

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年11月4日(04.11.2021)



(10) 国際公開番号
WO 2021/220612 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 13/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/008532
- (22) 国際出願日: 2021年3月4日(04.03.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2020-078582 2020年4月27日(27.04.2020) JP
特願 2020-078609 2020年4月27日(27.04.2020) JP
- (71) 出願人: 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 大竹 史哲 (OHTAKE, Fumiaki); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 三輪 哲史 (MIWA, Satoshi); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 伊藤 匡輝 (ITO, Atsuki); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 青木 篤, 外 (AOKI, Atsushi et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目23番1号 虎ノ門ヒルズ森タワー 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: OPTICAL SYSTEM, OPTICAL APPARATUS, AND METHOD FOR MANUFACTURING OPTICAL SYSTEM

(54) 発明の名称: 光学系、光学機器および光学系の製造方法

図1A

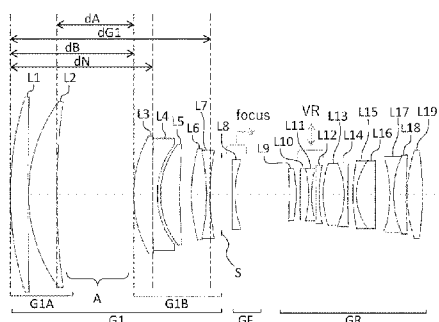
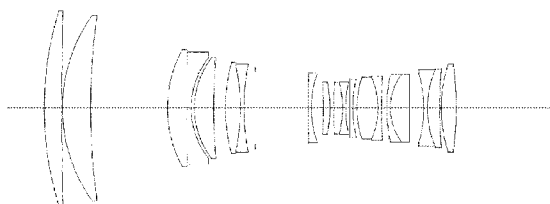


図1B



(57) Abstract: An optical system used in an optical apparatus such as a camera 1 is configured to comprise, in order from the object side, a first lens group having positive refractive power, a focusing group that moves along an optical axis during focusing; and a rear group, and with a lens group disposed on the object side with the largest air spacing A in the first lens group being taken as a first A lens group, satisfy all of the following conditional expressions. $1.00 < FNo \times (TL/f)^2 < 2.50$ and $0.30 < dA/dG1 < 0.85$ Note that FNo is the F-value of the optical system when focusing at infinity, TL is the optical total length of the optical system when focusing at infinity, f is the focal length of the optical system when focusing at infinity, dA is the distance on the optical axis of the air spacing A, and dG1 is the distance on the optical axis of the first lens group.



WO 2021/220612 A1

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約 : カメラ 1 等の光学機器に用いられる光学系を、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、第 1 レンズ群内で最も大きな空気間隔 A を隔てて物体側に配置されたレンズ群を第 1 A レンズ群とし、以下に示す条件式をすべて満足するよう構成する。 $1. 0.0 < FN_o \times (TL / f)^2 < 2.50$ および $0.30 < dA / dG_1 < 0.85$ 。但し、 FN_o は無限遠合焦時における光学系の F 値であり、 TL は無限遠合焦時における光学系の光学全長であり、 f は無限遠合焦時における光学系の焦点距離であり、 dA は空気間隔 A の光軸上の距離であり、 dG_1 は第 1 レンズ群の光軸上の距離である。

明 細 書

発明の名称：光学系、光学機器および光学系の製造方法

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、写真用カメラ、電子スチルカメラ、ビデオカメラ等に使用される光学系が提案されている（例えば特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2016-200685号公報

発明の概要

[0004] 本開示の光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて物体側に配置されたレンズ群を第1Aレンズ群とし、以下の条件式のすべてを満足する。

$$1.00 < FN_o \times (TL/f)^2 < 2.50$$

$$0.30 < dA/dG1 < 0.85$$

但し、

FN_o：無限遠合焦時における光学系のF値

TL：無限遠合焦時における光学系の光学全長

f：無限遠合焦時における光学系の焦点距離

dA：空気間隔Aの光軸上の距離

dG1：第1レンズ群の光軸上の距離

[0005] 本開示の光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて物体側に配置されたレンズ群を第1Aレンズ群とし、以下の条件式のすべてを満足する。

$$0.30 < TL / f < 0.80$$

$$0.30 < dA / dG1 < 0.85$$

但し、

TL : 無限遠合焦時における光学系の光学全長

f : 無限遠合焦時における光学系の焦点距離

dA : 空気間隔Aの光軸上の距離

dG1 : 第1レンズ群の光軸上の距離

[0006] 本開示の光学系は、複数のレンズからなる光学系であって、物体側から順に少なくとも1枚の正レンズ成分と負レンズNとを有し、以下の条件式をすべて満足する。

$$1.00 < FN_o \times (TL / f)^2 < 2.50$$

$$0.18 < dN / TL < 0.45$$

但し、

FN_o : 無限遠合焦時における光学系のF値

TL : 無限遠合焦時における光学系の光学全長

f : 無限遠合焦時における光学系の焦点距離

dN : 光学系の最も物体側の面から負レンズNの物体側の面までの光軸上の距離

[0007] 本開示の光学系は、複数のレンズからなる光学系であって、最も物体側に正レンズ成分を有し、正レンズ成分より像側に配置された負レンズのうち最も物体側に配置された負レンズNを有し、以下の条件式をすべて満足する。

$$1.00 < FN_o \times (TL / f)^2 < 2.50$$

$$0.18 < dN / TL < 0.45$$

但し、

FN_o : 無限遠合焦時における光学系のF値

TL : 無限遠合焦時における光学系の光学全長

f : 無限遠合焦時における光学系の焦点距離

dN : 光学系の最も物体側の面から前記負レンズNの物体側の面までの

光軸上の距離

[0008] 本開示の光学系の製造方法は、複数のレンズからなる光学系の製造方法であって、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とを配置し、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて物体側に、第1Aレンズ群を配置し、以下の条件式のすべてを満足するように配置する。

$$1.00 < FN_o \times (TL/f)^2 < 2.50$$

$$0.30 < dA/dG1 < 0.85$$

但し、

FN_o : 無限遠合焦時における光学系のF値

TL : 無限遠合焦時における光学系の光学全長

f : 無限遠合焦時における光学系の焦点距離

dA : 空気間隔Aの光軸上の距離

dG1 : 第1レンズ群の光軸上の距離

[0009] 本開示の光学系の製造方法は、複数のレンズからなる光学系の製造方法であって、物体側から順に、少なくとも1枚の正レンズ成分と負レンズNとを配置し、以下の条件式をすべて満足するように配置する。

$$1.00 < FN_o \times (TL/f)^2 < 2.50$$

$$0.18 < dN/TL < 0.45$$

但し、

FN_o : 無限遠合焦時における光学系のF値

TL : 無限遠合焦時における光学系の光学全長

f : 無限遠合焦時における光学系の焦点距離

dN : 光学系の最も物体側の面から負レンズNの物体側の面までの光軸上の距離

図面の簡単な説明

[0010] [図1A]図1Aは、無限遠物体合焦時における第1実施例の光学系の断面図である。

[図1B]図 1 B は、近距離物体物体合焦時における第 1 実施例の光学系の断面図である。

[図2]図 2 は、無限遠物体合焦時における第 1 実施例の光学系の諸収差図である。

[図3A]図 3 A は、無限遠物体合焦時における第 2 実施例の光学系の断面図である。

[図3B]図 3 B は、近距離物体物体合焦時における第 2 実施例の光学系の断面図である。

[図4]図 4 は、無限遠物体合焦時における第 2 実施例の光学系の諸収差図である。

[図5A]図 5 A は、無限遠物体合焦時における第 3 実施例の光学系の断面図である。

[図5B]図 5 B は、近距離物体物体合焦時における第 3 実施例の光学系の断面図である。

[図6]図 6 は、無限遠物体合焦時における第 3 実施例の光学系の諸収差図である。

[図7A]図 7 A は、無限遠物体合焦時における第 4 実施例の光学系の断面図である。

[図7B]図 7 B は、近距離物体物体合焦時における第 4 実施例の光学系の断面図である。

[図8]図 8 は、無限遠物体合焦時における第 4 実施例の光学系の諸収差図である。

[図9A]図 9 A は、無限遠物体合焦時における第 5 実施例の光学系の断面図である。

[図9B]図 9 B は、近距離物体物体合焦時における第 5 実施例の光学系の断面図である。

[図10]図 1 0 は、無限遠物体合焦時における第 5 実施例の光学系の諸収差図である。

[図11A]図11Aは、無限遠物体合焦時における第6実施例の光学系の断面図である。

[図11B]図11Bは、近距離物体合焦時における第6実施例の光学系の断面図である。

[図12]図12は、無限遠物体合焦時における第6実施例の光学系の諸収差図である。

[図13A]図13Aは、無限遠物体合焦時における第7実施例の光学系の断面図である。

[図13B]図13Bは、近距離物体合焦時における第7実施例の光学系の断面図である。

[図14]図14は、無限遠物体合焦時における第7実施例の光学系の諸収差図である。

[図15A]図15Aは、無限遠物体合焦時における第8実施例の光学系の断面図である。

[図15B]図15Bは、近距離物体合焦時における第8実施例の光学系の断面図である。

[図16]図16は、無限遠物体合焦時における第8実施例の光学系の諸収差図である。

[図17A]図17Aは、無限遠物体合焦時における第9実施例の光学系の断面図である。

[図17B]図17Bは、近距離物体合焦時における第9実施例の光学系の断面図である。

[図18]図18は、無限遠物体合焦時における第9実施例の光学系の諸収差図である。

[図19A]図19Aは、無限遠物体合焦時における第10実施例の光学系の断面図である。

[図19B]図19Bは、近距離物体合焦時における第10実施例の光学系の断面図である。

[図20]図20は、無限遠物体合焦時における第10実施例の光学系の諸収差図である。

[図21A]図21Aは、無限遠物体合焦時における第11実施例の光学系の断面図である。

[図21B]図21Bは、近距離物体合焦時における第11実施例の光学系の断面図である。

[図22]図22は、無限遠物体合焦時における第11実施例の光学系の諸収差図である。

[図23]図23は、本実施形態の光学系を備えたカメラの模式図である。

[図24]図24は、本実施形態の光学系の製造方法の概略を示す第1のフローチャートである。

[図25]図25は、本実施形態の光学系の製造方法の概略を示す第2のフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本願の実施形態の光学系、光学機器および光学系の製造方法について説明する。

[0012] 本実施形態の光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて物体側に配置されたレンズ群を第1Aレンズ群とし、以下の条件式のすべてを満足する。

$$(1) 1.00 < FN_o \times (TL/f)^2 < 2.50$$

$$(2) 0.30 < dA/dG1 < 0.85$$

但し、

FN_o : 無限遠合焦時における光学系のF値

TL : 無限遠合焦時における光学系の光学全長

f : 無限遠合焦時における光学系の焦点距離

dA : 空気間隔Aの光軸上の距離

dG1 : 第1レンズ群の光軸上の距離

- [0013] 本実施形態の光学系は、第1 Aレンズ群より像側のレンズにより補正を行い、小型軽量化と良好な光学性能とを両立した光学系を得ることができる。また、本実施形態の光学系は、条件式(1)を満足することで、光学系の小型化を実現することができる。また、本実施形態の光学系は、条件式(2)を満足することで、光学系の軽量化を実現することができる。本実施形態の光学系は、条件式(1)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することができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(1)の上限値を2.45、2.40、2.35、2.30、2.25、2.20、さらに2.15にすることが好ましい。
- [0014] また、本実施形態の光学系は、条件式(1)の下限値を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することができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(1)の下限値を1.10、1.20、1.25、1.30、さらに1.35にすることが好ましい。
- [0015] 本実施形態の光学系は、条件式(2)の上限値を0.85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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(2)の上限値を0.80、0.76、0.73、0.70、さらに0.68にすることが好ましい。
- [0016] また、本実施形態の光学系は、条件式(2)の下限値を0.30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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(2)の下限値を0.31、0.33、さらに0.35にすることが好ましい。
- [0017] 以上の構成により、小型かつ軽量で良好な結像性能を有する光学系を実現することができる。
- [0018] 本実施形態の光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて物体側に配置されたレンズ群を第

1 A レンズ群とし、以下の条件式のすべてを満足する。

$$(3) \quad 0.30 < TL/f < 0.80$$

$$(2) \quad 0.30 < dA/dG1 < 0.85$$

但し、

TL : 無限遠合焦時における光学系の光学全長

f : 無限遠合焦時における光学系の焦点距離

dA : 空気間隔 A の光軸上の距離

dG1 : 第 1 レンズ群の光軸上の距離

[0019] 本実施形態の光学系は、第 1 A レンズ群より像側のレンズにより補正を行い、小型軽量化と良好な光学性能とを両立した光学系を得ることができる。また、本実施形態の光学系は、条件式 (3) を満足することで、光学系の小型化を実現することができる。また、本実施形態の光学系は、条件式 (2) を満足することで、光学系の軽量化を実現することができる。

[0020] 本実施形態の光学系は、光学系の光学全長と光学系の焦点距離との比を上限值より小さくすることにより、光学系の全長が長くなりすぎないようにすることができる。また、条件式 (3) の上限値を 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することができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式 (3) の上限値を 0.78、0.76、0.74、0.72、さらに 0.70 にすることが好ましい。

[0021] 本実施形態の光学系は、光学系の光学全長と光学系の焦点距離との比を下限值より大きくすることにより、像面湾曲を良好に補正することができる。また、条件式 (3) の下限値を 0.30 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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式 (3) の下限値を 0.33、0.36、0.40、0.42、さらに 0.44 にすることが好ましい。

[0022] 本実施形態の光学系は、条件式 (2) の上限値を 0.85 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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式 (2) の上限値を 0.80、0

. 76、0.73、0.70、さらに0.68にすることが好ましい。

[0023] また、本実施形態の光学系は、条件式(2)の下限値を0.30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ができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(2)の下限値を0.31、0.33、さらに0.35にすることが好ましい。

[0024] 以上の構成により、小型かつ軽量で良好な結像性能を有する光学系を実現することができる。

[0025] 本実施形態の光学系は、複数のレンズからなる光学系であって、物体側から順に少なくとも1枚の正レンズ成分と負レンズNとを有し、以下の条件式をすべて満足する。

$$(1) 1.00 < FN_o \times (TL/f)^2 < 2.50$$

$$(4) 0.18 < dN/TL < 0.45$$

但し、

FN_o : 無限遠合焦時における光学系のF値

TL : 無限遠合焦時における光学系の光学全長

f : 無限遠合焦時における光学系の焦点距離

dN : 光学系の最も物体側面から負レンズNの物体側面までの光軸上の距離

[0026] 本実施形態の光学系は、条件式(1)および(4)を満足することで、光学系の物体側を小型かつ軽量に構成することができ、かつ、光学系の像側で諸収差の補正を行って良好な結像性能を得ることができる。なお、本明細書において「レンズ成分」とは、単レンズまたは接合レンズをいう。本実施形態の光学系は、条件式(1)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ことができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(1)の上限値を2.45、2.40、2.35、2.30、2.25、2.20、さらに2.15にすることが好ましい。

[0027] また、本実施形態の光学系は、条件式(1)の下限値を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ができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式（１）の下限値を１．１０、１．２０、１．２５、１．３０、さらに１．３５にすることが好ましい。

[0028] 本実施形態の光学系は、条件式（４）の上限値を０．４５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ができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式（４）の上限値を０．４２、０．４０、０．３８、さらに０．３６にすることが好ましい。

[0029] また、本実施形態の光学系は、条件式（４）の下限値を０．１８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ができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式（４）の下限値を０．１９、０．２０、０．２１、さらに０．２２にすることが好ましい。

[0030] 以上の構成により、小型かつ軽量で良好な結像性能を有する光学系を実現することができる。

[0031] 本実施形態の光学系は、複数のレンズからなる光学系であって、最も物体側に正レンズ成分を有し、正レンズ成分より像側に配置された負レンズのうち最も物体側に配置された負レンズNを有し、以下の条件式をすべて満足する。

$$(1) 1.00 < FN_o \times (TL/f)^2 < 2.50$$

$$(4) 0.18 < dN/TL < 0.45$$

但し、

FN_o : 無限遠合焦時における光学系のF値

TL : 無限遠合焦時における光学系の光学全長

f : 無限遠合焦時における光学系の焦点距離

dN : 光学系の最も物体側の面から負レンズNの物体側の面までの光軸上の距離

[0032] 本実施形態の光学系は、条件式（１）および（４）を満足することで、光学系の物体側を小型かつ軽量に構成することができ、かつ、光学系の像側で

諸収差の補正を行って良好な結像性能を得ることができる。本実施形態の光学系は、条件式（１）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ことができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式（１）の上限値を２．４５、２．４０、２．３５、２．３０、２．２５、２．２０、さらに２．１５にすることが好ましい。

[0033] また、本実施形態の光学系は、条件式（１）の下限値を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ことができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式（１）の下限値を１．１０、１．２０、１．２５、１．３０、さらに１．３５にすることが好ましい。

[0034] 本実施形態の光学系は、条件式（４）の上限値を０．４５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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式（４）の上限値を０．４２、０．４０、０．３８、さらに０．３６にすることが好ましい。

[0035] また、本実施形態の光学系は、条件式（４）の下限値を０．１８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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式（４）の下限値を０．１９、０．２０、０．２１、さらに０．２２にすることが好ましい。

[0036] 以上の構成により、小型かつ軽量で良好な結像性能を有する光学系を実現することができる。

[0037] また、本実施形態の光学系は、物体側から順に、第１レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、第１レンズ群は、第１レンズ群内で最も大きな空気間隔Ａを隔てて物体側に配置された第１Ａレンズ群を有し、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$(2) 0.30 < dA/dG1 < 0.85$$

但し、

dA : 空気間隔Ａの光軸上の距離

dG1 : 第１レンズ群の光軸上の距離

- [0038] 本実施形態の光学系は、条件式（２）を満足することにより、光学系全体をさらに軽量にすることができる。本実施形態の光学系は、条件式（２）の上限値を０．８５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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式（２）の上限値を０．８０、０．７６、０．７３、０．７０、さらに０．６８にすることが好ましい。
- [0039] また、本実施形態の光学系は、条件式（２）の下限値を０．３０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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式（２）の下限値を０．３１、０．３３、さらに０．３５にすることが好ましい。
- [0040] また、本実施形態の光学系は、以下の条件式を満足することが好ましい。
- $$(3) 0.30 < TL/f < 0.80$$
- [0041] 本実施形態の光学系は、条件式（３）を満足することにより、光学系の小型化と良好な像面湾曲補正とを両立させることができる。本実施形態の光学系は、光学系の光学全長と光学系の焦点距離との比を上限値より小さくすることにより、光学系の全長が長くなりすぎないようにすることができる。また、条件式（３）の上限値を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することができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式（３）の上限値を０．７８、０．７６、０．７４、０．７２、さらに０．７０にすることが好ましい。
- [0042] 本実施形態の光学系は、光学系の光学全長と光学系の焦点距離との比を下下限値より大きくすることにより、像面湾曲を良好に補正することができる。また、条件式（３）の下限値を０．３０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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式（３）の下限値を０．３３、０．３６、０．４０、０．４２、さらに０．４４にすることが好ましい。
- [0043] また、本実施形態の光学系は、第１レンズ群が正レンズ成分と負レンズNとを有することが好ましい。

[0044] また、本実施形態の光学系において、物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、第1レンズ群は、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて、物体側に配置された第1Aレンズ群と像側に配置された第1Bレンズ群とを有し、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$(5) \quad -2.00 < f_{1A} / f_{1B} < 0.30$$

但し、

f_{1A} : 第1Aレンズ群の焦点距離

f_{1B} : 第1Bレンズ群の焦点距離

[0045] 本実施形態の光学系は、条件式(5)を満足することにより、諸収差を良好に補正することができる。本実施形態の光学系は、第1Aレンズ群の焦点距離と第1Bレンズ群の焦点距離との比を上限值より小さくすることにより、第1Bレンズ群の有するパワーが過度に正に強くなり、球面収差等を良好に補正することができる。また、条件式(5)の上限値を0.30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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(5)の上限値を0.25、0.20、0.15、0.10、さらに0.07にすることが好ましい。

[0046] 本実施形態の光学系は、第1Aレンズ群の焦点距離と第1Bレンズ群の焦点距離との比を下限值より大きくすることにより、第1Bレンズ群の有するパワーが過度に負に強くなり、コマ収差等を良好に補正することができる。また、条件式(5)の下限値を-2.00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ことができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(5)の下限値を-1.60、-1.30、-1.00、-0.80、さらに-0.60にすることが好ましい。

[0047] また、本実施形態の光学系は、物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、第1レンズ群は、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて物体側に配置された第1Aレ

レンズ群を有し、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$(6) \quad 0.10 < f_{1A}/f < 0.60$$

但し、

f_{1A} : 第1Aレンズ群の焦点距離

[0048] 本実施形態の光学系は、条件式(6)を満足することにより、軽量化と良好なコマ収差補正とを両立させることができる。本実施形態の光学系は、第1Aレンズ群の焦点距離と光学系の焦点距離との比を上限值より小さくすることにより、第1Aレンズ群の有するパワーが弱くならず、第1Aレンズ群を除く第1レンズ群の径を小さくすることができるため、光学系を軽量化することができる。また、条件式(6)の上限値を0.60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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(6)の上限値を0.57、0.55、0.52、0.48、さらに0.45にすることが好ましい。

[0049] 本実施形態の光学系は、第1Aレンズ群の焦点距離と光学系の焦点距離との比を下限值より大きくすることにより、第1Aレンズ群のパワーが強くなるため、コマ収差を良好に補正することができる。また、条件式(6)の下限値を0.10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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(6)の下限値を0.13、0.16、0.20、0.22、さらに0.25にすることが好ましい。

[0050] また、本実施形態の光学系は、物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、第1レンズ群は、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて像側に配置された第1Bレンズ群を有し、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$(7) \quad 0.40 < d_B/d_{G1} < 0.85$$

但し、

d_B : 光学系の最も物体側の面から第1Bレンズ群の最も物体側の面までの光軸上の距離

d G 1 : 第 1 レンズ群の光軸上の距離

[0051] 本実施形態の光学系は、条件式 (7) を満足することにより、軽量化と良好な球面収差補正とを両立させることができる。本実施形態の光学系は、条件式 (7) の値を上限値より小さくすることにより、球面収差を良好に補正することができる。また、条件式 (7) の上限値を 0.85 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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式 (7) の上限値を 0.82、0.80、0.78、0.76、さらに 0.74 にすることが好ましい。

[0052] 本実施形態の光学系は、条件式 (7) の値を下限值より大きくすることにより、第 1 B レンズ群の径を小さくすることができるため、光学系を軽量化できる。また、条件式 (7) 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することができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式 (7) の下限値を 0.44、0.47、0.50、0.52、さらに 0.54 にすることが好ましい。

[0053] また、本実施形態の光学系において、物体側から順に、第 1 レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、第 1 レンズ群は、第 1 レンズ群内で最も大きな空気間隔 A を隔てて物体側に配置された第 1 A レンズ群を有し、第 1 A レンズ群は 2 枚以下の正レンズからなることが好ましい。

[0054] 本実施形態の光学系は、このような構成を有することにより、軽量化が可能となる。

[0055] また、本実施形態の光学系は、物体側から順に、第 1 レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、第 1 レンズ群は、第 1 レンズ群内で最も大きな空気間隔 A を隔てて物体側に配置された第 1 A レンズ群を有し、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$(8) \quad 0.80 < f_{L1} / f_{L2} < 3.30$$

但し、

f L 1 : 第 1 A レンズ群内で最も物体側に配置される第 1 レンズの焦点距

離

f_{L2} : 第1 Aレンズ群内で物体側から2番目に配置される第2レンズの焦点距離

[0056] 本実施形態の光学系は、条件式(8)を満足することにより、球面収差およびコマ収差を良好に補正することができる。本実施形態の光学系は、第1レンズの焦点距離と第2レンズの焦点距離との比を上限値より小さくすることにより、第1レンズの有するパワーが弱くなりすぎず、コマ収差を良好に補正することができる。また、条件式(8)の上限値を3.30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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(8)の上限値を3.20、3.10、3.00、2.90、さらに2.80にすることが好ましい。

[0057] 本実施形態の光学系は、第1レンズの焦点距離と第2レンズの焦点距離との比を下限値より大きくすることにより、第1レンズの有するパワーが強くなりすぎず、球面収差を良好に補正することができる。また、条件式(8)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ことができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(8)の下限値を0.85、0.90、0.95、1.00、さらに1.05にすることが好ましい。

[0058] また、本実施形態の光学系において、物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、第1レンズ群は、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて、物体側に配置された第1 Aレンズ群と像側に配置された第1 Bレンズ群とを有し、第1 Bレンズ群は、以下の条件式を満足する正レンズZを少なくとも1枚有することが好ましい。

$$(9) \quad 60.00 < \nu d_{1Amax} - \nu d_{LZ}$$

但し、

νd_{1Amax} : 第1 Aレンズ群に含まれるレンズのd線を基準とするアッペ数の最大値

$\nu d L Z$: 正レンズZのd線を基準とするアッペ数

[0059] 本実施形態の光学系は、条件式(9)の値を下限值より大きくすることにより、軸上色収差の2次分散を良好に補正することができる。また、条件式(9)の下限値を60.00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することができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(9)の下限値を62.00、63.00、64.00、65.00、さらに66.00にすることが好ましい。

[0060] また、本実施形態の光学系は、物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、第1レンズ群は、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて物体側に配置された第1Aレンズ群を有し、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$(10) 55.00 < \nu d 1 A_{ave}$$

但し、

$\nu d 1 A_{ave}$: 第1Aレンズ群に含まれるレンズのd線を基準とするアッペ数の平均値

[0061] 本実施形態の光学系は、条件式(10)の値を下限值より大きくすることにより、軸上色収差および倍率色収差を良好に補正することができる。また、条件式(10)の下限値を55.00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することができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(10)の下限値を60.00、65.00、70.00、75.00、さらに80.00にすることが好ましい。

[0062] また、本実施形態の光学系は、物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、第1レンズ群は、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて像側に配置された第1Bレンズ群を有し、第1Bレンズ群は、以下の条件式をすべて満足する正レンズZを少なくとも1枚有することが好ましい。

$$(11) n d L Z + (0.01425 \times \nu d L Z) < 2.12$$

$$(12) \nu d L Z < 35.00$$

$$(13) \quad 0.702 < \theta_{gFLZ} + (0.00316 \times \nu_{dLZ})$$

但し、

n_{dLZ} : 正レンズZのd線に対する屈折率

ν_{dLZ} : 正レンズZのd線を基準とするアッベ数

θ_{gFLZ} : 正レンズZの部分分散比であり、正レンズZのg線に対する屈折率を n_{gLZ} とし、正レンズZのF線に対する屈折率を n_{FLZ} とし、正レンズZのC線に対する屈折率を n_{CLZ} としたとき、次式で定義される

$$\theta_{gFLZ} = (n_{gLZ} - n_{FLZ}) / (n_{FLZ} - n_{CLZ})$$

[0063] 本実施形態の光学系は、このような構成を有することにより、諸収差を良好に補正することができる。本実施形態の光学系は、条件式(11)の値を上限値より小さくすることにより、ペッツバール和が小さくなりすぎず、像面湾曲を良好に補正することができる。また、条件式(11)の上限値を2.12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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(11)の上限値を2.10、2.09、2.08、2.07、さらに2.06にすることが好ましい。

[0064] 本実施形態の光学系は、条件式(12)の値を上限値より小さくすることにより、軸上色収差の2次分散を良好に補正することができる。また、条件式(12)の上限値を35.00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ことができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(12)の上限値を33.00、31.00、30.50、30.00、さらに29.50にすることが好ましい。

[0065] 本実施形態の光学系は、条件式(13)の値を下限值より大きくすることにより、軸上色収差の2次分散を良好に補正することができる。また、条件式(13)の上限値を0.702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。また、本実施形態の効果をより確実にする

るために、条件式(13)の上限値を0.704、0.707、0.710、0.712、さらに0.715にすることが好ましい。

[0066] また、本実施形態の光学系は、物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、第1レンズ群は、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて物体側に配置された第1Aレンズ群を有し、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$(14) \quad 0.00 < (L1R2 + L1R1) / (L1R2 - L1R1) < 3.00$$

但し、

L1R1：最も物体側に配置される第1レンズの物体側の面の曲率半径

L1R2：第1レンズの像側の面の曲率半径

[0067] 本実施形態の光学系は、条件式(14)を満足することにより、球面収差およびコマ収差を良好に補正することができる。本実施形態の光学系は、条件式(14)の値を上限値より小さくすることにより、球面収差を良好に補正することができる。また、条件式(14)の上限値を3.00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することができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(14)の上限値を2.70、2.50、2.20、2.00、さらに1.80にすることが好ましい。

[0068] 本実施形態の光学系は、条件式(14)の値を下限值より大きくすることにより、コマ収差を良好に補正することができる。また、条件式(14)の下限值を0.00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することができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(14)の下限值を0.20、0.40、0.50、0.60、さらに0.70にすることが好ましい。

[0069] また、本実施形態の光学系は、物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、第1レンズ群は、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて物体側に配置された第1Aレ

レンズ群を有し、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$(15) \quad 0.00 < (L2R2 + L2R1) / (L2R2 - L2R1) < 3.50$$

但し、

L2R1：第1Aレンズ群内で物体側から2番目に配置される第2レンズの物体側面の曲率半径

L2R2：第2レンズの像側面の曲率半径

[0070] 本実施形態の光学系は、条件式(15)を満足することにより、球面収差およびコマ収差を良好に補正することができる。本実施形態の光学系は、条件式(15)の値を上限值より小さくすることにより、球面収差を良好に補正することができる。また、条件式(14)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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(15)の上限値を3.20、3.00、2.80、2.60、さらに2.40にすることが好ましい。

[0071] 本実施形態の光学系は、条件式(15)の値を下限值より大きくすることにより、コマ収差を良好に補正することができる。また、条件式(15)の下限値を0.00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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(15)の下限値を0.20、0.50、0.80、1.00、さらに1.20にすることが好ましい。

[0072] また、本実施形態の光学系は、物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$(16) \quad 0.10 < f1 / f < 0.60$$

但し、

f1：第1レンズ群の焦点距離

[0073] 本実施形態の光学系は、条件式(16)を満足することにより、小型化と

良好な球面収差補正とを両立させることができる。本実施形態の光学系は、第1レンズ群の焦点距離と光学系の焦点距離との比を上限值より小さくすることにより、第1レンズ群の有するパワーが弱くなりすぎないため、光学系の小型化が可能となる。また、条件式(16)の上限値を0.60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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(16)の上限値を0.56、0.53、0.50、0.48、さらに0.45にすることが好ましい。

[0074] 本実施形態の光学系は、条件式(16)の値を下限值より大きくすることにより、第1レンズ群の有するパワーが強くなりすぎないため、球面収差を良好に補正することができる。また、条件式(16)の下限値を0.10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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(16)の下限値を0.14、0.18、0.22、0.25、さらに0.28にすることが好ましい。

[0075] また、本実施形態の光学系は、物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$(17) \quad 0.20 < (-fF) / f1 < 0.85$$

但し、

fF : 合焦群の焦点距離

$f1$: 第1レンズ群の焦点距離

[0076] 本実施形態の光学系は、条件式(17)を満足することにより、無限遠から至近距離にわたり諸球面収差を良好に補正することができる。本実施形態の光学系は、合焦群の焦点距離と第1レンズ群の焦点距離との比を上限值より小さくすることにより、合焦群の有するパワーが弱くなりすぎないため、像面湾曲の変動を抑制することができる。また、条件式(17)の上限値を0.85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

ができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式（17）の上限値を0.80、0.77、0.75、0.72、さらに0.65にすることが好ましい。

[0077] 本実施形態の光学系は、合焦群の焦点距離と第1レンズ群の焦点距離との比を下限値より大きくすることにより、合焦群の有するパワーが強くなりすぎないため、軸上色収差の変動を抑制することができる。また、条件式（17）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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式（17）の下限値を0.24、0.28、0.32、0.36、さらに0.40にすることが好ましい。

