

(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
2020年9月3日(03.09.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/174561 A1

(51) 国際特許分類:

G02B 13/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/007205

(22) 国際出願日: 2019年2月26日(26.02.2019)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(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: 辻善文 (TSUJI Yoshifumi); 〒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 (SAITO Keisuke); 〒1010051 東京都千代田区神田神保町1-4-1-3 駿河台下MKビル6階 Tokyo (JP).

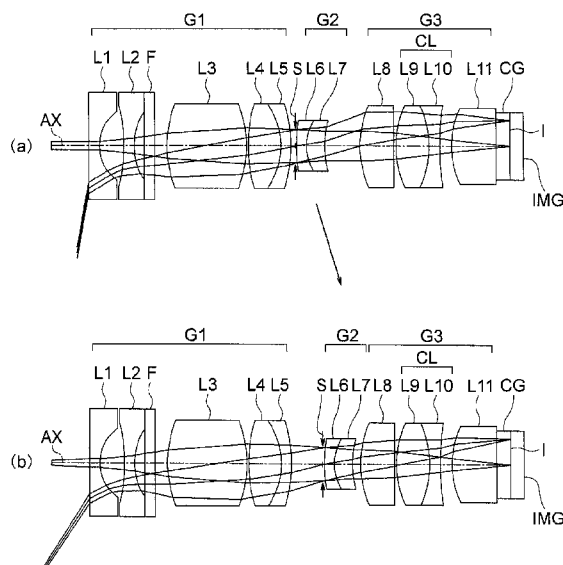
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

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, 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).

(54) Title: ENDOSCOPE OBJECTIVE OPTICAL SYSTEM

(54) 発明の名称: 内視鏡用対物光学系



(57) Abstract: Provided is a high-performance endoscope objective optical system that allows for magnification observation (near-point observation) in accordance with a change in distance to an object while ensuring a sufficient observation depth despite being reduced in size, the system having a wide viewing angle, enabling satisfactory correction of optical aberrations from the screen center to the peripheral region, and facilitating observation and diagnosis for lesions. The endoscope objective optical system consists of a first positive lens group, a second negative lens group, and a third positive lens group in order from the object side; the first lens group includes a first lens formed from a negative single lens and a second lens formed from a negative single lens, from the object side; the second lens group moves along the optical axis, thereby adjusting focus or changing zoom; the third lens group has a cemented lens and a positive single lens bonded to a glass cover formed on an imaging element or the imaging element.

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：物体距離の変化に応じて、拡大観察（近点観察）が可能であり、小型で十分な観察深度を確保でき、広角の視野角を有し、画面中心から周辺部まで良好に光学収差が補正され、病変の観察および診断がしやすい、高性能な内視鏡用対物光学系を提供する。内視鏡用対物光学系は、物体側から順に、正の第1レンズ群と、負の第2レンズ群と、正の第3レンズ群と、からのみ構成され、第1レンズ群は、物体側から順に、負の単レンズからなる第1レンズと、負の単レンズからなる第2レンズと、を有し、第2レンズ群は、光軸上を移動することにより合焦および変倍を行ない、第3レンズ群は、接合レンズと、撮像素子または撮像素子上に形成されたカバーガラスに接合されている正の単レンズと、を有する。

明 細 書

発明の名称：内視鏡用対物光学系

技術分野

[0001] 本発明は、対物光学系に関する。特に、内視鏡用対物光学系（結像光学系）に関するものであり、例えば医療分野や工業分野などで用いられる内視鏡装置に利用できるものである。

背景技術

[0002] 内視鏡は、医療用分野及び工業用分野で広く使用されている装置である。特に医療用分野においては、患者への負担低減や診断精度の向上等の観点から、内視鏡の撮像素子、例えばCCDやCMOSの小型化と高画素化が進んでいる。

[0003] これにより、撮像素子の画素ピッチが年々、小さくなってきている。この結果、内視鏡対物用光学系についても、広角化や収差補正等の光学性能を満足させつつ、観察は遠点から近点まで広い観察深度が要求される。

[0004] そのため、近年ではさらに広範囲の深度で観察できるようなズーム光学系やフォーカス光学系を用いた結像光学系（対物光学系）が提案されている。このような内視鏡のズーム対物光学系の例が、以下の特許文献1、2に開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第05802847号公報

特許文献2：特開2009-294496号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 対物光学系のFナンバー（Fno）は、光の回折の影響を受けないように、下記の範囲であるのが望ましい。

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

ここで、Pは、撮像素子の画素ピッチである。

[0007] 画素ピッチの小さい撮像素子を有する光学系では、回折による光学性能の劣化が発生してしまう。そこで、光学系のFナンバーを小さくすることで、回折の影響を受けずにすむ。しかしながら、光学系のFナンバーを小さくすることによって、観察深度が浅くなってしまう。

[0008] 観察深度が浅い対物光学系に関して、光学系の組立を行った場合、製造ばらつきによって画面周辺における画質劣化の影響が大きくなってしまう。例えば、レンズの偏心によって、画面周辺まで安定して良好な光学性能を得ることは困難である。同じ構成を有する対物光学系にも関わらず、上述した製造ばらつきに起因して、周辺画質が異なる光学系が生じてしまう。周辺画質が劣化すると、画像がぼけてしまうことがある。

[0009] 特に、ズーム対物光学系では、拡大観察時と通常観察時の双方の収差補正等の光学性能を満足させる必要があるため、レンズ枚数は多くなり製造ばらつきによる画面の画質劣化への影響が大きい。医療現場では、観察された病変部に関する画像がぼけてしまうと、術者は、高精細な観察が困難となる。この結果、術者にとって、診断精度が落ちてしまうという問題が生ずる。

[0010] また、上述の問題を有する対物光学系においてピント調整を行った場合、安定して良好な光学性能を得ることは困難である。例えば、光学系のピント調整をした後に、ピント位置を固定するためには、メカ部材により各構成部材を固定する。このとき、メカ部材を接着剤により固定する必要がある。

[0011] メカ部材を固定したときに生じる位置ずれや、接着剤の硬化収縮が考えられる。さらには、接着剤を硬化促進させるために、メカ部材を高温環境下においた場合、ピント位置を把持しているメカ部材の熱膨張による位置ずれなども考えられる。

[0012] すなわち、上述の内視鏡用対物光学系は、小型化によって生じる回折の影響を受けること、製造ばらつきによって光学性能が劣化すること、に起因して観察に適用できないおそれがある。

[0013] 特許文献1、2のズーム対物光学系は、小型ではあるが、Fナンバーは大

きい光学仕様である。このため、撮像素子の小型化、高画素に伴って画素ピッチが小さい近年の状況において、回折の影響により光学性能が劣化してしまう。また、特許文献1、2のズーム対物光学系は、製造ばらつきの問題も考慮されていないために、良好な観察には適用できない。

[0014] 本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、物体距離の変化に応じて、拡大観察（近点観察）が可能であり、小型で十分な観察深度を確保でき、広角の視野角を有し、画面中心から周辺部まで良好に光学収差が補正され、病変の観察および診断がしやすい、高性能な内視鏡用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

[0015] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の少なくとも幾つかの実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、物体側から順に、正の第1レンズ群と、負の第2レンズ群と、正の第3レンズ群と、からのみ構成され、第1レンズ群は、物体側から順に、負の単レンズからなる第1レンズと、負の単レンズからなる第2レンズと、を有し、第2レンズ群は、光軸上を移動することにより合焦および変倍を行ない、第3レンズ群は、接合レンズと、撮像素子または撮像素子上に形成されたカバーガラスに接合されている正の単レンズと、を有する。

[0016] 以下、拡大観察状態を、適宜「近点観察状態」という。また、通常観察状態を、適宜「遠距離物点合焦時」という。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、物体距離の変化に応じて、拡大観察（近点観察）が可能であり、小型で十分な観察深度を確保でき、広角の視野角を有し、画面中心から周辺部まで良好に光学収差が補正され、病変の観察および診断がしやすい、高性能な内視鏡用対物光学系を提供するを提供できるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]（a）は実施形態に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断

面図である。(b)は実施形態に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。

[図2](a)は実施例1に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。(b)は実施例1に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。

[図3]実施例1に係る内視鏡用対物光学系の、(a)は通常観察状態における球面収差(SA)、(b)は通常観察状態における非点収差(AS)、(c)は通常観察状態における歪曲収差(DT)、(d)は通常観察状態における倍率色収差(CC)を示している。また、(e)は拡大観察状態における球面収差(SA)、(f)は拡大観察状態における非点収差(AS)、(g)は拡大観察状態における歪曲収差(DT)、(h)は拡大観察状態における倍率色収差(CC)を示している。

[図4](a)は実施例2に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。(b)は実施例2に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。

[図5]実施例2に係る内視鏡用対物光学系の、(a)は通常観察状態における球面収差(SA)、(b)は通常観察状態における非点収差(AS)、(c)は通常観察状態における歪曲収差(DT)、(d)は通常観察状態における倍率色収差(CC)を示している。また、(e)は拡大観察状態における球面収差(SA)、(f)は拡大観察状態における非点収差(AS)、(g)は拡大観察状態における歪曲収差(DT)、(h)は拡大観察状態における倍率色収差(CC)を示している。

[図6](a)は実施例3に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。(b)は実施例3に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。

[図7]実施例3に係る内視鏡用対物光学系の、(a)は通常観察状態における球面収差(SA)、(b)は通常観察状態における非点収差(AS)、(c)は通常観察状態における歪曲収差(DT)、(d)は通常観察状態における

る倍率色収差 (CC) を示している。また、(e) は拡大観察状態における球面収差 (SA)、(f) は拡大観察状態における非点収差 (AS)、(g) は拡大観察状態における歪曲収差 (DT)、(h) は拡大観察状態における倍率色収差 (CC) を示している。

[図8] (a) は実施例4に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。(b) は実施例4に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。

[図9] 実施例4に係る内視鏡用対物光学系の、(a) は通常観察状態における球面収差 (SA)、(b) は通常観察状態における非点収差 (AS)、(c) は通常観察状態における歪曲収差 (DT)、(d) は通常観察状態における倍率色収差 (CC) を示している。また、(e) は拡大観察状態における球面収差 (SA)、(f) は拡大観察状態における非点収差 (AS)、(g) は拡大観察状態における歪曲収差 (DT)、(h) は拡大観察状態における倍率色収差 (CC) を示している。

[図10] (a) は実施例5に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。(b) は実施例5に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。

[図11] 実施例5に係る内視鏡用対物光学系の、(a) は通常観察状態における球面収差 (SA)、(b) は通常観察状態における非点収差 (AS)、(c) は通常観察状態における歪曲収差 (DT)、(d) は通常観察状態における倍率色収差 (CC) を示している。また、(e) は拡大観察状態における球面収差 (SA)、(f) は拡大観察状態における非点収差 (AS)、(g) は拡大観察状態における歪曲収差 (DT)、(h) は拡大観察状態における倍率色収差 (CC) を示している。

[図12] (a) は実施例6に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。(b) は実施例6に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。

[図13] 実施例6に係る内視鏡用対物光学系の、(a) は通常観察状態におけ

る球面収差（SA）、（b）は通常観察状態における非点収差（AS）、（c）は通常観察状態における歪曲収差（DT）、（d）は通常観察状態における倍率色収差（CC）を示している。また、（e）は拡大観察状態における球面収差（SA）、（f）は拡大観察状態における非点収差（AS）、（g）は拡大観察状態における歪曲収差（DT）、（h）は拡大観察状態における倍率色収差（CC）を示している。

[図14]（a）は実施例7に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。（b）は実施例7に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。

[図15]実施例7に係る内視鏡用対物光学系の、（a）は通常観察状態における球面収差（SA）、（b）は通常観察状態における非点収差（AS）、（c）は通常観察状態における歪曲収差（DT）、（d）は通常観察状態における倍率色収差（CC）を示している。また、（e）は拡大観察状態における球面収差（SA）、（f）は拡大観察状態における非点収差（AS）、（g）は拡大観察状態における歪曲収差（DT）、（h）は拡大観察状態における倍率色収差（CC）を示している。

[図16]（a）は実施例8に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。（b）は実施例8に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。

[図17]実施例8に係る内視鏡用対物光学系の、（a）は通常観察状態における球面収差（SA）、（b）は通常観察状態における非点収差（AS）、（c）は通常観察状態における歪曲収差（DT）、（d）は通常観察状態における倍率色収差（CC）を示している。また、（e）は拡大観察状態における球面収差（SA）、（f）は拡大観察状態における非点収差（AS）、（g）は拡大観察状態における歪曲収差（DT）、（h）は拡大観察状態における倍率色収差（CC）を示している。

[図18]（a）は実施例9に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。（b）は実施例9に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態

のレンズ断面図である。

[図19]実施例9に係る内視鏡用対物光学系の、(a)は通常観察状態における球面収差(SA)、(b)は通常観察状態における非点収差(AS)、(c)は通常観察状態における歪曲収差(DT)、(d)は通常観察状態における倍率色収差(CC)を示している。また、(e)は拡大観察状態における球面収差(SA)、(f)は拡大観察状態における非点収差(AS)、(g)は拡大観察状態における歪曲収差(DT)、(h)は拡大観察状態における倍率色収差(CC)を示している。

[図20](a)は実施例10に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。(b)は実施例10に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。

[図21]実施例10に係る内視鏡用対物光学系の、(a)は通常観察状態における球面収差(SA)、(b)は通常観察状態における非点収差(AS)、(c)は通常観察状態における歪曲収差(DT)、(d)は通常観察状態における倍率色収差(CC)を示している。また、(e)は拡大観察状態における球面収差(SA)、(f)は拡大観察状態における非点収差(AS)、(g)は拡大観察状態における歪曲収差(DT)、(h)は拡大観察状態における倍率色収差(CC)を示している。

[図22](a)は実施例11に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。(b)は実施例11に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。

[図23]実施例11に係る内視鏡用対物光学系の、(a)は通常観察状態における球面収差(SA)、(b)は通常観察状態における非点収差(AS)、(c)は通常観察状態における歪曲収差(DT)、(d)は通常観察状態における倍率色収差(CC)を示している。また、(e)は拡大観察状態における球面収差(SA)、(f)は拡大観察状態における非点収差(AS)、(g)は拡大観察状態における歪曲収差(DT)、(h)は拡大観察状態における倍率色収差(CC)を示している。

発明を実施するための形態

- [0019] 実施例の説明に先立ち、本発明のある態様にかかる実施形態の作用効果を説明する。なお、本実施形態の作用効果を具体的に説明するに際しては、具体的な例を示して説明することになる。しかし、後述する実施例の場合と同様に、それらの例示される態様はあくまでも本発明に含まれる態様のうちの一部に過ぎず、その態様には数多くのバリエーションが存在する。したがって、本発明は例示される態様に限定されるものではない。
- [0020] 以下に、実施形態に係る内視鏡用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。
- [0021] 図1(a)は実施形態に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。(b)は実施形態に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。
- [0022] 本実施形態は、物体側から順に、正の第1レンズ群G1と、負の第2レンズ群G2と、正の第3レンズ群G3と、からのみ構成され、第1レンズ群G1は、物体側から順に、負の単レンズからなる第1レンズL1と、負の単レンズからなる第2レンズL2と、を有し、第2レンズ群G2は、光軸AX上を移動することにより合焦および変倍を行ない、第3レンズ群G3は、接合レンズCLと、撮像素子IMGまたは撮像素子IMG上に形成されたカバーガラスCGに接合されている正の単レンズL11と、を有する。
- [0023] 本実施形態の内視鏡用対物光学系は、Fナンバーが小さく、明るい光学系である。このため、上述したように、一般的には製造ばらつきにより光学性能の劣化が大きくなってしまう。また、最も物体側の第1レンズL1は、小型化かつ、広角化のために比較的強い負の屈折力を必要とする。
- [0024] その場合、製造ばらつきを原因とするレンズの偏心が生ずる。レンズの偏心のため、画像周辺の画質劣化が大きくなってしまう。そこで、第1レンズ群G1において、第1レンズL1の像側に、負の単レンズからなる第2レンズL2を配置する。この結果、パワー（屈折力）を分散して、レンズ偏心による周辺画質の劣化を抑えることができる。

[0025] さらに、本実施形態において、第3レンズ群G3は、正の単レンズL11を有する。正の単レンズL11は、撮像素子IMGに接合されている。または、正の単レンズL11は、撮像素子IMG上に形成されたカバーガラスCGに接合されている。これにより、内視鏡用対物光学系において、画像周辺性能の収差補正を向上しつつ、製造ばらつきによる観察深度のばらつきも抑えることができる。さらに、小型で、画像周辺まで高精細な画質を有する内視鏡用対物光学系をより安定して提供できる。

[0026] 上述のような構成により、本実施形態の内視鏡用対物光学系では、Fナンバーが明るく、広角であり、小型（細径）で、撮像領域の周辺まで高精細な画質を得ることができ、内視鏡用対物光学系を提供することができる。

[0027] また、本実施形態の好ましい態様によれば、ピント位置ずれの感度低減も考慮する必要がある。このため以下の条件式（1）を満足することが好ましい。これにより、画像周辺性能の収差補正を向上しつつ、製造ばらつきによる観察深度のばらつきも抑えることができる。

$$[0028] \quad -1.0 \leq F_{im}/F_{12} \leq -3 \quad (1)$$

ここで、

F_{12} は、第1レンズL1と第2レンズL2の合成焦点距離、

F_{im} は、正の単レンズL11の焦点距離、

である。

[0029] 条件式（1）は、 F_{im} と F_{12} の適切な比を規定している。条件式（1）の上限値を上回る場合、非点収差が悪化する。特に、拡大観察時に画面の周辺画質の劣化が大きくなってしまう。条件式（1）の下限値を下回る場合、コマ収差が悪化する、または、ピント位置ずれの感度が大きくなる。このため、小型な光学系で、高精細な画質を得ることができない。

[0030] 条件式（1）に代えて、以下の条件式（1'）を満足することが好ましい。

$$-9 \leq F_{im}/F_{12} \leq -3.5 \quad (1')$$

[0031] これにより、さらに、画像周辺性能の収差補正を向上しつつ、製造ばらつ

きによる観察深度のばらつきも抑えることができる。

[0032] 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）を満足することが好ましい。

$$[0033] \quad 0 < |F_{G3v} / F_{im}| \leq 1.5 \quad (2)$$

ここで、

F_{G3v} は、第３レンズ群 $G3$ の接合レンズ CL の焦点距離、

F_{im} は、正の単レンズ $L11$ の焦点距離、

である。

[0034] 条件式（２）は、 F_{G3v} と F_{im} の適切な比を規定している。正の単レンズ $L11$ は、第３レンズ群 $G3$ に配置されている。正の単レンズ $L11$ は、撮像素子 IMG または撮像素子 IMG 上に形成されたカバーガラス CG に接合されている。接合レンズ CL は、色収差の補正のために配置している。そして、正の単レンズ $L11$ は、ピント位置ずれの感度を低減するために重要な役割を果たしている。さらに、正の単レンズ $L11$ は、第３レンズ群 $G3$ の接合レンズ CL の周辺光線の高さにも寄与している。

[0035] 条件式（２）の上限値を上回る場合、倍率色収差が悪化してしまうか、レンズ径が大きくなってしまう。このため、光学系の小型化が難しくなる。また、小型な対物光学系において、高精細な画質を得ることができなくなってしまう。条件式（２）の下限値を下回ることはない。

