

(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1月9日(09.01.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/008613 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 13/00 (2006.01) *G02B 23/26* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/025647

(22) 国際出願日: 2018年7月6日(06.07.2018)

(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: 三木 健寛 (**MIKI, Takehiro**); 〒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). 中島 啓一朗 (**NAKAJIMA, Keiichiro**); 〒1928507 東京都八

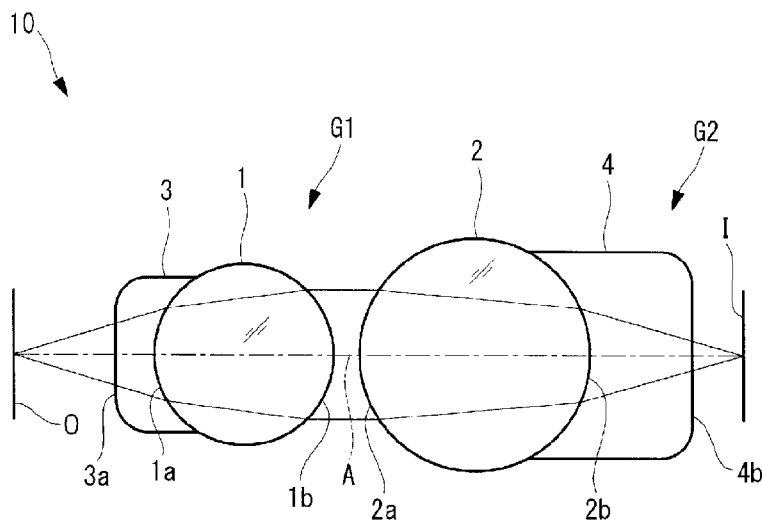
王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 雙木 満 (**NAMIKI, Mitsuru**); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 上田 邦生, 外 (**UEDA, Kunio et al.**); 〒2208139 神奈川県横浜市西区みなとみらい2-2-1 横浜ランドマークタワー39階 オリーブ国際特許事務所 Kanagawa (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,

(54) Title: OBJECTIVE OPTICAL SYSTEM

(54) 発明の名称: 対物光学系



(57) **Abstract:** This objective optical system (10) is provided with: a first sphere lens (1) and a second sphere lens (2) that are arrayed sequentially from the object side; and a first optical medium (3) and/or a second optical medium (4). The first optical medium (3) is either a solid or liquid that is disposed on the object side of the first sphere lens (1), and closely adheres to the entire area of an optical path in the object-side surface (1a) of the first sphere lens (1). The second optical medium (4) is either solid or liquid that is disposed on the side, of the second sphere lens (2), opposite to the object, and closely adheres to the entire area of the optical path in a surface (2b) of the second sphere lens (2) on the side opposite to the object. The optical path between the first sphere lens (1) and the second sphere lens (2) is filled with air.

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).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 対物光学系 (10) は、物体側から順に配列された第1の球レンズ (1) および第2の球レンズ (2) と、第1の光学媒体 (3) および第2の光学媒体 (4) のうち少なくとも一方とを備え、第1の光学媒体 (3) が、第1の球レンズ (1) の物体側に配置された固体または液体であり、第1の球レンズ (1) の物体側の面 (1a) 上の光路の全域に密着し、第2の光学媒体 (4) が、第2の球レンズ (2) の物体とは反対側に配置された固体または液体であり、第2の球レンズ (2) の物体とは反対側の面 (2b) 上の光路の全域に密着し、第1の球レンズ (1) と第2の球レンズ (2) との間の光路が、空気で満たされている。

明 細 書

発明の名称：対物光学系

技術分野

[0001] 本発明は、対物光学系に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、球レンズを備える対物光学系が知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。球レンズは、形状が単純であるため、製造、組み立ておよび微小化が容易である。したがって、球レンズは、細径な内視鏡の対物光学系に好適である。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表 2 0 0 7 - 5 1 5 2 1 1 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、球レンズが発生させる収差は大きい。したがって、収差の少ない画像を得るためには、球レンズが発生させた収差を補正するための平凸レンズのような補正用光学部品が必要になるという不都合がある。

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、球レンズによる収差の発生を抑制し、収差の少ない物体像を球レンズによって形成することができる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

[0005] 本発明の一態様は、物体側から順に配列された第 1 の球レンズおよび第 2 の球レンズと、第 1 の光学媒体および第 2 の光学媒体のうち少なくとも一方とを備え、前記第 1 の光学媒体が、前記第 1 の球レンズの前記物体側に配置された固体または液体であり、前記第 1 の球レンズの前記物体側の面上の光路の全域にわたって密着し、前記第 2 の光学媒体が、前記第 2 の球レンズの前記物体とは反対側に配置された固体または液体であり、前記第 2 の球レン

ズの前記物体とは反対側の面上の光路の全域にわたって密着し、前記第 1 の球レンズと前記第 2 の球レンズとの間の光路が、空気で満たされている対物光学系である。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、球レンズによる収差の発生を抑制し、収差の少ない物体像を球レンズによって形成することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本発明の一実施形態に係る対物光学系の全体構成図である。

[図2A]図 1 の対物光学系の変形例の全体構成図である。

[図2B]図 1 の対物光学系の他の変形例の全体構成図である。

[図3]図 1 の対物光学系の他の変形例の全体構成図である。

[図4A]第 2 群の射出面において主光線が外向きである軸外光を示す図である。

[図4B]第 2 群の射出面において主光線がテレセントリックである軸外光を示す図である。

[図4C]第 2 群の射出面において主光線が内向きである軸外光を示す図である。

[図5]光学シミュレーションによって得られた主光線傾角と収差との関係を示すグラフである。

[図6]条件式 (1) の導出方法を説明する図である。

[図7]条件式 (2) の導出方法を説明する図である。

[図8]実施例 1 に係る対物光学系の全体構成図である。

[図9]図 8 の対物光学系の収差図である。

[図10]実施例 2 に係る対物光学系の全体構成図である。

[図11]図 10 の対物光学系の収差図である。

[図12]実施例 3 に係る対物光学系の全体構成図である。

[図13]図 12 の対物光学系の収差図である。

[図14]実施例 4 に係る対物光学系の全体構成図である。

[図15]図 1 4 の対物光学系の収差図である。

[図16]実施例 5 に係る対物光学系の全体構成図である。

[図17]実施例 6 に係る対物光学系の全体構成図である。

[図18]実施例 7 に係る対物光学系の全体構成図である。

[図19]図 1 8 の対物光学系の収差図である。

[図20]比較例 1 に係る対物光学系の全体構成図である。

[図21]図 2 0 の対物光学系の収差図である。

[図22]比較例 2 に係る対物光学系の全体構成図である。

[図23]図 2 2 の対物光学系の収差図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下に、本発明の一実施形態に係る対物光学系について図面を参照して説明する。

本実施形態に係る対物光学系 1 0 は、図 1 に示されるように、物体 O 側から順に光軸 A 上に配列された第 1 群 G 1 および第 2 群 G 2 を備えている。対物光学系 1 0 は、カバーガラスおよびフィルタのような、実質的に屈折力を有しない光学素子をさらに備えていてもよい。

[0009] 第 1 群 G 1 は、第 1 の球レンズ 1 および第 1 の光学媒体 3 を備えている。

第 1 の球レンズ 1 は、物体 O 側のレンズ面 1 a と、物体 O とは反対側のレンズ面 1 b と、を有している。レンズ面 1 a およびレンズ面 1 b は、相互に同一の曲率半径を有するとともに共通の曲率中心を有する球面である。

第 1 の光学媒体 3 は、第 1 の球レンズ 1 の物体 O 側に配置されている。第 1 の光学媒体 3 は、物体 O からの光が通過するレンズ面 1 a 上の光路全域において、レンズ面 1 a と密着している。第 1 の光学媒体 3 の物体 O 側の面（物体側面） 3 a は、平坦面または任意の曲率を有する球面である。

[0010] 第 2 群 G 2 は、第 2 の球レンズ 2 および第 2 の光学媒体 4 を備えている。

第 2 の球レンズ 2 は、物体 O 側のレンズ面 2 a と、物体 O とは反対側のレンズ面 2 b と、を有している。レンズ面 2 a およびレンズ面 2 b は、相互に同一の曲率半径を有するとともに共通の曲率中心を有する球面である。

第2の光学媒体4は、第2の球レンズ2の物体Oとは反対側に配置されている。第2の光学媒体4は、物体Oからの光が通過するレンズ面2b上の光路全域において、レンズ面2bと密着している。第2の光学媒体4の物体Oとは反対側の面（像側面）4bは、平坦面または任意の曲率を有する球面である。

[0011] レンズ面1bとレンズ面2aとの間の光路は、空気で満たされている。レンズ面1bとレンズ面2aは、光軸A上で1点で相互に接触していてもよく、相互に離間していてもよい。

物体Oからの光は、第1の光学媒体3、第1の球レンズ1、第2の球レンズ2および第2の光学媒体4を透過することによって結像される。このときの結像位置は、第2の球レンズ2または第2の光学媒体4の内部になる場合もある。その場合には、結像後の光束が第2の球レンズ2および第2の光学媒体4、または第2の光学媒体4を透過することになる。対物光学系10の後側焦点（第1群G1および第2群G2全体の後側焦点）は、レンズ面2aの物体Oとは反対側に位置している。後側焦点は、レンズ系に平行光束が入射したときの結像位置である。

[0012] 第1の光学媒体3および第2の光学媒体4は、光学的に透明な液体、または、光学的に透明な固体である。液体は、例えば、水または油である。固体は、例えば、プラスチック、ガラスまたはコーティング材である。光学媒体3、4は、空気の屈折率よりも大きな屈折率を有する。第1群G1および第2群G2の各々の製造の容易性の観点から、光学媒体3、4は、光学接着剤または樹脂であることが好ましい。例えば、光学媒体3、4は、汎用の光学接着剤をレンズ面1a、2b上で硬化させることによって形成される。

[0013] 次に、このように構成された対物光学系10の作用について説明する。

第1の球レンズ1および第2の球レンズ2は、正の屈折力をそれぞれ有する。したがって、物体Oから対物光学系10に入射した光を、第1の球レンズ1および第2の球レンズ2によって集光させ、物体Oの像Iを形成することができる。

[0014] この場合に、球レンズ 1, 2 の製造にはベアリング用鋼球の製造技術を応用することができるため、球レンズ 1, 2 は、製造および微小化が容易である。また、球レンズ 1, 2 は、球体であるため組み立てが容易である。したがって、例えば細径の内視鏡の先端部への搭載に好適な、小型の対物光学系 10 を容易に製造することができるという利点がある。

また、レンズ面 1 a に密着した第 1 の光学媒体 3 によって、レンズ面 1 a での光線の屈折角が、第 1 の光学媒体 3 が存在しない場合と比較して低減される。同様に、レンズ面 2 b に密着した第 2 の光学媒体 4 によって、レンズ面 2 b での光線の屈折角が、第 2 の光学媒体 4 が存在しない場合と比較して低減される。これにより、球レンズ 1, 2 による収差の発生量を抑制し、収差の少ない高品質な像 1 を球レンズ 1, 2 によって形成することができるという利点がある。

[0015] また、光学媒体 3 が設けられていることによって、第 1 群 G 1 の正の屈折力は、球レンズ 1 単体の正の屈折力と比較して弱まる。同様に、光学媒体 4 が設けられていることによって、第 2 群 G 2 の正の屈折力は、球レンズ 2 単体の正の屈折力と比較して弱まる。本実施形態によれば、2 つの球レンズ 1, 2 を用いることによって、光学媒体 3, 4 に因る屈折力の弱まりを補い、単体の球レンズ 1 または 2 の正の屈折力と同等以上の正の屈折力を実現することができる。

[0016] また、2 つの球レンズ 1, 2 が設けられていることによって、単一の球レンズからなる対物光学系の画角と同等以上の画角を確保することができるという利点がある。例えば、球レンズ 2 および光学媒体 4 のみからなる対物光学系の画角は、球レンズ 2 のみからなる対物光学系の画角に比べて小さくなる。このような光学媒体 3, 4 に因る画角の減少を、2 つの球レンズ 1, 2 によって補うことができる。

[0017] なお、本明細書において、「球レンズ」とは、物体側のレンズ面および物体とは反対側のレンズ面が、相互に同一の曲率半径を有するとともに共通の曲率中心を有する球面であるレンズである。したがって、「球レンズ」は、

物体側および物体とは反対側の2つのレンズ面以外の面が球面以外の形状であるレンズを含む。

[0018] 本実施形態においては、第1の光学媒体3および第2の光学媒体4の両方が設けられていることとしたが、これに代えて、図2Aおよび図2Bに示されるように、第1の光学媒体3および第2の光学媒体4のいずれか一方のみが設けられていてもよい。

光学媒体3、4のうちいずれか一方を省いた構成においても、レンズ面1aまたはレンズ面2bでの光線の屈折角の低減効果を得られる。したがって、2つの球レンズ1、2および1つの光学媒体3または4によって、大きな屈折力および画角と、収差の発生の抑制とを両立することができる。

[0019] 本実施形態において、図3に示されるように、第2の球レンズ2の物体Oとは反対側に配置され、第1および第2の球レンズ1、2によって形成された像Iを伝送する像伝送系5をさらに備えていてもよい。

像伝送系5は、複数のレンズの組み合わせ、または、屈折率分布型（GRIN）レンズである。像伝送系5を設けることによって、第1群G1および第2群G2によって形成された像Iを所望の位置の像面IMGに再結像させることができる。

[0020] 像伝送系5を備える対物光学系11において、後側焦点Fは、図3に示されるように、第2の球レンズ2の内部に位置していることが好ましい。後側焦点Fが第2の球レンズ2内に位置する設計において、後側焦点Fが第2の球レンズ2の物体Oとは反対側に位置する設計と比較して、物体側面3aおよびレンズ面1aの負の屈折力は小さくなり、各光束のマージナル光線の最大光線高さが低くなる。したがって、球面収差および色収差をさらに低減することができる。また、後側焦点が球レンズ1、2または光学媒体3、4の光学面1a、1b、2a、2b、3a、4bに一致している場合、第1および第2の球レンズ1、2によって形成される無限遠の物体像に光学面上の塵等が影響を与え、無限遠の物体像の品質の低下を招く。後側焦点Fが第2の球レンズ2内に位置することによって、光路中の光学面1a、1b、2a、

