

(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2006-91714

(P2006-91714A)

(43) 公開日 平成18年4月6日(2006.4.6)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G02B 13/00 (2006.01)</b>	G02B 13/00	2H087
<b>A61B 1/00 (2006.01)</b>	A61B 1/00 300Y	4C061

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2004-279933 (P2004-279933)	(71) 出願人	000000527 ペンタックス株式会社 東京都板橋区前野町2丁目36番9号
(22) 出願日	平成16年9月27日 (2004.9.27)	(74) 代理人	100083286 弁理士 三浦 邦夫
		(74) 代理人	100120204 弁理士 平山 巖
		(72) 発明者	藤井 宏明 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 ペンタックス株式会社内
		Fターム(参考)	2H087 KA10 LA01 PA05 PA18 PB06 QA01 QA07 QA13 QA21 QA26 QA34 QA42 QA45 RA32 RA42 RA43 RA44 4C061 BB01 CC06 DD03 FF40 JJ06 LL02 NN01 PP11

(54) 【発明の名称】 内視鏡対物光学系および内視鏡

(57) 【要約】

【課題】 一般（親）内視鏡の鉗子チャンネルなどから挿入可能な小径で、良好な収差性能によりモニタ倍率数百倍～千倍以上の拡大倍率で細部まで超拡大観察可能な内視鏡対物光学系を得る。

【解決手段】 物体側から順に、正単レンズからなる第1レンズ群、正レンズおよび負レンズからなる第2レンズ群、絞り、正または負の単レンズからなる第3レンズ群、負単レンズからなる第4レンズ群、及び正単レンズからなる第5レンズ群からなり、次の条件式(1)を満足する内視鏡対物光学系。

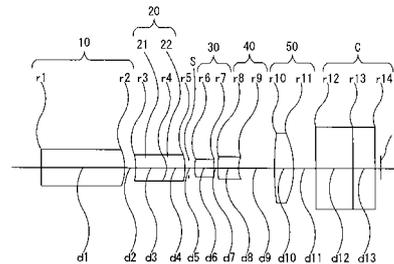
$$(1) 0.5 < fF / f < 0.8$$

但し、

fF；第1レンズ群と第2レンズ群の合成焦点距離、

f；全系の焦点距離。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体側から順に、正単レンズからなる第 1 レンズ群、正レンズおよび負レンズからなる第 2 レンズ群、絞り、正または負の単レンズからなる第 3 レンズ群、負単レンズからなる第 4 レンズ群、及び正単レンズからなる第 5 レンズ群からなり、次の条件式 ( 1 ) を満足することを特徴とする内視鏡対物光学系。

$$( 1 ) 0 . 5 < f F / f < 0 . 8$$

但し、

$f F$  ; 第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の合成焦点距離、

$f$  ; 全系の焦点距離。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 記載の内視鏡対物光学系において、次の条件式 ( 2 ) 及び ( 3 ) を満足する内視鏡対物光学系。

$$( 2 ) -2 . 0 < f 4 / f < -0 . 6 2$$

$$( 3 ) 0 . 3 < | r 4 | / f < 1 . 1$$

但し、

$f 4$  ; 第 4 レンズ群の焦点距離、

$r 4$  ; 第 4 レンズ群を構成する負単レンズの凹面のうち曲率半径が小さい方の曲率半径、または一方のみが凹面のときはその凹面の曲率半径。

20

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載の内視鏡対物光学系において、次の条件式 ( 4 ) を満足する内視鏡対物光学系。