[0036] 条件式（２）に代えて、以下の条件式（２'）を満足することが好ましい。

$$0 < |F_{G3v} / F_{im}| \leq 1.4 \quad (2')$$

[0037] これにより、さらに、小型な対物光学系において、高精細な画質を得ることができる。

[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）を満足することが好ましい。

$$-2.0 \leq F_{G2} / F \leq -3 \quad (3)$$

ここで、

F G 2 は、第 2 レンズ群 G 2 の焦点距離、

F は、遠距離物点合焦時の内視鏡用対物光学系全系の焦点距離、
である。

[0039] 条件式 (3) は、F G 2 と F の適切な比を規定している。高解像な撮像素子に対応した高性能な光学系とするためには、第 2 レンズ群 G 2 と、遠距離物点合焦時の内視鏡用対物光学系全系の焦点距離は条件式 (3) によって最適化する必要がある。

[0040] 条件式 (3) の上限値を上回る場合、非点収差の発生量が大きくなってしまふ。条件式 (3) の下限値を下回る場合、像面がオーバーに倒れ、周辺画質低下が著しくなる。このため、小型な光学系で高精細な画質を得ることができなくなってしまう。

[0041] 条件式 (3) に代えて、以下の条件式 (3') を満足することが好ましい。

$$-1.7 \leq F G 2 / F \leq -3.5 \quad (3')$$

[0042] これにより、さらに、小型な光学系で高精細な画質を得ることができる。

[0043] (実施例 1)

実施例 1 に係る内視鏡用対物光学系について説明する。図 2 (a) は実施例 1 に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。図 2 (b) は実施例 1 に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。

[0044] 内視鏡用対物光学系は、物体側から順に、正屈折力の第 1 レンズ群 G 1 と、負屈折力の第 2 レンズ群 G 2 と、正屈折力の第 3 レンズ群 G 3 と、からのみ構成される。

[0045] 第 1 レンズ群 G 1 は、物体側より順に、物体側に平面を向けた平凹負レンズ L 1 と、両凹負レンズ L 2 と、平行平板である赤外カットフィルター F と、両凸正レンズ L 3 と、両凸正レンズ L 4 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 5 と、を有する。正レンズ L 4 と負メニスカスレンズ L 5 は接合されている。

- [0046] 第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL6と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL7と、を有する。負メニスカスレンズL6と正メニスカスレンズL7とは接合されている。接合レンズは、光軸AX上を移動することにより合焦及び変倍を行っている。
- [0047] 第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間に明るさ絞り（絞り）Sが配置されている。明るさ絞りSは、第2レンズ群G2と一体となって移動する。
- [0048] 第3レンズ群G3は、像側に平面を向けた平凸正レンズL8と、両凸正レンズL9と、両凹負レンズL10と、像側に平面を向けた平凸正レンズL11と、を有する。正レンズL9と負レンズL10とは接合され接合レンズCLを構成する。
- [0049] 平凸正レンズL11は、撮像素子IMG上に形成されたカバーガラスCGを介して撮像素子IMGと接合されている。また、平凸正レンズL11は、撮像素子IMGと接合してもよい。
- [0050] 図3は、実施例1に係る内視鏡用対物光学系の、（a）は通常観察状態における球面収差（SA）、（b）は通常観察状態における非点収差（AS）、（c）は通常観察状態における歪曲収差（DT）、（d）は通常観察状態における倍率色収差（CC）を示している。
- また、（e）は拡大観察状態における球面収差（SA）、（f）は拡大観察状態における非点収差（AS）、（g）は拡大観察状態における歪曲収差（DT）、（h）は拡大観察状態における倍率色収差（CC）を示している。
- [0051] 本実施例に係る内視鏡用対物光学系は、通常観察状態から拡大観察状態までのFナンバーの変動は少ない。このため、各状態の光学系にて回折の影響を受けることなく、適切な被写界深度を確保している。
- [0052] なお、全ての実施例の収差図において、横軸は収差量を表している。球面収差、非点収差及び倍率収差については、収差量の単位はmmである。また、歪曲収差については、収差量の単位は%である。また、F1Yは像高で単位はmm、FNOはFナンバーである。また、収差曲線の波長の単位はnmである。

[0053] (実施例 2)

実施例 2 に係る内視鏡用対物光学系について説明する。図 4 (a) は実施例 2 に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。図 4 (b) は実施例 2 に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。

[0054] 内視鏡用対物光学系は、物体側から順に、正屈折力の第 1 レンズ群 G 1 と、負屈折力の第 2 レンズ群 G 2 と、正屈折力の第 3 レンズ群 G 3 と、からのみ構成される。

[0055] 第 1 レンズ群 G 1 は、物体側より順に、物体側に平面を向けた平凹負レンズ L 1 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 と、平行平板である赤外カットフィルター F と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 と、両凸正レンズ L 4 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 5 と、を有する。正レンズ L 4 と負メニスカスレンズ L 5 は接合されている。

[0056] 第 2 レンズ群 G 2 は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 6 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 7 と、を有する。負メニスカスレンズ L 6 と正メニスカスレンズ L 7 とは接合されている。接合レンズは、光軸 A X 上を移動することにより合焦及び変倍を行っている。

[0057] 第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の間に明るさ絞り (絞り) S が配置されている。明るさ絞り S は、第 2 レンズ群 G 2 と一体となって移動する。

[0058] 第 3 レンズ群 G 3 は、両凸正レンズ L 8 と、両凸正レンズ L 9 と、両凹負レンズ L 10 と、像側に平面を向けた平凸正レンズ L 11 と、を有する。正レンズ L 9 と負レンズ L 10 とは接合され接合レンズ C L を構成する。

[0059] 平凸正レンズ L 11 は、撮像素子 I M G 上に形成されたカバーガラス C G を介して撮像素子 I M G と接合されている。また、平凸正レンズ L 11 は、撮像素子 I M G と接合してもよい。

[0060] 図 5 は、実施例 2 に係る内視鏡用対物光学系の、(a) は通常観察状態における球面収差 (S A)、(b) は通常観察状態における非点収差 (A S)、(c) は通常観察状態における歪曲収差 (D T)、(d) は通常観察状態にお

ける倍率色収差（CC）を示している。

また、（e）は拡大観察状態における球面収差（SA）、（f）は拡大観察状態における非点収差（AS）、（g）は拡大観察状態における歪曲収差（DT）、（h）は拡大観察状態における倍率色収差（CC）を示している。

[0061] 本実施例に係る内視鏡用対物光学系は、通常観察状態から拡大観察状態までのFナンバーの変動は少ない。このため、各状態の光学系にて回折の影響を受けることなく、適切な被写界深度を確保している。

[0062] （実施例3）

実施例3に係る内視鏡用対物光学系について説明する。図6（a）は実施例3に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。図6（b）は実施例3に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。

[0063] 内視鏡用対物光学系は、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1と、負屈折力の第2レンズ群G2と、正屈折力の第3レンズ群G3と、からのみ構成される。

[0064] 第1レンズ群G1は、物体側より順に、物体側に平面を向けた平凹負レンズL1と、両凹負レンズL2と、平行平板である赤外カットフィルターFと、物体側に平面を向けた平凸正レンズL3と、両凸正レンズL4と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL5と、を有する。正レンズL4と負メニスカスレンズL5は接合されている。

[0065] 第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL6と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL7と、を有する。負メニスカスレンズL6と正メニスカスレンズL7とは接合されている。接合レンズは、光軸AX上を移動することにより合焦及び変倍を行っている。

[0066] 第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間に明るさ絞り（絞り）Sが配置されている。明るさ絞りSは、第2レンズ群G2と一体となって移動する。

[0067] 第3レンズ群G3は、像側に平面を向けた平凸正レンズL8と、両凸正レンズL9と、両凹負レンズL10と、像側に平面を向けた平凸正レンズL11

1 と、を有する。正レンズ L 9 と負レンズ L 10 とは接合され接合レンズ C L を構成する。

[0068] 平凸正レンズ L 11 は、撮像素子 I M G 上に形成されたカバーガラス C G を介して撮像素子 I M G と接合されている。また、平凸正レンズ L 11 は、撮像素子 I M G と接合してもよい。

[0069] 図 7 は、実施例 3 に係る内視鏡用対物光学系の、(a) は通常観察状態における球面収差 (S A)、(b) は通常観察状態における非点収差 (A S)、(c) は通常観察状態における歪曲収差 (D T)、(d) は通常観察状態における倍率色収差 (C C) を示している。

また、(e) は拡大観察状態における球面収差 (S A)、(f) は拡大観察状態における非点収差 (A S)、(g) は拡大観察状態における歪曲収差 (D T)、(h) は拡大観察状態における倍率色収差 (C C) を示している。

[0070] 本実施例に係る内視鏡用対物光学系は、通常観察状態から拡大観察状態までの F ナンバーの変動は少ない。このため、各状態の光学系にて回折の影響を受けることなく、適切な被写界深度を確保している。

[0071] (実施例 4)

実施例 4 に係る内視鏡用対物光学系について説明する。図 8 (a) は実施例 4 に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。図 8 (b) は実施例 4 に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。

[0072] 内視鏡用対物光学系は、物体側から順に、正屈折力の第 1 レンズ群 G 1 と、負屈折力の第 2 レンズ群 G 2 と、正屈折力の第 3 レンズ群 G 3 と、からのみ構成される。

[0073] 第 1 レンズ群 G 1 は、物体側より順に、物体側に平面を向けた平凹負レンズ L 1 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 と、平行平板である赤外カットフィルター F と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 と、両凸正レンズ L 4 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 5 と、を有する。正レンズ L 4 と負メニスカスレンズ L 5 は接合されている。

[0074] 第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL6と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL7と、を有する。負メニスカスレンズL6と負メニスカスレンズL7とは接合されている。接合レンズは、光軸AX上を移動することにより合焦及び変倍を行っている。

[0075] 第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間に明るさ絞り（絞り）Sが配置されている。明るさ絞りSは、第2レンズ群G2と一体となって移動する。

[0076] 第3レンズ群G3は、両凸正レンズL8と、両凸正レンズL9と、両凹負レンズL10と、像側に平面を向けた平凸正レンズL11と、を有する。正レンズL9と負レンズL10とは接合され接合レンズCLを構成する。

[0077] 平凸正レンズL11は、撮像素子IMG上に形成されたカバーガラスCGを介して撮像素子IMGと接合されている。また、平凸正レンズL11は、撮像素子IMGと接合してもよい。

[0078] 図9は、実施例4に係る内視鏡用対物光学系の、（a）は通常観察状態における球面収差（SA）、（b）は通常観察状態における非点収差（AS）、（c）は通常観察状態における歪曲収差（DT）、（d）は通常観察状態における倍率色収差（CC）を示している。

また、（e）は拡大観察状態における球面収差（SA）、（f）は拡大観察状態における非点収差（AS）、（g）は拡大観察状態における歪曲収差（DT）、（h）は拡大観察状態における倍率色収差（CC）を示している。

[0079] 本実施例に係る内視鏡用対物光学系は、通常観察状態から拡大観察状態までのFナンバーの変動は少ない。このため、各状態の光学系にて回折の影響を受けることなく、適切な被写界深度を確保している。

[0080] （実施例5）

実施例5に係る内視鏡用対物光学系について説明する。図10（a）は実施例5に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。図10（b）は実施例5に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。

[0081] 内視鏡用対物光学系は、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1と

、負屈折力の第2レンズ群G2と、正屈折力の第3レンズ群G3と、からのみ構成される。

[0082] 第1レンズ群G1は、物体側より順に、物体側に平面を向けた平凹負レンズL1と、両凹負レンズL2と、平行平板である赤外カットフィルターFと、両凸正レンズL3と、両凸正レンズL4と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL5と、を有する。正レンズL4と負メニスカスレンズL5は接合されている。

[0083] 第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL6と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL7と、を有する。負メニスカスレンズL6と正メニスカスレンズL7とは接合されている。接合レンズは、光軸AX上を移動することにより合焦及び変倍を行っている。

[0084] 第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間に明るさ絞り（絞り）Sが配置されている。明るさ絞りSは、第2レンズ群G2と一体となって移動する。

[0085] 第3レンズ群G3は、像側に平面を向けた平凸正レンズL8と、両凸正レンズL9と、両凹負レンズL10と、像側に平面を向けた平凸正レンズL11と、を有する。正レンズL9と負レンズL10とは接合され接合レンズC1を構成する。

[0086] 平凸正レンズL11は、撮像素子IMG上に形成されたカバーガラスCGを介して撮像素子IMGと接合されている。また、平凸正レンズL11は、撮像素子IMGと接合してもよい。

[0087] 図11は、実施例5に係る内視鏡用対物光学系の、(a)は通常観察状態における球面収差(SA)、(b)は通常観察状態における非点収差(AS)、(c)は通常観察状態における歪曲収差(DT)、(d)は通常観察状態における倍率色収差(CC)を示している。

また、(e)は拡大観察状態における球面収差(SA)、(f)は拡大観察状態における非点収差(AS)、(g)は拡大観察状態における歪曲収差(DT)、(h)は拡大観察状態における倍率色収差(CC)を示している。

[0088] 本実施例に係る内視鏡用対物光学系は、通常観察状態から拡大観察状態ま

でのFナンバーの変動は少ない。このため、各状態の光学系にて回折の影響を受けることなく、適切な被写界深度を確保している。

[0089] (実施例6)

実施例6に係る内視鏡用対物光学系について説明する。図12(a)は実施例6に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。図12(b)は実施例6に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。

[0090] 内視鏡用対物光学系は、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1と、負屈折力の第2レンズ群G2と、正屈折力の第3レンズ群G3と、からのみ構成される。

[0091] 第1レンズ群G1は、物体側より順に、物体側に平面を向けた平凹負レンズL1と、両凹負レンズL2と、平行平板である赤外カットフィルターFと、両凸正レンズL3と、両凸正レンズL4と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL5と、を有する。正レンズL4と負メニスカスレンズL5は接合されている。

[0092] 第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL6と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL7と、を有する。負メニスカスレンズL6と正メニスカスレンズL7とは接合されている。接合レンズは、光軸AX上を移動することにより合焦及び変倍を行っている。

[0093] 第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間に明るさ絞り（絞り）Sが配置されている。明るさ絞りSは、第2レンズ群G2と一体となって移動する。

[0094] 第3レンズ群G3は、像側に平面を向けた平凸正レンズL8と、両凸正レンズL9と、両凹負レンズL10と、像側に平面を向けた平凸正レンズL11と、を有する。正レンズL9と負レンズL10とは接合され接合レンズCLを構成する。

[0095] 平凸正レンズL11は、撮像素子IMG上に形成されたカバーガラスCGを介して撮像素子IMGと接合されている。また、平凸正レンズL11は、撮像素子IMGと接合してもよい。

[0096] 図13は、実施例6に係る内視鏡用対物光学系の、(a)は通常観察状態における球面収差(SA)、(b)は通常観察状態における非点収差(AS)、(c)は通常観察状態における歪曲収差(DT)、(d)は通常観察状態における倍率色収差(CC)を示している。

また、(e)は拡大観察状態における球面収差(SA)、(f)は拡大観察状態における非点収差(AS)、(g)は拡大観察状態における歪曲収差(DT)、(h)は拡大観察状態における倍率色収差(CC)を示している。

[0097] 本実施例に係る内視鏡用対物光学系は、通常観察状態から拡大観察状態までのFナンバーの変動は少ない。このため、各状態の光学系にて回折の影響を受けることなく、適切な被写界深度を確保している。

[0098] (実施例7)

実施例7に係る内視鏡用対物光学系について説明する。図14(a)は実施例7に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。図14(b)は実施例7に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。

[0099] 内視鏡用対物光学系は、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1と、負屈折力の第2レンズ群G2と、正屈折力の第3レンズ群G3と、からのみ構成される。

[0100] 第1レンズ群G1は、物体側より順に、物体側に平面を向けた平凹負レンズL1と、両凹負レンズL2と、平行平板である赤外カットフィルターFと、両凸正レンズL3と、両凸正レンズL4と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL5と、を有する。正レンズL4と負メニスカスレンズL5は接合されている。

[0101] 第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL6と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL7と、を有する。負メニスカスレンズL6と正メニスカスレンズL7とは接合されている。接合レンズは、光軸AX上を移動することにより合焦及び変倍を行っている。

[0102] 第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間に明るさ絞り(絞り)Sが配置

されている。明るさ絞りSは、第2レンズ群G2と一体となって移動する。

[0103] 第3レンズ群G3は、像側に平面を向けた平凸正レンズL8と、両凸正レンズL9と、両凹負レンズL10と、像側に平面を向けた平凸正レンズL11と、を有する。正レンズL9と負レンズL10とは接合され接合レンズCLを構成する。

[0104] 平凸正レンズL11は、撮像素子IMG上に形成されたカバーガラスCGを介して撮像素子IMGと接合されている。また、平凸正レンズL11は、撮像素子IMGと接合してもよい。

[0105] 図15は、実施例7に係る内視鏡用対物光学系の、(a)は通常観察状態における球面収差(SA)、(b)は通常観察状態における非点収差(AS)、(c)は通常観察状態における歪曲収差(DT)、(d)は通常観察状態における倍率色収差(CC)を示している。

また、(e)は拡大観察状態における球面収差(SA)、(f)は拡大観察状態における非点収差(AS)、(g)は拡大観察状態における歪曲収差(DT)、(h)は拡大観察状態における倍率色収差(CC)を示している。

[0106] 本実施例に係る内視鏡用対物光学系は、通常観察状態から拡大観察状態までのFナンバーの変動は少ない。このため、各状態の光学系にて回折の影響を受けることなく、適切な被写界深度を確保している。

[0107] (実施例8)

実施例8に係る内視鏡用対物光学系について説明する。図16(a)は実施例8に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。図16(b)は実施例8に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。

[0108] 内視鏡用対物光学系は、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1と、負屈折力の第2レンズ群G2と、正屈折力の第3レンズ群G3と、からのみ構成される。

[0109] 第1レンズ群G1は、物体側より順に、物体側に平面を向けた平凹負レンズL1と、両凹負レンズL2と、平行平板である赤外カットフィルターFと

、物体側に平面を向けた平凸正レンズL 3と、両凸正レンズL 4と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 5と、を有する。正レンズL 4と負メニスカスレンズL 5は接合されている。

[0110] 第2レンズ群G 2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 6と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 7と、を有する。負メニスカスレンズL 6と正メニスカスレンズL 7とは接合されている。接合レンズは、光軸AX上を移動することにより合焦及び変倍を行っている。

[0111] 第1レンズ群G 1と第2レンズ群G 2の間に明るさ絞り（絞り）Sが配置されている。明るさ絞りSは、第2レンズ群G 2と一体となって移動する。

[0112] 第3レンズ群G 3は、像側に平面を向けた平凸正レンズL 8と、両凸正レンズL 9と、両凹負レンズL 10と、像側に平面を向けた平凸正レンズL 11と、を有する。正レンズL 9と負レンズL 10とは接合され接合レンズC Lを構成する。

[0113] 平凸正レンズL 11は、撮像素子IMG上に形成されたカバーガラスCGを介して撮像素子IMGと接合されている。また、平凸正レンズL 11は、撮像素子IMGと接合してもよい。