2 b, 3 a, 4 b 上のゴミ等に焦点が合うことがなく、ゴミ等の影響による無限遠の物体像の品質の低下を防ぐことができる。

[0021] 第1の球レンズ1および第2の球レンズ2が、相互に同一の半径を有するとともに相互に同一の材料から形成され、第1の光学媒体3の物体側面3 aが光軸Aに垂直な平坦面である場合、対物光学系11は、下記条件式(1)を満たす。

$$0 \leq \{n_1 (2n_3 - n_1) - n_1 L N\} / \{2n_3 - (n_1 - 3n_3)(n_1 - 2) - (n_1 - 1) L N\} \leq 2 \quad \dots (1)$$

ここで、 n_1 は、第1および第2の球レンズ1, 2の屈折率、 R_1 は、第1および第2の球レンズ1, 2の半径、 n_3 は、第1の光学媒体3の屈折率、 L は、レンズ面1 bとレンズ面2 aとの間の光軸A上の間隔である。 $N = (n_1 n_3 + n_1 - 2n_3) / R_1$ である。

[0022] 条件式(1)は、後側焦点Fが第2の球レンズ2の内部に位置する条件を規定している。すなわち、条件式(1)を満たすように設計することによって、後側焦点Fが第2の球レンズ2内に位置する対物光学系11を製造することができる。

レンズ面1 bとレンズ面2 aが光軸A上で相互に接している（すなわち、 $L = 0$ ）場合、条件式(1)は、下記条件式(1')のように書き替えられる。

$$0 \leq \{n_1 (2n_3 - n_1)\} / \{2n_3 - (n_1 - 3n_3)(n_1 - 2)\} \leq 2 \quad \dots (1')$$

[0023] 後側焦点Fが第2の球レンズ2内に位置し像側面4 bが光軸Aに垂直な平坦面である場合、対物光学系11は、下記条件式(2)を満たしていてもよい。

$$1 \leq (R_1 + R_2) * [\{1 / \cos(2\theta_2 - \theta_1)\} - 1] / L \quad \dots (2)$$

ここで、 R_1 は、第1の球レンズ1の半径、 R_2 は、第2の球レンズ2の半径、 L は、レンズ面1 bとレンズ面2 aとの間の光軸A上の間隔、 n_2 は、第

2の球レンズ2の屈折率、 n_4 は、第2の光学媒体4の屈折率である。 $\theta_1 = \sin^{-1}(1/n_4)$ 、 $\theta_2 = \sin^{-1}(1/n_2)$ である。

[0024] 条件式(2)は、最大像高における光軸Aに平行な光線が、蹴られることなく第1群G1および第2群G2を通過する条件を規定している。すなわち、条件式(2)を満たすことによって、第1群G1および第2群G2におけるケラレの発生を防ぎ、視野を最大限確保することができる。

[0025] 本実施形態においては、対物光学系10、11が、光路中の任意の位置に明るさ絞り6をさらに備えていてもよい。明るさ絞り6によって、物体像1の明るさを適切に制御することができる。

明るさ絞り6は、第2群G2の物体Oとは反対側に配置されていることが好ましく、例えば、図3に示されるように、像伝送系5内に配置される。

[0026] 収差の発生量は、第2の球レンズ2のレンズ面2bにおける最軸外光の主光線の光軸に対する傾角に依存する。この傾角は、対物光学系10、11内における明るさ絞り6の位置によって制御される。明るさ絞り6は、図4Aおよび図4Bに示されるように、第2群G2の光線の射出面(レンズ面2bまたは像側面4b)での軸外光の主光線が外向き、テレセントリックまたは略テレセントリックになる位置に配置される。

具体的には、明るさ絞り6は、主光線傾角 θ が 5° 以下になる位置に配置される。主光線傾角 θ は、最軸外光の主光線の光軸Aに対する傾角である。正の主光線傾角 θ は、最軸外光の主光線が外向き(図4A参照。)であることを意味し、負の主光線傾角 θ は、最軸外光の主光線が内向き(図4C参照。)であることを意味する。

[0027] 図5は、後述する実施例5の対物光学系について、主光線傾角 θ と収差との関係を光学シミュレーションによって解析した結果を示している。 $\theta \leq 5^\circ$ の範囲では、波面収差はほとんど発生しない。一方、 $\theta > 5^\circ$ の範囲では、主光線傾角 θ が大きい程、波面収差が大きくなる。

このように、第2群G2の物体Oとは反対側に配置された明るさ絞り6の位置によって主光線傾角 θ を 5° 以下に制御することで、収差の発生をさら

に抑制することができる。

[0028] 明るさ絞り 6 を備える対物光学系 10, 11 は、撮像素子と好適に組み合わせることができる。撮像素子は、例えば、像伝送系 5 の物体 O とは反対側に配置される。明るさ絞り 6 によって、撮像素子によって撮影される像 I の明るさを適切に調整することができる。撮像素子に代えて、レンズ、絞り、鏡枠等の任意の素子が、像伝送系 5 の物体 O とは反対側に配置されてもよい。

[0029] 次に、条件式 (1) および (2) の導出方法について、図 6 および図 7 を参照して説明する。

条件式 (1) は、以下のようにして導かれる。

図 6 に示されるように、近軸光線追跡を実行する。後側焦点 F は、光軸 A と平行に入射した近軸光線 i が光軸 A と交わる位置である。後側焦点 F が第 2 の球レンズ 2 の内部に位置するということは、第 2 の球レンズ 2 のレンズ面 2 a において屈折した近軸光線 j がレンズ面 2 b に到達する前に光軸 A と交わること、すなわち、レンズ面 2 a と後側焦点 F との間の距離 X が、下式 (a) を満たすことと等価である。

$$0 \leq X \leq 2 \times R_1 \quad \dots (a)$$

各面 3 a, 1 a, 1 b, 2 a での屈折マトリクス R_1, R_2, R_3, R_4 および伝達マトリクス T_1, T_2, T_3 は、以下の通りである。

[0030] [数1]

$$R_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, R_2 = \begin{pmatrix} 1 & \frac{n_1 - n_3}{R_1} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, R_3 = \begin{pmatrix} 1 & -\frac{1 - n_1}{R_1} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, R_4 = \begin{pmatrix} 1 & \frac{n_1 - 1}{R_1} \\ 0 & 1 \end{pmatrix},$$

$$T_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{d_3}{n_3} & 1 \end{pmatrix}, T_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{2R_1}{n_1} & 1 \end{pmatrix}, T_3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -L & 1 \end{pmatrix}$$

[0031] 物体側面 3 a に入射した近軸光線 i ($h_1, 0$) が、レンズ面 2 a における

屈折によって光線 j (h_4, α_4) になる場合、下式 (b) が成り立つ。

[0032] [数2]

$$\begin{pmatrix} \alpha_4 \\ h_4 \end{pmatrix} = R_4 T_3 R_3 T_2 R_2 T_1 R_1 \begin{pmatrix} 0 \\ h_1 \end{pmatrix} \quad \cdots (b)$$

[0033] 式 (b) から α_4, h_4 を求めると、 $X = h_4 / (\alpha_4 / h_1)$ が得られる。X と式 (a) から、条件式 (1) が導かれる。

[0034] 条件式 (2) は、以下のように導かれる。

まず、図 7 に示されるように、像 I から物体 O へ向かう光線 k がレンズ面 2 a を通過する条件から、 h_{max} を求める。図 7 において、符号 C 1 は、第 1 の球レンズ 1 の中心を示し、符号 C 2 は、第 2 の球レンズ 2 の中心を示している。

[0035] 光線 k がレンズ面 2 a を通過するためには、スネルの法則に基づき、下式を満たす必要がある。

$$n_2 \sin \theta_2 \leq 1 \quad \cdots (c)$$

また、レンズ面 2 b でのスネルの法則から下式 (d) が成立する。

$$n_4 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad \cdots (d)$$

ここで、 $\sin \theta_1 = h / R_2 \cdots (e)$ である。式 (c), (d), (e) から、 $1 \leq R_2 / h n_4$ が得られ、これから、 $h_{max} = R_2 / h_4$ と算出される。

[0036] 次に、レンズ面 2 a の縁を通過した光線が第 1 の球レンズ 1 と交わる条件について考える。この条件は、レンズ面 2 a の縁を通過した光線が、第 1 の球レンズ 1 および屈折率 n_3 の物質を通過する条件と略等価である。

上記条件において、図 7 の D は、 $D \leq R_1 \cdots (f)$ を満たす。

図 7 の幾何学的な関係から、D は、下式 (g) の通り表される。

[0037]

[数3]

$$D = \sin\left(\frac{\pi}{2} + \theta_1 - 2\theta_2\right) \cdot \left[R_1 + L + R_2 - \left(\frac{R_2}{\cos(2\theta_2 - \theta_1)} \right) \right]$$

$$= (R_1 + L + R_2) \cdot \cos(2\theta_2 - \theta_1) - R_2 \quad \cdots (g)$$

[0038] 式 (f) および式 (g) から、条件式 (2) が導かれる。ただし、レンズ面 2 a およびレンズ面 2 b におけるスネルの法則から、下式を満たす。

$$\theta_1 = \sin^{-1}(h_{\max}/R_2) = \sin^{-1}(1/n_4)$$

$$\theta_2 = \sin^{-1}(1/n_2)$$

実施例

[0039] 次に、本実施形態に係る対物光学系 10, 11 の実施例について説明する。

各実施例のレンズデータにおいて、 r は曲率半径 (mm)、 d は面間隔 (mm)、 N_d は d 線に対する屈折率、 ν_d は d 線に対するアッペ数、 OBJ は物体面、 IMG は像面、 S は明るさ絞りを示している。各実施例に係る対物光学系の収差図は、第 1 群および第 2 群によって形成される像の収差を示している。

[0040] (実施例 1)

本発明の実施例 1 に係る対物光学系の構成を図 8 に示す。本実施例に係る対物光学系は、第 1 の球レンズ、第 2 の球レンズ、第 1 の光学媒体、第 2 の光学媒体、および明るさ絞りから構成されている。図 8 において、明るさ絞りの図示は省略されている。

本実施例の対物光学系の収差図を図 9 に示す。

[0041] レンズデータ

面番号	r	d	N_d
ν_d			

O B J	∞	1 0		
1	∞	0. 0		
2	∞	0. 0		
3	-0. 4 1 2 4 2	0. 0 5	1. 5 6 1	3 5. 4
6 8 3				
4	0. 5	1. 0	1. 4 8 7 4 9	7 0. 4
0 5 8				
5	-0. 5	0. 0		
6	∞	0. 1		
7	0. 5	1. 0	1. 5 1 0 1 5 8	5 8. 9
3 4 9				
8	-0. 5	0. 0 5	1. 5 6 1	3 5. 4
6 8 3				
9	-0. 5 0 9 4 5	0. 0		
1 0	∞	0. 2		
1 1	∞	1 0 0 0		
1 2 S	∞	-1 0 0 0		
1 3	∞	-0. 1		
I M G	∞	0. 0		

[0042] 各種データ

像側開口数	0. 1
焦点距離	0. 3 5 m m
倍率	-0. 0 3 4
半画角	4 0. 0°
像高	0. 1 8 m m

[0043] 図20に、比較例1に係る対物光学系を示す。比較例1の対物光学系は、単一の球レンズおよび明るさ絞りから構成されている。図20において、明るさ絞りの図示は省略されている。比較例1のレンズデータおよび各種デー

タは、以下の通りである。比較例 1 の対物光学系の収差図を図 2 1 に示す。

図 9 と図 2 1 との比較から分かるように、本発明の実施例 1 の対物光学系の収差、特に球面収差、色収差および像面湾曲は、比較例 1 の収差と比較して大幅に低減されている。

[0044] レンズデータ

面番号	r	d	N d	ν d
O B J	∞	1 0		
1	0. 5	1. 0	1. 5 1 6 8	6 4. 1 6 7 3
2	-0. 5	0. 0		
3	∞	0. 0		
4	∞	1 0 0 0		
5 S	∞	-1 0 0 0		
6	∞	0. 2 8 8 9		
I M G	∞	0. 0		

[0045] 各種データ

像側開口数	0. 1
焦点距離	0. 7 3 m m
倍率	-0. 0 7 5
半画角	4 0. 0 °
像高	0. 3 8 m m

[0046] 図 2 2 に、比較例 2 に係る対物光学系を示す。比較例 2 の対物光学系は、単一の球レンズ、平凸レンズおよび明るさ絞りから構成されている。平凸レンズは、球レンズが発生させた収差を補正する役割を担う。図 2 2 において、明るさ絞りの図示は省略されている。比較例 2 のレンズデータは、以下の通りであり、物体側開口数は 0. 0 1 8 である。比較例 2 の対物光学系の収差図を図 2 3 に示す。

図 9 と図 2 3 との比較から分かるように、本発明の実施例 1 の対物光学系の収差、特に球面収差、色収差および像面湾曲は、比較例 2 の対物光学系の

収差と比較して大幅に低減されている。すなわち、第1および第2の光学媒体による球レンズの収差の抑制効果は、平凸レンズによる球レンズの収差の補正効果よりも大きい。

[0047] レンズデータ

面番号	r	d	N d	ν d
O B J	∞	1 0		
1 S	∞	0. 0		
2	1. 5	3. 0	1. 5 6 1	3 5. 4 6 8 3
3	- 1. 5	0. 0		
4	∞	3. 2 9 0 7		
5	5. 1 6 8	2. 0	1. 5 6 1	3 5. 4 6 8 3
6	∞	0. 0		
7	∞	1 0 0		
8	1 9. 7 8 3 8	2. 0	1. 4 9 2 7	6 9. 8 2
9	∞	6 3. 3 9 7 7		
I M G	∞	0. 0		

[0048] (実施例2)

本発明の実施例2に係る対物光学系の構成を図10に示す。本実施例に係る対物光学系は、第1の球レンズ、第2の球レンズ、第1の光学媒体、第2の光学媒体、および明るさ絞りから構成されている。図10において、明るさ絞りの図示は省略されている。

第1の球レンズおよび第2の球レンズは、同一の半径を有するとともに同一の材質から形成されている。後側焦点Fは、第2の球レンズ内に位置する。後側焦点Fと、第2の球レンズの物体とは反対側のレンズ面と、の間の距離は、0. 2 4 4 mmである。

