

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02014/132494

発行日 平成29年2月2日 (2017.2.2)

(43) 国際公開日 平成26年9月4日 (2014.9.4)

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

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 31 頁)

出願番号 特願2014-551477 (P2014-551477)	(71) 出願人 000000376 オリンパス株式会社 東京都八王子市石川町2951番地
(21) 国際出願番号 PCT/JP2013/081023	
(22) 国際出願日 平成25年11月18日 (2013.11.18)	
(11) 特許番号 特許第5802847号 (P5802847)	(74) 代理人 100118913 弁理士 上田 邦生
(45) 特許公報発行日 平成27年11月4日 (2015.11.4)	
(31) 優先権主張番号 特願2013-39288 (P2013-39288)	(74) 代理人 100112737 弁理士 藤田 考晴
(32) 優先日 平成25年2月28日 (2013.2.28)	
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(72) 発明者 高頭 英泰 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 BA02 BA03 BA05 CA23 2H087 KA02 KA03 KA10 LA03 MA07 PA06 PA20 PB09 QA01 QA07 QA18 QA21 QA25 QA26 QA37 QA41 QA45 RA32 RA36 RA42 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 対物光学系

(57) 【要約】

通常観察時から拡大観察まで十分な深度を確保することができ、通常観察時は広角の視野角を有し、さらに、拡大観察時におけるピント合わせを容易とする。

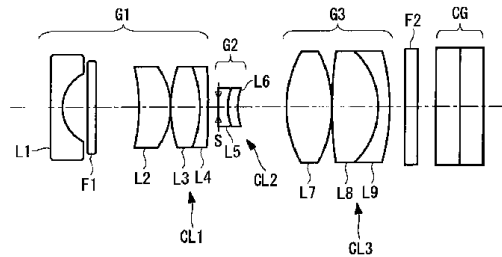
物体側から像側へ順に、正の光学的パワーを有する第1レンズ群(G1)、負の光学的パワーを有する第2レンズ群(G2)、正の光学的パワーを有する第3レンズ群(G3)を備え、前記第1レンズ群が、物体側から像側へ順に、負の光学的パワーを有する第1レンズ(L1)と正の光学的パワーを有する第2レンズ(L2)とを有し、物点距離の変化に対して前記第2レンズ群を移動させて合焦し、以下の条件式(1)及び(2)を満たす対物光学系である。

$$-1.9 < f2 / f1 < -3.5 \quad \dots (1)$$

$$0.5 < v / f < 1.1 \quad \dots (2)$$

ただし、f2は第2レンズの焦点距離であり、f1は第1レンズの焦点距離である。

また、vは第2レンズ群の移動量であり、fは通常観察時における全系の焦点距離である。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体側から像側へ順に、正の光学的パワーを有する第 1 レンズ群、負の光学的パワーを有する第 2 レンズ群、正の光学的パワーを有する第 3 レンズ群を備え、

前記第 1 レンズ群が、物体側から像側へ順に、負の光学的パワーを有する第 1 レンズと正の光学的パワーを有する第 2 レンズとを有し、

物点距離の変化に対して前記第 2 レンズ群を移動させて合焦し、以下の条件式 ( 1 ) 及び ( 2 ) を満たす対物光学系。

$$-1.9 < f_2 / f_1 < -3.5 \quad \dots (1)$$

$$0.5 < v / f < 1.1 \quad \dots (2)$$

ただし、 $f_2$  は第 2 レンズの焦点距離であり、 $f_1$  は第 1 レンズの焦点距離である。

また、 $v$  は第 2 レンズ群の移動量であり、 $f$  は通常観察時における全系の焦点距離である。

## 【請求項 2】

前記第 2 レンズが、物体側が凹面である正メニスカスレンズである請求項 1 記載の対物光学系。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、合焦機能を有する光学系に関し、例えば、拡大観察可能な内視鏡対物レンズ、マクロ撮影可能なデジタルカメラやビデオカメラ、携帯用カメラ等の撮影レンズに関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、医療用内視鏡にかかる分野においては、病変の質的診断を行なうために拡大観察が可能な光学系の必要性が高まっている。

このような内視鏡対物レンズの例として、特許文献 1 乃至特許文献 6 には、正負正 3 群構成、第 2 群が動いて合焦を行ない拡大観察が可能なものが開示されている。また、特許文献 5 及び特許文献 6 には、負正負の 3 群構成、2 群が動くことによって合焦を行なうものが開示されている。

また、高画質な診断画像の要求に伴い、CCD や CMOS 等撮像素子の高精細化も進んでいることから、光学系に対しては、合焦機能のみならず撮像素子の高精細化への対応も要求されている。

ところで、内視鏡による観察は遠点から近点まで広い観察深度が要求されるため、光学系としては、 $Fno$  を大きくし開口を絞ったパンフォーカスに近いものが必要となる。

一方、光学系の  $Fno$  は回折の影響を受けないように、下記の範囲でなければならない。

$$Fno < 2 \times P / 1.22 /$$

撮像素子の高画素化が進むと回折の影響があり、あまり  $Fno$  を大きくできないため、深度が浅くなることが懸念される。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特公昭 61 - 44283 号公報

【特許文献 2】特許第 3349766 号公報

【特許文献 3】特開平 11 - 316339 号公報

【特許文献 4】特許第 4659645 号公報

【特許文献 5】特開 2000 - 267002 号公報

【特許文献 6】特開 2012 - 32576 号公報

## 【発明の概要】

10

20

30

40

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

これらの実情に鑑み、拡大内視鏡では、特に拡大観察時において対物レンズと物体間距離が短く観察深度が浅くなるため、光学系のFnoを回折限界まで絞っている。このとき、従来の拡大内視鏡では通常観察時のFnoは十分深度が得られていて実用上問題ないが、高画素の撮像素子に対応した対物レンズでは観察深度が浅く観察範囲の確保が難しくなってくる。このため、見たい病変部に対してピントが合わせづらい。

## 【0005】

また、観察深度を確保しようとした場合、物体距離をやや遠距離として観察することが考えられ、遠距離にした場合はフォーカシングレンズの移動量が小さくなる。しかしながら、レンズ移動量が小さいと倍率変化に対する感度が高くなるため、術者が見たい位置にマニュアルでフォーカシングするには、使い勝手が悪くなるといった課題も生じる。そして、ある程度の倍率確保という観点からも、拡大観察時の物点距離をあまり遠距離にすることは好ましくない。

## 【0006】

上述した特許文献1に記載の光学系は、高倍率であるものの通常観察時の視野が狭いため、広い観察視野範囲の中から病変部を拾い上げるという作業が困難となる。

特許文献2乃至特許文献4に記載の光学系は、拡大倍率は十分なものの、近接観察時における深度幅が小さいため、ピント合わせがしづらく、拍動などにより病変部のピントがずれやすくなる。このため、拡大観察時にピント合わせの微調整を行う必要があるが、合焦範囲がピンポイントであるため、病変部の周囲の情報が得るのが困難となる。また、静止画を撮影しようとした際、ピント外れの画像となりやすい。

## 【0007】

特許文献5に記載された光学系は、負正負の3群構成のうち、正の群が可動群である第2群一つしかないため、この第2群のパワーが強くなる傾向がある。このため、通常観察時と拡大観察時での収差変動が大きくなり、より高性能な光学系が要求される高精細な撮像素子向けの対物レンズに適さない。特に色収差の変動が大きく、モニタ観察上での色にじみを生じ得る。

## 【0008】

特許文献6に記載された光学系は、高画素撮像素子に対応しているものの、通常観察の視野角が130°程度であるため、十分に広角であるとは言い難い。

このように、上述の各特許文献に開示された光学系を高精細、高画素の撮像素子に対応させると、拡大時のFnoを回折限界まで絞ったとしても、通常観察時のFnoが小さくなり過ぎるため、所望の深度を得ることができない。

## 【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、通常観察時から拡大観察まで十分な深度を確保することができ、広角の視野角を有し、病変のピント合わせがしやすい、高性能な対物光学系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。

本発明の一態様は、物体側から像側へ順に、正の光学的パワーを有する第1レンズ群、負の光学的パワーを有する第2レンズ群、正の光学的パワーを有する第3レンズ群を備え、前記第1レンズ群が、物体側から像側へ順に、負の光学的パワーを有する第1レンズと正の光学的パワーを有する第2レンズとを有し、物点距離の変化に対して前記第2レンズ群を移動させて合焦し、以下の条件式(1)及び(2)を満たす対物光学系である。

$$-1.9 < f_2 / f_1 < -3.5 \quad \dots (1)$$

$$0.5 < v / f < 1.1 \quad \dots (2)$$

ただし、 $f_2$ は第2レンズの焦点距離であり、 $f_1$ は第1レンズの焦点距離である。

また、 $v$ は第2レンズ群の移動量であり、 $f$ は通常観察時における全系の焦点距離であ

10

20

30

40

50

る。

【0011】

本態様によれば、物体側から像側へ順に、正の光学的パワーを有する第1レンズ群、負の光学的パワーを有する第2レンズ群、正の光学的パワーを有する第3レンズ群を備え、前記第1レンズ群が、物体側から像側へ順に、負の光学的パワーを有する第1レンズと正の光学的パワーを有する第2レンズとを有し、合焦点の際に物点距離の変化に対して前記第2レンズ群を移動させ、上記条件式を満たすように対物光学系が構成される。これにより、拡大観察時に移動させるレンズ群を特定すると共にその移動量を制限し、全系の焦点距離を適切に保つことができる。従って、所望の深度を確保すると共にレンズ系を小型化、高性能化することができる。

10

【0012】

上記した態様において、前記第2レンズが、物体側が凹面である正メニスカスレンズであることが好ましい。

このようにすることで、前側焦点位置が像面側に位置することになるため、近距離物点の観察時にも倍率を必要以上に大きくすることなく、深度を拡大させることができる。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、通常観察時から拡大観察まで十分な深度を確保することができ、広角の視野角を有し、病変のピント合わせを容易に行うことができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