[0114] 図17は、実施例8に係る内視鏡用対物光学系の、（a）は通常観察状態における球面収差（SA）、（b）は通常観察状態における非点収差（AS）、（c）は通常観察状態における歪曲収差（DT）、（d）は通常観察状態における倍率色収差（CC）を示している。

また、（e）は拡大観察状態における球面収差（SA）、（f）は拡大観察状態における非点収差（AS）、（g）は拡大観察状態における歪曲収差（DT）、（h）は拡大観察状態における倍率色収差（CC）を示している。

[0115] 本実施例に係る内視鏡用対物光学系は、通常観察状態から拡大観察状態までのFナンバーの変動は少ない。このため、各状態の光学系にて回折の影響を受けることなく、適切な被写界深度を確保している。

[0116] （実施例9）

実施例9に係る内視鏡用対物光学系について説明する。図18（a）は実

施例 9 に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。図 18 (b) は実施例 9 に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。

[0117] 内視鏡用対物光学系は、物体側から順に、正屈折力の第 1 レンズ群 G 1 と、負屈折力の第 2 レンズ群 G 2 と、正屈折力の第 3 レンズ群 G 3 と、からのみ構成される。

[0118] 第 1 レンズ群 G 1 は、物体側より順に、物体側に平面を向けた平凹負レンズ L 1 と、両凹負レンズ L 2 と、平行平板である赤外カットフィルタ F と、物体側に平面を向けた平凸正レンズ L 3 と、両凸正レンズ L 4 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 5 と、を有する。正レンズ L 4 と負メニスカスレンズ L 5 は接合されている。

[0119] 第 2 レンズ群 G 2 は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 6 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 7 と、を有する。負メニスカスレンズ L 6 と正メニスカスレンズ L 7 とは接合されている。接合レンズは、光軸 A X 上を移動することにより合焦及び変倍を行っている。

[0120] 第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の間に明るさ絞り（絞り）S が配置されている。明るさ絞り S は、第 2 レンズ群 G 2 と一体となって移動する。

[0121] 第 3 レンズ群 G 3 は、像側に平面を向けた平凸正レンズ L 8 と、両凸正レンズ L 9 と、両凹負レンズ L 10 と、像側に平面を向けた平凸正レンズ L 11 と、を有する。正レンズ L 9 と負レンズ L 10 とは接合され接合レンズ C L を構成する。

[0122] 平凸正レンズ L 11 は、撮像素子 I M G 上に形成されたカバーガラス C G を介して撮像素子 I M G と接合されている。また、平凸正レンズ L 11 は、撮像素子 I M G と接合してもよい。

[0123] 図 19 は、実施例 9 に係る内視鏡用対物光学系の、(a) は通常観察状態における球面収差 (S A)、(b) は通常観察状態における非点収差 (A S)、(c) は通常観察状態における歪曲収差 (D T)、(d) は通常観察状態における倍率色収差 (C C) を示している。

また、(e)は拡大観察状態における球面収差(SA)、(f)は拡大観察状態における非点収差(AS)、(g)は拡大観察状態における歪曲収差(DT)、(h)は拡大観察状態における倍率色収差(CC)を示している。

[0124] 本実施例に係る内視鏡用対物光学系は、通常観察状態から拡大観察状態までのFナンバーの変動は少ない。このため、各状態の光学系にて回折の影響を受けることなく、適切な被写界深度を確保している。

[0125] (実施例10)

実施例10に係る内視鏡用対物光学系について説明する。図20(a)は実施例10に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。図20(b)は実施例10に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。

[0126] 内視鏡用対物光学系は、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1と、負屈折力の第2レンズ群G2と、正屈折力の第3レンズ群G3と、からのみ構成される。

[0127] 第1レンズ群G1は、物体側より順に、物体側に平面を向けた平凹負レンズL1と、両凹負レンズL2と、平行平板である赤外カットフィルターFと、両凸正レンズL3と、両凸正レンズL4と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL5と、を有する。正レンズL4と負メニスカスレンズL5は接合されている。

[0128] 第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL6を有する。負メニスカスレンズL6は、光軸AX上を移動することにより合焦及び変倍を行っている。

[0129] 第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間に明るさ絞り(絞り)Sが配置されている。明るさ絞りSは、第2レンズ群G2と一体となって移動する。

[0130] 第3レンズ群G3は、像側に平面を向けた平凸正レンズL7と、両凸正レンズL8と、両凹負レンズL9と、像側に平面を向けた平凸正レンズL10と、を有する。正レンズL8と負レンズL9とは接合され接合レンズCLを構成する。

[0131] 平凸正レンズL10は、撮像素子IMG上に形成されたカバーガラスCGを介して撮像素子IMGと接合されている。また、平凸正レンズL10は、撮像素子IMGと接合してもよい。

[0132] 図20は、実施例10に係る内視鏡用対物光学系の、(a)は通常観察状態における球面収差(SA)、(b)は通常観察状態における非点収差(AS)、(c)は通常観察状態における歪曲収差(DT)、(d)は通常観察状態における倍率色収差(CC)を示している。

また、(e)は拡大観察状態における球面収差(SA)、(f)は拡大観察状態における非点収差(AS)、(g)は拡大観察状態における歪曲収差(DT)、(h)は拡大観察状態における倍率色収差(CC)を示している。

[0133] 本実施例に係る内視鏡用対物光学系は、通常観察状態から拡大観察状態までのFナンバーの変動は少ない。このため、各状態の光学系にて回折の影響を受けることなく、適切な被写界深度を確保している。

[0134] (実施例11)

実施例11に係る内視鏡用対物光学系について説明する。図22(a)は実施例11に係る内視鏡用対物光学系の通常観察状態のレンズ断面図である。図22(b)は実施例11に係る内視鏡用対物光学系の拡大観察状態のレンズ断面図である。

[0135] 内視鏡用対物光学系は、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1と、負屈折力の第2レンズ群G2と、正屈折力の第3レンズ群G3と、からのみ構成される。

[0136] 第1レンズ群G1は、物体側より順に、物体側に平面を向けた平凹負レンズL1と、物体側に平面を向けた平凹負レンズL2と、平行平板である赤外カットフィルターFと、両凸正レンズL3と、両凸正レンズL4と、を有する。

[0137] 第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL5を有する。負メニスカスレンズL5は、光軸AX上を移動することにより合焦及び変倍を行っている。

[0138] 第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間に明るさ絞り（絞り）Sが配置されている。明るさ絞りSは、第2レンズ群G2と一体となって移動する。

[0139] 第3レンズ群G3は、像側に平面を向けた平凸正レンズL6と、両凸正レンズL7と、像側に平面を向けた平凹負レンズL8と、像側に平面を向けた平凸正レンズL9と、を有する。正レンズL7と負レンズL8とは接合され接合レンズCLを構成する。

[0140] 平凸正レンズL9は、撮像素子IMG上に形成されたカバーガラスCGを介して撮像素子IMGと接合されている。また、平凸正レンズL9は、撮像素子IMGと接合してもよい。

[0141] 図23は、実施例11に係る内視鏡用対物光学系の、(a)は通常観察状態における球面収差(SA)、(b)は通常観察状態における非点収差(AS)、(c)は通常観察状態における歪曲収差(DT)、(d)は通常観察状態における倍率色収差(CC)を示している。

また、(e)は拡大観察状態における球面収差(SA)、(f)は拡大観察状態における非点収差(AS)、(g)は拡大観察状態における歪曲収差(DT)、(h)は拡大観察状態における倍率色収差(CC)を示している。

[0142] 本実施例に係る内視鏡用対物光学系は、通常観察状態から拡大観察状態までのFナンバーの変動は少ない。このため、各状態の光学系にて回折の影響を受けることなく、適切な被写界深度を確保している。

[0143] 以下に、上記各実施例の数値データを示す。面データにおいて、rは各レンズ面の曲率半径、dは各レンズ面間の間隔、 n_e は各レンズのe線の屈折率、 ν_d は各レンズのアッペ数、絞りは明るさ絞りである。

[0144] また、各種データにおいて、FnoはFナンバー、 ω は半画角、視野角（画角）の単位は度である。

[0145] 数値実施例1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	ne	νd
1	∞	0.4103	1.88815	40.76
2	1.5807	0.9595	1	
3	-6.7506	0.3986	1.48915	70.23
4	2.4552	0.3987	1	
5	∞	0.3987	1.51825	64.14
6	∞	0.4665	1	
7	4.2026	3.0902	1.58482	40.75
8	-4.2026	0.0478	1	
9	5.2392	1.2756	1.51977	52.43
10	-2.8684	0.3987	1.93429	18.9
11	-5.6916	可変	1	
12(絞り)	∞	0.0478	1	
13	7.2418	0.4007	1.88815	40.76
14	1.7434	0.7076	1.76859	26.52
15	3.4743	可変	1	
16	3.9768	1.307	1.82017	46.62
17	∞	0.0704	1	
18	3.74	1.2907	1.64129	55.38
19	-3.74	0.3989	1.93429	18.9
20	8.5597	0.4785	1	
21	3.2435	1.7049	1.51825	64.14
22	∞	0.0087	1	
23	∞	0.5582	1.507	63.26
24撮像面	∞			

各種データ

通常観察

拡大観察

焦点距離	1.008	1.137
Fno	2.951	2.910
物点距離	25.5	3.5
視野角	160.0	113.2
d11	0.160	1.236
d15	1.361	0.284

[0146] 数値実施例 2

単位 mm

面データ

面番号	r	d	ne	νd
1	∞	0.3987	1.88815	40.76
2	1.4156	1.0345	1	
3	12.0185	0.5582	1.64769	84.25
4	3.5154	0.4553	1	
5	∞	0.4	1.51825	64.14
6	∞	0.05		
7	-28.9534	3.0158	1.58482	40.75
8	-2.6236	0.5636	1	
9	2.301	1.1001	1.51977	52.43
10	-3.3297	0.3985	1.93429	18.9
11	-33.9265	可変	1	
12(絞り)	∞	0.0472	1	
13	6.3112	0.3985	1.88815	40.76
14	1.1558	0.6467	1.76859	26.52
15	2.4274	可変	1	
16	3.0549	1.2716	1.82017	46.62

17	-52.2548	0.0791	1	
18	3.9865	1.4709	1.62033	63.33
19	-2.2768	0.3985	1.93429	18.9
20	34.776	0.4942	1	
21	3.5762	0.6539	1.51825	64.14
22	∞	0.0087	1	
23	∞	0.5582	1.507	63.26
24撮像面	∞			

各種データ

	通常観察	拡大観察
焦点距離	1.020	1.114
Fno	2.999	2.981
物点距離	25.5	3.5
視野角	161.5	120.9
d11	0.159	0.630
d15	1.361	0.890

[0147] 数値実施例3

単位 mm

面データ

面番号	r	d	ne	νd
1	∞	0.6523	1.88815	40.76
2	1.4402	0.872	1	
3	-5.4488	0.4788	1.48915	70.23
4	3.6531	0.6176	1	
5	∞	0.4	1.51825	64.14

6	∞	3.2358	1.58482	40.75
7	-2.9521	0.4639	1	
8	3.0265	1.2863	1.51977	52.43
9	-3.4743	0.3987	1.93429	18.9
10	-19.6376	可変	1	
11(絞り)	∞	0.0531	1	
12	4.2658	0.3661	1.88815	40.76
13	1.3625	0.6459	1.76859	26.52
14	3.3887	可変	1	
15	4.0036	1.2406	1.82017	46.62
16	∞	0.0755	1	
17	4.382	1.2376	1.64129	55.38
18	-3.0232	0.3801	1.93429	18.9
19	5.4857	0.4785	1	
20	2.3189	0.9738	1.51825	64.14
21	∞	0.0087	1	
22	∞	0.5582	1.507	63.26
23撮像面	∞			

各種データ

	通常観察	拡大観察
焦点距離	0.984	1.024
Fno	3.095	2.819
物点距離	25.5	3.5
視野角	148.4	126.9
d10	0.160	1.282
d14	1.361	0.238

[0148] 数値実施例 4

単位 mm

面データ

面番号	r	d	ne	ν d
1	∞	0.3987	1.88815	40.76
2	1.416	1.0358	1	
3	11.0825	0.5582	1.63777	82.75
4	3.5432	0.45	1	
5	∞	0.4	1.51825	64.14
6	∞	0.05	1	
7	-34.1587	3.0027	1.58482	40.75
8	-2.6513	0.1411	1	
9	2.3363	1.1008	1.51977	52.43
10	-3.6809	0.4057	1.93429	18.9
11	-15.4446	可変	1	
12(絞り)	∞	0.0541	1	
13	11.5015	0.395	1.88815	40.76
14	2.2445	0.6557	1.76859	26.52
15	2.201	可変	1	
16	3.0888	1.2656	1.82017	46.62
17	-42.1202	0.0753	1	
18	3.8963	1.4343	1.62033	63.33
19	-2.2881	0.3888	1.93429	18.9
20	49.9145	0.4794	1	
21	3.4695	0.6539	1.51825	64.14
22	∞	0.0087	1	
23	∞	0.5582	1.507	63.26

24撮像面 ∞

各種データ

	通常観察	拡大観察
焦点距離	1.022	1.100
Fno	2.948	2.932
物点距離	25.5	3.5
視野角	160.1	126.2
d11	0.162	0.479
d15	1.361	1.042

[0149] 数値実施例 5

単位 mm

面データ

面番号	r	d	ne	ν d
1	∞	0.397	1.88815	40.76
2	1.6109	0.957	1	
3	-6.0655	0.3987	1.48915	70.23
4	2.4966	0.4162	1	
5	∞	0.3987	1.51825	64.14
6	∞	0.4841	1	
7	4.2026	3.0664	1.58482	40.75
8	-4.2026	0.0962	1	
9	4.8761	1.6381	1.51977	52.43
10	-2.8857	0.4562	1.93429	18.9
11	-6.2912	可変	1	
12(絞り)	∞	0.0584	1	

13	7.6009	0.4188	1.88815	40.76
14	1.7478	0.7181	1.76859	26.52
15	3.75	可変	1	
16	3.9497	1.2318	1.82017	46.62
17	∞	0.0478	1	
18	3.74	1.2954	1.64129	55.38
19	-3.74	0.4803	1.93429	18.9
20	8.4324	0.4175	1	
21	3.2228	1.6216	1.51825	64.14
22	∞	0.0087	1	
23	∞	0.5582	1.507	63.26
24撮像面	∞			

各種データ

	通常観察	拡大観察
焦点距離	1.006	1.137
Fno	3.003	2.937
物点距離	25.5	3.5
視野角	161.3	112.4
d11	0.016	1.200
d15	1.361	0.176

[0150] 数値実施例 6

単位 mm

面データ

面番号	r	d	ne	νd
1	∞	0.504	1.88815	40.76

2	1.5512	0.9856	1	
3	-5.7003	0.4324	1.48915	70.23
4	2.3332	0.3428	1	
5	∞	0.3987	1.51825	64.14
6	∞	0.4106	1	
7	3.859	3.0624	1.58482	40.75
8	-3.9012	0.0755	1	
9	4.9809	1.2741	1.51977	52.43
10	-2.8261	0.2437	1.93429	18.9
11	-6.3344	可変	1	
12(絞り)	∞	0.2041	1	
13	6.7899	0.4542	1.88815	40.76
14	1.7553	0.8036	1.76859	26.52
15	3.5578	可変	1	
16	3.8639	1.3459	1.82017	46.62
17	∞	0.1088	1	
18	3.4674	1.1962	1.64129	55.38
19	-3.7036	0.3678	1.93429	18.9
20	11.6443	0.5041	1	
21	4.7943	1.3064	1.51825	64.14
22	∞	0.0087	1	
23	∞	0.5582	1.507	63.26
24撮像面	∞			

各種データ

	通常観察	拡大観察
焦点距離	1.008	1.125
Fno	2.953	2.867

物点距離	25.5	3.5
視野角	159.1	113.6
d11	0.117	1.306
d15	1.361	0.172

[0151] 数値実施例 7

単位 mm

面データ

面番号	r	d	ne	νd
1	∞	0.4876	1.88815	40.76
2	1.5559	0.9791	1	
3	-5.8755	0.4234	1.48915	70.23
4	2.3526	0.3595	1	
5	∞	0.3987	1.51825	64.14
6	∞	0.4273	1	
7	3.9584	3.0685	1.58482	40.75
8	-3.9962	0.0478	1	
9	4.9984	1.269	1.51977	52.43
10	-2.8943	0.2942	1.93429	18.9
11	-6.2531	可変	1	
12(絞り)	∞	0.1714	1	
13	6.9467	0.4455	1.88815	40.76
14	1.7559	0.7831	1.76859	26.52
15	3.5315	可変	1	
16	3.8826	1.3402	1.82017	46.62
17	∞	0.1023	1	
18	3.5359	1.1962	1.64129	55.38

19	-3.7536	0.3927	1.93429	18.9
20	10.7205	0.4976	1	
21	4.3505	1.4172	1.51825	64.14
22	∞	0.0087	1	
23	∞	0.5582	1.507	63.26
24撮像面	∞			

各種データ

	通常観察	拡大観察
焦点距離	1.007	1.126
Fno	2.965	2.894
物点距離	25.5	3.5
視野角	159.6	113.9
d11	0.128	1.264
d15	1.361	0.224

[0152] 数値実施例8

単位 mm

面データ

面番号	r	d	ne	ν d
1	∞	0.4448	1.88815	40.76
2	1.7012	0.9113	1	
3	-3.9611	0.3987	1.48915	70.23
4	3.2026	0.4048	1	
5	∞	0.4	1.51825	64.14
6	∞	3.0093	1.58482	40.75
7	-3.3375	1.5111	1	

8	3.9697	1.3121	1.51977	52.43
9	-2.2285	0.6681	1.93429	18.9
10	-4.1055	可変	1	
11(絞り)	∞	0.0497	1	
12	6.3595	0.3987	1.88815	40.76
13	1.6172	0.6459	1.76859	26.52
14	6.0375	可変	1	
15	4.5824	1.26	1.82017	46.62
16	∞	0.0326	1	
17	5.7541	1.2376	1.64129	55.38
18	-2.6789	0.3987	1.93429	18.9
19	4.665	0.4785	1	
20	2.0465	0.9065	1.51825	64.14
21	∞	0.0087	1	
22	∞	0.5582	1.507	63.26
23撮像面	∞			

各種データ

	通常観察	拡大観察
焦点距離	0.961	0.972
Fno	3.287	2.857
物点距離	25.5	3.5
視野角	150.3	137.2
d10	0.026	1.148
d14	1.361	0.239

[0153] 数値実施例9

単位 mm

面データ

面番号	r	d	ne	ν d
1	∞	0.4627	1.88815	40.76
2	1.6479	0.9108	1	
3	-4.2254	0.3828	1.48915	70.23
4	3.3534	0.4402	1	
5	∞	0.4	1.51825	64.14
6	∞	3.0268	1.58482	40.75
7	-3.352	1.3954	1	
8	4.2557	1.3123	1.51977	52.43
9	-2.3424	0.611	1.93429	18.9
10	-4.3175	可変	1	
11(絞り)	∞	0.0605	1	
12	4.8894	0.3987	1.88815	40.76
13	1.5825	0.6459	1.76859	26.52
14	4.1593	可変	1	
15	4.3271	1.2748	1.82017	46.62
16	∞	0.0478	1	
17	5.3424	1.2376	1.64129	55.38
18	-2.9051	0.3987	1.93429	18.9
19	4.7733	0.4767	1	
20	2.1128	0.9078	1.51825	64.14
21	∞	0.0087	1	
22	∞	0.5582	1.507	63.26
23撮像面	∞			

