

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02019/220618

発行日 令和3年5月13日(2021.5.13)

(43) 国際公開日 令和1年11月21日(2019.11.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
GO2B 13/00 (2006.01)	GO2B 13/00	2H087
GO2B 13/18 (2006.01)	GO2B 13/18	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 97 頁)

出願番号 特願2020-518920 (P2020-518920)	(71) 出願人 000004112
(21) 国際出願番号 PCT/JP2018/019269	株式会社ニコン
(22) 国際出願日 平成30年5月18日(2018.5.18)	東京都港区港南二丁目15番3号
(81) 指定国・地域 AP (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP (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), OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, G T, 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, R S, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT	(74) 代理人 100092897 弁理士 大西 正悟 (74) 代理人 100157417 弁理士 並木 敏章 (72) 発明者 真杉 三郎 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会 社ニコン内 (72) 発明者 幸島 知之 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会 社ニコン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学系、光学機器、および光学系の製造方法

(57) 【要約】

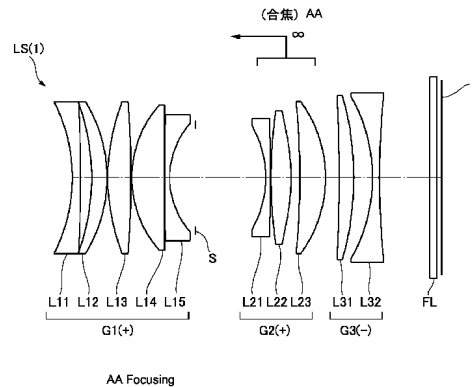
光学系 (LS) は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群 (G1) と、正の屈折力を有する第2レンズ群 (G2) と、負の屈折力を有する第3レンズ群 (G3) とを有し、合焦の際、第2レンズ群 (G2) が光軸に沿って移動し、第2レンズ群 (G2) は、少なくとも1枚の正レンズと、少なくとも1枚の負レンズとを有し、以下の条件式を満足する。

$$0.50 < FNO \times (f1 / f) < 5.50$$

但し、FNO: 光学系 (LS) のFナンバー

f1: 第1レンズ群 (G1) の焦点距離

f: 光学系 (LS) の焦点距離



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に並んだ、正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 レンズ群とを有し、

合焦の際、前記第 2 レンズ群が光軸に沿って移動し、

前記第 2 レンズ群は、少なくとも 1 枚の正レンズと、少なくとも 1 枚の負レンズとを有し、

以下の条件式を満足する光学系。

$$0.50 < FNO \times (f_1 / f) < 5.50$$

但し、FNO：前記光学系の F ナンバー

f₁：前記第 1 レンズ群の焦点距離

f：前記光学系の焦点距離

10

【請求項 2】

以下の条件式を満足する請求項 1 に記載の光学系。

$$0.50 < TLa / f < 5.00$$

但し、TLa：前記光学系における最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離、なお最も像側のレンズ面から像面までは空気換算距離

【請求項 3】

以下の条件式を満足する請求項 1 または 2 に記載の光学系。

$$0.20 < f_2 / (-f_3) < 1.20$$

但し、f₂：前記第 2 レンズ群の焦点距離

f₃：前記第 3 レンズ群の焦点距離

20

【請求項 4】

前記第 2 レンズ群の最も物体側に配置されたレンズが負レンズである請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の光学系。

【請求項 5】

前記第 3 レンズ群は、少なくとも 1 枚の正レンズと、少なくとも 1 枚の負レンズとを有する請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の光学系。

【請求項 6】

前記第 1 レンズ群の像側に絞りを配置する請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の光学系。

30

【請求項 7】

合焦の際、前記第 1 レンズ群が固定される請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の光学系。

【請求項 8】

以下の条件式を満足する請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の光学系。

$$0.010 < f / f_2 < 5.000$$

但し、f₂：前記第 2 レンズ群の焦点距離

【請求項 9】

以下の条件式を満足する請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の光学系。

$$0.010 < f_1 / f_2 < 5.000$$

但し、f₂：前記第 2 レンズ群の焦点距離

40

【請求項 10】

以下の条件式を満足する請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の光学系。

$$0.100 < Bfa / f < 0.500$$

但し、Bfa：前記光学系における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

【請求項 11】

以下の条件式を満足する請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の光学系。

$$0.10 < f_F / f_R < 3.00$$

50

但し、 f_F ：前記光学系における絞りより物体側に配置されたレンズの合成焦点距離
 f_R ：前記光学系における絞りより像側に配置されたレンズの合成焦点距離

【請求項 12】

以下の条件式を満足する請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載の光学系。

$$0.30 < TL_a / (-f_3) < 4.00$$

但し、 f_3 ：前記第 3 レンズ群の焦点距離

TL_a ：前記光学系における最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離

、なお最も像側のレンズ面から像面までは空気換算距離

【請求項 13】

以下の条件式を満足する請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載の光学系。

$$0.50 < TL_a / f_1 < 4.00$$

但し、 TL_a ：前記光学系における最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離

、なお最も像側のレンズ面から像面までは空気換算距離

【請求項 14】

以下の条件式を満足する請求項 1 ~ 13 のいずれか一項に記載の光学系。

$$15.0^\circ < 2\theta < 85.0^\circ$$

但し、 2θ ：前記光学系の画角

【請求項 15】

請求項 1 ~ 14 のいずれか一項に記載の光学系を備えて構成される光学機器。

【請求項 16】

物体側から順に並んだ、正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光学系の製造方法であって、

合焦の際、前記第 2 レンズ群が光軸に沿って移動し、

前記第 2 レンズ群は、少なくとも 1 枚の正レンズと、少なくとも 1 枚の負レンズとを有し、

以下の条件式を満足するように、

レンズ鏡筒内に各レンズを配置する光学系の製造方法。

$$0.50 < FNO \times (f_1 / f) < 5.50$$

但し、 FNO ：前記光学系の F ナンバー

f_1 ：前記第 1 レンズ群の焦点距離

f ：前記光学系の焦点距離

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学系、光学機器、および光学系の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、絞りの像側に配置された正レンズ群を物体側に繰り出して合焦を行うインナーフォーカス方式の単焦点光学系（例えば、特許文献 1 を参照）が提案されている。このような光学系では、大口径化した場合に、諸収差を良好に補正することが難しかった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2012 - 234169 号公報

【発明の概要】

【0004】

第 1 の態様に係る光学系は、物体側から順に並んだ、正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 レンズ群とを有し、合焦の際、前記第 2 レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第 2 レンズ群は、少なくとも 1 枚の正レンズと、少なくとも 1 枚の負レンズとを有し、以下の条件式を満足する。

10

20

30

40

50

$$0.50 < FNO \times (f_1 / f) < 5.50$$

但し、FNO：前記光学系のFナンバー

f₁：前記第1レンズ群の焦点距離

f：前記光学系の焦点距離

【0005】

第2の態様に係る光学機器は、上記光学系を備えて構成される。

【0006】

第3の態様に係る光学系の製造方法は、物体側から順に並んだ、正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光学系の製造方法であって、合焦の際、前記第2レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第2レンズ群は、少なくとも1枚の正レンズと、少なくとも1枚の負レンズとを有し、以下の条件式を満足するように、レンズ鏡筒内に各レンズを配置する。

10

$$0.50 < FNO \times (f_1 / f) < 5.50$$

但し、FNO：前記光学系のFナンバー

f₁：前記第1レンズ群の焦点距離

f：前記光学系の焦点距離

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】第1実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成図である。

【図2】図2(A)は第1実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図であり、図2(B)は第1実施例に係る光学系の近距離合焦時の諸収差図である。

20

【図3】第2実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成図である。

【図4】図4(A)は第2実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図であり、図4(B)は第2実施例に係る光学系の近距離合焦時の諸収差図である。

【図5】第3実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成図である。

【図6】図6(A)は第3実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図であり、図6(B)は第3実施例に係る光学系の近距離合焦時の諸収差図である。

【図7】第4実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成図である。

【図8】図8(A)は第4実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図であり、図8(B)は第4実施例に係る光学系の近距離合焦時の諸収差図である。

30

【図9】第5実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成図である。

【図10】図10(A)は第5実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図であり、図10(B)は第5実施例に係る光学系の近距離合焦時の諸収差図である。

【図11】第6実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成図である。

【図12】図12(A)は第6実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図であり、図12(B)は第6実施例に係る光学系の近距離合焦時の諸収差図である。

【図13】第7実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成図である。

【図14】図14(A)は第7実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図であり、図14(B)は第7実施例に係る光学系の近距離合焦時の諸収差図である。

【図15】第8実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成図である。

40

【図16】図16(A)は第8実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図であり、図16(B)は第8実施例に係る光学系の近距離合焦時の諸収差図である。

【図17】第9実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成図である。

【図18】図18(A)は第9実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図であり、図18(B)は第9実施例に係る光学系の近距離合焦時の諸収差図である。

【図19】第10実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成図である。

【図20】図20(A)は第10実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図であり、図20(B)は第10実施例に係る光学系の近距離合焦時の諸収差図である。

【図21】第11実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成図である。

【図22】図22(A)は第11実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図であり、

50

【図56】図56(A)は第28実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図であり、図56(B)は第28実施例に係る光学系の近距離合焦時の諸収差図である。

【図57】第29実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成図である。

【図58】図58(A)は第29実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図であり、図58(B)は第29実施例に係る光学系の近距離合焦時の諸収差図である。

【図59】第30実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成図である。

【図60】図60(A)は第30実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図であり、図60(B)は第30実施例に係る光学系の近距離合焦時の諸収差図である。

【図61】第31実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成図である。

【図62】図62(A)は第31実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図であり、図62(B)は第31実施例に係る光学系の近距離合焦時の諸収差図である。

【図63】本実施形態に係る光学系を備えたカメラの構成を示す図である。

【図64】本実施形態に係る光学系の製造方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本実施形態に係る光学系および光学機器について図を参照して説明する。まず、本実施形態に係る光学系を備えたカメラ（光学機器）を図63に基づいて説明する。このカメラ1は、図63に示すように撮影レンズ2として本実施形態に係る光学系を備えたデジタルカメラである。カメラ1において、不図示の物体（被写体）からの光は、撮影レンズ2で集光されて、撮像素子3へ到達する。これにより被写体からの光は、当該撮像素子3によって撮像されて、被写体画像として不図示のメモリに記録される。このようにして、撮影者はカメラ1による被写体の撮影を行うことができる。なお、このカメラは、ミラーレスカメラでも、クイックリターンミラーを有した一眼レフタイプのカメラであっても良い。

【0009】

本実施形態に係る光学系（撮影レンズ）LSの一例としての光学系LS(1)は、図1に示すように、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3とを有して構成される。合焦の際、第2レンズ群G2が光軸に沿って移動する。これにより、無限遠合焦状態から近距離合焦状態に亘り、像倍率変化を抑えつつ、良好な光学性能を得ることが可能になる。また、第2レンズ群G2は、少なくとも1枚の正レンズと、少なくとも1枚の負レンズとを有している。これにより、色収差等の諸収差を良好に補正することができる。

【0010】

本実施形態に係る光学系LSは、図1に示す光学系LS(1)に限られるものではなく、図3に示す光学系LS(2)でも良い。同様に、本実施形態に係る光学系LSは、図5以降に示す光学系LS(3)~LS(31)でも良い。

【0011】

上記構成の下、本実施形態に係る光学系LSは、以下の条件式を満足する。

【0012】

$$0.50 < FNO \times (f1 / f) < 5.50 \quad \dots (1)$$

但し、FNO：光学系LSのFナンバー

f1：第1レンズ群G1の焦点距離

f：光学系LSの焦点距離

【0013】

条件式(1)は、第1レンズ群G1のFナンバーに相当する値を規定するものである。条件式(1)を満足することで、コマ収差等の諸収差を良好に補正することができる。

【0014】

条件式(1)の対応値が上限値を上回ると、コマ収差および非点収差の補正が困難になる。条件式(1)の上限値を5.00に設定することで、本実施形態の効果をより確実な

10

20

30

40

50

ものとする事ができる。本実施形態の効果をさらに確実にするために、条件式(1)の上限値を、4.50、4.00、3.50、3.20、さらに3.00とすることが好ましい。

【0015】

条件式(1)の対応値が下限値を下回っても、球面収差およびコマ収差の補正が困難になる。条件式(1)の下限値を0.80に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとする事ができる。本実施形態の効果をさらに確実にするために、条件式(1)の下限値を、1.00、1.40、1.60、1.80、さらに1.95とすることが好ましい。

【0016】

本実施形態の光学系LSは、以下の条件式(2)を満足することが望ましい。

$$0.50 < TLa / f < 5.00 \quad \dots (2)$$

但し、TLA：光学系LSにおける最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離、なお最も像側のレンズ面から像面までは空気換算距離

【0017】

条件式(2)は、光学系LSの全長と焦点距離との比の適正範囲を規定するものである。条件式(2)を満足することで、コマ収差を良好に補正することができる。

【0018】

条件式(2)の対応値が上限値を上回ると、コマ収差の補正が困難になる。条件式(2)の上限値を4.50に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとする事ができる。本実施形態の効果をさらに確実にするために、条件式(2)の上限値を、4.00、3.80、3.60、3.50、3.20、3.00、2.80、さらに2.40とすることが好ましい。

【0019】

条件式(2)の対応値が下限値を下回っても、コマ収差の補正が困難になる。条件式(2)の下限値を0.75に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとする事ができる。本実施形態の効果をさらに確実にするために、条件式(2)の下限値を、0.80、1.00、1.10、1.30、さらに1.50とすることが好ましい。

【0020】

本実施形態の光学系LSは、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

$$0.20 < f2 / (-f3) < 1.20 \quad \dots (3)$$

但し、f2：第2レンズ群G2の焦点距離

f3：第3レンズ群G3の焦点距離

【0021】

条件式(3)は、第2レンズ群G2の焦点距離と第3レンズ群G3の焦点距離との比の適正範囲を規定するものである。条件式(3)を満足することで、近距離合焦状態において良好な光学性能を確保することができる。

【0022】

条件式(3)の対応値が上限値を上回ると、第2レンズ群G2の焦点距離が長くなるため、合焦の際の第2レンズ群G2の移動量が増加し、合焦の際の球面収差と像面湾曲の変動が大きくなる。条件式(3)の上限値を1.00に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとする事ができる。本実施形態の効果をさらに確実にするために、条件式(3)の上限値を、0.95、0.90、0.88、0.85、0.80、0.77、0.75、0.72、0.70、さらに0.68とすることが好ましい。

【0023】

条件式(3)の対応値が下限値を下回ると、第2レンズ群G2の焦点距離が短くなるため、諸収差の発生量が増加し、合焦の際のコマ収差の変動が大きくなる。また、第3レンズ群G3の焦点距離がマイナス側に長くなるため、諸収差の補正が困難になり、合焦の際の像面湾曲の変動が大きくなる。条件式(3)の下限値を0.23に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとする事ができる。本実施形態の効果をさらに確実に

10

20

30

40

50

するために、条件式(3)の下限値を、0.29、0.35、0.37、0.39、0.40、0.41、さらに0.42とすることが好ましい。

【0024】

本実施形態の光学系LSにおいて、第2レンズ群G2の最も物体側に配置されたレンズが負レンズであることが望ましい。これにより、像面湾曲を良好に補正することができる。

【0025】

本実施形態の光学系LSにおいて、第3レンズ群G3は、少なくとも1枚の正レンズと、少なくとも1枚の負レンズとを有することが望ましい。これにより、色収差等の諸収差を良好に補正することができる。

10

【0026】

本実施形態の光学系LSにおいて、第1レンズ群G1の像側に絞りを配置することが望ましい。これにより、近距離合焦状態におけるコマ収差、非点収差等の諸収差を良好に補正することができる。

【0027】

本実施形態の光学系LSにおいて、第1レンズ群G1が固定されることが望ましい。これにより、光学系LSの全体を小型化することができる。

【0028】

本実施形態の光学系LSは、以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

$$0.010 < f/f_2 < 5.000 \quad \dots (4)$$

但し、 f_2 ：第2レンズ群G2の焦点距離

20

【0029】

条件式(4)は、光学系LS全系の焦点距離と第2レンズ群G2の焦点距離との比の適正範囲を規定するものである。条件式(4)を満足することで、近距離合焦状態において良好な光学性能を確保することができる。

【0030】

条件式(4)の対応値が上限値を上回ると、第2レンズ群G2の焦点距離が短くなるため、諸収差の発生量が増加し、合焦の際のコマ収差の変動が大きくなる。条件式(4)の上限値を4.500に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとすることができる。本実施形態の効果をさらに確実にするために、条件式(4)の上限値を、4.000、3.500、3.000、2.500、2.000、1.800、1.500、さらに1.300とすることが好ましい。

30

【0031】

条件式(4)の対応値が下限値を下回ると、第2レンズ群G2の焦点距離が長くなるため、合焦の際の第2レンズ群G2の移動量が増加し、合焦の際の球面収差と像面湾曲の変動が大きくなる。条件式(4)の下限値を0.050に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとするすることができる。本実施形態の効果をさらに確実にするために、条件式(4)の下限値を、0.100、0.150、0.200、0.250、0.300、0.350、0.400、0.450、0.500、0.550、0.600、さらに0.650とすることが好ましい。

40

【0032】

本実施形態の光学系LSは、以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$0.010 < f_1/f_2 < 5.000 \quad \dots (5)$$

但し、 f_2 ：第2レンズ群G2の焦点距離

【0033】

条件式(5)は、第1レンズ群G1の焦点距離と第2レンズ群G2の焦点距離との比の適正範囲を規定するものである。条件式(5)を満足することで、無限遠合焦状態および近距離合焦状態において良好な光学性能を確保することができる。

【0034】

条件式(5)の対応値が上限値を上回ると、第2レンズ群G2の焦点距離が短くなるた

50

め、諸収差の発生量が増加し、合焦の際のコマ収差の変動が大きくなる。条件式(5)の上限値を4.000に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとする事ができる。本実施形態の効果をさらに確実にするために、条件式(5)の上限値を、3.500、3.000、2.500、2.000、さらに1.800とすることが好ましい。
【0035】

条件式(5)の対応値が下限値を下回ると、第2レンズ群G2の焦点距離が長くなるため、合焦の際の第2レンズ群G2の移動量が増加し、合焦の際の球面収差と像面湾曲の変動が大きくなる。条件式(5)の下限値を0.100に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとする事ができる。本実施形態の効果をさらに確実にするために、条件式(5)の下限値を、0.200、0.250、0.300、0.350、0.400、0.450、0.500、0.600、0.700、0.800、さらに0.900とすることが好ましい。

10

【0036】

本実施形態の光学系LSは、以下の条件式(6)を満足することが望ましい。

$$0.100 < Bfa / f < 0.500 \quad \dots (6)$$

但し、Bfa：光学系LSの最も像側に配置されたレンズにおける像側のレンズ面から像面までの光軸上の空気換算距離

【0037】

条件式(6)は、光学系LS全系の焦点距離とバックフォーカスとの比の適正範囲を規定するものである。条件式(6)を満足することで、非点収差を良好に補正することができる。

20

【0038】

条件式(6)の対応値が上限値を上回ると、非点収差の補正が困難になる。条件式(6)の上限値を0.450に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとする事ができる。本実施形態の効果をさらに確実にするために、条件式(6)の上限値を、0.420、0.400、0.380、0.350、さらに0.320とすることが好ましい。

【0039】

条件式(6)の対応値が下限値を下回っても、非点収差の補正が困難になる。条件式(6)の下限値を0.110に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとする事ができる。本実施形態の効果をさらに確実にするために、条件式(6)の下限値を、0.120、0.130、0.140、0.150、0.160、さらに0.170とすることが好ましい。

30

【0040】

本実施形態の光学系LSは、以下の条件式(7)を満足することが望ましい。

$$0.10 < fF / fR < 3.00 \quad \dots (7)$$

但し、fF：光学系LSにおける絞りより物体側に配置されたレンズの合成焦点距離

fR：光学系LSにおける絞りより像側に配置されたレンズの合成焦点距離

【0041】

条件式(7)は、絞りより物体側に配置されたレンズの合成焦点距離と絞りより像側に配置されたレンズの合成焦点距離との比の適正範囲を規定するものである。なお、各合成焦点距離は、無限遠合焦状態での合成焦点距離である。条件式(7)を満足することで、非点収差および歪曲収差を良好に補正することができる。

40

【0042】

条件式(7)の対応値が上限値を上回ると、非点収差および歪曲収差の補正が困難になる。条件式(7)の上限値を2.50に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとする事ができる。本実施形態の効果をさらに確実にするために、条件式(7)の上限値を、2.00、1.80、1.50、1.20、さらに1.10とすることが好ましい。

【0043】

50

条件式(7)の対応値が下限値を下回っても、非点収差および歪曲収差の補正が困難になる。条件式(7)の下限値を0.20に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとする事ができる。本実施形態の効果をさらに確実にするために、条件式(7)の下限値を、0.25、0.27、0.30、0.34、さらに0.35とすることが好ましい。

【0044】

本実施形態の光学系LSは、以下の条件式(8)を満足することが望ましい。

$$0.30 < TLa / (-f3) < 4.00 \quad \dots (8)$$

但し、f3：第3レンズ群G3の焦点距離

TLa：光学系LSにおける最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離
、なお最も像側のレンズ面から像面までは空気換算距離

10

【0045】

条件式(8)は、光学系LSの全長と第3レンズ群G3の焦点距離との比の適正範囲を規定するものである。条件式(8)を満足することで、非点収差を良好に補正することができる。

【0046】

条件式(8)の対応値が上限値を上回ると、非点収差の補正が困難になる。条件式(8)の上限値を3.70に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとする事ができる。本実施形態の効果をさらに確実にするために、条件式(8)の上限値を、3.50、3.20、3.00、2.80、2.50、2.00、さらに1.60とすることが好ましい。

20

【0047】

条件式(8)の対応値が下限値を下回っても、非点収差の補正が困難になる。条件式(8)の下限値を0.40に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとする事ができる。本実施形態の効果をさらに確実にするために、条件式(8)の下限値を、0.50、0.60、0.65、さらに0.70とすることが好ましい。

【0048】

本実施形態の光学系LSは、以下の条件式(9)を満足することが望ましい。

$$0.50 < TLa / f1 < 4.00 \quad \dots (9)$$

但し、TLa：光学系LSにおける最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離
、なお最も像側のレンズ面から像面までは空気換算距離

30

【0049】

条件式(9)は、光学系LSの全長と第1レンズ群G1の焦点距離との比の適正範囲を規定するものである。条件式(9)を満足することで、コマ収差を良好に補正することができる。

【0050】

条件式(9)の対応値が上限値を上回ると、コマ収差の補正が困難になる。条件式(9)の上限値を3.50に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとする事ができる。本実施形態の効果をさらに確実にするために、条件式(9)の上限値を、3.00、2.80、2.60、2.50、2.40、2.20、さらに2.10とすることが好ましい。

40

【0051】

条件式(9)の対応値が下限値を下回っても、コマ収差の補正が困難になる。条件式(9)の下限値を0.70に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとする事ができる。本実施形態の効果をさらに確実にするために、条件式(9)の下限値を、0.75、0.78、0.82、さらに0.84とすることが好ましい。

【0052】

本実施形態の光学系LSは、以下の条件式(10)を満足することが望ましい。

$$15.0^\circ < 2 < 85.0^\circ \quad \dots (10)$$

但し、2：光学系LSの画角

50

【 0 0 5 3 】

条件式(10)は、光学系LSの画角を規定するものである。条件式(10)を満足することで、広い画角を有しつつ、諸収差を良好に補正することができる。条件式(10)の上限値を80.0°に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとする事ができる。本実施形態の効果をさらに確実にするために、条件式(10)の上限値を、75.0°、70.0°、68.0°、さらに65.0°とすることが好ましい。条件式(10)の下限値を17.0°に設定することで、本実施形態の効果をより確実なものとする事ができる。本実施形態の効果をさらに確実にするために、条件式(10)の下限値を、18.0°、20.0°、22.0°、さらに25.0°とすることが好ましい。

【 0 0 5 4 】

本実施形態の光学系LSにおいて、第1レンズ群G1の最も物体側に配置されたレンズが負レンズであってもよい。これにより、コマ収差を良好に補正することができる。

【 0 0 5 5 】

続いて、図64を参照しながら、上述の光学系LSの製造方法について概説する。まず、物体側から順に並べて、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3とを配置する(ステップST1)。なお、第2レンズ群G2として、少なくとも1枚の正レンズと、少なくとも1枚の負レンズとを配置する。そして、合焦の際、第2レンズ群G2が光軸に沿って移動するように構成する(ステップST2)。また、少なくとも上記条件式(1)を満足するように、レンズ鏡筒内に各レンズを配置する(ステップST3)。このような製造方法によれば、無限遠合焦状態から近距離合焦状態に亘り、像倍率変化を抑えつつ、良好な光学性能を得ることが可能な光学系を製造することができる。

【 実施例 】

【 0 0 5 6 】

以下、本実施形態の実施例に係る光学系LSを図面に基づいて説明する。図1は、第1実施例に係る光学系LS{LS(1)}の構成及び屈折力配分を示す断面図である。同様に、図3、図5、図7、図9、図11、図13、図15、図17、図19、図21は、第2～第11実施例に係る光学系LS{LS(2)～LS(11)}の構成及び屈折力配分を示す断面図である。図23、図25、図27、図29、図31、図33、図35、図37、図39、図41は、第12～第21実施例に係る光学系LS{LS(12)～LS(21)}の構成及び屈折力配分を示す断面図である。図43、図45、図47、図49、図51、図53、図55、図57、図59、図61は、第22～第31実施例に係る光学系LS{LS(22)～LS(31)}の構成及び屈折力配分を示す断面図である。各断面図では、合焦レンズ群が無遠から近距離物体に合焦する際の移動方向を、「合焦」という文字とともに矢印で示している。

【 0 0 5 7 】

これらの図において、各レンズ群を符号Gと数字の組み合わせにより、各レンズを符号Lと数字の組み合わせにより、それぞれ表している。この場合において、符号、数字の種類および数が大きくなって煩雑化するのを防止するため、実施例毎にそれぞれ独立して符号と数字の組み合わせを用いてレンズ群等を表している。このため、実施例間で同一の符号と数字の組み合わせが用いられていても、同一の構成であることを意味するものではない。

【 0 0 5 8 】

以下に表1～表31を示すが、この表1～表31は、第1～第31実施例における各諸元データを示す表である。各実施例では収差特性の算出対象として、d線(波長 = 587.6nm)を選んでいる。

【 0 0 5 9 】

[全体諸元]の表において、fはレンズ全系の焦点距離、FNはFナンバー、 ω は半画角(単位は°(度))、Yは像高を示す。TLは無遠合焦時の光軸上でのレンズ最前面からレンズ最終面までの距離にBFを加えた距離を示し、BFは無遠合焦時の光軸上

10

20

30

40

50

でのレンズ最終面から像面 I までの距離（バックフォーカス）を示し、B F a はバックフォーカスの空気換算長を示す。

【0060】

[レンズ諸元] の表において、面番号は光線の進行する方向に沿った物体側からの光学面の順序を示し、R は各光学面の曲率半径（曲率中心が像側に位置する面を正の値としている）、D は各光学面から次の光学面（又は像面）までの光軸上の距離である面間隔、 n_d は光学部材の材料の d 線に対する屈折率、 d は光学部材の材料の d 線を基準とするアッペ数をそれぞれ示す。曲率半径の「 ∞ 」は平面又は開口を、（絞り S）は開口絞り S をそれぞれ示す。空気の屈折率 $n_d = 1.00000$ の記載は省略している。光学面が非球面である場合には面番号に * 印を付して、曲率半径 R の欄には近軸曲率半径を示している。

10

【0061】

[非球面データ] の表には、[レンズ諸元] に示した非球面について、その形状を次式（A）で示す。X（y）は非球面の頂点における接平面から高さ y における非球面上の位置までの光軸方向に沿った距離（ザグ量）を、R は基準球面の曲率半径（近軸曲率半径）を、 K は円錐定数を、 A_i は第 i 次の非球面係数を示す。「E-n」は、「 $\times 10^{-n}$ 」を示す。例えば、 $1.234E-05 = 1.234 \times 10^{-5}$ である。なお、2 次の非球面係数 A_2 は 0 であり、その記載を省略している。

【0062】

[可変間隔データ] の表には、[レンズ諸元] を示す表において面間隔が「可変」となっている面番号 i における次の面までの面間隔 D_i を示す。例えば、第 1 実施例では、面番号 11, 17, 23 での面間隔 D_{11} , D_{17} , D_{23} を示す。これらの値は、無限遠合焦状態、近距離（至近距離）合焦状態におけるそれぞれについて示す。

20

【0063】

[レンズ群データ] の表には、各レンズ群のそれぞれの始面（最も物体側の面）と焦点距離を示す。

【0064】

[条件式対応値] の表には、各条件式に対応する値を示す。

【0065】

以下、全ての諸元値において、掲載されている焦点距離 f、曲率半径 R、面間隔 D、その他の長さ等は、特記のない場合一般に「mm」が使われるが、光学系は比例拡大又は比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。

30

【0066】

ここまでの表の説明は全ての実施例において共通であり、以下での重複する説明は省略する。

【0067】

（第 1 実施例）

第 1 実施例について、図 1 ~ 図 2 および表 1 を用いて説明する。図 1 は、本実施形態の第 1 実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第 1 実施例に係る光学系 LS（1）は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。無限遠物体から近距離（有限距離）物体への合焦の際、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って物体側に移動し、第 1 レンズ群 G 1 および第 3 レンズ群 G 3 が固定される。各レンズ群記号に付けている符号（+）もしくは（-）は各レンズ群の屈折力を示し、このことは以下の全ての実施例でも同様である。

40

【0068】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 1 負レンズ L 1 1 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 1 2 と、両凸形状の第 2 正レンズ L 1 3 と、両凸形状の第 3 正レンズ L 1 4 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 2 負レンズ L 1 5 と、開口絞り S と、から構成される。第 2 正レンズ L 1 3 は、両側のレンズ面が非球面である。

50

【 0 0 6 9 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 2 1 と、両凸形状の第 1 正レンズ L 2 2 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 2 正レンズ L 2 3 と、から構成される。第 1 正レンズ L 2 2 は、両側のレンズ面が非球面である。

【 0 0 7 0 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 3 1 と、両凹形状の負レンズ L 3 2 と、から構成される。第 3 レンズ群 G 3 の像側に、像面 I が配置される。第 3 レンズ群 G 3 と像面 I との間には、抜き差し交換可能な光学フィルター F L が配設されている。抜き差し交換可能な光学フィルター F L として、例えば、N C フィルター（ニュートラルカラーフィルター）や、カラーフィルター、偏光フィルター、N D フィルター（減光フィルター）、I R フィルター（赤外線カットフィルター）等が用いられる。なお、後述する第 2 ~ 第 3 1 実施例に記載の抜き差し交換可能な光学フィルター F L についても同様である。

10

【 0 0 7 1 】

以下の表 1 に、第 1 実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。

【 0 0 7 2 】

(表 1)

[全体諸元]

f	51.59
F N O	1.85
	22.6
Y	21.70
T L	80.800
B F	13.599
B F a	13.054

20

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d
1	-37.21999	1.800	1.60342	38.0
2	-301.75553	2.422		
3	-50.10561	3.350	1.49782	82.6
4	-32.57310	0.200		
5*	45.59156	5.050	1.82080	42.7
6*	-214.20431	0.200		
7	24.72595	7.194	1.59319	67.9
8	-5040.38050	0.100		
9	1752.78680	1.000	1.60342	38.0
10	18.45027	5.608		
11		D11 (可変)		(絞り S)
12	-23.43011	1.000	1.67270	32.2
13	-582.82234	0.200		
14*	127.87476	4.350	1.82080	42.7
15*	-43.94757	1.950		
16	-157.95993	5.600	1.60300	65.4
17	-28.85150	D17 (可変)		
18	-374.08672	3.200	2.00100	29.1
19	-68.25108	4.109		
20	-36.81307	1.500	1.69895	30.1
21	177.00000	11.000		
22		1.600	1.51680	63.9

