(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
2023年12月7日(07.12.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/233798 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 13/00 (2006.01) *G02B 13/04* (2006.01)
G02B 3/00 (2006.01) *G02B 13/18* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/013694

(22) 国際出願日： 2023年3月31日(31.03.2023)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2022-089189 2022年5月31日(31.05.2022) JP

(71) 出願人: 富士フイルム株式会社 (**FUJIFILM CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布２丁目２６番３０号 Tokyo (JP).

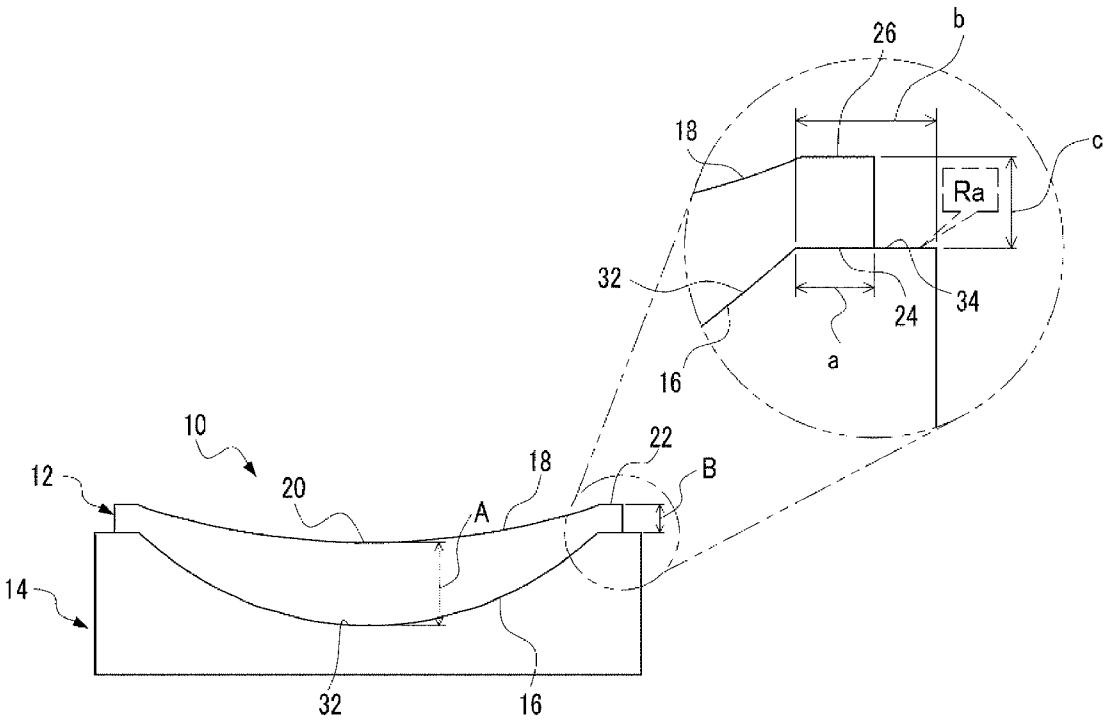
(72) 発明者: 宮本 治彦 (**MIYAMOTO, Haruhiko**); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町１丁目３２４番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 斉藤 広樹(**SAITO, Hiroki**); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町１丁目３２４番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 岩▲崎▼ 信行(**IWAZAKI, Nobuyuki**); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町１丁目３２４番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人太陽国際特許事務所(**TAIYO, NAKAJIMA & KATO**); 〒1600022 東京都新宿区新宿４丁目３番１７号 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,

(54) **Title:** OPTICAL SYSTEM

(54) 発明の名称： 光学系



(57) **Abstract:** This optical system includes a compound lens having a first lens and a second lens. The first lens is formed from a resin, and the second lens is formed from glass. The optical system satisfies conditional formulae (1) and (2) where the maximum value of the thickness of the first lens is A (mm) and the minimum value of the thickness of the first lens is B (mm): Conditional formula (1): A/B≤10. Conditional formula (2): A≤3 mm. The resin satisfies conditional formula (3) where x (μ m) is a plastic deformation amount if an indenter is pressed in at a loading rate of 200 mN/10 sec at an

WO 2023/233798 A1

［続葉有］

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)）

environmental temperature of 25°C. Conditional formula (3): 1.0 μm≤x≤4.0 μm.

(57) 要約：光学系は、第１レンズと第２レンズとを有する複合レンズを含む。第１レンズは、樹脂によって形成され、第２レンズは、ガラスによって形成されている。光学系は、第１レンズの厚みの最大値をＡ［ｍｍ］とし、第１レンズの厚みの最小値をＢ［ｍｍ］とした場合に、条件式（１）及び（２）を満足する。 Ａ／Ｂ≦１０ （１） Ａ≦３ｍｍ （２） 樹脂は、環境温度が２５℃の状態で、圧子を２００ｍＮ／１０ｓｅｃの荷重速度で押し込んだ場合の塑性変形量をｘ［μｍ］とした場合に、条件式（３）を満足する。 １．０μｍ≦ｘ≦４．０μｍ （３）

明　細　書

発明の名称 ： 光学系

技術分野

[0001]　本開示の技術は、複合レンズを含む光学系に関する。

背景技術

[0002]　特許第６８２４４２４号公報には、基材レンズと、基材レンズの光学面を被覆する光学面形状の樹脂層とを有する複合レンズの製造装置が開示されている。

[0003]　特開平０７－６８５６８号公報には、光学素子の基材上に載置されたエネルギー硬化型の樹脂を成形面が所望の光学的形状を有する金型で押圧して樹脂層を形成し、エネルギーを照射して樹脂層を硬化させる複合型光学素子の成形方法が開示されている。

[0004]　特開平０７－１１２４９１号公報には、ガラス基盤の両面に熱重合型樹脂から成る非球面樹脂層を有する複合光学素子が開示されている。

[0005]　特開平０８－２５８１７２号公報には、特定プラスチックレンズ用組成物を、活性エネルギー線により部分重合して不流動化する第１の工程と、これに続く加熱処理による重合完結の第２の工程により成形するプラスチックレンズの製造方法が開示されている。

[0006]　国際公開第２０２２／０３９１４３号パンフレットには、十分に低いアッベ数とともに優れた透過率も実現した硬化物を得ることができる化合物、この化合物を含有する硬化性樹脂組成物、この硬化性樹脂組成物から得られた硬化物、並びに、この硬化物を含む光学部材及びレンズが開示されている。

[0007]　特開２００９－２４８４８３号公報には、光学素子基材又は金型に第１の樹脂を吐出する第１の吐出工程と、第１の樹脂に硬化エネルギーを照射し硬化させる第１の照射工程と、硬化した第１の樹脂の表面にさらに第２の樹脂を吐出する第２の吐出工程と、光学素子基材又は金型を第２の樹脂に近接し第２の樹脂を拡げる引き延ばし工程と、拡げた第２の樹脂に硬化エネルギー

を照射し硬化させる第２の照射工程と、を有する複合光学素子の製造方法が開示されている。

[0008] 特開２００３－２６２７０８号公報には、素子基材と素子基材の表面に固定した樹脂層を含む複合光学素子が開示されている。

[0009] 特許第３０７１２７７号公報には、略円板状の本体部と本体部の外周縁に外周縁を取り巻く様に接続された胴付き部とから成る硝子部材を母材として、本体部の表面に形成され本体部の外径よりも小さい外径を有する光学機能面上に、所定の表面形状を有する樹脂層を成形加工によって形成することにより、硝子材料と樹脂材料とを一体化したレンズを形成するためのレンズの製造方法が開示されている。

[0010] 特許第４６３２９４２号公報には、光学素子基材と、光学素子基材に接合した樹脂層とを有する樹脂接合型の光学素子が開示されている。

[0011] 特開２０１１－１８６４４０号公報には、光軸方向の一方を向く第１光学機能面および光軸方向の他方を向く第２光学機能面を有するとともに、第１光学機能面の周囲に設けられた外周面を有するガラス基材と、ガラス基材の第２光学機能面に接合された樹脂層と、を備える複合光学素子が開示されている。

[0012] 特開平０５－３２３１０４号公報には、ガラス製レンズの表面に、非球面からなる合成樹脂層を付着成形する複合型非球面レンズが開示されている。

[0013] 特開２００５－０６０６９６号公報には、ガラスレンズ母材に樹脂層を接合してなるハイブリッドレンズの樹脂層の形成に用いられる樹脂組成物が、ラジカル重合性モノマーとシランカップリング剤とを含有するハイブリッドレンズ用樹脂組成物が開示されている。

[0014] 特開２００３－１９１２６０号公報には、ガラス製のレンズにおける一側表面を樹脂膜接合面として、この樹脂膜接合面に、レンズに所定の特性を持たせるために、透明な樹脂膜を接合する装置が開示されている。

[0015] 特開２０１８－１５１４２０号公報には、支持体上に、室温での押し込み弾性率が０ＭＰａより大きく３０００ＭＰａ以下の第１の樹脂層と、第１の

樹脂層上に第２の樹脂層とを有し、支持体の反り量は０μｍ乃至５０μｍである、レンズ構造体が開示されている。

[0016] 特開２０１５－２１９４２２号公報には、基板と樹脂からなる光学部材において、樹脂からなる主要構成パタンの最薄部樹脂厚をＲＴｍｉｎ、最厚部樹脂厚をＲＴｍａｘ、とするとき、特定の式を満足する光学部材が開示されている。

発明の概要

[0017] 本開示の技術に係る一つの実施形態は、第１レンズの品質を確保できる光学系を提供する。

課題を解決するための手段

[0018] 本開示の技術に係る第１の態様は、第１レンズと第２レンズとを有する複合レンズを含む光学系であって、第１レンズは、樹脂によって形成され、第２レンズは、ガラスによって形成され、第１レンズの厚みの最大値をＡ［ｍｍ］とし、第１レンズの厚みの最小値をＢ［ｍｍ］とした場合に、

Ａ／Ｂ≦１０ （１）

Ａ≦３ｍｍ （２）

で表される条件式（１）及び（２）を満足し、

樹脂は、環境温度が２５℃の状態で、圧子を２００ｍＮ／１０ｓｅｃの荷重速度で押し込んだ場合の塑性変形量をｘ［μｍ］とした場合に、

１．０μｍ≦ｘ≦４．０μｍ （３）

で表される条件式（３）を満足する光学系である。

[0019] 本開示の技術に係る第２の態様は、第１の態様に係る光学系において、

Ａ≧０．１ｍｍ （５）

Ｂ≧０．０２ｍｍ （６）

で表される条件式（５）及び（６）を満足する光学系である。

[0020] 本開示の技術に係る第３の態様は、第１の態様又は第２の態様に係る光学系において、樹脂の２５℃における硬度は、１８６ＭＰａ以上１９６ＭＰａ以下である光学系である。

[0021] 本開示の技術に係る第４の態様は、第１の態様から第３の態様の何れか一つの態様に係る光学系において、樹脂の７５℃における硬度は、１４９ＭＰａ以上１６４ＭＰａ以下である光学系である。

[0022] 本開示の技術に係る第５の態様は、第１の態様から第４の態様の何れか一つの態様に係る光学系において、樹脂の７５℃における弾性回復率は、５９％以上６３％以下である光学系である。

[0023] 本開示の技術に係る第６の態様は、第１の態様から第５の態様の何れか一つの態様に係る光学系において、樹脂の２５℃における押し込み弾性率は、３．５ＧＰａ以上３．６ＧＰａ以下である光学系である。

[0024] 本開示の技術に係る第７の態様は、第１の態様から第６の態様の何れか一つの態様に係る光学系において、樹脂の７５℃における押し込み弾性率は、２．４ＧＰａ以下である光学系である。

[0025] 本開示の技術に係る第８の態様は、第１の態様から第７の態様の何れか一つの態様に係る光学系において、樹脂は、光硬化性及び熱硬化性を有する光学系である。

[0026] 本開示の技術に係る第９の態様は、第１の態様から第８の態様の何れか一つの態様に係る光学系において、第１レンズは、正の屈折力を有し、樹脂によって形成されたレンズであり、第１レンズの中心厚をｄとし、第１レンズの物体側の面の曲率半径をＲｆとし、第１レンズの像側の面の曲率半径をＲｒとした場合に、

$$0 < d \times (1/Rf - 1/Rr) < 0.05 \quad (7)$$

で表される条件式（７）を満足する光学系である。

[0027] 本開示の技術に係る第１０の態様は、第１の態様から第９の態様の何れか一つの態様に係る光学系において、前群と、開口絞りと、後群とを備え、前群、開口絞り、及び後群は、物体側から像側へ前群、開口絞り、及び後群の順に配置され、後群は、正の屈折力を有し、樹脂によって形成されたＬｐレンズを少なくとも１枚含み、第１レンズは、Ｌｐレンズであり、無限遠物体に合焦した状態における、前群の最も物体側のレンズ面から後群の最も像側

のレンズ面までの光軸上の距離と、後群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の空気換算距離との和をＴＬとし、Ｌｐレンズの焦点距離をｆｐとした場合に、

０．１＜ＴＬ／ｆｐ＜１．２　　（８）

で表される条件式（８）を満足する光学系である。

[0028] 本開示の技術に係る第１１の態様は、第１の態様から第１０の態様の何れか一つの態様に係る光学系において、前群と、開口絞りと、後群とを備え、前群、開口絞り、及び後群は、物体側から像側へ前群、開口絞り、及び後群の順に配置され、後群は、正の屈折力を有し、樹脂によって形成されたＬｐレンズを少なくとも１枚含み、第１レンズは、Ｌｐレンズであり、無限遠物体に合焦した状態でのＬｐレンズの物体側の面における最大半画角の主光線の光軸からの高さをＨｐｐとし、無限遠物体に合焦した状態でのＬｐレンズの物体側の面における軸上マージナル光線の光軸からの高さをＨｐｍとした場合に、

０．２＜Ｈｐｐ／Ｈｐｍ＜１．１　　（９）

で表される条件式（９）を満足する光学系である。

[0029] 本開示の技術に係る第１２の態様は、第１の態様から第１１の態様の何れか一つの態様に係る光学系において、前群と、開口絞りと、後群とを備え、前群、開口絞り、及び後群は、物体側から像側へ前群、開口絞り、及び後群の順に配置され、後群は、正の屈折力を有し、樹脂によって形成されたＬｐレンズを少なくとも１枚含み、第１レンズは、Ｌｐレンズであり、Ｌｐレンズの像側の面の曲率半径をＲｒとし、無限遠物体に合焦した状態において、光軸上の開口絞りの位置にある点を物点とした場合に、開口絞りの像側に隣接するレンズ面からＬｐレンズの像側の面までの光学系により形成される像点の、Ｌｐレンズの像側の面からの光軸上の距離をＤｅとし、Ｌｐレンズの像側の面より像側の媒質は空気としてＤｅを算出し、Ｄｅの符号を、光軸上において、Ｌｐレンズの像側の面より像点が物体側にあれば負とし、Ｌｐレンズの像側の面より像点が像側にあれば正とした場合に、

－０．９＜（Ｄｅ－Ｒｒ）／（Ｄｅ＋Ｒｒ）＜０．９　　（１０）

で表される条件式（１０）を満足する光学系である。

[0030] 本開示の技術に係る第１３の態様は、第１の態様から第１２の態様の何れか一つの態様に係る光学系において、前群と、開口絞りと、後群とを備え、前群、開口絞り、及び後群は、物体側から像側へ前群、開口絞り、及び後群の順に配置され、後群は、正の屈折力を有し、樹脂によって形成されたＬｐレンズを少なくとも１枚含み、第１レンズは、Ｌｐレンズであり、合焦の場合に光軸に沿って移動するフォーカス群の焦点距離をｆｆｏｃとし、Ｌｐレンズの焦点距離をｆｐとした場合に、

０．０４＜ｆｆｏｃ／ｆｐ＜０．３６　　（１１）

で表される条件式（１１）を満足する光学系である。

[0031] 本開示の技術に係る第１４の態様は、第１の態様から第１３の態様の何れか一つの態様に係る光学系において、前群と、開口絞りと、後群とを備え、前群、開口絞り、及び後群は、物体側から像側へ前群、開口絞り、及び後群の順に配置され、第１レンズは、正の屈折力を有し、樹脂によって形成されたＬｐレンズであり、無限遠物体に合焦した状態における最大画角をωｍとした場合に、

ωｍ≧４５°　　（１２）

で表される条件式（１２）を満足する場合、後群は、Ｌｐレンズを含み、

ωｍ＜４５°　　（１３）

で表される条件式（１３）を満足する場合、前群は、Ｌｐレンズを含む光学系である。

[0032] 本開示の技術に係る第１５の態様は、第１の態様から第１４の態様の何れか一つの態様に係る光学系において、前群と、開口絞りと、後群とを備え、前群、開口絞り、及び後群は、物体側から像側へ前群、開口絞り、及び後群の順に配置され、後群は、正の屈折力を有し、樹脂によって形成されたＬｐレンズを少なくとも１枚含み、第１レンズは、Ｌｐレンズであり、Ｌｐレンズの中心厚をＡとし、Ｌｐレンズの両面のうちの最大有効径高さにおける複

合レンズの光軸方向の厚さをＢとし、最大像高をＹとし、Ｌｐレンズのｇ線とＦ線間の部分分散比をθｇＦとし、Ｌｐレンズのｄ線基準のアッベ数をνｄとし、Δθｇを条件式（１５）で表した場合に、

Δθｇ＝θｇ－（０．６４３８－０．００１６８２×νｄ）　（１４）

０．００４＜（｜Ａ－Ｂ｜Δθｇ）／Ｙ＜０．０２０　（１５）

で表される条件式（１６）を満足する光学系である。

[0033] 本開示の技術に係る第１６の態様は、第１の態様から第１５の態様の何れか一つの態様に係る光学系において、前群と、開口絞りと、後群とを備え、前群、開口絞り、及び後群は、物体側から像側へ前群、開口絞り、及び後群の順に配置され、複合レンズは、前群に含まれ、第２レンズは、第１レンズに対して物体側に配置されている光学系である。

