

(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
2018年11月15日(15.11.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/207238 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 13/00 (2006.01) **G02B 13/18** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/017402
- (22) 国際出願日: 2017年5月8日(08.05.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: エスゼット ディージェイアイ テクノロジー カンパニー リミテッド (**SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD**) [CN/JP]; 〒1080075 東京都港区港南 1-2-70 品川シーズンテラス 11F Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 陳 永華 (**CHEN Yonghua**); 〒1080075 東京都港区港南 1-2-70 品川シーズンテラ

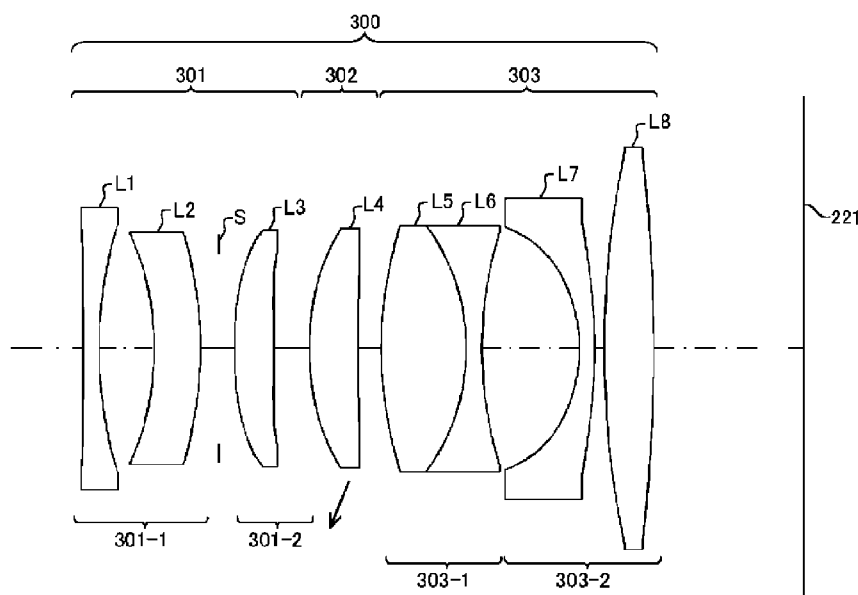
ス 11 F D J I J A P A N 株式会社内 Tokyo (JP). 大畑 篤 (**OHATA Atsushi**); 〒1080075 東京都港区港南 1-2-70 品川シーズンテラス 11 F D J I J A P A N 株式会社内 Tokyo (JP). 湊 篤郎 (**MINATO Atsuo**); 〒1080075 東京都港区港南 1-2-70 品川シーズンテラス 11 F D J I J A P A N 株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 龍華国際特許業務法人 (**RYUKA IP LAW FIRM**); 〒1631522 東京都新宿区西新宿 1-6-1 新宿エルタワー 22 階 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,

(54) **Title:** LENS SYSTEM, IMAGE PICKUP DEVICE, MOBILE BODY, AND SYSTEM

(54) 発明の名称: レンズ系、撮像装置、移動体及びシステム



(57) **Abstract:** This lens system is provided with, in the following order from the object side to the image side, a first lens group having positive refractive power, a second lens group having positive refractive power, and a third lens group having negative refractive power. The first lens group includes, in the following order from the object side, a first sub-lens group having negative refractive power, a diaphragm, and a second sub-lens group having positive refractive power. The third lens group includes, a front group, which is disposed on the object side, and which has positive refractive power, and a rear group, which is disposed on the image side, and which has negative refractive power, said front group and rear

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, 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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

group having therebetween an air interval that is largest in the third lens group. In focusing from infinity to close range, the first lens group and the third lens group are fixed, and the second lens group moves to the object side. When the focal point distance of the first lens group is represented by f_1 , and the focal point distance of the whole system in infinity is represented by f_i , conditional expression of $1 < f_1/f_i < 16$ is satisfied.

(57) 要約: レンズ系は、物体側より像側に順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、負の屈折力を有する第3レンズ群を備える。第1レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1サブレンズ群、絞り、正の屈折力を有する第2サブレンズ群を含む。第3レンズ群は、第3レンズ群中で最も広い空気間隔を挟んで、物体側に配置された正の屈折力を有する前群と、像側に配置された負の屈折力を有する後群とを含む。無限遠から近距離へのフォーカシングにおいて、第1レンズ群及び第3レンズ群が固定され、第2レンズ群が物体側に移動する。第1レンズ群の焦点距離を f_1 、無限遠における全系の焦点距離を f_i とすると、条件式 $1 < f_1/f_i < 16$ を満足する。

明 細 書

発明の名称： レンズ系、撮像装置、移動体及びシステム

技術分野

[0001] 本発明は、レンズ系、撮像装置、移動体及びシステムに関する。

背景技術

[0002] 負負正の構成を持つ3群構成の固定焦点レンズが知られている（例えば、特許文献1を参照のこと。）。3枚のレンズを有すフォーカスレンズ群を備えるインナーフォーカス式の撮像光学系が知られている（例えば、特許文献2を参照のこと。）。単レンズを備えるフォーカスレンズ群を備えるインナーフォーカスレンズ系が知られている（例えば、特許文献3を参照のこと。）。

特許文献1 特開2012-173435号公報

特許文献2 特開2014-095841号公報

特許文献3 特開2014-142604号公報

解決しようとする課題

[0003] 小型で広角であり、収差が良好に補正されたレンズ系が望まれている。

一般的開示

[0004] 本発明の一態様に係るレンズ系は、物体側より像側に順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、負の屈折力を有する第3レンズ群を備える。第1レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1サブレンズ群、絞り、正の屈折力を有する第2サブレンズ群を含んでよい。第3レンズ群は、第3レンズ群中で最も広い空気間隔を挟んで、物体側に配置された正の屈折力を有する前群と、像側に配置された負の屈折力を有する後群とを含んでよい。無限遠から近距離へのフォーカシングにおいて、第1レンズ群及び第3レンズ群が固定され、第2レンズ群が物体側に移動してよい。第1レンズ群の焦点距離を f_1 、無限遠における全系の焦点距離を f_i とすると、条件式

$$1 < f_1 / f_i < 1.6$$

を満足してよい。

- [0005] 第2レンズ群の焦点距離を f_2 、無限遠における全系の焦点距離を f_i とすると、第2レンズ群のパワーが、条件式

$$1 < f_2 / f_i < 4$$

を満足してよい。

- [0006] 第2レンズ群は、2枚以下のレンズで構成され、少なくとも1枚の非球面レンズを含んでよい。

- [0007] 第1サブレンズ群の焦点距離を f_{1f} とし、第1レンズ群の屈折力を f_1 とすると、条件式

$$-2 < f_{1f} / f_1 < 0$$

を満足してよい。

- [0008] 第1レンズ群の物体側に負の屈折力を有する単レンズが配置されてよい。
負の屈折力を有する単レンズのd線に対するアッベ数を ν_n とすると、条件式

$$\nu_n > 4.6$$

を満足してよい。

- [0009] 第3レンズ群の後群の焦点距離を f_{3r} とし、第3レンズ群の焦点距離を f_3 とすると、条件式

$$0 < f_{3r} / f_3 < 0.6$$

を満足してよい。

- [0010] 第3レンズ群の前群と第3レンズ群の後群との軸上間隔を D_{3fr} とし、レンズ系における物体側のレンズの頂点からレンズ系における像側のレンズの像側面までの軸上の距離を L_d とすると、条件式

$$0.06 < D_{3fr} / L_d < 0.3$$

を満足してよい。

- [0011] レンズ系は、全長固定の単焦点レンズ系であってよい。

- [0012] 本発明の一態様に係る撮像装置は、上記のレンズ系と、撮像素子とを備え

る。

[0013] 本発明の一態様に係る移動体は、上記のレンズ系を備えて移動する。

[0014] 移動体は無人航空機であってよい。

[0015] 本発明の一態様に係るシステムは、上記のレンズ系と、レンズ系を変位可能に支持する支持機構とを備える。

[0016] 上記のレンズ系によれば、小型で広角であり、収差が良好に補正されたレンズ系を提供することができる。

[0017] 上記の発明の概要は、本発明の特徴の全てを列挙したものではない。これらの特徴群のサブコンビネーションも発明となりうる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]無人航空機（UAV）100及びコントローラ50を備える移動体システム10の一例を概略的に示す。

[図2]UAV100の機能ブロックの一例を示す。

[図3]第1実施例におけるレンズ系300のレンズ構成を、撮像素子221とともに示す。

[図4]レンズ系300の球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す。

[図5]第2実施例におけるレンズ系400のレンズ構成を、撮像素子221とともに示す。

[図6]レンズ系400の球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す。

[図7]第3実施例におけるレンズ系500のレンズ構成を、撮像素子221とともに示す。

[図8]レンズ系500の球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す。

[図9]第4実施例におけるレンズ系600のレンズ構成を、撮像素子221とともに示す。

[図10]レンズ系600の球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す。

[図11]第5実施例におけるレンズ系700のレンズ構成を、撮像素子221とともに示す。

[図12]レンズ系700の球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す。

[図13]スタビライザ3000の一例を示す外観斜視図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施の形態は請求の範囲に係る発明を限定するものではない。また、実施の形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。以下の実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、請求の範囲の記載から明らかである。

[0020] 請求の範囲、明細書、図面、及び要約書には、著作権による保護の対象となる事項が含まれる。著作権者は、これらの書類の何人による複製に対しても、特許庁のファイルまたはレコードに表示される通りであれば異議を唱えない。ただし、それ以外の場合、一切の著作権を留保する。

[0021] 図1は、無人航空機（UAV）100及びコントローラ50を備える移動体システム10の一例を概略的に示す。UAV100は、UAV本体101、ジンバル110、複数の撮像装置230、及び撮像装置220を備える。撮像装置220は、レンズ装置160及び撮像部140を備える。UAV100は、撮像装置を備えて移動する移動体の一例である。移動体とは、UAVの他、空中を移動する他の航空機、地上を移動する車両、水上を移動する船舶等を含む概念である。

[0022] UAV本体101は、複数の回転翼を備える。UAV本体101は、複数の回転翼の回転を制御することでUAV100を飛行させる。UAV本体101は、例えば、4つの回転翼を用いてUAV100を飛行させる。回転翼の数は、4つには限定されない。UAV100は、回転翼を有さない固定翼機でもよい。

[0023] 撮像装置230は、所望の撮像範囲に含まれる被写体を撮像する撮像用のカメラである。複数の撮像装置230は、UAV100の飛行を制御するためにUAV100の周囲を撮像するセンシング用のカメラである。撮像装置

230は、UAV本体101に固定されていてよい。

[0024] 2つの撮像装置230が、UAV100の機首である正面に設けられてよい。さらに他の2つの撮像装置230が、UAV100の底面に設けられてよい。正面側の2つの撮像装置230はペアとなり、いわゆるステレオカメラとして機能してよい。底面側の2つの撮像装置230もペアとなり、ステレオカメラとして機能してよい。複数の撮像装置230により撮像された画像に基づいて、UAV100の周囲の3次元空間データが生成されてよい。複数の撮像装置230により撮像された被写体までの距離は、複数の撮像装置230によるステレオカメラにより特定され得る。

[0025] UAV100が備える撮像装置230の数は4つには限定されない。UAV100は、少なくとも1つの撮像装置230を備えていればよい。UAV100は、UAV100の機首、機尾、側面、底面、及び天井面のそれぞれに少なくとも1つの撮像装置230を備えてもよい。撮像装置230は、単焦点レンズ又は魚眼レンズを有してもよい。UAV100に係る説明において、複数の撮像装置230を、単に撮像装置230と総称する場合がある。

[0026] コントローラ50は、表示部54と操作部52を備える。操作部52は、UAV100の姿勢を制御するための入力操作をユーザから受け付ける。コントローラ50は、操作部52が受け付けたユーザの操作に基づいて、UAV100を制御するための信号を送信する。例えば、操作部52は、レンズ装置160のフォーカス位置を変更する操作を受け付ける。コントローラ50は、フォーカス位置の変更を指示する信号をUAV100に送信する。

[0027] コントローラ50は、撮像装置230及び撮像装置220の少なくとも一方が撮像した画像を受信する。表示部54は、コントローラ50が受信した画像を表示する。表示部54はタッチ式のパネルであってよい。コントローラ50は、表示部54を通じて、ユーザから入力操作を受け付けてよい。表示部54は、撮像装置220に撮像させるべき被写体の位置をユーザが指定するユーザ操作等を受け付けてよい。

[0028] 撮像部140は、レンズ装置160により結像された光学像の画像データ

を生成して記録する。レンズ装置１６０は、撮像部１４０と一体的に設けられてよい。レンズ装置１６０は、いわゆる交換レンズであってよい。レンズ装置１６０は、撮像部１４０に対して着脱可能に設けられてよい。

[0029] ジンバル１１０は、撮像装置２２０を可動に支持する支持機構を有する。撮像装置２２０は、ジンバル１１０を介してＵＡＶ本体１０１に取り付けられる。ジンバル１１０は、撮像装置２２０を、ピッチ軸を中心に回転可能に支持する。ジンバル１１０は、撮像装置２２０を、ロール軸を中心に回転可能に支持する。ジンバル１１０は、撮像装置２２０を、ヨー軸を中心に回転可能に支持する。ジンバル１１０は、ピッチ軸、ロール軸、及びヨー軸の少なくとも１つの軸を中心に、撮像装置２２０を回転可能に支持してよい。ジンバル１１０は、ピッチ軸、ロール軸、及びヨー軸のそれぞれを中心に、撮像装置２２０を回転可能に支持してよい。ジンバル１１０は、撮像部１４０を保持してもよい。ジンバル１１０は、レンズ装置１６０を保持してもよい。ジンバル１１０は、ヨー軸、ピッチ軸、及びロール軸の少なくとも１つを中心に撮像部１４０及びレンズ装置１６０を回転させることで、撮像装置２２０の撮像方向を変更してよい。

[0030] 図２は、ＵＡＶ１００の機能ブロックの一例を示す。ＵＡＶ１００は、インタフェース１０２、制御部１０４、メモリ１０６、ジンバル１１０、撮像部１４０、及びレンズ装置１６０を備える。

[0031] インタフェース１０２は、コントローラ５０と通信する。インタフェース１０２は、コントローラ５０から各種の命令を受信する。制御部１０４は、コントローラ５０から受信した命令に従って、ＵＡＶ１００の飛行を制御する。制御部１０４は、ジンバル１１０、撮像部１４０、及びレンズ装置１６０を制御する。制御部１０４は、ＣＰＵ又はＭＰＵなどのマイクロプロセッサ、ＭＣＵなどのマイクロコントローラなどにより構成されてよい。メモリ１０６は、制御部１０４がジンバル１１０、撮像部１４０、及びレンズ装置１６０を制御するのに必要なプログラムなどを格納する。

[0032] メモリ１０６は、コンピュータが可読な記録媒体でよい。メモリ１０６は

、SRAM、DRAM、EPROM、EEPROM、及びUSBメモリなどのフラッシュメモリの少なくとも1つを含んでよい。メモリ106は、UAV100の筐体に設けられてよい。UAV100の筐体から取り外し可能に設けられてよい。

[0033] ジンバル110は、制御部112、ドライバ114、ドライバ116、ドライバ118、駆動部124、駆動部126、駆動部128、及び支持機構130を有する。駆動部124、駆動部126及び駆動部128は、モータであってよい。