30

40

50

23

D23 (可変)

[非球面データ]

第 5 面

=1.00000

A4=-1.10646E-06, A6=-5.14585E-10, A8=0.00000E+00, A10=0.00000E+00

第 6 面

=1.00000

A4=3.82437E-07, A6=-2.48354E-10, A8=0.00000E+00, A10=0.00000E+00

第 1 4 面

=1.00000

A4=2.59966E-06, A6=2.78570E-09, A8=0.00000E+00, A10=0.00000E+00

第 1 5 面

=1.00000

A4=9.97453E-06, A6=1.00933E-08, A8=0.00000E+00, A10=0.00000E+00

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態 近距離合焦状態

f = 51.59 = -0.1508

D0 319.20

D11 15.367 5.165

D17 3.000 13.203

D23 0.999 0.999

[レンズ群データ]

群 始面 焦点距離

G1 1 68.17

G2 12 56.22

G3 18 -101.37

[条件式対応値]

条件式 (1) F N O × (f 1 / f) = 2.451

条件式 (2) T L a / f = 1.556

条件式 (3) f 2 / (- f 3) = 0.555

条件式 (4) f / f 2 = 0.918

条件式 (5) f 1 / f 2 = 1.213

条件式 (6) B F a / f = 0.253

条件式 (7) f F / f R = 0.646

条件式 (8) T L a / (- f 3) = 0.792

条件式 (9) T L a / f 1 = 1.177

条件式 (1 0) 2 = 45.2

【 0 0 7 3 】

図 2 (A) は、第 1 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 2 (A) の各収差図において、FNO は F ナンバー、A は半画角をそれぞれ示す。なお、球面収差図では最大口径に対応する F ナンバーの値を示し、非点収差図および歪曲収差図では半画角の最大値をそれぞれ示し、横収差図では各半画角の値を示す。図 2 (B) は、第 1 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。図 2 (B) の各収差図において、NA は開口数、H0 は物体高をそれぞれ示す。なお、球面収差図では最大口径に対応する開口数の値を示し、非点収差図および歪曲収差図では物体高の最大値をそれぞれ示し、横収差図では各物体高の値を示す。また、図 2 (A) および図 2 (B) の非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面をそれぞれ示す。なお、以下に示す各実施例の収差図においても、本実施例と同様の符号を用い、重複する説明は省略する。

【 0 0 7 4 】

10

20

30

40

50

各諸収差図より、第1実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【0075】

(第2実施例)

第2実施例について、図3～図4および表2を用いて説明する。図3は、本実施形態の第2実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第2実施例に係る光学系LS(2)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3とから構成されている。無限遠物体から近距離(有限距離)物体への合焦の際、第2レンズ群G2が光軸に沿って物体側に移動し、第1レンズ群G1および第3レンズ群G3が固定される。

10

【0076】

第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第1負レンズL11および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1正レンズL12からなる接合レンズと、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第2正レンズL13と、両凸形状の第3正レンズL14と、両凸形状の第4正レンズL15および両凹形状の第2負レンズL16からなる接合レンズと、開口絞りSと、から構成される。第3正レンズL14は、物体側のレンズ面が非球面である。

【0077】

第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、両凹形状の負レンズL21と、両凸形状の第1正レンズL22と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第2正レンズL23と、から構成される。第1正レンズL22は、像面I側のレンズ面が非球面である。

20

【0078】

第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズL31と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第1負レンズL32と、物体側に凹面を向けた平凹形状の第2負レンズL33と、から構成される。第3レンズ群G3の像側に、像面Iが配置される。第3レンズ群G3と像面Iとの間には、抜き差し交換可能な光学フィルターFLが配設されている。

【0079】

以下の表2に、第2実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。なお、第13面は仮想面である。

30

【0080】

(表2)

[全体諸元]

f	51.60
FNO	1.85
	22.8
Y	21.70
TL	88.456
BF	13.100
BFa	12.555

40

[レンズ諸元]

面番号	R	D	nd	d
1	-39.70605	1.800	1.73800	32.3
2	68.44172	3.469	1.92286	20.9
3	740.55070	0.985		
4	-250.61896	4.504	1.59319	67.9
5	-42.16654	0.200		
6*	41.73745	0.103	1.56093	36.6
7	40.99975	5.408	1.83481	42.7

50

8	-316.20679	0.200		
9	36.83151	7.628	1.49782	82.6
10	-47.01014	1.500	1.62004	36.4
11	25.38130	4.386		
12		D12 (可変)		(絞リ S)
13		3.000		
14	-22.68035	1.100	1.64769	33.7
15	219.09880	0.200		
16	85.95366	4.848	1.83481	42.7
17	-48.70070	0.100	1.56093	36.6
18*	-38.65718	2.196		
19	-133.55548	6.300	1.60300	65.4
20	-26.81373	D20 (可変)		
21	-112.24414	2.782	1.90265	35.7
22	-53.62057	5.134		
23	-41.69274	2.000	1.53172	48.8
24	-133.37205	2.166		
25	-49.50596	2.000	1.60342	38.0
26		10.500		
27		1.600	1.51680	64.1
28		D28 (可変)		

10

20

[非球面データ]

第 6 面

=1.00000

A4=-8.44128E-07, A6= 9.38473E-10, A8=-2.90073E-12, A10= 6.84753E-15

第 18 面

=1.00000

A4= 1.66834E-05, A6= 1.07396E-08, A8= 3.36895E-11, A10=-1.25245E-13

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

近距離合焦状態

f = 51.60

= -0.1562

D0

311.54

D12

10.848

2.392

D20

2.500

10.956

D28

1.000

1.000

30

[レンズ群データ]

群

始面

焦点距離

G1

1

78.05

G2

13

49.80

G3

21

-88.77

40

[条件式対応値]

条件式 (1) F N O × (f 1 / f) = 2.805

条件式 (2) T L a / f = 1.704

条件式 (3) f 2 / (- f 3) = 0.561

条件式 (4) f / f 2 = 1.036

条件式 (5) f 1 / f 2 = 1.567

条件式 (6) B F a / f = 0.243

条件式 (7) f F / f R = 0.877

条件式 (8) T L a / (- f 3) = 0.990

条件式 (9) T L a / f 1 = 1.126

50

条件式 (1 0) 2 = 45.6

【 0 0 8 1 】

図 4 (A) は、第 2 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 4 (B) は、第 2 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 2 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 0 8 2 】

(第 3 実施例)

第 3 実施例について、図 5 ~ 図 6 および表 3 を用いて説明する。図 5 は、本実施形態の第 3 実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第 3 実施例に係る光学系 L S (3) は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。無限遠物体から近距離 (有限距離) 物体への合焦の際、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って物体側に移動し、第 1 レンズ群 G 1 および第 3 レンズ群 G 3 が固定される。

10

【 0 0 8 3 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第 1 負レンズ L 1 1 および両凸形状の第 1 正レンズ L 1 2 からなる接合レンズと、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 2 正レンズ L 1 3 と、両凸形状の第 3 正レンズ L 1 4 と、両凸形状の第 4 正レンズ L 1 5 および両凹形状の第 2 負レンズ L 1 6 からなる接合レンズと、開口絞り S と、から構成される。第 3 正レンズ L 1 4 は、物体側のレンズ面が非球面である。

20

【 0 0 8 4 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 2 1 と、両凸形状の第 1 正レンズ L 2 2 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 2 正レンズ L 2 3 と、から構成される。第 1 正レンズ L 2 2 は、像面 I 側のレンズ面が非球面である。

【 0 0 8 5 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 3 1 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 1 負レンズ L 3 2 と、両凹形状の第 2 負レンズ L 3 3 と、から構成される。第 3 レンズ群 G 3 の像側に、像面 I が配置される。第 3 レンズ群 G 3 と像面 I との間には、抜き差し交換可能な光学フィルター F L が配設されている。

30

【 0 0 8 6 】

以下の表 3 に、第 3 実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。なお、第 6 面および第 4 面は仮想面である。

【 0 0 8 7 】

(表 3)

[全体諸元]

f	51.60
F N O	1.86
	23.0
Y	21.70
T L	95.000
B F	13.826
B F a	13.291

40

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d
1	-43.62202	1.800	1.95375	32.3
2	62.41759	5.000	1.84666	23.8
3	-281.93425	0.654		

50

4	-167.37782	5.500	1.59319	67.9
5	-40.10469	0.476		
6		0.000		
7*	39.95627	0.100	1.56093	36.6
8	41.35117	6.000	1.83481	42.7
9	-308.32218	0.200		
10	32.49687	8.500	1.49782	82.6
11	-50.34522	1.500	1.58144	41.0
12	20.84633	5.400		
13		D13 (可変)	(絞リ S)	
14		3.100		
15	-19.87542	1.100	1.67270	32.2
16	-102.49215	0.200		
17	349.06334	4.800	1.75500	52.3
18	-33.68733	0.100	1.56093	36.6
19*	-30.20400	1.700		
20	-294.17915	6.900	1.49782	82.6
21	-26.73936	D21 (可変)		
22	-208.87897	3.500	2.00069	25.5
23	-59.64897	4.172		
24	-45.02223	2.000	1.62004	36.4
25	-133.33333	2.419		
26	-45.00000	2.000	1.62004	36.4
27	224.57692	11.236		
28		1.600	1.51680	64.1
29		D29 (可変)		

10

20

[非球面データ]

第 7 面

=1.00000

A4=-1.17140E-06, A6= 4.04242E-10, A8= 0.00000E+00, A10= 0.00000E+00

30

第 1 9 面

=1.00000

A4= 1.13379E-05, A6=1.62636E-08, A8= 0.00000E+00, A10= 0.00000E+00

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

近距離合焦状態

f = 51.60

= -0.1591

D0

305.00

D13 11.043

2.821

D21 3.000

11.223

D29 1.000

1.000

40

[レンズ群データ]

群 始面 焦点距離

G1 1 82.69

G2 14 49.27

G3 22 -80.88

[条件式対応値]

条件式 (1) F N O × (f 1 / f) = 2.983

条件式 (2) T L a / f = 1.831

条件式 (3) f 2 / (- f 3) = 0.609

条件式 (4) f / f 2 = 1.047

50

$$\begin{aligned} \text{条件式 (5)} & \quad f_1 / f_2 = 1.678 \\ \text{条件式 (6)} & \quad B F a / f = 0.258 \\ \text{条件式 (7)} & \quad f F / f R = 0.923 \\ \text{条件式 (8)} & \quad T L a / (- f_3) = 1.168 \\ \text{条件式 (9)} & \quad T L a / f_1 = 1.142 \\ \text{条件式 (10)} & \quad 2 = 46.0 \end{aligned}$$

【0088】

図6(A)は、第3実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図6(B)は、第3実施例に係る光学系の近距離(至近距離)合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第3実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

10

【0089】

(第4実施例)

第4実施例について、図7～図8および表4を用いて説明する。図7は、本実施形態の第4実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第4実施例に係る光学系LS(4)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3とから構成されている。無限遠物体から近距離(有限距離)物体への合焦の際、第2レンズ群G2が光軸に沿って物体側に移動し、第1レンズ群G1および第3レンズ群G3が固定される。

20

【0090】

第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第1負レンズL11および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1正レンズL12からなる接合レンズと、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第2正レンズL13と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第3正レンズL14と、両凸形状の第4正レンズL15および両凹形状の第2負レンズL16からなる接合レンズと、開口絞りSと、から構成される。第3正レンズL14は、物体側のレンズ面が非球面である。

【0091】

第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、両凹形状の負レンズL21と、両凸形状の第1正レンズL22と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第2正レンズL23と、から構成される。第1正レンズL22は、像面I側のレンズ面が非球面である。

30

【0092】

第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズL31と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第1負レンズL32と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第2負レンズL33と、から構成される。第3レンズ群G3の像側に、像面Iが配置される。第3レンズ群G3と像面Iとの間には、抜き差し交換可能な光学フィルターFLが配設されている。

【0093】

以下の表4に、第4実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。なお、第13面は仮想面である。

40

【0094】

(表4)

[全体諸元]

f	51.60
FNO	1.85
	23.0
Y	21.70
TL	93.423
BF	13.099
BFa	12.554

50

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d	
1	-49.34582	1.800	1.64769	33.7	
2	46.34338	4.852	1.94595	18.0	
3	88.17135	2.830			
4	-385.68443	6.805	1.75500	52.3	
5	-55.81519	0.100			
6*	32.37146	0.300	1.56093	36.6	
7	34.78660	6.291	1.75500	52.3	
8	3421.80810	0.200			10
9	34.21341	7.021	1.59319	67.9	
10	-76.80721	1.500	1.64769	33.7	
11	20.90542	5.045			
12		D12 (可変)		(絞リ S)	
13		2.700			
14	-23.99823	1.100	1.64769	33.7	
15	814.45031	0.200			
16	93.44777	5.100	1.80400	46.6	
17	-40.16052	0.152	1.56093	36.6	
18*	-34.60672	3.204			20
19	-128.30142	6.400	1.49782	82.6	
20	-26.31276	D20 (可変)			
21	-78.26552	2.798	1.94595	18.0	
22	-44.00653	2.232			
23	-46.73961	2.000	1.64769	33.7	
24	-150.55235	2.958			
25	-40.00000	1.900	1.64769	33.7	
26	-179.87126	10.500			
27		1.600	1.51680	64.1	
28		D28 (可変)			30

[非球面データ]

第 6 面

=1.00000

A4=-1.82369E-06, A6=-1.73726E-09, A8= 2.00735E-12, A10=-4.32700E-15

第 18 面

=1.00000

A4= 1.61711E-05, A6= 1.10899E-08, A8= 3.81964E-11, A10=-1.19949E-13

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

近距離合焦状態

f = 51.60

= -0.1563

D0

306.58

D12 10.336

2.398

D20 2.500

10.438

D28 0.999

0.999

[レンズ群データ]

群 始面 焦点距離

G1 1 73.48

G2 13 47.81

G3 21 -81.77

[条件式対応値]

- 条件式 (1) $F N O \times (f 1 / f) = 2.640$
- 条件式 (2) $T L a / f = 1.800$
- 条件式 (3) $f 2 / (- f 3) = 0.585$
- 条件式 (4) $f / f 2 = 1.079$
- 条件式 (5) $f 1 / f 2 = 1.537$
- 条件式 (6) $B F a / f = 0.243$
- 条件式 (7) $f F / f R = 0.773$
- 条件式 (8) $T L a / (- f 3) = 1.136$
- 条件式 (9) $T L a / f 1 = 1.264$
- 条件式 (1 0) $2 = 46.0$

10

【 0 0 9 5 】

図 8 (A) は、第 4 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 8 (B) は、第 4 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 4 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 0 9 6 】

(第 5 実施例)

第 5 実施例について、図 9 ~ 図 1 0 および表 5 を用いて説明する。図 9 は、本実施形態の第 5 実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第 5 実施例に係る光学系 L S (5) は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。無限遠物体から近距離 (有限距離) 物体への合焦の際、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って物体側に移動し、第 1 レンズ群 G 1 および第 3 レンズ群 G 3 が固定される。

20

【 0 0 9 7 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第 1 負レンズ L 1 1 および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 1 2 からなる接合レンズと、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 2 正レンズ L 1 3 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 3 正レンズ L 1 4 と、両凸形状の第 4 正レンズ L 1 5 および両凹形状の第 2 負レンズ L 1 6 からなる接合レンズと、開口絞り S と、から構成される。第 3 正レンズ L 1 4 は、物体側のレンズ面が非球面である。

30

【 0 0 9 8 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 2 1 と、両凸形状の第 1 正レンズ L 2 2 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 2 正レンズ L 2 3 と、から構成される。第 1 正レンズ L 2 2 は、両側のレンズ面が非球面である。

【 0 0 9 9 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 3 1 および物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 1 負レンズ L 3 2 からなる接合レンズと、物体側に凹面を向けた平凹形状の第 2 負レンズ L 3 3 と、から構成される。第 3 レンズ群 G 3 の像側に、像面 I が配置される。第 3 レンズ群 G 3 と像面 I との間には、抜き差し交換可能な光学フィルター F L が配設されている。

40

【 0 1 0 0 】

以下の表 5 に、第 5 実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。なお、第 1 3 面は仮想面である。

【 0 1 0 1 】

(表 5)

[全体諸元]

f	51.61
F N O	1.85

50

	22.8
Y	21.70
T L	94.298
B F	13.104
B F a	12.558

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d	
1	-55.81981	2.351	1.67270	32.2	
2	40.92718	3.030	1.94595	18.0	
3	73.81686	2.866			10
4	-2179.29960	8.923	1.75500	52.3	
5	-55.86755	0.100			
6*	31.91227	0.300	1.56093	36.6	
7	33.62812	5.941	1.80400	46.6	
8	179.47342	0.200			
9	31.36834	7.114	1.59319	67.9	
10	-117.41333	1.500	1.67270	32.2	
11	20.83074	5.078			
12		D12 (可変)		(絞リ S)	
13		2.700			20
14	-23.88176	1.100	1.64769	33.7	
15	-464.00395	0.306			
16*	107.59212	4.886	1.77377	47.2	
17*	-34.57866	3.604			
18	-87.29087	6.386	1.49782	82.6	
19	-24.79412	D19 (可変)			
20	-168.93770	2.949	1.94595	18.0	
21	-62.61109	1.900	1.62004	36.4	
22	-408.98106	2.897			
23	-49.70122	1.900	1.64769	33.7	30
24		10.500			
25		1.600	1.51680	64.1	
26		D26 (可変)			

[非球面データ]

第 6 面

=1.00000

A4=-9.25285E-07, A6=-2.44172E-10, A8=-5.83429E-13, A10= 9.84913E-16

第 1 6 面

=1.00000

A4= 2.83184E-06, A6= 1.30771E-08, A8= 3.97727E-11, A10= 2.50432E-13

第 1 7 面

=1.00000

A4= 1.51803E-05, A6= 3.07472E-08, A8=-2.44486E-11, A10= 5.97193E-13

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

f = 51.61

近距離合焦状態

= -0.1566

D0		305.70
D12	10.295	2.359
D19	4.868	12.804
D26	1.004	1.004

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	74.25
G2	13	47.70
G3	20	-83.87

[条件式対応値]

条件式 (1)	$FNO \times (f_1 / f) = 2.668$
条件式 (2)	$TLa / f = 1.817$
条件式 (3)	$f_2 / (- f_3) = 0.569$
条件式 (4)	$f / f_2 = 1.082$
条件式 (5)	$f_1 / f_2 = 1.556$
条件式 (6)	$BFa / f = 0.243$
条件式 (7)	$fF / fR = 0.805$
条件式 (8)	$TLa / (- f_3) = 1.118$
条件式 (9)	$TLa / f_1 = 1.263$
条件式 (10)	$2 = 45.6$

10

【 0 1 0 2 】

図 10 (A) は、第 5 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 10 (B) は、第 5 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 5 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

20

【 0 1 0 3 】

(第 6 実施例)

第 6 実施例について、図 11 ~ 図 12 および表 6 を用いて説明する。図 11 は、本実施形態の第 6 実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第 6 実施例に係る光学系 LS (6) は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。無限遠物体から近距離 (有限距離) 物体への合焦の際、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って物体側に移動し、第 1 レンズ群 G 1 および第 3 レンズ群 G 3 が固定される。

30

【 0 1 0 4 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第 1 負レンズ L 1 1 および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 1 2 からなる接合レンズと、両凸形状の第 2 正レンズ L 1 3 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 3 正レンズ L 1 4 と、両凸形状の第 4 正レンズ L 1 5 および両凹形状の第 2 負レンズ L 1 6 からなる接合レンズと、開口絞り S と、から構成される。第 3 正レンズ L 1 4 は、物体側のレンズ面が非球面である。

【 0 1 0 5 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の負レンズ L 2 1 と、両凸形状の第 1 正レンズ L 2 2 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 2 正レンズ L 2 3 と、から構成される。第 1 正レンズ L 2 2 は、両側のレンズ面が非球面である。

40

【 0 1 0 6 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 3 1 および物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 1 負レンズ L 3 2 からなる接合レンズと、物体側に凹面を向けた平凹形状の第 2 負レンズ L 3 3 と、から構成される。第 3 レンズ群 G 3 の像側に、像面 I が配置される。第 3 レンズ群 G 3 と像面 I との間には、抜き差し交換可能な光学フィルター FL が配設されている。

【 0 1 0 7 】

以下の表 6 に、第 6 実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。なお、第 1 3 面は仮想面である。

50

【 0 1 0 8 】

(表 6)

[全体諸元]

f	51.61
F N O	1.85
	22.7
Y	21.70
T L	94.879
B F	13.103
B F a	12.558

10

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d
1	-59.41700	3.521	1.67270	32.2
2	39.22460	3.028	1.94595	18.0
3	67.63630	2.963		
4	3381.87660	8.656	1.75500	52.3
5	-56.77477	0.200		
6*	32.10469	0.100	1.56093	36.6
7	32.39825	5.977	1.77250	49.6
8	150.72327	0.200		
9	29.50426	7.110	1.59319	67.9
10	-150.81319	1.500	1.64769	33.7
11	20.38598	5.145		
12		D12 (可変)		(絞リ S)
13		2.700		
14	-23.88655	1.100	1.64769	33.7
15	11241.53800	0.200		
16*	115.09348	4.892	1.77377	47.2
17*	-33.45446	3.784		
18	-154.31773	6.454	1.49782	82.6
19	-26.83890	D19 (可変)		
20	-99.15080	2.941	1.94595	18.0
21	-50.06903	1.900	1.60342	38.0
22	-157.80139	2.610		
23	-45.69693	1.900	1.64769	33.7
24	-615.80945	10.500		
25		1.600	1.51680	64.1
26		D26 (可変)		

20

30

[非球面データ]

第 6 面

=1.00000

A4=-7.49375E-07, A6=-1.64453E-10, A8=-6.23627E-13, A10= 1.37024E-15

第 1 6 面

=1.00000

A4= 4.71706E-08, A6= 1.49836E-08, A8= 4.37655E-13, A10= 2.84793E-13

第 1 7 面

=1.00000

A4= 1.11172E-05, A6= 3.11358E-08, A8=-9.41425E-11, A10= 7.16057E-13

40

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

近距離合焦状態

50

	$f = 51.61$	$= -0.1560$
D0		305.12
D12	10.330	2.348
D19	4.563	12.545
D26	1.003	1.005

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	71.11
G2	13	47.97
G3	20	-83.32

10

[条件式対応値]

条件式 (1)	$FNO \times (f_1 / f) = 2.555$
条件式 (2)	$TLa / f = 1.828$
条件式 (3)	$f_2 / (- f_3) = 0.576$
条件式 (4)	$f / f_2 = 1.076$
条件式 (5)	$f_1 / f_2 = 1.482$
条件式 (6)	$BFa / f = 0.243$
条件式 (7)	$fF / fR = 0.731$
条件式 (8)	$TLa / (- f_3) = 1.132$
条件式 (9)	$TLa / f_1 = 1.327$
条件式 (10)	$2 = 45.4$

20

【 0 1 0 9 】

図 1 2 (A) は、第 6 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 1 2 (B) は、第 6 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 6 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 1 1 0 】

(第 7 実施例)

第 7 実施例について、図 1 3 ~ 図 1 4 および表 7 を用いて説明する。図 1 3 は、本実施形態の第 7 実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第 7 実施例に係る光学系 LS (7) は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。無限遠物体から近距離 (有限距離) 物体への合焦の際、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って物体側に移動し、第 1 レンズ群 G 1 および第 3 レンズ群 G 3 が固定される。

30

【 0 1 1 1 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第 1 負レンズ L 1 1 および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 1 2 からなる接合レンズと、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 2 正レンズ L 1 3 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 3 正レンズ L 1 4 と、両凸形状の第 4 正レンズ L 1 5 および両凹形状の第 2 負レンズ L 1 6 からなる接合レンズと、開口絞り S と、から構成される。第 3 正レンズ L 1 4 は、物体側のレンズ面が非球面である。

40

【 0 1 1 2 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の負レンズ L 2 1 と、両凸形状の第 1 正レンズ L 2 2 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 2 正レンズ L 2 3 と、から構成される。第 1 正レンズ L 2 2 は、両側のレンズ面が非球面である。

【 0 1 1 3 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 3 1 および物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 1 負レンズ L 3 2 からなる接合レンズと、物体側に凹面を向けた平凹形状の第 2 負レンズ L 3 3 と、から構成され

50

る。第3レンズ群G3の像側に、像面Iが配置される。第3レンズ群G3と像面Iの間には、抜き差し交換可能な光学フィルターFLが配設されている。

【0114】

以下の表7に、第7実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。なお、第13面は仮想面である。

【0115】

(表7)

[全体諸元]

f	51.60	
FNO	1.85	10
	23.0	
Y	21.70	
TL	92.606	
BF	13.099	
BFa	12.554	

[レンズ諸元]

面番号	R	D	nd	d	
1	-45.97401	3.464	1.67270	32.2	
2	49.61070	3.386	1.94595	18.0	
3	104.71966	2.977			20
4	-171.07801	4.990	1.72916	54.6	
5	-45.04067	0.200			
6*	34.58722	0.100	1.56093	36.6	
7	35.08925	6.046	1.80400	46.6	
8	271.36284	0.200			
9	30.75373	7.301	1.59319	67.9	
10	-109.57751	1.500	1.64769	33.7	
11	21.09749	5.107			
12		D12(可変)		(絞りS)	
13		2.700			30
14	-23.42611	1.100	1.64769	33.7	
15	1293.83890	0.200			
16*	96.25206	5.000	1.77377	47.2	
17*	-33.63182	2.984			
18	-84.68095	6.400	1.49782	82.6	
19	-24.24361	D19(可変)			
20	-198.33414	2.923	1.94595	18.0	
21	-66.60448	2.000	1.64769	33.7	
22	-1255.72680	2.962			
23	-53.07631	2.000	1.64769	33.7	40
24		10.500			
25		1.600	1.51680	64.1	
26		D26(可変)			

[非球面データ]

第6面

=1.00000

A4=-9.44039E-07, A6=-7.11276E-10, A8= 1.77477E-12, A10=-1.49090E-15

第16面

=1.00000

A4=-7.09863E-07, A6= 1.39281E-08, A8=-7.11118E-11, A10=-9.85203E-14

50

第 17 面

=1.00000

A4= 1.29000E-05, A6= 1.77000E-08, A8= 4.64016E-11, A10=-4.30856E-13

[可変間隔データ]

	無限遠合焦状態	近距離合焦状態
	f = 51.60	= -0.1564
D0		307.39
D12	10.322	2.393
D19	5.645	13.574
D26	0.999	0.999

10

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	73.64
G2	13	48.40
G3	20	-83.16

[条件式対応値]

条件式 (1)	$FNO \times (f_1 / f) = 2.646$
条件式 (2)	$TLa / f = 1.784$
条件式 (3)	$f_2 / (- f_3) = 0.582$
条件式 (4)	$f / f_2 = 1.066$
条件式 (5)	$f_1 / f_2 = 1.522$
条件式 (6)	$Bfa / f = 0.243$
条件式 (7)	$fF / fR = 0.769$
条件式 (8)	$TLa / (- f_3) = 1.107$
条件式 (9)	$TLa / f_1 = 1.250$
条件式 (10)	$2 = 46.0$

20

【 0 1 1 6 】

図 14 (A) は、第 7 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 14 (B) は、第 7 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 7 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

30

【 0 1 1 7 】

(第 8 実施例)

第 8 実施例について、図 15 ~ 図 16 および表 8 を用いて説明する。図 15 は、本実施形態の第 8 実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第 8 実施例に係る光学系 LS (8) は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。無限遠物体から近距離 (有限距離) 物体への合焦の際、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って物体側に移動し、第 1 レンズ群 G 1 および第 3 レンズ群 G 3 が固定される。

40

【 0 1 1 8 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第 1 負レンズ L 1 1 および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 1 2 からなる接合レンズと、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 2 正レンズ L 1 3 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 3 正レンズ L 1 4 と、両凸形状の第 4 正レンズ L 1 5 および両凹形状の第 2 負レンズ L 1 6 からなる接合レンズと、開口絞り S と、から構成される。第 3 正レンズ L 1 4 は、物体側のレンズ面が非球面である。

【 0 1 1 9 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の負レンズ L 2 1 と、両凸形状の第 1 正レンズ L 2 2 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 2 正レンズ L 2 3 と

50

、から構成される。第1正レンズL22は、両側のレンズ面が非球面である。

【0120】

第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズL31および物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第1負レンズL32からなる接合レンズと、物体側に凹面を向けた平凹形状の第2負レンズL33と、から構成される。第3レンズ群G3の像側に、像面Iが配置される。第3レンズ群G3と像面Iの間には、抜き差し交換可能な光学フィルターFLが配設されている。

【0121】

以下の表8に、第8実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。なお、第13面は仮想面である。

【0122】

(表8)

[全体諸元]

f	51.60
FNO	1.85
	22.9
Y	21.70
TL	93.035
BF	13.101
BFa	12.556

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n _d	d
1	-49.74101	3.508	1.67270	32.2
2	51.83840	3.342	1.94595	18.0
3	105.00000	2.890		
4	-198.79923	5.698	1.72916	54.6
5	-48.74109	0.216		
6*	39.85460	0.100	1.56093	36.6
7	39.94369	5.459	1.80400	46.6
8	306.55979	0.200		
9	27.39919	7.979	1.59319	67.9
10	-244.36823	1.500	1.64769	33.7
11	21.09582	5.098		
12		D12(可変)		(絞りS)
13		2.700		
14	-23.37434	1.100	1.64769	33.7
15	630.74141	0.200		
16*	88.88240	5.000	1.77377	47.2
17*	-34.54296	2.466		
18	-91.09112	6.400	1.49782	82.6
19	-24.26835	D19(可変)		
20	-173.73017	2.915	1.94595	18.0
21	-63.36086	2.000	1.64769	33.7
22	-410.38800	2.872		
23	-49.55593	1.900	1.64769	33.7
24		10.500		
25		1.600	1.51680	64.1
26		D26(可変)		

[非球面データ]

第6面

10

20

30

40

50

=1.00000

A4=-1.98971E-07, A6=-9.88462E-10, A8= 4.89667E-12, A10=-4.46361E-15

第 1 6 面

=1.00000

A4=-1.30154E-06, A6= 1.97109E-08, A8=-1.12019E-10, A10=-2.74309E-14

第 1 7 面

=1.00000

A4= 1.29000E-05, A6= 1.77000E-08, A8= 4.40194E-11, A10=-4.63161E-13

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態 近距離合焦状態

f = 51.60 = -0.1566

D0 306.96

D12 10.321 2.394

D19 6.070 13.997

D26 1.000 1.000

[レンズ群データ]

群 始面 焦点距離

G1 1 73.37

G2 13 48.59

G3 20 -81.56

[条件式対応値]

条件式 (1) F N O × (f 1 / f) = 2.636

条件式 (2) T L a / f = 1.792

条件式 (3) f 2 / (- f 3) = 0.596

条件式 (4) f / f 2 = 1.062

条件式 (5) f 1 / f 2 = 1.510

条件式 (6) B F a / f = 0.243

条件式 (7) f F / f R = 0.747

条件式 (8) T L a / (- f 3) = 1.134

条件式 (9) T L a / f 1 = 1.261

条件式 (1 0) 2 = 45.8

【 0 1 2 3 】

図 1 6 (A) は、第 8 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 1 6 (B) は、第 8 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 8 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 1 2 4 】

(第 9 実施例)

第 9 実施例について、図 1 7 ~ 図 1 8 および表 9 を用いて説明する。図 1 7 は、本実施形態の第 9 実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第 9 実施例に係る光学系 L S (9) は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。無限遠物体から近距離 (有限距離) 物体への合焦の際、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って物体側に移動し、第 1 レンズ群 G 1 および第 3 レンズ群 G 3 が固定される。

【 0 1 2 5 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第 1 負レンズ L 1 1 および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 1 2 からなる接合レンズと、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 2 正レンズ L 1 3 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 3 正レンズ L 1 4 と、両凸形状の第 4 正レンズ L 1 5 および両凹形状の第 2 負

