

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4634578号

(P4634578)

(45) 発行日 平成23年2月16日(2011.2.16)

(24) 登録日 平成22年11月26日(2010.11.26)

(51) Int.Cl.

F 1

G O 2 B 15/16 (2006.01)

G O 2 B 15/16

G O 2 B 23/26 (2006.01)

G O 2 B 23/26

C

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-195942 (P2000-195942)  
 (22) 出願日 平成12年6月29日(2000.6.29)  
 (65) 公開番号 特開2002-14282 (P2002-14282A)  
 (43) 公開日 平成14年1月18日(2002.1.18)  
 審査請求日 平成19年6月7日(2007.6.7)

(73) 特許権者 000113263  
 H O Y A 株式会社  
 東京都新宿区中落合2丁目7番5号  
 (74) 代理人 100083286  
 弁理士 三浦 邦夫  
 (72) 発明者 金井 守康  
 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭  
 光学工業株式会社内

審査官 森内 正明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡対物変倍光学系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内視鏡に使用する対物変倍光学系であって、物体側から順に、負のパワーの第1レンズ群と、正のパワーの第2レンズ群とからなり、

変倍に際し、第1レンズ群は不動で、第2レンズ群は可動であり、

第1レンズ群は、少なくとも2枚の負レンズを含み、

第2レンズ群は、ともに正の第2a群と第2b群からなり、低倍率端から高倍率端への変倍に際し、この第2a群は物体側に移動し、第2b群は第2a群の移動に伴う像面位置の移動を補正するように移動して、物像間距離を一定に保持しながら変倍し、

次の条件式(1)及び(3)を満足することを特徴とする内視鏡対物変倍光学系。

$$(1) \quad \left( \frac{1}{f_{1a}} + \frac{2}{f_{1b}} \right) \cdot f_1 > 5.0$$

$$(3) \quad 0.1 < |f_{2a} / f_{2b}| < 0.33$$

但し、

1：第1レンズ群の最も物体側の負レンズのアップ数、

2：第1レンズ群の最も像側の負レンズのアップ数、

f<sub>1a</sub>：第1レンズ群の最も物体側の負レンズの焦点距離、

f<sub>1b</sub>：第1レンズ群の最も像側の負レンズの焦点距離、

f<sub>1</sub>：第1レンズ群の焦点距離、

f<sub>2a</sub>：第2a群の焦点距離、

f<sub>2b</sub>：第2b群の焦点距離。

10

20

## 【請求項 2】

内視鏡に使用する対物変倍光学系であって、物体側から順に、負のパワーの第 1 レンズ群と、正のパワーの第 2 レンズ群とからなり、

変倍に際し、第 1 レンズ群は不動で、第 2 レンズ群は可動であり、

第 1 レンズ群は、少なくとも 2 枚の負レンズを含み、

第 2 レンズ群は、物体側から順に、正の第 2 a 群と負の第 2 b 群からなり、低倍率端から高倍率端への変倍に際し、この第 2 a 群は物体側に移動し、第 2 b 群は第 2 a 群の移動に伴う像面位置の移動を補正するように移動して、物像間距離を一定に保持しながら変倍し、

次の条件式 ( 1 ) 及び ( 3 ) を満足することを特徴とする内視鏡対物変倍光学系。

$$( 1 ) \quad ( 1 / f_{1a} + 2 / f_{1b} ) \cdot f_1 > 5.0$$

$$( 3 ) \quad 0.1 < | f_{2a} / f_{2b} | < 0.33$$

但し、

1 : 第 1 レンズ群の最も物体側の負レンズのアップ数、

2 : 第 1 レンズ群の最も像側の負レンズのアップ数、

$f_{1a}$  : 第 1 レンズ群の最も物体側の負レンズの焦点距離、

$f_{1b}$  : 第 1 レンズ群の最も像側の負レンズの焦点距離、

$f_1$  : 第 1 レンズ群の焦点距離、

$f_{2a}$  : 第 2 a 群の焦点距離、

$f_{2b}$  : 第 2 b 群の焦点距離。

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載の内視鏡対物変倍光学系において、第 1 レンズ群の物体側の負レンズは最も物体側に位置し、該負レンズの物体側の面は平面からなり、次の条件式 ( 2 ) を満足する内視鏡対物変倍光学系。