[0034] 支持機構130は、撮像装置220を支持する。支持機構130は、撮像装置220の撮像方向を可動に支持する。支持機構130は、撮像部140及びレンズ装置160をヨー軸、ピッチ軸、及びロール軸を中心に回転可能に支持する。支持機構130は、回転機構134、回転機構136、及び回転機構138を含む。回転機構134は、駆動部124を用いてヨー軸を中心に撮像部140及びレンズ装置160を回転させる。回転機構136は、駆動部126を用いてピッチ軸を中心に撮像部140及びレンズ装置160を回転させる。回転機構138は、駆動部128を用いてロール軸を中心に撮像部140及びレンズ装置160を回転させる。

[0035] 制御部112は、制御部104からのジンバル110の動作命令に応じて、ドライバ114、ドライバ116、及びドライバ118に対して、それぞれの回転角度を示す動作命令を出力する。ドライバ114、ドライバ116、及びドライバ118は、回転角度を示す動作命令に従って駆動部124、駆動部126、及び駆動部128を駆動させる。回転機構134、回転機構136、及び回転機構138は、駆動部124、駆動部126、及び駆動部128によりそれぞれ駆動されて回転し、撮像部140及びレンズ装置160の姿勢を変更する。

[0036] 撮像部140は、レンズ系300を通過した光により撮像する。撮像部140は、制御部222、撮像素子221及びメモリ223を備える。制御部222は、CPU又はMPUなどのマイクロプロセッサ、MCUなどのマイ

クロコントローラなどにより構成されてよい。制御部 222 は、制御部 104 からの撮像部 140 及びレンズ装置 160 に対する動作命令に応じて、撮像部 140 及びレンズ装置 160 を制御する。制御部 222 は、コントローラ 50 から受信した信号に基づいて、レンズ装置 160 にフォーカス位置の移動を指示する制御命令をレンズ装置 160 に出力する。

[0037] メモリ 223 は、コンピュータが可読な記録媒体でよく、SRAM、DRAM、EPROM、EEPROM、及びUSBメモリなどのフラッシュメモリの少なくとも 1 つを含んでよい。メモリ 223 は、撮像部 140 の筐体の内部に設けられてよい。撮像部 140 の筐体から取り外し可能に設けられてよい。

[0038] 撮像素子 221 は、撮像部 140 の筐体の内部に保持され、レンズ装置 160 を介して結像された光学像の画像データを生成して、制御部 222 に出力する。制御部 222 は、撮像素子 221 から出力された画像データをメモリ 223 に格納する。制御部 222 は、画像データを、制御部 104 を介してメモリ 106 に出力して格納してもよい。

[0039] レンズ装置 160 は、単焦点レンズである。レンズ装置 160 は全長固定レンズであってよい。レンズ装置 160 は、制御部 162、メモリ 163、駆動機構 161、及びレンズ系 300 を備える。レンズ系 300 は、第 1 レンズ群 301 と、第 2 レンズ群 302 と、第 3 レンズ群 303 とを備える。本実施形態の説明において、レンズ系 300 の光軸のことを、単に「光軸」と呼ぶ場合がある。また、「レンズ群」とは、1 つ以上のレンズのまとまりのことをいう。単一のレンズから構成されるレンズのことも「レンズ群」と呼ぶ。

[0040] 制御部 162 は、制御部 222 からの制御命令に従って、レンズ系 300 が備えるフォーカスレンズを光軸に沿って変位させて焦点調節を行う。レンズ装置 160 のレンズ系 300 により結像された像は、撮像部 140 により撮像される。レンズ系 300 において、フォーカスレンズは第 2 レンズ群 302 である。

- [0041] 駆動機構 161 は、第 2 レンズ群 302 を変位させる。駆動機構 161 は、例えばアクチュエータと、第 2 レンズ群 302 を保持する保持部材とを備える。アクチュエータには、制御部 162 から駆動用のパルスが供給される。アクチュエータは、供給されたパルスに応じた駆動量だけ変位する。アクチュエータの変位に応じて保持部材が変位することにより、第 2 レンズ群 302 が変位する。これにより、焦点調節が行われる。撮像装置 220 において、拡大撮影はいわゆる電子ズームにより行われる。例えば、拡大撮影は、撮像素子 221 により撮像された画像の一部を切り出すことにより行われる。
- [0042] レンズ装置 160 は、撮像部 140 と一体的に設けられてよい。レンズ装置 160 は、いわゆる交換レンズであってよい。レンズ装置 160 は、撮像部 140 に対して着脱可能に設けられてよい。
- [0043] 撮像装置 230 は、制御部 232、制御部 234、撮像素子 231、メモリ 233、及びレンズ 235 を備える。制御部 232 は、CPU 又は MPU などのマイクロプロセッサ、MCU などのマイクロコントローラなどにより構成されてよい。制御部 232 は、制御部 104 からの撮像素子 231 の動作命令に応じて、撮像素子 231 を制御する。
- [0044] 制御部 234 は、CPU 又は MPU などのマイクロプロセッサ、MCU などのマイクロコントローラなどにより構成されてよい。制御部 234 は、レンズ 235 に対する動作命令に応じて、レンズ 235 の焦点を制御してよい。制御部 234 は、レンズ 235 に対する動作命令に応じて、レンズ 235 が有する開口絞りを制御してよい。
- [0045] メモリ 233 は、コンピュータが可読な記録媒体であってよい。メモリ 233 は、SRAM、DRAM、EPROM、EEPROM、及び USB メモリなどのフラッシュメモリの少なくとも 1 つを含んでよい。
- [0046] 撮像素子 231 は、レンズ 235 を介して結像された光学像の画像データを生成して、制御部 232 に出力する。制御部 232 は、撮像素子 231 から出力された画像データをメモリ 233 に格納する。

[0047] 本実施形態では、UAV100が、制御部104、制御部112、制御部222、制御部232、制御部234、及び制御部162を備える例について説明する。しかし、制御部104、制御部112、制御部222、制御部232、制御部234、及び制御部162のうちの複数で実行される処理をいずれか1つの制御部が実行してよい。制御部104、制御部112、制御部222、制御部232、制御部234、及び制御部162で実行される処理を1つの制御部で実行してもよい。本実施形態では、UAV100が、メモリ106、メモリ223、及びメモリ233を備える例について説明する。メモリ106、メモリ223、及びメモリ233のうちの少なくとも1つに記憶される情報は、メモリ106、メモリ223、及びメモリ233のうちの他の1つ又は複数のメモリに記憶してよい。

[0048] 図3は、第1実施例におけるレンズ系300のレンズ構成を、撮像素子221とともに示す。レンズ系300は、物体側より順に、第1レンズ群301、第2レンズ群302、及び、第3レンズ群303を備える。撮像素子221には、レンズ系300を通過した光が入射する。

[0049] レンズ系300は3群構成を有する。なお、各実施例の説明において、「 L_n 」はレンズを示す。ここで、 L に続く n は、1以上の整数である。 n は、物体側から n 番目のレンズであることを示す。各実施例において、 L_n は、物体側から n 番目のレンズであることを示すために割り当てた記号である。各実施例の説明において記号 L_n が割り当てられたレンズと、同じ記号 L_n が割り当てられた他の実施例におけるレンズとが同じレンズであることを意味するものではない。

[0050] レンズ系300は、物体側より像側に順に、正の屈折力を有する第1レンズ群301、正の屈折力を有する第2レンズ群302、負の屈折力を有する第3レンズ群303を備える。第1レンズ群301は、物体側から順に、第1サブレンズ群301-1、絞りS、第2サブレンズ群301-2を含む。第1サブレンズ群301-1は、負の屈折力を有する。第2サブレンズ群301-2は、正の屈折力を有する。

[0051] 第3レンズ群303は、第3レンズ群303中で最も広い空気間隔を挟んで、物体側に配置された前群303-1と、像側に配置された後群303-2とを含む。前群303-1は、正の屈折力を有する。後群303-2は、負の屈折力を有する。無限遠から近距離へのフォーカシングにおいて、第1レンズ群301及び第3レンズ群303が固定され、第2レンズ群302が物体側に移動する。

[0052] 第1レンズ群301の焦点距離を f_1 、無限遠における全系の焦点距離を f_i とすると、レンズ系300は、条件式1を満足する。

$$1 < f_1 / f_i < 1.5 \quad (\text{条件式1})$$

[0053] 第1レンズ群301の前群である第1サブレンズ群301-1は、負の屈折力を有して、光線を発散する。第1レンズ群301の第2サブレンズ群301-2は、正の屈折力を有して、光線を収束させる。そのため、収差をキャンセルする方向に作用する。したがって、軸上の球面収差や、軸外の像面湾曲の補正に有利である。

[0054] 条件式1の上限以上になると、第1レンズ群301の屈折力が小さくなり過ぎ、第2レンズ群302の屈折力が大きくなり過ぎる。そのため、無限遠から近距離までの性能変動が大きくなる。条件式1の下限以下になると、第1レンズ群301の第1サブレンズ群301-1の屈折力が大きくなり過ぎ、各レンズに発生する収差が大きくなり、敏感度が大きくなる。

[0055] したがって、収差キャンセルの効果を維持するため、条件式1-2を満たすことがより好ましい。

$$1.5 < f_1 / f_i < 1.2 \quad (\text{条件式1-2})$$

[0056] レンズ系300は、全長固定の単焦点レンズ系である。

[0057] 第2レンズ群302の焦点距離を f_2 、無限遠におけるレンズ系300の全系の焦点距離を f_i とすると、第2レンズ群302のパワーが、条件式2を満足することが好ましい。

$$1 < f_2 / f_i < 4 \quad (\text{条件式2})$$

[0058] 条件式2は、フォーカシング群である第2レンズ群302とレンズ系30

0の全系のパワー関係を規定する。条件式2の上限以上になると、フォーカシングレンズ群の屈折力が小さくなり過ぎる。無限から至近までのフォーカシングレンズ群の移動距離が長くなる。ひいては、レンズ系300の全長が長くなる。条件式2の下限以下になると、フォーカシングレンズ群の屈折力が大きくなり過ぎ、レンズ系300のピント敏感度が高くなる。そのため、フォーカシングレンズ群の駆動制御の精度に対する要求が高くなる。したがって、コストが増大する。また第2レンズ群302の屈折力が大きくなり、無限遠における像面湾曲も正側にオーバーし、無限遠から近距離まで変化した場合における像面湾曲と球面収差の変動が大きくなる。

[0059] さらに良好な収差補正を行うためには、条件式2-2を満足することがより好ましい。

$$1.5 < f_2 / f_1 < 3 \quad (\text{条件式2-2})$$

[0060] 第2レンズ群302は、1枚のレンズで構成される。第2レンズ群302は、1枚の非球面レンズで構成される。他の実施形態において、第2レンズ群302は、2枚のレンズで構成されてよい。第2レンズ群302は、1枚の非球面レンズを含んでよい。このように、第2レンズ群302は、2枚以下のレンズで構成され、第2レンズ群302は、1枚の非球面レンズを含んでよい。

[0061] レンズ系300では、第2レンズ群302を光軸に沿う方向に移動させることにより、フォーカシングを行う。光線はレンズ系300の光軸付近を通るので、有効径を小さくすることができる。そのため、フォーカス群の重量を低減することができる。これにより、フォーカスレンズ群である第2レンズ群302をより少数のレンズで構成することができる。例えば、単体のレンズで構成することができる。これにより、フォーカスレンズ群を軽量化することができる。したがって、オートフォーカス機構の負荷を低減することができる。また、消費電力を低減することができる。また、鏡筒外径を小さくすることができる。

[0062] また、第2レンズ群302に非球面レンズを使用することで、球面収差及

び像面湾曲を効果的に補正することができる。そのため、全長を短くしつつ、無限遠から近距離まで高い結像性能を得ることができる。第2レンズ群302は、非球面レンズ、単一の研磨レンズ、複合非球面レンズ、接合レンズ、空気間隔を挟む2枚の単レンズであってよい。

[0063] 第1サブレンズ群301-1の焦点距離を f_{1f} とし、第1レンズ群301の屈折力を f_1 とすると、条件式3を満足する。

$$-2 < f_{1f}/f_1 < 0 \quad (\text{条件式3})$$

[0064] 条件式3は、第1レンズ群301において前群である第1サブレンズ群301-1と、後群である第2サブレンズ群301-2とのパワーバランスを規定する。レンズ系300は、絞りSより物体側の前群が負の屈折力を有し、絞りSより像側の最終レンズL8までの後群が正の屈折力を有する。この構成は概してレトロフォーカス構成となり、射出瞳は像側により近づくことになる。そのため、レンズ系300の全長を抑えることができる。ここで、条件式3の上限以上になると、第1サブレンズ群301-1の屈折力が大きくなり過ぎる。これに伴い、第2サブレンズ群301-2群の屈折力も大きくなる。これにより、各群の位置精度に対する敏感度が強くなり、組立や製造が容易でなくなる。条件式3の下限以下になると、第1サブレンズ群301-1の屈折力が小さくなり過ぎる。そのため、第1サブレンズ群301-1と第2サブレンズ群301-2のバランスが崩れる。これにより、下光線の収差が増加する。

[0065] 条件式3-2を満足することがより好ましい。

$$-1 < f_{1f}/f_1 < -0.1 \quad (\text{条件式3-2})$$

[0066] レンズ系300において、第1レンズ群301の物体側には、負の屈折力を有する単レンズL1が配置される。負の屈折力を有する単レンズL1のd線に対するアッペ数を ν_n とすると、条件式4を満足することが望ましい。

$$\nu_n > 45 \quad (\text{条件式4})$$

第1レンズ群301の物体側の負レンズに低分散硝材を使用することにより、色収差を効果的に補正することができる。

[0067] 条件式 4-2 を満足することがより好ましい。

$$5.5 < \nu_n \quad (\text{条件式 4-2})$$

強い負の屈折力を有する負レンズに、例えばアッベ数 50 以上で屈折率が 1.7 以下となる屈折率が低めの硝材を使用することで、ペッツバル和を低減させることができる。

[0068] 第 3 レンズ群 303 の後群 303-2 の焦点距離を f_{3r} とし、第 3 レンズ群 303 の焦点距離を f_3 とすると、条件式 5 を満足することが好ましい。

$$0 < f_{3r}/f_3 < 0.5 \quad (\text{条件式 5})$$

[0069] 条件式 5 は第 3 レンズ群 303 内のパワー配置を規定する。条件式 5 の上限以上になると、第 3 レンズ群 303 の後群 303-2 の屈折力が大きくなり過ぎる。そのため、周辺光線の射出角度が大きくなり、撮像素子 221 への入射角度制約を満足することが容易でなくなる。条件式 5 の下限以下になると、第 3 レンズ群 303 の後群 303-2 の屈折力が小さくなり過ぎ、周辺性能と中心性能のバランスが崩れる。

