

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第4902033号

(P4902033)

(45) 発行日 平成24年3月21日(2012.3.21)

(24) 登録日 平成24年1月13日(2012.1.13)

(51) Int.Cl.

F 1

G 0 2 B 13/04 (2006.01)

G 0 2 B 13/04 D

A 6 1 B 1/00 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y

請求項の数 8 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2011-543398 (P2011-543398)
 (86) (22) 出願日 平成23年3月25日 (2011.3.25)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2011/057320
 審査請求日 平成23年10月6日 (2011.10.6)
 (31) 優先権主張番号 特願2010-88741 (P2010-88741)
 (32) 優先日 平成22年4月7日 (2010.4.7)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 304050923
 オリンパスメディカルシステムズ株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
 (74) 代理人 100118913
 弁理士 上田 邦生
 (74) 代理人 100112737
 弁理士 藤田 考晴
 (72) 発明者 片平 裕子
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ
 リンパスメディカルシステムズ株式会社内

審査官 井上 信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 対物レンズ及びそれを用いた内視鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、負の第1レンズ、正の第2レンズ、開口絞り、正の第3レンズおよび正の第4レンズと負の第5レンズとを貼り合わせた接合レンズから構成され、

前記接合レンズが、下記条件式(1)および(2)を満足し、

下記条件式(3)を満足する対物レンズ。

$$(1) \quad n_n \geq 2.0$$

$$(2) \quad 1.2 < (v_p - v_n) < 3.4$$

$$(3) \quad 1.52 < (f_{23}/f_1) < 1.75$$

ここで、

n_n ：第5レンズのd線に対する屈折率、

v_p ：第4レンズのアッベ数、

v_n ：第5レンズのアッベ数、

f_{23} ：第2レンズと第3レンズの合成焦点距離、

f_1 ：全系の焦点距離

である。

【請求項 2】

前記第1レンズが、下記条件式(4)を満足する請求項1に記載の対物レンズ。

$$(4) \quad n_1 \geq 2.0$$

ここで、

n_1 ：第1レンズのd線に対する屈折率である。

【請求項3】

前記第2レンズが、下記条件式(5)を満足する請求項1に記載の対物レンズ。

$$(5) \quad n_2 \geq 2.00$$

ここで、

n_2 ：第2レンズのd線に対する屈折率である。

【請求項4】

前記第3レンズが、下記条件式(6)を満足する請求項1に記載の対物レンズ。

$$(6) \quad (R_{3b} + R_{3a}) / (R_{3b} - R_{3a}) \geq -1.0$$

ここで、

R_{3a} ：第3レンズの物体側面の曲率半径、

R_{3b} ：第3レンズの像側面の曲率半径

である。

【請求項5】

前記接合レンズ後端から像面までの間に正レンズを1枚以上備える請求項1に記載の対物レンズ。

【請求項6】

少なくとも前記第1レンズが、耐薬品性および／または滅菌耐性を有する材質で構成され、

該材質が、サファイヤ、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YAGまたはスピネルである請求項1に記載の対物レンズ。

【請求項7】

前記接合レンズ後端から像面までの間に光路変換素子を備える請求項1に記載の対物レンズ。

【請求項8】

請求項1に記載の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、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、操作性の向上や、患者の負担軽減のために内視鏡挿入部の細径化、また、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、内視鏡に搭載される対物レンズは、レンズ外径が小さく全長が短く構成されることが必要不可欠である。また、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。このように、小型で簡素な構成で、色収差が補正された内視鏡用対物レンズが知られている（例えば、特許文献1から3参照。）。40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2007-249189号公報

【特許文献2】特許第4245985号公報

【特許文献3】特許第3051035号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

第1の課題として、高画質化に関して倍率の色収差の補正が挙げられる。近年では撮像50

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。しかしながら、従来の内視鏡用対物レンズは、開口絞りの物体側に負の屈折力、開口絞りの像側に正の屈折力を配置したレトロフォーカスタイプの構造を有し、広角化を実現している。すなわち、絞りに対して非対称な構成であり、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。特に倍率の色収差の補正が難しい。

【0005】

第2の課題として、製造コストの高騰が挙げられる。内視鏡用対物レンズは極めて小さなサイズとする必要がある。すなわち、レンズの研磨や組立てに高度な技術を要し、手間や時間がかかる。したがって、一般のレンズに比べてその製造コストが極めて高価になってしまうという。従来の内視鏡用対物レンズでは、上記第1の課題と同時にこの第2の課題を解決することができない。

10

【0006】

例えば、特許文献2の第9実施例は簡素な構成であるが、倍率色収差（FラインとCラインの差）は半画角 $\omega = 60^\circ$ で焦点距離の1.2%と大きい。また、例えば特許文献1の第6実施例は、簡素な構成であり、かつ、倍率色収差（FラインとCラインの差）を半画角 $\omega = 60^\circ$ で焦点距離の0.2%と良好に補正しているが、接合レンズの接合面の曲率半径が -0.8561 と小さく、レンズ加工性能が悪い。

【0007】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、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の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。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

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。

本発明の第1の態様は、物体側から順に、負の第1レンズ、正の第2レンズ、開口絞り、正の第3レンズおよび正の第4レンズと負の第5レンズとを貼り合わせた接合レンズから構成され、前記接合レンズが、下記条件式(1)および(2)を満足する対物レンズである。

$$(1) \quad n_n \geq 2.0$$

$$(2) \quad 1.2 < (v_p - v_n) < 3.4$$

30

ここで、 n_n は第4レンズのd線に対する屈折率、 v_p は第4レンズのアッペ数、 v_n は第5レンズのアッペ数である。

【0009】

本発明の第1の態様では小型で光学全長の短い内視鏡用の対物レンズを得るために、光学素子の構成枚数を最小限にして簡素な構成とした。

条件式(1)は、接合レンズに含まれる負レンズの屈折率を規定している。色収差を補正する場合、正群の負レンズとしては屈折率の大きい材質からなるものが好ましい。屈折率の高い材質からなる負レンズを開口絞り後の後群に配置することで倍率の色収差を良好に補正できる。また、このようにして接合レンズの負レンズに高屈折率材料を用いることで、負レンズの肉厚を大きくすることができ、レンズ加工性が良好となる。

40

【0010】

さらに、第5レンズとして高屈折率のものを用いることで、対物レンズ全系に対する、開口絞りの後段に配置される後群の収差補正能力が向上し、第1レンズの硝材の選択性が広がる。条件式(1)の範囲を外れると、全系で色収差を補正することが困難となるとともに、レンズ加工性能が低下する。

【0011】

条件式(2)は、接合レンズの正レンズと負レンズのアッペ数差を規定している。正群の負レンズとしてアッペ数の小さい材料からなるものを用いることにより、色収差の補正と像面湾曲の補正とが可能となる。また、接合レンズの正レンズと負レンズとの接合面の曲率半径を大きくし、レンズ加工性能を向上することができる。

50

【0012】

条件式(2)の下限12を下回った場合、接合レンズにおける正レンズのアッペ数が小さくなる、もしくは、負レンズのアッペ数が大きくなる方向にある。そのため、色収差の補正が困難になりやすい。一方、条件式(2)の上限34を上回った場合、接合レンズにおける正レンズと負レンズとのアッペ数差が大きくなり、特に負レンズの分散が大きくなる。そのため倍率色収差(特にgラインとdラインの差)が大きくなりやすく、それを補正するため負レンズの曲率半径を小さくする必要が生じ、加工性能が低下する。

【0013】

上記発明においては、下記条件式(3)を満足していてもよい。

$$(3) \quad 1.52 < (f_{23} / f_1) < 1.75$$

10

ここで、 f_{23} は第2レンズと第3レンズの合成焦点距離、 f_1 は全系の焦点距離である。

【0014】

条件式(3)は、開口絞り前後の第2レンズおよび第3レンズの合成焦点距離を規定している。対物光学系の全長を短くして小型化しつつ像面入射角のばらつきを極力小さくするためには、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2レンズおよび第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。

【0015】

20

条件式(3)の下限1.52を下回った場合、全系の収差をバランスよく補正するためには、第2レンズの屈折率を高くし、第3レンズの屈折率を低くする必要がある。そのため、全系の収差補正を行える硝材の選択性が狭まってしまう。一方、条件式(3)の上限1.75を上回った場合、第2および第3レンズの屈折率を高くし、第3レンズの像面側の面の曲率半径を小さくする必要がある。そのため全系の収差補正を行える硝材の選択性が狭まり、第3レンズの加工性能が低下しやすい。

【0016】

上記第1の態様においては、前記第1レンズが、下記条件式(4)を満足していてもよい。

$$(4) \quad n_1 \geq 2.0$$

30

ここで、 n_1 は第1レンズのd線に対する屈折率である。

【0017】

条件式(4)は、第1レンズの屈折率を規定している。先端レンズに高屈折率硝材を使用することで、第1レンズの凹面側曲率を緩くすることが出来る。外環境と接する先端レンズには強度が求められるため硬い材質が選択されることが多い。そのような硬い硝材を選択してもレンズ面の研磨が容易となり製造コストの低減を図ることが出来る。また、軸上色収差を良好に補正することができる。また、第1レンズの凹面側曲率を従来と同等にした場合には、画角をより大きくすることができる。

