

(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
2021年5月20日(20.05.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/095090 A1

(51) 国際特許分類:

G02B 13/04 (2006.01) G02B 23/26 (2006.01)
A61B 1/00 (2006.01)

(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).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/044107

(22) 国際出願日: 2019年11月11日(11.11.2019)

(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 2 9 5 1 番地 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 長谷川直樹 (HASEGAWA Naoki);
〒1928507 東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番
地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).

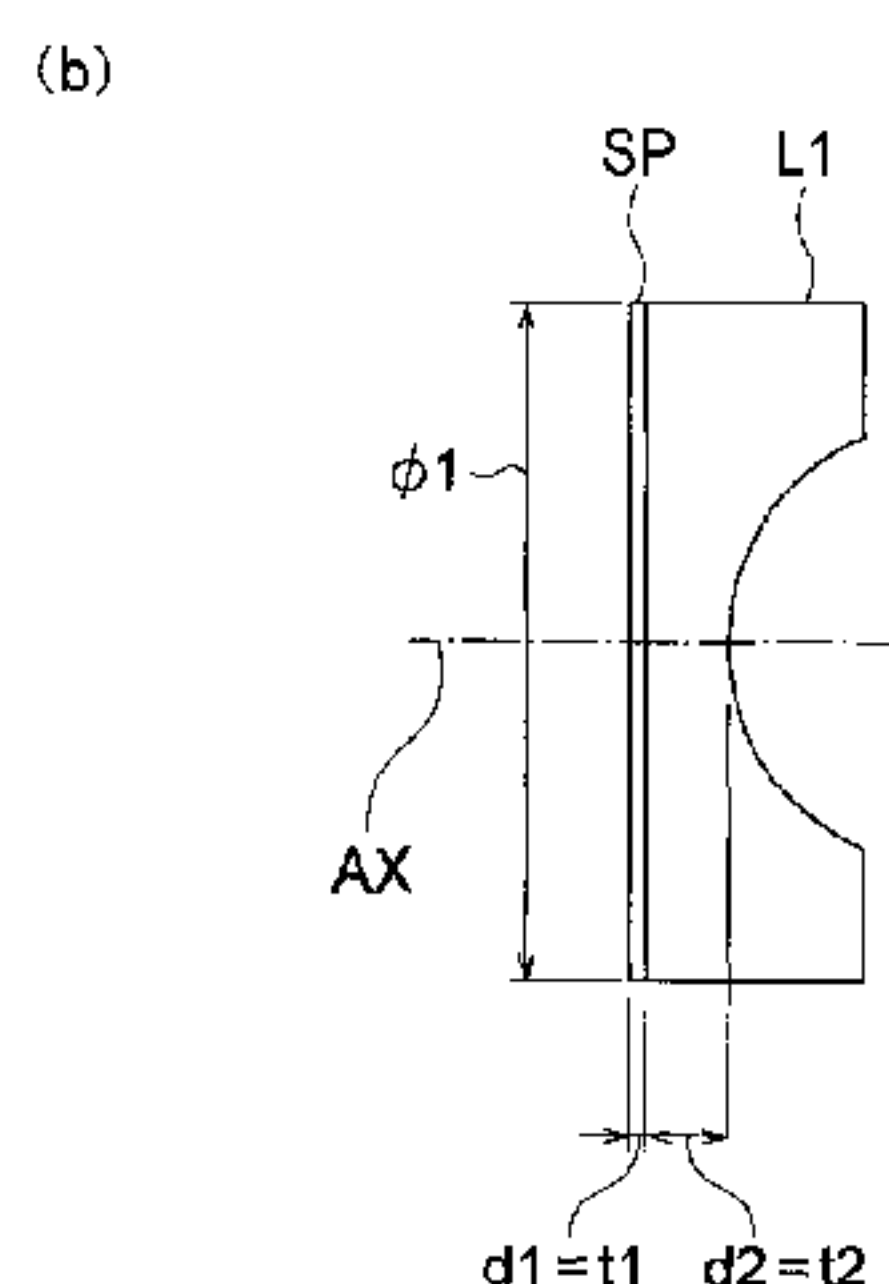
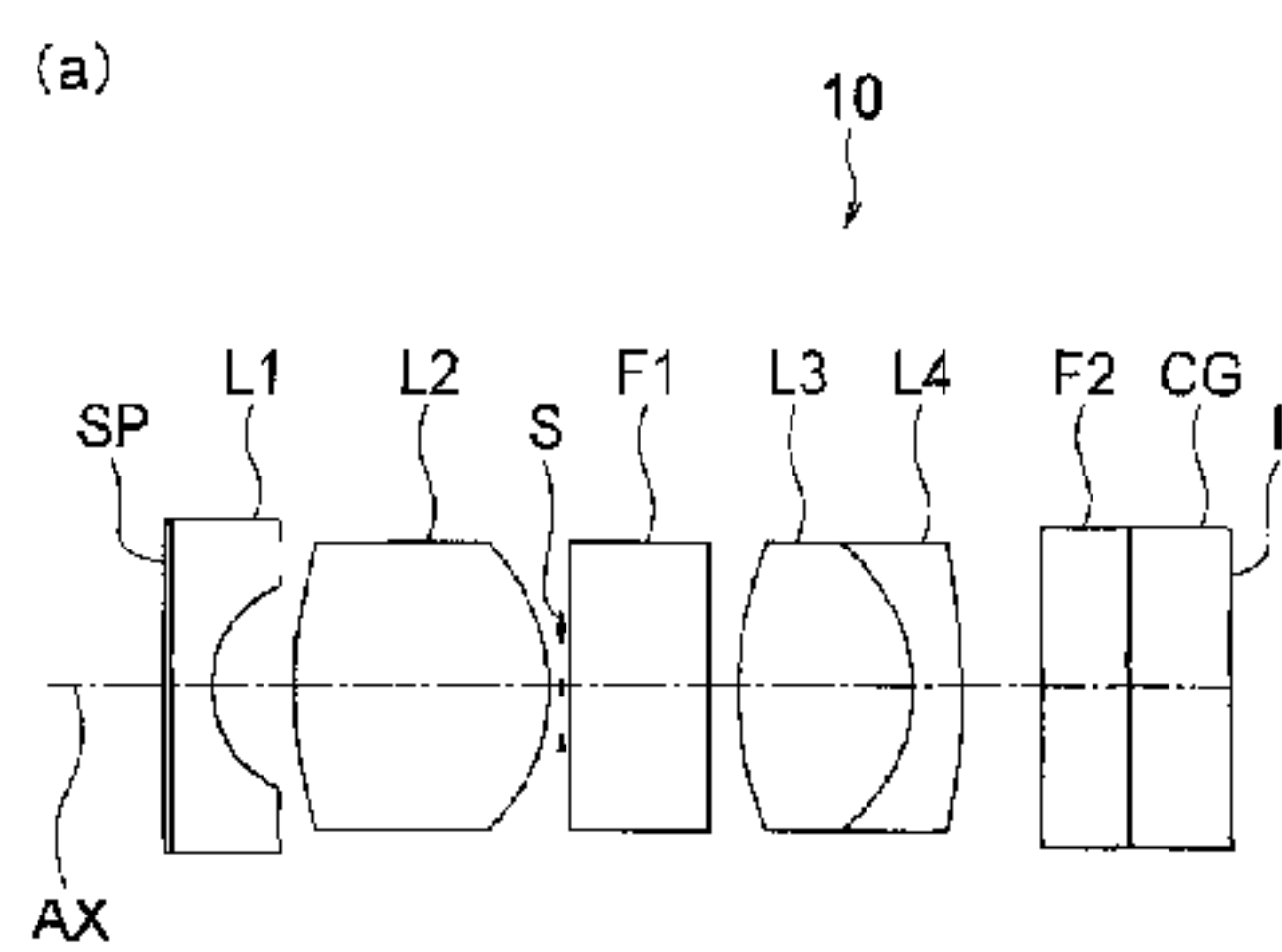
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, 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, IMAGING DEVICE, ENDOSCOPE, AND MANUFACTURING METHOD FOR OBJECTIVE OPTICAL SYSTEM

(54) 発明の名称: 対物光学系、撮像装置、内視鏡及び対物光学系の製造方法

[図1]



(57) Abstract: Provided are an objective optical system that has a wide viewing angle and a small outer diameter, and is strengthened against scratches and chips on the lens surface at the tip; an imaging device; an endoscope; and a manufacturing method for the objective optical system. The objective optical system 10 has a flat plate SP arranged on the side closest to an object and a plano-concave negative lens L1 having a planar surface facing the object side, wherein the flat plate SP is a transparent material harder than the plano-concave negative lens L1, and the flat plate SP and the plano-concave negative lens L1 are joined to each other and satisfy the following conditional expression (1). $10 \leq \phi 1 / t 1 \leq 70$ (1) Here, $\phi 1$ is the outer diameter of the flat plate SP, and $t 1$ is the thickness of the flat plate SP.

