

(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
2012 年 12 月 27 日(27.12.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/176468 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 15/16 (2006.01) **G02B 13/18** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/004056
- (22) 国際出願日: 2012 年 6 月 22 日(22.06.2012)
- (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 2011-140024 2011 年 6 月 24 日(24.06.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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 3 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 河村 大樹 (KAWAMURA, Daiki) [JP/JP]; 〒3310813 埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 柳田 征史, 外 (YANAGIDA, Masashi et al.); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜 3-18-3 新横浜 K S ビル 7 階 柳田国際特許事務所 Kanagawa (JP).

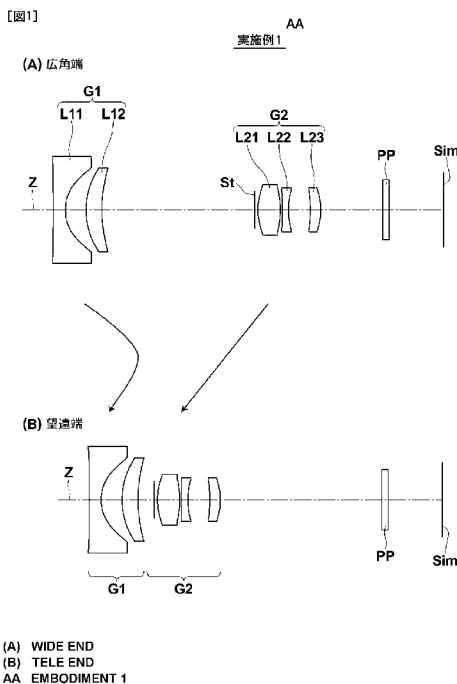
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ZOOM LENS AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: ズームレンズおよび撮像装置



(57) Abstract: [Problem] To achieve a lowered cost and favorable optical performance in a zoom lens. [Solution] The zoom lens is configured, in order from the object side, from a negative first lens group (G1) and a positive second lens group (G2), and the first lens group (G1) is configured from two lenses: a negative first lens (L11) and a positive second lens (L12). If the focal distance of the first lens group (G1) is f_1 , the focal distance of the second lens group (G2) is f_2 , the focal distance of the entire system at the wide end is f_w , the spacing along the optical axis between the first lens (L11) and the second lens (L12) is d_2 , the focal distance of the entire system at the tele end is f_t , the d-line refractive index of the second lens (L12) is n_{d2} , and the Abbe number is v_{d2} , the following conditional expressions are satisfied: $1.6 < |f_1|/f_w < 2.5 \dots (1)$; $1.6 < f_2/f_w < 2.4 \dots (2)$; $0.32 < d_2/f_w < 0.60 \dots (3)$; $2.5 < f_t/f_w < 4.5 \dots (4)$; $1.56 < n_{d2} < 1.66 \dots (5)$; $v_{d2} < 33 \dots (6)$.

(57) 要約: 【課題】ズームレンズにおいて、低コスト化、良好な光学性能を実現する。【解決手段】ズームレンズを、物体側より順に負の第1レンズ群 (G1) と、正の第2レンズ群 (G2) とから構成し、第1レンズ群 (G1) は負の第1レンズ (L11) と、正の第2レンズ (L12) との2枚より構成する。第1レンズ群 (G1) の焦点距離を f_1 、第2レンズ群 (G2) の焦点距離を f_2 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、第1レンズ (L11) と第2レンズ (L12) との光軸上の間隔を d_2 、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、第2レンズ (L12) の d 線に対する屈折率を n_{d2} 、アッベ数を v_{d2} としたとき、以下の条件式を満足させる。 $1.6 < |f_1|/f_w < 2.5 \dots (1)$ $1.6 < f_2/f_w < 2.4 \dots (2)$ $0.32 < d_2/f_w < 0.60 \dots (3)$ $2.5 < f_t/f_w < 4.5 \dots (4)$ $1.56 < n_{d2} < 1.66 \dots (5)$ $v_{d2} < 33 \dots (6)$

0. 60 $\dots (3)$ 2. 5 $< f_t/f_w < 4. 5 \dots (4)$ 1. 56 $< n_{d2} < 1. 66 \dots (5)$
v d 2 $< 33 \dots (6)$

WO 2012/176468 A1

明 細 書

発明の名称 : ズームレンズおよび撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、ズームレンズおよび撮像装置に関し、特に、小型のカメラや携帯端末装置に好適に使用可能なズームレンズおよび、そのようなズームレンズを備えた撮像装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、コンパクトなデジタルカメラやビデオカメラ、携帯端末装置などに搭載されるズームレンズとして、負レンズ群先行（物体側に負レンズ群を配置した構成）の2群あるいは3群タイプのズームレンズが広く知られている。例えば特許文献1および2には、変倍比が3倍程度で、より簡易な2群タイプが採用された低コストのズームレンズの例として、第1レンズ群が2枚、第2レンズ群が3枚の計5枚のレンズで構成されたズームレンズが示されている。一方特許文献3には、第1レンズ群が2枚、第2レンズ群が2枚の計4枚のレンズで構成されたズームレンズが示されている。

[0003] 他方、特許文献4や5には、プラスチックレンズが採用されたズームレンズや、あるいはプラスチックレンズで構成することも想定して設計されたズームレンズが開示されている。特許文献4には、第1レンズ群を構成する3枚のレンズのうち1枚がプラスチックレンズとされた例が示されている。また特許文献5には、全てのレンズがプラスチックレンズで構成された例が示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2007-293368号公報

特許文献2：特開2007-108399号公報

特許文献3：特開2007-78801号公報

特許文献4：特開2008-112000号公報

特許文献5：特開2007-187740号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] 特許文献3に示されたズームレンズは、極めて少ないレンズ枚数で構成されているが、このようにレンズ枚数が少ないことにより単純に低コスト化が実現されるものではない。例えば、少ないレンズ枚数で構成すると、レンズ1枚当たりが担うパワーが強くなり、製造誤差や組立誤差の許容量が少なくなったり、レンズの加工難度が高くなったりして、結果的に生産コストが高くなってしまう可能性もある。
- [0006] レンズをより安価な材料、例えば、プラスチック材料で構成することも低コスト化の1つの手段であるが、少ないレンズ枚数で構成したときには、レンズ1枚当たりのパワーが強いため、コストの安いプラスチックを用いることが難しくなってしまう。それは、製造誤差や組立誤差、あるいは、温度変化に伴う光学諸元や性能の変動が大きくなったり、収差の補正バランスをとることが難しくなったりするためである。ここで、改めて特許文献3に示されているズームレンズの構成について考えると、第1レンズ群に配置された正レンズおよび負レンズ共に高屈折率の材料が用いられていることから分かるように、低コスト化に重点を置いて設計された訳ではなく、そこにも記載があるように、沈胴時の厚みを小さくすることを優先して設計されたものであることがわかる。
- [0007] 逆に言えば、サイズよりも、光学性能やコストをより優先して考える場合には、特許文献3に示されるような第2群の正レンズのパワーを2枚のレンズに分散させた、特許文献1や2に示される第2群の構成の方が好ましいと考えられる。また、そのような構成とすることで、第2群に配置された正レンズ1枚当たりが担うパワーが小さくなるため、レンズをプラスチックから構成することも可能になる。しかし、特許文献1や2に示されたズームレンズも、第1レンズ群に配置されたレンズが高屈折率材料で構成されており、さらなる低コスト化の余地が残されている。

[0008] 上述のようにプラスチックレンズを採用するためには、各レンズのパワーを最適に設定する必要がある。つまり、特許文献3に示されるズームレンズのように少ないレンズ枚数で構成し、かつ、コストの低いプラスチックレンズを採用する場合には、各レンズへのパワー配分を十分に考慮しなければならない。

[0009] プラスチックレンズが採用されたズームレンズの例としては、前述のように特許文献4や5に示されたものがあるが、それらの第1レンズ群は、特許文献1～3に示されているズームレンズの第1レンズ群よりもレンズ枚数が1枚多い構成となっている。このように、プラスチックレンズを用いる場合、前述した通り、パワーの強い1枚のレンズを2枚のレンズに分割することによりパワーを分散させて、ある程度までパワーが小さくなったレンズを適用するという考えもある。しかしそのような構成を採用すると、沈胴長は大きくなってしまう。また特許文献5には、全てのレンズがプラスチックレンズで構成された例が示されているが、その場合は、変倍比が2倍程度にとどまっている。

[0010] 本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、少ないレンズ枚数で3倍乃至4倍程度の変倍比を確保しつつ、プラスチックレンズも採用可能として低コスト化を達成するとともに、各レンズのパワーを最適に設定することで良好な光学性能を実現できる2群ズームレンズ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

[0011] 本発明による第1のズームレンズは、

実質的に、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とからなり、

広角端から望遠端に変倍する際に、第1レンズ群は像面側に凸状の軌跡を描くように移動し、第2レンズ群は物体側に単調移動し、絞りは第2レンズ群と一体で移動するように構成され、

第1レンズ群は、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有する

第2レンズとの2枚より構成され、

第1レンズ群に配置された2枚のレンズのうち少なくとも1枚はプラスチックレンズであり、

第2レンズ群は、少なくとも1枚のプラスチックレンズを含む3枚以下のレンズより構成され、

第1レンズ群の焦点距離を f_1 、第2レンズ群の焦点距離を f_2 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、前記第1レンズと第2レンズとの光軸上の間隔を d_2 、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第2レンズの d 線に対する屈折率を n_{d2} 、アッベ数を ν_{d2} としたとき、以下の条件式

$$1. \quad 6 < |f_1| / f_w < 2.5 \quad \cdots (1)$$

$$1. \quad 6 < f_2 / f_w < 2.4 \quad \cdots (2)$$

$$0.32 < d_2 / f_w < 0.60 \quad \cdots (3)$$

$$2.5 < f_t / f_w < 4.5 \quad \cdots (4)$$

$$1.56 < n_{d2} < 1.66 \quad \cdots (5)$$

$$\nu_{d2} < 33 \quad \cdots (6)$$

を満足することを特徴とするものである。

[0012] ここで、「実質的に第1レンズ群と第2レンズ群とからなる」とは、それらのレンズ群以外に、実質的にパワーを有さないレンズ、絞りやカバーガラス等レンズ以外の光学要素、レンズフランジ、レンズバレル、撮像素子、手振れ補正機構等の機構部分等を持つ場合も含むものとする。

[0013] なお、本発明のズームレンズにおける「第2レンズ群」は、必ずしも複数のレンズから構成されるものだけでなく、1枚のレンズのみで構成されるものも含むものとする。また、各レンズ群を構成するレンズには接合レンズが用いられてもよいが、接合レンズは n 枚の貼り合わせで構成されていれば、 n 枚のレンズとして数えるものとする。また、本明細書における「本発明のズームレンズ」あるいは「本発明によるズームレンズ」との記載は、特にことわりがなければ本発明による第1のズームレンズおよび、後述する第2のズームレンズの双方を指すものとする。

[0014] また、本発明のズームレンズにおけるレンズの面形状、屈折力の符号は、非球面が含まれているものについては近軸領域で考えるものとする。

[0015] ここで、本発明による上記第1のズームレンズにおいては、前記第1レンズのd線に対する屈折率を n_d1 、アッベ数を ν_d1 としたとき、以下の条件式

$$1.48 < n_d1 < 1.61 \quad \dots (7)$$

$$\nu_d1 > 50 \quad \dots (8)$$

を満足していることが望ましい。

[0016] また、本発明による第2のズームレンズは、

実質的に、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とからなり、

広角端から望遠端に変倍する際に、第1レンズ群は像面側に凸状の軌跡を描くように移動し、第2レンズ群は物体側に単調移動し、絞りは第2レンズ群と一体で移動するように構成され、