20

【0014】

【図1】本発明の一実施形態に係る対物光学系の全体構成を示す断面図である。

【図2】本発明の実施例1に係る対物光学系の全体構成を示す断面図であり、夫々(A)は通常観察状態を、(B)は中間状態を、(C)は拡大観察状態を示す。

【図3】図2(A)の対物光学系の通常観察状態における収差曲線図である。

【図4】図2(B)の対物光学系の中間状態における収差曲線図である。

【図5】図2(C)の対物光学系の拡大観察状態における収差曲線図である。

【図6】本発明の実施例2に係る対物光学系の全体構成を示す断面図であり、夫々(A)は通常観察状態を、(B)は中間状態を、(C)は拡大観察状態を示す。

【図7】図6(A)の対物光学系の通常観察状態における収差曲線図である。

30

【図8】図6(B)の対物光学系の中間状態における収差曲線図である。

【図9】図6(C)の対物光学系の拡大観察状態における収差曲線図である。

【図10】本発明の実施例3に係る対物光学系の全体構成を示す断面図であり、夫々(A)は通常観察状態を、(B)は中間状態を、(C)は拡大観察状態を示す。

【図11】図10(A)の対物光学系の通常観察状態における収差曲線図である。

【図12】図10(B)の対物光学系の中間状態における収差曲線図である。

【図13】図10(C)の対物光学系の拡大観察状態における収差曲線図である。

【図14】本発明の実施例4に係る対物光学系の全体構成を示す断面図であり、夫々(A)は通常観察状態を、(B)は中間状態を、(C)は拡大観察状態を示す。

【図15】図14(A)の対物光学系の通常観察状態における収差曲線図である。

40

【図16】図14(B)の対物光学系の中間状態における収差曲線図である。

【図17】図14(C)の対物光学系の拡大観察状態における収差曲線図である。

【図18】本発明の実施例5に係る対物光学系の全体構成を示す断面図であり、夫々(A)は通常観察状態を、(B)は中間状態を、(C)は拡大観察状態を示す。

【図19】図18(A)の対物光学系の通常観察状態における収差曲線図である。

【図20】図18(B)の対物光学系の中間状態における収差曲線図である。

【図21】図18(C)の対物光学系の拡大観察状態における収差曲線図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下に、本発明の一実施形態に係る対物光学系について図面を参照して説明する。

50

図1は、本実施形態に係る対物光学系の全体構成を示す断面図を示している。図1に示すように、対物光学系は、物体側から順に、正の光学的パワーを有する（以下、単に「正の」という）第1レンズ群G1、明るさ絞りS、負の光学的パワーを有する（以下、単に「負の」という）第2レンズ群G2、正の光学的パワーを有する第3レンズ群G3を備えている。

【0016】

正の第1レンズ群G1は、物体側から順に、負の第1レンズL1、第1平行平板F1、正の第2レンズL2、正の第3レンズ及び負の第4レンズを有している。このうち正の第3レンズL3と負の第4のレンズL4とは接合された接合レンズCL1となっている。

【0017】

負の第2レンズ群G2は、物体側から順に、負の第5レンズL5と正の第6レンズL6とが接合された接合レンズCL2を有し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間に配置された明るさ絞りSと共に光軸に沿って移動する。

正の第3レンズ群G3は、物体側から順に、正の第7レンズL7、正の第8レンズL8及び負の第9レンズL9が接合された接合レンズCL3を有している。

平行平板F、及び、正の第6レンズL6と負の第7レンズL7と正の第8レンズL8とが接合された接合レンズCL3を有している。

そして、対物光学系の像面近傍には図示しない撮像素子が配置され、対物光学系と撮像光学系を構成している。撮像素子には、撮像面を保護するための平行平板F2及びカバーガラスCGが貼りつけられている。

【0018】

ここで、対物光学系は、以下の条件式を満足するように構成されている。

$$-1.9 < f_2 / f_1 < -3.5 \quad \dots (1)$$

$$0.5 < v / f < 1.1 \quad \dots (2)$$

ただし、 $f_2$ は第2レンズの焦点距離であり、 $f_1$ は第1レンズの焦点距離である。

また、 $v$ は第2レンズ群の移動量であり、 $f$ は通常観察時における全系の焦点距離である。

【0019】

条件式(1)は、全系の焦点距離を適切にすることで深度確保を図るとともに、レンズ系の小型化、高性能化に寄与するものである。

このため、条件式(1)の下限を下回ると、第2レンズ群の焦点距離が大きくなると共に全系の焦点距離も大きくなるため、通常観察から拡大観察において深度が浅くなり、特に拡大観察時に必要な深度を確保することが困難となる。

また、条件式(1)の上限を超えると、第1レンズ群の焦点距離に対して第2レンズ群の焦点距離が小さくなり、レンズ系全長の小型化には有利にはなるものの、色収差の変動が大きくなる。特に倍率色収差の発生量が大きくなるので、色にじみの原因にもなる。

【0020】

条件式(2)は、通常観察から拡大観察時の第2群の移動量に係るものである。

このため、条件式(2)の下限を下回ると、フォーカシング群である第2レンズ群の移動量が小さくなり、この時の感度が高くなり過ぎ、うまくピント合わせができなくなる。

また、条件式(2)の上限を超えると、第2レンズ群の移動量が大きくなり、より近接物点にピントが合うことになる。すなわち観察距離が小さくなることを意味する。観察距離が小さくなると観察倍率は大きくなり微小病変が見やすくなるが、深度は狭くなるためピント合わせが難しく、使い勝手が悪くなる。さらには、レンズ駆動部のストロークが長くなり、レンズ系の全長が長くなり大型化してしまう。また、レンズを駆動させるためにアクチュエータを搭載した場合などは、ストロークが長いことによってアクチュエータ部の大型化を招きかねない。

【0021】

なお、本実施形態に係る内視鏡光学系1は、拡大観察時の深度確保のために倍率を必要以上に大きくしていない。このため、病変部微細構造や毛細血管等を詳細に観察するには

10

20

30

40

50

、高解像な撮像素子とそれに対応した高性能な光学系であることが好ましい。

よって、各レンズ群のパワーを以下の条件式によって最適化すると更に好ましい。

【0022】

すなわち、対物光学系は、以下の条件式(3)～(13)を満足するように構成されることが好ましい。

$$0.95 < g_1 / f < 1.65 \quad \dots (3)$$

$$-4 < g_2 / f < -2 \quad \dots (4)$$

$$2.1 < g_3 / f < 2.9 \quad \dots (5)$$

$$0.7 < |g_2 / g_3| < 1.5 \quad \dots (6)$$

$$0.3 < |g_1 / g_2| < 0.5 \quad \dots (7)$$

ここで、 $g_1$ は第1レンズ群の焦点距離であり、 $g_2$ は第2レンズ群の焦点距離であり、 $g_3$ は第3レンズ群の焦点距離である。

【0023】

条件式(3)～(5)は、高解像な対物光学系を実現するのに必要となる条件式である。

条件式(3)の下限を下回ると、球面収差の発生量が特に拡大観察時に大きくなってしまふ。また、通常観察時の像面湾曲がアンダーに倒れ好ましくない。また、条件式(3)の上限を超えると、拡大観察時の像面が画面中央付近でアンダーに、画面周辺部ではオーバーにそれぞれ大きく曲がってしまう。

【0024】

条件式(4)の下限を下回ると、軸上色収差、倍率色収差共に大きくなる。また、条件式(4)の上限を超えると、像面がアンダーに倒れ解像力低下が著しくなる。

条件式(5)は通常観察状態と拡大観察状態での像面変動を抑えるための条件式であり、条件式の範囲を超えると、画面最周辺部での像面変動が大きくなる。つまり、条件式(5)の下限を下回ると、通常観察時にはアンダーに、拡大観察時にはオーバーとなる。また、条件式(5)の上限を超えると通常観察時にオーバーに拡大観察時にはアンダーになる。

【0025】

また、条件式(6)、(7)は、条件式(3)～(5)と同様に高解像な対物光学系を実現するのに必要となる条件式であると共に光学系の小型化にも寄与する条件式である。

高画素撮像素子に対応した光学系においては、色収差補正が重要となるが、条件式(6)は条件式(4)と共に、主に倍率色収差補正に関するものである。

条件式(6)の下限を下回ると、 $f$ 線の倍率色収差がオーバー側に大きくなり、拡大観察では、 $c$ 線もアンダー側に大きくなる。また、第3レンズ群の焦点距離が大きくなるためレンズ系のバックフォーカス及びレンズ全長が長くなり結果として大型化を招く。レンズ系の全長が長くなることは、すなわち内視鏡先端部の硬質長が長くなることを意味するので、挿入時の患者の負担も大きくなり好ましくない。

条件式(6)の上限を超えると、特に通常観察において $c$ 線がオーバーに $f$ 線がアンダーに大きくなる。

【0026】

条件式(7)は、球面収差、コマ収差、軸上色収差補正に関するものである。

条件式(7)の下限を下回ると、球面収差が補正不足となる。特に倍率の大きくなる近接拡大時に球面収差の発生が大きくなると、拡大した画像にもかかわらず高解像の画像が得られなくなってしまうばかりでなく、コマフレアの要因にもなりかねない。

条件式(7)の上限を超えると、通常観察から拡大観察までの $f$ 線、さらには $g$ 線においての軸上色収差が大きくなる。さらには、色収差の変動が大きくなる。特に倍率色収差の発生量が大きくなるので、色にじみの原因にもなる。また、第1レンズ群の焦点距離が大きくなることで、レンズ系全体の大型化を招く。

【0027】

条件式(8)、(9)は、以下のように定められ、画角に関する条件式である。

10

20

30

40

50

$$w_1 > 7.5 \quad \dots (8)$$

$$w_2 < 5.5 \quad \dots (9)$$

ただし、 $w_1$  は通常観察時の半画角であり、 $w_2$  は拡大観察時の半画角である。

【0028】

条件式(8)は、通常観察時の半画角に係る条件式である。例えば、大腸観察における嚥裏の病変部の見逃し低減のため、広角化した内視鏡光学系の要望が強く、 $w_1$  が条件式(8)の範囲となることが望ましい。

条件式(9)は、拡大観察時の半画角に係る条件式である。拡大観察時は被写体に近接しての観察となるため照明の配光ムラが生じやすいため、光学系としては狭角であることが望ましく、 $w_2$  が条件式(9)の範囲となることが望ましい。

10

【0029】

条件式(10)は、以下のように定められ、光学系の小型化と倍率に関する条件式である。

$$1.0 < l_{t1} / f / (2 / 1) < 1.8 \quad \dots (10)$$

ただし、 $l_{t1}$  は光学系全長(第1レンズ物体側面から撮像面までの距離)であり、1は通常観察状態ベスト物点距離での倍率であり、2は拡大観察状態ベスト物点距離での倍率である。

【0030】

条件式(10)の満たすことにより、光学系全長を大型化する必要がなくなり、倍率の変化を十分に得つつ、小型化を実現することができる。

20

また、条件式(10)の上限を超えると、通常観察時と拡大観察時の倍率変化が小さくなるため、拡大内視鏡としては近接した際の倍率が物足りないものとなる。

【0031】

また、高画素撮像素子は以下の条件式(11)を満足していることが好ましい。

$$0.4 < IH / p / 1000 < 0.7 \quad \dots (11)$$

ただし、IHは最大像高であり、pは画素ピッチである。

【0032】

条件式(11)の下限を下回ると、撮像素子のピッチが大きく高画素の撮像素子とは言い難い。条件式(11)の上限を超えると、より高画素化となるが、回折の影響を受けやすくなり必要な被写界深度が得られない。