【0018】

上記第1の態様においては、前記第2レンズが、下記条件式(5)を満足していてもよい。

40

$$(5) \quad n_2 \geq 2.00$$

ここで、 n_2 は第2レンズのd線に対する屈折率である。

このように、第2レンズに高屈折率硝材を使用することで、第2レンズの焦点距離が短くなり、全系での倍率色収差の補正能力を向上することができる。

【0019】

上記第1の態様においては、前記第3レンズが、下記条件式(6)を満足していてもよい。

$$(6) \quad (R_{3b} + R_{3a}) / (R_{3b} - R_{3a}) \geq -1.0$$

ここで、 R_{3a} は第3レンズの物体側面の曲率半径、 R_{3b} は第3レンズの像側面の曲

50

率半径である。

【0020】

条件式(6)は、第3レンズを両凸もしくは平凸レンズとしている。このため、第3レンズが小径であっても、レンズ面の研磨が容易となり製造コストの低減を図ることができる。また、第3レンズを両凸もしくは平凸レンズにすることで、軸外周辺の光線の角度小さくし、コマ収差の補正能力を向上することができる。また、特に第3レンズの物体側の面を平面にした場合には、その物体側に配置される開口絞りを変形させずに組み立てることが可能になり、組立てコストの低減を図ることができる。条件式(6)の下限-1を下回った場合、第3レンズの曲率半径が小さくなってレンズ面研磨が困難になりやすく、また、コマ収差補正が困難になる。

10

【0021】

上記第1の態様においては、前記接合レンズ後端から像面までの間に正レンズを1枚以上備えていてもよい。

このように、像面近傍に正の屈折力を含むことで、光線の像面入射角が光軸と平行に修正される。これにより、シェーディング現象を防止することができるとともに、像面湾曲補正に有利である。

【0022】

上記第1の態様においては、少なくとも前記第1レンズが、耐薬品性および／または滅菌耐性を有する材質で構成されていてもよい。

このようにすることで、外環境と接触する先端の第1レンズが、内視鏡に通常使用する洗浄に耐えうる仕様となり、好ましい。第1レンズ以外の光学部材を、滅菌耐性および／または薬品耐性を有する材質から構成しても良い。

20

【0023】

上記第1の態様においては、前記接合レンズ後端から像面までの間に、光線を偏向させる光路変換素子を備えていてもよい。

例えば、撮像面が大きな撮像素子と組み合わせて用いる場合、プリズムなどの光路変換素子によって光路を90度変換し、撮像面が光軸と平行になるように撮像素子を配置することで、内視鏡の先端径を小さくすることが出来る。なお、光路の変換方向は90度に限らず、適宜選択できる。

【0024】

30

本発明の第2の態様は、上記いずれかに記載の対物レンズを備える内視鏡である。

本発明の第2の態様によれば、対物レンズが内部に搭載される挿入部の先端部分である硬質先端部の外径を小さくし、また、全長を短くし、生体への負担を軽減することができる。また、撮像面に結像される像は各種の収差、特に色収差が良好に補正されているので、小型で高画素の撮像素子と組み合わせて用いた場合にも高画質な内視鏡画像を得ることができる。

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、小型で高画素の撮像素子に好適で、かつ簡素な構成である内視鏡用の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という効果を奏する。

40

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の一実施形態に係る対物レンズの全体構成を示すレンズ断面図である。

【図2】実施例1に係る対物レンズを示すレンズ断面図である。

【図3】図2の対物レンズの各種の収差を示す収差図である。

【図4】実施例2に係る対物レンズを示すレンズ断面図である。

【図5】図4の対物レンズの各種の収差を示す収差図である。

【図6】実施例3に係る対物レンズを示すレンズ断面図である。

【図7】図6の対物レンズの各種の収差を示す収差図である。

【図8】実施例4に係る対物レンズを示すレンズ断面図である。

50

【図 9】図 8 の対物レンズの各種の収差を示す収差図である。

【図 10】実施例 5 に係る対物レンズを示すレンズ断面図である。

【図 11】図 10 の対物レンズの各種の収差を示す収差図である。

【図 12】実施例 6 に係る対物レンズを示すレンズ断面図である。

【図 13】図 12 の対物レンズの各種の収差を示す収差図である。

【図 14】実施例 7 に係る対物レンズを示すレンズ断面図である。

【図 15】図 14 の対物レンズの各種の収差を示す収差図である。

【図 16】実施例 8 に係る対物レンズを示すレンズ断面図である。

【図 17】図 16 の対物レンズの各種の収差を示す収差図である。

【図 18】実施例 9 に係る対物レンズを示すレンズ断面図である。

10

【図 19】図 18 の対物レンズの各種の収差を示す収差図である。

【図 20】実施例 10 に係る対物レンズを示すレンズ断面図である。

【図 21】図 20 の対物レンズの各種の収差を示す収差図である。

【図 22】実施例 11 に係る対物レンズを示すレンズ断面図である。

【図 23】図 22 の対物レンズの各種の収差を示す収差図である。

【図 24】実施例 12 に係る対物レンズを示すレンズ断面図である。

【図 25】図 24 の対物レンズの各種の収差を示す収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下に、本発明の一実施形態に係る対物レンズ 1 および該対物レンズ 1 を硬質先端部に備えた内視鏡について、図 1 を参照して説明する。

20

本実施形態に係る対物レンズ 1 は、内視鏡の挿入部の先端部分である硬質先端部内に搭載されるものである。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 と開口絞り A と後群 B G とからなっている。前群 F G は、物体側から順に負の第 1 レンズ L 1 および正の第 2 レンズ L 2 から構成されている。後群 B G は物体側から順に正の第 3 レンズ L 3、正の第 4 レンズ L 4 と負の第 5 レンズ L 5 とを貼り合わせた接合レンズ E 4 5 およびカバーガラス C G から構成されている。

【0028】

接合レンズ E 4 5 は、下記条件式 (1) および (2) を満足している。

$$(1) \quad n_n \geq 2.0$$

30

$$(2) \quad 1.2 < (v_p - v_n) < 3.4$$

ここで、 n_n は第 5 レンズ L 5 の d 線に対する屈折率、 v_p は第 4 レンズ L 4 のアッペ数、 v_n は第 5 レンズ L 5 のアッペ数である。

【0029】

第 3 レンズ L 3 は、平凸レンズであり、物体側に平面を向けて配置されている。第 3 レンズ L 3 は、以下の条件式 (6) を満足している。

$$(6) \quad (R_{3b} + R_{3a}) / (R_{3b} - R_{3a}) \geq -1.0$$

ここで、 R_{3a} は第 3 レンズ L 3 の物体側面の曲率半径、 R_{3b} は第 3 レンズ L 3 の像側面の曲率半径である。

【0030】

40

第 1 から第 5 レンズ L 1 から L 5 のうち少なくとも第 1 レンズ L 1 は、高圧蒸気滅菌や薬品による洗浄・滅菌に耐えられるように、滅菌耐性および薬品耐性に優れた哨材、例えば、サファイヤや、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 YAG またはスピネルなどから形成されている。

【0031】

このように、本実施形態によれば、正の後群 F G に屈折率が高くアッペ数の低い負の第 5 レンズ L 5 を配置することにより、倍率の色収差を効果的に補正することができる。また、第 5 レンズ L 5 の曲率を小さくすることが可能になるので、第 4 レンズ L 4 および第 5 レンズ L 5 の加工が容易になり、製造コストを低減することができる。

【0032】

50

また、このようにして接合レンズ E 4 5 の接合面の曲率を抑えても、像面までの焦点距離を短くして対物レンズ 1 の光軸 Z 方向の全長を比較的小さく抑えることができる。さらに、内視鏡の先端硬質部の全長を短くして、内視鏡が挿入される生体への負担を軽減し、また、先端硬質部の操作性を向上することができる。

【0033】

上記実施形態においては、第 1 レンズ L 1 または第 2 レンズ L 2 の少なくとも一方を、2.0 以上の高い屈折率を有する材質から構成してもよい。

第 1 レンズ L 1 の屈折率を 2.0 以上にした場合には、画角を維持したまま凹面の曲率を小さくすることができる。また、凹面の曲率を従来と同等にした場合には、画角を広くすることができる。なお、屈折率が 2.0 以上であり滅菌耐性および薬品耐性に優れた哨材としては、例えば、ジルコニアが挙げられる。

10

第 2 レンズ L 2 の屈折率を 2.0 以上にした場合には、第 2 レンズ L 2 の焦点距離が短くなり、その結果対物レンズ 1 全系の倍率色収差を小さくすることができる。

【0034】

また、上記実施形態においては、接合レンズ E 4 5 の後段に少なくとも 1 枚の正レンズを配置することとしてもよい。

このようにして像面近傍に正の屈折率を有するレンズを配置することにより、像面への光線の入射角を光軸 Z に平行になるように修正して像面湾曲をさらに良好に補正することができる。

【0035】

20

また、上記実施形態においては、第 5 レンズ L 5 の後方の光軸 Z 上に像を結像させる構成としたが、これに代えて、第 5 レンズ L 5 の後段に光路変換素子、例えば、光路を 90° 変換するプリズムを配置し、対物レンズ 1 の光軸 Z に対して側方に像を結像させることとしてもよい。

このようにすることで、例えば、対物レンズ 1 を、撮像面の大きな撮像素子と組み合わせて用いる場合でも、撮像素子を対物レンズ 1 の光軸 Z と平行に配置することにより、先端硬質部の外径を小さくすることができる。

【実施例】

【0036】

次に、上述した実施形態に係る対物レンズの実施例 1 から 12 について、図 2 から図 25 を参照して以下に説明する。なお、以下に記載するレンズデータにおいて、曲率半径および面間隔の単位は mm であり、屈折率は d 線に対する値である。また、参照する図面のレンズ断面図において、r は曲率半径、d は面間隔、r および d の後に付した番号は面番号を表し、矢印 X は物体面、矢印 Y は像面を表している。また、参照する図面の収差図において (a) は球面収差、(b) は非点収差、(c) は倍率色収差、(d) は放射 (M) 方向のコマ収差、(e) は半径 (S) 方向のコマ収差をそれぞれ示している。