[0034] 本開示の技術に係る第１７の態様は、第１の態様から第１５の態様の何れか一つの態様に係る光学系において、前群と、開口絞りと、後群とを備え、前群、開口絞り、及び後群は、物体側から像側へ前群、開口絞り、及び後群の順に配置され、複合レンズは、後群に含まれ、第２レンズは、第１レンズに対して像側に配置されている光学系である。

[0035] 本開示の技術に係る第１８の態様は、第１レンズ及び第２レンズを有する複合レンズを含む光学系であって、第１レンズは、凸面と、凸面の外周縁から複合レンズの径方向外側に張り出す第１面とを有し、第２レンズは、凸面と接合された凹面と、凹面の外周縁から径方向外側に張り出し、第１面と接合された第２面とを有し、径方向に沿った第１面の長さをａ［μｍ］とし、径方向に沿った第２面の長さをｂ［μｍ］とし、第２面の表面粗さをＲａ［μｍ］とした場合に、

ａ＜ｂ　（１６）

５μｍ≦ａ／Ｒａ　（１７）

で表される条件式（１６）及び（１７）を満足する光学系である。

図面の簡単な説明

[0036] [図1]複合レンズの一例を示す縦断面図である。

[図2]複合レンズの寸法関係の一例を示す縦断面図である。

[図3]複合レンズの製造方法の一例を示す説明図である。

[図4]複合レンズの課題の一例を説明する縦断面図である。

[図5]微小硬度試験における荷重変位曲線の一例を示すグラフである。

[図6]撮像レンズの一例を示す縦断面図である。

[図7]撮像レンズにおける距離Ｄｅの一例を示す縦断面図である。

[図8]撮像レンズにおける高さＨｐｐ及び高さＨｐｍの一例を示す縦断面図である。

[図9]実施例１に係る撮像レンズの一例を示す縦断面図である。

[図10]実施例１に係る撮像レンズの各収差を示す説明図である。

[図11]実施例２に係る撮像レンズの一例を示す縦断面図である。

[図12]実施例２に係る撮像レンズの各収差を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0037] 以下、添付図面に従って本開示の技術に係る光学系の実施形態の一例について説明する。

[0038] 本明細書の説明において、「直交」とは、完全な直交の他に、本開示の技術が属する技術分野で一般的に許容される誤差であって、本開示の技術の趣旨に反しない程度の誤差を含めた意味合いでの直交を指す。本明細書の説明において、「平行」とは、完全な平行の他に、本開示の技術が属する技術分野で一般的に許容される誤差であって、本開示の技術の趣旨に反しない程度の誤差を含めた意味合いでの平行を指す。本明細書の説明において、「平面」とは、完全な平面の他に、本開示の技術が属する技術分野で一般的に許容される誤差であって、本開示の技術の趣旨に反しない程度の誤差を含めた意味合いでの平面を指す。

[0039] （複合レンズの構成）

はじめに、複合レンズ１０の構成の一例について説明する。一例として図１に示すように、複合レンズ１０は、第１レンズ１２及び第２レンズ１４を

有する。第１レンズ１２及び第２レンズ１４は、いずれも複合レンズ１０の光軸方向視で円形状に形成されている。第１レンズ１２は、樹脂によって形成されており、第２レンズ１４は、ガラスによって形成されている。

[0040] 一例として、第１レンズ１２は、凹メニスカスレンズであり、凸面１６と、凹面１８とを有する。凸面１６は、凸状に形成されており、凹面１８は、凹状に形成されている。凹面１８は、複合レンズ１０の光軸方向において、凸面１６とは反対側に位置する面である。凸面１６と凹面１８とは、第１レンズ１２のうちのレンズ本体２０に形成されている。レンズ本体２０は、第１レンズ１２の有効径を規定する部位である。

[0041] また、第１レンズ１２は、フランジ２２を有する。フランジ２２は、レンズ本体２０の外周縁から複合レンズ１０の径方向外側に張り出している。フランジ２２は、レンズ本体２０の外周縁に沿って環状に形成されている。フランジ２２は、第１フランジ面２４と、第２フランジ面２６とを有する。第１フランジ面２４は、凸面１６の外周縁から複合レンズ１０の径方向外側に張り出しており、第２フランジ面２６は、凹面１８の外周縁から複合レンズ１０の径方向外側に張り出している。一例として、第１フランジ面２４及び第２フランジ面２６は、いずれも複合レンズ１０の光軸方向と直交する方向に延びている。凹面１８及び第２フランジ面２６は、後述する金型５６（図３参照）によって成形される被成形面２８を形成している。

[0042] 一例として、第２レンズ１４は、平凹レンズであり、平面３０と、凹面３２とを有する。平面３０は、平面状に形成されており、凹面３２は、凹状に形成されている。凹面３２は、複合レンズ１０の光軸方向において、平面３０とは反対側に位置する面である。凹面３２には、第１レンズ１２の凸面１６が接合されている。また、第２レンズ１４は、摺り面３４を有する。摺り面３４は、凹凸を有する粗面によって形成されている。摺り面３４は、凹面３２の外周縁から複合レンズ１０の径方向外側に張り出している。一例として、摺り面３４は、複合レンズ１０の光軸方向と直交する方向に延びている。凹面３２と摺り面３４との間には、稜線３６が形成されている。稜線３６

は、凹面３２の外周縁に沿って環状に形成されている。

[0043] 摺り面３４には、第１フランジ面２４が接合されている。一例として、第１フランジ面２４は、摺り面３４のうちの凹面３２側の第１領域３４Ａに接合されている。摺り面３４のうちの第１領域３４Ａを除く第２領域３４Ｂは、例えば、複合レンズ１０が把持装置（図示省略）によって把持される場合の掴み代として利用される。つまり、複合レンズ１０のうちの第２領域３４Ｂを含む部分は、把持装置によって把持される被把持部３８である。

[0044] なお、図１に示す例では、第２レンズ１４の一例として、平凹レンズが挙げられているが、第２レンズ１４は、平面３０の代わりに凹面を有する両凹レンズでもよい。また、第２レンズ１４は、平面３０の代わりに凸面を有する凹メニスカスレンズでもよい。

[0045] 複合レンズ１０は、本開示の技術に係る「複合レンズ」の一例である。第１レンズ１２は、本開示の技術に係る「第１レンズ」の一例である。第２レンズ１４は、本開示の技術に係る「第２レンズ」の一例である。凸面１６は、本開示の技術に係る「凸面」の一例である。凹面１８は、本開示の技術に係る「凹面」の一例である。第１フランジ面２４は、本開示の技術に係る「第１面」の一例である。摺り面３４は、本開示の技術に係る「第２面」の一例である。第２フランジ面２６は、本開示の技術に係る「第３面」の一例である。

[0046] （複合レンズの寸法関係）

続いて、複合レンズ１０の寸法関係について説明する。一例として図２に示すように、以下の説明では、複合レンズ１０の径方向に沿った第１フランジ面２４の長さを「長さａ」と称し、複合レンズ１０の径方向に沿った摺り面３４の長さを「長さｂ」と称する。また、複合レンズ１０の光軸方向に沿った第１フランジ面２４から第２フランジ面２６までの長さを「長さｃ」と称し、摺り面３４の表面粗さを「表面粗さＲａ」と称する。長さａ、長さｂ、長さｃ、及び表面粗さＲａの単位は、いずれも「μｍ（マイクロメートル）」である。

[0047] また、第１レンズ１２の厚みの最大値を「最大厚みＡ」と称し、第１レンズ１２の厚みの最小値を「最小厚みＢ」と称する。最大厚みＡ及び最小厚みの単位は、いずれも「ｍｍ（ミリメートル）」である。第１レンズ１２の厚みは、複合レンズ１０の光軸方向に沿った凸面１６から凹面１８までの長さによって規定される。一例として、最大厚みＡは、第１レンズ１２の中心での第１レンズ１２の厚みに相当する。また、一例として、最小厚みＢは、レンズ本体２０のフランジ２２側の端部の厚みに相当する。

[0048] （複合レンズに適用される寸法）

続いて、複合レンズ１０に適用される寸法の一例について説明する。凸面１６の中心での第１レンズ１２の厚さと、第１フランジ面２４での第１レンズ１２の厚さ（すなわち、フランジ２２の厚さ）との差は、０．０１ｍｍ以上、１ｍｍ以下である。凸面１６の有効径は、３ｍｍ以上、５０ｍｍ以下である。第２レンズ１４の外径は、４ｍｍ以上、１１０ｍｍ以下である。凹面３２の中心での第２レンズ１４の厚さは、０．５ｍｍ以上、１０ｍｍ以下である。凹面３２の有効径は、３ｍｍ以上、５０ｍｍ以下である。凹面３２の曲率半径は、５ｍｍ以上、３００ｍｍ以下である。凸面１６の曲率半径は、凹面３２の曲率半径と同じである。なお、上記寸法は、あくまでも一例であり、複合レンズ１０の寸法は、上記以外の寸法でもよい。

[0049] （第１レンズ及び第２レンズに適用される材料）

続いて、第１レンズ１２及び第２レンズ１４に適用される材料の一例について説明する。一例として、第１レンズ１２は、光硬化性及び熱硬化性を有する光熱硬化性樹脂によって形成されている。具体的には、第１レンズ１２は、光硬化性を有する光硬化性樹脂と熱硬化性を有する熱硬化性樹脂との混合樹脂によって形成されている。第１レンズ１２を形成する光熱硬化性樹脂としては、例えば、国際公開第２０２２／０３９１４３号パンフレットに記載された硬化性樹脂等が挙げられる。

[0050] 例えば、第１レンズ１２の線膨張係数は、６×１０^{-５}／℃であり、第１レンズ１２の弾性率は、$２．５\times１０^{９}$Ｐａである。第２レンズ１４を形成する

ガラスとしては、例えば、株式会社ＯＨＡＲＡ社製のＳ－ＦＰＬ５等が挙げられる。例えば、第２レンズ１４の線膨張係数は、０．７７×１０$^{-5}$／℃であり、第２レンズ１４の弾性率は、１０６．７×１０^{9}Ｐａである。

[0051] （複合レンズの製造方法）

続いて、複合レンズ１０の製造方法の一例について説明する。図３に示す例では、第１レンズ１２を形成するための樹脂として、樹脂５０が用いられる。樹脂５０は、光熱硬化性樹脂である。複合レンズ１０の製造方法では、先ず、未硬化状態にある樹脂５０が供給装置５２によって凹面３２に供給される。次いで、第２レンズ１４が治具５４によって保持された状態で、第２レンズ１４とは反対側から樹脂５０が金型５６によって第２レンズ１４側に押圧される。金型５６には、被成形面２８を反転させた形状を有する成形面５８が形成されている。成形面５８によって樹脂５０に被成形面２８が形成される。

[0052] 次いで、樹脂５０及び金型５６とは反対側に配置された光源６０から光６２が出力される。光６２は、樹脂５０を硬化させる波長帯域の光である。光源６０から出力された光６２は、第２レンズ１４を透過し、樹脂５０に照射される。樹脂５０に光６２が照射されることにより、樹脂５０に含まれる光硬化性樹脂が硬化反応し、樹脂５０が半硬化状態になる。次いで、金型５６が加熱装置６４によって加熱される。加熱装置６４によって加熱された金型５６の熱が樹脂５０に伝わることにより、樹脂５０が加熱される。そして、樹脂５０に含まれる熱硬化性樹脂が硬化反応し、樹脂５０が硬化状態になる。樹脂５０が硬化することで、第２レンズ１４と一体化した第１レンズ１２が形成される。以上の要領で、第１レンズ１２及び第２レンズ１４を有する複合レンズ１０が製造される。

[0053] （複合レンズの課題）

続いて、複合レンズ１０の課題について説明する。一例として図４に示すように、摺り面３４には、凹凸形状が形成されている。摺り面３４に形成された凹凸形状は、第１フランジ面２４に形成された凹凸形状とかみ合ってい

る。摺り面３４に形成された凹凸形状に含まれる凹部４０の直径φは、約５０μｍである。図４では、凹凸形状を容易に理解するために、凹凸形状の大きさが誇張して示されている。

[0054] 摺り面３４は、一例として研磨加工によって形成される。摺り面３４のうちの凹面３２との境界側の領域（以下、「境界領域３４Ｃ」と称する）には、研磨加工に伴って複数のマイクロクラック４２が生じる。マイクロクラック４２は、摺り面３４が研磨加工される場合に境界領域３４Ｃに応力が集中することによって生じる。境界領域３４Ｃに応力が集中するのは、境界領域３４Ｃが稜線３６と接するためである。境界領域３４Ｃと隣接する領域（以下、「隣接領域３４Ｄ」と称する）は、稜線３６とは離れていることによって応力が緩和されるため、マイクロクラック４２を含まない領域である。

[0055] 図４に示す例では、第１フランジ面２４が摺り面３４に対して境界領域３４Ｃのみで接合されている。すなわち、第１フランジ面２４が境界領域３４Ｃの長さの範囲に含まれる。図４に示す例では、第１レンズ１２が硬化収縮及び／又は熱収縮等によって複合レンズ１０の径方向内側（すなわち、矢印ＩＮ側）に変形した場合、第１フランジ面２４によって摺り面３４が引っ張られることにより、マイクロクラック４２を起点にして摺り面３４から第２レンズ１４の内部に向かってクラック４４が生じる虞がある。クラック４４の数及び／又は大きさが許容範囲を超えた場合、第１レンズ１２の変形に伴って生じる物理的な力によって第２レンズ１４が破壊される虞がある。

[0056] ここで、第１フランジ面２４によって摺り面３４が引っ張られる力を抑えるために、表面粗さＲａの値を減少させることが考えられる。しかしながら、表面粗さＲａの値を減少させた場合、摺り面３４で光が反射することによって複合レンズ１０に光学的な不良が生じる虞がある。

[0057] したがって、複合レンズ１０に対しては、摺り面３４での光の反射によって光学的な不良が生じること、及び第１レンズ１２の変形に伴って生じる物理的な力によって第２レンズ１４が破壊されることを防止できることが要求される。また、樹脂によって形成される第１レンズ１２に対しては、光学性

能に関する品質を確保できることが要求される。

[0058] （複合レンズの実施例及び比較例）

続いて、表１を参照しながら、複合レンズ１０の実施例及び比較例について、長さａ、長さｃ、及び表面粗さＲａを異ならせた場合の一例を説明する。一例として、実施例及び比較例に関する評価項目としては、「クラックの発生」、「光学特性」、及び「被把持性」が挙げられている。

[0059] 「クラックの発生」については、摺り面３４の境界領域３４Ｃに存在するマイクロクラック４２を起点にクラック４４が発生することに関して、「優」、「良」、又は「不可」で評価している。「クラックの発生」が「優」であることは、クラック４４が生じず、第２レンズ１４が破壊されることを防止できることを示す。「クラックの発生」が「良」であることは、クラック４４が生じるが、クラック４４の数及び／又は大きさが許容範囲内であり、第２レンズ１４が破壊されることを防止できることを示す。「クラックの発生」が「不可」であることは、クラック４４の数及び／又は大きさが許容範囲外であり、第２レンズ１４が破壊されることを示す。

[0060] 「光学特性」については、複合レンズ１０の光学的な特性に関して、「優」、「良」、又は「不可」で評価している。摺り面３４が平面に近づくほど、摺り面３４で反射する光の強度が増加し、複合レンズ１０の光学的な特性に影響する。「光学特性」が「優」であることは、複合レンズ１０の光学的な特性に影響がなく、複合レンズ１０に光学的な不良が生じることを防止できることを示す。「光学特性」が「良」であることは、複合レンズ１０の光学的な特性に影響が生じるが、摺り面３４で反射する光の強度が許容範囲内であり、複合レンズ１０に光学的な不良が生じることを防止できることを示す。「光学特性」が「不可」であることは、摺り面３４で反射する光の強度が許容範囲外であり、複合レンズ１０に光学的な不良が生じることを示す。

[0061] 「被把持性」については、被把持部３８が把持装置によって把持される場合の作業性に関して、「優」、「良」、又は「不可」で評価している。上述の通り、複合レンズ１０は、被把持部３８を有しており、被把持部３８が把

持装置によって把持された状態で搬送作業及び組付作業が行われる。「被把持性」が「優」であることは、被把持部３８の長さが、把持装置によって被把持部３８が把持されるのに必要とされる最低限の長さよりも長いことにより、把持装置によって被把持部３８が把持された場合に、複合レンズ１０の安定性が確保されることを示す。「被把持性」が「良」であることは、被把持部３８の長さが、把持装置によって被把持部３８が把持されるのに必要とされる最低限の長さに設定されることにより、把持装置によって被把持部３８が把持された場合に、複合レンズ１０の安定性が確保されることを示す。「被把持性」が「不可」であることは、被把持部３８の長さが、把持装置によって被把持部３８が把持されるのに必要とされる最低限の長さよりも短いことにより、把持装置によって被把持部３８を把持することができないことを示す。

[0062] [表1]

		a[μm]	c[μm]	Ra[μm]	クラックの発生	光学特性	被把持性
1	実施例	150	150	3	優	優	優
2	実施例	150	150	20	良	優	優
3	比較例	150	150	21	不可	優	優
4	比較例	150	150	22	不可	優	優
5	比較例	150	150	25	不可	優	優
6	比較例	150	150	0.4	優	不可	優
7	実施例	150	150	0.5	優	良	優
8	実施例	100	150	3	良	優	優
9	比較例	50	150	3	不可	優	優
10	実施例	150	200	3	優	優	優
11	実施例	150	300	3	良	優	優
12	比較例	150	350	3	不可	優	優
13	実施例	500	150	3	優	優	優
14	実施例	800	150	3	優	優	優
15	実施例	1000	150	3	優	優	良
16	比較例	1100	150	3	優	優	不可
17	実施例	150	100	3	優	優	優
18	実施例	150	50	3	優	優	優
19	実施例	150	10	3	優	良	優
20	比較例	150	9	3	優	不可	優

