

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4373819号
(P4373819)

(45) 発行日 平成21年11月25日 (2009.11.25)

(24) 登録日 平成21年9月11日 (2009.9.11)

(51) Int.Cl.

F 1

G O 2 B 23/26 (2006.01)

G O 2 B 23/26 C

A 6 1 B 1/00 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y

G O 2 B 15/16 (2006.01)

G O 2 B 15/16

請求項の数 8 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2004-67664 (P2004-67664)
 (22) 出願日 平成16年3月10日 (2004.3.10)
 (65) 公開番号 特開2005-257912 (P2005-257912A)
 (43) 公開日 平成17年9月22日 (2005.9.22)
 審査請求日 平成18年9月28日 (2006.9.28)

(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
 (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

審査官 原田 英信

(56) 参考文献 特開2002-048975 (JP, A
)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像光学系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群、正のパワーを有する第2レンズ群、及び正のパワーを有する第3レンズ群からなり、第1レンズ群から像面迄の距離を変化させることなく、物体距離を変化させながら第2レンズ群と第3レンズ群を移動させることにより、全系の焦点距離を変化させつつ合焦状態を保持する撮像光学系において、上記第1レンズ群の最も物体側に、接合レンズが配置され、かつ次の条件式(1)を満足することを特徴とする撮像光学系。

$$(1) -1.1 < R a / f 1 < -0.5$$

但し、

R a ; 第1レンズ群の接合レンズの接合面の曲率半径、

f 1 ; 第1レンズ群の焦点距離。

【請求項 2】

請求項1記載の撮像光学系において、次の条件式(2)を満足する撮像光学系。

$$(2) 0.9 < R a / f w < 2.0$$

但し、

f w ; 全系の短焦点距離端での焦点距離。

【請求項 3】

請求項1または2記載の撮像光学系において、次の条件式(3)を満足する撮像光学系。

$$(3) 0.6 < R a / f t < 2.0$$

但し、

f_t ; 全系の最大倍率位置での焦点距離。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項記載の撮像光学系において、次の条件式 (4) 及び (5) を満足する撮像光学系。

$$(4) \quad 1.2 < 3.0$$

$$(5) \quad n_{11} > 1.8$$

但し、

1.2 : 第 1 レンズ群接合レンズの像側レンズのアップ数、

n_{11} : 第 1 レンズ群接合レンズの物体側レンズの屈折率。

10

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項記載の撮像光学系において、第 1 レンズ群は全体として負のパワーを有する接合レンズのみからなる撮像光学系。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項記載の撮像光学系において、次の条件式 (6) 及び (7) を満足する撮像光学系。

$$(6) \quad -3.0 < f_1 / f_w < -1.5$$

$$(7) \quad 2 < f_3 / f_w < 3$$

但し、

f_1 ; 第 1 レンズ群の焦点距離、

f_3 ; 第 3 レンズ群の焦点距離。

20

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項記載の撮像光学系において、第 3 レンズ群は正負レンズの接合レンズからなり、次の条件式 (8) 及び (9) を満足する撮像光学系。

$$(8) \quad 1.2 < |R_b| / f_w < 2.5$$

$$(9) \quad 0.8 < |R_b| / f_t < 2.3$$

但し、

R_b ; 第 3 レンズ群の接合レンズ接合面の曲率半径、

f_w ; 全系の短焦点距離端での焦点距離、

f_t ; 全系の最大倍率位置での焦点距離。

30

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項記載の撮像光学系を有する内視鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、物体側の第 1 レンズから像面までの距離を一定に保ちながら、一部のレンズ群を移動させて全系の焦点距離を可変にし、広視野角での通常観察と高倍率での拡大観察を可能にする拡大撮像光学系に関する。

【背景技術】

【0002】

40

通常観察と拡大観察を可能にする撮像光学系として、一部のレンズ群を移動させて焦点距離を変化させる内視鏡観察光学系が知られている。特開平 11-295596 号公報ではレンズ群と撮像素子を移動させているが、CCD などの撮像素子は信号処理基板やケーブルが付随するため、これを移動させるには強い駆動力が必要になる。特にアクチュエーターやモーターなどで駆動する場合、移動群(体)の負荷を軽減するのは重要になる。従って CCD は変倍によらず固定された状態が望ましい。

【0003】

複数のレンズ群を移動させて変倍させる従来例として特開 2001-166203 号公報や特開 2001-91832 号公報がある。前者は全体として負正正の 3 群構成で、第 2、第 3 レンズ群を移動させて変倍しているが、拡大観察時の像面湾曲(非点収差)およ

50

び倍率色収差が大きい。後者は負正負正の4群構成で、第3群と第2群または第4群を移動させて変倍しているが、第3レンズ群のパワーが強いため、収差補正のためにレンズ枚数が多くなり、全長が長くなる。

【0004】

内視鏡で用いられるレンズ枚数の少ないレトロフォーカスタイプでは、通常観察時と拡大観察時での性能変化が大きい。特に倍率色収差と非点収差の変化が大きく、通常観察時と拡大観察時での収差バランスがとりにくい(例えば、通常観察時での倍率色収差を良好に補正すると、拡大観察時は過剰補正となり、拡大観察時に良好に補正すると、通常観察時は補正不足となる)ため、一方の収差補正を良くするともう一方の解像力が低下してしまう。近年、CCDの開発とともに多画素による高画質化が望まれている。それに伴い、CCD1ピクセル当たりのサイズが小さくなっており、通常観察時および拡大観察時ともに対物光学系に求められる光学性能も高くなっている。

【特許文献1】特開平11-295596号公報

【特許文献2】特開2001-166203号公報

【特許文献3】特開2001-91832号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、物体側から順に負正正の3群構成で、第1レンズ群から像面迄の距離を変化させることなく、物体距離を変化させながら第2レンズ群と第3レンズ群を移動させることにより、全系の焦点距離を変化させつつ合焦状態を保持し、広視野角での通常観察と高倍率での拡大観察を可能にする拡大撮像光学系において、通常観察時と拡大観察時ともに収差性能(特に倍率色収差と非点収差)が良好でコンパクトな撮像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】