(57) 要約: 広い視野角を有し、小型な外径であり、先端のレンズ表面の傷や欠けに対して強化した対物光学系、撮像装置、内視鏡及び対物光学系の製造方法を提供する。対物光学系 10 は、最も物体側に配置される平板 SP と、物体側に平面を向けた平凹負レンズ L1 とを有し、平板 SP は、平凹負レンズ L1 よりも硬い透明材料であり、平板 SP と、平凹負レンズ L1 とは、接合されており、以下の条件式 (1) を満足する。 $10 \leq \phi 1 / t 1 \leq 70$ (1) ここで、 $\phi 1$ は、平板 SP の外径、 $t 1$ は、平板 SP の厚さ、である。

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、撮像装置、内視鏡及び対物光学系の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、対物光学系、撮像装置、内視鏡及び対物光学系の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 医療分野においては、体腔内等に細長な挿入部を挿入することによって体腔内の深部を観察すること、必要に応じて処置具を用いることにより治療処置を行う内視鏡が用いられる。内視鏡の対物光学系は、例えば、以下の特許文献1、2、3に開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2019-32510号公報
特許文献2：特開2002-365535号公報
特許文献3：特許第5274728号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 内視鏡が有する対物光学系の視野角は、広い範囲を観察するため、広角度であることが望ましい。また、操作性向上のために内視鏡挿入部の細径化、及び内視鏡挿入部の先端硬質部の短縮化が望まれている。

[0005] さらに、内視鏡、特に軟性内視鏡の先端のレンズ表面（最も物体側のレンズ面）を固い異物にぶつけることがある。また、先端のレンズ表面を洗浄する時、流し台での洗浄時にブラシの金属部やシンク、自動洗浄機の硬い内壁と接触することがある。これにより、内視鏡の先端のレンズ表面に、傷や欠けが発生する。このような内視鏡では、適切な画像を撮像できなくなってしまうという問題がある。

- [0006] この問題を解決するために、軟性内視鏡において、対物光学系の先端のレンズよりも物体側にサファイアガラスを配置する構成が考えられる。この構成は、硬性内視鏡において採用されている。サファイアガラスは、レンズを形成するガラス硝材に比較して、硬い。このため、サファイアガラスでは、傷や欠けによる画像の劣化を防止できる。
- [0007] しかしながら、先端のレンズの物体側にサファイアガラスを、先端のレンズから離して配置すると、光線がけられてしまう場合がある。光線がけられることで、対物光学系の視野角が狭くなってしまう。視野角を広げるためには、サファイアガラスの口径を大きくする必要がある。サファイアガラスの口径を大きくすると、対物光学系のレンズの外径が大きくなってしまう。
- [0008] また、サファイアガラスの厚さを薄くすると、サファイアガラスが割れやすくなってしまう。
- [0009] また、先端のレンズよりも物体側にサファイアガラスを配置する代わりに、先端のレンズ（例えば、平凹負レンズ）自体をサファイアガラスを用いて形成することも考えられる。サファイアガラスの屈折率は、一般の光学ガラスの硝材の屈折率よりも低い。このため、平凹負レンズ自体をサファイアガラスを用いて形成して、視野角を広げようとする、平凹負レンズの外径が大きくなってしまう。
- [0010] 特許文献 1、特許文献 3 に開示された対物光学系は、視野角の大きさが十分ではない。また、特許文献 1、2、3 に開示された対物光学系において、先端のレンズ表面を傷や欠けに対して強化すると、対物光学系が大型化してしまう。
- [0011] 本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであって、広い視野角を有し、小型な外径であり、先端のレンズ表面の傷や欠けに対して強化した対物光学系、撮像装置、内視鏡及び対物光学系の製造方法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

- [0012] 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対物光学系は、

最も物体側に配置される平板と、物体側に平面を向けた平凹負レンズとを有し、

平板は、平凹負レンズよりも硬い透明材料であり、

平板と、平凹負レンズとは、接合されており、

以下の条件式（１）を満足する。

$$10 \leq \phi 1 / t 1 \leq 70 \quad (1)$$

ここで、

$\phi 1$ は、平板の外径、

$t 1$ は、平板の厚さ、

である。

[0013] 他の側面において、本発明の少なくとも幾つかの実施形態に係る対物光学系の製造方法は、透明材料からなる第１基板を提供する工程と、

平凹負レンズを構成する光学ガラスからなる第２基板を提供する工程と、

第１基板と第２基板とを活性化接合する工程と、

第１基板及び第２基板は、複数の平凹負レンズに相当する大きさであり、活性化接合された第１基板と第２基板とを薄片化する工程と、

薄片化する工程の後に、第２基板にレンズ加工する工程と、を有し、

第１基板は、第２基板よりも硬い材料である。

[0014] 他の側面において、本発明の少なくとも幾つかの実施形態に係る撮像装置は、

対物光学系と、

撮像素子と、を有し、

対物光学系は、上述の対物光学系である。

[0015] 他の側面において、本発明の少なくとも幾つかの実施形態に係る内視鏡は、

対物光学系と、

撮像素子と、を有し、

対物光学系は、上述の対物光学系である。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、広い視野角を有し、小型な外径であり、先端のレンズ表面が傷や欠けに対して強化されている対物光学系、撮像装置、内視鏡及び対物光学系の製造方法を提供できる。

図面の簡単な説明

[0017] [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、先端の平板と平凹負レンズとのレンズ断面図である。

[図2] (a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f) は、第2実施形態に係る対物光学系の製造方法を示す図である。

[図3] 第2実施形態に係る対物光学系の製造方法を示すフローチャートである。

[図4] (a) は、実施例1の対物光学系のレンズ断面図、(b)、(c)、(d)、(e) は、収差図である。

[図5] (a) は、実施例2の対物光学系のレンズ断面図、(b)、(c)、(d)、(e) は、収差図である。

[図6] (a) は、実施例3の対物光学系のレンズ断面図、(b)、(c)、(d)、(e) は、収差図である。

[図7] (a) は、実施例4の対物光学系のレンズ断面図、(b)、(c)、(d)、(e) は、収差図である。

[図8] 第3実施形態に係る撮像装置及び第4実施形態に係る内視鏡の断面図である。

発明を実施するための形態

[0018] 実施例の説明に先立ち、本発明のある態様に係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。

[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10のレンズ断面図である。対物光学系10は、物体側から像側へ順に、平板SPと、物体側に平面を向けた平凹負レンズL1と、両凸正レンズL2と、開口絞りSと、平行平板F1と、両凸正レンズL3と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL4と、平行平板F2と、カバーガラスCGと、を有する。

[0020] 対物光学系10は、最も物体側に配置される平板SPと、物体側に平面を向けた平凹負レンズL1とを有し、

平板SPは、平凹負レンズL1も硬い透明材料であり、
平板SPと、平凹負レンズL1とは、接合されており、
以下の条件式(1)を満足する。

$$10 \leq \phi 1 / t 1 \leq 70 \quad (1)$$

ここで、

$\phi 1$ は、平板SPの外径、

$t 1$ は、平板SPの厚さ、

である。

[0021] 図1(b)は、対物光学系10において、最も物体側の先端のレンズ構成の断面図である。平板SPは、例えばサファイアガラスまたは透明セラミックスである。

[0022] 条件式(1)は、サファイアガラスで形成される平板SPの外径 $\phi 1$ と、平板SPの厚さ $t 1$ との適切な比を規定している。

[0023] 条件式(1)を満足することで、平凹負レンズL1に曲げ応力が発生した際、平板SPが変形することで応力を開放できる。

[0024] 条件式(1)の下限値を下回ると、平板SPの厚さ $t 1$ が大きくなる。平板SPの厚さ $t 1$ が大きくなると、平板SPは変形しにくくなる。この状態で平板SPを平凹負レンズL1に接合した場合、接合面に応力が集中しやすくなってしまう。また、平板SPの厚さ $t 1$ が大きくなると、光線がけられ

てしまう。光線がけられないように広視野角を確保するためには、対物光学系が大型化してしまう。

[0025] 条件式（１）の上限値を上回ると、平板ＳＰの厚さ t_1 が薄くなる。このため、平板ＳＰは変形しやすくなり、機械強度が不足する。平板ＳＰの機械強度が不足すると、平板ＳＰの割れ、欠けのおそれがある。

[0026] また、条件式（１）に代えて、条件式（１'）を満足することが望ましい。

$$1.2 \leq \phi_1 / t_1 \leq 5.0 \quad (1')$$

[0027] また、条件式（１）に代えて、条件式（１''）を満足することがさらに望ましい。

$$1.4 \leq \phi_1 / t_1 \leq 3.4 \quad (1'')$$

[0028] また、本実施形態の好ましい態様によれば、平板ＳＰと、平凹負レンズＬ１とは、活性化接合（Activated bonding）されていることが望ましい。

[0029] 「活性化接合」とは、基板の材料表面（接合する面）を活性化し、分子間力により直接接合することをいう。活性化接合では、基板同士の間には有機接着剤（高分子接着剤、以下適宜「接着剤」という）を介在させない。このため、「活性化接合」は、接着剤による「接合」よりも接合部の信頼性を高めることができる。

[0030] 本実施形態では、活性化接合のうち、例えば、表面活性化接合(surface activated bonding)、プラズマ活性化接合(plasma activated bonding)を用いることが望ましい。

[0031] 「活性化接合」の詳細に関しては、第２実施形態（対物光学系の製造方法）において詳述する。また、レンズ、フィルターを接着剤により接着させる構成は、従来どおり接合レンズ(cemented lens)という。本開示において、「活性化接合レンズ」と「有機接着剤を用いる接合レンズ」とは異なる構成である。

[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）を満足することが望ましい。

$$0.1 \leq t_1 / t_2 \leq 1.4 \quad (2)$$

ここで、

t_1 は、平板 S P の厚さ、

t_2 は、平凹負レンズ L 1 の光軸 A X に沿った厚さ、

である。

[0033] 条件式 (2) は、平板 S P の厚さ t_1 と、平凹負レンズ L 1 の光軸 A X に沿った厚さ t_2 との適切な比を規定する。

[0034] 条件式 (2) の下限値を下回ると、平板 S P の厚さが薄くなる。平板 S P の厚さが薄くなると、平板 S P が変形しやすくなる。これにより、活性化接合の際の応力を逃すことができる。しかしながら、平板 S P の表面の機械的強度が不足してしまう。

[0035] 条件式 (2) の上限値を上回ると、平板 S P の厚さ t_1 が大きくなり、変形しにくい。よって、平凹負レンズ L 1 も変形できない。このため、活性化接合面が剥離すること、平凹負レンズ L 1 が欠けてしまうことなどの材料破壊が発生しやすい。

[0036] また、条件式 (2) に代えて、条件式 (2') を満足することが望ましい。

$$0.2 \leq t_1 / t_2 \leq 1.2 \quad (2')$$

[0037] また、条件式 (2) に代えて、条件式 (2'') を満足することがさらに望ましい。

$$0.4 \leq t_1 / t_2 \leq 1.0 \quad (2'')$$

[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。

$$0.4 \leq (t_1 / t_2) \times (e_1 / e_2) \leq 5 \quad (3)$$

ここで、

t_1 は、平板 S P の厚さ、

t_2 は、平凹負レンズ L 1 の光軸 A X に沿った厚さ、

e_1 は、平板 S P の弾性率、

e_2 は、平凹負レンズ L_1 の弾性率、
である。

[0039] 条件式 (3) は、光軸 A_X に沿った厚さ t_1 、 t_2 の適切な分割比を規定している。平凹負レンズ L_1 の厚さ t_2 は、中心部が薄く、周辺部が厚くなる偏肉形状である。このため、平凹負レンズ L_1 を加工する時、組立をする時に曲げ応力を受けやすい。

[0040] サファイアガラスの弾性率は、光学ガラスの弾性率より高く、硬い。このため、サファイアガラスの平板 SP は、平凹負レンズ L_1 の変形を拘束する。

[0041] また、サファイアガラスの平板 SP と、平凹負レンズ L_1 とは、活性化接合する。そして、接合界面に、応力が集中する。このため、応力の軽減により良好な活性化接合を行うために、条件式 (3) を満足することが望ましい。

