(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年5月24日(24.05.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/092619 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 13/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/039866

(22) 国際出願日： 2017年11月6日(06.11.2017)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2016-222918 2016年11月16日(16.11.2016) JP

(71) 出願人: オリンパス株式会社 (**OLYMPUS CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1928507 東京都八王子市石川町２９５１番地 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 高頭英泰 (**TAKATO Hideyasu**); 〒1928507 東京都八王子市石川町２９５１番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).

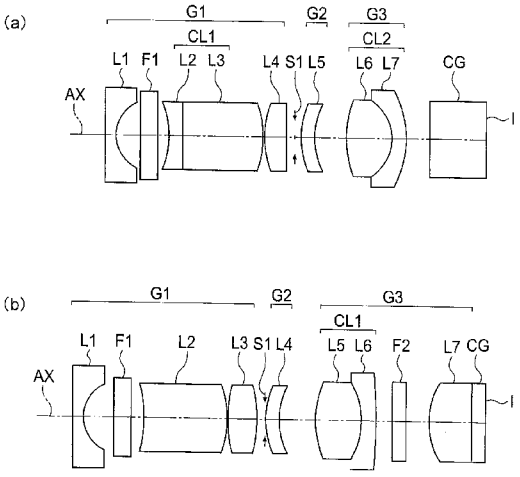
(74) 代理人: 斎藤圭介, 外 (**SAITO Keisuke** et al.); 〒1010051 東京都千代田区神田神保町１－４１－３ 駿河台下ＭＫビル６階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,

(54) **Title:** OBJECTIVE OPTICAL SYSTEM

(54) 発明の名称： 対物光学系



(57) **Abstract:** Provided is a high-performance and bright objective optical system that is capable of focusing in response to a change in object distance and compatible with a small high-pixel imaging element. The objective optical system is characterized by: including, in the order from the object side, a first group G1 having positive refractive power, a second group G2 having negative refractive power, and a third group G3 having positive refractive power; performing focusing by moving the second group G2; and satisfying conditional expression (1): -18<G2/FL<-11, where G2 represents the focal distance of the second group, and FL represents the focal distance of the objective optical system as a whole in a normal observation state.

(57) 要約：物点距離の変化に応じてフォーカシングが可能であり、高画素で小型の撮像素子に対応した高性能で明るい対物光学系を提供すること。 対物光学系は、物体側から順に、正屈折力の第１群Ｇ１と、負屈折力の第２群Ｇ２と、正屈折力の第３群Ｇ３と、を有し、第２群Ｇ２を移動することでフォーカシングを行い、以下の条件式（１）を満足することを特徴とする。 －１８＜Ｇ２/ＦＬ＜－１１ （１） ここで、Ｇ２は、第２群の焦点距離、ＦＬは、通常観察状態の対物光学系全系の焦点距離、である。

WO 2018/092619 A1

［続葉有］

MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 対物光学系

技術分野

[0001] 本発明は、フォーカシング（合焦）機能を有する対物光学系に関し、特に、近接観察可能な内視鏡用の対物光学系、その他民生用の小型カメラ等に好適な撮影用の対物光学系に関するものである。

背景技術

[0002] 一般的な内視鏡用の対物光学系は、物体側におおよそ５～１００ｍｍの広い範囲の被写界深度を有している。このような対物光学系を搭載した内視鏡は、固体撮像素子として、主にＣＣＤやＣＭＯＳなどを用いて、画像を取得している。

[0003] 近年、診断の精度を向上させるために、内視鏡画像の高画質化が求められている。このため、撮像素子の高画素化が進んでいる。高画素を有する撮像素子を使用した場合、光の回折による画質劣化を避けるためには、対物光学系のＦナンバーを小さくする必要がある。また、高画素を有する撮像素子を使用した場合、画素数の増加の影響により撮像素子が大きくなると、対物光学系の焦点距離も大きくする必要がある。

[0004] このため、高画素な撮像素子を用いる内視鏡の対物光学系は、被写界深度が狭くなってきている。これにより、従来並みの被写界深度を確保するために、フォーカシング機能を有する対物光学系の必要性が増してきている。

[0005] 以下の特許文献１、２、３は、近距離物点へのフォーカシングが可能である拡大内視鏡用の対物光学系を開示している。これらの対物光学系は、正・負・正の屈折力を有する３群で構成されている。特許文献４は、負・正・負の屈折力を有する３群で構成されている拡大内視鏡用の対物光学系を開示している。特許文献５は、焦点距離が可変であり、負・正の屈折力を有する２群で構成されている内視鏡用の対物光学系を開示している。特許文献６は、焦点調節可能であり、少なくとも負・正・正の屈折力を有する３群を有する

内視鏡用の対物光学系を開示している。

[0006] また、特許文献４、５、６は、屈折力を有するフィールドレンズを対物光学系の最も像面側に配置している対物光学系を開示している。また、特許文献８、９は、近距離物点へのフォーカシングが可能である拡大内視鏡用の対物光学系を開示している。これらの対物光学系は、正・負・正の屈折力を有する３群で構成されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特公昭６１－０４４２８３号公報

特許文献2：特開平０６－３１７７４４号公報

特許文献3：特開平１１－３１６３３９号公報

特許文献4：特開２０００－２６７００２号公報

特許文献5：特許３７６５５００号公報

特許文献6：特公平０４－３８５１号公報

特許文献7：国際公開第２０１０／１３７２２８

特許文献8：特開２０１０－０３２６８０号公報

特許文献9：特許第５９４８５３０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 近年、拡大内視鏡に搭載されている高画素化された撮像素子は年々小型化してきている。このため、従来技術の光学系の大きさをそのまま縮小、小型化したような対物光学系では、製造誤差感度が大きい。即ち、偏心等の組立誤差に対する光学性能への影響が大きくなってきている。

[0009] また、高画素化された撮像素子に対応するため、より高性能の光学性能が求められている。さらには、像面上でのピント位置の感度も高くなるため、観察深度の製造誤差のばらつきが大きくなるといった問題が生じやすい。

[0010] 特許文献１から９に開示されている何れの対物光学系もＦナンバーが大き

い。このため、小型、高精細な撮像素子に対応した光学性能を有しているとは言い難いこともある。さらに、これらの対物光学系のＦナンバーを小さくした場合でも、所望の収差性能を得ることは、容易ではない。このため、特許文献１から９に開示された対物光学系は、高精細な撮像素子に対して十分には対応していない場合がある。

特許文献７に開示されている対物光学系は、小型高精細な撮像素子に対応した光学性能は有しているものの、より一層の小型化を図る場合には、色収差をはじめとする諸収差をさらに補正する必要があり、そのため開示されている光学系では不十分である。

[0011] また、対物光学系を高精細で小型の撮像素子に組み付けるために、対物光学系の焦点位置を撮像面に合わせる調整作業も高精度化する。これに関しては、対物光学系の撮像素子側に配置されているレンズに屈折力を持たせることで誤差感度を低減できる。

[0012] このような撮像素子側のレンズに屈折力を持たせている拡大内視鏡用の対物光学系が特許文献４から６に開示されている。

[0013] 本発明は上記の点を鑑みてなされたものであり、物点距離の変化に応じてフォーカシングが可能であり、高画素で小型の撮像素子に対応した高性能で明るい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

[0014] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の実施形態に係る対物光学系は、物体側から順に、正屈折力の第１群と、負屈折力の第２群と、正屈折力の第３群と、を有し、第２群を移動することでフォーカシングを行い、以下の条件式（１）を満足することを特徴とする。

$$-18 < G2/FL < -11 \qquad (1)$$

ここで、

Ｇ２は、第２群の焦点距離

ＦＬは、通常観察状態の対物光学系全系の焦点距離、

である。

発明の効果

[0015] 本発明の一実施形態は、物点距離の変化に応じてフォーカシングが可能であり、高画素で小型の撮像素子に対応した高性能で明るい対物光学系を提供できるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]（ａ）は、第１実施形態に係る対物光学系のレンズ断面図である。（ｂ）は、第２実施形態に係る対物光学系のレンズ断面図である。

[図2]（ａ）は、実施例１に係る対物光学系の通常観察状態（遠距離物点）におけるレンズ断面図である。（ｂ）は、実施例１に係る対物光学系の近接観察状態（近距離物点）におけるレンズ断面図である。

[図3]（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）は、実施例１の通常観察状態における球面収差（ＳＡ）、非点収差（ＡＳ）、歪曲収差（ＤＴ）、倍率色収差（ＣＣ）を示す。（ｅ）、（ｆ）、（ｇ）、（ｈ）は、実施例１の近接観察状態における球面収差（ＳＡ）、非点収差（ＡＳ）、歪曲収差（ＤＴ）、倍率色収差（ＣＣ）を示す。

[図4]（ａ）は、実施例２に係る対物光学系の通常観察状態（遠距離物点）におけるレンズ断面図である。（ｂ）は、実施例２に係る対物光学系の近接観察状態（近距離物点）におけるレンズ断面図である。

[図5]（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）は、実施例２の通常観察状態における球面収差（ＳＡ）、非点収差（ＡＳ）、歪曲収差（ＤＴ）、倍率色収差（ＣＣ）を示す。（ｅ）、（ｆ）、（ｇ）、（ｈ）は、実施例２の近接観察状態における球面収差（ＳＡ）、非点収差（ＡＳ）、歪曲収差（ＤＴ）、倍率色収差（ＣＣ）を示す。

[図6]（ａ）は、実施例３に係る対物光学系の通常観察状態（遠距離物点）におけるレンズ断面図である。（ｂ）は、実施例３に係る対物光学系の近接観察状態（近距離物点）におけるレンズ断面図である。

[図7]（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）は、実施例３の通常観察状態における球面収差（ＳＡ）、非点収差（ＡＳ）、歪曲収差（ＤＴ）、倍率色収差（Ｃ

Ｃ）を示す。（ｅ）、（ｆ）、（ｇ）、（ｈ）は、実施例３の近接観察状態における球面収差（ＳＡ）、非点収差（ＡＳ）、歪曲収差（ＤＴ）、倍率色収差（ＣＣ）を示す。

[図8]（ａ）は、実施例４に係る対物光学系の通常観察状態（遠距離物点）におけるレンズ断面図である。（ｂ）は、実施例４に係る対物光学系の近接観察状態（近距離物点）におけるレンズ断面図である。

[図9]（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）は、実施例４の通常観察状態における球面収差（ＳＡ）、非点収差（ＡＳ）、歪曲収差（ＤＴ）、倍率色収差（ＣＣ）を示す。（ｅ）、（ｆ）、（ｇ）、（ｈ）は、実施例４の近接観察状態における球面収差（ＳＡ）、非点収差（ＡＳ）、歪曲収差（ＤＴ）、倍率色収差（ＣＣ）を示す。

[図10]（ａ）は、実施例５に係る対物光学系の通常観察状態（遠距離物点）におけるレンズ断面図である。（ｂ）は、実施例５に係る対物光学系の近接観察状態（近距離物点）におけるレンズ断面図である。

[図11]（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）は、実施例５の通常観察状態における球面収差（ＳＡ）、非点収差（ＡＳ）、歪曲収差（ＤＴ）、倍率色収差（ＣＣ）を示す。（ｅ）、（ｆ）、（ｇ）、（ｈ）は、実施例５の近接観察状態における球面収差（ＳＡ）、非点収差（ＡＳ）、歪曲収差（ＤＴ）、倍率色収差（ＣＣ）を示す。

発明を実施するための形態

[0017] 以下に、実施形態に係る対物光学系を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態により、この発明が限定されるものではない。

[0018] 各実施形態のレンズ断面図について説明する。図１において、（ａ）、（ｂ）は、それぞれ第１実施形態、第２実施形態に係る対物光学系のレンズ断面図である。

[0019] （第１実施形態）

図１（ａ）は、第１実施形態に係る対物光学系のレンズ断面図である。第１実施形態の対物光学系は、物体側から順に、正屈折力を有する第１群Ｇ１

と、明るさ絞りＳ１と、負屈折力を有する第２群Ｇ２と、正屈折力を有する第３群Ｇ３と、を有している。

[0020] 具体的には、図１（ａ）に示すように、正屈折力の第１群Ｇ１は、物体側から順に、像側に凹面を向けた負屈折力の第１レンズＬ１と、負屈折力の第２レンズＬ２と、正屈折力の第３レンズＬ３と、正屈折力の第４レンズＬ４と、を有する。負屈折力の第２群Ｇ２は、負屈折力の第５レンズＬ５を有する。第２群Ｇ２は、光軸ＡＸに沿って移動することでフォーカシングを行っている。正屈折力の第３群Ｇ３は、物体側から順に、正屈折力の第６レンズＬ６と、負屈折力の第７レンズＬ７を有する。負屈折力の第２レンズＬ２と正屈折力の第３レンズＬ３とは接合されて、接合レンズＣＬ１を構成している。正屈折力の第６レンズＬ６と負屈折力の第７レンズＬ７と、は接合されて、接合レンズＣＬ２を構成している。

[0021] 明るさ絞りＳ１は、第１群Ｇ１と、第２群Ｇ２との間に配置されている。また、負屈折力の第１レンズＬ１と正屈折力の第２レンズＬ２の間に、平行平板Ｆ１が配置されている。平行平板Ｆ１は、対物光学系中の任意の位置に配置することができる。不図示の撮像素子の撮像面Ｉ上には、カバーガラスＣＧが接合されている。