本実施例の対物光学系の収差図を図11に示す。実施例1と比較して、本実施例の対物光学系の球面収差および色収差はさらに低減されている。

[0049] レンズデータ

面番号	r	d	N d	ν d
O B J	∞	1 0		
1	- 7. 6 1 9 8 8	0. 1	1. 5 6 1	3 5. 4 6 8 3
2	0. 5	1. 0	1. 5 1 6 8	6 4. 1 6 7 3
3	- 0. 5	0. 0		
4	∞	0. 1		
5	0. 5	1. 0	1. 5 1 6 8	6 4. 1 6 7 3
6	- 0. 5	0. 1	1. 5 6 1	3 5. 4 6 8 3
7	∞	1 0 0 0		
8 S	∞	- 1 0 0 0		
9	∞	- 0. 2		
I M G	∞	0. 0		

[0050] 各種データ

像側開口数	0. 1
焦点距離	0. 4 8 m m
倍率	- 0. 0 4 7
半画角	4 0. 0 °
像高	0. 2 8 m m

[0051] (実施例3)

本発明の実施例3に係る対物光学系の構成を図12に示す。本実施例に係る対物光学系は、第1の球レンズ、第2の球レンズ、第1の光学媒体、第2の光学媒体、および明るさ絞りから構成されている。図12において、明るさ絞りの図示は省略されている。

第1の球レンズおよび第2の球レンズは、同一の半径を有するとともに同一の材質から形成されている。第1の光学媒体の物体側面は、光軸に垂直な平坦面である。後側焦点Fは、第2の球レンズ内に位置する。具体的には、条件式(1)の不等式の中辺の値は、1. 4 5 6であり、本実施例の対物光学系は条件式(1)を満たす。後側焦点Fと、第2の球レンズの物体とは反

対側のレンズ面と、の間の距離は、0.268 mmである。

本実施例の対物光学系の収差図を図13に示す。

[0052] レンズデータ

面番号	r	d	N d	ν d
O B J	∞	1 0		
1	∞	0. 1	1. 5 6 1	3 5. 4 6 8 3
2	0. 5	1. 0	1. 5 1 6 8	6 4. 1 6 7 3
3	-0. 5	0. 0		
4	∞	0. 1		
5	0. 5	1. 0	1. 5 1 6 8	6 4. 1 6 7 3
6	-0. 5	0. 1	1. 5 6 1	3 5. 4 6 8 3
7	∞	1 0 0 0		
8 S	∞	-1 0 0 0		
9	∞	-0. 2 1 6 8		
I M G	∞	0. 0		

[0053] 各種データ

像側開口数	0. 1
焦点距離	0. 4 9 m m
倍率	-0. 0 4 8
半画角	4 0. 0 °
像高	0. 2 8 m m

[0054] (実施例4)

本発明の実施例4に係る対物光学系の構成を図14に示す。本実施例に係る対物光学系は、第1の球レンズ、第2の球レンズ、第1の光学媒体、第2の光学媒体、および明るさ絞りから構成されている。図14において、明るさ絞りの図示は省略されている。

第1の球レンズおよび第2の球レンズは、同一の半径を有するとともに同一の材質から形成されている。第1の球レンズおよび第2の球レンズは、光

軸上の一点において相互に接触している。第1の光学媒体の物体側面は、光軸に垂直な平坦面である。後側焦点Fは、第2の球レンズ内に位置する。具体的には、条件式(1')の不等式の中辺の値は、1.52であり、本実施例の対物光学系は条件式(1')を満たす。後側焦点Fと、第2の球レンズの物体とは反対側のレンズ面と、の間の距離は、0.336mmである。

本実施例の対物光学系の収差図を図15に示す。

[0055] レンズデータ

面番号	r	d	N d	ν d
O B J	∞	1 0		
1	∞	0. 1	1. 5 6 1	3 5. 4 6 8 3
2	0. 5	1. 0	1. 5 8 9 1 3	6 1. 1 3
3	-0. 5	0. 0		
4	∞	0. 0		
5	0. 5	1. 0	1. 5 8 9 1 3	6 1. 1 3
6	-0. 5	0. 1	1. 5 6 1	3 5. 4 6 8 3
7	∞	1 0 0 0		
8 S	∞	-1 0 0 0		
9	∞	-0. 2 6 3 5		
I M G	∞	0. 0		

[0056] 各種データ

像側開口数	0. 1
焦点距離	0. 4 3 m m
倍率	-0. 0 4 2
半画角	5 2. 5 °
像高	0. 3 0 2 5 m m

[0057] (実施例5)

本発明の実施例5に係る対物光学系の構成を図16に示す。本実施例に係る対物光学系は、実施例4の対物光学系に、複数のレンズの組み合わせから

なる像伝送系を組み合わせた例である。明るさ絞りは、像伝送系内に配置されている。

[0058] レンズデータ

面番号	r	d	N d	
νd				
O B J	∞	1 0		
1	∞	0. 2	1. 5 6 1	3 5. 4 6
8 3				
2	1. 0	2. 0	1. 5 8 9 1 3	6 1. 1 3
3	-1. 0	0. 0		
4	∞	0. 1		
5	1. 0	2. 0	1. 5 8 9 1 3	6 1. 1 3
6	-1. 0	0. 2	1. 5 6 1	3 5. 4 6
8 3				
7	∞	0. 5 6		
8	1. 8 2 8 8	1. 1 6 5 3	1. 9 0 2 0	2 5. 1 0
1 4				
9	1. 1 5 5 6	1. 4 0 2 1		
1 0	1. 6 4 6 4	0. 7 6 4 8	1. 8 4 1 3 9	2 4. 5 5
9 1				
1 1	0. 9 9 9 5	2. 8 0 1 2	1. 5 5 8 8	6 2. 5 5
8 5				
1 2	-1. 0 4 7 6	0. 5 9 6 8	1. 6 4 7 6 8 9	3 3. 8 4
8 2				
1 3	6. 9 2 8 4	1. 1 7 8 7		
1 4	-1 1 5. 4 2 8	2. 0 7	1. 7 1 7 3 6	2 9. 6 2
0 1				
1 5	-4. 1 6 7 7	0. 1 7 1 8		

1 6 S	∞	0. 1 7 1 8		
1 7	4. 1 6 7 7	2. 0 7	1. 7 1 7 3 6	2 9. 6 2
0 1				
1 8	1 1 5. 4 2 7 8	1. 1 7 8 7		
1 9	- 6. 9 2 8 4	0. 5 9 6 8	1. 6 4 7 6 8 9	3 3. 8 4
8 2				
2 0	1. 0 4 7 6	2. 8 0 1 2	1. 5 5 8 8	6 2. 5 5
8 5				
2 1	- 0. 9 9 9 5	0. 7 6 4 8	1. 8 4 1 3 9	2 4. 5 5
9 1				
2 2	- 1. 6 4 6 4	1. 4 0 2 1		
2 3	- 1. 1 5 5 6	1. 1 6 5 3	1. 9 0 2	2 5. 1 0
1 4				
2 4	- 1. 8 2 8 8	1. 8 5 2 1		
2 5	∞	0. 9 3 9 2		
I M G	∞	0. 0		

[0059] 各種データ

像側開口数	0. 1
焦点距離	0. 4 5 m m
倍率	0. 0 9 2
半画角	4 0. 0 °
像高	0. 5 5 6 2 m m

[0060] (実施例 6)

本発明の実施例 6 に係る対物光学系の構成を図 1 7 に示す。本実施例に係る対物光学系は、実施例 2 の対物光学系に、G R I N レンズからなる像伝送系を組み合わせた例である。明るさ絞りは、像伝送系内に配置されている。

[0061] レンズデータ

面番号	r	d	N d	ν d
-----	---	---	-----	---------

O B J	∞	1 0		
1	- 7 . 6 1 9 8 8	0 . 1	1 . 5 6 1	3 5 . 4 6 8 3
2	0 . 5	1 . 0	1 . 5 1 6 8	6 4 . 1 6 7 3
3	- 0 . 5	0 . 0		
4	∞	0 . 1		
5	0 . 5	1 . 0	1 . 5 1 6 8	6 4 . 1 6 7 3
6	- 0 . 5	0 . 1	1 . 5 6 1	3 5 . 4 6 8 3
7	∞	3 . 5 7 3 6		
8 S	∞	3 . 8 7		
9	∞	0 . 0		
I M G	∞	0 . 0		

[0062] 各種データ

像側開口数	0 . 1
焦点距離	0 . 4 8 m m
倍率	0 . 0 4 7
半画角	4 0 . 0 °
像高	0 . 2 8 m m

[0063] (実施例 7)

本発明の実施例 7 に係る対物光学系の構成を図 1 8 に示す。本実施例に係る対物光学系は、第 1 の球レンズ、第 2 の球レンズ、第 1 の光学媒体、第 2 の光学媒体、および明るさ絞りから構成されている。第 2 の光学媒体の物体とは反対側に像伝送系がさらに設けられていてもよい。第 2 の光学媒体の像側面は、光軸に垂直な平坦面である。本実施例に係る対物光学系は、 $L = 0$ であるので、条件式 (2) を満たす。

本実施例の対物光学系の収差図を図 1 9 に示す。

[0064] レンズデータ

面番号	r	d	N d	ν d
O B J	∞	1 0 . 0		

1	∞	0. 1	1. 5 6 1	3 5. 4 6 8 3
2	0. 5	1. 0	1. 5 8 9 1 3	6 1. 1 3
3	- 0. 5	0. 0		
4	∞	0. 0		
5	0. 5	1. 0	1. 5 8 9 1 3	6 1. 1 3
6	- 0. 5	0. 1	1. 5 6 1	3 5. 4 6 8 3
7	∞	1 0 0 0		
8 S	∞	- 1 0 0 0		
9	∞	- 0. 2 6 3 5		
I M G	∞	0. 0		

[0065] 各種データ

像側開口数	0. 1
焦点距離	0. 4 3 m m
倍率	- 0. 0 4 2
半画角	5 2. 5 °
像高	0. 3 0 2 5 m m

符号の説明

[0066] 1 0, 1 1 対物光学系

- 1 第1の球レンズ
- 2 第2の球レンズ
- 3 第1の光学媒体
- 4 第2の光学媒体
- 5 像伝送系
- 6 明るさ絞り
- G 1 第1群
- G 2 第2群
- A 光軸
- F 後側焦点

I 像

O 物体

請求の範囲

- [請求項1] 物体側から順に配列された第1の球レンズおよび第2の球レンズと、
- 第1の光学媒体および第2の光学媒体のうち少なくとも一方とを備え、
- 前記第1の光学媒体が、前記第1の球レンズの前記物体側に配置された固体または液体であり、前記第1の球レンズの前記物体側の面上の光路の全域に密着し、
- 前記第2の光学媒体が、前記第2の球レンズの前記物体とは反対側に配置された固体または液体であり、前記第2の球レンズの前記物体とは反対側の面上の光路の全域に密着し、
- 前記第1の球レンズと前記第2の球レンズとの間の光路が、空気を満たされている対物光学系。
- [請求項2] 後側焦点が、前記第2の球レンズの前記物体側の面の前記物体とは反対側に位置している請求項1に記載の対物光学系。
- [請求項3] 前記第2の球レンズの前記物体とは反対側に配置された像伝送系を備え、前記後側焦点が、前記第2の球レンズの内部に位置する請求項2に記載の対物光学系。
- [請求項4] 前記第1の球レンズおよび前記第2の球レンズが、相互に同一の半径を有し、相互に同一の材料から形成され、
- 前記第1の光学媒体の前記物体側の面が、光軸に垂直な平坦面であり、
- 下記条件式(1)を満たす請求項3に記載の対物光学系。
- $$0 \leq \{n_1(2n_3 - n_1) - n_1 L N\} / \{2n_3 - (n_1 - 3n_3)(n_1 - 2) - (n_1 - 1)L N\} \leq 2 \quad \cdots (1)$$
- ただし、
- n_1 は、前記第1の球レンズおよび前記第2の球レンズの屈折率、
- R_1 は、前記第1の球レンズおよび前記第2の球レンズの半径、

n_3 は、前記第1の光学媒体の屈折率、

L は、前記第1の球レンズの前記物体とは反対側の面と前記第2の球レンズの前記物体側の面との間の光軸上の間隔

であり、

$$N = (n_1 n_3 + n_1 - 2 n_3) / R_1$$

である。

[請求項5] 前記第2の光学媒体の前記反対側の面が、光軸に垂直な平坦面であり、

下記条件式(2)を満たす請求項3または請求項4に記載の対物光学系。

$$1 \leq (R_1 + R_2) * [\{ 1 / \cos(2\theta_2 - \theta_1) \} - 1] / L \dots (2)$$

ただし、

R_1 は、前記第1の球レンズの半径、

R_2 は、前記第2の球レンズの半径、

L は、前記第1の球レンズの前記物体とは反対側の面と前記第2の球レンズの前記物体側の面との間の光軸上の間隔、

n_2 は、前記第2の球レンズの屈折率、

n_4 は、前記第2の光学媒体の屈折率

であり、

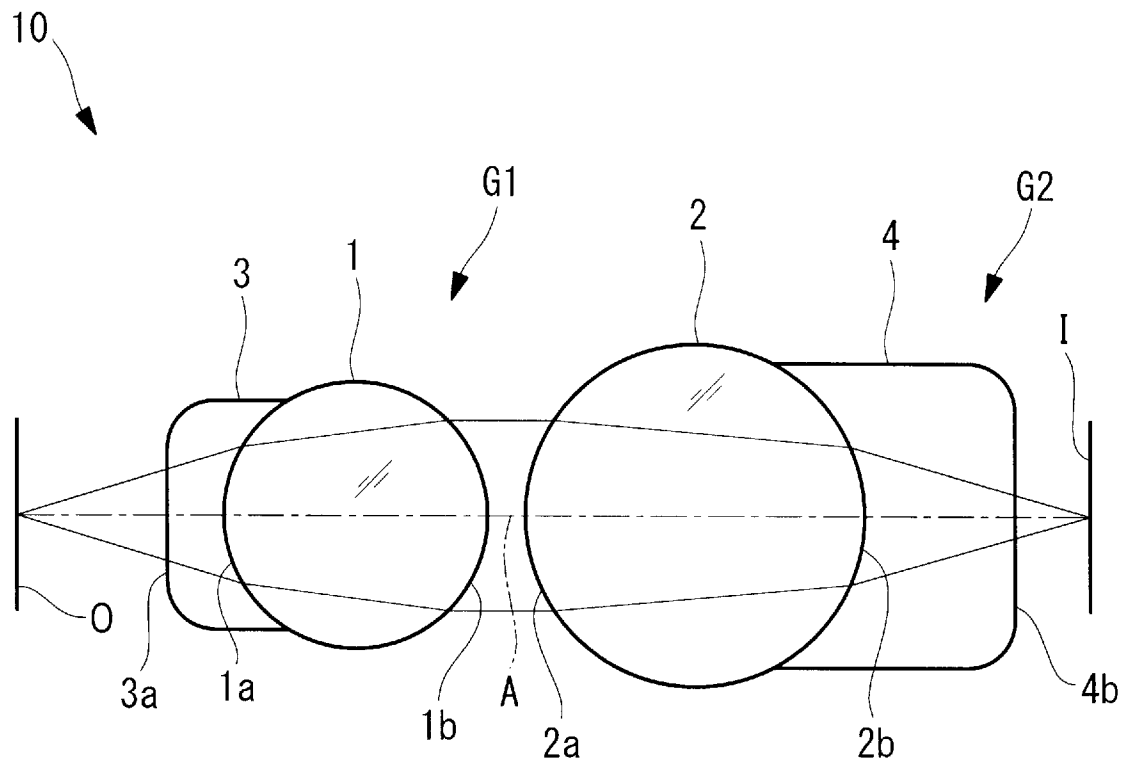
$$\theta_1 = \sin^{-1}(1/n_4)、\theta_2 = \sin^{-1}(1/n_2)$$

