

(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
2022年10月6日(06.10.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/209337 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/JP2022/005198
- (22) 国際出願日: 2022年2月9日(09.02.2022)
- (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 2021-056174 2021年3月29日(29.03.2021) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 宮城島 峻介 (MIYAGISHIMA, Shunsuke); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区

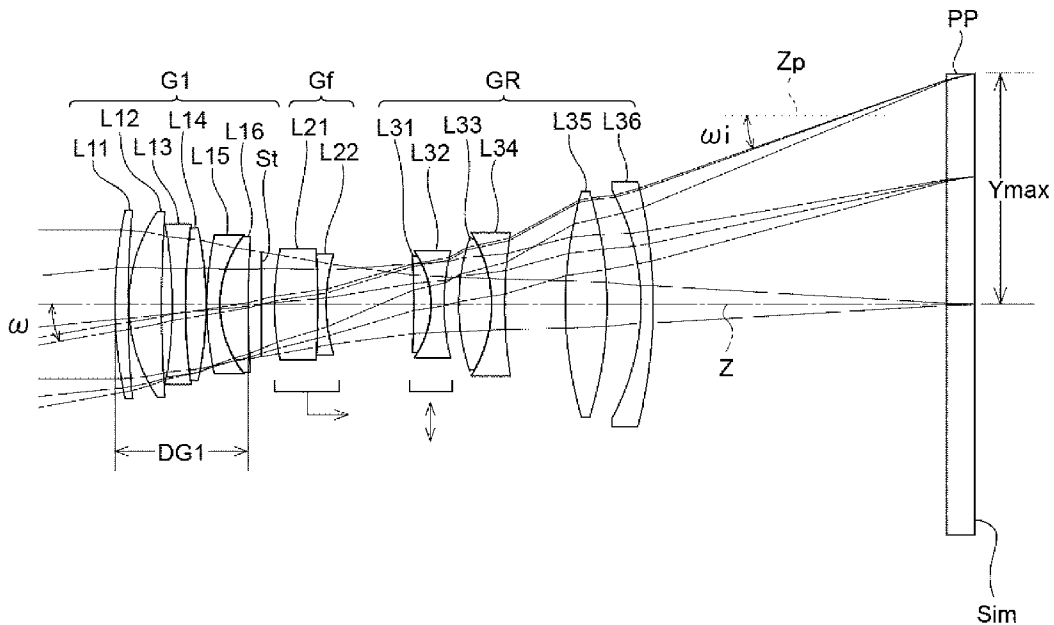
植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 斉藤 広樹 (SAITO, Hiroki); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). ▲高▼橋 宏輔 (TAKAHASHI, Kosuke); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 大槻 智貴 (OTSUKI, Tomoki); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人太陽国際特許事務所 (TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: IMAGING LENS AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 撮像レンズおよび撮像装置



(57) Abstract: This imaging lens includes, successively in order from a position closest to the object side, a first lens group which is fixed during focusing, and a focus lens group which moves during focusing. When a maximum image height is denoted by Y_{max} , the focal length of an entire system is denoted by f , and the sum of a distance on an optical axis from a lens surface closest to the object side to a lens surface closest to the image side and a back focus at an air-equivalent distance is denoted by TL , the imaging lens satisfies conditional expressions (1) and (2). (1): $0.1 < Y_{max}/f < 0.26$ (2): $0.4 < TL/f < 1.1$

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.

- (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: 撮像レンズは、最も物体側から順に連続して、合焦の際に固定されている第1レンズ群と、合焦の際に移動するフォーカスレンズ群とを含む。最大像高を Y_{max} 、全系の焦点距離を f 、最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離と空気換算距離でのバックフォーカスとの和を TL とした場合、撮像レンズは条件式 (1) および (2) を満足する。
 (1) : $0.1 < Y_{max} / f < 0.26$ (2) : $0.4 < TL / f < 1.1$

明 細 書

発明の名称：撮像レンズおよび撮像装置

技術分野

[0001] 本開示の技術は、撮像レンズ、および撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、デジタルカメラおよびビデオカメラ等の撮像装置に用いられる撮像レンズとして、例えば特開2020-160100号公報、および特開2018-060079号公報に記載のレンズ系が知られている。

発明の概要

[0003] 近年、小型かつ軽量に構成され、良好な光学性能を有する撮像レンズが要望されている。

[0004] 本開示は、上記事情に鑑みてなされたものであり、小型かつ軽量に構成され、良好な光学性能を有する撮像レンズ、およびこの撮像レンズを備えた撮像装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様に係る撮像レンズは、最も物体側から像側へ順に連続して、合焦の際に像面に対して固定されている第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動するフォーカスレンズ群とを含み、

最大像高を Y_{max} 、

無限遠物体に合焦した状態における全系の焦点距離を f 、

無限遠物体に合焦した状態における第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から全系の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離と空気換算距離でのバックフォーカスとの和を TL とした場合、

$$0.1 < Y_{max} / f < 0.26 \quad (1)$$

$$0.4 < TL / f < 1.1 \quad (2)$$

で表される条件式(1)および(2)を満足する。

[0006] 無限遠物体に合焦した状態における最大像高の5割の像高での歪曲収差量

を D_{st5} 、無限遠物体に合焦した状態における最大像高での歪曲収差量を D_{st10} とした場合、上記態様の撮像レンズは、

$$0.2 < |D_{st5} / D_{st10}| < 0.6 \quad (3)$$

で表される条件式(3)を満足することが好ましい。

[0007] 無限遠物体に合焦した状態における像面から射出瞳位置までの光軸上の距離を P_e 、 P_e の符号は、像面より射出瞳位置が物体側にあれば正、像面より射出瞳位置が像側にあれば負とした場合、上記態様の撮像レンズは、

$$1.5 < P_e / Y_{max} < 3 \quad (4)$$

で表される条件式(4)を満足することが好ましい。

[0008] 上記態様の撮像レンズは、最も像側に負レンズを含み、負レンズの物体側の面の曲率半径を R_f 、負レンズの像側の面の曲率半径を R_r とした場合、

$$-0.6 < (R_f - R_r) / (R_f + R_r) < -0.1 \quad (5)$$

で表される条件式(5)を満足することが好ましい。

[0009] 上記態様の撮像レンズは、上記負レンズの物体側に上記負レンズに連続して正レンズを含むことが好ましく、上記負レンズの物体側の面の曲率半径を R_f 、上記正レンズの像側の面の曲率半径を R_{pr} とした場合、

$$0.03 < (R_{pr} - R_f) / (R_{pr} + R_f) < 0.4 \quad (6)$$

で表される条件式(6)を満足することが好ましい。

[0010] 上記態様の撮像レンズは、上記負レンズのd線基準のアッベ数を ν_n とした場合、

$$12 < \nu_n < 30 \quad (7)$$

で表される条件式(7)を満足することが好ましい。

[0011] 第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から第1レンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を D_{G1} とした場合、上記態様の撮像レンズは、

$$0.02 < D_{G1} / f < 0.2 \quad (8)$$

で表される条件式(8)を満足することが好ましい。

[0012] 無限遠物体に合焦した状態における最大半画角を ω 、無限遠物体に合焦した状態における最も像側のレンズから像面へ向かう最大像高の主光線と光軸

に平行な軸との角度を ω_i とした場合、上記態様の撮像レンズは、

$$1.4 < \tan \omega_i / \tan \omega < 3.6 \quad (9)$$

で表される条件式(9)を満足することが好ましい。

[0013] 第1レンズ群の最も物体側のレンズ面の最大有効径を ϕ_f 、全系の最も像側のレンズ面の最大有効径を ϕ_r とした場合、上記態様の撮像レンズは、

$$0.2 < \phi_f / \phi_r < 1.5 \quad (10)$$

で表される条件式(10)を満足することが好ましい。

[0014] 無限遠物体に合焦した状態における空気換算距離でのバックフォーカスを B_f とした場合、上記態様の撮像レンズは、

$$0.4 < B_f / Y_{max} < 1.8 \quad (11)$$

で表される条件式(11)を満足することが好ましい。

[0015] フォーカスレンズ群は全体として負の屈折力を有することが好ましい。フォーカスレンズ群が含むレンズの枚数は2枚以下であることが好ましい。

[0016] 第1レンズ群の焦点距離を f_1 とした場合、上記態様の撮像レンズは、

$$0.25 < f_1 / f < 0.5 \quad (12)$$

で表される条件式(12)を満足することが好ましい。

[0017] 上記態様の撮像レンズは、物体側から像側へ順に、第1レンズ群と、全体として負の屈折力を有するフォーカスレンズ群と、合焦の際に像面に対して固定されている後側レンズ群とからなり、後側レンズ群の焦点距離を f_R とした場合、

$$-0.9 < f_R / f < -0.1 \quad (13)$$

で表される条件式(13)を満足することが好ましい。

[0018] 上記態様の撮像レンズは、撮像装置に設けられる撮像レンズであって、撮像装置は、撮像レンズによって形成される光学像を撮像する撮像素子を備えており、撮像素子の最大撮像画角より狭い画角の画像を出力することが可能なように構成されていてもよい。また、撮像装置は、撮像素子によって撮像された複数の画像を合成した合成画像を用いて、撮像素子の最大撮像画角より狭い画角の画像を出力することが可能なように構成されていてもよい。

[0019] 本開示の別の態様に係る撮像装置は、上記態様の撮像レンズを備えている。

[0020] なお、本明細書の「～からなり」、「～からなる」は、挙げられた構成要素以外に、実質的に屈折力を有さないレンズ、並びに、絞り、フィルタ、およびカバーガラス等のレンズ以外の光学要素、並びに、レンズフランジ、レンズバレル、撮像素子、および手振れ補正機構等の機構部分、等が含まれていてもよいことを意図する。

[0021] 本明細書において、「単レンズ」は、接合されていない1枚のレンズを意味する。但し、複合非球面レンズ（球面レンズと、その球面レンズ上に形成された非球面形状の膜とが一体的に構成されて、全体として1つの非球面レンズとして機能するレンズ）は、接合レンズとは見なさず、1枚のレンズとして扱う。非球面を含むレンズに関する屈折力の符号、曲率半径、および面形状は、特に断りが無い限り近軸領域のものをを用いる。曲率半径の符号は、物体側に凸面を向けた形状の面の曲率半径の符号を正、像側に凸面を向けた形状の面の曲率半径の符号を負とする。

[0022] 本明細書において、「全系」は、撮像レンズを意味する。「空気換算距離でのバックフォーカス」は、無限遠物体に合焦した状態における全系の最も像側のレンズ面から像面までの光軸上の空気換算距離である。条件式で用いている「焦点距離」は、近軸焦点距離である。条件式で用いている値は、d線を基準とした場合の値である。

[0023] 本明細書に記載の「d線」、「C線」、および「F線」は輝線である。本明細書においては、d線の波長は587.56 nm（ナノメートル）、C線の波長は656.27 nm（ナノメートル）、F線の波長は486.13 nm（ナノメートル）として扱う。

発明の効果

[0024] 本開示によれば、小型かつ軽量に構成され、良好な光学性能を有する撮像レンズ、およびこの撮像レンズを備えた撮像装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]実施例1の撮像レンズに対応し、一実施形態に係る撮像レンズの構成と光束を示す断面図である。

[図2]実施例1の撮像レンズの構成を示す断面図である。

[図3]実施例1の撮像レンズの各収差図である。

[図4]実施例2の撮像レンズの構成を示す断面図である。

[図5]実施例2の撮像レンズの各収差図である。

[図6]実施例3の撮像レンズの構成を示す断面図である。

[図7]実施例3の撮像レンズの各収差図である。

[図8]実施例4の撮像レンズの構成を示す断面図である。

[図9]実施例4の撮像レンズの各収差図である。

[図10]実施例5の撮像レンズの構成を示す断面図である。

[図11]実施例5の撮像レンズの各収差図である。

[図12]実施例6の撮像レンズの構成を示す断面図である。

[図13]実施例6の撮像レンズの各収差図である。

[図14]実施例7の撮像レンズの構成を示す断面図である。

[図15]実施例7の撮像レンズの各収差図である。

[図16]実施例8の撮像レンズの構成を示す断面図である。

[図17]実施例8の撮像レンズの各収差図である。

[図18]一実施形態に係る撮像装置の正面側の斜視図である。

[図19]一実施形態に係る撮像装置の背面側の斜視図である。

[図20]画素ずらしの技術を説明するための図である。

[図21]画素ずらしの技術を説明するための図である。

[図22]合成画像とデジタルズームの組合せの一例を説明するための概念図である。

[図23]合成画像とデジタルズームの組合せの別の例を説明するための概念図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、図面を参照しながら本開示の実施形態について説明する。

[0027] 図1に、本開示の一実施形態に係る撮像レンズの無限遠物体に合焦した状態における構成と光束の断面図を示す。本明細書における「無限遠物体」は、物体から撮像レンズの最も物体側のレンズ面までの光軸Z上の距離が無限遠の物体である。図1では、光束として、軸上光束、中間像高の光束、および最大像高の光束を示す。図1に示す例は後述の実施例1の撮像レンズに対応している。図1では、左側が物体側、右側が像側である。

[0028] 図1では、撮像レンズが撮像装置に適用されることを想定して、撮像レンズと像面S_{im}との間に平行平板状の光学部材PPが配置された例を示している。光学部材PPは、各種フィルタ、および／又はカバーガラス等を想定した部材である。各種フィルタは、ローパスフィルタ、赤外線カットフィルタ、および／又は特定の波長域をカットするフィルタ等である。光学部材PPは屈折力を有しない部材である。光学部材PPを省略して撮像装置を構成することも可能である。

[0029] 図1の撮像レンズは、光軸Zに沿って最も物体側から像側へ順に連続して、合焦の際に像面S_{im}に対して固定されている第1レンズ群G₁と、合焦の際に光軸Zに沿って移動するフォーカスレンズ群G_fとを含む。最も物体側のレンズ群は大径化しやすいため、この撮像レンズは上記構成を採ることによって、フォーカス駆動機構の小型化および軽量化に有利となる。図1のフォーカスレンズ群G_fの下の右向きの矢印は、無限遠物体から至近距離物体への合焦の際に、フォーカスレンズ群G_fが像側へ移動することを示す。

[0030] 一例として、図1の撮像レンズは以下のように構成されている。図1の撮像レンズは、物体側から像側へ順に、合焦の際に像面S_{im}に対して固定されている第1レンズ群G₁と、合焦の際に光軸Zに沿って移動するフォーカスレンズ群G_fと、合焦の際に像面S_{im}に対して固定されている後側レンズ群G_Rとからなる。第1レンズ群G₁は、物体側から像側へ順に、レンズL₁₁～L₁₆の6枚のレンズと、開口絞りS_tとからなる。フォーカスレンズ群G_fは、物体側から像側へ順に、レンズL₂₁～L₂₂の2枚のレンズからなる。後側レンズ群G_Rは、物体側から像側へ順に、レンズL₃₁～

L 3 6 の 6 枚のレンズからなる。なお、図 1 の開口絞り S t は大きさおよび形状を示しているのではなく光軸 Z 方向の位置を示している。

[0031] 図 1 の例では、合焦の際に移動するレンズ群はフォーカスレンズ群 G f の 1 つのみである。図 1 の例では、合焦の際、フォーカスレンズ群 G f を構成するレンズ L 2 1 およびレンズ L 2 2 が光軸 Z に沿って一体的に移動する。本明細書における「一体的に移動」は、同時に同方向に同量移動することを意味する。

[0032] 以下に、本実施形態の撮像レンズの好ましい構成および可能な構成について説明する。なお、以下の好ましい構成および可能な構成の説明では、冗長さを避けるため「本実施形態の撮像レンズ」を単に「撮像レンズ」ともいう。

[0033] フォーカスレンズ群 G f は全体として負の屈折力を有することが好ましい。このようにした場合は、合焦の際の色収差の変動を抑えることに有利となる。

[0034] フォーカスレンズ群 G f が含むレンズの枚数は 2 枚以下であることが好ましい。このようにした場合は、フォーカスレンズ群 G f の軽量化に有利となる。

[0035] 1 つのレンズ成分を 1 組の接合レンズ又は 1 枚の単レンズとした場合、フォーカスレンズ群 G f は、開口絞り S t に連続して配置された 1 つのレンズ成分からなるように構成してもよい。このようにした場合は、フォーカスレンズ群 G f の小型化および軽量化に有利となる。フォーカスレンズ群 G f が、正レンズと負レンズとが接合された接合レンズからなる場合は、合焦の際の色収差の変動の抑制に有利となる。フォーカスレンズ群 G f が、1 枚の単レンズからなる場合は、小型化および軽量化に有利となる。

[0036] 第 1 レンズ群 G 1 は全体として正の屈折力を有することが好ましい。このようにした場合は、撮像レンズの光軸 Z 方向および径方向の小型化に有利となる。

[0037] 最大像高を Y_{max} 、全系の焦点距離を f とした場合、撮像レンズは下記

条件式（１）を満足することが好ましい。f は、無限遠物体に合焦した状態における値とする。条件式（１）の対応値が下限以下としないようにすることによって、広い画角を確保することができるため、被写体が撮像範囲から外れないようにすることが容易となる。条件式（１）の対応値が上限以上としないようにすることによって、被写体をより拡大して撮影することが容易となる。より良好な特性を得るためには、撮像レンズは下記条件式（１－１）を満足することがより好ましく、下記条件式（１－２）を満足することがさらに好ましい。

$$0.1 < Y_{max} / f < 0.26 \quad (1)$$

$$0.12 < Y_{max} / f < 0.23 \quad (1-1)$$

$$0.15 < Y_{max} / f < 0.21 \quad (1-2)$$

[0038] 全系の焦点距離を f、第１レンズ群 G１の最も物体側のレンズ面から全系の最も像側のレンズ面までの光軸 Z 上の距離と空気換算距離でのバックフォーカスとの和を TL とした場合、撮像レンズは下記条件式（２）を満足することが好ましい。f および TL は、無限遠物体に合焦した状態における値とする。条件式（２）の対応値が下限以下としないようにすることによって、第１レンズ群 G１の最も物体側のレンズ面から像面 S_{im} へ向かって光束の収束を緩やかにできるため、球面収差の抑制に有利となる。条件式（２）の対応値が上限以上としないようにすることによって、光学系の小型化に有利となる。より良好な特性を得るためには、撮像レンズは下記条件式（２－１）を満足することがより好ましく、下記条件式（２－２）を満足することがさらに好ましい。

$$0.4 < TL / f < 1.1 \quad (2)$$

$$0.43 < TL / f < 0.92 \quad (2-1)$$

$$0.5 < TL / f < 0.85 \quad (2-2)$$

[0039] 最大像高の５割の像高での歪曲収差量を D_{st5}、最大像高での歪曲収差量を D_{st10} とした場合、撮像レンズは下記条件式（３）を満足することが好ましい。D_{st5} および D_{st10} は、無限遠物体に合焦した状態にお