【0006】

本発明は、物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群、正のパワーを有する第2レンズ群、及び正のパワーを有する第3レンズ群からなり、第1レンズ群から像面迄の距離を変化させることなく、物体距離を変化させながら第2レンズ群と第3レンズ群を移動させることにより、全系の焦点距離を変化させつつ合焦状態を保持する撮像光学系において、第1レンズ群の最も物体側に、接合レンズが配置され、かつ次の条件式(1)を満足することを特徴としている。

$$(1) -1.1 < Ra / f1 < -0.5$$

但し、

Ra ; 第1レンズ群の接合レンズの接合面の曲率半径、

$f1$; 第1レンズ群の焦点距離、

である。

【0007】

本発明の撮像光学系は、次の条件式(2)を満足することが好ましい。

$$(2) 0.9 < Ra / fw < 2.0$$

但し、

fw ; 全系の短焦点距離端での焦点距離、

である。

【0008】

本発明の撮像光学系は、次の条件式(3)を満足することが好ましい。

$$(3) 0.6 < Ra / ft < 2.0$$

但し、

ft ; 全系の最大倍率位置での焦点距離、

である。

【0009】

また、第 1 レンズ群の接合レンズは、次の条件式 (4) 及び (5) を満足することが望ましい。

$$(4) \quad 1.2 < 3.0$$

$$(5) \quad n_{11} > 1.8$$

但し、

1.2 : 第 1 レンズ群接合レンズの像側レンズのアッベ数、
 n_{11} : 第 1 レンズ群接合レンズの物体側レンズの屈折率、
 である。

【 0 0 1 0 】

第 1 レンズ群は、全体として負のパワーを有する接合レンズのみから構成することが可能であり、接合レンズのみから構成すればレンズ構成が単純になる。

10

【 0 0 1 1 】

本発明の撮像光学系の第 1 レンズ群と第 3 レンズ群は、次の条件式 (6) 及び (7) を満足することが望ましい。

$$(6) \quad -3.0 < f_1 / f_w < -1.5$$

$$(7) \quad 2 < f_3 / f_w < 3$$

但し、

f_1 ; 第 1 レンズ群の焦点距離、
 f_3 ; 第 3 レンズ群の焦点距離、
 である。

20

【 0 0 1 2 】

第 3 レンズ群は次の条件式 (8) 及び (9) を満足する正負レンズの接合レンズから構成することが望ましい。

$$(8) \quad 1.2 < |R_b| / f_w < 2.5$$

$$(9) \quad 0.8 < |R_b| / f_t < 2.3$$

但し、

R_b ; 第 3 レンズ群の接合レンズ接合面の曲率半径、
 である。

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

30

本発明によれば、通常観察時と拡大観察時とともに収差性能（特に倍率色収差と非点収差）が良好でコンパクトな撮像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】

【 0 0 1 4 】

本実施形態の撮像光学系は、図 1 と図 2 の数値実施例 1、図 5 と図 6 の数値実施例 2、図 9 と図 10 の数値実施例 3、図 13 と図 14 の数値実施例 4、図 17 と図 18 の数値実施例 5、図 21 と図 22 の数値実施例 6 及び図 25 と図 26 の数値実施例 7 に示すように、物体側から順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群 10、絞り S、正のパワーを有する第 2 レンズ群 20、及び正のパワーを有する第 3 レンズ群 30 からなり、第 3 レンズ群 30 の後方に、CCD（撮像素子）の前方に位置するカバーガラス（フィルター類）C が位置している。I は撮像面を示す。

40

【 0 0 1 5 】

この撮像光学系は、図 1 と図 2 に代表して示すように、通常観察時（広視野観察時）に物体距離 ODIS (L) の観察物体 O に合焦している状態（図 1）から、第 1 レンズ群 10 の物体側の面から像面 I 迄の距離 D を変化させることなく、物体距離を縮めながら（撮像光学系を観察物体 O に接近させながら）、第 2 レンズ群 20 と第 3 レンズ群 30 をそれぞれ物体側に移動させることにより、物体距離 ODIS (S) の物体 O を拡大観察する（図 2）ことができる。絞り S は第 2 レンズ群 20 と一緒に移動する。

【 0 0 1 6 】

第 1 レンズ群 10 は、その最も物体側に、接合レンズが配置されている。数値実施例 1

50

～ 3、5、6 では、負正レンズの接合レンズのみからなり、数値実施例 4 では、負負レンズの接合レンズのみからなり、数値実施例 7 では、物体側に位置する負正レンズの接合レンズと負レンズとからなっている。

【0017】

本実施形態の特徴の一つは、このように、第 1 レンズ群 10 の最も物体側に、正負レンズまたは負負レンズの接合レンズを配置した点にある。倍率色収差を抑えるために複数枚のレンズを使用することは一般に考えられるが、内視鏡対物レンズのように第 1 群に強い負のパワーを配置したタイプでは、特開 2001-166203 号公報のように負正の接合レンズを配置すると、最も物体側の負レンズの像側の曲率半径が小さく（パワーが非常に大きく）なり、急激な光線の屈折により非点収差、コマ収差の発生が大きく、通常観察倍率時から拡大観察倍率時まで全体の収差補正が困難となってしまう。これに対し、第 1 レンズ群の最も物体側に接合レンズを配置することで、接合面で通常観察時は倍率色収差を小さく、拡大観察時には倍率色収差を大きく発生させることにより、全系の倍率色収差が通常観察時に補正不足あるいは拡大観察時に過剰補正となることを解消し、両観察状態で良好に補正され、同時に非点収差、コマ収差を抑えることが可能となる。