[0078] また、本実施形態の光学系は、物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$(18) \quad -1.50 < (-fF) / fR < 0.60$$

但し、

fF : 合焦群の焦点距離

fR : 後群の焦点距離

[0079] 本実施形態の光学系は、条件式（18）を満足することにより、諸収差を良好に補正することができる。本実施形態の光学系は、条件式（18）の値を上限値より小さくすることにより、合焦群の有するパワーが弱くなりすぎないため、像面湾曲を良好に補正することができる。また、条件式（18）の上限値を0.60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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式（18）の上限値を0.50、0.40、0.30、0.20、さらに0.10にすることが好ましい。

[0080] 本実施形態の光学系は、条件式（18）の値を下限値より大きくすることにより、合焦群のパワーが強くなりすぎないため、倍率色収差を良好に補正することができる。また、条件式（18）の下限値を-1.50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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(18)の下限値を-1.40、-1.30、-1.20、-1.10、さらに-1.00にすることが好ましい。

[0081] また、本実施形態の光学系は、物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$(19) \quad 0.30 < dF/TL < 0.70$$

但し、

dF : 光学系の最も物体側の面から合焦群の最も物体側の面までの光軸上の距離

[0082] 本実施形態の光学系は、条件式(19)を満足することにより、合焦群の軽量化によるフォーカシングの高速化と像面湾曲の変動の抑制を両立させることができる。本実施形態の光学系は、条件式(19)の値を上限值より小さくすることにより、合焦群の位置が後ろすぎず、像面湾曲の変動を抑制することができる。また、条件式(19)の上限值を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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(19)の上限值を0.67、0.64、0.61、0.58、さらに0.56にすることが好ましい。

[0083] 本実施形態の光学系は、条件式(19)の値を下限值より大きくすることにより、合焦群の位置が前すぎず、合焦群を軽量化することができる。また、条件式(19)の下限値を0.30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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(19)の下限値を0.32、0.34、0.36、0.38、さらに0.40にすることが好ましい。

[0084] また、本実施形態の光学系は、物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$(20) 40.00 < \nu d F_{ave}$$

但し、

$\nu d F_{ave}$: 合焦群に含まれるレンズの d 線を基準とするアッベ数の平均

[0085] 本実施形態の光学系は、条件式 (20) の値を下限值より大きくすることにより、無限遠から至近距離にわたり良好に軸上色収差を補正することができる。また、条件式 (20) の下限値を 40.00 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ことができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式 (20) の下限値を 50.00、55.00、60.00、65.00、さらに 70.00 にすることが好ましい。

[0086] また、本実施形態の光学系は、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$(21) 1.00^\circ < 2\omega < 20.00^\circ$$

但し、

2ω : 光学系の全画角

[0087] 条件式 (21) は、本実施形態の光学系の全画角の適切な値を設定する。条件式 (21) を満足することにより、合焦に伴うコマ収差、像面湾曲及び歪曲収差等の諸収差変動を抑えることができる。また、条件式 (21) の上限値を 20.00° 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ことができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式 (21) の上限値を 18.00°、16.00°、14.00°、12.00°、さらに 10.00° にすることが好ましい。

[0088] また、条件式 (21) の下限値を 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ことができる。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式 (21) の下限値を 1.50°、2.00°、2.20°、2.50°、さらに 2.80° にすることが好ましい。

[0089] また、本実施形態の光学系は、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$(22) 0.075 < Bf/f < 0.185$$

但し、

Bf : 光学系のバックフォーカス

- [0090] 本実施形態の光学系は、条件式(22)を満足することにより、小型化と軽量化とを両立させることができる。本実施形態の光学系は、光学系のバックフォーカスと焦点距離との比を上限値より小さくすることにより、バックフォーカスが長くなりすぎず、全長を短くすることができる。また、条件式(22)の上限値を0.185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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(22)の上限値を0.180、0.175、0.170、0.165、さらに0.160にすることが好ましい。
- [0091] 本実施形態の光学系は、光学系のバックフォーカスと焦点距離との比を下限值より大きくすることにより、バックフォーカスが適切に確保され、光学系を軽量化することができる。また、条件式(22)の下限值を0.075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。また、本実施形態の効果をより確実にするために、条件式(22)の下限值を0.080、0.082、0.085、0.088、さらに0.090にすることが好ましい。
- [0092] また、本実施形態の光学系において、物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、後群は、像ブレを補正するために光軸と垂直な方向の成分を有するように移動可能な防振レンズ群を有することが好ましい。
- [0093] 本実施形態の光学系は、このような構成を有することにより、像ブレを良好に補正することができる。
- [0094] 以上の構成により、小型かつ軽量であって良好な結像性能を有する光学系を実現することができる。
- [0095] 本実施形態の光学機器は、上述した構成の光学系を有している。これにより、小型かつ軽量であって良好な結像性能を有する光学機器を実現することができる。
- [0096] 本実施形態の光学系の製造方法は、複数のレンズからなる光学系の製造方法であって、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、合焦の

際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とを配置し、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて物体側に、第1Aレンズ群を配置し、以下の条件式のすべてを満足するように配置する。

$$(1) 1.00 < FN_o \times (TL/f)^2 < 2.50$$

$$(2) 0.30 < dA/dG1 < 0.85$$

但し、

FN_o : 無限遠合焦時における光学系のF値

TL : 無限遠合焦時における光学系の光学全長

f : 無限遠合焦時における光学系の焦点距離

dA : 空気間隔Aの光軸上の距離

dG1 : 第1レンズ群の光軸上の距離

[0097] 本実施形態の光学系の製造方法は、複数のレンズからなる光学系の製造方法であって、物体側から順に、少なくとも1枚の正レンズ成分と負レンズNとを配置し、以下の条件式をすべて満足するように配置する。

$$(1) 1.00 < FN_o \times (TL/f)^2 < 2.50$$

$$(4) 0.18 < dN/TL < 0.45$$

但し、

FN_o : 無限遠合焦時における光学系のF値

TL : 無限遠合焦時における光学系の光学全長

f : 無限遠合焦時における光学系の焦点距離

dN : 光学系の最も物体側面から負レンズNの物体側面までの光軸上の距離

[0098] このような光学系の製造方法により、小型かつ軽量であって良好な結像性能を有する光学系を製造することができる。

[0099] (数値実施例)

以下、本願の実施例を図面に基づいて説明する。

[0100] (第1実施例)

図1Aは無遠物体合焦時における第1実施例の光学系の断面図であり、

図 1 B は近距離物体物体合焦時における第 1 実施例の光学系の断面図である。

- [0101] 本実施例の光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を有する合焦群 G F と、負の屈折力を有する後群 G R とを有している。開口絞り S は、第 1 レンズ群 G 1 と、合焦群 G F との間に配置される。第 1 レンズ群 G 1 は、第 1 レンズ群内で最も大きな空気間隔 A を隔てて、物体側に配置された正の屈折力を有する第 1 A レンズ群 G 1 A と像側に配置された負の屈折力を有する第 1 B レンズ群 G 1 B とを有する。
- [0102] 第 1 A レンズ群 G 1 A は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 2 とからなる。
- [0103] 第 1 B レンズ群 G 1 B は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 4 との接合負レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 5 と、両凸形状の正レンズ L 6 と両凹形状の負レンズ L 7 との接合正レンズとからなる。
- [0104] 合焦群 G F は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 8 からなる。
- [0105] 後群 G R は、物体側から順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 9 と、両凸形状の正レンズ L 1 0 と両凹形状の負レンズ L 1 1 との接合負レンズと、両凹形状の負レンズ L 1 2 と、両凸形状の正レンズ L 1 3 と両凹形状の負レンズ L 1 4 との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 5 と両凸形状の正レンズ L 1 6 との接合正レンズと、両凹形状の負レンズ L 1 7 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 8 との接合負レンズと、両凸形状の正レンズ L 1 9 とからなる。
- [0106] 像面 I 上には、CCD または CMOS 等から構成された撮像素子（不図示）が配置されている。
- [0107] 本実施例の光学系は、合焦群 G F を光軸に沿って移動させることにより合焦を行う。合焦群 G F は、無限遠に合焦している状態から近距離物体に合焦させる場合、物体側から像側に移動される。

- [0108] 本実施例の光学系において、後群GRが有するレンズのうち、正レンズL10と負レンズL11との接合負レンズおよび負レンズL12は、像ブレを補正するために光軸と垂直な方向の成分を有するように移動可能な防振レンズ群として構成される。
- [0109] 本実施例の光学系において、正メニスカスレンズL1は第1レンズに該当し、正メニスカスレンズL2は第2レンズに該当する。また、本実施例の光学系において、負メニスカスレンズL4は負レンズNに該当し、正レンズL6は正レンズZに該当する。
- [0110] 本実施例の光学系において、dAは、正メニスカスレンズL2の像側の面と正メニスカスレンズL3の物体側の面との間の光軸上の距離である。また、dG1は、正メニスカスレンズL1の物体側の面と負レンズL7の像側の面との間の光軸上の距離である。また、dBは、正メニスカスレンズL1の物体側の面と正メニスカスレンズL3の物体側の面との間の光軸上の距離である。また、dNは、正メニスカスレンズL1の物体側の面と負メニスカスレンズL4の物体側の面との間の光軸上の距離である。なお、後述する他の実施例の光学系の断面図において、dA、dG1、dBおよびdNの図示は省略する。
- [0111] 以下の表1に、本実施例の光学系の諸元の値を掲げる。表1において、fは無窮遠合焦時における光学系の焦点距離、Fnoは無窮遠合焦時における光学系のF値、TLは無窮遠合焦時における光学系の光学全長、Bfは光学系のバックフォーカスを示す。
- [0112] [レンズ諸元]において、mは物体側から数えた光学面の順番、rは曲率半径、dは面間隔、ndはd線（波長587.6nm）に対する屈折率、 ν_d はd線に対するアッペ数を示す。また、[レンズ諸元]において、曲率半径 $r=\infty$ は平面を示している。
- [0113] 表1に記載される焦点距離f、曲率半径rおよびその他の長さの単位は「mm」である。しかし、光学系は比例拡大または比例縮小しても同等の光学性能が得られるため、これに限られるものではない。

[0114] 以上に述べた表 1 の符号は、後述する他の実施例の表においても同様に使用する。

[0115] (表 1)

[全体諸元]

f 292.50
 Fno 4.10
 Bf 35.641
 像高 21.700
 TL 190.638
 2ω 8.43

[レンズ諸元]

| m | r | d | nd | νd |
|-----|----------|--------|----------|---------|
| 1) | 125.140 | 6.663 | 1.537750 | 74.70 |
| 2) | 1851.356 | 0.150 | | |
| 3) | 59.805 | 10.676 | 1.437001 | 95.10 |
| 4) | 262.678 | 28.838 | | |
| 5) | 46.054 | 7.325 | 1.437001 | 95.10 |
| 6) | 4710.018 | 1.600 | 1.902650 | 35.72 |
| 7) | 30.903 | 1.232 | | |
| 8) | 31.124 | 7.235 | 1.437001 | 95.10 |
| 9) | 211.923 | 4.436 | | |
| 10) | 64.379 | 5.654 | 1.663820 | 27.35 |
| 11) | -76.867 | 1.300 | 1.654115 | 39.68 |
| 12) | 84.138 | 4.271 | | |
| 13> | ∞ | D13 | (開口絞り) | |
| 14) | 898.004 | 1.100 | 1.496997 | 81.61 |
| 15) | 37.914 | D15 | | |
| 16) | -122.862 | 2.483 | 1.487490 | 70.32 |

| | | | | |
|-----|-----------|-------|----------|-------|
| 17) | -51.275 | 1.500 | | |
| 18) | 212.753 | 3.300 | 1.620040 | 36.40 |
| 19) | -38.078 | 1.100 | 1.593190 | 67.90 |
| 20) | 42.404 | 1.650 | | |
| 21) | -1123.057 | 1.100 | 1.593490 | 67.00 |
| 22) | 48.084 | 1.500 | | |
| 23) | 36.980 | 7.966 | 1.612660 | 44.46 |
| 24) | -28.819 | 1.300 | 1.593190 | 67.90 |
| 25) | 237.490 | 2.000 | | |
| 26) | 60.518 | 1.300 | 1.922860 | 20.88 |
| 27) | 21.378 | 7.261 | 1.720467 | 34.71 |
| 28) | -1990.403 | 5.379 | | |
| 29) | -44.860 | 1.300 | 1.816000 | 46.59 |
| 30) | 36.494 | 4.671 | 1.737999 | 32.33 |
| 31) | 197.557 | 0.500 | | |
| 32) | 53.113 | 5.700 | 1.581440 | 40.98 |
| 33) | -118.041 | Bf | | |

[各群焦点距離データ]

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|-----|----|----------|
| G1 | 1 | 121.914 |
| G1A | 1 | 103.249 |
| G1B | 5 | -276.316 |
| GF | 14 | -79.683 |
| GR | 16 | -342.518 |
| f1 | 1 | -48.395 |
| f2 | 6 | 105.403 |
| f3 | 9 | 64.392 |
| f4 | 13 | -112.410 |

f5 19 134.882

f6 22 81.543

f7 24 -60.633

[可変間隔データ]

無限遠合焦時 近距離物体合焦時

D13 4.000 19.946

D15 20.506 4.560

[0116] 図2は無有限遠物体合焦時における第1実施例の光学系の諸収差図である。

[0117] 各収差図において、FN0はF値、Yは像高をそれぞれ示す。詳細には、球面収差図では最大口径に対応するF値の値を示し、非点収差図および歪曲収差図では像高の最大値を示し、コマ収差図では各像高の値を示す。dはd線、gはg線（波長435.8nm）をそれぞれ示す。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。後述する他の実施例の諸収差図においても、本実施例の諸収差図と同様の符号を使用する。

[0118] 各収差図より、本実施例の光学系は、合焦時の収差変動を有効に抑制し、高い光学性能を有していることがわかる。

[0119] (第2実施例)

図3Aは無有限遠物体合焦時における第2実施例の光学系の断面図であり、図3Bは近距離物体物体合焦時における第2実施例の光学系の断面図である。

[0120] 本実施例の光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する合焦群GFと、正の屈折力を有する後群GRとを有している。開口絞りSは、第1レンズ群G1と、合焦群GFとの間に配置される。第1レンズ群G1は、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて、物体側に配置された正の屈折力を有する第1Aレンズ群G1Aと像側に配置された負の屈折力を有する第1Bレンズ群G1Bとを有する。

[0121] 第1Aレンズ群G1Aは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2とから

なる。

- [0122] 第1 Bレンズ群G 1 Bは、物体側から順に、両凸形状の正レンズL 3と両凹形状の負レンズL 4との接合負レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 5と、両凸形状の正レンズL 6と両凹形状の負レンズL 7との接合正レンズとからなる。
- [0123] 合焦群G Fは、両凹形状の負レンズL 8からなる。
- [0124] 後群G Rは、物体側から順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 9と、両凸形状の正レンズL 10と両凹形状の負レンズL 11との接合負レンズと、両凹形状の負レンズL 12と、両凸形状の正レンズL 13と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 14との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 15と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 16との接合正レンズと、両凹形状の負レンズL 17と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 18との接合負レンズと、両凸形状の正レンズL 19とからなる。
- [0125] 像面I上には、CCDまたはCMOS等から構成された撮像素子（不図示）が配置されている。
- [0126] 本実施例の光学系は、合焦群G Fを光軸に沿って移動させることにより合焦を行う。合焦群G Fは、無限遠に合焦している状態から近距離物体に合焦させる場合、物体側から像側に移動される。
- [0127] 本実施例の光学系において、後群G Rが有するレンズのうち、正レンズL 10と負レンズL 11との接合負レンズおよび負レンズL 12は、像ブレを補正するために光軸と垂直な方向の成分を有するように移動可能な防振レンズ群として構成される。
- [0128] 本実施例の光学系において、正メニスカスレンズL 1は第1レンズに該当し、正メニスカスレンズL 2は第2レンズに該当する。また、本実施例の光学系において、負レンズL 4は負レンズNに該当し、正レンズL 6は正レンズZに該当する。
- [0129] 本実施例の光学系において、d Aは、正メニスカスレンズL 2の像側の面

と正レンズL 3の物体側の面との間の光軸上の距離である。また、 d_{G1} は、正メニスカスレンズL 1の物体側の面と負レンズL 7の像側の面との間の光軸上の距離である。また、 d_B は、正メニスカスレンズL 1の物体側の面と正レンズL 3の物体側の面との間の光軸上の距離である。また、 d_N は、正メニスカスレンズL 1の物体側の面と負レンズL 4の物体側の面との間の光軸上の距離である。

[0130] 以下の表2に、本実施例の光学系の諸元の値を掲げる。

[0131] (表2)

[全体諸元]

f 390.00
 Fno 4.10
 Bf 60.901
 像高 21.700
 TL 267.445
 2ω 6.30

[レンズ諸元]

| m | r | d | nd | νd |
|-----|-----------|--------|----------|---------|
| 1) | 187.004 | 7.233 | 1.537750 | 74.70 |
| 2) | 1083.302 | 0.200 | | |
| 3) | 90.597 | 12.867 | 1.433837 | 95.16 |
| 4) | 430.769 | 53.926 | | |
| 5) | 60.452 | 9.061 | 1.437001 | 95.10 |
| 6) | -2517.992 | 2.200 | 1.902650 | 35.72 |
| 7) | 43.878 | 1.547 | | |
| 8) | 43.725 | 8.825 | 1.437001 | 95.10 |
| 9) | 492.119 | 11.552 | | |
| 10) | 89.096 | 6.561 | 1.663820 | 27.35 |
| 11) | -94.634 | 1.600 | 1.654115 | 39.68 |

| | | | | |
|-----|-----------|-------|----------|-------|
| 12) | 141.270 | 6.541 | | |
| 13> | ∞ | D13 | (開口絞り) | |
| 14) | -2070.936 | 1.200 | 1.496997 | 81.61 |
| 15) | 46.571 | D15 | | |
| 16) | -370.106 | 2.907 | 1.487490 | 70.32 |
| 17) | -72.395 | 1.500 | | |
| 18) | 178.417 | 3.000 | 1.737999 | 32.33 |
| 19) | -91.168 | 1.100 | 1.593190 | 67.90 |
| 20) | 49.487 | 2.200 | | |
| 21) | -130.831 | 1.100 | 1.593490 | 67.00 |
| 22) | 65.238 | 2.000 | | |
| 23) | 47.376 | 9.008 | 1.579570 | 53.74 |
| 24) | -30.682 | 1.400 | 1.593190 | 67.90 |
| 25) | -219.958 | 2.409 | | |
| 26) | 72.361 | 1.400 | 1.922860 | 20.88 |
| 27) | 26.665 | 6.906 | 1.720467 | 34.71 |
| 28) | 352.438 | 3.947 | | |
| 29) | -84.126 | 1.400 | 1.816000 | 46.59 |
| 30) | 35.011 | 5.000 | 1.737999 | 32.33 |
| 31) | 83.719 | 2.000 | | |
| 32) | 67.601 | 5.368 | 1.801000 | 34.92 |
| 33) | -179.297 | Bf | | |

[各群焦点距離データ]

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|-----|----|-----------|
| G1 | 1 | 168.518 |
| G1A | 1 | 161.845 |
| G1B | 5 | -1807.658 |
| GF | 14 | -91.627 |

GR 16 1823.408

[可変間隔データ]

無限遠合焦時 近距離物体合焦時

D13 6.480 23.792

D15 24.107 6.795

[0132] 図4は無有限遠物体合焦時における第2実施例の光学系の諸収差図である。

[0133] 各収差図より、本実施例の光学系は、合焦時の収差変動を有効に抑制し、高い光学性能を有していることがわかる。

[0134] (第3実施例)

図5Aは無有限遠物体合焦時における第3実施例の光学系の断面図であり、図5Bは近距離物体物体合焦時における第3実施例の光学系の断面図である。

[0135] 本実施例の光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する合焦群GFと、負の屈折力を有する後群GRとを有している。開口絞りSは、第1レンズ群G1と、合焦群GFとの間に配置される。第1レンズ群G1は、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて、物体側に配置された正の屈折力を有する第1Aレンズ群G1Aと像側に配置された負の屈折力を有する第1Bレンズ群G1Bとを有する。

[0136] 第1Aレンズ群G1Aは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2とからなる。

[0137] 第1Bレンズ群G1Bは、物体側から順に、両凸形状の正レンズL3と両凹形状の負レンズL4との接合負レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL5と、両凸形状の正レンズL6と両凹形状の負レンズL7との接合正レンズとからなる。

[0138] 合焦群GFは、両凹形状の負レンズL8からなる。

[0139] 後群GRは、物体側から順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL9と、両凸形状の正レンズL10と両凹形状の負レンズL11との接合負レ

レンズと、両凹形状の負レンズL12と、両凸形状の正レンズL13と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL14との接合正レンズと、両凹形状の負レンズL15と両凸形状の正レンズL16との接合負レンズと、両凹形状の負レンズL17と両凸形状の正レンズL18との接合負レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL19とからなる。

[0140] 像面I上には、CCDまたはCMOS等から構成された撮像素子（不図示）が配置されている。

[0141] 本実施例の光学系は、合焦群GFを光軸に沿って移動させることにより合焦を行う。合焦群GFは、無限遠に合焦している状態から近距離物体に合焦させる場合、物体側から像側に移動される。

[0142] 本実施例の光学系において、後群GRが有するレンズのうち、正レンズL10と負レンズL11との接合負レンズおよび負レンズL12は、像ブレを補正するために光軸と垂直な方向の成分を有するように移動可能な防振レンズ群として構成される。

[0143] 本実施例の光学系において、正メニスカスレンズL1は第1レンズに該当し、正メニスカスレンズL2は第2レンズに該当する。また、本実施例の光学系において、負レンズL4は負レンズNに該当し、正レンズL6は正レンズZに該当する。

[0144] 本実施例の光学系において、dAは、正メニスカスレンズL2の像側の面と正レンズL3の物体側の面との間の光軸上の距離である。また、dG1は、正メニスカスレンズL1の物体側の面と負レンズL7の像側の面との間の光軸上の距離である。また、dBは、正メニスカスレンズL1の物体側の面と正レンズL3の物体側の面との間の光軸上の距離である。また、dNは、正メニスカスレンズL1の物体側の面と負レンズL4の物体側の面との間の光軸上の距離である。

[0145] 以下の表3に、本実施例の光学系の諸元の値を掲げる。

[0146] (表3)

[全体諸元]

f 390.00
 Fno 4.60
 Bf 55.218
 像高 21.700
 TL 243.435
 2ω 6.30

[レンズ諸元]

| m | r | d | nd | νd |
|-----|-----------|--------|----------|---------|
| 1) | 221.433 | 5.870 | 1.537750 | 74.70 |
| 2) | 4228.581 | 0.300 | | |
| 3) | 81.234 | 11.748 | 1.437001 | 95.10 |
| 4) | 472.777 | 48.082 | | |
| 5) | 53.231 | 8.876 | 1.437001 | 95.10 |
| 6) | -626.318 | 2.000 | 1.900430 | 37.37 |
| 7) | 42.149 | 1.500 | | |
| 8) | 41.831 | 7.935 | 1.437001 | 95.10 |
| 9) | 1105.379 | 11.821 | | |
| 10) | 109.247 | 5.876 | 1.663820 | 27.35 |
| 11) | -70.652 | 1.500 | 1.672999 | 38.26 |
| 12) | 195.927 | 7.351 | | |
| 13> | ∞ | D13 | (開口絞り) | |
| 14) | -1280.351 | 1.200 | 1.496997 | 81.61 |
| 15) | 43.128 | D15 | | |
| 16) | -115.551 | 2.531 | 1.487490 | 70.32 |
| 17) | -51.834 | 2.000 | | |
| 18) | 184.433 | 3.000 | 1.647690 | 33.72 |
| 19) | -50.330 | 1.100 | 1.593190 | 67.90 |
| 20) | 44.097 | 2.000 | | |

| | | | | |
|-----|----------|-------|----------|-------|
| 21) | -159.759 | 1.100 | 1.593490 | 67.00 |
| 22) | 56.912 | 2.000 | | |
| 23) | 35.605 | 6.762 | 1.737999 | 32.33 |
| 24) | -45.880 | 1.400 | 1.763850 | 48.49 |
| 25) | -190.397 | 2.000 | | |
| 26) | -742.135 | 1.400 | 1.922860 | 20.88 |
| 27) | 23.106 | 7.608 | 1.620040 | 36.40 |
| 28) | -75.897 | 3.414 | | |
| 29) | -37.788 | 1.400 | 1.763850 | 48.49 |
| 30) | 38.546 | 6.695 | 1.737999 | 32.33 |
| 31) | -86.210 | 0.200 | | |
| 32) | 52.571 | 3.600 | 1.581440 | 40.98 |
| 33) | 147.363 | Bf | | |

[各群焦点距離データ]

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|-----|----|-----------|
| G1 | 1 | 150.216 |
| G1A | 1 | 147.690 |
| G1B | 5 | -2684.159 |
| GF | 14 | -89.923 |
| GR | 16 | -443.717 |

[可変間隔データ]

| | 無限遠合焦時 | 近距離物体合焦時 |
|-----|--------|----------|
| D13 | 5.381 | 19.508 |
| D15 | 20.568 | 6.440 |

[0147] 図6は無有限遠物体合焦時における第3実施例の光学系の諸収差図である。

[0148] 各収差図より、本実施例の光学系は、合焦時の収差変動を有効に抑制し、高い光学性能を有していることがわかる。

[0149] (第4実施例)

図7Aは無遠物体合焦時における第4実施例の光学系の断面図であり、
図7Bは近距離物体合焦時における第4実施例の光学系の断面図である。
。

[0150] 本実施例の光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する合焦群GFと、負の屈折力を有する後群GRとを有している。開口絞りSは、第1レンズ群G1と、合焦群GFとの間に配置される。第1レンズ群G1は、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて、物体側に配置された正の屈折力を有する第1Aレンズ群G1Aと像側に配置された負の屈折力を有する第1Bレンズ群G1Bとを有する。

[0151] 第1Aレンズ群G1Aは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2とからなる。

[0152] 第1Bレンズ群G1Bは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL4との接合負レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL5と、両凸形状の正レンズL6と両凹形状の負レンズL7との接合正レンズとからなる。

[0153] 合焦群GFは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL8からなる。

[0154] 後群GRは、物体側から順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL9と、両凸形状の正レンズL10と両凹形状の負レンズL11との接合負レンズと、両凹形状の負レンズL12と、両凸形状の正レンズL13と両凹形状の負レンズL14との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL15と両凸形状の正レンズL16との接合負レンズと、両凹形状の負レンズL17と両凸形状の正レンズL18との接合負レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL19とからなる。

[0155] 像面I上には、CCDまたはCMOS等から構成された撮像素子（不図示）が配置されている。

[0156] 本実施例の光学系は、合焦群GFを光軸に沿って移動させることにより合焦を行う。合焦群GFは、無限遠に合焦している状態から近距離物体に合焦

させる場合、物体側から像側に移動される。

[0157] 本実施例の光学系において、後群GRが有するレンズのうち、正レンズL10と負レンズL11との接合負レンズおよび負レンズL12は、像ブレを補正するために光軸と垂直な方向の成分を有するように移動可能な防振レンズ群として構成される。

[0158] 本実施例の光学系において、正メニスカスレンズL1は第1レンズに該当し、正メニスカスレンズL2は第2レンズに該当する。また、本実施例の光学系において、負メニスカスレンズL4は負レンズNに該当し、正レンズL6は正レンズZに該当する。

[0159] 本実施例の光学系において、dAは、正メニスカスレンズL2の像側の面と正メニスカスレンズL3の物体側の面との間の光軸上の距離である。また、dG1は、正メニスカスレンズL1の物体側の面と負レンズL7の像側の面との間の光軸上の距離である。また、dBは、正メニスカスレンズL1の物体側の面と正メニスカスレンズL3の物体側の面との間の光軸上の距離である。また、dNは、正メニスカスレンズL1の物体側の面と負メニスカスレンズL4の物体側の面との間の光軸上の距離である。

[0160] 以下の表4に、本実施例の光学系の諸元の値を掲げる。

[0161] (表4)

[全体諸元]

f 390.00
Fno 5.77
Bf 54.579
像高 21.700
TL 221.435
2 ω 6.35

[レンズ諸元]

| m | r | d | nd | νd |
|----|---------|-------|----------|---------|
| 1) | 129.411 | 6.119 | 1.497000 | 81.61 |

| | | | | |
|-----|------------|--------|----------|-------|
| 2) | 4105.548 | 0.300 | | |
| 3) | 61.730 | 9.074 | 1.437000 | 95.00 |
| 4) | 230.361 | 35.312 | | |
| 5) | 48.186 | 5.994 | 1.437000 | 95.00 |
| 6) | 581.000 | 2.000 | 1.902650 | 35.73 |
| 7) | 34.413 | 2.138 | | |
| 8) | 35.952 | 5.925 | 1.437000 | 95.00 |
| 9) | 353.395 | 6.718 | | |
| 10) | 70.865 | 4.563 | 1.663820 | 27.35 |
| 11) | -93.974 | 1.300 | 1.785900 | 44.17 |
| 12) | 95.404 | 12.499 | | |
| 13> | ∞ | D13 | (開口絞り) | |
| 14) | 9370.670 | 1.200 | 1.497000 | 81.61 |
| 15) | 37.965 | D15 | | |
| 16) | -85.435 | 2.194 | 1.487490 | 70.31 |
| 17) | -44.298 | 1.500 | | |
| 18) | 442.035 | 2.700 | 1.595509 | 39.24 |
| 19) | -37.068 | 1.200 | 1.593190 | 67.90 |
| 20) | 43.657 | 2.000 | | |
| 21) | -387.508 | 1.200 | 1.593490 | 67.00 |
| 22) | 68.415 | 2.000 | | |
| 23) | 30.027 | 6.830 | 1.581440 | 40.98 |
| 24) | -33.765 | 1.400 | 1.593190 | 67.90 |
| 25) | 639.490 | 2.500 | | |
| 26) | 97.030 | 1.400 | 1.922860 | 20.88 |
| 27) | 20.045 | 6.147 | 1.620040 | 36.40 |
| 28) | -13075.855 | 4.849 | | |
| 29) | -31.154 | 1.400 | 1.816000 | 46.59 |

| | | | | |
|-----|---------|-------|----------|-------|
| 30) | 42.152 | 7.769 | 1.738000 | 32.26 |
| 31) | -42.051 | 0.200 | | |
| 32) | 45.857 | 4.009 | 1.603420 | 38.03 |
| 33) | 125.000 | Bf | | |

[各群焦点距離データ]

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|-----|----|----------|
| G1 | 1 | 141.309 |
| G1A | 1 | 111.803 |
| G1B | 5 | -226.733 |
| GF | 14 | -76.703 |
| GR | 16 | -741.023 |

[可変間隔データ]

| | 無限遠合焦時 | 近距離物体合焦時 |
|-----|--------|----------|
| D13 | 3.000 | 19.346 |
| D15 | 21.414 | 5.069 |

[0162] 図8は無無限遠物体合焦時における第4実施例の光学系の諸収差図である。

[0163] 各収差図より、本実施例の光学系は、合焦時の収差変動を有効に抑制し、高い光学性能を有していることがわかる。

[0164] (第5実施例)

図9Aは無無限遠物体合焦時における第5実施例の光学系の断面図であり、図9Bは近距離物体物体合焦時における第5実施例の光学系の断面図である。

[0165] 本実施例の光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する合焦群GFと、負の屈折力を有する後群GRとを有している。開口絞りSは、第1レンズ群G1と、合焦群GFとの間に配置される。第1レンズ群G1は、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて、物体側に配置された正の屈折力を有する第1Aレンズ群G1Aと像側に配置された負の屈折力を有する第1Bレンズ群G1Bとを有する。