30

【0037】

〔実施例 1〕

実施例 1 に係る対物レンズは、図 2 に示されるように、第 1 レンズとして物体側に平面を向けた平凹レンズ、第 2 レンズとして像面側に平面を向けた平凸レンズ、第 3 レンズとして物体側に平面を向けた平凸レンズ、第 4 レンズとして両凸レンズ、第 5 レンズとして物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズを使用している。実施例 1 に係る対物レンズのレンズデータを以下に示す。また、このように構成された本実施例に係る対物レンズの各種収差図を図 3 に示す。

40

【0038】

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	∞	10.128	1.000	
1	∞	0.444	1.768	72.23
2	0.6240	0.513	1.000	

50

3	3. 9 8 4 9	0. 5 9 9	1. 9 2 3	1 8. 9 0
4	∞	0. 0 5 3	1. 0 0 0	
絞	∞	0. 0 5 3	1. 0 0 0	
6	∞	1. 0 6 9	1. 7 2 9	5 4. 6 8
7	- 1. 3 3 6 3	0. 0 5 3	1. 0 0 0	
8	2. 5 4 6 2	1. 0 6 9	1. 7 2 9	5 4. 6 8
9	- 1. 1 5 8 6	0. 6 8 8	2. 3 1 7	2 2. 4 0
1 0	- 3. 3 1 4 4	0. 7 3 1	1. 0 0 0	
1 1	∞	1. 4 8 6	1. 5 1 6	6 4. 1 4
1 2	∞	0. 0 0 0	1. 0 0 0	
像面	∞	0. 0 0 0		

10

【0 0 3 9】

〔実施例 2〕

実施例 2 に係る対物レンズは、図 4 に示されるように、実施例 1 に係る対物レンズと同様の構成を有している。本実施例に係る対物レンズのレンズデータを以下に示す。また、このように構成された本実施例に係る対物レンズの各種収差図を図 5 に示す。

【0 0 4 0】

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. 1 6 7	1. 0 0 0	
1	∞	0. 4 4 6	1. 7 6 8	7 2. 2 3
2	0. 6 1 4 4	0. 4 4 5	1. 0 0 0	
3	4. 6 0 8 5	0. 5 6 6	1. 9 2 3	1 8. 9 0
4	∞	0. 0 5 4	1. 0 0 0	
絞	∞	0. 0 5 4	1. 0 0 0	
6	∞	1. 0 0 4	1. 7 2 9	5 4. 6 8
7	- 1. 2 8 7 3	0. 0 5 4	1. 0 0 0	
8	3. 5 3 9 5	1. 2 3 1	1. 8 8 3	4 0. 7 6
9	- 1. 0 6 0 9	0. 5 7 3	2. 3 1 7	2 2. 4 0
1 0	- 3. 4 2 0 0	0. 7 5 2	1. 0 0 0	
1 1	∞	1. 5 0 9	1. 5 1 6	6 4. 1 4
1 2	∞	0. 0 0 0	1. 0 0 0	
像面	∞	0. 0 0 0		

20

30

【0 0 4 1】

〔実施例 3〕

実施例 3 に係る対物レンズは、図 6 に示されるように、実施例 1 に係る対物レンズと同様の構成を有している。本実施例に係る対物レンズのレンズデータを以下に示す。また、このように構成された本実施例に係る対物レンズの各種収差図を図 7 に示す。

【0 0 4 2】

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	∞	9. 7 5 6	1. 0 0 0	
1	∞	0. 5 2 7	1. 7 6 8	7 2. 2 3
2	0. 5 8 2 4	0. 4 2 7	1. 0 0 0	
3	1. 6 6 7 6	0. 6 1 7	1. 9 2 3	1 8. 9 0
4	2. 5 3 8 7	0. 0 8 6	1. 0 0 0	
絞	∞	0. 0 5 1	1. 0 0 0	
6	∞	0. 8 1 2	1. 7 2 9	5 4. 6 8
7	- 1. 2 5 4 6	0. 0 5 1	1. 0 0 0	
8	2. 0 8 2 1	1. 0 2 3	1. 7 2 9	5 4. 6 8

40

50

9	− 1. 0 0 0 7	0. 5 9 6	2. 1 0 0	3 0. 0 0
1 0	− 3. 3 5 7 3	0. 6 9 7	1. 0 0 0	
1 1	∞	1. 4 3 1	1. 5 1 6	6 4. 1 4
1 2	∞	0. 0 0 0	1. 0 0 0	
像面	∞	0. 0 0 0		

【0 0 4 3】

〔実施例 4〕

実施例 4 に係る対物レンズは、図 8 に示されるように、実施例 1 に係る対物レンズと同様の構成を有している。本実施例に係る対物レンズのレンズデータを以下に示す。また、このように構成された本実施例に係る対物レンズの各種収差図を図 9 に示す。

10

【0 0 4 4】

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	∞	7. 4 6 6	1. 0 0 0	
1	∞	0. 3 5 0	1. 7 6 8	7 2. 2 3
2	0. 6 2 0 3	0. 5 0 2	1. 0 0 0	
3	5. 2 6 6 9	0. 9 8 9	1. 7 6 2	2 6. 5 2
4	∞	0. 0 3 5	1. 0 0 0	
絞	∞	0. 0 3 5	1. 0 0 0	
6	∞	1. 0 3 1	1. 7 2 9	5 4. 6 8
7	− 1. 3 8 0 7	0. 1 1 5	1. 0 0 0	
8	2. 1 4 7 5	1. 1 6 6	1. 7 2 9	5 4. 6 8
9	− 1. 4 0 7 2	1. 0 3 0	2. 3 1 7	2 2. 4 0
1 0	− 6. 4 8 0 5	0. 5 8 1	1. 0 0 0	
1 1	∞	1. 5 9 6	1. 5 1 6	6 4. 1 4
1 2	∞	0. 0 0 0	1. 0 0 0	
像面	∞	0. 0 0 0		

20

【0 0 4 5】

〔実施例 5〕

実施例 5 に係る対物レンズは、図 1 0 に示されるように、実施例 1 に係る対物レンズと同様の構成を有している。本実施例に係る対物レンズのレンズデータを以下に示す。また、このように構成された本実施例に係る対物レンズの各種収差図を図 1 1 に示す。

30

【0 0 4 6】

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	∞	7. 2 6 8	1. 0 0 0	
1	∞	0. 3 4 1	1. 8 8 3	4 0. 7 6
2	0. 6 0 7 8	0. 4 8 4	1. 0 0 0	
3	2. 0 5 7 2	0. 9 8 8	1. 7 6 2	2 6. 5 2
4	∞	0. 0 3 4	1. 0 0 0	
絞	∞	0. 0 3 4	1. 0 0 0	
6	∞	1. 0 6 1	1. 7 2 9	5 4. 6 8
7	− 1. 7 2 1 2	0. 1 5 2	1. 0 0 0	
8	1. 7 2 0 4	1. 1 8 6	1. 7 2 9	5 4. 6 8
9	− 1. 2 7 9 1	0. 6 8 8	2. 3 1 7	2 2. 4 0
1 0	− 6. 3 8 7 5	0. 5 6 9	1. 0 0 0	
1 1	∞	1. 5 5 4	1. 5 1 6	6 4. 1 4
1 2	∞	0. 0 0 0	1. 0 0 0	
像面	∞	0. 0 0 0		

40

【0 0 4 7】

50

〔実施例 6〕

実施例 6 に係る対物レンズは、図 1 2 に示されるように、実施例 1 に係る対物レンズと同様の構成を有している。本実施例に係る対物レンズのレンズデータを以下に示す。また、このように構成された本実施例に係る対物レンズの各種収差図を図 1 3 に示す。

【0048】

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	∞	7. 3 7 2	1. 0 0 0		
1	∞	0. 3 4 6	2. 3 1 7	4 0. 0 0	10
2	0. 8 3 3 7	0. 5 0 4	1. 0 0 0		
3	2. 2 9 0 0	0. 9 4 3	1. 7 6 2	2 6. 5 2	
4	∞	0. 0 3 5	1. 0 0 0		
絞	∞	0. 0 3 5	1. 0 0 0		
6	∞	1. 1 5 5	1. 7 2 9	5 4. 6 8	
7	-1. 4 7 7 9	0. 1 5 6	1. 0 0 0		
8	2. 1 7 2 4	1. 1 5 7	1. 7 2 9	5 4. 6 8	
9	-1. 3 0 6 6	0. 7 0 0	2. 3 1 7	2 2. 4 0	
10	-6. 3 9 0 3	0. 8 4 9	1. 0 0 0		
11	∞	1. 5 7 6	1. 5 1 6	6 4. 1 4	20
12	∞	0. 0 0 0	1. 0 0 0		
像面	∞	0. 0 0 0			

【0049】

〔実施例 7〕

実施例 7 に係る対物レンズは、図 1 4 に示されるように、実施例 1 に係る対物レンズと同様の構成を有している。本実施例に係る対物レンズのレンズデータを以下に示す。また、このように構成された本実施例に係る対物レンズの各種収差図を図 1 5 に示す。