【0018】

条件式（1）は第 1 レンズ群の接合面の曲率に対する条件を第 1 レンズ群の焦点距離との比で規定したものである。

条件式（1）の上限を上回ると、倍率色収差が広角時に補正不足あるいは拡大時に過剰補正となる。条件式（1）の下限を下回ると、倍率色収差の過剰補正やコマ収差の増大により解像力が低下する。

【0019】

条件式（2）は第 1 レンズ群の接合面の曲率に対する条件を全系の短焦点距離端での焦点距離との比で規定したものである。

条件式（2）の上限を上回ると、倍率色収差が広角時に補正不足あるいは拡大時に過剰補正となる。条件式（2）の下限を下回ると、倍率色収差の過剰補正やコマ収差の増大により解像力が低下する。

条件式（2'）を満足するとさらに良好な収差性能が得られる。

$$(2') \quad 0.9 < Ra / fw < 1.7$$

【0020】

条件式（3）は条件式（2）と同様に第 1 レンズの接合面の曲率に対する条件を全系の最大倍率位置での焦点距離との比で規定したものである。本発明の撮像光学系は、第 1 レンズ群から像面迄の距離が変化することがないので、最大倍率位置での焦点距離は、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群が拡大観察位置にあり特定物体距離（第 1 レンズ群の最も物体側の面から物体までの距離）に合焦しているときの焦点距離によって定義される。

条件式（3）の上限を上回ると、倍率色収差が広角時に補正不足あるいは拡大時に過剰補正となる。条件式（3）の下限を下回ると、倍率色収差の過剰補正やコマ収差の増大により解像力が低下する。

条件式（3'）を満足するとさらに良好な収差性能が得られる。

$$(3') \quad 0.6 < Ra / ft < 1.5$$

【0021】

第 1 レンズ群の接合レンズは、条件式（4）、（5）を満足することが望ましい。すなわち、第 1 レンズ群の接合レンズの像側のレンズに高分散ガラスを用い、物体側のレンズ（最も物体側のレンズ）に高屈折率ガラスを用いるのがよい。条件式（4）の上限を超える、あるいは条件式（5）式の下限を超えると、通常観察時に倍率色収差の補正が不充分または拡大観察時に補正過剰となり、コマ収差が増大する。また、曲率半径が小さくなるため加工性が悪くなる。

【0022】

全長を短くし、径を小さくするために、第 1 レンズ群の焦点距離に関する条件式（6）を満足することが好ましい。条件式（6）の下限を下回ると、通常観察で広画角を得よう

10

20

30

40

50

とするとときにレンズ外径が大きくなる。また、拡大時に像面湾曲が大きくなる。条件式(6)の上限を上回ると、第1レンズ群の倍率が小さくなるため、拡大時の全系の倍率を大きくするためには正のレンズ群(第2、第3レンズ群)の焦点距離が長くなり装置が大型化する。また、第1レンズ群で発生する非点収差、コマ収差が大きくなり、他のレンズ群で補正するのが困難になる。

【0023】

条件式(7)は第3レンズ群の焦点距離を規定している。条件式(7)の下限から外れると、収差性能、特に拡大時の非点収差が増大して解像力が低下してしまう。条件式(7)の上限から外れると、通常観察時に広角を保つために第2レンズ群の焦点距離が短くなるため、拡大時の全系の倍率を大きくするためには第2、第3レンズ群の移動量が大きく

10

【0024】

第3レンズ群は正負レンズ(順番を問わない)の接合レンズから構成することが望ましい。条件式(8)、(9)は、第3レンズ群を接合レンズから構成するときの接合面の曲率に対する条件である。

条件式(8)、(9)の上限を上回ると、倍率色収差が補正不足となる。

条件式(8)、(9)の下限を下回ると、倍率色収差の過剰補正やコマ収差の増大により解像力が低下する。

【0025】

本発明による撮像光学系は、上記のように、諸収差を良好に補正しながら、少ないレンズ枚数の3群で構成することが可能であるため、内視鏡先端部を複雑化・大型化することなく、拡大観察可能な内視鏡を得ることができる。

20

【0026】

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軸上色収差、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、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、ODISは物体距離、fBはバックフォーカス、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、 d はアッベ数を示す。

【0027】

(数値実施例1)

30

図1ないし図4は本発明による撮像光学系の数値実施例1を示している。この撮像光学系は、物体側から順に、全体として負のパワーを有し物体側から順に位置する負正レンズの接合レンズからなる第1レンズ群10、絞りS、正のパワーを有する単レンズからなる第2レンズ群20、及び全体として正のパワーを有し物体側から順に位置する負正レンズの接合レンズからなる第3レンズ群30からなり、第3レンズ群30の後方に、CCD(撮像素子)の前方に位置するカバーガラス(フィルター類)Cが位置している。図1、図2は通常観察(広角観察)時と拡大観察(接近観察)時のレンズ構成図、図3、図4は図1、図2の構成における諸収差図、表1はその数値データである。通常観察と拡大観察で変化する数値は、通常観察-拡大観察の順に表記してある。絞りSは、通常観察時は第3面の後方1.258にあり、拡大観察時は同3面の後方0.499にある。

40

【0028】

(表1)

FE = 1:8.1-9.1

f = 2.16-2.34

M = -0.167- -0.678

fB = 0.05

面NO.	r	d	N_d	d
1		0.384	1.88300	40.8
2	3.456	1.046	1.92286	18.9
3	4.800	1.315-0.557		

50

4	-1.797	1.152	1.69400	56.3
5	-1.409	0.864-0.192		
6		0.480	1.92286	18.9
7	4.865	1.440	1.77250	49.6
8	-3.168	2.319-3.749		
9		1.500	1.51633	64.1
10		-		

【 0 0 2 9 】

(数値実施例 2)

図 5 ないし図 8 は本発明による撮像光学系の数値実施例 2 を示している。基本的なレンズ構成は実施例 1 と同様である。図 5、図 6 は通常観察（広角観察）時と拡大観察（接近観察）時のレンズ構成図、図 7、図 8 は図 5、図 6 の構成における諸収差図、表 2 はその数値データである。絞り S は、通常観察時は第 3 面の後方 0.798 にあり、拡大観察時は同 3 面の後方 0.503 にある。