[0063] 表１に示される実施例及び比較例より、複合レンズ１０は、下記条件式（１）、（２）、及び（３）を満足することが好ましい。

$a < b$ （１）

$100\,\mu m \leqq a$ （２）

０．５μｍ≦Ｒａ≦２０μｍ　　（３）

[0064] 条件式（２）で長さａが１００μｍを下回る場合、クラック４４が生じることにより、第２レンズ１４が破壊される。条件式（２）で長さａが１００μｍ以上である場合、クラック４４が生じることが抑制されることにより、第２レンズ１４が破壊されることを防止できる。長さａが１００μｍ以上である場合に、摺り面３４の境界領域３４Ｃに存在するマイクロクラック４２を起点にクラック４４が生じることが抑制される要因としては、第１フランジ面２４が、マイクロクラック４２を含む境界領域３４Ｃに加えて、境界領域３４Ｃと隣接する隣接領域３４Ｄ（すなわち、マイクロクラック４２を含まない領域）とも接合されるからであると推測される。

[0065] 条件式（３）で表面粗さＲａが０．５μｍを下回る場合、摺り面３４で反射する光によって複合レンズ１０の光学的な特性に影響が生じ、これにより、複合レンズ１０に光学的な不良が生じる。条件式（３）で表面粗さＲａが０．５μｍ以上である場合、摺り面３４で反射する光によって複合レンズ１０の光学的な特性に影響が生じることが抑制され、これにより、複合レンズ１０に光学的な不良が生じることを防止できる。条件式（３）で表面粗さＲａが２０μｍを上回る場合、摺り面３４の境界領域３４Ｃに存在するマイクロクラック４２を起点にクラック４４が生じ、これにより、第２レンズ１４が破壊される。条件式（３）で表面粗さＲａが２０μｍ以下である場合、摺り面３４の境界領域３４Ｃに存在するマイクロクラック４２を起点にクラック４４が生じることが抑制され、これにより、第２レンズ１４が破壊されることを防止できる。表面粗さＲａが２０μｍ以下である場合に、摺り面３４の境界領域３４Ｃに存在するマイクロクラック４２を起点にクラック４４が生じることが抑制される要因としては、摺り面３４の凹凸形状と第１フランジ面２４の凹凸形状がかみ合う力が抑えられることにより、第１レンズ１２の変形に伴って摺り面３４の境界領域３４Ｃに生じる物理的な力が抑制されるからであると推測される。

[0066] なお、第２レンズ１４が破壊されることに関して、ガラスと樹脂の線膨張

係数差による影響は、樹脂の弾性率による影響よりも小さい。また、樹脂の弾性率が低いほどクラック４４が生じにくくなるが、発明者らが鋭意検討した結果、樹脂の弾性率による影響よりも、長さａ、長さｃ、及び表面粗さＲａによる影響の方が大きいことが実験的に明らかになった。

[0067] また、表１に示される実施例及び比較例より、複合レンズ１０は、下記条件式（４）を満足することが好ましい。

ｂ－ａ≧７００μｍ （４）

[0068] なお、複合レンズ１０の実施例及び比較例において、長さｂは１７００μｍに設定されており、表１において、条件式（４）の対応値が７００μｍ以上であることは、長さａが１０００μｍ以下であることに相当する。条件式（４）の対応値が７００μｍを下回る場合、把持装置がフランジ２２と干渉し、把持装置によって被把持部３８を把持することができず、複合レンズ１０を撮像レンズに組み付けることが困難である。条件式（４）の対応値が７００μｍ以上である場合、把持装置が被把持部３８を把持する場合に、把持装置がフランジ２２と干渉することが回避され、かつ複合レンズ１０の安定性が確保される。これにより、複合レンズ１０を撮像レンズに組み付ける場合の作業性が確保される。

[0069] また、複合レンズ１０は、下記条件式（５）を満足することがより好ましい。

５≦ａ／Ｒａ （５）

[0070] 条件式（５）の対応値が５以上である場合、第２面での光の反射によって光学的な不良が生じること、及び第１レンズ１２の変形に伴って生じる物理的な力によって第２レンズ１４が破壊されることをより一層効果的に防止できる。

[0071] また、複合レンズ１０は、下記条件式（６）を満足することがより好ましい。

１０μｍ≦ｃ≦３００μｍ （６）

[0072] 条件式（６）で長さｃが１０μｍを下回る場合、樹脂５０が供給装置５２

によって凹面３２に供給される場合に、樹脂５０の量のばらつきを許容できず、長さａが安定しない。条件式（６）で長さｃが１０μｍ以上である場合、樹脂５０が供給装置５２によって凹面３２に供給される場合に、樹脂５０の量のばらつきを許容でき、長さａが安定する。また、条件式（６）で長さｃが３００μｍを上回る場合、クラック４４が生じることにより、第２レンズ１４が破壊される。条件式（６）で長さｃが３００μｍ以下である場合、クラック４４が生じることが抑制されることにより、第２レンズ１４が破壊されることを防止できる。

[0073] また、複合レンズ１０は、下記条件式（７）を満足することがより好ましい。

１００μｍ≦ｃ≦３００μｍ （７）

[0074] 条件式（７）で長さｃが１００μｍ以上である場合、長さｃが１０μｍ以上である場合に得られる効果がより高まる。また、条件式（７）で長さｃが１００μｍ以上である場合、長さｃが１００μｍを下回る場合と比べて、第１レンズ１２を製造し易くなる。

[0075] また、複合レンズ１０は、下記条件式（８）を満足することがより好ましい。

１μｍ≦Ｒａ≦４μｍ （８）

[0076] 条件式（８）で表面粗さＲａが１μｍ以上である場合、表面粗さＲａが０．５μｍ以上である場合に得られる効果がより高まる。条件式（８）で表面粗さＲａが４μｍ以上である場合、表面粗さＲａが２０μｍ以下である場合に得られる効果がより高まる。

[0077] 続いて、表２を参照しながら、第１レンズ１２の実施例及び比較例について、最大厚みＡ及び最小厚みＢを異ならせた場合の一例を説明する。表２には、パラメータとして、最大厚みＡ及び最小厚みＢに加えて、最小厚みＢに対する最大厚みＡの割合を示す偏肉比Ａ／Ｂが示されている。一例として、実施例及び比較例に関する評価項目としては、「第１レンズの品質」が挙げられている。

[0078] 「第１レンズの品質」については、一例として、金型５６によって成形される被成形面２８の品質に関して、「優」、「良」、又は「不可」で評価している。「第１レンズの品質」が「優」であることは、金型５６によって樹脂５０が成形される場合に被成形面２８に気泡及び転写不良が発生することが防止されることにより、第１レンズ１２の光学性能に関する品質を確保できることを示す。転写不良は、第１レンズ１２のうちの最大厚みＡに対応する部分（以下、「最大厚み部」と称する）に対して金型５６による押圧力が不足することに起因して発生する。「第１レンズの品質」が「良」であることは、被成形面２８に気泡及び／又は転写不良が発生するが、気泡及び／又は転写不良が発生した領域の数及び／又は大きさが許容範囲内であることにより、第１レンズ１２の光学性能に関する品質を確保できることを示す。「第１レンズの品質」が「不可」であることは、気泡及び／又は転写不良が発生した領域の数が許容範囲外であることにより、第１レンズ１２の光学性能に関する品質が不足することを示す。

[0079] [表2]

		A[mm]	B[mm]	A/B	第１レンズの品質
1	実施例	1	0.2	5	優
2	実施例	1.8	0.2	9	優
3	実施例	2.9	0.4	7.25	優
4	実施例	3	0.4	7.5	良
5	比較例	3.1	0.4	7.75	不可
6	実施例	0.5	0.1	5	優
7	実施例	0.3	0.1	3	優
8	実施例	0.1	0.03	3.3	良
9	比較例	0.09	0.03	3	不可
10	実施例	0.3	0.02	1.5	良
11	比較例	0.09	0.01	9	不可
12	実施例	1	0.1	10	良
13	比較例	1	0.09	11.1	不可

[0080] 表２に示される実施例及び比較例より、第１レンズ１２は、下記条件式（９）及び（１０）を満足することが好ましい。

Ａ／Ｂ≦１０　　（９）

Ａ≦３ｍｍ　　（１０）

[0081] 条件式（９）で偏肉比Ａ／Ｂが１０より大きい場合、被成形面２８に気泡が発生することにより、第１レンズ１２の光学性能に関する品質が不足する。条件式（９）で偏肉比Ａ／Ｂが１０以下である場合、被成形面２８に気泡及び転写不良が発生することが抑制されることにより、第１レンズ１２の光学性能に関する品質が確保される。条件式（１０）で最大厚みＡが３ｍｍより厚い場合、被成形面２８に気泡が発生することにより、第１レンズ１２の光学性能に関する品質が不足する。条件式（１０）で最大厚みＡが３ｍｍ以下である場合、被成形面２８に気泡及び転写不良が発生することが抑制されることにより、第１レンズ１２の光学性能に関する品質が確保される。

[0082] また、表２に示される実施例及び比較例より、第１レンズ１２は、下記条件式（１１）及び（１２）を満足することが好ましい。

Ａ≧０．１ｍｍ （１１）

Ｂ≧０．０２ｍｍ （１２）

[0083] 条件式（１１）で最大厚みＡが０．１ｍｍを下回る場合、被成形面２８に転写不良が発生することにより、第１レンズ１２の光学性能に関する品質が不足する。条件式（１１）で最大厚みＡが０．１ｍｍ以上である場合、被成形面２８に気泡及び転写不良が発生することが抑制されることにより、第１レンズ１２の光学性能に関する品質が確保される。条件式（１２）で最小厚みＢが０．０２ｍｍを下回る場合、被成形面２８に気泡が発生することにより、第１レンズ１２の光学性能に関する品質が不足する。条件式（１２）で最小厚みＢが０．０２ｍｍ以上である場合、被成形面２８に気泡及び転写不良が発生することが抑制されることにより、第１レンズ１２の光学性能に関する品質が確保される。

[0084] （樹脂に対する微小硬度試験）

続いて、第１レンズ１２に適用される樹脂に対して実施した微小硬度試験の一例について説明する。微小硬度試験には、例えば、株式会社島津製作所製のダイナミック超微小硬度計ＤＵＨ－２１１Ｓが用いられる。圧子には、ベルコビッチ型の圧子が用いられる。なお、微小硬度試験には、株式会社島

津製作所製のダイナミック超微小硬度計ＤＵＨ－２１１Ｓと同様の他の測定装置が用いられてもよい。

[0085] 微小硬度試験では、硬化した状態にある樹脂の試験片の一例として、直径が７．４ｍｍで厚みが１．３ｍｍの平板状の試験片が用いられる。試験片の厚みは、後述する塑性変形量ｘ（図５参照）の１０倍程度に設定されることが一般的である。従って、樹脂の厚みは１．３ｍｍである必要は無く、例えば塑性変形量が５μｍであれば、樹脂の厚みは、５０μｍ、１００μｍ又は２００μｍ等であってもよい。また、厚みの条件を満たせば微小硬度試験に用いられる樹脂は平板状である必要は無い。試験片は、環境温度が２５℃に設定された環境下に配置される。一例として、試験片は、２５℃に設定されたホットプレート上に載置される。２５℃は、室温を模擬した温度である。ホットプレートの代わりに、恒温槽が用いられ、恒温槽の温度が２５℃に設定されてもよい。試験片は、環境温度が２５℃の状態で、圧子によって２００ｍＮ／１０ｓｅｃの荷重速度で押し込まれる。

[0086] 一例として図５には、微小硬度試験において試験片に対して圧子が押し込まれた場合の荷重変位曲線が示されている。一例として、微小硬度試験では、最大荷重が付加された状態と除荷された状態がそれぞれ５秒間保持されることにより試験片がクリープされる。

[0087] 表３には、微小硬度試験により得られた塑性変形量ｘと、複合レンズ１０に関する評価項目との関係が示されている。塑性変形量ｘの単位は、「μｍ（マイクロメートル）」である。微小硬度試験では、樹脂の材料を異ならせた場合の塑性変形量ｘが測定される。塑性変形量ｘは、除荷された状態が５秒間保持されることにより試験片がクリープされた後に残存する変形量で定義される。各材料に対する試験回数は１０回であり、塑性変形量ｘは、各試験で得られた数値の平均値で算出される。一例として、複合レンズ１０に関する評価項目としては、「コーティングの品質」、「耐環境性」、及び「耐吸着性」が挙げられている。

[0088] 「コーティングの品質」については、第１レンズ１２にＡＲ（Anti Reflec

tion）コートが施された場合の第１レンズ１２のコーティングの品質に関して、「優」、「良」、又は「不可」で評価している。ＡＲコートとは、第１レンズ１２の凹面１８に施される反射防止用の多層膜を指す。ＡＲコートは、例えば、蒸着によって形成される。「コーティングの品質」が「優」であることは、ＡＲコートが施された凹面１８が変形せず、コーティングの品質を確保できることを示す。「コーティングの品質」が「良」であることは、凹面１８が変形するが、凹面１８の変形量が許容範囲内であり、コーティングの品質を確保できることを示す。「コーティングの品質」が「不可」であることは、凹面１８の変形量が許容範囲外であり、コーティングの品質が不足することを示す。

[0089] 「耐環境性」については、複合レンズ１０が低温環境下に置かれた場合の耐久性に関して、「優」、「良」、又は「不可」で評価している。「耐環境性」が「優」であることは、複合レンズ１０が低温環境下に置かれた場合でも、クラック４４が生じず、第２レンズ１４が破壊されることを防止できることを示す。「耐環境性」が「良」であることは、複合レンズ１０が低温環境下に置かれた場合に、クラック４４が生じるが、クラック４４の数及び／又は大きさが許容範囲内であり、第２レンズ１４が破壊されることを防止できることを示す。「耐環境性」が「不可」であることは、複合レンズ１０が低温環境下に置かれた場合に生じるクラック４４の数及び／又は大きさが許容範囲外であり、第２レンズ１４が破壊されることを示す。

[0090] 「耐吸着性」については、複合レンズ１０を搬送するために吸着パッド等で第１レンズ１２の凹面１８が吸着された場合に凹面１８に生じる傷に関して、「優」、「良」、又は「不可」で評価している。「耐吸着性」が「優」であることは、吸着パッド等で第１レンズ１２の凹面１８が吸着された場合でも、凹面１８が変形せず、第１レンズ１２の品質を確保できることを示す。「耐吸着性」が「良」であることは、吸着パッド等で第１レンズ１２の凹面１８が吸着された場合に、凹面１８が変形するが、凹面１８の変形量が許容範囲内であり、第１レンズの品質を確保できることを示す。「耐吸着性」

が「不可」であることは、吸着パッド等で第１レンズ１２の凹面１８が吸着された場合の凹面１８の変形量が許容範囲外であり、第１レンズ１２の品質が不足することを示す。

[0091] [表3]

		x [μm]	コーティングの品質	耐環境性	耐吸着性
1	実施例	1	優	良	優
2	実施例	3	優	優	優
3	実施例	4	良	優	良
4	比較例	4.1	良	優	不可
5	比較例	4.2	良	優	不可
6	比較例	4.5	不可	優	不可
7	比較例	5	不可	優	不可
8	比較例	6	不可	優	不可
9	比較例	0.9	優	不可	優
10	比較例	0.8	優	不可	優
11	比較例	0.5	優	不可	優

[0092] 表３に示される微小硬度試験の結果より、樹脂は、下記条件式（１３）を満足することが好ましい。

１．０μｍ≦ｘ≦４．０μｍ　　（１３）

[0093] 条件式（１３）で塑性変形量ｘが１．０μｍを下回る場合、クラック４４が生じることにより、第２レンズ１４が破壊される。条件式（１３）で塑性変形量ｘが１．０μｍ以上である場合、クラック４４が生じることが抑制されることにより、第２レンズ１４が破壊されることを防止できる。条件式（１３）で塑性変形量ｘが４．０μｍを上回る場合、吸着パッド等で第１レンズ１２の凹面１８が吸着された場合に、凹面１８が変形することにより、第１レンズ１２の品質が不足する。条件式（１３）で塑性変形量ｘが４．５μｍ以上である場合、第１レンズ１２にＡＲコートが施された場合に、凹面１８が変形することにより、第１レンズ１２の品質が不足する。条件式（１３）で塑性変形量ｘが４．０μｍ以下である場合、吸着パッド等で第１レンズ１２の凹面１８が吸着された場合でも、凹面１８が変形することが防止され、かつ、第１レンズ１２にＡＲコートが施された場合でも、凹面１８が変形することが防止される。これにより、第１レンズの品質を確保できる。

[0094] なお、樹脂の２５℃における硬度は、１８６ＭＰａ以上１９６ＭＰａ以下

であることが好ましい。樹脂の２５℃における硬度が１８６ＭＰａを下回る場合、吸着パッド等で第１レンズ１２の凹面１８が吸着された場合に凹面１８に傷が生じる。樹脂の２５℃における硬度が１８６ＭＰａ以上である場合、吸着パッド等で第１レンズ１２の凹面１８が吸着された場合でも、凹面１８に傷が生じることを防止できる。樹脂の２５℃における硬度が１９６ＭＰａを上回る場合、低温環境等で第１レンズ１２の変形に伴って生じる物理的な力によって第２レンズ１４が破壊される。樹脂の２５℃における硬度が１９６ＭＰａ以下である場合、低温環境等でも第２レンズ１４が破壊されることを防止できる。