である。

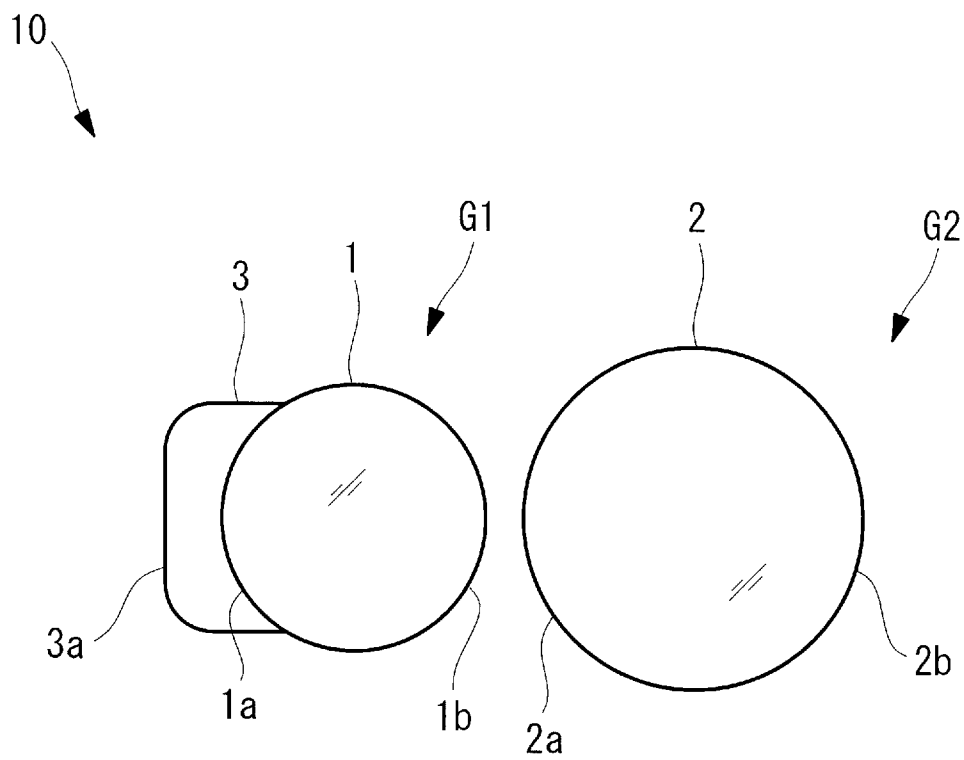
[請求項6] 明るさ絞りをさらに備え、

該明るさ絞りが、前記第2の球レンズの前記物体とは反対側に配置されている請求項1から請求項5のいずれかに記載の対物光学系。

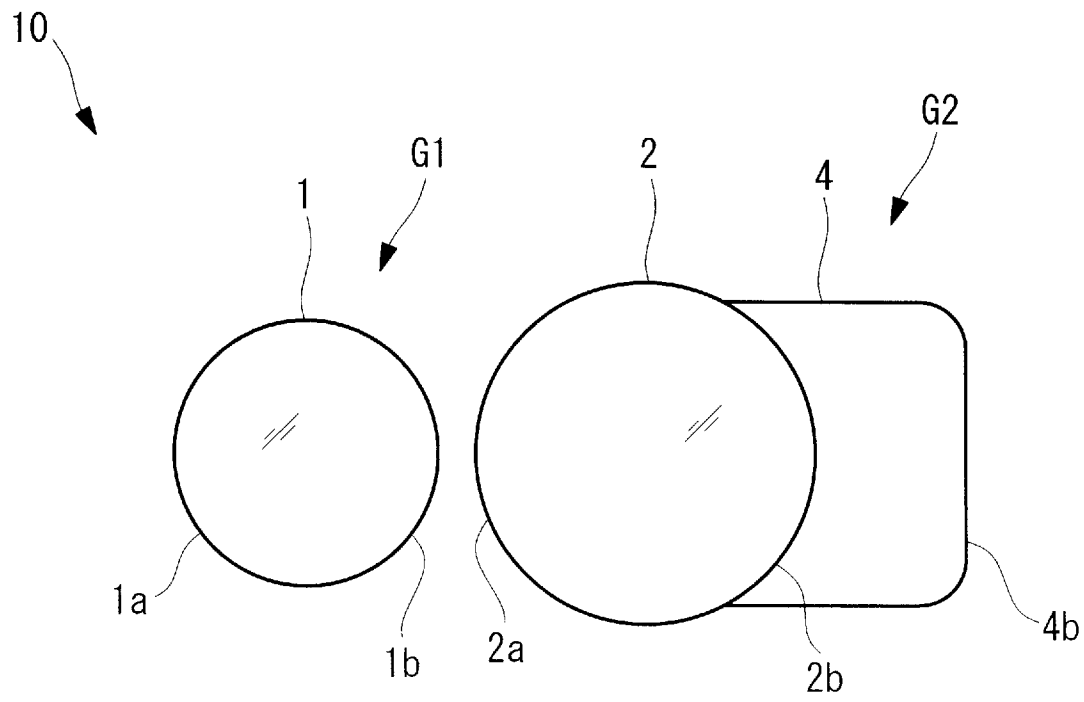
[図1]



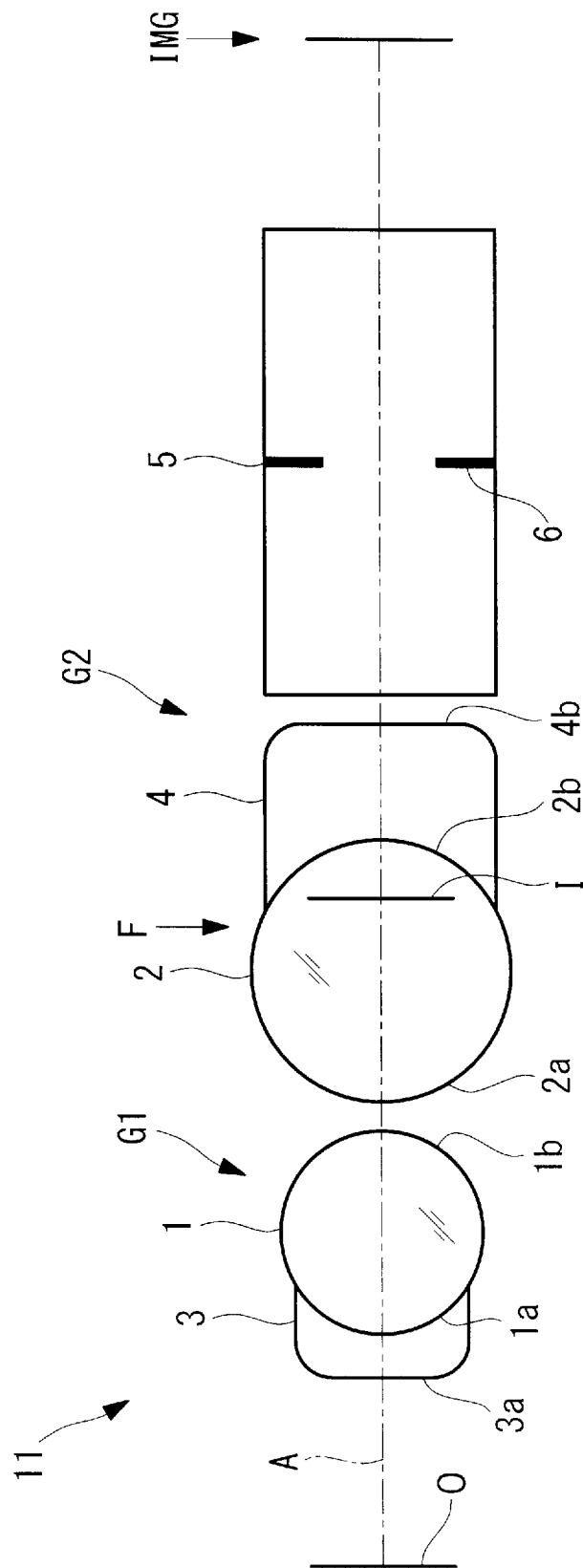
[図2A]



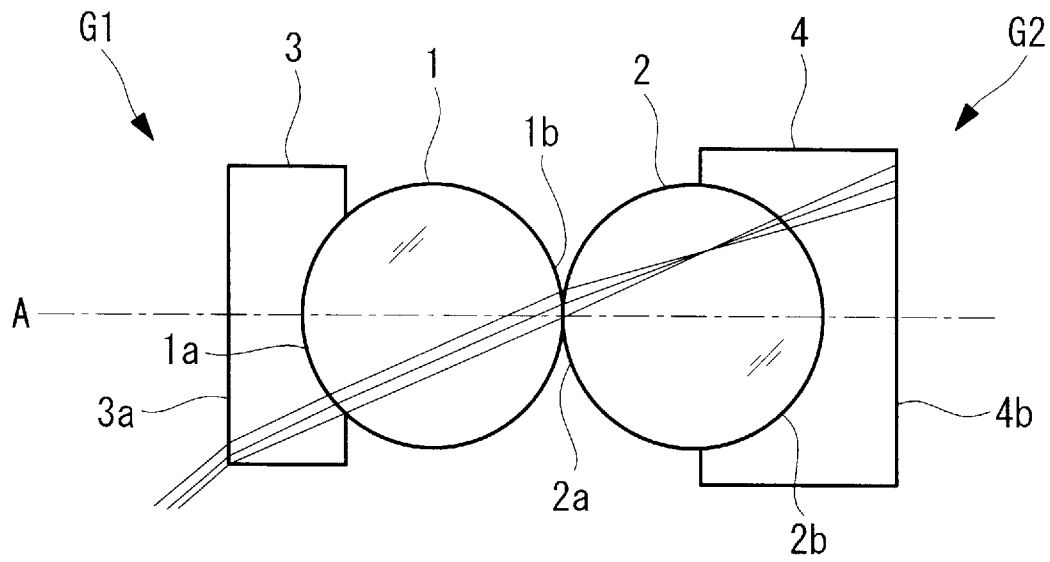
[図2B]



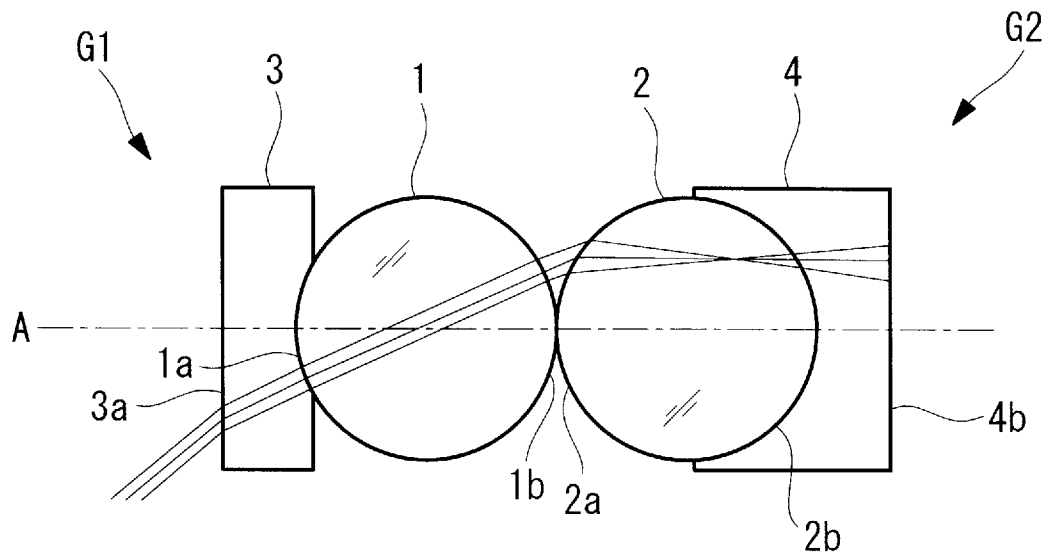
[図3]



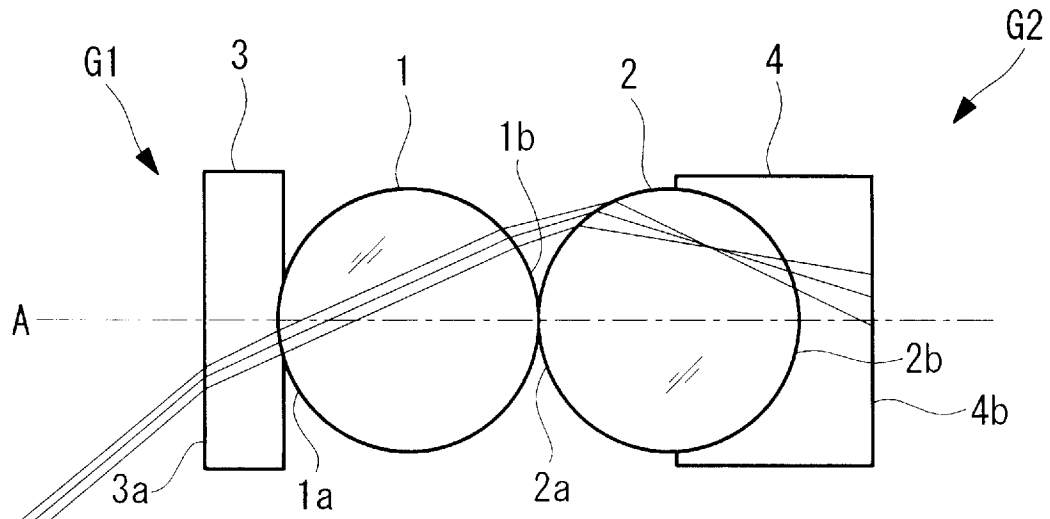
[図4A]