[0022]（第２実施形態）

図１（ｂ）は、本発明の第２実施形態に係る対物光学系のレンズ断面構成を示す図である。本実施形態の対物光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第１群Ｇ１と、明るさ絞りＳ１と、負の屈折力を有する第２群Ｇ２と、正の屈折力を有する第３群Ｇ３と、を有している。

[0023] 具体的には、図１（ｂ）に示すように、正屈折力の第１群Ｇ１は、物体側から順に、負屈折力の第１レンズＬ１と、平行平板Ｆ１と、正屈折力の第２レンズＬ２と、正屈折力の第３レンズＬ３と、を有する。負屈折力の第２群Ｇ２は、負屈折力の第４レンズＬ４を有する。第２群Ｇ２を、光軸ＡＸに沿って移動することでフォーカシングを行っている。正屈折力の第３群Ｇ３は、物体側から順に、正屈折力の第５レンズＬ５と、負屈折力の第６レンズＬ

６と、平行平板Ｆ２と、正屈折力の第７レンズＬ７を有する。

[0024] 正屈折力の第５レンズＬ５と負屈折力の第６レンズＬ６と、は接合されて、接合レンズＣＬ１を構成している。

[0025] 最も像側のレンズは、物体側に凸面を向けた平凸の正屈折力の第７レンズＬ７である。平凸の正屈折力の第７レンズＬ７の平面は、不図示の撮像素子の撮像面Ｉ上に形成されたカバーガラスＣＧに接合されている。

[0026] また、明るさ絞りＳ１は、第１群Ｇ１と、第２群Ｇ２との間に配置されている。

[0027] 平行平板Ｆ１、Ｆ２は、対物光学系中の任意の位置に配置することができる。

[0028] また、第１実施形態、第２実施形態において、以下の条件式（１）を満足することが望ましい。

$$-18 < G2f/FL < -11 \qquad (1)$$

ここで、

Ｇ２ｆは、第２群Ｇ２の焦点距離、

ＦＬは、通常観察状態の対物光学系全系の焦点距離、

である。

[0029] 条件式（１）は、Ｇ２ｆとＦＬの適切な比に関する。条件式（１）を満足することにより、フォーカシング時の誤差感度を低減し、収差変動も抑えることができる。

[0030] 条件式（１）の下限値を下回ると、第２群Ｇ２の屈折力が小さくなるため、像面湾曲の補正能力が低下し、フォーカシングに伴う像面湾曲の変動が大きくなる。これにより、通常観察状態と近接観察状態における像面位置に著しい差を生ずるため好ましくない。

さらに、条件式（１）の下限値を下回ると、第２群Ｇ２の移動量が大きくなるため光学系の全長が長くなり、大型化を招くため好ましくない。

[0031] 条件式（１）の上限値を上回ると、第２群Ｇ２の屈折力が大きくなるため、像面上における第２群Ｇ２の誤差感度が大きくなる。このため、第２群Ｇ

２の位置ずれによって、撮像面でのピント位置のずれが大きくなるため好ましくない。

[0032] また、フォーカシングの移動に際し、第２群Ｇ２の傾き、偏心による光学性能の劣化が顕著になってしまう。そのため、周辺光学性能が著しく悪くなる。さらに、通常観察状態と近接観察状態においては一般的に誤差感度が異なり、光学性能に差が生じる。さらに、条件式（１）の上限値を上回ると、第２群Ｇ２の偏心によって生じる通常観察状態と近接観察状態での光学性能の差が無視できなくなってしまう。

[0033] さらに、全長の小型化のために、条件式（１）に代えて、以下の条件式（１´）を満足することが望ましい。

－１６．６＜Ｇ２ｆ／ＦＬ＜－１１ （１´）

[0034] 条件式（１´）の下限値を下回らないようにすることで、より一層の小型化を実現することができる。

[0035] また、本実施形態の好ましい態様によれば、以下の条件式（２）を満足することが望ましい。

０．７５＜Ｇ３ｆ／Ｇ１ｆ＜１．４７ （２）

ここで、

Ｇ３ｆは、第３群Ｇ３の焦点距離、

Ｇ１ｆは、第１群Ｇ１の焦点距離、

である。

[0036] 条件式（２）は、Ｇ３ｆとＧ１ｆの適切な比に関する。 条件式（２）の下限値を下回ると、第３群の屈折力が大きくなり過ぎるためバックフォーカスの確保がしづらくなり、ピント位置の調整量を十分に確保することが困難になる。

[0037] 条件式（２）の上限値を上回ると、光学系の全長が長くなり大型化を招くため好ましくない。

[0038] また、本実施形態の好ましい態様によれば、以下の条件式（３）を満足することが望ましい。

１．２３＜Ｈ１／ＦＬ＜１．４５　　（３）

ここで、

Ｈ１は、第１レンズＬ１の物体側面における最大主光線高、

ＦＬは、通常観察状態の対物光学系全系の焦点距離、

である。

[0039] 条件式（３）は、Ｈ１とＦＬの適切な比に関する。条件式（３）の下限値を下回ると、第１レンズＬ１の入射面に対する光線高が低く抑えられ過ぎるため広角化を実現しづらくなり内視鏡の対物光学系としては不適切になる。

[0040] 条件式（３）の上限値を上回ると、第１レンズＬ１の入射光線高が高くなり、第１レンズＬ１の径が大きくなるため、内視鏡先端径の大型化を招き好ましくない。

[0041] また、本実施形態の好ましい態様によれば、以下の条件式（４）を満足することが望ましい。

－１．７＜ｆ１／ＦＬ＜－１．４　　（４）

ここで、

ｆＩは、第１レンズＬ１の焦点距離、

ＦＬは、通常観察状態の対物光学系全系の焦点距離、

である。

[0042] 条件式（４）は、ｆ１とＦＬの適切な比に関する。条件式（４）は画角に関する誤差感度の低減に係わる。第１レンズＬ１と第２レンズＬ２との間の空気間隔の誤差が視野角の変動に大きく寄与するが、第１レンズＬ１の焦点距離が条件式（４）を満足する範囲とすることで製造誤差に強い対物光学系となる。

[0043] 条件式（４）の下限値を下回ると、第１レンズＬ１の屈折力が小さくなり、製造誤差感度は低減される。しかしながら、第１レンズＬ１と第２レンズＬ２の空気間隔を変化させて視野角を適正な値になるように調整しようとした場合、調整量が大きくなり過ぎ全長が長くなる一因となるため好ましくない。

[0044] 条件式（４）の上限値を上回ると、第１レンズＬ１の屈折力が大きくなりすぎ、視野角に対する製造誤差が発生しやすくなってしまう。また視野角調整をした場合、調整後の誤差による変動の影響も大きくなり好ましくない。

[0045] また、本実施形態の好ましい態様によれば、以下の条件式（５）を満足することが望ましい。

０．３５＜ｄ２Ｇ／ＦＬ＜０．７５　　（５）

ここで、

ｄ２Ｇは、第２群Ｇ２の移動量、

ＦＬは、通常観察状態の対物光学系全系の焦点距離、

である。

[0046] 条件式（５）は、ｄ２ＧとＦＬの適切な比に関する。条件式（５）は、対物光学系の像面位置の製造誤差の感度を低減するための条件を規定している。

[0047] 条件式（５）の下限値を下回ると、可動群である第２群Ｇ２の位置精度による像面位置感度が高くなる。このため、製造誤差による第２群Ｇ２の位置ずれに対しピント位置がずれてしまうといった不具合が生じやすくなり好ましくない。

[0048] 条件式（５）の上限値を上回ると、第２群Ｇ２の移動量が大きくなるため、移動スペース確保のため対物光学系の全長を長くする必要が出てくるため好ましくない。

[0049] 条件式（５）に代えて、以下の条件式（５´）を満足することが望ましい。

０．４＜ｄ２Ｇ／ＦＬ＜０．６５　　（５´）

[0050] 条件式（５´）を満足することで、条件式（５）の効果がより一層大きくなり、第２群Ｇ２の製造誤差の感度をさらに低減する効果が大きくなる。特に、広角な光学系では、誤差感度が大きいと、視野ケラレが発生しやすくなり、画像品位を著しく劣化させる要因となる。さらに、偏心によるコマ収差が大きくなるため、偏心の方向に応じた画面周辺部の画像劣化が発生するた

め好ましくない。

[0051] 第１実施形態において第２群Ｇ２は、負屈折力の第５レンズＬ５を有する。負屈折力の第５レンズＬ５は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズである。また、第２実施形態において第２群Ｇ２は、負屈折力の第４レンズＬ４を有する。負屈折力の第４レンズＬ４は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズである。

[0052] 通常観察状態から近接観察状態まで、物点の位置の変動に伴いフォーカシング（ピント合わせ）を行う際には、少なくとも１つの群を動かしてフォーカシングを行う必要がある。フォーカシングのために移動させるレンズ群は、対物光学系を構成する複数のレンズ群のうち、何れのレンズ群を動かしても良い。

[0053] また、その可動群は、１つのレンズ群又は複数のレンズ群でも良い。ここで、可動群が１つのレンズ群のみの場合、対物光学系の機械的な構造を簡略化できるという効果を奏する。

[0054] 上述のように、第１実施形態、第２実施形態の対物光学系では、第２群Ｇ２を移動させてフォーカシングを行っている。フォーカシング時、第１実施形態の負屈折力の第５レンズＬ５と第２実施形態の負屈折力の第４レンズＬ４は、光軸ＡＸに沿って移動する。

[0055] なお、フォーカシングのため、対物光学系の全体または撮像素子自体を動かす方法も考えられる。しかしながら、この方法では、可動させるレンズ群、または撮像素子の重量が大きくなる。このため、駆動機構にかかる負担が大きくなり、また機構自体も大型化する必要があるので、好ましくない。

[0056] また、本実施形態の好ましい態様によれば、以下の条件式（６）を満足することが望ましい。

$$-8 < G2f / G1f < -2 \qquad (6)$$

ここで、

Ｇ２ｆは、第２群Ｇ２の焦点距離、

Ｇ１ｆは、第１群Ｇ１の焦点距離、

である。

[0057] 条件式（６）は、Ｇ２ｆとＧ１ｆの適切な比に関する。条件式（６）は、第２群Ｇ２の屈折力を適切にすることで、フォーカシング時における像面変動を抑え、また小型化へ寄与するための条件を規定している。

[0058] 条件式（６）の下限値を下回ると、第２群Ｇ２の屈折力が小さくなるため、第２群Ｇ２の移動量が大きくなりすぎ、光学系全系の大型化を招いてしまう。

[0059] 条件式（６）の上限値を上回ると、フォーカシングに伴う像面湾曲の変動が大きくなり、通常観察状態と近接観察状態における像面位置に著しい差が出てくるため好ましくない。

[0060] また、本実施形態の好ましい態様によれば、以下の条件式（７）を満足することが望ましい。

$$-7 < G2f / G3f < -1.8 \qquad (7)$$

ここで、

Ｇ２ｆは、第２群Ｇ２の焦点距離、

Ｇ３ｆは、第３群Ｇ３の焦点距離、

である。

[0061] 条件式（７）は、Ｇ２ｆとＧ３ｆの適切な比に関する。条件式（７）は、像面湾曲を適切に補正する条件を規定している。

[0062] 条件式（７）の下限値を下回ると、像面がオーバーに傾き、また、条件式（７）の上限値を上回ると、像面がアンダーに倒れてしまう。これにより、画面の中心部分と周辺部でピントの合わない画像となってしまうため好ましくない。

[0063] また、本実施形態の好ましい態様によれば、以下の条件式（８）を満足することが望ましい。

$$1.1 < r2 / FL < 1.45 \qquad (8)$$

ここで、

ｒ２は、第１レンズＬ１の像側面の曲率半径、

ＦＬは、通常観察状態の対物光学系全系の焦点距離、

である。

[0064] 条件式（８）は、ｒ２とＦＬの適切な比に関する。条件式（８）は、非点収差の補正と歪曲収差の補正に関する条件を規定している。内視鏡画像は元来歪曲収差を大きくすることで視野を確保する一助としている。

[0065] しかしながら、条件式（８）の下限値を下回ると、歪曲収差が大きくなり過ぎるため必要以上に画角が大きくなり過ぎる。この結果、周辺部において像がつぶれてしまい好ましくない。さらには、ペッツバール像面がプラス側に大きく傾き像面湾曲が大きくなってしまう。

[0066] 条件式（８）の上限値を上回ると、メリジオナル像面がアンダー側に大きく傾くとともに非点収差が大きくなり好ましくない。

[0067] また、本実施形態の好ましい態様によれば、以下の条件式（９）を満足することが望ましい。

１．３＜Ｇ２ｆｒ／Ｇ２ｒｒ＜１．８　　（９）

ここで、

Ｇ２ｆｒは、第２群Ｇ２が有するレンズの物体側面の曲率半径、

Ｇ２ｒｒは、第２群Ｇ２が有するレンズの像側面の曲率半径、

である。

[0068] 条件式（９）は、Ｇ２ｆｒとＧ２ｒｒの適切な比に関する。条件式（９）は、第２群Ｇ２が有するレンズの物体側面の曲率半径と像側面の曲率半径との関係を表す条件式である。

[0069] 条件式（９）の下限値を下回ると、第２群Ｇ２の屈折力が小さくなる。このため、像面へのピント合わせのための、第２群Ｇ２の移動量が増大し、機構の大型化、複雑化を招くため好ましくない。また、レンズ単体の製造誤差による偏心精度がよくないため、それを組み立てた際の周辺性能の片ボケ画像の一因となり好ましくない。