第1レンズ群は、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有する第2レンズとの2枚より構成され、

第1レンズ群に配置された2枚のレンズのうち少なくとも1枚はプラスチックレンズであり、

第2レンズ群は、少なくとも1枚のプラスチックレンズを含む3枚以下のレンズより構成され、

第1レンズ群の焦点距離を f_1 、第2レンズ群の焦点距離を f_2 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、前記第1レンズと第2レンズとの光軸上の間隔を d_2 、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第1レンズのd線に対する屈折率を n_d1 、アッベ数を ν_d1 としたとき、以下の条件式

$$1.6 < |f_1| / f_w < 2.5 \quad \dots (1)$$

$$1.6 < f_2 / f_w < 2.4 \quad \dots (2)$$

$$0.32 < d_2 / f_w < 0.70 \quad \dots (3)$$

$$2.5 < f_t / f_w < 4.5 \quad \dots (4)$$

$$1.48 < n_{d1} < 1.61 \quad \dots (7)$$

$$v_{d1} > 50 \quad \dots (8)$$

を満足することを特徴とするものである。

[0017] 以上述べた本発明のズームレンズは、広角端において、第1レンズの物体側レンズ面から結像面までの光軸上の距離を TL_w 、広角端における全系の焦点距離を f_w としたとき、以下の条件式

$$5.8 < TL_w / f_w < 8.4 \quad \dots (9)$$

を満足するものであることがより望ましい。

[0018] また本発明のズームレンズにおいて、前記第2レンズはプラスチックレンズであることが望ましい。

[0019] さらに本発明のズームレンズにおいては、前記第1レンズもプラスチックレンズであることが望ましい。

[0020] また、本発明のズームレンズにおいて、第2レンズ群は物体側より順に、正の屈折力を有する第3レンズ、負の屈折力を有する第4レンズおよび、正の屈折力を有する第5レンズより構成されていることが望ましい。

[0021] また、本発明のズームレンズにおいて、第2レンズ群を構成するレンズは全てプラスチックレンズであることが望ましい。

[0022] また、本発明のズームレンズは、前記第1レンズの物体側レンズ面から像側レンズ面までの光軸上の距離を D_1 、広角端における全系の焦点距離を f_w としたとき、以下の条件式

$$0.7 < D_1 / f_w < 1.2 \quad \dots (10)$$

を満足するものであることが望ましい。

さらに、本発明のズームレンズにおいては、第1レンズ群に配置された第1レンズの物体側レンズ面が、近軸領域で凹面であることが望ましい。

[0023] また、本発明のズームレンズにおいて、前記(2)、(3)、(4)、(5)、(6)、(8)、(9)および(10)式で示した各条件のより望ましい範囲は下記の通りである。

[0024] $1.7 < f_2 / f_w < 2.3 \quad \dots (2')$

$$0.32 < d_2 / f_w < 0.55 \quad \dots (3')$$

$$2.7 < f_t / f_w < 4.5 \quad \dots (4')$$

$$1.56 < n_{d2} < 1.65 \quad \dots (5')$$

$$\nu_{d2} < 29 \quad \dots (6')$$

$$\nu_{d1} > 52 \quad \dots (8')$$

$$6.0 < TL_w / f_w < 8.2 \quad \dots (9')$$

$$0.8 < D_1 / f_w < 1.1 \quad \dots (10')$$

また、本発明のズームレンズにおいては、第1レンズ群を構成する2枚のレンズがともにプラスチックレンズであることが好ましい。

[0025] また本発明のズームレンズにおいては、第2レンズ群が物体側より順に、正の屈折力を有する第3レンズ、負の屈折力を有する第4レンズ、正の屈折力を有する第5レンズより構成され、それらのレンズはそれぞれ、

前記第3レンズのd線に対する屈折率を n_{d3} 、屈折率を ν_{d3} としたとき、

$$1.48 < n_{d3} < 1.61 \quad \dots (11)$$

$$\nu_{d3} > 50 \quad \dots (12)、さらに好ましくは、\nu_{d3} > 52 \quad \dots (12')$$

を満足し、前記第4レンズのd線に対する屈折率を n_{d4} 、屈折率を ν_{d4} としたとき、

$$1.56 < n_{d4} < 1.68 \quad \dots (13)$$

$$\nu_{d4} < 33 \quad \dots (14)、さらに好ましくは、\nu_{d4} < 29 \quad \dots (14')$$

を満足し、前記第5レンズのd線に対する屈折率を n_{d5} 、屈折率を ν_{d5} としたとき、

$$1.48 < n_{d5} < 1.61 \quad \dots (15)$$

$$\nu_{d5} > 50 \quad \dots (16)、さらに好ましくは、\nu_{d5} > 52 \quad \dots (16')$$

を満足する材料で構成されていることが望ましい。

[0026] 上記条件式 (11)、(12)、(13)、(14)、(15) および (16) は、それらのうちのいずれか1つ乃至5つが満足されてもよい。

[0027] なお、本発明のズームレンズにおいては、温度変化による光学特性の変動等を十分に考慮してパワー配置を適切に設定することによって、全てのレンズをプラスチックレンズとすることもできる。

[0028] さらに本発明のズームレンズにおいては、広角端において、無限遠物体合焦時の最外角光線の主光線の射出角度（像面の法線に対する角度）を α_w としたとき、以下の条件式

$8^\circ < \alpha_w < 12^\circ \quad \dots (17)$ 、さらに好ましくは、 $9^\circ < \alpha_w < 11^\circ \quad \dots (17')$ を満足することが好ましい。

[0029] また本発明のズームレンズにおいては、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して、第2レンズ群全体、または第2レンズ群に配置された一部のレンズを光軸に沿って移動させる構成となっていることが好ましい。より具体的には、第2レンズ群を物体側より順に、正の屈折力を有する第3レンズ、負の屈折力を有する第4レンズ、正の屈折力を有する第5レンズより構成したとき、第5レンズのみを光軸に沿って移動させる構成であることが好ましい。

[0030] 他方、本発明による撮像装置は、以上説明した本発明による第1あるいは第2のズームレンズを備えたことを特徴とするものである。

発明の効果

[0031] 本発明によるズームレンズは実質的に、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とからなり、広角端から望遠端に変倍する際に、第1レンズ群は像面側に凸状の軌跡を描くように移動し、第2レンズ群は物体側に単調移動し、絞りは第2レンズ群と一体で移動するように構成され、第1レンズ群は、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有する第2レンズとの2枚より構成され、第1レンズ群に配置された2枚のレンズのうち少なくとも1枚はプラスチックレンズであり、第2レンズ群は、少なくとも1枚のプラスチックレンズを含む3枚以下

のレンズより構成され、第1レンズ群の焦点距離を f_1 、第2レンズ群の焦点距離を f_2 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、前記第1レンズと第2レンズとの光軸上の間隔を d_2 、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第1レンズの d 線に対する屈折率を n_{d1} 、アッベ数を ν_{d1} 、前記第2レンズの d 線に対する屈折率を n_{d2} 、アッベ数を ν_{d2} としたとき、前記条件式 (1) ~ (6) を満足し (第1のズームレンズの場合)、あるいは前記条件式 (1) ~ (4)、(7) および (8) を満足する (第2のズームレンズの場合) ように構成されているので、プラスチックレンズを採用して低コスト化を達成するとともに、少ないレンズ枚数で3倍乃至4倍程度の変倍比を確保しつつ、各レンズのパワーを最適に設定することで良好な光学性能を実現できるものとなる。

[0032] 以下、上に述べた効果についてさらに詳しく説明する。条件式 (1) は、第1レンズ群の焦点距離と広角端における全系の焦点距離の関係を規定しており、その下限値以下になると、色収差を抑えようとしたとき、第1レンズ群を構成する各レンズのパワーが強くなり、それに伴って第2レンズ群を構成するレンズのパワーも強くなってしまい、諸収差のバランス取ることが非常に困難になる。特に、像面湾曲と歪曲収差の補正が困難になる。さらに、第1レンズ群を構成するレンズの製造誤差や組立誤差の許容量が少なくなってしまうため好ましくない。また、第1レンズ群中にプラスチックレンズを用いるに当たり、レンズのパワーが強過ぎると、温度による屈折率変化に伴って像面位置の変動などが起こるので、好ましくない。逆に (1) 式の上限值以上になると、変倍時の第1レンズ群の移動量が大きくなるとともに、光学全長が大きくなってしまい、好ましくない。条件式 (1) を満足している場合は、以上の不具合を防止することができる。

[0033] 条件式 (2) は、第2レンズ群の焦点距離と広角端における全系の焦点距離の関係を規定しており、その下限値以下になると、第2レンズ群を構成する各レンズのパワーが強くなり、球面収差の補正が困難になる。さらに、第2レンズ群を構成するレンズの製造誤差や組立誤差の許容量が少なくなっ

しまうため好ましくない。また、第2レンズ群中に、プラスチックレンズを用いるに当たり、レンズのパワーが強過ぎる、温度による屈折率変化に伴って像面位置の変動などが起こるので、好ましくない。逆に(2)式の上限值以上になると、変倍時の第2レンズ群の移動量が増大するとともに、バックフォーカスが大きくなり、レンズ系全体が大型化してしまうため好ましくない。条件式(2)を満足している場合は、以上の不具合を防止することができる。

[0034] 条件式(3)は、第1レンズ群に配置された第1レンズと第2レンズの間隔と広角端における全系の焦点距離の関係を規定しており、その下限値以下になると、コンパクト化には有利になるが、球面収差の補正が難しくなるため好ましくない。逆に上限値以上になると、第1レンズ群全体が大型化してしまうため、好ましくない。条件式(3)を満足している場合は、以上の不具合を防止することができる。また、本発明のズームレンズにおいては、第1レンズ群の少なくとも1枚のレンズをプラスチックで構成しているが、プラスチックレンズのコバ(フランジ)形状と、第1レンズおよび第2レンズの保持方法の点からも、条件式(3)の範囲を外れない方が好ましい。

[0035] 条件式(4)は、広角端および望遠端の焦点距離の関係、つまり、変倍比を規定しており、その下限値以下になると、ズームレンズとしての有意性が小さくなってしまう。逆に、その上限値以上になると、レンズ系が大型化してしまう。また、このズームタイプにおいては、望遠端において明るさの低下が大きくなり過ぎてしまい、好ましくない。また、望遠端において、ある程度の明るさを確保しようとするれば、第2レンズ群への負担が大きくなり、少ないレンズ枚数での収差補正が困難になってしまう。条件式(4)を満足している場合は、以上の不具合を防止することができる。

[0036] 条件式(5)および条件式(7)はそれぞれ、第2レンズの屈折率、第1レンズの屈折率を規定しており、それらの条件式の下限值以下になると、収差の発生が大きくなってしまいうとともに、レンズの曲率(近似曲率)が大きくなって、第1レンズ群が厚くなってしまいうため好ましくない。また、前記

のように、低コスト化や軽量化等の目的によって、第1レンズ群に配置された2枚のレンズの少なくとも1枚をプラスチックレンズで構成しようとする場合、それらの条件式の上限值以上となるような材料で構成すると、非点収差や倍率色収差の補正のバランスをとることが困難になり、好ましくない。条件式(5)あるいは(7)を満足している場合は、以上の不具合を防止することができる。

[0037] 条件式(6)および条件式(8)はそれぞれ、第2レンズのアッベ数、第1レンズのアッベ数を規定しており、それらの条件式の範囲を外れると、第1レンズと第2レンズとのアッベ数の差が小さくなり、色収差の補正が困難になる。また、条件式(6)あるいは(8)の範囲を外れると、色収差補正のために、第1レンズ群に配置された他方のレンズ(条件式(6)で第2レンズのアッベ数を規定する場合は第1レンズがこの「他方のレンズ」であり、条件式(8)で第1レンズのアッベ数を規定する場合は第2レンズがこの「他方のレンズ」である)のパワーも強くする必要があり、特に、広角端において像面湾曲や歪曲収差の補正が困難になるため、好ましくない。条件式(6)あるいは(8)を満足している場合は、以上の不具合を防止することができる。

[0038] 以上の効果は、条件式(2)、(3)、(4)、(5)、(6)、(8)の範囲の中で特にそれぞれ、条件式(2')、(3')、(4')、(5')、(6')、(8')が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