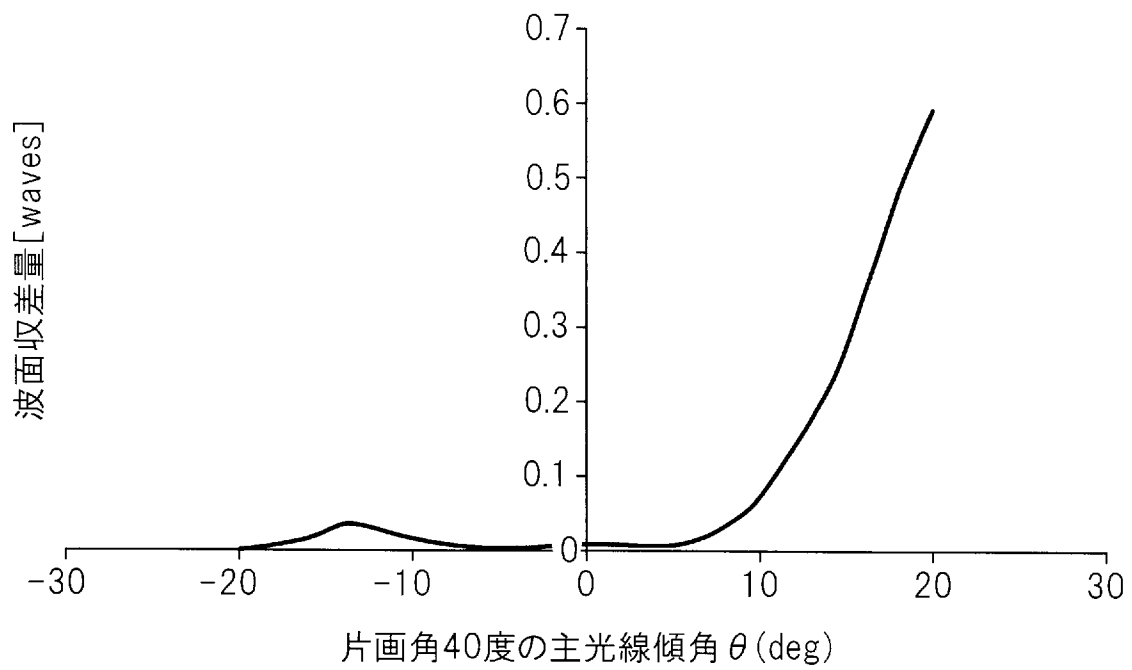
[図4B]



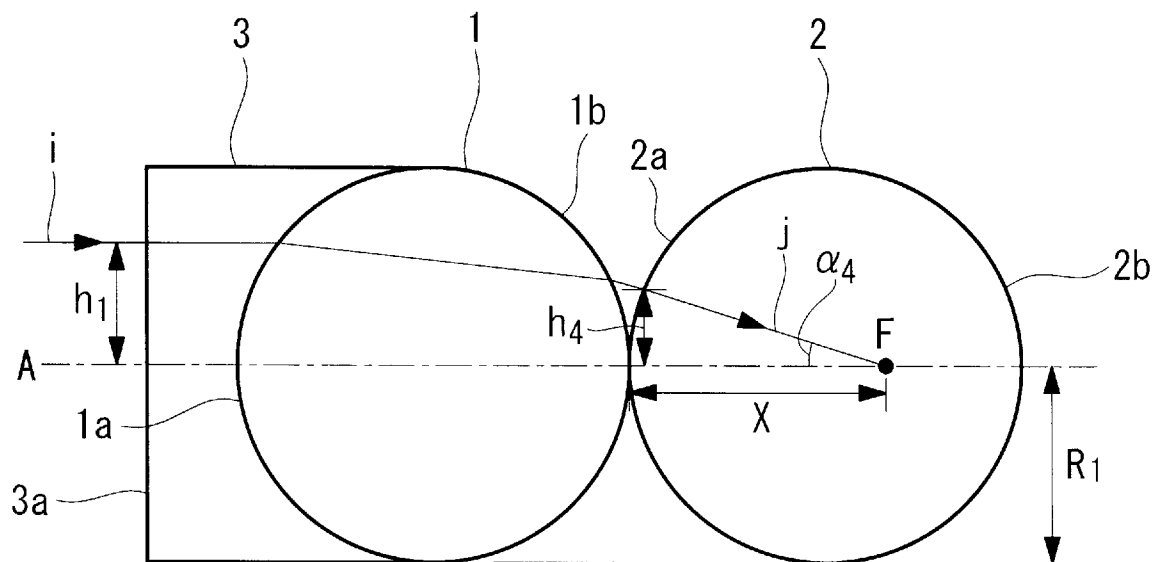
[図4C]



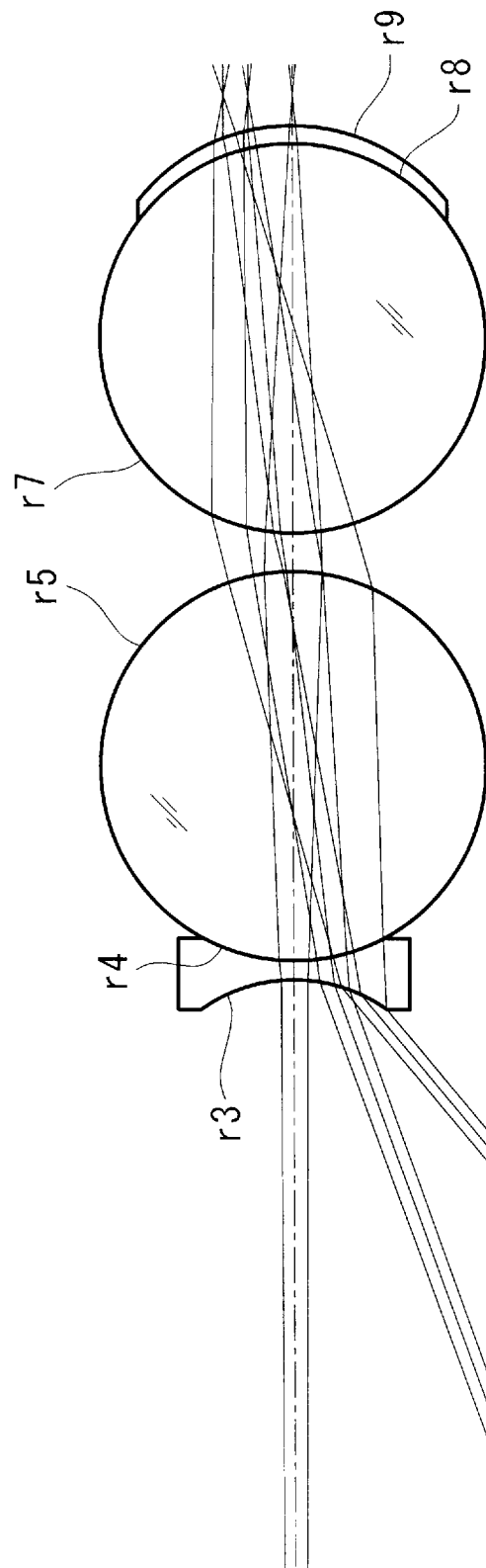
[図5]



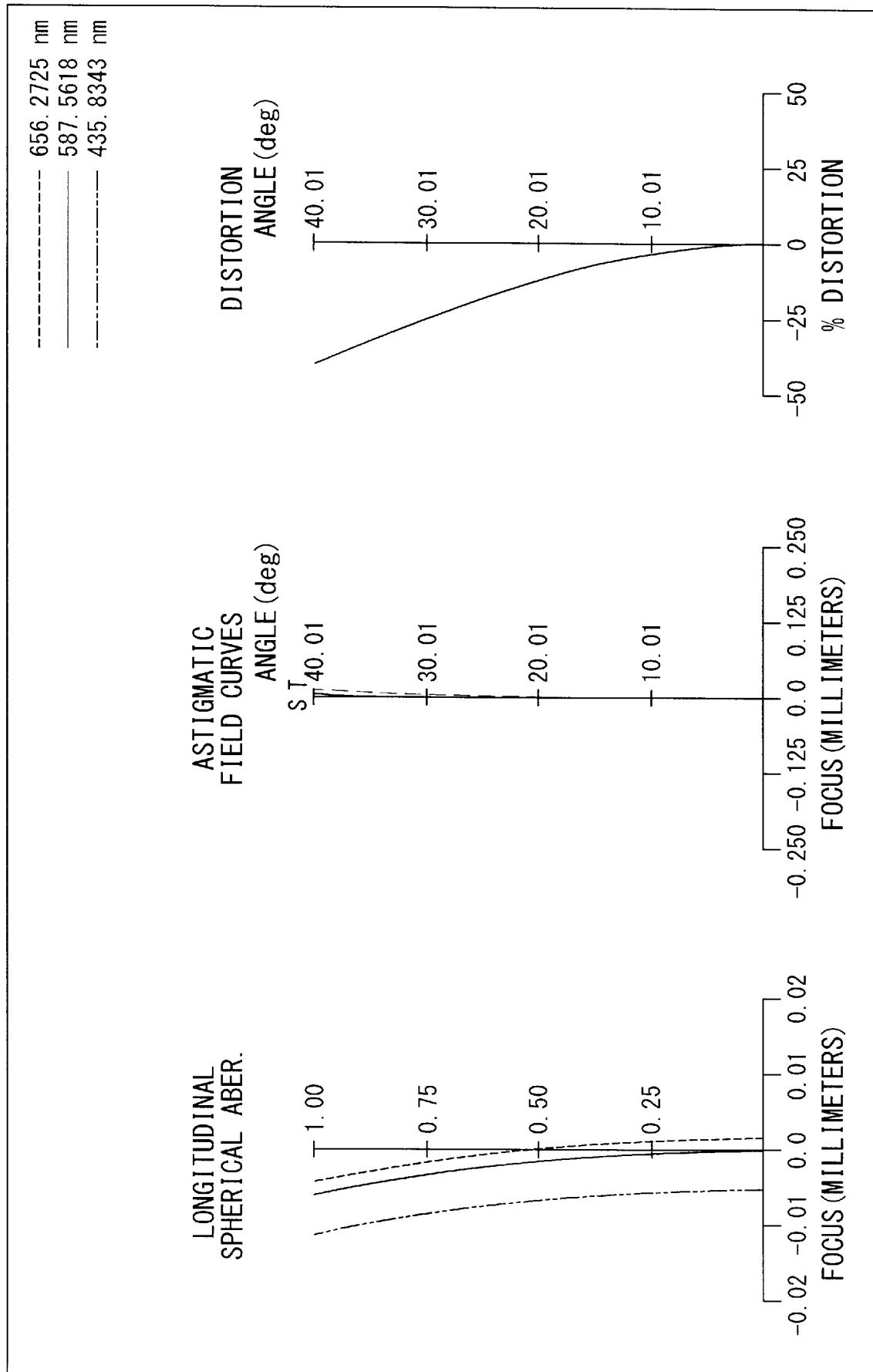
[図6]



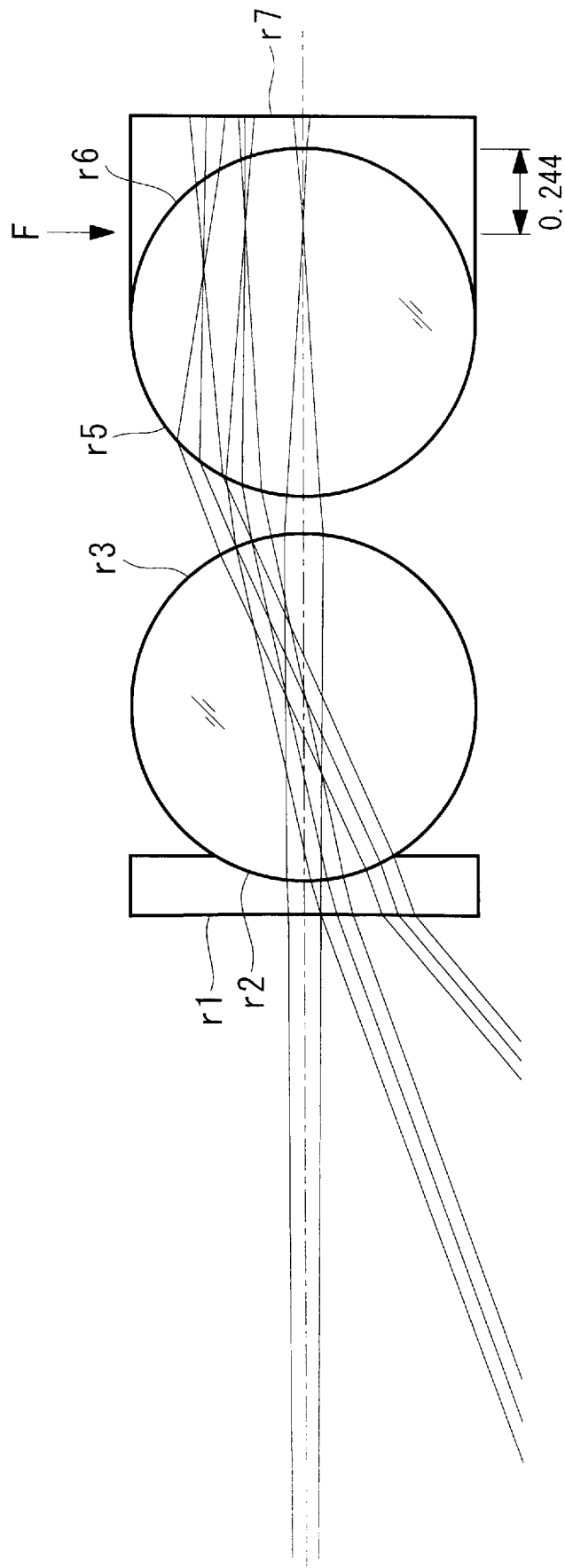
[図8]