$$( 2 ) \quad 0.05 < | f_{1a} / f_{1b} | < 1.2$$

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【技術分野】

本発明は、内視鏡に使用する対物変倍光学系に関する。

## 【0002】

## 【従来技術及びその問題点】

近年、内視鏡において拡大観察のニーズが増加傾向にあり、そのニーズに応えるための対物変倍光学系を有する内視鏡が登場してきている。従来のこのような内視鏡の対物変倍光学系としては、例えば、特開平 1 - 279219 号公報、特開平 4 - 218012 号公報、特開平 3 - 145614 号公報に記載のものがあがるが、これらの内視鏡の対物変倍光学系は、いずれも低倍率端の入射角  $2\theta$  が  $100^\circ$  程度と広角化が不十分である。また、特開平 6 - 317744 号公報に記載の対物変倍光学系はレンズ枚数が多く構成が複雑である。

## 【0003】

## 【発明の目的】

本発明は、簡単な構成で低倍率端の入射角  $2\theta$  が  $130^\circ$  以上の内視鏡に使用する対物変倍光学系を得ることを目的とする。

## 【0004】

## 【発明の概要】

本発明は、内視鏡に使用する対物変倍光学系であって、物体側から順に、負のパワーの第 1 レンズ群と、正のパワーの第 2 レンズ群とからなり、変倍に際し、第 1 レンズ群は不動で、第 2 レンズ群は可動であり、第 1 レンズ群は、少なくとも 2 枚の負レンズを含み、第 2 レンズ群は、ともに正の第 2 a 群と第 2 b 群からなり、低倍率端から高倍率端への変倍に際し、この第 2 a 群は物体側に移動し、第 2 b 群は第 2 a 群の移動に伴う像面位置の移動を補正するように移動して、物像間距離を一定に保持しながら変倍し、次の条件式 (

10

20

30

40

50

1) 及び (3) を満足することを特徴としている。

$$(1) \quad (1/f_{1a} + 2/f_{1b}) \cdot f_1 > 5.0$$

$$(3) \quad 0.1 < |f_{2a}/f_{2b}| < 0.33$$

但し、

1 : 第1レンズ群の最も物体側の負レンズのアップ数、

2 : 第1レンズ群の最も像側の負レンズのアップ数、

$f_{1a}$  : 第1レンズ群の最も物体側の負レンズの焦点距離、

$f_{1b}$  : 第1レンズ群の最も像側の負レンズの焦点距離、

$f_1$  : 第1レンズ群の焦点距離、

$f_{2a}$  : 第2a群の焦点距離、

$f_{2b}$  : 第2b群の焦点距離、

である。

【0005】

本発明は、別の態様によると、内視鏡に使用する対物変倍光学系であって、物体側から順に、負のパワーの第1レンズ群と、正のパワーの第2レンズ群とからなり、変倍に際し、第1レンズ群は不動で、第2レンズ群は可動であり、第1レンズ群は、少なくとも2枚の負レンズを含み、第2レンズ群は、物体側から順に、正の第2a群と負の第2b群からなり、低倍率端から高倍率端への変倍に際し、この第2a群は物体側に移動し、第2b群は第2a群の移動に伴う像面位置の移動を補正するように移動して、物像間距離を一定に保持しながら変倍し、次の条件式(1)及び(3)を満足することを特徴としている。