[0039] 一方、本発明のズームレンズにおいて特に前記条件式(9)が満足されている場合は、下記の効果を得ることができる。すなわちこの条件式(9)は、広角端における光学全長と焦点距離の関係を規定しており、その下限値以下になると、コンパクトに構成することができるが、各レンズのパワーが強くなって、収差補正が困難になるとともに、レンズの製造誤差や組立誤差の許容量が少なくなってしまうため好ましくない。逆に上限値以上になると、レンズ全長が大きくなってしまうので、好ましくない。条件式(9)を満足している場合は、以上の不具合を防止することができる。

[0040] 以上の効果は、条件式（９）の範囲の中で特に条件式（９'）が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

[0041] また、本発明のズームレンズにおいて特に前記条件式（１０）が満足されている場合は、下記の効果を得ることができる。すなわち、この条件式（１０）の下限值以下になると、小型化には有利であるが、条件式（３）で規定したように第１レンズと第２レンズの空気間隔を一定以上確保した上で、条件式（１０）の値を小さくして小型化を図るためには、第１レンズや第２レンズを小さく、あるいは、薄く構成する必要があるが、歪曲収差の補正が困難になったり、色収差の補正のバランスが取れなくなったりしてしまうため、好ましくない。また、第１レンズ群の材料をプラスチックで構成することにより無理が生じてくる。逆に上限値以上になると、第１レンズ群が大型化してしまうため好ましくない。条件式（１０）を満足している場合は、以上の不具合を防止することができる。

[0042] 以上の効果は、条件式（１０）の範囲の中で特に条件式（１０'）が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

[0043] また、本発明のズームレンズにおいて特に、第１レンズ群を構成する２枚のレンズが共にプラスチックレンズとされた場合は、下記の効果を得ることができる。すなわち、第１レンズ群中に少なくとも１枚のプラスチックレンズを用いる場合、第１レンズ群は、負レンズ、正レンズ各々１枚ずつで構成されているので、温度変化に伴う像面変動を考慮したとき、共にプラスチックレンズであれば、それぞれのパワーが打ち消し合うようにする上で有利である。また、良好な光学性能を得るためには、第１レンズ群には非球面レンズを用いることが好ましいが、第１レンズ群を構成する２枚のレンズが共にプラスチックレンズであれば、非球面レンズをガラスで構成する場合に比べて低コスト化が実現される。

[0044] また本発明のズームレンズにおいて特に、第２レンズ群が物体側より順に、正の屈折力を有する第３レンズ、負の屈折力を有する第４レンズ、正の屈折力を有する第５レンズより構成され、それらのレンズがそれぞれ前記（１

１）、（１２）、（１３）（１４）、（１５）および（１６）式を満足する材料で構成されている場合は、下記の効果を得ることができる。すなわち、少なくとも１枚のプラスチックレンズを含む第２レンズ群において、正レンズをプラスチック材料で構成する場合には、アッベ数が５５程度、負レンズをプラスチック材料で構成する場合には、アッベ数が２５程度の材料を用いることが好ましいが、他のレンズが上記条件式（１１）～（１６）式を満足する材料で構成されていると、像面湾曲や球面収差をバランス良く補正する上で有利となる。

[0045] さらに、上記条件式（１１）～（１６）を満足することによって、第２レンズ群を構成するレンズを比較的安価な硝種やプラスチックで構成することができ、低コスト化を実現できる。

[0046] 以上の効果は、条件式（１２）、（１４）、（１６）の範囲の中で特にそれぞれ条件式（１２'）、（１４'）、（１６'）が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

[0047] また本発明のズームレンズにおいて特に、広角端において、無限遠物体合焦時の最外角光線の主光線の射出角度（像面の法線に対する角度）を α_w としたとき、前記条件式（１７）が満足されている場合は、撮像素子での周辺光量低下を防止することができる。この効果は、条件式（１７）に代えて条件式（１７'）が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

[0048] また本発明のズームレンズにおいて特に、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して、第２レンズ群全体、または、第２レンズ群に配置された一部のレンズを光軸に沿って移動させる構成となっている場合は、下記の効果を得ることができる。すなわち、第１レンズ群全体を繰り出してフォーカスする構成を採用した場合は、第１レンズ群の有効径が大きくなったり、外径の大きなレンズを動かす必要が生じたりするが、第２レンズ群全体、または、第２レンズ群に配置された一部のレンズを移動させる場合は、そのような問題を回避することが可能になる。

[0049] 以上の効果は、第２レンズ群を物体側より順に、正の屈折力を有する第３

レンズ、負の屈折力を有する第4レンズ、正の屈折力を有する第5レンズより構成し、第5レンズのみを光軸に沿って移動させる構成とした場合に、より顕著なものとなる。

[0050] また、本発明のズームレンズにおいて特に、第1レンズ群に配置された第1レンズの物体側レンズ面が近軸領域で凹面とされた場合は、軸上色収差と倍率色収差をバランス良く補正することが可能になる。

[0051] 他方、本発明による撮像装置は、以上説明した効果を奏する本発明のズームレンズを備えたものであるから、良好な光学性能を備えた上で低コスト化を達成できるものとなる。

図面の簡単な説明

- [0052] [図1]本発明の実施例1にかかるズームレンズのレンズ構成を示す断面図
[図2]本発明の実施例2にかかるズームレンズのレンズ構成を示す断面図
[図3]本発明の実施例3にかかるズームレンズのレンズ構成を示す断面図
[図4]本発明の実施例4にかかるズームレンズのレンズ構成を示す断面図
[図5]本発明の実施例5にかかるズームレンズのレンズ構成を示す断面図
[図6]本発明の実施例6にかかるズームレンズのレンズ構成を示す断面図
[図7]本発明の実施例7にかかるズームレンズのレンズ構成を示す断面図
[図8]本発明の実施例8にかかるズームレンズのレンズ構成を示す断面図
[図9]本発明の実施例9にかかるズームレンズのレンズ構成を示す断面図
[図10]本発明の実施例10にかかるズームレンズのレンズ構成を示す断面図
[図11]本発明の実施例11にかかるズームレンズのレンズ構成を示す断面図
[図12] (A) ~ (H) は本発明の実施例1のズームレンズの各収差図
[図13] (A) ~ (H) は本発明の実施例2のズームレンズの各収差図
[図14] (A) ~ (H) は本発明の実施例3のズームレンズの各収差図
[図15] (A) ~ (H) は本発明の実施例4のズームレンズの各収差図
[図16] (A) ~ (H) は本発明の実施例5のズームレンズの各収差図
[図17] (A) ~ (H) は本発明の実施例6のズームレンズの各収差図
[図18] (A) ~ (H) は本発明の実施例7のズームレンズの各収差図

[図19] (A) ~ (H) は本発明の実施例 8 のズームレンズの各収差図

[図20] (A) ~ (H) は本発明の実施例 9 のズームレンズの各収差図

[図21] (A) ~ (H) は本発明の実施例 10 のズームレンズの各収差図

[図22] (A) ~ (H) は本発明の実施例 11 のズームレンズの各収差図

[図23] 本発明の実施形態にかかる撮像装置の概略構成図

発明を実施するための形態

[0053] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図 1 は、本発明の実施形態にかかるズームレンズの構成例を示す断面図であり、後述の実施例 1 のズームレンズに対応している。また、図 2 ~ 図 11 は、本発明の実施形態にかかる別の構成例を示す断面図であり、それぞれ後述の実施例 2 ~ 11 のズームレンズに対応している。図 1 ~ 図 11 に示す例の基本的な構成は、図 10 の実施例では第 2 レンズ群 G 2 が 2 枚のレンズからなる点を除いて、その他は互いに同様であり、図示方法も同様であるので、ここでは主に図 1 を参照しながら、本発明の実施形態にかかるズームレンズについて説明する。

[0054] 図 1 では、左側が物体側、右側が像側として、(A) は無限遠合焦状態であつ広角端（最短焦点距離状態）での光学系配置を、(B) は無限遠合焦状態であつ望遠端（最長焦点距離状態）での光学系配置を示している。これは、後述する図 2 ~ 11 においても同様である。

[0055] 本発明の実施形態にかかるズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 とがレンズ群として配列されてなる。また第 2 レンズ群 G 2 には、開口絞り S t が含まれている。ここに示す開口絞り S t は必ずしも大きさや形状を表すものではなく、光軸 Z 上の位置を示すものである。

[0056] なお、図 1 には、第 2 レンズ群 G 2 と像面 S i m との間に、平行平板状の光学部材 P P が配置された例を示している。ズームレンズを撮像装置に適用する際には、レンズを装着するカメラ側の構成に応じて、光学系と像面 S i m の間にカバーガラス、赤外線カットフィルタやローパスフィルタなどの各

種フィルタ等を配置することが好ましい。光学部材 P P は、これらカバーガラスや各種フィルタ等を想定したものである。また、近年の撮像装置は高画質化のために各色毎に C C D を用いる 3 C C D 方式を採用しているものがあり、この 3 C C D 方式に対応するためには、色分解プリズム等の色分解光学系をレンズ系と像面 S i m の間に挿入することになる。その場合には、光学部材 P P の位置に色分解光学系を配置してもよい。

[0057] このズームレンズは、広角端から望遠端に変倍する際に、第 1 レンズ群 G 1 は像面 S i m 側に凸状の軌跡を描くように移動し、第 2 レンズ群 G 2 は物体側に単調移動し、開口絞り S t は第 2 レンズ群 G 2 と一体で移動するように構成されている。図 1 には、広角端から望遠端へ変倍するときの第 1 レンズ群 G 1 および第 2 レンズ群 G 2 の移動軌跡を、(A) と (B) との間に付した実線の矢印で模式的に示している。

[0058] 第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ L 1 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ L 1 2 とから構成されている。ここで、例えば図 1 に示す例のように、第 1 レンズ L 1 1 は両凹形状のレンズとし、第 2 レンズ L 1 2 は正メニスカス形状のレンズとすることができる。本発明のズームレンズにおいて、これらの第 1 レンズ L 1 1 および第 2 レンズ L 1 2 の少なくとも 1 枚はプラスチックレンズとされるが、本実施例では特に双方ともプラスチックレンズとされている。

[0059] 本発明のズームレンズにおいて第 2 レンズ群 G 2 は、少なくとも 1 枚のプラスチックレンズを含む 3 枚以下のレンズより構成されるが、図 1 の構成において第 2 レンズ群 G 2 は、物体側より順に、正の屈折力を有する第 3 レンズ L 2 1、負の屈折力を有する第 4 レンズ L 2 2、および正の屈折力を有する第 5 レンズ L 2 3 より構成されている。例えば図 1 の例のように上記第 3 レンズ L 2 1 は両凸形状のレンズ、上記第 4 レンズ L 2 2 は両凹形状のレンズ、第 5 レンズ L 2 3 は正メニスカス形状のレンズとすることができる。なお図 1 の構成では特に、第 2 レンズ群 G 2 の全てのレンズ L 2 1、L 2 2、および L 2 3 がプラスチックレンズとされている。

[0060] ここで、図2～図11の構成におけるレンズ材料に関して説明すると、図6の第1レンズL11、第3レンズL21および第4レンズL22、並びに図8の第5レンズL23以外は全てプラスチックレンズとされている。

[0061] 以上説明の通り、第1レンズ群G1を2枚のレンズから構成するとともに第2レンズ群G2を3枚のレンズから構成した上で、第1レンズL11および第2レンズL12の少なくとも1枚をプラスチックレンズ（より好ましくは双方ともプラスチックレンズ）とし、そして第3レンズL21、第4レンズL22および第5レンズL23のうちの少なくとも1枚をプラスチックレンズ（より好ましくは3枚ともプラスチックレンズ）とすることにより、低コスト化を達成するとともに、少ないレンズ枚数で3倍乃至4倍程度の変倍比を確保しつつ、各レンズのパワーを最適に設定することで良好な光学性能を実現できるようになる。

[0062] なお、図1～図11の構成のうち特に図10の構成では、その他の構成と異なって、第2レンズ群G2が2枚のレンズつまり第3レンズL21および第4レンズL22から構成されているが、この構成においても上記の作用、効果を得ることができる。