【0050】

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	∞	7. 2 7 0	1. 0 0 0		30
1	∞	0. 3 4 1	2. 1 7 0	3 3. 0 0	
2	0. 6 6 6 6	0. 4 3 5	1. 0 0 0		
3	1. 8 3 3 4	1. 0 4 4	1. 7 6 2	2 6. 5 2	
4	∞	0. 0 3 4	1. 0 0 0		
絞	∞	0. 0 3 4	1. 0 0 0		
6	∞	1. 0 8 5	1. 7 2 9	5 4. 6 8	
7	-1. 7 5 4 1	0. 2 3 7	1. 0 0 0		
8	1. 6 5 5 4	1. 4 2 6	1. 7 2 9	5 4. 6 8	
9	-1. 1 2 5 2	0. 6 8 7	2. 3 1 7	2 2. 4 0	
10	-6. 4 9 0 0	0. 6 1 0	1. 0 0 0		40
11	∞	1. 5 5 4	1. 5 1 6	6 4. 1 4	
12	∞	0. 0 0 0	1. 0 0 0		
像面	∞	0. 0 0 0			

【0051】

〔実施例 8〕

実施例 8 に係る対物レンズは、図 1 6 に示されるように、実施例 1 に係る対物レンズと同様の構成を有している。本実施例に係る対物レンズのレンズデータを以下に示す。また、このように構成された本実施例に係る対物レンズの各種収差図を図 1 7 に示す。

【0052】

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	∞	7. 3 5 1	1. 0 0 0	
1	∞	0. 3 4 5	2. 1 7 0	3 3. 0 0
2	0. 6 8 9 5	0. 6 3 0	1. 0 0 0	
3	2. 3 2 1 4	1. 0 2 1	1. 8 4 7	2 3. 7 8
4	∞	0. 0 3 5	1. 0 0 0	
絞	∞	0. 0 3 5	1. 0 0 0	
6	∞	1. 0 3 7	1. 7 2 9	5 4. 6 8
7	- 1. 7 5 4 7	0. 1 3 1	1. 0 0 0	
8	1. 9 1 0 5	1. 1 8 9	1. 7 2 9	5 4. 6 8
9	- 1. 2 1 7 4	0. 5 7 9	2. 3 1 7	2 2. 4 0
10	- 6. 4 2 8 2	1. 0 0 6	1. 0 0 0	
11	∞	1. 5 7 1	1. 5 1 6	6 4. 1 4
12	∞	0. 0 0 0	1. 0 0 0	
像面	∞	0. 0 0 0		

【0053】

〔実施例9〕

実施例9に係る対物レンズは、図18に示されるように、実施例1に係る対物レンズと同様の構成を有している。本実施例に係る対物レンズのレンズデータを以下に示す。また、このように構成された本実施例に係る対物レンズの各種収差図を図19に示す。

【0054】

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	∞	7. 4 6 6	1. 0 0 0	
1	∞	0. 3 5 0	1. 7 6 8	7 2. 2 3
2	0. 6 2 0 3	0. 5 8 8	1. 0 0 0	
3	6. 2 5 0 4	0. 9 8 9	2. 0 5 4	2 7. 8 0
4	4 0. 3 7 2 7	0. 0 3 5	1. 0 0 0	
絞	∞	0. 0 3 5	1. 0 0 0	
6	∞	1. 0 3 1	1. 7 2 9	5 4. 6 8
7	- 1. 3 8 0 7	0. 1 1 5	1. 0 0 0	
8	2. 1 4 7 5	1. 1 6 6	1. 7 2 9	5 4. 6 8
9	- 1. 4 0 7 2	1. 0 3 0	2. 3 1 7	2 2. 4 0
10	- 6. 4 8 0 5	0. 5 8 2	1. 0 0 0	
11	∞	1. 5 9 6	1. 5 1 6	6 4. 1 4
12	∞	0. 0 0 0	1. 0 0 0	
像面	∞	0. 0 0 0		

【0055】

〔実施例10〕

実施例10に係る対物レンズは、図20に示されるように、実施例1に係る対物レンズと同様の構成を有している。本実施例に係る対物レンズのレンズデータを以下に示す。また、このように構成された本実施例に係る対物レンズの各種収差図を図21に示す。

【0056】

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	∞	7. 3 4 8	1. 0 0 0	
1	∞	0. 3 4 4	2. 1 7 0	3 3. 0 0
2	0. 6 8 9 3	0. 6 3 0	1. 0 0 0	
3	3. 4 2 6 2	1. 2 4 3	2. 2 5 0	2 4. 6 0
4	∞	0. 0 3 4	1. 0 0 0	

絞	∞	0. 0 3 4	1. 0 0 0	
6	∞	1. 0 3 6	1. 7 2 9	5 4. 6 8
7	- 1. 7 5 4 2	0. 1 3 1	1. 0 0 0	
8	1. 9 0 9 9	1. 1 8 9	1. 7 2 9	5 4. 6 8
9	- 1. 2 1 6 6	0. 5 7 8	2. 3 1 7	2 2. 4 0
1 0	- 6. 4 2 6 1	1. 0 0 6	1. 0 0 0	
1 1	∞	1. 5 7 1	1. 5 1 6	6 4. 1 4
1 2	∞	0. 0 0 0	1. 0 0 0	
像面	∞	0. 0 0 0		

【0057】

10

〔実施例11〕

実施例11に係る対物レンズは、図22に示されるように、実施例1に係る対物レンズにおいて、カバーガラスに代えてプリズム（光路変換素子）Pを備えた構成を有している。本実施例に係る対物レンズのレンズデータを以下に示す。また、このように構成された本実施例に係る対物レンズの各種収差図を図23に示す。

【0058】

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. 1 2 8	1. 0 0 0	
1	∞	0. 4 4 4	1. 7 6 8	7 2. 2 3
2	0. 6 2 4 0	0. 5 1 3	1. 0 0 0	
3	3. 9 8 4 9	0. 5 9 9	1. 9 2 3	1 8. 9 0
4	∞	0. 0 5 3	1. 0 0 0	
絞	∞	0. 0 5 3	1. 0 0 0	
6	∞	1. 0 6 9	1. 7 2 9	5 4. 6 8
7	- 1. 3 3 6 3	0. 0 5 3	1. 0 0 0	
8	2. 5 4 6 2	1. 0 6 9	1. 7 2 9	5 4. 6 8
9	- 1. 1 5 8 6	0. 6 8 8	2. 3 1 7	2 2. 4 0
1 0	- 3. 3 1 4 4	0. 3 9 6	1. 0 0 0	
1 1	∞	1. 0 0 0	1. 5 1 6	6 4. 1 4
1 2	∞	1. 0 0 0	1. 5 1 6	6 4. 1 4
1 3	∞	0. 0 0 0	1. 0 0 0	
像面	∞			

【0059】

〔実施例12〕

実施例12に係る対物レンズは、図24に示されるように、実施例1に係る対物レンズにおいて、接合レンズの後段に、1枚の正レンズL6を備えた構成を有している。本実施例に係る対物レンズのレンズデータを以下に示す。また、このように構成された本実施例に係る対物レンズの各種収差図を図25に示す。

【0060】

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. 7 8 8	1. 0 0 0	
1	∞	0. 4 7 3	1. 7 6 8	7 2. 2 3
2	0. 6 6 4 6	0. 5 4 7	1. 0 0 0	
3	4. 2 4 4 5	0. 6 3 8	1. 9 2 3	1 8. 9 0
4	∞	0. 0 5 7	1. 0 0 0	
絞	∞	0. 0 5 7	1. 0 0 0	
6	∞	1. 1 3 8	1. 7 2 9	5 4. 6 8
7	- 1. 4 2 3 3	0. 0 5 7	1. 0 0 0	

40

50

8	2. 7 1 2 1	1. 1 3 8	1. 7 2 9	5 4. 6 8
9	- 1. 2 3 4 1	0. 7 3 3	2. 3 1 7	2 2. 4 0
1 0	- 3. 5 3 0 4	0. 7 7 8	1. 0 0 0	
1 1	7. 5 1 0 4	0. 6 3 1	1. 5 1 6	6 4. 1 4
1 2	∞	0. 8 5 2	1. 5 1 6	6 4. 1 4
1 3	∞	0. 0 0 0	1. 0 0 0	
像面	∞	0. 0 0 0		

【0 0 6 1】

上述した実施例 1 から実施例 1 2 に係る対物レンズの条件式 (1) から (6) の値と全系の焦点距離を表 1 に示す。

【0 0 6 2】

【表 1】

	全系の 焦点距離	条件式(1) nn	条件式(2) ($\nu p - \nu n$)	条件式(3) (f23/f1)	条件式(4) n1	条件式(5) n2	条件式(6) (R3b+R3a)/ (R3b-R3a)
実施例1	1.000	2.317	32.28	1.547	1.768	1.923	-1.0
実施例2	1.000	2.317	18.36	1.526	1.768	1.923	-1.0
実施例3	1.000	2.100	24.68	1.556	1.768	1.923	-1.0
実施例4	1.000	2.317	32.28	1.727	1.768	1.762	-1.0
実施例5	1.000	2.317	32.28	1.669	1.883	1.762	-1.0
実施例6	1.000	2.317	32.28	1.620	2.317	1.762	-1.0
実施例7	1.000	2.317	32.28	1.643	2.170	1.762	-1.0
実施例8	1.000	2.317	32.28	1.680	2.170	1.847	-1.0
実施例9	1.000	2.317	32.28	1.727	1.768	2.054	-1.0
実施例10	1.000	2.317	32.28	1.680	2.170	2.250	-1.0
実施例11	1.000	2.317	32.28	1.547	1.768	1.923	-1.0
実施例12	1.000	2.317	32.28	1.648	1.768	1.923	-1.0