$$(1) \quad (1/f_{1a} + 2/f_{1b}) \cdot f_1 > 5.0$$

$$(3) \quad 0.1 < |f_{2a}/f_{2b}| < 0.33$$

但し、

1 : 第1レンズ群の最も物体側の負レンズのアップ数、

2 : 第1レンズ群の最も像側の負レンズのアップ数、

$f_{1a}$  : 第1レンズ群の最も物体側の負レンズの焦点距離、

$f_{1b}$  : 第1レンズ群の最も像側の負レンズの焦点距離、

$f_1$  : 第1レンズ群の焦点距離、

$f_{2a}$  : 第2a群の焦点距離、

$f_{2b}$  : 第2b群の焦点距離。

【0006】

第1レンズ群の物体側の負レンズは最も物体側に位置し、該負レンズの物体側の面は平面からなり、次の条件式(2)を満足することが好ましい。

$$(2) \quad 0.05 < |f_{1a}/f_{1b}| < 1.2$$

【0008】

【発明の実施形態】

本発明の内視鏡対物変倍光学系は、図9及び図10の簡易移動図に示すように、物体側から順に、負のパワーの第1レンズ群10と、正のパワーの第2レンズ群20とからなり、物像間距離が変化しない(物像間距離を一定に保持する)。負のパワーの第1レンズ群10は、図9及び図10のいずれの態様でも、変倍に際し不動である。一方、正のパワーの第2レンズ群は、図9の態様では、ともに正の第2a群20aと第2b群20bからなり、図10の態様では、正の第2a群と負の第2b群とからなっている。図9の態様、図10の態様ともに、低倍率端から高倍率端への変倍に際し、第2a群20aと第2b群20bはともに物体側に移動するが、第2b群20bは、図9の態様では一旦第1レンズ群10との距離を縮めた後広げ、図10の態様では一旦第1レンズ群10との距離を広げた後縮める。明るさ絞りSは、いずれの態様でも、第1レンズ群10と第2レンズ群20の間に配置され第2レンズ群20と一緒に移動する。

【0011】

本発明の内視鏡対物変倍光学系は、第1レンズ群10を負のパワー、第2レンズ群20を正のパワーとすることで、いわゆるレトロフォーカスタイプを構成し、低倍率端における

10

20

30

40

50

第1レンズ群10への周辺光束の入射高さを小さく保ち、レンズ径の増大を押さえ、バックフォーカスを十分に確保している。ここで、広い入射角で高い変倍比を得ようとする、低倍率端と高倍率端とで負の第1レンズ群を通る周辺光束の入射高さに大きな差が生じてしまう。一方、この負の第1レンズ群10を単レンズで構成しようとする、広い入射角でも諸収差、特にコマ収差、非点隔差を良好に保つため、屈折率が1.8を超える高屈折率ガラスを使用せざるを得ない。しかしながら、このような高屈折率ガラスでは分散が小さいものはなく、特に低倍率端の倍率色収差が大きくなってしまう。そこで、この負の第1レンズ群10を2枚に分割して分散の小さい低屈折率ガラスを使用することで倍率色収差を低減するとともに、コマ収差、非点隔差を良好に保つことを可能にしている。また、低屈折率のガラスを負のパワーの第1レンズ群10に使用することで、ペッツバル和を改善し像面を平坦化することができる。

10

#### 【0012】

条件式(1)は、第1レンズ群に含まれる2枚の負レンズのアップ数に関する条件である。

条件式(1)の下限を越えて分散の大きなガラスを使用すると、低倍率時の倍率色収差が補正不足となる。

#### 【0013】

内視鏡では、使用後の洗浄が極めて重要である。この洗浄のしやすさを考慮すると、外部に露出する第1レンズ群の最も物体側のレンズ面は平面であることが好ましい。

条件式(2)は、第1レンズ群の最も物体側のレンズ面を平面とした場合のコマ収差、非点隔差を良好に保つ条件である。

20

条件式(2)の下限を越えると、第1レンズ群の物体側のレンズの像側の面のパワーが強くなりすぎ、コマ収差、非点隔差が増大する。条件式(2)の上限を越えて第1レンズ群の像側のレンズのパワーが大きくなると、コマ収差は小さくなるが、物体側のレンズの入射高さが大きくなり、レンズ径の大型化を招く。