30

【0033】

さらに、最終レンズの後面における最大光線高は、以下の条件式(12)を満足することが好ましい。

$$0.5 < h_2 / h_1 < 1.2 \quad \dots (12)$$

ただし、 $h_2$  は拡大観察時の最終面における最大光線高であり、 $h_1$  は通常観察時の最終面における最大光線高である。

【0034】

条件式(12)を満たさない場合には、撮像素子への入射角度が所定の範囲に入らず、周辺光量低下を招く要因になる。

特に条件式(12)の下限を下回ると、拡大観察時の周辺減光が著しいものとなり好ましくない。条件式(12)の上限を超えると、通常観察時の第3群での光線高が高くなり、レンズ径が大型化してしまう。レンズ径が大型化することによって内視鏡の先端径が小さくなると、挿入時にスムーズな動作が難しくなり、患者の負担増となる。

40

なお、レンズ径の小型化のためには、条件式(12)の上限は下記のように限定するとさらに好ましい。

$$0.5 < h_2 / h_1 < 0.85 \quad \dots (12)'$$

【0035】

第1レンズ群のレンズ径の小型化のためには、下記条件式(13)を満足することが好ましい。

$$0.5 < E_{np} / f < 1.5 \quad \dots (13)$$

50

ただし、 $E_{np}$  は通常観察時の入射瞳位置である。

【0036】

条件式(13)の下限を下回ると、入射瞳に対し全系の焦点距離が大きくなり、画角を確保するために大きなディストーションを発生させることとなり、画面中心と周辺の倍率の差が大きくなりすぎ好ましくない。

条件式(13)の上限を超えると、第1レンズ径が大きくなり、対物光学系の大型化を招く。

なお、更なる対物レンズの小型化のためには、条件式(13)の上限を下記のように限定するとより好ましい。

$$0.5 < E_{np} / f < 1.0 \quad \dots (13)'$$

10

【0037】

このように構成された本実施形態に係る対物光学系によれば、物体側から像側へ順に、正の第1レンズ群G1、負の第2レンズ群G2、正の第3レンズ群G3を備え、第1レンズ群G1が、物体側から像側へ順に、負の第1レンズL1と正の第2レンズL2とを有し、合焦点の際に物点距離の変化に対して前記第2レンズ群G2を移動させ、上記条件式(1)及び条件式(2)を満たすように構成される。これにより、拡大観察時に移動させるレンズ群を特定すると共にその移動量を制限し、全系の焦点距離を適切に保つことができる。従って、所望の深度を確保すると共にレンズ系を小型化、高性能化することができる。

【0038】

20

第2レンズL2が、物体側が凹面である正メニスカスレンズであることが好ましく、このようにすることで、前側焦点位置が像面側に位置することになるため、近距離物点の観察時にも倍率を必要以上に大きくすることなく、深度を拡大させることができる。

【実施例】

【0039】

続いて、上述した実施形態に係る対物光学系の実施例1～実施例5について、図2～図21を参照して説明する。各実施例に記載のレンズデータにおいて、 $r$  は曲率半径(単位mm)、 $d$  は面間隔(mm)、 $N_e$  はe線に対する屈折率、 $V_d$  は、d線に対するアッベ数を示している。

【0040】

30

(実施例1)

本発明の実施例1に係る対物光学系の構成を図2に示す。なお、図2において、(A)は通常観察状態を、(B)は中間状態を、(C)は拡大観察状態を示している。また、本実施例に係る対物光学系の通常観察状態の収差曲線図を図3に、中間状態の収差曲線図を図4に、拡大観察状態の収差曲線図を図5に示す。

本発明の実施例1に係る対物光学系のレンズデータを以下に示す。

【0041】

レンズデータ

面番号	$r$	$d$	$N_e$	$V_d$
1		0.38	1.88815	40.76
2	1.363	0.85		
3		0.31	1.51564	75.00
4		1.45		
5	-5.355	1.05	1.65222	33.79
6	-2.355	0.03		
7	4.019	0.98	1.77621	49.60
8	-3.296	0.30	1.93429	18.90
9	-19.843	D9		
10	明るさ絞り	0.01		
11		0.28	1.48915	70.23

40

50



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

10

## 【0042】

各種データ	通常観察	中間	拡大観察
焦点距離	1 . 7 0	1 . 8	1 . 8 5
F n o	7 . 0 9	8 . 0 9	8 . 1 5
物点距離	1 8 . 0	4 . 0	2 . 0
D 9	0 . 3 2	0 . 8 5	1 . 3 8
D 1 3	1 . 6 4	1 . 1 1	0 . 5 8

## 【0043】

20

(実施例2)

本発明の実施例2に係る対物光学系の構成を図6に示す。なお、図6において、(A)は通常観察状態を、(B)は中間状態を、(C)は拡大観察状態を示している。また、本実施例に係る対物光学系の通常観察状態の収差曲線図を図7に、中間状態の収差曲線図を図8に、拡大観察状態の収差曲線図を図9に示す。

本発明の実施例2に係る対物光学系のレンズデータを以下に示す。

## 【0044】

レンズデータ

面番号	r	d	N e	V d
1		0 . 3 8	1 . 8 8 8 1 5	4 0 . 7 6
2	1 . 3 9 6	0 . 8 5		
3		0 . 3 1	1 . 5 1 5 6 4	7 5 . 0 0
4		1 . 4 5		
5	- 4 . 1 0 0	1 . 0 5	1 . 5 1 9 7 7	5 2 . 4 3
6	- 2 . 2 5 5	0 . 0 3		
7	3 . 7 5 9	0 . 9 8	1 . 7 7 6 2 1	4 9 . 6 0
8	- 3 . 7 5 9	0 . 3 0	1 . 9 3 4 2 9	1 8 . 9 0
9	- 1 0 . 3 4 1	D 9		
10	明るさ絞り	0 . 0 1 8		
11		0 . 2 7 4	1 . 4 8 9 1 5	7 0 . 2 3
12	1 . 4 1 6	0 . 3 1 3	1 . 5 9 6 6 7	3 5 . 3 1
13	1 . 7 6 0	D 1 3		
14	3 . 8 6 5	1 . 4 9 4	1 . 4 8 9 1 5	7 0 . 2 3
15	- 3 . 8 6 5	0 . 0 3 9		
16	6 . 2 2 4	1 . 5 5 2	1 . 4 8 9 1 5	7 0 . 2 3
17	- 2 . 9 4 4	0 . 4 1 1	1 . 9 3 4 2 9	1 8 . 9 0
18	- 1 3 . 8 2 3	0 . 3 5 0		
19		0 . 3 9 0	1 . 5 2 4 9 8	5 9 . 8 9
20		0 . 9 0 6		
21		1 . 0 0 0	1 . 5 1 8 2 5	6 4 . 1 4

30

40

50

2 2    0 . 5 7 0                    1 . 5 1 8 2 5                    6 4 . 1 4  
 2 3    撮 像 面

【 0 0 4 5 】

各種データ	通常観察	中 間	拡大観察
焦点距離	1 . 6 9	1 . 7 6	1 . 8 0
F n o	7 . 7 7	8 . 2 2	8 . 3 8
物点距離	1 7 . 6	3 . 3	2 . 0 5
D 9	0 . 3 1 3	0 . 6 6 4	1 . 0 2 7
D 1 3	1 . 5 9 2	0 . 9 6 8	0 . 6 0 5

【 0 0 4 6 】

10

( 実施例 3 )

本発明の実施例 3 に係る対物光学系の構成を図 1 0 に示す。なお、図 1 0 において、( A ) は通常観察状態を、( B ) は中間状態を、( C ) は拡大観察状態を示している。また、本実施例に係る対物光学系の通常観察状態の収差曲線図を図 1 1 に、中間状態の収差曲線図を図 1 2 に、拡大観察状態の収差曲線図を図 1 3 に示す。

本発明の実施例 3 に係る対物光学系のレンズデータを以下に示す。

【 0 0 4 7 】

レンズデータ

面番号	r	d	N e	V d
1		0 . 3 6 5	1 . 8 8 8 1 5	4 0 . 7 6
2	1 . 3 9 0	0 . 7 0 0		
3		0 . 6 0 0	1 . 5 1 5 0 0	7 5 . 0 0
4		1 . 0 3 4		
5	- 2 . 7 9 6	1 . 1 8 4	1 . 5 1 9 7 7	5 2 . 4 3
6	- 2 . 2 7 7	0 . 0 2 9		
7	3 . 9 2 1	1 . 0 0 5	1 . 7 7 6 2 1	4 9 . 6 0
8	- 3 . 2 5 9	0 . 2 7 5	1 . 9 3 4 2 9	1 8 . 9 0
9	- 7 . 3 3 5	D 9		
1 0	明るさ絞り	0 . 0 2 5		
1 1	6 . 1 5 5	0 . 2 7 5	1 . 4 8 9 1 5	7 0 . 2 3
1 2	1 . 5 9 1	0 . 3 1 4	1 . 5 9 6 6 7	3 5 . 3 1
1 3	1 . 7 2 6	D 1 3		
1 4	3 . 3 9 5	1 . 4 3 1	1 . 4 9 8 4 6	8 1 . 5 4
1 5	- 4 . 3 5 3	0 . 0 3 9		
1 6	2 4 . 3 9 8	1 . 5 6 9	1 . 4 8 9 1 5	7 0 . 2 3
1 7	- 2 . 2 9 3	0 . 3 9 2	1 . 9 3 4 2 9	1 8 . 9 0
1 8	- 6 . 1 1 7	0 . 1 0 0		
1 9		0 . 4 0 0	1 . 5 2 4 9 8	5 9 . 8 9
2 0		0 . 6 0 0		
2 1		1 . 0 0 0	1 . 5 1 8 2 5	6 4 . 1 4
2 2		0 . 6 4 0	1 . 5 0 8 0 1	6 0 . 0 0

20

30

40

2 3    撮 像 面

【 0 0 4 8 】

各種データ	通常観察	中 間	拡大観察
焦点距離	1 . 6 1	1 . 6 7	1 . 7 0
F n o	8 . 1 0	8 . 0 2	7 . 9 3
物点距離	1 7 . 0	3 . 8	1 . 8 3
D 9	0 . 3 0	0 . 9 0 5	1 . 5 5 5
D 1 3	1 . 8 0	1 . 1 9 5	0 . 5 4 5

【 0 0 4 9 】

50

## (実施例 4)

本発明の実施例 4 に係る対物光学系の構成を図 1 4 に示す。なお、図 1 4 において、( A ) は通常観察状態を、( B ) は中間状態を、( C ) は拡大観察状態を示している。また、本実施例に係る対物光学系の通常観察状態の収差曲線図を図 1 5 に、中間状態の収差曲線図を図 1 6 に、拡大観察状態の収差曲線図を図 1 7 に示す。