【符号の説明】

【0063】

1 対物レンズ

CG カバーガラス

FG 前群

10

20

30

40

50

B G 後群
 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
 L 5 第 5 レンズ
 E 4 5 接合レンズ
 S 開口絞り
 X 物体面
 Y 像面
 Z 光軸

10

【要約】

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の対物レンズ及びそれを用いた内視鏡を提供する。物体側から順に負の第 1 レンズ（L 1）、正の第 2 レンズ（L 2）、開口絞り（S）、正の第 3 レンズ（L 3）および正の第 4 レンズ（L 4）と負の第 5 レンズ（L 5）とを貼り合わせた接合レンズ（E 4 5）とから構成され、接合レンズ（E 4 5）が、下記条件式（1）および（2）を満足する対物レンズ（1）を提供する。 n_n は第 5 レンズ（L 5）の d 線に対する屈折率、 v_p は第 4 レンズ（L 4）のアッベ数、 v_n は第 5 レンズ（L 5）のアッベ数である。

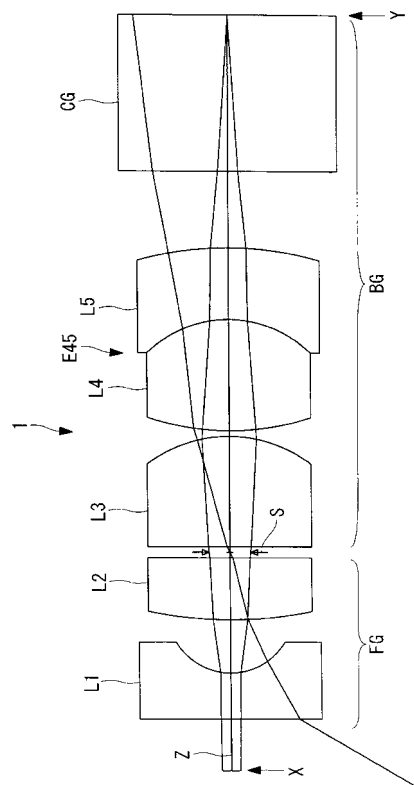
$$(1) \quad n_n \geq 2.0$$

$$(2) \quad 1.2 < (v_p - v_n) < 3.4$$

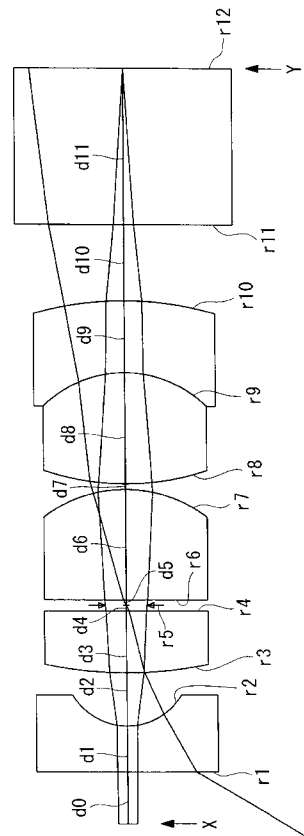
20

【選択図】 図 1

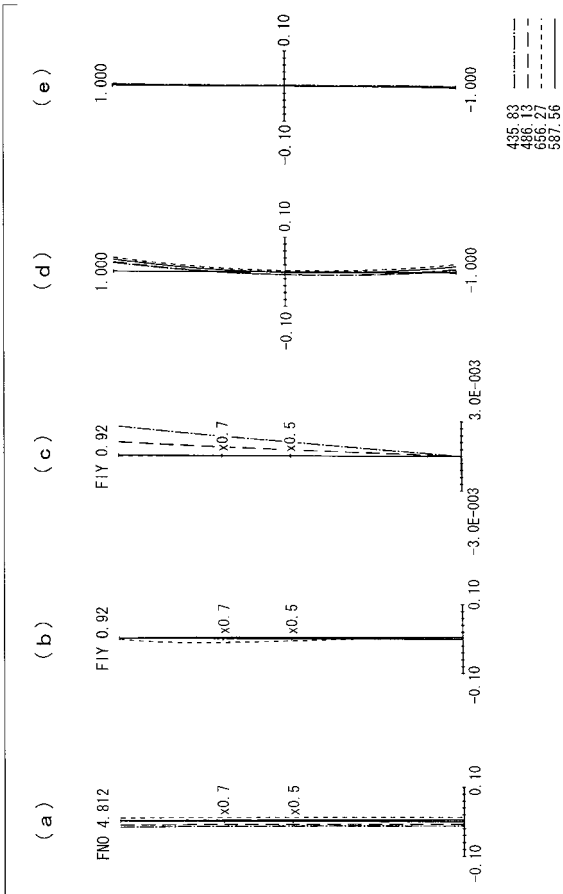
【図 1】



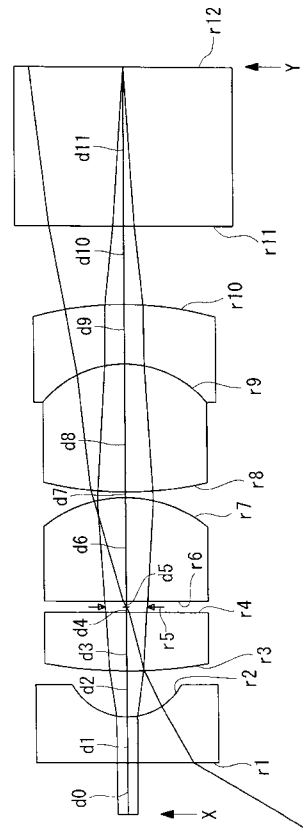
【図 2】



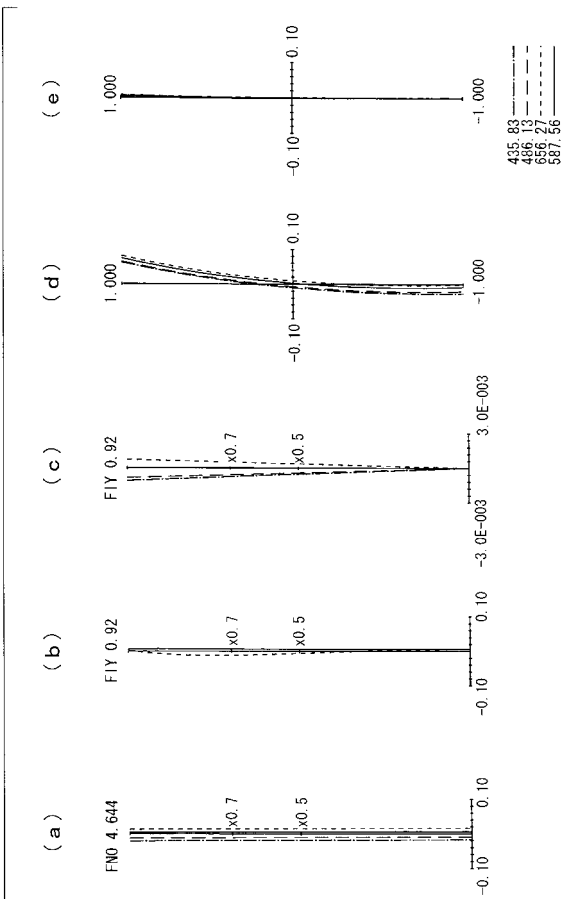
【図 3】



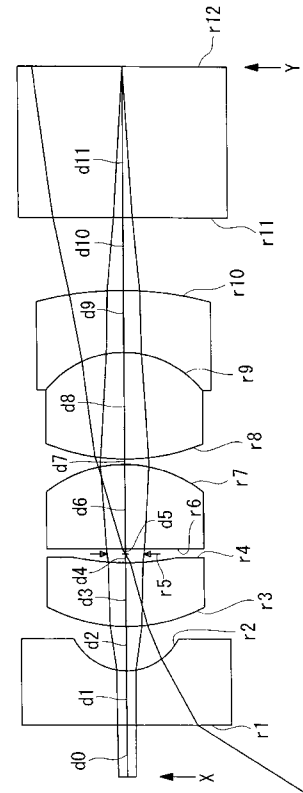