[0070] 条件式（９）の上限値を上回ると、第２群Ｇ２の屈折力が大きくなる傾向が強くなるため、像面へのピント合わせの際に感度が高くなり過ぎ好ましく

ない。

[0071] 第１実施形態に係わる対物光学系の第１群Ｇ１は、物体側から順に、像側に凹面を向けた負屈折力の第１レンズＬ１と、平行平版Ｆ１と、物体側に凹面を向けた負屈折力の第２レンズＬ２と像側に凸面を向けた正屈折力の第３レンズとを貼り合わせた接合レンズＣＬ１と、正屈折力の第４レンズＬ４と、で構成していることを特徴とする。

[0072] 本実施形態の対物光学系のようにＦｎｏが小さく明るい光学系では、色収差補正が重要になることがある。そのような場合、第１群Ｇ１に接合レンズＣＬ１を配置することが望ましい。接合レンズは、物体側から順に、物体側に凹面を向けた負屈折力のメニスカスレンズと正屈折力のレンズとを組み合わせるとよく、この構成にすることで倍率色収差と軸上色収差を良好に補正できる。

[0073] このとき、第１実施形態においては、以下の条件式（１０）を満足することが望ましい。

$$-3.0 < C1F / C1R < -1.0 \qquad (10)$$

ここで、

Ｃ１Ｆは、第１群Ｇ１内の接合レンズＣＬ１における負屈折力の第２レンズＬ２の焦点距離、

Ｃ１Ｒは、第１群Ｇ１内の接合レンズＣＬ１における正屈折力の第３レンズＬ３の焦点距離、

である。

[0074] 条件式（１０）は、Ｇ１ＦとＣ１Ｒの適切な比に関する。条件式（１０）の下限値を下回ると、倍率色収差補正が困難になり好ましくない。さらに、ペッツバール和が大きくなり、像面湾曲の補正が難しくなる。

[0075] 条件式（１０）の上限値を上回ると、軸上色収差補正が困難になり好ましくない。

[0076] さらに色収差を良好に補正するために、条件式（１０）に代えて、条件式（１０´）を満足することが望ましい。

－２．４＜Ｃ１Ｆ／Ｃ１Ｒ＜－１．０　　（１０´）

[0077] 条件式（１０´）を満足する範囲内では、倍率色収差補正がより良好に補正することができる。

[0078] また、図１（ｂ）に示す第２実施形態において、最も像側に配置されたレンズは、物体側に凸面を向けた平凸の正屈折力のレンズＬ７である。この平凸の正屈折力のレンズＬ７は、撮像面Ｉに直接貼り付いている構成、または、撮像面Ｉ上に形成されたカバーガラスＣＧに接合されている構成である。

[0079] 通常、対物光学系の製造誤差によって生じる最良像面位置のばらつきに対して、像面位置を合わせる際、対物光学系全体を光軸ＡＸに沿って移動する。これにより、最良像面の位置と、撮像面の位置と、を合わせている。ここで、高精細で小型な撮像素子に対応した対物光学系では、最小錯乱円の径が非常に小さい。このため、対物光学系の位置に関して誤差感度が高くなるが、これが結像性能に影響し誤差感度を軽減する必要がある場合はこのような構成にするとよい。

[0080] 第２実施形態においては、以下の条件式（１１）を満足することが望ましい。

１．０８＜ＦＦ／ＦＬ＜５　　（１１）

ここで、

ＦＦは、最も物体側に配置されたレンズＬ１から最も像側に配置された正屈折力のレンズ（第１実施形態では接合レンズＣＬ２、第２実施形態ではレンズＬ７）より物体側のレンズまでの焦点距離、

ＦＬは、通常観察状態の対物光学系全系の焦点距離、

である。

[0081] 条件式（１１）は、ＦＦとＦＬの適切な比に関する。条件式（１１）は、最良像面位置合わせに関する条件式である。

対物光学系の撮像面を合わせるため、対物光学系の最も像側に配置された正レンズまたは接合レンズよりも物体側の光学系を光軸方向に動かすことで像位置を調整するとよい。その際、条件式（１１）を満足することが望まし

い。

[0082] 条件式（１１）の下限値を下回ると、感度低減の効果が少なくなり、撮像面側に配置されたレンズに光学的な屈折力を持たせた意義がほとんどなくなってしまうため好ましくない。

[0083] 条件式（１１）の上限値を上回ると、最も像側のレンズの焦点距離が小さくなりすぎるため、誤差感度は低減できるが、最良像面位置に撮像面を合わせる際の調整量が大きくなり過ぎるため好ましくない。

[0084] 条件式（１１）に代えて、以下の条件式（１１´）を満足することが望ましい。

１．０８＜ＦＦ／ＦＬ＜１．５　　（１１´）

[0085] 条件式（１１´）の上限値の範囲では、撮像面Ｉを合わせるために最適な誤差感度を実現することが可能となる。また、条件式（１１´）の上限値を上回ると、最も像側のレンズで発生する球面収差の補正効果が大きくなる。このため、高精細な撮像素子に対応した対物光学系に好適となり得る。

[0086] さらに、条件式（１１´）に代えて、以下の条件式（１１´´）を満足することがより望ましい。

１．２＜ＦＦ／ＦＬ＜１．４　　（１１´´）

[0087] 条件式（１１´´）を満足することで、条件式（１１）、および（１１´）を満足する場合の効果がより一層大きくなる。

[0088] 各レンズ群の屈折力の配置に関わらず、条件式（１１´´）を満足することで、製造誤差感度に強く、最良像面位置の調整が容易な対物光学系を実現することができる。

[0089] 最良像面位置に撮像面を合わせるためには、調整するためのレンズ間隔が必要となる。

そのため、条件式（１１）と共に、以下の条件式（１２）を満足することが望ましい。

０．４＜ＡＤ／ＦＬ＜１．２　　（１２）

ここで、

ＡＤは、最も像側に配置された正屈折力のレンズの物体側面と、その物体側直前のレンズの像側面との空気間隔、

ＦＬは、通常観察状態の対物光学系全系の焦点距離、

である。

[0090] 条件式（１２）は、ＡＤとＦＬの適切な比に関する。 条件式（１２）の下限値を下回ると、光学系の最良像面を撮像素子の位置に合わせるための調整量に必要な間隔を確保できず最良像面位置に撮像面Ｉを合わせることができなくなるため好ましくない。

[0091] 条件式（１２）の上限値を上回ると、必要以上に空気間隔が大きくなり、対物光学系全長の大型化を招くため好ましくない。

[0092] また、第２実施形態に係る対物光学系は、以下の条件式（１３）を満足することが望ましい。

２＜ｒｆ／ＦＬ＜８　　（１３）

ここで、

ｒｆは、最も像側に配置されている正屈折力のレンズの物体側面の曲率半径、

ＦＬは、通常観察状態の対物光学系全系の焦点距離、

である。

[0093] 条件式（１３）は、撮像面への入射角度を制限するための条件を規定している。撮像素子が小型化しているため、撮像素子への入射光線の入射角度は、ある程度の範囲内にある必要がある。

[0094] 条件式（１３）は、ｒｆとＦＬの適切な比に関する。条件式（１３）の下限値を下回ると、最も像側に配置された最終レンズの最終面（像側面）での光線の曲がりは大きくなり、テレセントリックな光学系となる。しかしながら、光線高が大きくなるためレンズの大径化を招き好ましくない。また、最終レンズの入射面における球面収差の発生量も大きくなってしまう。

[0095] 条件式（１３）の上限値を上回ると、撮像面Ｉへの光線の斜入射角度が大きくなる。このため、撮像素子の各画素への光量の損失が大きくなり、周辺

領域の減光の要因となり好ましくない。さらに、条件式（１３）の上限値を上回ると、最も像側のレンズの屈折力が小さくなるため条件式（１１）の範囲も超えてしまう。このため、対物光学系の像面位置合わせの際の感度低減効果が小さくなってしまうといった問題も生じる。

[0096] 条件式（１３）に代えて、以下の条件式（１３´）の様に限定してもよい。

２＜ｒｆ／ＦＬ＜３．５　　（１３´）

[0097] 条件式（１３´）の範囲内では、対物光学系の像面位置合わせの際の感度低減効果がより一層大きくなる。

[0098] また、第１実施形態、第２実施形態に係る対物光学系は、以下の条件式（１４）を満足することが望ましい。

０．１０＜ｄｆ／ｆｆ＜０．６２　　（１４）

ここで、

ｄｆは、最も像側に配置された正屈折力のレンズ（または接合レンズ）の前面（物体側面）から後面（像側面）までの距離、

ｆｆは、最も像側に配置された正屈折力のレンズ（または接合レンズ）の焦点距離、

である。

[0099] 条件式（１４）は、ｄｆとｆｆの適切な比に関する。条件式（１４）の下限値を下回ると、最も像側に配置された最終正レンズの倍率が小さくなる。このため、像面位置調整の際の誤差感度が小さくならない。最終正レンズの曲率半径を条件式（１３）の範囲内に設定したときでも、その効果は小さくなってしまう。

[0100] 条件式（１４）の上限値を上回ると、像面位置調整の際の誤差感度は小さくなり過ぎ、調整量を多く取らなければならなくなる。そのため、撮像面Ｉと最終正レンズを保持する鏡筒と、最終レンズより前のレンズを保持する鏡筒と、の嵌合部分の長さを大きくする必要があり、鏡筒全体の大型化を招き好ましくない。

[0101] 条件式（１４）に代えて、以下の条件式（１４´）を満足することが望ましい。

０．１５＜ｄｆ／ｆｆ＜０．４０　　（１４´）

[0102] 条件式（１４´）を満足する範囲では、その効果がより一層大きくなる。

[0103]（実施例１）

実施例１に係る対物光学系について説明する。図２（ａ）は、本実施例に係る対物光学系の、通常観察状態（遠距離物点）におけるレンズ断面図、図２（ｂ）は、近接観察状態（近距離物点）におけるレンズ断面図である。

[0104] 本実施例に係る対物光学系は、物体側から順に、正屈折力の第１群Ｇ１と、明るさ絞りＳ１と、負屈折力の第２群Ｇ２と、正屈折力の第３群Ｇ３と、を有している。

[0105] 正屈折力の第１群Ｇ１は、物体側から順に、像側に凹面を向けた平凹の負屈折力の第１レンズＬ１と、平行平板Ｆ１と、物体側に凹面を向けた平凹の負屈折力の第２レンズＬ２と、像側に凸面を向けた平凸の正屈折力の第３レンズＬ３と、物体側に凸面を向けた平凸の正屈折力の第４レンズＬ４を有している。第１群Ｇ１の後方（撮像面Ｉ側）には、明るさ絞りＳ１が配置されている。負屈折力の第２レンズＬ２と、正屈折力の第３レンズＬ３と、は接合された接合レンズＣＬ１を構成する。

[0106] 負屈折力の第２群Ｇ２は、物体側に凸面を向けた負屈折力の第５メニスカスレンズＬ５を有している。負屈折力の第５メニスカスレンズＬ５は、通常観察状態（図２（ａ））から近接観察状態（図２（ｂ））へフォーカシングするに際して、光軸ＡＸに沿って像側（撮像面Ｉ側）に移動する。

[0107] 正屈折力の第３群Ｇ３は、物体側から順に、両凸の正屈折力の第６レンズＬ６と、像側に凸面を向けた負屈折力の第７レンズＬ７と、を有している。正屈折力の第６レンズＬ６と負屈折力の第７レンズＬ７と、は接合された接合レンズＣＬ２を構成する。

[0108] 第３群Ｇ３の後方（撮像面Ｉ側）には図示しない撮像素子が配置されている。撮像素子の前面（物体側面）にはカバーガラスＣＧが貼り付けられてい

る。

[0109] 平行平板Ｆ１は、特定の波長、例えばＹＡＧレーザーの１０６０ｎｍ、半導体レーザーの８１０ｎｍ、あるいは赤外域をカットするためのコーティングが施されたフィルターである。

[0110] 図３（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）は、それぞれ本実施例の通常観察状態における球面収差（ＳＡ）、非点収差（ＡＳ）、歪曲収差（ＤＴ）、倍率色収差（ＣＣ）を示す。図３（ｅ）、（ｆ）、（ｇ）、（ｈ）は、それぞれ本実施例の近接観察状態における球面収差（ＳＡ）、非点収差（ＡＳ）、歪曲収差（ＤＴ）、倍率色収差（ＣＣ）を示す。

[0111] これら、諸収差図は、６５６．３ｎｍ（Ｃ線）、４８６．１ｎｍ（Ｆ線）及び５４６．１ｎｍ（ｅ線）の各波長について示している。また、各図中、”ω”は半画角を示す。以下、収差図に関しては、同様の符号を用いる。

[0112] （実施例２）

実施例２に係る対物光学系について説明する。図４（ａ）は、本実施例に係る対物光学系の、通常観察状態（遠距離物点）における断面図、図４（ｂ）は、近接観察状態（近距離物点）における断面図である。

[0113] 本実施例に係る対物光学系は、物体側から順に、正屈折力の第１群Ｇ１と、明るさ絞りＳ１と、負屈折力の第２群Ｇ２と、正屈折力の第３群Ｇ３と、を有している。

[0114] 正屈折力の第１群Ｇ１は、物体側から順に、像側に凹面を向けた平凹の負屈折力の第１レンズＬ１と、平行平板Ｆ１と、像側に凸面を向けた正屈折力の第２メニスカスレンズＬ２と、両凸の正屈折力の第３レンズＬ３と、を有している。第１群Ｇ１の後方（撮像面Ｉ側）には、明るさ絞りＳ１が配置されている。