各種データ

	通常観察	拡大観察
焦点距離	0.963	0.979
Fno	3.274	2.892
物点距離	25.5	3.5
視野角	150.3	135.4
d10	0.115	1.236
d14	1.361	0.240

[0154] 数値実施例 1 O

単位 mm

面データ

面番号	r	d	ne	ν_d
1	∞	0.4348	1.88815	40.76
2	1.6379	1.0228	1	
3	-7.8981	0.4946	1.48915	70.23
4	2.3712	0.3129	1	
5	∞	0.3987	1.51825	64.14
6	∞	0.1407	1	
7	5.0509	3.0915	1.58482	40.75
8	-4.2304	0.0752	1	
9	5.7932	1.1231	1.51977	52.43
10	-3.7837	0.2933	1.93429	18.9
11	-5.5006	可変	1	
12(絞り)	∞	0.4539	1	
13	8.069	1.0535	1.81264	25.42
14	3.2594	可変	1	
15	3.8175	1.3389	1.82017	46.62

16	∞	0.069	1	
17	3.4774	1.3764	1.64129	55.38
18	-3.3931	0.3966	1.93429	18.9
19	10.9074	0.4785	1	
20	4.6505	1.0939	1.51825	64.14
21	∞	0.0087	1	
22	∞	0.5582	1.507	63.26
23撮像面	∞			

各種データ

	通常観察	拡大観察
焦点距離	0.999	1.110
Fno	2.966	2.873
物点距離	25.5	3.5
視野角	160.0	114.5
d11	0.016	1.217
d14	1.361	0.159

[0155] 数値実施例 1 1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	ne	νd
1	∞	0.3987	1.88815	40.76
2	1.6305	0.95	1	
3	∞	0.3987	1.48915	70.23
4	2.9248	0.4983	1	
5	∞	0.3987	1.51825	64.14

6	∞	1.0499	1	
7	7.4213	3.7843	1.58482	40.75
8	-5.4039	0.0478	1	
9	6.0038	1.0367	1.76859	26.52
10	-30.5009	可変	1	
11(絞り)	∞	0.0478	1	
12	15.0985	0.3987	1.81264	25.42
13	2.8365	可変	1	
14	4.3998	1.1962	1.82017	46.62
15	∞	0.0478	1	
16	6.7551	1.1962	1.64129	55.38
17	-3.6648	1.9139	1.93429	18.9
18	∞	0.9752	1	
19	3.2681	2.9159	1.51825	64.14
20	∞	0.0087	1	
21	∞	0.5582	1.507	63.26
22撮像面	∞			

各種データ

	通常観察	拡大観察
焦点距離	1.035	1.192
Fno	3.390	3.519
物点距離	25.5	3.5
視野角	149.4	111.2
d10	0.080	0.763
d13	1.361	0.677

[0156] 以下、各実施例の条件式対応知を示す。

条件式	実施例1	実施例2	実施例3
(1) F_{im}/F_{12}	-6.36	-6.04	-4.44
(2) $FG3v/F_{im}$	13.79	10.12	2.50
(3) $FG2/F$	-6.42	-3.74	-12.19

条件式	実施例4	実施例5	実施例6
(1) F_{im}/F_{12}	-5.77	-6.28	-9.97
(2) $FG3v/F_{im}$	5.88	14.92	2.21
(3) $FG2/F$	-3.10	-6.84	-7.19

条件式	実施例7	実施例8	実施例9
(1) F_{im}/F_{12}	-8.95	-3.79	-3.90
(2) $FG3v/F_{im}$	2.98	1.47	1.65
(3) $FG2/F$	-6.93	-19.82	-16.92

条件式	実施例10	実施例11
(1) F_{im}/F_{12}	-9.00	-5.19
(2) $FG3v/F_{im}$	2.72	7.73
(3) $FG2/F$	-7.47	-4.21

[0157] なお、上述の内視鏡用対物光学系は、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、良好な内視鏡用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。

[0158] 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。

産業上の利用可能性

[0159] 物体距離の変化に応じて、拡大観察（近点観察）が可能であり、小型で十分な観察深度を確保でき、広角の視野角を有し、画面中心から周辺部まで良好に光学収差が補正され、病変の観察および診断がしやすい、高性能な内視鏡用対物光学系に有用である。

符号の説明

[0160] 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 - L 1 1 レンズ
S 明るさ絞り（絞り）
C L 接合レンズ
A X 光軸
C G カバーガラス
F 赤外カットフィルター
I M G 撮像素子
I 撮像面

請求の範囲

[請求項1] 物体側から順に、正の第1レンズ群と、負の第2レンズ群と、正の第3レンズ群と、からのみ構成され、

前記第1レンズ群は、物体側から順に、負の単レンズからなる第1レンズと、負の単レンズからなる第2レンズと、を有し、

前記第2レンズ群は、光軸上を移動することにより合焦および変倍を行ない、

前記第3レンズ群は、接合レンズと、撮像素子または撮像素子上に形成されたカバーガラスに接合されている正の単レンズと、を有することを特徴とする内視鏡用対物光学系。

[請求項2] 以下の条件式(1)を満たすことを特徴とする請求項1に記載の内視鏡用対物光学系。

$$-1.0 \leq F_{12} / F_{1m} \leq -0.3 \quad (1)$$

ただし、

F_{12} は、前記第1レンズと第2レンズの合成焦点距離、

F_{1m} は、前記正の単レンズの焦点距離、

である。

[請求項3] 以下の条件式(2)を満たすことを特徴とする請求項1に記載の内視鏡用対物光学系。

$$0 < |F_{G3v} / F_{1m}| \leq 1.5 \quad (2)$$

ただし、

F_{G3v} は、前記第3レンズ群の前記接合レンズの焦点距離、

である。

[請求項4] 以下の条件式(3)を満たすことを特徴とする請求項1に記載の内視鏡用対物光学系。

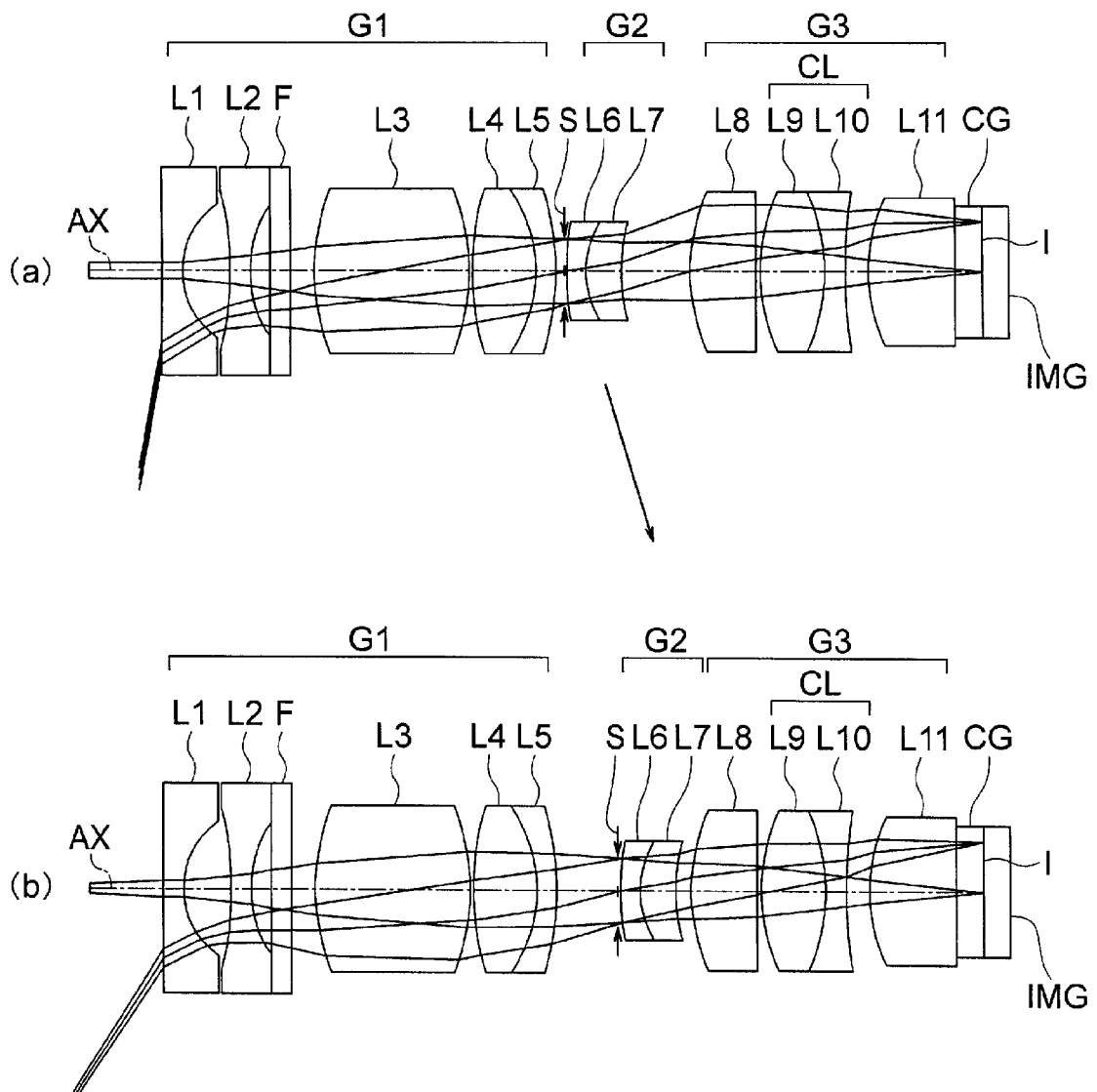
$$-2.0 \leq F_{G2} / F \leq -0.3 \quad (3)$$

ただし、

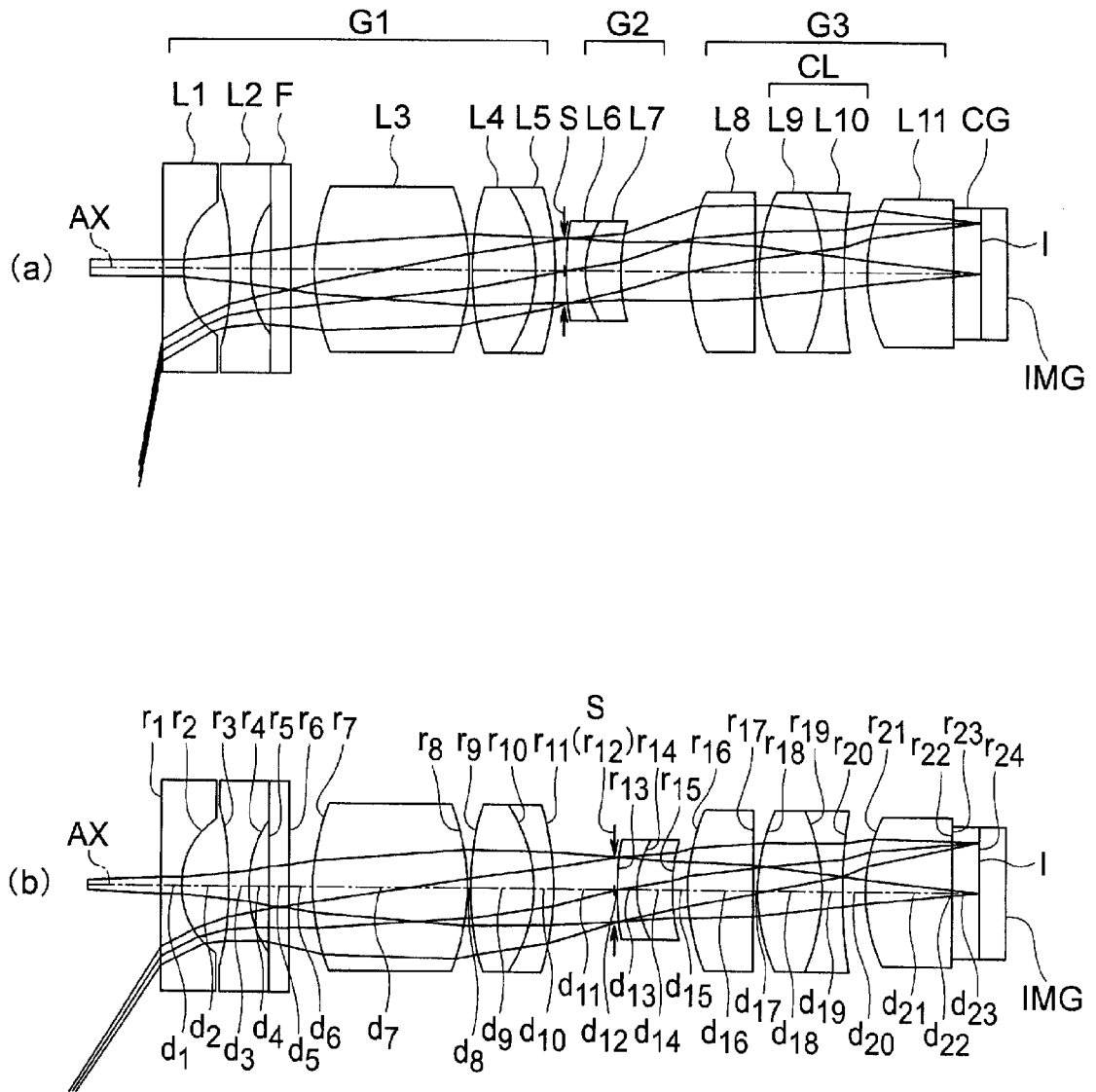
F_{G2} は、前記第2レンズ群の焦点距離、

F は、遠距離物点合焦時の前記内視鏡用対物光学系全系の焦点距離
、
である。

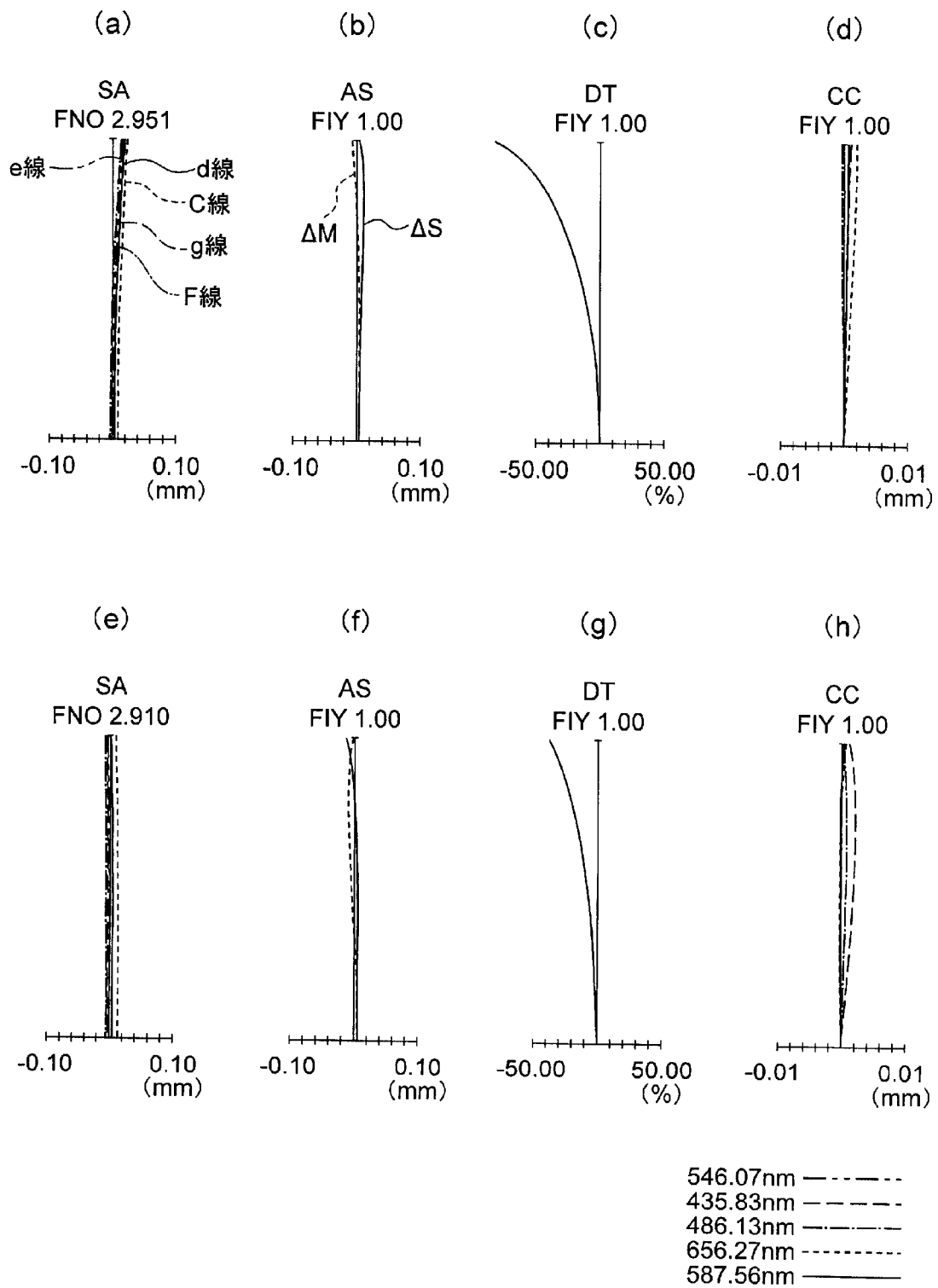
[図1]