[0042] 条件式 (3) の下限値を下回ると、サファイアガラスの平板 SP の厚さ t_1 が薄くなる。平板 SP の厚さ t_1 が薄くなると、平板 SP が変形しやすくなる。平板 SP が変形することで、活性化接合の際の応力を逃すことができる。しかしながら、平板 SP の表面の機械的強度が不足してしまう。

[0043] 条件式 (3) の上限値を上回ると、平板 SP の厚さ t_1 が大きくなり、変形しにくい。よって、平凹負レンズ L_1 も変形できない。このため、活性化接合面が剥離すること、平凹負レンズ L_1 が欠けてしまうこと、などの材料破壊が発生しやすい。

[0044] 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。

$$|v_1 - v_2| / \text{Max}(v_1, v_2) \leq 0.2 \quad (4)$$

ここで、

v_1 は、平板 SP の線膨張係数、

v_2 は、平凹負レンズ L_1 の線膨張係数、

$\text{Max}(v_1, v_2)$ は、 v_1 、 v_2 のうちの大きい方の値、
である。

[0045] 条件式（４）は、平板ＳＰの線膨張係数 ν_1 と、平凹負レンズＬ１の線膨張係数 ν_2 との適切な組み合わせを規定している。条件式（４）を満足することで、平板ＳＰと平凹負レンズＬ１とを活性化接合する際、加工、組立て、使用環境などにおける熱応力を回避できる。

[0046] 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。

$$120^\circ \leq \omega \quad (5)$$

ここで、

ω は、対物光学系１０の視野角、
である。

[0047] 条件式（５）を満足することで、 120° 以上の広角な視野角を有する対物光学系１０を得られる。

[0048] 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。

$$1.8 \leq n_2 \leq 2.2 \quad (6)$$

ここで、

n_2 は、平凹負レンズＬ１のｄ線における屈折率、
である。

[0049] 条件式（６）の下限値を下回ると、 120° 以上の広角時において、先端のレンズの径方向の小型化が困難になる。

[0050] 条件式（６）の上限値を上回ると、平板ＳＰと平凹負レンズＬ１の接合界面における反射が強くなる。このため、ゴーストやフレアが目立つことで画質が劣化してしまう。また、硝材の選択が困難になる。

[0051] （第２実施形態）

本実施形態は、上述の対物光学系の製造方法に関する。対物光学系の広角時の径方向の小型化などの設計要求と、レンズ表面の機械強度の向上とを両立させる必要がある。このため、本実施形態では、薄い透明材料の平板ＳＰと、高屈折率材料を用いて形成する平凹負レンズＬ１を、活性化接合により

一体化する。

[0052] 平板S Pと、平凹負レンズL 1とを活性化接合により一体化する。よって、平板S Pや平凹負レンズL 1の厚さをできるだけ薄くできる。これにより、本実施形態により製造された対物光学系は、視野角120°以上の広視野角で、レンズの径方向を小型にできる。

[0053] 図2(a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)は、第2実施形態に係る対物光学系の製造方法を示す図である。また、図3は、第2実施形態に係る対物光学系の製造方法を示すフローチャートである。

[0054] 本実施形態の対物光学系の製造方法は、
透明材料からなる第1基板S Pを提供する工程（図3のステップS101）と、

平凹負レンズL 1を構成する光学ガラスからなる第2基板L Pを提供する工程（図3のステップS102）と、

第1基板S Pと第2基板L Pとを活性化接合する工程（図3のステップS103）と、

第1基板S P及び第2基板L Pは、複数の平凹負レンズL 1に相当する大きさであり、活性化接合された第1基板S Pと第2基板L Pとを薄片化する工程（図3のステップS104）と、

薄片化する工程の後に、第2基板L Pにレンズ加工する工程（図3のステップS105）と、を有し、

第1基板S Pは、第2基板L Pよりも硬い材料である。

[0055] 図2(a)は、第1基板S Pは、例えばサファイアガラスであり、サファイアガラスの第1基板S Pと、平凹負レンズL 1を構成する光学ガラスからなる第2基板L Pとを示す。サファイアガラスの第1基板S PはC面品（結晶軸であるC軸に垂直な面）を用いる。光線は、サファイアガラスのC軸（図2(a)にCで示す）に沿って、同一の屈折率でサファイアガラス内を進行する。

[0056] また、本実施形態の好ましい態様によれば、第1基板S Pは、サファイア

ガラスであり、

第1基板SPにおいて、サファイアガラスの単結晶のC軸に垂直な面を、第2基板LPに活性化接合することが望ましい。

[0057] なお、サファイアガラスは、A面品も存在する。本実施形態において、サファイアガラスのA面を使用せず、C面を使用する理由を説明する。

[0058] 視野角が 120° 以上の広角な対物光学系では、屈折力が強い平凹負レンズL1の偏心による片ボケを発生させないことが望ましい。このため、保持枠と平凹負レンズL1とを高精度に勘合させる必要がある。従って、平凹負レンズL1の外径を高精度に仕上げる必要がある。

[0059] サファイアガラスのA面品は、結晶外周の硬さが不均一である。これにより、サファイアガラスの心取り加工時、外径が厳密な真円にならず、高精度化に限界を生ずる。

[0060] また、サファイアガラスのA面品を用いると、以下の不具合を生ずるおそれがある。

(1) A面品は心取りに特定の方向でバリ（加工面に生ずる不要な突起）が入りやすい。

(2) A面品は光軸に対して非対称な複屈折となる。このため、対物光学系の広視野において、視野の上下や左右など場所によって周辺の画質が異なる。

[0061] このため、本実施形態のように、サファイアガラスのC面品を用いることで、光軸AXに対して複屈折は対称となり周辺画質は均一化する。周方向の硬さも一定となり外径を精度加工できる。

[0062] 図2(b)は、サファイアガラスの第1基板SPと、平凹負レンズL1を構成する光学ガラスからなる第2基板LPとを活性化接合した構成を示す。

[0063] 第1基板SPと第2基板LPとを活性化接合する手順を以下に説明する。まず、先端の平凹負レンズL1の口径よりも大きなサイズの第1基板SPと、先端の平凹負レンズL1の口径よりも大きなサイズの第2基板LPとを、活性化接合により安定的に接合する。

[0064] 対物光学系の先端の平凹負レンズL 1 は、周囲の環境や薬品などに曝露される。このため、より高い耐性が求められる。従って、信頼性の高い接合方法が必要となる。また、第1基板SP、第2基板LPの大きさは、インチ単位のサイズである。このようなインチ単位のサイズ同士の基板接合となるため、本実施形態には、半導体製造における接合技術、特に、第1実施形態において上述した活性化接合の技術を用いる。

[0065] 本実施形態の好ましい態様によれば、活性化接合する工程は、表面活性化接合(surface activated bonding)する工程またはプラズマ活性化接合(plasma activated bonding)する工程を有することが望ましい。

[0066] サファイアガラスの第1基板SPと、光学ガラスの第2基板LPとの密着性を上げるため、第1基板SPと第2基板LPの表面は、化学機械研磨(chemical mechanical polishing)、いわゆるCMP加工によりスムーズで平坦な表面に仕上げることを望ましい。

[0067] CMP加工における数値例を以下に示す。

表面粗さ：Ra（算術平均高さ）＜1 nm、

最大高さ：Rz＜10 nm

平坦度＜1 μm

[0068] ここで、変形して密着できるサファイアガラスの第1基板SPでは、上述の平坦度は不要である。

[0069] 表面活性化接合では、イオンビームなどエネルギー粒子を用いて、第1基板SPの表面と、第2基板LPの表面とを活性化させて接合する。表面活性化接合は、超高真空下（ 10^{-6} 単位：Pa）で行う。また、表面活性化接合は、非加熱の常温接合が可能である。

[0070] プラズマ活性化接合では、大気圧下で接合できる。活性化接合面に予めプラズマを照射して、接合の低温化を行う。プラズマ活性化接合の場合、より強固な結合のためには、接合後に150°程度の低温アニールを行うことが望ましい。

[0071] また、活性度が低い材料で構成された基板同士を活性化接合する場合、原

子拡散接合 (Atomic Diffusion Bonding; A D B) を用いることもできる。原子拡散接合では、表面に活性度の高い金属薄膜 (T i、A L 等) や S i からなる薄膜を設けた後、真空下で拡散接合する。

[0072] 図 2 (c) は、活性化接合された第 1 基板 S P と第 2 基板 L P とを薄片化する構成を示す。第 1 基板 S P 及び第 2 基板 L P は、複数の平凹負レンズ L 1 に相当する大きさである。そして、活性化接合された第 1 基板 S P と第 2 基板 L P とを薄片化する。

[0073] 薄片化は、いわゆるダイシングなどにより、図 2 (c) の点線で示す薄片化した個々のレンズ A に加工する。ダイシングに限られず、ホーニング、レーザー加工などにより、矩形体形状や丸形状 (円筒形状) に、活性化接合した基板同士を薄片化しても良い。

[0074] 図 2 (d) は、レンズ A に、不図示の切削部により、半径 R の球欠加工を行い、凹面 L S を形成する。さらに、図 2 (e) に示すように、レンズ A に対して、心取り、面取りを行い、形状を仕上げる。最後に、図 2 (f) に示すように、反射防止コート A R を施して、平凹負レンズ L 1 を完成させる。

[0075] ここで、予め小さく薄い部品をそれぞれ加工した後に、接合する従来の方法も考えられる。従来の方法では、光軸 A X に沿った厚さが最小となる 2 つの部品を接合する。このため、接合後の光軸 A X に沿った部品の厚さは、接合前に比較して 2 倍になる。また、接合後の光軸に沿った部品の厚さ精度は、2 つの部品の精度の積算となる。よって、部品の厚さ精度は半減してしまう。このため、個々のレンズ素子を形成する従来の方法では、接合後の光軸 A X に沿ったレンズ厚さの薄肉化、高精度化、さらに接合の信頼性向上が困難になる。

[0076] 本実施形態では、予め大きな外径でそれぞれ第 1 基板 S P、第 2 基板 L P を提供する。そして、基板同士を活性化接合して一体化する。その後、活性化接合された基板を薄片化して、平凹負レンズ L 1 に加工する。