本発明の実施例 4 に係る対物光学系のレンズデータを以下に示す。

## 【 0 0 5 0 】

## レンズデータ

面番号	r	d	N e	V d	
1		0 . 4 1	1 . 8 8 8 1 5	4 0 . 7 6	10
2	1 . 5 8 0	0 . 6 6			
3		0 . 6 0	1 . 5 2 3 0 0	6 5 . 1 3	
4		0 . 5 2			
5	- 2 . 4 3 5	1 . 5 9	1 . 7 5 4 5 3	3 5 . 3 3	
6	- 2 . 8 3 8	0 . 0 3			
7	5 . 0 6 4	1 . 2 1	1 . 7 7 6 2 1	4 9 . 6 0	
8	- 2 . 7 6 7	0 . 3 0	1 . 9 3 4 2 9	1 8 . 9 0	
9	- 5 . 3 5 8	D 9			
1 0	明るさ絞り	0 . 0 3			
1 1		0 . 3 2	1 . 4 8 9 1 5	7 0 . 2 3	20
1 2	1 . 8 3 8	0 . 4 3	1 . 5 9 6 6 7	3 5 . 3 1	
1 3	2 . 3 5 5	D 1 3			
1 4	5 . 5 8 0	1 . 5 1	1 . 4 8 9 1 5	7 0 . 2 3	
1 5	- 3 . 5 0 9	0 . 0 4			
1 6	6 . 7 3 3	2 . 2 6	1 . 4 8 9 1 5	7 0 . 2 3	
1 7	- 2 . 4 3 6	0 . 3 6	1 . 9 3 4 2 9	1 8 . 9 0	
1 8	- 7 . 4 1 1	0 . 1 8			
1 9		0 . 4 0	1 . 5 2 5 1 0	5 8 . 5 0	
2 0		0 . 7 5			
2 1		1 . 0 0	1 . 5 1 8 2 5	6 4 . 1 4	30
2 2		0 . 6 4	1 . 5 1 8 2 5	6 4 . 1 4	
2 3	撮像面				

## 【 0 0 5 1 】

各種データ	通常観察	中 間	拡大観察
焦点距離	1 . 6 6	1 . 9 0	1 . 9 6
F n o	7 . 7 3	8 . 0 1	8 . 1 3
物点距離	1 6 . 3	3 . 4 5	2 . 4 8
D 9	0 . 3 3	1 . 4 6	1 . 9 4
D 1 3	2 . 1 3	1 . 0 0	0 . 5 2

## 【 0 0 5 2 】

## (実施例 5)

本発明の実施例 5 に係る対物光学系の構成を図 1 8 に示す。なお、図 1 8 において、( A ) は通常観察状態を、( B ) は中間状態を、( C ) は拡大観察状態を示している。また、本実施例に係る対物光学系の通常観察状態の収差曲線図を図 1 9 に、中間状態の収差曲線図を図 2 0 に、拡大観察状態の収差曲線図を図 2 1 に示す。

本発明の実施例 5 に係る対物光学系のレンズデータを以下に示す。

## 【 0 0 5 3 】

## レンズデータ

面番号	r	d	N e	V d	
1		0 . 3 7	1 . 8 8 8 1 5	4 0 . 7 6	50

2	1 . 4 6 7	0 . 8 2			
3		0 . 3 0	1 . 5 1 5 6 4	7 5 . 0 0	
4		1 . 3 1			
5	- 3 . 4 3 0	1 . 0 4	1 . 5 1 9 7 7	5 2 . 4 3	
6	- 2 . 4 0 0	0 . 0 3			
7	3 . 2 4 5	0 . 3 1	1 . 9 3 4 2 9	1 8 . 9 0	
8	1 . 9 5 5	0 . 9 1	1 . 7 7 6 2 1	4 9 . 6 0	
9	- 1 1 . 1 7 4	D 9			
1 0	明るさ絞り	0 . 0 2			
1 1		0 . 2 7	1 . 4 8 9 1 5	7 0 . 2 3	10
1 2	1 . 3 6 6	0 . 3 1	1 . 5 9 6 6 7	3 5 . 3 1	
1 3	1 . 8 2 2	D 1 3			
1 4	3 . 3 6 3	1 . 4 2	1 . 4 8 9 1 5	7 0 . 2 3	
1 5	- 6 . 4 1 1	0 . 0 4			
1 6	4 . 6 4 4	1 . 9 4	1 . 4 8 9 1 5	7 0 . 2 3	
1 7	- 2 . 4 8 4	0 . 4 1	1 . 9 3 4 2 9	1 8 . 9 0	
1 8	- 1 0 . 7 5 7	0 . 2 0			
1 9		0 . 3 8	1 . 5 2 4 9 8	5 9 . 8 9	
2 0		0 . 7 4			
2 1		0 . 8 0	1 . 5 1 8 2 5	6 4 . 1 4	20
2 2		0 . 6 0	1 . 5 1 8 2 5	6 4 . 1 4	
2 3	撮像面				

## 【 0 0 5 4 】

各種データ	通常観察	中間	拡大観察
焦点距離	1 . 7 1	1 . 8 4	1 . 8 7
F n o	7 . 8 0	7 . 9 6	8 . 0 5
物点距離	1 7 . 4	3 . 2 8	2 . 0 2
D 9	0 . 3 1	1 . 0 1	1 . 4 3
D 1 3	1 . 9 5	1 . 2 5	0 . 8 3

## 【 0 0 5 5 】

なお、上記した実施例 1 ~ 実施例 5 の構成における上記条件式 ( 1 ) ~ ( 1 3 ) の数値を表 1 に示す。

【 表 1 】

条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
(1)	-3.69	-5.13	-8.47	-18.34	-6.92
(2)	0.62	0.59	0.78	0.97	0.66
(3)	1.07	1.05	1.18	1.43	1.09
(4)	-2.53	-2.3	-3.37	-3.15	-2.4
(5)	2.39	2.32	2.66	2.42	2.3
(6)	1.06	0.99	1.27	1.3	1.04
(7)	0.42	0.45	0.35	0.45	0.45
(8)	82.51	82.6	81.08	79.04	80.93
(9)	48.69	48.09	49.9	45.3	46.21
(10)	1.22	1.23	1.25	1.58	1.22
(11)	0.58	0.57	0.55	0.6	0.57
(12)	0.79	0.79	0.79	0.78	0.79
(13)	0.79	0.8	0.81	0.82	0.81

10

20

30

【 0 0 5 6 】

〔 付記項 〕

下記条件式のうち、何れかを満たす請求項1又は請求項2に記載の対物光学系。

$$0.95 < g_1 / f < 1.65 \quad \dots (3)$$

$$-4 < g_2 / f < -2 \quad \dots (4)$$

$$2.1 < g_3 / f < 2.9 \quad \dots (5)$$

$$0.7 < |g_2 / g_3| < 1.5 \quad \dots (6)$$

$$0.3 < |g_1 / g_2| < 0.5 \quad \dots (7)$$

$$w_1 > 75 \quad \dots (8)$$

$$w_2 < 55 \quad \dots (9)$$

$$1.0 < |t_1 / f| / (2 / 1) < 1.8 \quad \dots (10)$$

$$0.4 < IH / p / 1000 < 0.7 \quad \dots (11)$$

$$0.5 < h_2 / h_1 < 1.2 \quad \dots (12)$$

$$0.5 < Enp / f < 1.5 \quad \dots (13)$$

40

【 0 0 5 7 】

50

ただし、 $g_1$  は第 1 レンズ群の焦点距離であり、 $g_2$  は第 2 レンズ群の焦点距離であり、 $g_3$  は第 3 レンズ群の焦点距離である。

$w_1$  は通常観察時の半画角であり、 $w_2$  は拡大観察時の半画角である。

$l_{t1}$  は光学系全長（第 1 レンズ物体側面から撮像面までの距離）であり、 $\beta_1$  は通常観察状態ベスト物点距離での倍率であり、 $\beta_2$  は拡大観察状態ベスト物点距離での倍率である。

$I_H$  は、最大像高であり、 $p$  は画素ピッチであり、 $h_2$  は拡大観察時の最終面における最大光線高であり、 $h_1$  は通常観察時の最終面における最大光線高であり、 $E_{np}$  は通常観察時の入射瞳位置である。