[0070] 第 3 レンズ群 303 の前群 303-1 と第 3 レンズ群 303 の後群 303-2 との軸上間隔を D_{3fr} とし、レンズ系 300 における物体側のレンズの頂点からレンズ系 300 における像側のレンズ L8 の像側面までの軸上の距離を Ld とすると、条件式 6 を満足することが好ましい。

$$0.05 < D_{3fr}/Ld < 0.3 \quad (\text{条件式 6})$$

[0071] 第 3 レンズ群 303 の前群 303-1 と後群 303-2 に条件式 6 を満足する空気間隔を持たせることで、空気レンズがあるようになり、屈折率の差を利用して、像面湾曲の補正をすることができる。条件式 6 の上限以上になるほど、前群 303-1 と後群 303-2 との空気間隔が大きくなる。これにより、バックフォーカスを保持しながら全長を短縮することが容易でなくなる。条件式 6 の下限以下になるほど、前群 303-1 と後群 303-2 との空気間隔が小さくなる。これにより、像面湾曲補正の効果が小さくなる。

[0072] 以上に説明したように、レンズ系 300 によれば、大口径で小型のレンズ系を提供することができる。これにより、軽量で広角の単焦点レンズを提供

することができる。特に、第1レンズ群301に、負の屈折力を有する第1サブレンズ群301-1、絞りS、正の第2サブレンズ群301-2を配置することで、絞りSの前後に負正の屈折力を適切に分散させることができる。これにより、諸収差の補正が容易になる。さらに、上記各条件式を満足することにより、より小型で、高い結像性能を持つインナーフォーカス式の固定焦点レンズを実現することができる。

[0073] 図3に示す第1実施例のレンズ系300において、第1レンズ群301は、物体側から順に、両凹球面レンズL1、負のメニスカスレンズL2、絞りS、非球面レンズL3、非球面レンズL4、接合レンズL5/L6、負レンズL7、両凸レンズL8を備える。

[0074] 両凹球面レンズL1は、負の屈折力を有する。メニスカスレンズL2は、物体側に凹面を持つ。非球面レンズL3は、正の屈折力を有し、物体側に凸面を持つ。非球面レンズL4は、正の屈折力を有し、物体側に凸面を持つ。接合レンズL5/L6は、正の屈折力を有する両凸レンズと負の屈折力を有する両凹レンズの接合レンズである。接合レンズL5/L6は、正の屈折率を有する。負レンズL7は、物体側に凹面を持つ。両凸レンズL8は、正の屈折力を有する。

[0075] レンズ系300において、フォーカスレンズ群は、単レンズである非球面レンズL4から構成される。無限遠から近距離へのフォーカシングの際に、非球面レンズL4を物体側に移動する。他のレンズ群は、フォーカシングの際に固定される。図3において、矢印の方向は、無限遠から近距離へのフォーカシングを行う際の非球面レンズL4の移動方向を模式的に示す。図3には示されていないが、最終レンズL8と撮像素子221との間に、物体側から順に保護用のカーバーガラス、IRフィルタ等を配置してよい。

[0076] 次に、レンズ系の各実施例におけるレンズデータ等を説明する。ここで、レンズ系の各実施例の説明で用いられる記号等の意味を説明する。レンズ系が有する複数の面は、 i を自然数として、面番号 i で識別される。物体側からみてレンズの最初の面を第1面とし、以降、光線が面を通過する順に面番

号をカウントアップする。面番号における「STO」は開口絞りSの開口面を表す。「Di」は、第i番目の面と第i+1番目の面との間の光軸上の間隔を示す。

[0077] 「f」は焦点距離を示す。「Fno」はFナンバーを示す。「R」は曲率半径を示す。曲率半径において、「INF」は平面であることを示す。「n」は屈折率を示す。「v」は、アッベ数を示す。屈折率n及びアッベ数vは、d線($\lambda = 587.6 \text{ nm}$)における値である。

[0078] 表1は、レンズ系300が有するレンズのレンズデータを示す。なお、表1において、Di、n及びvは面番号iに対応づけて示されている。表1において、面間隔D7、D9は、後で示されるように、フォーカシング対象の距離によって変化する。

[表1]

面番号	R	Di	N	v
1	-136.1296	0.500	1.48749	70.44
2	13.2272	1.765		
3*	-9.6336	1.481	1.85135	40.10
4	-12.5339	0.590		
STO	INF	0.500		
6*	13.7271	1.250	1.61881	63.86
7*	-96.7951	D7		
8*	8.3571	1.554	1.49710	81.56
9*	87.3164	D9		
10	13.0531	2.712	1.72916	54.67
11	-6.5420	0.500	1.59270	35.45
12	12.4914	3.100		
13*	-5.1800	0.500	1.82115	24.06
14*	-16.0059	0.307		
15	30.4937	1.573	1.94595	17.98
16	-53.8527	4.436		
IMG	INF	BF		

[0079] 表1において、面番号に*が付されている面は、非球面形状を有する面である。表2は、非球面形状を有する面の面番号と、非球面パラメータとを示

す。表2において、「 κ 」は、円錐定数（コーニック定数）を示す。「A」、「B」、「C」、「D」は、それぞれ4次、6次、8次、10次の非球面係数である。また、 i を整数とすると、非球面係数において、「 $E - i$ 」は10を底とする指数表現を示す。すなわち、「 $E - i$ 」は、「 10^{-i} 」を表す。例えば、「 $-6.691578E-04$ 」は、「 -6.691578×10^{-4} 」を表す。

[表2]

面番号	K	A	B	C	D
3	0.000000E+00	-6.691578E-04	3.024768E-05	-4.892315E-07	4.980152E-09
6	0.000000E+00	1.311985E-03	1.422776E-05	9.037215E-07	7.664163E-08
7	0.000000E+00	1.026469E-03	7.806102E-05	-1.257351E-06	1.698188E-07
8	0.000000E+00	8.811578E-05	3.597725E-05	-6.444704E-07	0.000000E+00
9	0.000000E+00	-2.221858E-05	9.947597E-07	1.816177E-06	-5.611390E-08
13	0.654457305	-7.948531E-05	-9.397412E-06	-2.582443E-06	0.000000E+00
14	0.000000E+00	6.081072E-04	-1.529086E-05	3.035333E-07	0.000000E+00

[0080] 「 x 」をレンズ面の頂点からの光軸方向における距離とし、「 y 」を光軸に垂直な方向における高さとし、「 c 」をレンズの頂点における近軸曲率とした場合、非球面形状は次の式によって定義される。

$$x = c y^2 / (1 + (1 - (1 + \kappa) c^2 y^2)^{1/2}) + A y^4 + B y^6 + C y^8 + D y^{10} + E y^{12}$$

なお、「 x 」はサグ量とも呼ばれる。「 y 」は像高とも呼ばれる。近軸曲率は、曲率半径の逆数である。

[0081] 表3は、無限遠及び近距離（0.5 m）における、レンズ系300の焦点距離、Fナンバー、及び半画角、並びに、面間隔D7及びD9を示す。また、表3は、バックフォーカス（BF）の値も示される。

[表3]

	無限遠	0.5m
f	12.000	11.735
Fno	2.413	2.456
D7	1.135	0.798
D9	0.751	1.088
BF	4.436	

[0082] 図4は、レンズ系300の球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す。球面収差において、実線はd線（587.56nm）、短破線はg線（435.84nm）、長破線はc線（656.3nm）の値を示す。非点収差において、実線はd線のサジタル像面、破線はd線のメリディオナル像面の値を示す。歪曲収差においてd線の値を示す。各収差図から、第1実施例におけるレンズ系300は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

[0083] 図5は、第2実施例におけるレンズ系400のレンズ構成を、撮像素子221とともに示す。レンズ系400は、物体側より順に、第1レンズ群401、第2レンズ群402、第3レンズ群403を備える。第1レンズ群401、第2レンズ群402、及び第3レンズ群403は、それぞれ、レンズ系300における第1レンズ群301、第2レンズ群302、及び第3レンズ群303に対応する。

[0084] 第1レンズ群401は、第1サブレンズ群401-1及び第2サブレンズ群401-2を備える。第1サブレンズ群401-1は、レンズ系300における第1サブレンズ群301-1に対応する。第2サブレンズ群401-2は、レンズ系300における第2サブレンズ群301-2に対応する。

[0085] 第3レンズ群403は、前群403-1と、後群403-2とを備える。前群403-1は、レンズ系300における前群303-1に対応する。後群403-2は、レンズ系300における後群303-2に対応する。

[0086] 第2実施例のレンズ系400において、第1レンズ群401は、物体側か

ら順に、両凹球面レンズL 1、負のメニスカスレンズL 2、絞りS、非球面レンズL 3、非球面レンズL 4、接合レンズL 5 / L 6、負レンズL 7、両凸レンズL 8を備える。

[0087] 両凹球面レンズL 1は、負の屈折力を有する。負のメニスカスレンズL 2は、物体側に凹面を持つ。非球面レンズL 3は、物体側に凸面を持ち、正の屈折力を有する。非球面レンズL 4は、物体側に凸面を持ち、正の屈折力を有する。接合レンズL 5 / L 6は、正の屈折力を有する両凸レンズと負の屈折力を有する両凹レンズとの接合レンズである。接合レンズL 5 / L 6は、正の屈折率を有する。負レンズL 7は、物体側に凹面を持つ。両凸レンズL 8は、正の屈折力を有する。

[0088] レンズ系400において、フォーカスレンズ群は、単レンズである非球面レンズL 4から構成される。無限遠から近距離へのフォーカシングの際に、非球面レンズL 4を物体側に移動する。フォーカシングの際に、他のレンズ群は固定される。図5において、矢印の方向は無限遠から近距離へのフォーカシングの際の非球面レンズL 4の移動方向を模式的に示す。

[0089] 表4は、レンズ系400が有するレンズのレンズデータを示す。表4において、 D_i 、 n 及び v は面番号*i*に対応づけて示されている。面間隔D 7、D 9は、後で示されるように、フォーカシング対象の距離によって変化する。

[表4]

面番号	R	Di	N	v
1	-55.4600	0.500	1.49700	81.61
2	22.3147	1.014		
3*	-9.5813	2.337	1.82115	24.06
4*	-15.3466	0.590		
STO	INF	0.500		
6*	8.2664	1.320	1.72916	54.68
7*	24.3347	D7		
8*	8.6080	1.550	1.49000	58.00
9*	33.7171	D9		
10	13.3459	3.098	1.72916	54.68
11	-5.2660	0.500	1.64769	33.84
12	17.2045	3.200		
13*	-5.2200	0.500	1.82115	24.06
14*	-14.0772	0.100		
15	32.6040	1.543	1.94595	17.98
IMG	-59.2645	BF		

[0090] 表4において、面番号に*が付されている面は、非球面形状を有する面である。表5は、非球面形状を有する面の面番号と、非球面パラメータとを示す。表5において、「κ」は、円錐定数（コーニック定数）を示す。「A」、「B」、「C」、「D」は、それぞれ4次、6次、8次、10次の非球面係数である。また、iを整数とすると、非球面係数において、「E-i」は10を底とする指数表現を示す。すなわち、「E-i」は、「 10^{-i} 」を表す。例えば、「-9.182192E-05」は、「 -9.182192×10^{-5} 」を表す。

[表5]

面番号	K	A	B	C	D
3	0.000000E+00	-9.182192E-05	8.777378E-06	0.000000E+00	0.000000E+00
4	0.000000E+00	-8.177758E-05	2.744592E-06	9.298973E-09	0.000000E+00
6	0.000000E+00	6.208275E-04	4.239495E-05	-2.773871E-07	1.289251E-07
7	0.000000E+00	1.136625E-03	7.675576E-05	-1.809094E-06	2.818187E-07
8	0.000000E+00	2.524111E-04	3.321554E-05	-3.787799E-07	-1.044213E-08
9	0.000000E+00	1.950740E-04	8.322004E-06	1.340489E-06	-3.562706E-08
13	0.574344656	-7.280422E-04	3.941954E-05	-2.375555E-06	0.000000E+00
14	0.000000E+00	-1.170672E-04	3.387951E-05	-1.382934E-06	2.086265E-08

[0091] 表6は、レンズ系400の焦点距離、Fナンバー、及び半画角、並びに、面間隔D7、D9及びバックフォーカス（BF）の値を示す。

[表6]

	無限遠	近距離
f	11.805	11.737
Fno	2.408	2.452
D7	1.156	0.746
D9	0.752	1.162
BF	4.067	

[0092] 図6は、レンズ系400の球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す。球面収差において、実線はd線（587.56nm）、短破線はg線（435.84nm）、長破線はc線（656.3nm）の値を示す。非点収差において、実線はd線のサジタル像面、破線はd線のメリディオナル像面の値を示す。歪曲収差においてd線の値を示す。各収差図から、レンズ系400は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

[0093] 図7は、第3実施例におけるレンズ系500のレンズ構成を、撮像素子221とともに示す。レンズ系500は、物体側より順に、第1レンズ群501、第2レンズ群502、第3レンズ群503を備える。第1レンズ群50

1、第2レンズ群502、及び第3レンズ群503は、それぞれ、レンズ系300における第1レンズ群301、第2レンズ群302、及び第3レンズ群303に対応する。

[0094] 第1レンズ群501は、第1サブレンズ群501-1及び第2サブレンズ群501-2を備える。第1サブレンズ群501-1は、レンズ系300における第1サブレンズ群301-1に対応する。第2サブレンズ群501-2は、レンズ系300における第2サブレンズ群301-2に対応する。

[0095] 第3レンズ群503は、前群503-1と、後群503-2とを備える。前群503-1は、レンズ系300における前群303-1に対応する。後群503-2は、レンズ系300における後群303-2に対応する。

[0096] 第3実施例のレンズ系500において、第1レンズ群501は、物体側から順に、両凹球面レンズL1、負のメニスカスレンズL2、絞りS、非球面レンズL3、非球面レンズL4、接合レンズL5/L6、負レンズL7、両凸レンズL8を備える。

[0097] 両凹球面レンズL1は、負の屈折力を有する。負のメニスカスレンズL2は、物体側に凹面を持つ。非球面レンズL3は、像側に凸面を持ち、正の屈折力を有する。非球面レンズL4は、物体側に凸面を持ち、正の屈折力を有する。接合レンズL5/L6は、正の屈折力を有する両凸レンズと負の屈折力を有する両凹レンズとの接合レンズである。接合レンズL5/L6は、正の屈折率を有する。負レンズL7は、物体側に凹面を持つ。両凸レンズL8は、正の屈折力を有する。

[0098] レンズ系500において、フォーカスレンズ群は、単レンズである非球面レンズL4から構成される。無限遠から近距離へのフォーカシングの際に、非球面レンズL4を物体側に移動する。フォーカシングの際に、他のレンズ群は固定される。図7において、矢印の方向は無限遠から近距離へのフォーカシングの際の非球面レンズL4の移動方向を模式的に示す。

[0099] 表7は、レンズ系500が有するレンズのレンズデータを示す。表7において、 D_i 、 n 及び v は面番号*i*に対応づけて示されている。面間隔 D_7 、

D 9 は、後で示されるように、フォーカシング対象の距離によって変化する。

[表7]

面番号	R	D _i	N	v
1*	-20.2862	0.500	1.48749	70.44
2*	31.3535	0.721		
3	-17.4596	1.703	1.82115	24.06
4	-46.2597	0.590		
STO	INF	0.500		
6	11.2515	1.835	1.72903	54.04
7	-43.3301	D7		
8	9.3244	1.410	1.49000	58.00
9	22.4997	D9		
10*	17.1849	3.110	1.72916	54.67
11*	-5.6187	0.500	1.59270	35.45
12*	22.0853	3.459		
13*	-5.2200	0.500	1.81848	24.15
14*	-16.8950	0.229		
15*	40.0860	1.510	1.94595	17.98
IMG	-50.3151	BF		