[0095] また、樹脂の７５℃における硬度は、１４９ＭＰａ以上１６４ＭＰａ以下であることが好ましい。７５℃は、第１レンズ１２の凹面１８にＡＲコート等が施される場合を想定した温度である。樹脂の７５℃における硬度が１４９ＭＰａを下回る場合、第１レンズ１２にＡＲコートが施された場合に、凹面１８が変形する。樹脂の７５℃における硬度が１４９ＭＰａ以上である場合、第１レンズ１２にＡＲコートが施された場合でも、凹面１８が変形することを防止できる。樹脂の７５℃における硬度が１６４ＭＰａを上回る場合、第１レンズ１２の凹面１８にＡＲコート等が施される場合に第１レンズ１２の変形に伴って生じる物理的な力によって第２レンズ１４が破壊される。樹脂の７５℃における硬度が１６４ＭＰａ以下である場合、第１レンズ１２の凹面１８にＡＲコート等が施される場合でも、第１レンズ１２の変形に伴って生じる物理的な力によって第２レンズ１４が破壊されることを防止できる。

[0096] また、樹脂の７５℃における弾性回復率は、５９％以上６３％以下であることが好ましい。樹脂の７５℃における弾性回復率が５９％を下回る場合、吸着パッド等で第１レンズ１２の凹面１８が吸着された場合に凹面１８に傷が生じる。樹脂の７５℃における弾性回復率が５９％以上である場合、吸着パッド等で第１レンズ１２の凹面１８が吸着された場合でも、凹面１８に傷が生じることを防止できる。樹脂の７５℃における弾性回復率が６３％を上

回る場合、クラック４４が生じることにより、第２レンズ１４が破壊される。樹脂の７５℃における弾性回復率が６３％以下である場合、クラック４４が生じることが抑制されることにより、第２レンズ１４が破壊されることを防止できる。

[0097] また、樹脂の２５℃における押し込み弾性率は、３．５ＧＰａ以上３．６ＧＰａ以下であることが好ましい。樹脂の２５℃における押し込み弾性率が３．５ＧＰａを下回る場合、第１レンズ１２にＡＲコートが施された場合に、凹面１８が変形する。樹脂の２５℃における押し込み弾性率が３．５ＧＰａ以上である場合、第１レンズ１２にＡＲコートが施された場合でも、凹面１８が変形することを防止できる。樹脂の２５℃における押し込み弾性率が３．６ＧＰａを上回る場合、低温環境等で第１レンズ１２の変形に伴って生じる物理的な力によって第２レンズ１４が破壊される。樹脂の２５℃における押し込み弾性率が３．６ＧＰａ以下である場合、低温環境等でも第２レンズ１４が破壊されることを防止できる。

[0098] また、樹脂の７５℃における押し込み弾性率は、２．２ＧＰａ以上２．４ＧＰａ以下であることが好ましい。樹脂の７５℃における押し込み弾性率が２．４ＧＰａを上回る場合、熱膨張による第１レンズ１２の変形に伴って生じる物理的な力によって第２レンズ１４が破壊される。樹脂の７５℃における押し込み弾性率が２．４ＧＰａ以下である場合、熱膨張によって第１レンズ１２が変形した場合でも、第２レンズ１４が破壊されることを防止できる。

[0099] （複合レンズ１０を含む撮像レンズの構成）

続いて、複合レンズ１０を含む撮像レンズの一例について説明する。一例として図６には、本開示の一実施形態に係る撮像レンズの無限遠物体に合焦した状態が示されている。撮像レンズは、本開示の技術に係る「光学系」の一例である。なお、本明細書では、無限遠の距離にある物体を無限遠物体といい、至近距離にある物体を至近物体という。図６に示す例では、左側が物体側であり、右側が像側である。

[0100] 一例として図６には、撮像レンズが撮像装置に適用されることを想定して、撮像レンズと像面Ｓｉｍとの間に平行平板状の光学部材ＰＰが配置された例が示されている。光学部材ＰＰは、各種フィルタ、及び／又はカバーガラス等を想定した部材である。各種フィルタは、ローパスフィルタ、赤外線カットフィルタ、及び／又は特定の波長域をカットするフィルタ等である。光学部材ＰＰは屈折力を有しない部材である。光学部材ＰＰを省略して撮像レンズを構成することも可能である。

[0101] 撮像レンズは、前群ＧＦと、開口絞りＳｔと、後群ＧＲとを有する。前群ＧＦ、開口絞りＳｔ、及び後群ＧＲは、光軸Ｚに沿って物体側から像側へ前群ＧＦ、開口絞りＳｔ、及び後群ＧＲの順に配置されている。この構成によれば、小型化及び軽量化を維持しながら諸収差を抑制することに有利となる。

[0102] 一例として、撮像レンズの前群ＧＦ及び後群ＧＲは以下のように構成されている。前群ＧＦは、第１レンズ群Ｇ１を有する。第１レンズ群Ｇ１は、物体側から像側へ順に、レンズＬ１１～Ｌ１９の９枚のレンズを有する。後群ＧＲは、物体側から像側へ順に、第２レンズ群Ｇ２と、第３レンズ群Ｇ３とを有する。第２レンズ群Ｇ２は、レンズＬ２１～Ｌ２８の８枚のレンズを有する。第３レンズ群Ｇ３は、レンズＬ３１の１枚のレンズを有する。

[0103] 図６に示す例では、合焦される場合、第１レンズ群Ｇ１及び第３レンズ群Ｇ３は像面Ｓｉｍに対して固定され、第２レンズ群全体が光軸Ｚに沿って一体的に移動する。ここでいう「一体的に移動」は、同時に同方向に同量移動することを意味する。本明細書では、合焦される場合に光軸Ｚに沿って移動する群をフォーカス群という。フォーカス群が移動することにより合焦が行われる。図６に示す第２レンズ群Ｇ２の下の左向きの矢印は、無限遠物体から至近物体への合焦される場合に、第２レンズ群Ｇ２が物体側へ移動するフォーカス群であることを示す。

[0104] なお、本明細書において、「レンズ群」は、撮像レンズの構成部分であって、合焦される場合に変化する空気間隔によって分けられた、少なくとも１

枚のレンズを含む部分である。合焦される場合には、各レンズ群単位で移動又は固定され、かつ、各レンズ群内のレンズの相互間隔は変化しない。すなわち、本明細書では、合焦される場合に、隣り合う群との間隔が変化し、かつ自身内部では隣り合うレンズの全間隔が変化しない群を１つのレンズ群としている。

[0105] 撮像レンズの後群ＧＲは、レンズに接合された正の屈折力を有する樹脂製のＬｐレンズＬｐを少なくとも１枚含む。樹脂を材料とする上記のようなＬｐレンズＬｐを後群ＧＲに配置することによって、軽量化を図りながら、軸上色収差と倍率色収差とをバランス良く補正することが容易となる。図６に示す例では、レンズＬ２４がＬｐレンズＬｐに対応する。図６に示す例のレンズＬ２４は、レンズＬ２３及びレンズＬ２５と接合されている。Ｌｐレンズの像側の面は、凸面に対応し、Ｌｐレンズの物体側の面は、凹面に対応する。

[0106] ＬｐレンズＬｐは下記条件式（１４）を満足することが好ましい。ここで、ＬｐレンズＬｐの中心厚をｄとし、ＬｐレンズＬｐの物体側の面の曲率半径をＲｆとし、ＬｐレンズＬｐの像側の面の曲率半径をＲｒとしている。一例として図７には、図６に示す撮像レンズのＬｐレンズＬｐを含む部分の拡大図が示されている。条件式（１４）を満足するＬｐレンズＬｐは、ｄが小さく、ＲｆとＲｒとが近い形状になる。条件式（１４）の対応値が下限以下とならないようにすることによって、ＬｐレンズＬｐの屈折力を強くすることができるため、より高い色収差補正効果を得ることができる。条件式（１４）の対応値が上限以上とならないようにすることによって、ＬｐレンズＬｐの屈折力と厚みとを適切に設定することができるため、温度等の環境変化によってＬｐレンズＬｐの屈折率が変動した際の収差変動を抑制することが容易となる。より良好な特性を得るためには、ＬｐレンズＬｐは下記条件式（１４－１）を満足することがより好ましく、下記条件式（１４－２）を満足することがさらにより好ましく、下記条件式（１４－３）を満足することがさらにより一層好ましい。

０＜ｄ×（１／Ｒｆ－１／Ｒｒ）＜０．０５　　（１４）

０．０００１＜ｄ×（１／Ｒｆ－１／Ｒｒ）＜０．０２５　　（１４－１）

０．０００５＜ｄ×（１／Ｒｆ－１／Ｒｒ）＜０．０１５　　（１４－２）

０．００１３＜ｄ×（１／Ｒｆ－１／Ｒｒ）＜０．００９　　（１４－３）

[0107] 撮像レンズは下記条件式（１５）を満足することが好ましい。ここで、無限遠物体に合焦した状態における、前群ＧＦの最も物体側のレンズ面から後群ＧＲの最も像側のレンズ面までの光軸上の距離と、後群ＧＲの最も像側のレンズ面から像面Ｓｉｍまでの光軸上の空気換算距離との和をＴＬとし、Ｌｐレンズ Ｌｐの焦点距離をｆｐとしている。なお、ｆｐの算出は、Ｌｐレンズ Ｌｐの物体側及び像側の媒質が空気であるとして行う。条件式（１５）の対応値が下限以下とならないようにすることによって、Ｌｐレンズ Ｌｐの色収差補正効果を高くすることができる。条件式（１５）の対応値が上限以上とならないようにすることによって、温度等の環境変化によってＬｐレンズ Ｌｐの屈折率が変動した場合の収差変動を抑制することができる。より良好な特性を得るためには、撮像レンズは下記条件式（１５－１）を満足することがより好ましく、下記条件式（１５－２）を満足することがさらにより好ましい。

０．１＜ＴＬ／ｆｐ＜１．２　　（１５）

０．１５＜ＴＬ／ｆｐ＜０．９５　　（１５－１）

０．２５＜ＴＬ／ｆｐ＜０．６１　　（１５－２）

[0108] 撮像レンズは下記条件式（１６）を満足することが好ましい。ここで、無限遠物体に合焦した状態でのＬｐレンズ Ｌｐの物体側の面における最大半画角ωｍの主光線３ｐの光軸Ｚからの高さをＨｐｐとしている。また、無限遠物体に合焦した状態でのＬｐレンズ Ｌｐの物体側の面における軸上マージナル光線２ｍの光軸Ｚからの高さをＨｐｍとしている。一例として図８には、

図６に示す撮像レンズにおける高さＨｐｐ及び高さＨｐｍを示す。図８では、ＬｐレンズＬｐに対応するレンズＬ２４から像面Ｓｉｍまでを各光線とともに拡大して示す。条件式（１６）の対応値が下限以下とならないようにすることによって、倍率色収差の補正に有利となる。条件式（１６）の対応値が上限以上とならないようにすることによって、軸上色収差の補正に有利となる。より良好な特性を得るためには、撮像レンズは下記条件式（１６－１）を満足することがより好ましく、下記条件式（１６－２）を満足することがさらにより好ましい。

０．２＜Ｈｐｐ／Ｈｐｍ＜１．１　　（１６）

０．３１＜Ｈｐｐ／Ｈｐｍ＜０．９　　（１６－１）

０．５＜Ｈｐｐ／Ｈｐｍ＜０．７２　　（１６－２）

[0109] 撮像レンズは下記条件式（１７）を満足することが好ましい。ここで、無限遠物体に合焦した状態において、光軸上の開口絞りＳｔの位置にある点を物点とした場合に、開口絞りＳｔの像側に隣接するレンズ面からＬｐレンズＬｐの像側の面までの光学系により形成される像点の、ＬｐレンズＬｐの像側の面からの光軸上の距離をＤｅとしている。一例として図７には、図６に示す撮像レンズにおける距離Ｄｅが示されている。ここでは、ＬｐレンズＬｐの像側の面より像側の媒質は空気としてＤｅを算出し、Ｄｅの符号を、光軸上において、ＬｐレンズＬｐの像側の面より像点が物体側にあれば負とし、ＬｐレンズＬｐの像側の面より像点が像側にあれば正としている。条件式（１７）の対応値が下限以下とならないようにすることによって、倍率色収差の補正に有利となる。条件式（１７）の対応値が上限以上とならないようにすることによって、小型化に有利となる。より良好な特性を得るためには、撮像レンズは下記条件式（１７－１）を満足することがより好ましく、下記条件式（１７－２）を満足することがさらにより好ましい。

－０．９＜（Ｄｅ－Ｒｒ）／（Ｄｅ＋Ｒｒ）＜０．９　　（１７）

－０．７＜（Ｄｅ－Ｒｒ）／（Ｄｅ＋Ｒｒ）＜０．５　　（１７－１）

－０．５６＜（Ｄｅ－Ｒｒ）／（Ｄｅ＋Ｒｒ）＜０．１６　　（１７－

２）

[0110] 合焦される場合に光軸Ｚに沿って移動するフォーカス群の焦点距離をｆｆｏｃとした場合、撮像レンズは下記条件式（１８）を満足することが好ましい。条件式（１８）の対応値が下限以下とならないようにすることによって、合焦される場合の色収差の変動の抑制に有利となる。条件式（１８）の対応値が上限以上とならないようにすることによって、温度等の環境変化によってＬｐレンズＬｐの屈折率が変動した際の収差変動を抑制することができる。より良好な特性を得るためには、撮像レンズは下記条件式（１８－１）を満足することがより好ましく、下記条件式（１８－２）を満足することがさらにより好ましい。

０．０４＜ｆｆｏｃ／ｆｐ＜０．３６　　（１８）

０．０６５＜ｆｆｏｃ／ｆｐ＜０．２８　　（１８－１）

０．０９４＜ｆｆｏｃ／ｆｐ＜０．２２　　（１８－２）

[0111] 無限遠物体に合焦した状態における最大画角をωｍとした場合に、撮像レンズが下記条件式（１９）を満足する場合、後群ＧＲはＬｐレンズＬｐを含むことが好ましい。最大画角のωｍ単位は、「°（度）」である。条件式（１９）の対応値が下限を下回らないようにすることによって、良好な光学性能を得ることができる。

ωｍ≧４５°　　（１９）

[0112] 一方、撮像レンズが下記条件式（２０）を満足する場合、前群ＧＦはＬｐレンズＬｐを含むことが好ましい。条件式（２０）の対応値が下限以上とならないようにすることによっても、良好な光学性能を得ることができる。

ωｍ＜４５°　　（２０）

[0113] ＬｐレンズＬｐの中心厚をＡとし、ＬｐレンズＬｐの両面のうちの最大有効径高さにおける複合レンズの光軸方向の厚さをＢとし、最大像高をＹとし、Ｌｐレンズのｇ線とＦ線間の部分分散比をθｇＦとし、Ｌｐレンズのｄ線基準のアッベ数をνｄとし、Δθｇ Ｆを条件式（２１）で表した場合に、撮像レンズは条件式（２２）を満足することが好ましい。条件式（２２）の対

応値が下限以下とならないようにすることによって、より高い色収差補正効果を得ることができる。条件式（２２）の対応値が上限以上とならないようにすることによって、温度が変化した場合でも、ＬｐレンズＬｐの中心部と周辺部との変形の差を抑えることができる。

$$\Delta\theta gF=\theta gF-(0.6438-0.001682\times\nu d) \quad (21)$$

$$0.004<(|A-B|\Delta\theta gF)/Y<0.020 \quad (22)$$

なお、（｜Ａ－Ｂ｜Δθ ｇＦ）/Ｙは、０．００６より大きく、０．０１４より小さいことがより好ましい。（｜Ａ－Ｂ｜Δθ ｇＦ）/Ｙは、０．００８より大きく、０．０１２より小さいことが更に好ましい。

[0114] 撮像レンズにおいて、複合レンズ１０は、前群ＧＦに含まれ、第２レンズ１４は、第１レンズ１２に対して物体側に配置されてもよい。また、撮像レンズにおいて、複合レンズ１０は、後群ＧＲに含まれ、第２レンズ１４は、第１レンズ１２に対して像側に配置されてもよい。

[0115] 次に、本開示の撮像レンズの実施例について図面を参照して説明する。なお、各実施例の断面図のレンズに付された参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明及び図面の煩雑化を避けるため、実施例ごとに独立して用いている。したがって、異なる実施例の図面において共通の参照符号が付されていても、必ずしも共通の構成ではない。

[0116] ［実施例１］

実施例１に係る撮像レンズの構成の断面図を図９に示す。実施例１に係る撮像レンズは、物体側から像側へ順に、正の屈折力を有する第１レンズ群と、開口絞りＳｔと、正の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群とを有する。前群ＧＦは、第１レンズ群を有する。後群ＧＲは、第２レンズ群と、第３レンズ群とを有する。無限遠物体から至近物体への合焦される場合、第１レンズ群と第３レンズ群とは像面Ｓｉｍに対して固定されており、第２レンズ群が物体側へ移動する。

[0117] ＬｐレンズＬｐは、第２レンズ群の物体側から２番目のレンズ成分に含ま

れる。このレンズ成分は、物体側から順に、Ｌｐレンズ Ｌｐと、負レンズとが接合されて構成された接合レンズである。

[0118] 実施例１の撮像レンズについて、基本レンズデータを表４に、諸元および可変面間隔を表５に示し、非球面係数を表６に示す。基本レンズデータの表は以下のように記載されている。Ｓｎの列には最も物体側の面を第１面とし像側に向かうに従い１つずつ番号を増加させた場合の面番号を示す。Ｒの列には各面の曲率半径を示す。Ｄの列には各面とその像側に隣接する面との光軸上の面間隔を示す。Ｎｄの列には各構成要素のｄ線に対する屈折率を示す。νｄの列には各構成要素のｄ線基準のアッベ数を示す。θｇＦの列のうち、Ｌｐレンズ Ｌｐに対応するレンズの欄には、そのレンズのｇ線とＦ線間の部分分散比を示す。表４の第２３面から第２４面がＬｐレンズ Ｌｐに対応する。