ける、d線を基準とした場合の値とする。条件式(3)の対応値が下限以下とならないようにすることによって、第1レンズ群G1の最も物体側のレンズ面を通過する軸外光束の高さを抑制できるため、小型化に有利となる。条件式(3)の対応値が上限以上とならないようにすることによって、結像領域のうち、光軸Z近傍から中間画角までの領域の歪曲収差を抑えることができるため、この領域における解像度を高くすることに有利となる。例えば、結像領域の周辺部が排除されて撮像レンズの最大画角より狭い画角の領域のみからなる画像、すなわち、後述するようなトリミングされた画像を作成する際に有効である。より良好な特性を得るためには、撮像レンズは下記条件式(3-1)を満足することがより好ましく、下記条件式(3-2)を満足することがさらに好ましい。

$$0.2 < |D_{st5}/D_{st10}| < 0.6 \quad (3)$$

$$0.22 < |D_{st5}/D_{st10}| < 0.5 \quad (3-1)$$

$$0.25 < |D_{st5}/D_{st10}| < 0.4 \quad (3-2)$$

[0040] 像面S_{im}から射出瞳位置までの光軸Z上の距離をP_e、最大像高をY_{max}とした場合、撮像レンズは下記条件式(4)を満足することが好ましい。P_eは、無限遠物体に合焦した状態における値とする。また、P_eの符号は、像面S_{im}より射出瞳位置が物体側にあれば正、像面S_{im}より射出瞳位置が像側にあれば負とする。条件式(4)の対応値が下限以下とならないようにすることによって、軸外光束の主光線の像面S_{im}への入射角が大きくなるのを抑えることができたため、撮像装置において像面S_{im}に配置される撮像素子の入射角特性の影響を軽減することができる。条件式(4)の対応値が上限以上とならないようにすることによって、撮像レンズ内の最大径を小さくすることが容易となるため、小型化に有利となる。より良好な特性を得るためには、撮像レンズは下記条件式(4-1)を満足することがより好ましく、下記条件式(4-2)を満足することがさらに好ましい。

$$1.5 < P_e/Y_{max} < 3 \quad (4)$$

$$1.6 < P_e/Y_{max} < 2.9 \quad (4-1)$$

$$1.8 < P_e / Y_{max} < 2.7 \quad (4-2)$$

[0041] 撮像レンズは、全系の最も像側に負レンズを含むことが好ましい。また、この負レンズの物体側の面の曲率半径を R_f 、この負レンズの像側の面の曲率半径を R_r とした場合、撮像レンズは下記条件式 (5) を満足することが好ましい。条件式 (5) の対応値が下限以下とならないようにすることによって、最も像側の負レンズにおける軸上光束の屈折を強くできるため、球面収差の補正に有利となる。条件式 (5) の対応値が上限以上とならないようにすることによって、最も像側の負レンズが軸外光束に与える屈折作用を強くできるため、像面湾曲の補正に有利となる。より良好な特性を得るためには、撮像レンズは下記条件式 (5-1) を満足することがより好ましく、下記条件式 (5-2) を満足することがさらに好ましい。

$$-0.6 < (R_f - R_r) / (R_f + R_r) < -0.1 \quad (5)$$

$$-0.58 < (R_f - R_r) / (R_f + R_r) < -0.17 \quad (5-1)$$

$$-0.55 < (R_f - R_r) / (R_f + R_r) < -0.25 \quad (5-2)$$

[0042] 撮像レンズが全系の最も像側に負レンズを含む場合、撮像レンズは、この負レンズの物体側にこの負レンズに連続して正レンズを含むことが好ましい。そして、この負レンズの物体側の面の曲率半径を R_f 、この正レンズの像側の面の曲率半径を R_{pr} とした場合、撮像レンズは下記条件式 (6) を満足することが好ましい。条件式 (6) の対応値が下限以下とならないようにすることによって、上記負レンズと上記正レンズとの間で軸上光束の屈折が強くなるため、軸上色収差の補正に有利となる。条件式 (6) の対応値が上限以上とならないようにすることによって、上記負レンズと上記正レンズとの間で軸外光束の屈折が強くなるため、倍率色収差の補正に有利となる。より良好な特性を得るためには、撮像レンズは下記条件式 (6-1) を満足することがより好ましく、下記条件式 (6-2) を満足することがさらに好ましい。

$$0.03 < (R_{pr} - R_f) / (R_{pr} + R_f) < 0.4 \quad (6)$$

$$0.04 < (R_{pr} - R_f) / (R_{pr} + R_f) < 0.32 \quad (6-1)$$

$$0.07 < (R_{pr} - R_f) / (R_{pr} + R_f) < 0.27 \quad (6-2)$$

[0043] 撮像レンズが全系の最も像側に負レンズを含み、この負レンズのd線基準のアッベ数を ν_n とした場合、撮像レンズは下記条件式(7)を満足することが好ましい。条件式(7)の対応値が下限以下とならないようにすることによって、倍率色収差が補正過剰になることを抑制できる。条件式(7)の対応値が上限以上とならないようにすることによって、倍率色収差の良好な補正に有利となる。より良好な特性を得るためには、撮像レンズは下記条件式(7-1)を満足することがより好ましく、下記条件式(7-2)を満足することがさらに好ましい。

$$1.2 < \nu_n < 3.0 \quad (7)$$

$$1.4 < \nu_n < 2.5 \quad (7-1)$$

$$1.7 < \nu_n < 2.0 \quad (7-2)$$

[0044] 第1レンズ群G1の最も物体側のレンズ面から第1レンズ群G1の最も像側のレンズ面までの光軸Z上の距離をD G1、全系の焦点距離をfとした場合、撮像レンズは下記条件式(8)を満足することが好ましい。一例として図1にD G1を示す。fは、無限遠物体に合焦した状態における値とする。条件式(8)の対応値が下限以下とならないようにすることによって、第1レンズ群G1で発生する軸上色収差を良好に補正することが容易になる。条件式(8)の対応値が上限以上とならないようにすることによって、第1レンズ群G1の小型化が容易となり、これによって、軽量化に有利となる。より良好な特性を得るためには、撮像レンズは下記条件式(8-1)を満足することがより好ましく、下記条件式(8-2)を満足することがさらに好ましい。

$$0.02 < D G1 / f < 0.2 \quad (8)$$

$$0.04 < DG1 / f < 0.18 \quad (8-1)$$

$$0.07 < DG1 / f < 0.15 \quad (8-2)$$

[0045] 撮像レンズの最大半画角を ω 、最も像側のレンズから像面 S_{im} へ向かう最大像高の主光線と光軸 Z に平行な軸 Z_p との角度を ω_i とした場合、撮像レンズは下記条件式(9)を満足することが好ましい。 $\tan$ は正接である。 ω および ω_i は、無限遠物体に合焦した状態における値とする。また、 ω_i は空気中における値とする。一例として図1に ω 、 ω_i 、および Z_p を示す。 ω は、最大像高の主光線と光軸 Z との角度であり、最大画角 2ω の半値である。条件式(9)の対応値が下限以下としないようにすることによって、より望遠系に適した画角を有するレンズ系の構成に有利となる。条件式(9)の対応値が上限以上としないようにすることによって、撮像レンズ内の最大径を小さくすることが容易となるため、小型化に有利となる。より良好な特性を得るためには、撮像レンズは下記条件式(9-1)を満足することがより好ましく、下記条件式(9-2)を満足することがさらに好ましい。

$$1.4 < \tan \omega_i / \tan \omega < 3.6 \quad (9)$$

$$1.5 < \tan \omega_i / \tan \omega < 3.3 \quad (9-1)$$

$$1.8 < \tan \omega_i / \tan \omega < 2.9 \quad (9-2)$$

[0046] 第1レンズ群 G_1 の最も物体側のレンズ面の最大有効径を ϕ_f 、全系の最も像側のレンズ面の最大有効径を ϕ_r とした場合、撮像レンズは下記条件式(10)を満足することが好ましい。条件式(10)の対応値が下限以下としないようにすることによって、撮像レンズへ入射する光線の入射範囲を広げることができるため、Fナンバーを小さくしたり、周辺光量を増やしたりすることに有利となる。条件式(10)の対応値が上限以上としないようにすることによって、第1レンズ群 G_1 を軽量化できるため、撮像レンズの重心を像側に寄せることができる。より良好な特性を得るためには、撮像レンズは下記条件式(10-1)を満足することがより好ましく、下記条件式(10-2)を満足することがさらに好ましい。

$$0.2 < \phi f / \phi r < 1.5 \quad (10)$$

$$0.3 < \phi f / \phi r < 1.4 \quad (10-1)$$

$$0.6 < \phi f / \phi r < 1.13 \quad (10-2)$$

[0047] なお、本開示の技術においては、レンズ面に物体側から入射し、像側に射出される光線のうち、最も外側を通る光線とそのレンズ面との交点から光軸Zまでの距離の2倍を、そのレンズ面の「最大有効径」とする。ここでいう「外側」とは、光軸Zを中心にした径方向外側、すなわち、光軸Zから離れる側である。また、「最も外側を通る光線」は、合焦可能な全ての物体距離を考慮して決定される。

[0048] 全系の空気換算距離でのバックフォーカスをBf、最大像高をYmaxとした場合、撮像レンズは下記条件式(11)を満足することが好ましい。Bfは、無限遠物体に合焦した状態における値とする。条件式(11)の対応値が下限以下とならないようにすることによって、全系の最も像側のレンズを通過する軸外光線の高さを抑制できるため、このレンズの径を小さくすることができる。これによって、軽量化に有利となる。条件式(11)の対応値が上限以上とならないようにすることによって、全長の短縮化に有利となる。より良好な特性を得るためには、撮像レンズは下記条件式(11-1)を満足することがより好ましく、下記条件式(11-2)を満足することがさらにより好ましい。

$$0.4 < Bf / Y_{max} < 1.8 \quad (11)$$

$$0.5 < Bf / Y_{max} < 1.7 \quad (11-1)$$

$$0.8 < Bf / Y_{max} < 1.4 \quad (11-2)$$

[0049] 第1レンズ群G1の焦点距離をf1、全系の焦点距離をfとした場合、撮像レンズは下記条件式(12)を満足することが好ましい。fは、無限遠物体に合焦した状態における値とする。条件式(12)の対応値が下限以下とならないようにすることによって、第1レンズ群G1で発生する球面収差の補正に有利となる。条件式(12)の対応値が上限以上とならないようにすることによって、全長の短縮化に有利となる。より良好な特性を得るために

は、撮像レンズは下記条件式（12-1）を満足することがより好ましく、下記条件式（12-2）を満足することがさらに好ましい。

$$0.25 < f_1 / f < 0.5 \quad (12)$$

$$0.27 < f_1 / f < 0.48 \quad (12-1)$$

$$0.3 < f_1 / f < 0.45 \quad (12-2)$$

[0050] 撮像レンズが、物体側から像側へ順に、第1レンズ群G1と、全体として負の屈折力を有するフォーカスレンズ群Gfと、合焦の際に像面Simに対して固定されている後側レンズ群GRとからなる場合、撮像レンズは下記条件式（13）を満足することが好ましい。ここでは、後側レンズ群GRの焦点距離をfRとし、無限遠物体に合焦した状態における全系の焦点距離をfとしている。条件式（13）の対応値が下限以下とならないようにすることによって、後側レンズ群GRの負の屈折力を確保できるため、フォーカスレンズ群Gfの負の屈折力が強くなり過ぎることがない。これによって、合焦の際の収差変動を抑えることに有利となる。条件式（13）の対応値が上限以上とならないようにすることによって、後側レンズ群GRの負の屈折力を抑制できるため、フォーカスレンズ群Gfの負の屈折力が強くすることができる。これによって、合焦の際のフォーカスレンズ群Gfの移動量の抑制に有利となる。より良好な特性を得るためには、撮像レンズは下記条件式（13-1）を満足することがより好ましく、下記条件式（13-2）を満足することがさらに好ましい。

$$-0.9 < f_R / f < -0.1 \quad (13)$$

$$-0.8 < f_R / f < -0.15 \quad (13-1)$$

$$-0.4 < f_R / f < -0.18 \quad (13-2)$$

[0051] 撮像レンズは、光軸Zと交差する方向に移動することによって像ぶれ補正を行う防振群を備えることが好ましい。このようにした場合は、手ぶれ、および振動等による像ぶれ補正を行い、良好な画像を得ることができる。後述するように、撮像装置では高解像度の画像を作成する際に複数の画像を得るために撮像素子を移動させることがあるため、像ぶれ補正のためには撮像素子

を移動させるのではなくレンズを移動させる方が好都合である。

[0052] 一例として図1の防振群は、レンズL31とレンズL32とが接合された接合レンズからなる。図1のレンズL31およびレンズL32の下の垂直方向の両矢印は、これらのレンズが防振群であることを示す。

[0053] 防振群は、全体として負の屈折力を有することが好ましい。このようにした場合は、像ぶれ補正の際の色収差の変動を抑えることに有利となる。

[0054] 防振群が含むレンズの枚数は2枚以下であることが好ましい。このようにした場合は、防振群の軽量化に有利となる。

[0055] 防振群は、フォーカスレンズ群Gfより像側に配置されていることが好ましい。このようにした場合は、像ぶれ補正の際の軸上光線に関する収差変動を抑えることに有利となる。防振群は、後側レンズ群GRの最も物体側に配置されていてもよい。このようにした場合は、防振群の小型化および軽量化に有利となる。

[0056] 1つのレンズ成分を1組の接合レンズ又は1枚の単レンズとした場合、防振群は、1つのレンズ成分からなるように構成してもよい。このようにした場合は、防振群の小型化および軽量化に有利となる。防振群が、正レンズと負レンズとが接合された接合レンズからなる場合は、像ぶれ補正の際の色収差の変動の抑制に有利となる。防振群が、1枚の単レンズからなる場合は、小型化および軽量化に有利となる。

[0057] 防振群の焦点距離を f_v 、全系の焦点距離を f とした場合、撮像レンズは下記条件式(14)を満足することが好ましい。 f は、無限遠物体に合焦した状態における値とする。条件式(14)の対応値が下限以下とならないようにすることによって、防振群の屈折力を強くできるため、少ない移動量で高い防振効果を得ることができる。条件式(14)の対応値が上限以上とならないようにすることによって、防振群の屈折力が強くなり過ぎないため、像ぶれ補正の際の収差変動を抑えることに有利となる。より良好な特性を得るためには、撮像レンズは下記条件式(14-1)を満足することがより好ましく、下記条件式(14-2)を満足することがさらに好ましい。

$$-0.35 < f_v / f < -0.1 \quad (14)$$

$$-0.33 < f_v / f < -0.12 \quad (14-1)$$

$$-0.3 < f_v / f < -0.15 \quad (14-2)$$

[0058] 図1に示す例は、本開示の撮像レンズの一例である。本開示の撮像レンズの各群を構成するレンズの枚数は、図1に示す例と異なる枚数にすることも可能である。「第1レンズ群」、「フォーカスレンズ群」、「後側レンズ群」、および「防振群」は、複数のレンズからなる構成に限らず、1枚のみのレンズからなる構成としてもよい。

[0059] 条件式に関する構成も含め上述した好ましい構成および可能な構成は、任意の組合せが可能であり、要求される仕様に応じて適宜選択的に採用されることが好ましい。なお、本開示の撮像レンズが満足することが好ましい条件式は、式の形式で記載された条件式に限定されず、好ましい、より好ましい、およびさらにより好ましいとされた条件式の中から下限と上限とを任意に組み合わせて得られる全ての条件式を含む。

[0060] 一例として、本開示の撮像レンズの好ましい一態様は、最も物体側から像側へ順に連続して、合焦の際に像面 S_{im} に対して固定されている第1レンズ群 G_1 と、合焦の際に光軸 Z に沿って移動するフォーカスレンズ群 G_f とを含み、上記条件式(1)および(2)を満足する撮像レンズである。

[0061] 次に、本開示の撮像レンズの実施例について図面を参照して説明する。なお、各実施例の断面図のレンズに付された参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明および図面の煩雑化を避けるため、実施例ごとに独立して用いている。したがって、異なる実施例の図面において共通の参照符号が付されていても、必ずしも共通の構成ではない。

[0062] [実施例1]

実施例1の撮像レンズの構成の断面図を図2に示す。実施例1の撮像レンズは、物体側から像側へ順に、第1レンズ群 G_1 と、フォーカスレンズ群 G_f と、後側レンズ群 G_R とからなる。無限遠物体から至近距離物体への合焦の際に、フォーカスレンズ群 G_f 全体が一体的に像側へ移動し、かつ第1レ

ンズ群G 1 および後側レンズ群G Rは像面S i mに対して固定されている。

[0063] 第1レンズ群G 1は、物体側から像側へ順に、レンズL 1 1～L 1 6の6枚のレンズと、開口絞りS tとからなる。フォーカスレンズ群G fは、物体側から像側へ順に、レンズL 2 1～L 2 2の2枚のレンズからなる。後側レンズ群G Rは、物体側から像側へ順に、レンズL 3 1～L 3 6の6枚のレンズからなる。防振群は、レンズL 3 1とレンズL 3 2とからなる。なお、図2の開口絞りS tは大きさおよび形状を示しているのではなく光軸Z方向の位置を示している。

[0064] 実施例1の撮像レンズについて、基本レンズデータを表1に、諸元を表2に、可変面間隔を表3に示す。なお、実施例1では、光軸Z上の点を中心とする円形の開口部を有する遮光部材（不図示）を所定の位置に配置して、通過可能な光線の高さを制限している。

[0065] 表1は以下のように記載されている。S nの列には、最も物体側の面を第1面とし像側に向かうに従い1つずつ番号を増加させた場合の面番号を示す。Rの列には、各面の曲率半径を示す。Dの列には、各面とその像側に隣接する面との光軸Z上の面間隔を示す。N dの列には、各構成要素のd線に対する屈折率を示す。 ν dの列には、各構成要素のd線基準のアップベ数を示す。V i g Dの列には、上記の遮光部材が配置された面の行に上記開口部の直径を示す。