$$( 4 ) 0 . 7 < f 5 / f < 2 . 0$$

但し、

$f 5$  ; 第 5 レンズ群の焦点距離。

## 【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項記載の内視鏡対物光学系において、次の条件式 ( 5 ) 及び ( 6 ) を満足する内視鏡対物光学系。

$$( 5 ) 0 . 3 < f 2 p / f < 0 . 7$$

$$( 6 ) N 2 p > 1 . 7 6$$

但し、

$f 2 p$  ; 第 2 レンズ群の正レンズの焦点距離、

$N 2 p$  ; 第 2 レンズ群の正レンズの  $d$  線に対する屈折率。

30

## 【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項記載の内視鏡対物光学系において、次の条件式 ( 7 ) を満足する内視鏡対物光学系。

$$( 7 ) | f 3 | / f > 1 . 1$$

但し、

$f 3$  ; 第 3 レンズ群の焦点距離。

## 【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項記載の内視鏡対物光学系を有する内視鏡。

40

## 【請求項 7】

請求項 6 記載の内視鏡は、鉗子チャンネルを有する一般内視鏡の鉗子チャンネル内に挿通可能である内視鏡。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、高倍率での拡大観察を可能にする内視鏡対物光学系に関し、特に鉗子チャンネルを有する一般内視鏡の鉗子チャンネル内に挿通可能な小径内視鏡に好適な内視鏡対物光学系に関する。

50

## 【背景技術】

## 【0002】

拡大観察を可能にする内視鏡の対物光学系として従来、光学素子の一部を移動させ、かつ対象物に近接して拡大観察を行う対物光学系が知られている。

【特許文献1】特開2000-267002号公報

【特許文献2】特開2001-166203号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

しかし、このタイプの拡大内視鏡は、可動光学素子の移動構造が複雑になり小径化が困難である。さらに、レンズ枚数の少ない拡大内視鏡対物光学系では収差補正が困難なため十分な収差性能が得られない。したがって、拡大率にも限界があり、14インチモニタ上で100倍程度の拡大率までが限界であった。

## 【0004】

本発明は、一般(親)内視鏡の鉗子チャンネルなどから挿入可能な小径で、良好な収差性能によりモニタ倍率数百倍~千倍以上の拡大倍率で細部まで超拡大観察可能な内視鏡対物光学系を得ることを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本発明の内視鏡対物光学系は、物体側から順に、正単レンズからなる第1レンズ群、正レンズおよび負レンズからなる第2レンズ群、絞り、正または負の単レンズからなる第3レンズ群、負単レンズからなる第4レンズ群、及び正単レンズからなる第5レンズ群からなり、次の条件式(1)を満足することを特徴としている。

$$(1) 0.5 < fF / f < 0.8$$

但し、

$fF$  ; 第1レンズ群と第2レンズ群の合成焦点距離、

$f$  ; 全系の焦点距離、

である。

## 【0006】

本発明の内視鏡対物光学系は、次の条件式(2)及び(3)を満足することが好ましい。

$$(2) -2.0 < f4 / f < -0.62$$

$$(3) 0.3 < |r4| / f < 1.1$$

但し、

$f4$  ; 第4レンズ群の焦点距離、

$r4$  ; 第4レンズ群を構成する負単レンズの凹面のうち曲率半径が小さい方の曲率半径、または一方のみが凹面のときはその凹面の曲率半径、

である。

## 【0007】

また、次の条件式(4)を満足することが好ましい。

$$(4) 0.7 < f5 / f < 2.0$$

但し、

$f5$  ; 第5レンズ群の焦点距離、

である。

## 【0008】

本発明の内視鏡対物光学系は、次の条件式(5)及び(6)を満足することが好ましい。

$$(5) 0.3 < f2p / f < 0.7$$

$$(6) N2p > 1.76$$

但し、

10

20

30

40

50

$f_{2p}$  ; 第2レンズ群の正レンズの焦点距離、  
 $N_{2p}$  ; 第2レンズ群の正レンズのd線に対する屈折率、  
 である。

【0009】

また、次の条件式(7)を満足することが好ましい。

(7)  $|f_3|/f > 1.1$

但し、

$f_3$  ; 第3レンズ群の焦点距離、  
 である。

【0010】

本発明の内視鏡対物光学系は、鉗子チャンネルを有する一般内視鏡の鉗子チャンネル内に挿通可能な小径内視鏡として用いるのが好ましい一態様である。

10

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、一般(親)内視鏡の鉗子チャンネルなどから挿入可能な小径で、良好な収差性能によりモニタ倍率数百倍~千倍以上の拡大倍率で細部まで超拡大観察可能な内視鏡対物光学系を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

本実施形態の内視鏡対物光学系は、細径スコープに使用される、イメージエリアが 2 mm (1.6 mm × 1.2 mm 角) から 1 mm (0.8 mm × 0.6 mm 角) 程度の超小型 CCD に結像させる細径の超高倍率内視鏡用である。一般に用いられている 14 インチモニタでは、表示エリアが約 27 cm × 20 cm 角程度であるので、モニタ上で数百から千数百倍の拡大率を得るために、本対物光学系の倍率は数倍(2から5倍程度)とする。