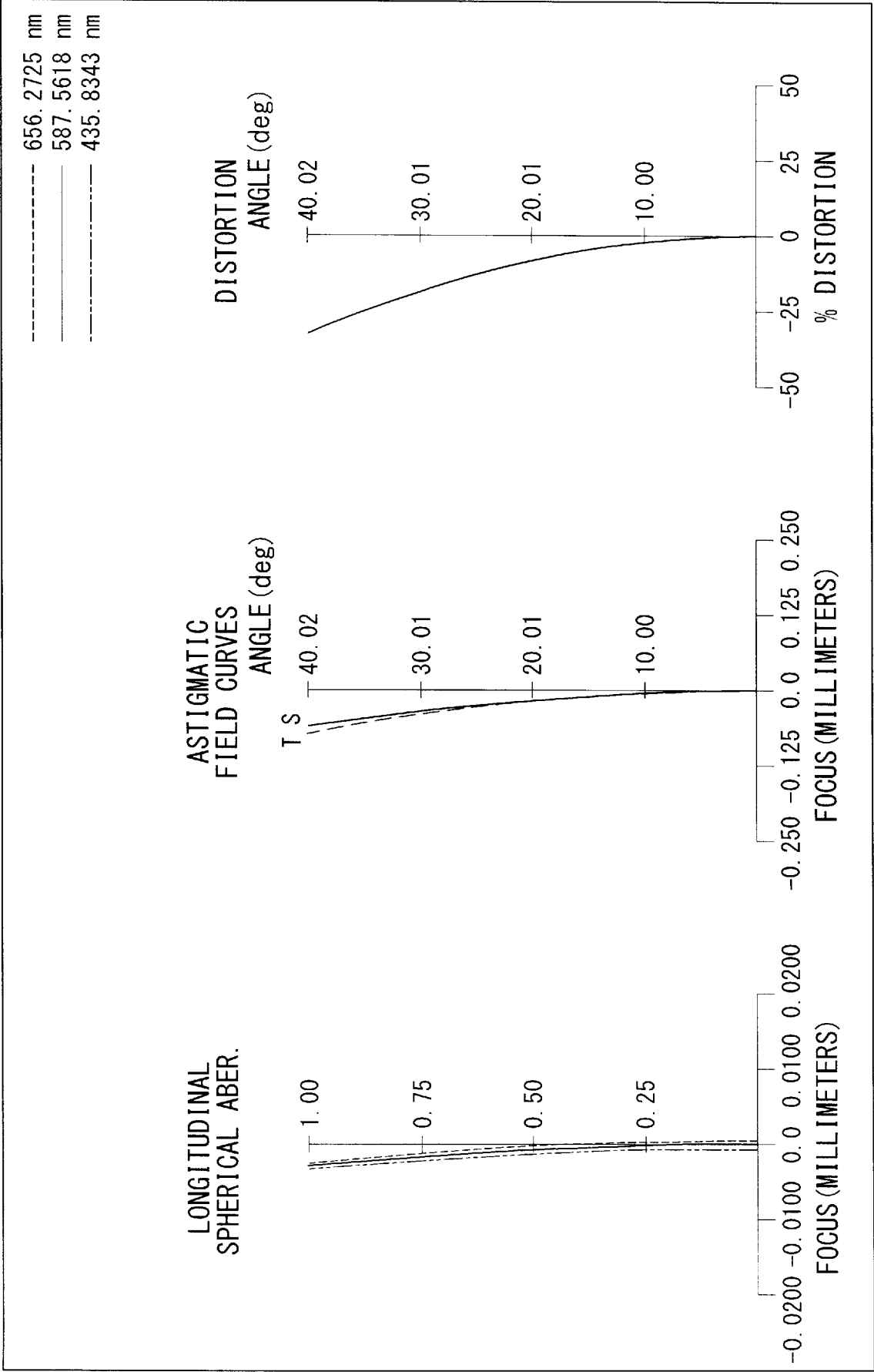
[図9]



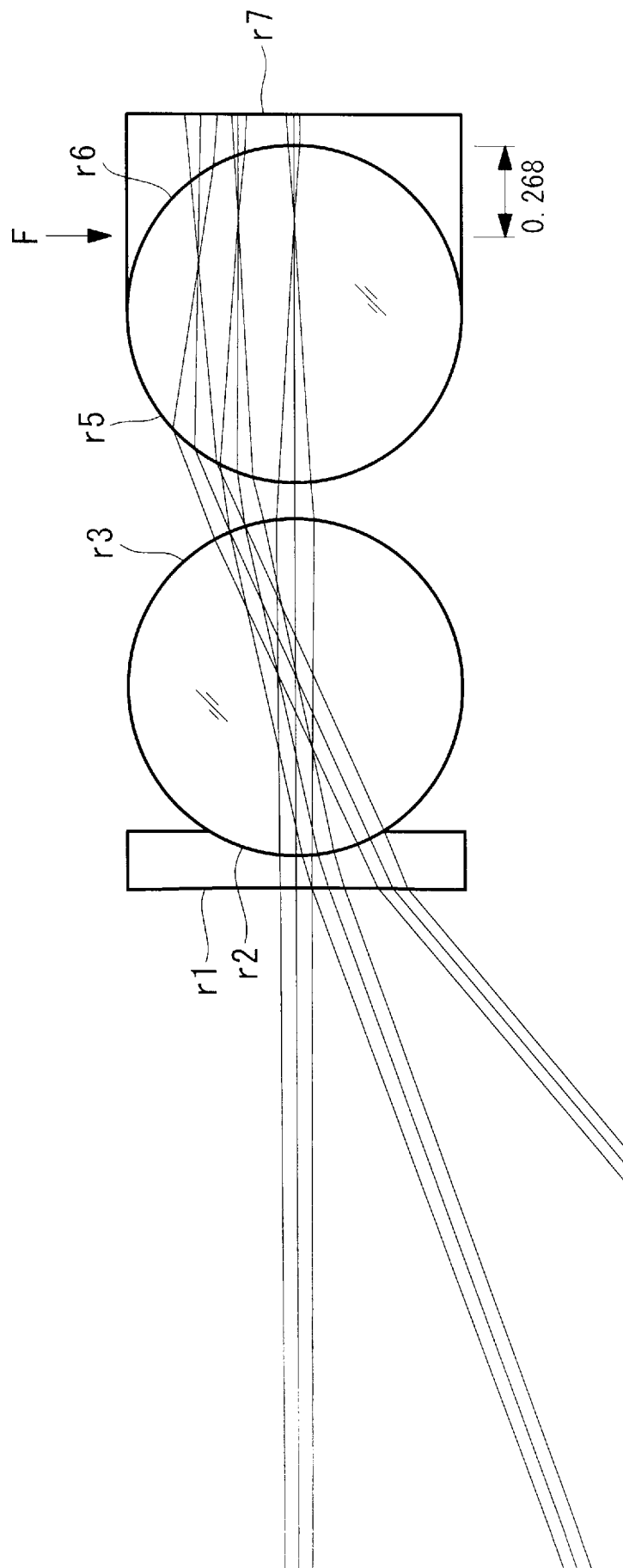
[図10]



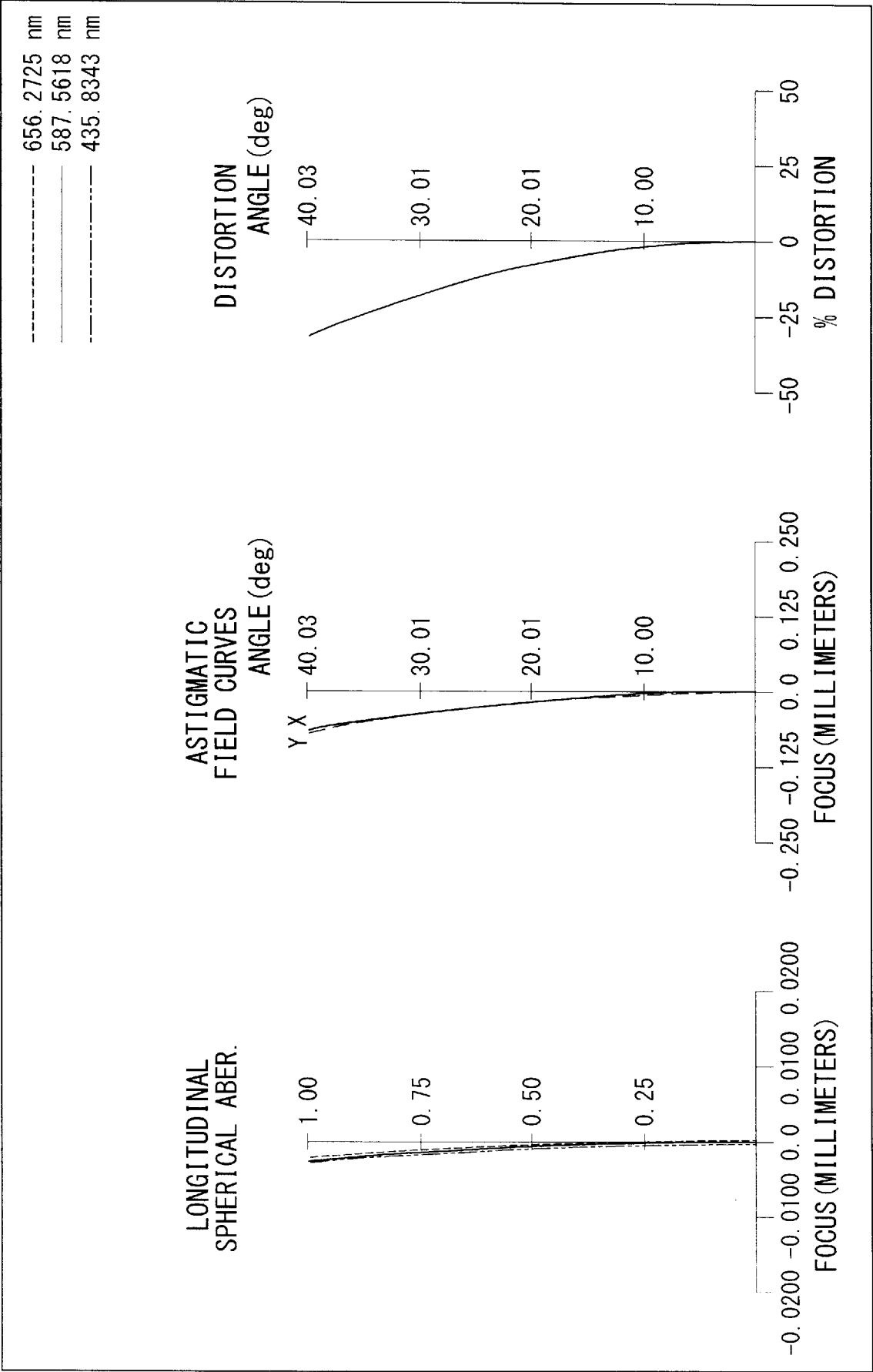
[図11]



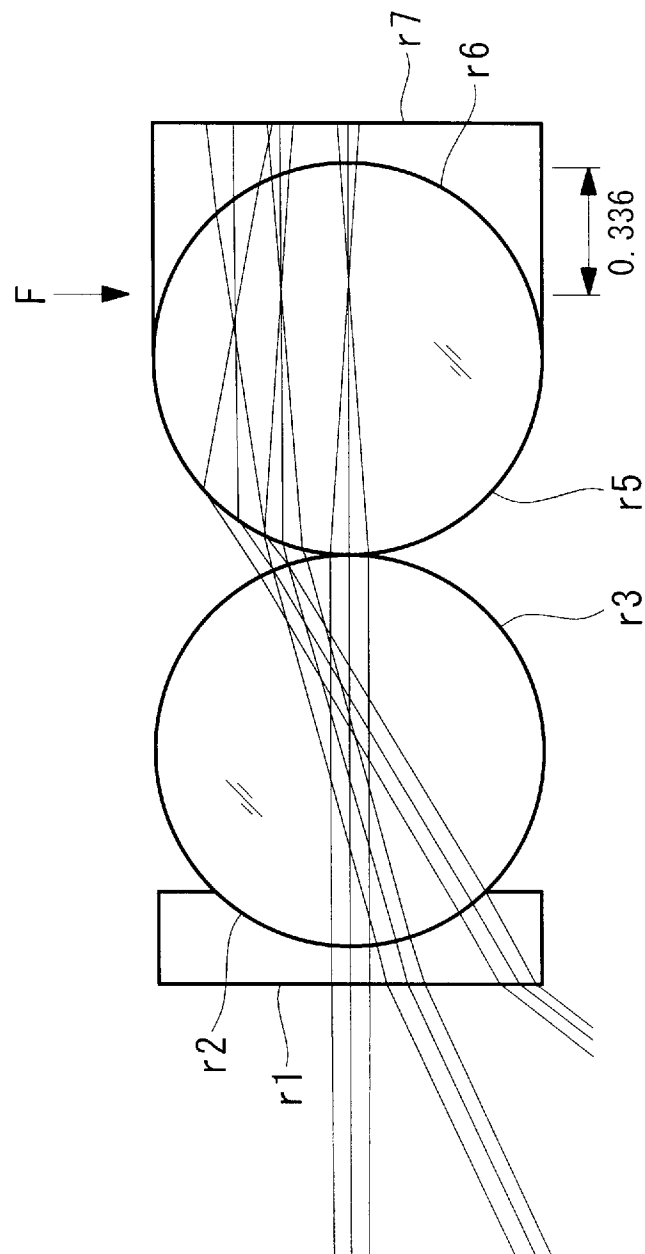
[図12]