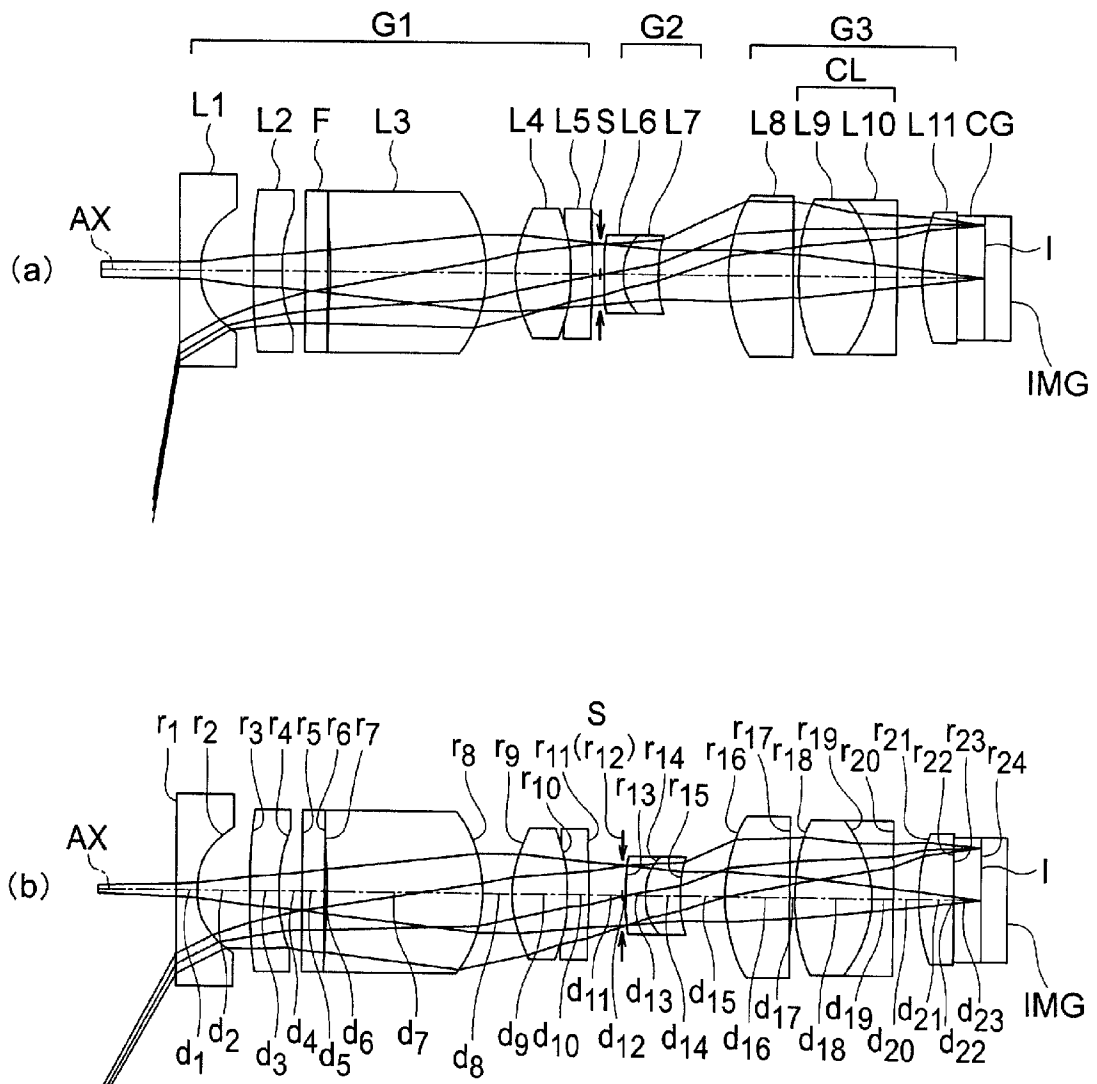
[図2]



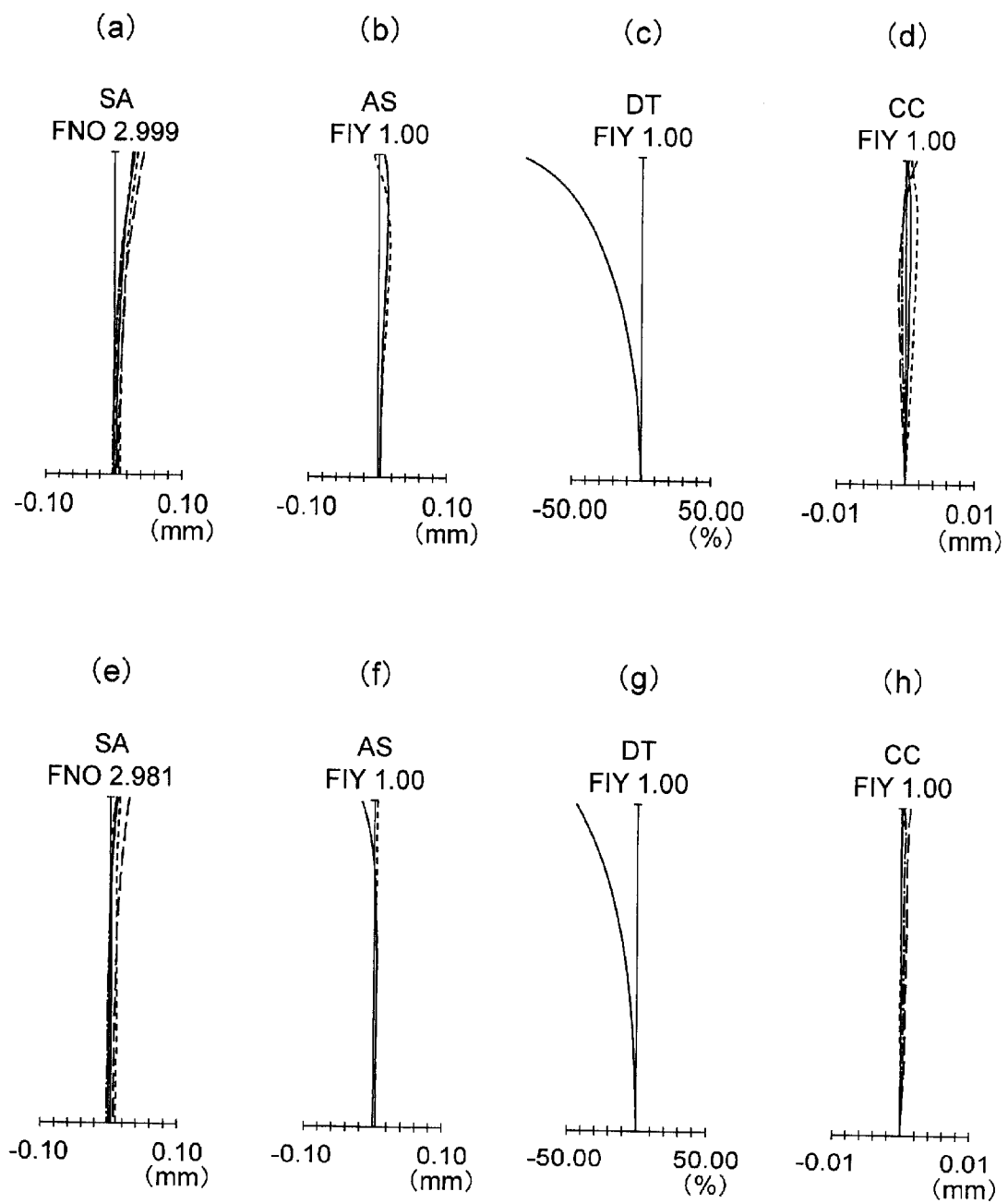
[図3]



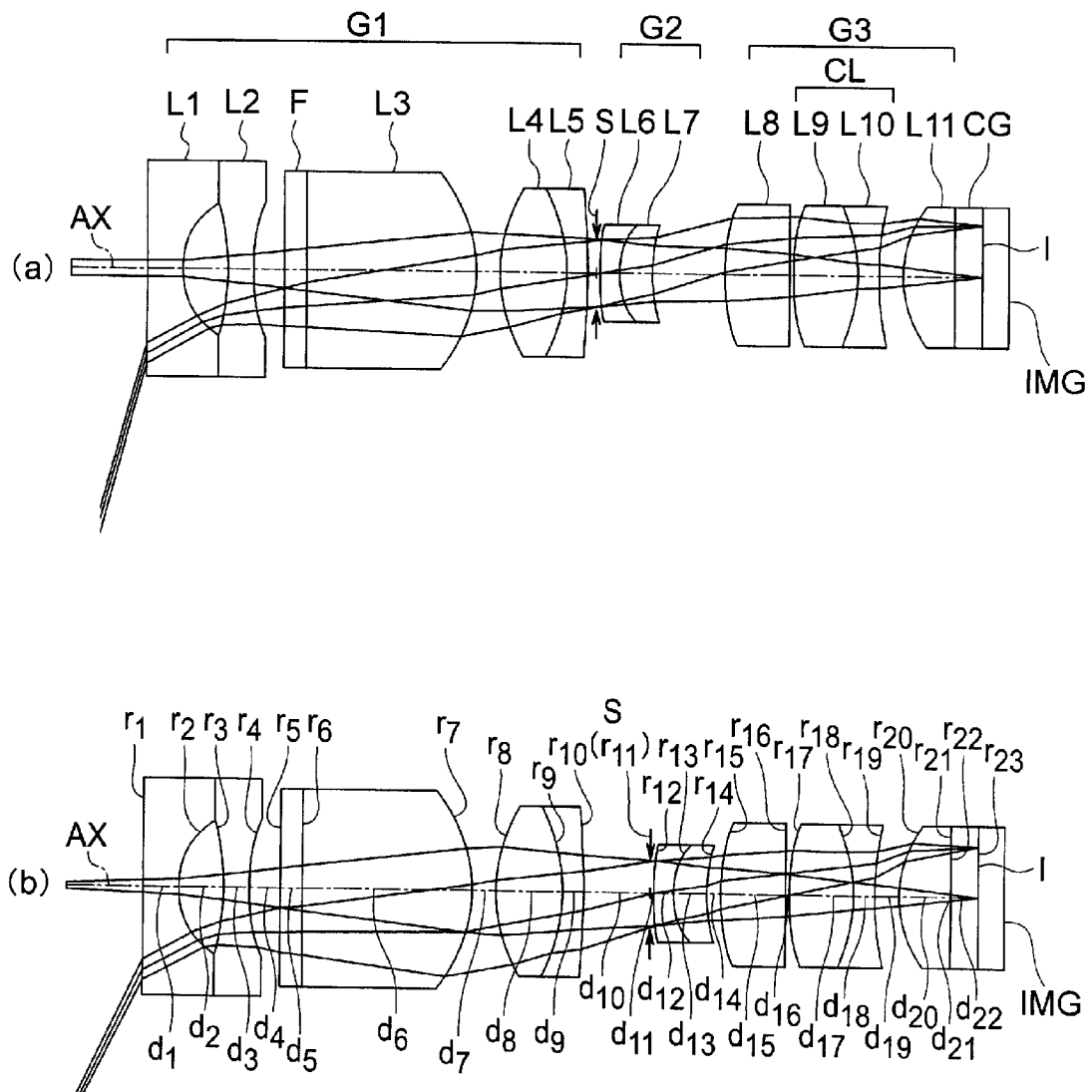
[図4]



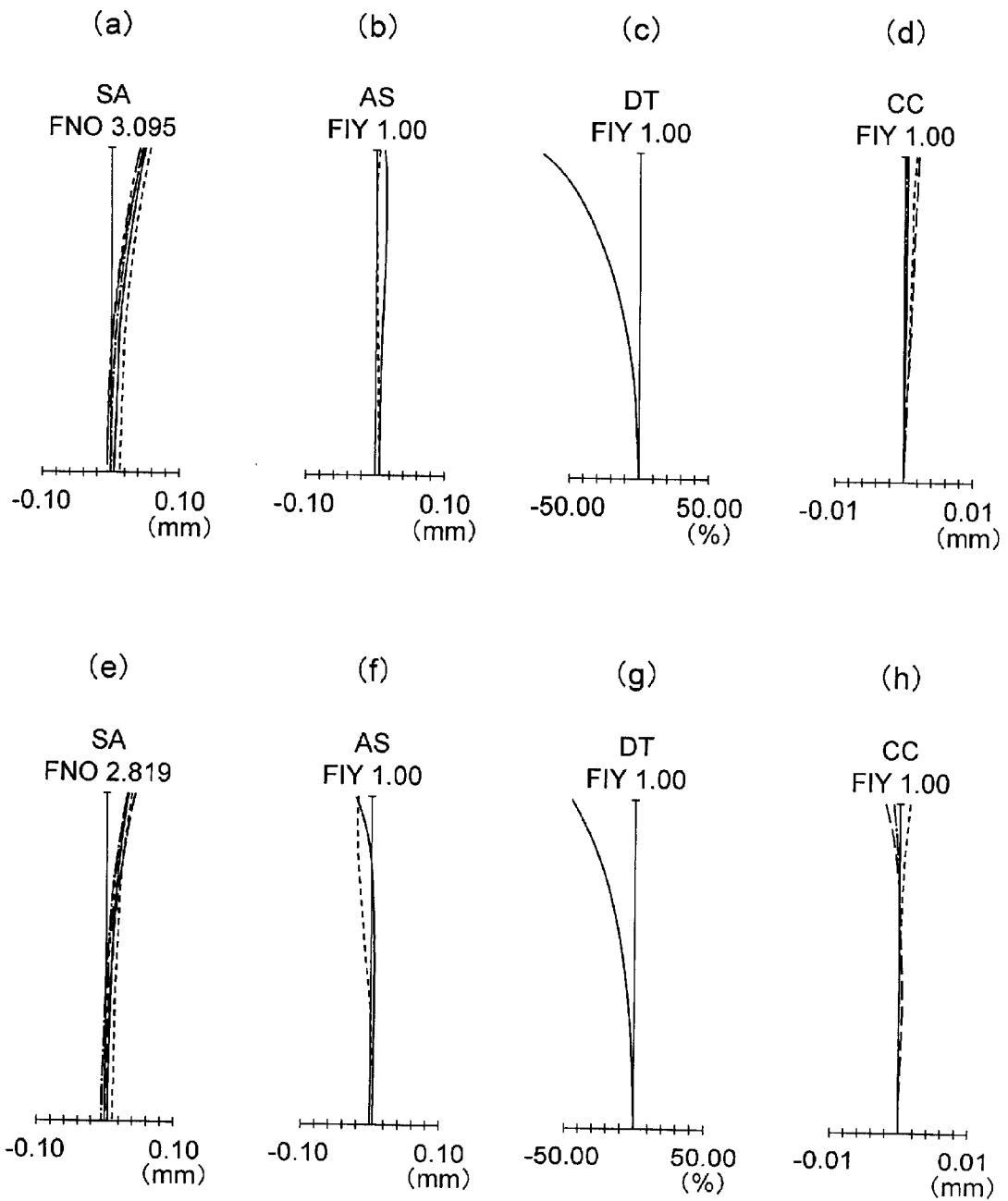
[図5]



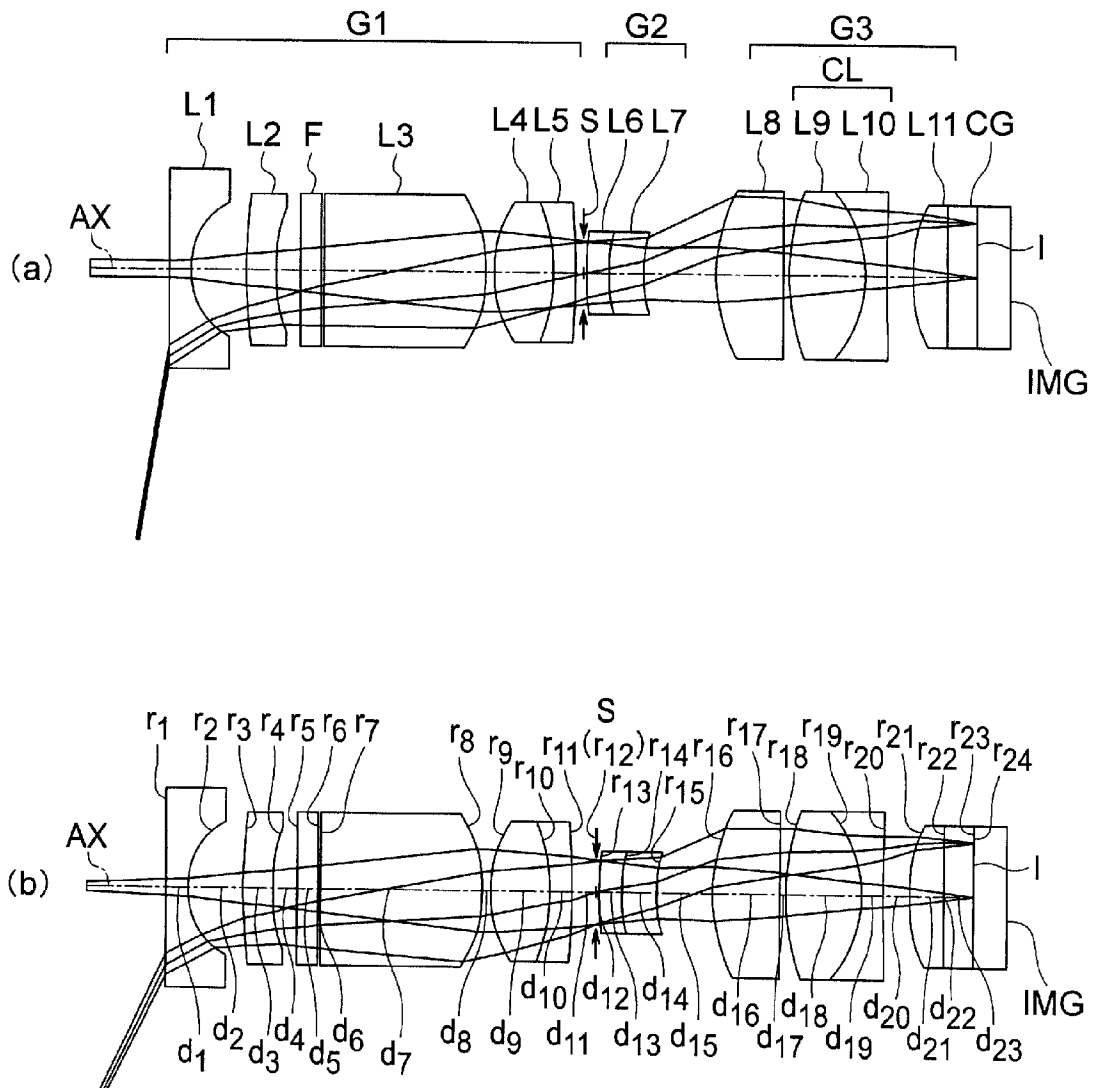
[図6]