10

20

30

40

50

レンズ L 1 6 からなる接合レンズと、開口絞り S と、から構成される。第 3 正レンズ L 1 4 は、物体側のレンズ面が非球面である。

【 0 1 2 6 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の負レンズ L 2 1 と、両凸形状の第 1 正レンズ L 2 2 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 2 正レンズ L 2 3 と、から構成される。第 1 正レンズ L 2 2 は、両側のレンズ面が非球面である。

【 0 1 2 7 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 3 1 および物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 1 負レンズ L 3 2 からなる接合レンズと、物体側に凹面を向けた平凹形状の第 2 負レンズ L 3 3 と、から構成される。第 3 レンズ群 G 3 の像側に、像面 I が配置される。第 3 レンズ群 G 3 と像面 I との間には、抜き差し交換可能な光学フィルター F L が配設されている。

10

【 0 1 2 8 】

以下の表 9 に、第 9 実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。なお、第 1 3 面は仮想面である。

【 0 1 2 9 】

(表 9)

[全体諸元]

f	51.60
F N O	1.85
	22.9
Y	21.70
T L	92.330
B F	13.100
B F a	12.554

20

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d
1	-48.06457	2.000	1.67270	32.2
2	50.03333	2.861	1.94595	18.0
3	105.00000	2.805		
4	-226.31231	6.827	1.72916	54.6
5	-47.98013	0.644		
6*	36.64910	0.100	1.56093	36.6
7	36.85687	5.622	1.80400	46.6
8	217.92780	0.200		
9	28.49361	7.332	1.59319	67.9
10	-161.37986	1.500	1.64769	33.7
11	20.99038	5.164		
12		D12 (可変)		(絞り S)
13		2.700		
14	-23.41799	1.100	1.64769	33.7
15	998.77224	0.200		
16*	85.12299	5.000	1.77377	47.2
17*	-35.29338	2.485		
18	-73.80381	6.400	1.49782	82.6
19	-23.23519	D19 (可変)		
20	-177.75440	2.927	1.94595	18.0
21	-63.69645	1.900	1.64769	33.7
22	-482.01125	2.887		
23	-50.20764	1.900	1.64769	33.7

30

40

50

24	10.500		
25	1.600	1.51680	64.1
26	D26 (可 変)		

[非 球 面 デ ー タ]

第 6 面

=1.00000

A4=-4.74106E-07, A6=-3.40824E-10, A8= 2.15394E-12, A10=-1.54492E-15

第 1 6 面

=1.00000

A4=-1.95205E-07, A6= 1.94342E-08, A8=-8.61846E-11, A10=-2.07763E-13

第 1 7 面

=1.00000

A4= 1.47643E-05, A6= 2.08671E-08, A8= 8.44852E-11, A10=-6.93210E-13

[可 変 間 隔 デ ー タ]

無 限 遠 合 焦 状 態	近 距 離 合 焦 状 態
f = 51.60	= -0.1565

D0 307.67

D12 10.320 2.409

D19 6.356 14.267

D26 1.000 1.000

[レ ン ズ 群 デ ー タ]

群	始 面	焦 点 距 離
G1	1	73.63
G2	13	48.76
G3	20	-81.76

[条 件 式 対 応 値]

条件式 (1) F N O × (f 1 / f) = 2.645

条件式 (2) T L a / f = 1.779

条件式 (3) f 2 / (- f 3) = 0.596

条件式 (4) f / f 2 = 1.058

条件式 (5) f 1 / f 2 = 1.510

条件式 (6) B F a / f = 0.243

条件式 (7) f F / f R = 0.748

条件式 (8) T L a / (- f 3) = 1.123

条件式 (9) T L a / f 1 = 1.247

条件式 (1 0) 2 = 45.8

【 0 1 3 0 】

図 1 8 (A) は、第 9 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 1 8 (B) は、第 9 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 9 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 1 3 1 】

(第 1 0 実 施 例)

第 1 0 実施例について、図 1 9 ~ 図 2 0 および表 1 0 を用いて説明する。図 1 9 は、本実施形態の第 1 0 実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第 1 0 実施例に係る光学系 L S (1 0) は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。無限遠物体から近距離 (有限距離) 物体への合焦の際、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って物体側に移動し、第 1 レンズ群 G 1 および第 3 レンズ群 G 3 が固定される。

【 0 1 3 2 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第 1 負レンズ L 1 1 および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 1 2 からなる接合レンズと、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 2 正レンズ L 1 3 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 3 正レンズ L 1 4 と、両凸形状の第 4 正レンズ L 1 5 および両凹形状の第 2 負レンズ L 1 6 からなる接合レンズと、開口絞り S と、から構成される。第 3 正レンズ L 1 4 は、物体側のレンズ面が非球面である。

【 0 1 3 3 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の負レンズ L 2 1 と、両凸形状の第 1 正レンズ L 2 2 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 2 正レンズ L 2 3 と、から構成される。第 1 正レンズ L 2 2 は、両側のレンズ面が非球面である。

10

【 0 1 3 4 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 3 1 および物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 1 負レンズ L 3 2 からなる接合レンズと、物体側に凹面を向けた平凹形状の第 2 負レンズ L 3 3 と、から構成される。第 3 レンズ群 G 3 の像側に、像面 I が配置される。第 3 レンズ群 G 3 と像面 I との間には、抜き差し交換可能な光学フィルター F L が配設されている。

【 0 1 3 5 】

以下の表 1 0 に、第 1 0 実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。なお、第 1 3 面は仮想面である。

20

【 0 1 3 6 】

(表 1 0)

[全体諸元]

f	51.61
F N O	1.85
	23.0
Y	21.70
T L	92.630
B F	13.111
B F a	12.566

30

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d
1	-47.48420	2.000	1.67270	32.2
2	49.34200	2.900	1.94595	18.0
3	105.06869	2.850		
4	-214.61709	6.650	1.72916	54.6
5	-47.45376	0.640		
6*	36.92032	0.100	1.56093	36.6
7	37.08029	5.650	1.80400	46.6
8	227.67817	0.250		
9	28.81243	7.400	1.59319	67.9
10	-141.32000	1.500	1.64769	33.7
11	21.19231	5.130		
12		D12 (可変)		(絞り S)
13		2.700		
14	-23.47056	1.100	1.64769	33.7
15	682.91466	0.200		
16*	83.29512	5.000	1.77377	47.2
17*	-35.02672	2.570		
18	-71.96528	6.400	1.49782	82.6

40

50

19	-23.20263	D19 (可変)		
20	-192.79576	2.950	1.94595	18.0
21	-65.62300	2.000	1.64769	33.7
22	-664.53730	2.909		
23	-51.20031	1.900	1.64769	33.7
24		10.500		
25		1.600	1.51680	64.1
26		D26 (可変)		

[非球面データ]

第 6 面

=1.00000

A4=-4.82693E-07, A6=-2.32147E-10, A8= 1.82978E-12, A10=-1.19713E-15

第 1 6 面

=1.00000

A4=-2.77465E-07, A6= 1.84476E-08, A8=-7.60811E-11, A10=-2.05509E-13

第 1 7 面

=1.00000

A4= 1.46947E-05, A6= 2.13572E-08, A8= 8.25934E-11, A10=-6.58549E-13

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

近距離合焦状態

f = 51.61

= -0.1568

D0

307.37

D12

10.320

2.403

D19

6.400

14.317

D26

1.011

1.011

[レンズ群データ]

群 始面 焦点距離

G1 1 74.30

G2 13 48.80

G3 20 -82.85

[条件式対応値]

条件式 (1) F N O × (f 1 / f) = 2.670

条件式 (2) T L a / f = 1.784

条件式 (3) f 2 / (- f 3) = 0.589

条件式 (4) f / f 2 = 1.058

条件式 (5) f 1 / f 2 = 1.523

条件式 (6) B F a / f = 0.243

条件式 (7) f F / f R = 0.768

条件式 (8) T L a / (- f 3) = 1.112

条件式 (9) T L a / f 1 = 1.239

条件式 (1 0) 2 = 46.0

【 0 1 3 7 】

図 2 0 (A) は、第 1 0 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 2 0 (B) は、第 1 0 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 1 0 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 1 3 8 】

(第 1 1 実施例)

第 1 1 実施例について、図 2 1 ~ 図 2 2 および表 1 1 を用いて説明する。図 2 1 は、本実施形態の第 1 1 実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図であ

10

20

30

40

50

る。第11実施例に係る光学系LS(11)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3とから構成されている。無限遠物体から近距離(有限距離)物体への合焦の際、第2レンズ群G2が光軸に沿って物体側に移動し、第1レンズ群G1および第3レンズ群G3が固定される。

【0139】

第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第1負レンズL11と、両凹形状の第2負レンズL12および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1正レンズL13からなる接合レンズと、両凸形状の第2正レンズL14と、両凸形状の第3正レンズL15と、両凸形状の第4正レンズL16および両凹形状の第3負レンズL17からなる接合レンズと、開口絞りSと、から構成される。第3正レンズL15は、物体側のレンズ面が非球面である。

10

【0140】

第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL21と、両凸形状の第1正レンズL22と、両凸形状の第2正レンズL23と、から構成される。第1正レンズL22は、両側のレンズ面が非球面である。

【0141】

第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL31と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL32と、から構成される。負レンズL32は、物体側のレンズ面が非球面である。第3レンズ群G3の像側に、像面Iが配置される。第3レンズ群G3と像面Iとの間には、抜き差し交換可能な光学フィルターFLが配設されている。

20

【0142】

以下の表11に、第11実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。なお、第14面は仮想面である。

【0143】

(表11)

[全体諸元]

f	37.63
FNO	1.85
	30.0
Y	21.70
TL	110.000
BF	9.600
BFa	9.055

30

[レンズ諸元]

面番号	R	D	nd	d
1	-662.83160	3.000	1.80920	33.6
2	33.87219	9.404		
3	-109.33916	3.000	1.48749	70.4
4	89.77072	4.000	1.94595	18.0
5	317.57072	1.945		
6	44.26915	8.500	1.48749	70.4
7	-112.47821	3.972		
8*	41.20576	6.500	1.80400	46.6
9	-255.27183	0.200		
10	26.75656	9.000	1.59319	67.9
11	-57.15784	1.500	1.67270	32.2
12	17.14008	5.399		
13		D13(可変)		(絞りS)

40

50

14		3.000		
15	-21.57444	1.000	1.67270	32.2
16	-1291.14570	0.200		
17*	157.44017	4.500	1.77377	47.2
18*	-44.84339	0.200		
19	155.77289	9.000	1.59319	67.9
20	-25.32306	D20 (可 変)		
21	71.98835	3.000	1.94595	18.0
22	81.46254	6.736		
23*	-41.56282	1.500	1.64769	33.7
24	-168.89768	7.000		
25		1.600	1.51680	64.1
26		D26 (可 変)		

10

[非球面データ]

第 8 面

=1.00000

A4=-1.90145E-06, A6=-9.52591E-10, A8=-1.08708E-12, A10=-6.77034E-16

第 1 7 面

=1.00000

A4= 6.23513E-06, A6=-1.23942E-08, A8= 3.34827E-11, A10=-3.01713E-13

20

第 1 8 面

=1.00000

A4= 1.88293E-05, A6= 1.24857E-08, A8= 2.84962E-11, A10=-3.23051E-13

第 2 3 面

=1.00000

A4= 5.43854E-06, A6=-1.52554E-08, A8= 0.00000E+00, A10= 0.00000E+00

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

近距離合焦状態

f = 37.63

= -0.2078

D0

151.72

30

D13

11.387

2.404

D20

3.456

12.439

D26

1.000

1.000

[レンズ群データ]

群 始面 焦点距離

G1 1 58.79

G2 14 43.00

G3 21 -104.59

[条件式対応値]

条件式 (1) F N O × (f 1 / f) = 2.893

40

条件式 (2) T L a / f = 2.908

条件式 (3) f 2 / (- f 3) = 0.411

条件式 (4) f / f 2 = 0.875

条件式 (5) f 1 / f 2 = 1.367

条件式 (6) B F a / f = 0.241

条件式 (7) f F / f R = 0.945

条件式 (8) T L a / (- f 3) = 1.047

条件式 (9) T L a / f 1 = 1.862

条件式 (1 0) 2 = 60.0

【 0 1 4 4 】

50

図 2 2 (A) は、第 1 1 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 2 2 (B) は、第 1 1 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 1 1 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 1 4 5 】

(第 1 2 実施例)

第 1 2 実施例について、図 2 3 ~ 図 2 4 および表 1 2 を用いて説明する。図 2 3 は、本実施形態の第 1 2 実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第 1 2 実施例に係る光学系 L S (1 2) は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。無限遠物体から近距離 (有限距離) 物体への合焦の際、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って物体側に移動し、第 1 レンズ群 G 1 および第 3 レンズ群 G 3 が固定される。

10

【 0 1 4 6 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第 1 負レンズ L 1 1 と、両凹形状の第 2 負レンズ L 1 2 および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 1 3 からなる接合レンズと、両凸形状の第 2 正レンズ L 1 4 と、両凸形状の第 3 正レンズ L 1 5 と、両凸形状の第 4 正レンズ L 1 6 および両凹形状の第 3 負レンズ L 1 7 からなる接合レンズと、開口絞り S と、から構成される。第 3 正レンズ L 1 5 は、物体側のレンズ面が非球面である。

20

【 0 1 4 7 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 2 1 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 2 2 と、両凸形状の第 2 正レンズ L 2 3 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 3 正レンズ L 2 4 と、から構成される。第 1 正レンズ L 2 2 は、両側のレンズ面が非球面である。

【 0 1 4 8 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 3 1 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 3 2 と、から構成される。負レンズ L 3 2 は、物体側のレンズ面が非球面である。第 3 レンズ群 G 3 の像側に、像面 I が配置される。第 3 レンズ群 G 3 と像面 I との間には、抜き差し交換可能な光学フィルター F L が配設されている。

30

【 0 1 4 9 】

以下の表 1 2 に、第 1 2 実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。なお、第 1 4 面は仮想面である。

【 0 1 5 0 】

(表 1 2)

[全体諸元]

f	37.70
F N O	1.88
	30.0
Y	21.70
T L	110.000
B F	9.600
B F a	9.055

40

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d
1	-3112.32120	3.000	1.73282	32.6
2	32.68764	8.690		
3	-440.00413	3.000	1.48749	70.4
4	57.93171	4.000	1.94595	18.0

50

5	108.74454	3.168		
6	42.60783	8.500	1.50267	62.2
7	-141.78756	3.866		
8*	45.06258	6.500	1.80400	46.6
9	-210.82291	0.200		
10	36.02017	9.000	1.59319	67.9
11	-45.79266	1.500	1.67270	32.2
12	22.46589	5.399		
13		D13 (可変)		(絞リS)
14		3.000		
15	-22.15003	1.000	1.67270	32.2
16	-98.33346	0.318		
17*	-130.89892	2.500	1.77377	47.2
18*	-43.35291	1.224		
19	101.79100	5.500	1.59319	67.9
20	-53.62571	0.100		
21	-81.82793	6.000	1.59319	67.9
22	-25.48031	D22 (可変)		
23	-75.16977	3.000	1.94595	18.0
24	-63.16701	8.776		
25*	-25.51533	1.500	1.64769	33.7
26	-99.50792	7.000		
27		1.600	1.51680	64.1
28		D28 (可変)		

10

20

[非球面データ]

第 8 面

=1.00000

A6=-1.62936E-06, A6=-1.61898E-09, A8= 3.72851E-12, A10=-6.56781E-15

第 1 7 面

=1.00000

A4= 3.15178E-05, A6= 1.77790E-07, A8=-3.27517E-10, A10=-1.26227E-12

第 1 8 面

=1.00000

A4= 4.17433E-05, A6= 1.91618E-07, A8= 1.40927E-10, A10=-2.86119E-12

第 2 5 面

=1.00000

A4= 1.10584E-05, A6=-1.56481E-10, A8= 0.00000E+00, A10= 0.00000E+00

30

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

近距離合焦状態

f = 37.70

= -0.1179

40

D0

290.00

D13

6.605

2.441

D22

4.053

8.217

D28

1.000

1.000

[レンズ群データ]

群

始面

焦点距離

G1

1

63.38

G2

14

39.22

G3

23

-62.57

[条件式対応値]

50

- 条件式 (1) $F N O \times (f 1 / f) = 3.160$
 条件式 (2) $T L a / f = 2.903$
 条件式 (3) $f 2 / (- f 3) = 0.627$
 条件式 (4) $f / f 2 = 0.961$
 条件式 (5) $f 1 / f 2 = 1.616$
 条件式 (6) $B F a / f = 0.240$
 条件式 (7) $f F / f R = 0.873$
 条件式 (8) $T L a / (- f 3) = 1.749$
 条件式 (9) $T L a / f 1 = 1.727$
 条件式 (10) $2 = 60.0$

10

【 0 1 5 1 】

図 2 4 (A) は、第 1 2 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 2 4 (B) は、第 1 2 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 1 2 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 1 5 2 】

(第 1 3 実施例)

第 1 3 実施例について、図 2 5 ~ 図 2 6 および表 1 3 を用いて説明する。図 2 5 は、本実施形態の第 1 3 実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第 1 3 実施例に係る光学系 L S (1 3) は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。無限遠物体から近距離 (有限距離) 物体への合焦の際、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って物体側に移動し、第 1 レンズ群 G 1 および第 3 レンズ群 G 3 が固定される。

20

【 0 1 5 3 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第 1 負レンズ L 1 1 と、両凹形状の第 2 負レンズ L 1 2 および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 1 3 からなる接合レンズと、両凸形状の第 2 正レンズ L 1 4 と、両凸形状の第 3 正レンズ L 1 5 と、両凸形状の第 4 正レンズ L 1 6 および両凹形状の第 3 負レンズ L 1 7 からなる接合レンズと、開口絞り S と、から構成される。第 3 正レンズ L 1 5 は、物体側のレンズ面が非球面である。

30

【 0 1 5 4 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 2 1 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 2 2 と、両凸形状の第 2 正レンズ L 2 3 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 3 正レンズ L 2 4 と、から構成される。第 1 正レンズ L 2 2 は、物体側のレンズ面が非球面である。

【 0 1 5 5 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 3 1 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 3 2 と、から構成される。負レンズ L 3 2 は、物体側のレンズ面が非球面である。第 3 レンズ群 G 3 の像側に、像面 I が配置される。第 3 レンズ群 G 3 と像面 I との間には、抜き差し交換可能な光学フィルター F L が配設されている。

40

【 0 1 5 6 】

以下の表 1 3 に、第 1 3 実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。なお、第 1 4 面は仮想面である。

【 0 1 5 7 】

(表 1 3)

[全体諸元]

f	36.52
F N O	1.85

50

30.6
 Y 21.70
 T L 100.000
 B F 9.600
 B F a 9.055

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d	
1	-344.23276	3.000	1.71736	29.6	
2	31.47663	8.864			
3	-5197.94500	3.000	1.48749	70.3	10
4	59.50193	4.000	1.94595	18.0	
5	141.00357	0.152			
6	49.20783	7.500	1.60300	65.4	
7	-563.87665	4.981			
8*	39.11480	6.000	1.77250	49.6	
9	-139.68211	0.427			
10	28.58681	8.000	1.59319	67.9	
11	-50.06370	1.500	1.67270	32.2	
12	19.18437	5.399			
13		D13 (可変)		(絞リ S)	20
14		3.000			
15	-22.50724	1.000	1.67270	32.2	
16	-81.31951	0.549			
17*	-74.31824	3.000	1.77377	47.2	
18	-35.67165	0.203			
19	180.93759	5.000	1.59319	67.9	
20	-43.85092	0.500			
21	-132.62507	6.000	1.59319	67.9	
22	-29.07561	D22 (可変)			
23	317.64282	3.000	1.94595	18.0	30
24	314.90339	6.932			
25*	-26.84153	1.500	1.64769	33.7	
26	-77.55848	7.000			
27		1.600	1.51680	64.1	
28		D28 (可変)			

[非球面データ]

第 8 面

=1.00000

A4=-1.59558E-06, A6=-1.61180E-09, A8= 2.67206E-12, A10=-4.02129E-15

第 17 面

=1.00000

A4=-1.62012E-05, A6=-2.42502E-08, A8= 1.25145E-10, A10=-1.02694E-12

第 25 面

=1.00000

A4= 7.25982E-06, A6= 1.79235E-08, A8=-4.70327E-11, A10= 2.68072E-14

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

近距離合焦状態

f = 36.52

= -0.1131

D0

290.00

D13

6.346

1.987

50

D22	0.549	4.907
D28	1.000	1.000

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	52.27
G2	14	37.19
G3	23	-64.36

[条件式対応値]

条件式 (1)	$FNO \times (f 1 / f) = 2.645$	
条件式 (2)	$TLa / f = 2.724$	10
条件式 (3)	$f 2 / (- f 3) = 0.578$	
条件式 (4)	$f / f 2 = 0.982$	
条件式 (5)	$f 1 / f 2 = 1.406$	
条件式 (6)	$BFa / f = 0.248$	
条件式 (7)	$f F / f R = 0.724$	
条件式 (8)	$TLa / (- f 3) = 1.545$	
条件式 (9)	$TLa / f 1 = 1.903$	
条件式 (10)	$2 = 61.2$	

【 0 1 5 8 】

図 2 6 (A) は、第 1 3 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 2 6 (B) は、第 1 3 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 1 3 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

20

【 0 1 5 9 】

(第 1 4 実施例)

第 1 4 実施例について、図 2 7 ~ 図 2 8 および表 1 4 を用いて説明する。図 2 7 は、本実施形態の第 1 4 実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第 1 4 実施例に係る光学系 L S (1 4) は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。無限遠物体から近距離 (有限距離) 物体への合焦の際、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って物体側に移動し、第 1 レンズ群 G 1 および第 3 レンズ群 G 3 が固定される。

30

【 0 1 6 0 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第 1 負レンズ L 1 1 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 2 負レンズ L 1 2 および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 1 3 からなる接合レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 2 正レンズ L 1 4 と、両凸形状の第 3 正レンズ L 1 5 と、両凸形状の第 4 正レンズ L 1 6 および両凹形状の第 3 負レンズ L 1 7 からなる接合レンズと、開口絞り S と、から構成される。第 3 正レンズ L 1 5 は、物体側のレンズ面が非球面である。

40

【 0 1 6 1 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 2 1 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 2 2 と、両凸形状の第 2 正レンズ L 2 3 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 3 正レンズ L 2 4 と、から構成される。第 1 正レンズ L 2 2 は、両側のレンズ面が非球面である。

【 0 1 6 2 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 3 1 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 3 2 と、から構成される。負レンズ L 3 2 は、物体側のレンズ面が非球面である。第 3 レンズ群 G 3 の像側に、像面 I が配置される。第 3 レンズ群 G 3 と像面 I との間には、抜き差し交換可能な光学フィルター FL が配設されている。

50

【 0 1 6 3 】

以下の表 1 4 に、第 1 4 実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。なお、第 1 4 面は仮想面である。

【 0 1 6 4 】

(表 1 4)

[全体諸元]

f	36.50			
F N O	1.85			
	30.7			
Y	21.70			10
T L	100.000			
B F	9.600			
B F a	9.055			

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d	
1	-328.51209	3.000	1.71736	29.6	
2	30.62735	8.724			
3	862.45645	3.000	1.48749	70.3	
4	57.42336	4.000	1.94595	18.0	
5	141.63170	0.100			20
6	44.98135	7.500	1.60300	65.4	
7	5539.31740	5.241			
8*	41.34810	6.000	1.77250	49.6	
9	-119.73719	0.200			
10	28.47480	8.000	1.59319	67.9	
11	-45.24565	1.500	1.67270	32.2	
12	19.20206	5.399			
13		D13 (可変)		(絞リ S)	
14		3.000			
15	-23.51305	1.000	1.67270	32.2	30
16	-129.15388	0.457			
17*	-103.44705	3.000	1.77377	47.2	
18*	-39.20704	0.417			
19	131.40567	5.000	1.59319	67.9	
20	-48.12075	0.500			
21	-100.00000	6.000	1.59319	67.9	
22	-26.83541	D22 (可変)			
23	102.68371	3.000	1.94595	18.0	
24	106.30512	6.996			
25*	-28.73049	1.500	1.64769	33.7	40
26	-98.04242	7.000			
27		1.600	1.51680	64.1	
28		D28 (可変)			

[非球面データ]

第 8 面

=1.00000

A4=-1.74572E-06, A6=-1.86902E-09, A8= 3.70243E-12, A10=-5.65794E-15

第 1 7 面

=1.00000

A4=-4.49752E-06, A6=-4.35264E-08, A8= 1.70129E-10, A10=-7.71012E-13

50

第 1 8 面

=1.00000

A4= 1.06552E-05, A6= 0.00000E+00, A8= 0.00000E+00, A10= 0.00000E+00

第 2 5 面

=1.00000

A4= 6.97711E-06, A6= 8.30426E-09, A8=-3.04728E-11, A10=-2.65514E-15

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態	近距離合焦状態
f = 36.50	= -0.1131

D0 290.00

D13 6.366 1.830

D22 0.500 5.036

D28 1.000 1.000

10

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
---	----	------

G1 1 52.56

G2 14 38.05

G3 23 -66.26

[条件式対応値]

条件式 (1) F N O × (f 1 / f) = 2.664

条件式 (2) T L a / f = 2.725

条件式 (3) f 2 / (- f 3) = 0.574

条件式 (4) f / f 2 = 0.959

条件式 (5) f 1 / f 2 = 1.381

条件式 (6) B F a / f = 0.248

条件式 (7) f F / f R = 0.729

条件式 (8) T L a / (- f 3) = 1.501

条件式 (9) T L a / f 1 = 1.892

条件式 (1 0) 2 = 61.4

20

【 0 1 6 5 】

30

図 2 8 (A) は、第 1 4 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 2 8 (B) は、第 1 4 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 1 4 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 1 6 6 】

(第 1 5 実施例)

第 1 5 実施例について、図 2 9 ~ 図 3 0 および表 1 5 を用いて説明する。図 2 9 は、本実施形態の第 1 5 実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第 1 5 実施例に係る光学系 L S (1 5) は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。無限遠物体から近距離 (有限距離) 物体への合焦の際、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って物体側に移動し、第 1 レンズ群 G 1 および第 3 レンズ群 G 3 が固定される。

40

【 0 1 6 7 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第 1 負レンズ L 1 1 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 2 負レンズ L 1 2 および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 1 3 からなる接合レンズと、両凸形状の第 2 正レンズ L 1 4 と、両凸形状の第 3 正レンズ L 1 5 と、両凸形状の第 4 正レンズ L 1 6 および両凹形状の第 3 負レンズ L 1 7 からなる接合レンズと、開口絞り S と、から構成される。第 3 正レンズ L 1 5 は、物体側のレンズ面が非球面である。

50

【 0 1 6 8 】

第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL21と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第1正レンズL22と、両凸形状の第2正レンズL23と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第3正レンズL24と、から構成される。第1正レンズL22は、両側のレンズ面が非球面である。

【 0 1 6 9 】

第3レンズ群G3は、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL31から構成される。負レンズL31は、物体側のレンズ面が非球面である。第3レンズ群G3の像側に、像面Iが配置される。第3レンズ群G3と像面Iとの間には、抜き差し交換可能な光学フィルターFLが配設されている。

10

【 0 1 7 0 】

以下の表15に、第15実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。なお、第14面は仮想面である。

【 0 1 7 1 】

(表15)

[全体諸元]

f	36.50
FNO	1.87
	30.7
Y	21.70
TL	100.000
BF	9.600
BFa	9.054

20

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n _d	d
1	-188.20085	3.000	1.71736	29.6
2	30.66496	8.404		
3	547.03690	3.000	1.48749	70.3
4	62.69373	4.000	1.94595	18.0
5	190.11798	0.100		
6	45.62385	7.500	1.60300	65.4
7	-115579.46000	5.673		
8*	44.63892	6.000	1.77250	49.6
9	-102.19551	0.200		
10	28.17341	8.000	1.59319	67.9
11	-42.44281	1.500	1.67270	32.2
12	19.02911	5.399		
13		D13 (可変)		(絞リS)
14		3.000		
15	-23.61092	1.000	1.67270	32.2
16	-109.82047	0.899		
17*	-60.75679	3.000	1.77377	47.2
18*	-33.74626	0.200		
19	105.85192	5.000	1.59319	67.9
20	-52.67684	0.500		
21	-100.00000	6.000	1.59319	67.9
22	-26.83541	D22 (可変)		
23*	-35.17199	1.500	1.64769	33.7
24	-148.75840	7.000		
25		1.600	1.51680	64.1

30

40

50

26

D26 (可変)

[非球面データ]

第 8 面

=1.00000

A4=-1.59317E-06, A6=-1.58329E-09, A8= 3.51477E-12, A10=-5.52433E-15

第 17 面

=1.00000

A4=-1.23191E-05, A6=-4.63629E-08, A8= 2.30352E-10, A10=-1.55636E-12

第 18 面

=1.00000

A4= 3.43104E-06, A6= 0.00000E+00, A8= 0.00000E+00, A10= 0.00000E+00

第 23 面

=1.00000

A4= 2.07644E-06, A6= 2.61568E-09, A8= -1.43218E-11, A10=-5.83085E-14

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態 近距離合焦状態

f = 36.50 = -0.1132

D0 290.00

D13 6.253 1.764

D22 10.273 14.761

D28 1.000 1.000

[レンズ群データ]

群 始面 焦点距離

G1 1 52.70

G2 14 38.26

G3 23 -71.49

[条件式対応値]

条件式 (1) F N O × (f 1 / f) = 2.696

条件式 (2) T L a / f = 2.725

条件式 (3) f 2 / (- f 3) = 0.535

条件式 (4) f / f 2 = 0.954

条件式 (5) f 1 / f 2 = 1.377

条件式 (6) B F a / f = 0.248

条件式 (7) f F / f R = 0.758

条件式 (8) T L a / (- f 3) = 1.391

条件式 (9) T L a / f 1 = 1.887

条件式 (10) 2 = 61.4

【 0 1 7 2 】

図 3 0 (A) は、第 1 5 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 3 0 (B) は、第 1 5 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 1 5 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 1 7 3 】

(第 1 6 実施例)

第 1 6 実施例について、図 3 1 ~ 図 3 2 および表 1 6 を用いて説明する。図 3 1 は、本実施形態の第 1 6 実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第 1 6 実施例に係る光学系 L S (1 6) は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。無限遠物体から近距離 (有限距離) 物体への合焦の際、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って物体側に移動し、第 1 レンズ群 G 1 および第 3

10

20

30

40

50

レンズ群 G 3 が固定される。

【 0 1 7 4 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第 1 負レンズ L 1 1 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 2 負レンズ L 1 2 および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 1 3 からなる接合レンズと、両凸形状の第 2 正レンズ L 1 4 と、両凸形状の第 3 正レンズ L 1 5 と、両凸形状の第 4 正レンズ L 1 6 および両凹形状の第 3 負レンズ L 1 7 からなる接合レンズと、開口絞り S と、から構成される。第 3 正レンズ L 1 5 は、物体側のレンズ面が非球面である。

【 0 1 7 5 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 2 1 と、両凸形状の第 1 正レンズ L 2 2 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 2 正レンズ L 2 3 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 3 正レンズ L 2 4 と、から構成される。第 1 正レンズ L 2 2 は、両側のレンズ面が非球面である。

【 0 1 7 6 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 3 1 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 3 2 と、から構成される。負レンズ L 3 2 は、物体側のレンズ面が非球面である。第 3 レンズ群 G 3 の像側に、像面 I が配置される。第 3 レンズ群 G 3 と像面 I との間には、抜き差し交換可能な光学フィルター F L が配設されている。

【 0 1 7 7 】

以下の表 1 6 に、第 1 6 実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。なお、第 1 4 面は仮想面である。

【 0 1 7 8 】

(表 1 6)

[全体諸元]

f	36.50
F N O	1.86
	30.8
Y	21.70
T L	100.000
B F	9.600
B F a	9.055

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d
1	-133.60683	2.000	1.71736	29.6
2	32.54620	8.076		
3	388.71645	2.500	1.48749	70.3
4	65.47753	4.000	1.94595	18.0
5	219.57835	0.100		
6	57.60424	7.000	1.60300	65.4
7	-387.08519	6.523		
8*	44.24367	6.000	1.77250	49.6
9	-104.52830	0.200		
10	31.09490	9.000	1.59319	67.9
11	-42.99037	1.500	1.67270	32.2
12	20.68411	5.399		
13		D13 (可変)		(絞り S)
14		3.000		
15	-23.39527	1.000	1.67270	32.2
16	-374.05277	0.224		