- [0166] 第1 Aレンズ群G 1 Aは、物体側から順に、両凸形状の正レンズL 1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 2とからなる。
- [0167] 第1 Bレンズ群G 1 Bは、物体側から順に、両凸形状の正レンズL 3と両凹形状の負レンズL 4との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 5と両凸形状の正レンズL 6との接合負レンズと、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 7と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 8との接合正レンズとからなる。
- [0168] 合焦群G Fは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 9からなる。
- [0169] 後群G Rは、物体側から順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 10と、両凸形状の正レンズL 11と両凹形状の負レンズL 12との接合負レンズと、両凹形状の負レンズL 13と、両凸形状の正レンズL 14と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 15との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 16と両凸形状の正レンズL 17との接合正レンズと、両凹形状の負レンズL 18と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 19との接合負レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 20とからなる。
- [0170] 像面I上には、CCDまたはCMOS等から構成された撮像素子（不図示）が配置されている。
- [0171] 本実施例の光学系は、合焦群G Fを光軸に沿って移動させることにより合焦を行う。合焦群G Fは、無限遠に合焦している状態から近距離物体に合焦させる場合、物体側から像側に移動される。
- [0172] 本実施例の光学系において、後群G Rが有するレンズのうち、正レンズL 11と負レンズL 12との接合負レンズおよび負レンズL 13は、像ブレを補正するために光軸と垂直な方向の成分を有するように移動可能な防振レンズ群として構成される。
- [0173] 本実施例の光学系において、正レンズL 1は第1レンズに該当し、正メニスカスレンズL 2は第2レンズに該当する。また、本実施例の光学系において、負レンズL 4は負レンズNに該当し、正メニスカスレンズL 7は正レン

ズZに該当する。

[0174] 本実施例の光学系において、 d_A は、正メニスカスレンズL2の像側の面と正レンズL3の物体側の面との間の光軸上の距離である。また、 d_{G1} は、正レンズL1の物体側の面と負メニスカスレンズL8の像側の面との間の光軸上の距離である。また、 d_B は、正レンズL1の物体側の面と正レンズL3の物体側の面との間の光軸上の距離である。また、 d_N は、正レンズL1の物体側の面と負レンズL4の物体側の面との間の光軸上の距離である。

[0175] 以下の表5に、本実施例の光学系の諸元の値を掲げる。

[0176] (表5)

[全体諸元]

f 489.98
 Fno 5.77
 Bf 53.163
 像高 21.700
 TL 270.475
 2ω 5.05

[レンズ諸元]

| m | r | d | nd | νd |
|-----|-----------|--------|----------|---------|
| 1) | 301.516 | 7.653 | 1.518600 | 69.89 |
| 2) | -2994.078 | 0.248 | | |
| 3) | 74.588 | 16.015 | 1.433837 | 95.16 |
| 4) | 529.942 | 42.196 | | |
| 5) | 60.571 | 11.051 | 1.437001 | 95.10 |
| 6) | -204.604 | 2.000 | 1.816000 | 46.59 |
| 7) | 358.323 | 0.509 | | |
| 8) | 1130.257 | 2.000 | 1.816000 | 46.59 |
| 9) | 40.518 | 10.429 | 1.437001 | 95.10 |
| 10) | -366.911 | 18.665 | | |

| | | | | |
|-----|-----------|--------|----------|-------|
| 11) | -92.650 | 5.315 | 1.663820 | 27.35 |
| 12) | -46.744 | 1.750 | 1.612660 | 44.46 |
| 13) | -89.781 | 0.100 | | |
| 14> | ∞ | D14 | (開口絞り) | |
| 15) | 546.830 | 1.500 | 1.496997 | 81.61 |
| 16) | 50.544 | D16 | | |
| 17) | -43.675 | 3.106 | 1.487490 | 70.32 |
| 18) | -39.919 | 17.617 | | |
| 19) | 196.739 | 4.641 | 1.603420 | 38.03 |
| 20) | -46.252 | 1.375 | 1.593190 | 67.90 |
| 21) | 44.844 | 2.750 | | |
| 22) | -2713.065 | 1.375 | 1.593490 | 67.00 |
| 23) | 63.562 | 2.500 | | |
| 24) | 38.733 | 6.368 | 1.581440 | 40.98 |
| 25) | -73.473 | 1.750 | 1.593190 | 67.90 |
| 26) | -1339.601 | 0.100 | | |
| 27) | 112.830 | 1.750 | 1.922860 | 20.88 |
| 28) | 24.865 | 7.420 | 1.737999 | 32.33 |
| 29) | -148.051 | 0.889 | | |
| 30) | -62.799 | 1.750 | 1.816000 | 46.59 |
| 31) | 29.752 | 6.237 | 1.737999 | 32.33 |
| 32) | 306.380 | 0.100 | | |
| 33) | 56.901 | 4.936 | 1.603420 | 38.03 |
| 34) | 1041.086 | Bf | | |

[各群焦点距離データ]

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|-----|----|---------|
| G1 | 1 | 178.023 |
| G1A | 1 | 144.638 |

| | | |
|-----|----|----------|
| G1B | 5 | -410.279 |
| GF | 15 | -112.168 |
| GR | 17 | -261.402 |

[可変間隔データ]

| | 無限遠合焦時 | 近距離物体合焦時 |
|-----|--------|----------|
| D14 | 3.286 | 20.151 |
| D16 | 38.932 | 22.067 |

[0177] 図10は無限遠物体合焦時における第5実施例の光学系の諸収差図である。

[0178] 各収差図より、本実施例の光学系は、合焦時の収差変動を有効に抑制し、高い光学性能を有していることがわかる。

[0179] (第6実施例)

図11Aは無限遠物体合焦時における第6実施例の光学系の断面図であり、図11Bは近距離物体物体合焦時における第6実施例の光学系の断面図である。

[0180] 本実施例の光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する合焦群GFと、負の屈折力を有する後群GRとを有している。開口絞りSは、第1レンズ群G1と、合焦群GFとの間に配置される。第1レンズ群G1は、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて、物体側に配置された正の屈折力を有する第1Aレンズ群G1Aと像側に配置された負の屈折力を有する第1Bレンズ群G1Bとを有する。

[0181] 第1Aレンズ群G1Aは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2とからなる。

[0182] 第1Bレンズ群G1Bは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL4との接合負レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL5と、両凸形状の正レンズL6と両凹形状の負レンズL7との接合正レンズとからなる。

- [0183] 合焦群G Fは、両凹形状の負レンズL 8からなる。
- [0184] 後群G Rは、物体側から順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 9と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 10と両凹形状の負レンズL 11との接合負レンズと、両凹形状の負レンズL 12と、両凸形状の正レンズL 13と両凹形状の負レンズL 14との接合正レンズと、両凹形状の負レンズL 15と両凸形状の正レンズL 16との接合負レンズと、両凸形状の正レンズL 17と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 18との接合正レンズと、両凹形状の負レンズL 19と両凸形状の正レンズL 20と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 21との接合負レンズとからなる。
- [0185] 像面I上には、CCDまたはCMOS等から構成された撮像素子（不図示）が配置されている。
- [0186] 本実施例の光学系は、合焦群G Fを光軸に沿って移動させることにより合焦を行う。合焦群G Fは、無限遠に合焦している状態から近距離物体に合焦させる場合、物体側から像側に移動される。
- [0187] 本実施例の光学系において、後群G Rが有するレンズのうち、正メニスカスレンズL 10と負レンズL 11との接合負レンズおよび負レンズL 12は、像ブレを補正するために光軸と垂直な方向の成分を有するように移動可能な防振レンズ群として構成される。
- [0188] 本実施例の光学系において、正メニスカスレンズL 1は第1レンズに該当し、正メニスカスレンズL 2は第2レンズに該当する。また、本実施例の光学系において、負メニスカスレンズL 4は負レンズNに該当し、正レンズL 6は正レンズZに該当する。
- [0189] 本実施例の光学系において、d Aは、正メニスカスレンズL 2の像側の面と正メニスカスレンズL 3の物体側の面との間の光軸上の距離である。また、d G 1は、正メニスカスレンズL 1の物体側の面と負レンズL 7の像側の面との間の光軸上の距離である。また、d Bは、正メニスカスレンズL 1の物体側の面と正メニスカスレンズL 3の物体側の面との間の光軸上の距離である。また、d Nは、正メニスカスレンズL 1の物体側の面と負メニスカス

レンズL4の物体側の面との間の光軸上の距離である。

[0190] 以下の表6に、本実施例の光学系の諸元の値を掲げる。

[0191] (表6)

[全体諸元]

f 582.00
 Fno 5.80
 Bf 57.650
 像高 21.700
 TL 305.483
 2ω 4.20

[レンズ諸元]

| m | r | d | nd | νd |
|-----|------------|--------|----------|---------|
| 1) | 209.874 | 7.062 | 1.537750 | 74.70 |
| 2) | 952.422 | 0.400 | | |
| 3) | 91.788 | 13.513 | 1.433837 | 95.16 |
| 4) | 361.924 | 60.210 | | |
| 5) | 66.958 | 8.900 | 1.437001 | 95.10 |
| 6) | 1878.152 | 2.300 | 1.902650 | 35.72 |
| 7) | 52.955 | 1.200 | | |
| 8) | 54.318 | 8.485 | 1.437001 | 95.10 |
| 9) | 954.336 | 15.349 | | |
| 10) | 115.853 | 6.613 | 1.663820 | 27.35 |
| 11) | -90.371 | 1.600 | 1.834810 | 42.73 |
| 12) | 221.211 | 15.183 | | |
| 13> | ∞ | D13 | (開口絞り) | |
| 14) | -19374.039 | 1.200 | 1.496997 | 81.61 |
| 15) | 46.568 | D15 | | |
| 16) | -106.679 | 2.037 | 1.487490 | 70.32 |

| | | | | |
|-----|-----------|-------|----------|-------|
| 17) | -61.741 | 1.500 | | |
| 18) | -2608.847 | 3.600 | 1.612660 | 44.46 |
| 19) | -47.129 | 1.200 | 1.593190 | 67.90 |
| 20) | 69.720 | 2.300 | | |
| 21) | -1020.983 | 1.200 | 1.593490 | 67.00 |
| 22) | 91.287 | 2.000 | | |
| 23) | 33.441 | 7.067 | 1.581440 | 40.98 |
| 24) | -48.899 | 1.400 | 1.593190 | 67.90 |
| 25) | 173.712 | 3.445 | | |
| 26) | -751.444 | 1.400 | 1.922860 | 20.88 |
| 27) | 25.644 | 6.052 | 1.620040 | 36.40 |
| 28) | -1371.263 | 5.043 | | |
| 29) | 65.099 | 9.464 | 1.737999 | 32.33 |
| 30) | -26.310 | 1.600 | 1.638540 | 55.34 |
| 31) | -90.430 | 5.913 | | |
| 32) | -46.530 | 1.600 | 1.883000 | 40.66 |
| 33) | 59.262 | 8.391 | 1.737999 | 32.33 |
| 34) | -30.461 | 1.600 | 1.883000 | 40.66 |
| 35) | -104.675 | Bf | | |

[各群焦点距離データ]

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|-----|----|----------|
| G1 | 1 | 206.631 |
| G1A | 1 | 179.755 |
| G1B | 5 | -499.661 |
| GF | 14 | -93.471 |
| GR | 16 | -277.391 |

[可変間隔データ]

無限遠合焦時 近距離物体合焦時

D13 11.493 28.469

D15 27.470 10.494

[0192] 図 1 2 は無限遠物体合焦時における第 6 実施例の光学系の諸収差図である。

[0193] 各収差図より、本実施例の光学系は、合焦時の収差変動を有効に抑制し、高い光学性能を有していることがわかる。

[0194] (第 7 実施例)

図 1 3 A は無限遠物体合焦時における第 7 実施例の光学系の断面図であり、図 1 3 B は近距離物体合焦時における第 7 実施例の光学系の断面図である。

[0195] 本実施例の光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を有する合焦群 G F と、負の屈折力を有する後群 G R とを有している。開口絞り S は、第 1 レンズ群 G 1 と、合焦群 G F との間に配置される。第 1 レンズ群 G 1 は、第 1 レンズ群内で最も大きな空気間隔 A を隔てて、物体側に配置された正の屈折力を有する第 1 A レンズ群 G 1 A と像側に配置された負の屈折力を有する第 1 B レンズ群 G 1 B とを有する。

[0196] 第 1 A レンズ群 G 1 A は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ L 1 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 2 とからなる。

[0197] 第 1 B レンズ群 G 1 B は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ L 3 と両凹形状の負レンズ L 4 との接合負レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 5 と、両凸形状の正レンズ L 6 と両凹形状の負レンズ L 7 との接合負レンズとからなる。

[0198] 合焦群 G F は、両凹形状の負レンズ L 8 からなる。

[0199] 後群 G R は、物体側から順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 9 と、両凸形状の正レンズ L 1 0 と両凹形状の負レンズ L 1 1 との接合負レンズと、両凹形状の負レンズ L 1 2 と、両凸形状の正レンズ L 1 3 と両凹形状の負レンズ L 1 4 との接合正レンズと、両凹形状の負レンズ L 1 5 と両凸形状の正レンズ L 1 6 との接合負レンズと、両凸形状の正レンズ L 1 7 と像

側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 1 8との接合正レンズと、両凹形状の負レンズL 1 9と両凸形状の正レンズL 2 0と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 2 1との接合負レンズとからなる。

[0200] 像面I上には、CCDまたはCMOS等から構成された撮像素子（不図示）が配置されている。

[0201] 本実施例の光学系は、合焦群GFを光軸に沿って移動させることにより合焦を行う。合焦群GFは、無限遠に合焦している状態から近距離物体に合焦させる場合、物体側から像側に移動される。

[0202] 本実施例の光学系において、後群GRが有するレンズのうち、正レンズL 1 0と負レンズL 1 1との接合負レンズおよび負レンズL 1 2は、像ブレを補正するために光軸と垂直な方向の成分を有するように移動可能な防振レンズ群として構成される。

[0203] 本実施例の光学系において、正レンズL 1は第1レンズに該当し、正メニスカスレンズL 2は第2レンズに該当する。また、本実施例の光学系において、負レンズL 4は負レンズNに該当し、正レンズL 6は正レンズZに該当する。

[0204] 本実施例の光学系において、d Aは、正メニスカスレンズL 2の像側の面と正レンズL 3の物体側の面との間の光軸上の距離である。また、d G 1は、正レンズL 1の物体側の面と負レンズL 7の像側の面との間の光軸上の距離である。また、d Bは、正レンズL 1の物体側の面と正レンズL 3の物体側の面との間の光軸上の距離である。また、d Nは、正レンズL 1の物体側の面と負レンズL 4の物体側の面との間の光軸上の距離である。

[0205] 以下の表7に、本実施例の光学系の諸元の値を掲げる。

[0206] (表7)

[全体諸元]

f 780.00

Fno 5.80

Bf 72.401

像高 21.700

TL 395.435

2ω 3.14

[レンズ諸元]

| m | r | d | nd | νd |
|-----|-----------|--------|----------|---------|
| 1) | 278.114 | 11.437 | 1.433837 | 95.16 |
| 2) | -9931.397 | 0.536 | | |
| 3) | 118.790 | 17.646 | 1.433837 | 95.16 |
| 4) | 411.233 | 88.454 | | |
| 5) | 80.169 | 11.750 | 1.437001 | 95.10 |
| 6) | -7177.582 | 2.800 | 1.902650 | 35.72 |
| 7) | 70.344 | 1.582 | | |
| 8) | 75.393 | 9.074 | 1.437001 | 95.10 |
| 9) | 609.803 | 23.491 | | |
| 10) | 149.143 | 7.987 | 1.663820 | 27.35 |
| 11) | -111.061 | 1.800 | 1.834810 | 42.73 |
| 12) | 276.625 | 15.689 | | |
| 13> | ∞ | D13 | (開口絞り) | |
| 14) | -2132.794 | 1.400 | 1.487490 | 70.32 |
| 15) | 59.025 | D15 | | |
| 16) | -100.905 | 3.000 | 1.552981 | 55.07 |
| 17) | -67.183 | 1.500 | | |
| 18) | 913.713 | 3.800 | 1.581440 | 40.98 |
| 19) | -64.402 | 1.200 | 1.593190 | 67.90 |
| 20) | 77.939 | 2.700 | | |
| 21) | -251.245 | 1.200 | 1.593490 | 67.00 |
| 22) | 144.773 | 2.000 | | |
| 23) | 48.967 | 7.712 | 1.581440 | 40.98 |

| | | | | |
|-----|----------|-------|----------|-------|
| 24) | -36.112 | 1.600 | 1.593190 | 67.90 |
| 25) | 2585.012 | 8.971 | | |
| 26) | -64.468 | 1.600 | 1.922860 | 20.88 |
| 27) | 41.597 | 7.601 | 1.620040 | 36.40 |
| 28) | -60.377 | 5.315 | | |
| 29) | 118.399 | 9.843 | 1.737999 | 32.33 |
| 30) | -31.787 | 1.600 | 1.593490 | 67.00 |
| 31) | -65.797 | 5.539 | | |
| 32) | -61.040 | 1.600 | 1.883000 | 40.66 |
| 33) | 62.377 | 9.440 | 1.737999 | 32.33 |
| 34) | -36.957 | 1.600 | 1.883000 | 40.66 |
| 35) | -146.016 | Bf | | |

[各群焦点距離データ]

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|-----|----|----------|
| G1 | 1 | 279.705 |
| G1A | 1 | 236.223 |
| G1B | 5 | -511.433 |
| GF | 14 | -117.794 |
| GR | 16 | -437.474 |

[可変間隔データ]

| | 無限遠合焦時 | 近距離物体合焦時 |
|-----|--------|----------|
| D13 | 16.594 | 41.036 |
| D15 | 34.974 | 10.531 |

[0207] 図14は無有限遠物体合焦時における第7実施例の光学系の諸収差図である。

[0208] 各収差図より、本実施例の光学系は、合焦時の収差変動を有効に抑制し、高い光学性能を有していることがわかる。

[0209] (第8実施例)

図15Aは無遠距離物体合焦時における第8実施例の光学系の断面図であり、図15Bは近距離物体合焦時における第8実施例の光学系の断面図である。

[0210] 本実施例の光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する合焦群GFと、負の屈折力を有する後群GRとを有している。開口絞りSは、第1レンズ群G1と、合焦群GFとの間に配置される。第1レンズ群G1は、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて、物体側に配置された正の屈折力を有する第1Aレンズ群G1Aと像側に配置された負の屈折力を有する第1Bレンズ群G1Bとを有する。

[0211] 第1Aレンズ群G1Aは、物体側から順に、両凸形状の正レンズL1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2とからなる。

[0212] 第1Bレンズ群G1Bは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL3と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL4との接合負レンズと、両凸形状の正レンズL5と両凹形状の負レンズL6との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL7と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL8との接合負レンズとからなる。

[0213] 合焦群GFは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9からなる。

[0214] 後群GRは、物体側から順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL10と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL11と両凹形状の負レンズL12との接合負レンズと、両凹形状の負レンズL13と、両凸形状の正レンズL14と両凹形状の負レンズL15との接合正レンズと、両凹形状の負レンズL16と両凸形状の正レンズL17との接合負レンズと、両凸形状の正レンズL18と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL19との接合正レンズと、両凹形状の負レンズL20と両凸形状の正レンズL21と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL22との接合負レンズとからなる。

[0215] 像面I上には、CCDまたはCMOS等から構成された撮像素子（不図示）が配置されている。

[0216] 本実施例の光学系は、合焦群GFを光軸に沿って移動させることにより合

焦を行う。合焦群GFは、無限遠に合焦している状態から近距離物体に合焦させる場合、物体側から像側に移動される。

[0217] 本実施例の光学系において、後群GRが有するレンズのうち、正レンズメニスカスL11と負レンズL12との接合負レンズおよび負レンズL13は、像ブレを補正するために光軸と垂直な方向の成分を有するように移動可能な防振レンズ群として構成される。

[0218] 本実施例の光学系において、正レンズL1は第1レンズに該当し、正メニスカスレンズL2は第2レンズに該当する。また、本実施例の光学系において、負メニスカスレンズL3は負レンズNに該当し、正メニスカスレンズL7は正レンズZに該当する。

[0219] 本実施例の光学系において、 d_A は、正メニスカスレンズL2の像側の面と負メニスカスL3の物体側の面との間の光軸上の距離である。また、 d_{G1} は、正レンズL1の物体側の面と負メニスカスレンズL8の像側の面との間の光軸上の距離である。また、 d_B は、正レンズL1の物体側の面と負メニスカスレンズL3の物体側の面との間の光軸上の距離である。また、 d_N は、正レンズL1の物体側の面と負メニスカスレンズL3の物体側の面との間の光軸上の距離である。

[0220] 以下の表8に、本実施例の光学系の諸元の値を掲げる。

[0221] (表8)

[全体諸元]

f 779.95

Fno 5.80

Bf 76.376

像高 21.700

TL 383.444

2ω 3.14

[レンズ諸元]

| m | r | d | nd | νd |
|---|---|---|----|---------|
|---|---|---|----|---------|

| | | | | |
|-----|-----------|--------|----------|-------|
| 1) | 267.172 | 12.157 | 1.433837 | 95.16 |
| 2) | -3942.417 | 0.536 | | |
| 3) | 129.878 | 14.435 | 1.433837 | 95.16 |
| 4) | 334.092 | 69.154 | | |
| 5) | 130.441 | 3.000 | 1.883000 | 40.66 |
| 6) | 71.048 | 15.415 | 1.437001 | 95.10 |
| 7) | 408.661 | 1.000 | | |
| 8) | 90.710 | 16.409 | 1.437001 | 95.10 |
| 9) | -185.763 | 2.800 | 1.487490 | 70.32 |
| 10) | 138.066 | 19.365 | | |
| 11) | 88.996 | 5.626 | 1.663820 | 27.35 |
| 12) | 214.056 | 2.100 | 1.883000 | 40.66 |
| 13) | 78.689 | 29.715 | | |
| 14> | ∞ | D14 | (開口絞り) | |
| 15) | 16674.224 | 1.400 | 1.487490 | 70.32 |
| 16) | 64.208 | D16 | | |
| 17) | -116.010 | 3.000 | 1.552981 | 55.07 |
| 18) | -69.086 | 1.500 | | |
| 19) | -644.448 | 4.500 | 1.612660 | 44.46 |
| 20) | -48.050 | 1.200 | 1.593190 | 67.90 |
| 21) | 72.757 | 2.700 | | |
| 22) | -880.699 | 1.200 | 1.593490 | 67.00 |
| 23) | 104.682 | 2.000 | | |
| 24) | 40.326 | 7.576 | 1.581440 | 40.98 |
| 25) | -39.781 | 1.600 | 1.593190 | 67.90 |
| 26) | 960.480 | 2.513 | | |
| 27) | -280.010 | 1.600 | 1.922860 | 20.88 |
| 28) | 34.990 | 5.733 | 1.620040 | 36.40 |

| | | | | |
|-----|----------|-------|----------|-------|
| 29) | -146.116 | 9.399 | | |
| 30) | 73.204 | 7.919 | 1.620040 | 36.40 |
| 31) | -32.773 | 1.600 | 1.593190 | 67.90 |
| 32) | -531.178 | 2.818 | | |
| 33) | -112.016 | 1.600 | 1.883000 | 40.66 |
| 34) | 37.168 | 9.936 | 1.737999 | 32.33 |
| 35) | -32.206 | 1.600 | 1.883000 | 40.66 |
| 36) | -153.819 | Bf | | |

[各群焦点距離データ]

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|-----|----|----------|
| G1 | 1 | 271.114 |
| G1A | 1 | 262.482 |
| G1B | 5 | -704.528 |
| GF | 15 | -132.223 |
| GR | 17 | -196.255 |

[可変間隔データ]

| | 無限遠合焦時 | 近距離物体合焦時 |
|-----|--------|----------|
| D14 | 14.482 | 39.187 |
| D16 | 29.480 | 4.775 |

[0222] 図16は無有限遠物体合焦時における第8実施例の光学系の諸収差図である。

[0223] 各収差図より、本実施例の光学系は、合焦時の収差変動を有効に抑制し、高い光学性能を有していることがわかる。

[0224] (第9実施例)

図17Aは無有限遠物体合焦時における第9実施例の光学系の断面図であり、図17Bは近距離物体物体合焦時における第9実施例の光学系の断面図である。

[0225] 本実施例の光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群

G 1 と、負の屈折力を有する合焦群 G F と、負の屈折力を有する後群 G R とを有している。開口絞り S は、合焦群 G F と、後群 G R との間に配置される。第 1 レンズ群 G 1 は、第 1 レンズ群内で最も大きな空気間隔 A を隔てて、物体側に配置された正の屈折力を有する第 1 A レンズ群 G 1 A と像側に配置された負の屈折力を有する第 1 B レンズ群 G 1 B とを有する。

[0226] 第 1 A レンズ群 G 1 A は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 2 とからなる。

[0227] 第 1 B レンズ群 G 1 B は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 3 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 4 との接合負レンズと、両凸形状の正レンズ L 5 と両凹形状の負レンズ L 6 との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 7 と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 8 との接合負レンズとからなる。

[0228] 合焦群 G F は、両凹形状の負レンズ L 9 からなる。

[0229] 後群 G R は、物体側から順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 10 と、両凸形状の正レンズ L 11 と両凹形状の負レンズ L 12 との接合負レンズと、両凹形状の負レンズ L 13 と、両凸形状の正レンズ L 14 と両凹形状の負レンズ L 15 との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 16 と両凸形状の正レンズ L 17 との接合負レンズと、両凸形状の正レンズ L 18 と両凹形状の負レンズ L 19 との接合正レンズと、両凹形状の負レンズ L 20 と両凸形状の正レンズ L 21 と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 22 との接合負レンズとからなる。

[0230] 像面 I 上には、CCD または CMOS 等から構成された撮像素子（不図示）が配置されている。

[0231] 本実施例の光学系は、合焦群 G F を光軸に沿って移動させることにより合焦を行う。合焦群 G F は、無限遠に合焦している状態から近距離物体に合焦させる場合、物体側から像側に移動される。

[0232] 本実施例の光学系において、後群 G R が有するレンズのうち、正レンズ L

1 1 と負レンズ L 1 2 との接合負レンズおよび負レンズ L 1 3 は、像ブレを補正するために光軸と垂直な方向の成分を有するように移動可能な防振レンズ群として構成される。

[0233] 本実施例の光学系において、正メニスカスレンズ L 1 は第 1 レンズに該当し、正メニスカスレンズ L 2 は第 2 レンズに該当する。また、本実施例の光学系において、負メニスカスレンズ L 3 は負レンズ N に該当し、正メニスカスレンズ L 7 は正レンズ Z に該当する。

[0234] 本実施例の光学系において、d A は、正メニスカスレンズ L 2 の像側の面と負メニスカス L 3 の物体側の面との間の光軸上の距離である。また、d G 1 は、正メニスカスレンズ L 1 の物体側の面と負メニスカスレンズ L 8 の像側の面との間の光軸上の距離である。また、d B は、正メニスカスレンズ L 1 の物体側の面と負メニスカスレンズ L 3 の物体側の面との間の光軸上の距離である。また、d N は、正メニスカスレンズ L 1 の物体側の面と負メニスカスレンズ L 3 の物体側の面との間の光軸上の距離である。

[0235] 以下の表 9 に、本実施例の光学系の諸元の値を掲げる。

[0236] (表 9)

[全体諸元]

f 779.97
 Fno 6.40
 Bf 79.800
 像高 21.700
 TL 399.450
 2ω 3.15

[レンズ諸元]

| m | r | d | nd | νd |
|----|----------|--------|----------|---------|
| 1) | 255.258 | 9.091 | 1.537750 | 74.70 |
| 2) | 1685.759 | 0.500 | | |
| 3) | 138.346 | 12.666 | 1.433837 | 95.16 |

| | | | | |
|-----|-----------|--------|----------|-------|
| 4) | 418.938 | 72.302 | | |
| 5) | 177.080 | 3.000 | 1.883000 | 40.66 |
| 6) | 76.888 | 13.971 | 1.437001 | 95.10 |
| 7) | 2084.544 | 1.000 | | |
| 8) | 95.651 | 14.302 | 1.437001 | 95.10 |
| 9) | -201.556 | 2.800 | 1.487490 | 70.32 |
| 10) | 121.665 | 9.654 | | |
| 11) | 151.928 | 5.707 | 1.663820 | 27.35 |
| 12) | 1406.765 | 2.100 | 1.902650 | 35.72 |
| 13) | 183.823 | D13 | | |
| 14) | -1678.708 | 1.300 | 1.487490 | 70.32 |
| 15) | 76.764 | D15 | | |
| 16> | ∞ | 19.548 | (開口絞り) | |
| 17) | -279.837 | 3.000 | 1.487490 | 70.32 |
| 18) | -80.022 | 1.500 | | |
| 19) | 412.066 | 3.500 | 1.612660 | 44.46 |
| 20) | -55.502 | 1.200 | 1.593190 | 67.90 |
| 21) | 63.474 | 2.700 | | |
| 22) | -284.371 | 1.200 | 1.593490 | 67.00 |
| 23) | 84.284 | 2.000 | | |
| 24) | 38.563 | 7.200 | 1.581440 | 40.98 |
| 25) | -69.150 | 1.400 | 1.593190 | 67.90 |
| 26) | 285.565 | 2.553 | | |
| 27) | 348.792 | 1.400 | 1.922860 | 20.88 |
| 28) | 31.874 | 6.500 | 1.620040 | 36.40 |
| 29) | -610.498 | 9.220 | | |
| 30) | 59.656 | 9.000 | 1.620040 | 36.40 |
| 31) | -34.040 | 1.400 | 1.593190 | 67.90 |

| | | | | |
|-----|---------|-------|----------|-------|
| 32) | 549.515 | 4.295 | | |
| 33) | -54.352 | 1.400 | 1.883000 | 40.66 |
| 34) | 60.916 | 9.500 | 1.737999 | 32.33 |
| 35) | -29.296 | 1.400 | 1.883000 | 40.66 |
| 36) | -73.592 | Bf | | |

[各群焦点距離データ]

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|-----|----|-----------|
| G1 | 1 | 266.946 |
| G1A | 1 | 255.843 |
| G1B | 5 | -1307.740 |
| GF | 14 | -150.545 |
| GR | 17 | -208.953 |

[可変間隔データ]

| | 無限遠合焦時 | 近距離物体合焦時 |
|-----|--------|----------|
| D13 | 51.181 | 73.947 |
| D15 | 30.161 | 7.394 |

[0237] 図18は無限遠物体合焦時における第9実施例の光学系の諸収差図である。

[0238] 各収差図より、本実施例の光学系は、合焦時の収差変動を有効に抑制し、高い光学性能を有していることがわかる。

[0239] (第10実施例)

図19Aは無限遠物体合焦時における第10実施例の光学系の断面図であり、図19Bは近距離物体物体合焦時における第10実施例の光学系の断面図である。

[0240] 本実施例の光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する合焦群GFと、負の屈折力を有する後群GRとを有している。開口絞りSは、第1レンズ群G1と、合焦群GFとの間に配置される。第1レンズ群G1は、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを

隔てて、物体側に配置された正の屈折力を有する第1 Aレンズ群G 1 Aと像側に配置された負の屈折力を有する第1 Bレンズ群G 1 Bとを有する。

- [0241] 第1 Aレンズ群G 1 Aは、物体側から順に、両凸形状の正レンズL 1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 2とからなる。
- [0242] 第1 Bレンズ群G 1 Bは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 3と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 4との接合負レンズと、両凸形状の正レンズL 5と両凹形状の負レンズL 6との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 7と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 8との接合負レンズとからなる。
- [0243] 合焦群G Fは、両凹形状の負レンズL 9からなる。
- [0244] 後群G Rは、物体側から順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 10と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 11と両凹形状の負レンズL 12との接合負レンズと、両凹形状の負レンズL 13と、両凸形状の正レンズL 14と両凹形状の負レンズL 15との接合正レンズと、両凹形状の負レンズL 16と両凸形状の正レンズL 17との接合負レンズと、両凸形状の正レンズL 18と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 19との接合正レンズと、両凹形状の負レンズL 20と両凸形状の正レンズL 21と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 22との接合負レンズとからなる。
- [0245] 像面I上には、CCDまたはCMOS等から構成された撮像素子（不図示）が配置されている。
- [0246] 本実施例の光学系は、合焦群G Fを光軸に沿って移動させることにより合焦を行う。合焦群G Fは、無限遠に合焦している状態から近距離物体に合焦させる場合、物体側から像側に移動される。
- [0247] 本実施例の光学系において、後群G Rが有するレンズのうち、正メニスカスレンズL 11と負レンズL 12との接合負レンズおよび負レンズL 13は、像ブレを補正するために光軸と垂直な方向の成分を有するように移動可能な防振レンズ群として構成される。
- [0248] 本実施例の光学系において、正レンズL 1は第1レンズに該当し、正メニ