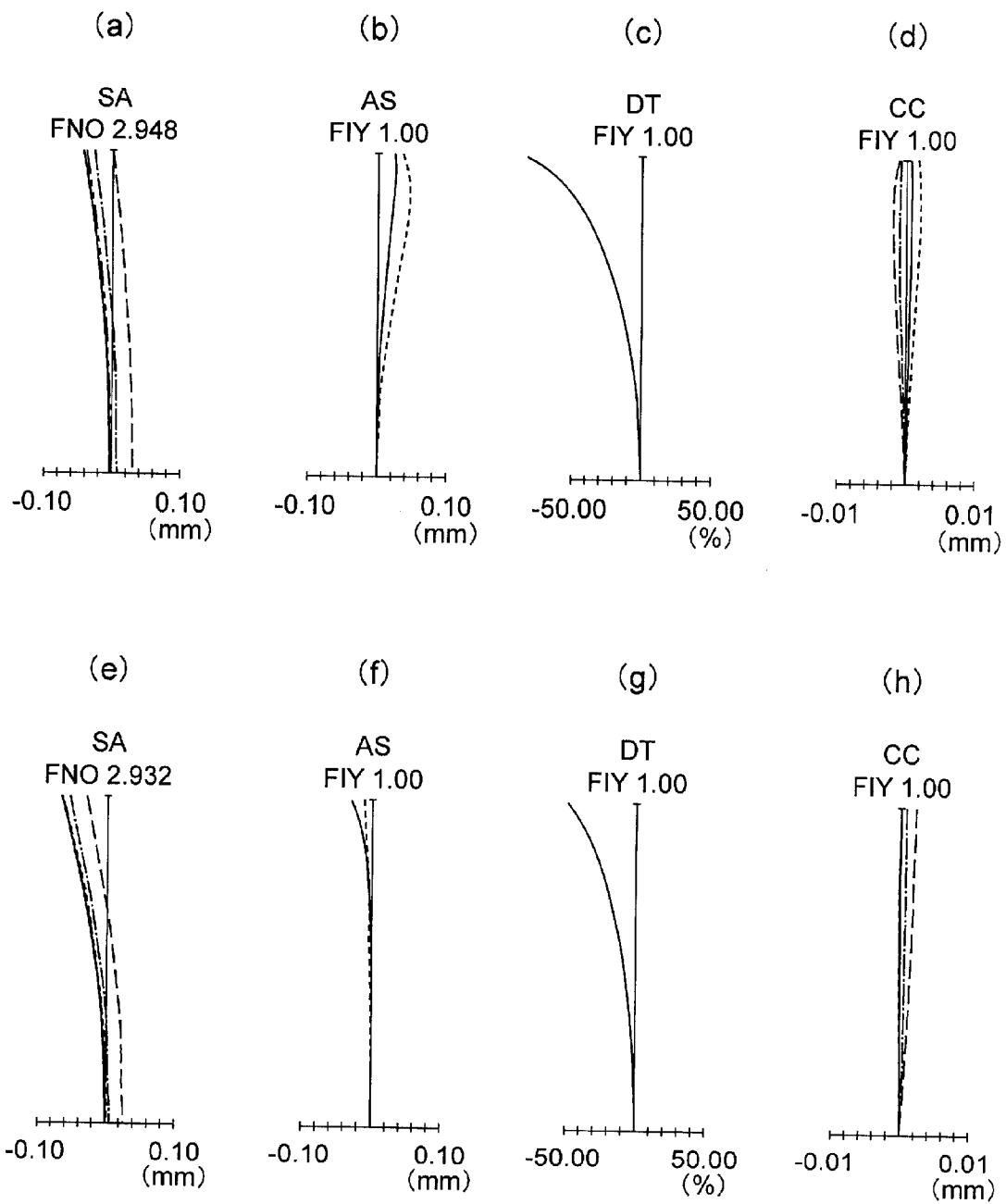
[図7]



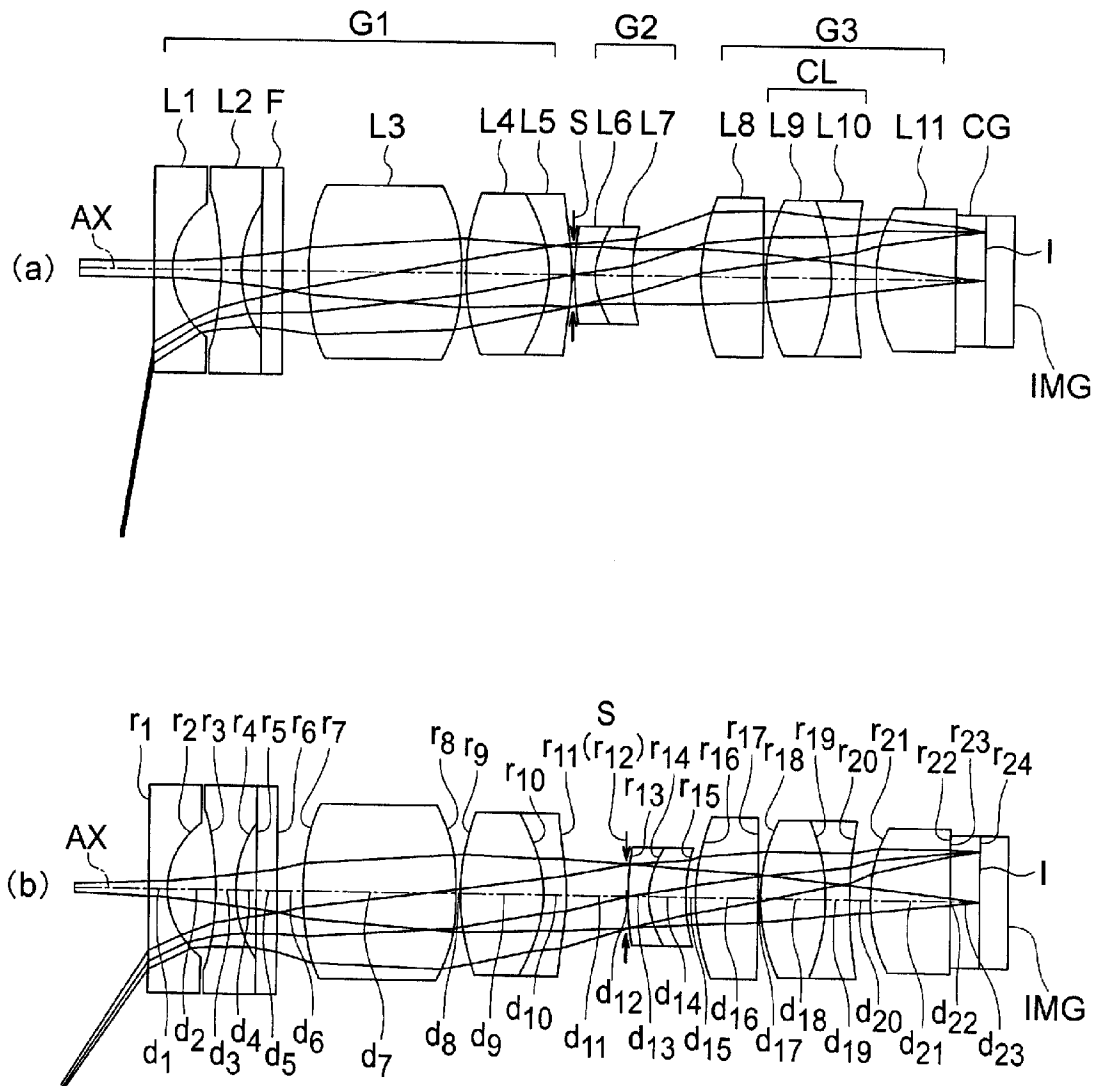
[図8]



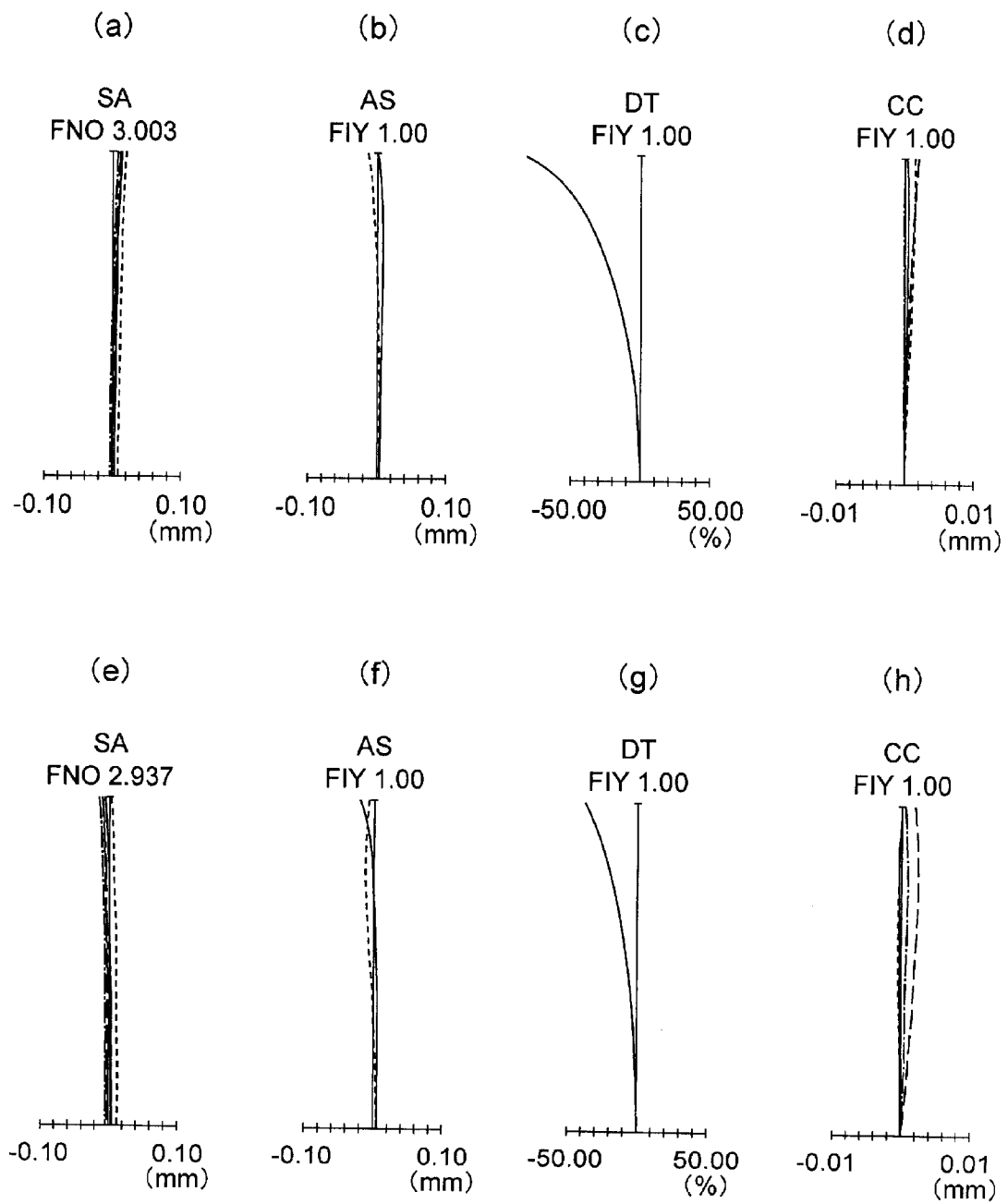
[図9]



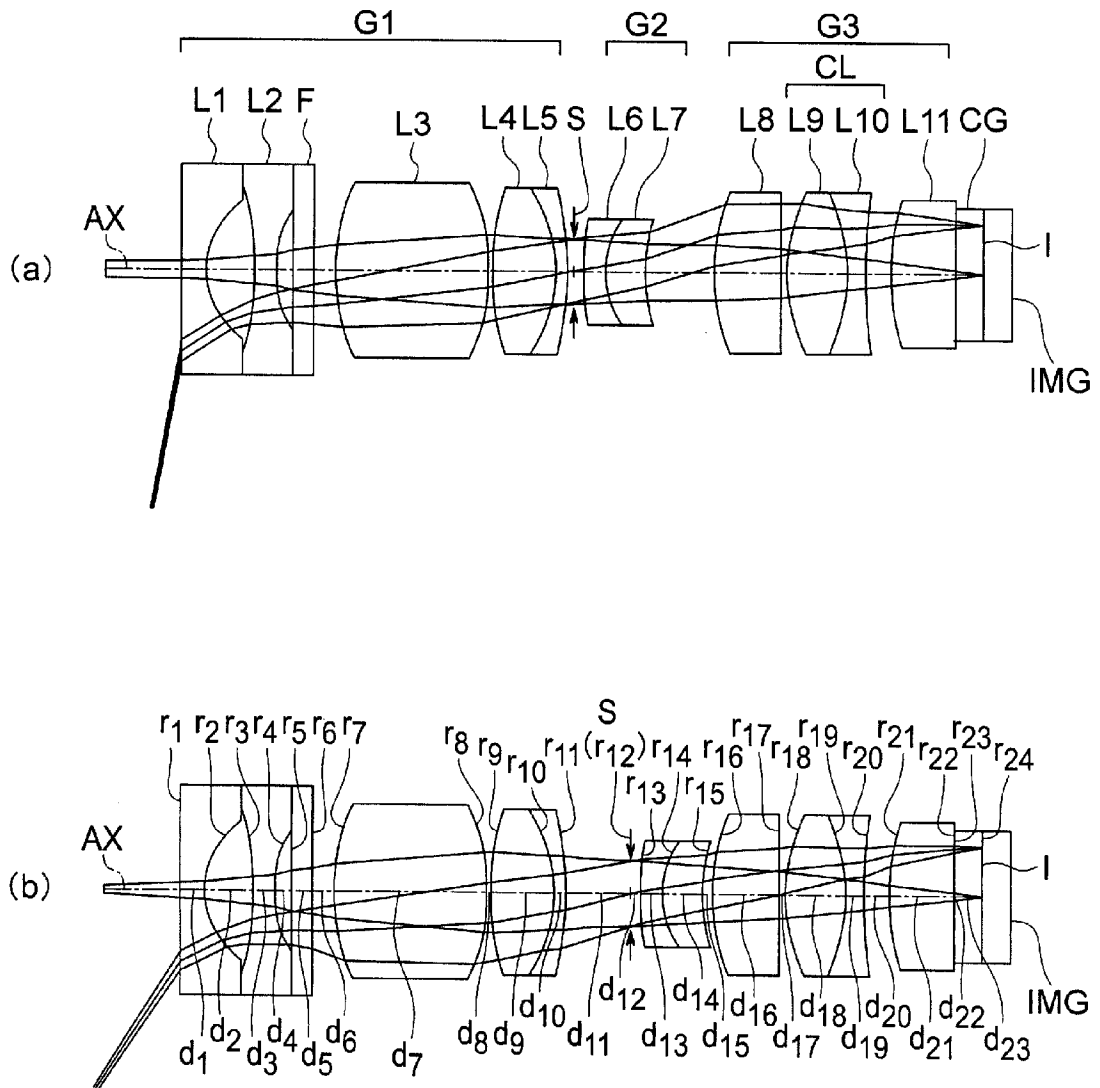
[図10]



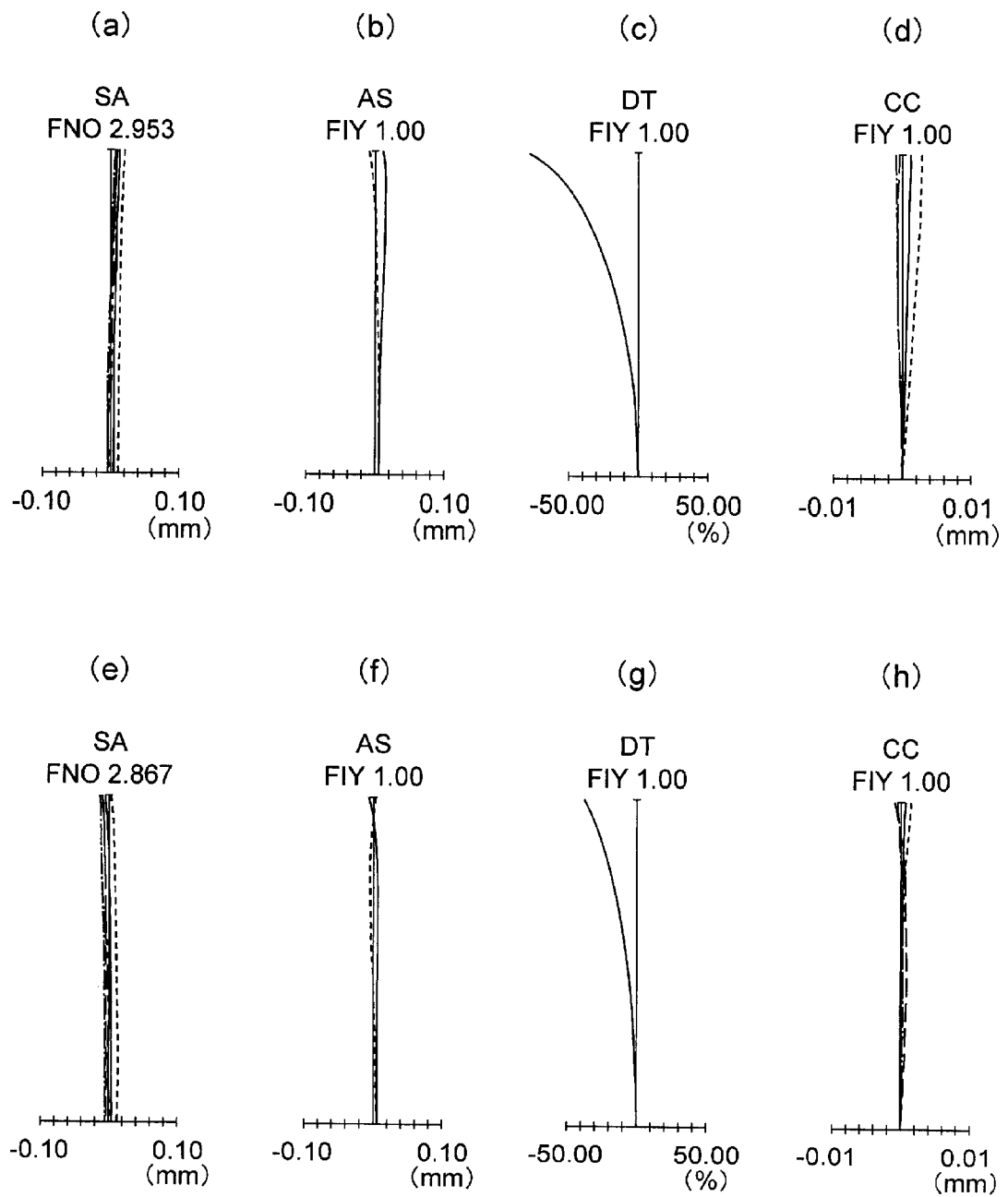
[図11]



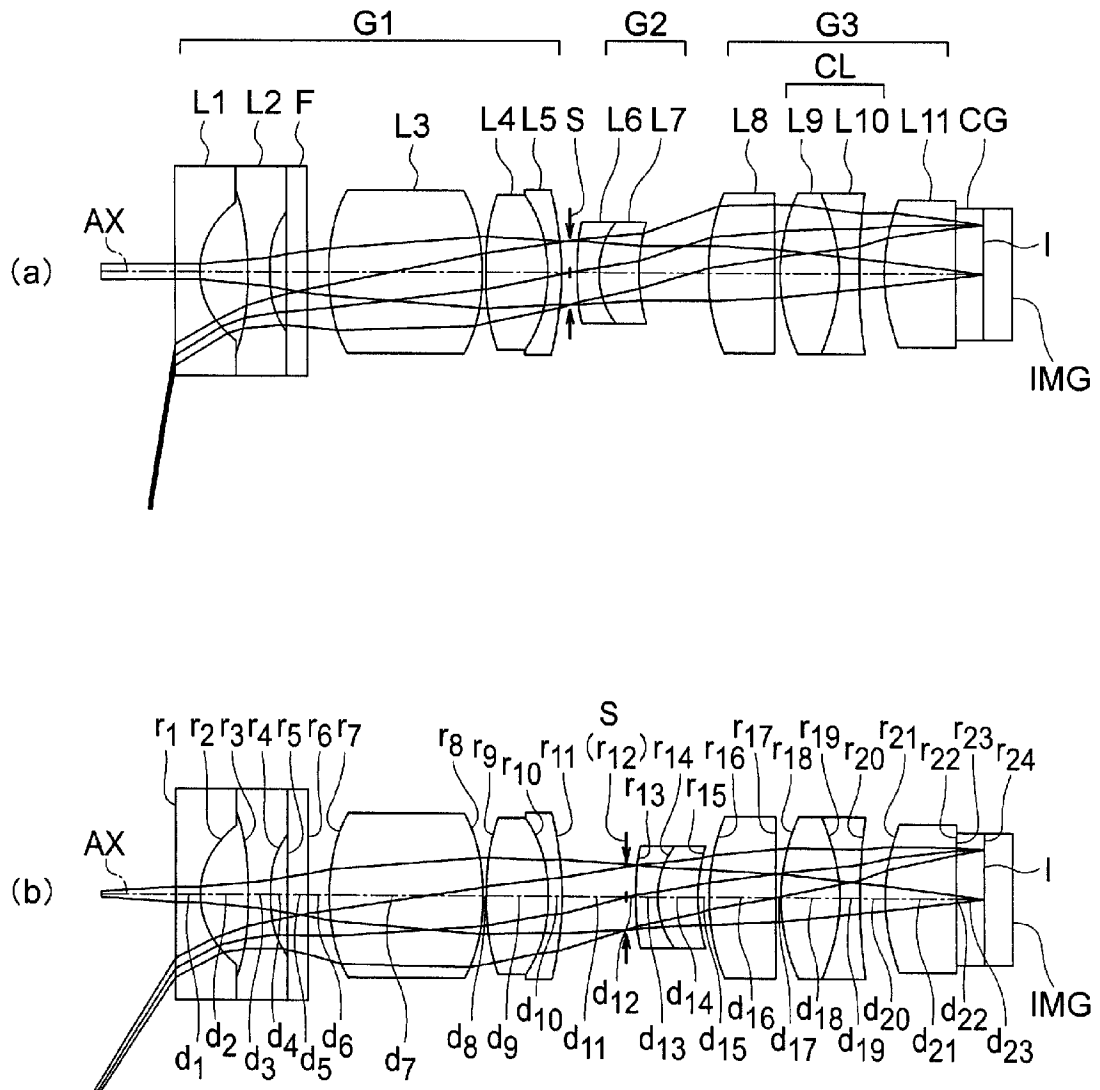
[図12]