20

【0013】

本内視鏡対物光学系は、図1、図3、図5、図7及び図9の数値実施例のレンズ構成に示すように、物体側から順に、正単レンズからなる第1レンズ群10、正レンズ21および負レンズ22からなる第2レンズ群20、絞りS、正または負の単レンズからなる第3レンズ群30、負単レンズからなる第4レンズ群40、及び正単レンズからなる第5レンズ群50からなっている。第5レンズ群50の後方に、CCD(撮像素子)の前方に位置するカバーガラス(フィルタ類)Cが位置している。Iは撮像面を示す。第2レンズ群20の正レンズ21と負レンズ22は、いずれの数値実施例でも接合されているが、非接合としてもよい。第2レンズ群20は、正単レンズからなる第1レンズ群10と絞りSの間に位置するレンズ群として定義できる。

30

【0014】

高倍率の対物光学系にするためには入射側のNAを出射側に対して大きくする必要がある。最も物体側に負レンズを配置すると、前群(絞りより物体側のレンズ群)の外径が大きくなり、内視鏡の細径化に適さないので、本実施形態では、最も物体側に正レンズを配置している。正の第1レンズ群の次には、第2レンズ群として、主に球面収差、倍率色収差を補正するための正負のレンズ(第2レンズと第3レンズ)を1枚ずつ配置するとよい。正負レンズの順及び接合の有無は問わない。絞りより像側には、パワーの弱い正または負の単レンズからなる第3レンズ群と負単レンズからなる第4レンズ群を配置している。この第3レンズ群(第4レンズ)と第4レンズ群(第5レンズ)は、接合すると非点収差の補正が困難となるほか、全長を短くすることが困難となるので、接合しない。最も像側には、正単レンズからなる第5レンズ群(第6レンズ)を配置して、CCDへの入射角(テレセントリック性)を適切に保つ。

40

【0015】

本実施形態の内視鏡対物光学系は超高倍率であるので、通常の内視鏡と同様に使用するとブレと狭い深度によって観察しづらい。そこで、対物レンズ先端を観察部位に接触させ

50

て観察することが好ましい。観察部位に接触させやすくするために、第1レンズ群(第1レンズ)の第1面(物体側の面)を平面にする、あるいは、第1レンズ群より物体側にフロントカバーガラスを設けるとよい。その際、最も物体側の面から0.1mm以下の位置にピントが合うように設定することが望ましい。観察物体表面から深い位置にピントが合うようにすると、照明光が届かなかつたり、観察物体の屈折率(分布)により収差性能が劣化する可能性がある。

**【0016】**

条件式(1)は、前群(絞りより物体側に位置する第1レンズ群と第2レンズ群)の合成パワーに関する条件である。CCDなどの撮像素子に結像させる電子内視鏡では、暗すぎるとノイズが目立って観察しづらくなるなどの不具合があるので、ある程度の出射側NAを確保しなくてはならない。そのため、入射側NAは自ずとかなり大きくなる。その際に、条件式(1)を満足することが望ましい。条件式(1)の上限を超えて、前群の焦点距離が長くなると、非点収差が増大して結像性能が劣化するとともに、全長が長く大径化するので小型化に不利となる。下限を下回ると、コマ収差、球面収差が増大して結像性能が劣化する。

10

**【0017】**

条件式(2)と(3)は、第4レンズ群に関する条件である。後群(絞りより後方に位置するレンズ群)では絞りを通過した光束を撮像領域に広げなければならず、条件式(2)の下限を超えて第4レンズ群の負のパワーが弱くなる、あるいは条件式(3)の上限を超えて曲率半径が大きくなると、像面湾曲が増大してしまう。また、撮像面周辺まで光線を広げるために全長が長くなるので小型内視鏡に向かない。また、負のパワーが弱いまま全長を短くするとCCDへの入射角が大きくなりCCDシェーディングにより周辺光量が低下する。全長を短くするには、負のパワーがある程度強い必要があり、負のパワーをある程度確保することで同時にベッツパル和を小さくすることができるので像面湾曲を抑えられる。しかし、条件式(2)の上限を超えて第4レンズ群のパワーが強くなり、あるいは条件式(3)の下限を超えて曲率半径が小さくなるとコマ収差が発生し、結像性能が大きく劣化する。