[0063] また本ズームレンズは、第1レンズ群G1の焦点距離を f_1 、第2レンズ群G2の焦点距離を f_2 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、第1レンズL11と第2レンズL12との光軸上の間隔を d_2 、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、第1レンズL11の d 線に対する屈折率を n_{d2} 、アッベ数を ν_{d2} 、第2レンズL12の d 線に対する屈折率を n_{d2} 、アッベ数を ν_{d2} としたとき、以下の条件式

$$1.6 < |f_1| / f_w < 2.5 \quad \dots (1)$$

$$1.6 < f_2 / f_w < 2.4 \quad \dots (2)$$

$$0.32 < d_2 / f_w < 0.60 \quad \dots (3)$$

$$2.5 < f_t / f_w < 4.5 \quad \dots (4)$$

$$1.56 < n_{d2} < 1.66 \quad \dots (5)$$

$$\nu_{d2} < 33 \quad \dots (6)$$

$$1.48 < n_{d1} < 1.61 \quad \cdots (7)$$

$$\nu_{d1} > 50 \quad \cdots (8)$$

を満足している。

[0064] なお、以上の条件式(1)～(8)で規定される各条件の数値例を、実施例毎にまとめて表34に示してある。またこの表34には、後述する条件式(9)～(17)で規定される各条件の数値例も併せて示してある。

[0065] さらに本ズームレンズにおいては、広角端において、第1レンズL11の物体側レンズ面から結像面までの光軸上の距離をTLw、広角端における全系の焦点距離をfwとしたとき、以下の条件式

$$5.8 < TLw / fw < 8.4 \quad \cdots (9)$$

を満足している。

[0066] また本ズームレンズにおいては、第1レンズL11の物体側レンズ面から像側レンズ面までの光軸上の距離をD1、広角端における全系の焦点距離をfwとしたとき、以下の条件式

$$0.7 < D1 / fw < 1.2 \quad \cdots (10)$$

を満足している。

[0067] さらに本ズームレンズにおいては、第1レンズ群G1に配置された第1レンズL11の物体側レンズ面が、近軸領域で凹面であることが望ましく、実施例1～3および7においてはそのように構成されている。

[0068] また本ズームレンズにおいて、前記(2)、(3)、(4)、(5)、(6)、(8)、(9)および(10)式で示した各条件は、より望ましくは下記の範囲に設定される。

[0069] $1.7 < f_2 / fw < 2.3 \quad \cdots (2')$

$$0.32 < d_2 / fw < 0.55 \quad \cdots (3')$$

$$2.7 < f_t / fw < 4.5 \quad \cdots (4')$$

$$1.56 < n_{d2} < 1.65 \quad \cdots (5')$$

$$\nu_{d2} < 29 \quad \cdots (6')$$

$$\nu_{d1} > 52 \quad \cdots (8')$$

$$6. \quad 0 < TL_w / f_w < 8.2 \quad \dots (9')$$

$$0.8 < D1 / f_w < 1.1 \quad \dots (10')$$

また本ズームレンズにおいては、第2レンズ群G2が物体側より順に、正の屈折力を有する第3レンズL21、負の屈折力を有する第4レンズL22、正の屈折力を有する第5レンズL23より構成され、それらのレンズはそれぞれ、第3レンズL21のd線に対する屈折率を n_{d3} 、屈折率を ν_{d3} としたとき、

$$1.48 < n_{d3} < 1.61 \quad \dots (11)$$

$$\nu_{d3} > 50 \quad \dots (12)、さらに好ましくは、\nu_{d3} > 52 \quad \dots (12')$$

を満足し、第4レンズL22のd線に対する屈折率を n_{d4} 、屈折率を ν_{d4} としたとき、

$$1.56 < n_{d4} < 1.68 \quad \dots (13)$$

$$\nu_{d4} < 33 \quad \dots (14)、さらに好ましくは、\nu_{d4} < 29 \quad \dots (14')$$

を満足し、第5レンズL23のd線に対する屈折率を n_{d5} 、屈折率を ν_{d5} としたとき、

$$1.48 < n_{d5} < 1.61 \quad \dots (15)$$

$$\nu_{d5} > 50 \quad \dots (16)、さらに好ましくは、\nu_{d5} > 52 \quad \dots (16')$$

を満足する材料で構成されていることが望ましい。

[0070] 上記条件式(11)、(12)、(13)、(14)、(15)および(16)は、それらのうちのいずれか1つ乃至5つが満足されてもよい。

[0071] さらに本ズームレンズにおいては、広角端において、無限遠物体合焦時の最外角光線の主光線の射出角度（像面の法線に対する角度）を α_w としたとき、以下の条件式

$$8^\circ < \alpha_w < 12^\circ \quad \dots (17)、さらに好ましくは、9^\circ < \alpha_w < 11^\circ \quad \dots (17')$$

を満足することが好ましい。

[0072] また本ズームレンズにおいては、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して、第2レンズ群G2全体、または第2レンズ群G2に配置された一部のレンズを光軸に沿って移動させる構成となっていることが好ましい。より具体的には、第2レンズ群G2を物体側より順に、正の屈折力を有する第3レンズL21、負の屈折力を有する第4レンズL22、正の屈折力を有する第5レンズL23より構成したとき、第5レンズL23のみを光軸に沿って移動させる構成であることが好ましい。

[0073] 以下、上記各条件式で規定された構成による作用、効果について説明する。

[0074] 条件式(1)は、第1レンズ群G1の焦点距離と広角端における全系の焦点距離の関係を規定しており、その下限値以下になると、色収差を抑えようとしたとき、第1レンズ群G1を構成する各レンズL11、L12のパワーが強くなり、それに伴って第2レンズ群G2を構成するレンズL21、L22、L23のパワーも強くなってしまい、諸収差のバランス取ることが非常に困難になる。特に、像面湾曲と歪曲収差の補正が困難になる。さらに、第1レンズ群G1を構成するレンズの製造誤差や組立誤差の許容量が少なくなってしまうため好ましくない。また、第1レンズ群G1中にプラスチックレンズを用いるに当たり、レンズのパワーが強過ぎると、温度による屈折率変化に伴って像面位置の変動などが起こるので、好ましくない。逆に(1)式の上限值以上になると、変倍時の第1レンズ群G1の移動量が大きくなるとともに、光学全長が大きくなってしまい、好ましくない。条件式(1)を満足している場合は、以上の不具合を防止することができる。

[0075] 条件式(2)は、第2レンズ群G2の焦点距離と広角端における全系の焦点距離の関係を規定しており、その下限値以下になると、第2レンズ群G2を構成する各レンズL21、L22、L23のパワーが強くなり、球面収差の補正が困難になる。さらに、第2レンズ群G2を構成するレンズの製造誤差や組立誤差の許容量が少なくなってしまうため好ましくない。また、第2レンズ群G2中に、プラスチックレンズを用いるに当たり、レンズのパワー

が強過ぎると、温度による屈折率変化に伴って像面位置の変動などが起こるので、好ましくない。逆に（２）式の上限值以上になると、変倍時の第２レンズ群Ｇ２の移動量が増大するとともに、バックフォーカスが大きくなり、レンズ系全体が大型化してしまうため好ましくない。条件式（２）を満足している場合は、以上の不具合を防止することができる。

[0076] 条件式（３）は、第１レンズ群Ｇ１に配置された第１レンズＬ１１と第２レンズＬ１２の間隔と広角端における全系の焦点距離の関係を規定しており、その下限値以下になると、コンパクト化には有利になるが、球面収差の補正が難しくなるため好ましくない。逆に上限値以上になると、第１レンズ群Ｇ１全体が大型化してしまうため、好ましくない。条件式（３）を満足している場合は、以上の不具合を防止することができる。また、本ズームレンズにおいては、第１レンズ群Ｇ１の少なくとも１枚のレンズをプラスチックで構成しているが、プラスチックレンズのコバ（フランジ）形状と、第１レンズＬ１１および第２レンズＬ１２の保持方法の点からも、条件式（３）の範囲を外れない方が好ましい。

[0077] 条件式（４）は、広角端および望遠端の焦点距離の関係、つまり、変倍比を規定しており、その下限値以下になると、ズームレンズとしての有意性が小さくなってしまう。逆に、その上限値以上になると、レンズ系が大型化してしまう。また、このズームタイプにおいては、望遠端において明るさの低下が大きくなり過ぎてしまい、好ましくない。また、望遠端において、ある程度の明るさを確保しようとするれば、第２レンズ群Ｇ２への負担が大きくなり、少ないレンズ枚数での収差補正が困難になってしまう。条件式（４）を満足している場合は、以上の不具合を防止することができる。

[0078] 条件式（５）および条件式（７）はそれぞれ、第２レンズＬ１２の屈折率、第１レンズＬ１１の屈折率を規定しており、それらの条件式の下限值以下になると、収差の発生が大きくなってしまいうとともに、レンズの曲率（近似曲率）が大きくなって、第１レンズ群Ｇ１が厚くなってしまいうため好ましくない。また、低コスト化や軽量化等の目的によって、第１レンズ群Ｇ１に配

置された2枚のレンズの少なくとも1枚をプラスチックレンズで構成しようとする場合、それらの条件式の上限值以上となるような材料で構成すると、非点収差や倍率色収差の補正のバランスをとることが困難になり、好ましくない。条件式(5)あるいは(7)を満足している場合は、以上の不具合を防止することができる。

[0079] なお、上記条件式(5)および(7)の双方が満足されるのがより望ましいが、それらの一方のみが満足される場合でも、上記の効果を得ることができる。

[0080] 条件式(6)および条件式(8)はそれぞれ、第2レンズL12のアップベ数、第1レンズL11のアップベ数を規定しており、それらの条件式の範囲を外れると、第1レンズL11と第2レンズL12とのアップベ数の差が小さくなり、色収差の補正が困難になる。また、条件式(6)あるいは(8)の範囲を外れると、色収差補正のために、第1レンズ群に配置された他方のレンズ(条件式(6)で第2レンズL12のアップベ数を規定する場合は第1レンズL11がこの「他方のレンズ」であり、条件式(8)で第1レンズL11のアップベ数を規定する場合は第2レンズL12がこの「他方のレンズ」である)のパワーも強くする必要があり、特に、広角端において像面湾曲や歪曲収差の補正が困難になるため、好ましくない。条件式(6)あるいは(8)を満足している場合は、以上の不具合を防止することができる。

[0081] なお、上記条件式(6)および(8)の双方が満足されるのがより望ましいが、それらの一方のみが満足される場合でも、上記の効果を得ることができる。

[0082] 以上の効果は、条件式(2)、(3)、(4)、(5)、(6)、(8)の範囲の中で特にそれぞれ、前述の条件式(2')、(3')、(4')、(5')、(6')、(8')が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

[0083] 一方、本ズームレンズにおいて特に前記条件式(9)が満足されている場合は、下記の効果を得ることができる。すなわちこの条件式(9)は、広角

端における光学全長と焦点距離の関係を規定しており、その下限値以下になると、コンパクトに構成することができるが、各レンズのパワーが強くなって、収差補正が困難になるとともに、レンズの製造誤差や組立誤差の許容量が少なくなってしまうため好ましくない。逆に上限値以上になると、レンズ全長が大きくなってしまうので、好ましくない。条件式（９）を満足している場合は、以上の不具合を防止することができる。

[0084] 以上の効果は、条件式（９）の範囲の中で特に条件式（９'）が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

[0085] また、本ズームレンズにおいて特に前記条件式（１０）が満足されている場合は、下記の効果を得ることができる。すなわち、この条件式（１０）の下限値以下になると、小型化には有利であるが、条件式（３）で規定したように第１レンズ L_{11} と第２レンズ L_{12} の空気間隔を一定以上確保した上で、条件式（１０）の値を小さくして小型化を図るためには、第１レンズ L_{11} や第２レンズ L_{12} を小さく、あるいは、薄く構成する必要があるが、歪曲収差の補正が困難になったり、色収差の補正のバランスが取れなくなったりしてしまうため、好ましくない。また、第１レンズ群 G_1 の材料をプラスチックで構成することに無理が生じてくる。逆に上限値以上になると、第１レンズ群 G_1 が大型化してしまうため好ましくない。条件式（１０）を満足している場合は、以上の不具合を防止することができる。