[0066] 表1では、物体側に凸面を向けた形状の面の曲率半径の符号を正、像側に凸面を向けた形状の面の曲率半径の符号を負としている。表1には開口絞りS tおよび光学部材P Pも示している。開口絞りS tに対応する面の面番号の欄には面番号と（S t）という語句を記載している。表1のDの最下欄の値は表中の最も像側の面と像面S i mとの間隔である。表1では、合焦の際の可変面間隔はD D [] という記号を用い、[]の中にこの間隔の物体側の面番号を付してDの欄に記入している。

[0067] 表2に、全系の焦点距離f、FナンバーF N o.、最大画角 2ω 、および最大像高Y m a xを示す。 2ω の欄の（°）は単位が度であることを意味す

る。表2には、無限遠物体に合焦している状態における値を示す。

[0068] 表3では、「無限遠」の列に無限遠物体に合焦した状態の可変面間隔の値を示し、「1.5 m」の列に物体距離が1.5 m（メートル）の物体に合焦した状態の可変面間隔の値を示す。表1、表2、および表3には、d線を基準とした場合の値を示す。

[0069] 各表のデータにおいて、角度の単位としては度を用い、長さの単位としてはmm（ミリメートル）を用いているが、光学系は比例拡大又は比例縮小しても使用可能なため他の適当な単位を用いることもできる。また、以下に示す各表では予め定められた桁で丸められた数値を記載している。

[0070] [表1]

実施例1

Sn	R	D	Nd	ν_d	VigD
1	53.8153	1.5078	1.91082	35.25	
2	125.3214	0.1001			
3	20.1525	3.7877	1.49700	81.54	
4	162.8269	1.2378			
5	-54.5472	1.5003	1.69680	56.20	
6	68.0984	2.4123	1.53172	48.85	
7	-43.3719	0.1002			16
8	40.6255	1.5002	1.91082	35.25	
9	13.3958	3.2905	1.49700	81.54	
10	133.8260	1.5005			
11(St)	∞	DD[11]			
12	31.9091	5.0080	1.61720	53.93	
13	-153.7992	0.9999	1.65950	57.38	
14	20.5896	DD[14]			11
15	-93.2866	2.0094	1.85026	32.30	
16	-11.1108	1.5099	1.81600	46.55	
17	26.5955	1.6893			
18	24.7869	3.8230	1.57501	41.51	
19	-16.2460	1.5000	1.69680	56.20	
20	53.7465	7.0453			
21	49.2110	4.8109	1.63980	34.47	
22	-45.0978	3.9381			
23	-28.7098	1.4003	1.94595	17.98	
24	-60.3284	33.9881			
25	∞	3.2000	1.51680	64.20	
26	∞	0.0000			

[0071]

[表2]

実施例1

f	145.65
FNo.	8.26
$2\omega(^{\circ})$	20.8
Y _{max}	27.35

[0072] [表3]

実施例1

	無限遠	1.5m
DD[11]	1.5000	6.2666
DD[14]	10.1295	5.3629

[0073] 図3に、無限遠物体に合焦した状態における実施例1の撮像レンズの各収差図を示す。図3では左から順に、球面収差、非点収差、歪曲収差、および倍率色収差を示す。球面収差図では、d線、C線、およびF線における収差をそれぞれ実線、長破線、および短破線で示す。非点収差図では、サジタル方向のd線における収差を実線で示し、タンジェンシャル方向のd線における収差を短破線で示す。歪曲収差図ではd線における収差を実線で示す。倍率色収差図では、C線、およびF線における収差をそれぞれ長破線、および短破線で示す。球面収差図では「FNo. =」の後にFナンバーの値を示す。その他の収差図では「 $\omega =$ 」の後に最大半画角の値を示す。

[0074] 上記の実施例1に関する各データの記号、意味、記載方法、および図示方法は、特に断りが無い限り以下の実施例においても同様であるので、以下では重複説明を省略する。

[0075] [実施例2]

実施例2の撮像レンズの構成の断面図を図4に示す。実施例2の撮像レンズは、物体側から像側へ順に、第1レンズ群G1と、フォーカスレンズ群Gfと、後側レンズ群GRとからなる。無限遠物体から至近距離物体への合焦の際に、フォーカスレンズ群Gf全体が一体的に像側へ移動し、かつ第1レンズ群G1および後側レンズ群GRは像面Si_mに対して固定されている。

[0076] 第1レンズ群G1は、物体側から像側へ順に、レンズL11～L16の6枚のレンズと、開口絞りStとからなる。フォーカスレンズ群Gfは、物体

側から像側へ順に、レンズL 2 1～L 2 2の2枚のレンズからなる。後側レンズ群G Rは、物体側から像側へ順に、レンズL 3 1～L 3 6の6枚のレンズからなる。防振群は、レンズL 3 1とレンズL 3 2とからなる。

[0077] 実施例2の撮像レンズについて、基本レンズデータを表4に、諸元を表5に、可変面間隔を表6に、無限遠物体に合焦した状態における各収差図を図5に示す。

[0078] [表4]

実施例2

Sn	R	D	Nd	νd	VigD
1	53.1777	1.9202	1.91082	35.25	
2	133.4793	0.1000			
3	21.3758	4.4970	1.49700	81.54	
4	277.0688	1.4950			
5	-58.9789	1.4996	1.81600	46.55	
6	107.5133	2.7786	1.56732	42.82	
7	-45.3891	0.2471			20.4
8	40.7613	1.5916	1.91082	35.25	
9	13.5126	3.5340	1.49700	81.54	
10	99.6724	1.4999			
11(St)	∞	DD[11]			
12	27.5796	5.0088	1.58144	40.75	
13	58.1176	1.0001	1.81600	46.55	
14	20.3966	DD[14]			10
15	-60.9164	2.1212	1.85026	32.30	
16	-10.5918	1.5102	1.81600	46.55	
17	27.5619	1.7036			
18	26.0103	4.3893	1.58144	40.91	
19	-16.5982	1.5003	1.72916	54.67	
20	69.6320	5.7090			
21	48.3476	6.2074	1.62589	35.71	
22	-35.3985	4.5714			
23	-24.7743	1.4004	1.94595	17.98	
24	-45.5303	30.0388			
25	∞	3.2000	1.51680	64.20	
26	∞	0.0000			

[0079] [表5]

実施例2

f	145.65
FNo.	6.49
$2\omega(^{\circ})$	20.8
Ymax	27.35

[0080] [表6]

実施例2		
	無限遠	1.5m
DD[11]	1.5002	6.2822
DD[14]	10.4823	5.7003

[0081] [実施例3]

実施例3の撮像レンズの構成の断面図を図6に示す。実施例3の撮像レンズは、物体側から像側へ順に、第1レンズ群G1と、フォーカスレンズ群Gfと、後側レンズ群GRとからなる。無限遠物体から至近距離物体への合焦の際に、フォーカスレンズ群Gf全体が一体的に像側へ移動し、かつ第1レンズ群G1および後側レンズ群GRは像面Simに対して固定されている。

[0082] 第1レンズ群G1は、物体側から像側へ順に、レンズL11～L16の6枚のレンズと、開口絞りStとからなる。フォーカスレンズ群Gfは、物体側から像側へ順に、レンズL21～L22の2枚のレンズからなる。後側レンズ群GRは、物体側から像側へ順に、レンズL31～L36の6枚のレンズからなる。防振群は、レンズL31とレンズL32とからなる。

[0083] 実施例3の撮像レンズについて、基本レンズデータを表7に、諸元を表8に、可変面間隔を表9に、無限遠物体に合焦した状態における各収差図を図7に示す。

[0084]

[表7]

実施例3

Sn	R	D	Nd	ν_d	VigD
1	47.8459	1.6901	1.91082	35.25	
2	118.7353	0.2410			
3	20.8070	3.1975	1.49700	81.54	
4	143.8807	1.1299			
5	-58.5372	1.1918	1.74400	44.90	
6	63.8317	2.5103	1.61772	49.81	
7	-48.7631	0.9732			16.1
8	36.1443	1.5576	1.91082	35.25	
9	12.5191	2.9269	1.49700	81.54	
10	161.8530	1.1838			
11(St)	∞	DD[11]			
12	32.6928	3.9614	1.58267	46.61	
13	-145.3491	0.7893	1.72916	54.67	
14	21.1745	DD[14]			11
15	-36.1318	1.4070	2.00330	28.32	
16	-14.1613	1.1915	1.81600	46.55	
17	33.4598	2.1918			
18	27.9021	2.9994	1.57957	53.74	
19	-18.1158	1.1837	1.71700	47.92	
20	2482.9150	9.3643			
21	62.7554	3.6648	1.77047	29.74	
22	-47.5902	13.2688			
23	-22.6381	1.1042	1.94595	17.98	
24	-48.7260	22.3140			
25	∞	3.2000	1.51680	64.20	
26	∞	0.0000			

[0085] [表8]

実施例3

f	106.55
FNo.	6.49
$2\omega(^{\circ})$	22.2
Ymax	21.579

[0086] [表9]

実施例3

	無限遠	1.2m
DD[11]	1.1838	4.5141
DD[14]	5.6462	2.3159

[0087] [実施例4]

実施例4の撮像レンズの構成の断面図を図8に示す。実施例4の撮像レン

ズは、物体側から像側へ順に、第1レンズ群G₁と、フォーカスレンズ群G_fと、後側レンズ群G_Rとからなる。無限遠物体から至近距離物体への合焦の際に、フォーカスレンズ群G_f全体が一体的に像側へ移動し、かつ第1レンズ群G₁および後側レンズ群G_Rは像面S_{im}に対して固定されている。

[0088] 第1レンズ群G₁は、物体側から像側へ順に、レンズL₁₁～L₁₆の6枚のレンズと、開口絞りS_tとからなる。フォーカスレンズ群G_fは、物体側から像側へ順に、レンズL₂₁～L₂₂の2枚のレンズからなる。後側レンズ群G_Rは、物体側から像側へ順に、レンズL₃₁～L₃₆の6枚のレンズからなる。防振群は、レンズL₃₁とレンズL₃₂とからなる。

[0089] 実施例4の撮像レンズについて、基本レンズデータを表10に、諸元を表11に、可変面間隔を表12に、非球面係数を表13に、無限遠物体に合焦した状態における各収差図を図9に示す。

[0090] 基本レンズデータでは、非球面の面番号には*印を付しており、非球面の曲率半径の欄には近軸の曲率半径の数値を記載している。表13において、S_nの行には非球面の面番号を示し、K_AおよびA_mの行には各非球面についての非球面係数の数値を示す。mは3以上の整数であり、例えば実施例4の第21面ではm=4、6、8、10である。表13の非球面係数の数値の「E±n」（n：整数）は「×10^{±n}」を意味する。K_AおよびA_mは下式で表される非球面式における非球面係数である。

$$Zd = C \times h^2 / \{ 1 + (1 - K_A \times C^2 \times h^2)^{1/2} \} + \sum A_m \times h^m$$

ただし、

Z_d：非球面深さ（高さhの非球面上の点から、非球面頂点が接する光軸Zに垂直な平面に下ろした垂線の長さ）

h：高さ（光軸Zからレンズ面までの距離）

C：近軸曲率半径の逆数

K_A、A_m：非球面係数

であり、非球面式のΣはmに関する総和を意味する。非球面係数に関する記号、意味、および記載方法は、特に断りが無い限り以下の実施例においても

同様である。

[0091] [表10]

実施例4

Sn	R	D	Nd	ν_d	VigD
1	53.8206	1.4997	1.91082	35.25	
2	122.2650	0.1003			
3	19.8823	3.7466	1.49700	81.54	
4	162.3934	1.3658			
5	-49.3926	1.5003	1.79637	47.20	
6	155.6484	2.0460	1.56506	42.80	
7	-39.5378	0.1002			16
8	40.0763	1.9664	1.91082	35.25	
9	13.2902	3.1124	1.49700	81.54	
10	109.5285	1.4995			
11(St)	∞	DD[11]			
12	26.3386	4.9422	1.53325	54.58	
13	91.4493	1.0004	1.75791	52.21	
14	19.0967	DD[14]			11
15	240.7391	1.9254	1.83768	29.52	9.6
16	-13.0409	1.5096	1.81600	46.55	
17	26.5756	1.1175			
18	26.0718	4.1994	1.59335	38.66	
19	-12.9147	1.5003	1.62713	60.11	
20	35.9459	1.5005			
*21	51.6145	2.6935	1.62884	35.12	
*22	-36.7920	3.3236			
23	-22.0356	1.4004	1.94595	17.98	
24	-70.9972	33.9835			
25	∞	3.2000	1.51680	64.20	
26	∞	0.0000			

[0092] [表11]

実施例4

f	145.66
FNo.	8.25
$2\omega(^{\circ})$	19.8
Ymax	27.35

[0093] [表12]

実施例4

	無限遠	1.5m
DD[11]	1.5001	5.0833
DD[14]	11.1792	7.5960

[0094]

[表13]

実施例4

Sn	21	22
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-4.4139451E-06	-1.1469551E-05
A6	4.5096851E-07	3.5960617E-07
A8	-5.4709270E-09	-3.6595035E-09
A10	2.6265152E-11	1.6525355E-11

[0095] [実施例5]

実施例5の撮像レンズの構成の断面図を図10に示す。実施例5の撮像レンズは、物体側から像側へ順に、第1レンズ群G1と、フォーカスレンズ群Gfと、後側レンズ群GRとからなる。無限遠物体から至近距離物体への合焦の際に、フォーカスレンズ群Gf全体が一体的に像側へ移動し、かつ第1レンズ群G1および後側レンズ群GRは像面Simに対して固定されている。

[0096] 第1レンズ群G1は、物体側から像側へ順に、レンズL11～L16の6枚のレンズと、開口絞りStとからなる。フォーカスレンズ群Gfは、レンズL21の1枚のレンズからなる。後側レンズ群GRは、物体側から像側へ順に、レンズL31～L35の5枚のレンズからなる。防振群は、レンズL31からなる。

[0097] 実施例5の撮像レンズについて、基本レンズデータを表14に、諸元を表15に、可変面間隔を表16に、無限遠物体に合焦した状態における各収差図を図11に示す。

[0098]

[表14]

実施例5

Sn	R	D	Nd	ν_d	VigD
1	52.8926	1.5145	1.91082	35.25	
2	123.9441	0.0999			
3	19.8428	3.7927	1.49700	81.54	
4	142.0566	1.2131			
5	-53.7057	1.5002	1.72916	54.68	
6	58.1737	2.5690	1.54814	45.78	
7	-41.2893	0.1346			16
8	40.5119	1.5834	1.91082	35.25	
9	13.8266	3.1481	1.49700	81.54	
10	116.2065	1.5005			
11(St)	∞	DD[11]			
12	33.1473	4.7492	1.70300	52.38	
13	21.2486	DD[13]			
14	-124.2948	1.5001	1.77250	49.61	9.6
15	28.9818	1.6142			
16	20.9913	3.7527	1.60342	38.03	
17	-13.9523	1.5002	1.72916	54.68	
18	44.6960	10.9657			
19	62.5055	3.5148	1.84667	23.79	
20	-79.2801	3.8686			
21	-31.3257	1.4001	1.94595	17.98	
22	-82.0545	35.6132			
23	∞	3.2000	1.51680	64.20	
24	∞	0.0000			

[0099] [表15]

実施例5

f	145.61
FNo.	8.25
$2\omega(^{\circ})$	20.8
Ymax	27.35

[0100] [表16]

実施例5

	無限遠	1.5m
DD[11]	1.8592	6.6239
DD[13]	8.9229	4.1582

[0101] [実施例6]

実施例6の撮像レンズの構成の断面図を図12に示す。実施例6の撮像レンズは、物体側から像側へ順に、第1レンズ群G1と、フォーカスレンズ群

G f と、後側レンズ群G Rとからなる。無限遠物体から至近距離物体への合焦の際に、フォーカスレンズ群G f 全体が一体的に像側へ移動し、かつ第1レンズ群G 1 および後側レンズ群G Rは像面S i mに対して固定されている。

[0102] 第1レンズ群G 1は、物体側から像側へ順に、レンズL 1 1～L 1 6の6枚のレンズと、開口絞りS tとからなる。フォーカスレンズ群G fは、レンズL 2 1の1枚のレンズからなる。後側レンズ群G Rは、物体側から像側へ順に、レンズL 3 1～L 3 6の6枚のレンズからなる。防振群は、レンズL 3 1とレンズL 3 2とからなる。

[0103] 実施例6の撮像レンズについて、基本レンズデータを表17に、諸元を表18に、可変面間隔を表19に、無限遠物体に合焦した状態における各収差図を図13に示す。

[0104]

[表17]

実施例6

Sn	R	D	Nd	ν_d	VigD
1	53.6674	1.5120	1.91082	35.25	
2	125.3378	0.1004			
3	19.9202	3.7965	1.49700	81.54	
4	149.6770	1.1980			
5	-53.9042	1.5005	1.71300	53.83	
6	69.3397	2.5628	1.53172	48.85	
7	-41.9773	0.1005			16
8	40.1036	1.5005	1.91082	35.25	
9	13.5963	3.2522	1.49700	81.54	
10	139.0641	1.5000			
11(St)	∞	DD[11]			
12	32.4925	4.7497	1.61309	60.61	
13	20.5761	DD[13]			
14	-87.9760	2.2027	1.80610	33.27	9.6
15	-10.0417	1.5003	1.81600	46.55	
16	29.5183	1.8977			
17	25.3837	3.8321	1.59551	39.23	
18	-16.6772	1.5001	1.69680	56.20	
19	44.0247	7.5650			
20	48.0163	5.0804	1.64769	33.84	
21	-43.8702	3.9767			
22	-29.9832	1.4005	1.94595	17.98	
23	-73.7262	34.1033			
24	∞	3.2000	1.51680	64.20	
25	∞	0.0000			

[0105] [表18]

実施例6

f	145.68
FNo.	8.25
$2\omega(^{\circ})$	20.8
Ymax	27.35

[0106] [表19]

実施例6

	無限遠	1.5m
DD[11]	2.1894	7.3364
DD[13]	9.2795	4.1326

[0107] [実施例7]

実施例7の撮像レンズの構成の断面図を図14に示す。実施例7の撮像レンズは、物体側から像側へ順に、第1レンズ群G1と、フォーカスレンズ群

G f と、後側レンズ群G R とからなる。無限遠物体から至近距離物体への合焦の際に、フォーカスレンズ群G f 全体が一体的に像側へ移動し、かつ第1レンズ群G 1 および後側レンズ群G R は像面S i mに対して固定されている。