[0077] 本実施形態では、上述の工程により平凹負レンズ L 1 を製造する。2 つの基板を予め活性化接合して強度の強い (割れにくい) 複合材料としてから加

工する。このため、接合後の光軸AXに沿った厚さをより薄く高精度に加工できる。そして、エッジの影響を受けることなく、連続した一様な基板面で接合するため、2つの基板の接合も安定する。

[0078] この結果、本実施形態では、平凹負レンズL1単体のサイズでは、枠組立てできないほど薄いサファイアガラスを活性化接合できる。その後、活性化接合された基板を、薄く加工する。従って、平凹負レンズL1は、レンズ単体で加工できないほど薄く形成できる。

[0079] 図8は、第3実施形態に係る撮像装置及び第4実施形態に係る内視鏡の断面図である。

(第3実施形態)

図8は、第3実施形態に係る撮像装置20を示す図である。撮像装置20は、

対物光学系OBLと、

撮像素子IMGと、を有し、

対物光学系OBLとは、上述の対物光学系10である。

[0080] 本実施形態の撮像装置20は、上述の対物光学系10を有する。このため、本実施形態の撮像装置20は、広い視野角を有し、小型な外径であり、先端のレンズ表面は傷や欠けに対して強化されている。

[0081] (第4実施形態)

図8は、第4実施形態に係る内視鏡30も示す図である。内視鏡30は、

対物光学系OBLと、

撮像素子IMGと、を有し、

対物光学系OBLは、上述の対物光学系10である。

[0082] 本実施形態の内視鏡30は、上述の対物光学系10を有する。このため、本実施形態の内視鏡30は、広い視野角を有し、小型な外径であり、先端のレンズ表面は傷や欠けに対して強化されている。

[0083] (実施例1)

図4(a)は、実施例1の対物光学系10のレンズ断面図である。

[0084] 本実施例に係る対物光学系は、物体側から像側へ順に、平板S P（サファイアガラス）と、物体側に平面を向けた平凹負レンズL 1 と、両凸正レンズL 2 と、開口絞りS と、平行平板F 1 と、両凸正レンズL 3 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 4 と、平行平板F 2 と、カバーガラスC Gと、を有する。平行平板F 1 は、赤外カットフィルタである。I は、撮像面である。

[0085] 平板S Pと平凹負レンズL 1 とは活性化接合されている。両凸正レンズL 3 と負メニスカスレンズL 4 とは接合されている。平行平板F 2 とカバーガラスC Gとは接合されている。

[0086] 図4（b）－（e）は本実施例の、（b）は球面収差（S A）、（c）は非点収差（A S）、（d）は歪曲収差（D T）、（e）は倍率色収差（C C）を示している。各収差図において、F I Yは像高である。

[0087] （実施例2）

図5（a）は、実施例2の対物光学系1 1のレンズ断面図である。

[0088] 本実施例に係る対物光学系は、物体側から像側へ順に、平板S P（サファイアガラス）と、物体側に平面を向けた平凹負レンズL 1 と、両凸正レンズL 2 と、開口絞りS と、平行平板F 1 と、両凸正レンズL 3 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 4 と、平行平板F 2 と、カバーガラスC Gと、を有する。平行平板F 1 は、赤外カットフィルタである。I は、撮像面である。

[0089] 平板S Pと平凹負レンズL 1 とは活性化接合されている。両凸正レンズL 3 と負メニスカスレンズL 4 とは接合されている。平行平板F 2 とカバーガラスC Gとは接合されている。

[0090] 図5（b）－（e）は本実施例の、（b）は球面収差（S A）、（c）は非点収差（A S）、（d）は歪曲収差（D T）、（e）は倍率色収差（C C）を示している。

[0091] （実施例3）

図6（a）は、実施例3の対物光学系1 2のレンズ断面図である。

[0092] 本実施例に係る対物光学系は、物体側から像側へ順に、平板S P（サファイアガラス）と、物体側に平面を向けた平凹負レンズL 1 と、平行平板F 1 と、両凹負レンズL 2 と、像側に平面を向けた平凸正レンズL 3 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 4 と、開口絞りS と、両凸正レンズL 5 と、像側に平面を向けた平凹負レンズL 6 と、物体側に平面を向けた平凸正レンズL 7 と、両凸正レンズL 8 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 9 と、平行平板F 2、F 3、F 4、F 5、F 6 と、カバーガラスC G と、を有する。平行平板F 1 は、赤外カットフィルタである。I は、撮像面である。

[0093] 平板S Pと平凹負レンズL 1 とは活性化接合されている。両凹負レンズL 2 と平凸正レンズL 3 とは接合されている。両凸正レンズL 5 と平凹負レンズL 6 と平凸正レンズL 7 とは接合されている。両凸正レンズL 8 と負メニスカスレンズL 9 とは接合されている。平行平板F 2、F 3 とは接合されている。平行平板F 4、F 5、F 6 とカバーガラスC G とは接合されている。

[0094] 図6（b）－（e）は本実施例の、（b）は球面収差（S A）、（c）は非点収差（A S）、（d）は歪曲収差（D T）、（e）は倍率色収差（C C）を示している。

[0095] （実施例4）

図7（a）は、実施例4の対物光学系13のレンズ断面図である。

[0096] 本実施例に係る対物光学系は、物体側から像側へ順に、平板S P（サファイアガラス）と、物体側に平面を向けた平凹負レンズL 1 と、平行平板F 1 と、両凹負レンズL 2 と、像側に平面を向けた平凸正レンズL 3 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 4 と、開口絞りS と、両凸正レンズL 5 と、像側に平面を向けた平凹負レンズL 6 と、物体側に平面を向けた平凸正レンズL 7 と、両凸正レンズL 8 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 9 と、平行平板F 2、F 3、F 4、F 5、F 6 と、カバーガラスC G と、を有する。平行平板F 1 は、赤外カットフィルタである。I は、撮像面である。

[0097] 平板SPと平凹負レンズL1とは活性化接合されている。両凹負レンズL2と平凸正レンズL3とは接合されている。両凸正レンズL5と平凹負レンズL6と平凸正レンズL7とは接合されている。両凸正レンズL8と両凸正レンズL9とは接合されている。平行平板F2、F3とは接合されている。平行平板F4、F5、F6とカバーガラスCGとは接合されている。

[0098] 図7(b)－(e)は本実施例の、(b)は球面収差(SA)、(c)は非点収差(AS)、(d)は歪曲収差(DT)、(e)は倍率色収差(CC)を示している。

[0099] 以下に、上記核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、絞りは、開口絞りである。ndは各レンズのd線の屈折率、νdは各レンズのアッベ数である。

[0100] また、レンズ面間の間隔dのうちd1は、t1に相当する。レンズ面間の間隔dのうちd2は、t2に相当する。さらに、各種データにおける、間隔、長さ、厚さの単位は、mmである。

[0101] また、各種データにおいて、上記実施形態で説明したパラメータに加えて、以下の数値も示す。

FL 対物光学系全系の焦点距離

Fno Fナンバー

IH 像高

ω 視野角

[0102] 数値実施例1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	νd
物体面	∞	18.8213		1.
1	∞	0.0359	1.76820	71.79
2	∞	0.3227	1.88300	40.76
3	0.8281	0.6005	1.	

4	3.8216	1.8642	1.67003	47.23
5	-1.5344	0.0896	1.	
6(絞り)	∞	0.0538	1.	
7	∞	1.0755	1.52100	65.13
8	∞	0.2151	1.	
9	2.8071	1.2727	1.72916	54.68
10	-1.3265	0.4123	1.92286	18.90
11	-3.7374	0.5859	1.	
12	∞	0.5915	1.51633	64.14
13	∞	0.0179	1.51300	64.00
14	∞	0.7170	1.61062	50.49
15	∞	0.	1.	
撮像面	∞	0.		

各種データ 単位

FL	1	mm
ω	128.4506	°
Fno	4.2523	
IH	0.9285	mm
n2	1.883	
t1	0.0359	mm
t2	0.3227	mm
ϕ 1	2.5095	mm
v 1	7	ppm/°C
v 2	6.4	ppm/°C
e1	470	GPa
e2	127	GPa

[0103] 数値実施例 2

単位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	ν d
物体面	∞	18.8213	1.	
1	∞	0.2061	1.76820	71.79
2	∞	0.1524	1.88300	40.76
3	0.8281	0.6005	1.	
4	3.8216	1.8642	1.67003	47.23
5	-1.5344	0.0896	1.	
6(絞り)	∞	0.0538	1.	
7	∞	1.0755	1.52100	65.13
8	∞	0.2151	1.	
9	2.8071	1.2727	1.72916	54.68
10	-1.3265	0.4123	1.92286	18.90
11	-3.7374	0.5859	1.	
12	∞	0.5915	1.51633	64.14
13	∞	0.0179	1.51300	64.00
14	∞	0.7170	1.61062	50.49
15	∞	0.	1.	
撮像面	∞	0.		

各種データ

単位

FL	1	mm
ω	128.4514	°
Fno	4.2523	
IH	0.9285	mm
n2	1.883	
t1	0.2061	mm
t2	0.1524	mm
ϕ 1	2.5095	

v 1	7	ppm/°C
v 2	6.4	ppm/°C
e1	470	GPa
e2	127	GPa

[0104] 数値実施例 3

単位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	ν d
物体面	∞	22.0695	1.	
1	∞	0.0736	1.76820	71.79
2	∞	0.4414	1.88300	40.76
3	1.7920	1.8538	1.	
4	∞	0.5885	1.49400	75.01
5	∞	0.4414	1.	
6	-10.8567	0.5150	1.88300	40.76
7	2.0319	2.3541	1.84666	23.78
8	∞	0.9269	1.	
9	2.1246	1.0299	1.48749	70.23
10	2.1849	1.7508	1.	
11(絞り)	∞	0.0883	1.	
12	3.8563	1.1182	1.63854	55.38
13	-1.6508	0.4414	1.88300	40.76
14	∞	0.7209	1.69895	30.13
15	-3.4414	0.0441	1.	
16	6.8607	1.0593	1.48749	70.23
17	-3.5885	0.5002	1.95906	17.47
18	-6.4384	0.5468	1.	
19	∞	0.1471	2.20890	21.93

20	∞	0.2943	1.51633	64.14
21	∞	0.3604	1.	
22	∞	2.0789	1.63854	55.38
23	∞	0.0207	1.51975	64.00
24	∞	1.9378	1.63854	55.38
25	∞	1.1742	1.63854	55.38
26	∞	0.0177	1.51975	64.00
27	∞	0.5150	1.50510	63.26
28	∞	0.	1.	
撮像面	∞	0.		