[0100] 表7において、面番号に*が付されている面は、非球面形状を有する面である。表8は、非球面形状を有する面の面番号と、非球面パラメータとを示す。表8において、「κ」は、円錐定数（コーニック定数）を示す。「A」、「B」、「C」、「D」は、それぞれ4次、6次、8次、10次の非球面係数である。また、iを整数とすると、非球面係数において、「E-i」は10を底とする指数表現を示す。すなわち、「E-i」は、「 10^{-i} 」を表す。例えば、「-5.955936E-04」は、「 -5.955936×10^{-4} 」を表す。

[表8]

面番号	K	A	B	C	D
3	0.000000E+00	-5.955936E-04	8.707405E-06	0.000000E+00	0.000000E+00
4	0.000000E+00	-3.096542E-04	4.385298E-06	-1.908374E-07	0.000000E+00
6	0.000000E+00	5.905999E-04	3.165874E-05	1.858851E-07	5.492672E-08
7	0.000000E+00	7.915152E-04	6.197095E-05	-1.071782E-06	1.654536E-07
8	0.000000E+00	5.969549E-05	2.837682E-05	-4.705726E-07	-2.346200E-08
9	0.000000E+00	-3.552810E-06	8.164974E-06	9.416903E-07	-4.947831E-08
13	0.212614728	-4.920644E-04	3.123279E-05	-2.191415E-06	0.000000E+00
14	0.000000E+00	6.813028E-05	2.041062E-05	-1.045024E-06	1.788495E-08

[0101] 表9は、レンズ系500の焦点距離、Fナンバー、及び半画角、並びに、面間隔D7、D9及びバックフォーカス（BF）の値を示す。

[表9]

	無限遠	近距離
f	12.718	12.583
Fno	2.400	2.450
D7	1.343	0.800
D9	0.750	1.293
BF	4.065	

[0102] 図8は、レンズ系500の球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す。球面収差において、実線はd線（587.56nm）、短破線はg線（435.84nm）、長破線はc線（656.3nm）の値を示す。非点収差において、実線はd線のサジタル像面、破線はd線のメリディオナル像面の値を示す。歪曲収差においてd線の値を示す。各収差図から、レンズ系500は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

[0103] 図9は、第4実施例におけるレンズ系600のレンズ構成を、撮像素子221とともに示す。レンズ系600は、物体側より順に、第1レンズ群601、第2レンズ群602、第3レンズ群603を備える。第1レンズ群60

1、第2レンズ群602、及び第3レンズ群603は、それぞれ、レンズ系300における第1レンズ群301、第2レンズ群302、及び第3レンズ群303に対応する。

[0104] 第1レンズ群601は、第1サブレンズ群601-1及び第2サブレンズ群601-2を備える。第1サブレンズ群601-1は、レンズ系300における第1サブレンズ群301-1に対応する。第2サブレンズ群601-2は、レンズ系300における第2サブレンズ群301-2に対応する。

[0105] 第3レンズ群603は、前群603-1と、後群603-2とを備える。前群603-1は、レンズ系300における前群303-1に対応する。後群603-2は、レンズ系300における後群303-2に対応する。

[0106] 第4実施例のレンズ系600において、第1レンズ群601は、物体側から順に、メニスカス非球面レンズL1、負のメニスカスレンズL2、絞りS、非球面レンズL3、非球面レンズL4、接合レンズL5/L6、非球面レンズL7、球面レンズL8を備える。

[0107] メニスカス非球面レンズL1は、負の屈折力を有する。負のメニスカスレンズL2は、物体側に凹面を持つ。非球面レンズL3は、物体側に凸面を持ち、正の屈折力を有する。非球面レンズL4は、物体側に凸面を持ち、正の屈折力を有する。接合レンズL5/L6は、正の屈折力を有する両凸レンズと負の屈折力を有するメニスカスレンズとの接合レンズである。接合レンズL5/L6は、正の屈折率を有する。非球面レンズL7は、物体側に凹面を持ち、負の屈折力を有する。球面レンズL8は、物体側に凸面を持ち、正の屈折力を有する。

[0108] レンズ系600において、フォーカスレンズ群は、単レンズである非球面レンズL4から構成される。無限遠から近距離へのフォーカシングの際に、非球面レンズL4を物体側に移動する。フォーカシングの際に、他のレンズ群は固定される。図9において、矢印の方向は無限遠から近距離へのフォーカシングの際の非球面レンズL4の移動方向を模式的に示す。

[0109] 表10は、レンズ系600が有するレンズのレンズデータを示す。表10

において、 D_i 、 n 及び v は面番号 i に対応づけて示されている。面間隔 D_7 、 D_9 は、後で示されるように、フォーカシング対象の距離によって変化する。

[表10]

面番号	R	D_i	N	v
1*	-5.3314	0.895	1.49710	81.56
2*	-6.4999	1.273		
3	-6.9282	1.549	1.94595	17.98
4	-9.0259	0.913		
STO	INF	0.700		
6*	9.9400	1.323	1.72903	54.04
7*	35.2266	D_7		
8*	8.6392	1.394	1.49710	81.56
9*	23.3725	D_9		
10	29.0557	2.563	1.72916	54.67
11	-5.3647	0.500	1.59270	35.45
12	-491.3184	2.377		
13*	-5.6834	0.500	1.68893	31.16
14*	-41.1290	0.465		
15	20.0000	1.431	1.83400	37.35
16	628.8803	BF		

[0110] 表10において、面番号に*が付されている面は、非球面形状を有する面である。表11は、非球面形状を有する面の面番号と、非球面パラメータとを示す。表11において、「 κ 」は、円錐定数（コーニック定数）を示す。「A」、「B」、「C」、「D」は、それぞれ4次、6次、8次、10次の非球面係数である。また、 i を整数とすると、非球面係数において、「 $E-i$ 」は10を底とする指数表現を示す。すなわち、「 $E-i$ 」は、「 10^{-i} 」を表す。例えば、「4.559601E-03」は、「 4.559601×10^{-3} 」を表す。

[表11]

面番号	K	A	B	C	D
3	-1.305473654	4.559601E-03	-1.533752E-04	4.031029E-06	-4.209620E-08
4	0.000000E+00	5.219666E-03	-1.268247E-04	3.236759E-06	-1.879246E-08
6	0.000000E+00	9.257268E-04	-4.805045E-06	6.495561E-07	1.291837E-07
7	0.000000E+00	1.067683E-03	2.423922E-05	-1.133665E-06	2.970298E-07
8	0.000000E+00	4.654259E-04	2.534950E-05	-1.387326E-07	4.908218E-08
9	0.000000E+00	1.790531E-04	2.714028E-05	-2.593273E-07	4.843722E-08
	0.901713234	2.999109E-04	6.907750E-06	-6.520440E-07	0.000000E+00
13	0.000000E+00	8.177054E-04	-1.429655E-05	0.000000E+00	0.000000E+00

[0111] 表12は、レンズ系600の焦点距離、Fナンバー、及び半画角、並びに、面間隔D7、D9及びバックフォーカス（BF）の値を示す。

[表12]

	無限遠	近距離
f	10.998	10.933
Fno	2.293	2.232
D7	0.941	0.592
D9	0.811	1.160
BF	4.407	

[0112] 図10は、レンズ系600の球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す。球面収差において、実線はd線（587.56nm）、短破線はg線（435.84nm）、長破線はc線（656.3nm）の値を示す。非点収差において、実線はd線のサジタル像面、破線はd線のメリディオナル像面の値を示す。歪曲収差においてd線の値を示す。各収差図から、レンズ系600は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

[0113] 図11は、第5実施例におけるレンズ系700のレンズ構成を、撮像素子221とともに示す。レンズ系700は、物体側より順に、第1レンズ群701、第2レンズ群702、第3レンズ群703を備える。第1レンズ群7

01、第2レンズ群702、及び第3レンズ群703は、それぞれ、レンズ系300における第1レンズ群301、第2レンズ群302、及び第3レンズ群303に対応する。

[0114] 第1レンズ群701は、第1サブレンズ群701-1及び第2サブレンズ群701-2を備える。第1サブレンズ群701-1は、レンズ系300における第1サブレンズ群301-1に対応する。第2サブレンズ群701-2は、レンズ系300における第2サブレンズ群301-2に対応する。

[0115] 第3レンズ群703は、前群703-1と、後群703-2とを備える。前群703-1は、レンズ系300における前群303-1に対応する。後群703-2は、レンズ系300における後群303-2に対応する。

[0116] 第5実施例のレンズ系700において、第1レンズ群701は、物体側から順に、メニスカス非球面レンズL1、負のメニスカス非球面レンズL2、絞りS、レンズL3、非球面レンズL4、接合レンズL5/L6、非球面レンズL7、非球面レンズL8を備える。

[0117] メニスカス非球面レンズL1は、物体側に凸面を持ち、負の屈折力を有する。負のメニスカス非球面レンズL2は、物体側に凹面を持つ。非球面レンズL3は、物体側に凸面を持ち、正の屈折力を有する。非球面レンズL4は、物体側に凸面を持ち、正の屈折力を有する。接合レンズL5/L6は、負の屈折力を有する両凹レンズと正の屈折力を有する両凸レンズとの接合レンズである。接合レンズL5/L6は、正の屈折率を有する。非球面レンズL7は、物体側に凹面を持ち、負の屈折力を有する。非球面レンズL8は、物体側に凸面を持ち、正の屈折力を有する。

[0118] レンズ系500において、フォーカスレンズ群は、単レンズである非球面レンズL4から構成される。無限遠から近距離へのフォーカシングの際に、非球面レンズL4を物体側に移動する。フォーカシングの際に、他のレンズ群は固定される。図11において、矢印の方向は無限遠から近距離へのフォーカシングの際の非球面レンズL4の移動方向を模式的に示す。

[0119] 表13は、レンズ系700が有するレンズのレンズデータを示す。表13

において、 D_i 、 n 及び v は面番号 i に対応づけて示されている。

[表13]

面番号	R	D	N	v
1	24.3540	0.500	1.58313	59.46
2*	8.4459	2.328		
3*	-6.7496	0.914	1.88202	37.22
4*	-7.4545	0.500		
STO	INF	0.500		
6	-49.9112	1.024	1.72916	54.67
7	-12.6581	D7		
8*	7.9412	1.700	1.49710	81.56
9*	175.7042	D9		
10	-92.1053	0.450	1.68893	31.16
11	7.4744	2.445	1.72916	54.67
12	-15.0244	3.802		
13*	-5.6662	0.500	1.85135	40.10
14*	-36.9166	0.794		
15	27.2053	1.379	2.00100	29.13
16	-721.2979	BF		

[0120] 表 1 3 において、面番号に*が付されている面は、非球面形状を有する面である。表 1 4 は、非球面形状を有する面の面番号と、非球面パラメータとを示す。表 1 4 において、「 κ 」は、円錐定数（コーニック定数）を示す。「A」、「B」、「C」、「D」、「E」は、それぞれ 4 次、6 次、8 次、10 次、12 次の非球面係数である。また、 i を整数とすると、非球面係数において、「 $E-i$ 」は 10 を底とする指数表現を示す。すなわち、「 $E-i$ 」は、「 10^{-i} 」を表す。例えば、「5.380824E-04」は、「 5.380824×10^{-4} 」を表す。

[表14]

面番号	K	A	B	C	D	E
2	0.000000E+00	5.380824E-04	2.409430E-05	1.604382E-07	7.617909E-08	
3	0.000000E+00	-4.450433E-04	9.954067E-05	-3.715200E-06	6.196396E-25	
4	0.000000E+00	-1.121962E-04	6.751395E-05	-2.704228E-06	0.000000E+00	
8	0.000000E+00	2.209854E-04	3.697727E-05	-2.112785E-06	1.273685E-07	
9	0.000000E+00	-2.912676E-04	4.593901E-05	-1.889711E-06	1.484331E-07	
13	6.544573E-01	1.155985E-04	1.932276E-05	-3.304532E-06	1.502119E-07	-1.588444E-09
14	0.000000E+00	5.935570E-04	-1.463148E-05	9.830828E-08	1.546910E-09	

[0121] 表15は、レンズ系700の焦点距離、Fナンバー、及び半画角、並びに、面間隔D7、D9及びバックフォーカス（BF）の値を示す。

[表15]

	無限遠	近距離
f	12.110	12.009
Fno	2.797	2.848
D7	0.765	0.482
D9	0.616	0.900
BF	4.438	

[0122] 図12は、レンズ系700の球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す。球面収差において、実線はd線（587.56nm）、短破線はg線（435.84nm）、長破線はc線（656.3nm）の値を示す。非点収差において、実線はd線のサジタル像面、破線はd線のメリディオナル像面の値を示す。歪曲収差においてd線の値を示す。各収差図から、レンズ系700は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

[0123] 表16は、第1実施例から第5実施例における各条件式に係る数値を示す。

[表16]

	条件式	第1実施例	第2実施例	第3実施例	第4実施例	第5実施例
条件式1	f_1/f_i	9.4	4.8	2.7	2.7	9.9
条件式2	f_2/f_i	1.6	1.9	2.4	2.4	1.4
条件式3	f_{1r}/f_1	-0.2	-0.3	-0.4	-1.0	-0.2
条件式4	V_n	70.4	81.6	70.4	81.6	59.5
条件式5	f_{3r}/f_3	0.21	0.08	0.14	0.02	0.30
条件式6	D_{3Gr}/L_D	0.190	0.191	0.209	0.135	0.209

[0124] 以上に説明したレンズ系によれば、大口径で小型の広角レンズを提供することができる。また、フォーカスレンズの駆動負荷が小さいインナフォーカシング式のレンズ系を提供することができる。

[0125] 図13は、スタビライザ3000の一例を示す外観斜視図である。スタビライザ3000は、移動体の他の一例である。例えば、スタビライザ3000が備えるカメラユニット3013が、撮像装置220と同様の構成の撮像装置を備えてよい。カメラユニット3013が、レンズ装置160と同様の構成のレンズ装置を備えてよい。

[0126] スタビライザ3000は、カメラユニット3013、ジンバル3020、及び持ち手部3003を備える。ジンバル3020は、カメラユニット3013を回転可能に支持する。ジンバル3020は、パン軸3009、ロール軸3010、及びチルト軸3011を有する。ジンバル3020は、パン軸3009、ロール軸3010、及びチルト軸3011を中心に、カメラユニット3013を回転可能に支持する。ジンバル3020は、支持機構の一例である。

[0127] カメラユニット3013は、撮像装置の一例である。カメラユニット3013は、メモリを挿入するためのスロット3014を有する。ジンバル3020は、ホルダ3007を介して持ち手部3003に固定される。

[0128] 持ち手部3003は、ジンバル3020、カメラユニット3013を操作するための各種ボタンを有する。持ち手部3003は、シャッターボタン3

004、録画ボタン3005、及び操作ボタン3006を含む。シャッターボタン3004が押下されることで、カメラユニット3013により静止画を記録することができる。録画ボタン3006が押下されることで、カメラユニット3013により動画を記録することができる。

[0129] デバイスホルダ3001が持ち手部3003に固定されている。デバイスホルダ3001は、スマートフォンなどのモバイルデバイス3002を保持する。モバイルデバイス3002は、Wi-Fiなどの無線ネットワークを介してスタビライザ3000と通信可能に接続される。これにより、カメラユニット3013により撮像された画像をモバイルデバイス3002の画面に表示させることができる。