[0115] 負屈折力の第２群Ｇ２は、物体側に凸面を向けた負屈折力の第４メニスカスレンズＬ４を有している。負屈折力の第４メニスカスレンズＬ４は、通常観察状態（図４（ａ））から近接観察状態（図４（ｂ））へフォーカシングするに際して、光軸ＡＸに沿って像側（撮像面Ｉ）に移動する。

[0116] 正屈折力の第３群Ｇ３は、物体側から順に、両凸の正屈折力の第５レンズＬ５と、像側に凸面を向けた負屈折力の第６メニスカスレンズＬ６と、平行平板Ｆ２と、物体側に凸面を向けた平凸の正屈折力の第７レンズＬ７と、を有している。正屈折力の第５レンズＬ５と負屈折力の第６レンズＬ６と、は接合された接合レンズＣＬ１を構成する。

[0117] 第３群Ｇ３の後方（撮像面Ｉ側）には図示しない撮像素子が配置されている。撮像素子の前面（物体側面）にはカバーガラスＣＧが貼り付けられている。本実施例では、カバーガラスＣＧの前面に正屈折力の第７レンズＬ７が接合されている。この正屈折力の第７レンズＬ７はフィールドレンズの役割を有している。

[0118] 平行平板Ｆ１は、特定の波長、例えばＹＡＧレーザーの１０６０ｎｍ、半導体レーザーの８１０ｎｍ、あるいは赤外域をカットするためのコーティングが施されたフィルターである。

[0119] 図５（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）は、それぞれ本実施例の通常観察状態における球面収差（ＳＡ）、非点収差（ＡＳ）、歪曲収差（ＤＴ）、倍率色収差（ＣＣ）を示す。図５（ｅ）、（ｆ）、（ｇ）、（ｈ）は、それぞれ本実施例の近接観察状態における球面収差（ＳＡ）、非点収差（ＡＳ）、歪曲収差（ＤＴ）、倍率色収差（ＣＣ）を示す。

[0120] （実施例３）

実施例３に係る対物光学系について説明する。図６（ａ）は、本実施例に係る対物光学系の、通常観察状態（遠距離物点）における断面図、図６（ｂ）は、近接観察状態（近距離物点）における断面図である。

[0121] 本実施例に係る対物光学系は、物体側から順に、正屈折力の第１群Ｇ１と、明るさ絞りＳ１と、負屈折力の第２群Ｇ２と、正屈折力の第３群Ｇ３と、を有している。

[0122] 正屈折力の第１群Ｇ１は、物体側から順に、像側に凹面を向けた平凹の負屈折力の第１レンズＬ１と、平行平板Ｆ１と、物体側に凹面を向けた平凹の負屈折力の第２レンズＬ２と、像側に凸面を向けた平凸の正屈折力の第３レ

ンズＬ３と、物体側に凸面を向けた平凸の正屈折力の第４レンズＬ４を有している。第１群Ｇ１の後方（撮像面Ｉ側）には、明るさ絞りＳ１が配置されている。負屈折力の第２レンズＬ２と正屈折力の第３レンズＬ３と、は接合された接合レンズＣＬ１を構成する。

[0123] 負屈折力の第２群Ｇ２は、物体側に凸面を向けた負屈折力の第５メニスカスレンズＬ５を有している。負屈折力の第５メニスカスレンズＬ５は、通常観察状態（図６（ａ））から近接観察状態（図６（ｂ））へフォーカシングするに際して、光軸ＡＸに沿って像側（撮像面Ｉ）に移動する。

[0124] 正屈折力の第３群Ｇ３は、両凸の正屈折力の第６レンズＬ６と、像側に凸面を向けた負屈折力の第７メニスカスレンズＬ７と、物体側に凸面を向けた平凸の正屈折力の第８レンズＬ８と、を有している。正屈折力の第６レンズＬ６と負屈折力の第７メニスカスレンズＬ７と、は接合された接合レンズＣＬ２を構成する。

[0125] 第３群Ｇ３の後方（撮像面Ｉ側）には図示しない撮像素子が配置されている。撮像素子の前面（物体側面）にカバーガラスＣＧが貼り付けられている。本実施例では、カバーガラスＣＧの前面に正屈折力の第８レンズＬ８が接合されている。この正屈折力の第８レンズＬ８はフィールドレンズの役割を有している。

[0126] 平行平板Ｆ１は、特定の波長、例えばＹＡＧレーザーの１０６０ｎｍ、半導体レーザーの８１０ｎｍ、あるいは赤外域をカットするためのコーティングが施されたフィルターである。

[0127] 図７（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）は、それぞれ本実施例の通常観察状態における球面収差（ＳＡ）、非点収差（ＡＳ）、歪曲収差（ＤＴ）、倍率色収差（ＣＣ）を示す。図７（ｅ）、（ｆ）、（ｇ）、（ｈ）は、それぞれ本実施例の近接観察状態における球面収差（ＳＡ）、非点収差（ＡＳ）、歪曲収差（ＤＴ）、倍率色収差（ＣＣ）を示す。

[0128] （実施例４）

実施例４に係る対物光学系について説明する。図８（ａ）は、本実施例に

係る対物光学系の、通常観察状態（遠距離物点）における断面図、図８（ｂ）は、近接観察状態（近距離物点）における断面図である。

[0129] 本実施例に係る対物光学系は、物体側から順に、正屈折力の第１群Ｇ１と、明るさ絞りＳ１と、負屈折力の第２群Ｇ２と、正屈折力の第３群Ｇ３と、を有している。

[0130] 正屈折力の第１群Ｇ１は、物体側から順に、像側に凹面を向けた平凹の負屈折力の第１レンズＬ１と、平行平板Ｆ１と、像側に凸面を向けた負屈折力の第２メニスカスレンズＬ２と、像側に凸面を向けた正屈折力の第３メニスカスレンズＬ３と、物体側に凸面を向けた正屈折力の第４メニスカスレンズＬ４と、を有している。第１群Ｇ１の後方（撮像面Ｉ側）には、明るさ絞りＳ１が配置されている。負屈折力の第２レンズＬ２と正屈折力の第３レンズＬ３と、は接合された接合レンズＣＬ１を構成する。

[0131] 負屈折力の第２群Ｇ２は、物体側に凸面を向けた負屈折力の第５メニスカスレンズＬ５を有している。負屈折力の第５メニスカスレンズＬ５は、通常観察状態（図８（ａ））から近接観察状態（図８（ｂ））へフォーカシングするに際して、光軸ＡＸに沿って像側（像面Ｉ）に移動する。

[0132] 正屈折力の第３群Ｇ３は、両凸の正屈折力の第６レンズＬ６と、像側に凸面を向けた負屈折力の第７メニスカスレンズＬ７と、物体側に凸面を向けた平凸の正屈折力の第８レンズＬ８を有している。正屈折力の第６レンズＬ６と負屈折力の第７メニスカスレンズＬ７と、は接合された接合レンズＣＬ２を構成する。

[0133] 第３群Ｇ３の後方（撮像面Ｉ側）には図示しない撮像素子が配置されている。撮像素子の前面（物体側面）にはカバーガラスが貼り付けられている。本実施例では、カバーガラスの前面に正屈折力の第８レンズＬ８が接合されている。この正屈折力の第８レンズＬ８はフィールドレンズの役割を有している。

[0134] 平行平板Ｆ１は、特定の波長、例えばＹＡＧレーザーの１０６０ｎｍ、半導体レーザーの８１０ｎｍ、あるいは赤外域をカットするためのコーティン

グが施されたフィルターである。

[0135] 図９（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）は、それぞれ本実施例の通常観察状態における球面収差（ＳＡ）、非点収差（ＡＳ）、歪曲収差（ＤＴ）、倍率色収差（ＣＣ）を示す。図９（ｅ）、（ｆ）、（ｇ）、（ｈ）は、それぞれ本実施例の近接観察状態における球面収差（ＳＡ）、非点収差（ＡＳ）、歪曲収差（ＤＴ）、倍率色収差（ＣＣ）を示す。

[0136]（実施例５）

実施例５に係る対物光学系について説明する。図１０（ａ）は、本実施例に係る対物光学系の、通常観察状態（遠距離物点）における断面図、図１０（ｂ）は、近接観察状態（近距離物点）における断面図である。

[0137] 本実施例に係る対物光学系は、物体側から順に、正屈折力の第１群Ｇ１と、明るさ絞りＳ１と、負屈折力の第２群Ｇ２と、正屈折力の第３群Ｇ３と、を有している。

[0138] 正屈折力の第１群Ｇ１は、物体側から順に、像側に凹面を向けた平凹の負屈折力の第１レンズＬ１と、両凹の負屈折力の第２レンズＬ２と、両凸の正屈折力の第３レンズＬ３と、両凸の正屈折力の第４レンズＬ４を有している。第１群Ｇ１の後方（撮像面Ｉ側）には、明るさ絞りＳ１が配置されている。負屈折力の第２レンズＬ２と正屈折力の第３レンズＬ３と、は接合された接合レンズＣＬ１を構成する。

[0139] 負屈折力の第２群Ｇ２は、物体側に凸面を向けた負屈折力の第５メニスカスレンズＬ５を有している。負屈折力の第５メニスカスレンズＬ５は、通常観察状態（図１０（ａ））から近接観察状態（図１０（ｂ））へフォーカシングするに際して、光軸ＡＸに沿って像側（撮像面Ｉ）に移動する。

[0140] 正屈折力の第３群Ｇ３は、両凸の第６正レンズＬ６と、像側に凸面を向けた負屈折力の第７メニスカスレンズＬ７と、平行平板Ｆ１と、物体側に凸面を向けた平凸の正屈折力の第８レンズＬ８と、を有している。正屈折力の第６レンズＬ６と負屈折力の第７メニスカスレンズＬ７と、は接合された接合レンズＣＬ２を構成する。

[0141] 第３群Ｇ３の後方（撮像面Ｉ側）には図示しない撮像素子が配置されている。撮像素子の前面（物体側面）にカバーガラスＣＧが貼り付けられている。本実施例では、カバーガラスＣＧの前面に正屈折力の第８レンズＬ８が接合されている。この正屈折力の第８レンズＬ８はフィールドレンズの役割を有している。

[0142] 平行平板Ｆ１は、特定の波長、例えばＹＡＧレーザーの１０６０ｎｍ、半導体レーザーの８１０ｎｍ、あるいは赤外域をカットするためのコーティングが施されたフィルターである。

[0143] 図１１（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）は、それぞれ本実施例の通常観察状態における球面収差（ＳＡ）、非点収差（ＡＳ）、歪曲収差（ＤＴ）、倍率色収差（ＣＣ）を示す。図１１（ｅ）、（ｆ）、（ｇ）、（ｈ）は、それぞれ本実施例の近接観察状態における球面収差（ＳＡ）、非点収差（ＡＳ）、歪曲収差（ＤＴ）、倍率色収差（ＣＣ）を示す。

[0144] 以下に、上記各実施例の数値データを示す。記号は、ｒは各レンズ面の曲率半径、ｄは各レンズ面間の間隔、ｎｅは各レンズのｅ線の屈折率、νｄは各レンズのアッベ数、ＦｎｏはＦナンバー、ωは半画角、ＩＨは像高である。絞りは明るさ絞りである。

[0145] 数値実施例１

単位　ｍｍ

面データ

面番号	r	d	ne	νd
1	∞	0.380	1.88815	40.76
2	1.415	0.869		
3	∞	0.620	1.52300	65.13
4	∞	0.380		
5	-3.397	0.484	1.51825	64.14
6	∞	2.893	1.88815	40.76

7	-4.011	0.050		
8	3.732	0.795	1.48915	70.23
9	∞	0.250		
10(絞り)	∞	可変		
11	3.310	0.468	1.80642	34.97
12	2.418	可変		
13	4.145	1.622	1.77621	49.60
14	-1.677	0.500	1.93429	18.90
15	-4.343	0.842		
16	∞	2.000	1.51825	64.14
17(撮像面)	∞			

各種データ

	通常観察状態	近接観察状態
焦点距離	1.044	1.063
Fno	2.99	3.07
物点距離	26.5	8.95
ω	68.4	64.0
d10	0.280	0.855
d12	1.131	0.556

ＩＨ 1.0

[0146] 数値実施例２

単位 ｍｍ

面データ

面番号	r	d	ne	νd
1	∞	0.390	1.88815	40.76

2	1.373	1.087		
3	∞	0.624	1.49557	75.00
4	∞	0.460		
5	-4.977	2.941	1.93429	18.90
6	-5.193	0.051		
7	6.099	1.044	1.48915	70.23
8	-5.065	0.300		
9(絞り)	∞	可変		
10	3.819	0.468	1.73429	28.46
11	2.708	可変		
12	3.530	1.643	1.73234	54.68
13	-2.928	0.500	1.93429	18.90
14	-22.619	0.600		
15	∞	0.500	1.51825	64.14
16	∞	0.780		
17	2.808	1.500	1.51825	64.14
18	∞	0.550	1.56606	60.67
19(撮像面)	∞			

各種データ

	通常観察状態	近接観察状態
焦点距離	1.039	1.079
Fno	2.99	3.11
物点距離	27.3	8.97
ω	71.8	65.2
d9	0.033	0.766
d11	1.300	0.567