[0108] 第1レンズ群G 1 は、物体側から像側へ順に、レンズL 1 1～L 1 6の6枚のレンズと、開口絞りS t とからなる。フォーカスレンズ群G f は、物体側から像側へ順に、レンズL 2 1～L 2 2の2枚のレンズからなる。後側レンズ群G R は、物体側から像側へ順に、レンズL 3 1～L 3 6の6枚のレンズからなる。防振群は、レンズL 3 1とレンズL 3 2とからなる。

[0109] 実施例7の撮像レンズについて、基本レンズデータを表20に、諸元を表21に、可変面間隔を表22に、非球面係数を表23に、無限遠物体に合焦した状態における各収差図を図15に示す。

[0110]

[表20]

実施例7

Sn	R	D	Nd	ν_d	VigD
1	54.7942	1.5004	1.91082	35.25	
2	108.7645	0.0997			
3	24.2556	2.9593	1.49700	81.54	
4	783.5374	1.3941			
5	-79.0677	1.5001	1.64000	60.21	
6	383.3119	0.6500	1.59833	20.31	
*7	490.4342	1.8522			
8	42.0909	1.6651	1.90366	31.32	15
9	17.1830	3.1591	1.49700	81.54	
10	-101.4058	2.8157			
11(St)	∞	DD[11]			
12	31.0121	2.7441	1.74693	51.01	
13	15.0369	2.5103	1.56732	42.81	
14	24.1060	DD[14]			11
15	-78.5559	1.8375	1.85025	30.05	9
16	-10.7712	1.5099	1.81600	46.55	
17	22.9573	1.9919			
18	24.2583	4.1493	1.60342	38.01	
19	-13.2263	1.5005	1.78800	47.52	
20	47.0185	5.9424			
21	47.2146	6.3316	1.62004	36.26	
22	-29.7474	3.6742			
23	-25.8573	1.3996	1.94595	17.98	
24	-54.7644	32.0661			
25	∞	3.2000	1.51680	64.20	
26	∞	0.0000			

[0111] [表21]

実施例7

f	145.66
FNo.	8.25
$2\omega(^{\circ})$	20.6
Ymax	27.35

[0112] [表22]

実施例7

	無限遠	1.5m
DD[11]	2.0738	6.9041
DD[14]	8.7158	3.8855

[0113]

[表23]

実施例7

Sn	7
KA	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00
A4	-2.1272702E-06
A5	0.0000000E+00
A6	-3.1648017E-08
A7	0.0000000E+00
A8	1.0381418E-09
A9	0.0000000E+00
A10	-8.9155235E-12
A11	0.0000000E+00
A12	-3.4017350E-13
A13	0.0000000E+00
A14	8.9702198E-15
A15	0.0000000E+00
A16	-7.6335774E-17
A17	0.0000000E+00
A18	2.6597878E-19
A19	0.0000000E+00
A20	-8.1110642E-22

[0114] [実施例8]

実施例8の撮像レンズの構成の断面図を図16に示す。実施例8の撮像レンズは、物体側から像側へ順に、第1レンズ群G1と、フォーカスレンズ群Gfと、後側レンズ群GRとからなる。無限遠物体から至近距離物体への合焦の際に、フォーカスレンズ群Gf全体が一体的に像側へ移動し、かつ第1レンズ群G1および後側レンズ群GRは像面Simに対して固定されている。

[0115] 第1レンズ群G1は、物体側から像側へ順に、レンズL11～L15の5枚のレンズと、開口絞りStとからなる。フォーカスレンズ群Gfは、レンズL21の1枚のレンズからなる。後側レンズ群GRは、物体側から像側へ順に、レンズL31～L36の6枚のレンズからなる。防振群は、レンズL31とレンズL32とからなる。

[0116] 実施例8の撮像レンズについて、基本レンズデータを表24に、諸元を表25に、可変面間隔を表26に、非球面係数を表27に、無限遠物体に合焦

した状態における各収差図を図 17 に示す。

[0117] [表24]

実施例8

S_n	R	D	N_d	ν_d	VigD
1	34.8890	1.5003	1.64769	33.84	18
2	110.1558	0.0996			
3	16.3772	3.4174	1.49700	81.54	
4	-131.3364	0.0998			
5	-165.4946	0.7496	1.80400	46.56	
6	73.4562	1.7591			
7	22.8923	0.7496	1.95375	32.32	
8	10.7113	2.4289	1.49700	81.54	
9	34.9713	1.6409			
10(St)	∞	DD[10]			
11	48.1940	0.7496	1.49700	81.54	
12	25.4164	DD[12]			
13	-153.2728	1.4995	1.71736	29.51	8.4
14	-9.7557	0.7596	1.69680	56.20	
15	21.4924	1.6790			
16	18.0406	4.0098	1.60342	38.03	
17	-11.9910	0.7500	1.75500	52.34	
18	51.5332	1.4996			
*19	-158.6476	2.0394	1.73077	40.51	
*20	-22.6813	6.2159			
21	-13.0096	0.9996	1.94595	17.98	
22	-24.4761	34.8473			
23	∞	3.2000	1.51680	64.20	
24	∞	0.0000			

[0118] [表25]

実施例8

f	145.51
FNo.	8.27
$2\omega(^{\circ})$	20.0
$Y_{\max}$	27.35

[0119] [表26]

実施例8

	無限遠	2.5m
DD[10]	2.8502	4.8599
DD[12]	11.0620	9.0523

[0120]

[表27]

実施例8

Sn	19	20
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-2.1205300E-05	-3.8823667E-05
A5	1.8044024E-06	5.9301000E-06
A6	9.0456964E-07	-9.1042134E-07
A7	2.2148081E-08	1.7532241E-07
A8	-4.7325902E-08	1.9758712E-09
A9	6.0374595E-09	-5.0642656E-09
A10	1.0529713E-10	5.4447896E-10
A11	-1.0817473E-11	1.0840451E-11
A12	-2.3351531E-13	2.3179875E-13
A13	5.9108346E-15	-8.0529223E-15
A14	5.8926615E-16	-8.8052875E-17
A15	2.0548262E-18	-8.4284292E-18
A16	1.1384101E-21	-2.4878280E-21
A17	-5.0892911E-24	2.0106766E-23
A18	0.0000000E+00	3.6697955E-25
A19	0.0000000E+00	-1.6079158E-27
A20	0.0000000E+00	-3.1199616E-29

[0121] 表28に上記実施例の撮像レンズの条件式(1)～(14)の対応値を示す。表28にはd線を基準とした場合の値を示す。

[0122]

[表28]

式番号		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
(1)	$Y_{\max}/f$	0.1880	0.1880	0.2030	0.1880
(2)	TL/f	0.6765	0.6764	0.8355	0.6244
(3)	$ Dst5/Dst10 $	0.3684	0.4207	0.2735	0.2635
(4)	$Pe/Y_{\max}$	2.5005	2.4448	2.5867	2.0389
(5)	$(Rf-Rr)/(Rf+Rr)$	-0.3551	-0.2952	-0.3656	-0.5263
(6)	$(Rpr-Rf)/(Rpr+Rf)$	0.2220	0.1766	0.3553	0.2508
(7)	νn	17.98	17.98	17.98	17.98
(8)	$DG1/f$	0.1061	0.1214	0.1448	0.1061
(9)	$\tan \omega i / \tan \omega$	1.9947	1.9391	1.8629	2.8059
(10)	$\phi f / \phi r$	0.9967	0.8641	0.8259	1.0882
(11)	$Bf/Y_{\max}$	1.3198	1.1754	1.1320	1.3197
(12)	$f1/f$	0.3468	0.3555	0.4192	0.3533
(13)	fR/f	-0.3293	-0.3545	-0.7822	-0.3110
(14)	fv/f	-0.1851	-0.1676	-0.2385	-0.2715

式番号		実施例5	実施例6	実施例7	実施例8
(1)	$Y_{\max}/f$	0.1880	0.1880	0.1880	0.1883
(2)	TL/f	0.6764	0.6764	0.6609	0.5751
(3)	$ Dst5/Dst10 $	0.3054	0.3851	0.4036	0.2597
(4)	$Pe/Y_{\max}$	2.5229	2.4882	2.4008	2.0087
(5)	$(Rf-Rr)/(Rf+Rr)$	-0.4474	-0.4218	-0.3586	-0.3059
(6)	$(Rpr-Rf)/(Rpr+Rf)$	0.4336	0.1880	0.0700	0.2710
(7)	νn	17.98	17.98	17.98	17.98
(8)	$DG1/f$	0.1069	0.1067	0.1016	0.0744
(9)	$\tan \omega i / \tan \omega$	2.0327	2.0065	2.0506	2.8120
(10)	$\phi f / \phi r$	0.7686	0.7430	0.6640	1.0309
(11)	$Bf/Y_{\max}$	1.3793	1.3241	1.2496	1.3513
(12)	$f1/f$	0.3427	0.3371	0.3086	0.3109
(13)	fR/f	-0.3203	-0.2917	-0.2352	-0.2048
(14)	fv/f	-0.2082	-0.1793	-0.1571	-0.1959

[0123] 次に、本開示の実施形態に係る撮像装置について説明する。図18および図19に本開示の一実施形態に係る撮像装置であるカメラ30の外観図を示す。図18はカメラ30を正面側から見た斜視図を示し、図19はカメラ30を背面側から見た斜視図を示す。カメラ30は、いわゆるミラーレスタイプのデジタルカメラであり、交換レンズ20を取り外し自在に装着可能である。交換レンズ20は、鏡筒内に収納された本開示の一実施形態に係る撮像レンズ1を含んで構成されている。撮像レンズ1は、被写体の光学像を形成する。

- [0124] カメラ30はカメラボディ31を備え、カメラボディ31の上面にはシャッターボタン32、および電源ボタン33が設けられている。また、カメラボディ31の背面には、操作部34、操作部35、および表示部36が設けられている。表示部36は、使用者の操作に応じて、撮影前の画角内にある被写体のライブビュー画像、シャッターボタン32の押し下げにより撮影された画像、記録されている画像、および各種情報等を表示可能である。
- [0125] カメラボディ31の前面中央部には、被写体からの光が入射する撮影開口が設けられ、その撮影開口に対応する位置にマウント37が設けられ、マウント37を介して交換レンズ20がカメラボディ31に装着される。
- [0126] カメラ30は、カメラボディ31内に撮像素子38を備える。撮像素子38は、撮像レンズ1によって形成された光学像を撮像し、撮像画像の信号を出力する。撮像素子38としては例えば、CCD (Charge Coupled Device) イメージセンサ又はCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサを用いることができる。撮像素子38は、受光した光を電気信号に光電変換する複数の画素が二次元に配列された撮像領域38A（図20および図22参照）を有している。撮像領域38Aは、撮像レンズ1の最大画角に対応する大きさの光学像を撮像可能なサイズを有している。撮像素子38は、その撮像面が撮像レンズ1の像面Simの位置に一致するように配置されている。なお、ここでいう「一致」は実用上許容可能な誤差も含む。上記配置の状態において、撮像領域38Aの全領域で撮像可能な画角の最大値を撮像素子38の最大撮像画角と呼ぶ。
- [0127] カメラ30は、カメラボディ31内に、画像処理および出力処理等の各種処理を実行するプロセッサ（不図示）を備える。プロセッサは、撮像素子38から出力された撮像画像の信号を処理する。プロセッサは例えば、画像処理として、画像補正処理の他、複数の撮像画像を合成して合成画像を作成する合成処理を実行する。また、プロセッサは、撮像画像および合成画像に基づいて保存用画像を作成し、作成した保存用画像をメモリカードなどの記録メディアに記録する出力処理を実行する。さらに、プロセッサは、撮像画像

および合成画像に基づいて表示用画像を作成し、作成した表示用画像を表示部 36 に表示する出力処理を実行する。

[0128] また、プロセッサは、撮像素子 38 の最大撮像画角より狭い画角の画像を作成し、この画像を表示用画像および保存用画像として出力することが可能である。これは、いわゆるデジタルズーム機能であり、デジタルズームによって光学像の一部の拡大像に対応する画像を出力することができる。狭い画角の画像を作成する際には、光学像のうち、比較的収差量の多い高画角の領域を排除して、光軸 Z を含む比較的収差量の少ない低画角の領域を用いることが好ましい。しかし、このように領域を選択しても、1 枚の撮像画像を用いたデジタルズームのみで得られた拡大像は、撮像画像に比べて解像度が低下してしまうため、高解像度の画像を得るには例えば、以下に述べる合成画像とデジタルズームとの組合せを用いることが好ましい。

[0129] まず、合成画像を作成するための合成処理の一例として、いわゆる画素ずらしの技術を用いた合成処理について説明する。画素ずらしは一般に画像の高解像度化を目的とした技術である。画素ずらしの技術は、撮像素子 38 を撮像レンズ 1 の光軸 Z と直交する方向、すなわち撮像面と平行な方向にシフトさせながら、シフトした複数の位置で撮像を行うことにより複数の撮像画像を取得する技術である。画素ずらしの技術を用いた合成処理は、画素ずらしによって取得した複数の撮像画像を合成することにより、撮像画像の解像度よりも高い解像度の合成画像を得る処理である。画素ずらしの技術を用いた合成処理は、撮像素子 38 として、赤（R : Red）、緑（G : Green）、青（B : Blue）に対応した画素が配列された撮像領域 38 A を有するカラーセンサを用いる場合は、一例として、図 20 および図 21 に示すようになる。

[0130] 図 20 に示すように、撮像素子 38 の撮像領域 38 A には、二次元に RGB の複数の画素が配列されている。図 20 の例は、ベイヤー配列であり、隣接する 4 つの画素が正方配列された領域において、一方の対角位置に 2 つの G の画素が、他方の対角位置に B と R の画素が 1 つずつ配列されている。図

20では、撮像領域38Aのうちの一部を示している。

[0131] このように撮像領域38AではRGBの各画素が二次元に配列されているため、各画素の位置ではRGBの3色のうちのいずれか1色の信号しか取得することができない。図20に示す処理は、画素ずらし技術を用いて、各画素の位置においてRGBの3色の信号を取得するための処理である。正確には、図20に示すように、R画素×1、G画素×2およびB画素×1の4つの画素の正方配列に合わせて、撮像素子38を1画素ずつシフトさせることにより、4箇所のシフト位置でそれぞれ撮像画像が取得される。図20において、撮像素子38のシフト量を「1 p i x」と示し、シフト方向を矢印で示す。

[0132] 図20において、一番左側を撮像領域38Aの基準位置とすると、左側から2番目のシフト位置は、基準位置から図において左方向に1画素分シフトした位置である。3番目のシフト位置は、2番目のシフト位置から図において下方向に1画素分シフトした位置である。4番目のシフト位置は、3番目のシフト位置から図において右方向に1画素分シフトした位置である。図20の撮像画像40-1～40-4は、基準位置および各シフト位置を含む4つの位置でそれぞれ撮像された撮像画像である。4つの撮像画像40-1～40-4において同じ位置の4つの画素に着目すると、それぞれ、R画素×1、G画素×2およびB画素×1の4つの画素の組み合わせになっている。これにより、1つの画素の位置において、単色の信号ではなく、RGBの3色を含む正確な色の信号を取得することができる。図20に示す4つの撮像画像40-1～40-4を4枚1組の画像セットST40と呼ぶ。

[0133] 図21は、高解像化を目的とした画素ずらしの説明図である。撮像画像の解像度は、撮像領域38A内の画素数によって決まる。図21に示す処理は、撮像素子38を光軸Zと直交する方向に、隣接する画素ピッチの半分である0.5画素ずつシフトさせることにより、4箇所のシフト位置でそれぞれ画像セットST40を取得する処理である。図21において、撮像素子38のシフト量を「0.5 p i x」と示し、シフト方向を矢印で示す。なお、図

21においては、図面の煩雑化を避けるため、撮像領域38Aの図示を省略し、撮像領域38Aの位置を画像セットST40の位置で表している。

[0134] 図21において、一番左側を撮像領域38A（画像セットST40で示す）の基準位置とすると、左側から2番目のシフト位置は、基準位置から図において右方向に0.5画素分シフトした位置である。3番目のシフト位置は、2番目のシフト位置から図において上方向に0.5画素分シフトした位置である。4番目のシフト位置は、3番目のシフト位置から図において左方向に0.5画素分シフトした位置である。図21に示す各シフト位置においても、図20に示す画素ずらしが行われることにより、図21に示す画素ずらしを行うことで、4枚の撮像画像40-1～40-4を含む画像セットST40が取得される。図21に示す各シフト位置において取得された4つの画像セットST40は、それぞれ0.5画素ずつシフトした位置で取得された画像のセットである。カメラ30において、プロセッサは、4つの画像セットST40に含まれる合計16枚の撮像画像を用いて合成処理を行うことにより、合成画像42を生成する。合成画像42は、各画像セットST40に含まれる撮像画像の4倍の解像度を有する高精細な画像である。

[0135] 一例として図22に、上記の合成画像42とデジタルズームとの組合せの概念図を示す。図22は、主に各画像の概略的な大きさを示している。図22の最左列には撮像素子38の最大撮像画角に対応する撮像領域38Aを示す。図22の左から2番目の列には、撮像素子38により撮像された複数の撮像画像40を示す。複数の撮像画像40は、上記の画素ずらしの技術を用いて得られた16枚の撮像画像40である。カメラ30は、16枚の撮像画像40を合成して合成画像42を作成する。カメラ30は、合成画像42から一部をトリミングすることにより、最大撮像画角よりも狭い画角の合成画像42Aを、保存用画像44として出力する。

[0136] 上記の画素ずらしの技術により得られた図22の合成画像42は撮像画像40よりも高い解像度の画像である。このような合成処理を行わずに、1枚の撮像画像を用いたデジタルズームのみで得られた拡大像は、撮像画像40

に比べて解像度が低下してしまうが、上記の合成画像 4 2 とデジタルズームを組合せることにより、撮像画像 4 0 と比べて解像度が低下していない拡大像を使用者に提示することができる。

[0137] 図 2 3 には、図 2 2 の方法とは別の方法で最大撮像画角よりも狭い画角の保存用画像 4 4 を出力する例を示す。図 2 2 の例と比較すると、図 2 3 の例では、カメラ 3 0 は、図 2 2 の例の複数の撮像画像 4 0 の代わりに、複数の撮像画像 4 0 S を取得する。撮像画像 4 0 S は上記の画素ずらしの技術を用いて得られた 1 6 枚の撮像画像であるが、撮像素子 3 8 の撮像領域 3 8 A の一部の領域 3 8 B で撮像された撮像画像である。したがって、撮像画像 4 0 S は、撮像素子 3 8 の最大撮像画角よりも狭い画角の撮像画像である。カメラ 3 0 は、複数の撮像画像 4 0 S を合成して、最大撮像画角よりも狭い画角の合成画像 4 2 A を作成し、作成した合成画像 4 2 A を保存用画像 4 4 として出力する。図 2 3 の方法においても、上記の合成画像 4 2 A とデジタルズームを組合せることにより、撮像画像 4 0 S と比べて解像度が低下していない拡大像を使用者に提示することができる。