[0130] スタビライザ3000においても、カメラユニット3013がレンズ装置160が備えるレンズ系と同様の構成のレンズ系を備えることで、広角であり、解像力が高い画像を得ることができる。また、カメラユニット3013を小型化することができる。

[0131] 以上、移動体の一例としてUAV100及びスタビライザ3000を取り上げて説明した。撮像装置220と同様の構成を有する撮像装置は、UAV100及びスタビライザ3000以外の移動体に取り付けられてよい。

[0132] 以上において、移動体に取り付けられる撮像装置について説明した。しかし、撮像装置220と同様の構成を有する撮像装置は、移動体に取り付けられる撮像装置に限られない。撮像装置220と同様の構成は、いわゆるコンパクトデジタルカメラ等のレンズ非交換式のカメラに適用できる。レンズ装置160と同様の構成は、一眼レフレックスカメラ等のレンズ交換式カメラの交換レンズに適用できる。レンズ装置160と同様の構成は、ビデオカメラ等に適用できる。レンズ装置160と同様の構成は、撮像用の様々なレンズ装置の構成に適用できる。

[0133] 請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、前の

処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現可能である。請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず」、「次に、」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

符号の説明

- [0134] 10 移動体システム
- 50 コントローラ
 - 52 操作部
 - 54 表示部
 - 100 UAV
 - 101 UAV本体
 - 102 インタフェース
 - 104 制御部
 - 106 メモリ
 - 110 ジンバル
 - 112 制御部
 - 114、116、118 ドライバ
 - 124、126、128 駆動部
 - 130 支持機構
 - 134、136、138 回転機構
 - 140 撮像部
 - 160 レンズ装置
 - 161 駆動機構
 - 162 制御部
 - 163 メモリ
 - 220、230 撮像装置
 - 221 撮像素子
 - 222 制御部

2 2 3 メモリ

2 3 1 撮像素子

2 3 2 制御部

2 3 3 メモリ

2 3 4 制御部

2 3 5 レンズ

3 0 0、4 0 0、5 0 0、6 0 0、7 0 0 レンズ系

3 0 1、4 0 1、5 0 1、6 0 1、7 0 1 第1レンズ群

3 0 2、4 0 2、5 0 2、6 0 2、7 0 2 第2レンズ群

3 0 3、4 0 3、5 0 3、6 0 3、7 0 3 第3レンズ群

3 0 1-1、4 0 1-1、5 0 1-1、6 0 1-1、7 0 1-1 第1サブ
レンズ群

3 0 1-2、4 0 1-2、5 0 1-2、6 0 1-2、7 0 1-2 第2サブ
レンズ群

3 0 3-1、4 0 3-1、5 0 3-1、6 0 3-1、7 0 3-1 前群

3 0 3-2、4 0 3-2、5 0 3-2、6 0 3-2、7 0 3-2 後群

3 0 0 0 スタビライザ

3 0 0 1 デバイスホルダ

3 0 0 2 モバイルデバイス

3 0 0 3 持ち手部

3 0 0 4 シャッターボタン

3 0 0 5 録画ボタン

3 0 0 6 操作ボタン

3 0 0 7 ホルダ

3 0 0 9 パン軸

3 0 1 0 ロール軸

3 0 1 1 チルト軸

3 0 1 3 カメラユニット

3 0 1 4 スロット

3 0 2 0 ジンバル

請求の範囲

- [請求項1] 物体側より像側に順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、負の屈折力を有する第3レンズ群を備え、
- 前記第1レンズ群は、
- 物体側から順に、負の屈折力を有する第1サブレンズ群、絞り、正の屈折力を有する第2サブレンズ群
- を含み、
- 前記第3レンズ群は、前記第3レンズ群中で最も広い空気間隔を挟んで、物体側に配置された正の屈折力を有する前群と、像側に配置された負の屈折力を有する後群とを含み、
- 無限遠から近距離へのフォーカシングにおいて、前記第1レンズ群及び前記第3レンズ群が固定され、前記第2レンズ群が物体側に移動し、
- 前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、無限遠における全系の焦点距離を f_i とすると、条件式
- $$1 < f_1 / f_i < 1.6$$
- を満足するレンズ系。
- [請求項2] 前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 、無限遠における全系の焦点距離を f_i とすると、前記第2レンズ群のパワーが、条件式
- $$1 < f_2 / f_i < 4$$
- を満足する請求項1に記載のレンズ系。
- [請求項3] 前記第2レンズ群は、2枚以下のレンズで構成され、少なくとも1枚の非球面レンズを含む
- 請求項1又は2に記載のレンズ系。
- [請求項4] 前記第1サブレンズ群の焦点距離を f_{1f} とし、前記第1レンズ群の屈折力を f_1 とすると、条件式
- $$-2 < f_{1f} / f_1 < 0$$

を満足する請求項 1 又は 2 に記載のレンズ系。

[請求項5] 前記第 1 レンズ群の物体側に負の屈折力を有する単レンズが配置され、

前記負の屈折力を有する単レンズの d 線に対するアッベ数を ν_n とすると、条件式

$$\nu_n > 46$$

を満足する請求項 1 又は 2 に記載のレンズ系。

[請求項6] 前記第 3 レンズ群の前記後群の焦点距離を f_{3r} とし、前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 とすると、条件式

$$0 < f_{3r}/f_3 < 0.6$$

を満足する請求項 1 又は 2 に記載のレンズ系。

[請求項7] 前記第 3 レンズ群の前記前群と前記第 3 レンズ群の前記後群との軸上間隔を D_{3fr} とし、前記レンズ系における物体側のレンズの頂点から前記レンズ系における像側のレンズの像側面までの軸上の距離を L_d とすると、条件式

$$0.06 < D_{3fr}/L_d < 0.3$$

を満足する請求項 1 又は 2 に記載のレンズ系。

[請求項8] 前記レンズ系は、全長固定の単焦点レンズ系である
請求項 1 又は 2 に記載のレンズ系。

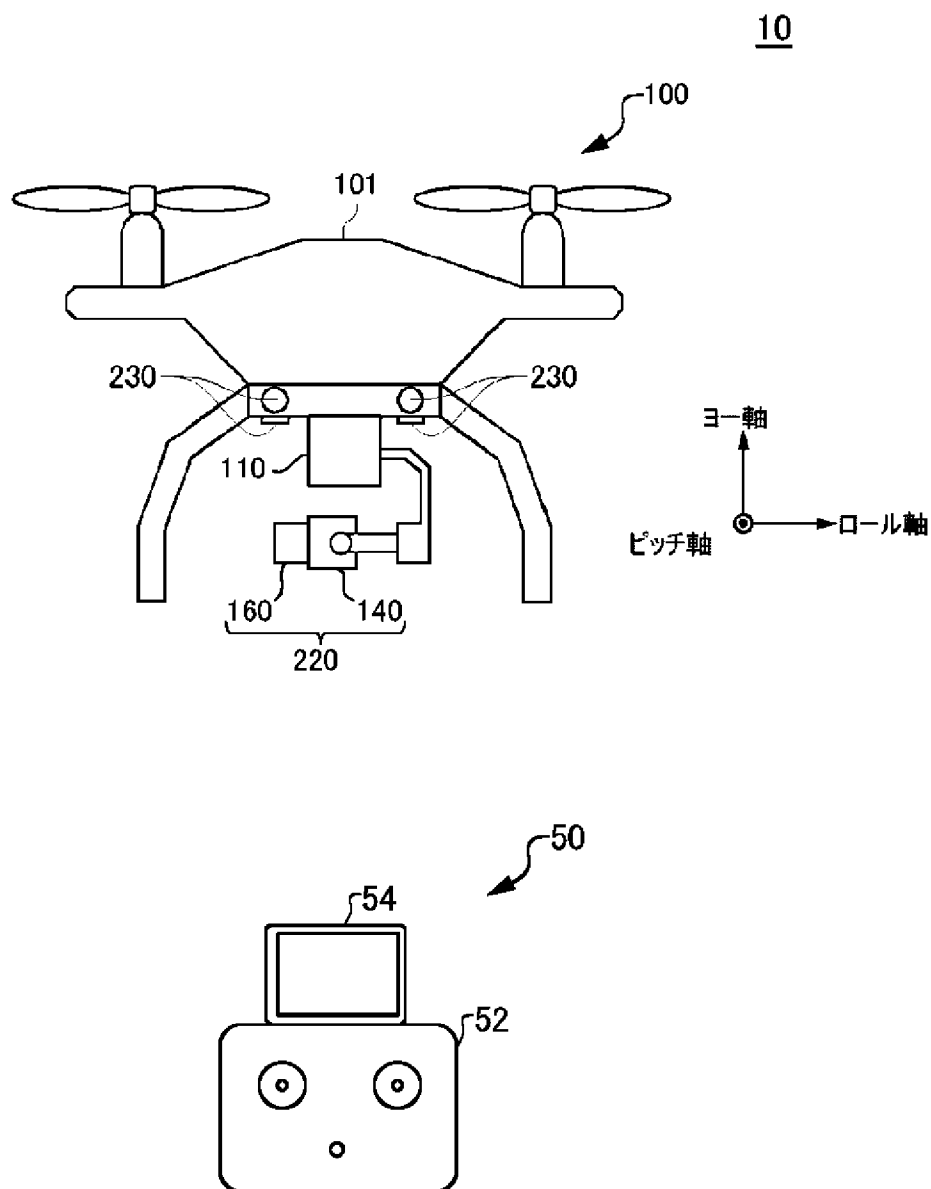
[請求項9] 請求項 1 又は 2 に記載のレンズ系と、
撮像素子と
を備える撮像装置。

[請求項10] 請求項 1 又は 2 に記載のレンズ系を備えて移動する移動体。

[請求項11] 前記移動体は無人航空機である
請求項 10 に記載の移動体。

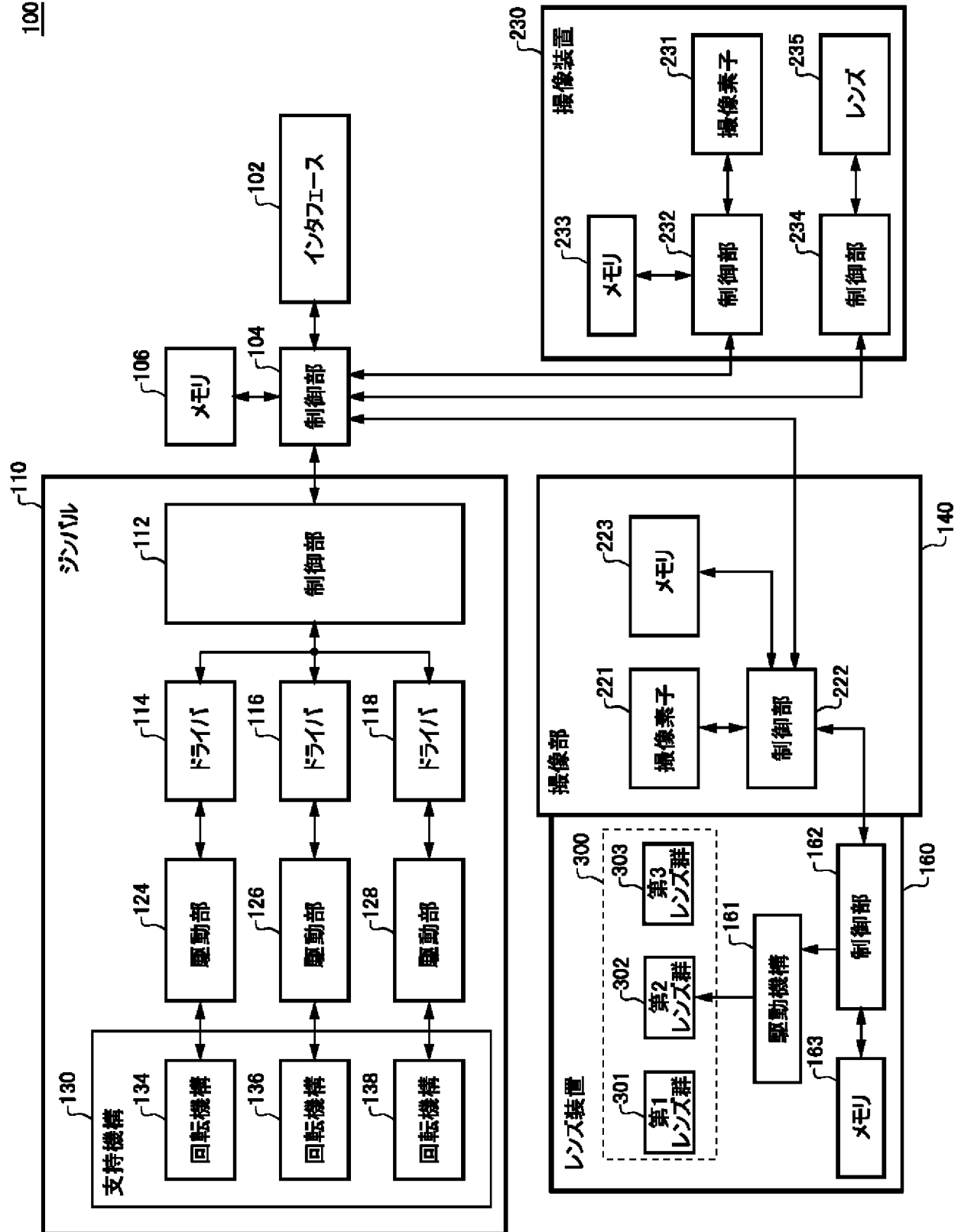
[請求項12] 請求項 1 又は 2 に記載のレンズ系と、
前記レンズ系を変位可能に支持する支持機構と
を備えるシステム。

[図1]