【符号の説明】

10

【0058】

G 1 第 1 レンズ群

G 2 第 2 レンズ群

G 3 第 3 レンズ群

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

L 6 第 6 レンズ

L 7 第 7 レンズ

L 8 第 8 レンズ

L 9 第 9 レンズ

CL 1 接合レンズ

CL 2 接合レンズ

CL 3 接合レンズ

S 明るさ絞り

F 1 平行平板

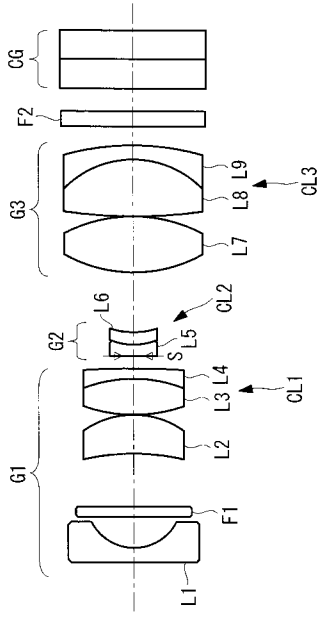
F 2 平行平板

CG カバーガラス

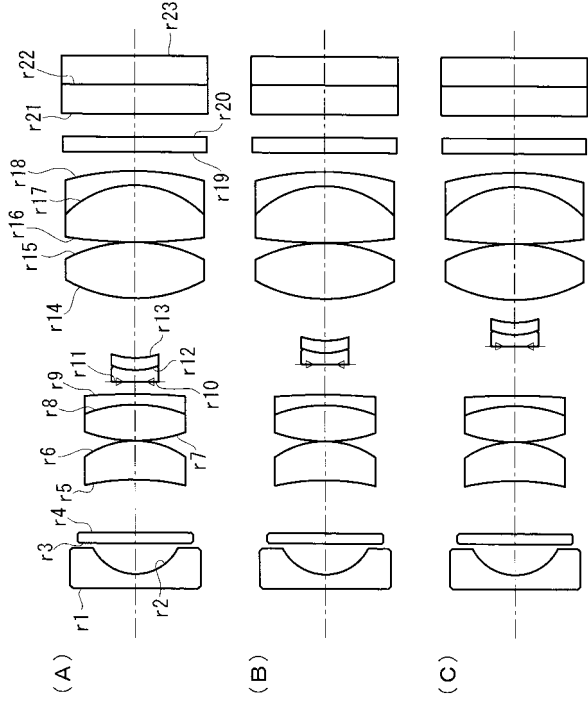
20

30

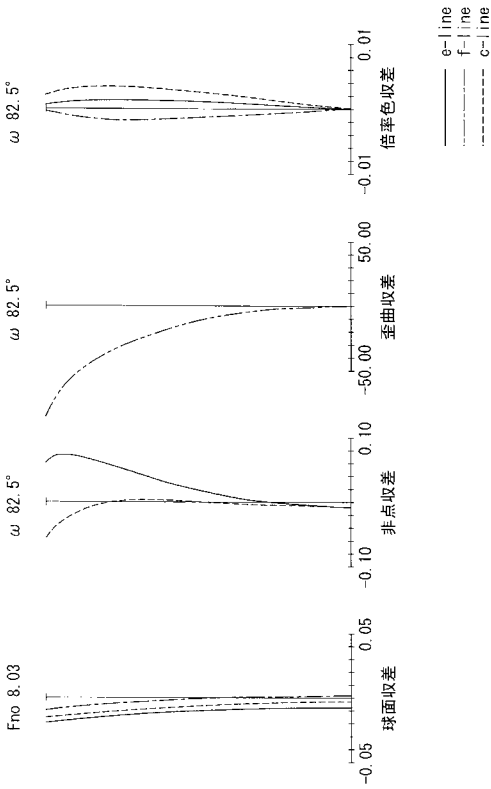
【图 1】



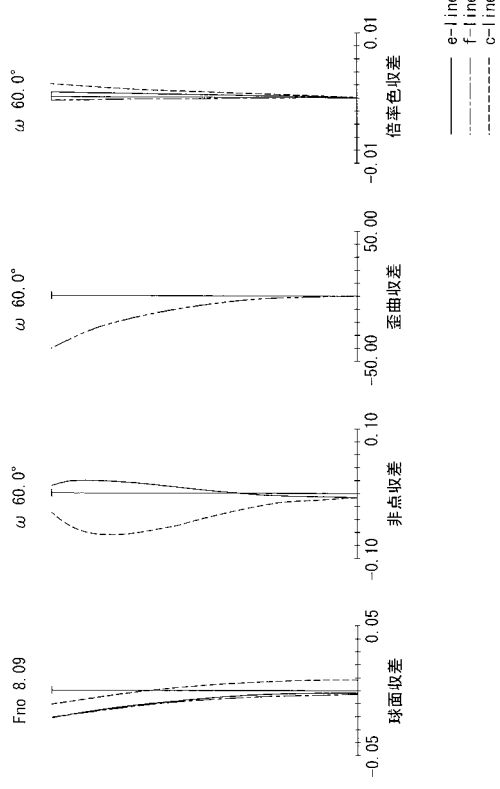
【图 2】



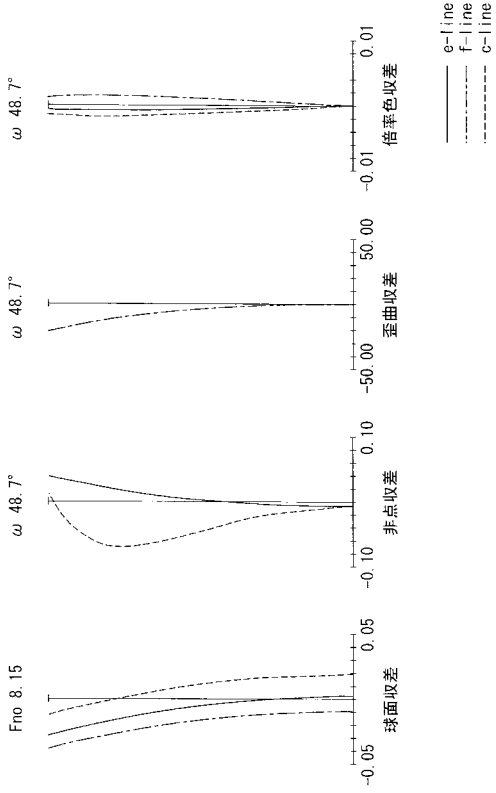
【图 3】



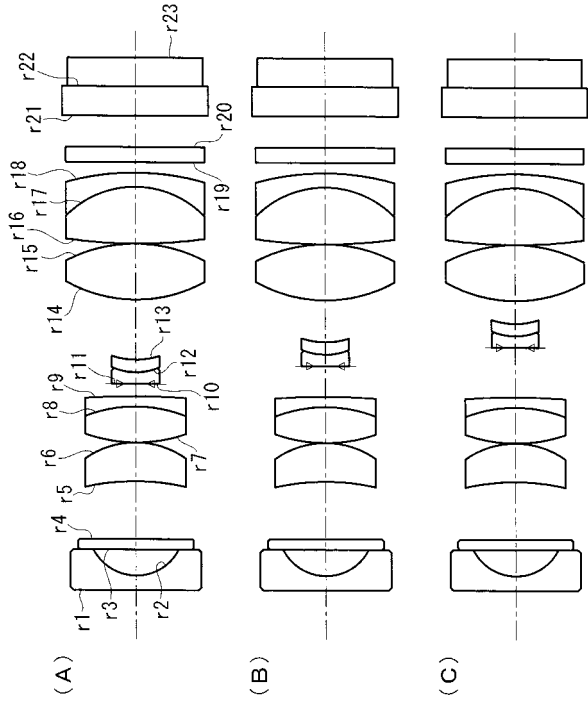
【图 4】



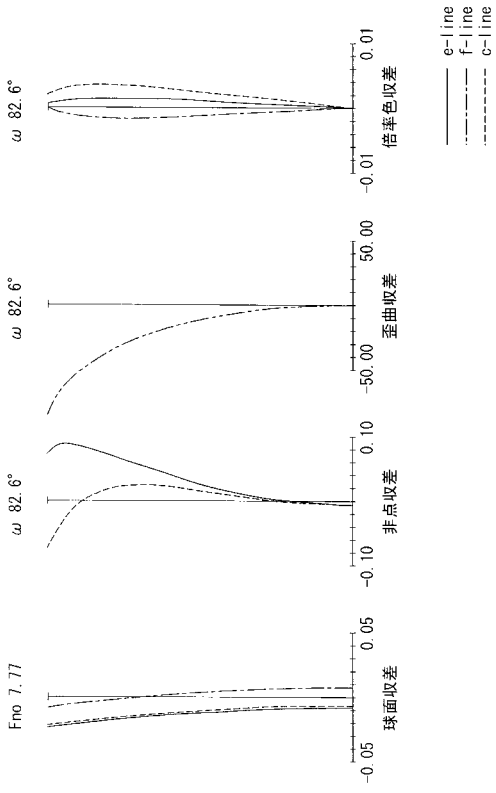
【图 5】



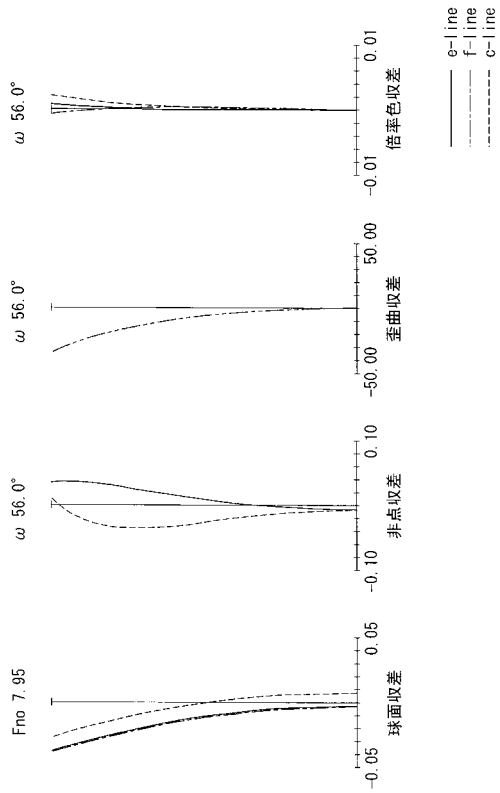
【图 6】



【图 7】

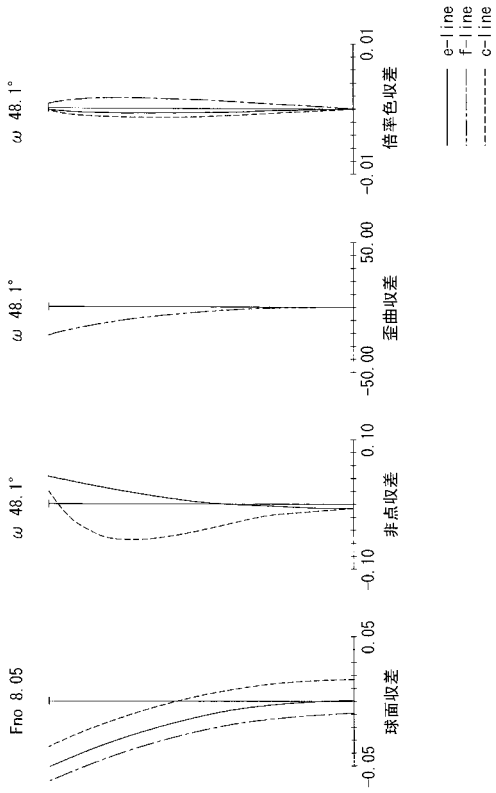


【图 8】

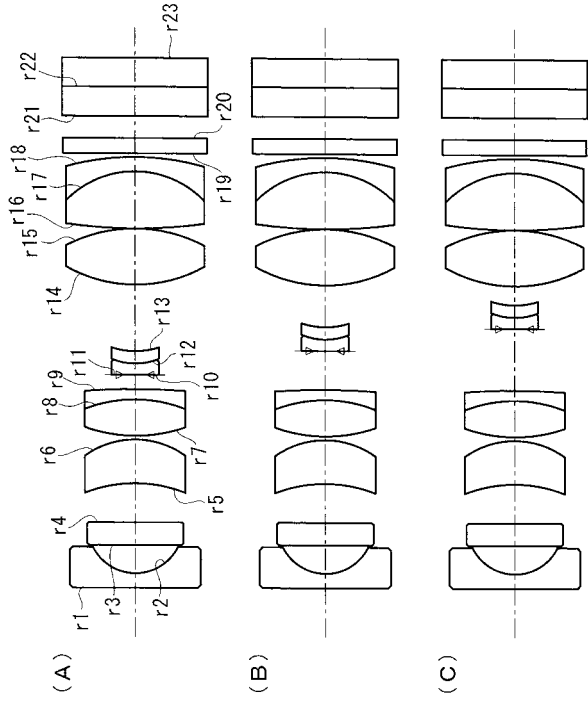




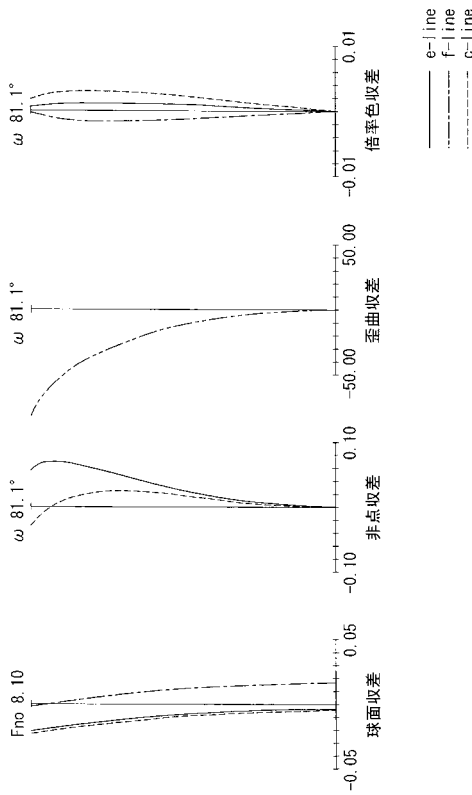
【图 9】



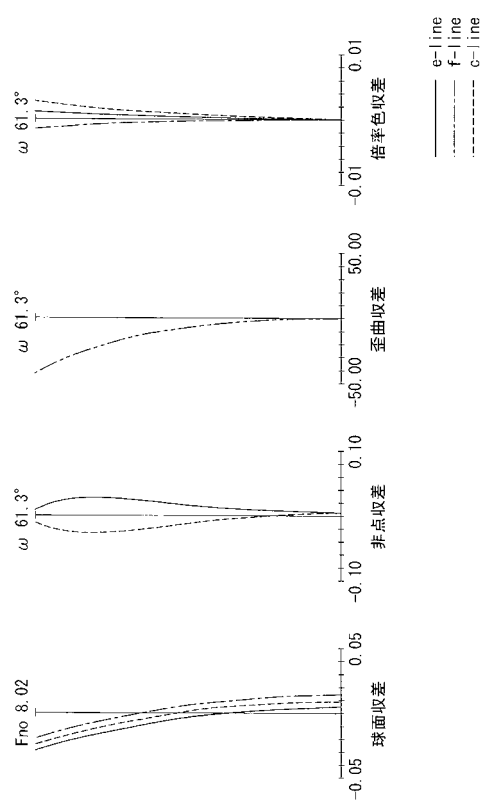
【图 10】



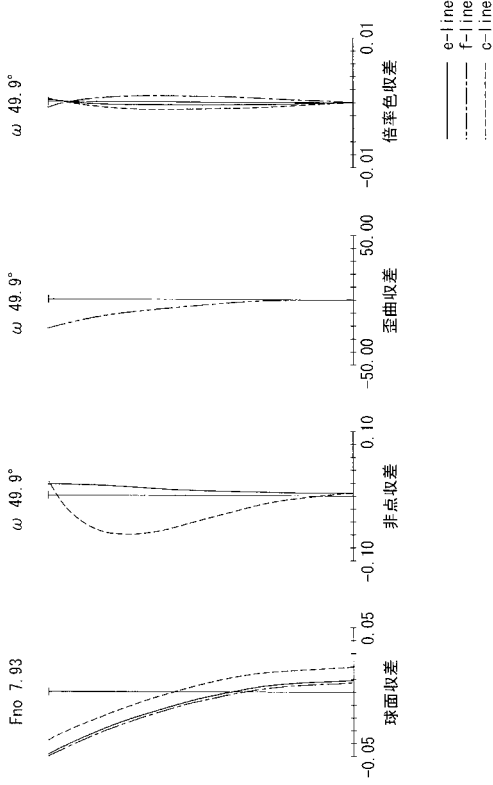
【图 11】



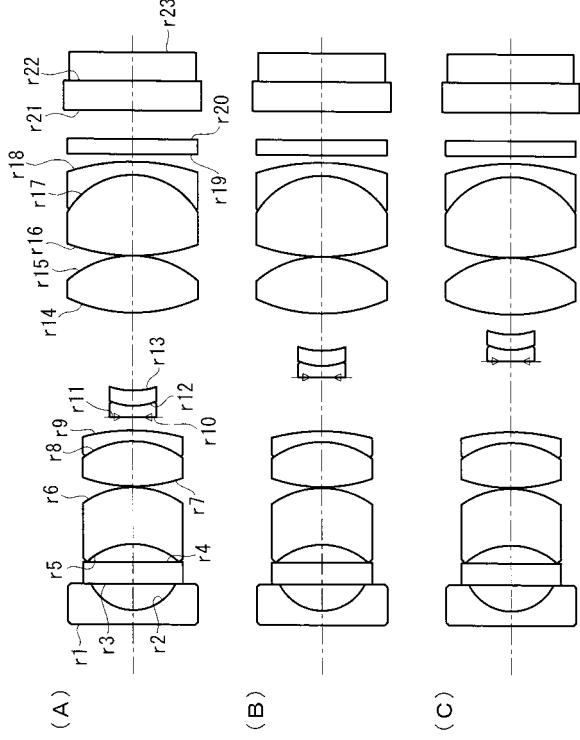
【图 12】



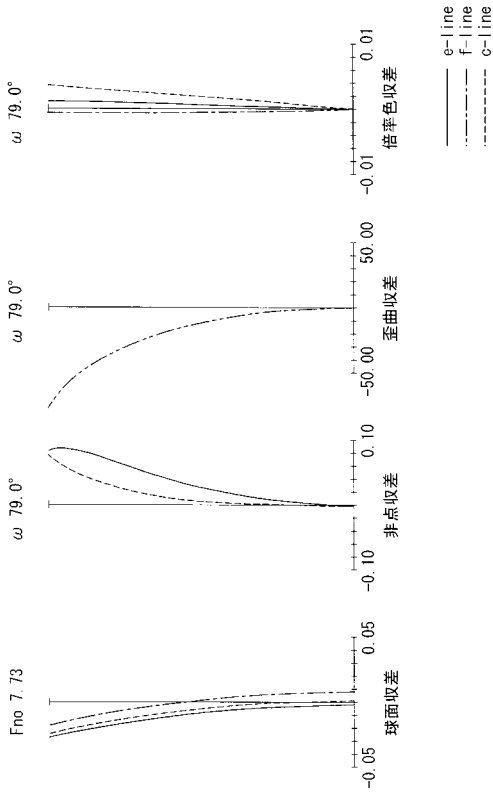
【 図 1 3 】



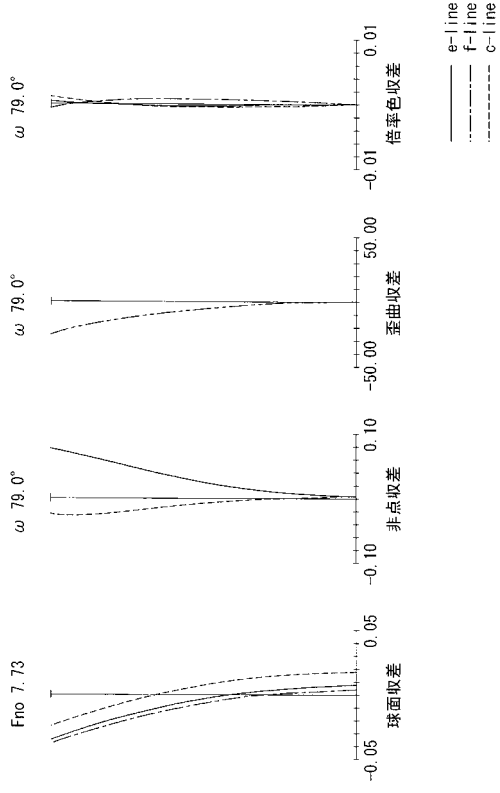
【 図 1 4 】



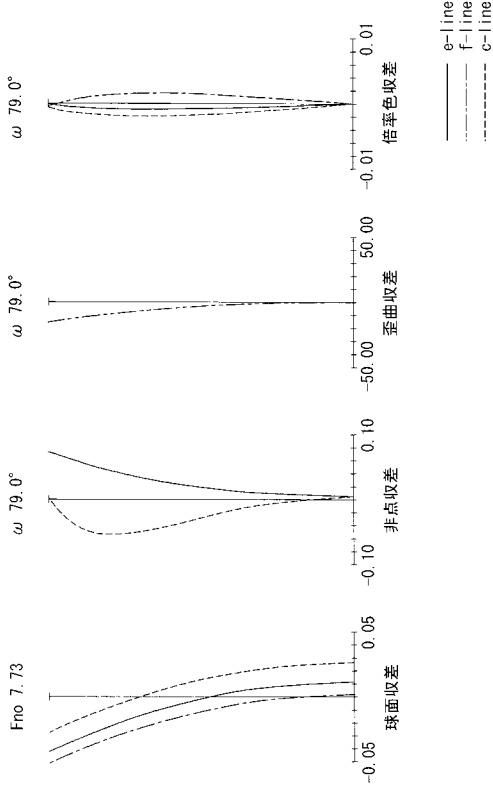
【 図 1 5 】



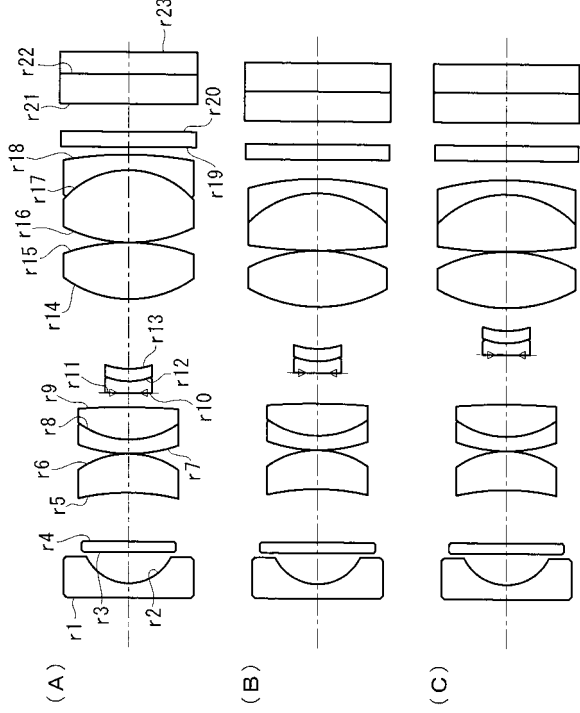
【 図 1 6 】



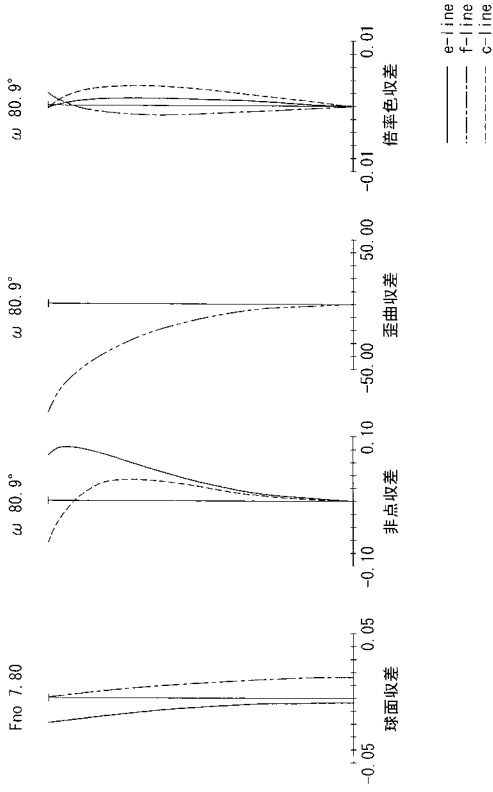
【图 17】



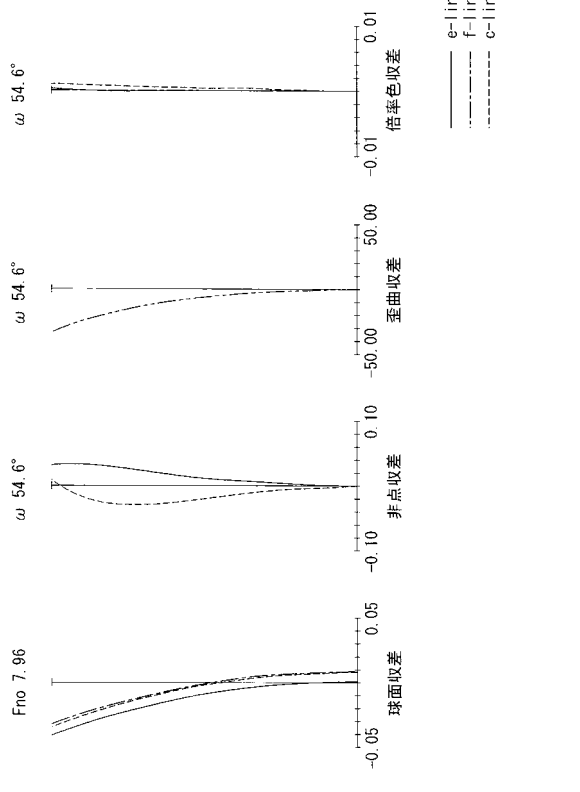
【图 18】



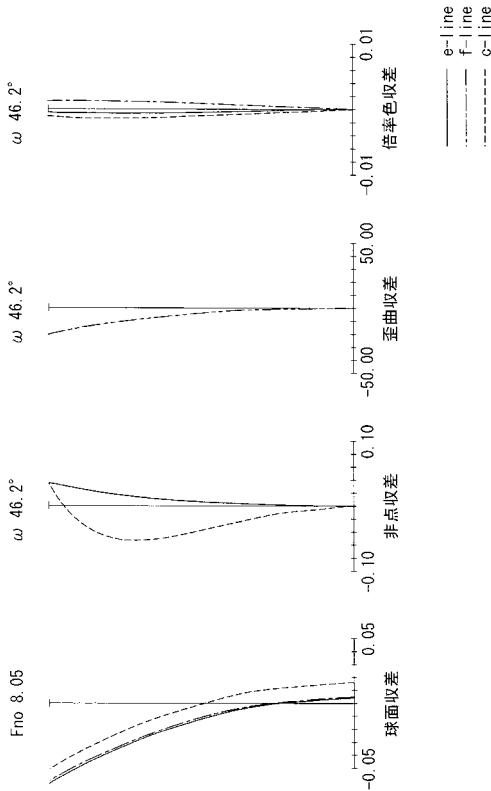
【图 19】



【图 20】



【 図 2 1 】



## 【 手続補正書 】

【 提出日 】平成26年10月22日 (2014.10.22)