各種データ 単位

FL	1	mm
ω	159	°
Fno	3.9344	
IH	0.9681	mm
n2	1.883	
t1	0.0736	mm
t2	0.4414	mm
ϕ 1	5.0024	mm
ν 1	7	ppm/°C
ν 2	6.4	ppm/°C
e1	470	GPa
e2	127	GPa

[0105] 数値実施例 4

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	ν d
物体面	∞	22.0695	1.	

1	∞	0.2943	1.76820	71.79
2	∞	0.2207	1.88300	40.76
3	1.7920	1.8538	1.	
4	∞	0.5885	1.49400	75.01
5	∞	0.4414	1.	
6	-10.8567	0.5150	1.88300	40.76
7	2.0319	2.3541	1.84666	23.78
8	∞	0.9269	1.	
9	2.1246	1.0299	1.48749	70.23
10	2.1849	1.7508	1.	
11(絞り)	∞	0.0883	1.	
12	3.8563	1.1182	1.63854	55.38
13	-1.6508	0.4414	1.88300	40.76
14	∞	0.7209	1.69895	30.13
15	-3.4414	0.0441	1.	
16	6.8607	1.0593	1.48749	70.23
17	-3.5885	0.5002	1.95906	17.47
18	-6.4384	0.5468	1.	
19	∞	0.1471	2.20890	21.93
20	∞	0.2943	1.51633	64.14
21	∞	0.3604	1.	
22	∞	2.0789	1.63854	55.38
23	∞	0.0207	1.51975	64.00
24	∞	1.9378	1.63854	55.38
25	∞	1.1742	1.63854	55.38
26	∞	0.0177	1.51975	64.00
27	∞	0.5150	1.50510	63.26
28	∞	0.	1.	

撮像面	∞	0.
各種データ		単位
FL	1	mm
ω	159	°
Fno	3.9344	
IH	0.9681	mm
n2	1.883	
t1	0.2943	mm
t2	0.2207	mm
$\phi 1$	5.0024	mm
v 1	7	ppm/°C
v 2	6.4	ppm/°C
e1	470	GPa
e2	127	GPa

[0106] 次に、各実施例における条件式の値を以下に示す。

条件式	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
(1) $\phi 1/t1$	70	12.173	68	17
(2) $t1/t2$	0.111	1.352	0.166	1.333
(3) $(t1/t2) \times (e1/e2)$	0.411	5	0.617	4.934
(4) $ v1-v2 /\text{Max}(v1, v2)$	0.085	0.085	0.085	0.085
(5) ω	128.45	128.45	159	159
(6) n2	1.883	1.883	1.883	1.883

[0107] 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。

[0108] 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。

[0109] なお、平板S Pと平凹負レンズL 1との接合は、上述した活性化接合には限られない。

[0110] また、本実施形態の好ましい態様によれば、平板S Pは、ビッカース硬度が1 4 G P a以上の透明材料であることが望ましい。さらに、平板S Pは、サファイアガラスまたは透明セラミックスであることが望ましい。

[0111] 平板S Pはサファイヤに限られず、平凹負レンズL 1よりも硬い材料であればよい。例えば、ビッカース硬度が1 4 G P a以上のガラスでもよいし、Y A GやY S Zなどの単結晶や多結晶、アルミナ、S i ₃ N₄などのビッカース硬度が1 4 G P a以上の透明セラミックスなどでもよい。

以下に平板S Pに用いる材料のビッカース硬度の例を示す。

材料	ビッカース硬度[GPa]
サファイヤ	22.5
Y A G多結晶	15
Y S Z単結晶	19.5
アルミナ	15.2
S i ₃ N ₄	14

産業上の利用可能性

[0112] 以上のように、本発明は、広い視野角を有し、小型な外径であり、先端のレンズ表面の傷や欠けに対して強化した対物光学系、撮像装置、内視鏡及び対物光学系の製造方法に適している。

符号の説明

[0113] S P 平板
L 1、L 2、L 3、L 4、L 5、L 6、L 7、L 8、L 9 レンズ
F 1、F 2、F 3、F 4、F 5、F 6 平行平板
A X 光軸
I 撮像面（像面）

I M G 撮像素子

1 0、1 1、1 2、1 3 対物光学系

2 0 撮像装置

3 0 内視鏡

請求の範囲

[請求項1] 最も物体側に配置される平板と、物体側に平面を向けた平凹負レンズとを有し、

前記平板は、前記平凹負レンズよりも硬い透明材料であり、

前記平板と、前記平凹負レンズとは、接合されており、

以下の条件式（１）を満足する対物光学系。

$$1.0 \leq \phi 1 / t 1 \leq 7.0 \quad (1)$$

ここで、

$\phi 1$ は、前記平板の外径、

$t 1$ は、前記平板の厚さ、

である。

[請求項2] 前記平板と、前記平凹負レンズとは、活性化接合されている請求項１に記載の対物光学系。

[請求項3] 以下の条件式（２）を満足する請求項１に記載の対物光学系。

$$0.1 \leq t 1 / t 2 \leq 1.4 \quad (2)$$

ここで、

$t 2$ は、前記平凹負レンズの光軸に沿った厚さ、

である。

[請求項4] 以下の条件式（３）を満足する請求項１に記載の対物光学系

$$0.4 \leq (t 1 / t 2) \times (e 1 / e 2) \leq 5 \quad (3)$$

ここで、

$t 2$ は、前記平凹負レンズの光軸に沿った厚さ、

$e 1$ は、前記平板の弾性率、

$e 2$ は、前記平凹負レンズの弾性率、

である。

[請求項5] 以下の条件式（４）を満足する請求項１に記載の対物光学系。

$$|v 1 - v 2| / \text{Max}(v 1, v 2) \leq 0.2 \quad (4)$$

ここで、

v_1 は、前記平板の線膨張係数、
 v_2 は、前記平凹負レンズの線膨張係数、
 $\text{Max}(v_1, v_2)$ は、 v_1, v_2 のうちの大きい方の値、
である。