[0138] なお、上記例は一例であり、合成画像の作成に用いる撮像画像の枚数、および画素ずらしの技術における撮像素子のシフト量は上記例と異なる値にしてもよい。

[0139] 以上、実施形態および実施例を挙げて本開示の技術を説明したが、本開示の技術は上記実施形態および実施例に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、各レンズの曲率半径、面間隔、屈折率、アッペ数、および非球面係数等は、上記各実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得る。

[0140] また、本開示の実施形態に係る撮像装置についても、上記例に限定されず、例えば、ミラーレスタイプ以外のカメラ、フィルムカメラ、およびビデオカメラ等、種々の態様とすることができる。

[0141] 本明細書に記載された全ての文献、特許出願、および技術規格は、個々の文献、特許出願、および技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に参照により取り込まれる。

請求の範囲

[請求項1] 最も物体側から像側へ順に連続して、合焦の際に像面に対して固定されている第1レンズ群と、合焦の際に光軸に沿って移動するフォーカスレンズ群とを含み、

最大像高を Y_{max} 、

無限遠物体に合焦した状態における全系の焦点距離を f 、

無限遠物体に合焦した状態における前記第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から全系の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離と空気換算距離でのバックフォーカスとの和を TL とした場合、

$$0.1 < Y_{max} / f < 0.26 \quad (1)$$

$$0.4 < TL / f < 1.1 \quad (2)$$

で表される条件式(1)および(2)を満足する撮像レンズ。

[請求項2] 無限遠物体に合焦した状態における最大像高の5割の像高での歪曲収差量を D_{st5} 、

無限遠物体に合焦した状態における最大像高での歪曲収差量を D_{st10} とした場合、

$$0.2 < |D_{st5} / D_{st10}| < 0.6 \quad (3)$$

で表される条件式(3)を満足する請求項1に記載の撮像レンズ。

[請求項3] 無限遠物体に合焦した状態における像面から射出瞳位置までの光軸上の距離を P_e 、

P_e の符号は、前記像面より前記射出瞳位置が物体側にあれば正、前記像面より前記射出瞳位置が像側にあれば負とした場合、

$$1.5 < P_e / Y_{max} < 3 \quad (4)$$

で表される条件式(4)を満足する請求項1又は2に記載の撮像レンズ。

[請求項4] 最も像側に負レンズを含み、

前記負レンズの物体側の面の曲率半径を R_f 、

前記負レンズの像側の面の曲率半径を R_r とした場合、

$$-0.6 < (R_f - R_r) / (R_f + R_r) < -0.1 \quad (5)$$

で表される条件式 (5) を満足する請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ。

[請求項5] 前記負レンズの物体側に前記負レンズに連続して正レンズを含み、
前記正レンズの像側の面の曲率半径を R_{pr} とした場合、

$$0.03 < (R_{pr} - R_f) / (R_{pr} + R_f) < 0.4 \quad (6)$$

で表される条件式 (6) を満足する請求項 4 に記載の撮像レンズ。

[請求項6] 前記負レンズの d 線基準のアッベ数を ν_n とした場合、

$$12 < \nu_n < 30 \quad (7)$$

で表される条件式 (7) を満足する請求項 4 又は 5 に記載の撮像レンズ。

[請求項7] 前記第 1 レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第 1 レンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を D_{G1} とした場合、

$$0.02 < D_{G1} / f < 0.2 \quad (8)$$

で表される条件式 (8) を満足する請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ。

[請求項8] 無限遠物体に合焦した状態における最大半画角を ω 、

無限遠物体に合焦した状態における最も像側のレンズから像面へ向かう最大像高の主光線と光軸に平行な軸との角度を ω_i とした場合、

$$1.4 < \tan \omega_i / \tan \omega < 3.6 \quad (9)$$

で表される条件式 (9) を満足する請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ。

[請求項9] 前記第 1 レンズ群の最も物体側のレンズ面の最大有効径を ϕ_f 、
全系の最も像側のレンズ面の最大有効径を ϕ_r とした場合、

$$0.2 < \phi_f / \phi_r < 1.5 \quad (10)$$

で表される条件式 (10) を満足する請求項 1 から 8 のいずれか 1 項

に記載の撮像レンズ。

[請求項10] 無限遠物体に合焦した状態における空気換算距離でのバックフォーカスを Bf とした場合、

$$0.4 < Bf / Y_{max} < 1.8 \quad (11)$$

で表される条件式 (11) を満足する請求項1から9のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

[請求項11] 前記フォーカスレンズ群は全体として負の屈折力を有する請求項1から10のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

[請求項12] 前記フォーカスレンズ群が含むレンズの枚数は2枚以下である請求項11に記載の撮像レンズ。

[請求項13] 前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 とした場合、

$$0.25 < f_1 / f < 0.5 \quad (12)$$

で表される条件式 (12) を満足する請求項1から12のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

[請求項14] 物体側から像側へ順に、前記第1レンズ群と、全体として負の屈折力を有する前記フォーカスレンズ群と、合焦の際に像面に対して固定されている後側レンズ群とからなり、

前記後側レンズ群の焦点距離を f_R とした場合、

$$-0.9 < f_R / f < -0.1 \quad (13)$$

で表される条件式 (13) を満足する請求項1から13のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

[請求項15] 撮像装置に設けられる前記撮像レンズであって、

前記撮像装置は、前記撮像レンズによって形成される光学像を撮像する撮像素子を備えており、前記撮像素子の最大撮像画角より狭い画角の画像を出力することが可能な請求項1および3から14のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

[請求項16] 撮像装置に設けられる前記撮像レンズであって、

前記撮像装置は、前記撮像レンズによって形成される光学像を撮像

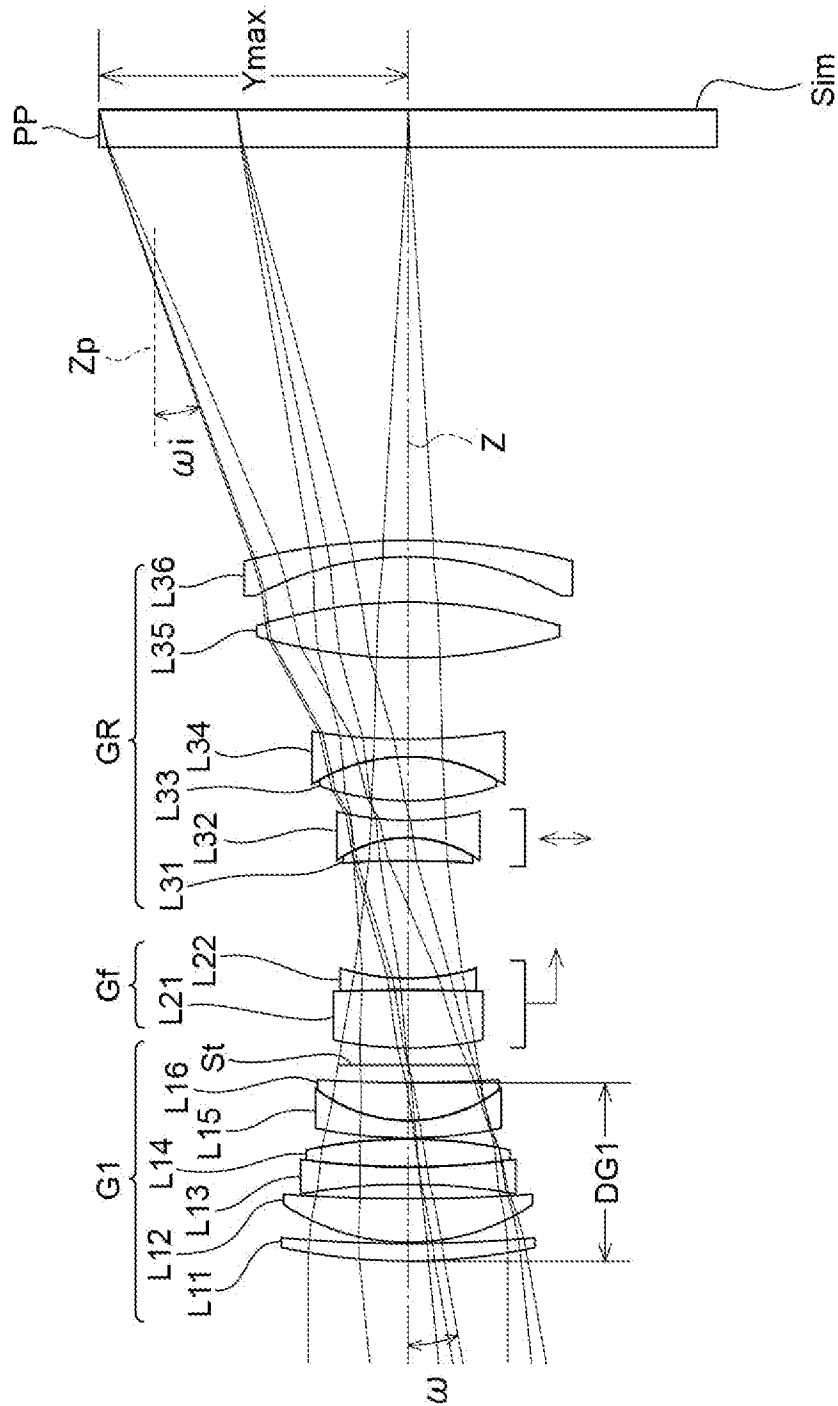
する撮像素子を備えており、前記撮像素子の最大撮像画角より狭い画角の画像を出力することが可能な請求項 2 に記載の撮像レンズ。

[請求項17] 前記撮像装置は、前記撮像素子によって撮像された複数の画像を合成した合成画像を用いて、前記撮像素子の最大撮像画角より狭い画角の画像を出力することが可能な請求項 1 6 に記載の撮像レンズ。

[請求項18] 撮像装置に設けられる前記撮像レンズであって、
前記撮像装置は、前記撮像レンズによって形成される光学像を撮像する撮像素子を備えており、前記撮像素子によって撮像された複数の画像を合成した合成画像を用いて、前記撮像素子の最大撮像画角より狭い画角の画像を出力することが可能な請求項 1 から 1 5 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ。

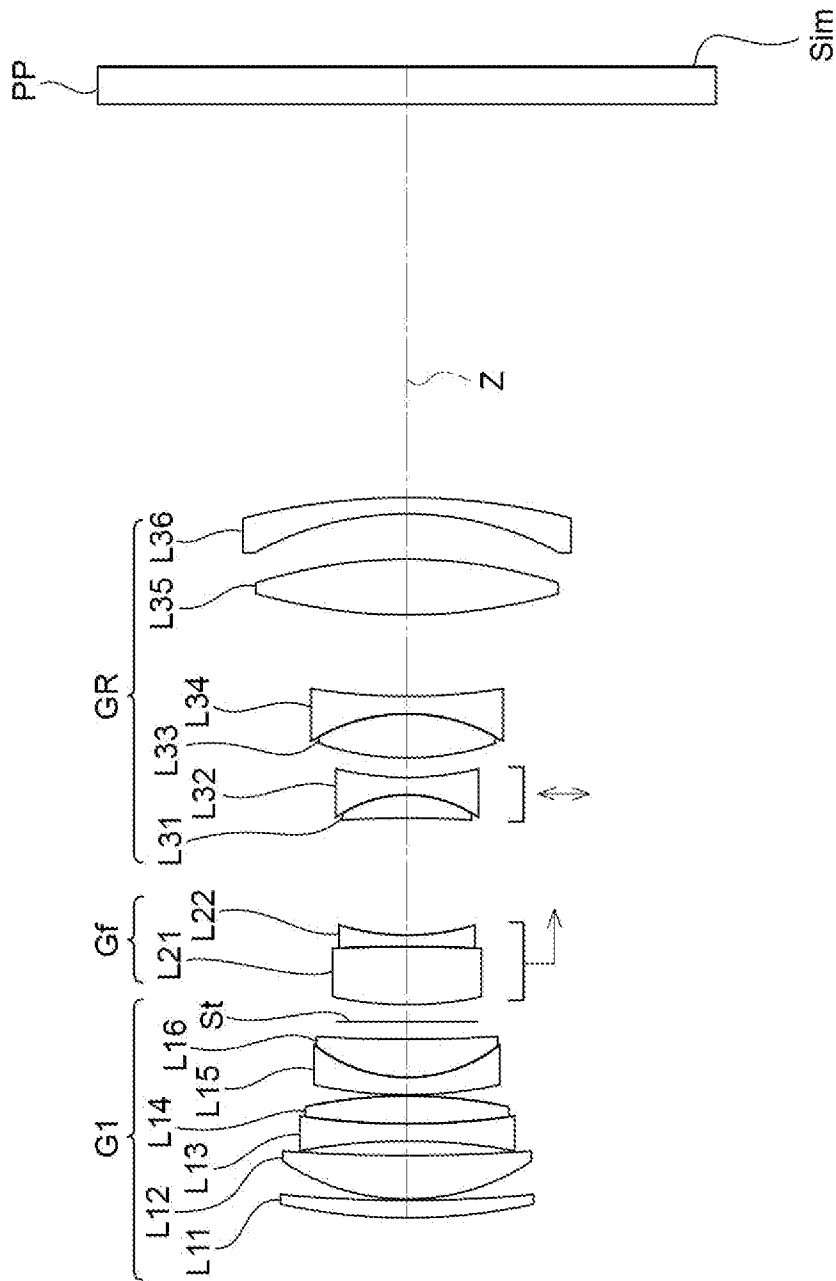
[請求項19] 請求項 1 から 1 8 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズを備えた撮像装置。

[図1]



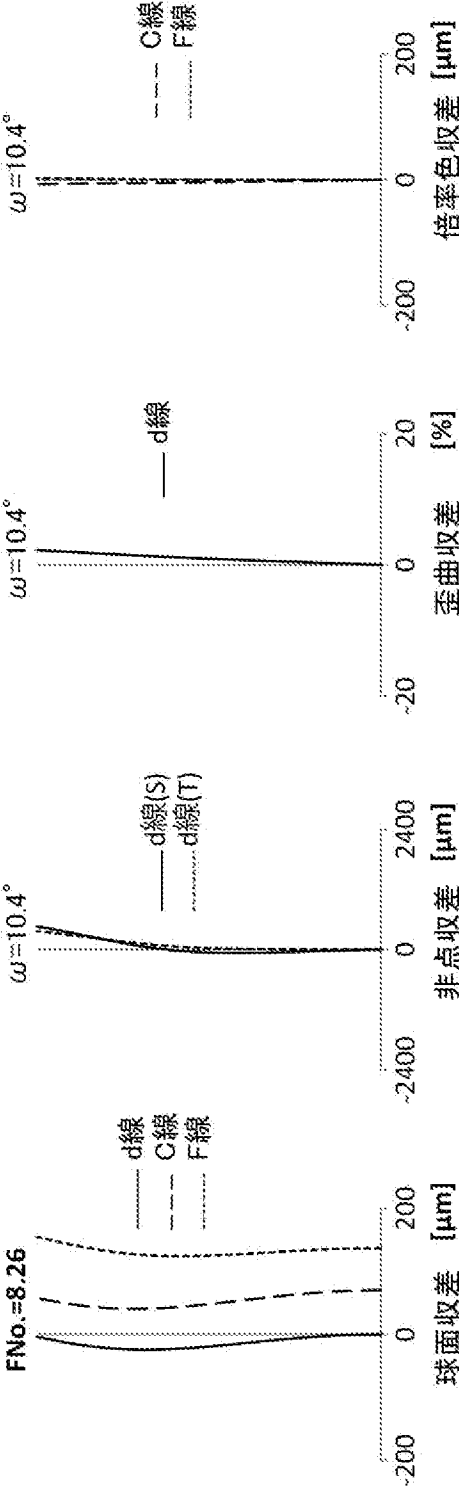
[図2]

実施例1



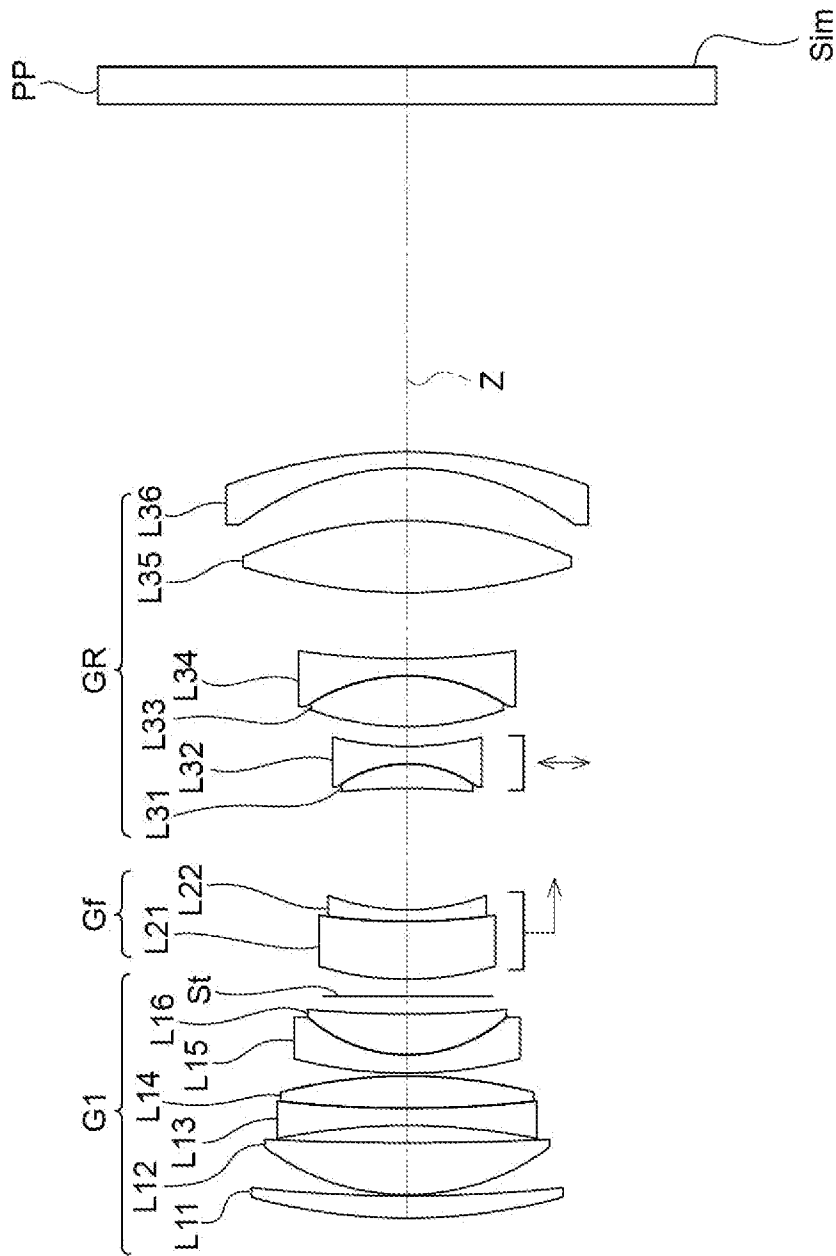
実施例1

[図3]