## 【 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 】

物体側から像側へ順に、正の光学的パワーを有する第1レンズ群、負の光学的パワーを有する第2レンズ群、正の光学的パワーを有する第3レンズ群からなり、

前記第1レンズ群が、物体側から像側へ順に、負の光学的パワーを有する第1レンズと正の光学的パワーを有する第2レンズとを有し、

物点距離の変化に対して前記第2レンズ群を移動させて合焦し、以下の条件式(1)及び(2)を満たす対物光学系。

$$-1.9 < f_2 / f_1 < -3.5 \quad \dots (1)$$

$$0.5 < v / f < 1.1 \quad \dots (2)$$

ただし、 $f_2$  は第2レンズの焦点距離であり、 $f_1$  は第1レンズの焦点距離である。

また、 $v$  は第2レンズ群の移動量であり、 $f$  は最遠景観察時における全系の焦点距離である。

【 請求項 2 】

前記第2レンズが、物体側が凹面である正メニスカスレンズである請求項1記載の対物光学系。

【 手続補正 2 】

【 補正対象書類名 】明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 0

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 0 】

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。

本発明の一態様は、物体側から像側へ順に、正の光学的パワーを有する第1レンズ群、負の光学的パワーを有する第2レンズ群、正の光学的パワーを有する第3レンズ群からなり、前記第1レンズ群が、物体側から像側へ順に、負の光学的パワーを有する第1レンズと正の光学的パワーを有する第2レンズとを有し、物点距離の変化に対して前記第2レンズ群を移動させて合焦し、以下の条件式(1)及び(2)を満たす対物光学系である。

$$-1.9 < f_2 / f_1 < -3.5 \quad \dots (1)$$

$$0.5 < v / f < 1.1 \quad \dots (2)$$

ただし、 $f_2$ は第2レンズの焦点距離であり、 $f_1$ は第1レンズの焦点距離である。

また、 $v$ は第2レンズ群の移動量であり、 $f$ は最遠景観察時(通常観察時)における全系の焦点距離である。

【手続補正3】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 1 】

本態様によれば、物体側から像側へ順に、正の光学的パワーを有する第1レンズ群、負の光学的パワーを有する第2レンズ群、正の光学的パワーを有する第3レンズ群からなり、前記第1レンズ群が、物体側から像側へ順に、負の光学的パワーを有する第1レンズと正の光学的パワーを有する第2レンズとを有し、合焦点の際に物点距離の変化に対して前記第2レンズ群を移動させ、上記条件式を満たすように対物光学系が構成される。これにより、拡大観察時に移動させるレンズ群を特定すると共にその移動量を制限し、全系の焦点距離を適切に保つことができる。従って、所望の深度を確保すると共にレンズ系を小型化、高性能化することができる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 7