10

20

30

40

50

17*	89.21164	4.000	1.77377	47.2
18*	-62.00927	1.388		
19	-586.47623	4.500	1.59319	67.9
20	-38.88857	0.500		
21	-100.00000	5.500	1.59319	67.9
22	-29.94109	D22 (可変)		
23	59.66877	3.000	1.94595	18.0
24	59.44379	6.722		
25*	-32.82899	1.500	1.64769	33.7
26	-177.92654	7.000		
27		1.600	1.51680	63.9
28		D28 (可変)		

10

[非球面データ]

第 8 面

=1.00000

A4=-1.04917E-06, A6=-1.42831E-09, A8= 4.66129E-12, A10=-6.33796E-15

第 17 面

=1.00000

A4= 1.65960E-05, A6= 5.96989E-08, A6=-6.57382E-11, A10= 1.19611E-13

第 18 面

=1.00000

A4= 2.95825E-05, A6= 7.91633E-08, A8= 0.00000E+00, A10= 0.00000E+00

第 25 面

=1.00000

A4= 4.39415E-06, A6=-1.10198E-08, A8= 5.26933E-11, A10=-1.66739E-13

20

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

近距離合焦状態

f = 36.50

= -0.1137

D0

290.00

D13

6.258

1.649

30

D22

0.509

5.118

D28

1.000

1.000

[レンズ群データ]

群 始面 焦点距離

G1

1

53.58

G2

14

39.30

G3

23

-65.49

[条件式対応値]

条件式 (1) F N O × (f 1 / f) = 2.734

条件式 (2) T L a / f = 2.725

40

条件式 (3) f 2 / (- f 3) = 0.600

条件式 (4) f / f 2 = 0.929

条件式 (5) f 1 / f 2 = 1.363

条件式 (6) B F a / f = 0.248

条件式 (7) f F / f R = 0.714

条件式 (8) T L a / (- f 3) = 1.519

条件式 (9) T L a / f 1 = 1.856

条件式 (10) 2 = 61.6

【 0 1 7 9 】

図 3 2 (A) は、第 1 6 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 3 2

50

(B)は、第16実施例に係る光学系の近距離(至近距離)合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第16実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【0180】

(第17実施例)

第17実施例について、図33～図34および表17を用いて説明する。図33は、本実施形態の第17実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第17実施例に係る光学系LS(17)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3とから構成されている。無限遠物体から近距離(有限距離)物体への合焦の際、第2レンズ群G2が光軸に沿って物体側に移動し、第1レンズ群G1および第3レンズ群G3が固定される。

10

【0181】

第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第1負レンズL11と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1正レンズL12と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第2負レンズL13と、両凸形状の第2正レンズL14と、両凸形状の第3正レンズL15および両凹形状の第3負レンズL16からなる接合レンズと、開口絞りSとから構成される。第2負レンズL13は、像面I側のレンズ面が非球面である。第2正レンズL14は、物体側のレンズ面が非球面である。

【0182】

20

第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL21と、両凸形状の第1正レンズL22と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第2正レンズL23とから構成される。第1正レンズL22は、両側のレンズ面が非球面である。

【0183】

第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズL31および物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第1負レンズL32からなる接合レンズと、物体側に凹面を向けた平凹形状の第2負レンズL33とから構成される。第3レンズ群G3の像側に、像面Iが配置される。第3レンズ群G3と像面Iの間には、抜き差し交換可能な光学フィルターFLが配設されている。

30

【0184】

以下の表17に、第17実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。なお、第13面は仮想面である。

【0185】

(表17)

[全体諸元]

f	36.05
FNO	1.85
	31.6
Y	21.70
TL	99.592
BF	13.100
BFa	12.555

40

[レンズ諸元]

面番号	R	D	nd	d
1	-500.00000	2.000	1.59270	35.3
2	27.30135	8.716		
3	60.46320	3.840	1.94594	18.0
4	220.11217	9.742		
5	-29.41908	1.659	1.77377	47.2

50

6*	-33.35969	1.884		
7*	47.17368	10.592	1.76801	49.2
8	-60.97010	0.200		
9	27.06671	6.869	1.59319	67.9
10	-38.40610	1.500	1.69895	30.1
11	22.53254	3.899		
12		D12 (可変)		(絞リ S)
13		2.700		
14	-20.48042	1.100	1.64769	33.7
15	-452.00052	0.648		
16*	80.79578	4.788	1.77377	47.2
17*	-31.41145	0.568		
18	-137.97943	6.400	1.49782	82.6
19	-21.82018	D19 (可変)		
20	-72.37319	4.704	1.94594	18.0
21	-25.72015	1.900	1.80518	25.4
22	-96.08935	2.660		
23	-34.82473	1.900	1.64769	33.7
24		10.500		
25		1.600	1.51680	64.1
26		D26 (可変)		

10

20

[非球面データ]

第 6 面

=1.00000

A4=-1.02986E-07, A6= 4.20882E-09, A8=-1.01963E-11, A10= 2.17897E-14

第 7 面

=1.00000

A4=-2.57635E-07, A6= 3.44388E-09, A8=-9.56027E-12, A10= 7.45193E-15

第 1 6 面

=1.00000

A4=-2.53184E-06, A6= 4.68537E-08, A8=-1.77268E-11, A10=-7.02284E-13

第 1 7 面

=1.00000

A4= 2.23902E-05, A6= 1.94868E-08, A8= 4.29642E-10, A10=-1.80787E-12

30

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

近距離合焦状態

f = 36.05

= -0.1049

D0

314.50

D12

5.722

2.550

D19

2.500

5.667

D26

1.000

1.000

40

[レンズ群データ]

群

始面

焦点距離

G1

1

49.49

G2

13

36.41

G3

20

-55.61

[条件式対応値]

条件式 (1)

 $FNO \times (f_1 / f) = 2.534$

条件式 (2)

 $TLa / f = 2.747$

条件式 (3)

 $f_2 / (- f_3) = 0.655$

50

- 条件式 (4) $f / f_2 = 0.990$
 条件式 (5) $f_1 / f_2 = 1.359$
 条件式 (6) $B F a / f = 0.348$
 条件式 (7) $f F / f R = 0.554$
 条件式 (8) $T L a / (- f_3) = 1.781$
 条件式 (9) $T L a / f_1 = 2.001$
 条件式 (10) $2 = 63.2$

【 0 1 8 6 】

図 3 4 (A) は、第 1 7 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 3 4 (B) は、第 1 7 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 1 7 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

10

【 0 1 8 7 】

(第 1 8 実施例)

第 1 8 実施例について、図 3 5 ~ 図 3 6 および表 1 8 を用いて説明する。図 3 5 は、本実施形態の第 1 8 実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第 1 8 実施例に係る光学系 L S (1 8) は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。無限遠物体から近距離 (有限距離) 物体への合焦の際、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って物体側に移動し、第 1 レンズ群 G 1 および第 3 レンズ群 G 3 が固定される。

20

【 0 1 8 8 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第 1 負レンズ L 1 1 と、両凸形状の第 1 正レンズ L 1 2 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 2 負レンズ L 1 3 と、両凸形状の第 2 正レンズ L 1 4 と、両凸形状の第 3 正レンズ L 1 5 および両凹形状の第 3 負レンズ L 1 6 からなる接合レンズと、開口絞り S と、から構成される。第 2 負レンズ L 1 3 は、像面 I 側のレンズ面が非球面である。第 2 正レンズ L 1 4 は、物体側のレンズ面が非球面である。

【 0 1 8 9 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に並んだ、両凸形状の第 1 正レンズ L 2 1 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 2 2 と、両凸形状の第 2 正レンズ L 2 3 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 3 正レンズ L 2 4 と、から構成される。第 2 正レンズ L 2 3 は、両側のレンズ面が非球面である。

30

【 0 1 9 0 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 3 1 および両凹形状の第 1 負レンズ L 3 2 からなる接合レンズと、物体側に凹面を向けた平凹形状の第 2 負レンズ L 3 3 と、から構成される。第 3 レンズ群 G 3 の像側に、像面 I が配置される。第 3 レンズ群 G 3 と像面 I との間には、抜き差し交換可能な光学フィルター F L が配設されている。

【 0 1 9 1 】

以下の表 1 8 に、第 1 8 実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。

40

【 0 1 9 2 】

(表 1 8)

[全体諸元]

f	36.05
F N O	1.86
	31.6
Y	21.70
T L	99.539
B F	13.100

50

B F a 12.555

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d	
1	-500.00000	2.000	1.59270	35.3	
2	31.30252	8.752			
3	77.05411	4.224	1.94594	18.0	
4	-4995.87340	12.332			
5	-34.14226	3.140	1.77377	47.2	
6*	-47.59110	0.100			
7*	41.62130	5.898	1.76801	49.2	10
8	-65.35489	0.294			
9	31.07689	6.046	1.59319	67.9	
10	-44.14843	1.500	1.69895	30.1	
11	22.96400	3.883			
12		D12 (可変)		(絞リ S)	
13	95.03984	2.062	1.49782	82.6	
14	-345.94097	2.289			
15	-19.00516	1.100	1.64769	33.7	
16	-992.59484	1.622			
17*	123.45937	4.722	1.77377	47.2	20
18*	-28.92599	0.200			
19	-129.08817	6.400	1.49782	82.6	
20	-21.31763	D20 (可変)			
21	-134.41671	5.154	1.94594	18.0	
22	-26.15911	1.900	1.80518	25.4	
23	1225.10730	3.764			
24	-34.85007	1.900	1.64769	33.7	
25		10.500			
26		1.600	1.51680	64.1	
27		D27 (可変)			30

[非球面データ]

第 6 面

=1.00000

A4= 9.02554E-07, A6= 3.14643E-09, A8=-1.89905E-12, A10= 1.77634E-14

第 7 面

=1.00000

A4=-1.81054E-07, A6= 2.54149E-09, A8=-7.43973E-12, A10= 8.48515E-15

第 17 面

=1.00000

A4= 3.23226E-07, A6= 4.85057E-08, A8= 1.37810E-11, A10=-1.32577E-13

第 18 面

=1.00000

A4= 2.32157E-05, A6= 3.57378E-08, A8= 3.07145E-10, A10=-6.42283E-13

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

f = 36.05

近距離合焦状態

= -0.1053

D0

314.50

D12 4.656

2.000

D20 2.500

5.150

D27 1.000

1.000

50

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	58.73
G2	13	33.00
G3	21	-46.85

[条件式対応値]

条件式 (1)	$FNO \times (f_1 / f) = 3.025$
条件式 (2)	$TLa / f = 2.746$
条件式 (3)	$f_2 / (- f_3) = 0.704$
条件式 (4)	$f / f_2 = 1.092$
条件式 (5)	$f_1 / f_2 = 1.780$
条件式 (6)	$BFa / f = 0.348$
条件式 (7)	$fF / fR = 0.765$
条件式 (8)	$TLa / (- f_3) = 2.113$
条件式 (9)	$TLa / f_1 = 1.686$
条件式 (10)	$2 = 63.2$

10

【 0193 】

図36(A)は、第18実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図36(B)は、第18実施例に係る光学系の近距離(至近距離)合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第18実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

20

【 0194 】

(第19実施例)

第19実施例について、図37~図38および表19を用いて説明する。図37は、本実施形態の第19実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第19実施例に係る光学系LS(19)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3とから構成されている。無限遠物体から近距離(有限距離)物体への合焦の際、第2レンズ群G2が光軸に沿って物体側に移動し、第1レンズ群G1および第3レンズ群G3が固定される。

30

【 0195 】

第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第1負レンズL11と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1正レンズL12と、両凸形状の第2正レンズL13と、両凸形状の第3正レンズL14および両凹形状の第2負レンズL15からなる接合レンズと、開口絞りSと、から構成される。第2正レンズL13は、両側のレンズ面が非球面である。

【 0196 】

第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、像面I側に凸面を向けた平凸形状の第1正レンズL21と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL22と、両凸形状の第2正レンズL23と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第3正レンズL24と、から構成される。第2正レンズL23は、両側のレンズ面が非球面である。

40

【 0197 】

第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズL31および物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第1負レンズL32からなる接合レンズと、物体側に凹面を向けた平凹形状の第2負レンズL33と、から構成される。第3レンズ群G3の像側に、像面Iが配置される。第3レンズ群G3と像面Iとの間には、抜き差し交換可能な光学フィルターFLが配設されている。

【 0198 】

以下の表19に、第19実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。なお、第5面および第6面は仮想面である。

50

【 0 1 9 9 】

(表 1 9)

[全体諸元]

f	36.05
F N O	1.87
	31.2
Y	21.70
T L	99.566
B F	13.100
B F a	12.555

10

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d
1	-500.00000	2.000	1.59270	35.3
2	26.44740	11.431		
3	54.58955	3.977	1.94594	18.0
4	151.93034	2.197		
5		0.000		
6		10.067		
7*	40.90811	5.557	1.76801	49.2
8*	-104.02802	0.200		
9	29.51647	6.609	1.59319	67.9
10	-42.76988	1.500	1.69895	30.1
11	23.53316	6.210		
12		D12 (可変)		(絞リ S)
13		2.090	1.49782	82.6
14	-74.67300	2.012		
15	-18.81061	1.100	1.64769	33.7
16	-248.50402	1.512		
17*	118.78898	4.866	1.77377	47.2
18*	-28.64501	0.200		
19	-125.10532	6.400	1.49782	82.6
20	-22.16547	D20 (可変)		
21	-66.18341	4.709	1.94594	18.0
22	-24.96921	1.900	1.80518	25.4
23	-199.98195	2.935		
24	-38.28094	1.900	1.64769	33.7
25		10.500		
26		1.600	1.51680	64.1
27		D27 (可変)		

20

30

[非球面データ]

第 7 面

=1.00000

A4= 3.16584E-07, A6= 2.60390E-09, A8=-1.78975E-11, A10= 5.41316E-14

第 8 面

=1.00000

A4= 4.34400E-08, A6=-4.51994E-10, A8=-7.80080E-12, A10= 3.78367E-14

第 1 7 面

=1.00000

A4=-3.61366E-06, A6= 5.25325E-08, A8=-5.32628E-12, A10= 1.17020E-14

第 1 8 面

40

50

=1.00000

A4= 2.00858E-05, A6= 3.18374E-08, A8= 2.71615E-10, A10=-4.03272E-13

[可変間隔データ]

	無限遠合焦状態	近距離合焦状態
	f = 36.05	= -0.1049
D0		314.50
D12	4.594	2.000
D20	2.500	5.088
D27	1.000	1.000

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	53.15
G2	13	32.25
G3	21	-45.20

[条件式対応値]

条件式 (1)	$FNO \times (f_1 / f) = 2.751$
条件式 (2)	$TLa / f = 2.747$
条件式 (3)	$f_2 / (- f_3) = 0.714$
条件式 (4)	$f / f_2 = 1.118$
条件式 (5)	$f_1 / f_2 = 1.648$
条件式 (6)	$BFa / f = 0.348$
条件式 (7)	$fF / fR = 0.626$
条件式 (8)	$TLa / (- f_3) = 2.191$
条件式 (9)	$TLa / f_1 = 1.863$
条件式 (10)	$2 = 62.4$

【 0 2 0 0 】

図 3 8 (A) は、第 1 9 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 3 8 (B) は、第 1 9 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 1 9 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 2 0 1 】

(第 2 0 実施例)

第 2 0 実施例について、図 3 9 ~ 図 4 0 および表 2 0 を用いて説明する。図 3 9 は、本実施形態の第 2 0 実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第 2 0 実施例に係る光学系 LS (2 0) は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。無限遠物体から近距離 (有限距離) 物体への合焦の際、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って物体側に移動し、第 1 レンズ群 G 1 および第 3 レンズ群 G 3 が固定される。

【 0 2 0 2 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 1 負レンズ L 1 1 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 2 負レンズ L 1 2 および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 1 3 からなる接合レンズと、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 3 負レンズ L 1 4 と、両凸形状の第 2 正レンズ L 1 5 と、両凸形状の第 3 正レンズ L 1 6 および両凹形状の第 4 負レンズ L 1 7 からなる接合レンズと、開口絞り S と、から構成される。第 2 正レンズ L 1 5 は、物体側のレンズ面が非球面である。

【 0 2 0 3 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の負レンズ L 2 1 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 2 2 と、両凸形状の第 2 正レンズ L 2 3 と

10

20

30

40

50

、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第3正レンズL24と、から構成される。第1正レンズL22は、物体側のレンズ面が非球面である。

【0204】

第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1負レンズL31と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第2負レンズL32と、から構成される。第2負レンズL32は、物体側のレンズ面が非球面である。第3レンズ群G3の像側に、像面Iが配置される。第3レンズ群G3と像面Iとの間には、抜き差し交換可能な光学フィルターFLが配設されている。

【0205】

以下の表20に、第20実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。

10

【0206】

(表20)

[全体諸元]

f	36.41
FNO	1.45
	30.7
Y	21.70
TL	120.000
BF	9.600
BFa	9.055

20

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d
1	117.52540	2.000	1.71736	29.6
2	26.99520	8.652		
3	42.97983	2.500	1.48749	70.3
4	34.72137	5.000	1.94595	18.0
5	45.17490	9.389		
6	-52.71945	6.000	1.60300	65.4
7	-131.66451	0.200		
8*	55.12835	9.000	1.77250	49.6
9	-66.63993	0.200		
10	57.67591	13.000	1.59319	67.9
11	-28.99052	1.500	1.67270	32.2
12	230.60272	5.399		
13		D13 (可変)		(絞りS)
14	-30.96994	1.000	1.67270	32.2
15	1151.90580	2.000		
16*	-406.76312	4.000	1.77377	47.2
17	-45.06075	0.881		
18	140.10078	6.000	1.59319	67.9
19	-58.07296	0.500		
20	-100.00000	7.000	1.59319	67.9
21	-30.10496	D21 (可変)		
22	74.17179	3.000	1.94595	18.0
23	67.04188	7.824		
24*	-26.97932	1.500	1.64769	33.7
25	-290.34268	7.000		
26		1.600	1.51680	63.9
27		D27 (可変)		

30

40

[非球面データ]

50

第 8 面

=1.00000

A4=-6.93107E-07, A6=-4.54051E-10, A8= 1.72053E-12, A10=-1.39325E-15

第 1 6 面

=1.00000

A4=-1.46752E-05, A6=-1.19814E-08, A8= 3.20679E-11, A10=-2.43972E-13

第 2 4 面

=1.00000

A4= 1.09875E-05, A6= 2.56103E-09, A8=-8.64670E-12, A10=-3.14024E-14

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態	近距離合焦状態
f = 36.41	= -0.1095

D0 290.00

D13 13.354 9.399

D21 0.500 4.455

D27 1.000 1.000

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
---	----	------

G1 1 48.51

G2 14 38.61

G3 22 -44.33

[条件式対応値]

条件式 (1) F N O × (f 1 / f) = 1.936

条件式 (2) T L a / f = 3.281

条件式 (3) f 2 / (- f 3) = 0.871

条件式 (4) f / f 2 = 0.943

条件式 (5) f 1 / f 2 = 1.256

条件式 (6) B F a / f = 0.249

条件式 (7) f F / f R = 0.358

条件式 (8) T L a / (- f 3) = 2.695

条件式 (9) T L a / f 1 = 2.463

条件式 (1 0) 2 = 61.4

【 0 2 0 7 】

図 4 0 (A) は、第 2 0 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 4 0 (B) は、第 2 0 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 2 0 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 2 0 8 】

(第 2 1 実施例)

第 2 1 実施例について、図 4 1 ~ 図 4 2 および表 2 1 を用いて説明する。図 4 1 は、本実施形態の第 2 1 実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第 2 1 実施例に係る光学系 L S (2 1) は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。無限遠物体から近距離 (有限距離) 物体への合焦の際、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って物体側に移動し、第 1 レンズ群 G 1 および第 3 レンズ群 G 3 が固定される。

【 0 2 0 9 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第 1 負レンズ L 1 1 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 2 負レンズ L 1 2 および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 1 3 からなる接合レンズと、両凹形状の第 3 負レンズ L 1 4

10

20

30

40

50

と、両凸形状の第2正レンズL15と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第3正レンズL16と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第4負レンズL17および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第4正レンズL18からなる接合レンズと、開口絞りSと、から構成される。第2正レンズL15は、両側のレンズ面が非球面である。

【0210】

第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL21と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第1正レンズL22と、両凸形状の第2正レンズL23と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第3正レンズL24と、から構成される。第1正レンズL22は、物体側のレンズ面が非球面である。

【0211】

第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1負レンズL31と、物体側に凹面を向けた平凹形状の第2負レンズL32と、から構成される。第2負レンズL32は、物体側のレンズ面が非球面である。第3レンズ群G3の像側に、像面Iが配置される。第3レンズ群G3と像面Iとの間には、抜き差し交換可能な光学フィルターFLが配設されている。

【0212】

以下の表21に、第21実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。

【0213】

(表21)

[全体諸元]

f	36.00
FNO	1.42
	31.2
Y	21.70
TL	125.000
BF	9.600
BFa	9.055

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d
1	-2103.91320	2.000	1.67884	31.5
2	35.70457	7.893		
3	323.10172	2.500	1.49086	69.1
4	67.22138	5.500	1.94595	18.0
5	787.71792	7.911		
6	-39.04627	2.000	1.69166	30.1
7	213.89102	0.100		
8*	137.58827	12.000	1.85135	40.1
9*	-47.56574	0.200		
10	39.72534	7.000	1.83481	42.7
11	181.94050	2.130		
12	117.83429	1.500	1.75520	27.6
13	23.80746	9.000	1.59319	67.9
14	183.46004	3.500		
15		D15 (可変)		(絞りS)
16	-34.21404	1.000	1.67270	32.2
17	-122.91319	2.000		
18*	-86.16442	3.500	1.77377	47.2
19	-48.56224	2.416		
20	1800.15400	5.500	1.59319	67.9
21	-42.45537	0.500		

10

20

30

40

50

22	-100.00000	6.500	1.59319	67.9
23	-30.05033	D23 (可変)		
24	39.40559	3.000	1.94595	18.0
25	34.37457	9.136		
26*	-44.57372	1.500	1.64769	33.7
27		7.000		
28		1.600	1.51680	63.9
29		D29 (可変)		

[非球面データ]

第 8 面

=1.00000

A4= 3.90875E-07, A6= 5.99792E-10, A8=-1.78965E-12, A10= 1.89102E-15

第 9 面

=1.00000

A4= 5.52339E-07, A6= 1.13820E-09, A8=-1.99242E-12, A10= 2.23323E-15

第 18 面

=1.00000

A4=-1.62045E-05, A6=-1.75085E-08, A8= 3.19334E-11, A10=-3.05989E-13

第 26 面

=1.00000

A4=-1.48857E-06, A6=-3.93600E-09, A8= 2.22864E-12, A10=-4.82017E-14

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

近距離合焦状態

f = 36.00

= -0.1086

D0

290.00

D15

16.614

12.490

D23

0.500

4.624

D29

1.000

1.000

[レンズ群データ]

群 始面 焦点距離

G1 1 52.88

G2 16 39.96

G3 24 -59.46

[条件式対応値]

条件式 (1) F N O × (f 1 / f) = 2.080

条件式 (2) T L a / f = 3.457

条件式 (3) f 2 / (- f 3) = 0.672

条件式 (4) f / f 2 = 0.901

条件式 (5) f 1 / f 2 = 1.323

条件式 (6) B F a / f = 0.252

条件式 (7) f F / f R = 0.622

条件式 (8) T L a / (- f 3) = 2.093

条件式 (9) T L a / f 1 = 2.354

条件式 (10) 2 = 62.4

【 0 2 1 4 】

図 4 2 (A) は、第 2 1 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 4 2 (B) は、第 2 1 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 2 1 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 2 1 5 】

10

20

30

40

50

(第22実施例)

第22実施例について、図43～図44および表22を用いて説明する。図43は、本実施形態の第22実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第22実施例に係る光学系LS(22)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3とから構成されている。無限遠物体から近距離(有限距離)物体への合焦の際、第2レンズ群G2が光軸に沿って物体側に移動し、第1レンズ群G1および第3レンズ群G3が固定される。

【0216】

第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第1負レンズL11および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1正レンズL12からなる接合レンズと、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第2正レンズL13と、両凸形状の第3正レンズL14と、両凸形状の第4正レンズL15および両凹形状の第2負レンズL16からなる接合レンズと、開口絞りSと、から構成される。第3正レンズL14は、物体側のレンズ面が非球面である。

10

【0217】

第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL21と、両凸形状の正レンズL22と、から構成される。正レンズL22は、両側のレンズ面が非球面である。

【0218】

第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズL31と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL32と、から構成される。第3レンズ群G3の像側に、像面Iが配置される。第3レンズ群G3と像面Iの間には、抜き差し交換可能な光学フィルターFLが配設されている。

20

【0219】

以下の表22に、第22実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。なお、第12面は仮想面である。

【0220】

(表22)

[全体諸元]

30

f	51.50
FNO	1.85
	22.9
Y	21.70
TL	89.489
BF	9.600
BFa	9.055

[レンズ諸元]

面番号	R	D	nd	d
1	-47.35217	2.500	1.67270	32.2
2	94.47970	3.500	1.94595	18.0
3	340.13397	3.236		
4	-287.21979	5.000	1.72916	54.6
5	-56.34930	0.100		
6*	35.86692	6.000	1.80400	46.6
7	-2318.43510	0.200		
8	45.67330	7.000	1.59319	67.9
9	-80.81919	1.500	1.64769	33.7
10	23.62983	4.933		
11		D11(可変)		(絞りS)

40

50

12		3.000		
13	-19.53832	1.100	1.75520	27.6
14	-43.18210	1.500		
15*	190.26772	7.000	1.75501	51.2
16*	-24.77289	D16 (可変)		
17	-104.87147	2.500	1.94595	18.0
18	-78.84438	14.090		
19	-38.56539	1.900	1.64769	33.7
20	-200.67448	7.000		
21		1.600	1.51680	64.1
22		D22 (可変)		

10

[非球面データ]

第 6 面

=1.00000

A4=-1.58615E-06, A6=-8.54477E-10, A8=-4.09102E-13, A10= 5.85218E-16

第 1 5 面

=1.00000

A4= 4.66858E-07, A6=-2.10629E-08, A8= 1.67228E-10, A10=-2.90665E-13

第 1 6 面

=1.00000

A4= 8.47233E-06, A6= 2.18602E-10, A8= 2.67616E-11, A10= 1.23427E-13

20

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

近距離合焦状態

f = 51.50

= -0.1588

D0

305.05

D11 12.719

2.695

D16 2.111

12.136

D22 1.000

1.000

[レンズ群データ]

群 始面 焦点距離

G1 1 75.53

G2 12 56.74

G3 17 -100.37

30

[条件式対応値]

条件式 (1) F N O × (f 1 / f) = 2.716

条件式 (2) T L a / f = 1.727

条件式 (3) f 2 / (- f 3) = 0.565

条件式 (4) f / f 2 = 0.908

条件式 (5) f 1 / f 2 = 1.331

条件式 (6) B F a / f = 0.176

条件式 (7) f F / f R = 0.762

条件式 (8) T L a / (- f 3) = 0.886

条件式 (9) T L a / f 1 = 1.178

条件式 (1 0) 2 = 45.8

40

【 0 2 2 1 】

図 4 4 (A) は、第 2 2 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 4 4 (B) は、第 2 2 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 2 2 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 2 2 2 】

50

(第23実施例)

第23実施例について、図45～図46および表23を用いて説明する。図45は、本実施形態の第23実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第23実施例に係る光学系LS(23)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3とから構成されている。無限遠物体から近距離(有限距離)物体への合焦の際、第2レンズ群G2が光軸に沿って物体側に移動し、第1レンズ群G1および第3レンズ群G3が固定される。

【0223】

第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第1負レンズL11および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1正レンズL12からなる接合レンズと、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第2正レンズL13と、両凸形状の第3正レンズL14と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第4正レンズL15および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第2負レンズL16からなる接合レンズと、開口絞りSと、から構成される。第3正レンズL14は、物体側のレンズ面が非球面である。

10

【0224】

第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第1正レンズL21と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL22と、両凸形状の第2正レンズL23と、から構成される。第2正レンズL23は、両側のレンズ面が非球面である。

20

【0225】

第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第1負レンズL31と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第2負レンズL32と、から構成される。第3レンズ群G3の像側に、像面Iが配置される。第3レンズ群G3と像面Iとの間には、抜き差し交換可能な光学フィルターFLが配設されている。

【0226】

以下の表23に、第23実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。なお、第20面は仮想面である。

【0227】

(表23)

30

[全体諸元]

f	51.08
FNO	1.86
	23.0
Y	21.70
TL	90.000
BF	9.600
BFa	9.055

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d
1	-52.31571	2.500	1.67270	32.2
2	167.47695	3.500	1.94595	18.0
3	223.17328	4.121		
4	-82.07390	4.000	1.72916	54.6
5	-45.42951	0.100		
6*	38.12626	6.000	1.80400	46.6
7	-3600.28350	1.699		
8	27.04928	5.000	1.59319	67.9
9	41.33566	1.500	1.64769	33.7
10	20.68760	5.718		

40

50

11		D11 (可変)		(絞リ S)
12	-22.93194	2.500	1.49700	81.6
13	-17.98615	0.500		
14	-17.23374	1.100	1.67270	32.2
15	-49.04852	1.500		
16*	279.75740	6.000	1.75501	51.2
17*	-26.00590	D17 (可変)		
18	-221.46549	2.500	1.94595	18.0
19	-230.39803	0.000		
20		10.724		
21	-38.50025	1.900	1.64769	33.7
22	-110.45885	7.000		
23		1.600	1.51680	63.9
24		D24 (可変)		

10

[非球面データ]

第 6 面

=1.00000

A4=-1.19548E-06, A6=-9.73538E-10, A8= 3.03150E-12, A10=-5.31839E-15

第 1 6 面

=1.00000

A4=-1.22099E-06, A6=-9.91302E-09, A8= 8.68866E-11, A10=-1.19726E-13

第 1 7 面

=1.00000

A4= 5.66916E-06, A6= 2.72450E-09, A8=-8.54602E-12, A10= 1.63651E-13

20

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

近距離合焦状態

f = 51.08

= -0.1171

D0

413.36

D11

12.216

4.956

D17

7.322

14.582

D24

1.000

1.000

30

[レンズ群データ]

群

始面

焦点距離

G1

1

68.94

G2

12

58.61

G3

18

-90.38

[条件式対応値]

条件式 (1) F N O x (f 1 / f) = 2.508

条件式 (2) T L a / f = 1.751

条件式 (3) f 2 / (- f 3) = 0.648

条件式 (4) f / f 2 = 0.872

条件式 (5) f 1 / f 2 = 1.176

条件式 (6) B F a / f = 0.177

条件式 (7) f F / f R = 0.542

条件式 (8) T L a / (- f 3) = 0.990

条件式 (9) T L a / f 1 = 1.298

条件式 (1 0) 2 = 46.0

40

【 0 2 2 8 】

図 4 6 (A) は、第 2 3 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 4 6 (B) は、第 2 3 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各

50

諸収差図より、第 2 3 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 2 2 9 】

(第 2 4 実施例)

第 2 4 実施例について、図 4 7 ~ 図 4 8 および表 2 4 を用いて説明する。図 4 7 は、本実施形態の第 2 4 実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第 2 4 実施例に係る光学系 L S (2 4) は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。無限遠物体から近距離 (有限距離) 物体への合焦の際、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って物体側に移動し、第 1 レンズ群 G 1 および第 3 レンズ群 G 3 が固定される。

10

【 0 2 3 0 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第 1 負レンズ L 1 1 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 1 2 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 2 正レンズ L 1 3 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 3 正レンズ L 1 4 および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 2 負レンズ L 1 5 からなる接合レンズと、開口絞り S と、から構成される。第 2 正レンズ L 1 3 は、物体側のレンズ面が非球面である。