【図 4】



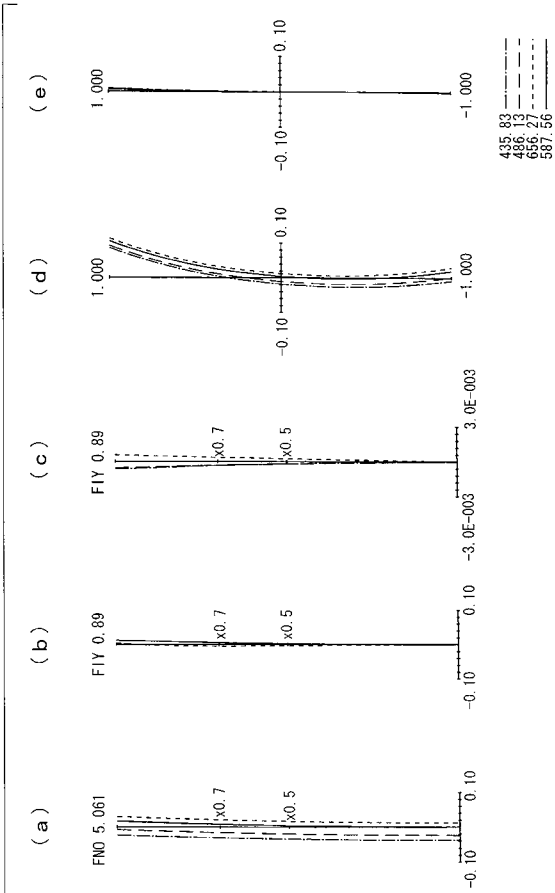
【図 5】



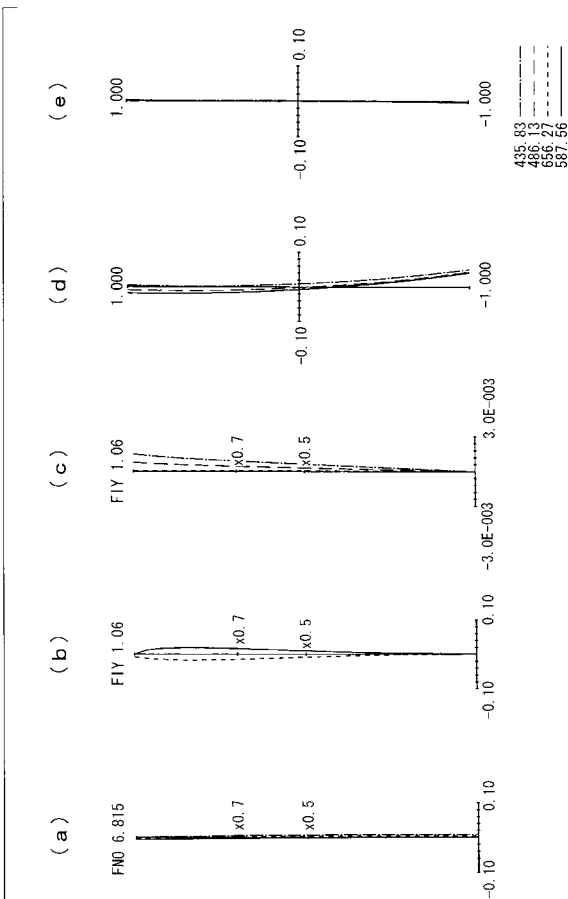
【図 6】



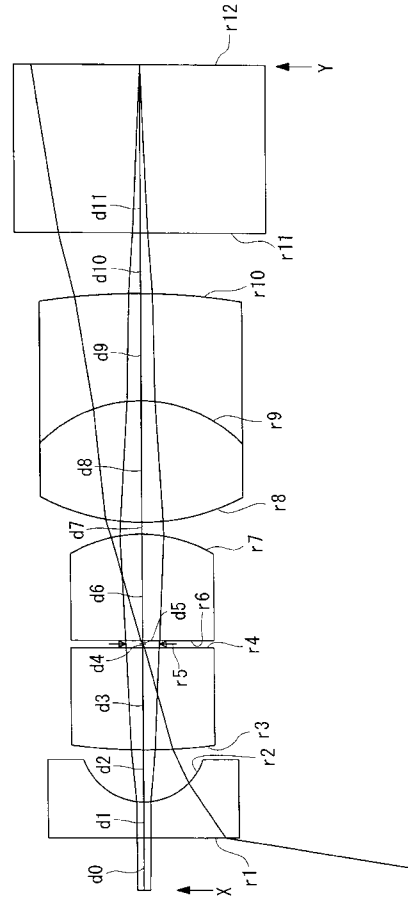
【図 7】



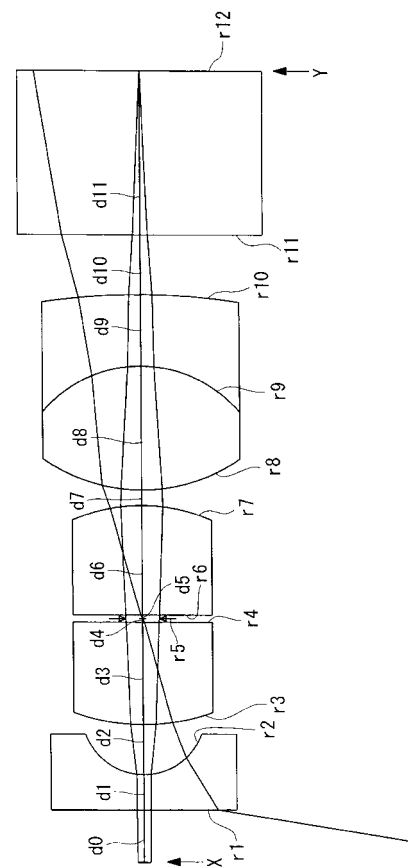
【図 9】



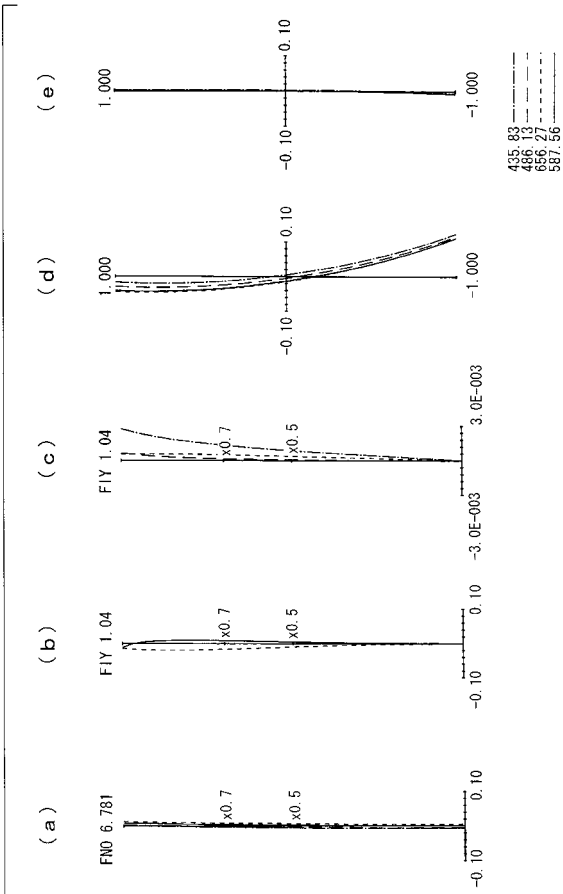
【図 8】



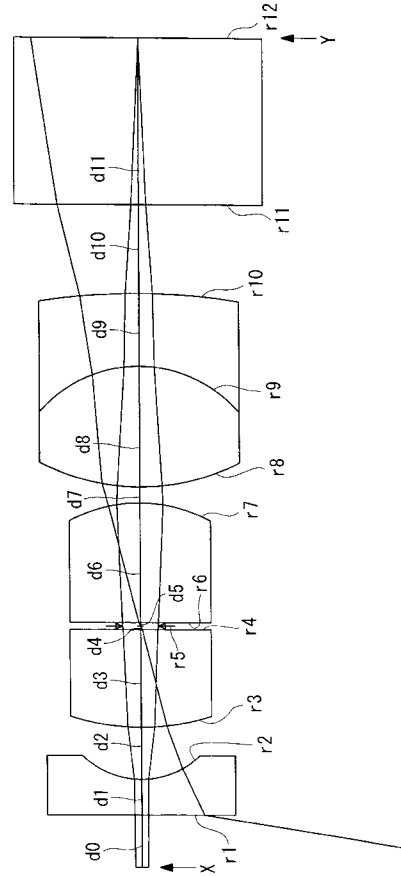
【図 10】



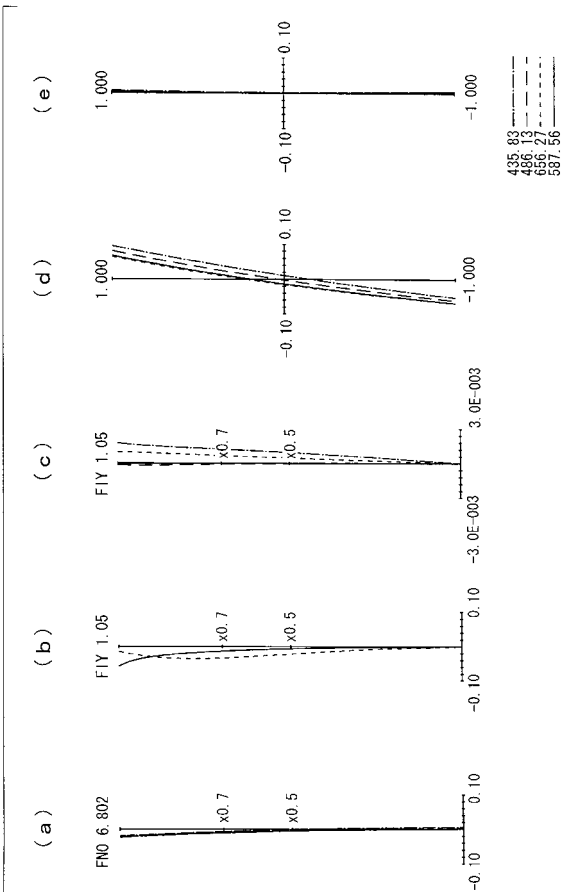
【図 1 1】



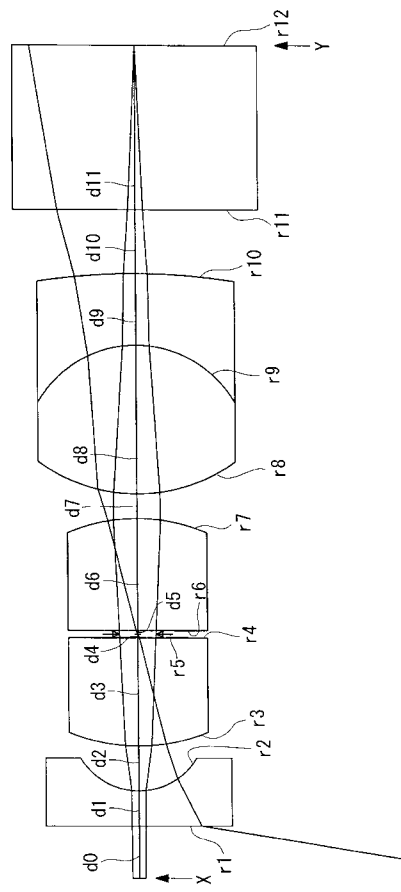
【図 1 2】



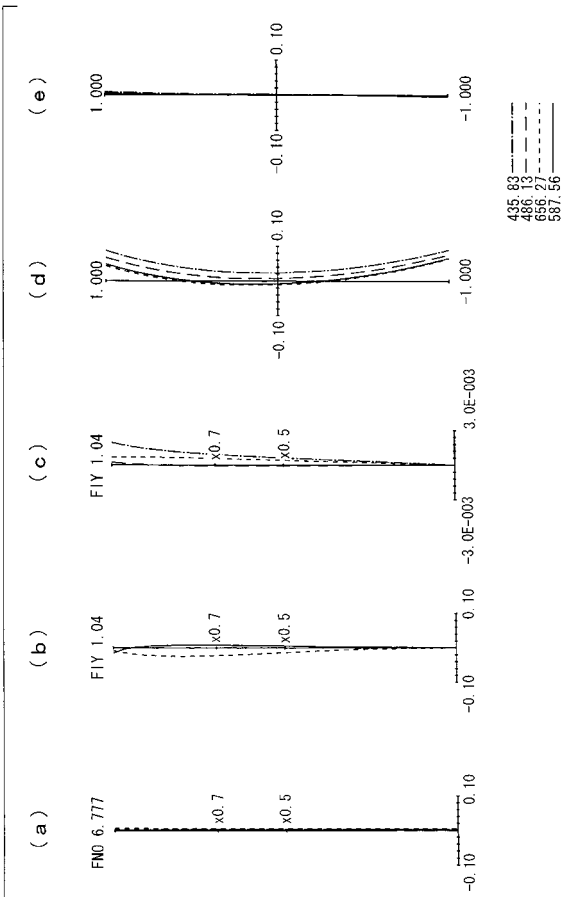
【図 1 3】



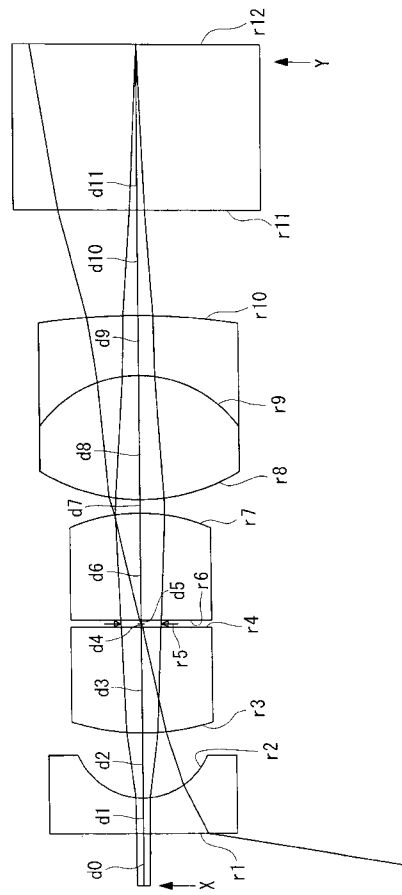
【図 1 4】



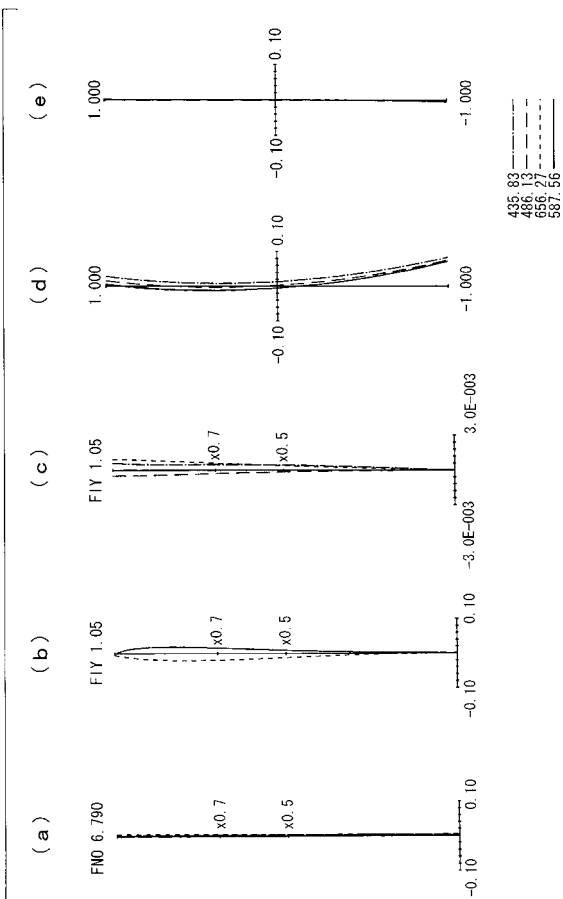
【図 15】



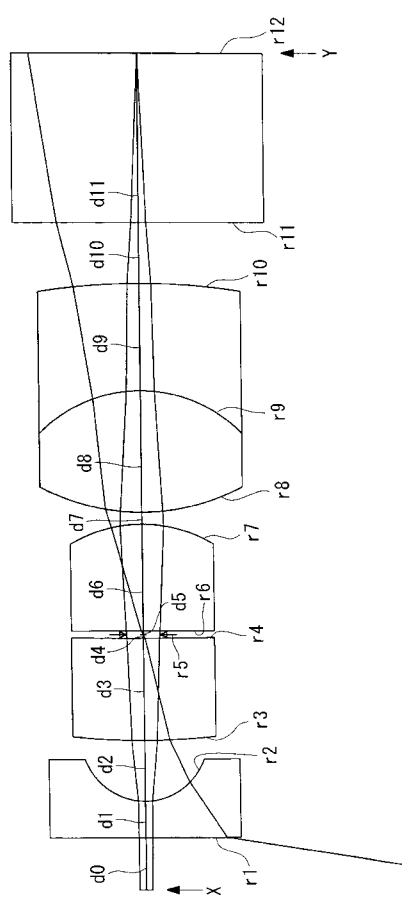
【図 16】



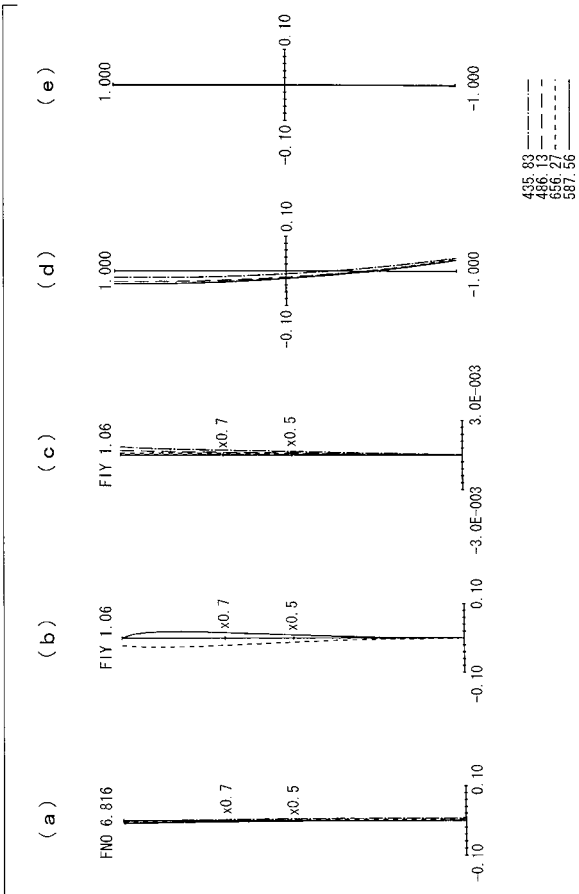
【図 17】



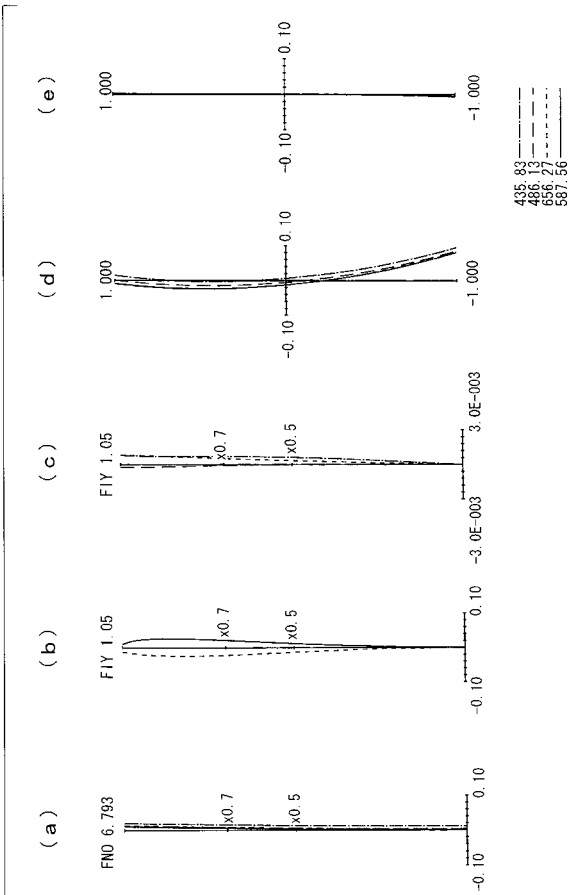
【図 18】



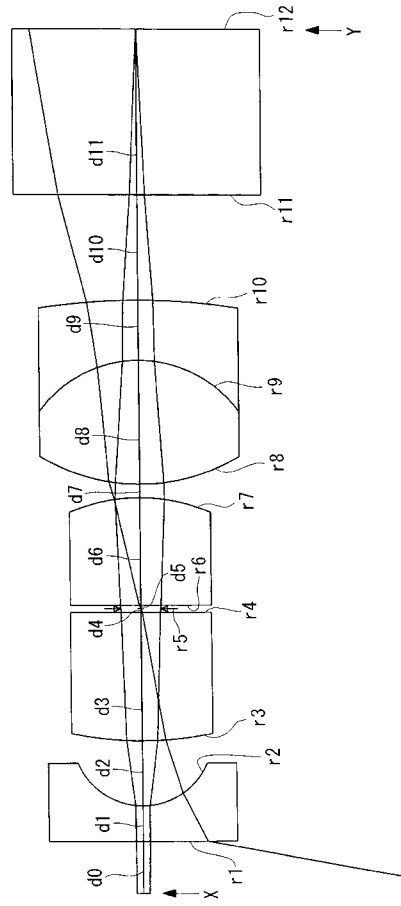
【図 19】



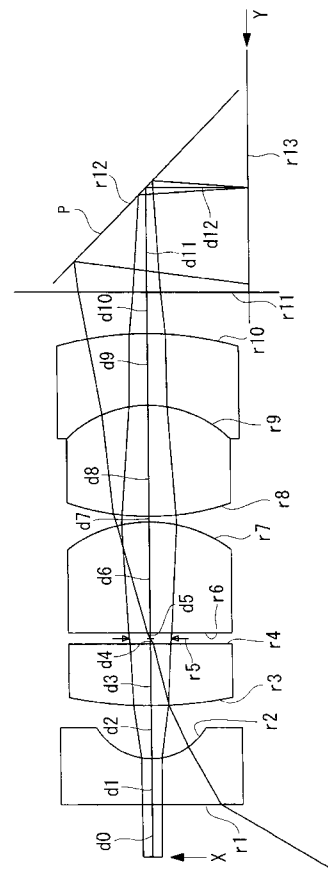
【図 21】



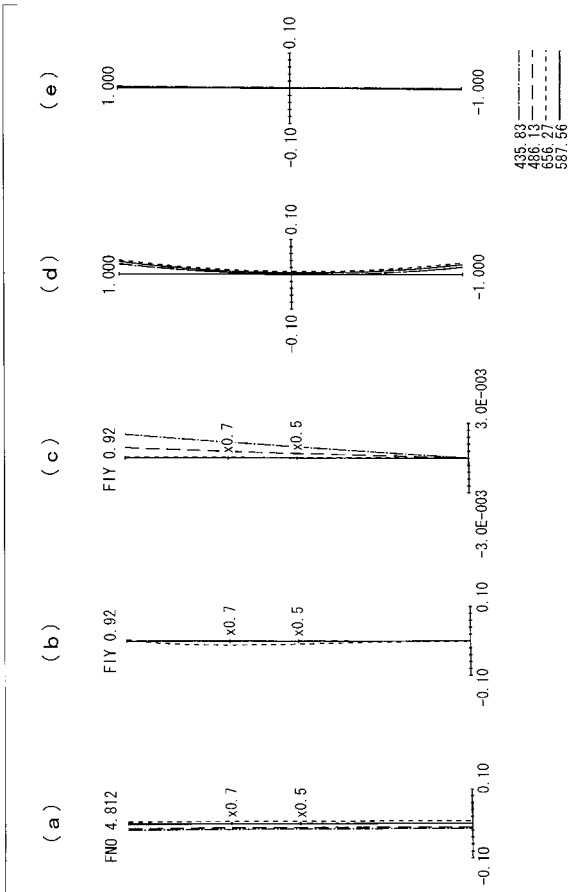