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 7 】

負の第2レンズ群G2は、物体側から順に、負の第5レンズL5と正の第6レンズL6とが接合された接合レンズCL2を有し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間に配置された明るさ絞りSと共に光軸に沿って移動する。

正の第3レンズ群G3は、物体側から順に、正の第7レンズL7、正の第8レンズL8及び負の第9レンズL9が接合された接合レンズCL3を有している。

そして、対物光学系の像面近傍には図示しない撮像素子が配置され、対物光学系と撮像光学系を構成している。撮像素子には、撮像面を保護するための平行平板F2及びカバーガラスCGが貼りつけられている。

【手続補正5】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 8 】

ここで、対物光学系は、以下の条件式を満足するように構成されている。

$$-1.9 < f_2 / f_1 < -3.5 \quad \dots (1)$$

$$0.5 < v / f < 1.1 \quad \dots (2)$$

ただし、 $f_2$  は第2レンズの焦点距離であり、 $f_1$  は第1レンズの焦点距離である。

また、 $v$  は第2レンズ群の移動量であり、 $f$  は最遠景観察時(通常観察時)における全系の焦点距離である。

【**手続補正6**】

【**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】

条件式(1)は、全系の焦点距離を適切にすることで深度確保を図るとともに、レンズ系の小型化、高性能化に寄与するものである。

このため、条件式(1)の下限を下回ると、第2レンズ群の焦点距離が大きくなると共に全系の焦点距離も大きくなるため、最遠景観察(通常観察)から拡大観察において深度が浅くなり、特に拡大観察時に必要な深度を確保することが困難となる。

また、条件式(1)の上限を超えると、第1レンズ群の焦点距離に対して第2レンズ群の焦点距離が小さくなり、レンズ系全長の小型化には有利にはなるものの、色収差の変動が大きくなる。特に倍率色収差の発生量が大きくなるので、色にじみの原因にもなる。

【**手続補正7**】

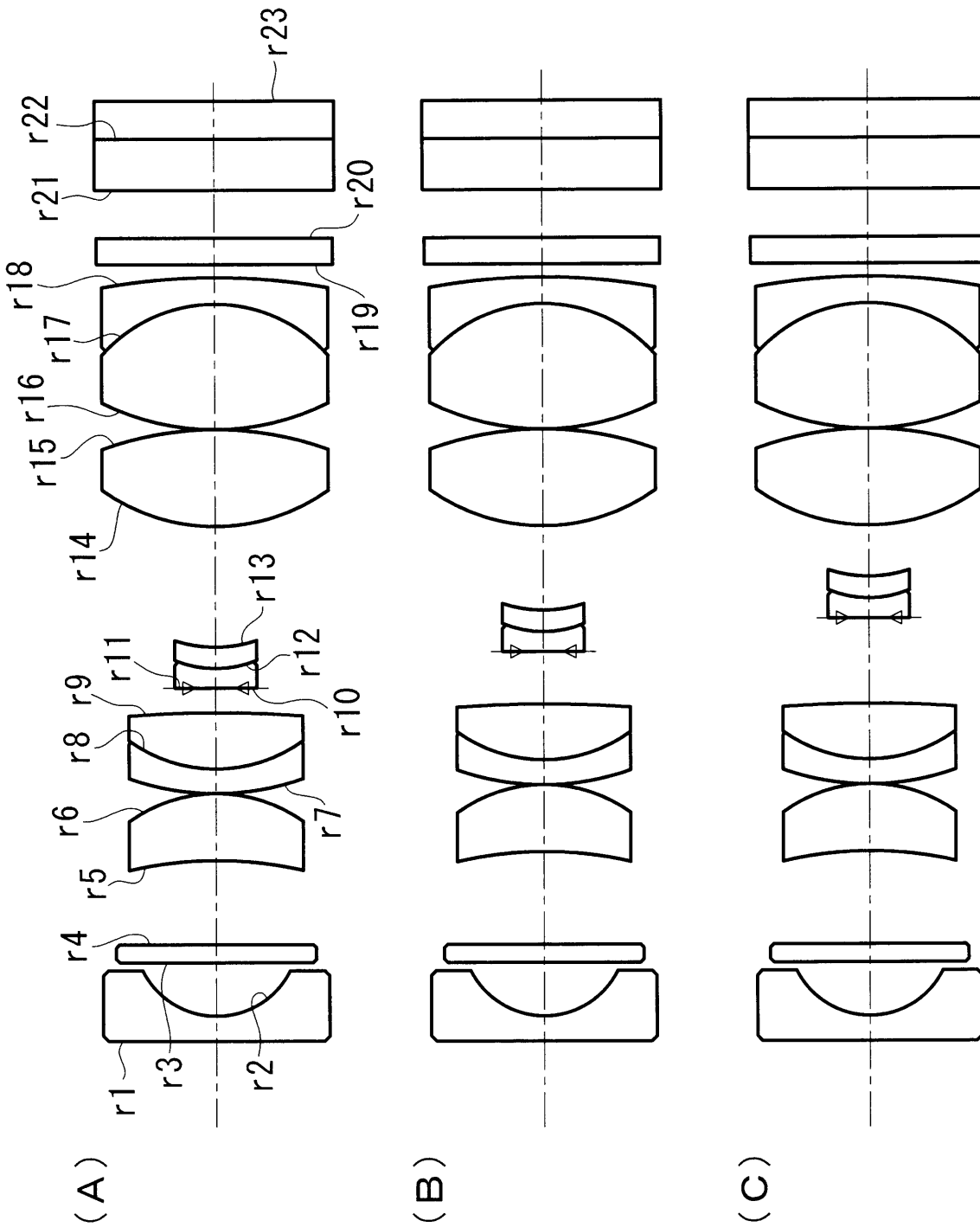
【**補正対象書類名**】図面

【**補正対象項目名**】図18

【**補正方法**】変更

【**補正の内容**】

【図18】



【手続補正書】

【提出日】平成27年3月6日(2015.3.6)