【 0 2 3 1 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 2 1 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 2 2 と、両凸形状の第 2 正レンズ L 2 3 と、から構成される。第 2 正レンズ L 2 3 は、両側のレンズ面が非球面である。

20

【 0 2 3 2 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 3 1 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 3 2 と、から構成される。第 3 レンズ群 G 3 の像側に、像面 I が配置される。第 3 レンズ群 G 3 と像面 I との間には、抜き差し交換可能な光学フィルター F L が配設されている。

【 0 2 3 3 】

以下の表 2 4 に、第 2 4 実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。

30

【 0 2 3 4 】

(表 2 4)

[全体諸元]

f	51.50
F N O	1.85
	22.9
Y	21.70
T L	82.941
B F	9.600
B F a	9.055

40

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d
1	-47.29734	2.000	1.67270	32.2
2	2331.06620	3.670		
3	-71.21945	4.000	1.72916	54.6
4	-42.49265	0.100		
5*	34.70954	6.000	1.80400	46.6
6	6260.90290	0.947		
7	27.53256	5.000	1.59319	67.9
8	40.45186	1.500	1.64769	33.7

50

9	19.48030	5.755		
10		D10 (可変)		(絞りS)
11	-21.95759	2.500	1.49700	81.6
12	-17.97990	0.500		
13	-17.33726	1.100	1.67270	32.2
14	-65.42718	0.387		
15*	210.98797	6.000	1.75501	51.2
16*	-24.41048	D16 (可変)		
17	79.42309	2.500	1.94595	18.0
18	102.63179	8.767		
19	-46.77211	1.900	1.84666	23.8
20	-182.21442	7.000		
21		1.600	1.51680	63.9
22		D22 (可変)		

10

[非球面データ]

第 5 面

=1.00000

A4=-1.79931E-06, A6=-1.35228E-09, A8= 1.30531E-12, A10=-3.27717E-15

第 1 5 面

=1.00000

A4=-1.14256E-06, A6=-1.30370E-08, A8= 1.13854E-10, A10=-1.79669E-13

第 1 6 面

=1.00000

A4= 6.47116E-06, A6= 6.32503E-09, A8=-2.44521E-11, A10= 2.46075E-13

20

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

近距離合焦状態

f = 51.50

= -0.1181

D0

413.36

D10

14.069

5.072

D16

6.646

15.643

D22

1.000

1.000

30

[レンズ群データ]

群

始面

焦点距離

G1

1

68.06

G2

11

64.03

G3

17

-99.89

[条件式対応値]

条件式 (1) F N O x (f 1 / f) = 2.445

条件式 (2) T L a / f = 1.600

条件式 (3) f 2 / (- f 3) = 0.641

条件式 (4) f / f 2 = 0.804

条件式 (5) f 1 / f 2 = 1.063

条件式 (6) B F a / f = 0.176

条件式 (7) f F / f R = 0.514

条件式 (8) T L a / (- f 3) = 0.825

条件式 (9) T L a / f 1 = 1.211

条件式 (1 0) 2 = 45.8

40

【 0 2 3 5 】

図 4 8 (A) は、第 2 4 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 4 8 (B) は、第 2 4 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各

50

諸収差図より、第 2 4 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 2 3 6 】

(第 2 5 実施例)

第 2 5 実施例について、図 4 9 ~ 図 5 0 および表 2 5 を用いて説明する。図 4 9 は、本実施形態の第 2 5 実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第 2 5 実施例に係る光学系 L S (2 5) は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。無限遠物体から近距離 (有限距離) 物体への合焦の際、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って物体側に移動し、第 1 レンズ群 G 1 および第 3 レンズ群 G 3 が固定される。

10

【 0 2 3 7 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第 1 負レンズ L 1 1 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 1 2 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 2 正レンズ L 1 3 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 2 負レンズ L 1 4 と、開口絞り S と、から構成される。第 2 正レンズ L 1 3 は、物体側のレンズ面が非球面である。

【 0 2 3 8 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 2 1 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 2 2 と、両凸形状の第 2 正レンズ L 2 3 と、から構成される。第 2 正レンズ L 2 3 は、両側のレンズ面が非球面である。

20

【 0 2 3 9 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 3 1 と、物体側に凹面を向けた平凹形状の負レンズ L 3 2 と、から構成される。第 3 レンズ群 G 3 の像側に、像面 I が配置される。第 3 レンズ群 G 3 と像面 I との間には、抜き差し交換可能な光学フィルター F L が配設されている。

【 0 2 4 0 】

以下の表 2 5 に、第 2 5 実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。

【 0 2 4 1 】

30

(表 2 5)

[全体諸元]

f	50.81
F N O	1.85
	23.1
Y	21.70
T L	80.000
B F	9.600
B F a	9.055

[レンズ諸元]

40

面番号	R	D	n d	d
1	-48.70279	2.000	1.67270	32.2
2	958.65257	2.567		
3	-87.18050	3.500	1.72916	54.6
4	-45.33683	0.100		
5*	28.25675	6.500	1.77250	49.6
6	735.50092	0.365		
7	28.50942	2.465	1.67270	32.2
8	19.47871	6.238		
9		D9 (可変)		(絞り S)

50

10	-21.86257	2.000	1.49700	81.6
11	-18.15776	0.500		
12	-17.46272	1.100	1.67270	32.2
13	-78.54612	0.200		
14*	259.64263	6.500	1.75501	51.2
15*	-23.47358	D15 (可変)		
16	45.54867	2.500	1.94595	18.0
17	56.06952	6.419		
18	-49.21248	1.900	1.84666	23.8
19		7.000		
20		1.600	1.51680	63.9
21		D21 (可変)		

10

[非球面データ]

第 5 面

=1.00000

A4=-3.06009E-06, A6=-3.83923E-09, A8= 3.08021E-12, A10=-1.31813E-14

第 1 4 面

=1.00000

A4=-2.38445E-06, A6=-7.07397E-10, A8= 4.93804E-11, A10=-6.99716E-14

第 1 5 面

=1.00000

A4= 6.07250E-06, A6= 1.41158E-08, A8=-5.03385E-11, A10= 2.68237E-13

20

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

近距離合焦状態

f = 50.81

= -0.1180

D0

413.36

D9

14.286

5.350

D15

11.261

20.197

D21

1.000

1.000

[レンズ群データ]

30

群 始面 焦点距離

G1 1 67.37

G2 10 68.93

G3 16 -83.91

[条件式対応値]

条件式 (1) F N O × (f 1 / f) = 2.456

条件式 (2) T L a / f = 1.564

条件式 (3) f 2 / (- f 3) = 0.821

条件式 (4) f / f 2 = 0.737

条件式 (5) f 1 / f 2 = 0.977

条件式 (6) B F a / f = 0.178

条件式 (7) f F / f R = 0.349

条件式 (8) T L a / (- f 3) = 0.947

条件式 (9) T L a / f 1 = 1.179

条件式 (1 0) 2 = 46.2

40

【 0 2 4 2 】

図 5 0 (A) は、第 2 5 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 5 0 (B) は、第 2 5 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 2 5 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

50

【 0 2 4 3 】

(第 2 6 実施例)

第 2 6 実施例について、図 5 1 ~ 図 5 2 および表 2 6 を用いて説明する。図 5 1 は、本実施形態の第 2 6 実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第 2 6 実施例に係る光学系 L S (2 6) は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。また、第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に並んだ、負の屈折力を有する第 1 部分群 G 2 A と、正の屈折力を有する第 2 部分群 G 2 B とから構成されている。無限遠物体から近距離 (有限距離) 物体への合焦の際、第 2 レンズ群 G 2 の第 1 部分群 G 2 A と第 2 部分群 G 2 B とが、光軸に沿って互いに異なる移動量で物体側に移動し、第 1 レンズ群 G 1 および第 3 レンズ群 G 3 が固定される。

10

【 0 2 4 4 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第 1 負レンズ L 1 1 および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 1 2 からなる接合レンズと、両凹形状の第 2 負レンズ L 1 3 と、両凸形状の第 2 正レンズ L 1 4 と、両凸形状の第 3 正レンズ L 1 5 と、両凸形状の第 4 正レンズ L 1 6 および両凹形状の第 3 負レンズ L 1 7 からなる接合レンズと、開口絞り S と、から構成される。第 3 正レンズ L 1 5 は、両側のレンズ面が非球面である。

【 0 2 4 5 】

第 2 レンズ群 G 2 の第 1 部分群 G 2 A は、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 2 1 から構成される。第 2 レンズ群 G 2 の第 2 部分群 G 2 B は、物体側から順に並んだ、両凸形状の第 1 正レンズ L 2 2 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 2 正レンズ L 2 3 と、から構成される。第 1 正レンズ L 2 2 は、両側のレンズ面が非球面である。

20

【 0 2 4 6 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 3 1 および両凹形状の第 1 負レンズ L 3 2 からなる接合レンズと、物体側に凹面を向けた平凹形状の第 2 負レンズ L 3 3 と、から構成される。第 2 負レンズ L 3 3 は、物体側のレンズ面が非球面である。第 3 レンズ群 G 3 の像側に、像面 I が配置される。第 3 レンズ群 G 3 と像面 I との間には、抜き差し交換可能な光学フィルター F L が配設されている。

30

【 0 2 4 7 】

以下の表 2 6 に、第 2 6 実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。

【 0 2 4 8 】

(表 2 6)

[全体諸元]

f	51.60
F N O	1.44
	22.7
Y	21.70
T L	113.685
B F	13.100
B F a	12.555

40

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d
1	-171.72474	2.000	1.62588	35.7
2	35.44631	5.392	1.94594	18.0
3	74.33039	6.970		
4	-53.50931	3.610	1.75520	27.6
5	91.70821	0.200		

50

6	74.06522	7.512	1.90265	35.7
7	-104.97613	0.100		
8*	56.97323	7.742	1.85135	40.1
9*	-173.82221	0.200		
10	38.89486	12.894	1.59319	67.9
11	-34.37837	1.500	1.74077	27.7
12	37.65571	4.597		
13		D13 (可変)		(絞リS)
14	-22.59808	1.100	1.64769	33.7
15	-145.29857	D15 (可変)		
16*	85.83165	6.797	1.77377	47.2
17*	-32.92442	1.000		
18	-62.36306	6.400	1.49782	82.6
19	-26.53221	D19 (可変)		
20	-15532.87600	5.451	1.94594	18.0
21	-42.26207	4.169	1.75520	27.6
22	1509.21760	3.688		
23*	-47.39475	1.900	1.88202	37.2
24		10.500		
25		1.600	1.51680	64.1
26		D26 (可変)		

10

20

[非球面データ]

第 8 面

=1.00000

A4= 1.10048E-06, A6= 1.15261E-10, A8= 4.34134E-12, A10=-9.02791E-16

第 9 面

=1.00000

A4= 2.53480E-06, A6=-1.36378E-09, A8= 6.90741E-12, A10=-6.44423E-15

第 1 6 面

=1.00000

A4=-2.74525E-06, A6= 1.71160E-08, A8=-1.40699E-11, A10= 1.45752E-14

第 1 7 面

=1.00000

A4= 1.20601E-05, A6= 1.19411E-08, A8= 3.74420E-11, A10=-3.48136E-14

第 2 3 面

=1.00000

A4= 1.37602E-06, A6=-3.97295E-09, A8= 7.39073E-12, A10=-9.76367E-15

30

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

近距離合焦状態

f = 51.60

= -0.1471

40

D0

314.50

D13

13.416

6.329

D15

1.447

1.481

D19

2.500

9.547

D26

1.000

1.000

[レンズ群データ]

群

始面

焦点距離

G1

1

81.01

G2

14

42.29

(G2A

14

-41.46)

50

(G2B 16 25.11)
G4 20 -70.49

[条件式対応値]

条件式 (1) $F N O \times (f 1 / f) = 2.263$
 条件式 (2) $T L a / f = 2.193$
 条件式 (3) $f 2 / (- f 3) = 0.614$
 条件式 (4) $f / f 2 = 1.192$
 条件式 (5) $f 1 / f 2 = 1.871$
 条件式 (6) $B F a / f = 0.243$
 条件式 (7) $f F / f R = 0.976$
 条件式 (8) $T L a / (- f 3) = 1.605$
 条件式 (9) $T L a / f 1 = 1.397$
 条件式 (10) $2 = 45.4$

10

【 0 2 4 9 】

図 5 2 (A) は、第 2 6 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 5 2 (B) は、第 2 6 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 2 6 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 2 5 0 】

(第 2 7 実施例)

20

第 2 7 実施例について、図 5 3 ~ 図 5 4 および表 2 7 を用いて説明する。図 5 3 は、本実施形態の第 2 7 実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第 2 7 実施例に係る光学系 L S (2 7) は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。無限遠物体から近距離 (有限距離) 物体への合焦の際、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って物体側に移動し、第 1 レンズ群 G 1 および第 3 レンズ群 G 3 が固定される。

【 0 2 5 1 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 1 負レンズ L 1 1 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 1 2 と、両凸形状の第 2 正レンズ L 1 3 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 3 正レンズ L 1 4 と、両凸形状の第 4 正レンズ L 1 5 および両凹形状の第 2 負レンズ L 1 6 からなる接合レンズと、開口絞り S と、から構成される。

30

【 0 2 5 2 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 2 1 と、両凸形状の第 1 正レンズ L 2 2 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 2 正レンズ L 2 3 と、から構成される。第 1 正レンズ L 2 2 は、像面 I 側のレンズ面が非球面である。

【 0 2 5 3 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 3 1 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 3 2 と、から構成される。第 3 レンズ群 G 3 の像側に、像面 I が配置される。第 3 レンズ群 G 3 と像面 I との間には、抜き差し交換可能な光学フィルター F L が配設されている。

40

【 0 2 5 4 】

以下の表 2 7 に、第 2 7 実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。

【 0 2 5 5 】

(表 2 7)

[全体諸元]

f 85.00
F N O 1.86

50

14.2
 Y 21.70
 T L 115.209
 B F 21.685
 B F a 21.004

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d	
1	-64.83088	2.500	1.67270	32.2	
2	-188.98518	0.300			
3	153.82997	4.500	1.94595	18.0	10
4	508.32386	0.300			
5	420.81318	6.000	1.72916	54.6	
6	-110.04917	0.100			
7	48.16622	7.000	1.72916	54.6	
8	79.79724	0.200			
9	40.00000	10.958	1.59282	68.7	
10	-125.87904	2.500	1.67270	32.2	
11	25.51317	7.152			
12		D12 (可変)		(絞リ S)	
13	-30.69513	1.500	1.64769	33.7	20
14	-1583.64670	1.500			
15	84.28063	5.000	1.77377	47.2	
16*	-60.30181	1.500			
17	-115.77812	4.500	1.49700	81.6	
18	-35.95414	D18 (可変)			
19	-79.69114	4.000	1.94595	18.0	
20	-48.89207	6.639			
21	-37.38750	2.000	1.64769	33.7	
22	-237.55752	18.685			
23		2.000	1.51680	64.1	30
24		D24 (可変)			

[非球面データ]

第 1 6 面

=1.00000

A4= 4.07807E-06, A6= 3.17226E-09, A8=-8.77566E-12, A10= 1.60757E-14

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態 近距離合焦状態

f = 85.00 = -0.1252

D0 661.16

D12 17.304 5.692

D18 8.071 19.684

D24 1.000 1.000

[レンズ群データ]

群 始面 焦点距離

G1 1 129.04

G2 13 75.91

G3 19 -161.19

[条件式対応値]

条件式 (1) F N O × (f 1 / f) = 2.825

条件式 (2) T L a / f = 1.347

$$\begin{aligned} \text{条件式 (3)} & \quad f_2 / (-f_3) = 0.471 \\ \text{条件式 (4)} & \quad f / f_2 = 1.120 \\ \text{条件式 (5)} & \quad f_1 / f_2 = 1.700 \\ \text{条件式 (6)} & \quad B F a / f = 0.247 \\ \text{条件式 (7)} & \quad f_F / f_R = 1.054 \\ \text{条件式 (8)} & \quad T L a / (-f_3) = 0.711 \\ \text{条件式 (9)} & \quad T L a / f_1 = 0.888 \\ \text{条件式 (10)} & \quad 2 = 28.4 \end{aligned}$$

【0256】

図54(A)は、第27実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図54(B)は、第27実施例に係る光学系の近距離(至近距離)合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第27実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

10

【0257】

(第28実施例)

第28実施例について、図55～図56および表28を用いて説明する。図55は、本実施形態の第28実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第28実施例に係る光学系LS(28)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3とから構成されている。無限遠物体から近距離(有限距離)物体への合焦の際、第2レンズ群G2が光軸に沿って物体側に移動し、第1レンズ群G1および第3レンズ群G3が固定される。

20

【0258】

第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第1負レンズL11と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1正レンズL12と、両凸形状の第2正レンズL13と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第3正レンズL14と、両凸形状の第4正レンズL15および両凹形状の第2負レンズL16からなる接合レンズと、開口絞りSと、から構成される。

【0259】

第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL21と、両凸形状の第1正レンズL22と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第2正レンズL23と、から構成される。第1正レンズL22は、像面I側のレンズ面が非球面である。

30

【0260】

第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL31と、両凹形状の負レンズL32と、から構成される。第3レンズ群G3の像側に、像面Iが配置される。第3レンズ群G3と像面Iとの間には、抜き差し交換可能な光学フィルターFLが配設されている。

【0261】

以下の表28に、第28実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。

40

【0262】

(表28)

[全体諸元]

f	85.00
FNO	1.83
	14.2
Y	21.70
TL	115.187
BF	19.721
BFa	19.039

50

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d
1	-72.98373	2.500	1.67270	32.2
2	-170.26652	0.300		
3	117.64422	4.500	1.94595	18.0
4	186.71439	0.436		
5	189.13820	6.000	1.72916	54.6
6	-151.29429	0.100		
7	50.47764	7.000	1.72916	54.6
8	72.74698	0.200		
9	40.25986	11.919	1.59282	68.7
10	-195.06452	2.500	1.67270	32.2
11	26.55143	6.702		
12		D12 (可変)		(絞リ S)
13	-29.45199	1.500	1.64769	33.7
14	-432.91007	1.500		
15	95.51607	5.000	1.77377	47.2
16*	-57.35798	1.500		
17	-90.11025	4.500	1.49700	81.6
18	-33.31937	D18 (可変)		
19	17922.25800	4.000	1.94595	18.0
20	-128.51263	6.878		
21	-63.86657	2.000	1.64769	33.7
22	153.63984	16.721		
23		2.000	1.51680	64.1
24		D24 (可変)		

10

20

[非球面データ]

第 16 面

=1.00000

A4= 4.53083E-06, A6= 3.16311E-09, A8=-8.83761E-12, A10= 1.81194E-14

30

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態 近距離合焦状態

f = 85.00 = -0.1247

D0		661.16
D12	18.306	5.696
D18	8.127	20.736
D24	1.000	1.000

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	131.54
G2	13	77.05
G3	19	-160.72

40

[条件式対応値]

条件式 (1)	$FNO \times (f_1 / f) = 2.839$
条件式 (2)	$TLa / f = 1.347$
条件式 (3)	$f_2 / (- f_3) = 0.479$
条件式 (4)	$f / f_2 = 1.103$
条件式 (5)	$f_1 / f_2 = 1.707$
条件式 (6)	$BFa / f = 0.224$
条件式 (7)	$fF / fR = 1.101$

50

$$\text{条件式 (8)} \quad T L a / (- f 3) = 0.712$$

$$\text{条件式 (9)} \quad T L a / f 1 = 0.871$$

$$\text{条件式 (10)} \quad 2 = 28.4$$

【0263】

図56(A)は、第28実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図56(B)は、第28実施例に係る光学系の近距離(至近距離)合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第28実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【0264】

(第29実施例)

第29実施例について、図57～図58および表29を用いて説明する。図57は、本実施形態の第29実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第29実施例に係る光学系LS(29)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3とから構成されている。無限遠物体から近距離(有限距離)物体への合焦の際、第2レンズ群G2が光軸に沿って物体側に移動し、第1レンズ群G1および第3レンズ群G3が固定される。

【0265】

第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第1負レンズL11と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1正レンズL12と、両凸形状の第2正レンズL13と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第3正レンズL14と、両凸形状の第4正レンズL15および両凹形状の第2負レンズL16からなる接合レンズと、開口絞りSと、から構成される。

【0266】

第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL21と、両凸形状の第1正レンズL22と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第2正レンズL23と、から構成される。第1正レンズL22は、像面I側のレンズ面が非球面である。

【0267】

第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、両凸形状の正レンズL31と、両凹形状の負レンズL32と、から構成される。第3レンズ群G3の像側に、像面Iが配置される。第3レンズ群G3と像面Iとの間には、抜き差し交換可能な光学フィルターFLが配設されている。

【0268】

以下の表29に、第29実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。

【0269】

(表29)

[全体諸元]

f	85.00
FNO	1.85
	14.2
Y	21.70
TL	115.297
BF	15.435
BFa	14.754

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n _d	d
1	-75.54007	2.500	1.67270	32.2
2	-147.54550	0.300		
3	88.89576	4.500	1.94595	18.0

10

20

30

40

50

4	118.01688	0.648		
5	127.59306	6.000	1.80400	46.6
6	-246.54425	0.100		
7	47.61283	6.000	1.59282	68.6
8	67.76235	0.200		
9	40.00000	10.476	1.59282	68.7
10	-185.31557	2.500	1.67270	32.2
11	26.38137	6.867		
12		D12 (可変)		(絞リ S)
13	-28.70718	1.500	1.64769	33.7
14	-336.87946	1.500		
15	97.83173	5.000	1.77377	47.2
16*	-54.59764	1.500		
17	-87.32308	4.500	1.49700	81.6
18	-32.94421	D18 (可変)		
19	3326.05740	4.000	1.94595	18.0
20	-105.25167	4.274		
21	-57.51449	2.000	1.64769	33.7
22	111.93382	12.435		
23		2.000	1.51680	64.1
24		D24 (可変)		

10

20

[非球面データ]

第 16 面

=1.00000

A4= 4.61985E-06, A6= 4.41333E-09, A8=-1.50995E-11, A10= 2.98769E-14

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

近距離合焦状態

f = 85.00

= -0.1232

D0

661.16

D12 21.713

9.146

D18 13.783

26.349

D24 1.000

1.000

30

[レンズ群データ]

群 始面 焦点距離

G1 1 131.08

G2 13 74.60

G3 19 -140.71

[条件式対応値]

条件式 (1) F N O × (f 1 / f) = 2.850

条件式 (2) T L a / f = 1.348

条件式 (3) f 2 / (- f 3) = 0.530

条件式 (4) f / f 2 = 1.139

条件式 (5) f 1 / f 2 = 1.757

条件式 (6) B F a / f = 0.174

条件式 (7) f F / f R = 1.081

条件式 (8) T L a / (- f 3) = 0.815

条件式 (9) T L a / f 1 = 0.874

条件式 (10) 2 = 28.4

40

【 0 2 7 0 】

図 5 8 (A) は、第 2 9 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 5 8

50

(B) は、第 2 9 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 2 9 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 2 7 1 】

(第 3 0 実施例)

第 3 0 実施例について、図 5 9 ~ 図 6 0 および表 3 0 を用いて説明する。図 5 9 は、本実施形態の第 3 0 実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第 3 0 実施例に係る光学系 L S (3 0) は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。無限遠物体から近距離 (有限距離) 物体への合焦の際、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って物体側に移動し、第 1 レンズ群 G 1 および第 3 レンズ群 G 3 が固定される。

10

【 0 2 7 2 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 1 負レンズ L 1 1 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 1 正レンズ L 1 2 と、両凸形状の第 2 正レンズ L 1 3 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 3 正レンズ L 1 4 と、両凸形状の第 4 正レンズ L 1 5 および両凹形状の第 2 負レンズ L 1 6 からなる接合レンズと、開口絞り S と、から構成される。

【 0 2 7 3 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 2 1 と、両凸形状の第 1 正レンズ L 2 2 と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第 2 正レンズ L 2 3 と、から構成される。第 1 正レンズ L 2 2 は、像面 I 側のレンズ面が非球面である。

20

【 0 2 7 4 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 3 1 と、両凹形状の負レンズ L 3 2 と、から構成される。第 3 レンズ群 G 3 の像側に、像面 I が配置される。第 3 レンズ群 G 3 と像面 I との間には、抜き差し交換可能な光学フィルター F L が配設されている。

【 0 2 7 5 】

以下の表 3 0 に、第 3 0 実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。

30

【 0 2 7 6 】

(表 3 0)

[全体諸元]

f	85.00
F N O	1.85
	14.2
Y	21.70
T L	115.242
B F	14.943
B F a	14.261

40

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d
1	-74.95148	2.500	1.67270	32.2
2	-131.91024	0.300		
3	85.64889	4.000	1.94595	18.0
4	120.40884	0.300		
5	115.73186	7.000	1.59282	68.6
6	-191.64403	0.100		
7	48.88487	5.000	1.80400	46.6
8	63.21824	0.200		

50

9	40.00000	10.246	1.59282	68.7
10	-287.51510	2.500	1.67270	32.2
11	26.35774	7.011		
12		D12 (可変)		(絞りS)
13	-28.44113	1.500	1.64769	33.7
14	-287.07114	1.500		
15	102.04030	5.000	1.77377	47.2
16*	-53.66013	1.500		
17	-88.84311	4.500	1.49700	81.6
18	-33.17367	D18 (可変)		
19	-397.22387	4.000	1.94595	18.0
20	-86.37143	4.578		
21	-52.43868	2.000	1.64769	33.7
22	143.09995	11.943		
23		2.000	1.51680	64.1
24		D24 (可変)		

[非球面データ]

第 16 面

=1.00000

A4= 4.49957E-06, A6= 4.10925E-09, A8=-1.26128E-11, A10= 2.42467E-14

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態

近距離合焦状態

f = 85.00

= -0.1242

D0

661.16

D12 20.672

8.633

D18 15.892

27.931

D24 1.000

1.000

[レンズ群データ]

群 始面 焦点距離

G1 1 134.72

G2 13 74.30

G3 19 -130.08

[条件式対応値]

条件式 (1) F N O × (f 1 / f) = 2.929

条件式 (2) T L a / f = 1.348

条件式 (3) f 2 / (- f 3) = 0.571

条件式 (4) f / f 2 = 1.144

条件式 (5) f 1 / f 2 = 1.813

条件式 (6) B F a / f = 0.168

条件式 (7) f F / f R = 1.075

条件式 (8) T L a / (- f 3) = 0.881

条件式 (9) T L a / f 1 = 0.850

条件式 (10) 2 = 28.4

【 0 2 7 7 】

図 6 0 (A) は、第 3 0 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 6 0 (B) は、第 3 0 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 3 0 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 2 7 8 】

(第 3 1 実施例)

10

20

30

40

50

第31実施例について、図61～図62および表31を用いて説明する。図61は、本実施形態の第31実施例に係る光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成を示す図である。第31実施例に係る光学系LS(31)は、物体側から順に並んだ、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3とから構成されている。無限遠物体から近距離(有限距離)物体への合焦の際、第2レンズ群G2が光軸に沿って物体側に移動し、第1レンズ群G1および第3レンズ群G3が固定される。

【0279】

第1レンズ群G1は、物体側から順に並んだ、両凹形状の第1負レンズL11と、両凸形状の第1正レンズL12と、両凸形状の第2正レンズL13と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第3正レンズL14と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第4正レンズL15と、両凸形状の第5正レンズL16および両凹形状の第2負レンズL17からなる接合レンズと、開口絞りSと、から構成される。第3正レンズL14は、物体側のレンズ面が非球面である。

10

【0280】

第2レンズ群G2は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL21と、両凸形状の第1正レンズL22と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第2正レンズL23と、から構成される。第1正レンズL22は、像面I側のレンズ面が非球面である。

【0281】

第3レンズ群G3は、物体側から順に並んだ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズL31と、両凹形状の負レンズL32と、から構成される。第3レンズ群G3の像側に、像面Iが配置される。第3レンズ群G3と像面Iとの間には、抜き差し交換可能な光学フィルターFLが配設されている。

20

【0282】

以下の表31に、第31実施例に係る光学系の諸元の値を掲げる。

【0283】

(表31)

[全体諸元]

f	85.00
FNO	1.42
	14.2
Y	21.70
TL	145.265
BF	14.071
BFa	13.389

30

[レンズ諸元]

面番号	R	D	nd	d
1	-79.06766	3.000	1.67270	32.2
2	104.61579	5.110		
3	243.58488	6.500	1.94595	18.0
4	-628.66078	0.300		
5	109.12437	16.500	1.59282	68.6
6	-110.85187	0.100		
7*	63.25612	11.500	1.77250	49.6
8	360.60495	0.200		
9	52.11101	8.500	1.59282	68.7
10	88.79834	0.200		
11	71.03249	8.500	1.59282	68.6
12	-790.77200	2.500	1.85025	30.0

40

50

13	30.29304	9.299		
14		D14 (可変)		(絞リ S)
15	-35.50553	1.500	1.67270	32.2
16	-19114.07500	1.500		
17	96.59624	6.000	1.77377	47.2
18*	-65.15132	1.500		
19	-154.43166	6.000	1.49700	81.6
20	-40.92465	D20 (可変)		
21	-793.09360	4.000	1.94595	18.0
22	-123.62638	9.551		
23	-59.68219	2.000	1.64769	33.7
24	388.46258	11.071		
25		2.000	1.51680	63.9
26		D26 (可変)		

[非球面データ]

第 7 面

A4=-1.31502E-07, A6=-4.69010E-11, A8= 1.13722E-14, A10=-8.34540E-18

第 18 面

=1.00000

A4= 2.96560E-06, A6= 2.23513E-09, A8=-5.41262E-12, A10= 7.26232E-15

[可変間隔データ]

無限遠合焦状態 近距離合焦状態

f = 85.00 = -0.1177

D0		661.16
D14	23.433	7.955
D20	3.500	18.978
D26	1.000	1.000

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	117.63
G2	15	83.50
G3	21	-188.48

[条件式対応値]

条件式 (1)	$FNO \times (f_1 / f) = 1.968$
条件式 (2)	$TLa / f = 1.701$
条件式 (3)	$f_2 / (- f_3) = 0.443$
条件式 (4)	$f / f_2 = 1.018$
条件式 (5)	$f_1 / f_2 = 1.409$
条件式 (6)	$BFa / f = 0.158$
条件式 (7)	$fF / fR = 0.943$
条件式 (8)	$TLa / (- f_3) = 0.767$
条件式 (9)	$TLa / f_1 = 1.229$
条件式 (10)	$2 = 28.4$

【 0 2 8 4 】

図 6 2 (A) は、第 3 1 実施例に係る光学系の無限遠合焦時の諸収差図である。図 6 2 (B) は、第 3 1 実施例に係る光学系の近距離 (至近距離) 合焦時の諸収差図である。各諸収差図より、第 3 1 実施例に係る光学系は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 2 8 5 】

上記各実施例によれば、無限遠合焦状態から近距離合焦状態に亘り、像倍率変化を抑え

10

20

30

40

50

つつ、良好な光学性能を得ることが可能な光学系を実現することができる。

【0286】

ここで、上記各実施例は本願発明の一具体例を示しているものであり、本願発明はこれらに限定されるものではない。

【0287】

なお、以下の内容は、本実施形態の光学系の光学性能を損なわない範囲で適宜採用することが可能である。

【0288】

合焦レンズ群とは、合焦時に変化する空気間隔で分離された、少なくとも1枚のレンズを有する部分を示すもの（例えば、本実施形態の第2レンズ群）とする。すなわち、単独または複数のレンズ群、または部分レンズ群を光軸方向に移動させて、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う合焦レンズ群としても良い。この合焦レンズ群は、オートフォーカスにも適用でき、オートフォーカス用の（超音波モータ等を用いた）モータ駆動にも適している。