【 0 0 3 0 】

(表 2)

FE = 1:6.6-6.9

f = 1.61-1.68

M = -0.112- -0.410

fB = 0.05

面NO.	r	d	N _d	d
1		0.440	1.88300	40.8
2	2.357	0.981	1.92286	18.9
3	2.564	0.864-0.569		
4	-2.062	1.100	1.77250	49.6
5	-1.220	0.664-0.263		
6	105.409	0.330	1.92286	18.9
7	3.142	1.101	1.77250	49.6
8	-2.885	1.471-2.167		
9		1.300	1.51633	64.1
10		-		

【 0 0 3 1 】

(数値実施例 3)

図 9 ないし図 12 は本発明による撮像光学系の数値実施例 3 を示している。基本的なレンズ構成は実施例 1 と同様である。図 9、図 10 は通常観察（広角観察）時と拡大観察（接近観察）時のレンズ構成図、図 11、図 12 は図 9、図 10 の構成における諸収差図、表 3 はその数値データである。絞り S は、通常観察時は第 3 面の後方 1.215 にあり、拡大観察時は同 3 面の後方 0.218 にある。

【 0 0 3 2 】

(表 3)

FE = 1:6.6-7.4

f = 1.62-1.96

M = -0.133- -0.650

fB = 0.05

面NO.	r	d	N _d	d
1		0.440	1.88300	40.8
2	2.373	0.440	1.92286	18.9
3	3.600	1.281-0.284		
4	-1.738	1.216	1.88300	40.8
5	-1.402	0.688-0.393		

6	-50.399	0.330	1.92286	18.9
7	3.559	1.106	1.77250	49.6
8	-2.722	1.771-3.063		
9		1.300	1.51633	64.1
10		-		

【 0 0 3 3 】

(数値実施例 4)

図 1 3 ないし図 1 6 は本発明による撮像光学系の数値実施例 4 を示している。本実施例では、全体として負のパワーを有する第 1 レンズ群 1 0 が負負レンズの接合レンズとなっているが、それ以外の基本的なレンズ構成は実施例 1 と同様である。図 1 3、図 1 4 は通常観察（広角観察）時と拡大観察（接近観察）時のレンズ構成図、図 1 5、図 1 6 は図 1 3、図 1 4 の構成における諸収差図、表 4 はその数値データである。絞り S は、通常観察時は第 3 面の後方 1.146 にあり、拡大観察時は同 3 面の後方 0.244 にある。

【 0 0 3 4 】

(表 4)

FE = 1:5.6-6.7

f = 1.06-1.66

M = -0.080- -0.500

fB = 0.05

面NO.	r	d	N _d	d
1		0.369	1.88300	40.8
2	1.715	0.369	1.92286	18.9
3	1.488	1.220-0.318		
4	-0.989	0.738	1.81600	46.6
5	-0.986	0.621-0.225		
6	23.840	0.369	1.92286	18.9
7	1.925	0.857	1.77250	49.6
8	-1.987	1.772-3.070		
9		1.300	1.51633	64.1
10		-		

【 0 0 3 5 】

(数値実施例 5)

図 1 7 ないし図 2 0 は本発明による撮像光学系の数値実施例 5 を示している。基本的なレンズ構成は実施例 1 と同様である。図 1 7、図 1 8 は通常観察（広角観察）時と拡大観察（接近観察）時のレンズ構成図、図 1 9、図 2 0 は図 1 7、図 1 8 の構成における諸収差図、表 5 はその数値データである。絞り S は、通常観察時は第 3 面の後方 1.163 にあり、拡大観察時は同 3 面の後方 0.897 にある。

【 0 0 3 6 】

(表 5)

FE = 1:5.7-5.8

f = 1.07-1.17

M = -0.079- -0.250

fB = 0.05

面NO.	r	d	N _d	d
1		0.375	1.88300	40.8
2	1.271	0.418	1.92286	18.9
3	2.027	1.238-0.972		
4	-1.299	0.800	1.77250	49.6
5	-1.000	0.244		
6	21.038	0.375	1.84666	23.8

7	1.527	1.237	1.77250	49.6
8	-2.126	1.055-1.321		
9		1.300	1.51633	64.1
10		-		

【 0 0 3 7 】

(数値実施例 6)

図 2 1 ないし図 2 4 は本発明による撮像光学系の第 1 数値実施例を示している。基本的なレンズ構成は実施例 1 と同様である。図 2 1、図 2 2 は通常観察（広角観察）時と拡大観察（接近観察）時のレンズ構成図、図 2 3、図 2 4 は図 2 1、図 2 2 の構成における諸収差図、表 6 はその数値データである。絞り S は、通常観察時は第 3 面の後方 1.918 にあり、拡大観察時は同 3 面の後方 0.273 にある。

【 0 0 3 8 】

(表 6)

FE = 1:6.6-8.3

f = 1.59-2.51

M = -0.125- -0.818

fB = 0.05

面NO.	r	d	N _d	d
1		0.440	1.88300	40.8
2	1.576	0.906	1.84666	23.8
3	2.698	1.984-0.339		
4	-1.418	1.102	1.88300	40.8
5	-1.476	1.074-0.110		
6	27.592	0.550	1.84666	23.8
7	2.244	1.650	1.77250	49.6
8	-3.292	2.862-5.470		
9		1.300	1.51633	64.1
10		-		

【 0 0 3 9 】

(数値実施例 7)

図 2 5 ないし図 2 8 は本発明による撮像光学系の数値実施例 7 を示している。この実施例 7 は、第 1 レンズ群 1 0 が負正レンズの接合レンズと両凹の単レンズからなっている点が以上の数値実施例と異なる。図 2 5、図 2 6 は通常観察（広角観察）時と拡大観察（接近観察）時のレンズ構成図、図 2 7、図 2 8 は図 2 5、図 2 6 の構成における諸収差図、表 7 はその数値データである。絞り S は、通常観察時は第 5 面の後方 0.827 にあり、拡大観察時は同 5 面の後方 0.318 にある。