スカスレンズL 2は第2レンズに該当する。また、本実施例の光学系において、負メニスカスレンズL 3は負レンズNに該当し、正メニスカスレンズL 8は正レンズZに該当する。

[0249] 本実施例の光学系において、 d_A は、正メニスカスレンズL 2の像側の面と負メニスカスL 3の物体側の面との間の光軸上の距離である。また、 d_G 1は、正レンズL 1の物体側の面と正メニスカスレンズL 8の像側の面との間の光軸上の距離である。また、 d_B は、正レンズL 1の物体側の面と負メニスカスレンズL 3の物体側の面との間の光軸上の距離である。また、 d_N は、正レンズL 1の物体側の面と負メニスカスレンズL 3の物体側の面との間の光軸上の距離である。

[0250] 以下の表10に、本実施例の光学系の諸元の値を掲げる。

[0251] (表10)

[全体諸元]

f 780.00
 Fno 8.00
 Bf 92.159
 像高 21.700
 TL 351.452
 2ω 3.13

[レンズ諸元]

| m | r | d | nd | νd |
|----|------------|--------|----------|---------|
| 1) | 195.329 | 8.988 | 1.433837 | 95.16 |
| 2) | -26364.519 | 0.500 | | |
| 3) | 109.812 | 9.691 | 1.433837 | 95.16 |
| 4) | 284.676 | 60.820 | | |
| 5) | 114.988 | 2.700 | 1.883000 | 40.66 |
| 6) | 58.226 | 9.887 | 1.437001 | 95.10 |
| 7) | 257.690 | 1.000 | | |

| | | | | |
|-----|-----------|--------|----------|-------|
| 8) | 82.822 | 10.837 | 1.437001 | 95.10 |
| 9) | -150.828 | 2.500 | 1.487490 | 70.32 |
| 10) | 114.026 | 9.268 | | |
| 11) | 69.040 | 1.800 | 1.883000 | 40.66 |
| 12) | 52.239 | 4.278 | 1.663820 | 27.35 |
| 13) | 68.880 | 36.122 | | |
| 14> | ∞ | D14 | (開口絞り) | |
| 15) | -6404.001 | 1.400 | 1.487490 | 70.32 |
| 16) | 60.905 | D16 | | |
| 17) | -62.158 | 3.000 | 1.487490 | 70.32 |
| 18) | -50.943 | 1.500 | | |
| 19) | -348.240 | 3.500 | 1.612660 | 44.46 |
| 20) | -40.905 | 1.200 | 1.593190 | 67.90 |
| 21) | 107.146 | 2.700 | | |
| 22) | -282.696 | 1.200 | 1.593490 | 67.00 |
| 23) | 118.438 | 2.000 | | |
| 24) | 34.139 | 6.300 | 1.581440 | 40.98 |
| 25) | -31.938 | 1.400 | 1.593190 | 67.90 |
| 26) | 86.990 | 3.741 | | |
| 27) | -81.495 | 1.400 | 1.922860 | 20.88 |
| 28) | 36.499 | 6.000 | 1.620040 | 36.40 |
| 29) | -51.643 | 4.422 | | |
| 30) | 70.463 | 7.000 | 1.664460 | 35.87 |
| 31) | -28.039 | 1.400 | 1.593190 | 67.90 |
| 32) | -52.198 | 2.000 | | |
| 33) | -52.381 | 1.400 | 1.883000 | 40.66 |
| 34) | 27.748 | 9.000 | 1.737999 | 32.33 |
| 35) | -26.889 | 1.400 | 1.883000 | 40.66 |

36) -195.546 Bf

[各群焦点距離データ]

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|-----|----|----------|
| G1 | 1 | 232.062 |
| G1A | 1 | 213.189 |
| G1B | 5 | -700.761 |
| GF | 15 | -123.749 |
| GR | 17 | -139.187 |

[可変間隔データ]

| | 無限遠合焦時 | 近距離物体合焦時 |
|-----|--------|----------|
| D14 | 14.926 | 33.005 |
| D16 | 24.011 | 5.933 |

[0252] 図20は無限遠物体合焦時における第10実施例の光学系の諸収差図である。

[0253] 各収差図より、本実施例の光学系は、合焦時の収差変動を有効に抑制し、高い光学性能を有していることがわかる。

[0254] (第11実施例)

図21Aは無限遠物体合焦時における第11実施例の光学系の断面図であり、図21Bは近距離物体物体合焦時における第11実施例の光学系の断面図である。

[0255] 本実施例の光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する合焦群GFと、負の屈折力を有する後群GRとを有している。開口絞りSは、第1レンズ群G1と、合焦群GFとの間に配置される。第1レンズ群G1は、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて、物体側に配置された正の屈折力を有する第1Aレンズ群G1Aと像側に配置された正の屈折力を有する第1Bレンズ群G1Bとを有する。

[0256] 第1Aレンズ群G1Aは、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL1からなる。

- [0257] 第1 Bレンズ群G 1 Bは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 2と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 3との接合正レンズと、両凸形状の正レンズL 4と両凹形状の負レンズL 5との接合負レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 6とからなる。
- [0258] 合焦群G Fは、両凹形状の負レンズL 7からなる。
- [0259] 後群G Rは、物体側から順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 8と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 9と両凹形状の負レンズL 10との接合負レンズと、像側に凹面を向けた平凹形状の負レンズL 11と、両凸形状の正レンズL 12と両凹形状の負レンズL 13との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 14と両凸形状の正レンズL 15との接合負レンズと、両凸形状の正レンズL 16と両凹形状の負レンズL 17との接合正レンズと、両凹形状の負レンズL 18と両凸形状の正レンズL 19と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 20との接合負レンズとからなる。
- [0260] 像面I上には、CCDまたはCMOS等から構成された撮像素子（不図示）が配置されている。
- [0261] 本実施例の光学系は、合焦群G Fを光軸に沿って移動させることにより合焦を行う。合焦群G Fは、無限遠に合焦している状態から近距離物体に合焦させる場合、物体側から像側に移動される。
- [0262] 本実施例の光学系において、後群G Rが有するレンズのうち、正メニスカスレンズL 9と負レンズL 10との接合負レンズおよび負レンズL 11は、像ブレを補正するために光軸と垂直な方向の成分を有するように移動可能な防振レンズ群として構成される。
- [0263] 本実施例の光学系において、正メニスカスレンズL 1は第1レンズに該当する。また、本実施例の光学系において、負メニスカスレンズL 2は負レンズNに該当し、正メニスカスレンズL 6は正レンズZに該当する。
- [0264] 本実施例の光学系において、d Aは、正メニスカスレンズL 1の像側の面と負メニスカスL 2の物体側の面との間の光軸上の距離である。また、d G

1 は、正メニスカスレンズL 1 の物体側の面と正メニスカスレンズL 6 の像側の面との間の光軸上の距離である。また、 d_B は、正メニスカスレンズL 1 の物体側の面と負メニスカスレンズL 2 の物体側の面との間の光軸上の距離である。また、 d_N は、正メニスカスレンズL 1 の物体側の面と負メニスカスレンズL 2 の物体側の面との間の光軸上の距離である。

[0265] 以下の表 1 1 に、本実施例の光学系の諸元の値を掲げる。

[0266] (表 1 1)

[全体諸元]

f 779.95
 Fno 8.00
 Bf 87.483
 像高 21.700
 TL 399.482
 2ω 3.14

[レンズ諸元]

| m | r | d | nd | νd |
|-----|-----------|--------|----------|---------|
| 1) | 136.085 | 11.698 | 1.433837 | 95.16 |
| 2) | 2886.820 | 93.585 | | |
| 3) | 84.536 | 3.000 | 1.900430 | 37.37 |
| 4) | 57.130 | 11.614 | 1.437001 | 95.10 |
| 5) | 342.893 | 1.000 | | |
| 6) | 77.480 | 12.561 | 1.496997 | 81.61 |
| 7) | -125.841 | 2.800 | 1.589130 | 61.22 |
| 8) | 56.630 | 2.000 | | |
| 9) | 49.759 | 4.345 | 1.663820 | 27.35 |
| 10) | 60.512 | 51.451 | | |
| 11> | ∞ | D11 | (開口絞り) | |
| 12) | -1013.842 | 1.400 | 1.487490 | 70.32 |

| | | | | |
|-----|-----------|--------|----------|-------|
| 13) | 88.130 | D13 | | |
| 14) | -77.126 | 3.000 | 1.487490 | 70.32 |
| 15) | -53.565 | 2.000 | | |
| 16) | -3867.417 | 4.000 | 1.617720 | 49.81 |
| 17) | -42.148 | 1.200 | 1.593190 | 67.90 |
| 18) | 116.314 | 1.200 | | |
| 19) | ∞ | 1.200 | 1.593490 | 67.00 |
| 20) | 81.561 | 3.000 | | |
| 21) | 40.019 | 6.700 | 1.531720 | 48.78 |
| 22) | -37.697 | 1.500 | 1.593190 | 67.90 |
| 23) | 238.406 | 3.118 | | |
| 24) | 345.221 | 1.500 | 1.922860 | 20.88 |
| 25) | 38.137 | 5.300 | 1.603420 | 38.03 |
| 26) | -123.170 | 14.480 | | |
| 27) | 62.684 | 6.500 | 1.620040 | 36.40 |
| 28) | -35.175 | 1.500 | 1.593190 | 67.90 |
| 29) | 189.726 | 4.455 | | |
| 30) | -79.833 | 1.500 | 1.883000 | 40.66 |
| 31) | 36.649 | 8.000 | 1.737999 | 32.33 |
| 32) | -30.820 | 1.500 | 1.883000 | 40.66 |
| 33) | -167.720 | Bf | | |

[各群焦点距離データ]

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|-----|----|----------|
| G1 | 1 | 277.319 |
| G1A | 1 | 328.772 |
| G1B | 3 | 7228.305 |
| GF | 12 | -166.256 |
| GR | 14 | -168.016 |

[可変間隔データ]

| | 無限遠合焦時 | 近距離物体合焦時 |
|-----|--------|----------|
| D11 | 13.975 | 40.029 |
| D13 | 30.918 | 4.865 |

[0267] 図 2 2 は無限遠物体合焦時における第 1 1 実施例の光学系の諸収差図である。

[0268] 各収差図より、本実施例の光学系は、合焦時の収差変動を有効に抑制し、高い光学性能を有していることがわかる。

[0269] 上記各実施例によれば、小型かつ軽量であって良好な結像性能を有する光学系を実現することができる。

[0270] 以下に、条件式一覧および各実施例の条件式対応値を示す。

[0271] FNoは無限遠合焦時における光学系のF値であり、TLは無限遠合焦時における光学系の光学全長であり、fは無限遠合焦時における光学系の焦点距離である。dAは空気間隔Aの光軸上の距離であり、dG1は第1レンズ群の光軸上の距離である。dNは光学系の最も物体側面から負レンズNの物体側面までの光軸上の距離である。f1Aは第1Aレンズ群の焦点距離であり、f1Bは第1Bレンズ群の焦点距離である。dBは光学系の最も物体側の面から第1Bレンズ群の最も物体側の面までの光軸上の距離である。fL1は最も物体側に配置される第1レンズの焦点距離であり、fL2は物体側から2番目に配置される第2レンズの焦点距離である。 ν_{d1Amax} は第1Aレンズ群に含まれるレンズのd線を基準とするアッベ数の最大値であり、 ν_{dLZ} は正レンズZのd線を基準とするアッベ数である。 ν_{d1Aave} は第1Aレンズ群に含まれるレンズのd線を基準とするアッベ数の平均値である。

[0272] n_{dLZ} は正レンズZのd線に対する屈折率であり、 θ_{gFLZ} は正レンズZの部分分散比であり、正レンズZのg線に対する屈折率を n_{gLZ} とし、正レンズZのF線に対する屈折率を n_{FLZ} とし、正レンズZのC線に対する屈折率を n_{CLZ} としたとき、次式で定義される。

$$\theta_{gFLZ} = (n_{gLZ} - n_{FLZ}) / (n_{FLZ} - n_{CLZ})$$

[0273] L1R1は最も物体側に配置される第1レンズの物体側の面の曲率半径であり、L1R2は第1レンズの像側の面の曲率半径である。L2R1は物体側から2番目に配置される第2レンズの物体側面の曲率半径であり、L2R2は第2レンズの像側面の曲率半径である。f1は第1レンズ群の焦点距離である。fFは合焦群の焦点距離である。fRは後群の焦点距離である。dFは光学系の最も物体側の面から合焦群の最も物体側の面までの光軸上の距離である。 ν dFaveは合焦群に含まれるレンズのd線を基準とするアッベ数の平均である。 2ω は光学系の全画角である。BFは光学系のバックフォーカスである。

[0274] [条件式一覧]

- (1) $Fno * (TL / f)^2$
- (2) $dA / dG1$
- (3) TL / f
- (4) dN / TL
- (5) $f1A / f1B$
- (6) $f1A / f$
- (7) $dB / dG1$
- (8) $fL1 / fL2$
- (9) $\nu d1Amax - \nu dLZ$
- (10) $\nu d1Aave$
- (11) $ndLZ + (0.01425 * \nu dLZ)$
- (12) νdLZ
- (13) $\theta gFLZ + (0.00316 * \nu dLZ)$
- (14) $(L1R2 + L1R1) / (L1R2 - L1R1)$
- (15) $(L2R2 + L2R1) / (L2R2 - L2R1)$
- (16) $f1 / f$
- (17) $(-fF) / f1$
- (18) $(-fF) / fR$
- (19) dF / TL

(20) ν dFave(21) 2ω

(22) Bf / f

[0275] [条件式対応値]

| | 実施例 1 | 実施例 2 | 実施例 3 | 実施例 4 | 実施例 5 | 実施例 6 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| (1) | 1.742 | 1.928 | 1.792 | 1.860 | 1.877 | 1.597 |
| (2) | 0.384 | 0.467 | 0.456 | 0.444 | 0.358 | 0.479 |
| (3) | 0.652 | 0.686 | 0.624 | 0.568 | 0.570 | 0.525 |
| (4) | 0.281 | 0.311 | 0.308 | 0.257 | 0.276 | 0.295 |
| (5) | -0.374 | -0.090 | -0.055 | -0.493 | -0.353 | -0.360 |
| (6) | 0.353 | 0.415 | 0.379 | 0.287 | 0.295 | 0.309 |
| (7) | 0.617 | 0.642 | 0.626 | 0.640 | 0.561 | 0.646 |
| (8) | 1.429 | 1.603 | 1.953 | 1.415 | 2.670 | 1.785 |
| (9) | 67.75 | 67.81 | 67.75 | 67.75 | 67.81 | 67.81 |
| (10) | 84.90 | 84.93 | 84.90 | 88.36 | 82.53 | 84.93 |
| (11) | 2.054 | 2.054 | 2.054 | 2.054 | 2.054 | 2.054 |
| (12) | 27.35 | 27.35 | 27.35 | 27.35 | 27.35 | 27.35 |
| (13) | 0.120 | 0.120 | 0.120 | 0.120 | 0.120 | 0.120 |
| (14) | 1.145 | 1.417 | 1.111 | 1.065 | 0.817 | 1.565 |
| (15) | 1.590 | 1.533 | 1.415 | 1.732 | 1.328 | 1.680 |
| (16) | 0.417 | 0.432 | 0.385 | 0.362 | 0.363 | 0.355 |
| (17) | 0.654 | 0.544 | 0.599 | 0.543 | 0.630 | 0.452 |
| (18) | -0.233 | 0.050 | -0.203 | -0.104 | -0.429 | -0.337 |
| (19) | 0.437 | 0.481 | 0.486 | 0.429 | 0.434 | 0.499 |
| (20) | 81.61 | 81.61 | 81.61 | 81.61 | 81.61 | 81.61 |
| (21) | 8.43 | 6.30 | 6.30 | 6.35 | 5.05 | 4.20 |
| (22) | 0.122 | 0.156 | 0.142 | 0.140 | 0.108 | 0.099 |

[0276] 実施例 7 実施例 8 実施例 9 実施例 10 実施例 11

| | | | | | |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| (1) | 1.490 | 1.402 | 1.679 | 1.624 | 2.099 |
| (2) | 0.501 | 0.427 | 0.492 | 0.497 | 0.656 |
| (3) | 0.507 | 0.492 | 0.512 | 0.451 | 0.512 |
| (4) | 0.328 | 0.251 | 0.237 | 0.228 | 0.264 |
| (5) | -0.462 | -0.373 | -0.196 | -0.304 | 0.045 |
| (6) | 0.303 | 0.337 | 0.328 | 0.273 | 0.422 |
| (7) | 0.669 | 0.594 | 0.643 | 0.654 | 0.738 |
| (8) | 1.650 | 1.204 | 1.188 | 1.103 | (N/A) |
| (9) | 67.81 | 67.81 | 67.81 | 67.81 | 67.81 |
| (10) | 95.16 | 95.16 | 84.93 | 95.16 | 95.16 |
| (11) | 2.054 | 2.054 | 2.054 | 2.054 | 2.054 |
| (12) | 27.35 | 27.35 | 27.35 | 27.35 | 27.35 |
| (13) | 0.120 | 0.120 | 0.120 | 0.120 | 0.120 |
| (14) | 0.946 | 0.873 | 1.357 | 0.985 | 1.099 |
| (15) | 1.812 | 2.272 | 1.986 | 2.256 | (N/A) |
| (16) | 0.359 | 0.348 | 0.342 | 0.298 | 0.356 |
| (17) | 0.421 | 0.488 | 0.564 | 0.533 | 0.600 |
| (18) | -0.269 | -0.674 | -0.720 | -0.889 | -0.990 |
| (19) | 0.528 | 0.538 | 0.496 | 0.493 | 0.521 |
| (20) | 70.32 | 70.32 | 70.32 | 70.32 | 70.32 |
| (21) | 3.14 | 3.14 | 3.15 | 3.13 | 3.14 |
| (22) | 0.093 | 0.098 | 0.102 | 0.118 | 0.112 |

[0277] 上記各実施例は、本発明の一具体例を示しているものであり、本発明はこれらに限定されない。以下の内容は、本願の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。

[0278] また、上記各実施例の光学系を構成するレンズのレンズ面に、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よい。これにより、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ことができる。

[0279] 次に、本実施形態の光学系を備えたカメラを、図23に基づいて説明する。

図23は、本実施形態の光学系を備えたカメラの模式図である。

[0280] カメラ1は、撮影レンズ2として上記第1実施例に係る光学系を備えたレンズ交換式カメラである。

[0281] 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、クイックリターンミラー3を介して焦点板4に結像される。焦点板4に結像された光は、ペンタプリズム5内で複数回反射されて接眼レンズ6へ導かれる。これにより、アイポイントEPに眼を位置させた撮影者は、被写体像を正立像として観察することができる。

[0282] また、撮影者によって不図示のリリースボタンが押されると、クイックリターンミラー3が光路外へ退避し、不図示の被写体からの光は撮像素子7へ到達する。これにより被写体からの光は、撮像素子7によって撮像され、被写体画像として不図示のメモリに記憶される。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。

[0283] ここで、カメラ1に撮影レンズ2として搭載した上記第1実施例の光学系は、小型かつ軽量であって良好な結像性能を有する光学系である。したがって、カメラ1は小型で良好な光学性能を実現することができる。なお、上記第2～第11実施例の光学系を撮影レンズ2として搭載したカメラを構成しても、カメラ1と同様の効果を奏することができる。

[0284] 最後に、本実施形態の光学系の製造方法の概略を、図24および図25に基づいて説明する。

図24は、本実施形態の光学系の製造方法の概略を示す第1のフローチャートである。

[0285] 図24に示す本実施形態の光学系の製造方法は、複数のレンズからなる光学系の製造方法であって、以下のステップS11、S12およびS13を含む。

[0286] ステップS11：物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、

合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とを配置する。

[0287] ステップS 1 2 : 第 1 レンズ群内で最も大きな空気間隔 A を隔てて物体側に、第 1 A レンズ群を配置する。

[0288] ステップS 1 3 : 光学系が所定の条件式をすべて満足するようにする。

$$(1) 1.00 < FN_o \times (TL/f)^2 < 2.50$$

$$(2) 0.30 < dA/dG1 < 0.85$$

但し、

FN_o : 無限遠合焦時における光学系の F 値

TL : 無限遠合焦時における光学系の光学全長

f : 無限遠合焦時における光学系の焦点距離

dA : 空気間隔 A の光軸上の距離

dG1 : 第 1 レンズ群の光軸上の距離

[0289] かかる本実施形態の光学系の製造方法によれば、小型かつ軽量であって良好な結像性能を有する光学系を製造することができる。

[0290] 図 2 5 は、本実施形態の光学系の製造方法の概略を示す第 2 のフローチャートである。

[0291] 図 2 5 に示す本実施形態の光学系の製造方法は、複数のレンズからなる光学系の製造方法であって、以下のステップ S 2 1、S 2 2 および S 2 3 を含む。

[0292] ステップS 2 1 : 複数のレンズを準備する。

[0293] ステップS 2 2 : 物体側から順に、少なくとも 1 枚の正レンズ成分と負レンズNとを配置する。

[0294] ステップS 2 3 : 光学系が所定の条件式をすべて満足するようにする。

$$(1) 1.00 < FN_o \times (TL/f)^2 < 2.50$$

$$(4) 0.18 < dN/TL < 0.45$$

但し、

FN_o : 無限遠合焦時における光学系の F 値

TL : 無限遠合焦時における光学系の光学全長

f : 無限遠合焦時における光学系の焦点距離

d N : 光学系の最も物体側面から負レンズNの物体側面までの光軸上の距離

[0295] かかる本実施形態の光学系の製造方法によれば、小型かつ軽量であって良好な結像性能を有する光学系を製造することができる。

[0296] 当業者は、本発明の精神および範囲から外れることなく、種々の変更、置換および修正をこれに加えることが可能であることを理解されたい。

符号の説明

- [0297] S 開口絞り
I 像面
1 カメラ
2 撮影レンズ
7 撮像素子

請求の範囲

[請求項1]

物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、
 合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、
 前記第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて物体側に配置
 されたレンズ群を第1Aレンズ群とし、

以下の条件式のすべてを満足する光学系。

$$1. \quad 0.0 < FNo \times (TL/f)^2 < 2.50$$

$$0.30 < dA/dG1 < 0.85$$

但し、

FNo : 無限遠合焦時における前記光学系のF値

TL : 無限遠合焦時における前記光学系の光学全長

f : 無限遠合焦時における前記光学系の焦点距離

dA : 前記空気間隔Aの光軸上の距離

dG1 : 前記第1レンズ群の光軸上の距離

[請求項2]

物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、
 合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、
 前記第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて物体側に配置
 されたレンズ群を第1Aレンズ群とし、

以下の条件式のすべてを満足する光学系。

$$0.30 < TL/f < 0.80$$

$$0.30 < dA/dG1 < 0.85$$

但し、

TL : 無限遠合焦時における前記光学系の光学全長

f : 無限遠合焦時における前記光学系の焦点距離

dA : 前記空気間隔Aの光軸上の距離

dG1 : 前記第1レンズ群の光軸上の距離

[請求項3]

複数のレンズからなる光学系であって、

物体側から順に少なくとも1枚の正レンズ成分と負レンズNとを有

し、

以下の条件式をすべて満足する光学系。

$$1.00 < FNo \times (TL/f)^2 < 2.50$$

$$0.18 < dN/TL < 0.45$$

但し、

FNo : 無限遠合焦時における前記光学系のF値

TL : 無限遠合焦時における前記光学系の光学全長

f : 無限遠合焦時における前記光学系の焦点距離

dN : 前記光学系の最も物体側の面から前記負レンズNの物体側の面までの光軸上の距離

[請求項4]

複数のレンズからなる光学系であって、

最も物体側に正レンズ成分を有し、

前記正レンズ成分より像側に配置された負レンズのうち最も物体側に配置された負レンズNを有し、

以下の条件式をすべて満足する光学系。

$$1.00 < FNo \times (TL/f)^2 < 2.50$$

$$0.18 < dN/TL < 0.45$$

但し、

FNo : 無限遠合焦時における前記光学系のF値

TL : 無限遠合焦時における前記光学系の光学全長

f : 無限遠合焦時における前記光学系の焦点距離

dN : 前記光学系の最も物体側の面から前記負レンズNの物体側の面までの光軸上の距離

[請求項5]

物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、

前記第1レンズ群は、前記第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて物体側に配置された第1Aレンズ群を有し、

以下の条件式を満足する請求項3または4に記載の光学系。

$$0.30 < dA/dG1 < 0.85$$

但し、

dA : 前記空気間隔 A の光軸上の距離

$dG1$: 前記第 1 レンズ群の光軸上の距離

[請求項6] 最も物体側に第 1 レンズ群を有し、以下の条件式を満足する請求項 3-5 のいずれか一項に記載の光学系。

$$0.30 < TL/f < 0.80$$

[請求項7] 前記第 1 レンズ群は、前記正レンズ成分と前記負レンズ N とを有する請求項 5 または 6 に記載の光学系。

[請求項8] 物体側から順に、第 1 レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、

前記第 1 レンズ群は、前記第 1 レンズ群内で最も大きな空気間隔 A を隔てて、物体側に配置された第 1 A レンズ群と像側に配置された第 1 B レンズ群とを有し、

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。

$$-2.00 < f1A/f1B < 0.30$$

但し、

$f1A$: 第 1 A レンズ群の焦点距離

$f1B$: 第 1 B レンズ群の焦点距離

[請求項9] 物体側から順に、第 1 レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、

前記第 1 レンズ群は、前記第 1 レンズ群内で最も大きな空気間隔 A を隔てて物体側に配置された第 1 A レンズ群を有し、

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。

$$0.10 < f1A/f < 0.60$$

但し、

f_{1A} : 前記第1 Aレンズ群の焦点距離

[請求項10]

物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、

前記第1レンズ群は、前記第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて像側に配置された第1 Bレンズ群を有し、

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。

$$0.40 < d_B / d_{G1} < 0.85$$

但し、

d_B : 前記光学系の最も物体側面から前記第1 Bレンズ群の物体側面までの光軸上の距離

d_{G1} : 前記第1レンズ群の光軸上の距離

[請求項11]

物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、

前記第1レンズ群は、前記第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて物体側に配置された第1 Aレンズ群を有し、

前記第1 Aレンズ群は2枚以下の正レンズからなる請求項1-10のいずれか一項に記載の光学系。

[請求項12]

物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、前記第1レンズ群は、前記第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて物体側に配置された第1 Aレンズ群を有し、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。

$$0.80 < f_{L1} / f_{L2} < 3.30$$

但し、

f_{L1} : 前記第1 Aレンズ群内で最も物体側に配置される第1レンズの焦点距離

f_{L2} : 前記第1 Aレンズ群内で物体側から2番目に配置される第

2 レンズの焦点距離

[請求項13] 物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、

前記第1レンズ群は、前記第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて、物体側に配置された第1Aレンズ群と像側に配置された第1Bレンズ群とを有し、

前記第1Bレンズ群は、以下の条件式を満足する正レンズZを少なくとも1枚有する請求項1-12のいずれか一項に記載の光学系。

$$60.00 < \nu d 1 A_{\max} - \nu d L Z$$

但し、

$\nu d 1 A_{\max}$: 前記第1Aレンズ群に含まれるレンズのd線を基準とするアッベ数の最大値

$\nu d L Z$: 正レンズZのd線を基準とするアッベ数

[請求項14] 物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、

前記第1レンズ群は、前記第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて物体側に配置された第1Aレンズ群を有し、

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。

$$55.00 < \nu d 1 A_{\text{ave}}$$

但し、

$\nu d 1 A_{\text{ave}}$: 前記第1Aレンズ群に含まれるレンズのd線を基準とするアッベ数の平均値

[請求項15] 物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、

前記第1レンズ群は、前記第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて像側に配置された第1Bレンズ群を有し、

前記第1Bレンズ群は、以下の条件式をすべて満足する正レンズZ

を少なくとも1枚有する、

請求項1-14のいずれか一項に記載の光学系。

$$n_{dLZ} + (0.01425 \times \nu_{dLZ}) < 2.12$$

$$\nu_{dLZ} < 35.00$$

$$0.702 < \theta_{gFLZ} + (0.00316 \times \nu_{dLZ})$$

但し、

n_{dLZ} : 前記正レンズZのd線に対する屈折率

ν_{dLZ} : 前記正レンズZのd線を基準とするアッベ数

θ_{gFLZ} : 前記正レンズZの部分分散比であり、前記正レンズZのg線に対する屈折率を n_{gLZ} とし、前記正レンズZのF線に対する屈折率を n_{FLZ} とし、前記正レンズZのC線に対する屈折率を n_{CLZ} としたとき、次式で定義される

$$\theta_{gFLZ} = (n_{gLZ} - n_{FLZ}) / (n_{FLZ} - n_{CLZ})$$

[請求項16]

物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、前記第1レンズ群は、前記第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて物体側に配置された第1Aレンズ群を有し、以下の条件式を満足する請求項1-15のいずれか一項に記載の光学系。

$$0.00 < (L1R2 + L1R1) / (L1R2 - L1R1)$$

$$< 3.00$$

但し、

$L1R1$: 前記第1Aレンズ群内で最も物体側に配置される第1レンズの物体側の面の曲率半径

$L1R2$: 前記第1レンズの像側の面の曲率半径

[請求項17]

物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、第1レンズ群は、第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて物体側に配置された第1Aレンズ群を有

し、以下の条件式を満足する請求項 1 - 16 のいずれか一項に記載の光学系。

$$0.00 < (L2R2 + L2R1) / (L2R2 - L2R1) < 3.00$$

但し、

L2R1 : 前記第 1 A レンズ群内で物体側から 2 番目に配置される第 2 レンズの物体側の面の曲率半径

L2R2 : 前記第 2 レンズの像側の面の曲率半径

[請求項 18]

物体側から順に、第 1 レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、

以下の条件式を満足する請求項 1 - 17 のいずれか一項に記載の光学系。

$$0.10 < f1 / f < 0.60$$

但し、

f1 : 前記第 1 レンズ群の焦点距離

[請求項 19]

物体側から順に、第 1 レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、

以下の条件式を満足する請求項 1 - 18 のいずれか一項に記載の光学系。

$$0.20 < (-fF) / f1 < 0.85$$

但し、

fF : 前記合焦群の焦点距離

f1 : 前記第 1 レンズ群の焦点距離

[請求項 20]