【図 20】



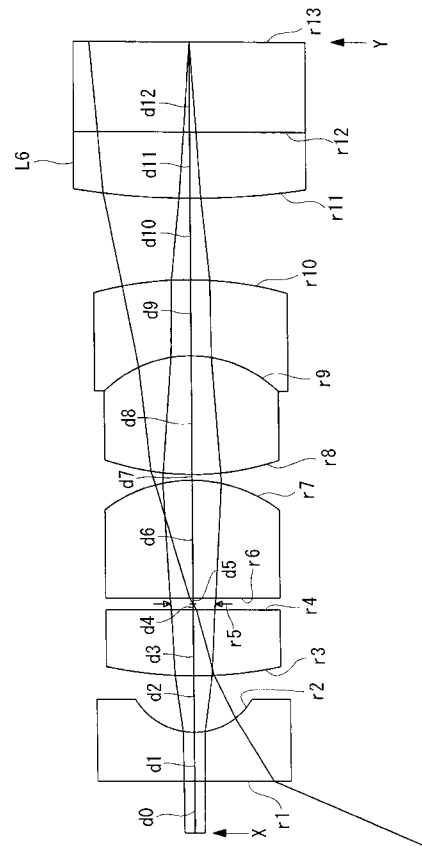
【図 22】



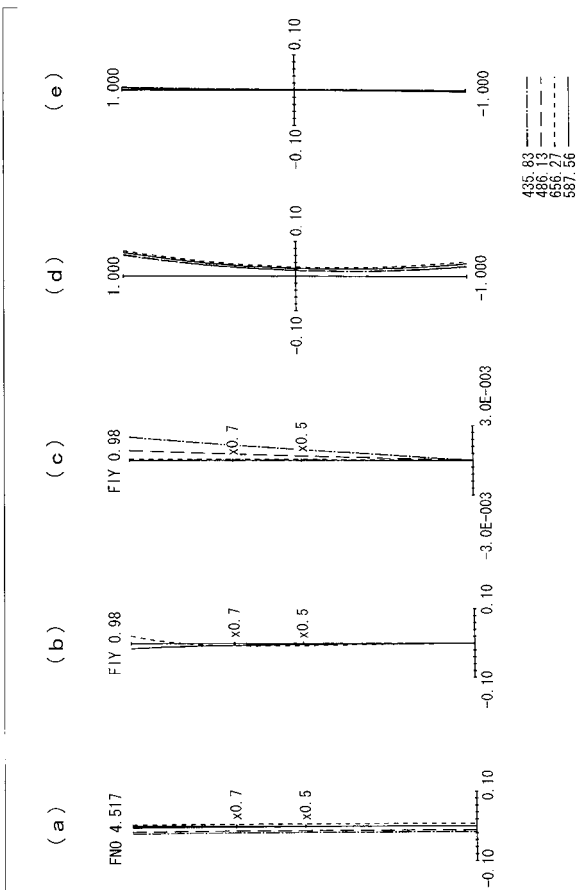
【図 2 3】



【図 2 4】



【図 2 5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2009- 47947 (JP, A)
特開 2008-197594 (JP, A)
特開 2011-175234 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 13/00 - 13/26

专利名称(译)	物镜和内窥镜使用相同		
公开(公告)号	JP4902033B1	公开(公告)日	2012-03-21
申请号	JP2011543398	申请日	2011-03-25
[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		
当前申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
[标]发明人	片平裕子		
发明人	片平 裕子		
IPC分类号	A61B1/00 G02B13/04		
CPC分类号	G02B9/60 G02B23/2423 G02B13/004 G02B13/006 G02B15/177 G02B9/34		
FI分类号	G02B13/04.D A61B1/00.300.Y		
代理人(译)	上田邦夫 藤田 考晴		
审查员(译)	井上 信		
优先权	2010088741 2010-04-07 JP		
其他公开文献	JPWO2011125539A1		