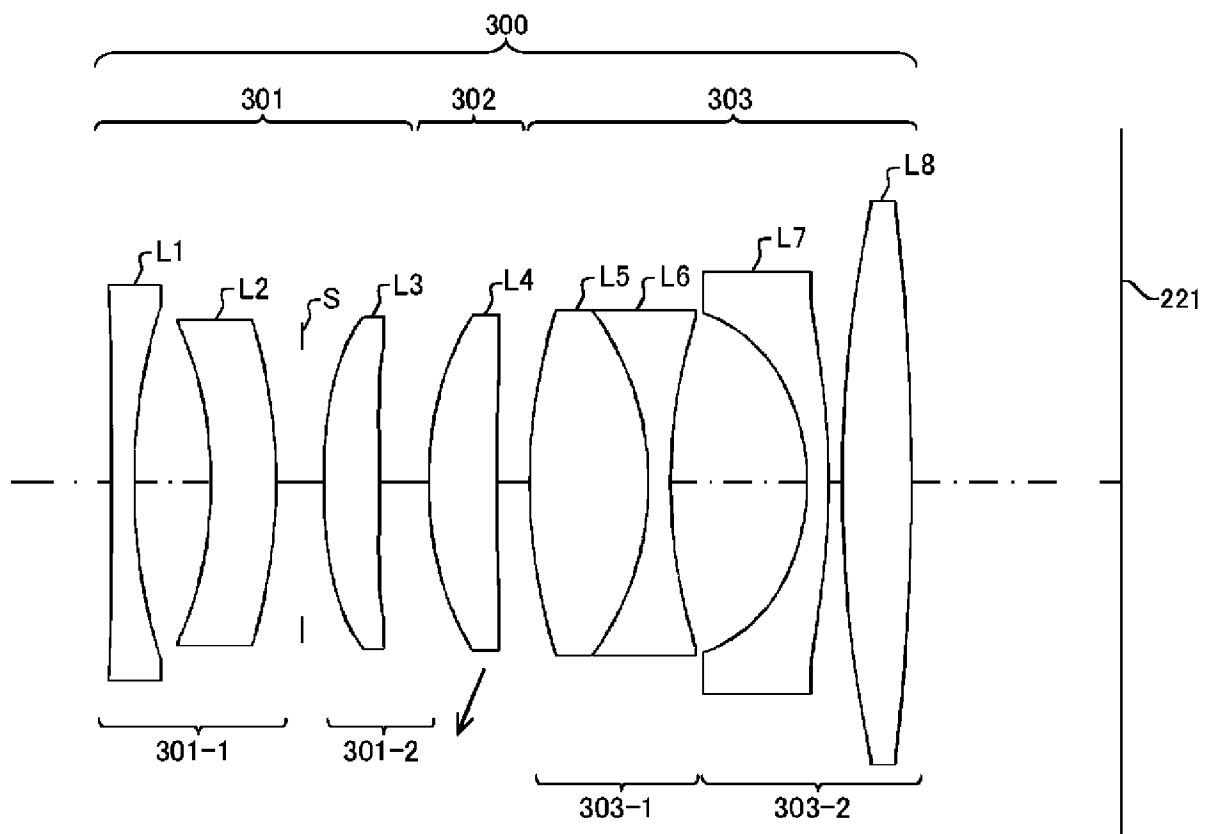


[図2]

100



[図3]



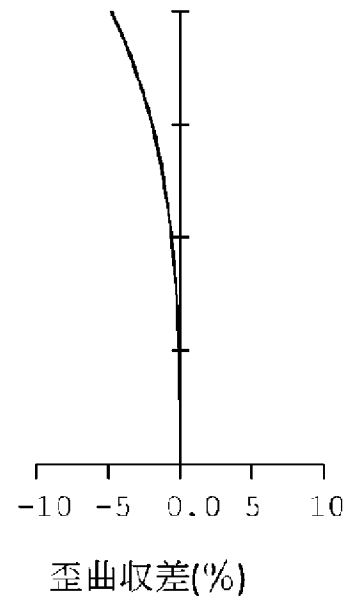
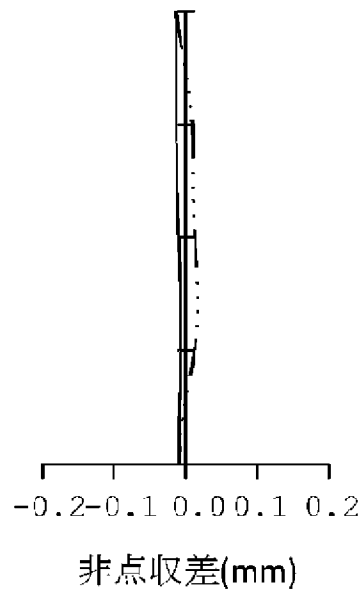
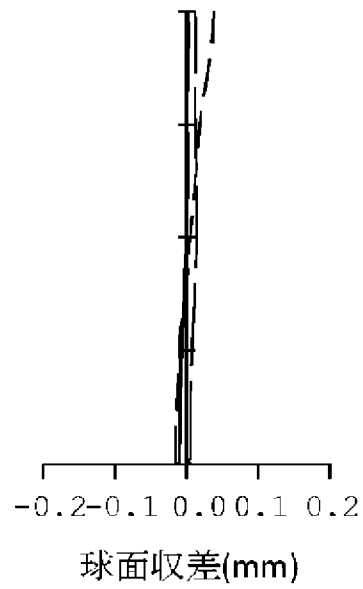
[図4]

----	656.3000 NM
=====	587.6000 NM
.....	435.8000 NM

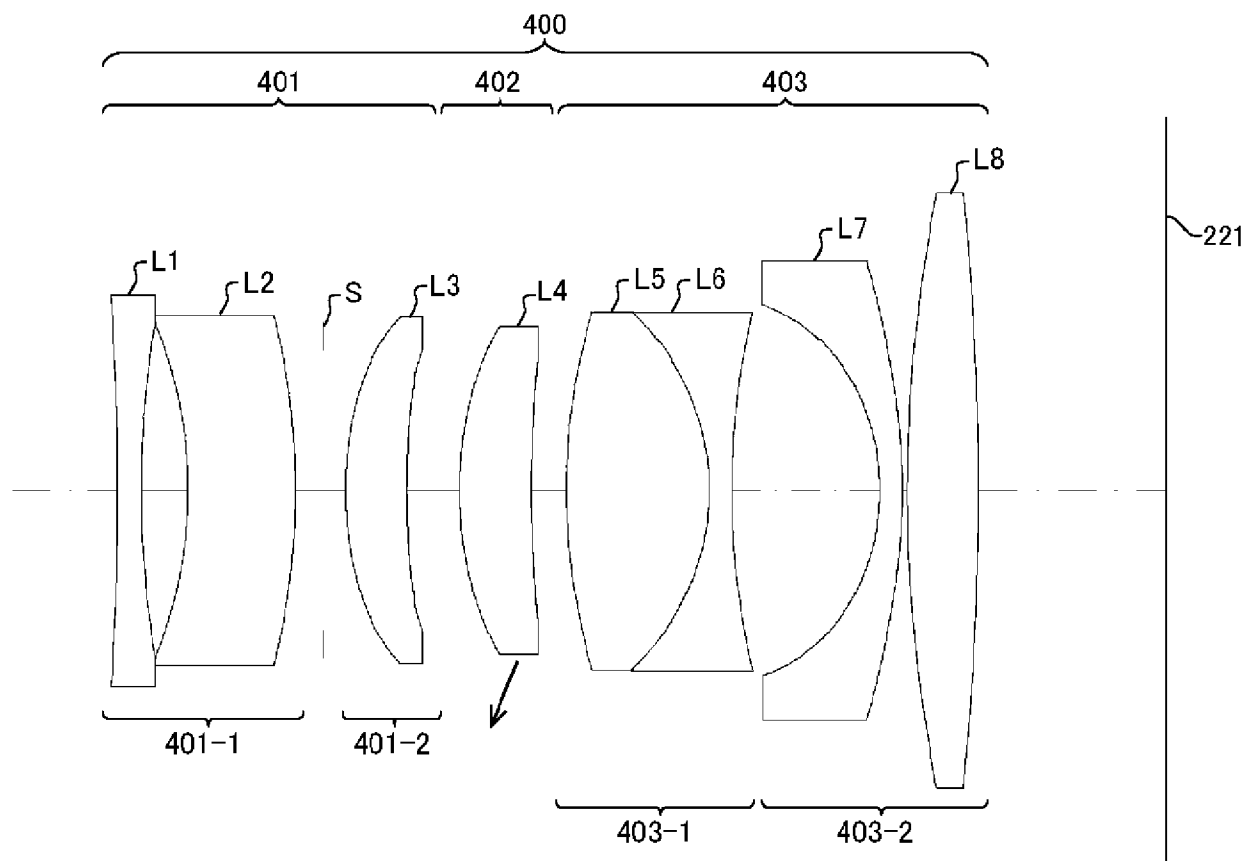
Fno 2.413

Y=7.93

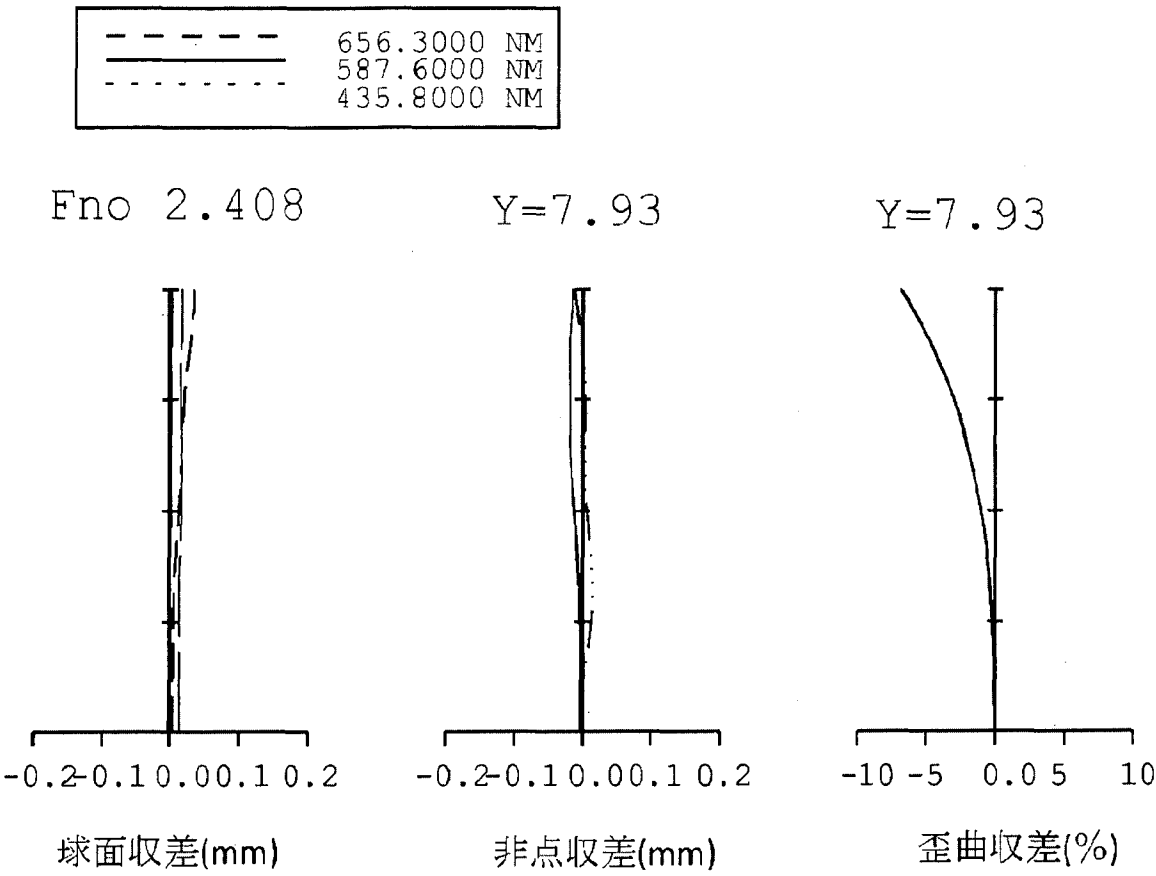
Y=7.93



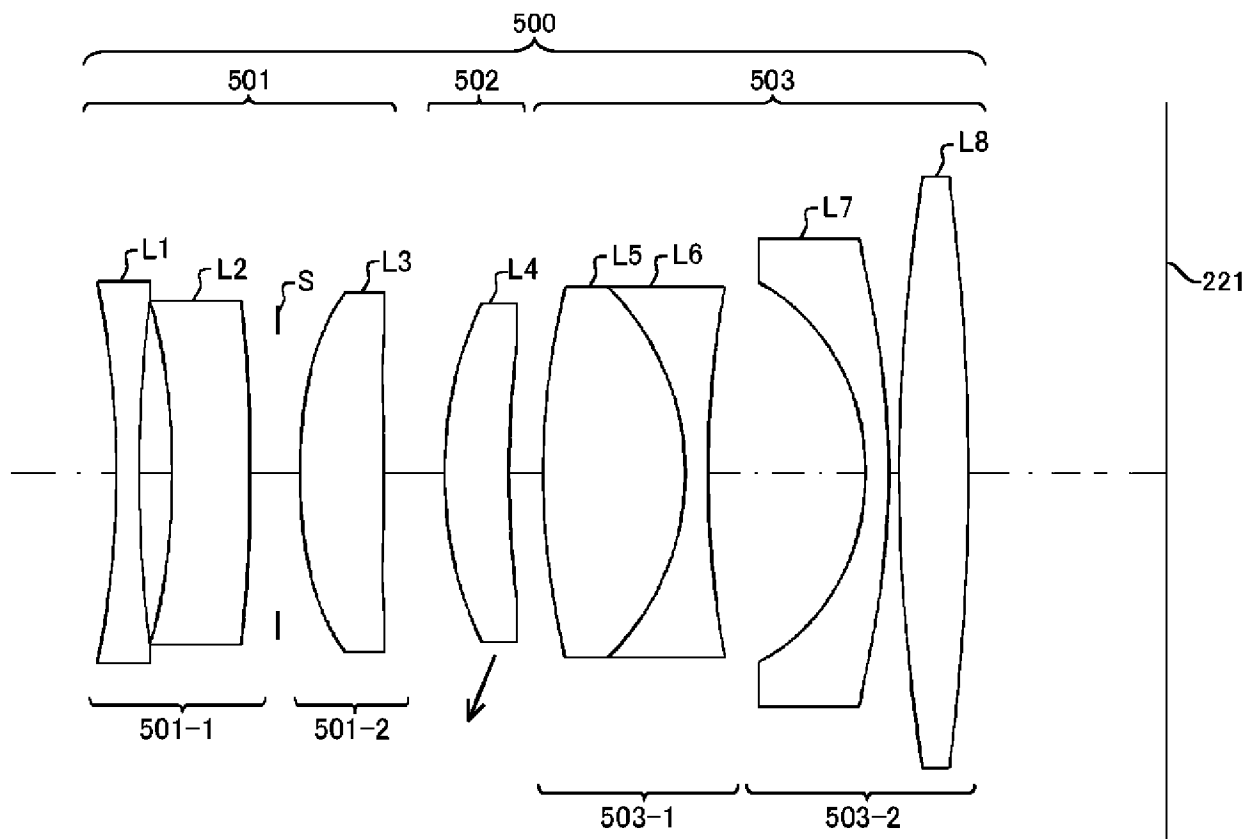
[図5]