物体側から順に、第 1 レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、

以下の条件式を満足する請求項 1 - 19 のいずれか一項に記載の光学系。

$$-1.50 < (-fF) / fR < 0.60$$

但し、

f_F : 前記合焦群の焦点距離

f_R : 前記後群の焦点距離

[請求項21] 物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、

以下の条件式を満足する請求項1-20のいずれか一項に記載の光学系。

$$0.30 < d_F / TL < 0.70$$

但し、

d_F : 前記光学系の最も物体側の面から前記合焦群の最も物体側の面までの光軸上の距離

[請求項22] 物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、

以下の条件式を満足する請求項1-21のいずれか一項に記載の光学系。

$$40.00 < \nu_{d_F ave}$$

但し、

$\nu_{d_F ave}$: 前記合焦群に含まれるレンズのd線を基準とするアッベ数の平均

[請求項23] 以下の条件式を満足する請求項1-22のいずれか一項に記載の光学系。

$$1.00^\circ < 2\omega < 20.00^\circ$$

但し、

2ω : 前記光学系の全画角

[請求項24] 以下の条件式を満足する請求項1-23のいずれか一項に記載の光学系。

$$0.075 < B_f / f < 0.185$$

但し、

B f : 前記光学系のバックフォーカス

[請求項25] 物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、

前記後群は、像ブレを補正するために光軸と垂直な方向の成分を有するように移動可能な防振レンズ群を有する、

請求項1-24のいずれか一項に記載の光学系。

[請求項26] 請求項1-25のいずれか一項に記載の光学系を有する光学機器。

[請求項27] 複数のレンズからなる光学系の製造方法であって、

物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とを配置し、

前記第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて物体側に、第1Aレンズ群を配置し、

以下の条件式のすべてを満足するように配置する光学系の製造方法

。

$$1.00 < F N o \times (T L / f)^2 < 2.50$$

$$0.30 < d A / d G 1 < 0.85$$

但し、

F N o : 無限遠合焦時における前記光学系のF値

T L : 無限遠合焦時における前記光学系の光学全長

f : 無限遠合焦時における前記光学系の焦点距離

d A : 前記空気間隔Aの光軸上の距離

d G 1 : 前記第1レンズ群の光軸上の距離

[請求項28] 複数のレンズからなる光学系の製造方法であって、

物体側から順に、少なくとも1枚の正レンズ成分と負レンズNとを配置し、

以下の条件式をすべて満足するように配置する光学系の製造方法。

$$1.00 < F N o \times (T L / f)^2 < 2.50$$

$$0.18 < d N / T L < 0.45$$

但し、

$F N o$: 無限遠合焦時における前記光学系の F 値

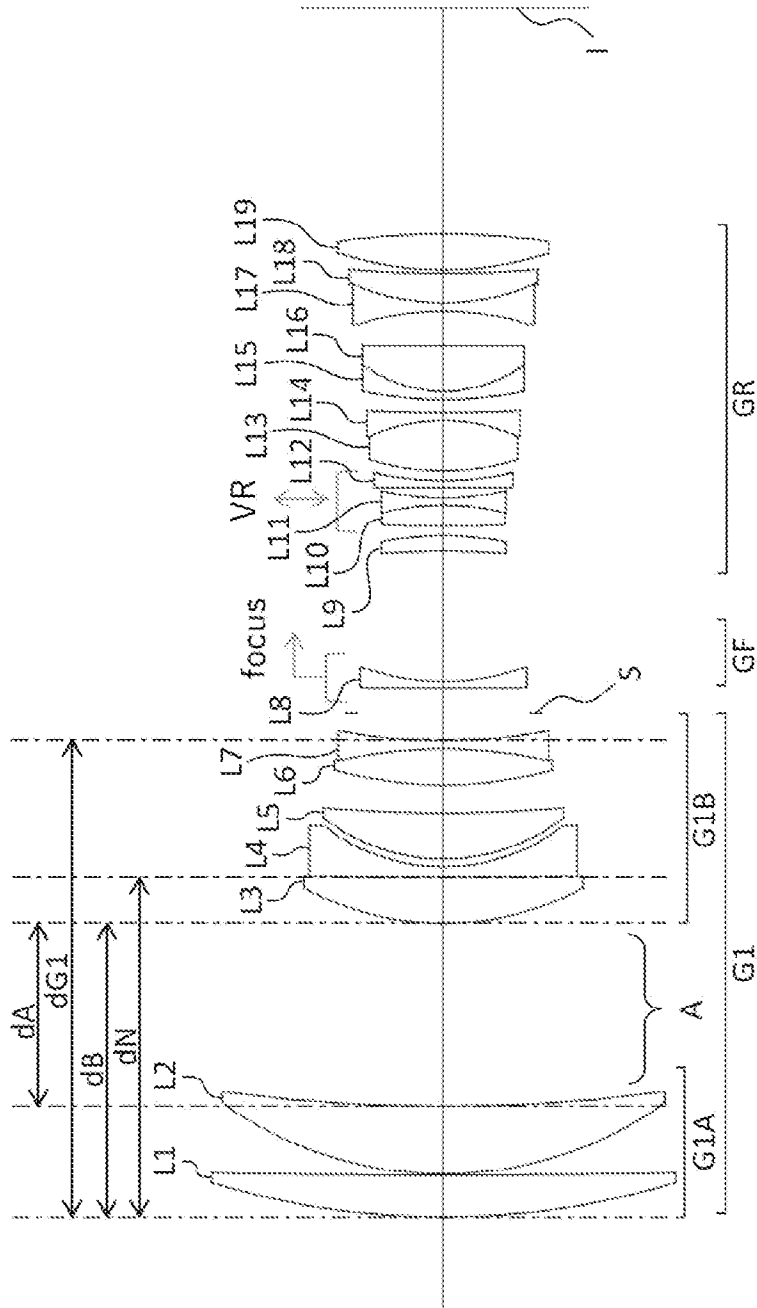
$T L$: 無限遠合焦時における前記光学系の光学全長

f : 無限遠合焦時における前記光学系の焦点距離

$d N$: 前記光学系の最も物体側の面から前記負レンズ N の物体側の面までの光軸上の距離

[図1A]

図1A



[図1B]

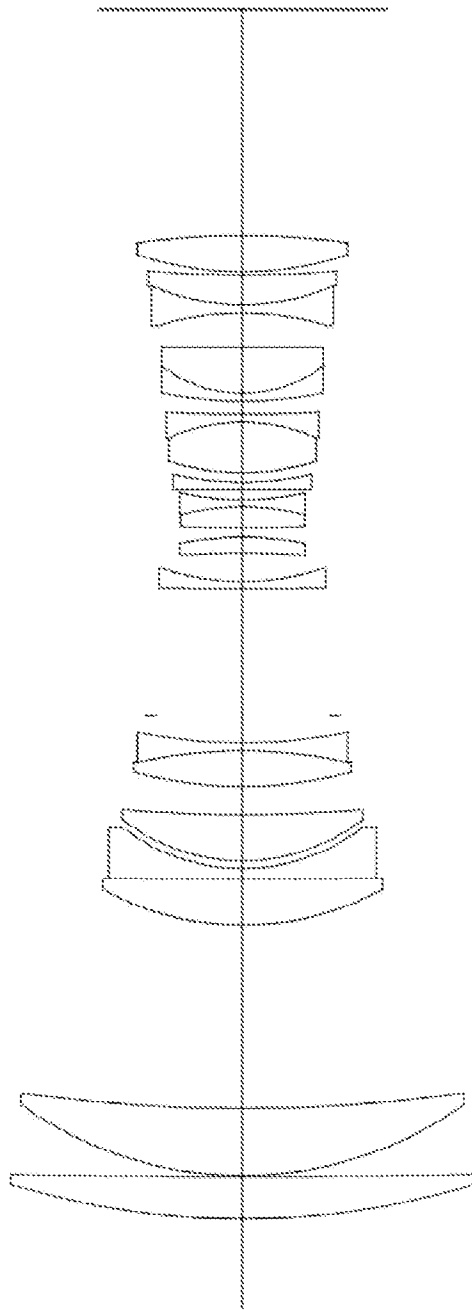
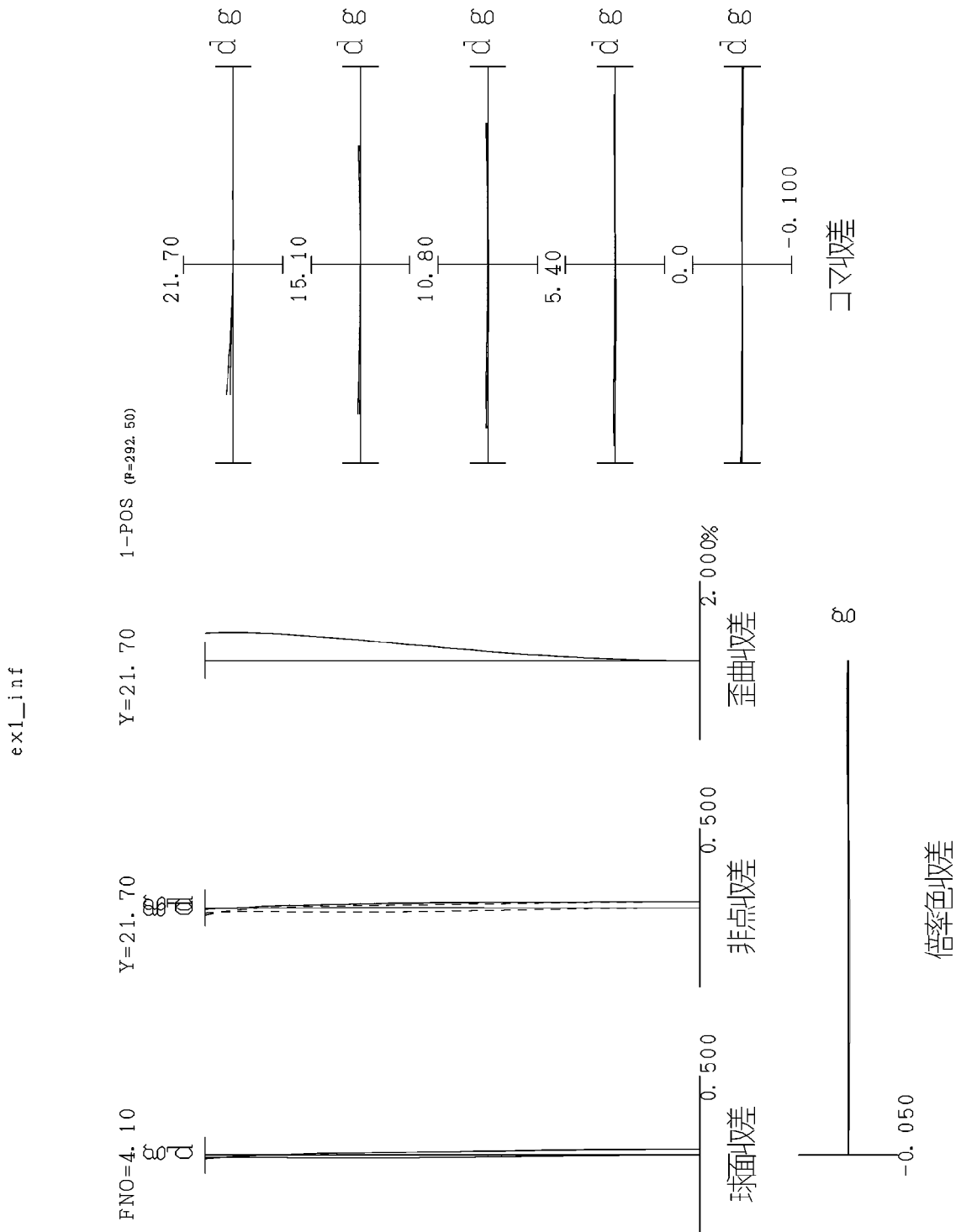


図1B

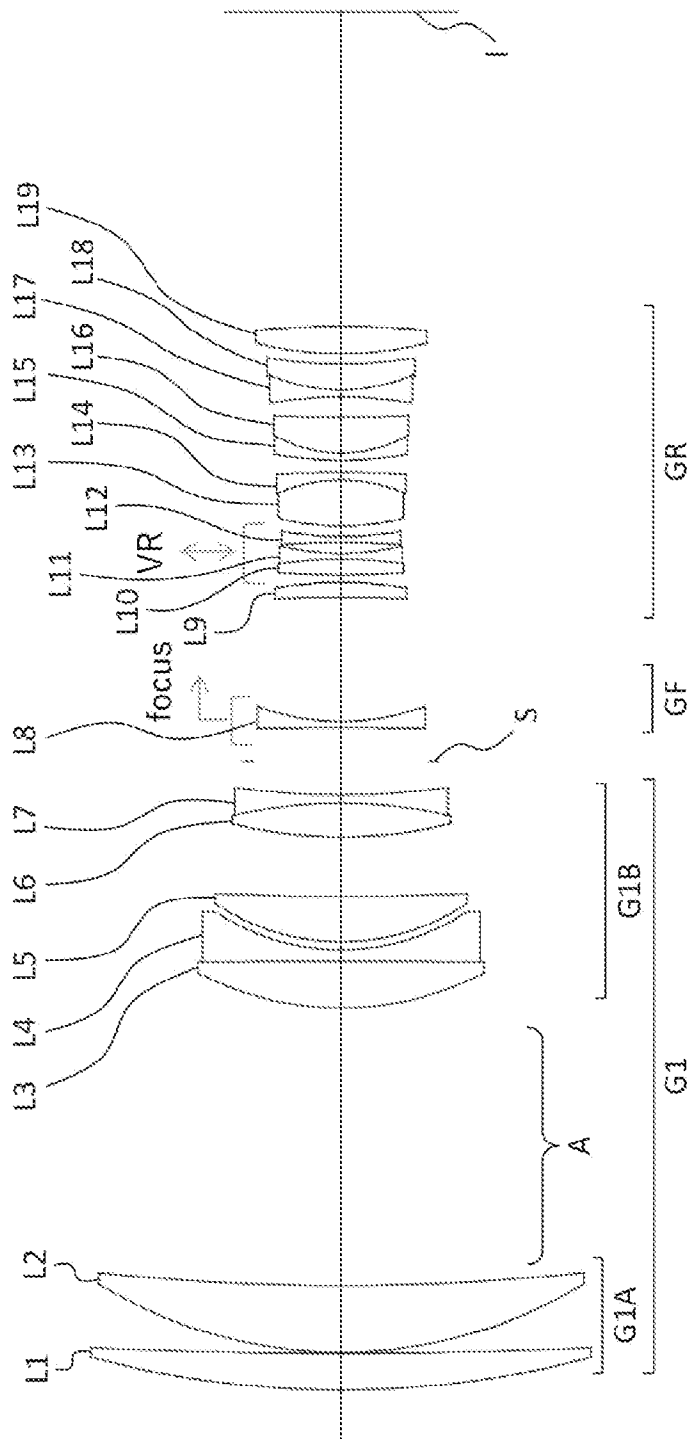
[図2]

図2



[ 3A]

 3A



[図3B]

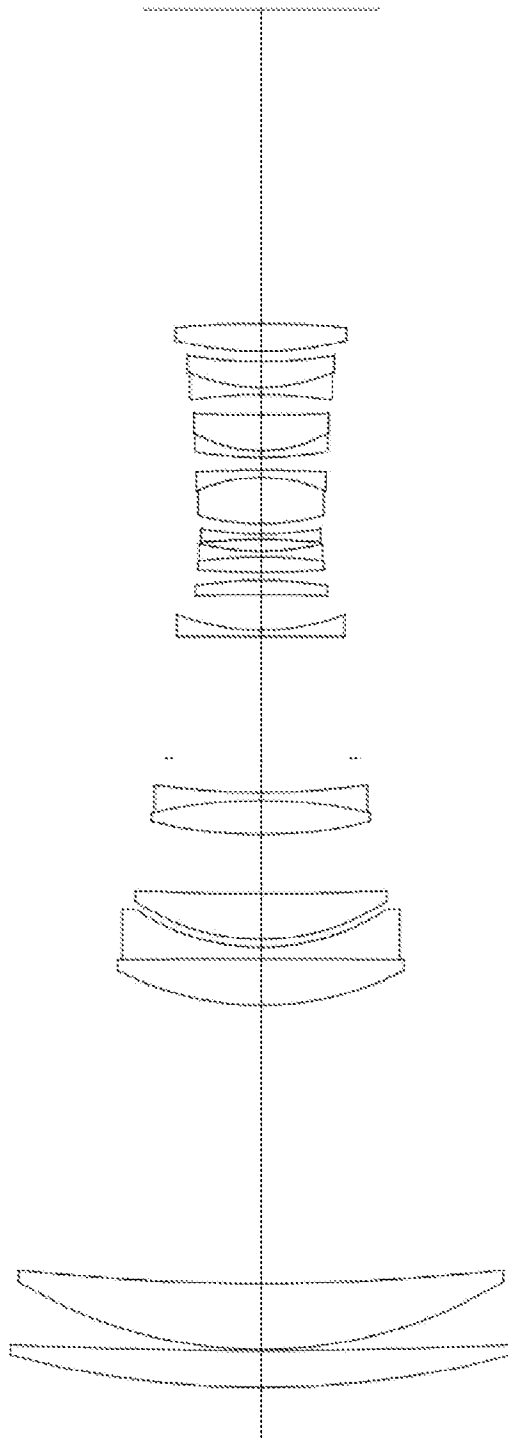
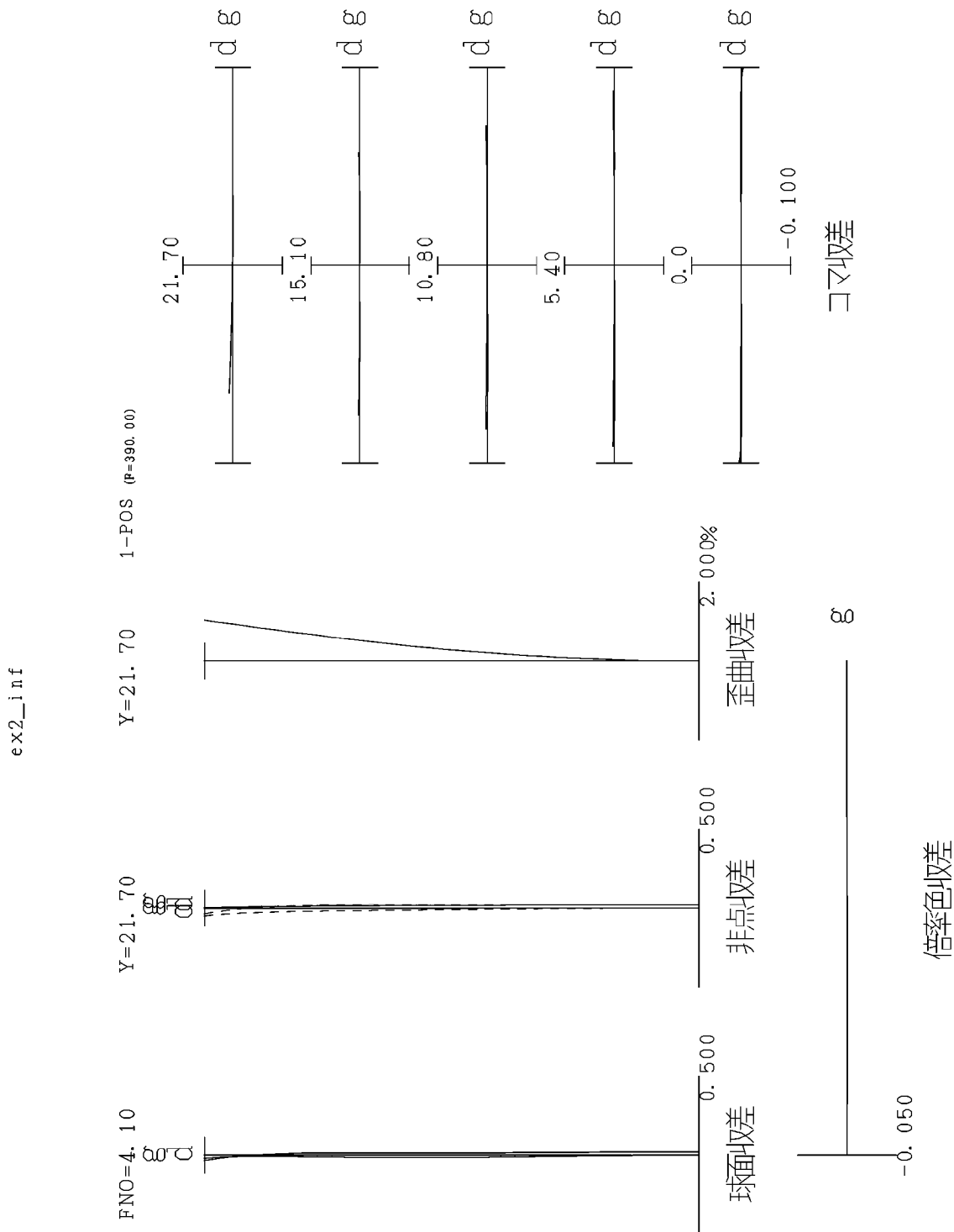


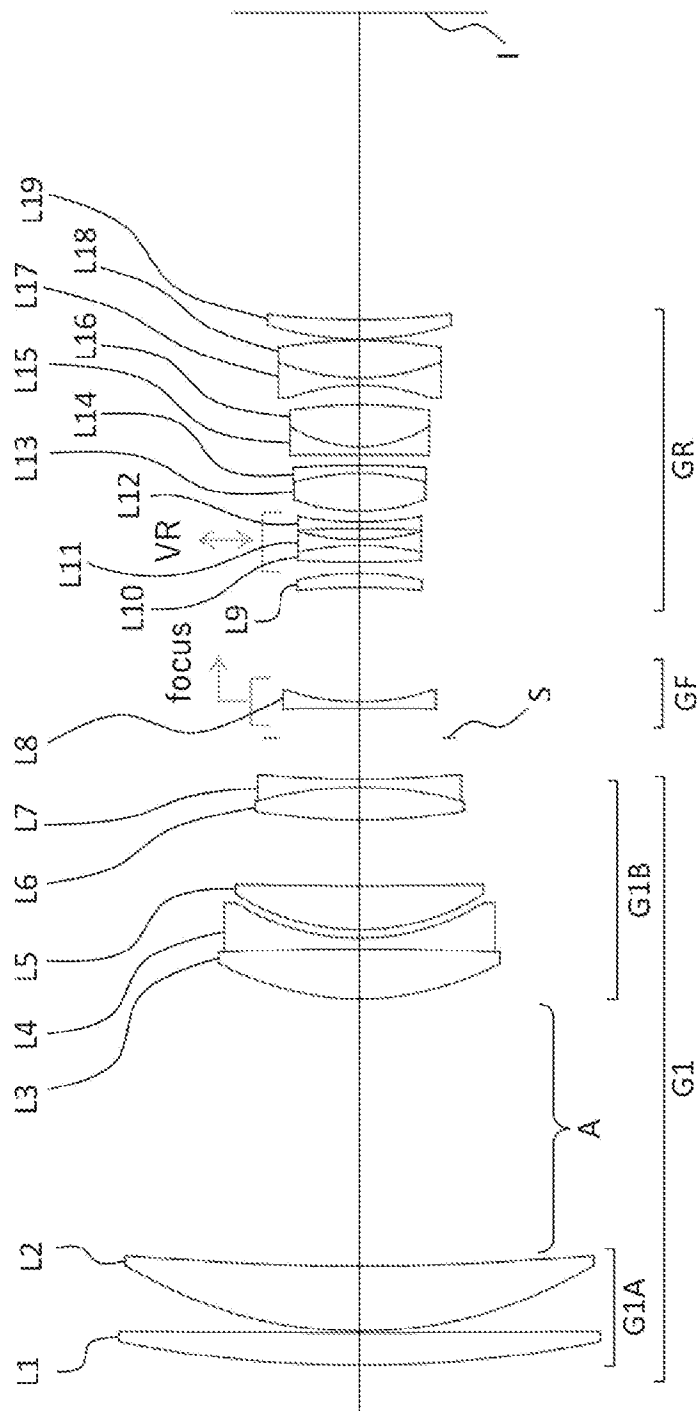
図3B

[図4]

図4



[5A]



[5A]

[図5B]

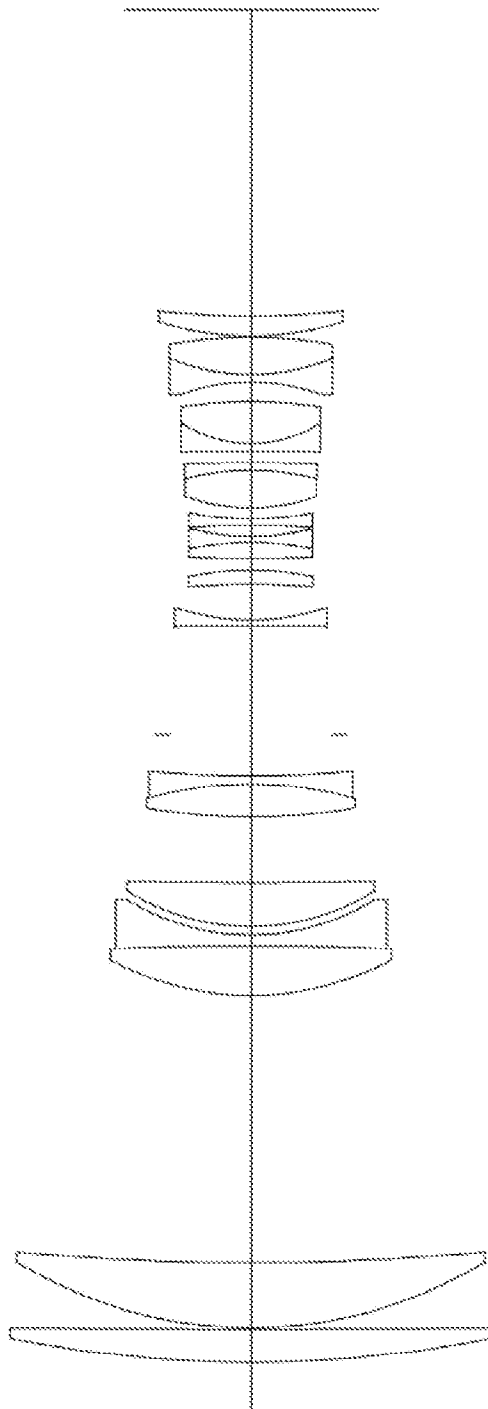


図5B

[図6]

ex3_inf

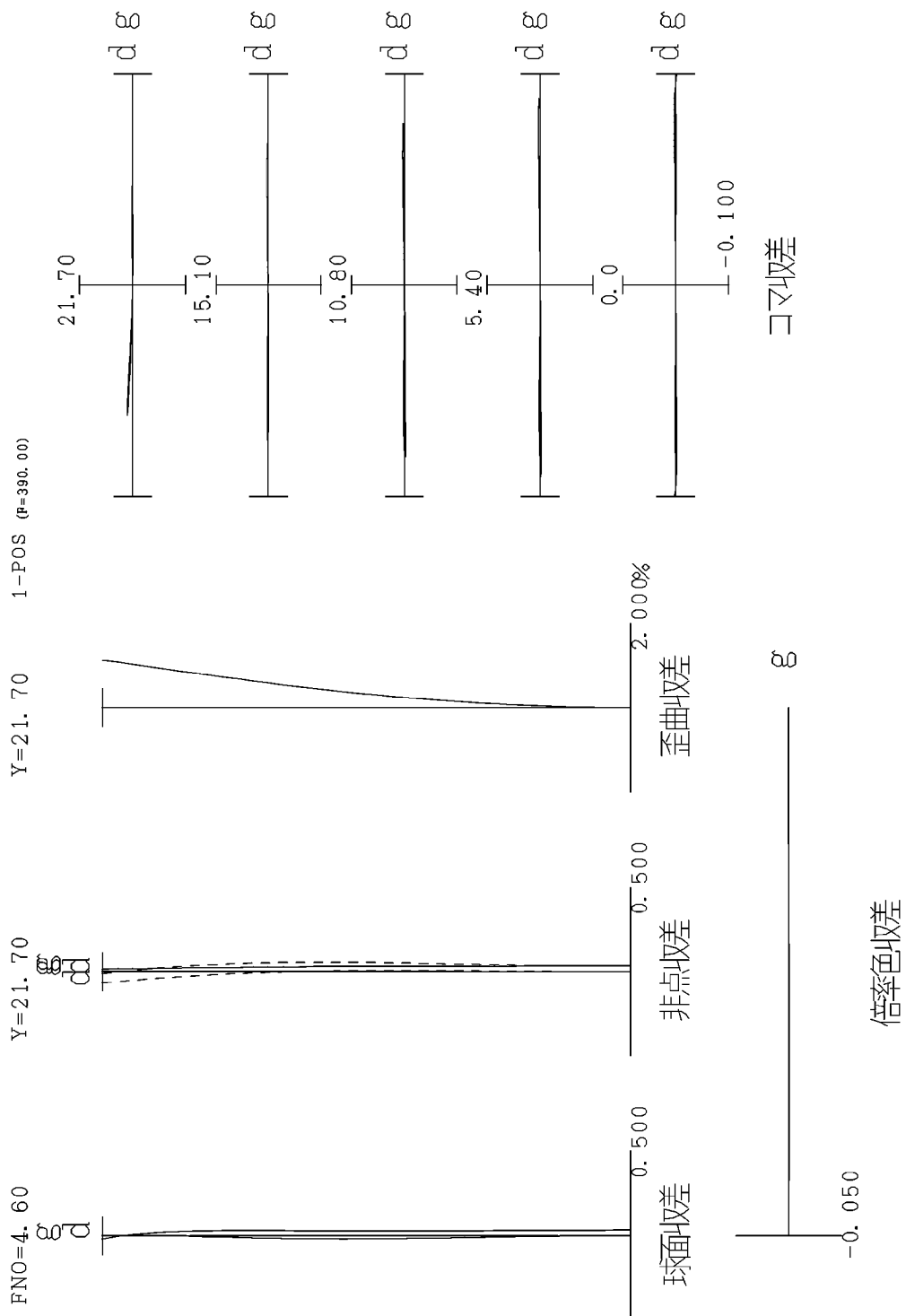


図6

[図7B]