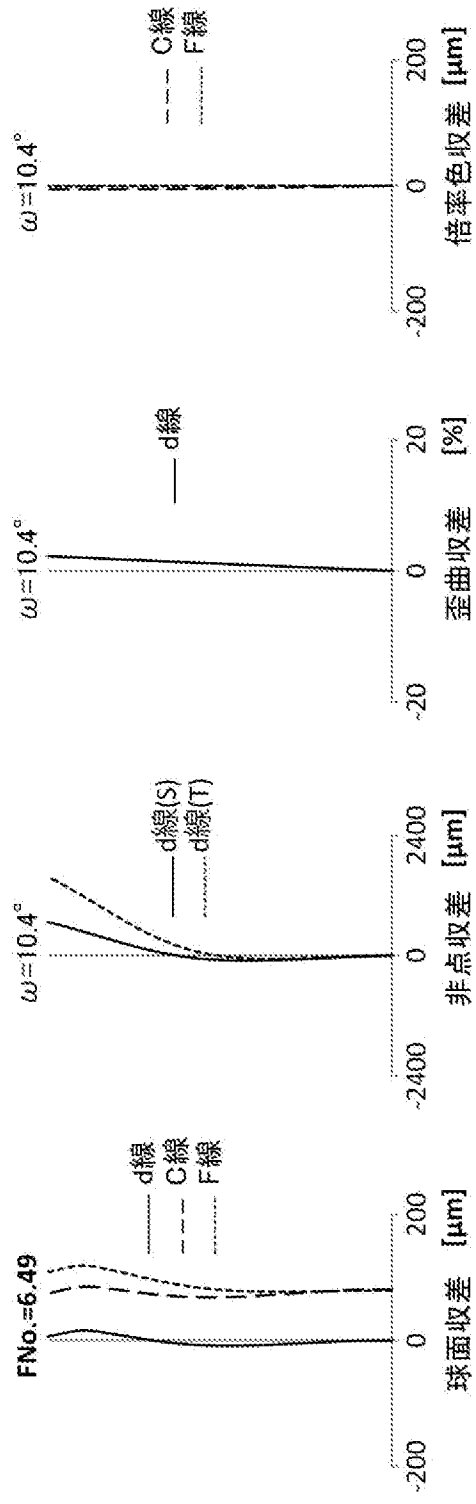
[図4]

実施例2



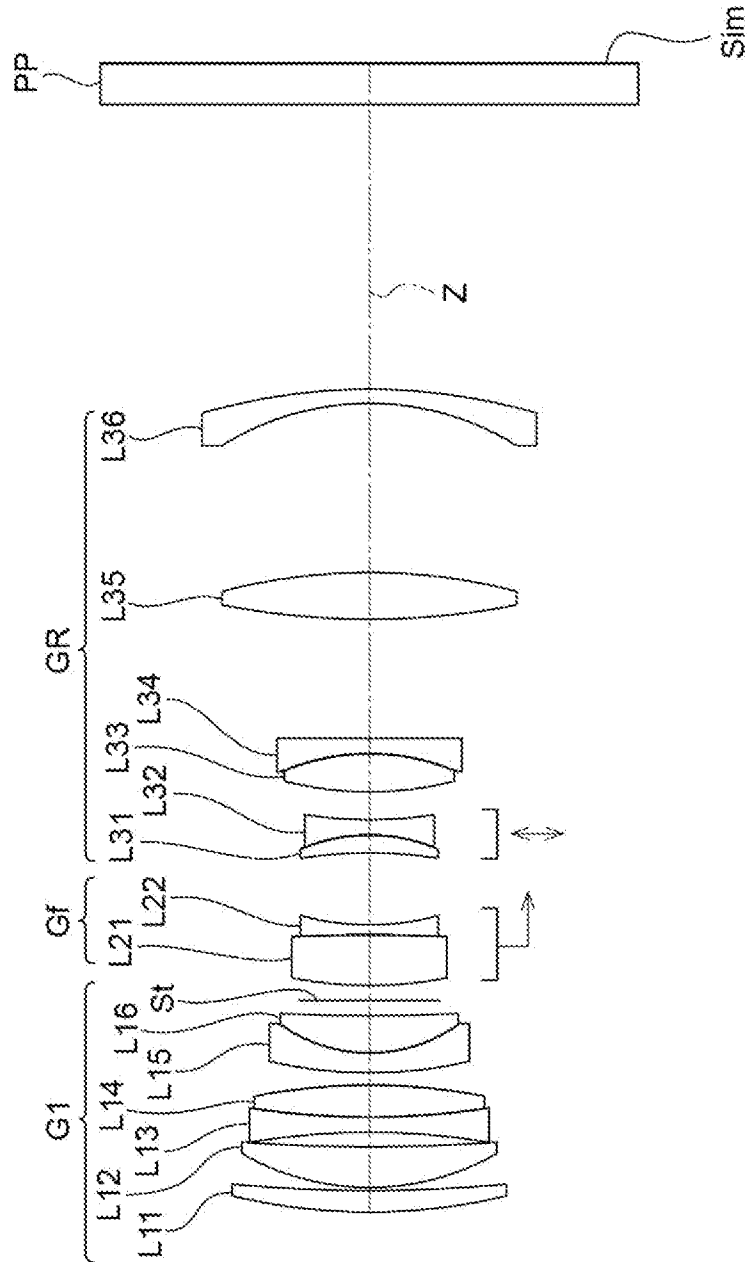
[図5]

実施例2



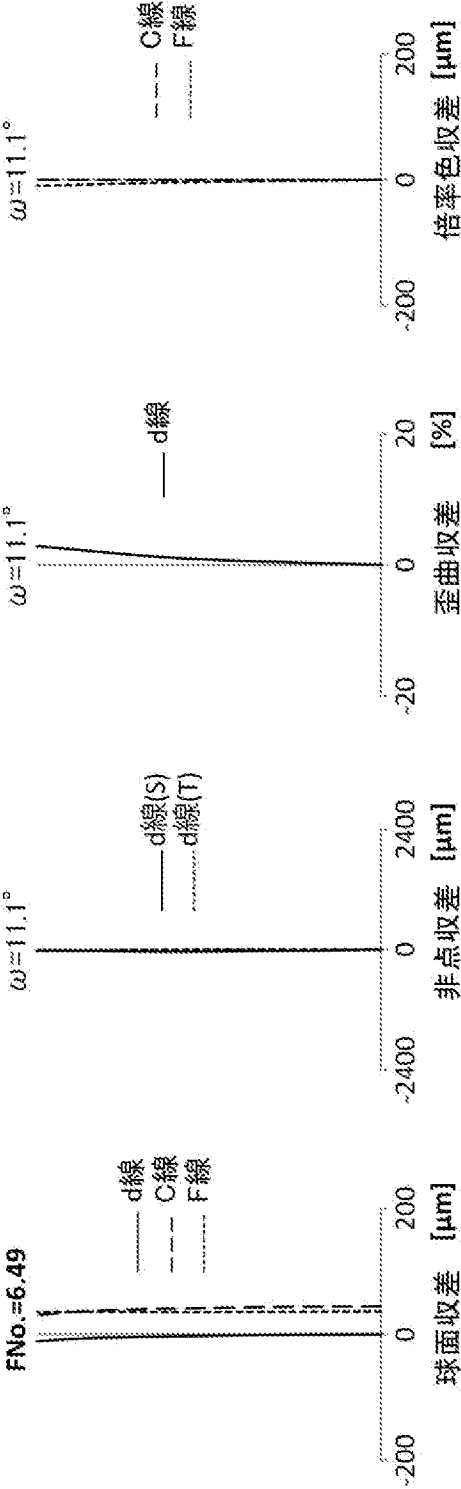
[図6]

実施例3



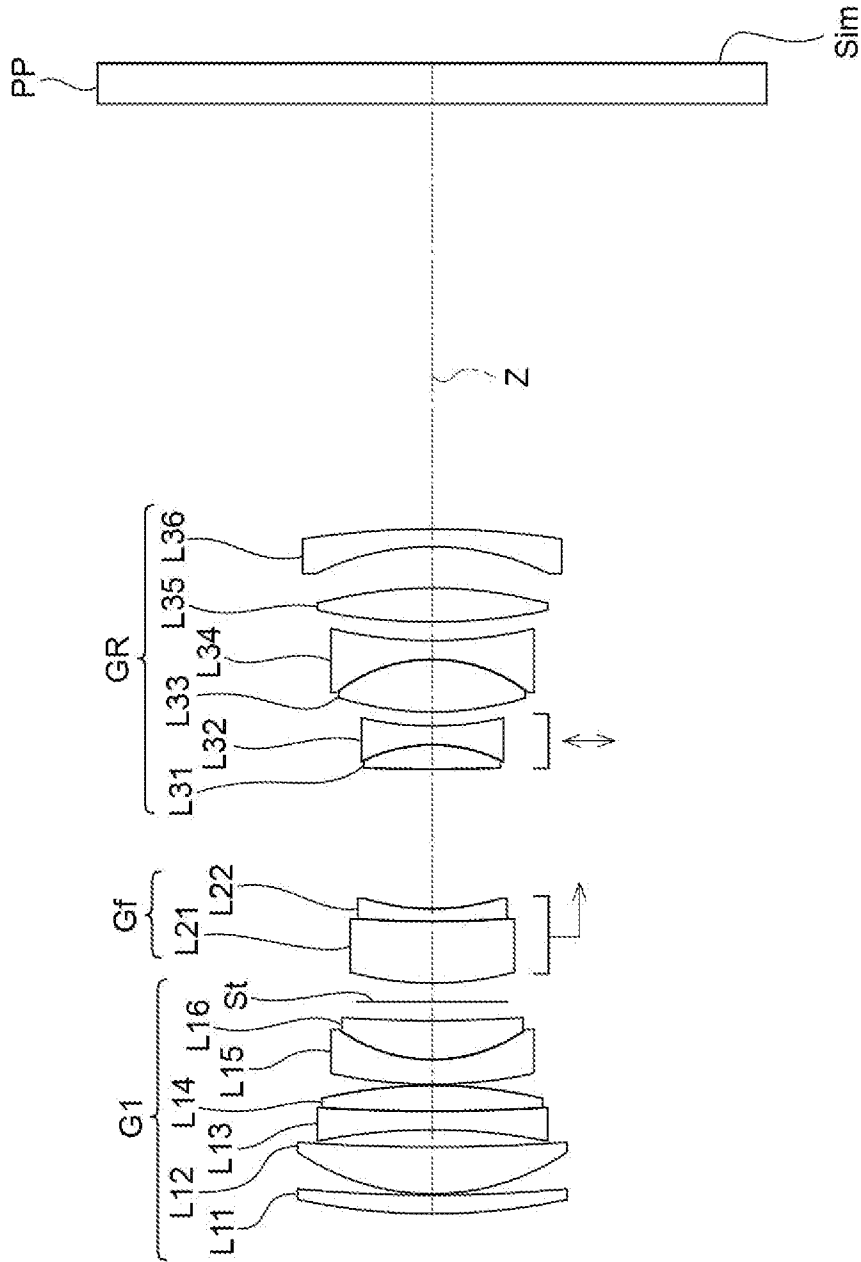
実施例3

[図7]



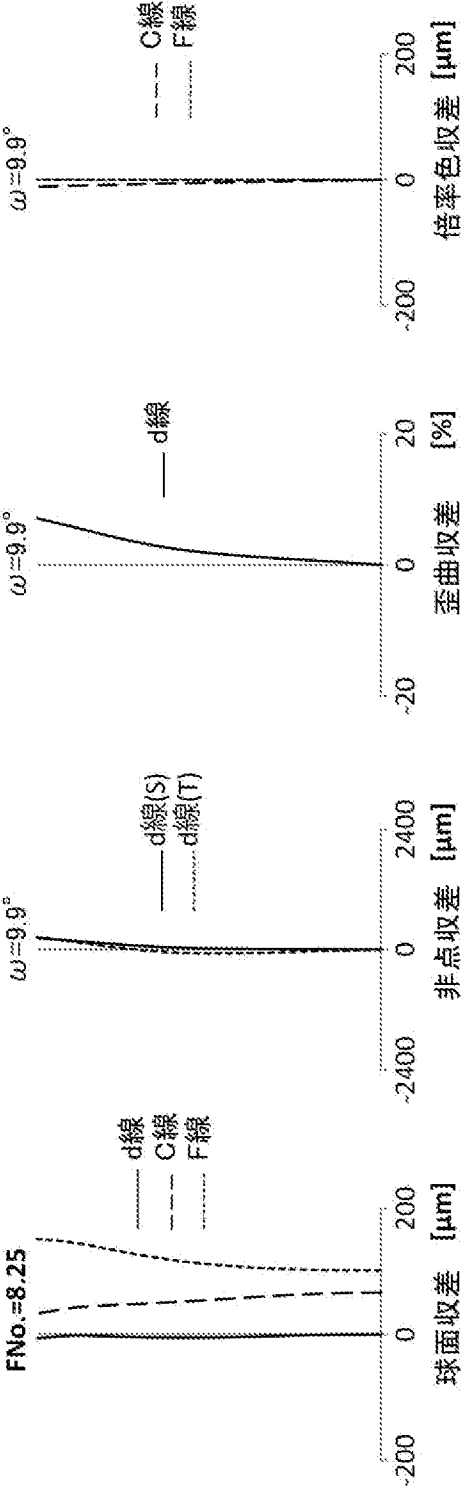
[図8]

実施例4



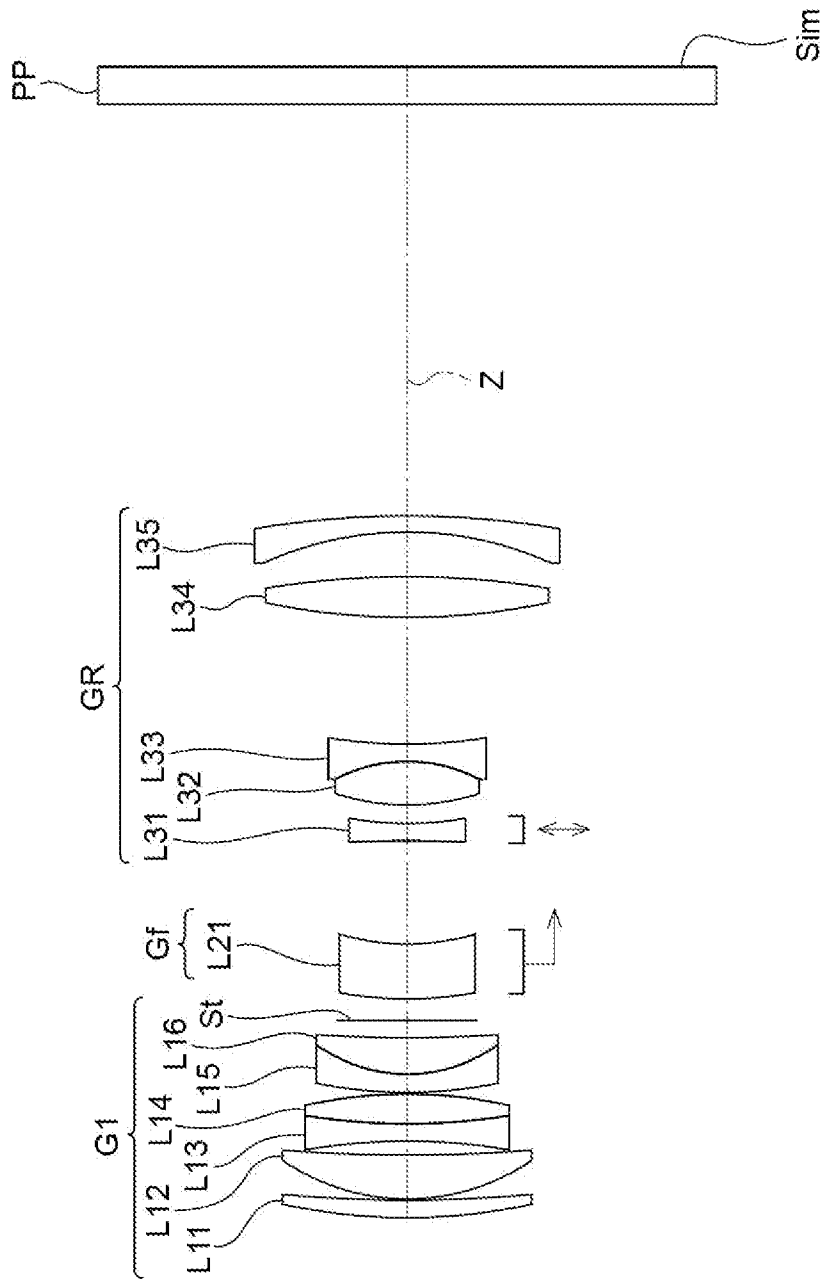
実施例4

[図9]