【 0 0 4 0 】

(表 7)

FE = 1:8.2-9.0

f = 2.27-2.39

M = -0.176- -0.676

fB = 0.05

面NO.	r	d	N _d	d
1		0.386	1.88300	40.8
2	2.641	0.868	1.92286	18.9
3	7.630	0.157		
4	-55.408	0.290	1.84666	23.8
5	9.391	0.885-0.376		
6	-1.799	1.303	1.77250	49.6
7	-1.563	1.296-0.392		

8	22.265	0.482	1.92286	18.9
9	4.783	1.321	1.77250	49.6
10	-3.791	2.594-4.006		
11		1.500	1.51633	64.1
12		-		

【 0 0 4 1 】

各実施例の各条件式に対する値を表 8 に示す。

(表 8)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
実施例 1	-0.62	1.60	1.47	18.9	1.883	-2.57	2.11	2.25	2.08
実施例 2	-0.80	1.47	1.40	18.9	1.883	-1.83	2.65	1.96	1.87
実施例 3	-0.57	1.47	1.21	18.9	1.883	-2.60	2.64	2.20	1.82
実施例 4	-1.02	1.62	1.04	18.9	1.883	-1.59	2.67	1.82	1.16
実施例 5	-0.53	1.18	1.09	18.9	1.883	-2.21	2.63	1.42	1.31
実施例 6	-0.54	0.99	0.63	23.8	1.883	-1.84	2.72	1.41	0.90
実施例 7	-0.56	1.16	1.11	18.9	1.883	-2.07	2.09	2.11	2.00

【 0 0 4 2 】

表 8 から明らかなように、数値実施例 1 ないし 7 は条件式 (1) ~ 条件式 (9) を満足しており、また諸収差図から明らかなように通常観察時と拡大観察時ともに諸収差が比較的良好に収差補正され、特に倍率色収差と非点収差が良好である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 3 】