[0086] 以上の効果は、条件式（１０）の範囲の中で特に条件式（１０'）が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

[0087] また、本ズームレンズにおいて特に、第１レンズ群 G_1 を構成する２枚のレンズ L_{11} 、 L_{12} が共にプラスチックレンズとされた場合は、下記の効果を得ることができる。すなわち、第１レンズ群 G_1 中に少なくとも１枚のプラスチックレンズを用いる場合、第１レンズ群 G_1 は、負レンズである第１レンズ L_{11} 、正レンズである第２レンズ L_{12} から構成されているので、温度変化に伴う像面変動を考慮したとき、共にプラスチックレンズであれば、それぞれのパワーが打ち消し合うようにする上で有利である。また、良

好な光学性能を得るためには、第1レンズ群G1には非球面レンズを用いることが好ましいが、第1レンズ群G1を構成する2枚のレンズL11、L12が共にプラスチックレンズであれば、非球面レンズをガラスで構成する場合に比べて低コスト化が実現される。

[0088] また本ズームレンズにおいて特に、第2レンズ群G2が物体側より順に、正の屈折力を有する第3レンズL21、負の屈折力を有する第4レンズL22、正の屈折力を有する第5レンズL23より構成され、それらのレンズがそれぞれ前記(11)、(12)、(13)(14)、(15)および(16)式を満足する材料で構成されている場合は、下記の効果を得ることができる。すなわち、少なくとも1枚のプラスチックレンズを含む第2レンズ群G2において、正レンズをプラスチック材料で構成する場合には、アッベ数が55程度、負レンズをプラスチック材料で構成する場合には、アッベ数が25程度の材料を用いることが好ましいが、その他のレンズが上記条件式(11)～(16)を満足する材料で構成されていると、像面湾曲や球面収差をバランス良く補正する上で有利となる。

[0089] さらに、上記条件式(11)～(16)を満足することによって、第2レンズ群G2を構成するレンズを比較的安価な硝種やプラスチックで構成することができ、低コスト化を実現できる。

[0090] 以上の効果は、条件式(12)、(14)、(16)の範囲の中で特にそれぞれ条件式(12')、(14')、(16')が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

[0091] また本ズームレンズにおいて特に、広角端において、無限遠物体合焦時の最外角光線の主光線の射出角度(像面の法線に対する角度)を α_w としたとき、前記条件式(17)が満足されている場合は、撮像素子での周辺光量低下を防止することができる。この効果は、条件式(17)に代えて条件式(17')が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

[0092] また本ズームレンズにおいて特に、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して、第2レンズ群G2全体、または、第2レンズ群G2に配置された

一部のレンズを光軸に沿って移動させる構成となっている場合は、下記の効果を得ることができる。すなわち、第1レンズ群G1全体を繰り出してフォーカスする構成を採用した場合は、第1レンズ群G1の有効径が大きくなったり、外径の大きなレンズを動かす必要が生じたりするが、第2レンズ群G2全体、または、第2レンズ群G2に配置された一部のレンズを移動させる場合は、そのような問題を回避することが可能になる。

[0093] 以上の効果は、第2レンズ群G2を物体側より順に、正の屈折力を有する第3レンズL21、負の屈折力を有する第4レンズL22、正の屈折力を有する第5レンズL23より構成し、第5レンズL23のみを光軸に沿って移動させる構成とした場合に、より顕著なものとなる。

[0094] また、本ズームレンズにおいて特に、第1レンズ群G1に配置された第1レンズL11の物体側レンズ面が近軸領域で凹面とされた場合は、軸上色収差と倍率色収差をバランス良く補正することが可能になる。

[0095] なお図1には、レンズ系と結像面との間に光学部材PPを配置した例を示したが、ローパスフィルタや特定の波長域をカットするような各種フィルタ等を配置する代わりに、各レンズの間にこれらの各種フィルタを配置してもよく、あるいは、いずれかのレンズのレンズ面に、各種フィルタと同様の作用を有するコートを施してもよい。

[0096] 次に、本発明のズームレンズの数値実施例について説明する。実施例1～11のズームレンズのレンズ断面図はそれぞれ図1～11に示したものである。

[0097] そして、実施例1のズームレンズの基本レンズデータを表1に、ズームに関するデータを表2に、非球面データを表3に示す。同様に、実施例2～11のズームレンズの基本レンズデータ、ズームに関するデータ、非球面データを表4～表33に示す。以下では、表中の記号の意味について、実施例1のものを例に挙げて説明するが、実施例2～11のものについても基本的に同様である。

[0098] 表1の基本レンズデータにおいて、Siの欄には最も物体側の構成要素の

物体側の面を 1 番目として像側に向かうに従い順次増加する i 番目 ($i = 1, 2, 3, \dots$) の面番号を示し、 R_i の欄には i 番目の面の曲率半径を示し、 D_i の欄には i 番目の面と $i + 1$ 番目の面との光軸 Z 上の面間隔を示している。なお、曲率半径の符号は、面形状が物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負としている。

[0099] また、基本レンズデータにおいて、 N_{dj} の欄には最も物体側のレンズを 1 番目として像側に向かうに従い順次増加する j 番目 ($j = 1, 2, 3, \dots$) の構成要素の d 線 (波長 587.6 nm) に対する屈折率を示し、 ν_{dj} の欄には j 番目の構成要素の d 線に対するアッペ数を示している。なお、基本レンズデータには、開口絞り S_t も含めて示しており、開口絞り S_t に相当する面の曲率半径の欄には、 ∞ (開口絞り) と記載している。

[0100] 表 1 の基本レンズデータにおける D_4 、 D_{11} は、変倍時に変化する面間隔である。 D_4 は第 1 レンズ群 G_1 と第 2 レンズ群 G_2 との間隔であり、 D_{11} は第 2 レンズ群 G_2 と光学部材 P_P との間隔である。ただし実施例 10 では、上記 D_{11} の代わりに D_9 を用いている。

[0101] 表 2 のズームに関するデータには、広角端、望遠端それぞれにおける、全系の焦点距離 (f)、 F 値 ($F_{no.}$)、全画角 (2ω)、変倍時に変化する各面間隔の値を示している。

[0102] 表 1 のレンズデータでは、非球面の面番号に * 印を付しており、非球面の曲率半径として近軸の曲率半径の数値を示している。表 3 の非球面データには、非球面の面番号と、各非球面に関する非球面係数を示す。表 3 の非球面データの数値の「 $E - n$ 」 (n : 整数) は、「 $\times 10^{-n}$ 」を意味する。なお、非球面係数は、下記非球面式における各係数 K_A 、 RA_m ($m = 3, 4, 5, \dots, 12$) の値である。

[0103]
$$Z_d = C \cdot h^2 / \{1 + (1 - K_A \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \sum RA_m \cdot h^m$$
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に垂直な平面に下ろした垂線の長さ)

h : 高さ (光軸からのレンズ面までの距離)

C : 近軸曲率半径の逆数

K A、R A m : 非球面係数 ($m = 3, 4, 5, \dots 12$)

以下に記載する表では、所定の桁で丸めた数値を記載している。また、以下に記載する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を用いているが、光学系は比例拡大又は比例縮小して使用することが可能であるので、他の適当な単位を用いることもできる。

[表1]

実施例1. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	N _d i (屈折率)	ν_d i (アッペ数)
*1	-45.7782	1.50	1.53389	56.0
*2	5.6000	2.60		
3	9.3453	2.00	1.63355	23.6
*4	15.9288	D4		
5	∞ (開口絞り)	0.40		
*6	7.6622	2.80	1.53389	56.0
7	-11.1702	0.23		
*8	-93.6000	0.80	1.63355	23.6
*9	10.0000	2.76		
*10	-14.0449	1.30	1.53389	56.0
*11	-7.5692	D11		
12	∞	0.80	1.51680	64.2
13	∞	6.81		

*:非球面

[表2]

実施例1. ズームに関するデータ

諸元	広角端	望遠端
f	6.96	19.69
Fno.	4.05	6.22
2ω	65.53	23.50
D4	19.18	2.05
D11	7.80	20.28

[表3]

実施例1. 非球面係数

面番号	1	2	4	6
KA	-7.1226025	0.6195752	0.0455753	-6.3422506
RA3	2.8527533E-03	1.3047539E-03	8.2616248E-05	-7.0098873E-04
RA4	-4.1473757E-04	1.9281865E-03	-6.5096304E-04	2.9006712E-03
RA5	1.1199128E-04	-1.1017867E-03	3.9845953E-04	-1.2675233E-03
RA6	2.3620192E-05	4.1238273E-04	-1.2520730E-04	2.8848355E-04
RA7	-1.2231466E-05	-6.2883982E-05	4.5479129E-06	4.0291067E-05
RA8	-1.5116175E-06	-2.2860711E-06	3.9213839E-06	-8.9289567E-06
RA9	6.9957609E-07	7.0291982E-07	-2.3604960E-07	-1.3182102E-05
RA10	1.7009286E-08	7.4810093E-08	-5.0184152E-08	3.1220073E-06
RA11	-1.8368261E-08	1.5817690E-08	-9.1998820E-09	
RA12	1.2875680E-09	-4.6616729E-09	2.1005738E-09	

面番号	8	9	10	11
KA	-9.9709349	-1.3798846	-0.5982977	-1.4767948
RA3	3.6107114E-03	3.8373369E-03	3.1690869E-03	2.8761485E-03
RA4	-1.2306536E-03	7.4428967E-04	-1.1018539E-04	-1.4342275E-03
RA5	9.4348643E-04	1.8179553E-04	-2.5170759E-04	1.3243839E-04
RA6	-4.2578700E-04	-5.1888543E-04	-1.3571412E-05	3.9758109E-06
RA7	-1.3836334E-04	-5.9873513E-05	-1.2394601E-05	-2.1589979E-05
RA8	1.2562966E-05	2.7863066E-05	-3.2572811E-06	-5.7942241E-06
RA9	3.7573813E-05	1.9831185E-05	-3.7427885E-06	1.5121874E-06
RA10	-6.6154532E-06	-1.9975453E-06	4.1063227E-06	1.4766951E-06

[表4]

実施例2. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Nd (屈折率)	ν_d (アッペ数)
*1	-36.1723	1.50	1.53389	56.0
*2	5.6000	2.55		
3	12.8834	2.00	1.63355	23.6
*4	27.2216	D4		
5	∞ (開口絞り)	0.40		
*6	6.4362	2.80	1.53389	56.0
7	-13.9341	0.10		
*8	-20.4829	1.50	1.63355	23.6
*9	19.5276	2.89		
*10	-36.9597	1.30	1.53389	56.0
*11	-13.2374	D11		
12	∞	0.80	1.51680	64.2
13	∞	5.69		

*:非球面

[表5]

実施例2. ズームに関するデータ

諸元	広角端	望遠端
f	7.38	20.88
Fno.	4.15	6.71
2 ω	62.54	22.21
D4	15.84	1.64
D11	7.96	21.70

[表6]

実施例2. 非球面係数

面番号	1	2	4	6
KA	-8.3339294	0.2950461	0.1809931	-5.2520007
RA3	2.5107278E-03	1.0759732E-03	2.0720108E-04	-7.4536474E-04
RA4	-3.6268458E-04	2.0269487E-03	-8.5465980E-04	3.8433786E-03
RA5	1.2116937E-04	-9.3407823E-04	3.8595986E-04	-1.3119434E-03
RA6	2.6557626E-05	4.1157299E-04	-1.2466395E-04	2.7815655E-04
RA7	-1.2974093E-05	-6.4819695E-05	4.7550974E-06	3.6053899E-05
RA8	-1.5646287E-06	-2.2852046E-06	3.8952897E-06	-7.6531280E-06
RA9	6.9574088E-07	6.9574462E-07	-2.7400221E-07	-1.2136056E-05
RA10	1.9236761E-08	7.3489816E-08	-4.7370666E-08	2.7897433E-06
RA11	-1.8182643E-08	1.6887523E-08	-8.6512233E-09	
RA12	1.2468090E-09	-4.6889814E-09	1.9721267E-09	