10

【0289】

本実施形態の光学系の各実施例において、防振機能を有していない構成のものを示したが、本願はこれに限られず、防振機能を有する構成とすることができる。

【0290】

レンズ面は、球面または平面で形成されても、非球面で形成されても構わない。レンズ面が球面または平面の場合、レンズ加工および組立調整が容易になり、加工および組立調整の誤差による光学性能の劣化を防げるので好ましい。また、像面がずれた場合でも描写性能の劣化が少ないので好ましい。

20

【0291】

レンズ面が非球面の場合、非球面は、研削加工による非球面、ガラスを型で非球面形状に形成したガラスモールド非球面、ガラスの表面に樹脂を非球面形状に形成した複合型非球面のいずれでも構わない。また、レンズ面は回折面としても良く、レンズを屈折率分布型レンズ（GRINレンズ）あるいはプラスチックレンズとしても良い。

【0292】

各レンズ面には、フレアやゴーストを軽減し、コントラストの高い光学性能を達成するために、広い波長域で高い透過率を有する反射防止膜を施しても良い。これにより、フレアやゴーストを軽減し、高コントラストの高い光学性能を達成することができる。

30

【符号の説明】

【0293】

G 1 第1レンズ群

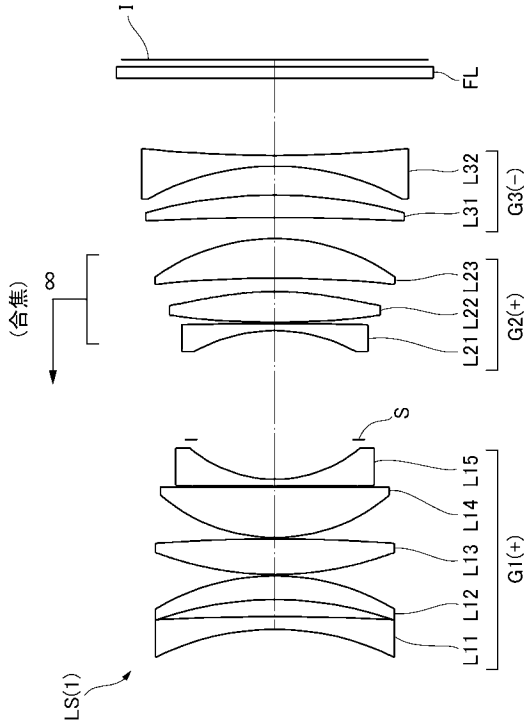
G 2 第2レンズ群

G 3 第3レンズ群

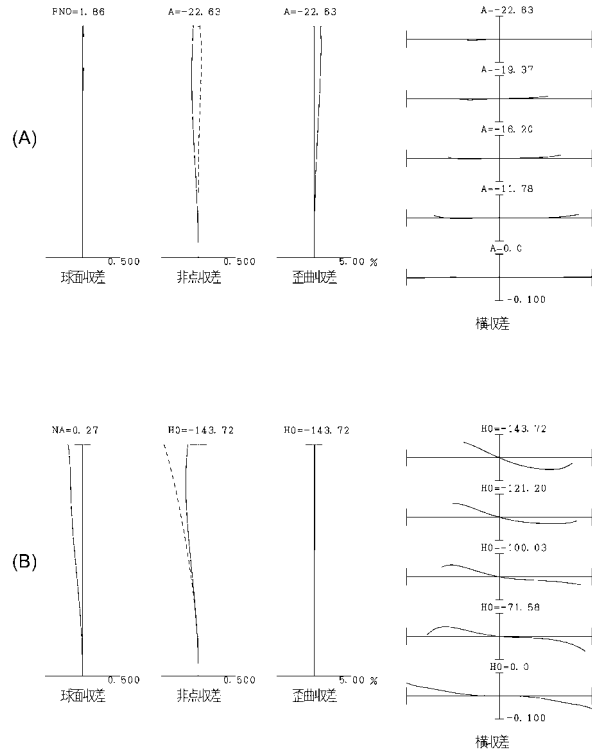
I 像面

S 開口絞り

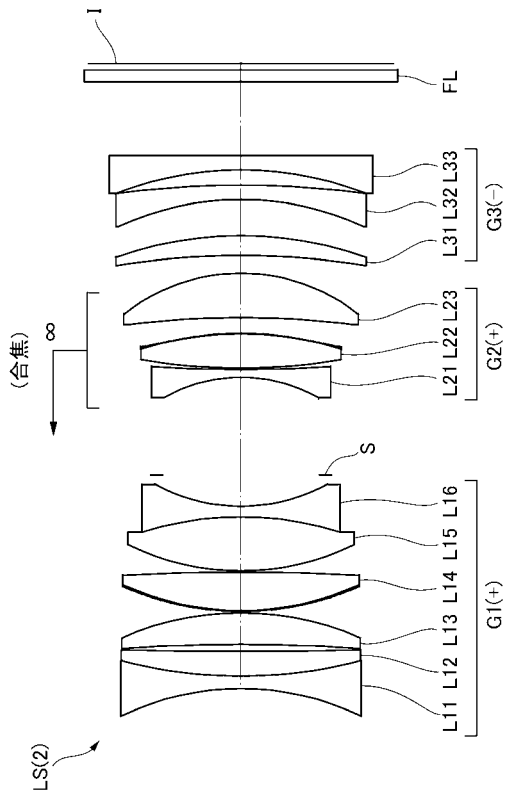
【图 1】



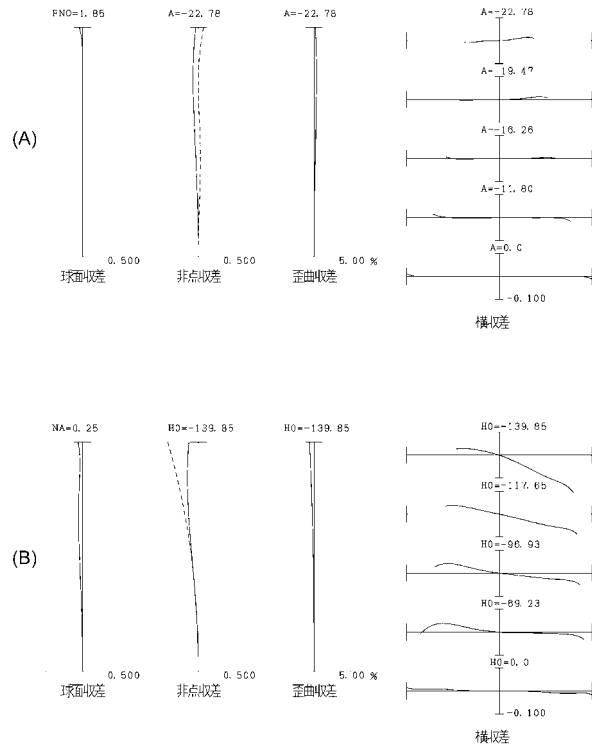
【图 2】



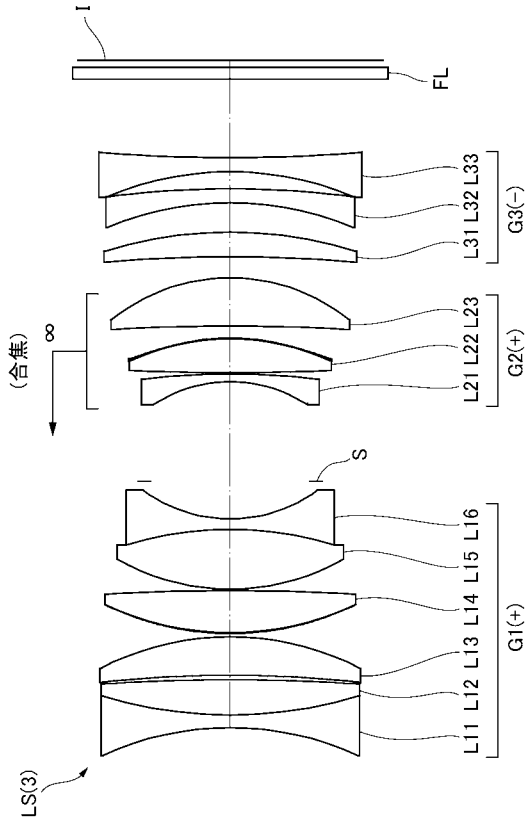
【图 3】



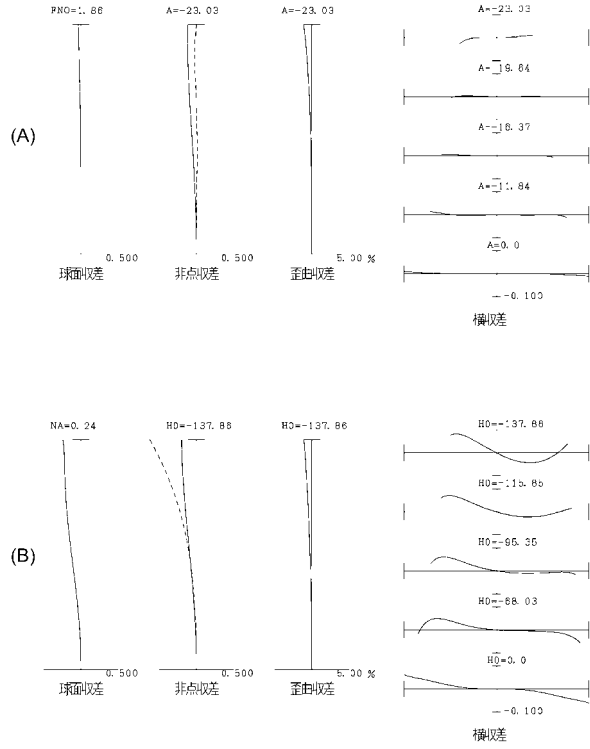
【图 4】



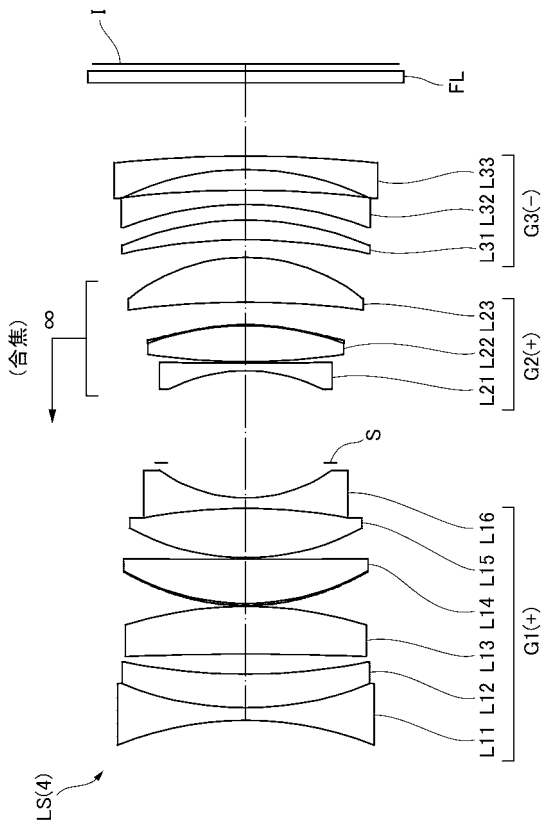
【 图 5 】



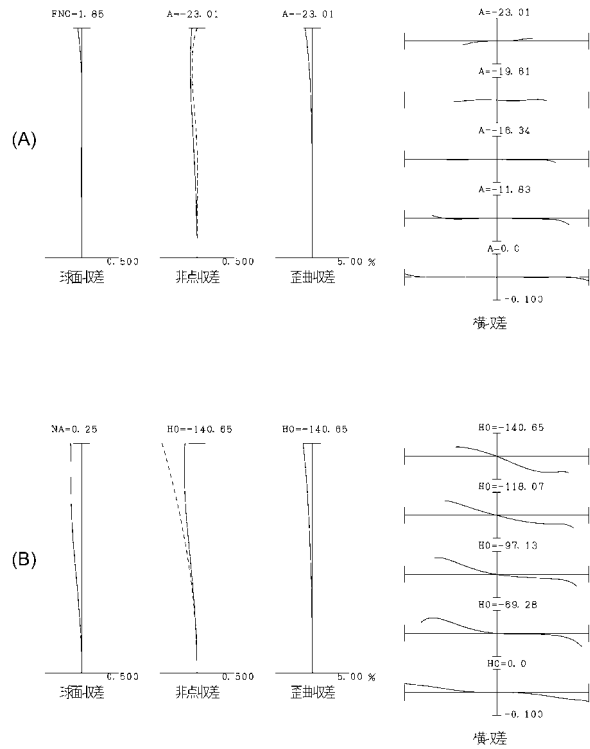
【 图 6 】



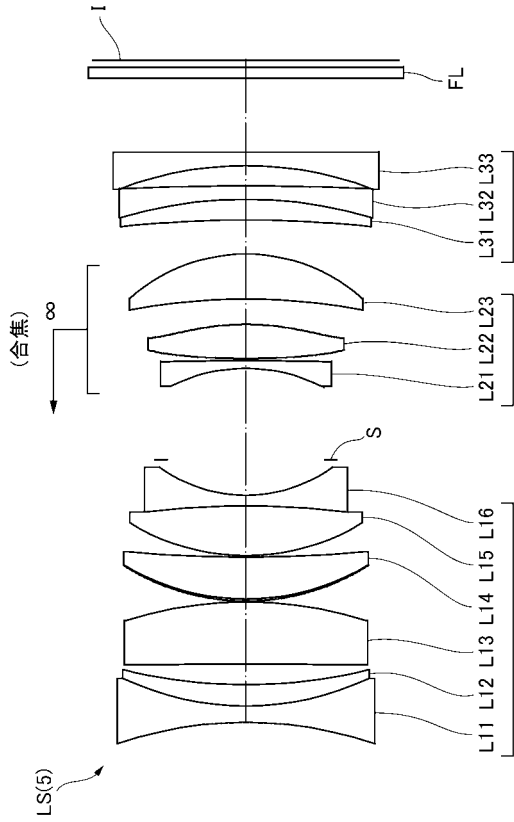
【 图 7 】



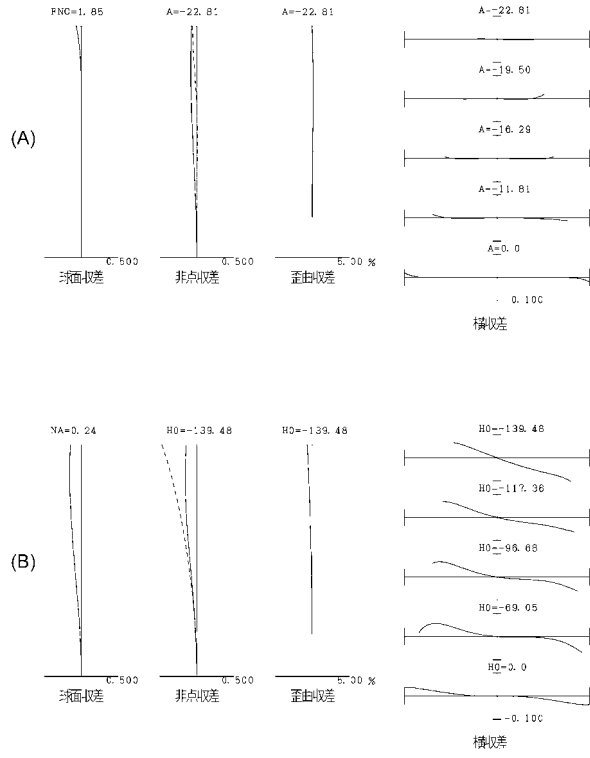
【 图 8 】



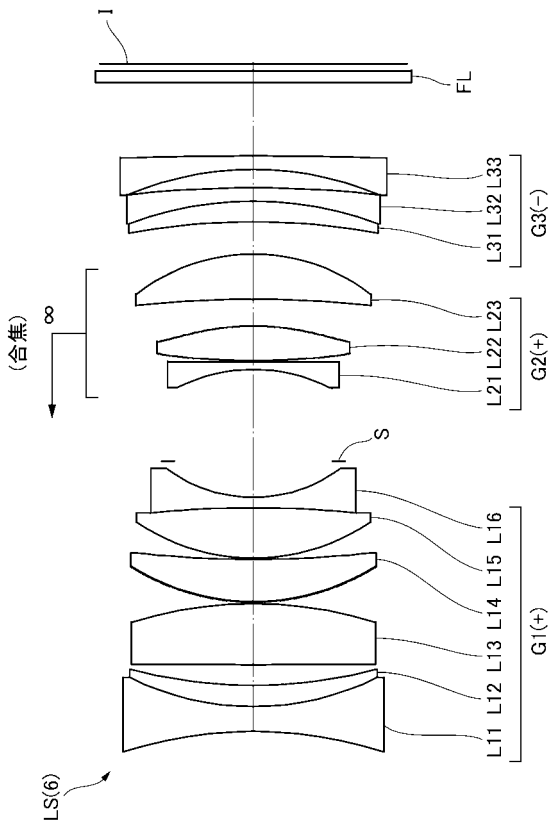
【图 9】



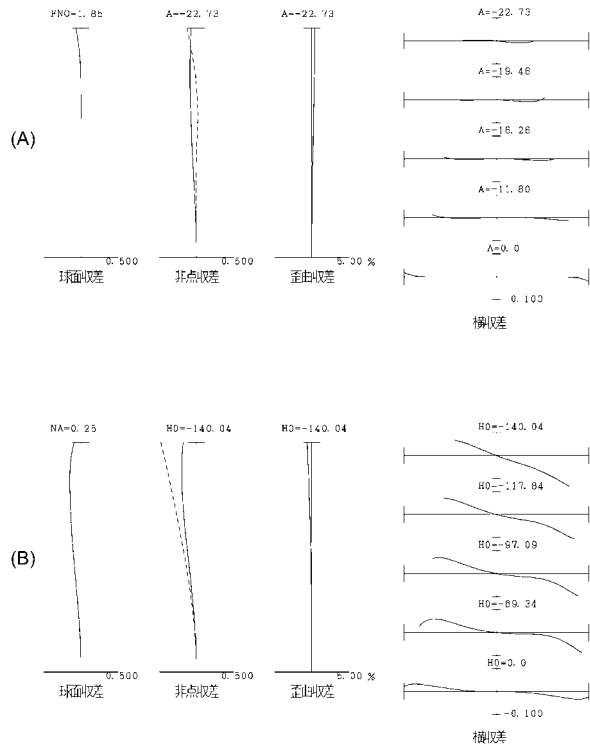
【图 10】



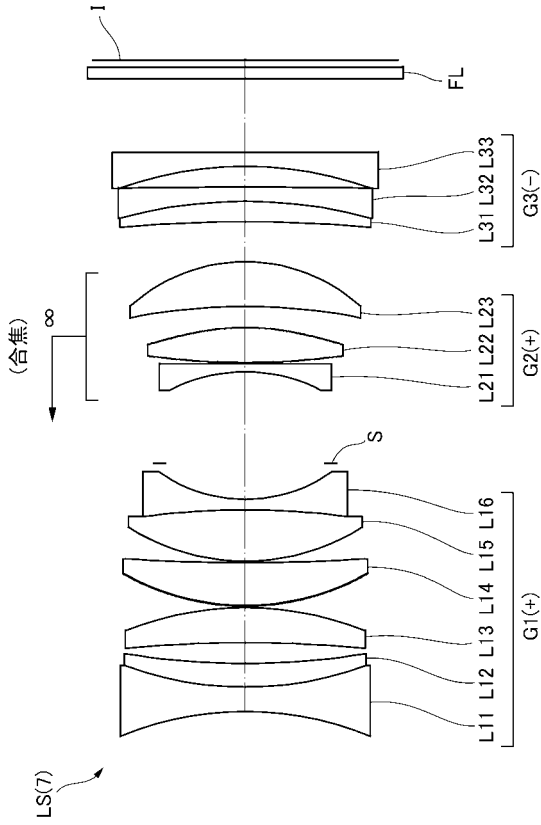
【图 11】



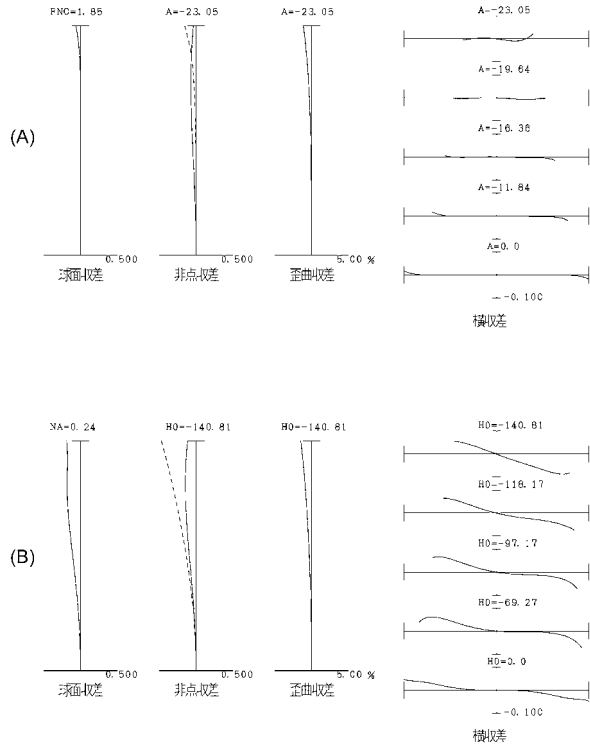
【图 12】



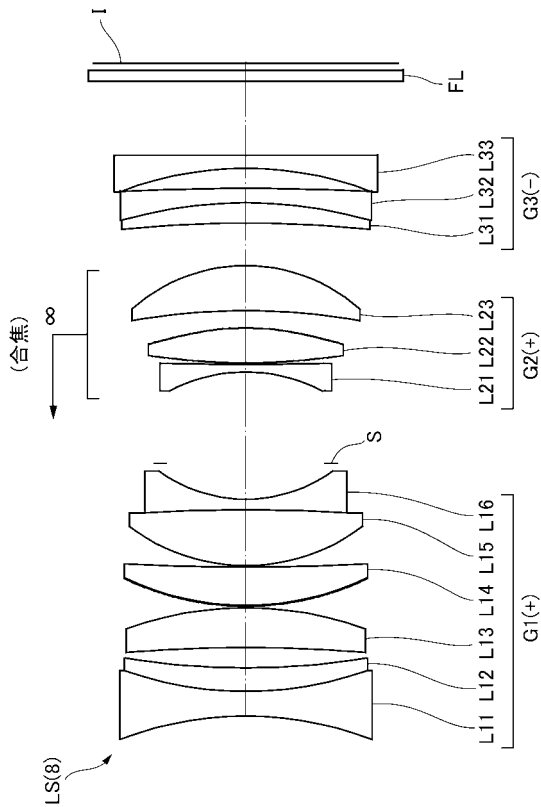
【图 1 3】



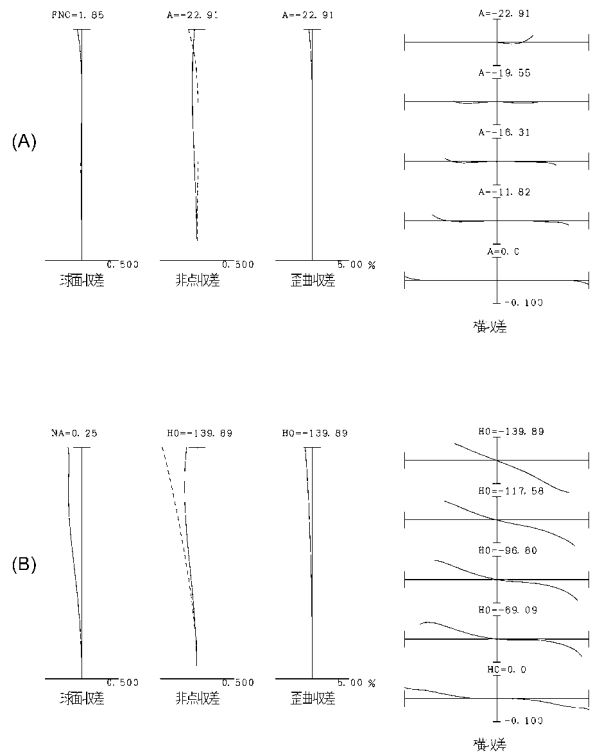
【图 1 4】



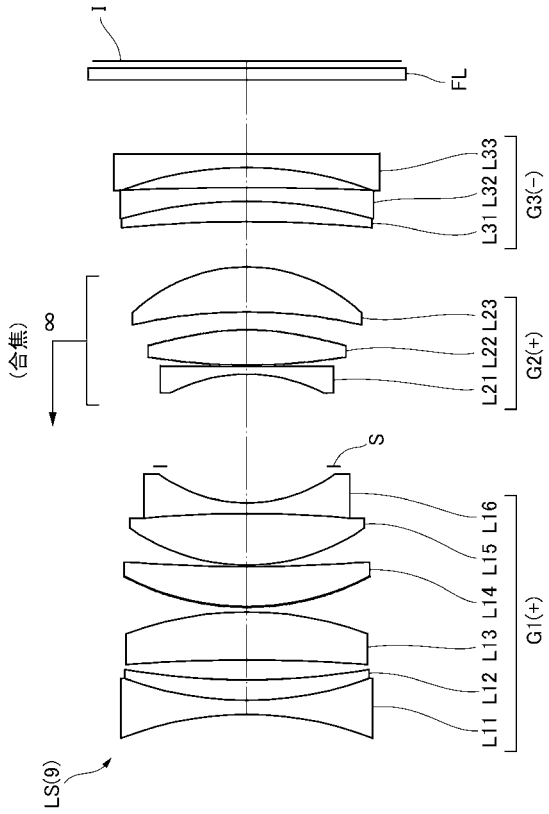
【图 1 5】



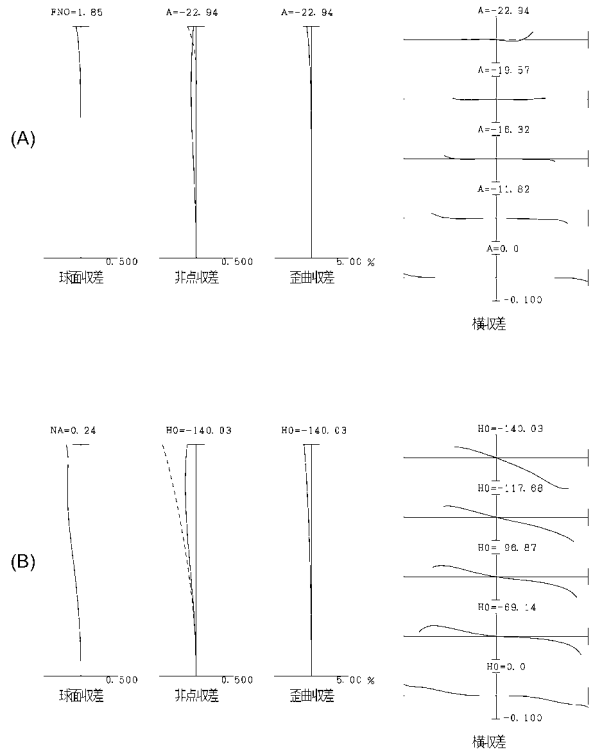
【图 1 6】



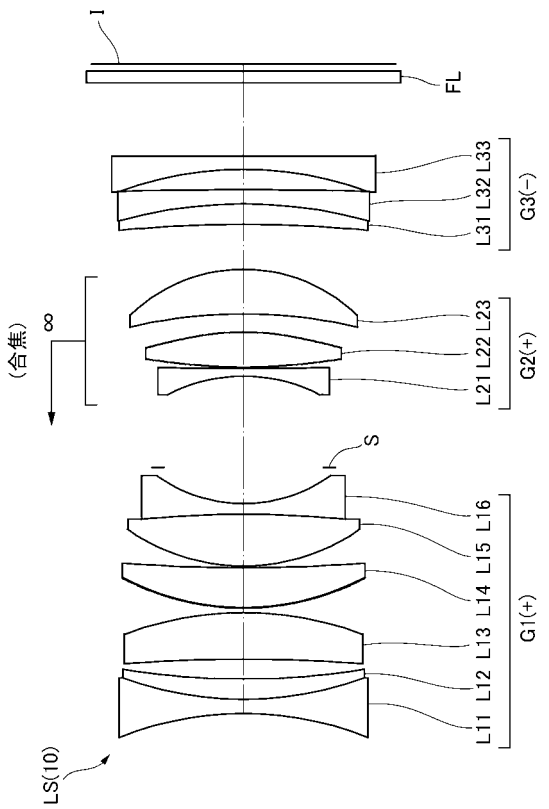
【图 17】



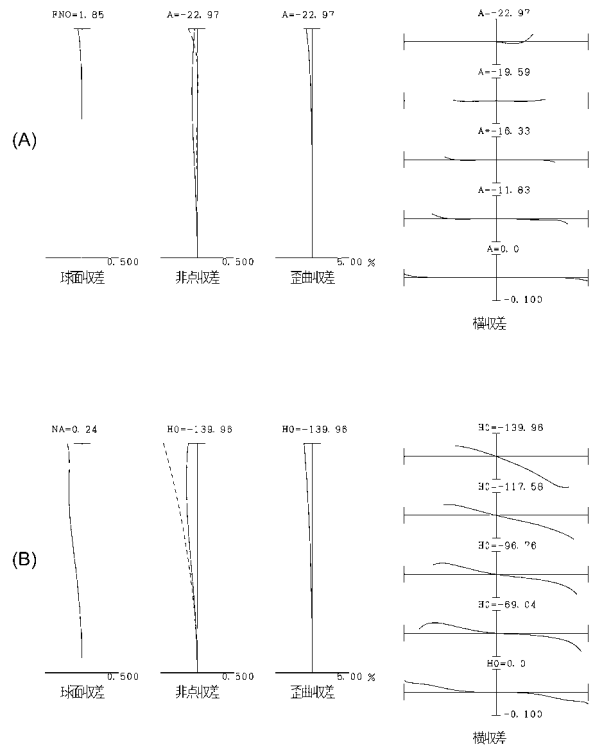
【图 18】



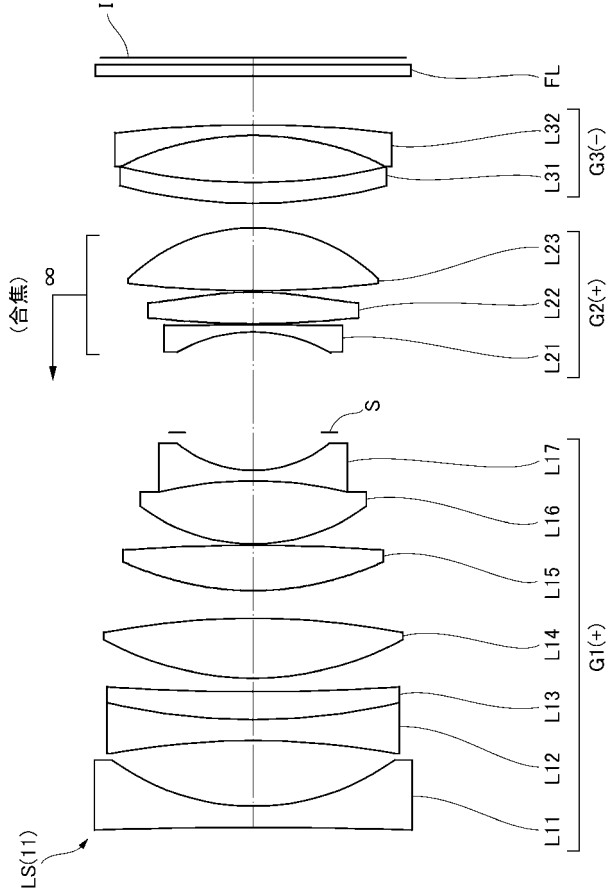
【图 19】



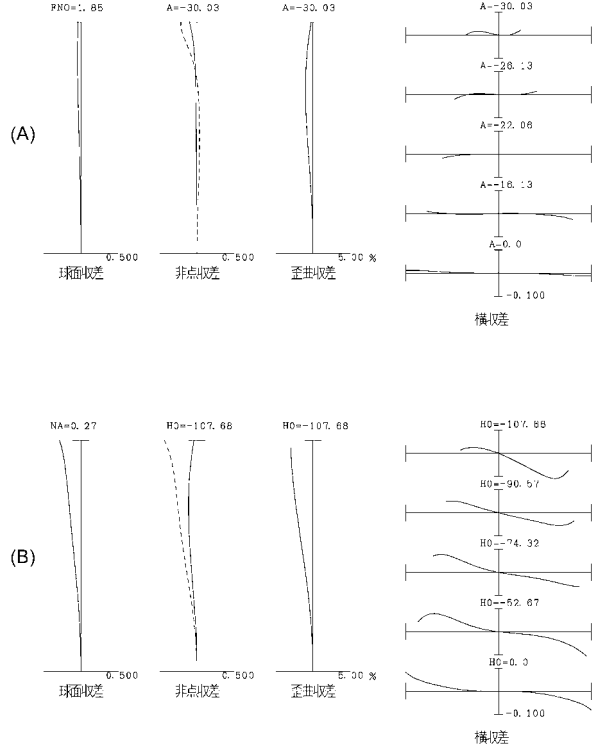
【图 20】



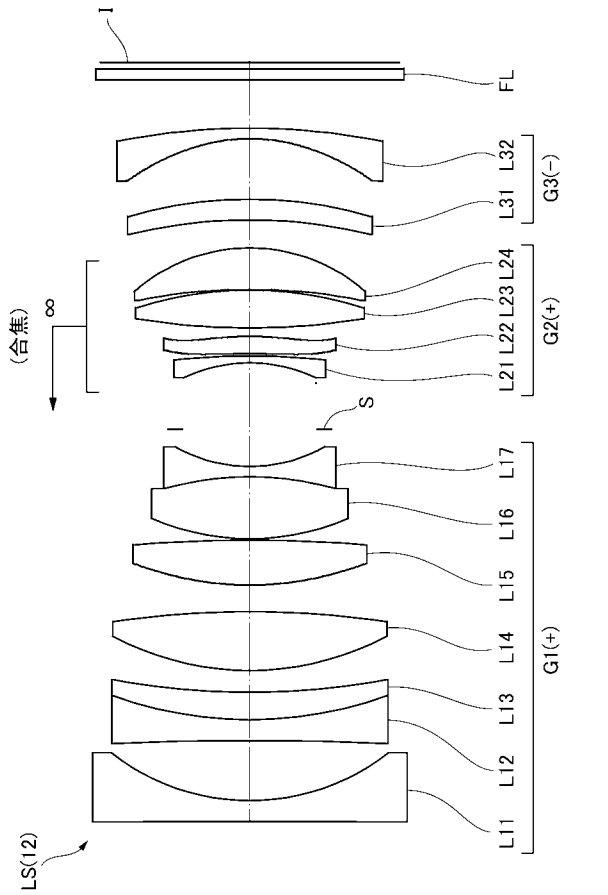
【图 2 1】



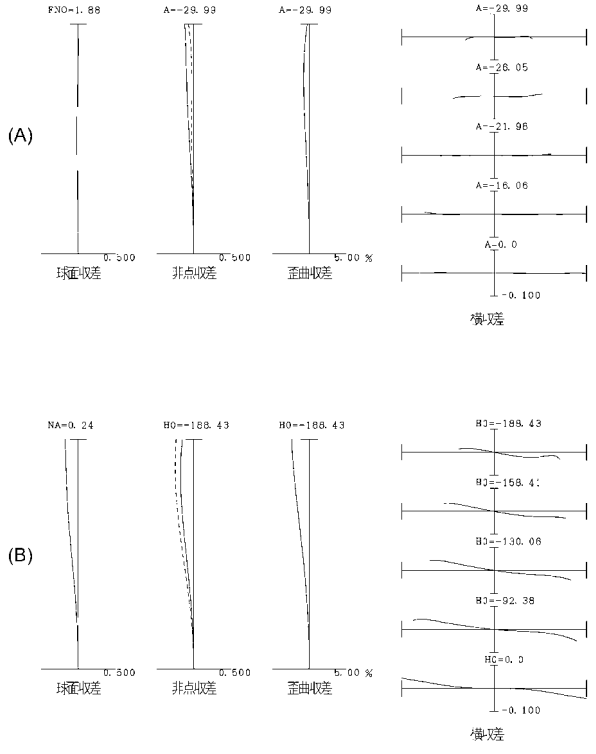
【图 2 2】



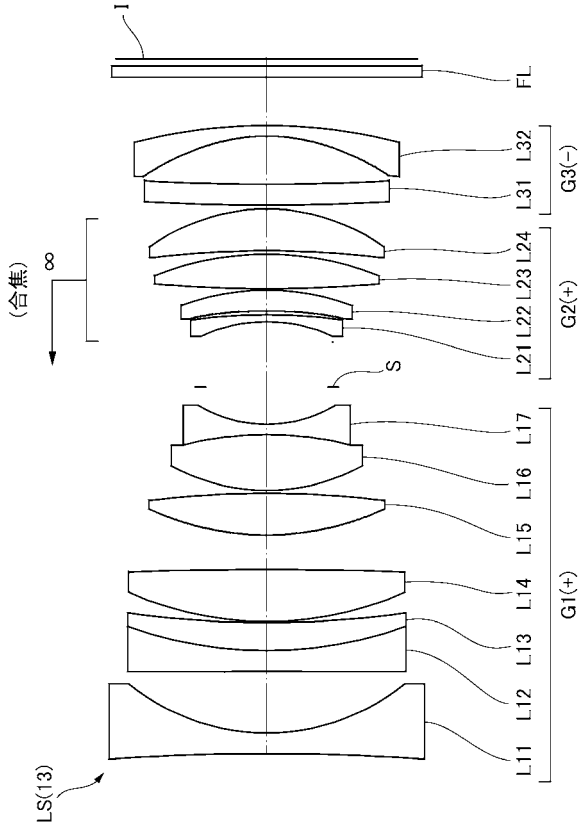
【图 2 3】



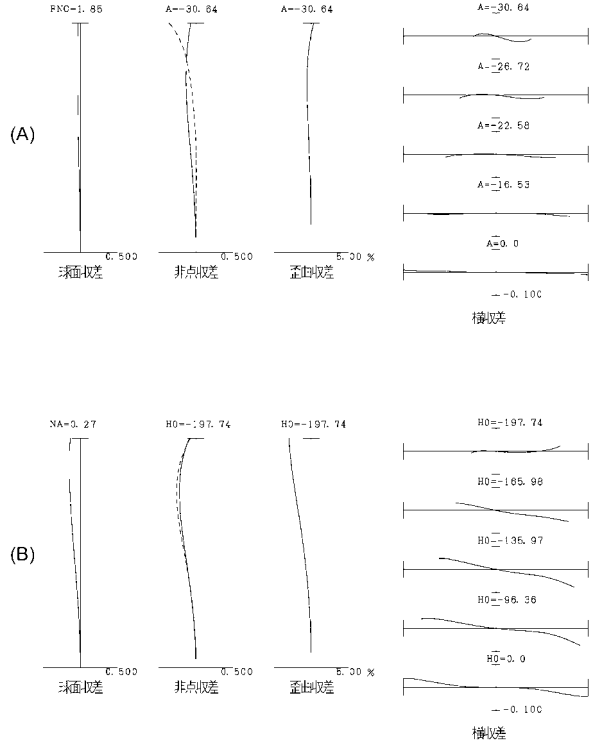
【图 2 4】



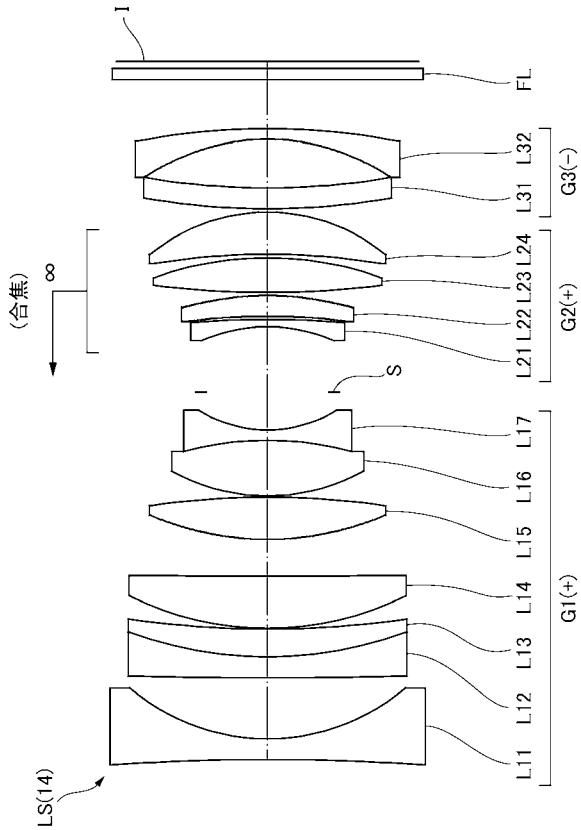