ＩＨ 1.0

[0147] 数値実施例３

単位　ｍｍ

面データ

面番号	r	d	ne	νd
1	∞	0.374	1.88815	40.76
2	1.415	0.872		
3	∞	0.624	1.49557	75.00
4	∞	0.418		
5	-3.206	0.484	1.51825	64.14
6	∞	2.462	1.88815	40.76
7	-3.748	0.052		
8	3.608	0.796	1.48915	70.23
9	∞	0.296		
10(絞り)	∞	可変		
11	3.292	0.468	1.80642	34.97
12	2.384	可変		
13	4.293	1.420	1.77621	49.60
14	-1.744	0.499	1.93429	18.90
15	-4.691	0.936		
16	8.017	1.400	1.51825	64.14
17	∞	0.560	1.51825	64.14
18(撮像面)	∞			

各種データ

	通常観察状態	近接観察状態
焦点距離	1.014	1.038

Fno	2.95	3.04
物点距離	27.3	8.95
ω	72.5	66.8
d10	0.033	0.614
d12	1.158	0.577

ＩＨ　1.0

[0148] 数値実施例４

単位　ｍｍ

面データ

面番号	r	d	ne	νd
1	∞	0.395	1.88815	40.76
2	1.408	0.850		
3	∞	0.635	1.49557	75.00
4	∞	0.300		
5	-4.017	0.492	1.51825	64.14
6	-21.659	2.784	1.88815	40.76
7	-3.554	0.052		
8	2.623	0.779	1.48915	70.23
9	6.603	0.299		
10(絞り)	∞	可変		
11	3.030	0.475	1.85504	23.78
12	2.132	可変		
13	3.312	1.448	1.77621	49.60
14	-2.363	0.501	1.93429	18.90
15	-18.495	0.638		
16	2.855	2.080	1.51825	64.14

17(撮像面) ∞

各種データ

	通常観察状態	近接観察状態
焦点距離	1.000	1.025
Fno	3.81	3.94
物点距離	27.5	9.1
ω	67.3	62.7
d10	0.034	0.497
d12	1.012	0.560

ＩＨ 0.944

[0149] 数値実施例５

単位 ｍｍ

面データ

面番号	r	d	ne	νd
1	∞	0.378	1.88815	40.76
2	1.373	1.583		
3	-2.673	0.463	1.51825	64.14
4	9.531	2.338	1.88815	40.76
5	-4.189	0.050		
6	4.059	0.745	1.48915	70.23
7	-11.662	0.285		
8(絞り)	∞	可変		
9	3.272	0.442	1.80642	34.97
10	2.339	可変		
11	3.579	1.382	1.77621	49.60

12	-2.919	0.488	1.97189	17.47
13	-13.679	0.320		
14	∞	0.400	1.51500	75.00
15	∞	0.500		
16	2.725	1.430	1.51825	64.14
17	∞	0.580	1.51825	64.14
18(撮像面)	∞			

各種データ

	通常観察状態	近接観察状態
焦点距離	0.999	1.034
Fno	3.04	3.15
物点距離	26.5	8.7
ω	73.4	66.2
d8	0.032	0.658
d10	1.162	0.536

ＩＨ 0.970

[0150] 以下に、各実施例における条件式対応値を示す。

条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
(1) G2f/FL	-13.922	-14.855	-13.729	-11.127	-12.915
(2) G3f/G1f	1.398	1.222	1.282	1.267	1.130
(3) H1/FL	1.336	1.381	1.417	1.391	1.398
(4) f1/FL	-1.527	-1.488	-1.571	-1.585	-1.548
(5) d2G/FL	0.551	0.705	0.573	0.463	0.627
(6) G2f/G1f	-5.715	-5.029	-5.454	-4.679	-4.708
(7) G2f/G3f	-4.088	-4.115	-4.255	-3.691	-4.168

(8) r2/FL	1.356	1.320	1.395	1.408	1.375
(9) G2fr/G2rr	1.369	1.410	1.381	1.421	1.399
(10) C1F/C1R	-1.451	—	-1.466	-2.152	-1.116
(11) FF/FL	4.89	1.32	1.09	1.32	1.32
(12) AD/FL	1.08	0.75	0.92	0.64	0.50
(13) rf/FL	3.97	2.70	7.91	2.86	2.73
(14) df/ff	0.597	0.376	0.127	0.378	0.382

[0151] なお、上述の対物光学系は、複数の構成を同時に満足してもよい。このようにすることが、良好な対物光学系を得る上で好ましい。また、好ましい構成の組み合わせは任意である。また、各条件式について、より限定した条件式の数値範囲の上限値あるいは下限値のみを限定しても構わない。

[0152] 以上、本発明の種々の実施形態について説明したが、本発明は、これらの実施形態のみに限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で、これら実施形態の構成を適宜組合せて構成した実施形態も本発明の範疇となるものである。

[0153] （付記）

なお、これらの実施例から以下の構成の発明が導かれる。

（付記項１）

物体側から順に、正屈折力の第１群と、負屈折力の第２群と、正屈折力の第３群と、を有し、

前記第２群を移動することでフォーカシングを行い、

以下の条件式（１）を満足することを特徴とする対物光学系。

－１８＜Ｇ２ｆ／ＦＬ＜－１１　　（１）

ここで、

Ｇ２ｆは、前記第２群の焦点距離、

ＦＬは、通常観察状態の対物光学系全系の焦点距離、

である。

[0154] （付記項２）

以下の条件式（２）、（３）、（４）、（５）、（６）、（７）、（８）、（９）、（１０）、（１１）、（１２）、（１３）、（１４）のうちのいずれかを満足することを特徴とする付記項１に記載の対物光学系。

０．７５＜Ｇ３ｆ／Ｇ１ｆ＜１．４７　（２）

１．２３＜Ｈ１／ＦＬ＜１．４５　（３）

－１．７＜ｆ１／ＦＬ＜－１．４　（４）

０．３５＜ｄ２Ｇ／ＦＬ＜０．７５　（５）

－８＜Ｇ２ｆ／Ｇ１ｆ＜－２　（６）

－７＜Ｇ２ｆ／Ｇ３ｆ＜－１．８　（７）

１．１＜ｒ２／ＦＬ＜１．４５　（８）

１．３＜Ｇ２ｆｒ／Ｇ２ｒｒ＜１．８　（９）

－３．０＜Ｃ１Ｆ／Ｃ１Ｒ＜－１．０　（１０）

１．０８＜ＦＦ／ＦＬ＜５　（１１）

０．４＜ＡＤ／ＦＬ＜１．２　（１２）

２＜ｒｆ／ＦＬ＜８　（１３）

０．１０＜ｄｆ／ｆｆ＜０．６２　（１４）

ここで、

Ｇ３ｆは、前記第３群の焦点距離、

Ｇ１ｆは、前記第１群の焦点距離、

Ｈ１は、第１レンズの物体側面における最大主光線高、

ＦＬは、通常観察状態の前記対物光学系全系の焦点距離、

ｆｌは、前記第１レンズの焦点距離、

ｄ２Ｇは、前記第２群の移動量、

Ｇ２ｆは、前記第２群の焦点距離、

ｒ２は、前記第１レンズの像側面の曲率半径、

Ｇ２ｆｒは、前記第２群が有するレンズの物体側面の曲率半径、

Ｇ２ｒｒは、前記第２群が有するレンズの像側面の曲率半径、

Ｃ１Ｆは、前記第１群内の接合レンズにおける負屈折力の第２レンズの焦点距離、

Ｃ１Ｒは、前記第１群内の接合レンズにおける正屈折力の第３レンズの焦点距離、

ＦＦは、最も物体側に配置されたレンズから最も像側に配置された正屈折力のレンズより物体側のレンズまでの焦点距離、

ＡＤは、最も像側に配置された正屈折力のレンズの物体側面と、その物体側直前のレンズの像側面との空気間隔、

ｒｆは、最も像側に配置されている正屈折力のレンズの物体側面の曲率半径、

ｄｆは、最も像側に配置された正屈折力のレンズ（または接合レンズ）の前面（物体側面）から後面（像側面）までの距離、

ｆｆは、最も像側に配置された正屈折力のレンズ（または接合レンズ）の焦点距離、

である。

[0155]（付記項３）

前記第１群は 物体側から順に、負屈折力の第１レンズと、物体側に凹面を向けた負屈折力の第２レンズと像側に凸面を向けた正屈折力の第３レンズとを貼り合わせた接合レンズと、正屈折力の第４レンズと、で構成していることを特徴とする付記項１または付記項２に記載の対物光学系。

[0156]（付記項４）

前記対物光学系の最も像側に配置されたレンズは、物体側に凸面を向けた平凸の正屈折力のレンズであり、撮像面に直接貼り付いている構成、または、撮像面上に形成されたカバーガラスに接合されている構成であることを特徴とする付記項１、または付記項２、または付記項３に記載の対物光学系。

産業上の利用可能性

[0157] 本発明は、フォーカシング機能を有する対物光学系、特に、近接観察可能な内視鏡対物レンズ、その他民生用の小型カメラ等の撮影レンズに好適な対

物光学系に有用である。

符号の説明

[0158] Ｌ１～Ｌ８　レンズ

Ｆ１、Ｆ２　平行平板

Ｓ１　明るさ絞り

ＣＧ　カバーガラス

Ｇ１　第１群

Ｇ２　第２群

Ｇ３　第３群

ＡＸ　光軸

Ｉ　像面（撮像面）

ＣＬ１、ＣＬ２　接合レンズ

請求の範囲

[請求項1] 物体側から順に、正屈折力の第１群と、負屈折力の第２群と、正屈折力の第３群と、を有し、

前記第２群を移動することでフォーカシングを行い、

以下の条件式（１）を満足することを特徴とする対物光学系。

－１８＜Ｇ２／ＦＬ＜－１１　　（１）

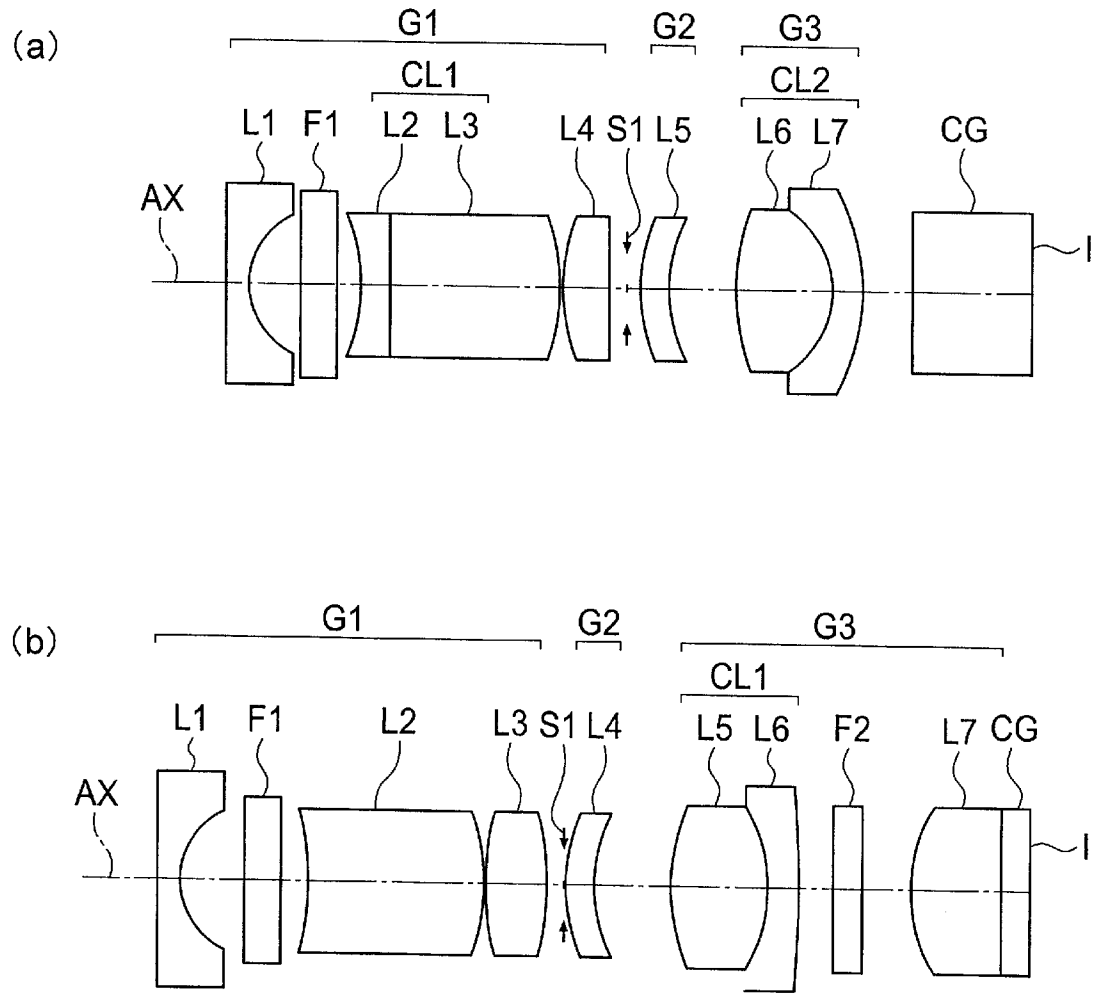
ここで、

Ｇ２は、前記第２群の焦点距離、

ＦＬは、通常観察状態の対物光学系全系の焦点距離、

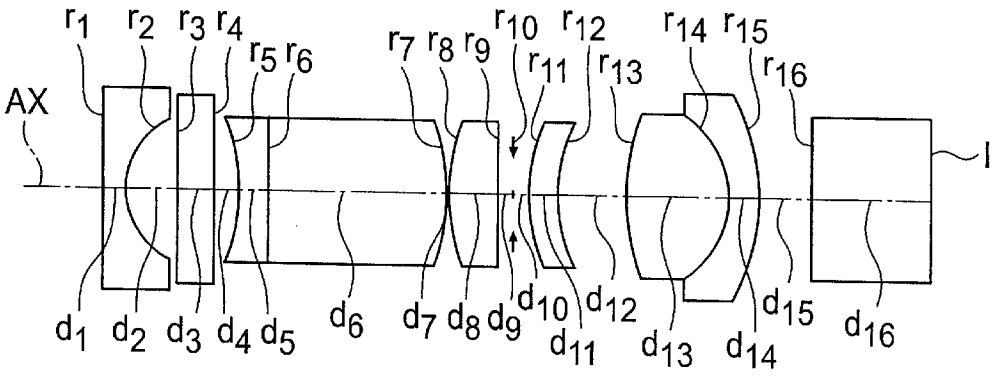
である。

[図1]