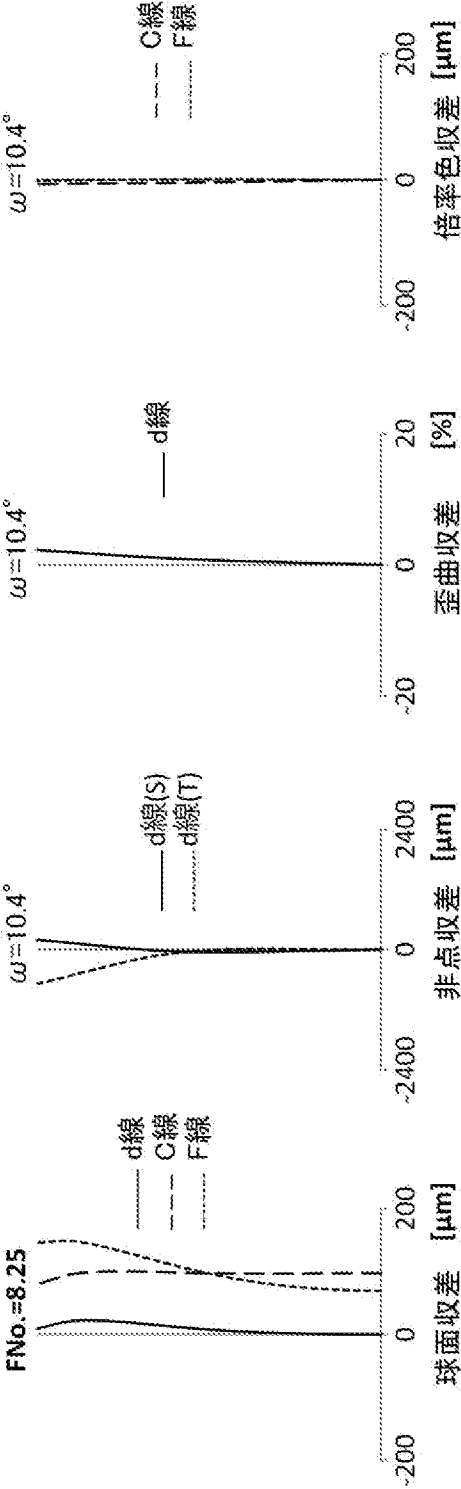
[図10]

実施例5



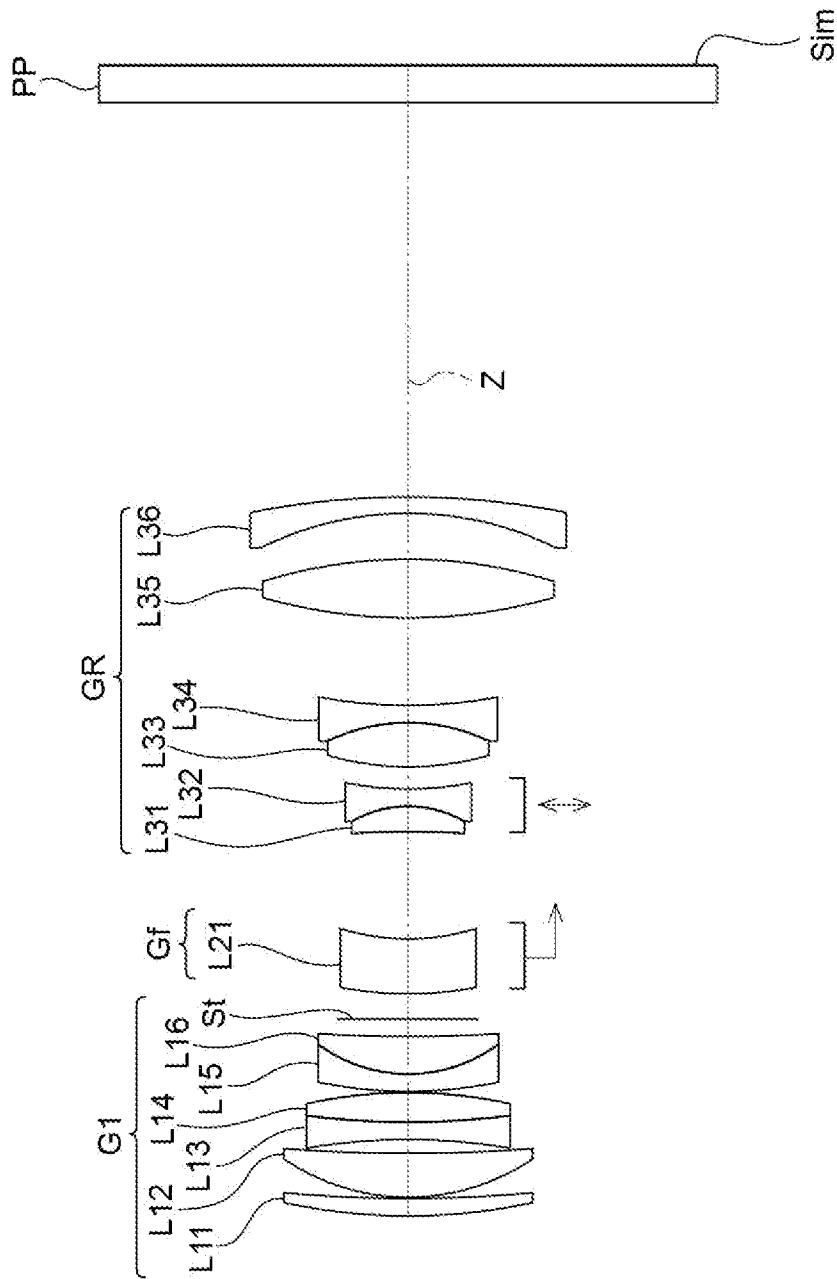
実施例5

[図11]



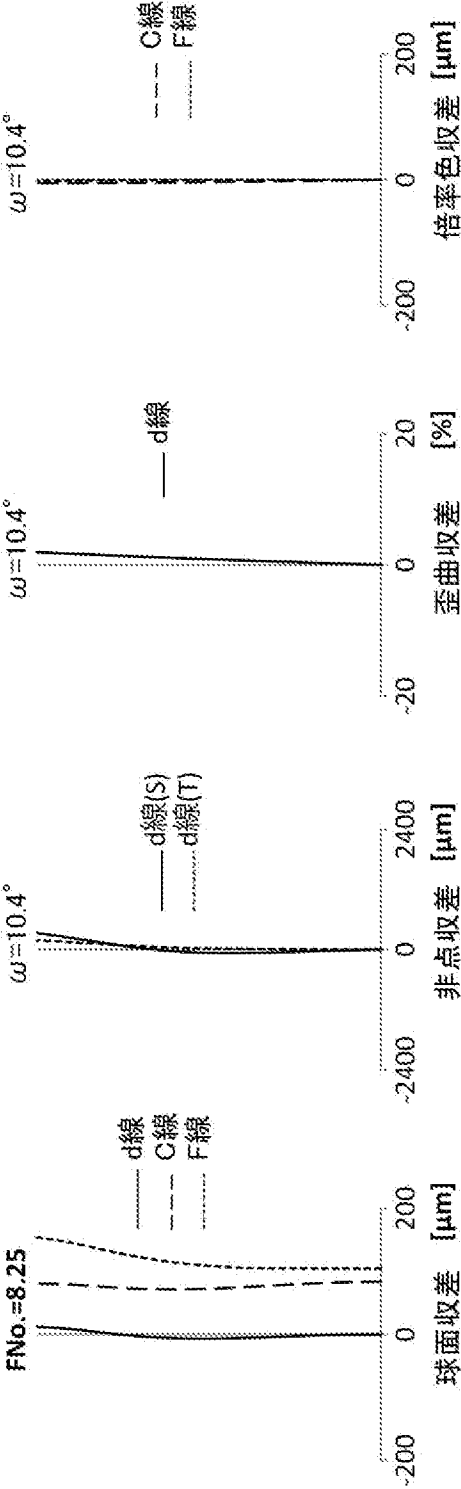
[図12]

実施例6



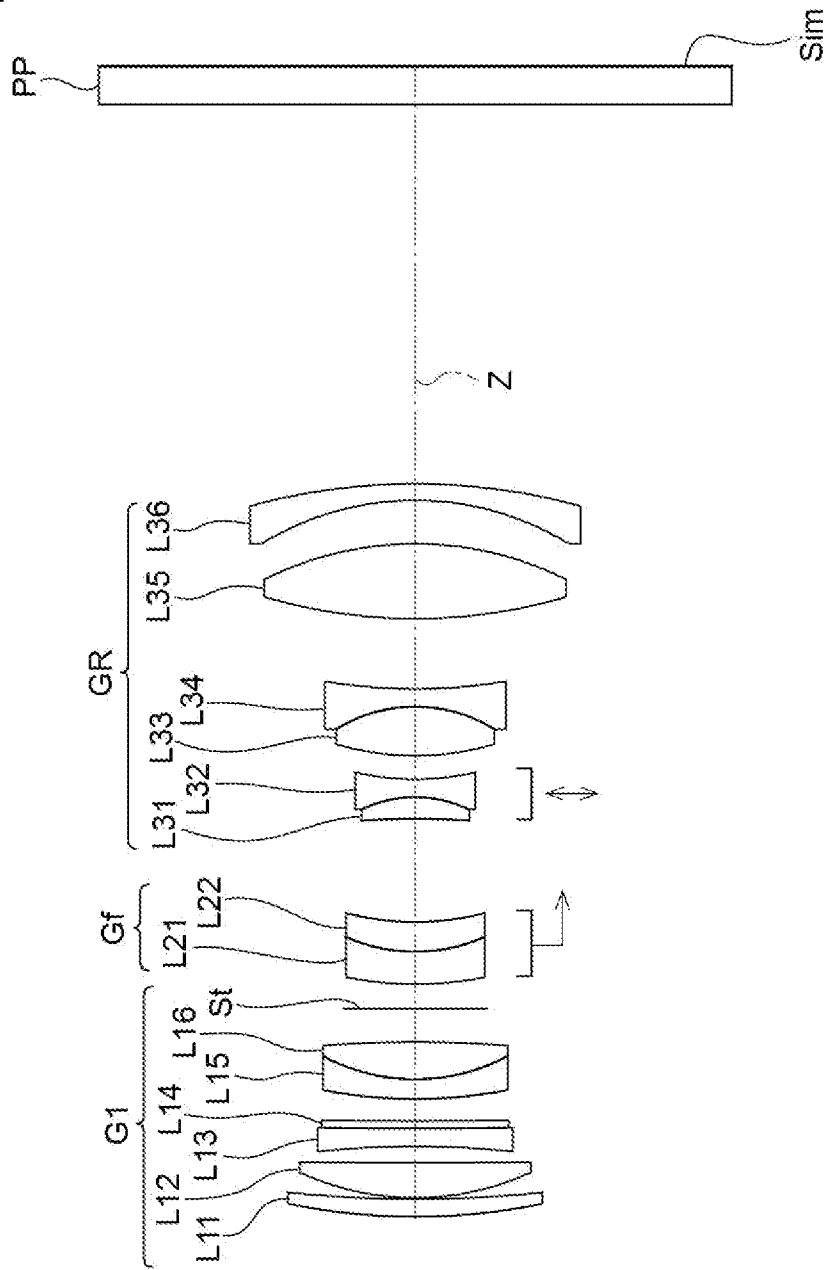
[図13]

実施例6



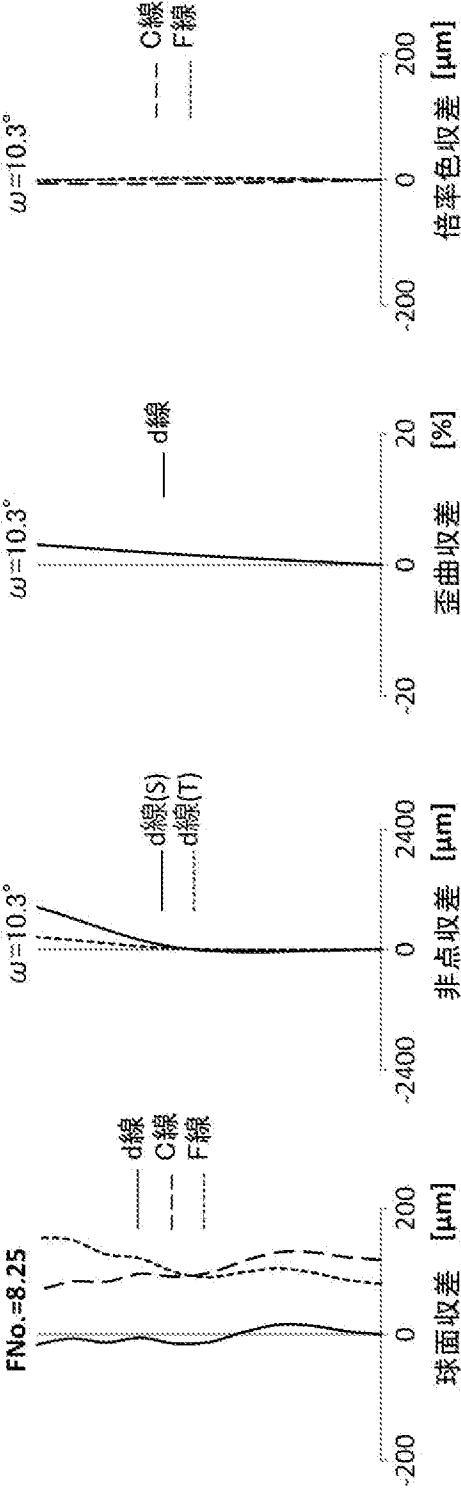
[図14]

実施例7



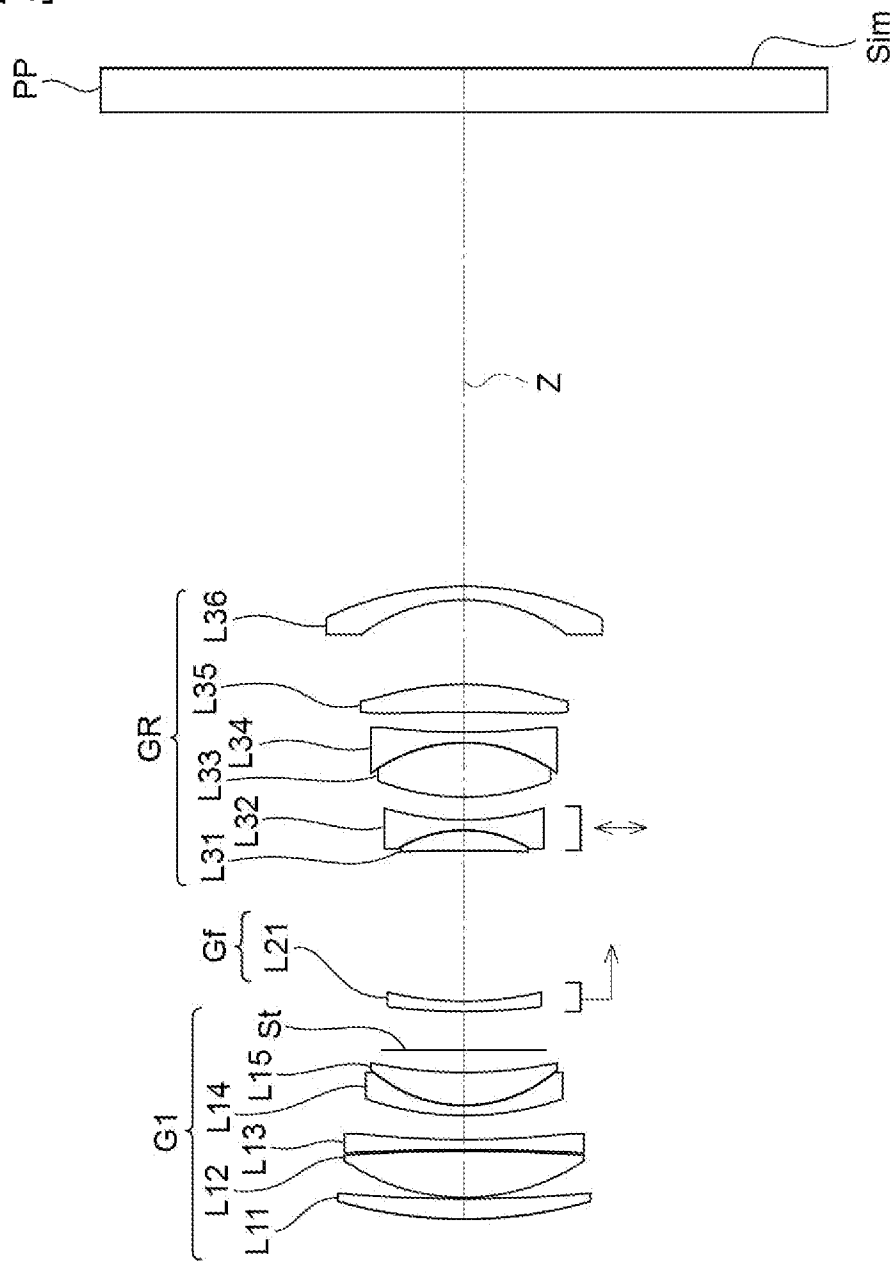
[図15]

実施例7



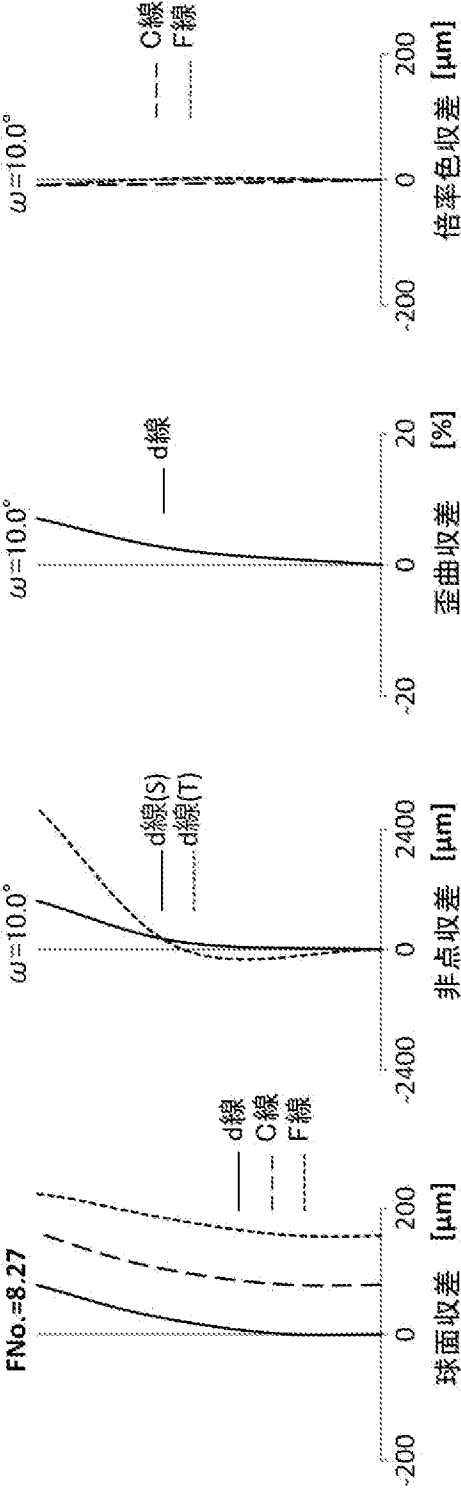
[図16]