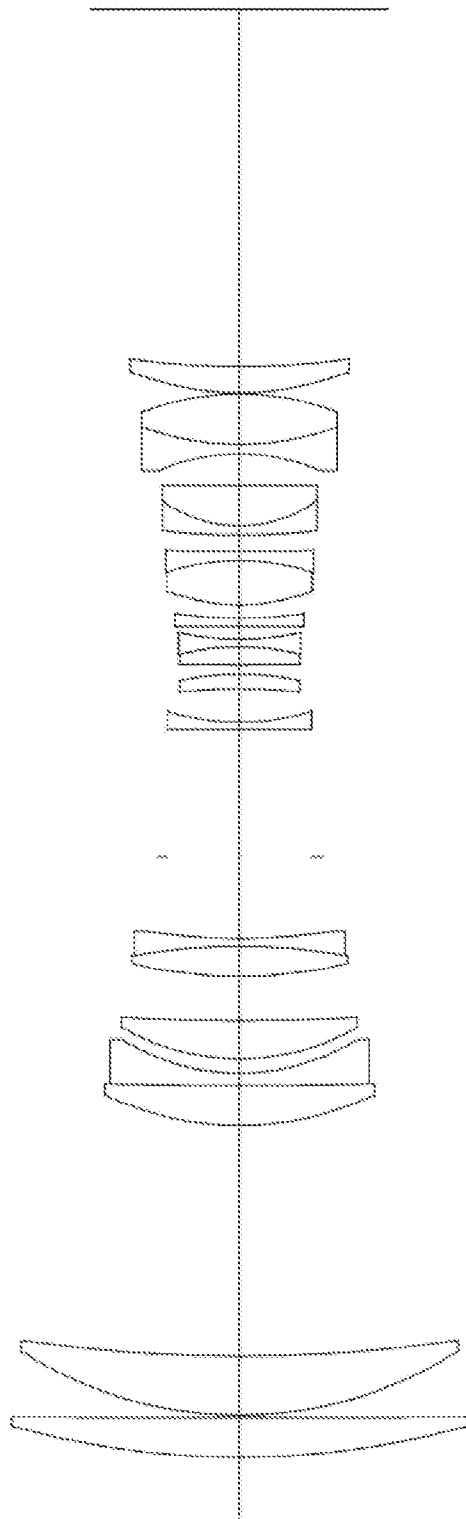
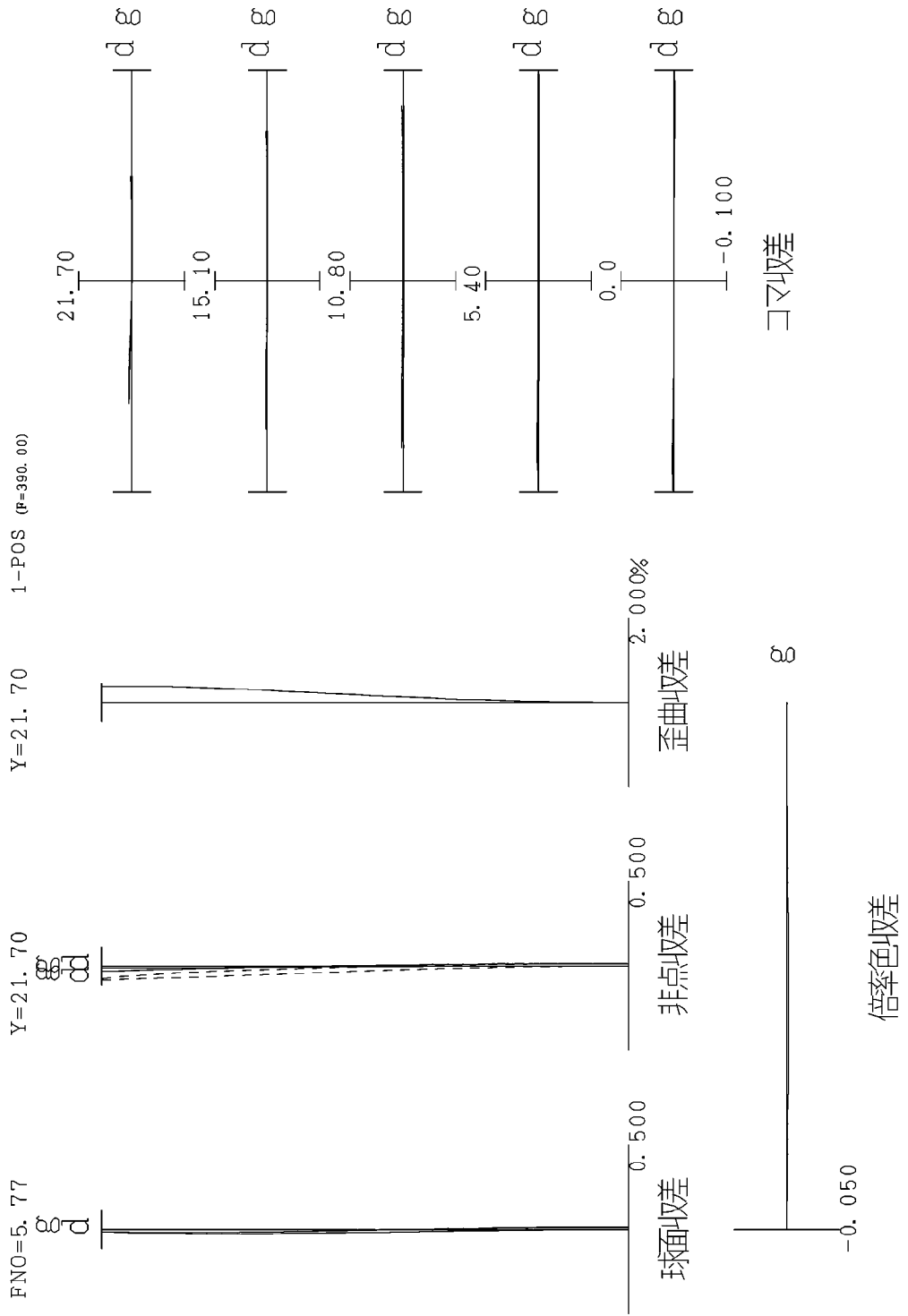


図7B

[図8]

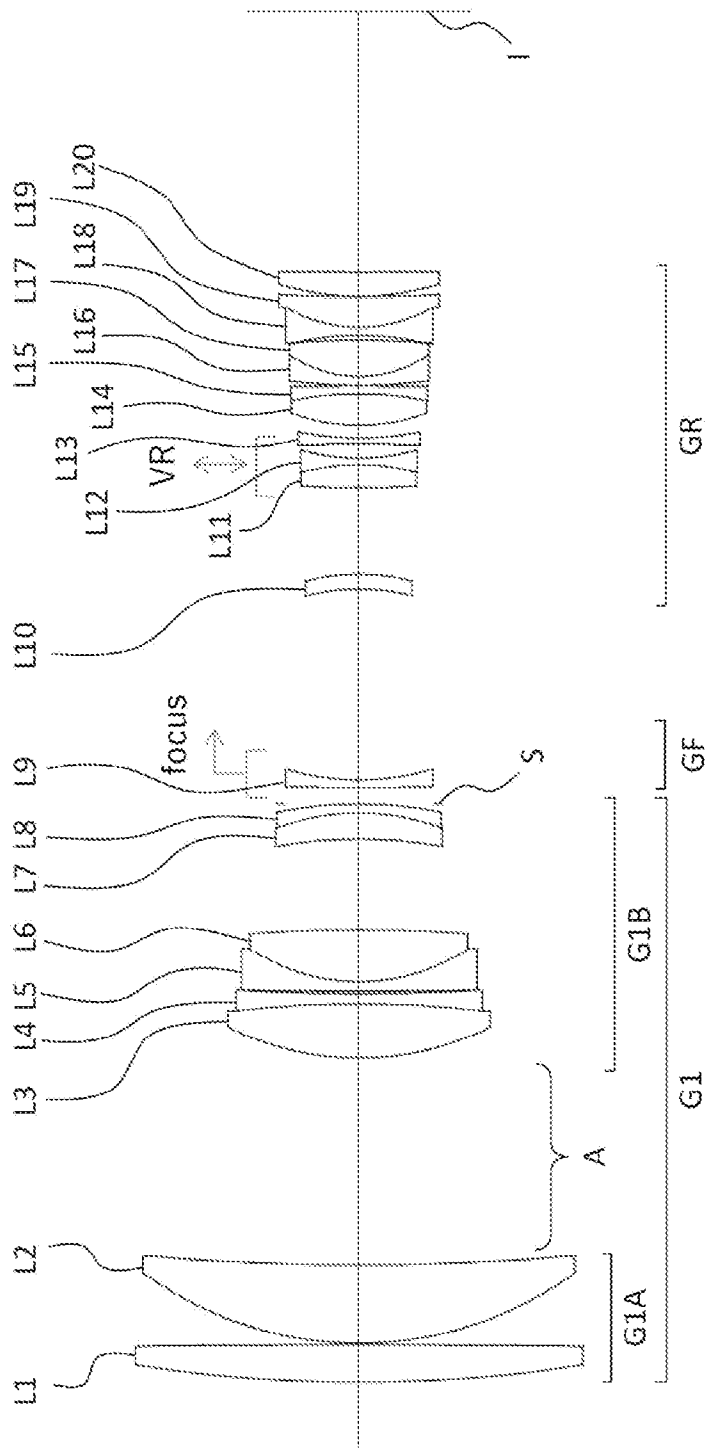
図8

ex4_inf



[9A]

9A



[図9B]

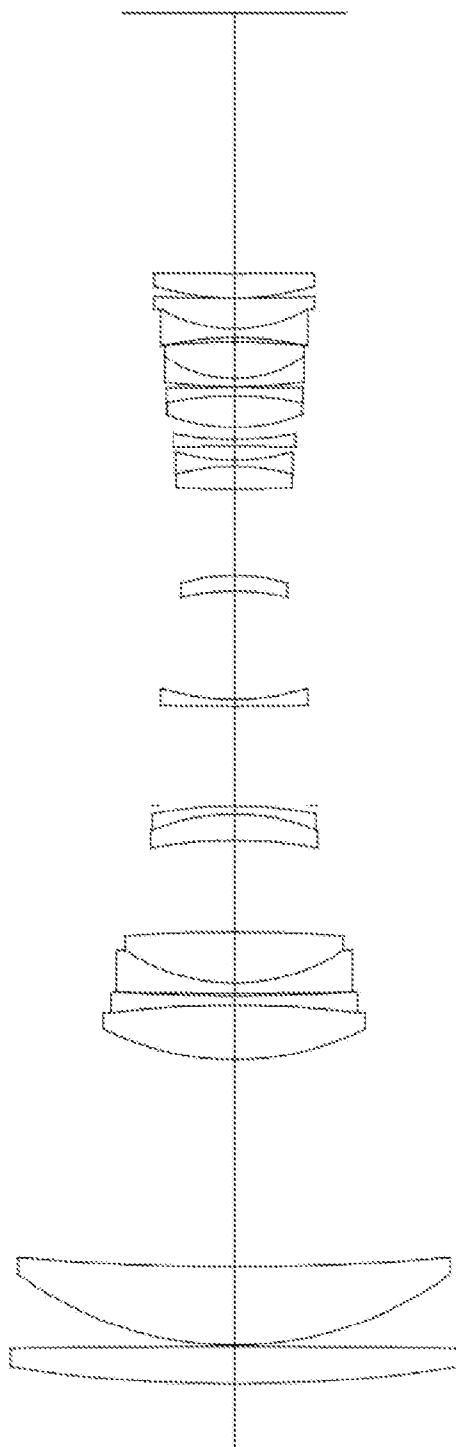


図9B

[図10]

ex5_inf

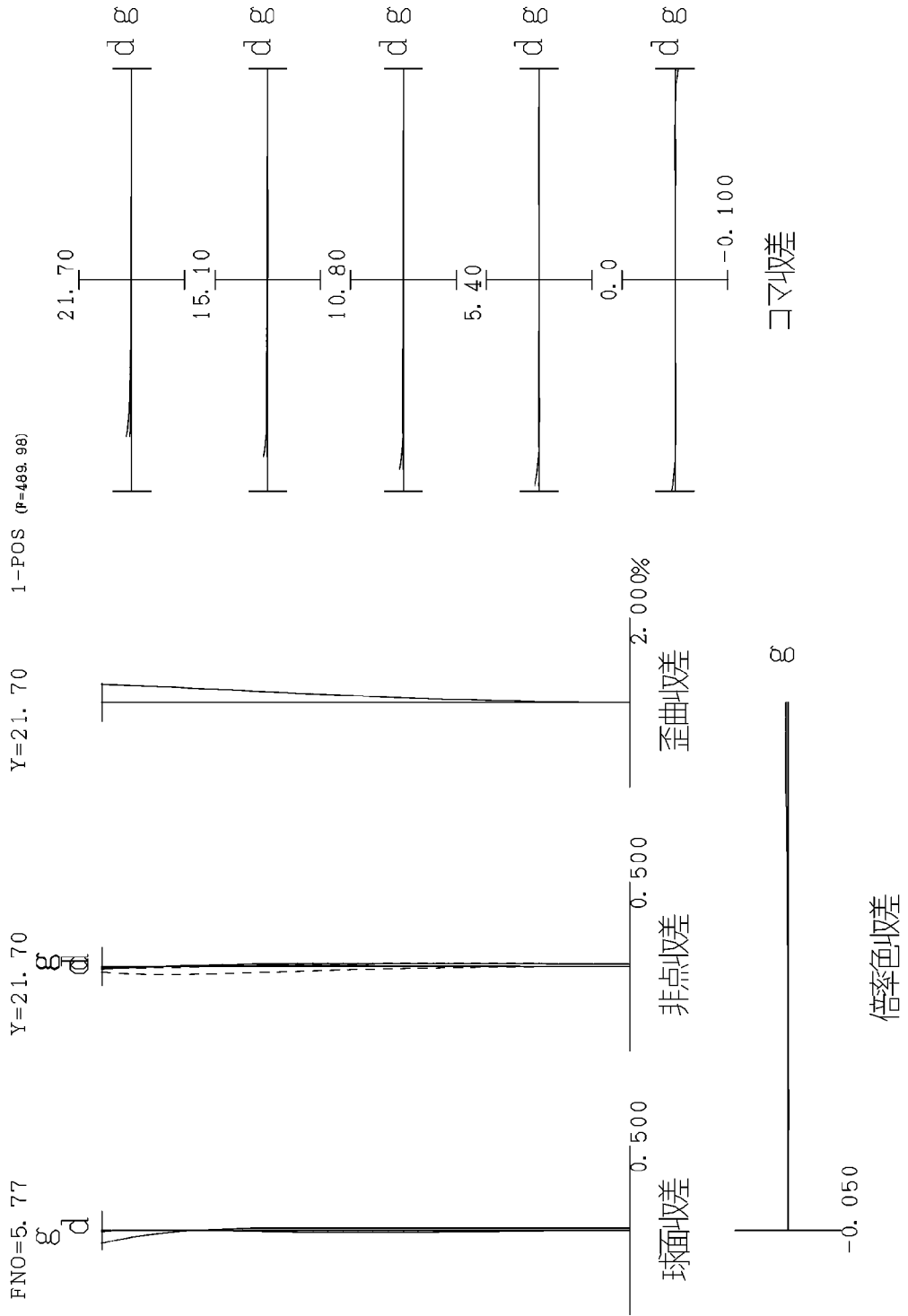
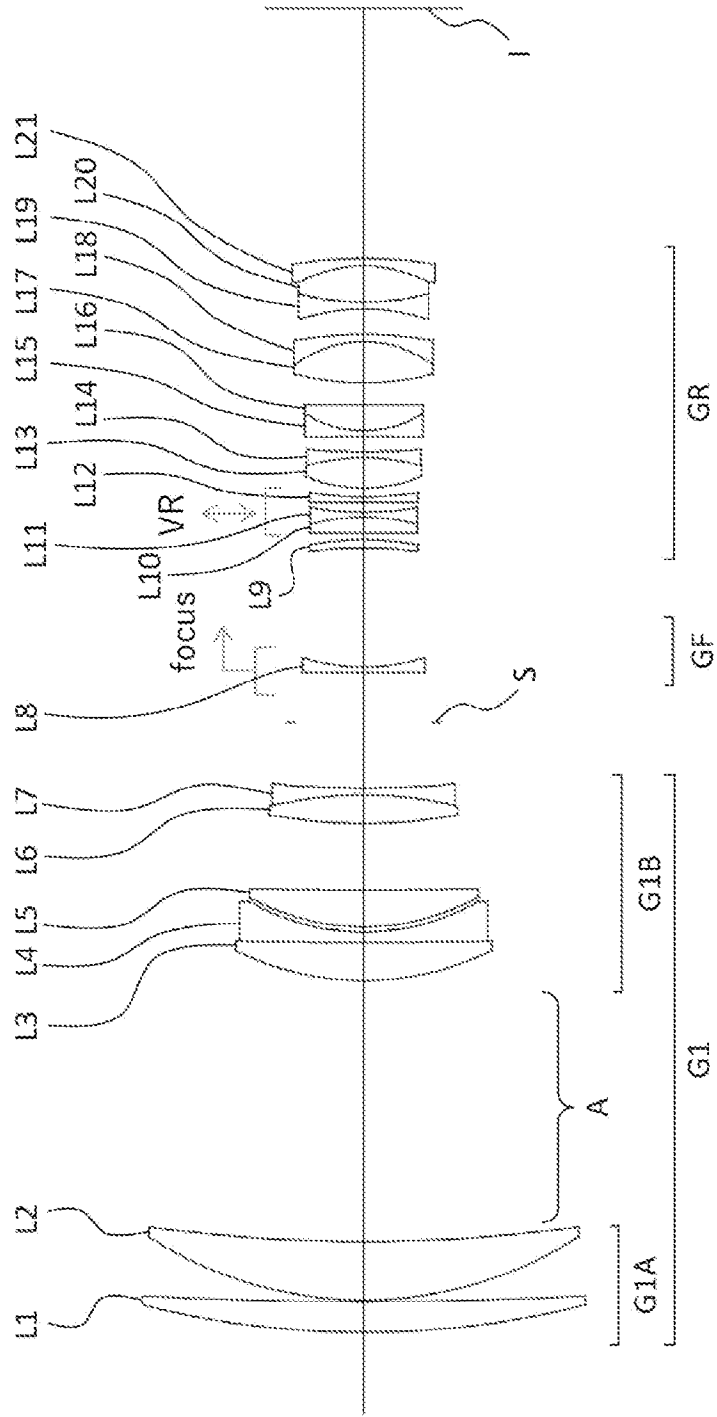


図10

[図11A]

図11A



[図12]

ex6_inf

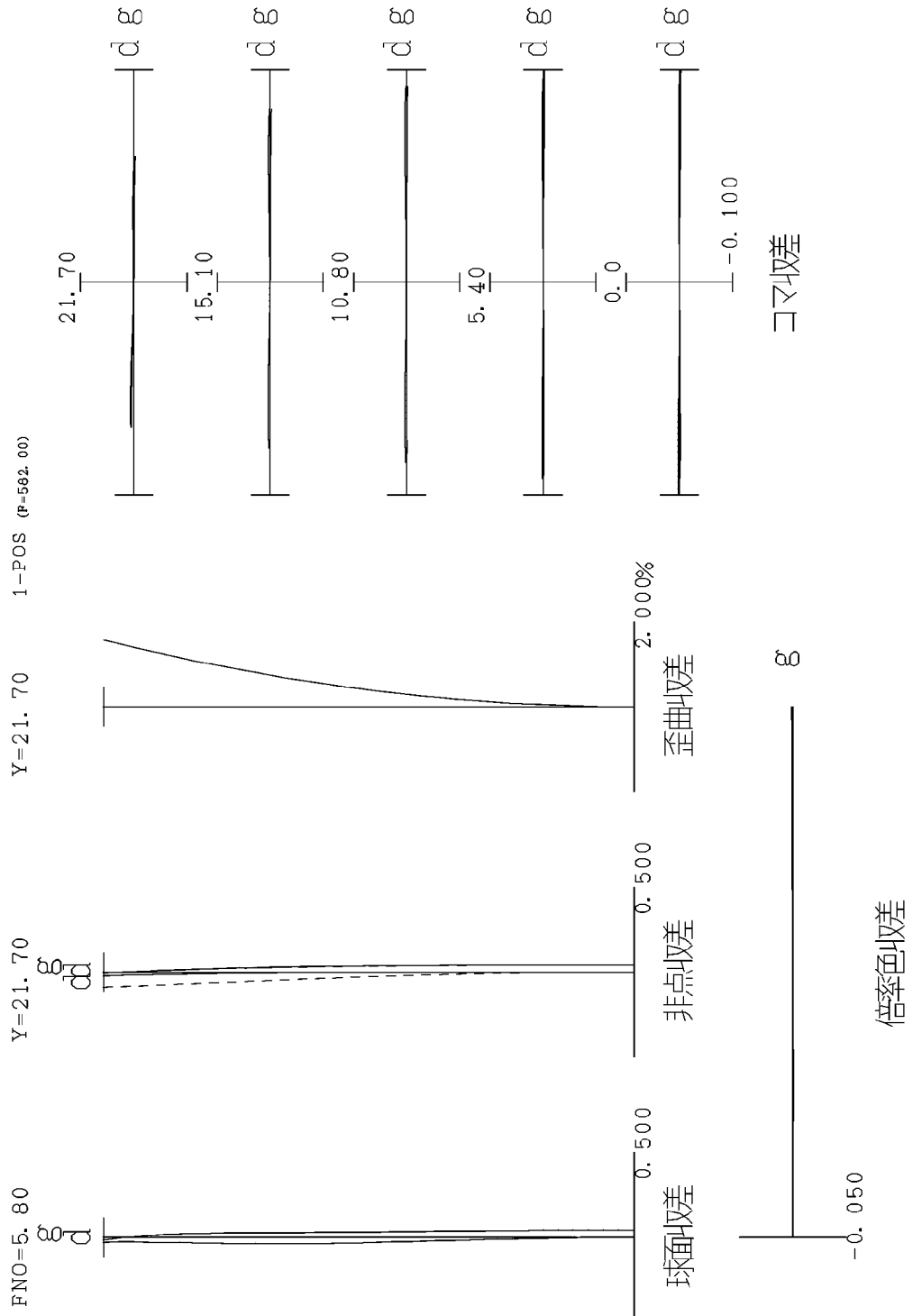

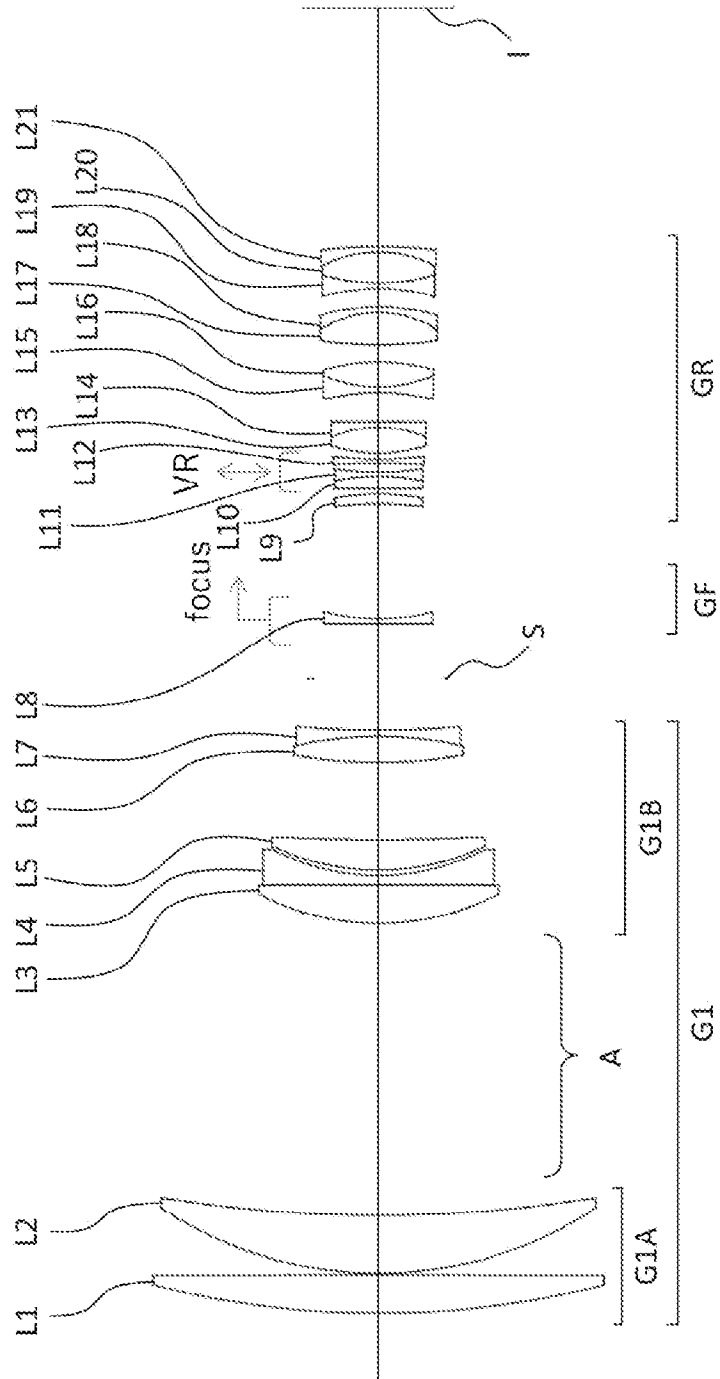



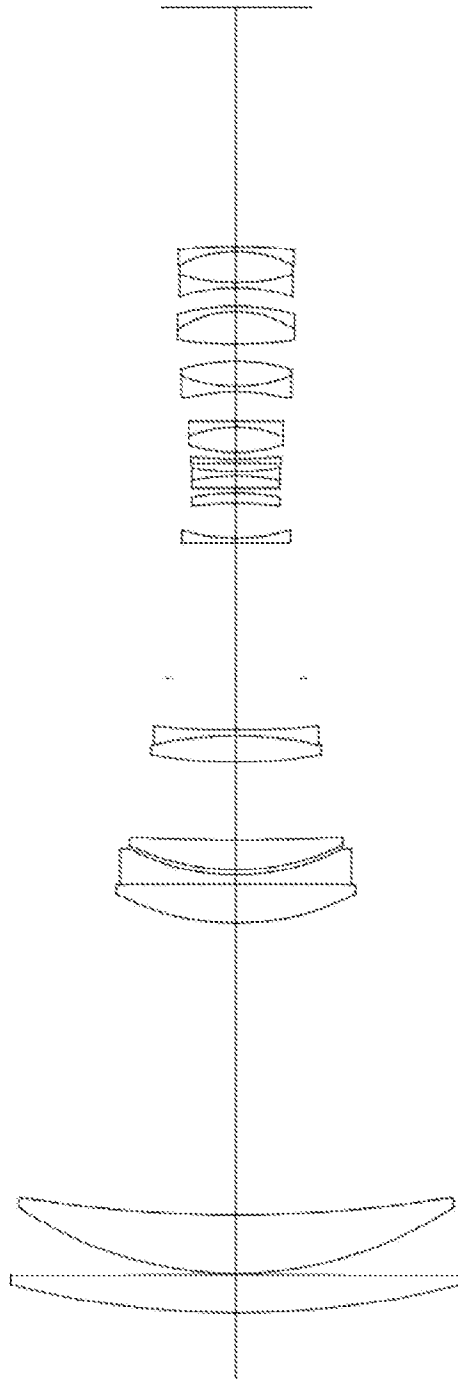
図12


[ 13A]



 13A

[13B]



13B

[図14]

ex7_inf

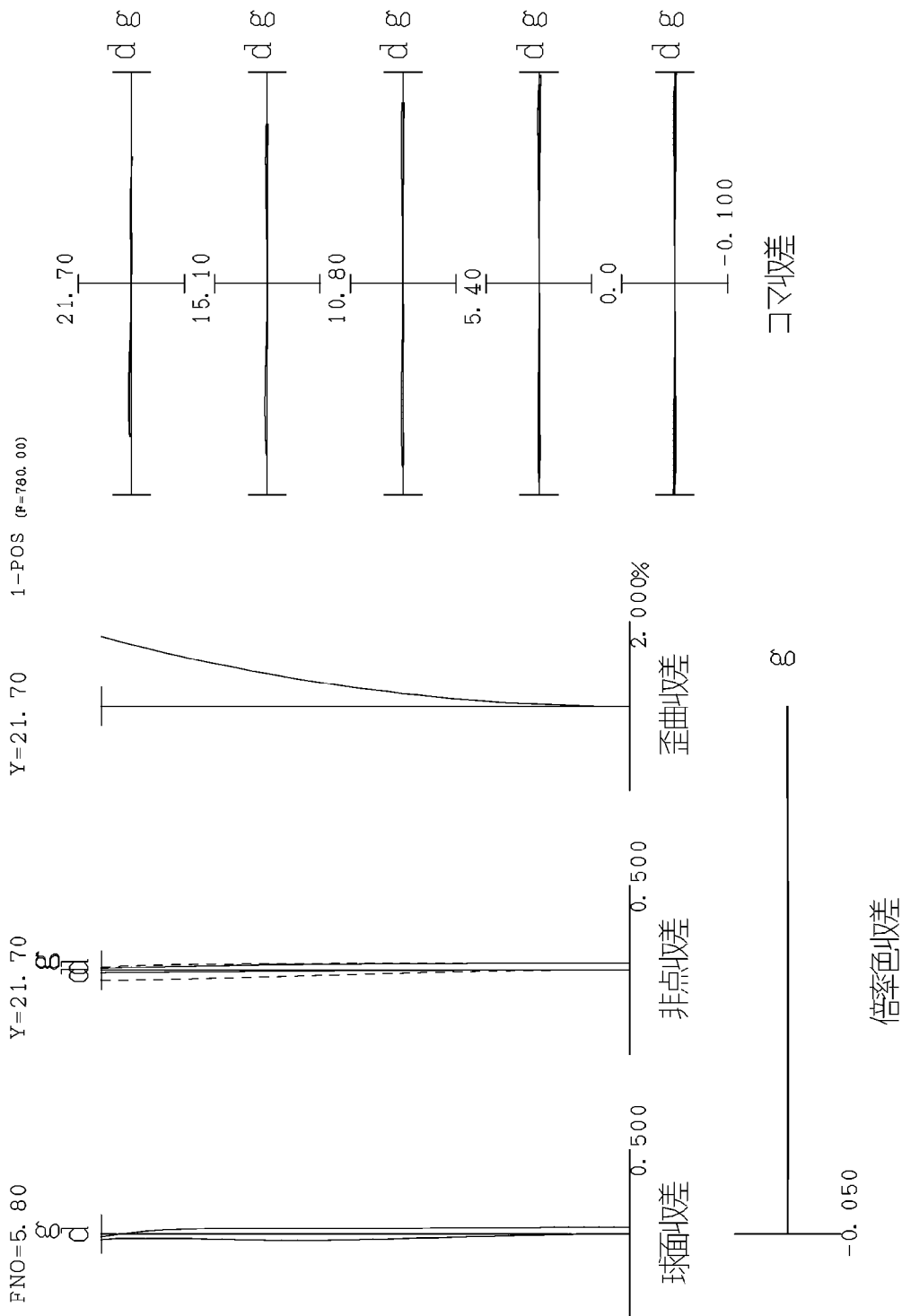
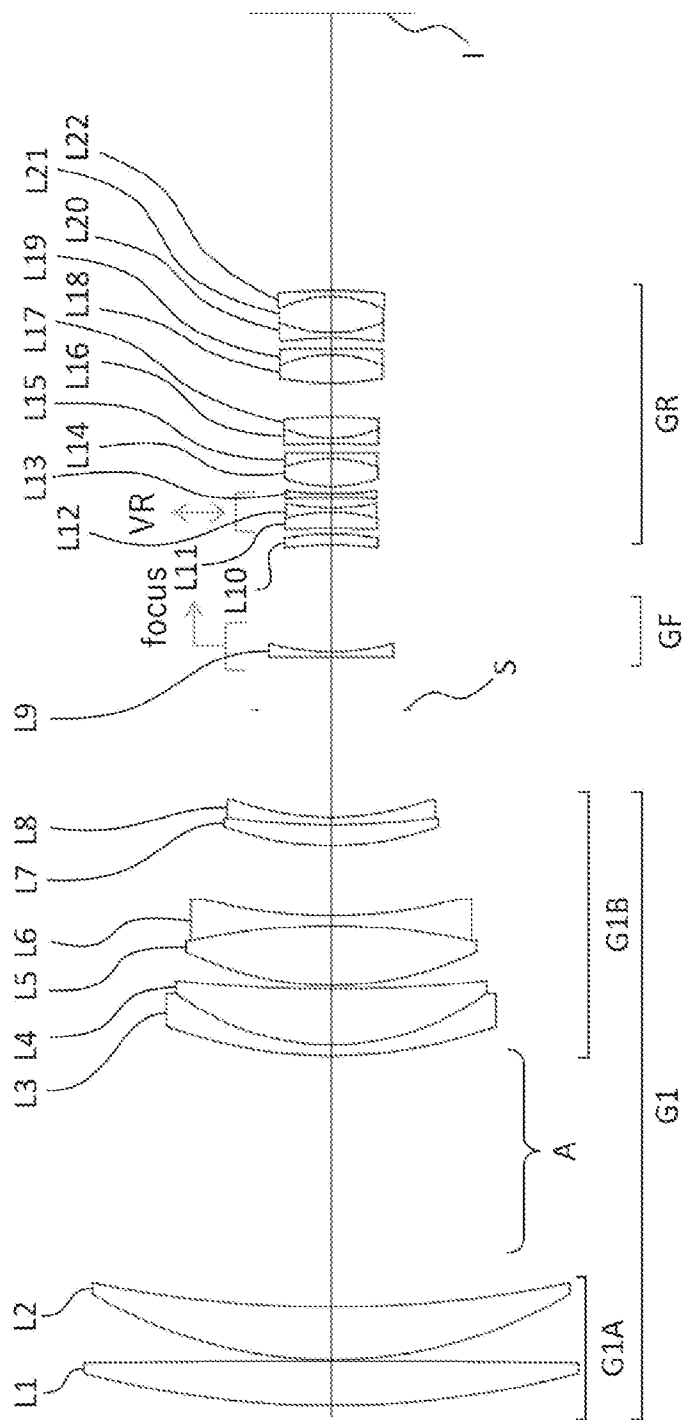


図14

[15A]

15A



[図15B]