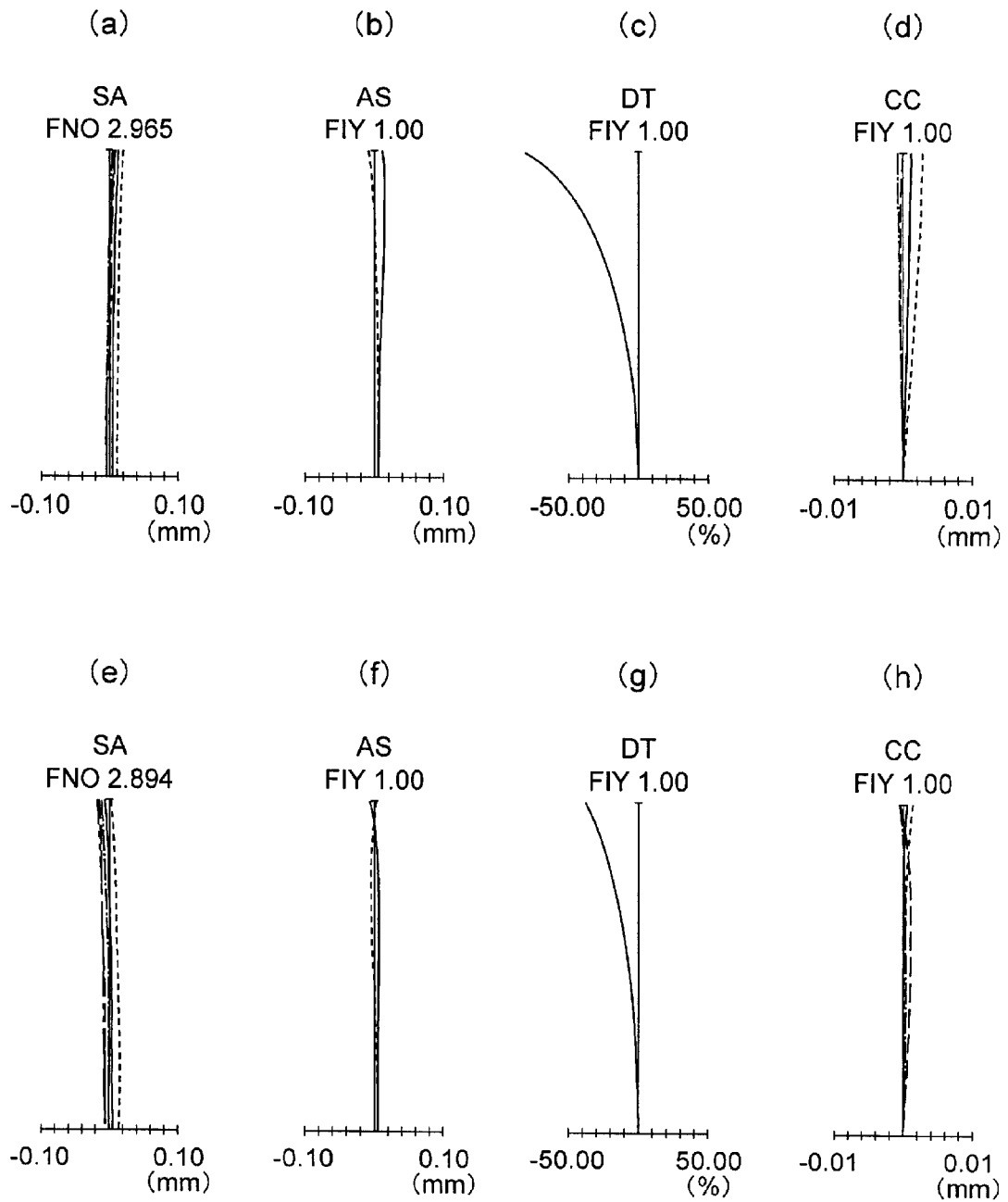
[図13]



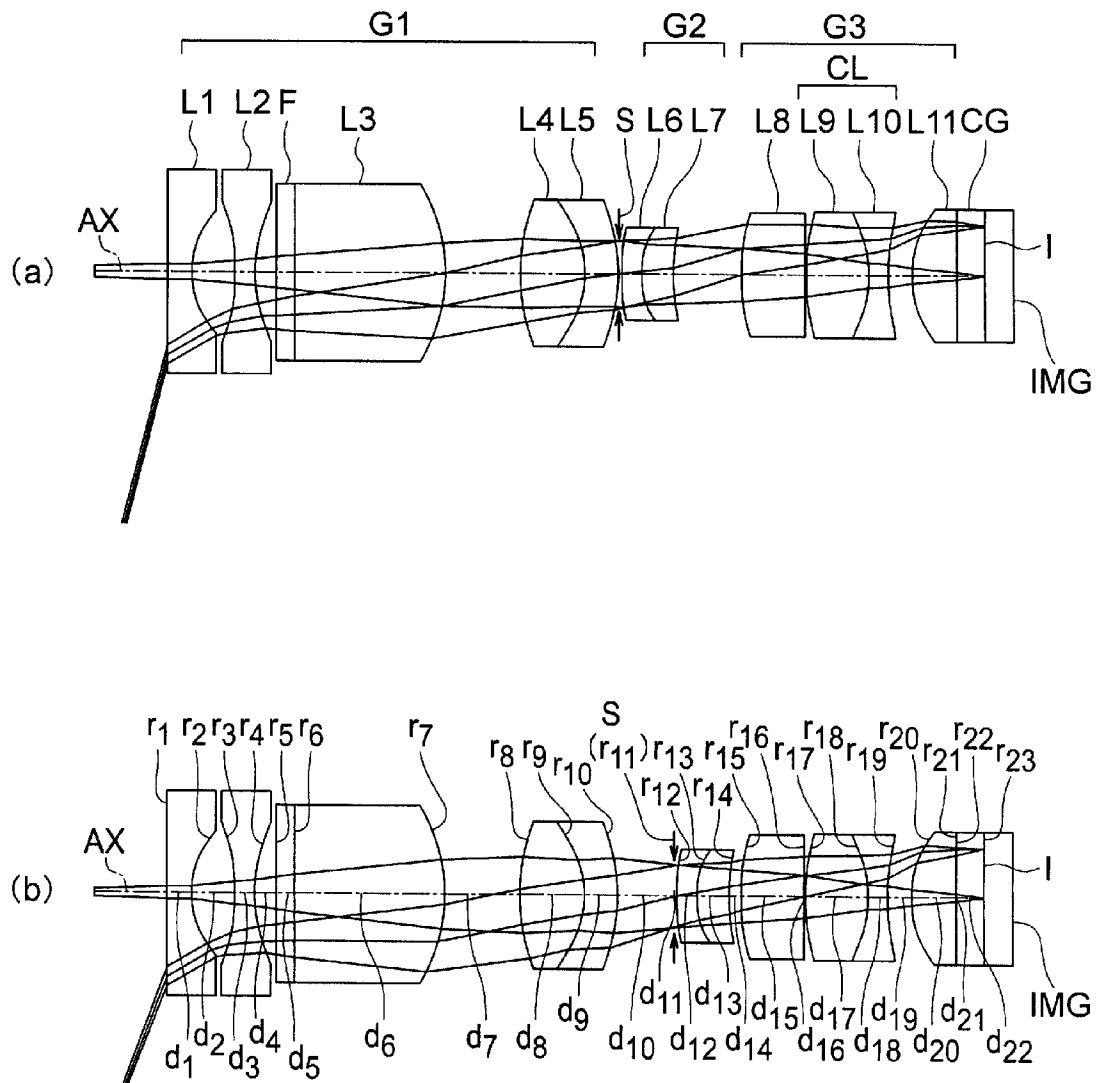
[図14]



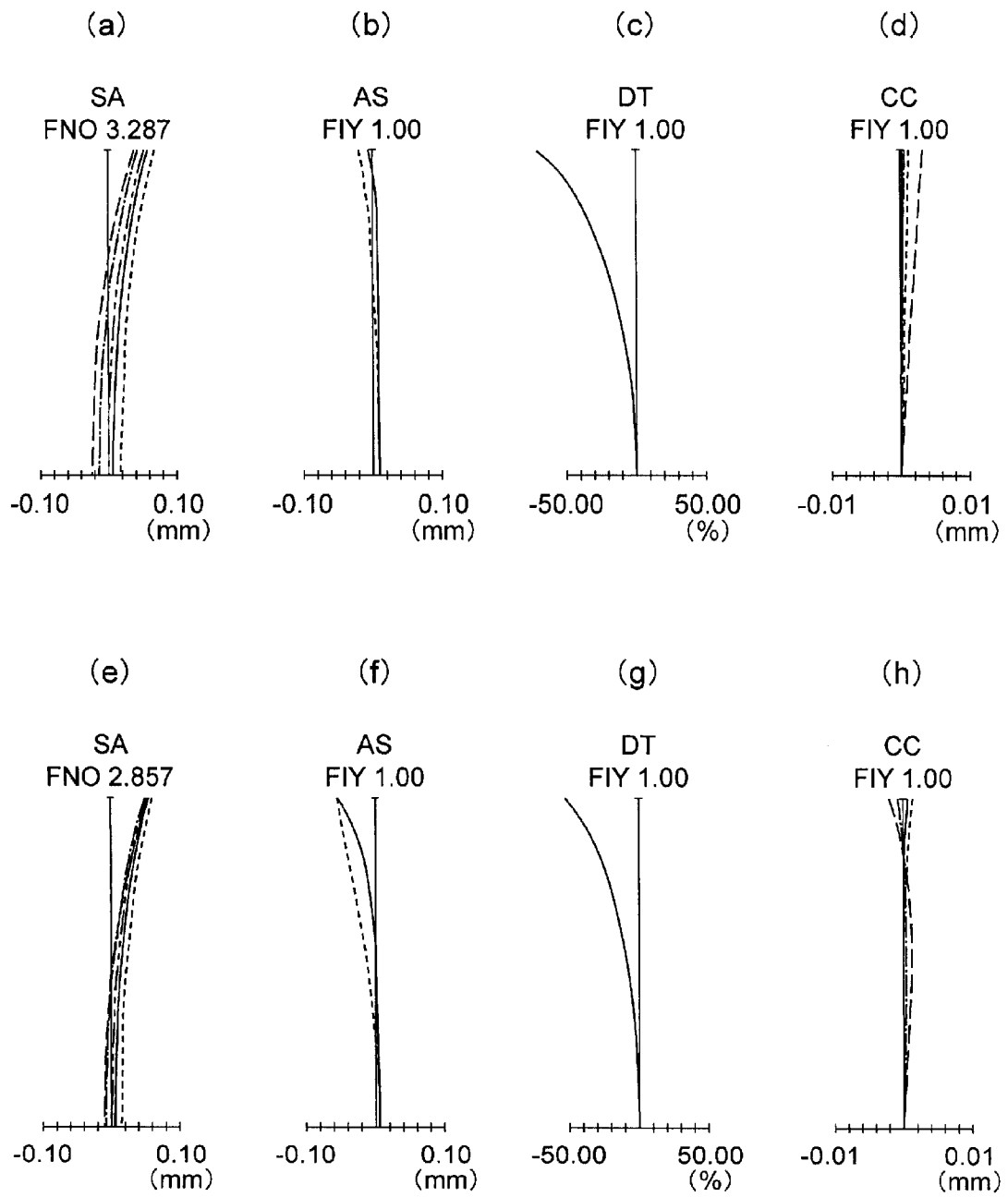
[図15]



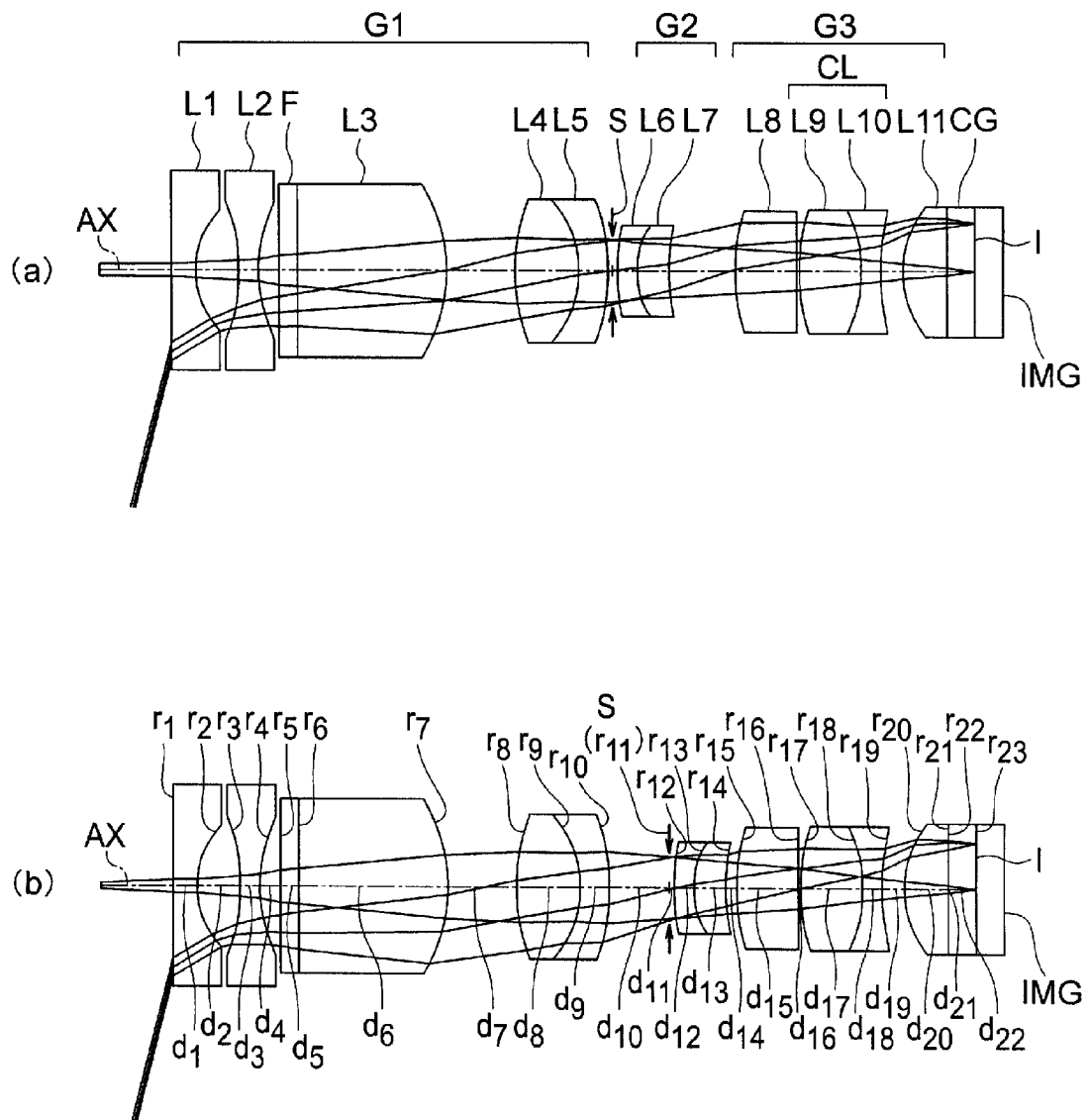
[図16]



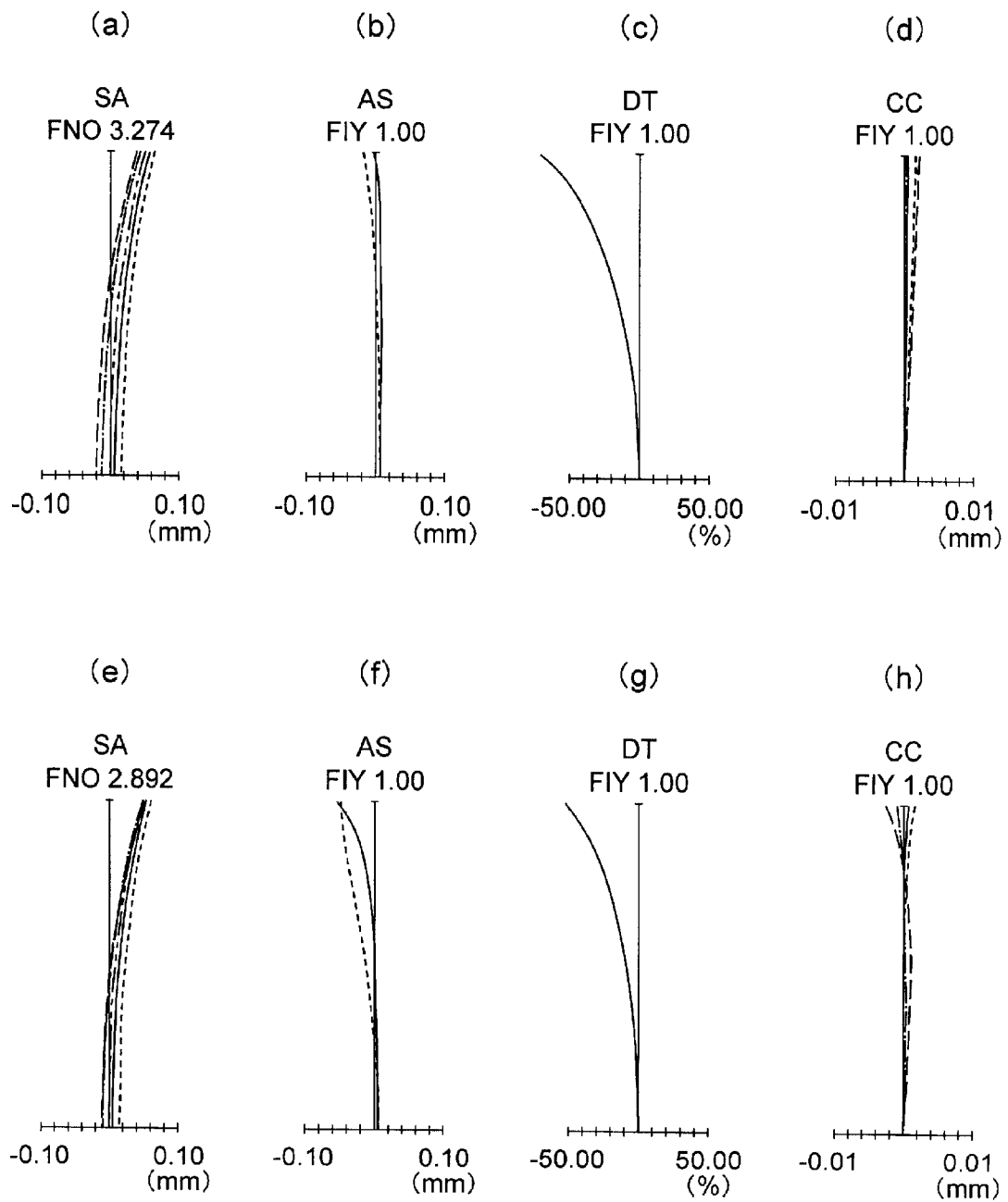
[図17]