[請求項6] 以下の条件式 (5) を満足する請求項 1 に記載の対物光学系。

$$120^\circ \leq \omega \quad (5)$$

ここで、

ω は、前記対物光学系の視野角、
である。

[請求項7] 以下の条件式 (6) を満足する請求項 1 に記載の対物光学系。

$$1.8 \leq n_2 \leq 2.2 \quad (6)$$

ここで、

n_2 は、前記平凹負レンズの d 線における屈折率、
である。

[請求項8] 以下の条件式 (1') を満足する請求項 1 に記載の対物光学系。

$$12 \leq \phi_1 / t_1 \leq 50 \quad (1')$$

[請求項9] 以下の条件式 (1'') を満足する請求項 1 に記載の対物光学系。

$$14 \leq \phi_1 / t_1 \leq 34 \quad (1'')$$

[請求項10] 以下の条件式 (2') を満足する請求項 1 に記載の対物光学系。

$$0.2 \leq t_1 / t_2 \leq 1.2 \quad (2')$$

[請求項11] 以下の条件式 (2'') を満足する請求項 1 に記載の対物光学系。

$$0.4 \leq t_1 / t_2 \leq 1.0 \quad (2'')$$

[請求項12] 前記平板は、ビッカース硬度が 14 GPa 以上の透明材料である請求項 1 に記載の対物光学系。

[請求項13] 前記平板は、サファイアガラスまたは透明セラミックスである請求項 1 に記載の対物光学系。

[請求項14] 透明材料からなる第 1 基板を提供する工程と、
平凹負レンズを構成する光学ガラスからなる第 2 基板を提供する工

程と、

前記第 1 基板と前記第 2 基板とを活性化接合する工程と、

前記第 1 基板及び前記第 2 基板は、複数の前記平凹負レンズに相当する大きさであり、活性化接合された前記第 1 基板と前記第 2 基板とを薄片化する工程と、

前記薄片化する工程の後に、前記第 2 基板にレンズ加工する工程と、を有し、

前記第 1 基板は、前記第 2 基板よりも硬い材料である対物光学系の製造方法。

[請求項15] 前記第 1 基板は、サファイアガラスであり、

前記第 1 基板において、サファイアガラスの単結晶の C 軸に垂直な面を、前記第 2 基板に活性化接合する請求項 1 4 に記載の対物光学系の製造方法。

[請求項16] 前記活性化接合する工程は、表面活性化接合する工程またはプラズマ活性化接合する工程を有する請求項 1 4 に記載の対物光学系の製造方法。

[請求項17] 対物光学系と、

撮像素子と、を有し、

前記対物光学系は、請求項 1 に記載の前記対物光学系である撮像装置。

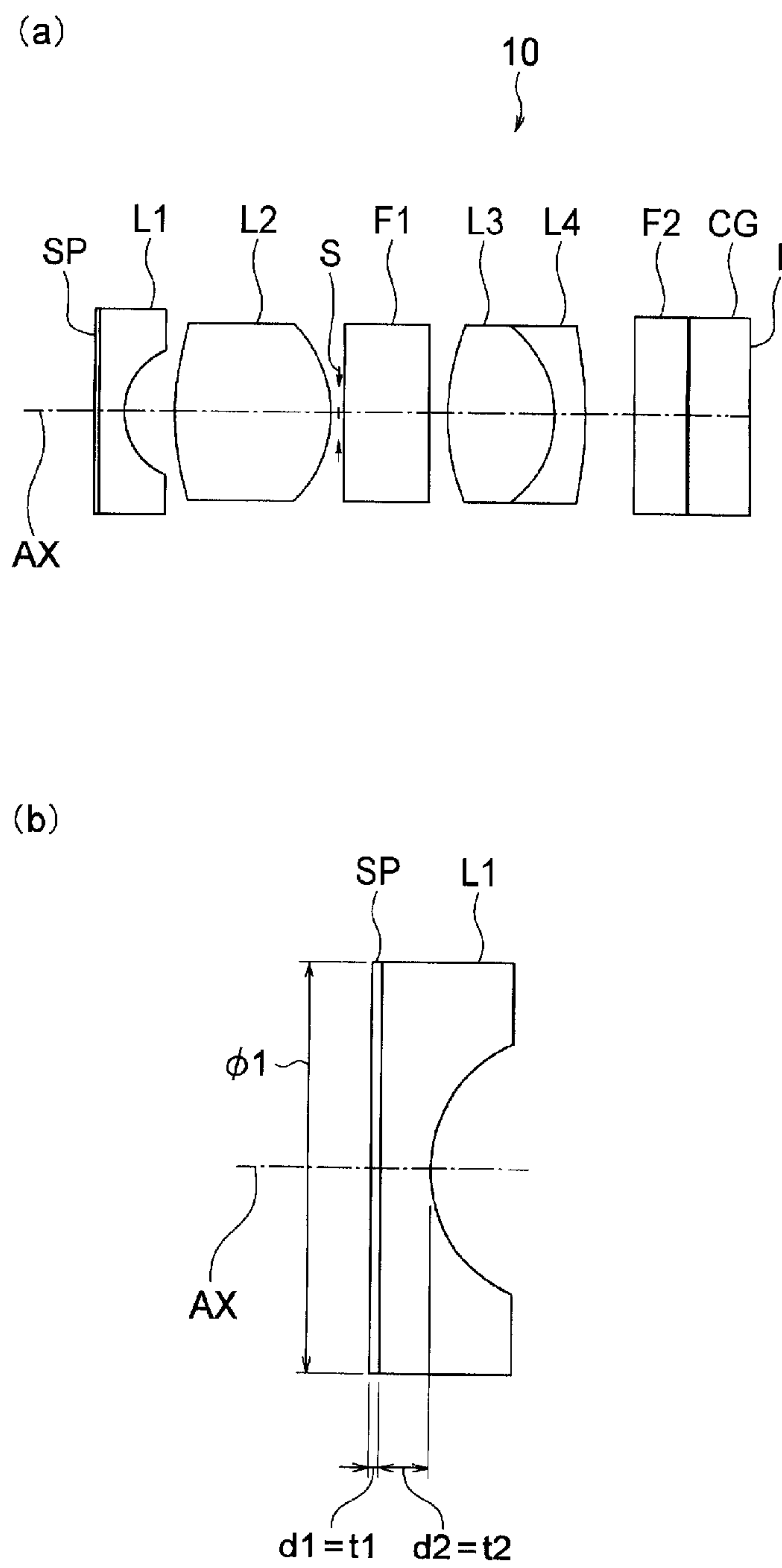
[請求項18] 対物光学系と、

撮像素子と、を有し、

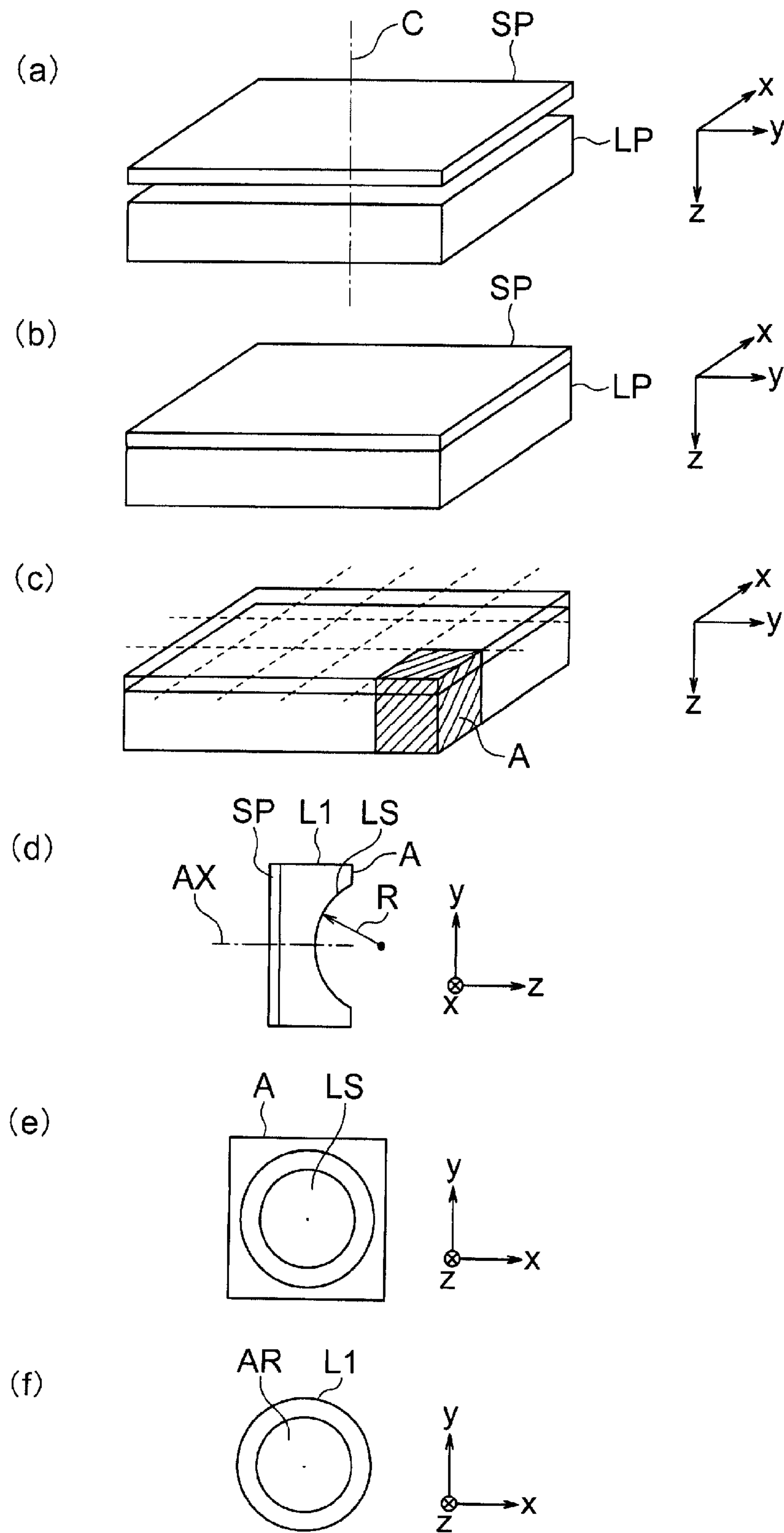
前記対物光学系は、請求項 1 に記載の前記対物光学系である内視鏡

。

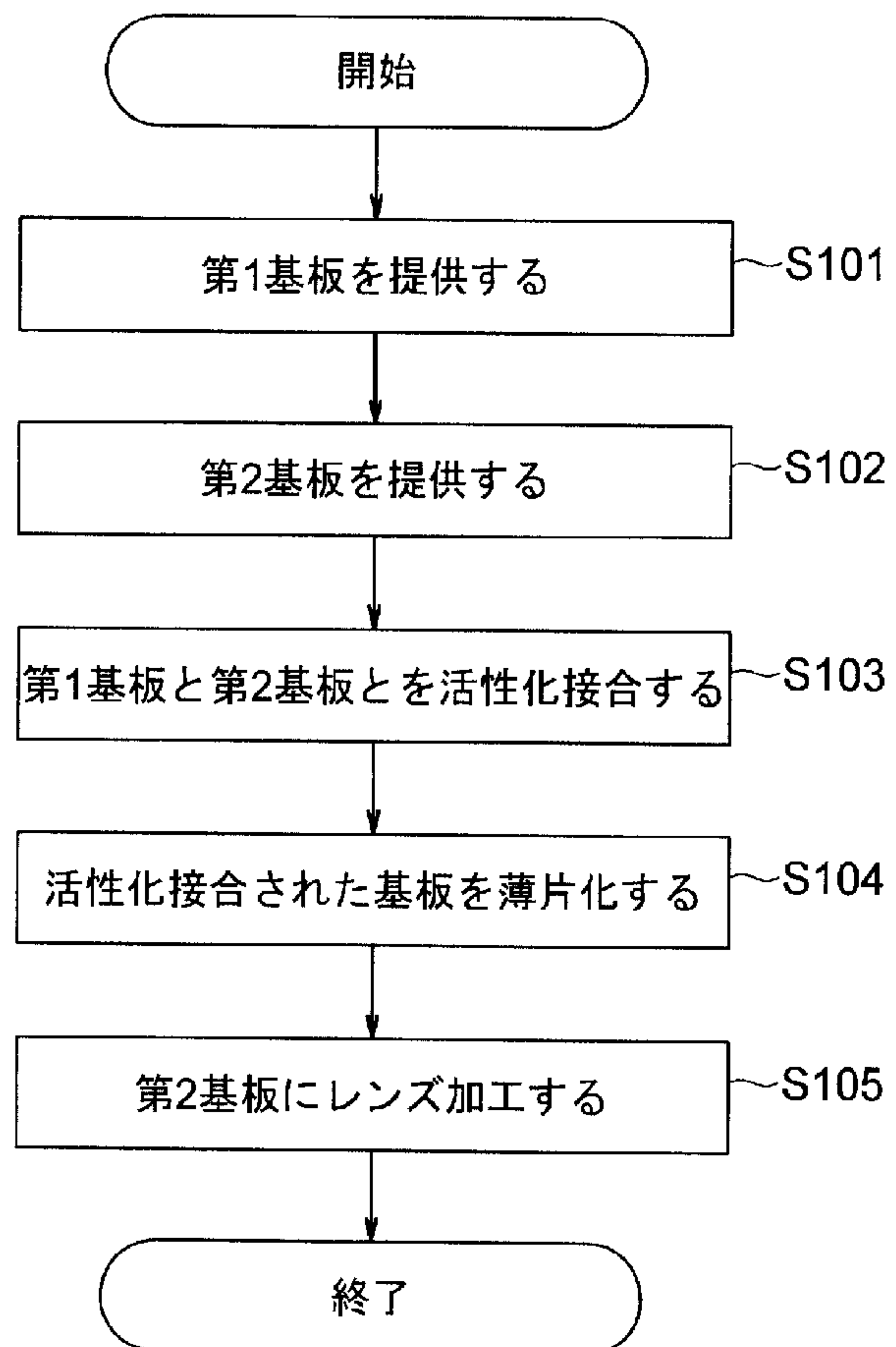
[図1]