【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】請求項1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【請求項1】

物体側から像側へ順に、正の光学的パワーを有する第1レンズ群、負の光学的パワーを

有する第2レンズ群、正の光学的パワーを有する第3レンズ群からなり、

前記第1レンズ群が、物体側から像側へ順に、負の光学的パワーを有する第1レンズと正の光学的パワーを有する第2レンズとを有し、

物点距離の変化に対して前記第2レンズ群を移動させて合焦し、以下の条件式を満たす対物光学系。

$$-1.9 < f_2 / f_1 < -3.69$$

$$0.5 < v / f < 1.1$$

$$0.3 < |g_1 / g_2| < 0.5$$

ただし、 $f_2$ は第2レンズの焦点距離であり、 $f_1$ は第1レンズの焦点距離である。

また、 $v$ は第2レンズ群の移動量であり、 $f$ は最遠景観察時における全系の焦点距離である。また、 $g_1$ は第1レンズ群の焦点距離であり、 $g_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】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。

本発明の一態様は、物体側から像側へ順に、正の光学的パワーを有する第1レンズ群、負の光学的パワーを有する第2レンズ群、正の光学的パワーを有する第3レンズ群からなり、前記第1レンズ群が、物体側から像側へ順に、負の光学的パワーを有する第1レンズと正の光学的パワーを有する第2レンズとを有し、物点距離の変化に対して前記第2レンズ群を移動させて合焦し、以下の条件式を満たす対物光学系である。

$$-1.9 < f_2 / f_1 < -3.69$$

$$0.5 < v / f < 1.1$$

$$0.3 < |g_1 / g_2| < 0.5$$

ただし、 $f_2$ は第2レンズの焦点距離であり、 $f_1$ は第1レンズの焦点距離である。

また、 $v$ は第2レンズ群の移動量であり、 $f$ は最遠景観察時（通常観察時）における全系の焦点距離である。また、 $g_1$ は第1レンズ群の焦点距離であり、 $g_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

【手続補正書】

【提出日】平成27年6月10日(2015.6.10)

【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】請求項1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【請求項1】

物体側から像側へ順に、正の光学的パワーを有する第1レンズ群、負の光学的パワーを有する第2レンズ群、正の光学的パワーを有する第3レンズ群からなり、

前記第1レンズ群が、物体側から像側へ順に、負の光学的パワーを有する第1レンズと正の光学的パワーを有する第2レンズとを有し、

物点距離の変化に対して前記第2レンズ群を移動させて合焦し、以下の条件式を満たす対物光学系。

$$-1.9 < f_2 / f_1 < -3.69$$

$$0.5 < v / f < 1.1$$

$$0.3 < |g_1 / g_2| < 0.5$$

ただし、 $f_2$ は第2レンズの焦点距離であり、 $f_1$ は第1レンズの焦点距離である。



また、 $v$  は第 2 レンズ群の移動量であり、 $f$  は最遠景観察時における全系の焦点距離である。また、 $g_1$  は第 1 レンズ群の焦点距離であり、 $g_2$  は第 2 レンズ群の焦点距離である。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】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。

本発明の一態様は、物体側から像側へ順に、正の光学的パワーを有する第 1 レンズ群、負の光学的パワーを有する第 2 レンズ群、正の光学的パワーを有する第 3 レンズ群からなり、前記第 1 レンズ群が、物体側から像側へ順に、負の光学的パワーを有する第 1 レンズと正の光学的パワーを有する第 2 レンズとを有し、物点距離の変化に対して前記第 2 レンズ群を移動させて合焦し、以下の条件式を満たす対物光学系である。

$$-1.9 < f_2 / f_1 < -3.69$$

$$0.5 < v / f < 1.1$$

$$0.3 < |g_1 / g_2| < 0.5$$

ただし、 $f_2$  は第 2 レンズの焦点距離であり、 $f_1$  は第 1 レンズの焦点距離である。

また、 $v$  は第 2 レンズ群の移動量であり、 $f$  は最遠景観察時（通常観察時）における全系の焦点距離である。また、 $g_1$  は第 1 レンズ群の焦点距離であり、 $g_2$  は第 2 レンズ群の焦点距離である。

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2013/081023
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> G02B13/04(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, G02B23/26(2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B13/04, A61B1/00, G02B23/26  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 1996-2014 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2012-32576 A (Hoya Corp.), 16 February 2012 (16.02.2012), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'examples 2, 4') (Family: none)	1-2
X	WO 2010/137238 A1 (Olympus Medical Systems Corp.), 02 December 2010 (02.12.2010), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'example 6') & JP 4834799 B & US 2011/0235192 A1 & EP 2437094 A1 & CN 102428401 A	1-2
<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 03 February, 2014 (03.02.14)		Date of mailing of the international search report 18 February, 2014 (18.02.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/081023

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2007-233036 A (Olympus Medical Systems Corp.), 13 September 2007 (13.09.2007), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'example 1') & US 2007/0206293 A1	1-2
X A	JP 11-316339 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 16 November 1999 (16.11.1999), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'example 7') & US 6252723 B1	1 2
X A	JP 10-20194 A (Konica Corp.), 23 January 1998 (23.01.1998), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'example 3') (Family: none)	1 2
X A	WO 2008/072466 A1 (Konica Minolta Opto, Inc.), 19 June 2008 (19.06.2008), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'example 3') & US 2010/0033834 A1 & EP 2093599 A1	1 2
A	JP 4-218012 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 07 August 1992 (07.08.1992), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'example 1') (Family: none)	1-2
A	WO 2011/027690 A1 (Konica Minolta Opto, Inc.), 10 March 2011 (10.03.2011), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'examples 13 to 14') & JP 2012-103717 A & JP 2012-113311 A & US 2011/0273611 A1 & CN 102483512 A	1-2
A	JP 2012-226309 A (Panasonic Corp.), 15 November 2012 (15.11.2012), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'numerical example 4') & US 2012/0257100 A1	1-2
A	JP 2012-159613 A (Sony Corp., Tamron Co., Ltd.), 23 August 2012 (23.08.2012), entire text; all drawings (particularly, columns concerning all 'examples') & US 2012/0194924 A1 & CN 102621673 A	1-2

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2013/081023

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-37080 A (Sony Corp.), 21 February 2013 (21.02.2013), entire text; all drawings (particularly, columns concerning '1st, 3rd carrying-out modes') & US 2013/0033768 A1 & CN 102914857 A	1-2

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 3 / 0 8 1 0 2 3									
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, G02B23/26(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, G02B23/26											
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2014年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2014年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2014年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2014年	日本国実用新案登録公報	1996-2014年	日本国登録実用新案公報	1994-2014年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2014年										
日本国実用新案登録公報	1996-2014年										
日本国登録実用新案公報	1994-2014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	JP 2012-32576 A (HOYA株式会社) 2012.02.16, 全文、全図 (特に、「実施例2」、「実施例4」に関する欄等) (ファミリーなし)	1-2									
X	WO 2010/137238 A1 (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 2010.12.02, 全文、全図 (特に、「実施例6」に関する欄等) & JP 4834799 B & US 2011/0235192 A1 & EP 2437094 A1 & CN 102428401 A	1-2									
X	JP 2007-233036 A (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 2007.09.13, 全文、全図 (特に、「実施例1」に関する欄等) & US 2007/0206293 A1	1-2									
<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		の日の後に公表された文献									
「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		「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									
「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		「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									
「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)		「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									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 03.02.2014		国際調査報告の発送日 18.02.2014									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 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) 小倉 宏之	2V 4464								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3271									

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2013/081023
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 A	JP 11-316339 A (オリンパス光学工業株式会社) 1999. 11. 16, 全文、全図 (特に、「実施例7」に関する欄等) & US 6252723 B1	1 2
X A	JP 10-20194 A (コニカ株式会社) 1998. 01. 23, 全文、全図 (特に、「実施例3」に関する欄等) (ファミリーなし)	1 2
X A	WO 2008/072466 A1 (コニカミノルタオプト株式会社) 2008. 06. 19, 全文、全図 (特に、「実施例3」に関する欄等) & US 2010/0033834 A1 & EP 2093599 A1	1 2
A	JP 4-218012 A (オリンパス光学工業株式会社) 1992. 08. 07, 全文、全図 (特に、「実施例1」に関する欄等) (ファミリーなし)	1-2
A	WO 2011/027690 A1 (コニカミノルタオプト株式会社) 2011. 03. 10, 全文、全図 (特に、「実施例13」-「実施例14」に関する欄等) & JP 2012-103717 A & JP 2012-113311 A & US 2011/0273611 A1 & CN 102483512 A	1-2
A	JP 2012-226309 A (パナソニック株式会社) 2012. 11. 15, 全文、全図 (特に、「数値実施例4」に関する欄等) & US 2012/0257100 A1	1-2
A	JP 2012-159613 A (ソニー株式会社、株式会社タムロン) 2012. 08. 23, 全文、全図 (特に、全「実施例」に関する欄等) & US 2012/0194924 A1 & CN 102621673 A	1-2
A	JP 2013-37080 A (ソニー株式会社) 2013. 02. 21, 全文、全図 (特に、「第1の実施形態」、「第3の実施形態」に関する欄等) & US 2013/0033768 A1 & CN 102914857 A	1-2

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

Fターム(参考) 4C161 FF40 FF47 JJ06 JJ11

(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。