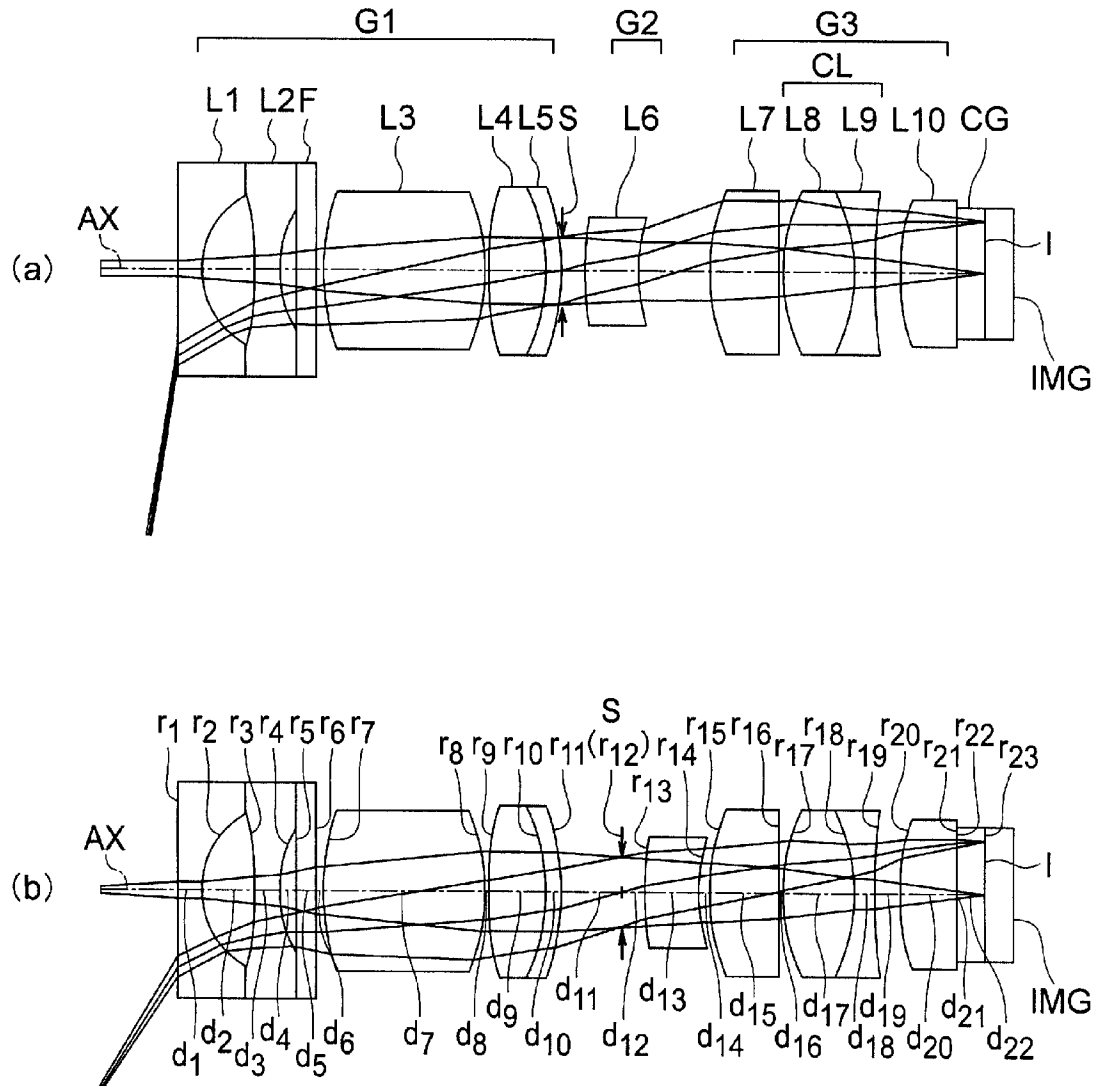
[図18]



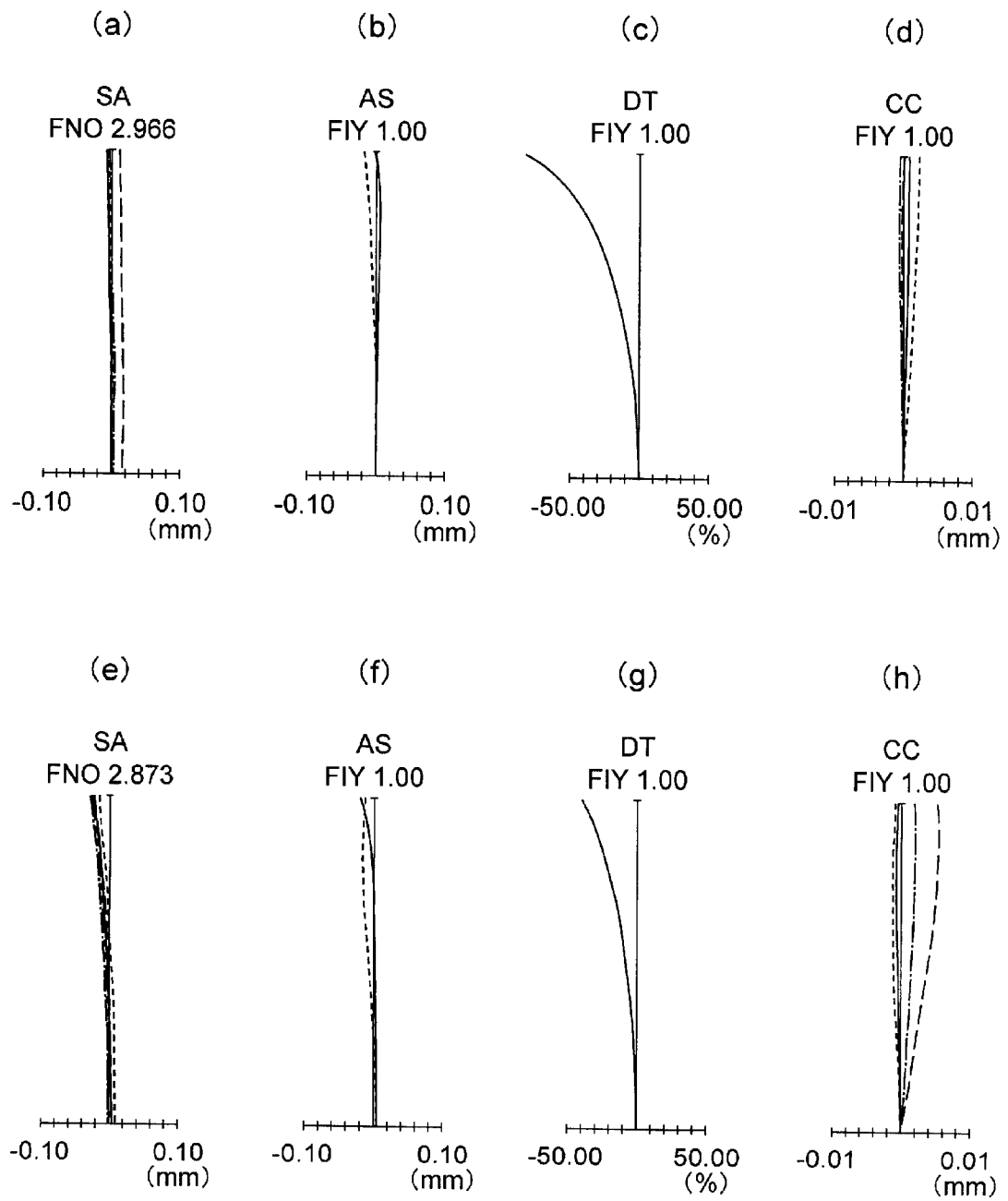
[図19]



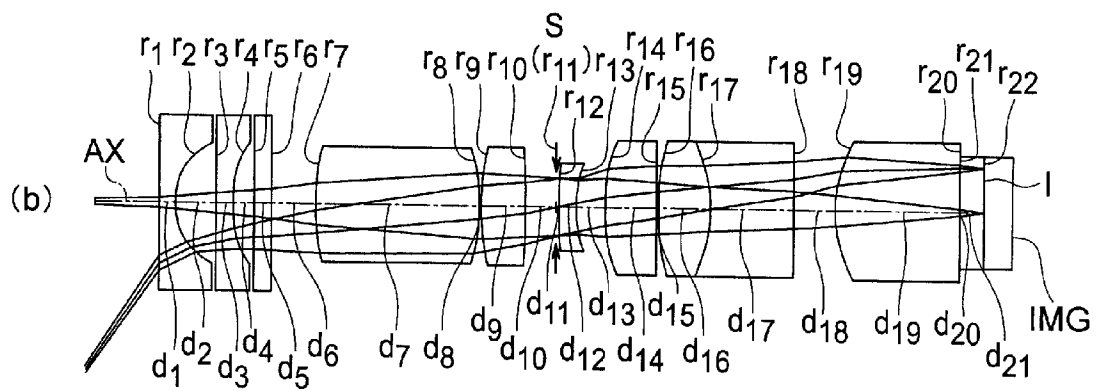
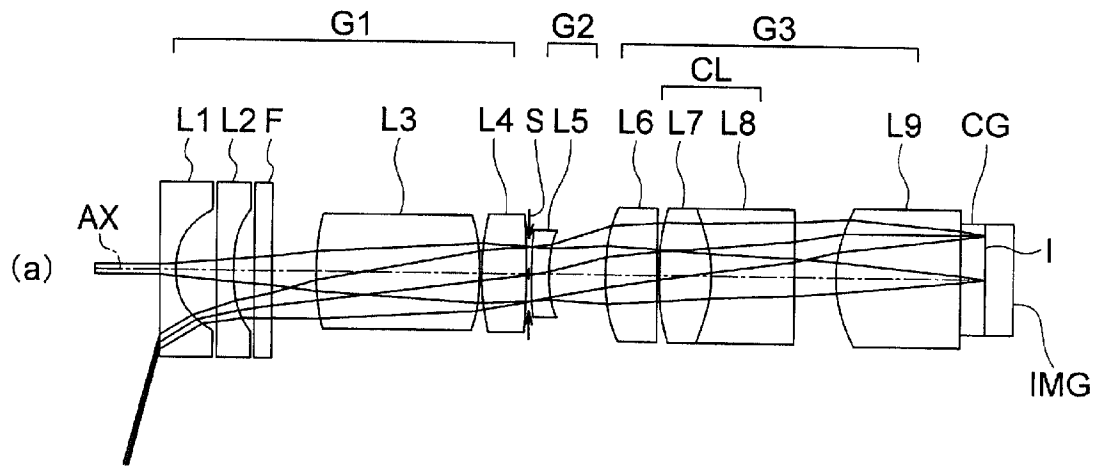
[図20]



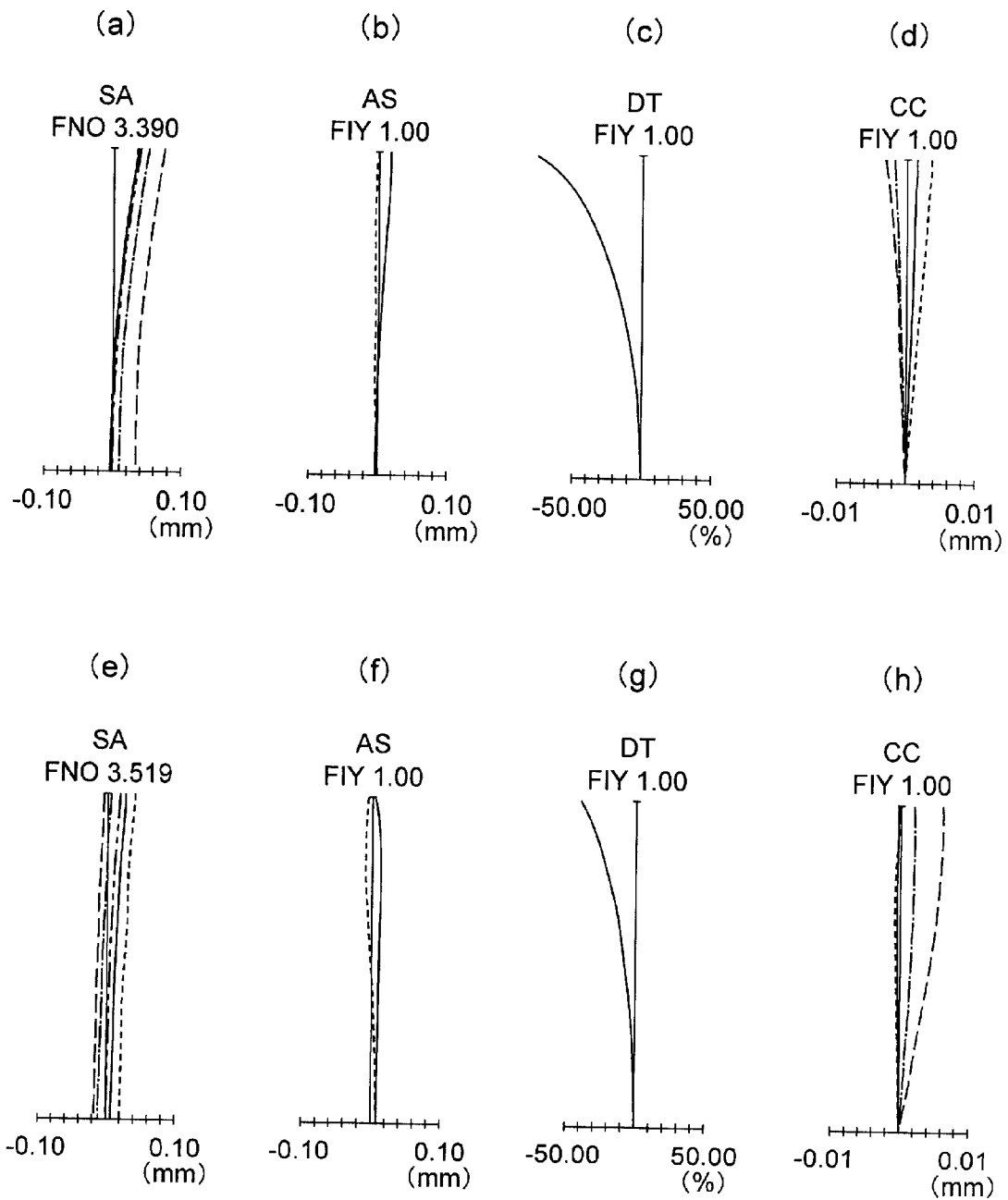
[図21]



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/007205

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. G02B9/00-17/08, G02B21/02-21/04, G02B25/00-25/04

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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	JP 2019-8251 A (OLYMPUS CORPORATION) 17 January	1-4
Y	2019, examples 1-6 (Family: none)	1-4
X	WO 2017/119188 A1 (OLYMPUS CORPORATION) 13 July	1-4
Y	2017, examples 1-4 & US 2018/0314054 A1, examples 1-4 & EP 3401718 A1 & CN 1088474926 A & JP 6197147 B1	1-4
X	WO 2018/092619 A1 (OLYMPUS CORPORATION) 24 May	1-4
Y	2018, examples 2-5 & JP 6484759 B2	1-4
X	WO 2017/199614 A1 (OLYMPUS CORPORATION) 23	1-4
Y	November 2017, example 5 & US 2019/0086658 A1, example 5 & CN 109073865 A	1-4



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
20.05.2019

Date of mailing of the international search report
04.06.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/007205

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2015/194311 A1 (OLYMPUS CORPORATION) 23 December 2015, paragraph [0054] & US 2016/0327780 A1, paragraph [0071] & US 9568726 B2 & EP 3159725 A1 & CN 105899994 A & CN 105899994 B & JP 5930257 B2	1-4
Y	JP 2016-85282 A (OLYMPUS CORPORATION) 19 May 2016, paragraphs [0029], [0030] (Family: none)	1-4
Y	JP 2015-94922 A (OLYMPUS MEDICAL SYSTEMS CORP.) 18 May 2015, paragraph [0023] (Family: none)	1-4
A	WO 2017/068916 A1 (OLYMPUS CORPORATION) 27 April 2017, numerical example 7 & US 2018/0228356 A1, numerical example 7 & CN 108135461 A & JP 6257853 B2	1-4

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. G02B9/00-17/08, G02B21/02-21/04, G02B25/00-25/04

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 Y	JP 2019-8251 A (オリンパス株式会社) 2019.01.17, 実施例 1-6 (ファミリーなし)	1-4 1-4
X Y	WO 2017/119188 A1 (オリンパス株式会社) 2017.07.13, 実施例 1-4 & US 2018/0314054 A1、実施例 1-4 & EP 3401718 A1 & CN 108474926 A & JP 6197147 B1	1-4 1-4
X Y	WO 2018/092619 A1 (オリンパス株式会社) 2018.05.24, 実施例 2-5 & JP 6484759 B2	1-4 1-4

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

20.05.2019

国際調査報告の発送日

04.06.2019

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)

森内 正明

2 V

9222

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
X Y	WO 2017/199614 A1 (オリンパス株式会社) 2017. 11. 23, 実施例 5 & US 2019/0086658 A1、実施例 5 & CN 109073865 A	1-4 1-4
Y	WO 2015/194311 A1 (オリンパス株式会社) 2015. 12. 23, 段落[0054] & US 2016/0327780 A1、段落[0071] & US 9568726 B2 & EP 3159725 A1 & CN 105899994 A & CN 105899994 B & JP 5930257 B2	1-4
Y	JP 2016-85282 A (オリンパス株式会社) 2016. 05. 19, 段落 [0029]-[0030] (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 2015-94922 A (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 2015. 05. 18, 段落[0023] (ファミリーなし)	1-4
A	WO 2017/068916 A1 (オリンパス株式会社) 2017. 04. 27, 数値実施例 7 & US 2018/0228356 A1、数値実施例 7 & CN 108135461 A & JP 6257853 B2	1-4