面番号	8	9	10	11
KA	-5.6043743	-0.5555402	-8.4990841	-1.9855906
RA3	3.4600106E-03	3.4788651E-03	3.5272674E-03	3.4017878E-03
RA4	-4.8935727E-04	1.7012768E-03	1.2313817E-04	-9.0232225E-04
RA5	1.1759613E-03	4.4636169E-04	-2.3282924E-04	1.6516071E-04
RA6	-4.0586198E-04	-5.0187279E-04	-1.5781765E-05	9.0857612E-06
RA7	-1.3281129E-04	-3.8004709E-05	-1.5071274E-05	-2.2665629E-05
RA8	1.4338953E-05	3.2438577E-05	-3.3652124E-06	-8.5604380E-06
RA9	3.5840287E-05	1.7720453E-05	-4.8960441E-06	5.2633004E-07
RA10	-7.6399851E-06	-4.1672083E-06	3.9463872E-06	1.7768476E-06

[表7]

実施例3. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Nd (屈折率)	ν_d (アッペ数)
*1	-43.3378	1.10	1.49023	57.5
*2	5.6000	2.35		
*3	7.1102	1.55	1.63355	23.6
*4	9.9860	D4		
5	∞ (開口絞り)	0.47		
*6	9.6405	2.53	1.49023	57.5
7	-7.8753	0.15		
*8	50.2711	0.80	1.63355	23.6
*9	7.7229	1.80		
*10	-9.7110	1.50	1.49023	57.5
*11	-5.6004	D11		
12	∞	0.80	1.51680	64.2
13	∞	8.99		

*:非球面

[表8]

実施例3. ズームに関するデータ

諸元	広角端	望遠端
f	6.80	19.22
Fno.	3.99	6.07
2 ω	65.18	23.70
D4	20.00	1.55
D11	6.00	16.84

[表9]

実施例3. 非球面係数

面番号	1	2	3	4	6
KA	9.8490489	0.7800552	0.2634990	-0.2879118	-8.8108226
RA3	3.9171475E-03	4.6147501E-03	4.4822471E-04	2.9717732E-04	-1.8989625E-03
RA4	-2.0999475E-03	-2.2526171E-03	-9.1341364E-04	-1.0707836E-03	2.2416915E-03
RA5	9.5119459E-04	1.5800216E-04	8.5336149E-05	2.6916051E-04	-1.5952161E-03
RA6	-1.0277459E-04	4.3381595E-04	1.4802372E-05	-7.4643977E-05	2.8569496E-04
RA7	-1.0711309E-05	-1.0661816E-04	6.5765676E-07	4.2292477E-06	4.4192425E-05
RA8	-1.2110964E-06	-1.8896635E-06	3.4276619E-07	3.8007096E-06	-8.0037308E-06
RA9	8.1778137E-07	1.6369907E-06	-9.8880257E-08	-3.9362713E-07	-1.1468797E-05
RA10	1.8079595E-08	9.2871859E-08	-2.8079998E-09	-4.4332542E-08	2.7215913E-06
RA11	-2.0862140E-08	6.8236261E-09	0.0000000E+00	-8.5695038E-09	
RA12	1.4080305E-09	-5.4594490E-09	0.0000000E+00	2.1527753E-09	

面番号	8	9	10	11
KA	8.8730711	-3.2770087	0.5599204	1.7486704
RA3	1.0104922E-02	1.0978729E-02	3.5684492E-03	1.3896331E-03
RA4	-7.4063153E-03	-5.3110309E-03	-9.1794881E-04	-4.9582765E-05
RA5	3.0747711E-03	2.1066081E-03	-5.2927082E-04	-8.7203221E-05
RA6	-4.5705208E-04	-5.4615359E-04	-1.4307742E-05	-8.9394954E-06
RA7	-1.8683959E-04	-9.4059283E-05	1.0264861E-07	-2.7449758E-06
RA8	1.2193836E-05	2.8017045E-05	-1.5035590E-06	-1.0528679E-07
RA9	3.7188341E-05	1.6966346E-05	2.2585602E-06	2.3182928E-06
RA10	-7.7993499E-06	-3.4407835E-06	1.2077026E-06	8.2026054E-08

[表10]

実施例4. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν dj (アッベ数)
*1	144.0325	1.10	1.53389	56.0
*2	5.6000	3.00		
*3	7.9801	1.55	1.63355	23.6
*4	8.9318	D4		
5	∞ (開口絞り)	0.44		
*6	8.3631	1.30	1.53389	56.0
7	-1633.0529	2.00		
*8	110.5807	0.80	1.63355	23.6
*9	8.9873	0.40		
10	32.2904	1.50	1.53389	56.0
11	-7.1849	D11		
12	∞	0.80	1.51680	64.2
13	∞	6.98		

*非球面

[表11]

実施例4. ズームに関するデータ

諸元	広角端	望遠端
f	6.90	19.52
Fno.	3.93	6.55
2ω	62.56	23.23
D4	15.33	1.12
D11	8.33	20.58

[表12]

実施例4. 非球面係数

面番号	1	2	3	4
KA	-9.9019876	1.1194390	1.2841888	0.6734029
RA3	2.3263676E-03	3.4022532E-03	1.2065872E-04	-6.9519228E-04
RA4	2.7428986E-03	3.7297971E-03	-4.8507108E-04	-2.0784348E-05
RA5	-1.3502676E-04	-1.0396162E-03	1.0928149E-05	-5.7245186E-04
RA6	-1.8552530E-04	5.5289941E-04	5.0455929E-06	1.6187626E-04
RA7	3.8569484E-05	-1.3489087E-04	-1.0756927E-06	-2.8483954E-05
RA8	-2.9069010E-06	-1.2545610E-06	-1.5939976E-06	2.5837546E-06
RA9	-6.4751287E-08	2.8789255E-06	1.0739339E-07	-1.7783149E-07
RA10	4.8487798E-08	1.0350011E-07	3.6806068E-08	-8.4141652E-09
RA11	-6.0302197E-09	-2.9037285E-08	0.0000000E+00	2.1024668E-09
RA12	2.2558591E-10	-7.7561063E-09	0.0000000E+00	1.4432385E-09

面番号	6	8	9
KA	-9.9999908	6.8887740	-6.1954444
RA3	-4.3200052E-04	3.6008318E-03	3.3077721E-03
RA4	2.8595637E-03	-5.9959424E-03	-4.1002248E-03
RA5	-8.4684731E-04	3.1600517E-03	2.7712878E-03
RA6	1.1431224E-04	-3.8210610E-04	-4.5136445E-04
RA7	1.5203758E-08	-1.7769514E-04	-1.1089853E-04
RA8	-7.9369744E-07	-2.1218006E-06	1.2886733E-05
RA9	-2.5973870E-06	2.7972846E-05	1.1016579E-05
RA10	6.2278844E-07	-4.5509830E-06	-1.8665400E-06

[表13]

実施例5. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Nd _i (屈折率)	ν _{d_i} (アッベ数)
*1	88.9654	1.50	1.53389	56.0
*2	5.6000	2.71		
3	11.9711	1.80	1.63355	23.6
*4	20.9287	D4		
5	∞(開口絞り)	0.40		
*6	6.3063	3.00	1.53389	56.0
7	-15.4394	0.18		
*8	-31.9798	1.50	1.63355	23.6
*9	14.4800	3.72		
*10	-10.1711	1.35	1.53389	56.0
*11	-8.2905	D11		
12	∞	0.80	1.51680	64.2
13	∞	9.15		

*:非球面

[表14]

実施例5. ズームに関するデータ

諸元	広角端	望遠端
f	6.99	26.37
Fno.	4.21	7.57
2 ω	65.42	17.50
D4	26.29	1.61
D11	2.99	20.25

[表15]

実施例5. 非球面係数

面番号	1	2	4	6
KA	-1.6459038	0.8241924	-0.2421523	-4.9011996
RA3	2.5104129E-03	1.4151370E-04	6.0020392E-04	-4.4180180E-04
RA4	-7.0415771E-04	2.0624822E-03	-1.3892203E-03	3.9146992E-03
RA5	1.5823497E-04	-1.1145733E-03	6.0734239E-04	-1.1975769E-03
RA6	2.7559544E-05	4.0254908E-04	-1.3050292E-04	2.7882909E-04
RA7	-1.5813340E-05	-7.1962375E-05	-1.6197665E-06	3.3116823E-05
RA8	-1.5928930E-06	-2.3520390E-06	3.9762768E-06	-8.8658298E-06
RA9	7.3272048E-07	8.5240067E-07	-2.5073482E-08	-1.1312120E-05
RA10	2.4298729E-08	7.0859091E-08	-4.3710629E-08	2.7057187E-06
RA11	-1.7329718E-08	1.9252959E-08	-1.2493929E-08	
RA12	1.0647408E-09	-4.6691124E-09	1.8655152E-09	

面番号	8	9	10	11
KA	0.8208858	-0.8011883	-1.4343674	-2.0125016
RA3	2.9429670E-05	-4.1561541E-04	1.1718057E-03	1.9371283E-03
RA4	1.3812829E-05	2.0555216E-03	-8.5544121E-04	-1.5553318E-03
RA5	1.0140360E-03	5.0218416E-04	9.3059624E-05	2.0610265E-04
RA6	-4.2261670E-04	-4.9280593E-04	-1.8515247E-05	-8.4626843E-06
RA7	-1.3097041E-04	-4.9799282E-05	-2.3754525E-05	-2.0399743E-05
RA8	1.2648641E-05	2.7168745E-05	-1.0943947E-05	-4.9006527E-06
RA9	3.8610882E-05	1.8776885E-05	-2.0169207E-06	1.6088504E-06
RA10	-7.8245840E-06	-2.3382397E-06	4.8954520E-06	1.4732520E-06

[表16]

実施例6. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	N _d (屈折率)	ν_d (アッベ数)
*1	30.5754	1.50	1.59522	67.7
*2	5.6000	3.40		
3	12.0756	1.80	1.63355	23.6
*4	15.1651	D4		
5	∞ (開口絞り)	0.40		
*6	6.9088	1.91	1.59522	67.7
7	-16.6941	0.60		
*8	47.4518	0.80	1.67270	32.1
*9	5.6000	0.50		
10	-30.0216	1.20	1.53389	56.0
11	-6.3690	D11		
12	∞	0.80	1.51680	64.2
13	∞	5.70		

*:非球面

[表17]

実施例6. ズームに関するデータ

諸元	広角端	望遠端
f	6.64	18.78
Fno.	4.14	6.45
2ω	66.47	24.15
D4	16.95	1.20
D11	7.83	18.06

[表18]

実施例6. 非球面係数

面番号	1	2	4
KA	5.6715376	1.1205322	-10.0000074
RA3	8.0379291E-04	1.2495915E-03	-3.8608946E-04
RA4	-1.1139418E-04	-6.2813665E-06	3.7457055E-04
RA5	3.3636253E-04	-3.9727116E-06	-3.0572366E-04
RA6	-1.4477662E-04	1.9475997E-04	1.5483197E-04
RA7	1.8157657E-05	-9.5451205E-05	-3.9129332E-05
RA8	-7.2929086E-07	1.6819623E-06	2.0953145E-06
RA9	1.9179153E-07	3.4910952E-06	4.2839891E-07
RA10	4.7720113E-09	2.2499427E-08	-1.6590786E-08
RA11	-1.0247021E-08	-5.8293729E-08	-6.6963293E-09
RA12	8.6053779E-10	-3.1813511E-09	4.9722428E-10