20

**【0018】**

条件式(4)は、最終レンズ群(第5レンズ群)のパワーに関する条件である。第5レンズ群のパワーは特にテレセントリック性に影響を与える。条件式(4)の上限を超えて最終レンズ群のパワーが弱くなる(焦点距離が長くなる)と、非点収差が増大して結像性能が劣化するとともに、CCDへの入射角がきつくなりシェーディングが起こりやすく、または全長が長くなる。下限を超えてパワーが強くなると、中心付近と周辺像高での射出瞳位置にズレが生じ、CCDのレンズアレイとのマッチングが悪くなる。また、コマ収差、像面湾曲などが増大する。

30

**【0019】**

条件式(5)と(6)は、第2レンズ群中の正レンズのパワーに関する条件である。条件式(5)と(6)の下限を超えると、球面収差が増大する。条件式(5)の上限を超えて第2レンズ群中の正レンズの焦点距離が長くなると第1レンズ群のパワーが強くなり、コマ収差、球面収差が増大して結像性能が劣化する。

40

**【0020】**

条件式(7)は、第3レンズ群のパワーに関する条件である。絞りの直後の第3レンズ群は、正負によらず強い屈折力を持たない配置が望ましい。条件式(7)の下限を超えて、第3レンズ群のパワーが大きく(焦点距離が短く)なると、諸収差、特に非点収差が大きくなるとともに、加工組立誤差による性能劣化が大きくなってしまふ。さらに、第3レンズ群を構成する負単レンズは物体側に凸面を向けたメニスカス形状とすると収差補正上好ましい。

**【0021】**

本実施形態の内視鏡対物光学系は、絞りを境に分けた前後群をコリメート光学系にせず、全系一体で収差補正を行うことで、前後群各3枚構成の非常にコンパクトな光学系で良

50

い収差性能が得られる。これに対し、ピント調整のために、前後群をそれぞれコリメート光学系で構成することが考えられるが、その際には前後群各々単独で収差補正を行わなければならない。前群は特に高NAであるため収差補正は非常に困難であり、全体として拡大系であるため前群の収差は拡大されてしまうので、結果として非常に多くのレンズ枚数が必要となり、全長が長くなるため内視鏡対物としては不向きである。本内視鏡対物光学系によれば、レンズ半径は、ほぼ最大像高以下にすることができ、細径が求められる内視鏡対物光学系に向いている。

#### 【0022】

また、本内視鏡対物光学系は、物像間で反転させて用いることも可能である。反転させると縮小系になり千倍超の高倍率にはならないが通常の拡大内視鏡程度の拡大率で高NAの非常に解像力の高い光学系が得られる。

10

#### 【0023】

次に具体的な数値実施例を示す。諸収差図中、球面収差で表される色収差（軸上色収差）図及び倍率色収差図中のd線、g線、C線はそれぞれの波長に対する収差、Yは像高、Sはサジタル、Mはメリディオナルである。また、表中のFEは実効Fナンバー、fは全系の焦点距離、Mは全系の横倍率、fBはバックフォーカス（カバーガラスCの最も像側の面から撮像素子の撮像面までの距離）、rは曲率半径、dはレンズ厚またはレンズ間隔、 $N_d$ はd線の屈折率、 $\nu_d$ はアッペ数を示す。

#### 【0024】

（数値実施例1）

20

図1、図2は本発明による内視鏡対物光学系の数値実施例1を示し、図1はレンズ構成図、図2はその諸収差図、表1はその数値データである。この内視鏡対物光学系の基本的なレンズ構成については先述したが、第3レンズ群30を構成する単レンズのパワーは正であり、第4レンズ群40を構成する負単レンズは物体側に凸のメニスカス形状である。絞りSは、第5面の後方0.063にある。