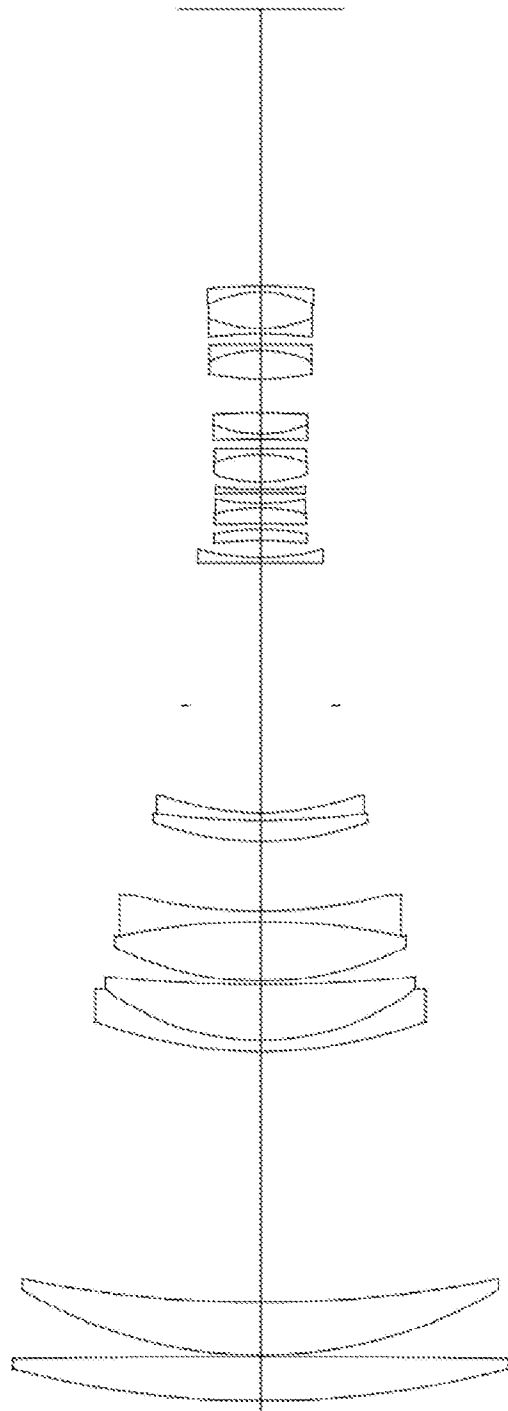


図15B

[図16]

ex8_inf

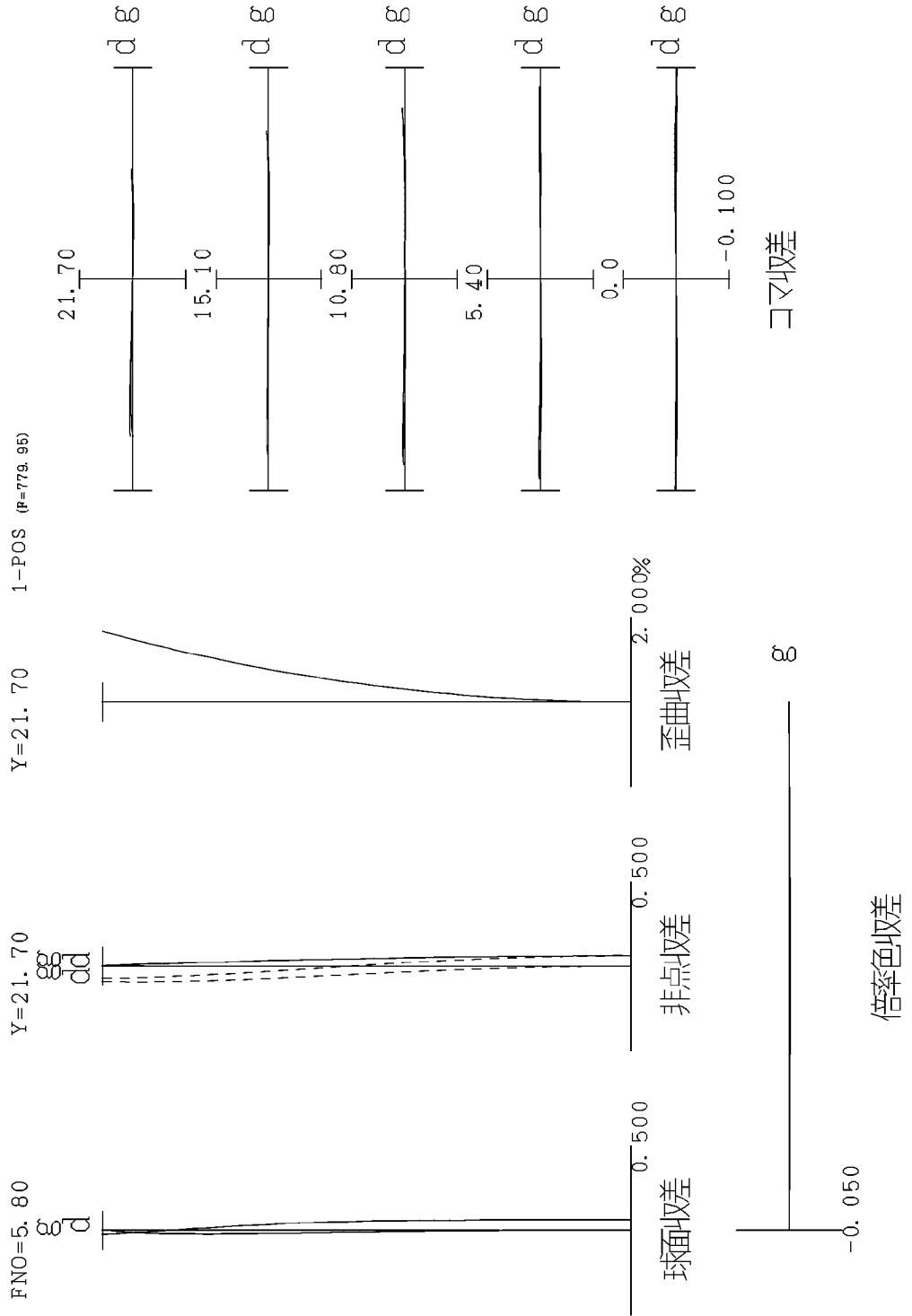
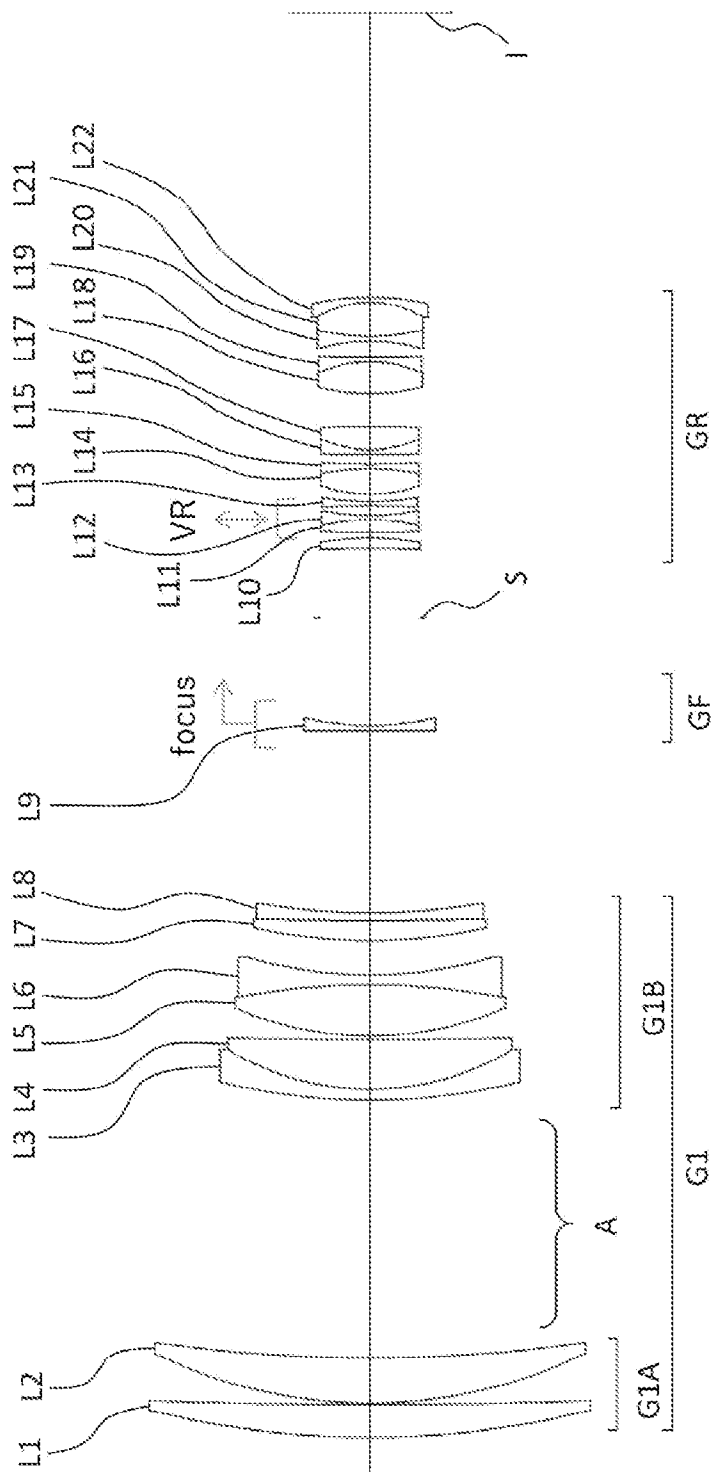


図16

[17A]

17A



[図17B]

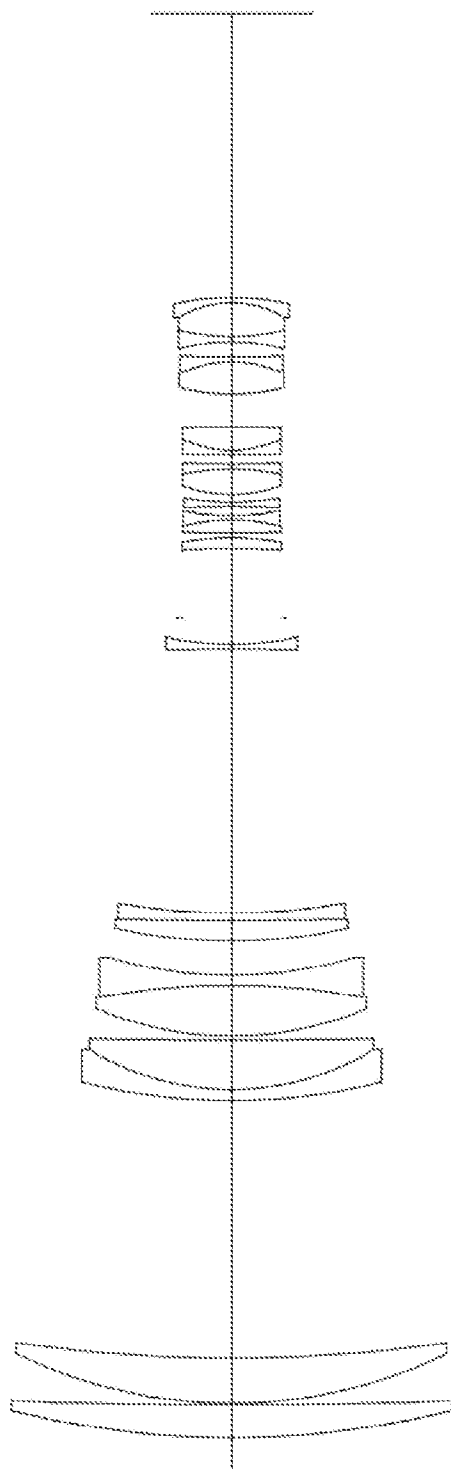
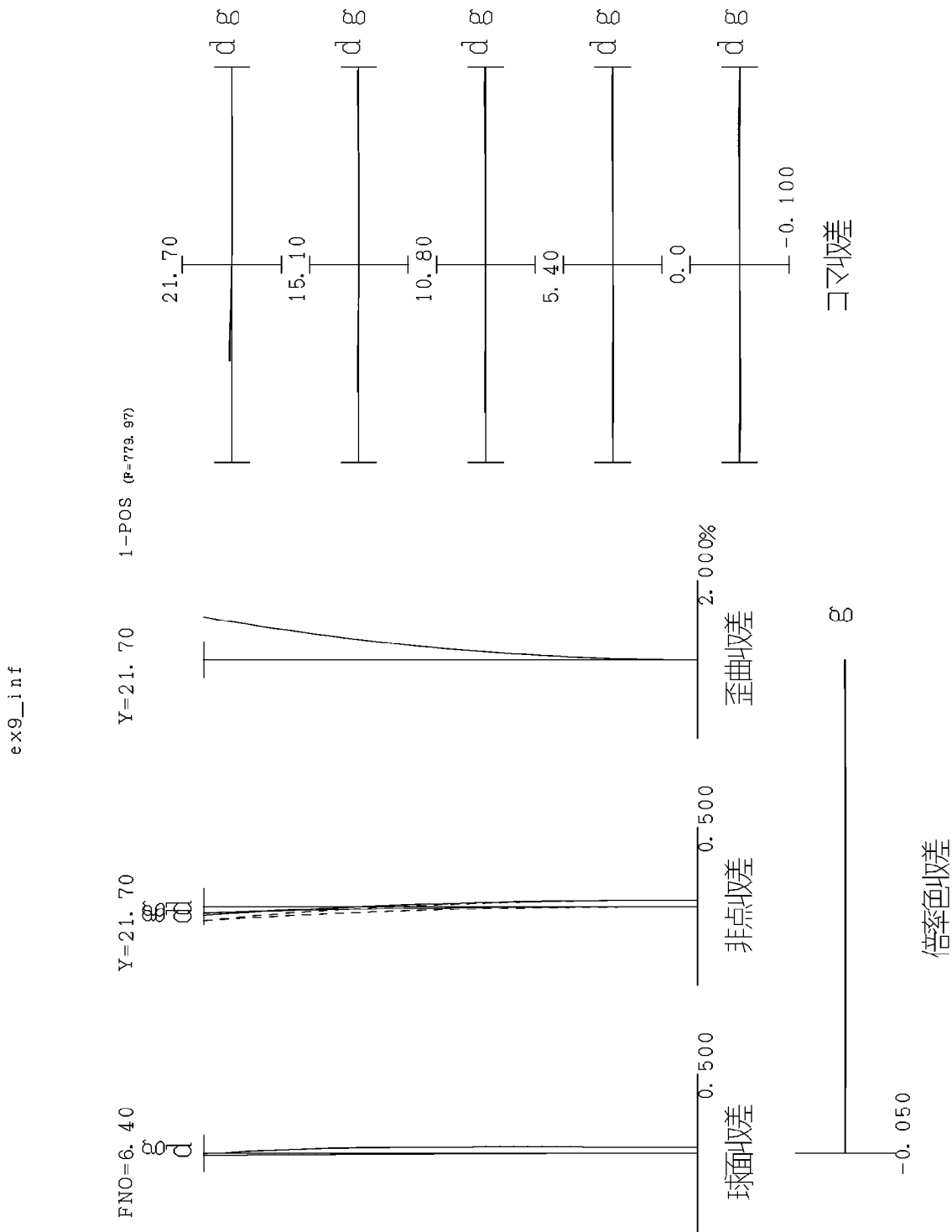


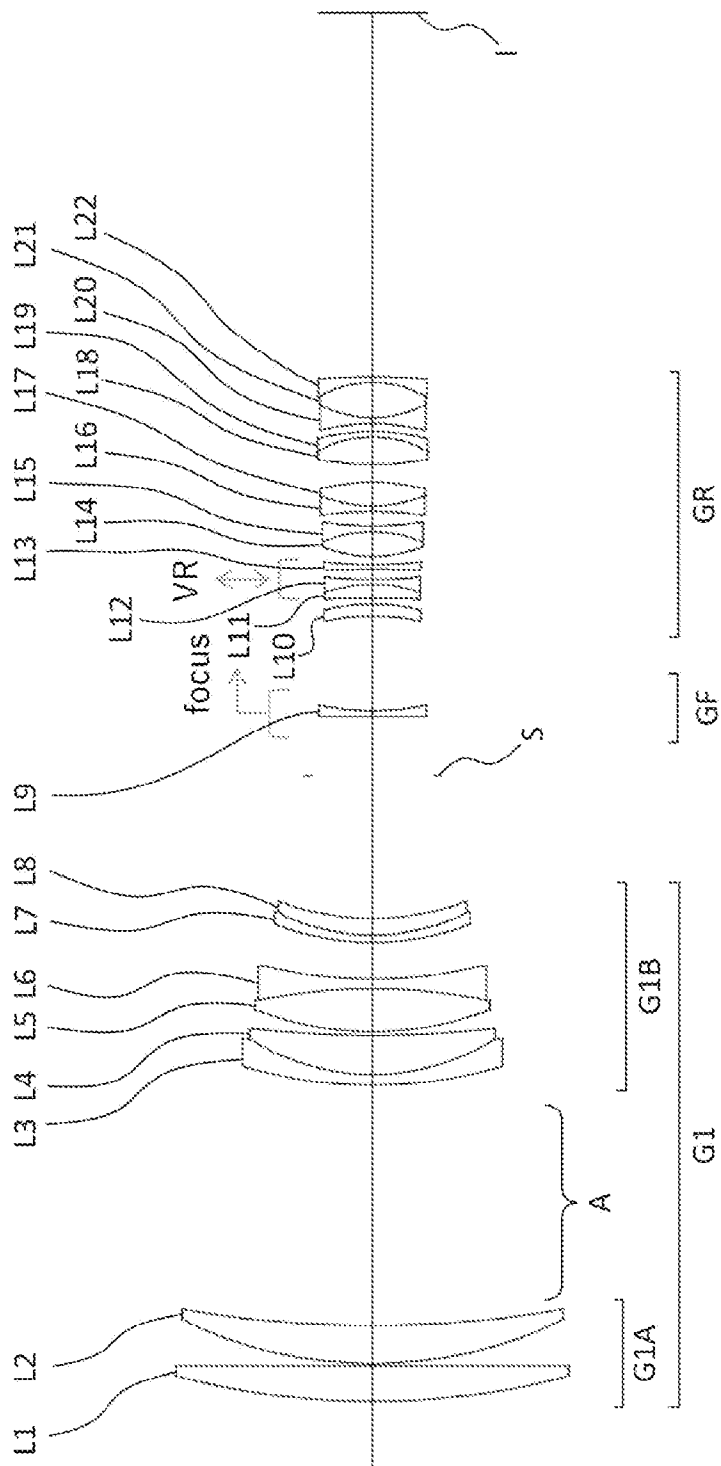
図17B


[図18]

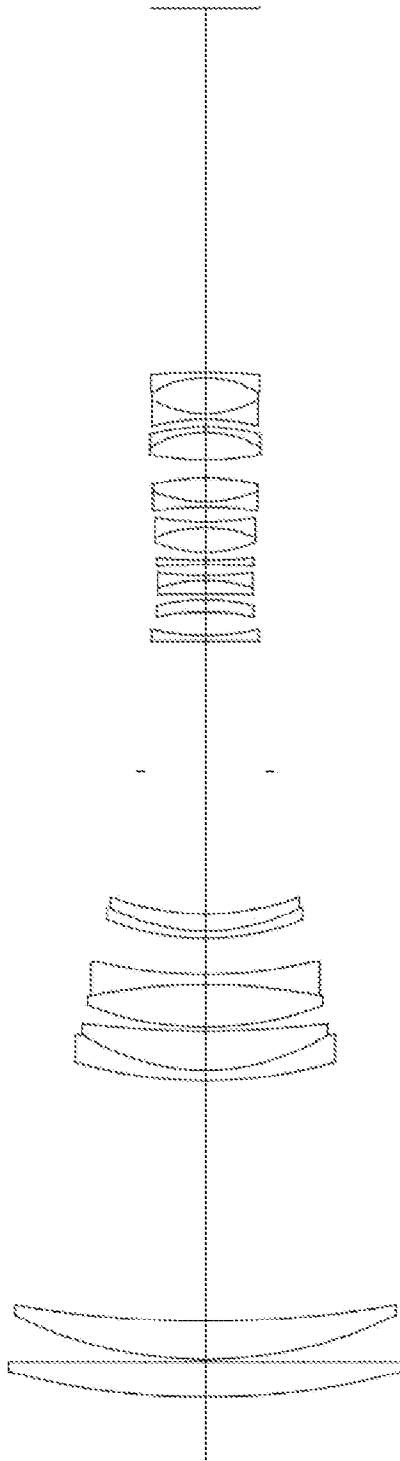



[19A]

19A

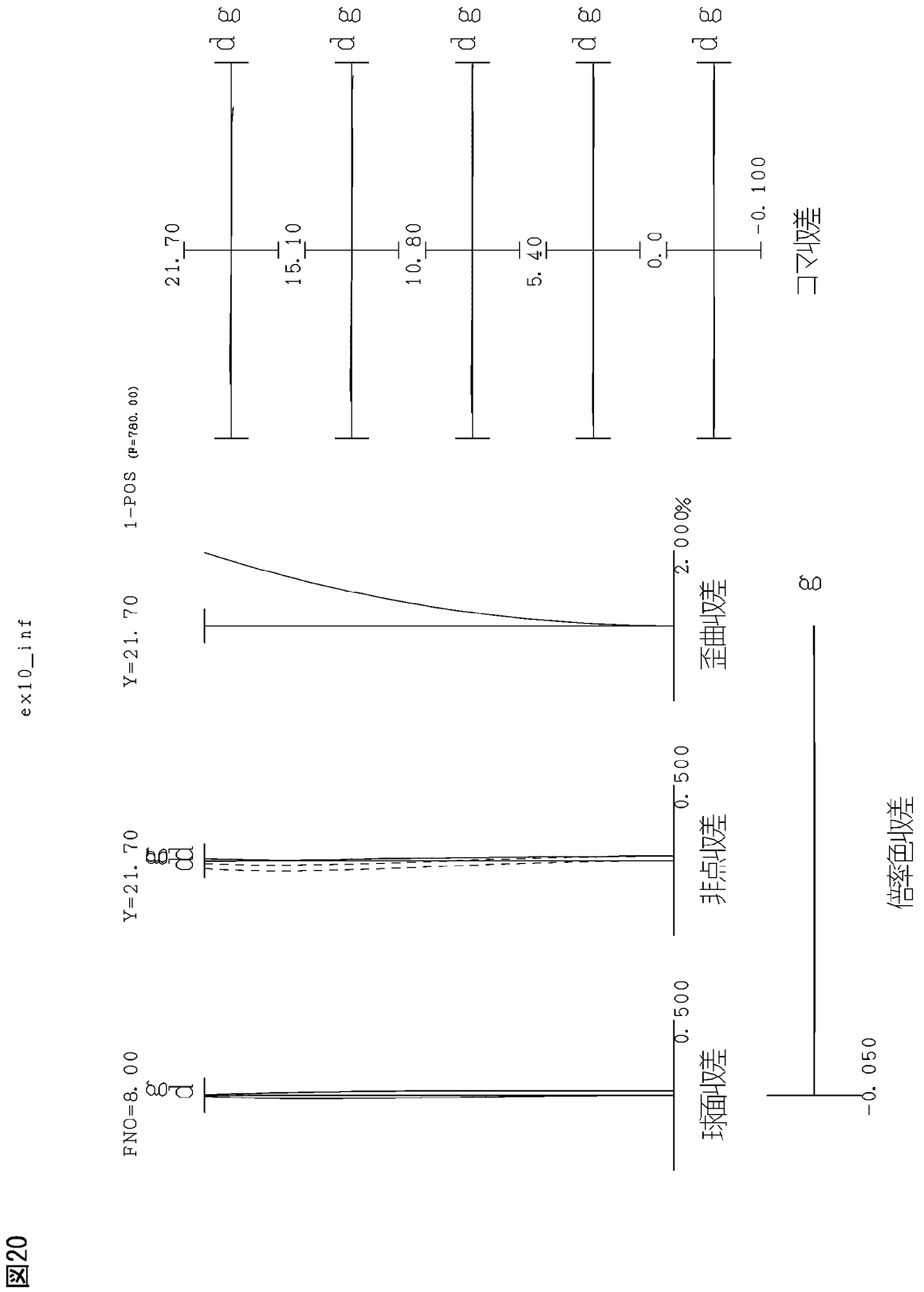


[19B]



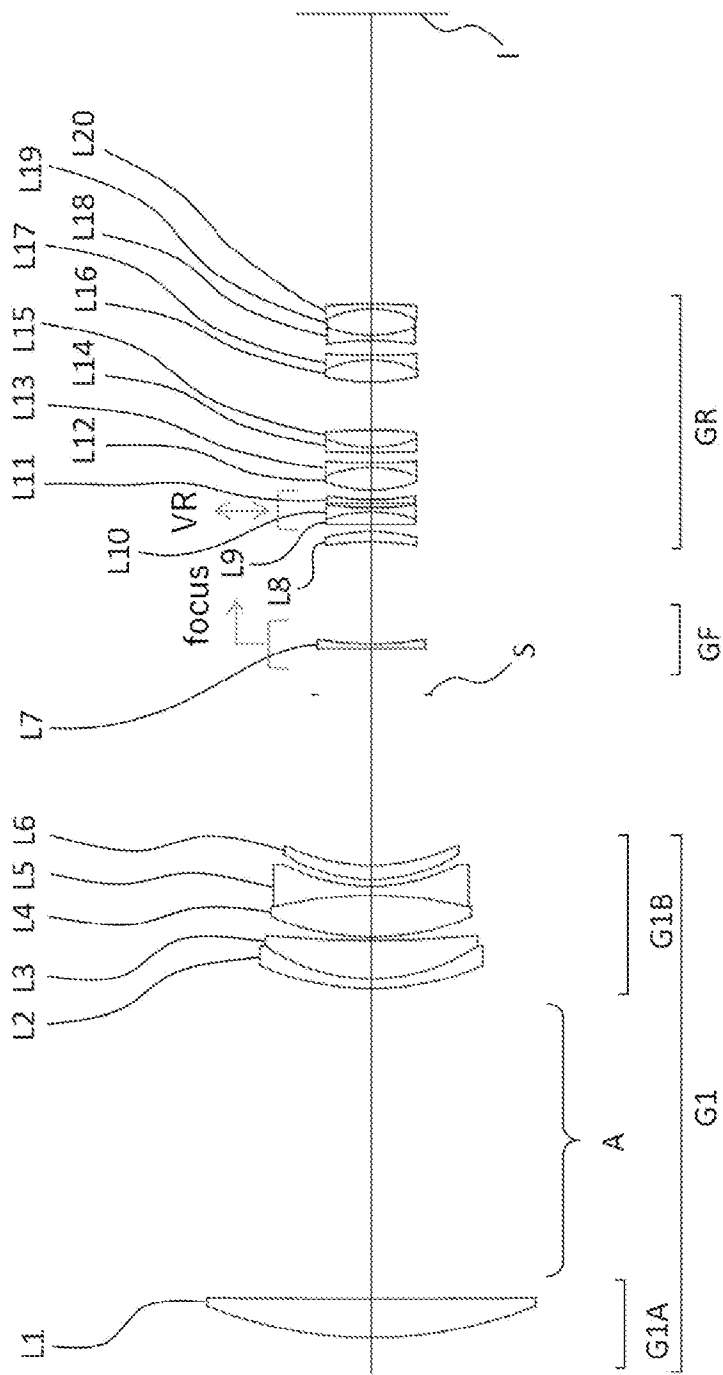
19B

[図20]



[21A]

21A



[図21B]

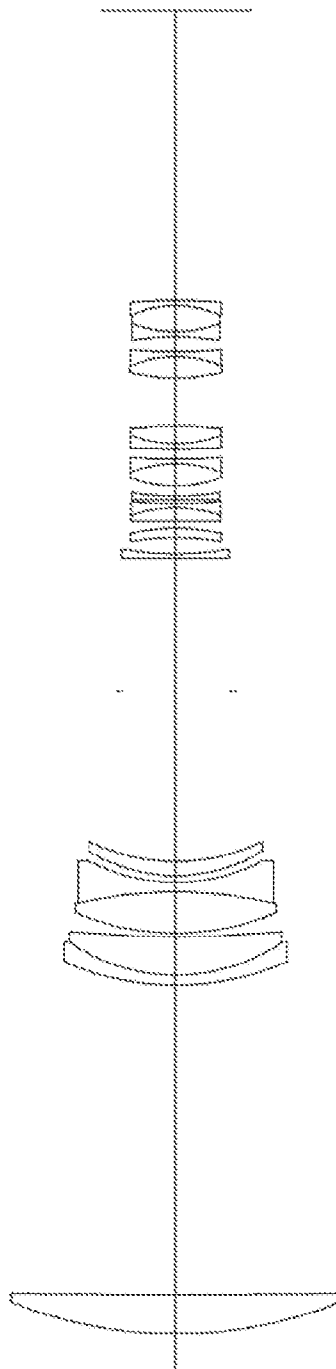


図21B

[図22]

ex11_inf

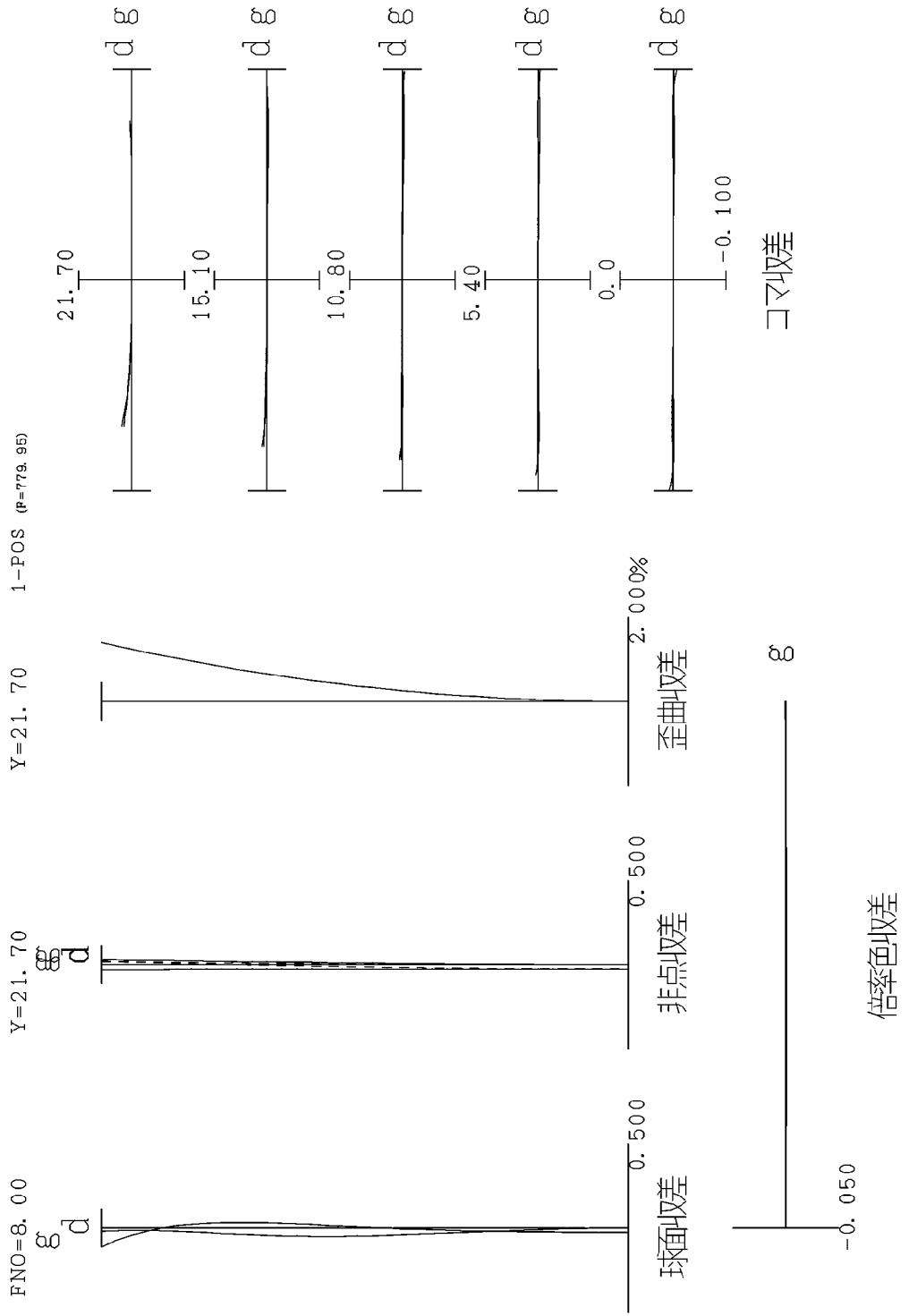
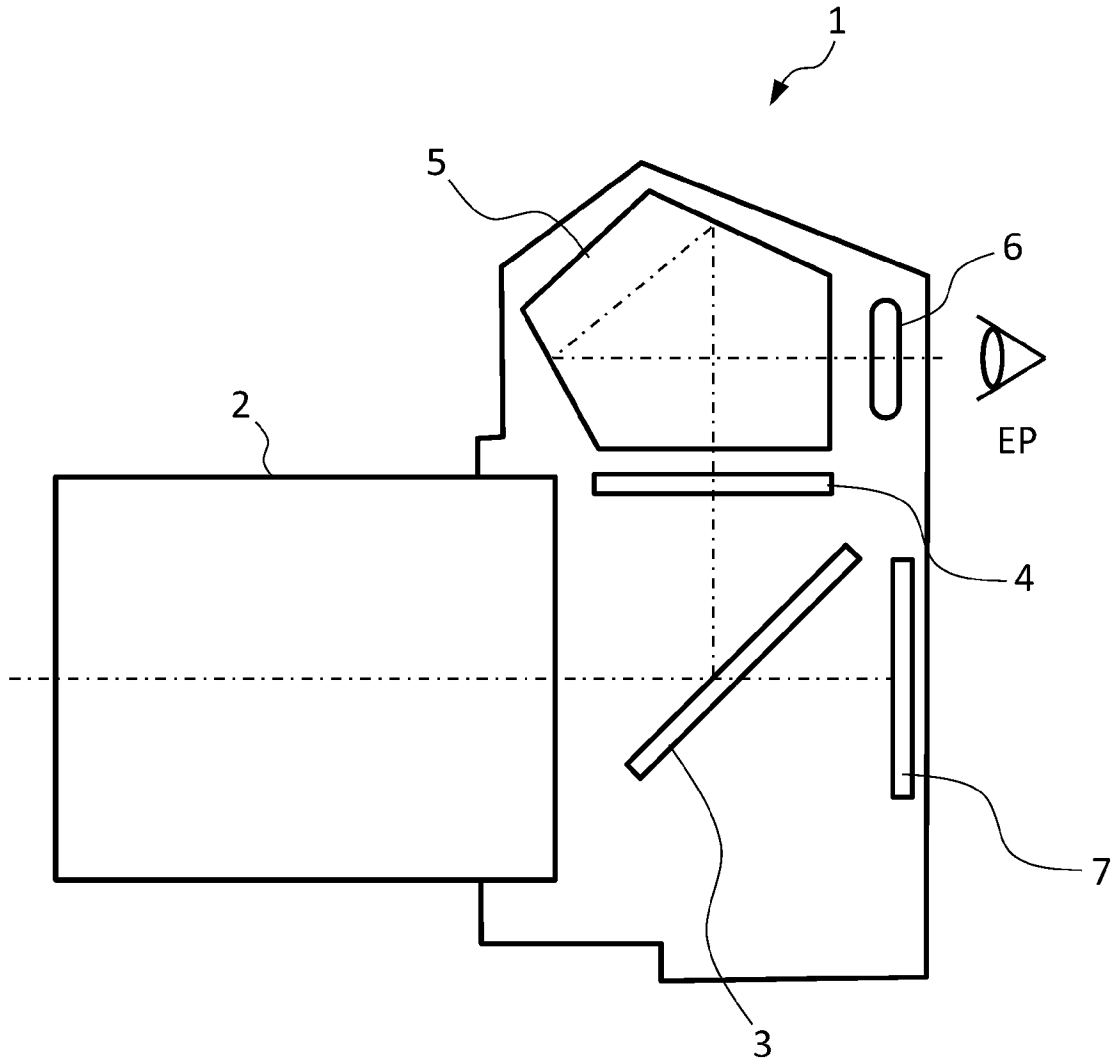