面番号	6	8	9
KA	-9.5953668	1.8855545	-5.5187848
RA3	-3.9275430E-04	2.0830315E-03	1.9320204E-03
RA4	3.9985179E-03	-6.2895449E-03	-1.7425499E-03
RA5	-8.3523812E-04	2.6253374E-03	1.9359943E-03
RA6	-3.0997757E-05	-1.7611415E-04	-2.8515333E-04
RA7	-3.0620303E-05	-1.1313965E-04	-5.3864927E-05
RA8	1.6852626E-05	-1.0125080E-05	-2.4601854E-06
RA9	1.8499872E-06	1.5842712E-05	-7.1467259E-06
RA10	-1.5692237E-06	-2.3763956E-07	5.6488227E-06

[表19]

実施例7. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Nd (屈折率)	ν_d (アッペ数)
*1	-45.8176	1.10	1.53389	56.0
*2	5.6000	2.45		
3	8.5623	1.55	1.63355	23.6
*4	13.7020	D4		
5	∞ (開口絞り)	0.40		
*6	8.2531	2.03	1.53389	56.0
7	-32.3010	0.60		
*8	25.7176	0.80	1.63355	23.6
*9	6.1403	0.50		
10	-237.3935	1.20	1.53389	56.0
11	-6.0684	D11		
12	∞	0.80	1.51680	64.2
13	∞	7.25		

*:非球面

[表20]

実施例7. ズームに関するデータ

諸元	広角端	望遠端
f	5.72	16.17
Fno.	3.89	5.75
2ω	74.73	28.06
D4	20.00	1.83
D11	6.49	15.46

[表21]

実施例7. 非球面係数

面番号	1	2	4
KA	-1.0811935	1.0203659	-9.9999998
RA3	4.3272719E-03	5.4136153E-03	-3.7249806E-04
RA4	-4.2857861E-05	1.5082152E-04	3.4398311E-04
RA5	2.3062689E-04	-3.2067687E-04	-2.2042963E-04
RA6	-1.8928364E-04	2.7760459E-04	1.8002703E-04
RA7	3.2687844E-05	-1.1233959E-04	-4.9608384E-05
RA8	-1.0060948E-06	1.0797904E-06	2.2736031E-06
RA9	-9.5335465E-08	3.6438306E-06	6.5195038E-07
RA10	1.3286261E-08	3.2779959E-08	-1.7714200E-08
RA11	-3.8298597E-09	-4.9795892E-08	-9.7665994E-09
RA12	3.0048861E-10	-2.7347167E-09	4.9605321E-10

面番号	6	8	9
KA	-9.9999950	-8.9717760	-7.5814454
RA3	-5.5332616E-04	3.5991365E-03	3.0072551E-03
RA4	1.8242776E-03	-6.3730419E-03	-1.5107032E-03
RA5	-2.0928049E-04	2.7081788E-03	1.5839390E-03
RA6	-6.7421392E-05	-6.7182605E-05	-1.5144796E-04
RA7	-1.3914226E-04	-7.6057549E-05	1.2336942E-05
RA8	1.9933839E-06	-2.9960225E-05	-1.5306404E-05
RA9	5.7023153E-05	-2.9594302E-05	-6.0435965E-05
RA10	-1.6279035E-05	1.6328799E-05	2.3527669E-05

[表22]

実施例8. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Nd _i (屈折率)	ν_{di} (アッペ数)
*1	220.6530	1.70	1.53389	56.0
*2	5.3806	2.45		
3	13.1537	2.10	1.58364	30.3
*4	31.6078	D4		
5	∞ (開口絞り)	0.40		
*6	8.2409	2.67	1.53389	56.0
7	-14.2284	1.41		
*8	77.2440	0.80	1.63355	23.6
*9	8.2989	2.04		
*10	-23.0224	1.34	1.58913	61.1
*11	-8.4063	D11		
12	∞	0.80	1.51680	64.2
13	∞	4.89		

*:非球面

[表23]

実施例8. ズームに関するデータ

諸元	広角端	望遠端
f	6.92	19.56
Fno.	3.96	5.94
2ω	66.25	23.70
D4	20.33	1.41
D11	8.10	19.13

[表24]

実施例8. 非球面係数

面番号	1	2	4	6
KA	-7.4050529	0.2695551	0.2684706	-5.8766702
RA3	1.6628880E-03	1.4779350E-03	-1.4837013E-04	-8.7397506E-04
RA4	-4.2100664E-04	9.8292456E-04	-5.6177095E-04	2.8383604E-03
RA5	1.6475991E-04	-5.3978142E-04	2.7863028E-04	-1.3072333E-03
RA6	3.5785666E-05	3.9787588E-04	-1.2773099E-04	2.7826944E-04
RA7	-1.7642403E-05	-7.7951201E-05	8.6884677E-06	3.6328143E-05
RA8	-1.6855105E-06	-2.4137627E-06	3.9476644E-06	-7.9576196E-06
RA9	7.6645902E-07	7.2965976E-07	-2.7075149E-07	-9.9610375E-06
RA10	2.3363698E-08	7.7374343E-08	-4.5563847E-08	2.2972963E-06
RA11	-1.8215668E-08	2.0477469E-08	-1.0888842E-08	
RA12	1.1650664E-09	-4.2421982E-09	2.0378314E-09	

面番号	8	9	10	11
KA	-8.5183759	-1.1117759	-1.1146718	-2.1814080
RA3	5.9760640E-04	1.3955682E-04	1.0084401E-03	9.3223119E-04
RA4	-1.6739549E-03	6.6924237E-04	4.9125931E-04	-7.0431249E-04
RA5	1.2789514E-03	4.1350513E-04	-1.6272755E-04	7.8965144E-05
RA6	-4.2123552E-04	-4.9795448E-04	-2.5316441E-05	-1.6754097E-05
RA7	-1.2998849E-04	-4.1384977E-05	-2.7576484E-05	-2.7653093E-05
RA8	1.7980115E-05	2.9921492E-05	-1.3031535E-05	-5.0026142E-06
RA9	3.9163180E-05	1.9148945E-05	-9.9817777E-07	2.4893074E-06
RA10	-8.3255838E-06	-2.3754123E-06	5.1313893E-06	1.4055674E-06

[表25]

実施例9. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν_{dj} (アッペ数)
*1	302.0502	1.70	1.53389	56.0
*2	5.6000	2.52		
3	9.7968	1.80	1.63355	23.6
*4	14.5928	D4		
5	∞ (開口絞り)	0.40		
*6	7.2538	2.80	1.53389	56.0
7	-7.7898	0.15		
*8	-17.4785	1.04	1.58364	30.3
*9	8.2962	2.07		
*10	-18.9287	1.39	1.53389	56.0
*11	-7.7084	D11		
12	∞	0.80	1.51680	64.2
13	∞	5.27		

*:非球面

[表26]

実施例9. ズームに関するデータ

諸元	広角端	望遠端
f	7.05	19.94
Fno.	4.00	6.21
2 ω	65.14	23.31
D4	19.91	2.06
D11	9.04	20.58

[表27]

実施例9. 非球面係数

面番号	1	2	4	6
KA	-7.5665234	0.4681314	-0.2005371	-5.6120555
RA3	2.4192415E-03	2.3784810E-03	-6.3007061E-05	-1.0376105E-03
RA4	-4.4731871E-04	9.4379455E-04	-6.1059397E-04	3.3049490E-03
RA5	1.7496179E-04	-5.3494218E-04	3.0623013E-04	-1.4553319E-03
RA6	3.4792988E-05	3.9776977E-04	-1.2494153E-04	2.7405038E-04
RA7	-1.8101342E-05	-7.9143834E-05	8.6428763E-06	3.1968874E-05
RA8	-1.6667021E-06	-2.4294891E-06	3.9305850E-06	-8.1301284E-06
RA9	7.7816384E-07	7.2836849E-07	-2.8048845E-07	-1.0193861E-05
RA10	2.2474458E-08	7.6172436E-08	-4.7799602E-08	2.3546195E-06
RA11	-1.8269282E-08	2.0119815E-08	-1.0355952E-08	
RA12	1.1719551E-09	-4.1627089E-09	2.1349858E-09	

面番号	8	9	10	11
KA	4.0218954	-1.0955427	-0.7535765	-1.7736191
RA3	3.0027320E-03	2.9841267E-03	1.7909313E-03	1.1495982E-03
RA4	-2.1664072E-03	6.4405911E-04	1.1806457E-04	-1.1042296E-03
RA5	1.2801072E-03	1.9239372E-04	-1.5662827E-04	1.0041498E-04
RA6	-4.2011643E-04	-4.9887499E-04	-2.6491528E-05	-1.4063624E-05
RA7	-1.2891568E-04	-4.1843075E-05	-2.8602475E-05	-2.5513940E-05
RA8	1.8872516E-05	2.9754706E-05	-1.3386085E-05	-4.8680042E-06
RA9	3.9278745E-05	1.9428754E-05	-6.4350812E-07	2.5465130E-06
RA10	-8.5500394E-06	-2.4287579E-06	5.3285179E-06	1.4034663E-06

[表28]

実施例10. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν dj (アッベ数)
*1	152.8403	1.10	1.53389	56.0
*2	5.6000	2.40		
*3	6.7668	1.67	1.63355	23.6
*4	8.3088	D4		
5	∞ (開口絞り)	0.40		
*6	5.6005	3.20	1.53389	56.0
7	-9.6914	0.30		
*8	-5.5986	1.20	1.63355	23.6
*9	-13.3968	D9		
10	∞	0.80	1.51680	64.2
11	∞	7.48		

*:非球面

[表29]

実施例10. ズームに関するデータ

諸元	広角端	望遠端
f	6.93	19.61
Fno.	4.04	6.40
2 ω	63.50	23.11
D4	17.60	2.11
D9	5.65	15.60

[表30]

実施例10. 非球面係数

面番号	1	2	3	4
KA	-9.7725813	0.3128584	-1.5138605	-1.7838278
RA3	5.4159306E-04	7.8141215E-04	8.5908337E-04	1.2437535E-03
RA4	1.7339757E-03	2.0888500E-03	-4.9829717E-04	-2.0851099E-03
RA5	-6.0998020E-04	-3.7479974E-04	1.2280215E-04	7.7002748E-04
RA6	1.7556422E-04	6.4412063E-05	8.6042905E-05	-3.3813418E-05
RA7	-2.8809775E-05	1.4662583E-05	-1.8449952E-05	-3.8604711E-05
RA8	-1.2776605E-07	-4.2093739E-07	-9.8939927E-07	7.8046350E-07
RA9	5.5496331E-07	-6.3369868E-07	-1.6917489E-07	9.3036441E-07
RA10	-7.1751615E-09	-1.8019174E-08	9.1805310E-09	8.2650992E-09
RA11	-1.0151605E-08	5.9897772E-09	3.4082925E-09	-9.0934860E-09
RA12	7.4199750E-10	9.2005092E-10	1.0929858E-09	-3.7721171E-10

面番号	6	8	9
KA	-5.4012413	-10.0000000	-2.9559578
RA3	4.0581539E-04	1.5993910E-04	9.6002711E-05
RA4	3.8238210E-03	-3.8040535E-03	4.4490487E-03
RA5	8.4014951E-05	1.8994052E-03	6.3490152E-04
RA6	-2.1893976E-04	1.3481431E-04	-1.6487750E-04
RA7	-3.4424136E-05	-4.0237313E-05	7.4347882E-06
RA8	1.4596220E-05	-2.2254511E-05	6.4436512E-06
RA9	7.3258615E-07	1.7881481E-06	4.4774375E-06
RA10	-4.3395220E-07	9.5453392E-07	-1.2626079E-06

[表31]

実施例11. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν dj (アッペ数)
*1	291.3887	1.50	1.53389	56.0
*2	5.6000	2.34		
3	10.9544	1.88	1.60595	27.0
*4	21.6343	D4		
5	∞ (開口絞り)	0.40		
*6	6.2626	2.90	1.53389	56.0
7	-11.4022	0.15		
*8	-17.9967	1.48	1.60595	27.0
*9	13.2556	3.63		
*10	-11.0159	1.40	1.53389	56.0
*11	-8.4313	D11		
12	∞	0.80	1.51680	64.2
13	∞	9.60		

*:非球面

[表32]

実施例11. ズームに関するデータ

諸元	広角端	望遠端
f	7.00	28.00
Fno.	4.22	7.79
2ω	65.32	16.50
D4	26.76	1.17
D11	2.86	21.50