[0119] 基本レンズデータの表では、物体側に凸面を向けた形状の面の曲率半径の符号を正、像側に凸面を向けた形状の面の曲率半径の符号を負としている。開口絞りＳｔに相当する面の面番号の欄には、面番号と（Ｓｔ）という語句を記入している。表の面間隔の列の最下欄の値は表中の最も像側の面と像面Ｓｉｍとの間隔である。合焦の際の可変面間隔についてはＤＤ［ ］という記号を用い、［ ］の中にこの間隔の物体側の面番号を付して面間隔の列に記入している。

[0120] 各表のデータにおいて、角度の単位としては「° （度）」を用い、長さの単位としては「ｍｍ（ミリメートル）」を用いているが、光学系は比例拡大又は比例縮小しても使用可能なため他の適当な単位を用いることもできる。また、以下に示す各表では予め定められた桁でまるめた数値を記載している。

[0121]

[表4]

Sn	R	D	Nd	νd	θgF
*1	132605.6161	1.8978	1.51633	64.06	
*2	35.3775	6.9512			
3	-339.2187	1.1078	1.81386	24.31	
4	28.0748	2.1226			
5	73.8138	2.7658	1.95001	33.00	
6	-151.5488	3.2681			
7	-23.6369	1.1287	1.43999	81.27	
8	88.4721	0.1000			
9	43.1017	4.9631	1.93685	34.32	
10	-41.6262	1.0007	1.63717	37.90	
11	95.2786	4.0634			
*12	-50.8618	1.8877	1.80621	40.91	
*13	-34.7920	0.6058			
14	-20.6656	0.9258	1.51774	52.50	
15	39.5975	5.6590	1.84527	43.32	
16	-34.4028	2.3376			
17(St)	∞	DD[17]			
18	214.8808	3.6191	1.51012	78.44	
19	-46.7907	0.3406			
20	-45.4102	0.7000	1.59833	20.31	0.83392
21	-35.7016	1.0710	1.79212	26.99	
22	286.1184	0.1000			
23	30.9146	10.0209	1.45773	86.50	
24	-21.4709	1.1545	1.74256	32.03	
25	-39.6826	0.1000			
26	24.0375	6.3139	1.57736	68.10	
27	-103.1153	0.6084			
28	28.6708	0.9613	1.59738	39.14	
29	19.2265	4.7112			
*30	-241422.1816	1.2176	1.79103	42.12	
*31	66.3335	DD[31]			
32	65.1634	2.2616	1.54506	73.07	
33	-38590.3182	11.0211			
34	∞	2.8500	1.51680	64.20	
35	∞	1.1000			

[0122]

[表5]

	無限遠	至近 97mm
焦点距離	18.12	18.53
開放Fナンバー	1.46	1.60
最大全画角[°]	76.2	72.0
DD[17]	7.9128	4.0044
DD[31]	2.5000	6.4084

[0123] [表6]

Sn	1	2	12
KA	-4.9999975823E+00	9.0564499476E-01	2.5371050465E+00
A3	0.0000000000E+00	0.0000000000E+00	0.0000000000E+00
A4	1.8214983670E-04	1.8388965999E-04	-6.5211177486E-05
A5	-3.4244624298E-06	-1.8762601085E-06	1.3633242991E-06
A6	-1.2301757446E-06	-1.2385930540E-06	-1.2299846544E-06
A7	2.9432370541E-08	5.6831868528E-08	2.0556710164E-07
A8	8.3614322746E-09	-6.0521473761E-09	-1.6366710547E-08
A9	-3.9140250344E-10	1.3062411976E-09	-1.2029432851E-09
A10	-2.1962871606E-11	-6.4939571064E-11	3.3217765134E-10
A11	1.3915091110E-12	-2.4154579269E-12	-2.7986191823E-11
A12	5.6937541161E-14	2.9965861021E-13	8.7546237963E-13
A13	-5.6566615280E-15	-2.4642394464E-14	7.8541685018E-14
A14	1.0205912739E-16	2.4876232625E-15	-1.5015800142E-14
A15	1.6343011697E-18	-1.2497757724E-16	9.7849756602E-16
A16	-5.0315251508E-20	2.1603907341E-18	-2.2520121427E-17

Sn	13	30	31
KA	2.7612794169E+00	-4.9999923706E+00	-1.2578112734E+00
A3	0.0000000000E+00	0.0000000000E+00	0.0000000000E+00
A4	-4.4375078142E-05	-6.2769511042E-05	-4.3420069731E-07
A5	1.0292208120E-06	-1.6084967699E-05	-3.1030626290E-05
A6	-1.2628959508E-06	-2.3976158449E-07	7.5495741509E-06
A7	3.5587774346E-07	2.0472115339E-06	-6.5947958849E-07
A8	-5.7267643913E-08	-6.6393294070E-07	-1.2024285236E-08
A9	1.9176178614E-09	1.1485550600E-07	8.1095245052E-09
A10	7.4597799195E-10	-1.3010334758E-08	-7.6871341504E-10
A11	-1.0708694061E-10	1.1529399919E-09	5.7207680308E-11
A12	1.6123113957E-12	-9.8355998392E-11	-5.6441254551E-12
A13	8.4723078464E-13	8.0210706727E-12	3.8115245910E-13
A14	-9.0398540898E-14	-4.9610049476E-13	-9.8936689597E-15
A15	4.0294842301E-15	1.8489150694E-14	-1.0082645116E-16
A16	-7.1250896502E-17	-3.0203642417E-16	6.5247839855E-18

[0124] [実施例２]

実施例２の撮像レンズの構成の断面図を図１１に示す。実施例２の撮像レンズは、物体側から像側へ順に、負の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とを有する。第２レンズ群は開口絞りＳｔを含む。前群ＧＦは、第１レンズ群と、第２レンズ群の物体側の一部とを有する。後群ＧＲは、第２レンズ群の他部と、第３レンズ群とを有する。無限遠物体から至近物体への合焦される場合、第１レンズ群と第３レンズ群とは像面Ｓｉｍに対して固定されており、第２レンズ群が物体側へ移動する。

[0125] ＬｐレンズＬｐは、第２レンズ群の物体側から２番目のレンズ成分に含まれる。このレンズ成分は、物体側から順に、ＬｐレンズＬｐと、負レンズとが接合されて構成された接合レンズである。

[0126] 実施例２の撮像レンズについて、基本レンズデータを表７に示し、諸元と可変面間隔を表８に示し、非球面係数を表９に示し、各収差図を図１２に示す。表７の第１２面から第１３面がＬｐレンズＬｐに対応する。

[0127]

[表7]

Sn	R	D	Nd	νd	θgF
1	-61.9356	1.5000	1.51742	52.43	
2	73.4976	1.5000			
*3	85.9038	7.0001	1.58313	59.46	
*4	-73.9171	DD[4]			
5	50.3273	5.5000	1.85150	40.78	
6	-494.8646	1.5100	1.59551	39.24	
7	70.5210	4.0000			
8(St)	∞	8.4049			
9	-43.7729	1.2100	1.59551	39.24	
10	30.5775	5.0973	1.75500	52.32	
11	446.3743	4.1107			
*12	-39.6052	0.7000	1.59833	20.31	0.83435
13	-34.2307	1.0000	1.59551	39.24	
14	-122.8152	0.3000			
*15	71.7128	5.5000	1.69350	53.20	
*16	-75.0791	0.3002			
17	272.6236	1.2700	1.59551	39.24	
18	43.5277	11.8057	1.49700	81.54	
19	-36.7266	DD[19]			
20	158.8561	8.5014	1.88300	40.76	
21	-41.7059	1.5202	1.59551	39.24	
22	57.9998	10.4174			
23	-30.8126	1.0001	1.48749	70.24	
24	-101.9347	18.1847			
25	∞	3.2000	1.51680	64.20	
26	∞	1.1000			

[0128] [表8]

	無限遠	至近 300mm
焦点距離	56.43	52.84
開放Fナンバー	1.75	1.99
最大全画角[°]	53.5	50.0
DD[4]	9.8374	2.1427
DD[19]	1.5448	9.2394

[0129]

[表9]

Sn	3	4	12
KA	1.0000000000E+00	1.0000000000E+00	1.0000000000E+00
A4	8.6904290127E-07	5.9860796378E-08	1.1308276598E-06
A6	-1.1987878195E-10	-7.2246335077E-10	-2.6508000748E-09
A8	3.5992754959E-12	5.5888485740E-12	3.2224981708E-11
A10	-1.8012445782E-14	-1.6756476564E-14	-3.1159637629E-14
A12	7.9205331672E-17	2.6863603430E-17	-1.9559123272E-16
A14	-2.1161023857E-19	-4.0164086941E-20	-4.0528177081E-19
A16	5.5185491788E-23	-6.4360277265E-24	2.9581367171E-21
A18	8.6153654828E-25	3.4852187355E-25	1.1319301414E-24
A20	-1.2011528525E-27	-5.7770438841E-28	-1.8662849379E-26

Sn	15	16
KA	1.0000000000E+00	1.0000000000E+00
A4	1.6158007609E-06	1.1103698543E-05
A6	1.7249994397E-08	1.3404604776E-08
A8	1.2697856462E-12	4.3806760569E-11
A10	-1.0145016313E-13	-1.3923488524E-13
A12	7.6980281811E-16	7.4016856579E-17
A14	-9.1138966591E-19	2.2240070362E-18
A16	-3.4281048434E-21	-3.4835878582E-21
A18	1.1769482782E-23	-1.6118651444E-23
A20	-2.8338709546E-27	4.8803969327E-26

[0130] 以上、実施形態及び実施例を挙げて本開示の技術を説明したが、本開示の技術は上記実施形態及び実施例に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、各レンズの曲率半径、面間隔、屈折率、アッベ数、及び非球面係数等は、上記各実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得る。

[0131] 本明細書に記載された全ての文献、特許出願及び技術規格は、個々の文献、特許出願及び技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に参照により取り込まれる。

[0132] 以上の実施形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

[0133] （付記１）

第１レンズは、光硬化性及び熱硬化性を有する樹脂によって形成されている

第１の態様に係る光学系。

（付記２）

第１レンズの線膨張係数は、６×１０$^{-5}$／℃であり、

第１レンズの弾性率は、２．５×１０^{9}Ｐａであり、

第２レンズの線膨張係数は、０．７７×１０$^{-5}$／℃であり、

第２レンズの弾性率は、１０６．７×１０^{9}Ｐａである

第１の態様に係る光学系。

（付記３）

凸面の中心での第１レンズの厚さと、第１面での第１レンズの厚さとの差は、０．０１ｍｍ以上、１ｍｍ以下であり、

凸面の有効径は、３ｍｍ以上、５０ｍｍ以下であり、

第２レンズの外径は、４ｍｍ以上、１１０ｍｍ以下であり、

凹面の中心での第２レンズの厚さは、０．５ｍｍ以上、１０ｍｍ以下であり、

凹面の有効径は、３ｍｍ以上、５０ｍｍ以下であり、

凹面の曲率半径は、５ｍｍ以上、３００ｍｍ以下である

第１の態様に係る光学系。

請求の範囲

[請求項1] 第１レンズと第２レンズとを有する複合レンズを含む光学系であって、

前記第１レンズは、樹脂によって形成され、

前記第２レンズは、ガラスによって形成され、

前記第１レンズの厚みの最大値をＡ［ｍｍ］とし、

前記第１レンズの厚みの最小値をＢ［ｍｍ］とした場合に、

Ａ／Ｂ≦１０　　（１）

Ａ≦３ｍｍ　　（２）

で表される条件式（１）及び（２）を満足し、

前記樹脂は、環境温度が２５℃の状態で、圧子を２００ｍＮ／１０ｓｅｃの荷重速度で押し込んだ場合の塑性変形量をｘ［μｍ］とした場合に、

１．０μｍ≦ｘ≦４．０μｍ　　（３）

で表される条件式（３）を満足する

光学系。

[請求項2] Ａ≧０．１ｍｍ　　（５）

Ｂ≧０．０２ｍｍ　　（６）

で表される条件式（５）及び（６）を満足する

請求項１に記載の光学系。

[請求項3] 前記樹脂の２５℃における硬度は、１８６ＭＰａ以上１９６ＭＰａ以下である

請求項１又は請求項２に記載の光学系。

[請求項4] 前記樹脂の７５℃における硬度は、１４９ＭＰａ以上１６４ＭＰａ以下である

請求項１から請求項３の何れか一項に記載の光学系。

[請求項5] 前記樹脂の７５℃における弾性回復率は、５９％以上６３％以下である

請求項１から請求項４の何れか一項に記載の光学系。

[請求項6] 前記樹脂の２５℃における押し込み弾性率は、３．５ＧＰａ以上３．６ＧＰａ以下である

請求項１から請求項５の何れか一項に記載の光学系。

[請求項7] 前記樹脂の７５℃における押し込み弾性率は、２．４ＧＰａ以下である

請求項１から請求項６の何れか一項に記載の光学系。

[請求項8] 前記樹脂は、光硬化性及び熱硬化性を有する

請求項１から請求項７の何れか一項に記載の光学系。

[請求項9] 前記第１レンズは、正の屈折力を有し、樹脂によって形成されたレンズであり、

前記第１レンズの中心厚をｄとし、

前記第１レンズの物体側の面の曲率半径をＲｆとし、

前記第１レンズの像側の面の曲率半径をＲｒとした場合に、

０＜ｄ×（１／Ｒｆ－１／Ｒｒ）＜０．０５　　（７）

で表される条件式（７）を満足する

請求項１から請求項８の何れか一項に記載の光学系。

[請求項10] 前群と、開口絞りと、後群とを備え、

前記前群、前記開口絞り、及び前記後群は、物体側から像側へ前記前群、前記開口絞り、及び前記後群の順に配置され、

前記後群は、正の屈折力を有し、樹脂によって形成されたＬｐレンズを少なくとも１枚含み、

前記第１レンズは、前記Ｌｐレンズであり、

無限遠物体に合焦した状態における、前記前群の最も物体側のレンズ面から前記後群の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離と、前記後群の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の空気換算距離との和をＴＬとし、

前記Ｌｐレンズの焦点距離をｆｐとした場合に、

０．１＜ＴＬ／ｆｐ＜１．２　　（８）

で表される条件式（８）を満足する

請求項１から請求項９の何れか一項に記載の光学系。

[請求項11] 前群と、開口絞りと、後群とを備え、

前記前群、前記開口絞り、及び前記後群は、物体側から像側へ前記前群、前記開口絞り、及び前記後群の順に配置され、

前記後群は、正の屈折力を有し、樹脂によって形成されたＬｐレンズを少なくとも１枚含み、

前記第１レンズは、前記Ｌｐレンズであり、

無限遠物体に合焦した状態での前記Ｌｐレンズの物体側の面における最大半画角の主光線の光軸からの高さをＨｐｐとし、

無限遠物体に合焦した状態での前記Ｌｐレンズの物体側の面における軸上マージナル光線の光軸からの高さをＨｐｍとした場合に、

０．２＜Ｈｐｐ／Ｈｐｍ＜１．１　　（９）

で表される条件式（９）を満足する

請求項１から請求項１０の何れか一項に記載の光学系。

[請求項12] 前群と、開口絞りと、後群とを備え、

前記前群、前記開口絞り、及び前記後群は、物体側から像側へ前記前群、前記開口絞り、及び前記後群の順に配置され、

前記後群は、正の屈折力を有し、樹脂によって形成されたＬｐレンズを少なくとも１枚含み、

前記第１レンズは、前記Ｌｐレンズであり、

前記Ｌｐレンズの像側の面の曲率半径をＲｒとし、

無限遠物体に合焦した状態において、光軸上の前記開口絞りの位置にある点を物点とした場合に、前記開口絞りの像側に隣接するレンズ面から前記Ｌｐレンズの像側の面までの光学系により形成される像点の、前記Ｌｐレンズの像側の面からの光軸上の距離をＤｅとし、