図22

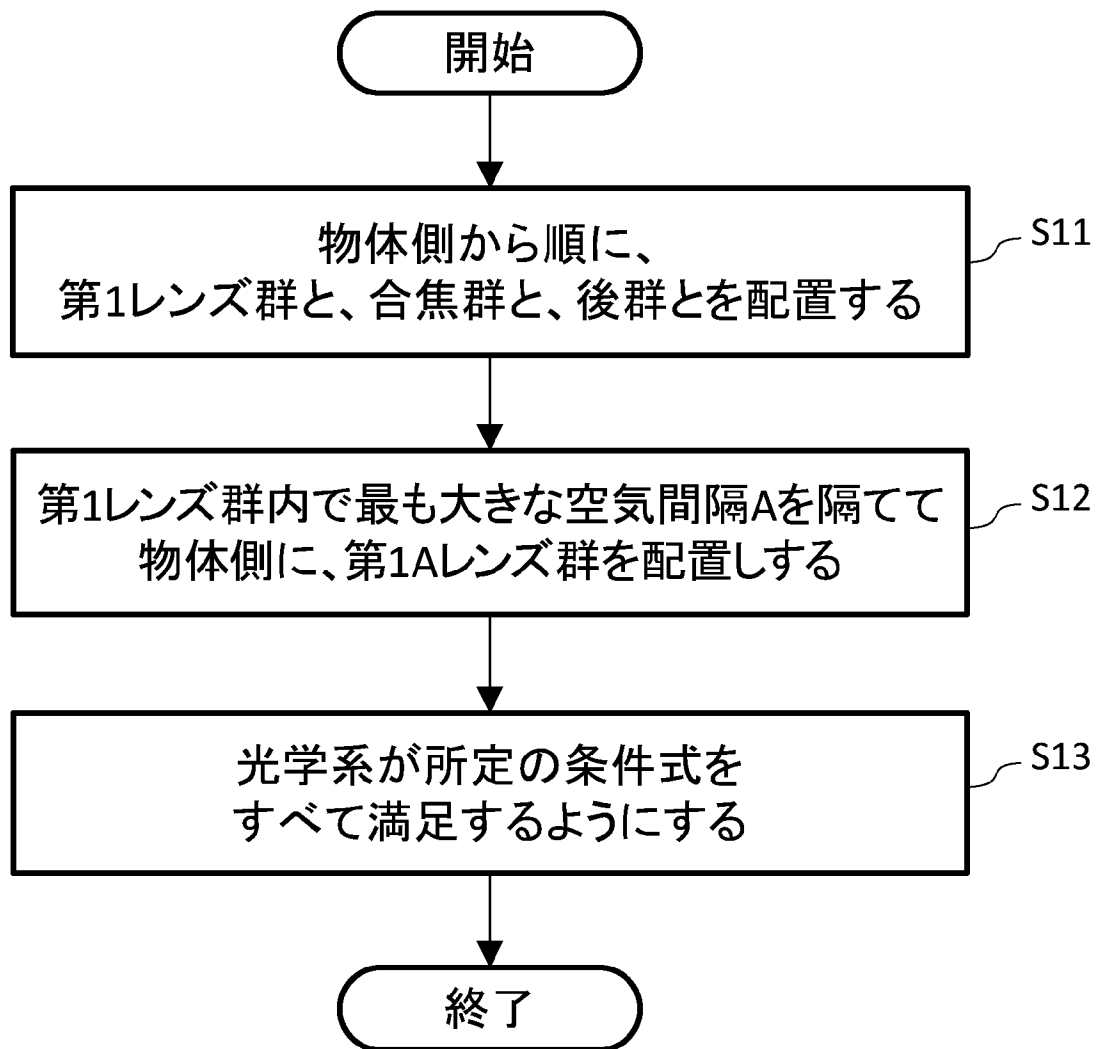
[図23]

図23



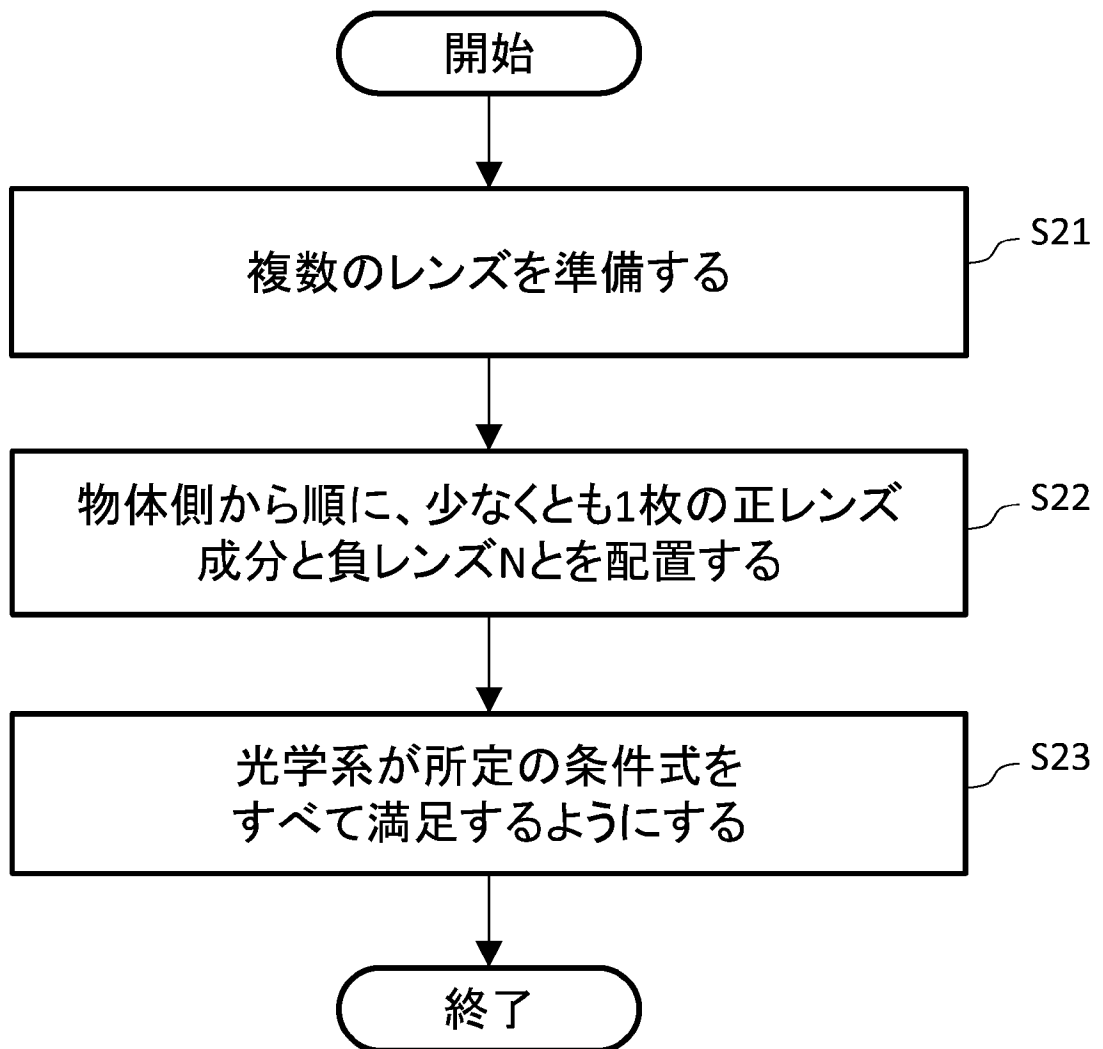
[図24]

図24



[図25]

図25



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/008532

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G02B13/02 (2006.01) i
FI: G02B13/02

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. G02B13/02

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 | 1971-2021 |
| Registered utility model specifications of Japan | 1996-2021 |
| Published registered utility model applications of Japan | 1994-2021 |

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 2013-92575 A (CANON INC.) 16 May 2013 (2013-05-16), numerical examples 3, 9 entire text, all drawings | 1-12, 14, 17-28 13, 15, 16 |
| X A | JP 2016-148707 A (OLYMPUS CORPORATION) 18 August 2016 (2016-08-18), numerical example 2 entire text, all drawings | 3, 4, 6-12, 14, 16-21, 23, 25, 26, 28 1, 2, 5, 13, 15, 22, 24, 27 |

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 May 2021

Date of mailing of the international search report
25 May 2021

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/008532

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17 (2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

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

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

Document 1: JP 2013-92575 A (CANON INC.) 16 May 2013 (2013-05-16), numerical examples 3, 9

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

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

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/008532

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

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

The claims are classified into the four inventions below.

(Invention 1) Claim 1, part of the invention of claims 8-26 that cites claim 1, and claim 27

Document 1 indicates the configuration and conditional expressions recited in claim 1 and claims 8-12 as citing claim 1 (refer to numerical examples 3 and 9). In light of document 1, these claims lack novelty, and thus do not have a special technical feature. However, claim 13 as depending from claim 1 has the special technical feature of "an optical system comprising, in order from the object side:

a first lens group having a positive refractive power;

a focusing group that moves along the optical axis during focusing; and a rear group,

wherein a lens group disposed on the object side with a greatest air space A in the first lens group is a first A lens group,

the first lens group has the first A lens group disposed on the object side and a first B lens group disposed on the image side, with the greatest air space A in the first lens group therebetween,

the first B lens group has at least one positive lens Z, and

all of the conditional expressions below are satisfied.

$1.00 < FNo \times (TL/f)^2 < 2.50,$

$0.30 < dA/dG1 < 0.85,$ and

$60.00 < vd1Amax - vdLZ,$

where

FNo: the f-number of the optical system at infinity focus,

TL: the optical total length of the optical system at infinity focus,

f: the focal length of the optical system at infinity focus,

dA: the length of the air space A on the optical axis,

dG1: the length of the first lens group on the optical axis,

vd1Amax: maximum value of the Abbe number of the lenses included in the first A lens group with the d-line as a reference, and

vdLZ: the Abbe number of the positive lens Z with the d-line as a reference". Thus claim 1, claims 8-13 as citing claim 1, and part of the invention of claims 14-26 as citing claim 1 that cites claim 13 are classified as invention 1.

Part of the invention of claims 14-26 that depends from claim 1 has a link of invention to claim 1, and thus is classified as invention 1.

Claim 27 is substantially identical to or similarly closely related to claim 1, and thus is classified as invention 1.

(Invention 2) Claim 2 and part of the invention of claims 8-26 that cites claim 2

Claim 2 and part of the invention of claims 8-26 that cites claim 2 cannot be said to have the same or corresponding special technical features between these claims and the claims classified as invention 1.

In addition, claim 2 and the part of the invention of claims 8-26 that cites claim 2 do not depend from claim 1. Furthermore, claim 2 and the part of the invention of claims 8-26 that cites claim 2 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

Accordingly claim 2 and the part of the invention of claims 8-26 that cites claim 2 cannot be identified as invention 1.

Meanwhile, document 1 indicates the configuration and conditional

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/008532

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

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

expressions recited in claim 2 (refer to numerical examples 3 and 9). In light of document 1, these claims lack novelty, and thus do not have a special technical feature. However, claim 13 as depending from claim 2 has the special technical feature of "an optical system comprising, in order from the object side:

a first lens group having a positive refractive power;

a focusing group that moves along the optical axis during focusing; and a rear group,

wherein a lens group disposed on the object side with a greatest air space A in the first lens group is a first A lens group,

the first lens group has the first A lens group disposed on the object side and a first B lens group disposed on the image side, with the greatest air space A in the first lens group therebetween,

the first B lens group has at least one positive lens Z, and all of the conditional expressions below are satisfied.

$0.30 < TL/f < 0.80$,

$0.30 < dA/dG1 < 0.85$, and

$60.00 < vd1Amax - vdLZ$,

where

TL: the optical total length of the optical system at infinity focus,

f: the focal length of the optical system at infinity focus,

dA: the length of the air space A on the optical axis,

dG1: the length of the first lens group on the optical axis,

vd1Amax: maximum value of the Abbe number of the lenses included in the first A lens group with the d-line as a reference, and

vdLZ: the Abbe number of the positive lens Z with the d-line as a reference". Thus claim 2, claims 8-13 as citing claim 2, and part of the invention of claims 14-26 as citing claim 2 that cites claim 13 are classified as invention 2.

Part of the invention of claims 14-26 that depends from claim 2 has a link of invention to claim 2, and thus is classified as invention 2.

(Invention 3) Claim 3, part of the invention of claims 5-7 that cites claim 3, part of the invention of claims 8-26 that cites claim 3, and claim 28

Claim 3, part of the invention of claims 5-7 that cites claim 3, part of the invention of claims 8-26 that cites claim 3, and claim 28 cannot be said to have the same or corresponding special technical features between these claims and the claims classified as inventions 1 and 2.

In addition, claim 3, the part of the invention of claims 5-7 that cites claim 3, the part of the invention of claims 8-26 that cites claim 3, and claim 28 do not depend from claim 1 or 2 classified as inventions 1 or 2.

Furthermore, claim 3, the part of the invention of claims 5-7 that cites claim 3, the part of the invention of claims 8-26 that cites claim 3, and claim 28 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as inventions 1 and 2.

Accordingly the part of the invention of claims 3-7 cannot be identified as invention 1 or 2.

Meanwhile, document 1 indicates the configuration and conditional expressions recited in claim 3 (refer to numerical examples 3 and 9). In light of document 1, these claims lack novelty, and thus do not have a special technical feature. However, claim 13 as depending from claim 3 has the special technical feature of: "an optical system comprising multiple lenses,

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

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

the system including, in order from the object side, at least one positive lens component and a negative lens N,

the system comprising, in order from the object side: a first lens group; a focusing group that moves along the optical axis during focusing; and a rear group,

wherein the first lens group has a first A lens group disposed on the object side and a first B lens group disposed on the image side, with a greatest air space A in the first lens group therebetween,

the first B lens group has at least one positive lens Z, and all of the conditional expressions below are satisfied.

$1.00 < FNo \times (TL/f)^2 < 2.50$,

$0.18 < dN/TL < 0.45$, and

$60.00 < vdlAmax - vdLZ$,

where

FNo: the f-number of the optical system at infinity focus,

TL: the optical total length of the optical system at infinity focus,

f: the focal length of the optical system at infinity focus,

dN: the length on the optical axis from a surface of the optical system that is closest to the object to a surface of the negative lens N on the object side,

vdlAmax: maximum value of the Abbe number of the lenses included in the first A lens group with the d-line as a reference, and

vdLZ: the Abbe number of the positive lens Z with the d-line as a reference". Thus claim 3, the part of the invention of claims 5-7 that cites claim 3, claims 8-13 as citing claim 3, and part of the invention of claims 14-26 as citing claim 3 that cites claim 13 are classified as invention 3.

Part of the invention of claims 14-26 that depends from claim 3 has a link of invention to claim 3, and thus is classified as invention 3.

Claim 28 is substantially identical to or similarly closely related to claim 3, and thus is classified as invention 3.

(Invention 4) Claim 4, part of the invention of claims 5-7 that cites claim 4, part of the invention of claims 8-26 that cites claim 4

Claim 4, part of the invention of claims 5-7 that cites claim 4, part of the invention of claims 8-26 that cites claim 4 cannot be said to have the same or corresponding special technical features between these claims and the claims classified as inventions 1-3.

In addition, claim 4, the part of the invention of claims 5-7 that cites claim 4, the part of the invention of claims 8-26 that cites claim 4 do not depend from claims 1-3 classified as inventions 1-3.

Furthermore, claim 4, the part of the invention of claims 5-7 that cites claim 4, the part of the invention of claims 8-26 that cites claim 4 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as inventions 1-3.

Accordingly, claim 4, the part of the invention of claims 5-7 that cites claim 4, the part of the invention of claims 8-26 that cites claim 4 cannot be identified as inventions 1-3.

Meanwhile, document 1 indicates the configuration and conditional expressions recited in claim 4 (refer to numerical examples 3 and 9). In light of document 1, these claims lack novelty, and thus do not have a special technical feature. However, claim 13 as depending from claim 4 has the special technical feature of: "an optical system comprising multiple

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/008532

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

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

lenses,

the system including a positive lens component disposed closest to the object,

the system including a negative lens N disposed closest to the object among negative lenses disposed on the image side relative to the positive lens component, and

the system comprising, in order from the object side: a first lens group; a focusing group that moves along the optical axis during focusing; and a rear group,

wherein the first lens group has a first A lens group disposed on the object side and a first B lens group disposed on the image side, with a greatest air space A in the first lens group therebetween,

the first B lens group has at least one positive lens Z, and

all of the conditional expressions below are satisfied.

$1.00 < FNo \times (TL/f)^2 < 2.50,$

$0.18 < dN/TL < 0.45,$ and

$60.00 < vd1Amax - vdLZ,$

where

FNo: the f-number of the optical system at infinity focus,

TL: the optical total length of the optical system at infinity focus,

f: the focal length of the optical system at infinity focus,

dN: the length on the optical axis from a surface of the optical system that is closest to the object to a surface of the negative lens Non the object side,

vd1Amax: maximum value of the Abbe number of the lenses included in the first A lens group with the d-line as a reference, and

vdLZ: the Abbe number of the positive lens Z with the d-line as a reference". Thus claim 4, the part of the invention of claims 5-7 that cites claim 4, claims 8-13 as citing claim 4, and part of the invention of claims 14-26 as citing claim 4 that cites claim 13 are classified as invention 4.

Part of the invention of claims 14-26 that depends from claim 4 has a link of invention to claim 4, and thus is classified as invention 4.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/008532

| | | |
|------------------|----------------|---|
| JP 2013-92575 A | 16 May 2013 | US 2013/0100337 A1 numerical examples 3, 9 |
| JP 2016-148707 A | 18 August 2016 | US 2016/0109690 A1 example 2 CN 105527700 A CN 107589527 A |

| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 13/02(2006.01)i FI: G02B13/02 | | |
|--|--|---------------------------------------|
| B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G02B13/02 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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021年 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語） | | |
| C. 関連すると認められる文献 | | |
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求項の番号 |
| X | JP 2013-92575 A (キヤノン株式会社) 16.05.2013 (2013-05-16) | 1-12, 14, 17-28 |
| A | 数値実施例3,9 全文全図 | 13, 15, 16 |
| X | JP 2016-148707 A (オリンパス株式会社) 18.08.2016 (2016-08-18) | 3, 4, 6-12, 14, 16-21, 23, 25, 26, 28 |
| A | 数値実施例2 全文全図 | 1, 2, 5, 13, 15, 22, 24, 27 |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。 | | |
| * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献 | | |
| 国際調査を完了した日 | 06.05.2021 | 国際調査報告の発送日 25.05.2021 |
| 名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | 権限のある職員（特許庁審査官） 岡田 弘 2V 8361 電話番号 03-3581-1101 内線 3271 | |

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

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

文献1：JP 2013-92575 A（キヤノン株式会社）2013.5.16， 数値実施例3,9

請求の範囲は、以下の4つの発明に区分される。

（発明1）請求項1、請求項8-26のうち請求項1を引用する部分、及び、請求項27

文献1には、請求項1、請求項1を引用する請求項8-12に記載された構成、条件式が記載されており（数値実施例3,9参照）、文献1により新規性が欠如しているため、特別な技術的特徴を有しない。しかしながら、請求項1の従属請求項である請求項13は、「物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、

合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、

前記第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて物体側に配置されたレンズ群を第1Aレンズ群とし、

前記第1レンズ群は、前記第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて、物体側に配置された第1Aレンズ群と像側に配置された第1Bレンズ群とを有し、

前記第1Bレンズ群は、正レンズZを少なくとも1枚有し、

以下の条件式のすべてを満足する光学系。

$$1.00 < FN_o \times (TL/f)^2 < 2.50$$

$$0.30 < dA/dG1 < 0.85$$

$$60.00 < \nu d1A_{max} - \nu dLZ$$

但し、

FN_o：無限遠合焦時における前記光学系のF値

TL：無限遠合焦時における前記光学系の光学全長

f：無限遠合焦時における前記光学系の焦点距離

dA：前記空気間隔Aの光軸上の距離

dG1：前記第1レンズ群の光軸上の距離

$\nu d1A_{max}$ ：前記第1Aレンズ群に含まれるレンズのd線を基準とするアッペ数の最大値

νdLZ ：正レンズZのd線を基準とするアッペ数」という特別な技術的特徴を有しており、請求項1、請求項1を引用する請求項8-13及び請求項1を引用する請求項14-26のうち請求項13を引用している部分を発明1に区分する。

また、請求項14-26のうち、請求項1に従属する部分は、請求項1に対して発明の連関を有しているため、発明1に区分する。

また、請求項27は、請求項1と実質同一またはそれに準ずる関係にあるため発明1に区分する。

（発明2）請求項2、請求項8-26のうち請求項2を引用する部分

請求項2、請求項8-26のうち請求項2を引用する部分は、発明1に区分された請求項と、同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しているとはいえない。

また、請求項2、請求項8-26のうち請求項2を引用する部分、請求項1の従属請求項ではない。さらに、請求項2、請求項8-26のうち請求項2を引用する部分は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項2、請求項8-26のうち請求項2を引用する部分は、発明1に区分できない。

そして、文献1には、請求項2に記載された構成、条件式が記載されており（数値実施例3,9参照）、文献1により新規性が欠如しているため、特別な技術的特徴を有しない。しかしながら、請求項2の従属請求項である請求項13は、「物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、

合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、

前記第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて物体側に配置されたレンズ群を第1Aレンズ群とし、

前記第1レンズ群は、前記第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて、物体側に配置された第1Aレンズ群と像側に配置された第1Bレンズ群とを有し、

前記第1Bレンズ群は、正レンズZを少なくとも1枚有し、

以下の条件式のすべてを満足する光学系。

$$0.30 < TL/f < 0.80$$

$$0.30 < dA/dG1 < 0.85$$

$$60.00 < \nu d1A_{max} - \nu dLZ$$

但し、

TL：無限遠合焦時における前記光学系の光学全長

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

f : 無限遠合焦時における前記光学系の焦点距離
 dA : 前記空気間隔Aの光軸上の距離
 dG1 : 前記第1レンズ群の光軸上の距離
 $\nu d1 A_{max}$: 前記第1Aレンズ群に含まれるレンズのd線を基準とするアッペ数の最大値
 νdLZ : 正レンズZのd線を基準とするアッペ数」という特別な技術的特徴を有しており、請求項2, 請求項2を引用する8-13及び請求項2を引用する請求項14-26のうち請求項13を引用している部分を発明2に区分する。
 また、請求項14-26のうち、請求項2に従属する部分は、請求項2に対して発明の連関を有しているため、発明2に区分する。

（発明3） 請求項3、請求項5-7のうち請求項3を引用する部分、請求項8-26のうち請求項3を引用する部分、及び、請求項28

請求項3、請求項5-7のうち請求項3を引用する部分、請求項8-26のうち請求項3を引用する部分、及び、請求項28は、発明1及び2に区分された請求項と、同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しているとはいえない。

また、請求項3、請求項5-7のうち請求項3を引用する部分、請求項8-26のうち請求項3を引用する部分、及び、請求項28は、発明1及び2に区分された請求項1及び2の従属請求項ではない。

さらに、請求項3、請求項5-7のうち請求項3を引用する部分、請求項8-26のうち請求項3を引用する部分、及び、請求項28は、発明1及び2に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項3-7の上記部分は発明1または2に区分できない。

そして、文献1には、請求項3に記載された構成、条件式が記載されており（数値実施例3,9参照）、文献1により新規性が欠如しているため、特別な技術的特徴を有しない。しかしながら、請求項3の従属請求項である請求項13は、「複数のレンズからなる光学系であって、

物体側から順に少なくとも1枚の正レンズ成分と負レンズNとを有し、物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、前記第1レンズ群は、前記第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて、物体側に配置された第1Aレンズ群と像側に配置された第1Bレンズ群とを有し、

前記第1Bレンズ群は、正レンズZを少なくとも1枚有し、

以下の条件式のすべてを満足する光学系。

$$1.00 < FN_o \times (TL/f)^2 < 2.50$$

$$0.18 < dN/TL < 0.45$$

$$60.00 < \nu d1 A_{max} - \nu dLZ$$

但し、

FN_o : 無限遠合焦時における前記光学系のF値

TL : 無限遠合焦時における前記光学系の光学全長

f : 無限遠合焦時における前記光学系の焦点距離

dN : 前記光学系の最も物体側の面から前記負レンズNの物体側の面までの光軸上の距離

$\nu d1 A_{max}$: 前記第1Aレンズ群に含まれるレンズのd線を基準とするアッペ数の最大値

νdLZ : 正レンズZのd線を基準とするアッペ数」という特別な技術的特徴を有しており、請求項3、請求項5-7のうち請求項3を引用する部分、請求項3を引用する8-13及び請求項3を引用する請求項14-26のうち請求項13を引用している部分を発明3に区分する。

また、請求項14-26のうち、請求項3に従属する部分は、請求項3に対して発明の連関を有しているため、発明3に区分する。

また、請求項28は、請求項3と実質同一またはそれに準ずる関係にあるため発明3に区分する。

（発明4） 請求項4、請求項5-7のうち請求項4を引用する部分、請求項8-26のうち請求項4を引用する部分

請求項4、請求項5-7のうち請求項4を引用する部分、請求項8-26のうち請求項4を引用する部分は、発明1-3に区分された請求項と、同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しているとはいえない。

また、請求項4、請求項5-7のうち請求項4を引用する部分、請求項8-26のうち請求項4を引用する部分は、発明1-3に区分された請求項1-3の従属請求項ではない。

さらに、請求項4、請求項5-7のうち請求項4を引用する部分、請求項8-26のうち請求項4を引用する部分は、発明1-3に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

したがって、請求項4、請求項5-7のうち請求項4を引用する部分、請求項8-26のうち請求項4を引用する部分は、発明1-3に区分できない。

そして、文献1には、請求項4に記載された構成、条件式が記載されており（数値実施例3,9参照）、文献1により新規性が欠如しているため、特別な技術的特徴を有しない。しかしながら、請求項4の従属請求項である請求項13は、「複数のレンズからなる光学系であって、

最も物体側に正レンズ成分を有し、

前記正レンズ成分より像側に配置された負レンズのうち最も物体側に配置された負レンズNを有し、物体側から順に、第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動する合焦群と、後群とからなり、

前記第1レンズ群は、前記第1レンズ群内で最も大きな空気間隔Aを隔てて、物体側に配置された第1Aレンズ群と像側に配置された第1Bレンズ群とを有し、

前記第1Bレンズ群は、正レンズZを少なくとも1枚有し、

以下の条件式をすべて満足する光学系。

$$1.00 < FN_o \times (TL/f)^2 < 2.50$$

$$0.18 < dN/TL < 0.45$$

$$60.00 < \nu d1A_{max} - \nu dLZ$$

但し、

FN_o : 無限遠合焦時における前記光学系のF値

TL : 無限遠合焦時における前記光学系の光学全長

f : 無限遠合焦時における前記光学系の焦点距離

dN : 前記光学系の最も物体側の面から前記負レンズNの物体側の面までの光軸上の距離

$\nu d1A_{max}$: 前記第1Aレンズ群に含まれるレンズのd線を基準とするアッペ数の最大値

νdLZ : 正レンズZのd線を基準とするアッペ数」という特別な技術的特徴を有しており、請求項4、請求項5-7のうち請求項4を引用する部分、請求項4を引用する8-13及び請求項4を引用する請求項14-26のうち請求項13を引用している部分を発明4に区分する。

また、請求項14-26のうち、請求項4に従属する部分は、請求項4に対して発明の連関を有しているため、発明4に区分する。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2021/008532

| 引用文献 | | | 公表日 | パテントファミリー文献 | | | 公表日 |
|------|-------------|---|------------|------------------------|--------------|----|-----|
| JP | 2013-92575 | A | 16.05.2013 | US | 2013/0100337 | A1 | |
| | | | | Numerical Examples 3,9 | | | |
| JP | 2016-148707 | A | 18.08.2016 | US | 2016/0109690 | A1 | |
| | | | | Example 2 | | | |
| | | | | CN | 105527700 | A | |
| | | | | CN | 107589527 | A | |