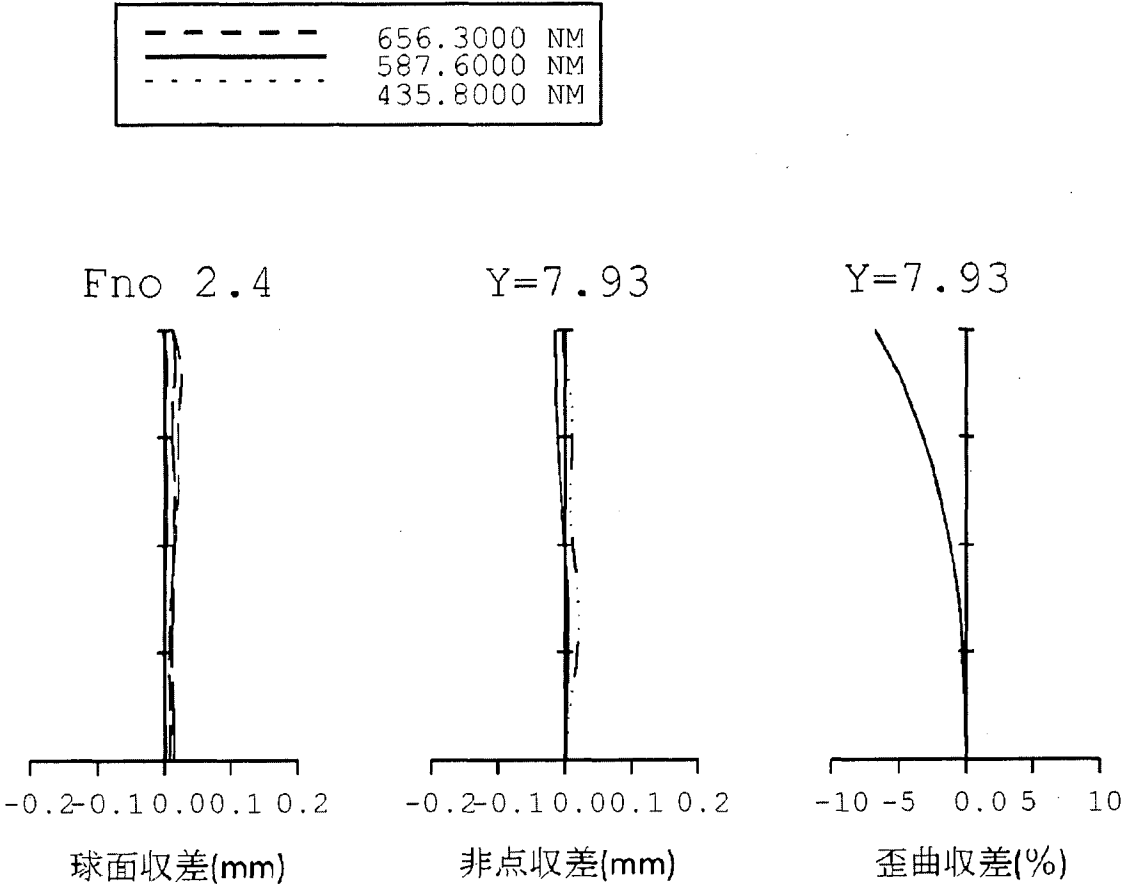
[図 6]



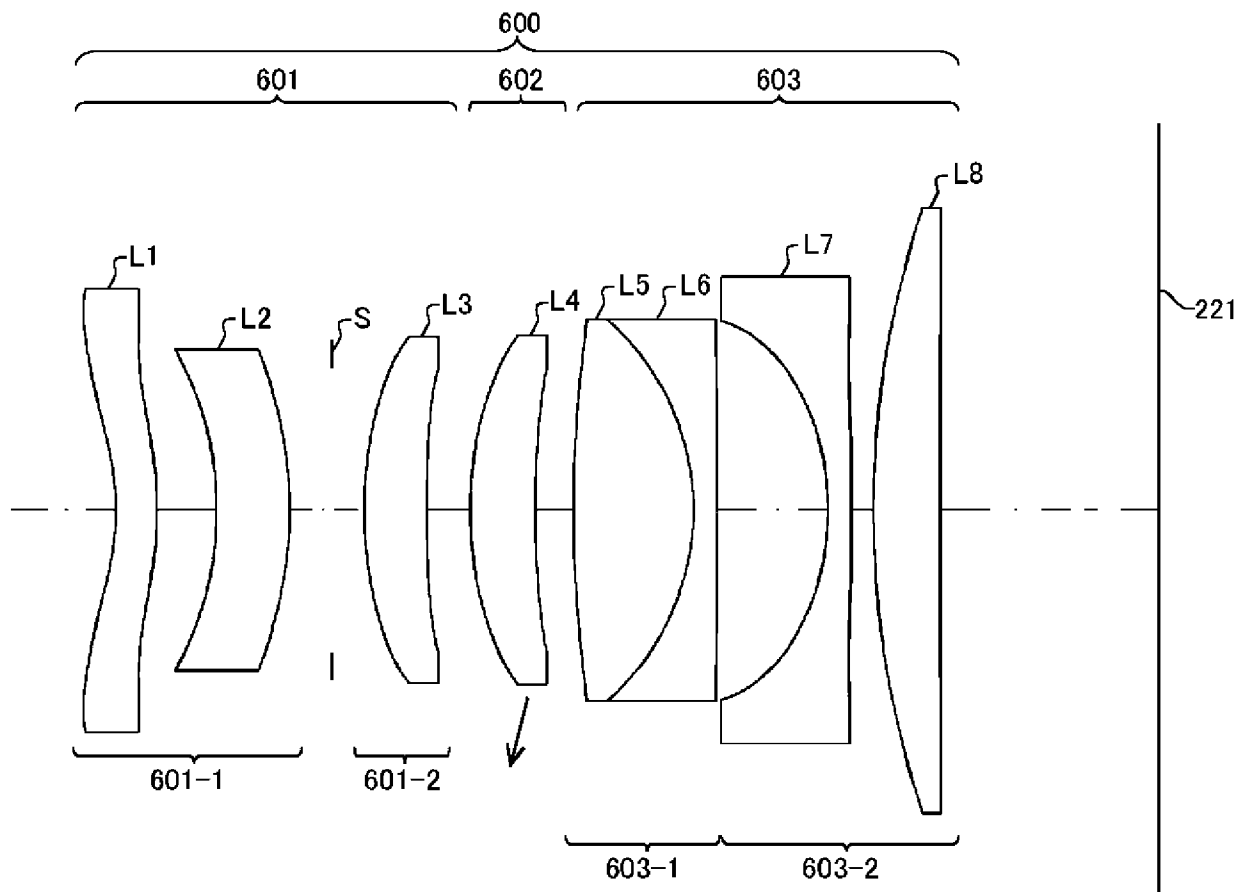
[図7]



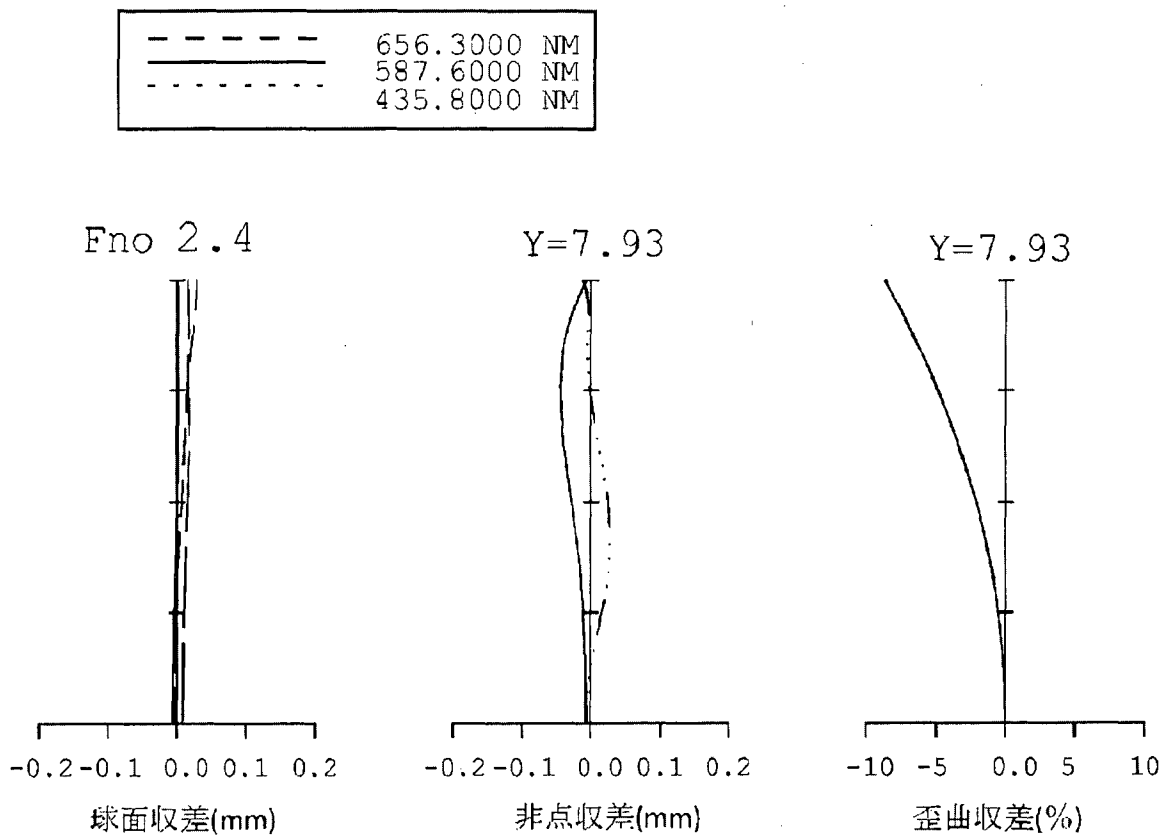
[図 8]



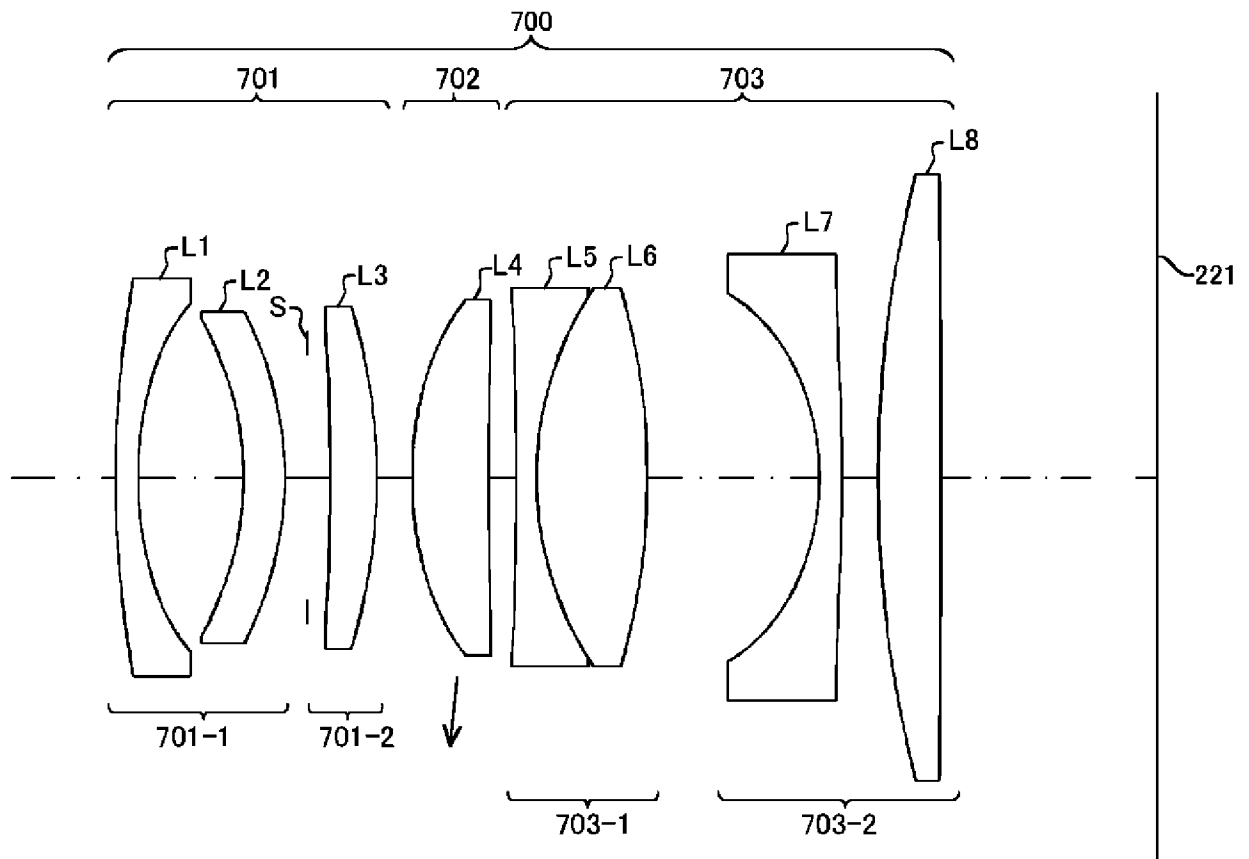
[図9]



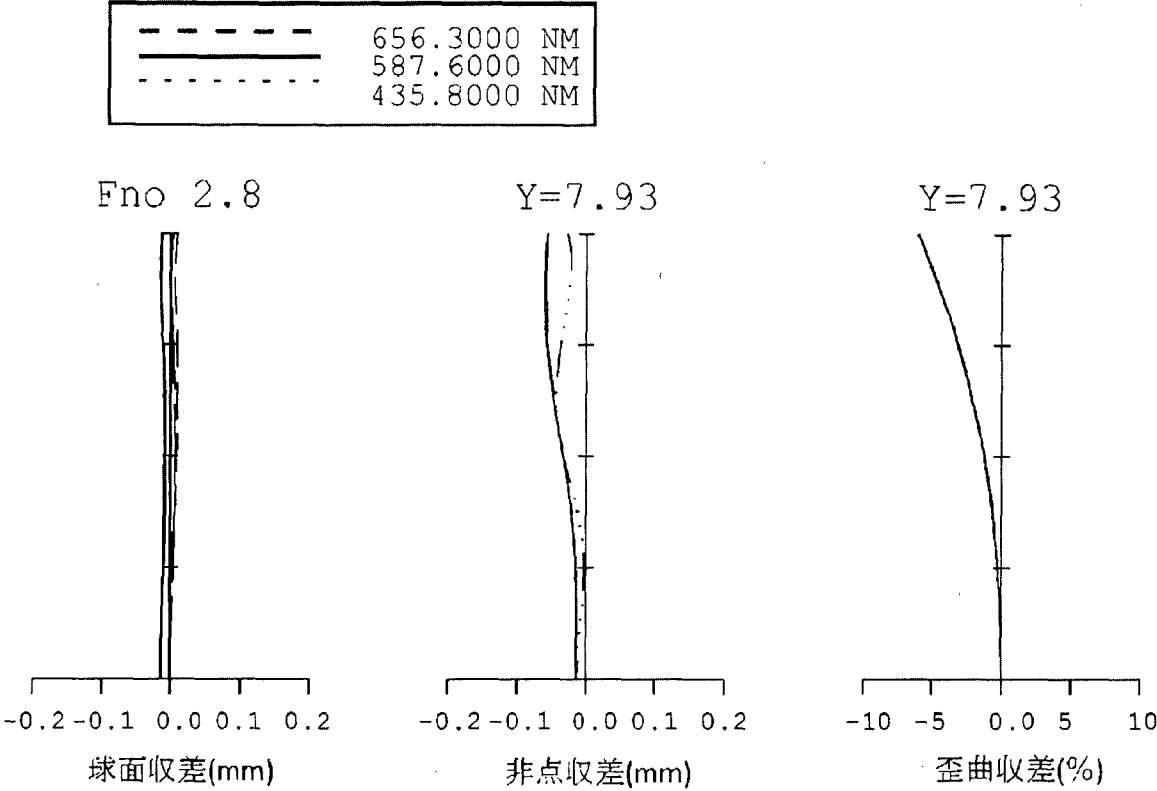
[図 10]