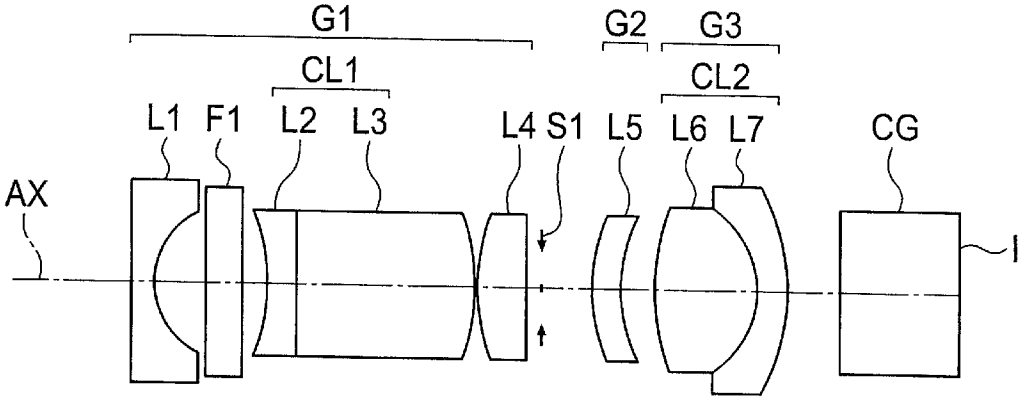

(a)
G1
G2
G3
CL1
CL2
L1
F1
L2
L3
L4
S1
L5
L6
L7
CG
AX
I
(b)
G1
G2
G3
CL1
L1
F1
L2
L3
S1
L4
L5
L6
F2
L7
CG
AX
I

[図2]

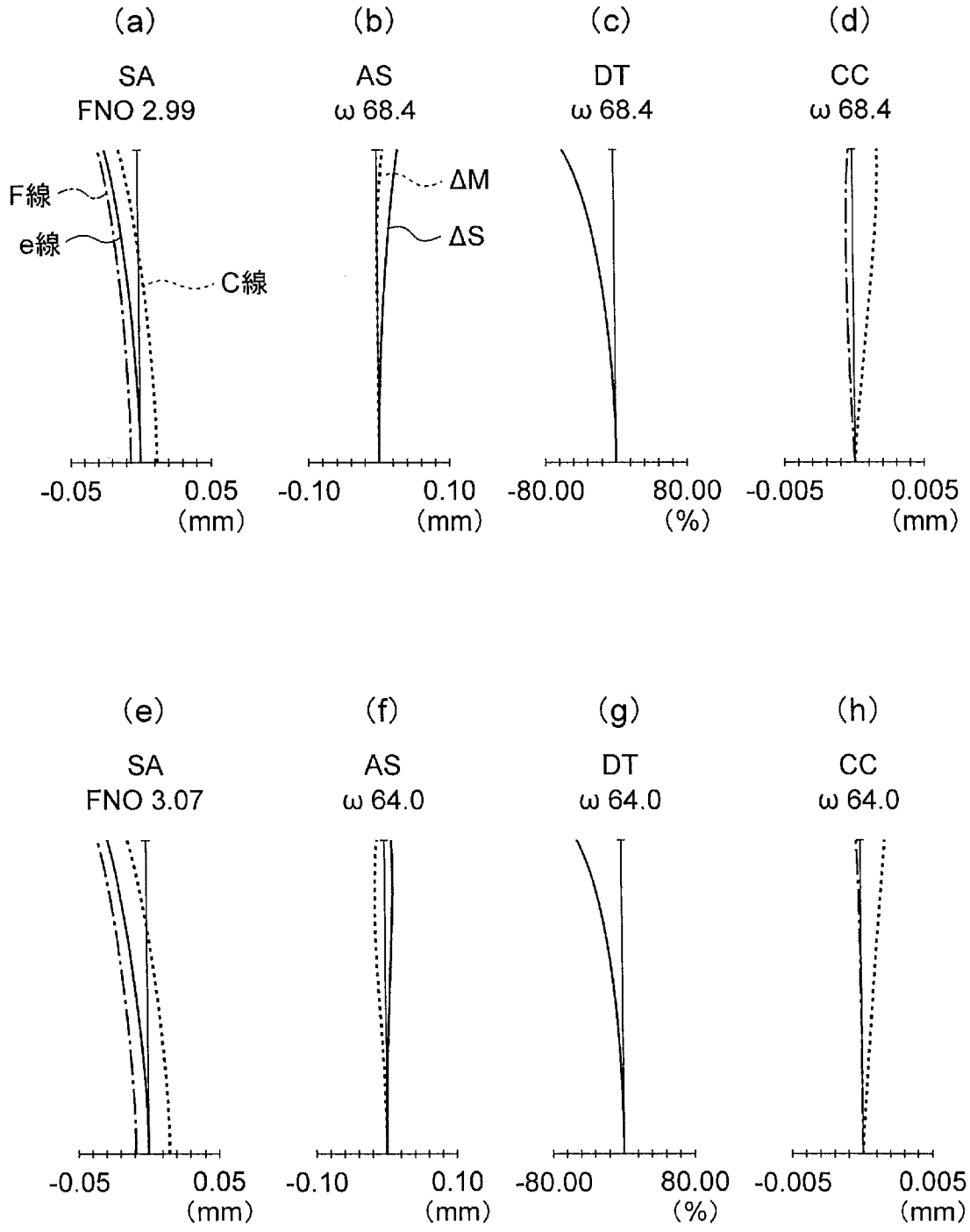
(a)


r1 r2 r3 r4 r5 r6 r7 r8 r9 r10 r11 r12 r13 r14 r15 r16
AX
I
d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8 d9 d10 d11 d12 d13 d14 d15 d16

(b)

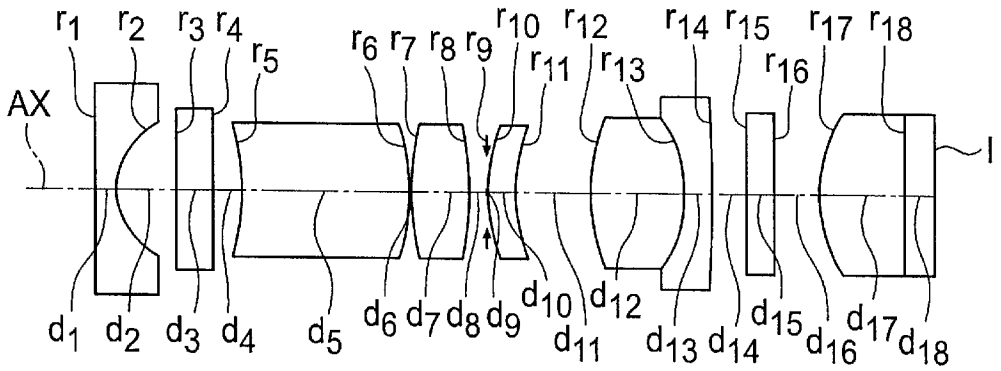

G1
G2
G3
CL1
CL2
L1 F1 L2 L3 L4 S1 L5 L6 L7 CG
AX
I

[図3]

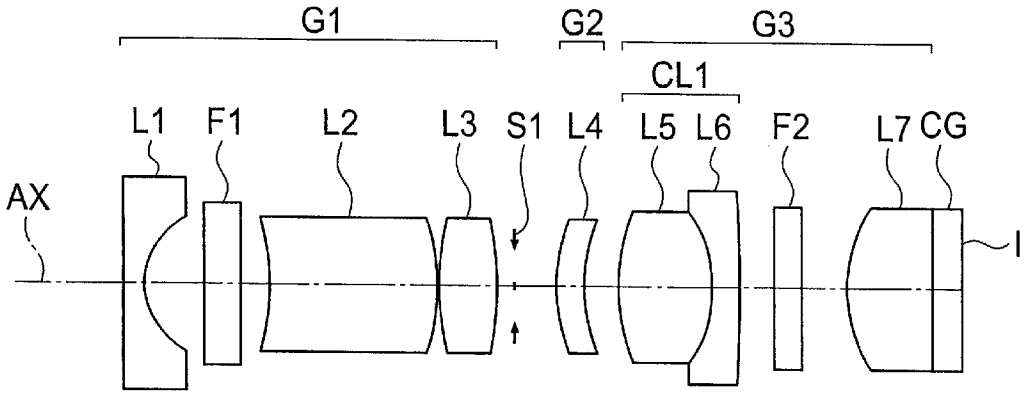

(a)
SA
FNO 2.99
F線
e線
C線
-0.05
0.05
(mm)
(b)
AS
ω 68.4
ΔM
ΔS
-0.10
0.10
(mm)
(c)
DT
ω 68.4
-80.00
80.00
(%)
(d)
CC
ω 68.4
-0.005
0.005
(mm)
(e)
SA
FNO 3.07
-0.05
0.05
(mm)
(f)
AS
ω 64.0
-0.10
0.10
(mm)
(g)
DT
ω 64.0
-80.00
80.00
(%)
(h)
CC
ω 64.0
-0.005
0.005
(mm)
486.13
656.27
546.07

[図4]

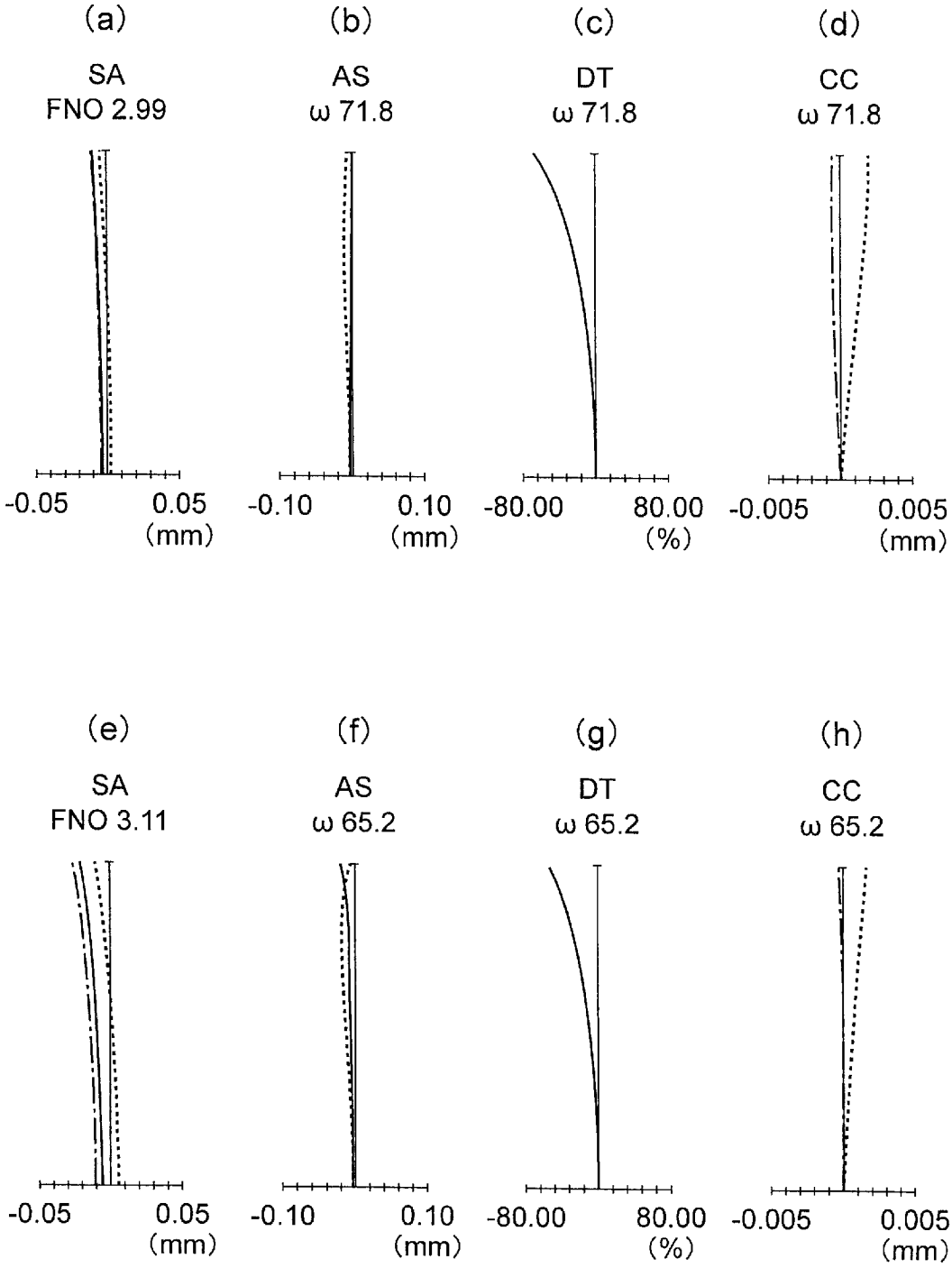
(a)


r1 r2 r3 r4 r5 r6 r7 r8 r9 r10 r11 r12 r13 r14 r15 r16 r17 r18
AX
I
d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8 d9 d10 d11 d12 d13 d14 d15 d16 d17 d18