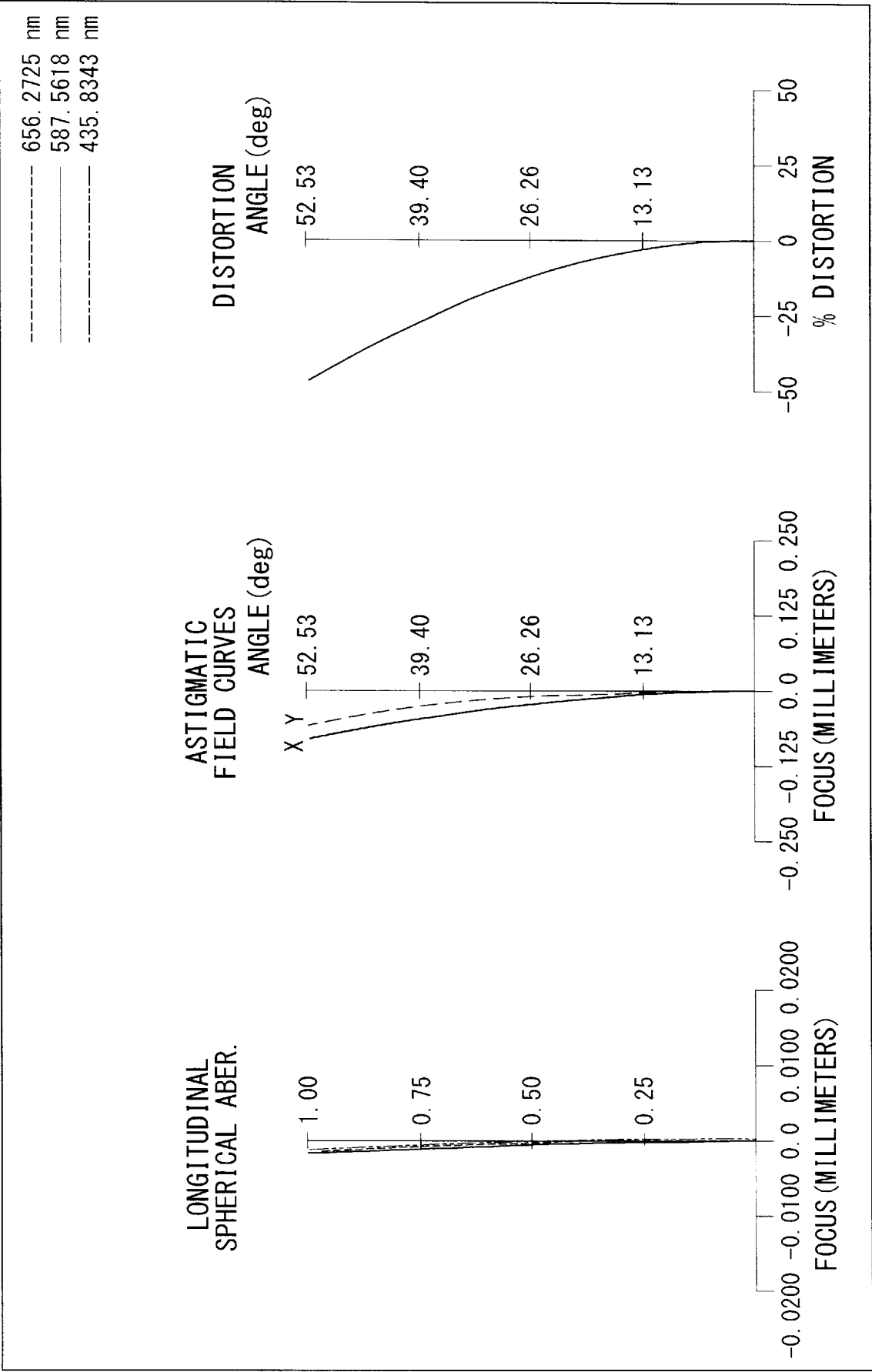
[図13]



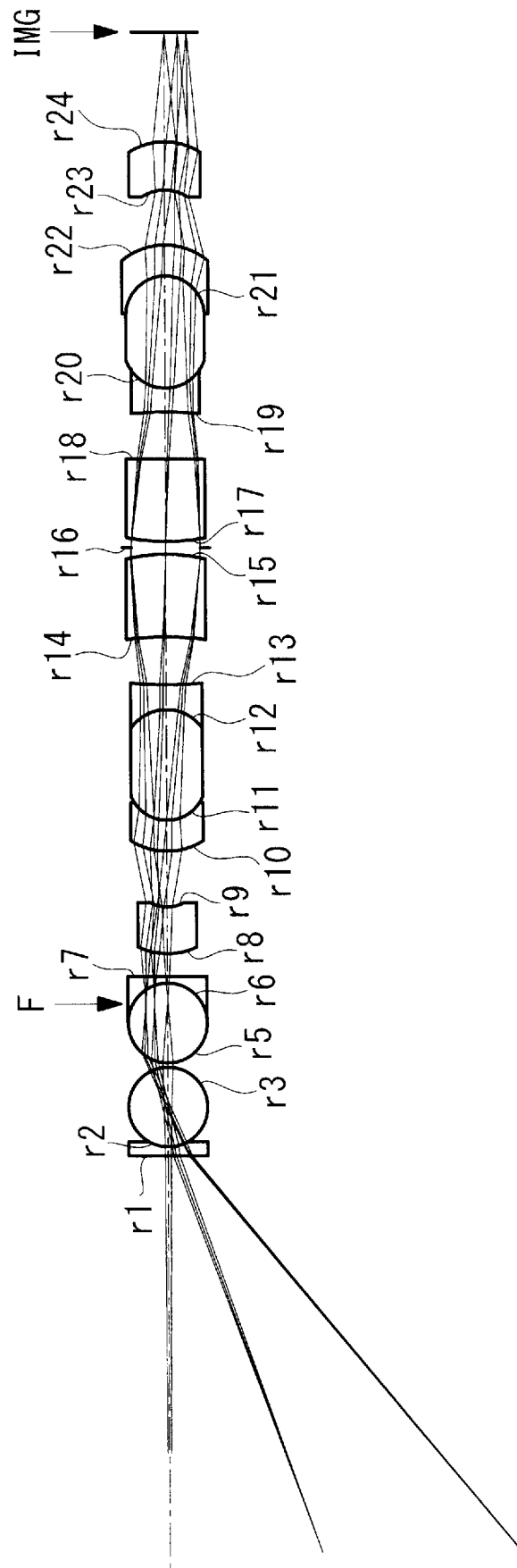
[図14]



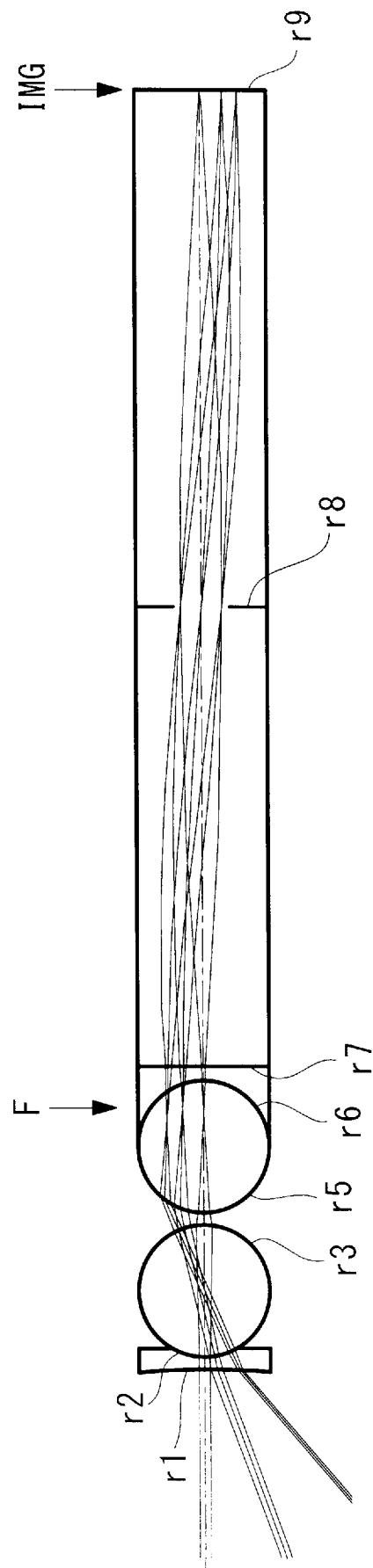
[図15]



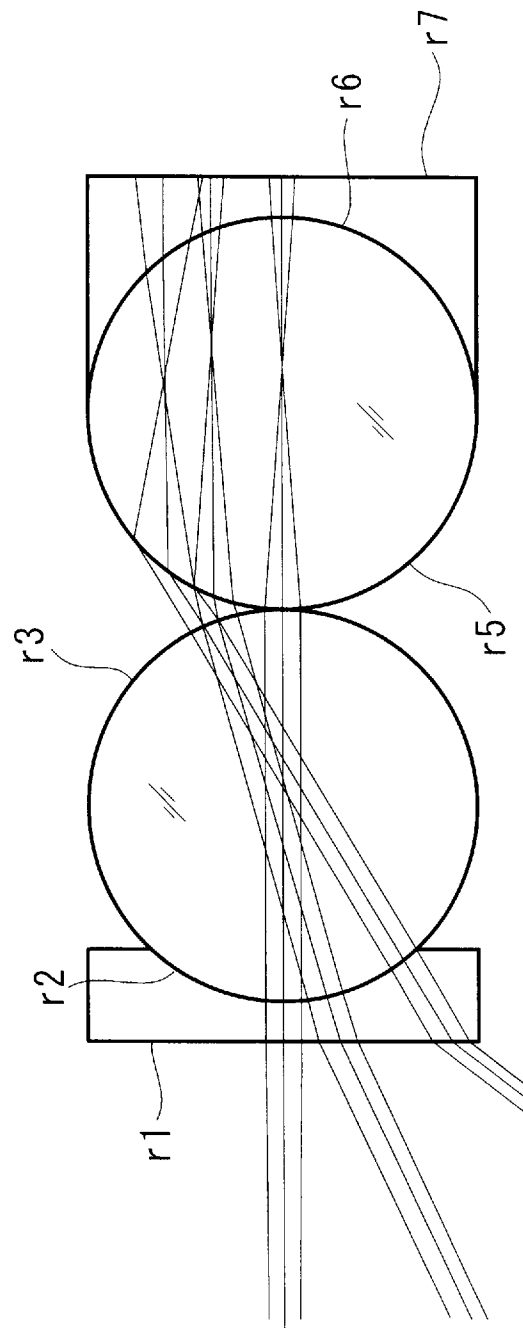
[図16]



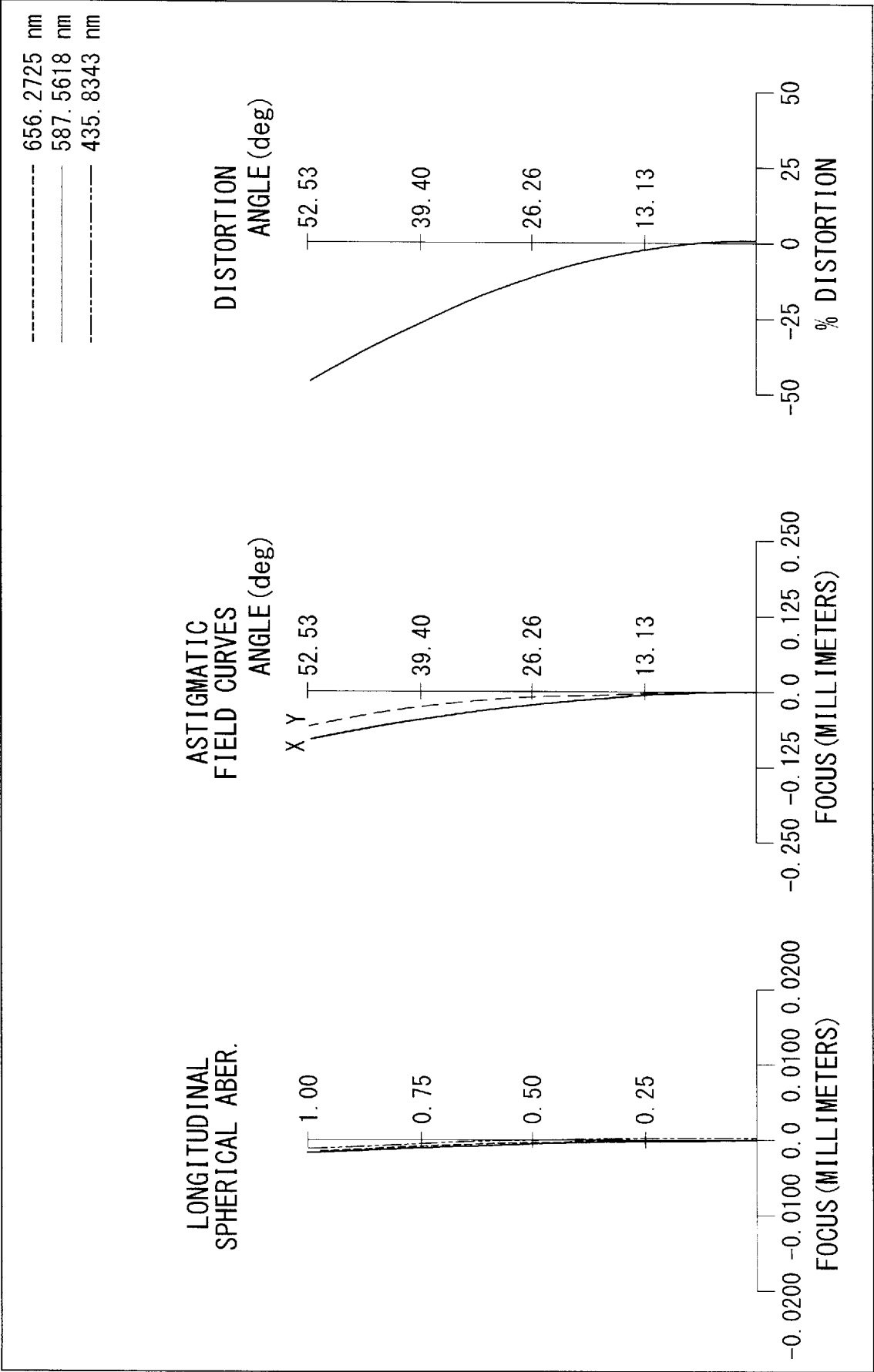
[図17]