#### 【0014】

本実施形態では、上述のように、変倍に際し、物像間距離を一定に保つため、第2レンズ群を第2a群と第2b群に分割し、それぞれ独立に移動させる。条件式(3)は、このように物像間距離を一定に保つとき、第2a群と第2b群のパワーを適切に保つ条件である。条件式(3)の下限を越えて第2a群のパワーが大きくなると、第2b群の移動量が大きくなり大型化を招く。条件式(3)の上限を越えて第2b群のパワーが大きくなると、第2a群の移動量が大きくなり大型化を招く。

30

#### 【0015】

次に具体的な実施例を示す。諸収差図中、球面収差で表される色収差図及び倍率色収差図中のd線、g線、C線、F線、e線はそれぞれの波長に対する収差であり、Sはサジタル、Mはメリディオナル、Yは像高である。また、表中の $F_{NO}$ は実効Fナンバー、fは全系の焦点距離、Mは横倍率、 $2\theta$ は全画角(°)、rは曲率半径、dはレンズ厚またはレンズ間隔、Ndはd線の屈折率、 $\Sigma$ はアップ数を示す。

#### 【0018】

##### [実施例1]

40

図1ないし図4は、本発明の内視鏡対物変倍光学系の実施例1を示す。この実施例1は、図9のタイプ、すなわち、変倍に際し、結像位置を一定に保つようにとも正の第2a群20aと第2b群20bがそれぞれ独立して移動するタイプ(物像間距離一定タイプ)についての実施例である。図1、図3はそれぞれ、最低倍率、最高倍率におけるレンズ構成図であり、第1レンズ群10は、2枚の負レンズで構成され、第2レンズ群20は、物体側から順に、正レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズからなる正のパワーの第2a群20aと、正単レンズからなる第2b群20bとで構成されている。第1レンズ群10の物体側の負レンズは最も物体側に位置し、該負レンズの物体側の面は平面である。第2レンズ群20の像側の平行平板は、撮像素子の撮像面の前に置かれたフィルター類Gである。図2、図4はそれぞれ、図1、図3のレンズ構成の諸収差図、表1はその数値デー

50

タである。明るさ絞り S は面No.5の物体側0.1mmの位置にある。

【 0 0 1 9 】

[ 表 1 ]

	最低倍率		最高倍率	
FNO=1:	4.6	-	7.0	
f=	1.40	-	3.45	
M=	-0.12	-	-0.35 ( 変倍比 ; 2.9 )	
入射角 2 =	137.6	-	42.6 ( ° )	
物体距離 = 10 ( mm )				
面No.	r	d	N d	
1		0.300	1.51633	64.1
2	1.884	1.122	-	-
3	547.264	0.300	1.51633	64.1
4	7.078	3.550-0.366	-	-
5	2.844	0.547	1.88300	40.8
6	-24.257	0.572	-	-
7	5.154	0.474	1.84666	23.8
8	1.390	1.524	1.49700	81.6
9	-5.677	0.200-0.223	-	-
10	7.061	0.525	1.77250	49.6
11		1.004-4.165	-	-
12		1.300	1.51633	64.1
13		-	-	-

【 0 0 2 0 】

[ 実施例 2 ]

図 5 ないし図 8 は、本発明の内視鏡対物変倍光学系の実施例 2 を示す。この実施例 2 は、図 1 0 のタイプ、すなわち、変倍に際し、結像位置を一定に保つように正の第 2 a 群 2 0 a と負の第 2 b 群 2 0 b がそれぞれ独立して移動するタイプ（物像間距離一定タイプ）についての実施例である。図 5、図 7 はそれぞれ、最低倍率、最高倍率におけるレンズ構成図であり、基本的なレンズ構成は、第 2 b 群 2 0 b が負単レンズからなる点を除いて実施例 1 と同様である。図 6、図 8 はそれぞれ、図 5、図 7 のレンズ構成の諸収差図、表 2 はその数値データである。明るさ絞り S は面No.5の物体側0.105mmの位置にある。

【 0 0 2 1 】

[ 表 2 ]