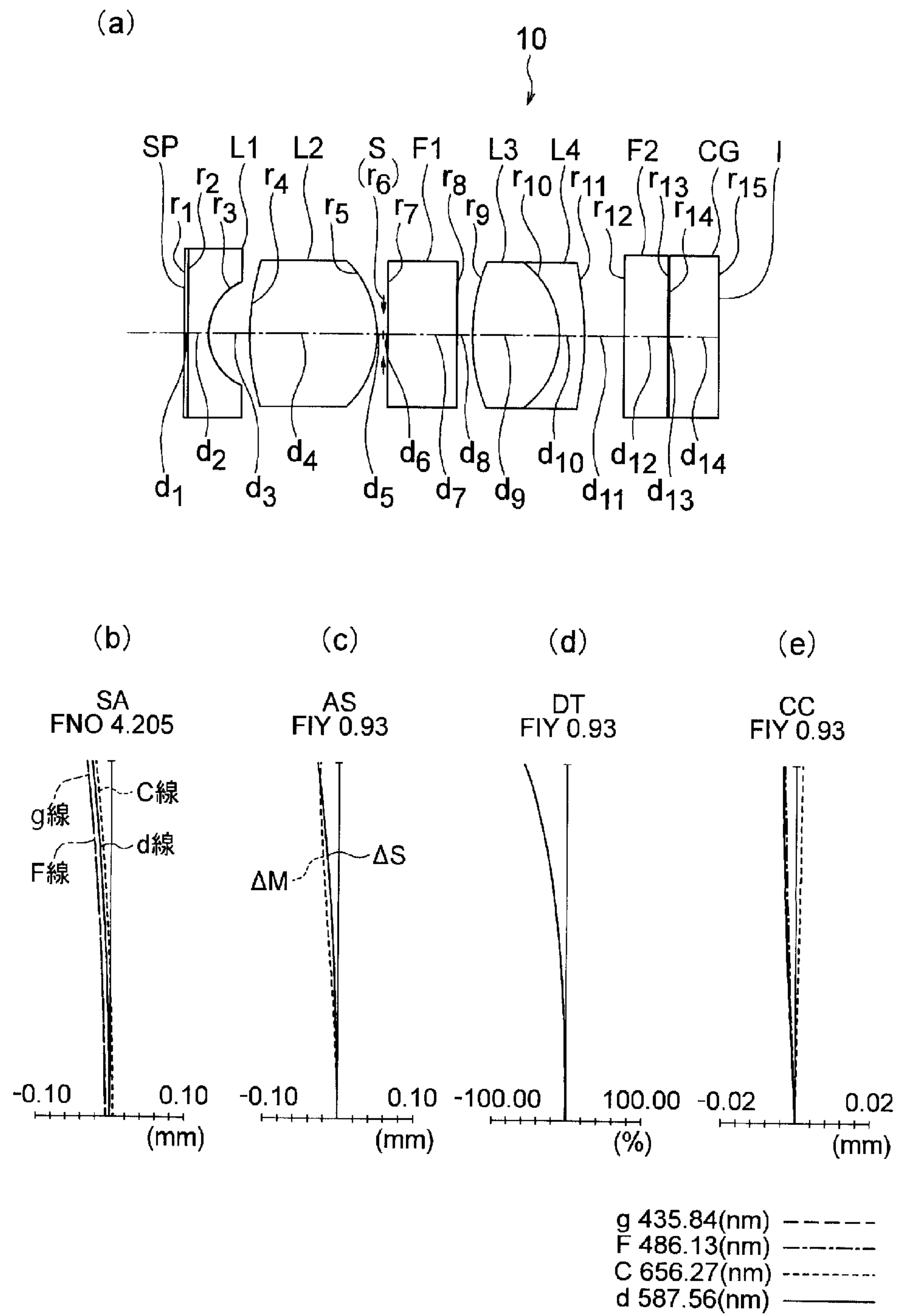
[図2]



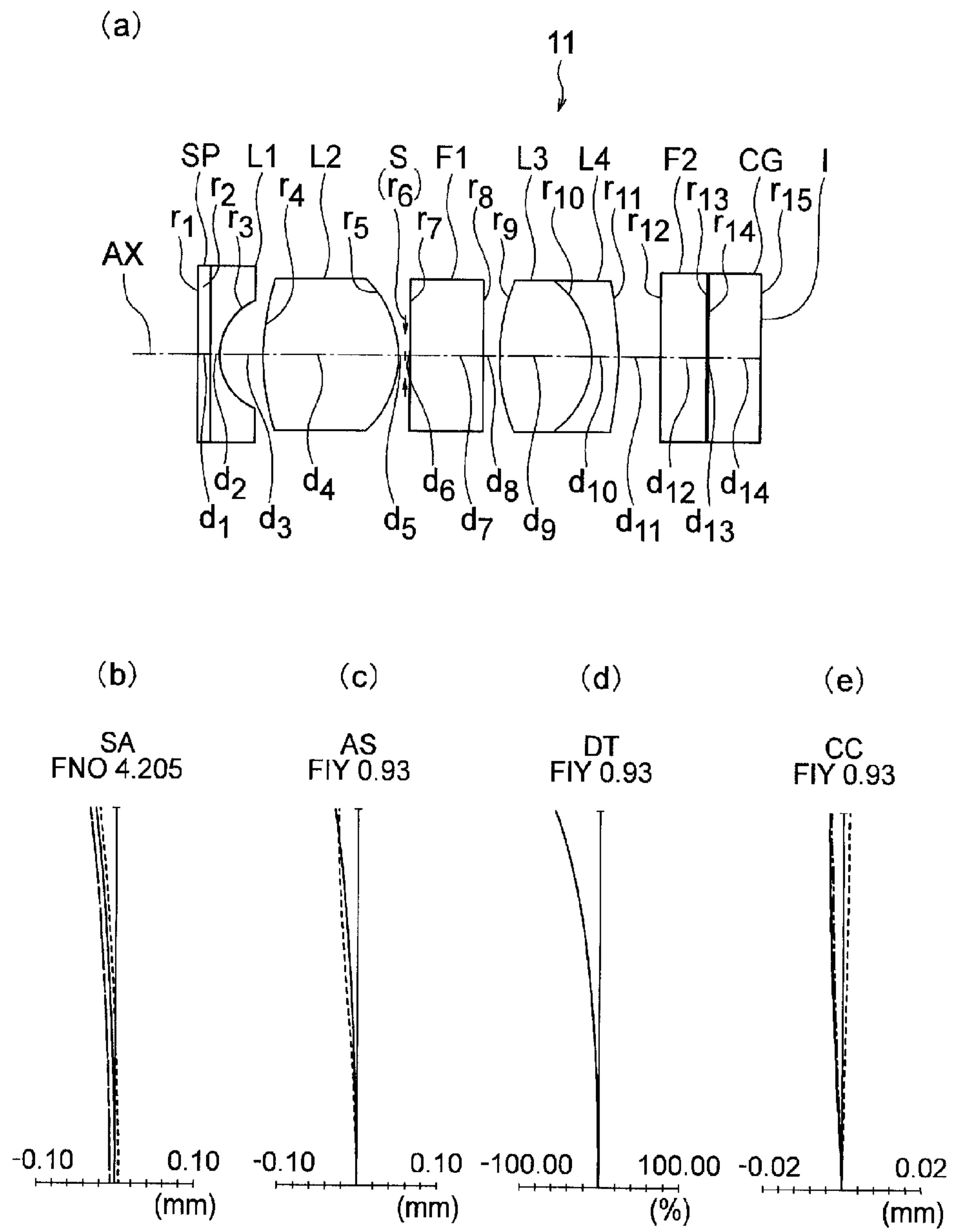
[図3]



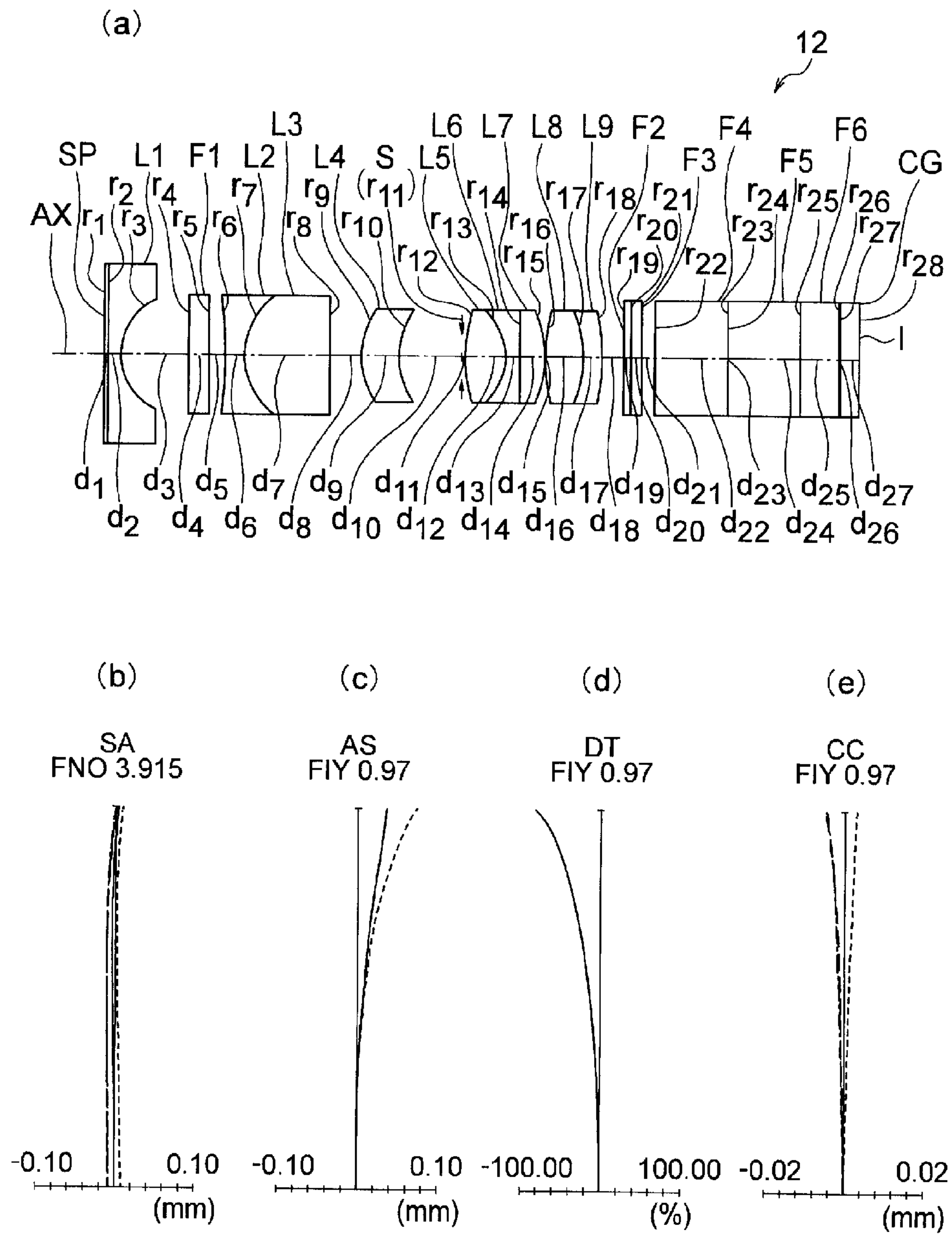
[図4]