前記Ｌｐレンズの像側の面より像側の媒質は空気としてＤｅを算出

し、Ｄｅの符号を、光軸上において、前記Ｌｐレンズの像側の面より前記像点が物体側にあれば負とし、前記Ｌｐレンズの像側の面より前記像点が像側にあれば正とした場合に、

－０．９＜（Ｄｅ－Ｒｒ）／（Ｄｅ＋Ｒｒ）＜０．９　　（１０）

で表される条件式（１０）を満足する

請求項１から請求項１１の何れか一項に記載の光学系。

[請求項13] 前群と、開口絞りと、後群とを備え、

前記前群、前記開口絞り、及び前記後群は、物体側から像側へ前記前群、前記開口絞り、及び前記後群の順に配置され、

前記後群は、正の屈折力を有し、樹脂によって形成されたＬｐレンズを少なくとも１枚含み、

前記第１レンズは、前記Ｌｐレンズであり、

合焦の場合に光軸に沿って移動するフォーカス群の焦点距離をｆｆｏｃとし、

前記Ｌｐレンズの焦点距離をｆｐとした場合に、

０．０４＜ｆｆｏｃ／ｆｐ＜０．３６　　（１１）

で表される条件式（１１）を満足する

請求項１から請求項１２の何れか一項に記載の光学系。

[請求項14] 前群と、開口絞りと、後群とを備え、

前記前群、前記開口絞り、及び前記後群は、物体側から像側へ前記前群、前記開口絞り、及び前記後群の順に配置され、

前記第１レンズは、正の屈折力を有し、樹脂によって形成されたＬｐレンズであり、

無限遠物体に合焦した状態における最大画角をωｍとした場合に、

ωｍ≧４５°　　（１２）

で表される条件式（１２）を満足する場合、前記後群は、前記Ｌｐレンズを含み、

ωｍ＜４５°　　（１３）

で表される条件式（１３）を満足する場合、前記前群は、前記Ｌｐレンズを含む

請求項１から請求項１３の何れか一項に記載の光学系。

[請求項15] 前群と、開口絞りと、後群とを備え、

前記前群、前記開口絞り、及び前記後群は、物体側から像側へ前記前群、前記開口絞り、及び前記後群の順に配置され、

前記後群は、正の屈折力を有し、樹脂によって形成されたＬｐレンズを少なくとも１枚含み、

前記第１レンズは、前記Ｌｐレンズであり、

前記Ｌｐレンズの中心厚をＡとし、

前記Ｌｐレンズの両面のうちの最大有効径高さにおける前記複合レンズの光軸方向の厚さをＢとし、

最大像高をＹとし、

前記Ｌｐレンズのｇ線とＦ線間の部分分散比をθｇＦとし、

前記Ｌｐレンズのｄ線基準のアッベ数をνｄとし、

ΔθｇＦを条件式（１４）で表した場合に、

ΔθｇＦ＝θｇＦ－（０．６４３８－０．００１６８２×νｄ）（１４）

０．００４＜（｜Ａ－Ｂ｜ΔθｇＦ）／Ｙ＜０．０２０ （１５）

で表される条件式（１５）を満足する

請求項１から請求項１４の何れか一項に記載の光学系。

[請求項16] 前群と、開口絞りと、後群とを備え、

前記前群、前記開口絞り、及び前記後群は、物体側から像側へ前記前群、前記開口絞り、及び前記後群の順に配置され、

前記複合レンズは、前記前群に含まれ、

前記第２レンズは、前記第１レンズに対して物体側に配置されている

請求項１から請求項１５の何れか一項に記載の光学系。

[請求項17] 前群と、開口絞りと、後群とを備え、

前記前群、前記開口絞り、及び前記後群は、物体側から像側へ前記前群、前記開口絞り、及び前記後群の順に配置され、

前記複合レンズは、前記後群に含まれ、

前記第２レンズは、前記第１レンズに対して像側に配置されている

請求項１から請求項１５の何れか一項に記載の光学系。

[請求項18] 第１レンズ及び第２レンズを有する複合レンズを含む光学系であって、

前記第１レンズは、凸面と、前記凸面の外周縁から前記複合レンズの径方向外側に張り出す第１面とを有し、

前記第２レンズは、前記凸面と接合された凹面と、前記凹面の外周縁から前記径方向外側に張り出し、前記第１面と接合された第２面とを有し、

前記径方向に沿った前記第１面の長さをａ［μｍ］とし、前記径方向に沿った前記第２面の長さをｂ［μｍ］とし、前記第２面の表面粗さをＲａ［μｍ］とした場合に、

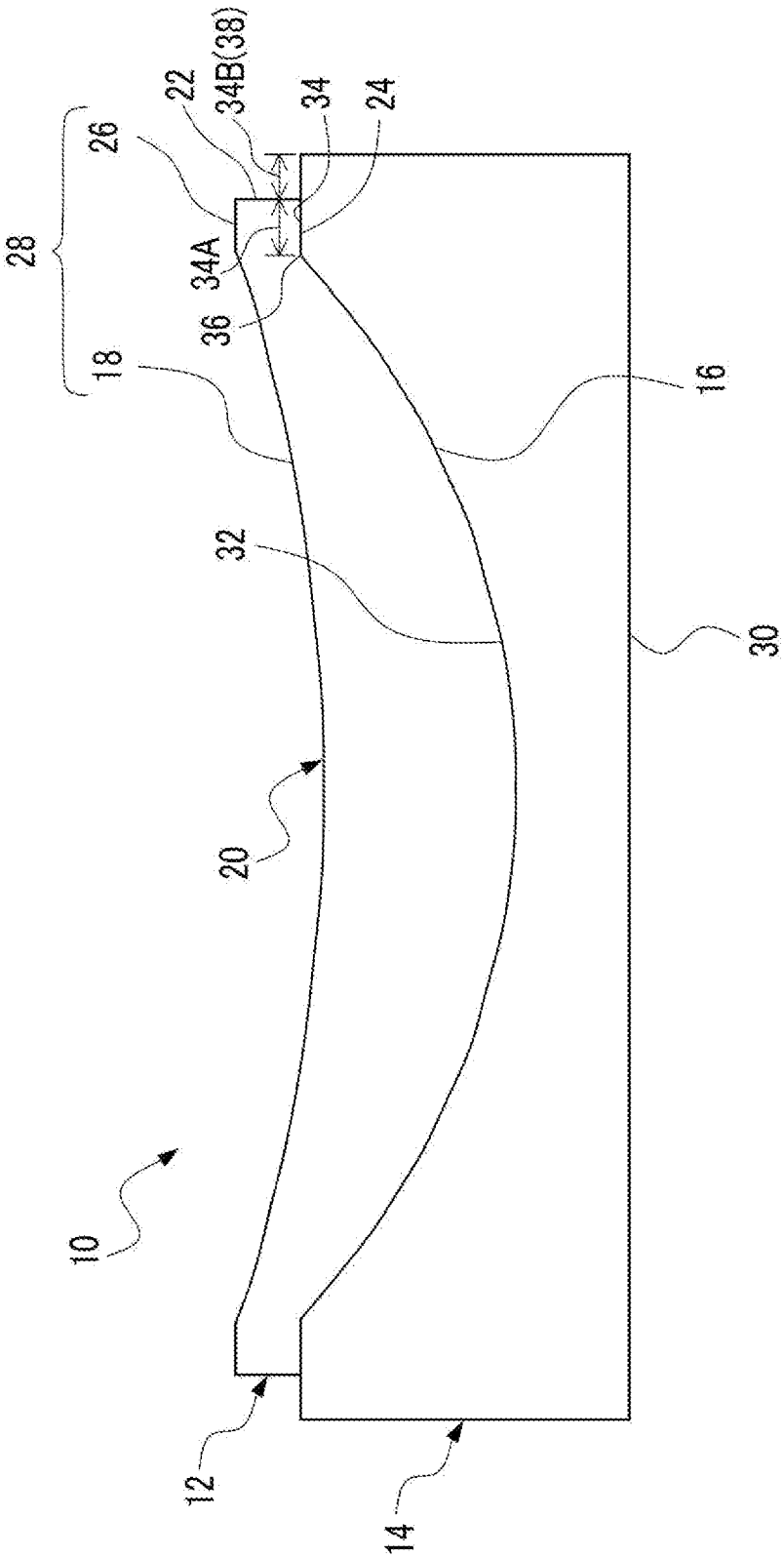
ａ＜ｂ （１６）

５μｍ≦ａ／Ｒａ （１７）

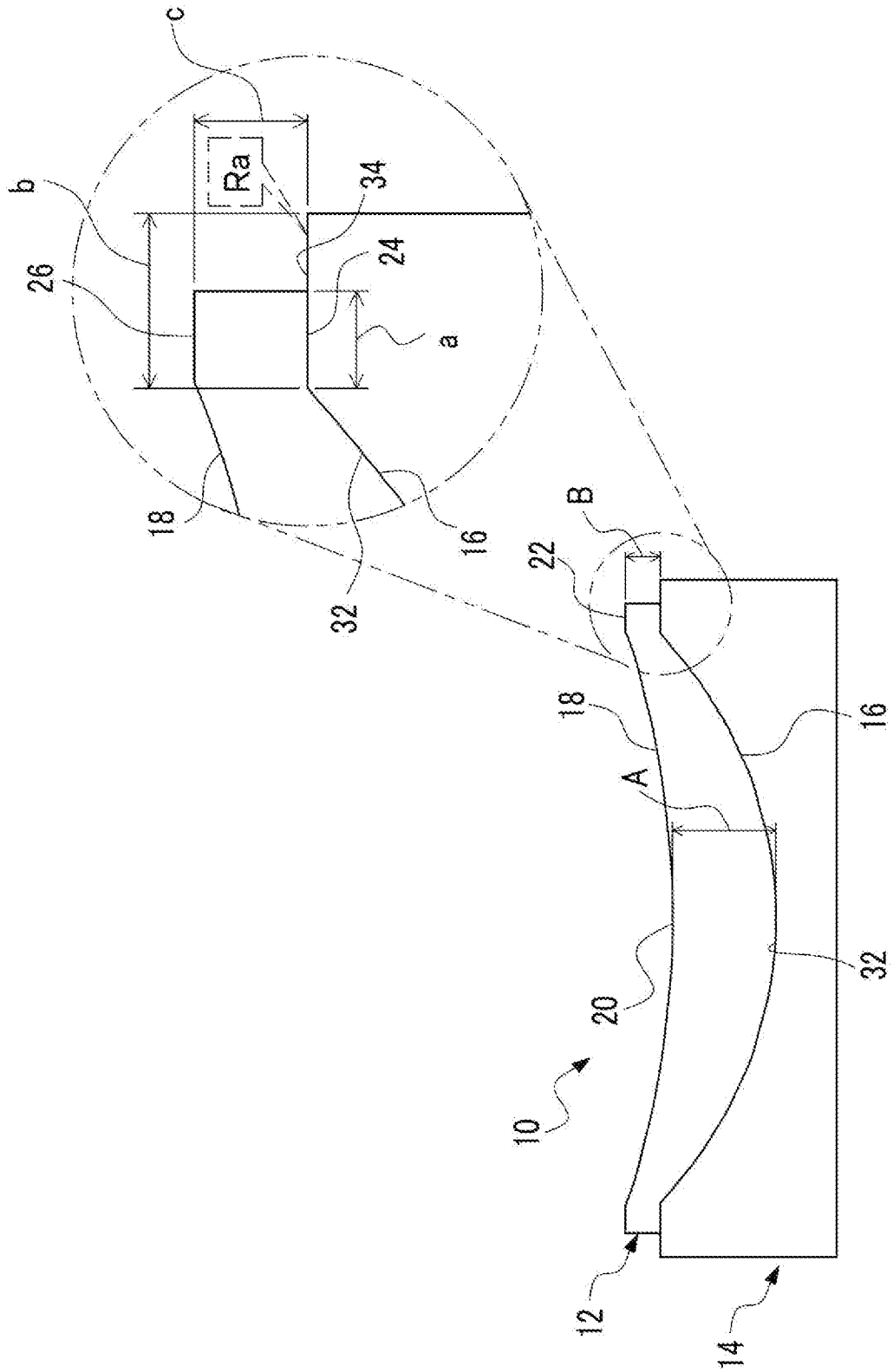
で表される条件式（１６）及び（１７）を満足する

光学系。

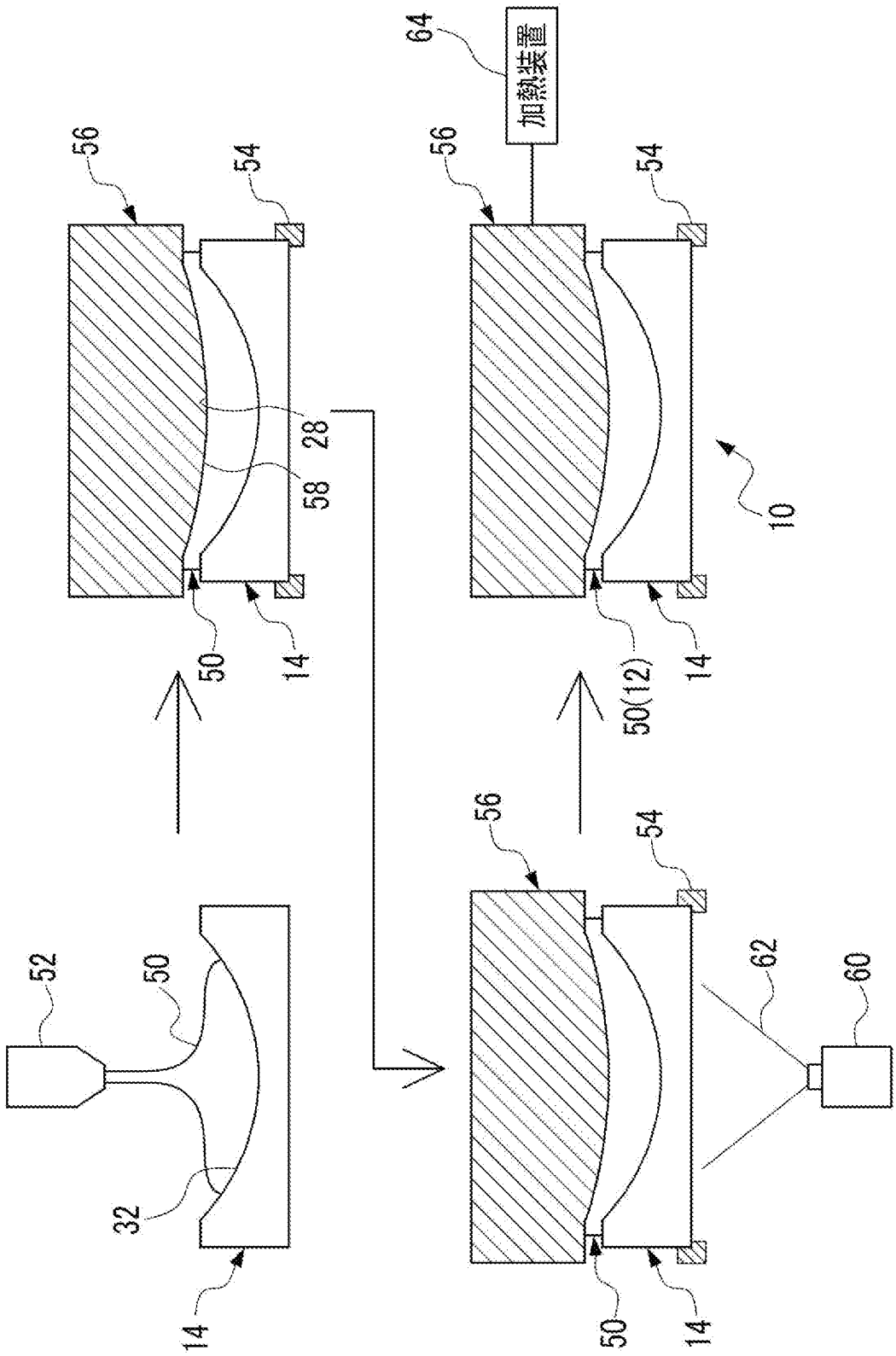
[図1]



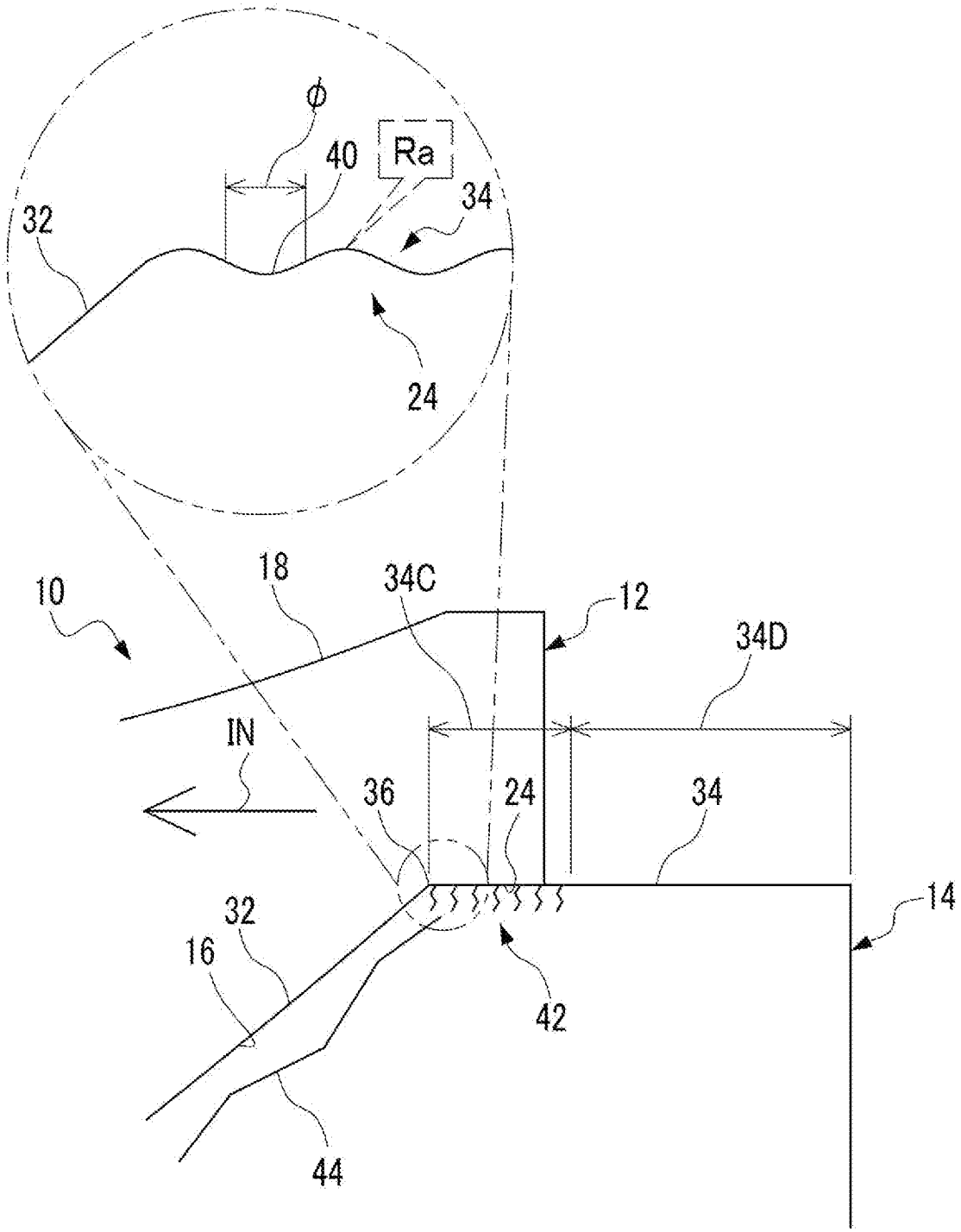
[図2]