【図 1】本発明による撮像光学系の数値実施例 1 の広角視野時のレンズ構成図である。

【図 2】同撮像光学系の拡大観察時のレンズ構成図である。

【図 3】図 1 の構成における諸収差図である。

【図 4】図 2 の構成における諸収差図である。

【図 5】本発明による撮像光学系の数値実施例 2 の広角視野時のレンズ構成図である。

【図 6】同撮像光学系の拡大観察時のレンズ構成図である。

【図 7】図 5 の構成における諸収差図である。

【図 8】図 6 の構成における諸収差図である。

【図 9】本発明による撮像光学系の数値実施例 3 の広角視野時のレンズ構成図である。

【図 10】同撮像光学系の拡大観察時のレンズ構成図である。

【図 11】図 9 の構成における諸収差図である。

【図 12】図 10 の構成における諸収差図である。

【図 13】本発明による撮像光学系の数値実施例 4 の広角視野時のレンズ構成図である。

【図 14】同撮像光学系の拡大観察時のレンズ構成図である。

【図 15】図 13 の構成における諸収差図である。

【図 16】図 14 の構成における諸収差図である。

【図 17】本発明による撮像光学系の数値実施例 5 の広角視野時のレンズ構成図である。

【図 18】同撮像光学系の拡大観察時のレンズ構成図である。

【図 19】図 17 の構成における諸収差図である。

【図 20】図 18 の構成における諸収差図である。

【図 21】本発明による撮像光学系の数値実施例 6 の広角視野時のレンズ構成図である。

【図 22】同撮像光学系の拡大観察時のレンズ構成図である。

【図 23】図 21 の構成における諸収差図である。

【図 24】図 22 の構成における諸収差図である。

【図 2 5】本発明による撮像光学系の数値実施例 7 の広角視野時のレンズ構成図である。

【図 2 6】同撮像光学系の拡大観察時のレンズ構成図である。

【図 2 7】図 2 5 の構成における諸収差図である。

【図 2 8】図 2 6 の構成における諸収差図である。

【符号の説明】

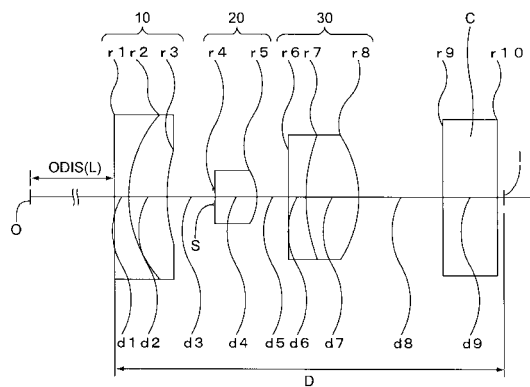
【 0 0 4 4 】

1 0 第 1 レンズ群

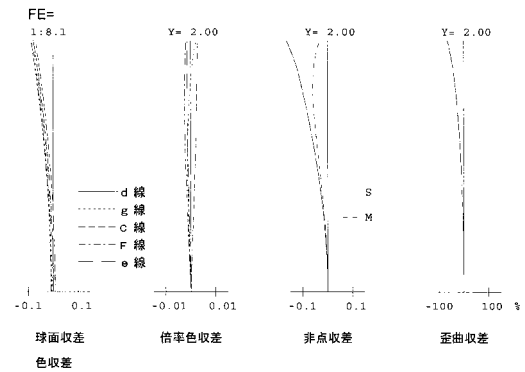
2 0 第 2 レンズ群

3 0 第 3 レンズ群

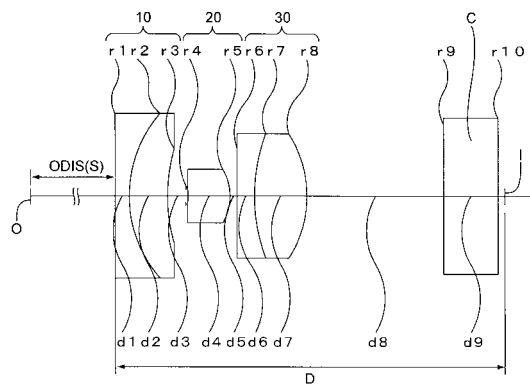
【図 1】



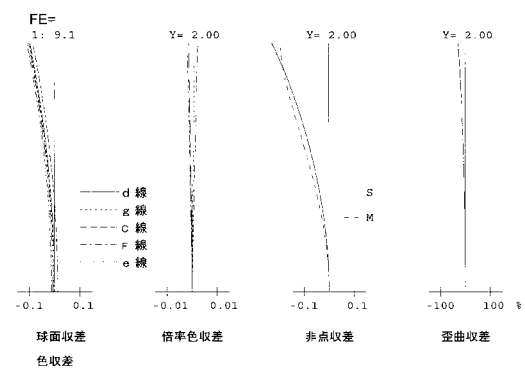
【図 3】



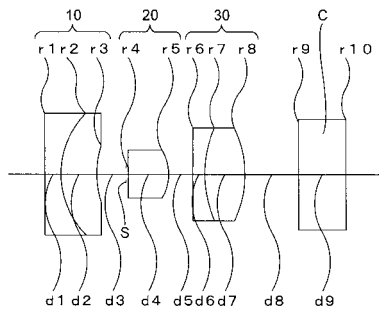
【図 2】



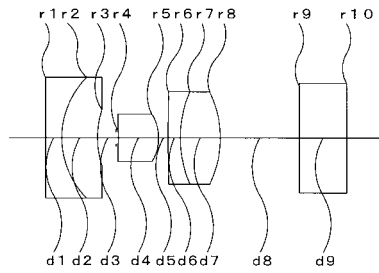
【図 4】



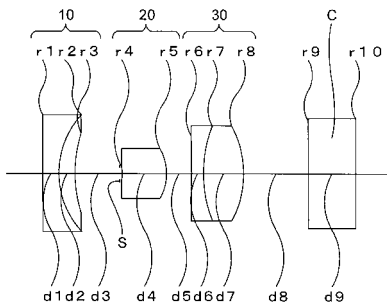
【図 5】



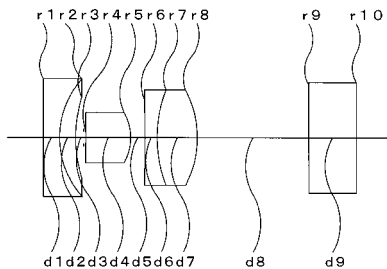
【図 6】