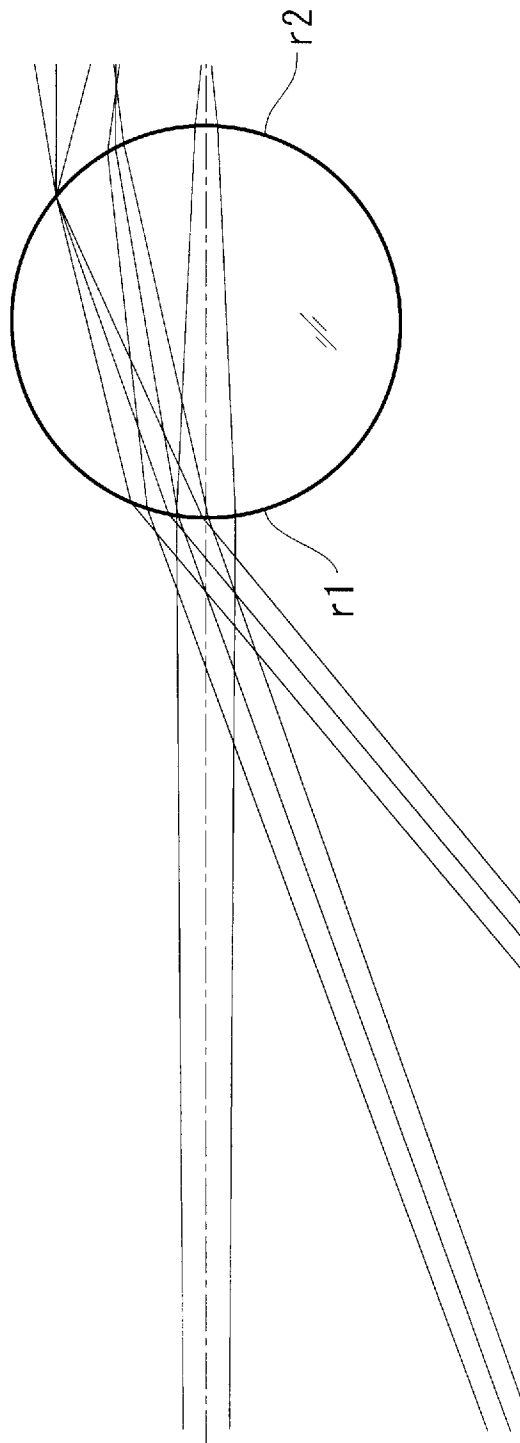
[図18]



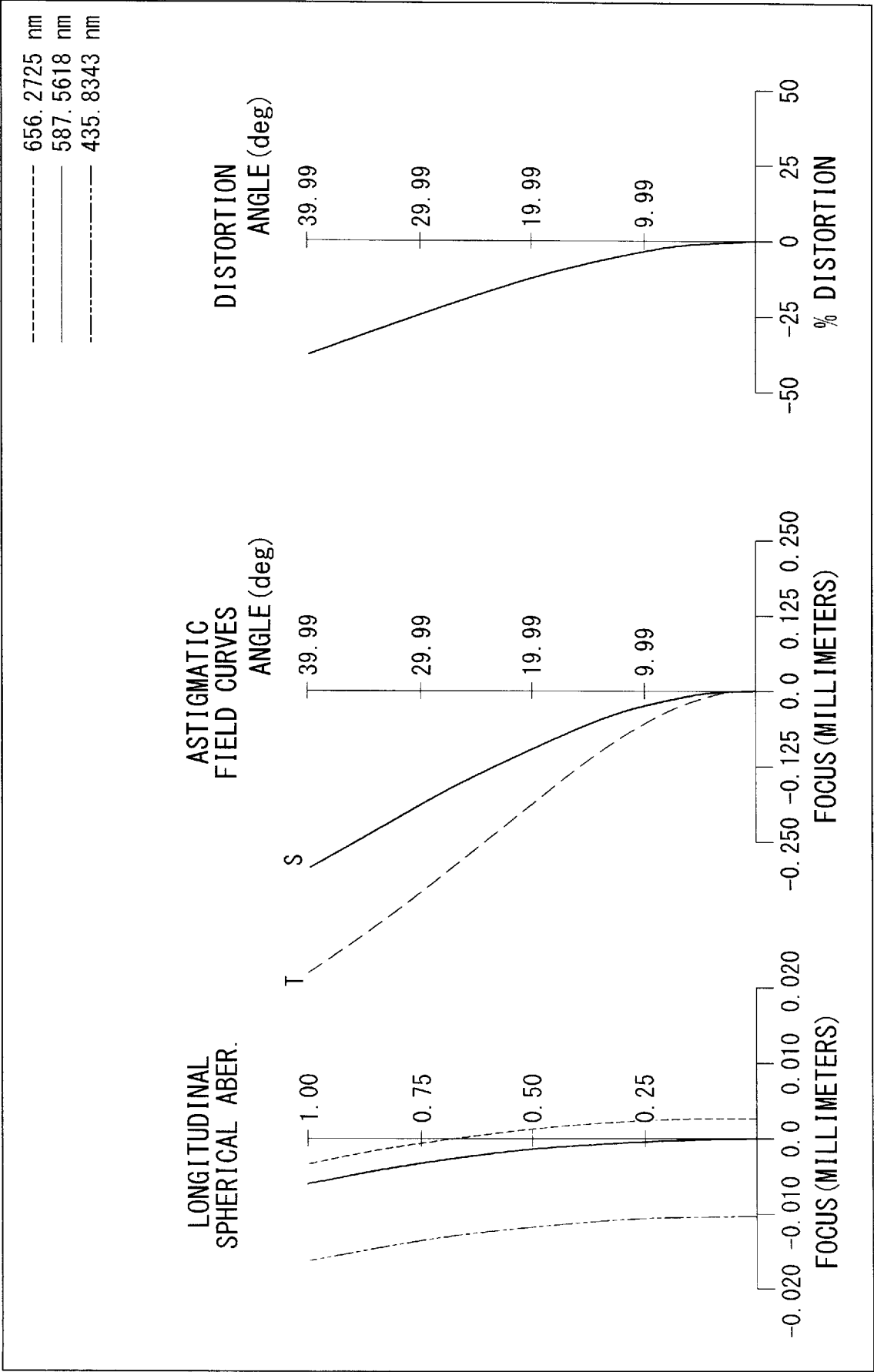
[19]



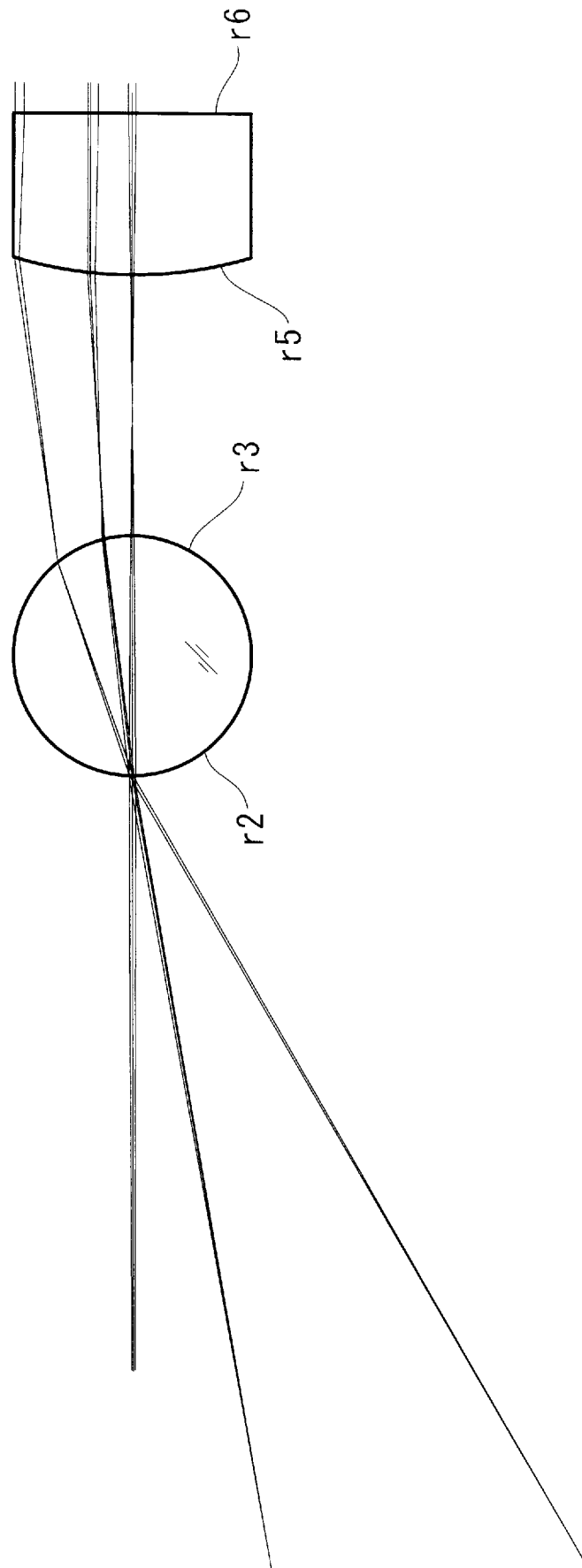
[図20]



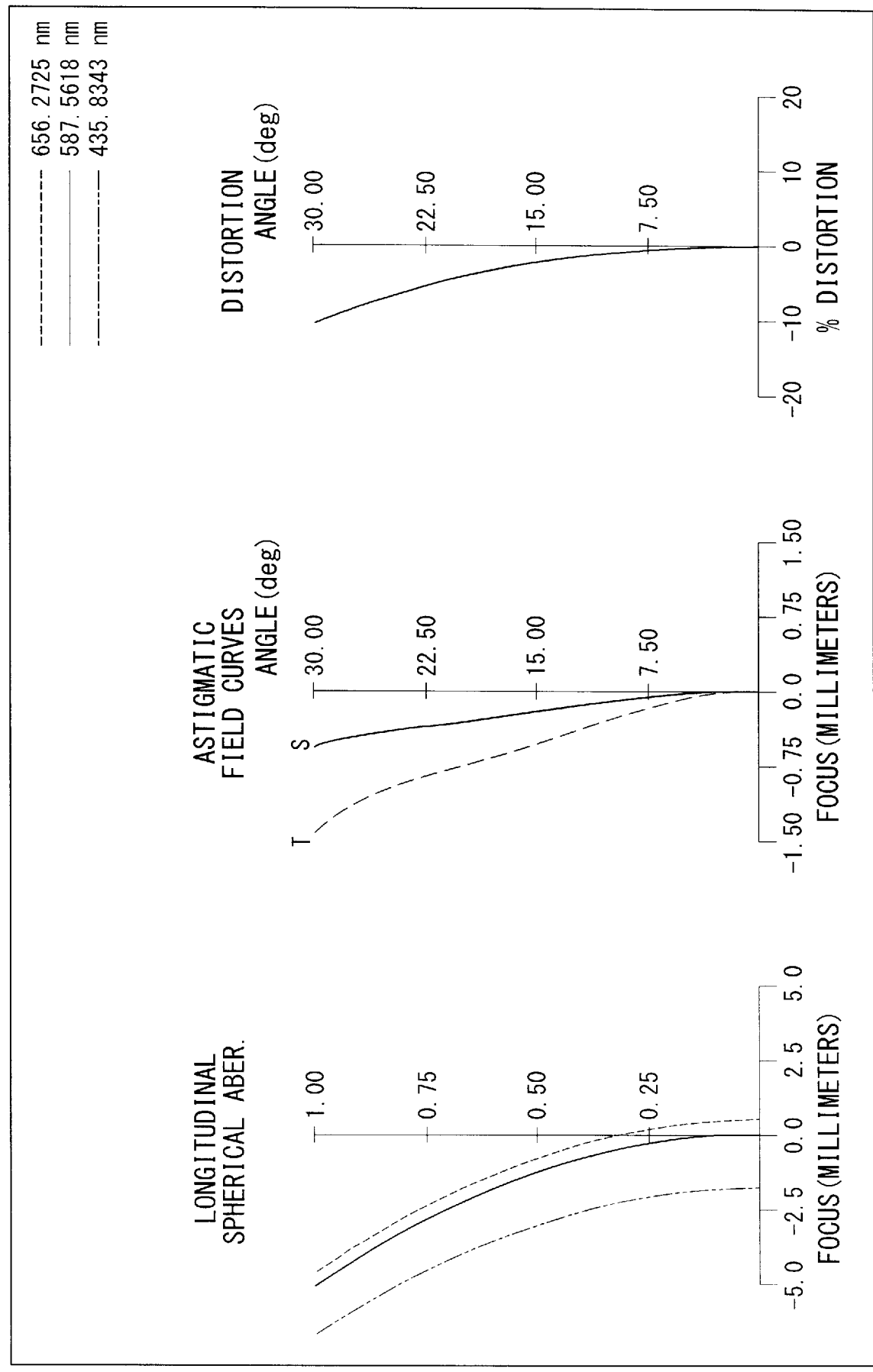
[図21]



[図22]



[23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/025647

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G02B13/00 (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. G02B13/00, 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	1971-2018
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.
A	JP 2005-528182 A (OPTISCOPE TECHNOLOGIES LTD.) 22 September 2005, entire text, all drawings & US 2003/0233029 A1, entire text, all drawings & US 2004/0133071 A1 & WO 2003/103482 A1 & WO 2005/053519 A1 & EP 1519675 A1 & EP 1696787 A1 & CA 2488341 A	1-6
A	JP 2009-276502 A (OLYMPUS MEDICAL SYSTEMS CORPORATION) 26 November 2009, entire text, all drawings & US 2009/0287057 A1, entire text, all drawings	1-6



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
27.09.2018

Date of mailing of the international search report
09.10.2018

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/JP2018/025647

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-236870 A (DAIDO GAKUEN) 21 October 2010, entire text, all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 56-149009 A (FUJITSU LIMITED) 18 November 1981, entire text, all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 57-35808 A (FUJITSU LIMITED) 26 February 1982, entire text, all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B13/00(2006.01)i, G02B23/26(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B13/00, 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	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
A	JP 2005-528182 A（オプティスコープ テクノロジーズ リミテッド）2005.09.22, 全文全図 & US 2003/0233029 A1, 全文全図 & US 2004/0133071 A1 & WO 2003/103482 A1 & WO 2005/053519 A1 & EP 1519675 A1 & EP 1696787 A1 & CA 2488341 A	1-6
A	JP 2009-276502 A（オリンパスメディカルシステムズ株式会社）2009.11.26, 全文全図 & US 2009/0287057 A1, 全文全図	1-6

☒ 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

27.09.2018

国際調査報告の発送日

09.10.2018

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）

堀井 康司

2 V

3 7 1 3

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	JP 2010-236870 A (学校法人大同学園) 2010.10.21, 全文全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 56-149009 A (富士通株式会社) 1981.11.18, 全文全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 57-35808 A (富士通株式会社) 1982.02.26, 全文全図 (ファミリーなし)	1-6