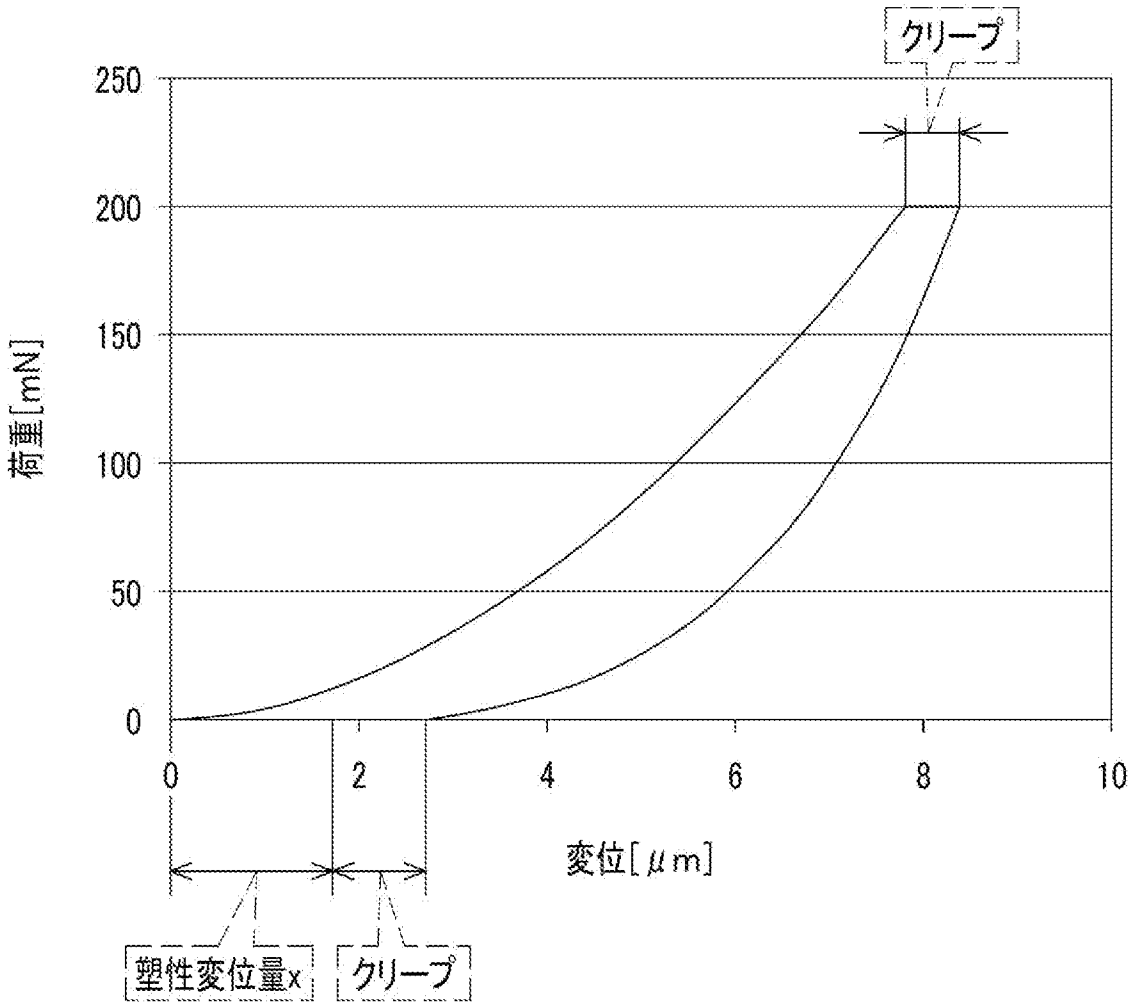
[図3]



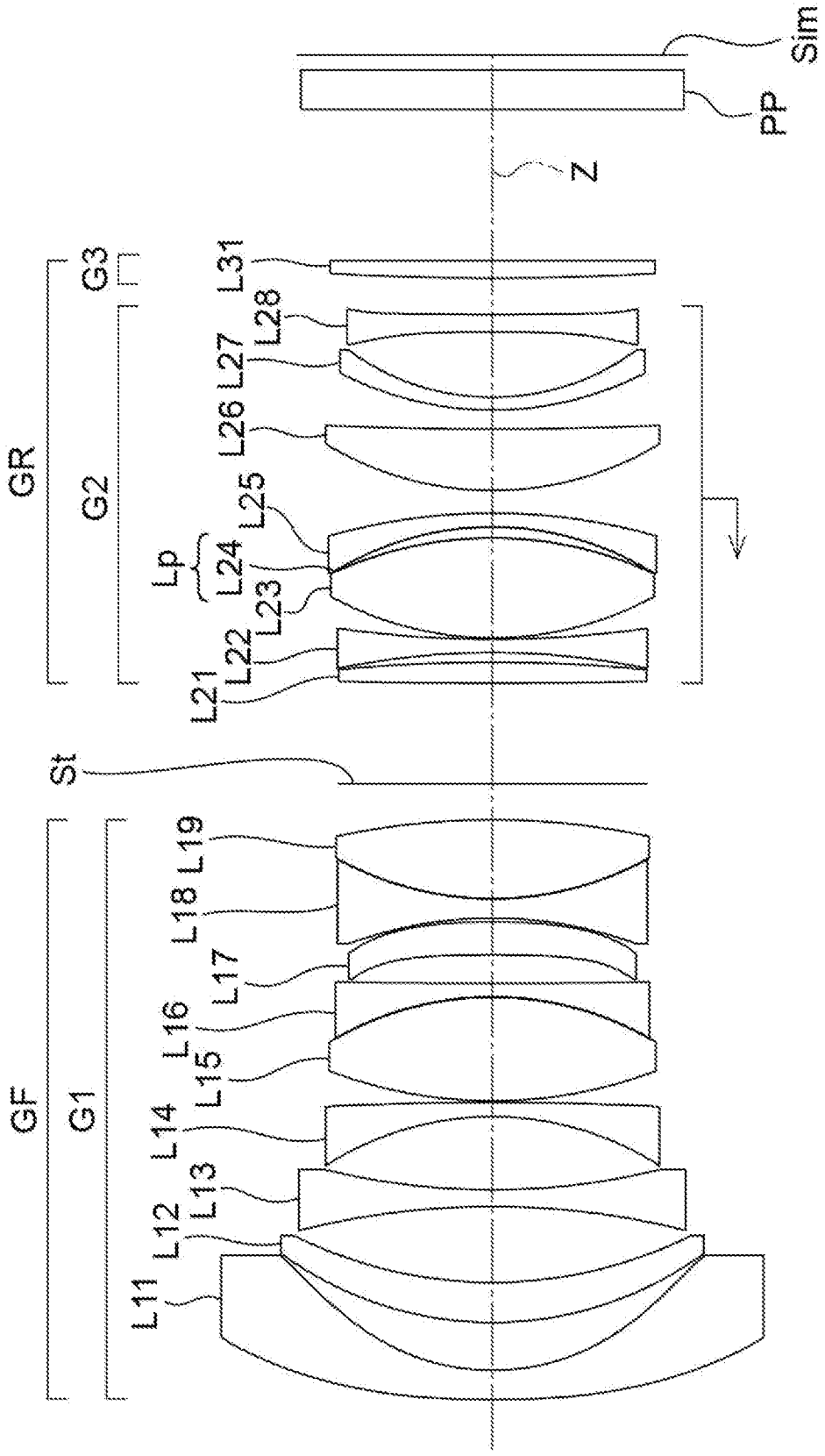
[図4]



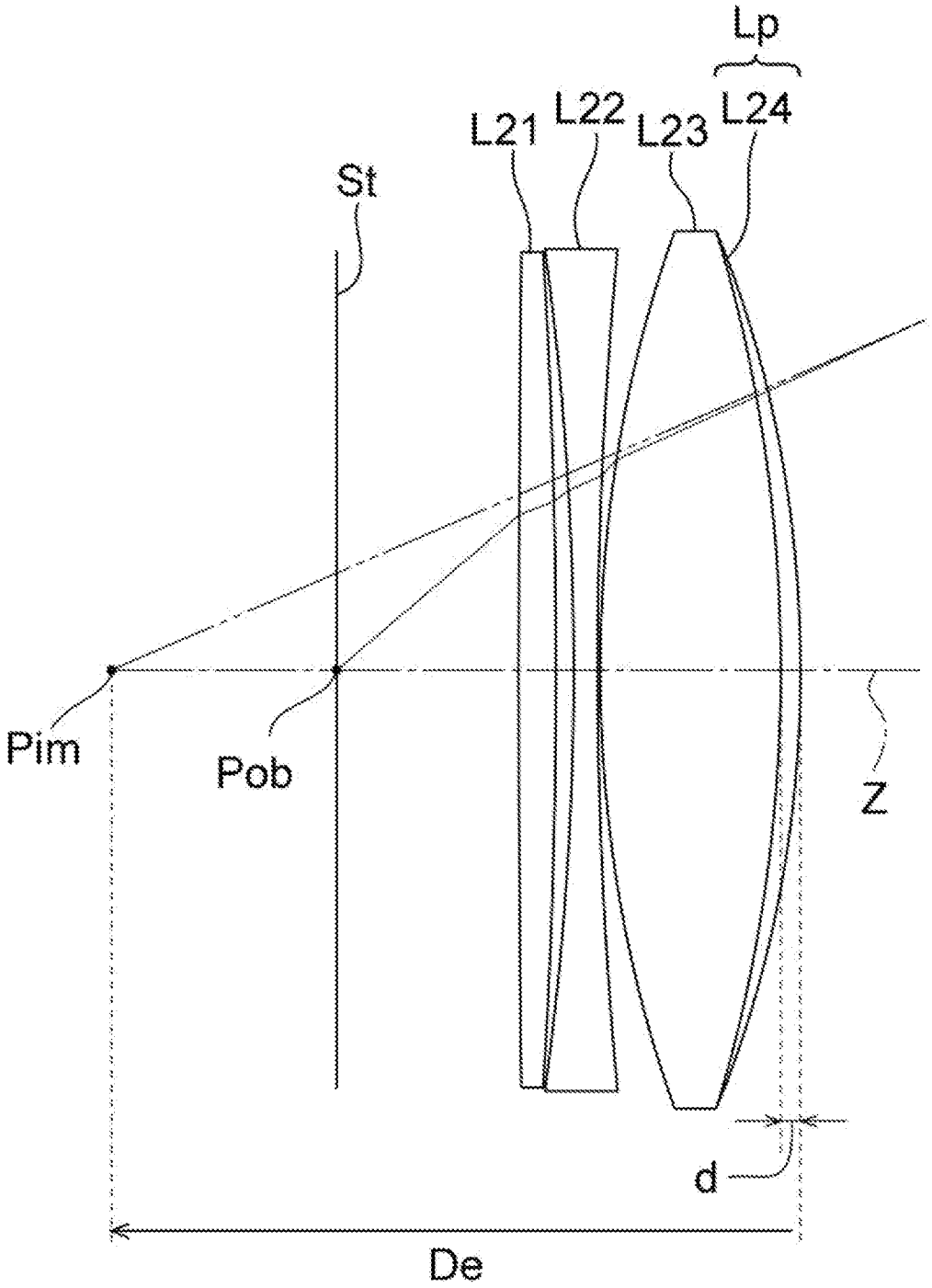
[図5]



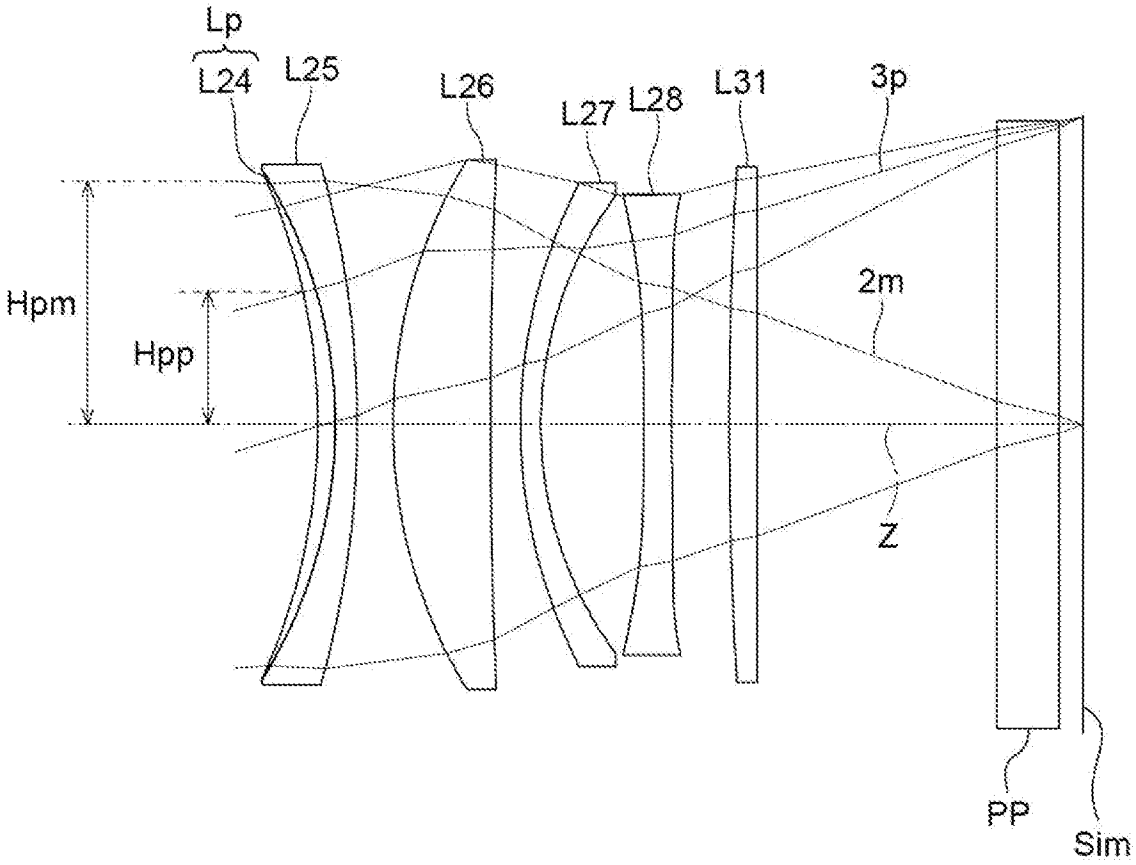
[図6]


Sim
PP
Z
G3
L31
L28
L27
L26
GR
G2
L25
Lp
L24
L23
L22
L21
St
L19
L18
L17
L16
L15
GF
G1
L14
L13
L12
L11

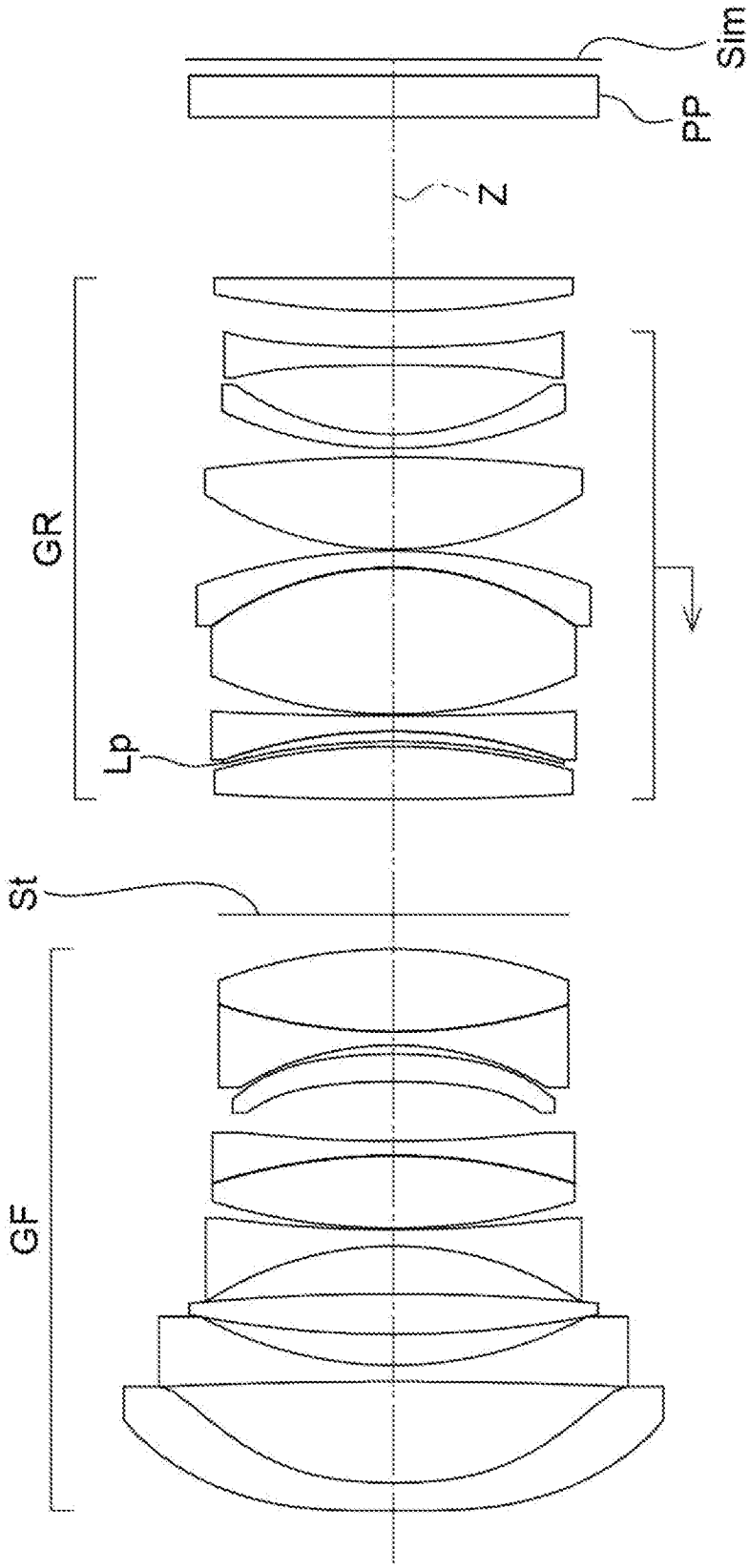
[図7]