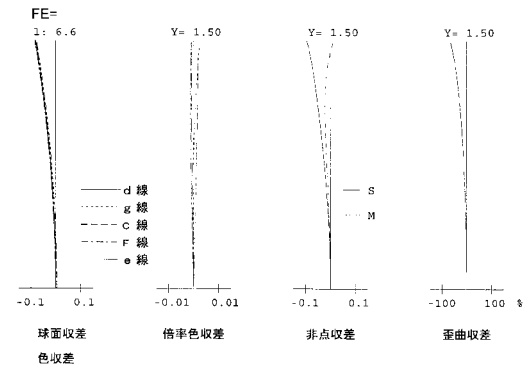
【図 9】



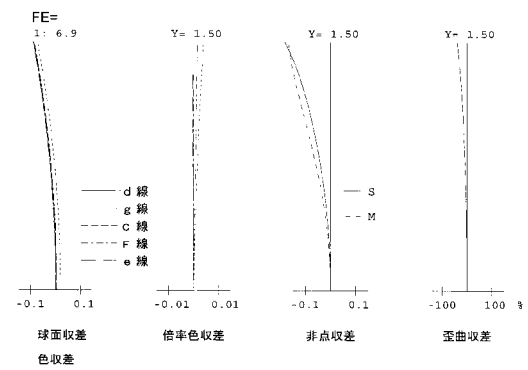
【図 10】



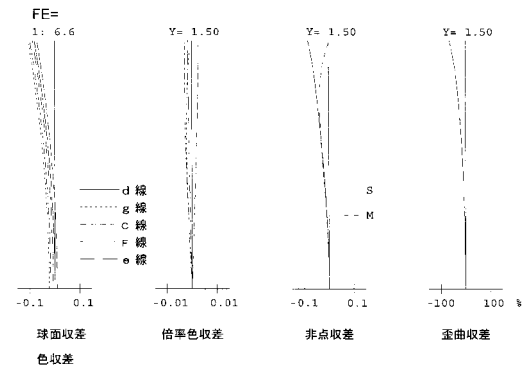
【図 7】



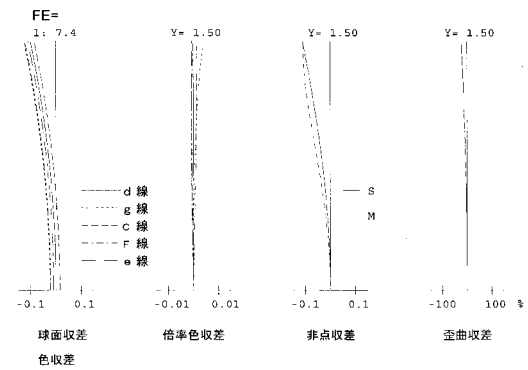
【図 8】



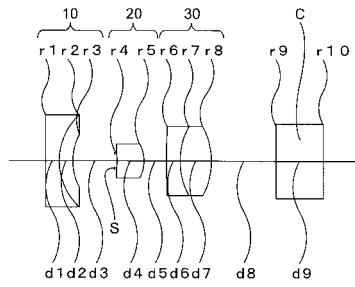
【図 11】



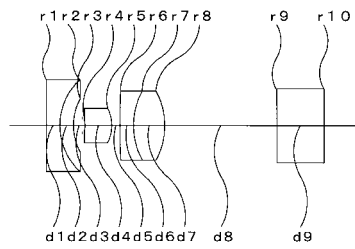
【図 12】



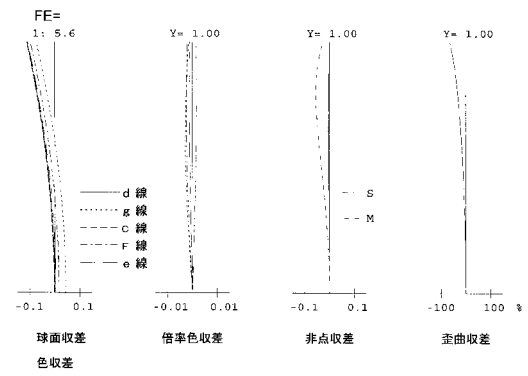
【図 13】



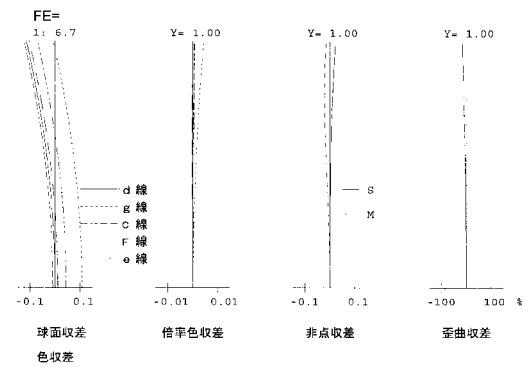
【図 14】



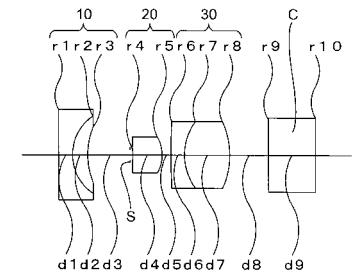
【図 15】



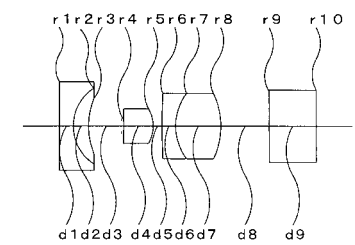
【図 16】



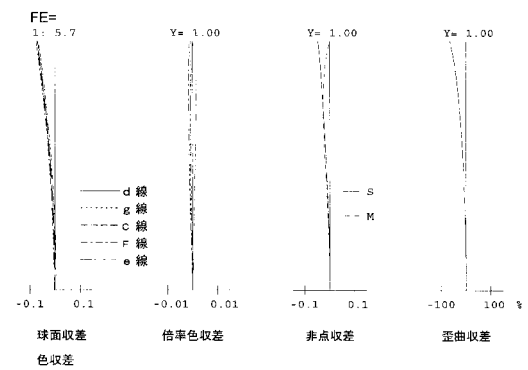
【図 17】



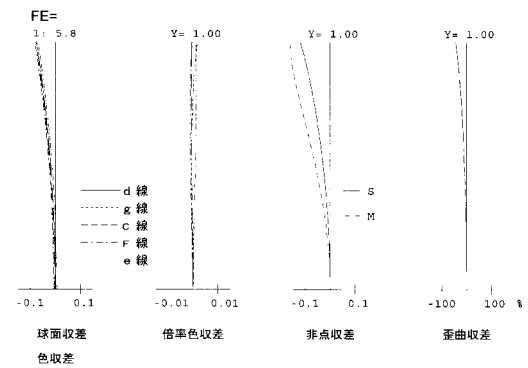
【図 18】



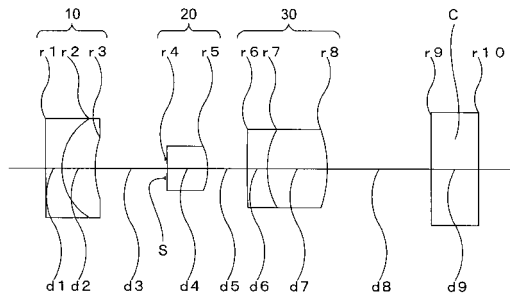
【図 19】



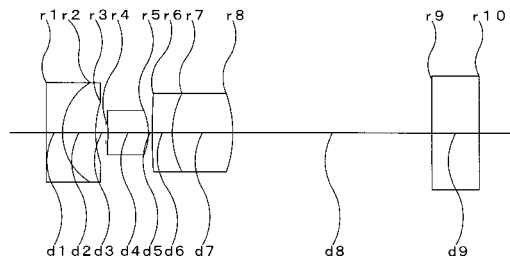
【図 20】



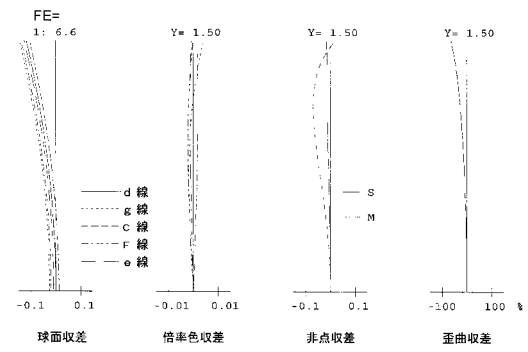
【図 2 1】



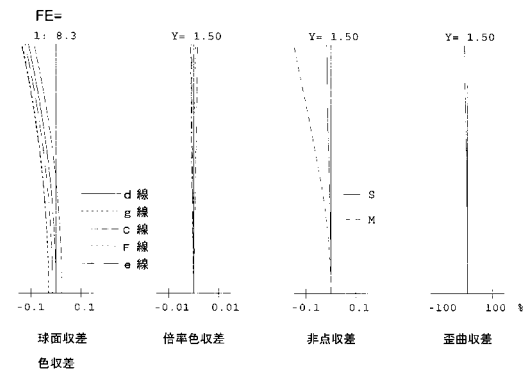
【図 2 2】



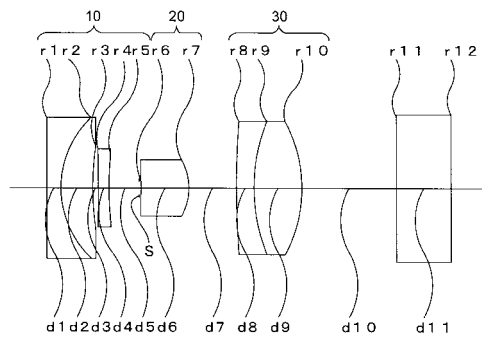
【図 2 3】



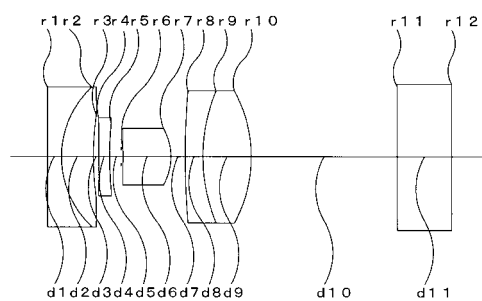
【図 2 4】



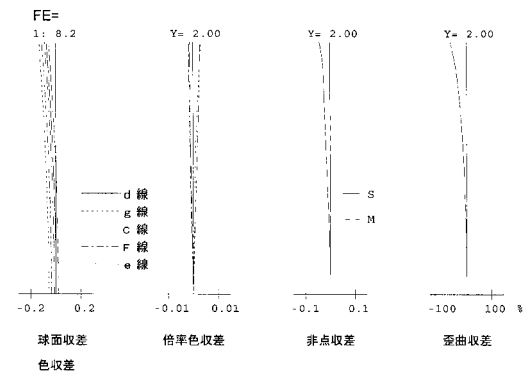
【図 2 5】



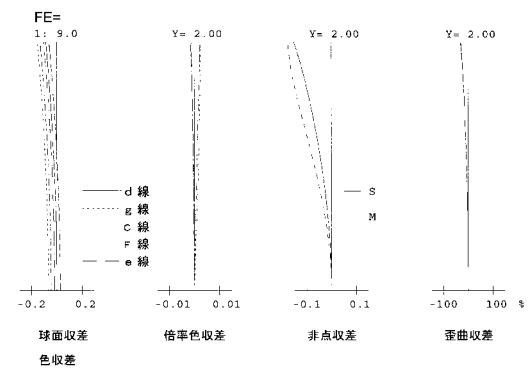
【図 2 6】



【図 2 7】



【図 2 8】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 B 2 3 / 2 4 - 2 3 / 2 6

专利名称(译)	摄像光学系		
公开(公告)号	JP4373819B2	公开(公告)日	2009-11-25
申请号	JP2004067664	申请日	2004-03-10
[标]申请(专利权)人(译)	旭光学工业株式会社		
申请(专利权)人(译)	宾得株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	HOYA株式会社		
[标]发明人	藤井宏明		
发明人	藤井 宏明		
IPC分类号	G02B23/26 A61B1/00 G02B15/16 G02B15/14		
CPC分类号	G02B13/04		