	最低倍率		最高倍率	
FNO=1:	4.7	-	7.0	
f=	1.41	-	3.15	
M=	-0.13	-	-0.35 ( 変倍比 ; 2.9 )	
入射角 2 =	138.5	-	42.5 ( ° )	
物体距離 = 10 ( mm )				
面No.	r	d	N d	
1		0.300	1.58913	61.2
2	1.587	1.070	-	-
3	-17.754	0.300	1.51633	64.1
4	18.360	3.280-0.429	-	-
5	3.383	0.711	1.88300	40.8
6	-5.693	0.464	-	-
7	5.399	0.400	1.84666	23.8
8	1.270	2.124	1.51633	64.1
9	-2.890	0.586-3.199	-	-

10	-6.300	0.378	1.78472	25.7
11		0.418-0.656	-	-
12		1.300	1.51633	64.1
13		-	-	-

## 【0022】

各実施例の各条件式に対する値を表3に示す。

## [表3]

	実施例 1	実施例 2
条件式(1)	59.6	58.2
条件式(2)	0.26	0.15
条件式(3)	0.28	0.33

10

実施例1及び2は各条件式を満足しており、諸収差も比較的良好に補正されている。

## 【0023】

## 【発明の効果】

本発明によれば、簡単な構成で低倍率端の入射角が広い内視鏡対物変倍光学系が得られる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による内視鏡対物変倍光学系の実施例1の最低倍率におけるレンズ構成図である。