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，其适用于小型且高像素的图像拾取装置，并且结构简单。从物侧起依次为负第一透镜（L1），正第二透镜（L2），孔径光阑（S），正第三透镜（L3）和正第四透镜（L4）和负第五透镜。通过接合透镜（L5）和接合透镜（E45）而形成的接合透镜（E45）提供满足以下条件表达式（1）和（2）的物镜（1）。nn是第五透镜（L5）相对于d线的折射率，vp是第四透镜（L4）的阿贝数，vn是第五透镜（L5）的阿贝数。（1） $nn \geq 2.0$ （2） $12 < (vp - vn) < 34$

	全系の 屈折率	条件式(1) nn	条件式(2) (vp-vn)	条件式(3) (f23/f1)	条件式(4) n1	条件式(5) n2	条件式(6) (R3a+R3a)/(R3a-R3a)
实施例1	1.000	2.317	32.28	1.547	1.768	1.923	-1.0
实施例2	1.000	2.317	18.36	1.526	1.768	1.923	-1.0
实施例3	1.000	2.100	24.68	1.556	1.768	1.923	-1.0
实施例4	1.000	2.317	32.28	1.727	1.768	1.762	-1.0
实施例5	1.000	2.317	32.28	1.669	1.883	1.762	-1.0
实施例6	1.000	2.317	32.28	1.620	2.317	1.762	-1.0
实施例7	1.000	2.317	32.28	1.643	2.170	1.762	-1.0
实施例8	1.000	2.317	32.28	1.680	2.170	1.947	-1.0
实施例9	1.000	2.317	32.28	1.727	1.768	2.054	-1.0
实施例10	1.000	2.317	32.28	1.680	2.170	2.250	-1.0
实施例11	1.000	2.317	32.28	1.547	1.768	1.923	-1.0
实施例12	1.000	2.317	32.28	1.648	1.768	1.923	-1.0