（表1）

$$FE = 1:10.1$$

$$f = 1.51$$

$$M = -1.993$$

$$fB = 0.05$$

30

面NO.	r	d	$N_d$	$\nu_d$
1		1.395	1.88300	40.8
2	-0.890	0.187	-	-
3	-1.099	0.516	1.77250	49.6
4	-0.382	0.313	1.80518	25.4
5	-0.985	0.163	-	-
6	0.695	0.317	1.88300	40.8
7	0.924	0.073	-	-
8	1.825	0.345	1.77250	49.6
9	0.505	0.602	-	-
10	5.039	0.324	1.77250	49.6
11	-1.426	0.374	-	-
12		0.627	1.48749	70.2
13		0.376	1.51633	64.1
14		-	-	-

40

#### 【0025】

（数値実施例2）

図3、図4は本発明による内視鏡対物光学系の数値実施例2を示し、図3はレンズ構成図、図4はその諸収差図、表2はその数値データである。基本的なレンズ構成は数値実施例1と同様であるが、第3レンズ群30を構成する単レンズのパワーは負であり、第4レ

50

レンズ群 4 0 を構成する負単レンズは両凹形状である。絞り S は、第 5 面の後方 0.173 にある。

(表 2)

FE = 1:10.7  
f = 1.01  
M = -5.026  
fB = 0.00

面 NO.	r	d	N <sub>d</sub>	d
1		0.945	1.88300	40.8
2	-0.633	0.052	-	-
3	3.080	0.269	1.77250	49.6
4	-0.366	0.351	1.84666	23.8
5	-1.075	0.253	-	-
6	0.584	0.530	1.77250	49.6
7	0.270	0.275	-	-
8	-1.827	0.244	1.77250	49.6
9	0.829	0.196	-	-
10	3.524	0.326	1.77250	49.6
11	-0.764	0.382	-	-
12		0.448	1.48749	70.2
13		0.269	1.51633	64.1
14		-	-	-

10

20

【 0 0 2 6 】

(数値実施例 3)

図 5、図 6 は本発明による内視鏡対物光学系の数値実施例 3 を示し、図 5 はレンズ構成図、図 6 はその諸収差図、表 3 はその数値データである。基本的なレンズ構成は数値実施例 2 と同様であるが、第 1 レンズ群 1 0 の前方にフロントカバーガラス F (面 NO. 1 と 2) が位置しており、第 3 レンズ群 3 0 を構成する単レンズのパワーは負であり、第 4 レンズ群 4 0 を構成する負単レンズは物体側に凹のメニスカス形状である。絞り S は、第 7 面の後方 0.045 にある。

30

(表 3)

FE = 1:8.0  
f = 0.78  
M = -3.613  
fB = 0.05

面 NO.	r	d	N <sub>d</sub>	d
1		0.448	1.51633	64.1
2		0.090	-	-
3	-4.456	0.522	1.88300	40.8
4	-0.769	0.108	-	-
5	1.000	0.269	1.77250	49.6
6	-0.473	0.269	1.84666	23.8
7	-2.638	0.367	-	-
8	0.535	0.269	1.84666	23.8
9	0.287	0.174	-	-
10	-0.532	0.269	1.77250	49.6
11	-1.264	0.274	-	-
12	1.320	0.269	1.88300	40.8
13	-9.839	0.307	-	-
14		0.448	1.48749	70.2

40

50

15                    0.269        1.51633        64.1  
 16                    -                -                -

【 0 0 2 7 】

( 数値実施例 4 )

図 7、図 8 は本発明による内視鏡対物光学系の数値実施例 4 を示し、図 7 はレンズ構成図、図 8 はその諸収差図、表 4 はその数値データである。基本的なレンズ構成は数値実施例 2 と同様であり、第 3 レンズ群 3 0 を構成する単レンズのパワーは負であり、第 4 レンズ群 4 0 を構成する負単レンズは物体側に凹のメニスカス形状である。絞り S は、第 5 面の後方 0.089 にある。

( 表 4 )

FE = 1:10.3  
 f = 1.68  
 M = -4.007  
 fB = 0.00

面 NO.	r	d	N <sub>d</sub>	d
1		2.023	1.88300	40.8
2	-1.374	0.089	-	-
3	2.301	0.624	1.77250	49.6
4	-0.833	0.445	1.84666	23.8
5	-3.869	0.231	-	-
6	0.734	0.534	1.81600	46.6
7	0.439	0.863	-	-
8	-0.915	0.445	1.76200	40.1
9	-2.458	0.089	-	-
10	22.331	0.573	1.88300	40.8
11	-1.897	0.894	-	-
12		0.740	1.48749	70.2
13		0.534	1.51633	64.1
14		-	-	-