FI分类号	G02B23/26.C A61B1/00.300.Y G02B15/16 A61B1/00.731		
F-TERM分类号	2H040/BA03 2H040/BA05 2H040/CA23 2H040/GA02 2H087/KA01 2H087/MA13 2H087/MA14 2H087/MA19 2H087/PA03 2H087/PA04 2H087/PA19 2H087/PB05 2H087/PB06 2H087/QA01 2H087/QA07 2H087/QA18 2H087/QA21 2H087/QA22 2H087/QA25 2H087/QA26 2H087/QA34 2H087/QA42 2H087/QA45 2H087/RA36 2H087/RA42 2H087/RA44 2H087/SA14 2H087/SA16 2H087/SA19 2H087/SA63 2H087/SA64 2H087/SA72 2H087/SB03 2H087/SB04 2H087/SB12 2H087/SB23 4C061/FF40 4C061/FF47 4C061/PP13 4C161/FF40 4C161/FF47 4C161/PP13		
代理人(译)	三浦邦夫 平山岩		
审查员(译)	荣信原田		
其他公开文献	JP2005257912A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：为了获得在正常观察时以及在放大观察时具有令人满意的像差性能（特别是倍率色像差和像散）的紧凑成像光学系统，关于放大的成像光学系统，由物体侧依次构成三个负 - 正 - 正透镜组透镜组，通过移动第二透镜组和第三透镜组，能够实现宽视角的正常观察和高倍率的放大观察在不改变从第一透镜组到像平面的距离的情况下改变物距，然后在改变整个系统的焦距的同时保持聚焦状态。ZSOLUTION：在成像光学系统中，最靠近第一透镜组的物侧布置双合透镜，并且成像光学系统满足以下条件不等式（1）；（1） $0.9 < Ra / fw < 2.0$ （其中，Ra表示第一透镜组中双合透镜的合成表面的曲率半径，fw表示整个系统的短焦距端的焦距）。Z

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
实施例 1	-0.62	1.60	1.47	18.9	1.883	-2.57	2.11	2.25	2.08
实施例 2	-0.80	1.47	1.40	18.9	1.883	-1.83	2.65	1.96	1.87
实施例 3	-0.57	1.47	1.21	18.9	1.883	-2.60	2.64	2.20	1.82
实施例 4	-1.02	1.62	1.04	18.9	1.883	-1.59	2.67	1.82	1.16
实施例 5	-0.53	1.18	1.09	18.9	1.883	-2.21	2.63	1.42	1.31
实施例 6	-0.54	0.99	0.63	23.8	1.883	-1.84	2.72	1.41	0.90
实施例 7	-0.56	1.16	1.11	18.9	1.883	-2.07	2.09	2.11	2.00