【 图 2 5 】



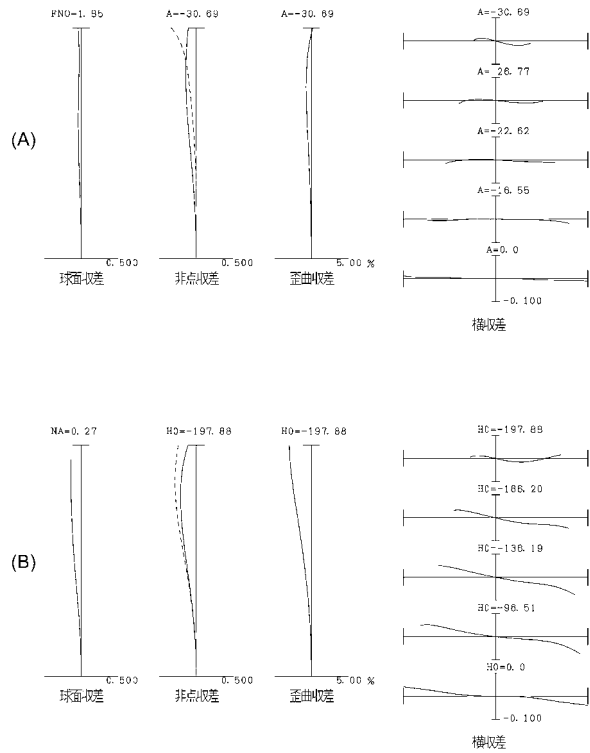
【 图 2 6 】



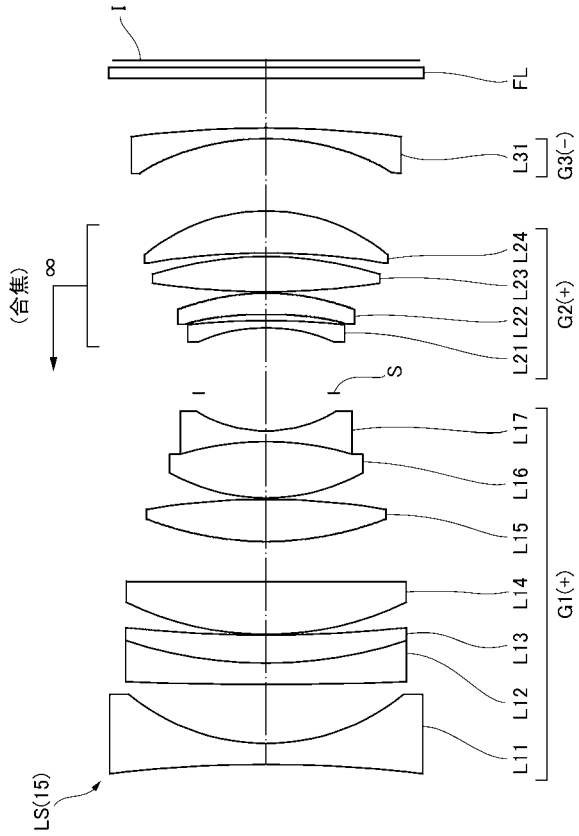
【 图 2 7 】



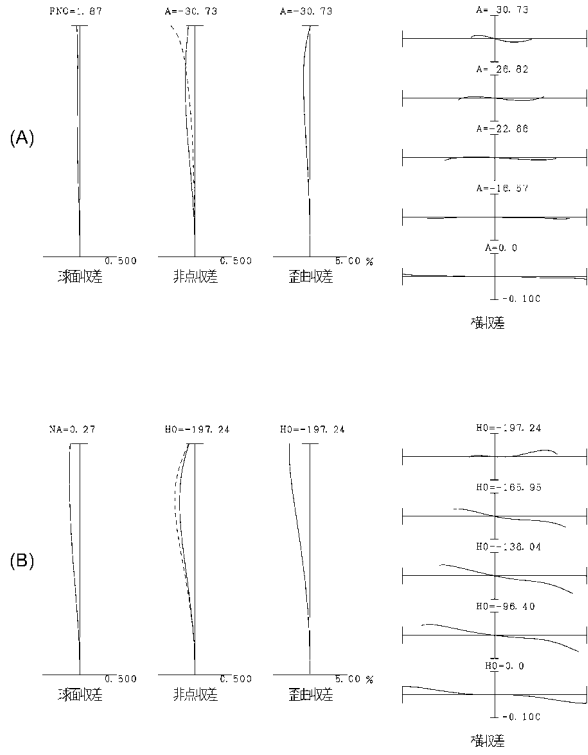
【 图 2 8 】



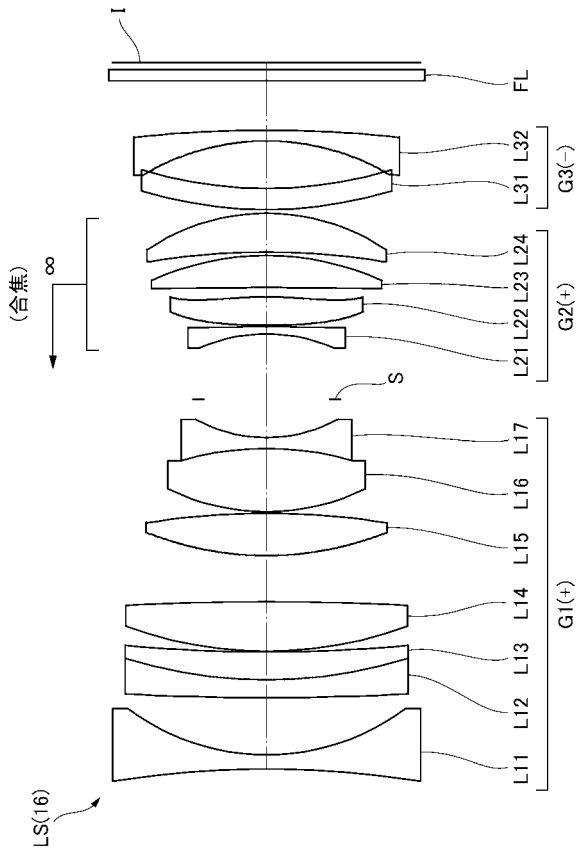
【图 29】



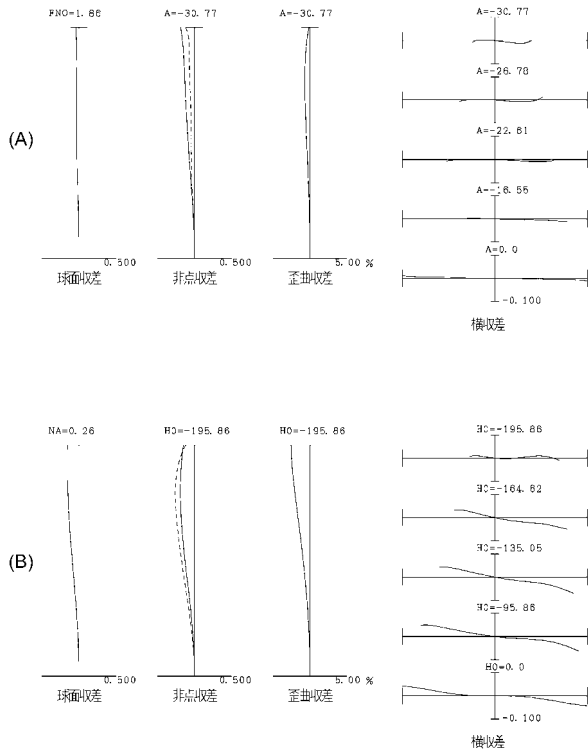
【图 30】



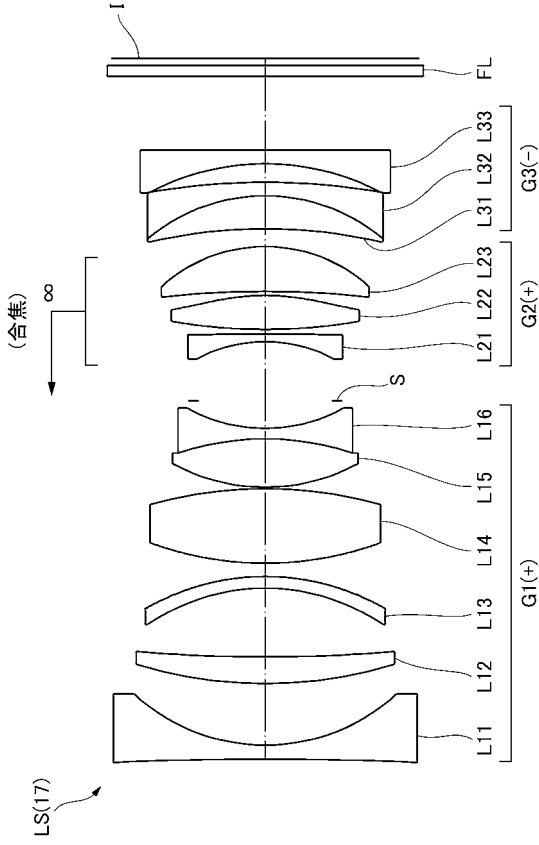
【图 31】



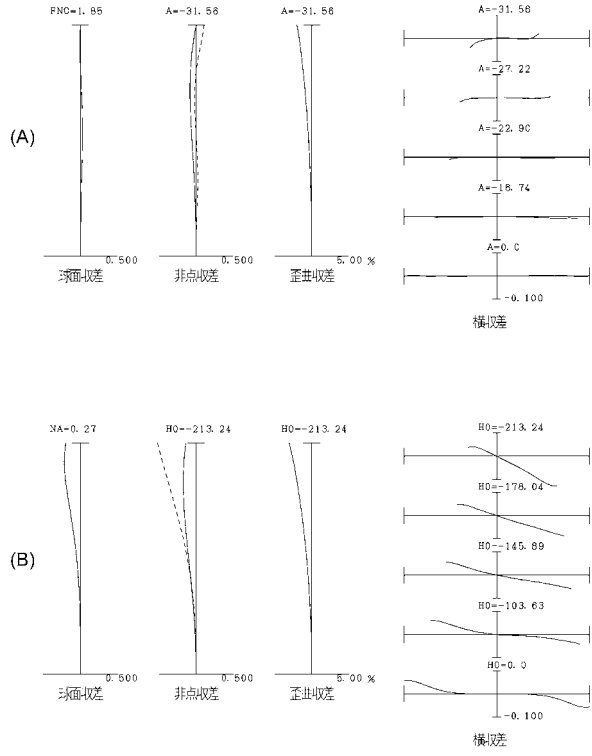
【图 32】



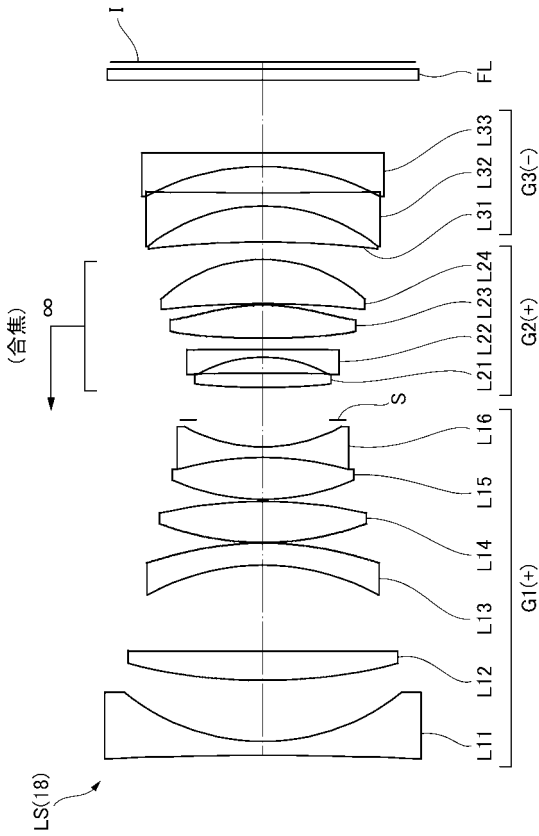
【图 3 3】



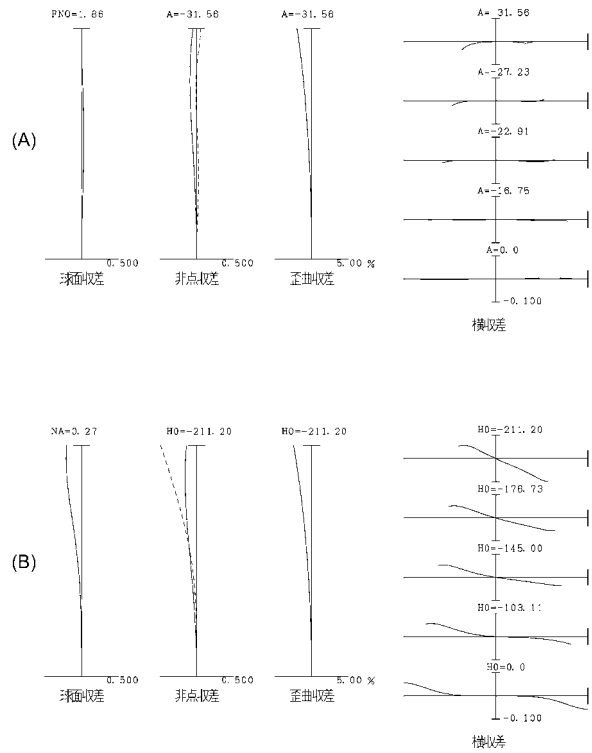
【图 3 4】



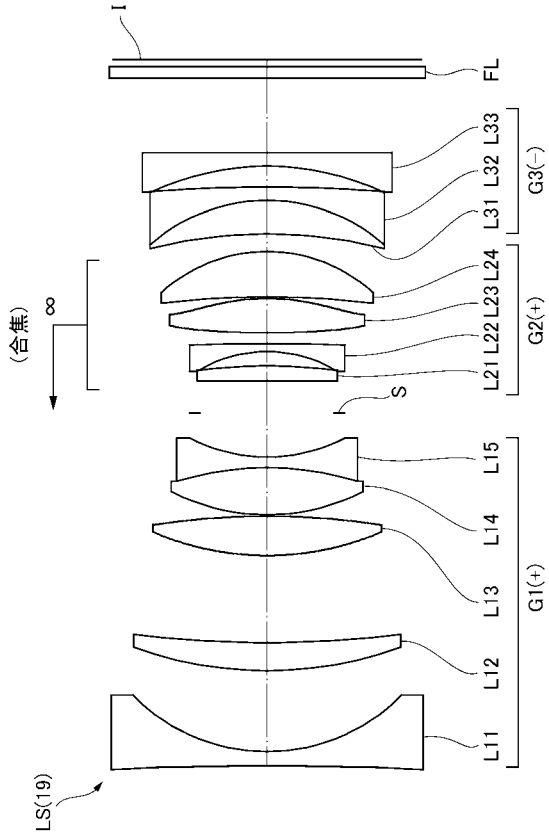
【图 3 5】



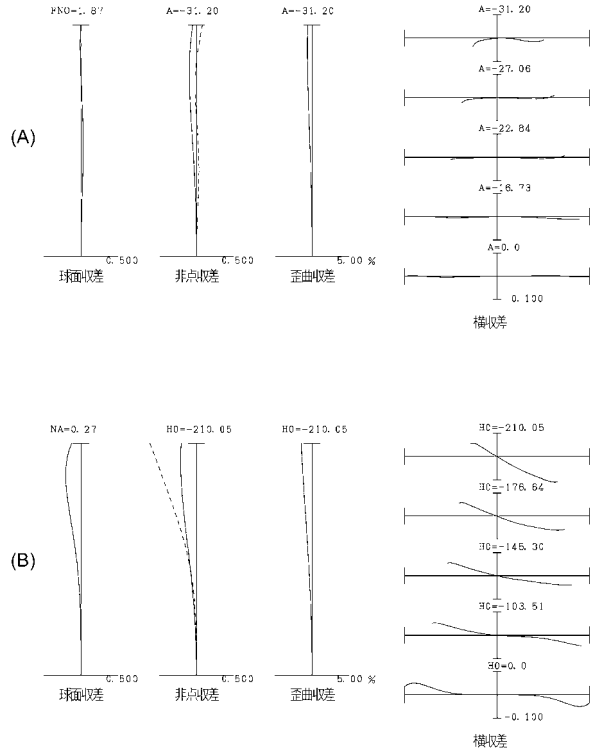
【图 3 6】



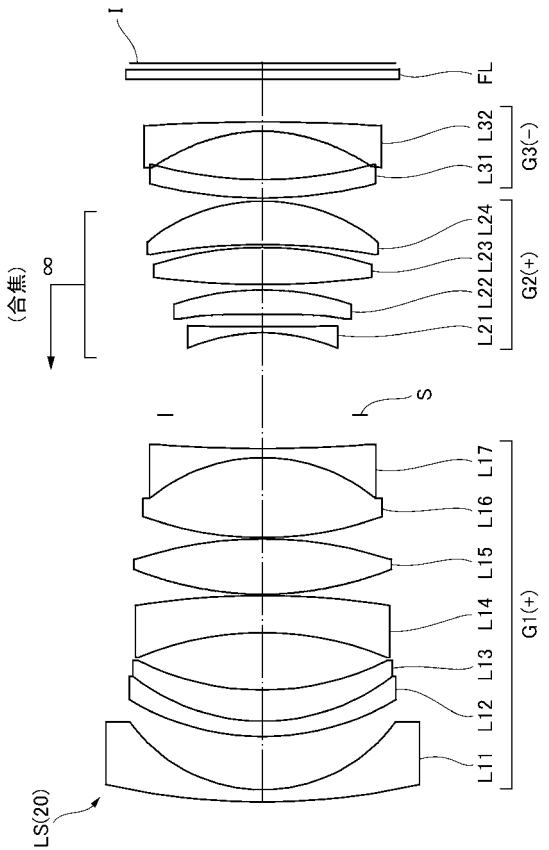
【图 37】



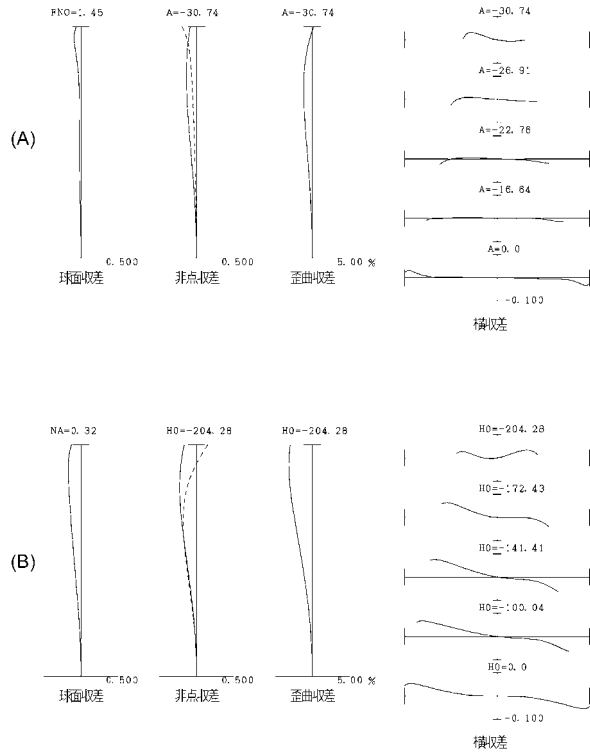
【图 38】



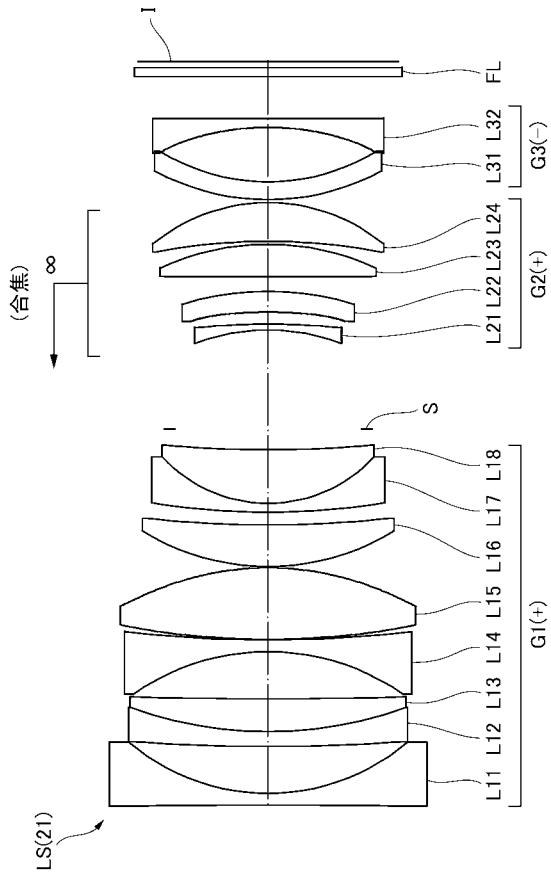
【图 39】



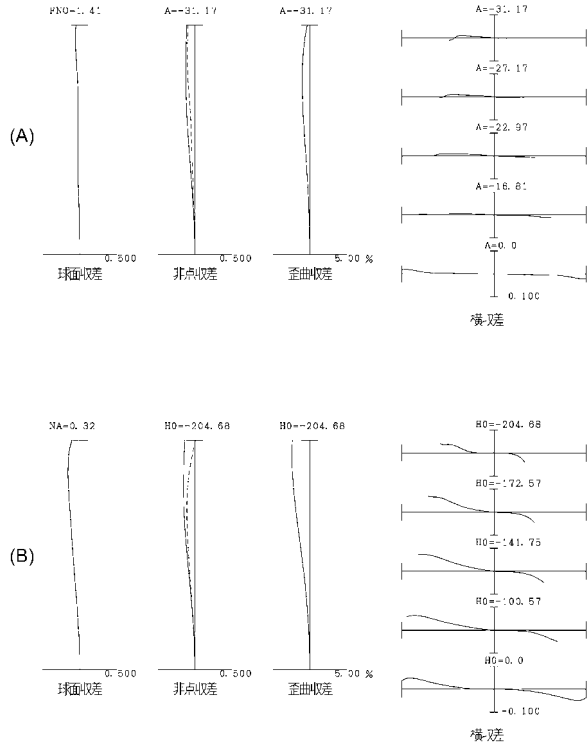
【图 40】



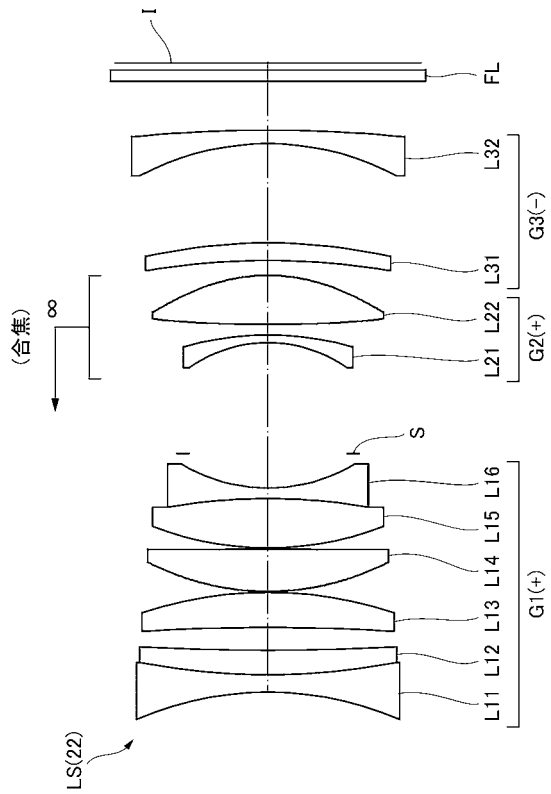
【图 4 1】



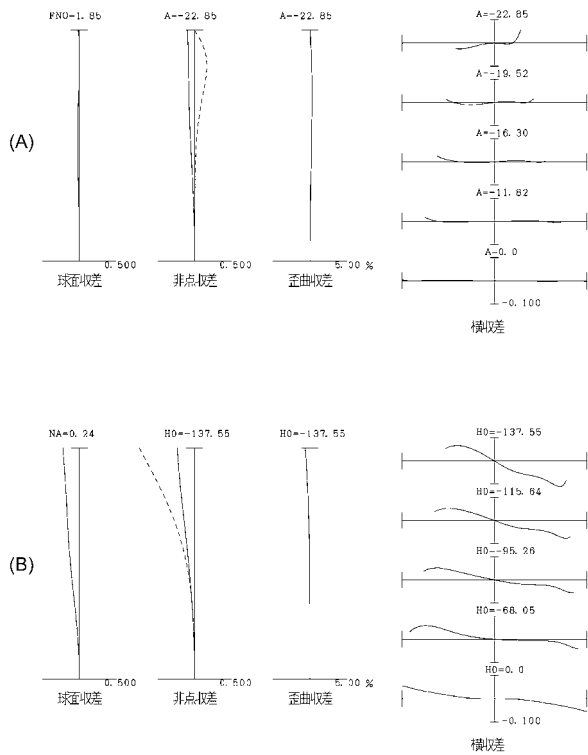
【图 4 2】



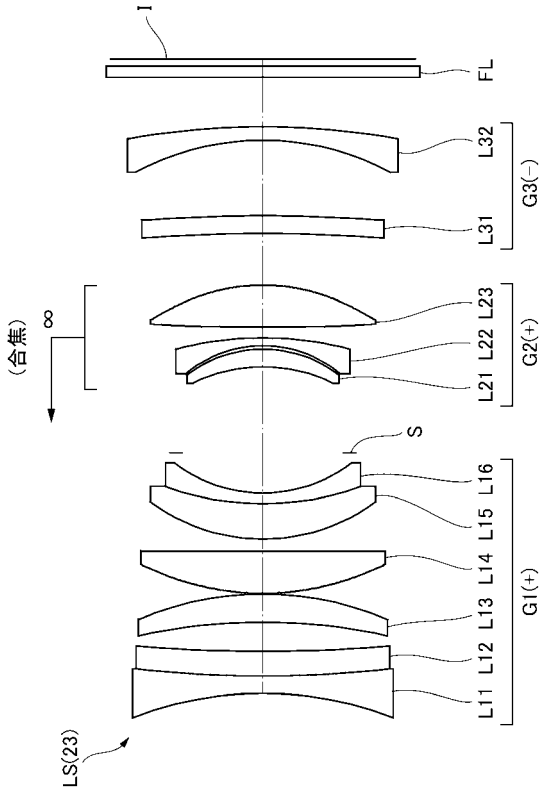
【图 4 3】



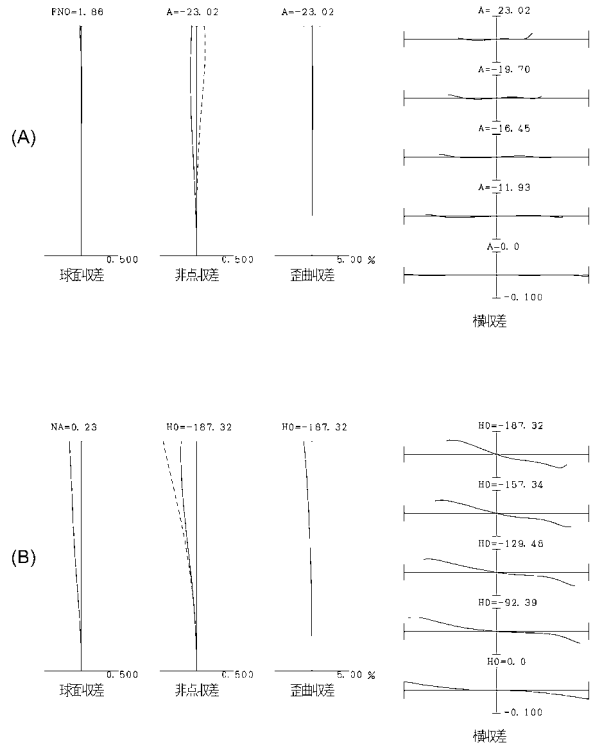
【图 4 4】



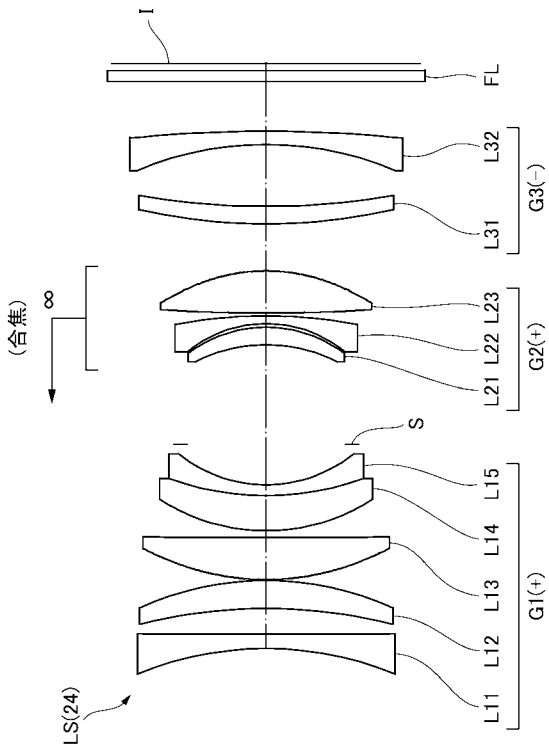
【 图 4 5 】



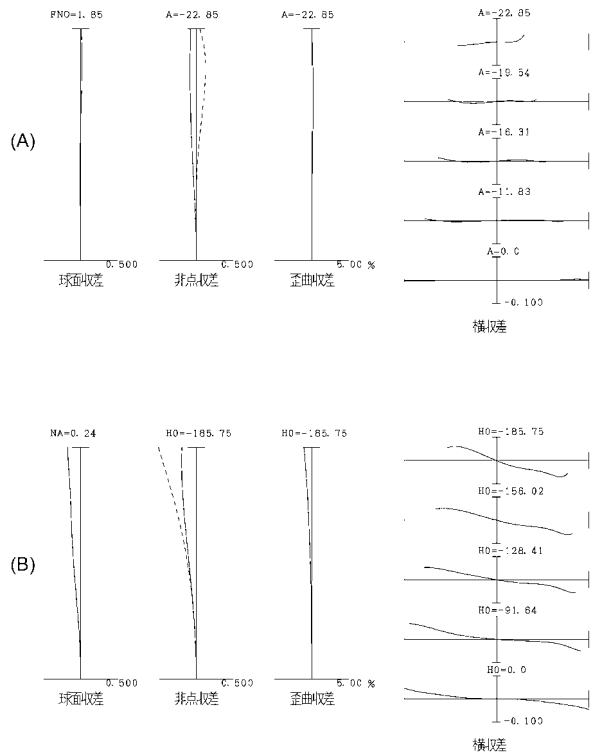
【 图 4 6 】



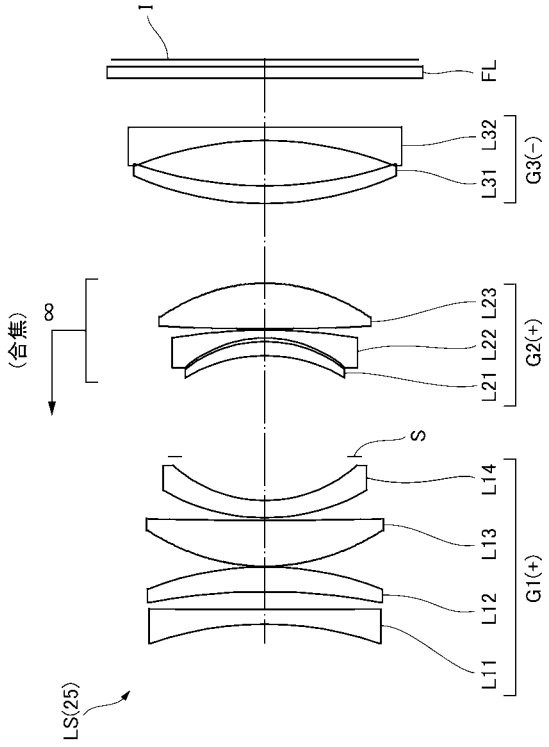
【 图 4 7 】



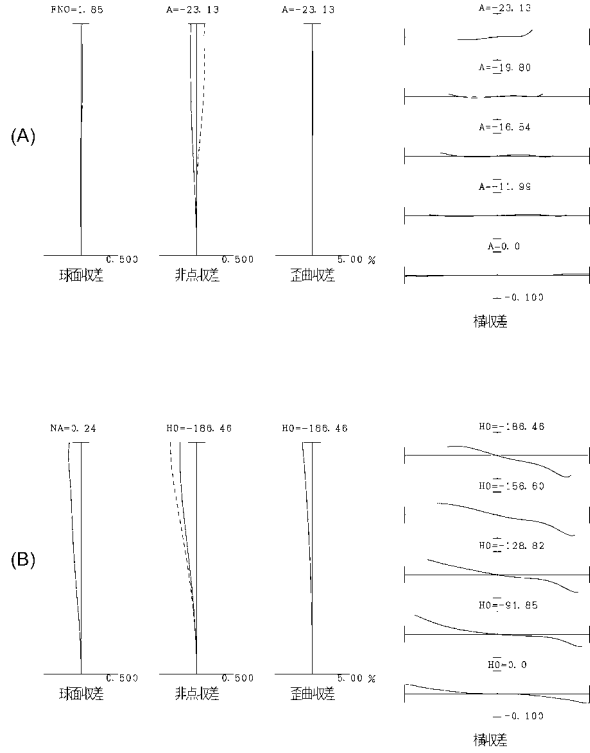
【 图 4 8 】



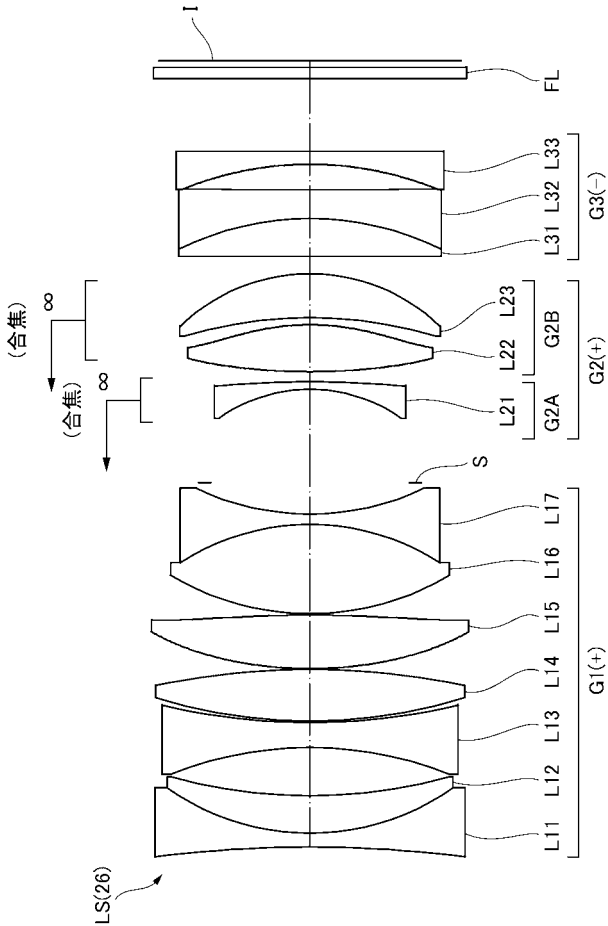
【图 49】



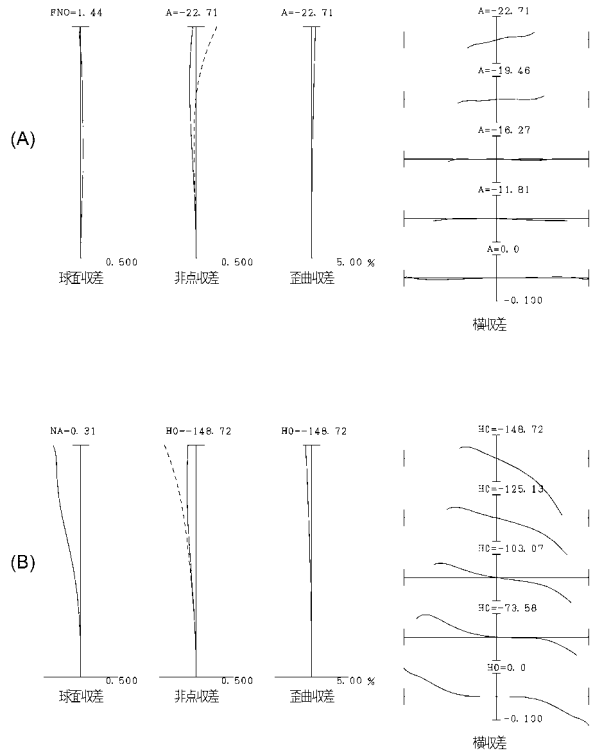
【图 50】



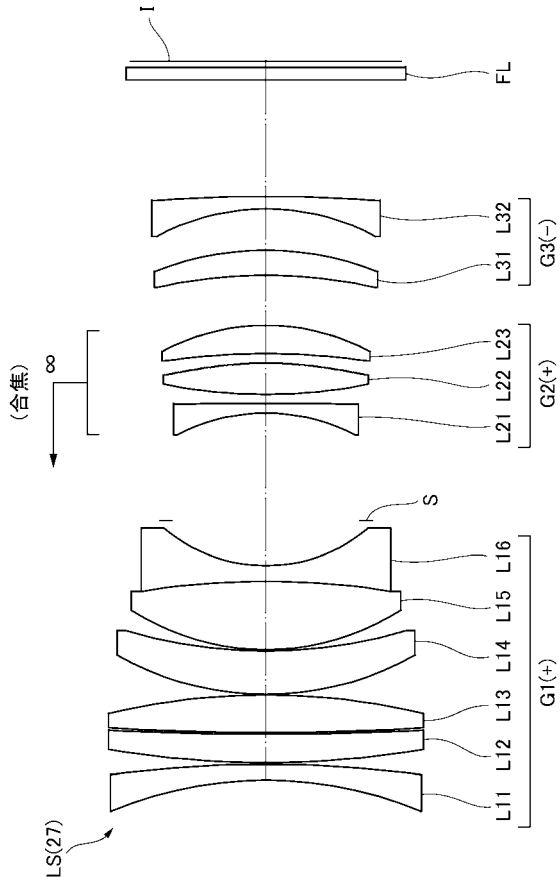
【图 51】



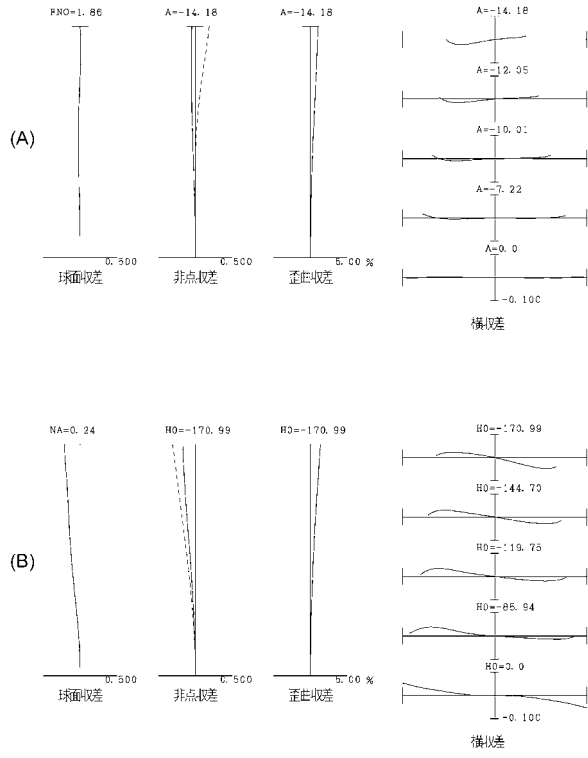
【图 52】



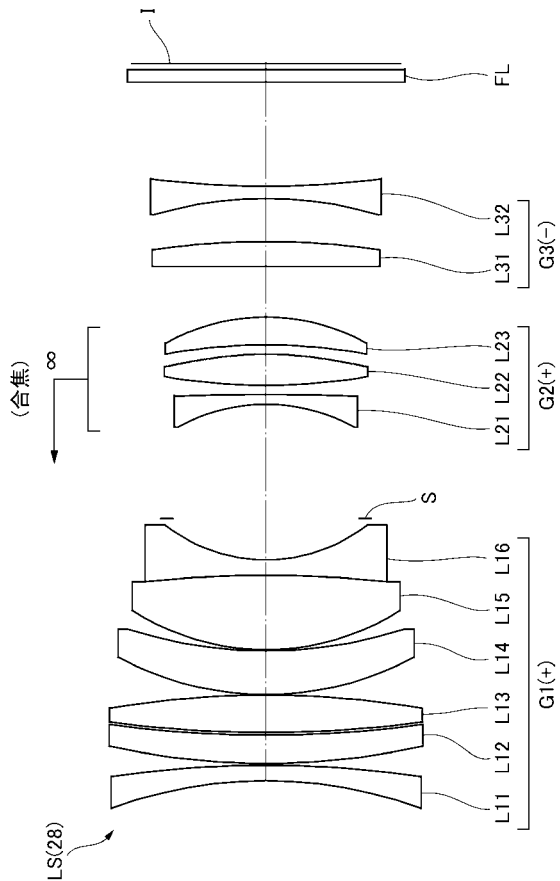
【图 5 3】



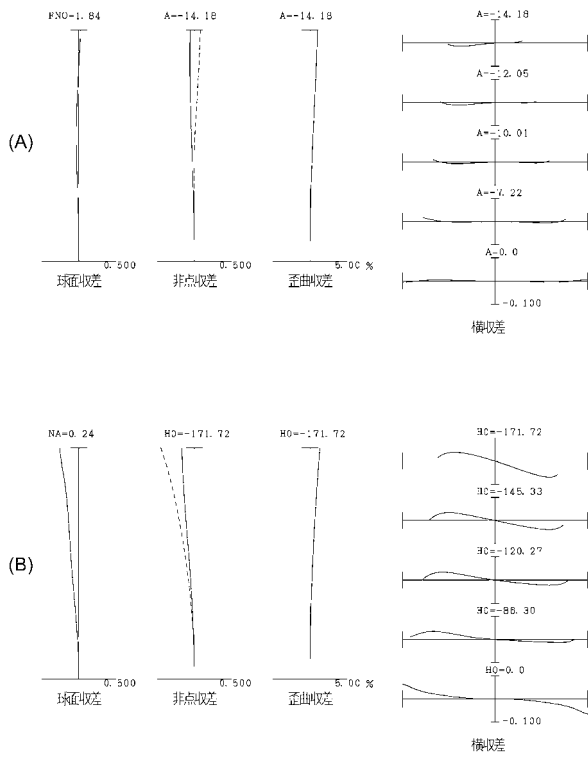
【图 5 4】



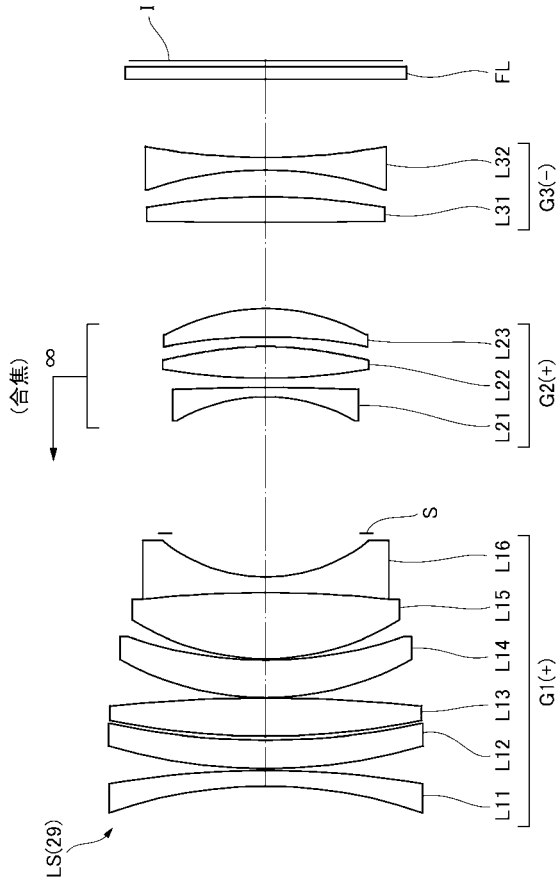
【图 5 5】



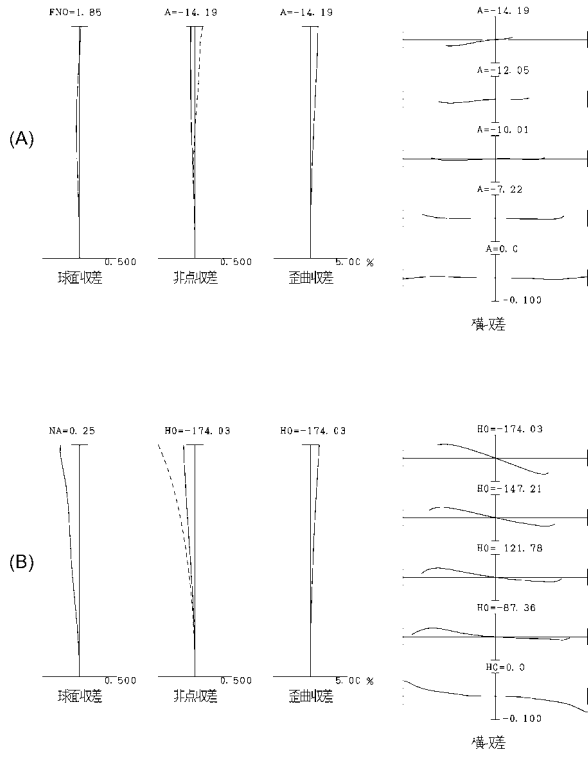
【图 5 6】



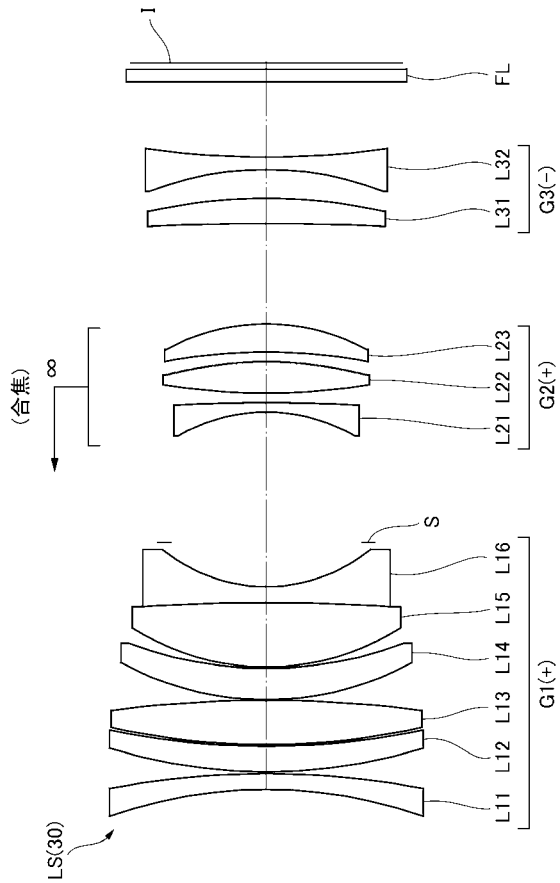
【图 5 7】



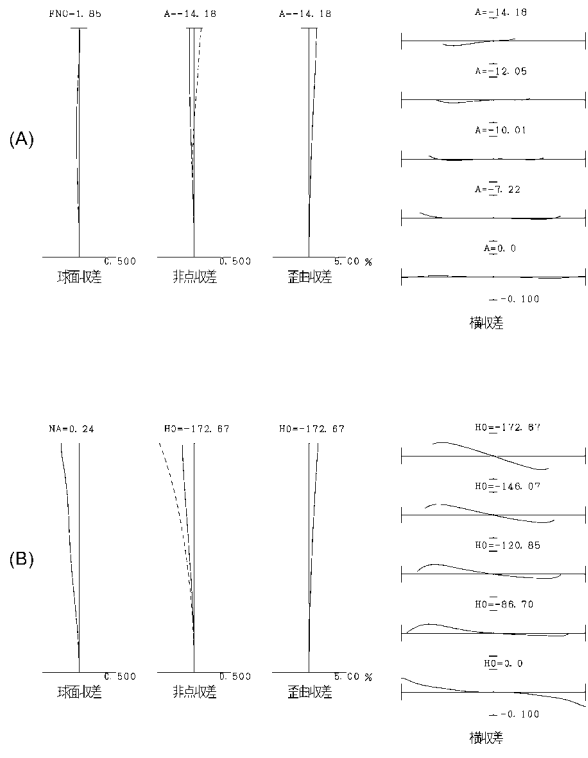
【图 5 8】



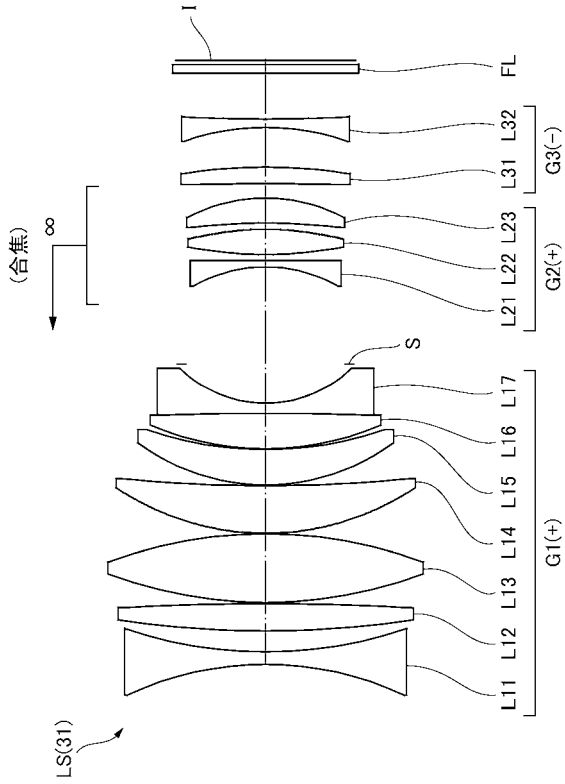
【图 5 9】



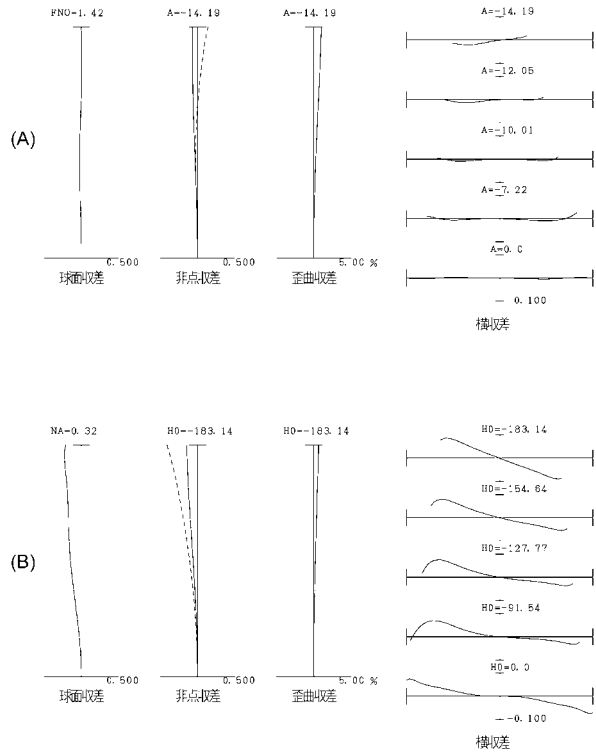
【图 6 0】



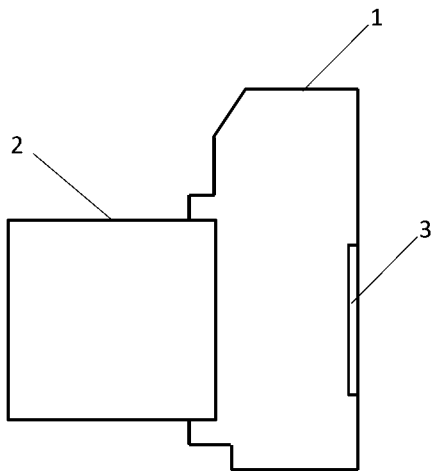
【 図 6 1 】



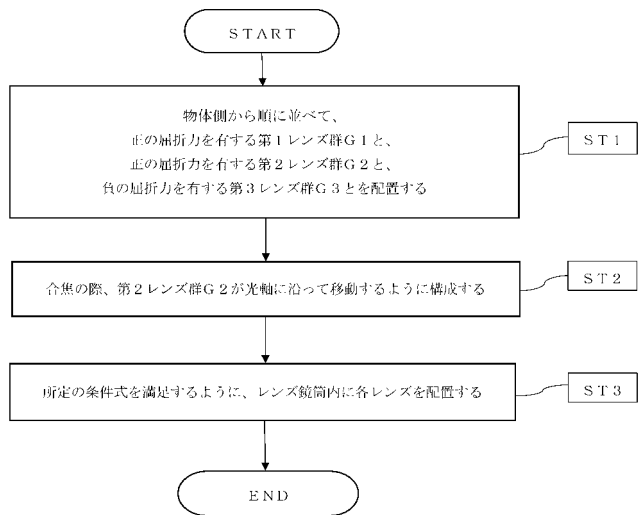