10

20

【 0 0 2 8 】

( 数値実施例 5 )

図 9、図 10 は本発明による内視鏡対物光学系の数値実施例 5 を示し、図 9 はレンズ構成図、図 10 はその諸収差図、表 5 はその数値データである。基本的なレンズ構成は数値実施例 2 と同様であり、第 3 レンズ群 3 0 を構成する単レンズのパワーは負であり、第 4 レンズ群 4 0 を構成する負単レンズは両凹形状である。絞り S は、第 5 面の後方 0.078 にある。

( 表 5 )

FE = 1:5.7  
 f = 1.65  
 M = -3.011  
 fB = 0.09

面 NO.	r	d	N <sub>d</sub>	d
1		1.800	1.88300	40.8
2	-1.149	0.050	-	-
3	31.845	0.470	1.77250	49.6
4	-0.629	0.515	1.84666	23.8
5	-1.713	0.204	-	-
6	0.882	0.766	1.77250	49.6
7	0.479	0.252	-	-
8	-6.868	0.392	1.77250	49.6

40

50

9	1.500	0.256	-	-
10	5.459	0.573	1.77250	49.6
11	-1.234	0.452	-	-
12		0.784	1.48749	70.2
13		0.470	1.51633	64.1
14		-	-	-

## 【0029】

各実施例の各条件式に対する値を表6に示す。

(表6)

条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
(1) $0.5 < f_F/f < 0.8$	0.757	0.551	0.719	0.603	0.620
(2) $-2.0 < f_4/f < -0.62$	-0.676	-0.705	-1.810	-1.304	-0.947
(3) $0.3 <  r_4 /f < 1.1$	0.334	0.824	0.680	0.546	0.910
(4) $0.7 < f_5/f < 2.0$	0.974	0.836	1.704	1.195	0.821
(5) $0.3 < f_{2p}/f < 0.7$	0.382	0.436	0.577	0.517	0.487
(6) $N_{2p} > 1.76$	1.7725	1.7725	1.7725	1.7725	1.7725
(7) $ f_3 /f > 1.1$	1.275	2.444	1.860	4.281	4.795