(b)

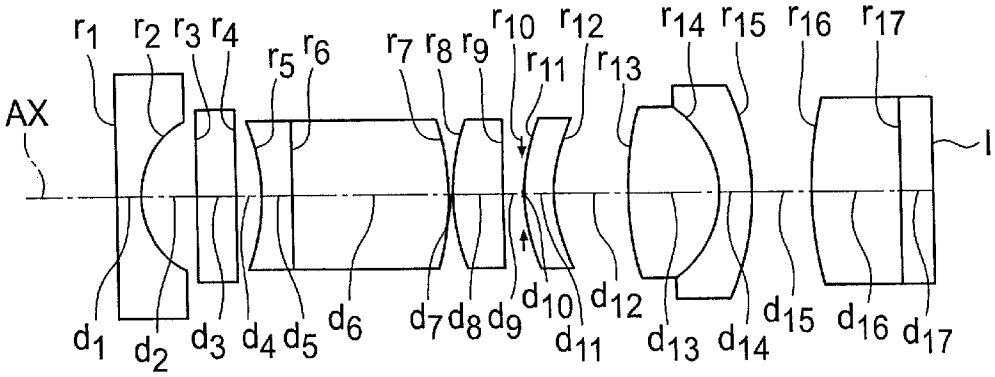

G1 G2 G3
CL1
L1 F1 L2 L3 S1 L4 L5 L6 F2 L7 CG
AX
I

[図5]

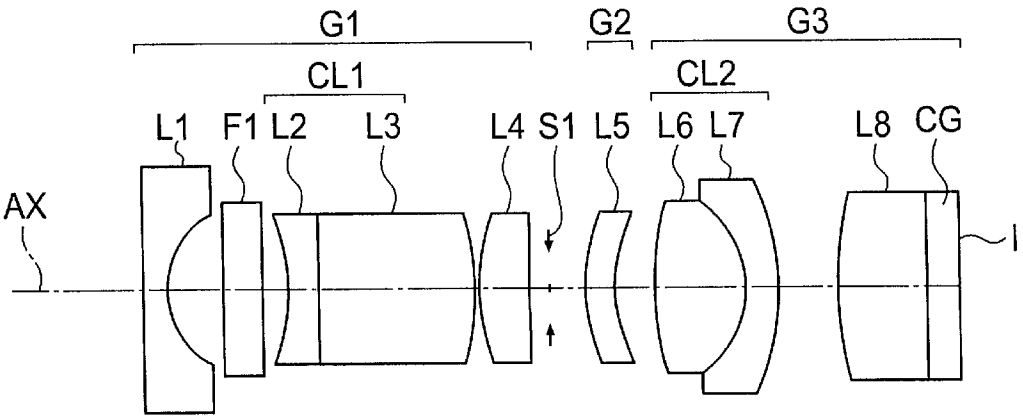

(a)
SA
FNO 2.99
-0.05
0.05
(mm)
(b)
AS
ω 71.8
-0.10
0.10
(mm)
(c)
DT
ω 71.8
-80.00
80.00
(%)
(d)
CC
ω 71.8
-0.005
0.005
(mm)
(e)
SA
FNO 3.11
-0.05
0.05
(mm)
(f)
AS
ω 65.2
-0.10
0.10
(mm)
(g)
DT
ω 65.2
-80.00
80.00
(%)
(h)
CC
ω 65.2
-0.005
0.005
(mm)

[図6]

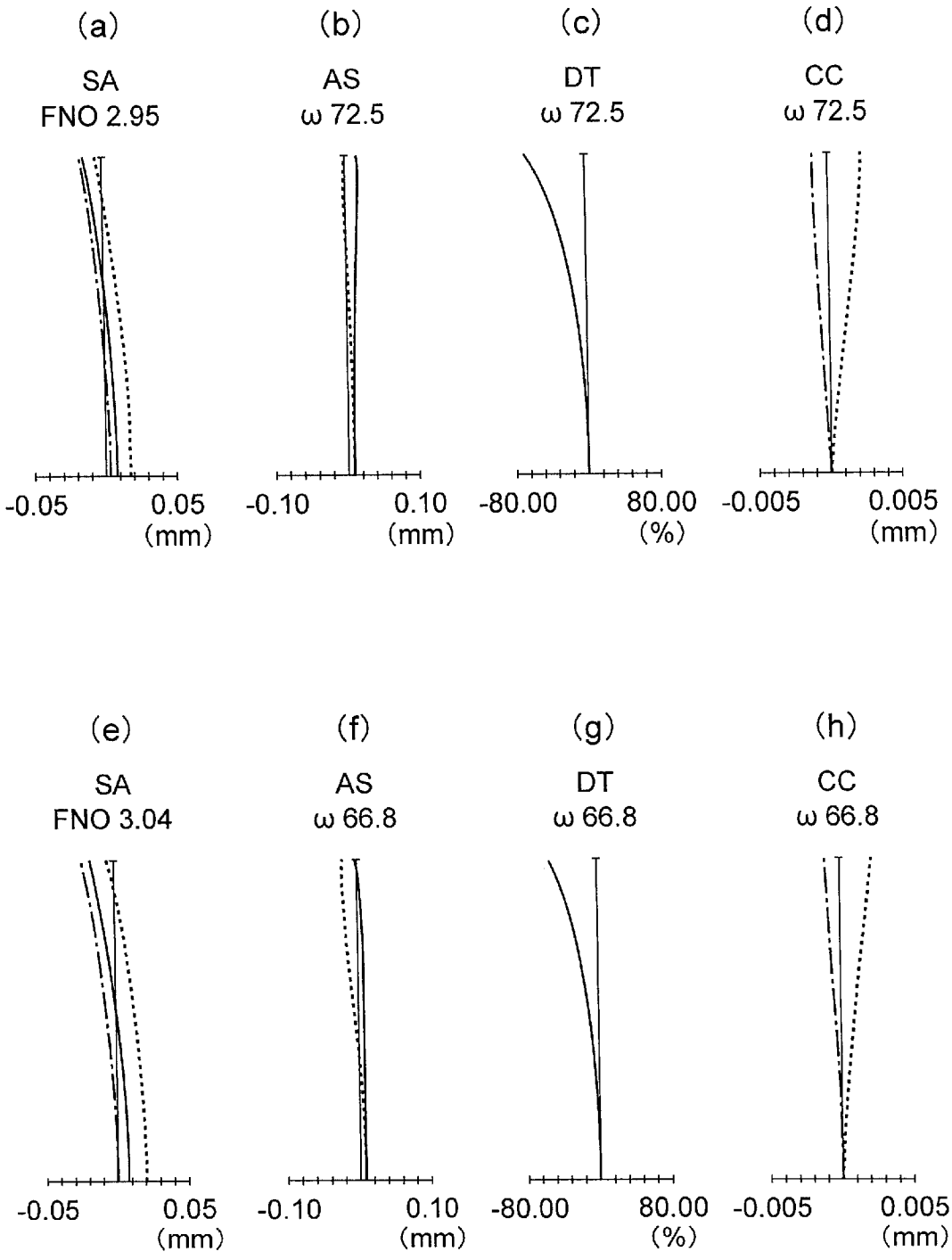
(a)


AX
r1 r2 r3 r4 r5 r6 r7 r8 r9 r10 r11 r12 r13 r14 r15 r16 r17
d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8 d9 d10 d11 d12 d13 d14 d15 d16 d17
I

(b)

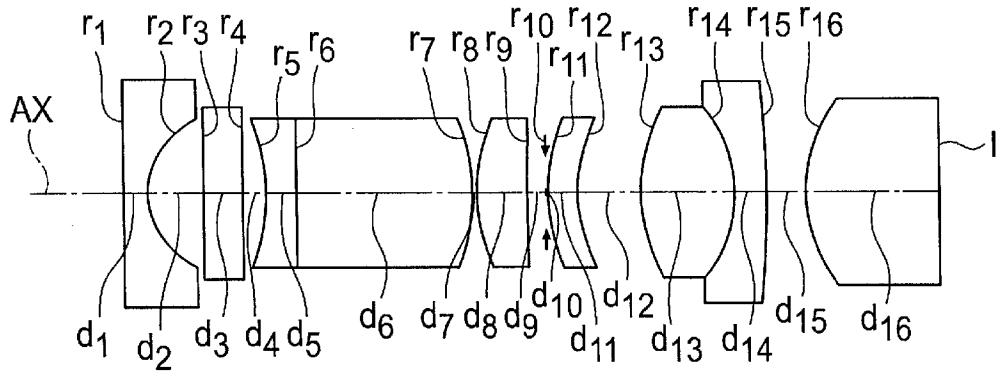

G1
G2
G3
CL1
CL2
L1 F1 L2 L3 L4 S1 L5 L6 L7 L8 CG
AX
I

[図7]

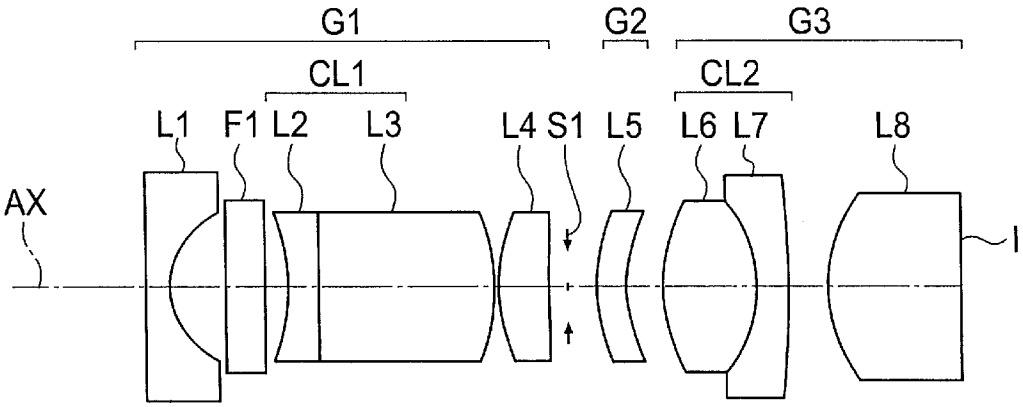

(a)
SA
FNO 2.95
-0.05
0.05
(mm)
(b)
AS
ω 72.5
-0.10
0.10
(mm)
(c)
DT
ω 72.5
-80.00
80.00
(%)
(d)
CC
ω 72.5
-0.005
0.005
(mm)
(e)
SA
FNO 3.04
-0.05
0.05
(mm)
(f)
AS
ω 66.8
-0.10
0.10
(mm)
(g)
DT
ω 66.8
-80.00
80.00
(%)
(h)
CC
ω 66.8
-0.005
0.005
(mm)

[図8]

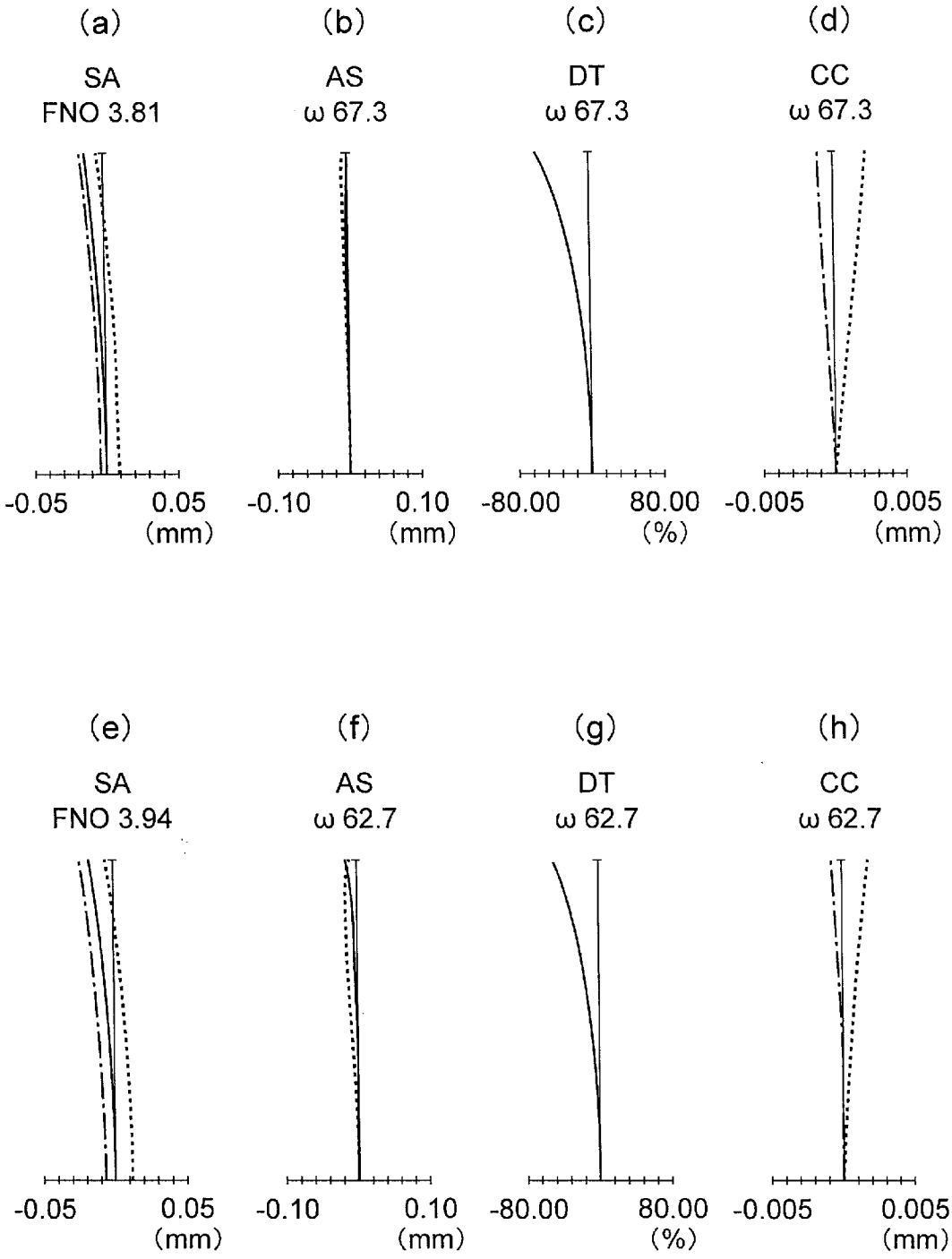
(a)


r1 r2 r3 r4 r5 r6 r7 r8 r9 r10 r11 r12 r13 r14 r15 r16
AX
I
d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8 d9 d10 d11 d12 d13 d14 d15 d16