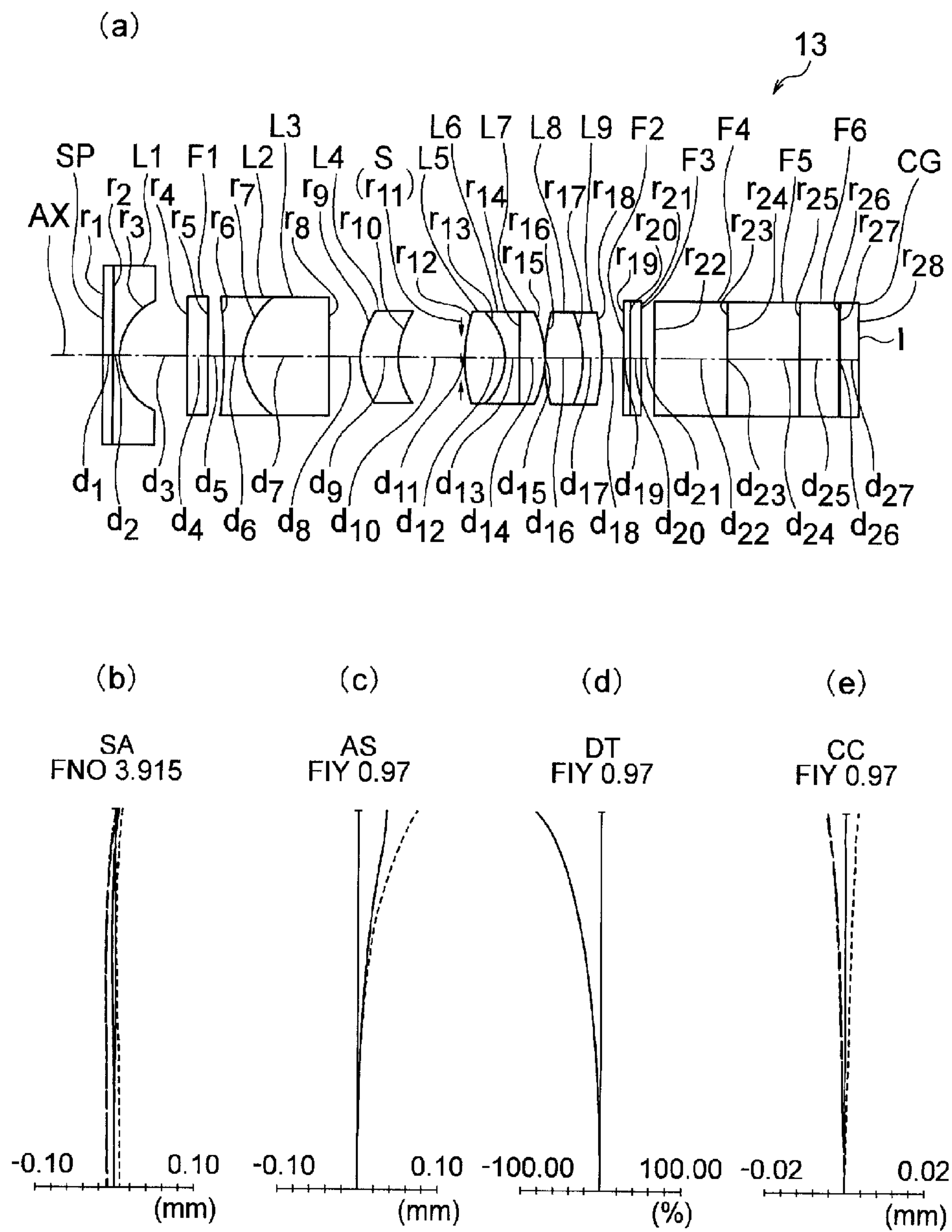
[図5]



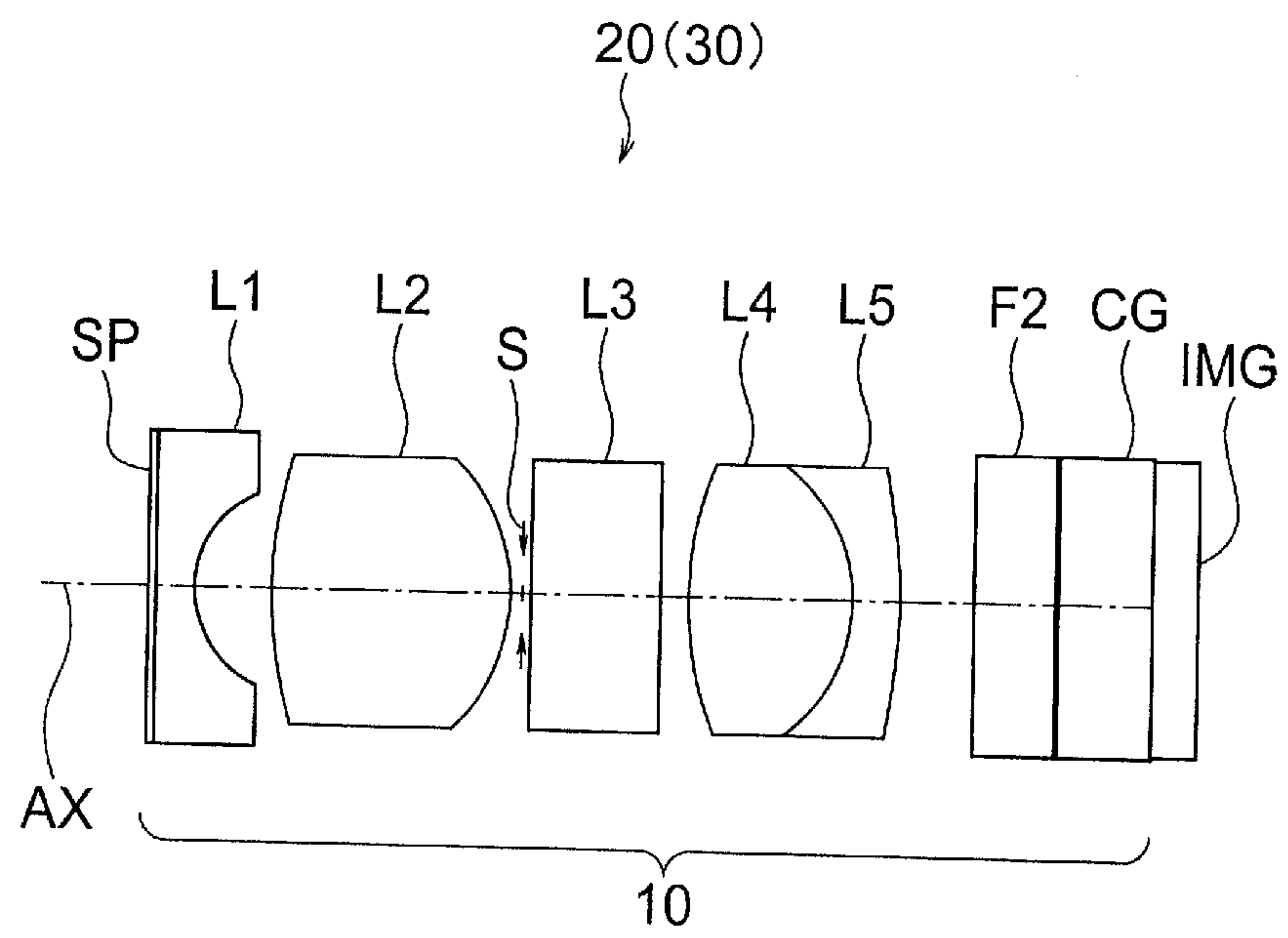
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/044107

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. 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. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G02B13/04, A61B1/00, G02B23/26

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

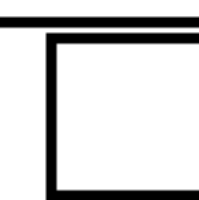
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

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.
Y	WO 2001/018585 A1 (OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.) 15 March 2001, page 4, lines 1-15, page 4, line 25 to page 5, line 5, examples 2, 6 & US 6905462 B1, column 3, lines 25-55, column 4, lines 7-26, examples 2, 6 & EP 1211543 A1 & EP 2144106 A1 & HK 1050243 A & CN 1373858 A	1-18
Y	WO 2017/038961 A1 (MARUBUN CORPORATION) 09 March 2017, paragraph [0173] & US 2018/0248075 A1, paragraphs [0293], [0294] & EP 3346509 A1 & KR 10-2018-0032638 A & CN 108292695 A & TW 201724552 A	1-18
Y	WO 2019/180979 A1 (NIPPON GLASS KK) 26 September 2019, paragraphs [0052], [0053] (Family: none)	15



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

29.11.2019

Date of mailing of the international search report

10.12.2019

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 9 / 0 4 4 1 0 7	
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） 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（I P C）） 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 日本国実用新案公報 1 9 2 2 － 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 － 2 0 1 9 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 － 2 0 1 9 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 － 2 0 1 9 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
Y	W0 2001/018585 A1（オリンパス光学工業株式会社）2001.03.15, 第4頁1行-15行, 第4頁25行-第5頁5行, 実施例2, 実施例6 & US 6905462 B1, 第3欄25行-55行, 第4欄7行-26行, EXAMPLES2, 6 & EP 1211543 A1 & EP 2144106 A1 & HK 1050243 A & CN 1373858 A		1-18
Y	W0 2017/038961 A1（丸文株式会社）2017.03.09, 段落[0173] & US 2018/0248075 A1, [0293], [0294] & EP 3346509 A1 & KR 10-2018-0032638 A & CN 108292695 A & TW 201724552 A		1-18
Y	W0 2019/180979 A1（日本硝子株式会社）2019.09.26, 段落[0052], [0053]（ファミリーなし）		15
☐ 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 2 9 . 1 1 . 2 0 1 9		国際調査報告の発送日 1 0 . 1 2 . 2 0 1 9	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号1 0 0 － 8 9 1 5 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） 岡田 弘 電話番号 0 3 － 3 5 8 1 － 1 1 0 1 内線 3 2 7 1	2 V 8 3 6 1