実施例8

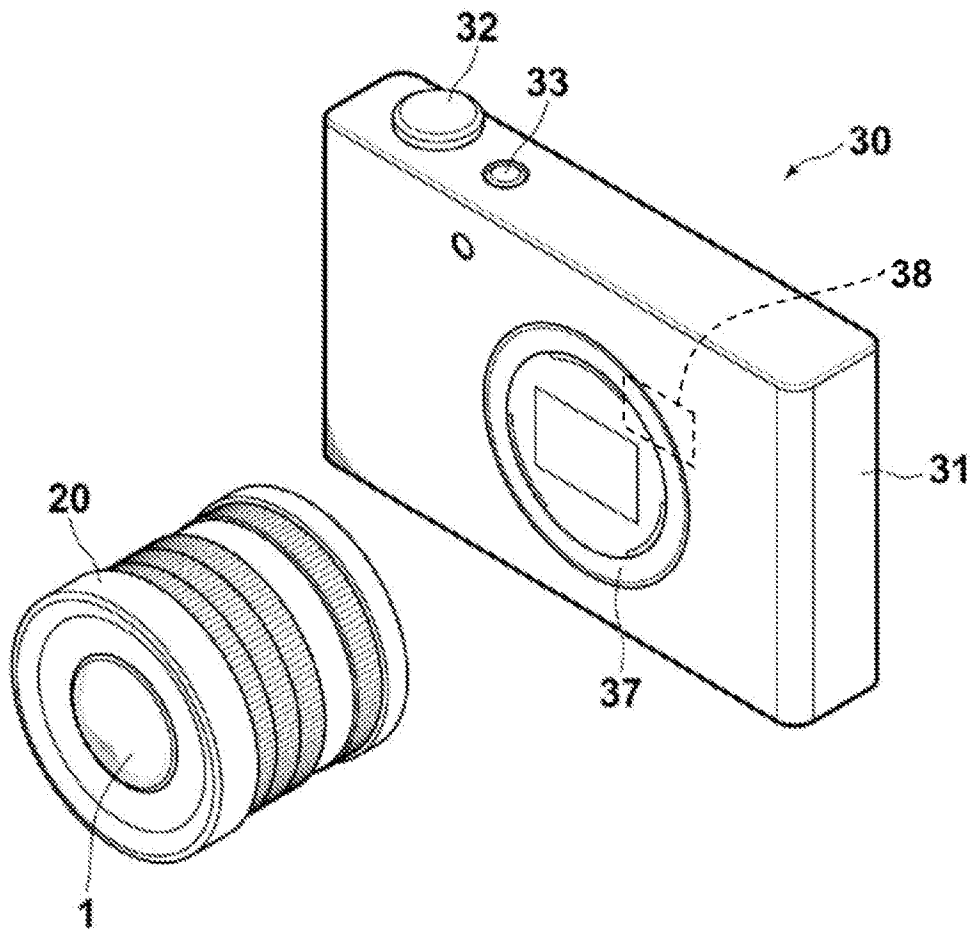


[図17]

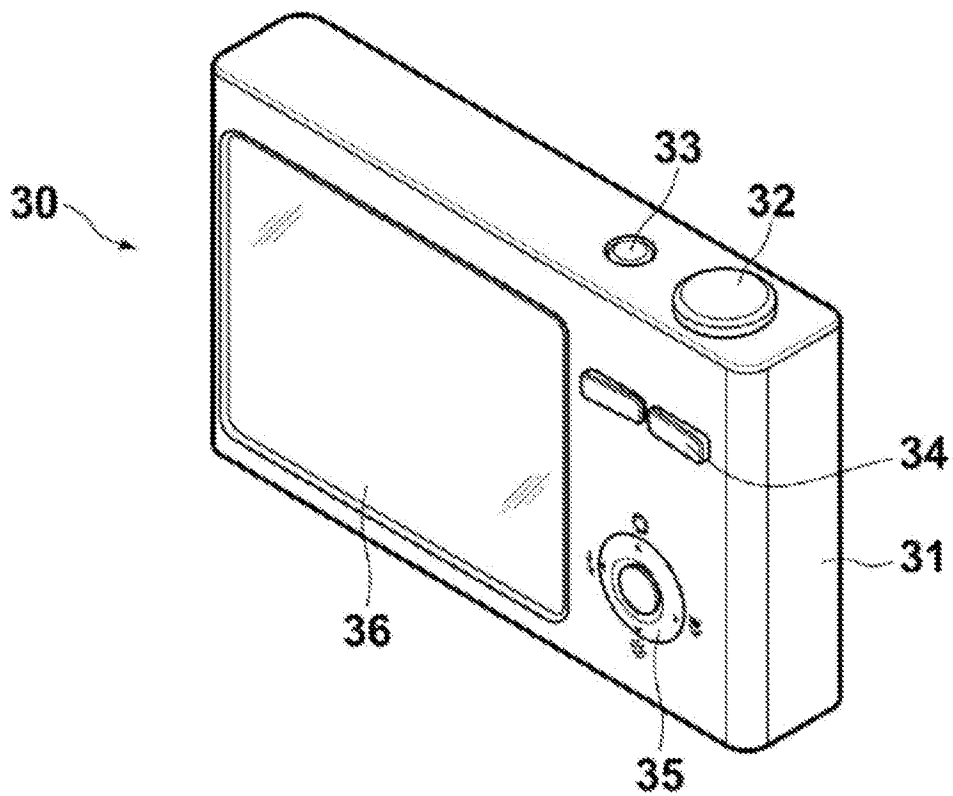
実施例8



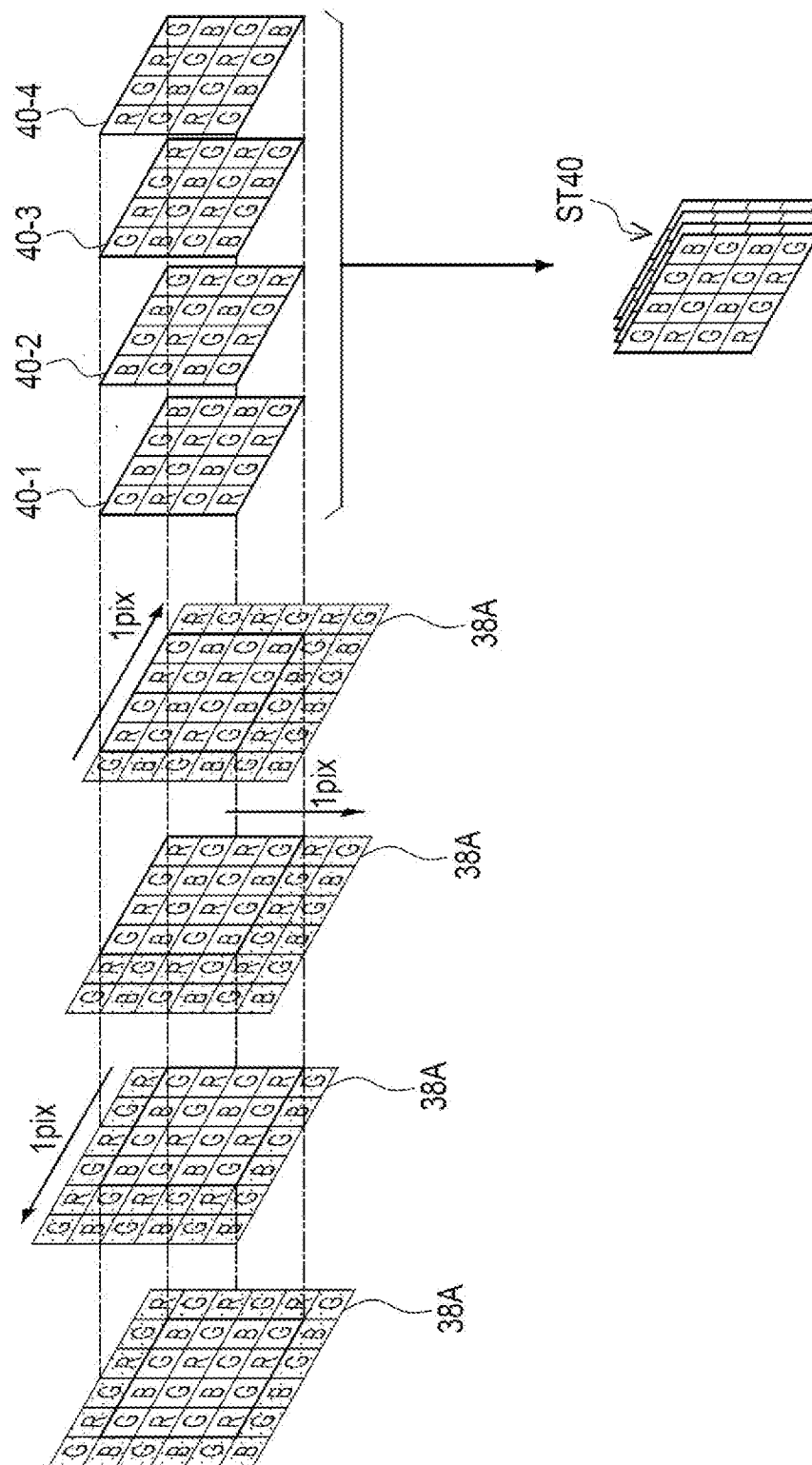
[図18]



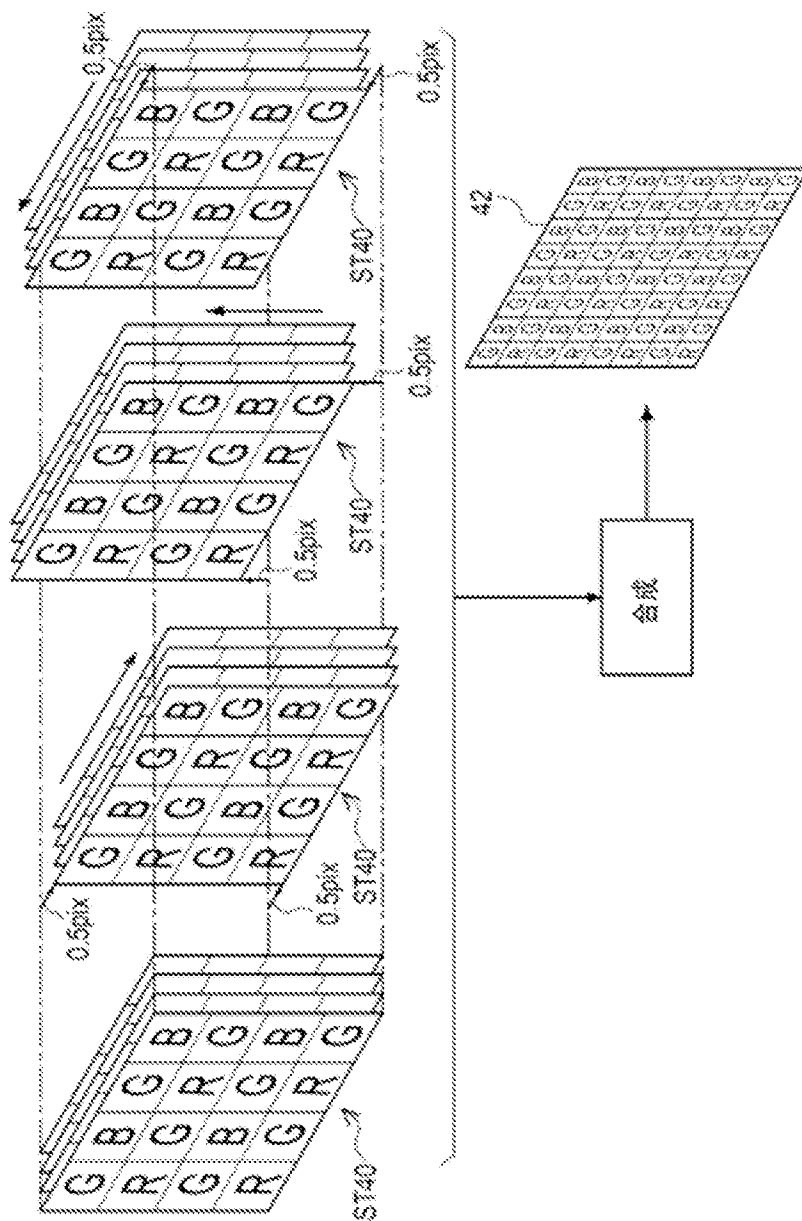
[図19]



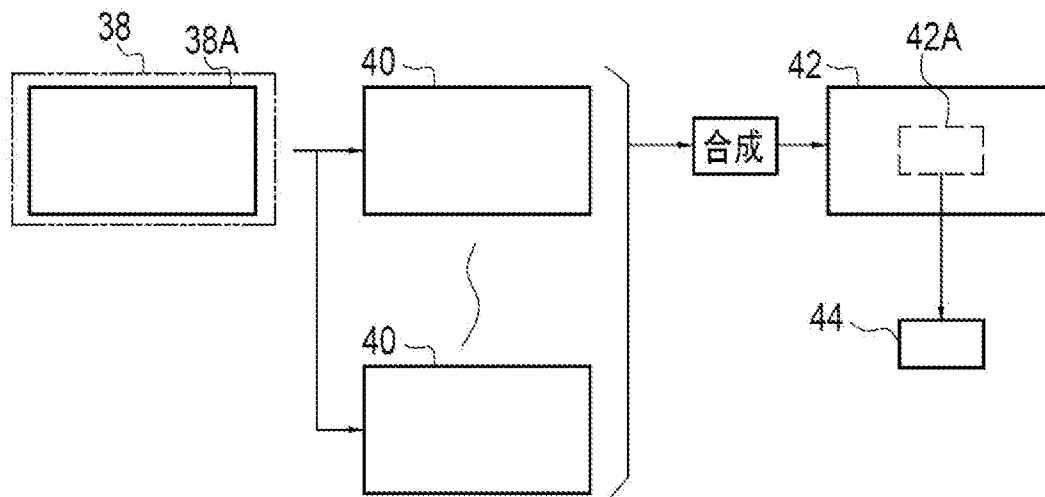
[図20]



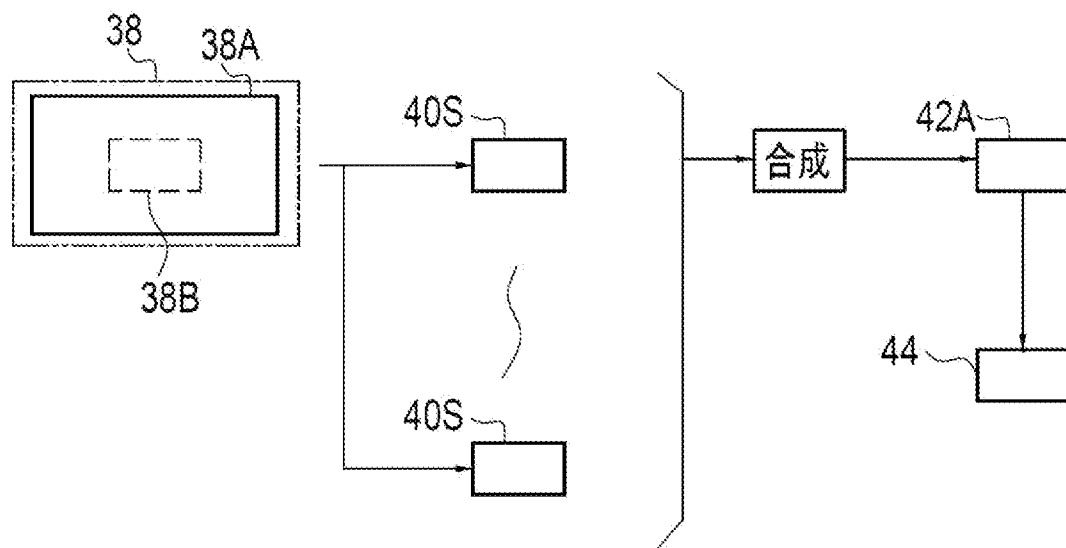
[図21]



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/005198

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G02B 13/00**(2006.01)i; **G02B 13/18**(2006.01)i

FI: G02B13/00; G02B13/18

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B13/00; G02B13/18

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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 2015-075509 A (TAMRON KK) 20 April 2015 (2015-04-20) examples 1-6, etc.	1-6, 8-13, 15-19 7, 14
X A	JP 2020-181000 A (TAMRON KK) 05 November 2020 (2020-11-05) claims 1, 4-5, examples 1-5, etc.	1-5, 7-10, 15-19 6, 11-14
X A	JP 2016-051100 A (RICOH OPTICAL IND CO) 11 April 2016 (2016-04-11) claim 1, paragraphs [0028], examples 1-6, etc.	1-3, 7-8, 10-13, 15-19 4-6, 9, 14

☐ 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

15 April 2022

Date of mailing of the international search report

26 April 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/005198

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2015-075509	A	20 April 2015	(Family: none)	
JP	2020-181000	A	05 November 2020	US 2020/0341247 A1 claims 1, 4-5, examples 1-5, etc. CN 111830692 A	
JP	2016-051100	A	11 April 2016	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 13/00(2006.01)i; G02B 13/18(2006.01)i FI: G02B13/00; G02B13/18		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G02B13/00; 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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 2015-075509 A（株式会社タムロン）20.04.2015（2015-04-20） 実施例1-6等	1-6, 8-13, 15-19 7, 14
X A	JP 2020-181000 A（株式会社タムロン）05.11.2020（2020-11-05） 請求項1, 4-5、実施例1-5等	1-5, 7-10, 15-19 6, 11-14
X A	JP 2016-051100 A（リコー光学株式会社）11.04.2016（2016-04-11） 請求項1、段落[0028]、実施例1-6等	1-3, 7-8, 10-13, 15-19 4-6, 9, 14
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 15.04.2022		国際調査報告の発送日 26.04.2022
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 殿岡 雅仁 2V 4748 電話番号 03-3581-1101 内線 3271

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/JP2022/005198

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2015-075509	A	20.04.2015	(ファミリーなし)	
JP	2020-181000	A	05.11.2020	US 2020/0341247 A1 請求項 1, 4 - 5、実施例 1 - 5 等	
				CN 111830692 A	
JP	2016-051100	A	11.04.2016	(ファミリーなし)	