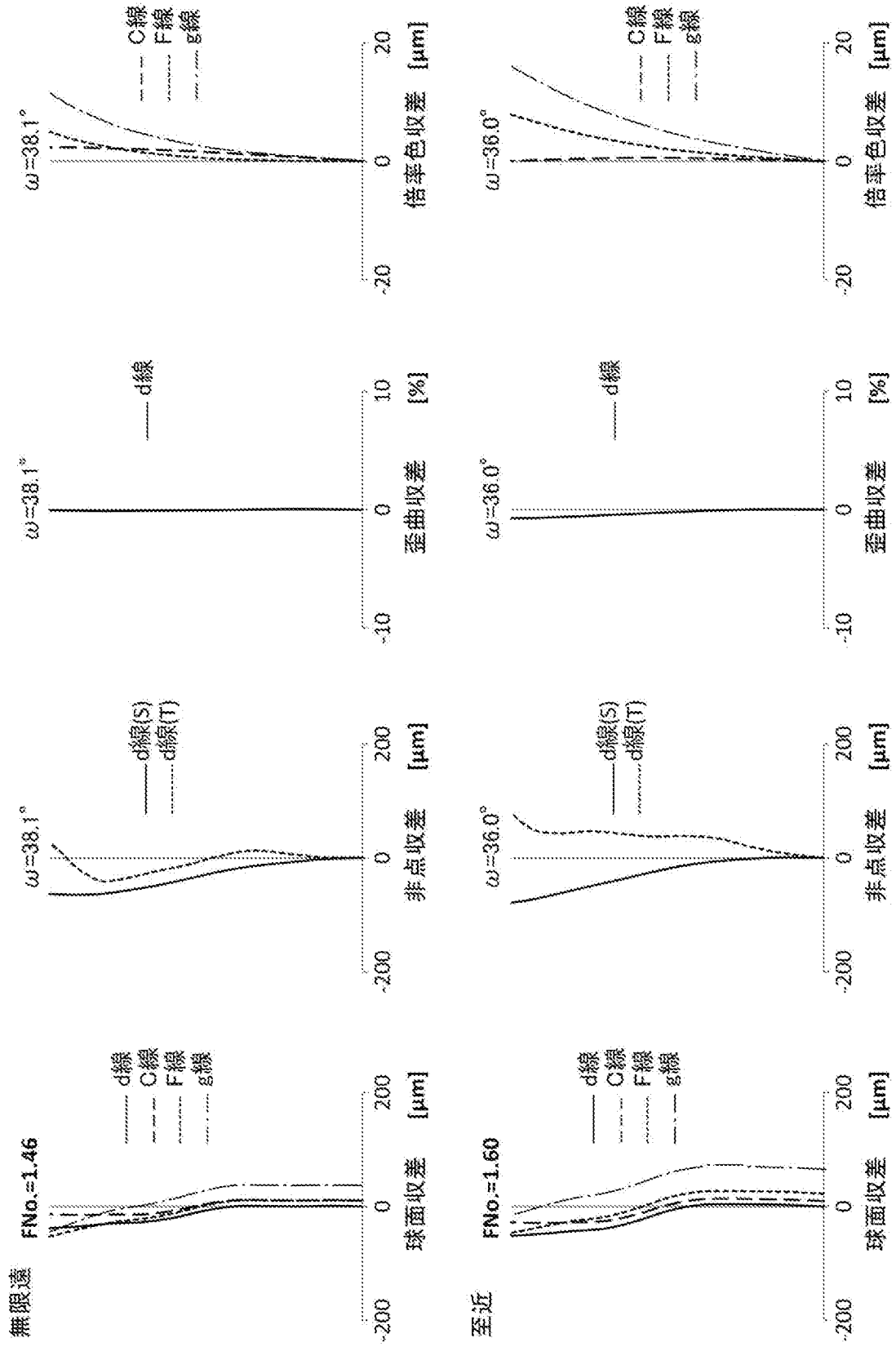
[図8]



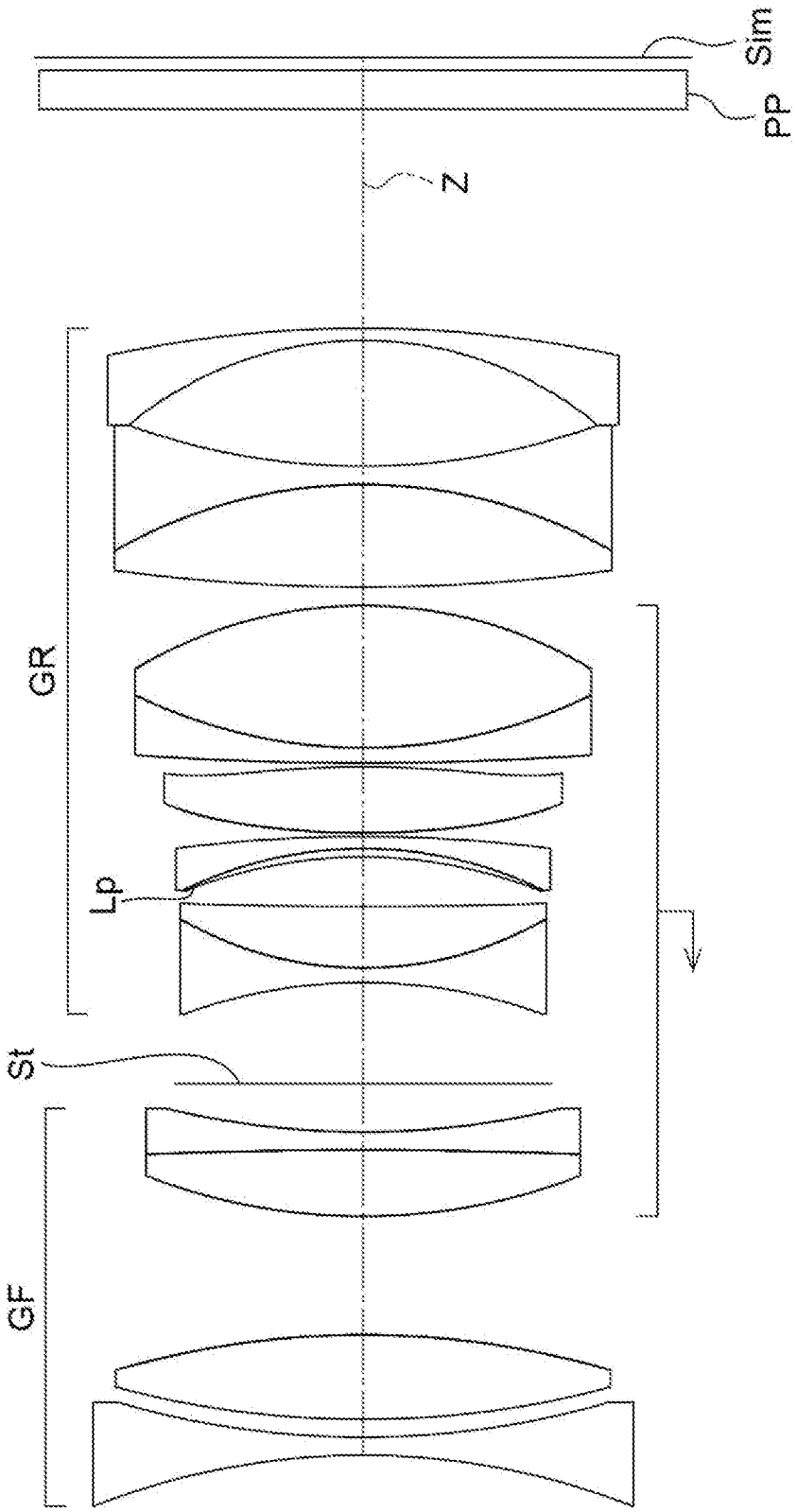
[図9]



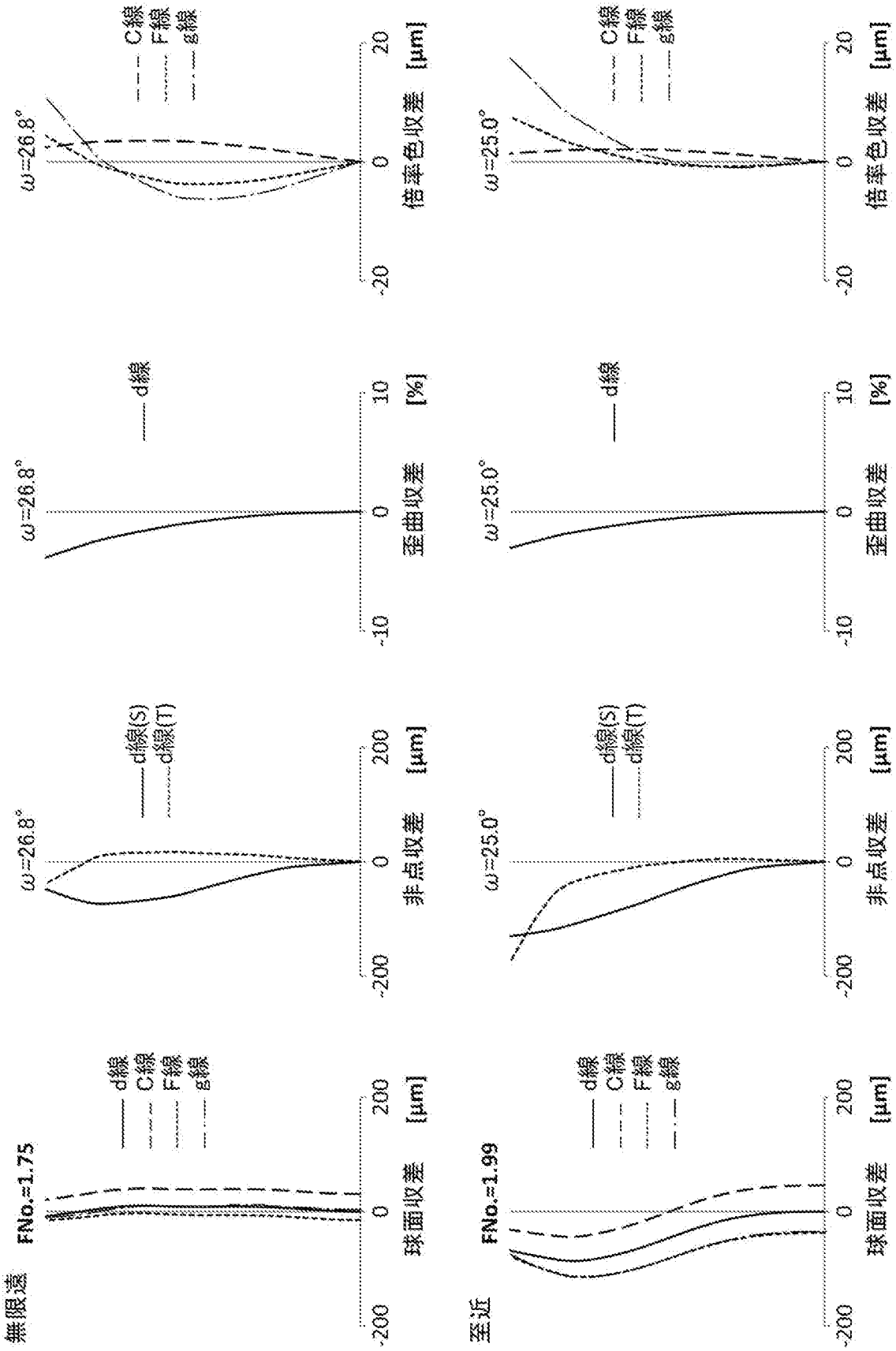
[図10]


無限遠
至近
FNo.=1.46
FNo.=1.60
ω=38.1°
ω=36.0°
d線
C線
F線
g線
d線(S)
d線(T)
球面収差 [μm]
非点収差 [μm]
歪曲収差 [%]
倍率色収差 [μm]
-200
0
200
-10
10
-20
20

[図11]



[図12]


無限遠
至近
FNo.=1.75
FNo.=1.99
d線
C線
F線
g線
d線(S)
d線(T)
球面収差 [μm]
非点収差 [μm]
歪曲収差 [%]
倍率色収差 [μm]
ω=26.8°
ω=25.0°
-200
0
200
-10
10
-20
20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/013694

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 13/00(2006.01)i; ***G02B 3/00***(2006.01)i; ***G02B 13/04***(2006.01)i; ***G02B 13/18***(2006.01)i
FI: G02B13/00; G02B3/00 Z; G02B13/04; G02B13/18

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)

G02B13/00; G02B3/00; G02B13/04; G02B13/18

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 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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 2022-030896 A (TAMRON CO., LTD.) 18 February 2022 (2022-02-18) paragraphs [0067]-[0068], examples 1-4, etc.	1–17
Y		1-17
X	JP 2012-159613 A (SONY CORPORATION) 23 August 2012 (2012-08-23) examples 1-3, etc.	1–17
Y		1-17
X	JP 2011-247998 A (OLYMPUS IMAGING CORP.) 08 December 2011 (2011-12-08) paragraph [0062], examples 1-4, etc.	1–17
Y		1-17
X	JP 2012-008268 A (NIKON CORPORATION) 12 January 2012 (2012-01-12) examples 1-3, 5, etc.	1–17
Y		1-17
Y	WO 2022/039143 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 24 February 2022 (2022-02-24) paragraphs [0028]-[0193], etc.	1-17

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
06 June 2023	**20 June 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2009-248483 A (OLYMPUS CORPORATION) 29 October 2009 (2009-10-29) fig. 1F, etc.	18
X	JP 2003-262708 A (TAMRON CO., LTD.) 19 September 2003 (2003-09-19) fig. 1-5. etc.	18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/013694

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

(Invention 1) Claims 1-17
Claims 1-17 lack novelty in the light of any one of documents 1-4 and thus do not have special technical features. Therefore, claims 1-17 are classified as invention 1.

(Invention 2) Claim 18
Claim 18 cannot be said to share the same or corresponding features with claims 1-17 classified as invention 1. Furthermore, claim 18 is not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.
Therefore, claim 18 cannot be classified as invention 1.
Claim 18 is classified as invention 2.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☑ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/013694

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2022-030896 A	18 February 2022	CN 114063269 A	
JP 2012-159613 A	23 August 2012	US 2012/0194924 A1 examples 1-3, etc. CN 102621673 A	
JP 2011-247998 A	08 December 2011	US 2011/0292252 A1 paragraph [0150], examples 1-4, etc.	
JP 2012-008268 A	12 January 2012	US 2011/0317278 A1 examples 6-8, 10, etc. US 2014/0355129 A1 CN 102298203 A	
WO 2022/039143 A1	24 February 2022	(Family: none)	
JP 2009-248483 A	29 October 2009	(Family: none)	
JP 2003-262708 A	19 September 2003	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/013694

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G02B 13/00(2006.01)i; G02B 3/00(2006.01)i; G02B 13/04(2006.01)i; G02B 13/18(2006.01)i
FI: G02B13/00; G02B3/00 Z; G02B13/04; G02B13/18

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））

G02B13/00; G02B3/00; G02B13/04; G02B13/18

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	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2022-030896 A (株式会社タムロン) 18.02.2022 (2022-02-18) 段落［００６７］－［００６８］、実施例１－４等	1-17
Y		1-17
X	JP 2012-159613 A (ソニー株式会社) 23.08.2012 (2012-08-23) 実施例１－３等	1-17
Y		1-17
X	JP 2011-247998 A (オリンパスイメージング株式会社) 08.12.2011 (2011-12-08) 段落［００６２］、実施例１－４等	1-17
Y		1-17
X	JP 2012-008268 A (株式会社ニコン) 12.01.2012 (2012-01-12) 実施例１－３，５等	1-17
Y		1-17
Y	WO 2022/039143 A1 (富士フイルム株式会社) 24.02.2022 (2022-02-24) 段落［００２８］－［０１９３］等	1-17

☑ 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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
06.06.2023	20.06.2023

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
殿岡　雅仁 2V 4748

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2009-248483 A (オリンパス株式会社) 29.10.2009 (2009-10-29) 図１Ｆ等	18
X	JP 2003-262708 A (株式会社タムロン) 19.09.2003 (2003-09-19) 図１－５等	18

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/013694

第Ⅲ欄　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

（発明１）請求項１－１７
　請求項１－１７は、文献１－４のいずれかにより新規性が欠如しているため、特別な技術的特徴を有しない。したがって、請求項１－１７を発明１に区分する。

（発明２）請求項１８
　請求項１８は、発明１に区分された請求項１－１７と、同一の又は対応する技術的特徴を有しているとはいえないし、さらに、請求項１８は、発明１に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にもない。
　したがって、請求項１８は発明１に区分できない。
　そして、請求項１８は発明２に区分する。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。

2. ☑ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。

3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。

4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。

☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/013694

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2022-030896 A	18.02.2022	CN 114063269 A	
JP 2012-159613 A	23.08.2012	US 2012/0194924 A1 実施例１－３等 CN 102621673 A	
JP 2011-247998 A	08.12.2011	US 2011/0292252 A1 段落［０１５０］、実施例１－４等	
JP 2012-008268 A	12.01.2012	US 2011/0317278 A1 実施例６－８，１０等 US 2014/0355129 A1 CN 102298203 A	
WO 2022/039143 A1	24.02.2022	（ファミリーなし）	
JP 2009-248483 A	29.10.2009	（ファミリーなし）	
JP 2003-262708 A	19.09.2003	（ファミリーなし）	