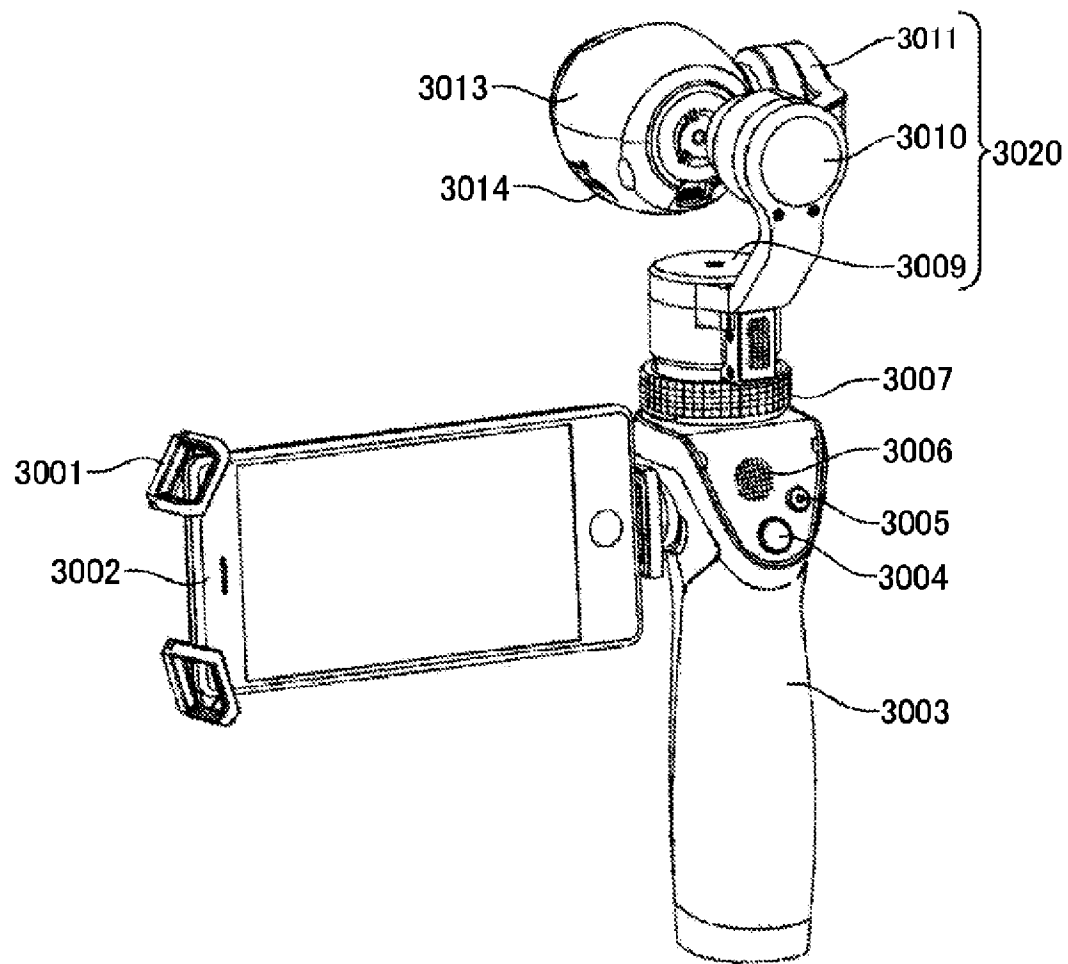
[図11]



[図 12]



[図13]

3000

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/017402

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B13/00(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B13/00, G02B13/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 3-48807 A (Eastman Kodak Co.), 01 March 1991 (01.03.1991), columns concerning '1st embodiment' to '2nd embodiment'; page 3, lower right column, lines 17 to 18; page 6, lower left column, lines 19 to 20 & US 5132846 A1 columns concerning 'first embodiment' to 'second embodiment'; 3rd row, lines 52 to 53; 7th row, lines 2 to 3 & US 5255123 A1	1-2, 4-6, 8-12 3, 7

☒ 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

"I" 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
13 July 2017 (13.07.17)

Date of mailing of the international search report
25 July 2017 (25.07.17)

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/JP2017/017402

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2013-44964 A (Tamron Co., Ltd.), 04 March 2013 (04.03.2013), columns concerning 'example 5' to 'example 6' & US 2013/0050827 A1 columns concerning 'fifth embodiment' to 'sixth embodiment' & CN 102955233 A	1-4, 6, 8-12 5, 7
X A	JP 2006-195068 A (Fujinon Corp.), 27 July 2006 (27.07.2006), column concerning 'example 12' & US 7068429 B1 columns concerning 'Embodiment 12-1' to 'Embodiment 12-3'	1-4, 6, 8-12 5, 7
X A	JP 11-133304 A (Canon Inc.), 21 May 1999 (21.05.1999), columns concerning 'numerical example 1' to 'numerical example 4' (Family: none)	1-4, 6, 8-12 5, 7
X A	JP 3-225307 A (Canon Inc.), 04 October 1991 (04.10.1991), column concerning 'numerical example 3' & US 5241421 A1 column concerning 'Numerical Example 3'	1, 4, 8-12 2-3, 5-7
A	JP 2016-156941 A (Nikon Corp.), 01 September 2016 (01.09.2016), column concerning all 'example' (Family: none)	1-12
A	JP 2016-110007 A (Olympus Corp.), 20 June 2016 (20.06.2016), column concerning 'example 5' & US 2016/0170174 A1 column concerning 'example 5'	1-12
A	JP 55-164806 A (Minolta Camera Co., Ltd.), 22 December 1980 (22.12.1980), entire text; all drawings & US 4382662 A1	1-12

[Object to be covered by this search]

Specified in claim 1 is "a lens system" "comprising sequentially from an object side to an image side: a first lens group having positive refractive power; a second lens group having positive refractive power; and a third lens group having negative refractive power." It is thus understood that the invention of claim 1 also includes a lens system in which another lens group (e.g., a "fourth lens group") is added to the lens system configured from "the first lens group," "the second lens group," and "the third lens group." On the other hand, disclosed in the description of this international application as a specific example is only the lens system configured from "the first lens group," "the second lens group," and "the third lens group."

Then, it is common general knowledge in the technical field of lens systems and optical systems that a different number of lens groups constituting a lens system and a different sign (positive or negative) of the refractive power of each lens group result in significantly different optical performances (such as aberration). However, in the description, no statement is given to an embodiment or the like of a lens system to which another lens group is added (e.g., a lens system including "the first lens group," "the second lens group," "the third lens group," and "a fourth lens group.") Furthermore, there exists no such a rational description that is enough to make it understandable that a lens system to which another lens group is added (e.g., a lens system including "the first lens group," "the second lens group," "the third lens group," and "a fourth lens group") has an optical performance similar to that of the lens system configured from "the first lens group," "the second lens group," and "the third lens group."

In this context, it cannot be said for a person skilled in the art to extend or generalize the lens system of the embodiment disclosed in the description, while having the same optical performances as those of the lens system of the embodiment, to a lens system to which a lens group other than those of the embodiment disclosed in the description is added (e.g., a lens system configured from "the first lens group," "the second lens group," "the third lens group," and "a fourth lens group.")

Consequently, the invention of claim 1 exceeds the range set forth in the afore-said description, and therefore does not comply with the requirement of the support prescribed under PCT Article 6.

Furthermore, specified in claim 1 is that "the first lens group includes sequentially in the following order from an object side: a first sub-lens group having negative refractive power, an aperture stop, and a second sub-lens group having positive refractive power." It is thus understood that the invention of claim 1 may also include a lens system in which another lens group (e.g., "a third sub-lens group") is added to the lens system configured, as "the first lens group," from "the first sub-lens group" and "the second sub-lens group." On the other hand, disclosed in the description of this international application as a specific example is only the lens system configured, as "the first lens group," from "the first sub-lens group" and "the second sub-lens group."

(Continued to next extra sheet)

Furthermore, specified in claim 1 is that "the third lens group includes a front group disposed toward an object and having positive refractive power, and a rear group disposed toward an image and having negative refractive power with the widest air gap in the third lens group sandwiched therebetween." It is thus understood that the invention of claim 1 may also include a lens system in which another lens group (e.g., some "lens group" disposed closer to the image side than "the rear group") is added, as "a third lens group", to the lens system configured from "the front group" and "the rear group." On the other hand, disclosed in the description of this international application as a specific example is only the lens system configured, as "the third lens group," from "the front group" and "the rear group."

Then, for the statements above, the same contents as what are stated above as in "it is common general knowledge in the technical field of lens systems and optical systems that..." hold true.

In this context, it cannot be said for a person skilled in the art to extend or generalize the lens system of the embodiment disclosed in the description, while having the same optical performances as those of the lens system of the embodiment disclosed in the description, to a lens system to which a lens group other than those of the lens system of the embodiment disclosed in the description is added (e.g., a lens system to which "a third sub-lens group" is added as "the first lens group" or a lens system to which some "lens group" is added as "a third lens group" to be closer to the image side than the rear group.)

Consequently, the invention of claim 1 exceeds the range set forth in the afore-said description, and therefore does not comply with the requirement of the support prescribed under PCT Article 6.

Therefore, the search relating to this international application was conducted only on the scope supported and disclosed in the description, that is, on those configured as pointed out above (a lens system configured from "the first lens group," "the second lens group," and "the third lens group," "the first lens group" being configured from "the first sub-lens group" and "the second sub-lens group," "the third lens group" being configured from "the front group" and "the rear group.")

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B13/00(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B13/00, G02B13/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 3-48807 A (イーストマン・コダック・カンパニー) 1991.03.01, 「第1の実施態様」-「第2の実施態様」に関する欄等、第3頁右下欄第17-18行、第6頁左下欄第19-20行等 & US 5132846 A1, 「first embodiment」-「second embodiment」に関する欄等、第3列第52-53行、第7列第2-3行等 & US 5255123 A1	1-2, 4-6, 8-12 3, 7
X A	JP 2013-44964 A (株式会社タムロン) 2013.03.04, 「実施例5」-「実施例6」に関する欄等 & US 2013/0050827 A1, 「fifth embodiment」-「sixth embodiment」に関する欄等	1-4, 6, 8- 12 5, 7

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13.07.2017

国際調査報告の発送日

25.07.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小倉 宏之

2 V

4 4 6 4

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
	& CN 102955233 A	
X	JP 2006-195068 A (フジノン株式会社) 2006.07.27, 「実施例 1 2」に関する欄等	1-4, 6, 8-12
A	& US 7068429 B1, 「Embodiment 12-1」-「Embodiment 12-3」に関する欄等	5, 7
X	JP 11-133304 A (キヤノン株式会社) 1999.05.21, 「数値実施例 1」-「数値実施例 4」に関する欄等	1-4, 6, 8-12
A	(ファミリーなし)	5, 7
X	JP 3-225307 A (キヤノン株式会社) 1991.10.04, 「数値実施例 3」に関する欄等	1, 4, 8-12
A	& US 5241421 A1, 「Numerical Example 3」に関する欄等	2-3, 5-7
A	JP 2016-156941 A (株式会社ニコン) 2016.09.01, 全「実施例」に関する欄等 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2016-110007 A (オリンパス株式会社) 2016.06.20, 「実施例 5」に関する欄等 & US 2016/0170174 A1, 「Example 5」に関する欄等	1-12
A	JP 55-164806 A (ミノルタカメラ株式会社) 1980.12.22, 全文、全図 & US 4382662 A1	1-12

〔調査の対象について〕

請求項1には「物体側より像側に順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、負の屈折力を有する第3レンズ群を備え」るレンズ系」と記載され、請求項1に係る発明には、「第1レンズ群」、「第2レンズ群」及び「第3レンズ群」からなる構成のレンズ系にほかのレンズ群等（例えば「第4レンズ群」）が追加されたレンズ系も含まれると解される一方、この国際出願における明細書には、具体例として、「第1レンズ群」、「第2レンズ群」及び「第3レンズ群」からなる構成のレンズ系が記載されているのみである。そして、レンズ系・光学系の技術分野においては、レンズ系を構成するレンズ群の数や各レンズ群の屈折力の符号（正負）が異なると、得られる光学的性能（収差等）が大きく異なることが技術常識であるが、前記明細書には、前記ほかのレンズ群等が追加された構成のレンズ系（例えば「第1レンズ群」、「第2レンズ群」、「第3レンズ群」及び「第4レンズ群」からなる構成のレンズ系）に係る実施例等が一切記載されておらず、また、前記ほかのレンズ群等が追加された構成のレンズ系（例えば「第1レンズ群」、「第2レンズ群」、「第3レンズ群」及び「第4レンズ群」からなる構成のレンズ系）が、「第1レンズ群」、「第2レンズ群」及び「第3レンズ群」からなる構成のレンズ系と同様の光学的性能を有していると理解できる程度の原理的説明は存在しない。

そうすると、当業者が、前記明細書に記載されている実施例に記載のもの以外のレンズ群等が付加等されたもの（例えば「第1レンズ群」、「第2レンズ群」、「第3レンズ群」及び「第4レンズ群」からなる構成のレンズ系）まで、前記明細書に記載される実施例のものと同様の光学的性能を有しつつ拡張ないし一般化できるとはいえない。

したがって、請求項1に係る発明は、前記明細書に記載した範囲を超えるものであり、PCT第6条に規定される裏付けに関する要件を満たしていない。

また、請求項1には「前記第1レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1サブレンズ群、絞り、正の屈折力を有する第2サブレンズ群を含み」と記載され、請求項1に係る発明には、「第1レンズ群」として、「第1サブレンズ群」及び「第2サブレンズ群」からなる構成のレンズ系にほかのレンズ群等（例えば「第3サブレンズ群」）が追加されたレンズ系も含まれると解される一方、この国際出願における明細書には、具体例として、「第1レンズ群」として、「第1サブレンズ群」及び「第2サブレンズ群」からなる構成のレンズ系が記載されているのみである。さらに、請求項1には「前記第3レンズ群は、前記第3レンズ群中で最も広い空気間隔を挟んで、物体側に配置された正の屈折力を有する前群と、像側に配置された負の屈折力を有する後群とを含み」と記載され、請求項1に係る発明には、「第3レンズ群」として、「前群」及び「後群」からなる構成のレンズ系にほかのレンズ群等（例えば「後群」のさらに像側に存在する何かしらの「レンズ群」）が追加されたレンズ系も含まれると解される一方、この国際出願における明細書には、具体例として、「第3レンズ群」として、「前群」及び「後群」からなる構成のレンズ系が記載されているのみである。そして、それらの記載に対しては、「レンズ系・光学系の技術分野においては、…」として前に記したものと同一内容が当てはまる。

そうすると、当業者が、前記明細書に記載されている実施例に記載のもの以外のレンズ群等が付加等されたもの（例えば、「第1レンズ群」として「第3サブレンズ群」が追加されたレンズ系や、「第3レンズ群」として「後群」のさらに像側に何かしらの「レンズ群」が追加されたレンズ系）まで、前記明細書に記載される実施例のものと同様の光学的性能を有しつつ拡張ないし一般化できるとはいえない。

したがって、請求項1に係る発明は、前記明細書に記載した範囲を超えるものであり、PCT第6条に規定される裏付けに関する要件を満たしていない。

よって、この国際出願に係る調査は、前記明細書に裏付けられ、開示されている範囲、すなわち上記指摘の構成を備えるもの（「第1レンズ群」、「第2レンズ群」及び「第3レンズ群」からなる構成のレンズ系であり、その「第1レンズ群」は、「第1サブレンズ群」及び「第2サブレンズ群」からなり、「第3レンズ群」は、「前群」及び「後群」からなる構成のレンズ系）のみを対象として行った。