【 図 6 2 】



【 図 6 3 】



【 図 6 4 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2018/019269
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. G02B13/00 (2006.01) i, G02B13/18 (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, 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 1971-2018 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2018-5133 A (CANON INC.) 11 January 2018, embodiments 1-6 (Family: none)	1, 2, 4-11, 13-16 3, 12
X	JP 2012-234169 A (SIGMA CORP.) 29 November 2012, embodiments 12-14 (Family: none)	1-16
X A	JP 2012-173299 A (SONY CORPORATION) 10 September 2012, embodiments 2-5 & US 2012/0212842 A1, embodiments 2-5 & CN 102645721 A	1-4, 6-16 5
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 06.08.2018		Date of mailing of the international search report 14.08.2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 8 / 0 1 9 2 6 9	
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, G02B13/18(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, 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 1971-2018年 日本国実用新案登録公報 1996-2018年 日本国登録実用新案公報 1994-2018年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
X A	JP 2018-5133 A (キヤノン株式会社) 2018.01.11, 実施例 1-6 (ファミリーなし)	1, 2, 4-11, 13-16 3, 12	
X	JP 2012-234169 A (株式会社シグマ) 2012.11.29, 実施例 12-14 (ファミリーなし)	1-16	
X A	JP 2012-173299 A (ソニー株式会社) 2012.09.10, 実施例 2-5 & US 2012/0212842 A1, Second-Fifth Embodiments & CN 102645721 A	1-4, 6-16 5	
☐ 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 06.08.2018		国際調査報告の発送日 14.08.2018	
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	2V 3713
		電話番号 03-3581-1101 内線 3271	

フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA01 LA01 LA06 MA07 PA08 PA09 PA10 PA11 PA17 PA18
PA19 PA20 PB09 PB10 PB11 PB12 PB13 PB14 QA03 QA05
QA06 QA07 QA17 QA19 QA21 QA22 QA25 QA26 QA37 QA38
QA39 QA41 QA42 QA45 RA05 RA12 RA13 RA32 RA43

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。