【図2】図1のレンズ構成の諸収差図である。

20

【図3】本発明による内視鏡対物変倍光学系の実施例1の最高倍率におけるレンズ構成図である。

【図4】図3のレンズ構成の諸収差図である。

【図5】本発明による内視鏡対物変倍光学系の実施例2の最低倍率におけるレンズ構成図である。

【図6】図5のレンズ構成の諸収差図である。

【図7】本発明による内視鏡対物変倍光学系の実施例2の最高倍率におけるレンズ構成図である。

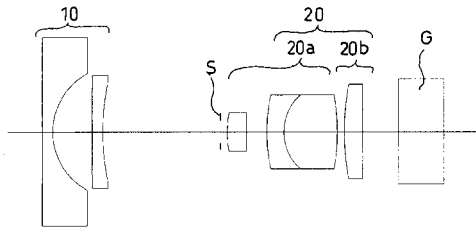
【図8】図7のレンズ構成の諸収差図である。

【図9】本発明の実施例1の内視鏡対物変倍光学系の簡易移動図である。

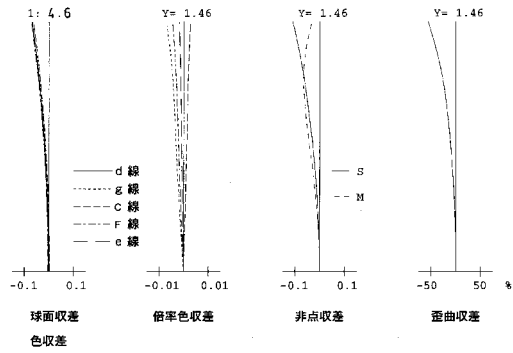
30

【図10】本発明の実施例2の内視鏡対物変倍光学系の簡易移動図である。

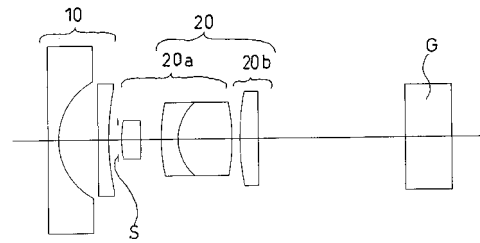
【図 1】



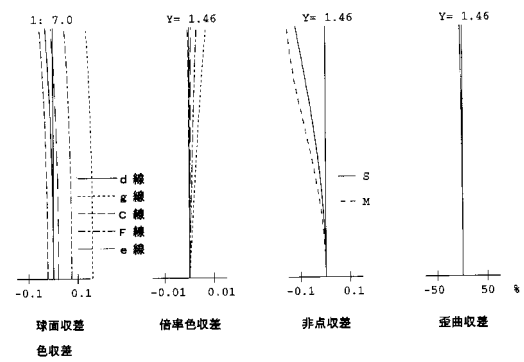
【図 2】



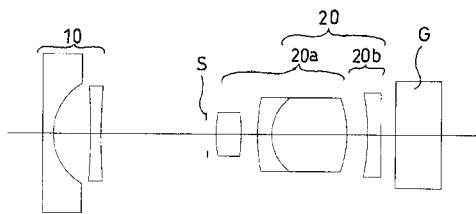
【図 3】



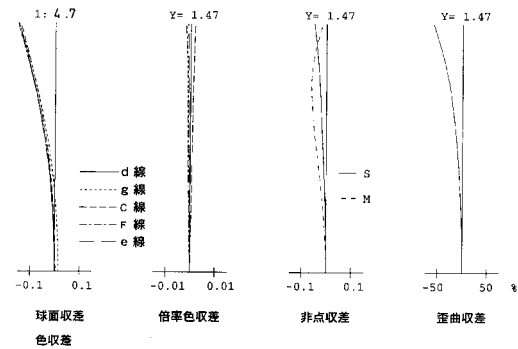
【図 4】



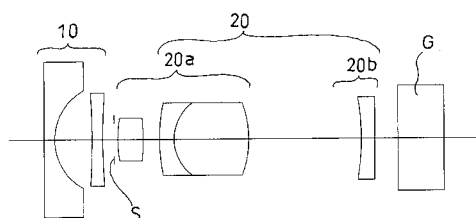
【図 5】



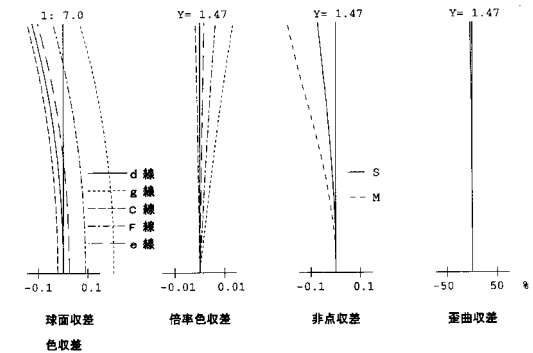
【図 6】



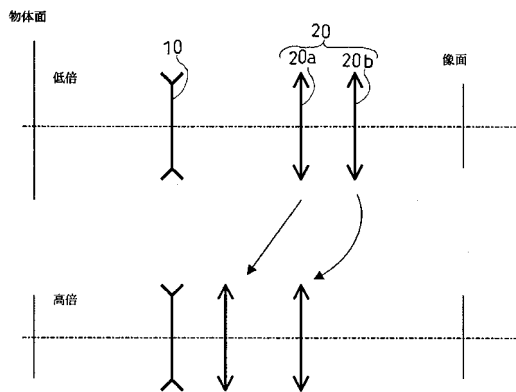
【図 7】



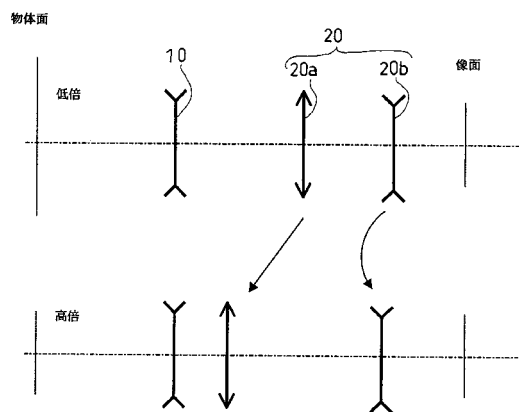
【図 8】



【図 9】



【図 10】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 3 - 1 4 5 6 1 4 ( J P , A )  
特開平 2 - 1 3 6 8 1 1 ( J P , A )  
特開平 1 - 1 1 6 6 1 5 ( J P , A )  
特開平 4 - 3 2 8 7 0 7 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 1 3 7 1 6 4 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G02B 9/00 - 17/08  
G02B 21/02 - 21/04  
G02B 25/00 - 25/04