10

## 【0030】

表6から明らかなように、数値実施例1ないし5は条件式(1)~(7)を満足しており、また諸収差図から明らかなように諸収差も比較的良好に補正されている。

【図面の簡単な説明】

## 【0031】

【図1】本発明による内視鏡対物光学系の数値実施例1のレンズ構成図である。

【図2】図1の構成における諸収差図である。

【図3】本発明による内視鏡対物光学系の数値実施例2のレンズ構成図である。

【図4】図3の構成における諸収差図である。

【図5】本発明による内視鏡対物光学系の数値実施例3のレンズ構成図である。

【図6】図5の構成における諸収差図である。

30

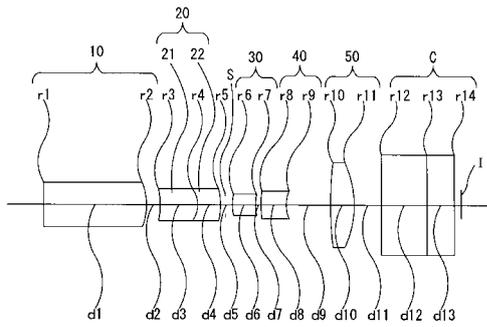
【図7】本発明による内視鏡対物光学系の数値実施例4のレンズ構成図である。

【図8】図7の構成における諸収差図である。

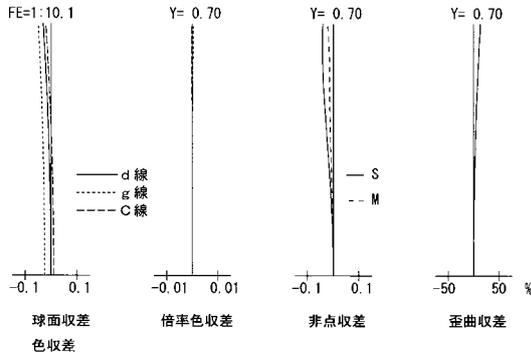
【図9】本発明による内視鏡対物光学系の数値実施例5のレンズ構成図である。

【図10】図9の構成における諸収差図である。

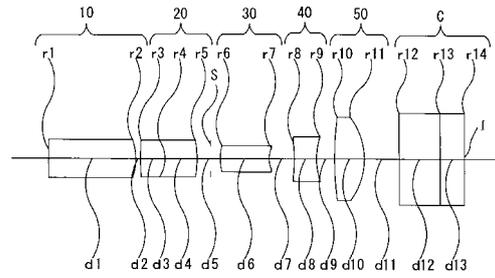
【 図 1 】



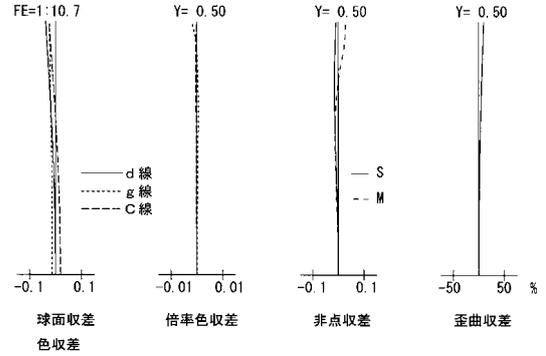
【 図 2 】



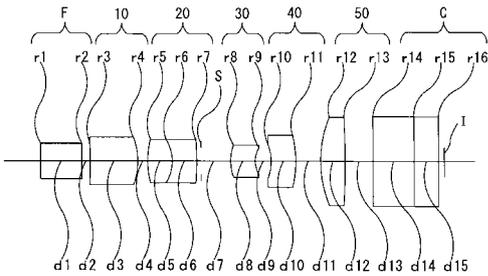
【 図 3 】



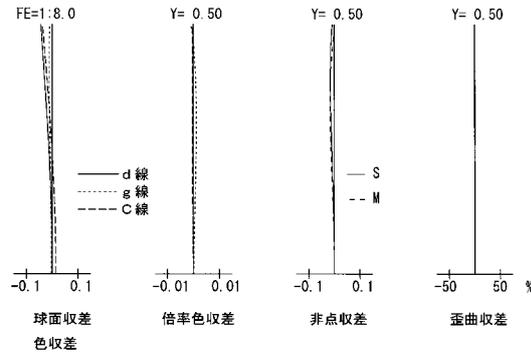
【 図 4 】



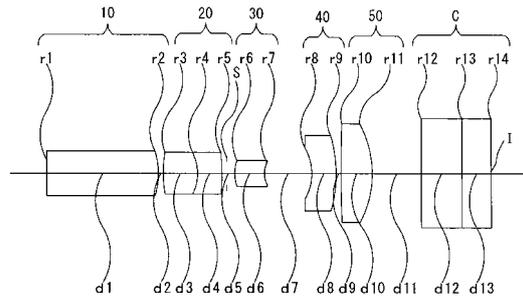
【 図 5 】



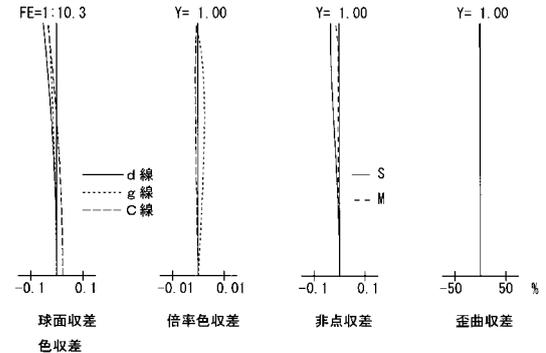
【 図 6 】



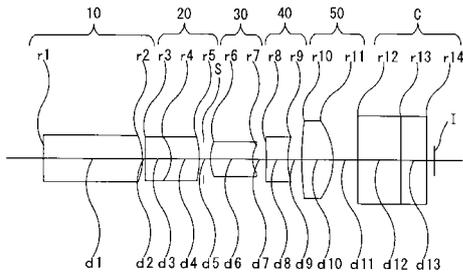
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】