(b)

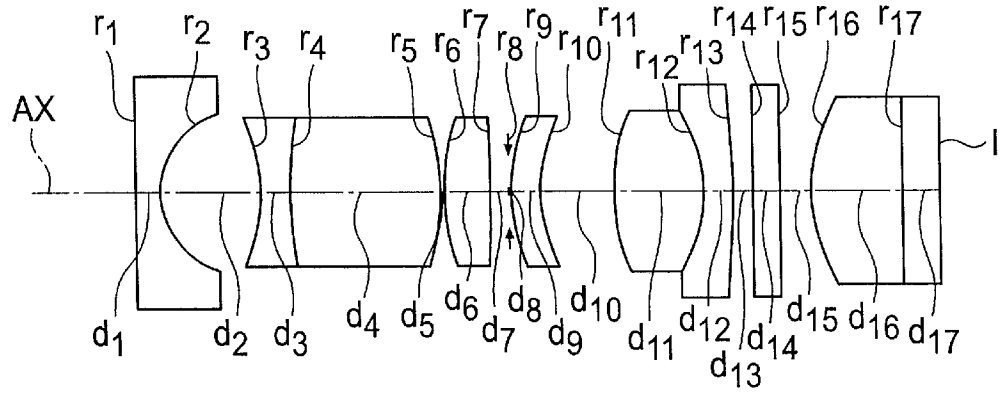

G1
G2
G3
CL1
CL2
L1 F1 L2 L3 L4 S1 L5 L6 L7 L8
AX
I

[図9]

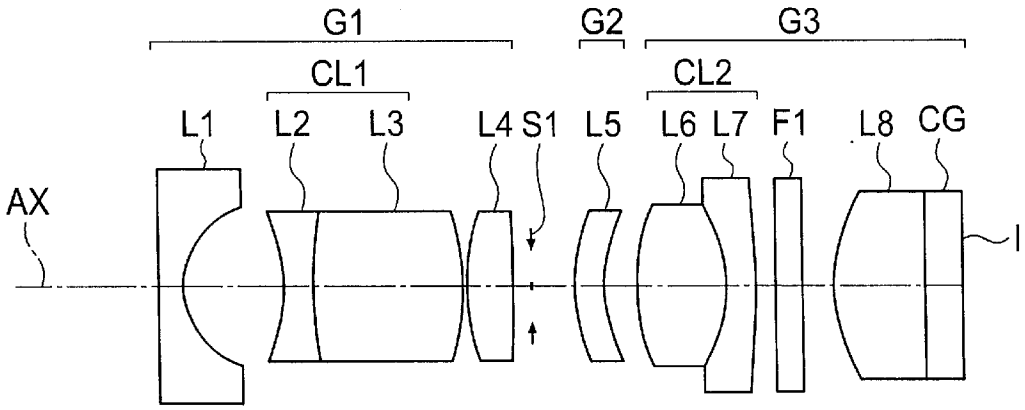

(a)
SA
FNO 3.81
-0.05
0.05
(mm)
(b)
AS
ω 67.3
-0.10
0.10
(mm)
(c)
DT
ω 67.3
-80.00
80.00
(%)
(d)
CC
ω 67.3
-0.005
0.005
(mm)
(e)
SA
FNO 3.94
-0.05
0.05
(mm)
(f)
AS
ω 62.7
-0.10
0.10
(mm)
(g)
DT
ω 62.7
-80.00
80.00
(%)
(h)
CC
ω 62.7
-0.005
0.005
(mm)

[図10]

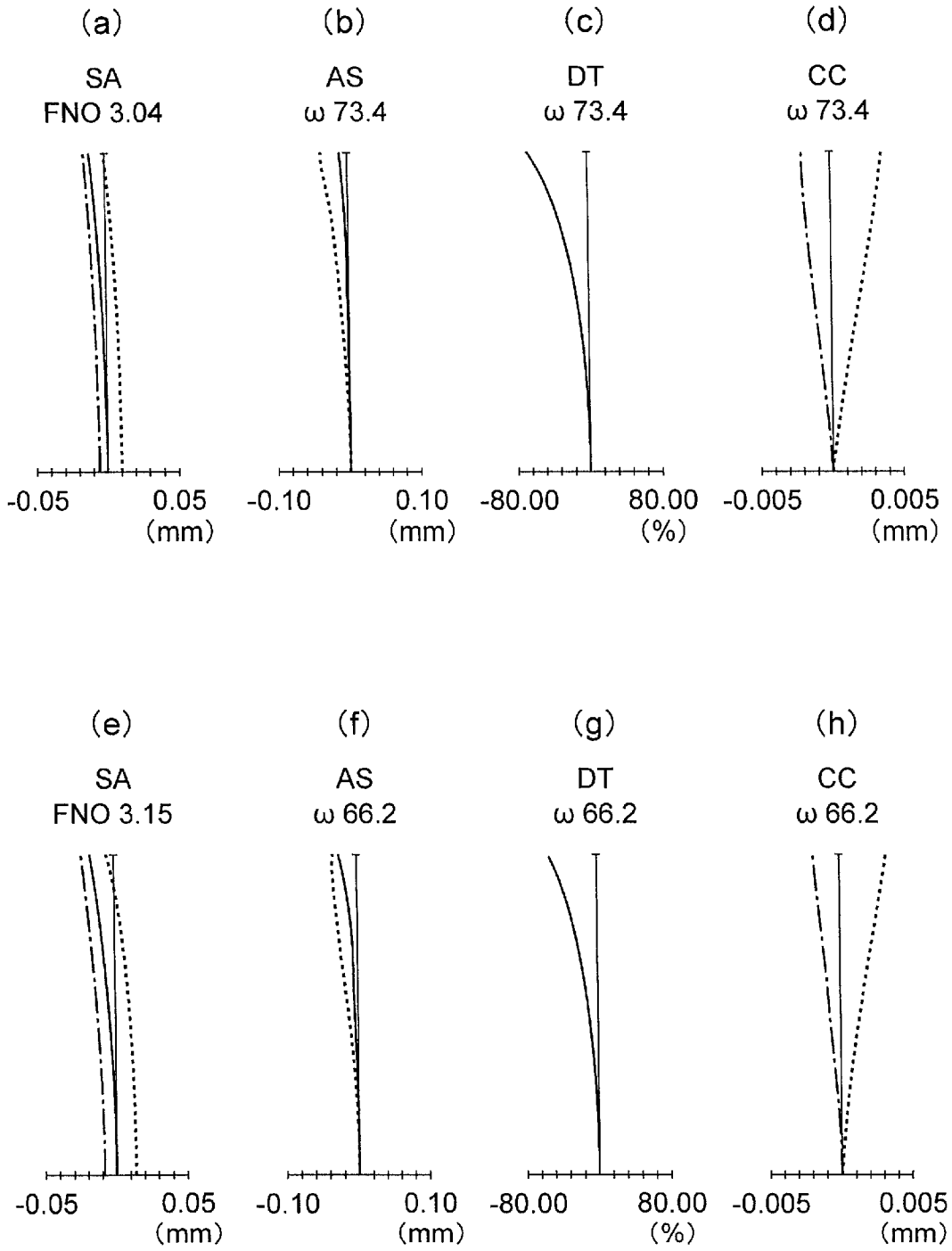
(a)


AX
r1
r2
r3
r4
r5
r6
r7
r8
r9
r10
r11
r12
r13
r14
r15
r16
r17
I
d1
d2
d3
d4
d5
d6
d7
d8
d9
d10
d11
d12
d13
d14
d15
d16
d17

(b)


G1
G2
G3
CL1
CL2
L1
L2
L3
L4
S1
L5
L6
L7
F1
L8
CG
AX
I

[図11]


(a)
SA
FNO 3.04
-0.05
0.05
(mm)
(b)
AS
ω 73.4
-0.10
0.10
(mm)
(c)
DT
ω 73.4
-80.00
80.00
(%)
(d)
CC
ω 73.4
-0.005
0.005
(mm)
(e)
SA
FNO 3.15
-0.05
0.05
(mm)
(f)
AS
ω 66.2
-0.10
0.10
(mm)
(g)
DT
ω 66.2
-80.00
80.00
(%)
(h)
CC
ω 66.2
-0.005
0.005
(mm)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/039866

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G02B13/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
int.Cl. G02B13/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2016/006486 A1 (OLYMPUS CORP.) 14 January 2016, claims, paragraph [0041], examples 1-5 & US 2016/0370558 A1, claims, paragraphs [0062], examples 1-5 & EP 3168668 A1 & CN 106062609 A	1
P, X	WO 2017/119188 A1 (OLYMPUS CORP.) 13 July 2017, example 2, paragraph [0056] & JP 6197147 B1	1

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ 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	Date of mailing of the international search report
18 January 2018 (18.01.2018)	30 January 2018 (30.01.2018)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/039866

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2014/155821 A1 (OLYMPUS MEDICAL SYSTEMS CORP.) 02 October 2014, entire text, all drawings & US 2015/0085376 A1, entire text, all drawings & EP 2980624 A1 & CN 104254799 A	1
A	WO 2014/132494 A1 (OLYMPUS MEDICAL SYSTEMS CORP.) 04 September 2014, entire text, all drawings & US 2015/0103418 A1, entire text, all drawings & EP 2963473 A1 & CN 104937470 A	1
A	WO 2016/084494 A1 (OLYMPUS CORP.) 02 June 2016, entire text, all drawings & US 2017/0038570 A1, entire text, all drawings & EP 3226054 A1 & CN 106255912 A	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/039866

Claim 1 includes the wording "··· comprising, in order from an object side, a first group having positive refractive power, a second group having negative refractive power, and a third group having positive refractive power", and it is understood that, in addition to the optical system composed of three groups, claim 1 also includes an optical system having four or more lens groups. Meanwhile, only the optical system composed of three groups is described as a specific example in the description. Therefore, the invention in claim 1, which includes the optical system composed of four or more lens groups, exceeds the scope described in the description, and does not satisfy the requirement regarding support stipulated in PCT Article 6.
Therefore, as a meaningful examination could not be carried out for optical systems other than the optical system composed of the third groups, such optical systems were not examined.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０３９８６６

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

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

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

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８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	WO 2016/006486 A1 (オリンパス株式会社) 2016.01.14, 請求の範囲,[0041],実施例1-5 & US 2016/0370558 A1,claims,[0062],Examples1-5 & EP 3168668 A1 & CN 106062609 A	1
P,X	WO 2017/119188 A1 (オリンパス株式会社) 2017.07.13, 実施例2,[0056] & JP 6197147 B1	1

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　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
「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
「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
「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）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「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
「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
「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
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１８．０１．２０１８	３０．０１．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｖ　３７１３
堀井　康司
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２７１

C（続き）．　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
A	WO 2014/155821 A1 (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 2014.10.02, 全文全図 & US 2015/0085376 A1, 全文全図 & EP 2980624 A1 & CN 104254799 A	1
A	WO 2014/132494 A1 (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 2014.09.04, 全文全図 & US 2015/0103418 A1, 全文全図 & EP 2963473 A1 & CN 104937470 A	1
A	WO 2016/084494 A1 (オリンパス株式会社) 2016.06.02, 全文全図 & US 2017/0038570 A1, 全文全図 & EP 3226054 A1 & CN 106255912 A	1

請求項１には「物体側から順に、正屈折力の第１群と、負屈折力の第２群と、正屈折力の第３群と、を有し・・・」と記載され、３群構成の光学系以外に、４群以上のレンズ群を有する光学系も含まれると解される。一方、明細書には、具体例として３群構成の光学系が記載されているのみである。そうすると、４群以上のレンズ群から構成される光学系をも含む本願請求項１に係る発明は、明細書に記載した範囲を超えるものであり、ＰＣＴ第６条に規定される裏付けに関する要件を満たしていない。

よって、３群構成以外の光学系については、有意義な調査を行うことができないため、調査を行わなかった。