[表33]

実施例11、非球面係数

面番号	1	2	4	6
KA	10.0000090	0.8237751	-0.2442424	-4.8759924
RA3	2.7797989E-03	4.6199875E-04	4.9021538E-04	-3.0445469E-04
RA4	-7.0927258E-04	2.0662827E-03	-1.3875019E-03	3.9176131E-03
RA5	1.5554406E-04	-1.1090094E-03	6.0136043E-04	-1.2132840E-03
RA6	2.7664452E-05	4.0254109E-04	-1.3060073E-04	2.7863100E-04
RA7	-1.5716891E-05	-7.1966746E-05	-1.5805307E-06	3.2988551E-05
RA8	-1.5930601E-06	-2.3516701E-06	3.9790636E-06	-8.8628231E-06
RA9	7.3200338E-07	8.5409849E-07	-2.1432287E-08	-1.1309385E-05
RA10	2.4344416E-08	7.0911798E-08	-4.3636041E-08	2.7039231E-06
RA11	-1.7387413E-08	1.9258827E-08	-1.2628192E-08	
RA12	1.0707760E-09	-4.6693910E-09	1.8612073E-09	

面番号	8	9	10	11
KA	0.8342312	-0.7976375	-1.4390174	-2.0031330
RA3	-4.4806395E-04	-6.6226672E-04	1.1041831E-03	1.9031572E-03
RA4	1.3016736E-05	2.0516362E-03	-8.4111592E-04	-1.5724317E-03
RA5	1.0097790E-03	5.0188737E-04	9.3655620E-05	2.0688653E-04
RA6	-4.2265893E-04	-4.9277472E-04	-1.8539442E-05	-8.4212052E-06
RA7	-1.3097307E-04	-4.9804775E-05	-2.3775369E-05	-2.0380310E-05
RA8	1.2659375E-05	2.7058725E-05	-1.0942142E-05	-4.9039870E-06
RA9	3.8618766E-05	1.8822019E-05	-2.0196156E-06	1.6041111E-06
RA10	-7.8285013E-06	-2.3384312E-06	4.8954146E-06	1.4746402E-06

[0104] また表34に、実施例1～11のズームレンズの条件式(1)～(17)に対応する値を示す。この表34の値はd線に関するものである。

[表34]

条件式に関する値											
	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11
(1) f_1/f_w	1.97	1.71	2.19	1.81	2.32	2.09	2.40	2.20	2.09	2.11	2.34
(2) f_2/f_w	1.93	1.74	1.91	1.76	2.07	1.76	2.06	1.92	1.87	1.65	2.08
(3) d_2/f_w	0.37	0.45	0.35	0.44	0.39	0.51	0.43	0.35	0.36	0.35	0.33
(4) f_t/f_w	2.83	2.83	2.83	2.83	3.77	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	4.00
(5) $n_d 2$	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.58	1.63	1.63	1.61
(6) $v_d 2$	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	30.2	23.6	23.6	27.0
(7) $n_d 1$	1.53	1.53	1.49	1.53	1.53	1.60	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53
(8) $v_d 1$	56.0	56.0	57.5	56.0	56.0	67.7	56.0	56.0	56.0	56.0	56.0
(9) $T L_w/f_w$	7.04	6.15	7.07	6.32	7.93	6.54	7.91	7.10	6.94	6.04	7.96
(10) $D 1/f_w$	0.88	0.82	0.74	0.82	0.86	1.01	0.89	0.91	0.86	0.75	0.82
(11) $n_d 3$	1.53	1.53	1.49	1.53	1.53	1.60	1.53	1.53	1.53	-	1.53
(12) $v_d 3$	56.0	56.0	57.5	56.0	56.0	67.7	56.0	56.0	56.0	-	56.0
(13) $n_d 4$	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.67	1.63	1.63	1.58	-	1.61
(14) $v_d 4$	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	32.1	23.6	23.6	30.2	-	27.0
(15) $n_d 5$	1.53	1.53	1.49	1.53	1.53	1.53	1.53	1.59	1.53	-	1.53
(16) $v_d 5$	56.0	56.0	57.5	56.0	56.0	56.0	56.0	61.1	56.0	-	56.0
(17) α_w	9.31	9.77	9.49	9.60	9.97	11.75	11.24	9.80	9.73	12.87	9.84

[0105] ここで、実施例1のズームレンズの広角端における球面収差、非点収差、ディストーション（歪曲収差）、倍率色収差（倍率の色収差）をそれぞれ図12（A）～図12（D）に示し、望遠端における球面収差、非点収差、ディストーション（歪曲収差）、倍率色収差（倍率の色収差）をそれぞれ図12（E）～図12（H）に示す。

[0106] 各収差図はd線（波長587.6nm）を基準としたものであるが、球面収差図では波長460.0nmおよび615.0nmに関する収差も示し、倍率色収差図では波長460.0nmおよび615.0nmに関する収差を示す。非点収差図では、サジタル方向については実線で、タンジェンシャル方向については点線で示している。球面収差図のFno.はF値を意味し、その他の収差図の ω は半画角を意味する。

[0107] 同様に、実施例2のズームレンズの広角端、望遠端における各収差図を図13(A)～図13(H)に示し、以下全く同様にして実施例3～11の各収差図をそれぞれ図14～図22に示す。

[0108] 次に、本発明の実施形態にかかる撮像装置について説明する。図23に、本発明の実施形態の撮像装置の一例として、本発明の実施形態のズームレンズ1を用いた撮像装置10の概略構成図を示す。撮像装置としては、例えば、監視カメラ、ビデオカメラ、電子スチルカメラ等を挙げることができる。

[0109] 図23に示す撮像装置10は、ズームレンズ1と、ズームレンズ1の像側に配置されて、ズームレンズ1により結像された被写体の像を撮像する撮像素子2と、撮像素子2からの出力信号を演算処理する信号処理部4と、ズームレンズ1の変倍を行うための変倍制御部5と、フォーカス調整を行うためのフォーカス制御部6とを備えている。なお、ズームレンズ1と撮像素子2との間に、適宜フィルタ等が配設されてもよい。

[0110] ズームレンズ1は、負の屈折力を有して、広角端から望遠端に変倍する際に像面側に凸状の軌跡を描くように移動する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有して、広角端から望遠端に変倍する際に物体側に単調移動する第2レンズ群G2と、第2レンズ群G2と一体で移動するように構成された開口絞りStとを有している。なお、図23では各レンズ群を概略的に示している。

[0111] 撮像素子2は、ズームレンズ1により形成される光学像を撮像して電気信号を出力するものであり、その撮像面はズームレンズ1の像面に一致するように配置されている。撮像素子2としては例えばCCDやCMOS等からな

るものを用いることができる。

[0112] なお、図23では図示していないが、撮像装置10は、例えば第2レンズ群G2の一部を構成する正の屈折力を有するレンズを光軸Zに垂直な方向に移動させて、振動や手振れ時の撮影画像のぶれを補正するぶれ補正機構をさらに備えるようにしてもよい。

[0113] 以上、実施形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施形態および実施例に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔、屈折率、アッペ数、非球面係数等の値は、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得るものである。

請求の範囲

[請求項1]

実質的に、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とからなり、

広角端から望遠端に変倍する際に、前記第1レンズ群は像面側に凸状の軌跡を描くように移動し、前記第2レンズ群は物体側に単調移動し、絞りは第2レンズ群と一体で移動するように構成され、

前記第1レンズ群は、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有する第2レンズとの2枚より構成され、

前記第1レンズ群に配置された2枚のレンズのうち少なくとも1枚はプラスチックレンズであり、

前記第2レンズ群は、少なくとも1枚のプラスチックレンズを含む3枚以下のレンズより構成され、

前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、前記第1レンズと第2レンズとの光軸上の間隔を d_2 、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第2レンズの d 線に対する屈折率を n_{d2} 、アッベ数を ν_{d2} としたとき、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$1.6 < |f_1| / f_w < 2.5 \quad \dots (1)$$

$$1.6 < f_2 / f_w < 2.4 \quad \dots (2)$$

$$0.32 < d_2 / f_w < 0.60 \quad \dots (3)$$

$$2.5 < f_t / f_w < 4.5 \quad \dots (4)$$

$$1.56 < n_{d2} < 1.66 \quad \dots (5)$$

$$\nu_{d2} < 33 \quad \dots (6)$$

[請求項2]

以下の条件式の少なくとも1つを満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

$$1.7 < f_2 / f_w < 2.3 \quad \dots (2')$$

$$0.32 < d_2 / f_w < 0.55 \quad \dots (3')$$

$$2.7 < f_t / f_w < 4.5 \quad \dots (4')$$

$$1.56 < n_{d2} < 1.65 \quad \dots (5')$$

$$\nu_{d2} < 29 \quad \dots (6')$$

[請求項3] 前記第1レンズのd線に対する屈折率を n_{d1} 、アッベ数を ν_{d1} としたとき、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1または2に記載のズームレンズ。

$$1.48 < n_{d1} < 1.61 \quad \dots (7)$$

$$\nu_{d1} > 50 \quad \dots (8)$$

[請求項4] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項3に記載のズームレンズ。

$$\nu_{d1} > 52 \quad \dots (8')$$

[請求項5] 実質的に、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とからなり、

広角端から望遠端に変倍する際に、前記第1レンズ群は像面側に凸状の軌跡を描くように移動し、前記第2レンズ群は物体側に単調移動し、絞りは第2レンズ群と一体で移動するように構成され、

前記第1レンズ群は、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有する第2レンズとの2枚より構成され、

前記第1レンズ群に配置された2枚のレンズのうち少なくとも1枚はプラスチックレンズであり、

前記第2レンズ群は、少なくとも1枚のプラスチックレンズを含む3枚以下のレンズより構成され、

前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、前記第1レンズと第2レンズとの光軸上の間隔を d_2 、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第1レンズのd線に対する屈折率を n_{d1} 、アッベ数を ν_{d1} としたとき、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$1.6 < |f_1| / f_w < 2.5 \quad \dots (1)$$

$$1.6 < f_2 / f_w < 2.4 \quad \dots (2)$$

$$0.32 < d_2 / f_w < 0.70 \quad \dots (3)$$

$$2.5 < f_t / f_w < 4.5 \quad \dots (4)$$

$$1.48 < n_{d1} < 1.61 \quad \dots (7)$$

$$\nu_{d1} > 50 \quad \dots (8)$$

[請求項6] 以下の条件式の少なくとも1つを満足することを特徴とする請求項5に記載のズームレンズ。

$$1.7 < f_2 / f_w < 2.3 \quad \dots (2')$$

$$0.32 < d_2 / f_w < 0.55 \quad \dots (3')$$

$$2.7 < f_t / f_w < 4.5 \quad \dots (4')$$

$$\nu_{d1} > 52 \quad \dots (8')$$

[請求項7] 広角端において、第1レンズの物体側レンズ面から結像面までの光軸上の距離をTLw、広角端における全系の焦点距離をfwとしたとき、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1から6のいずれか1項に記載のズームレンズ。

$$5.8 < TLw / f_w < 8.4 \quad \dots (9)$$

[請求項8] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項7に記載のズームレンズ。

$$6.0 < TLw / f_w < 8.2 \quad \dots (9')$$

[請求項9] 前記第2レンズがプラスチックレンズであることを特徴とする請求項1から8のいずれか1項に記載のズームレンズ。

[請求項10] 前記第1レンズがプラスチックレンズであることを特徴とする請求項1から9のいずれか1項に記載のズームレンズ。

[請求項11] 前記第2レンズ群が物体側より順に、正の屈折力を有する第3レンズ、負の屈折力を有する第4レンズ、および正の屈折力を有する第5レンズより構成されることを特徴とする請求項1から10のいずれか1項に記載のズームレンズ。

[請求項12] 前記第2レンズ群を構成するレンズが、全てプラスチックレンズであることを特徴とする請求項1から11のいずれか1項に記載のズームレンズ。

[請求項13] 前記第1レンズの物体側レンズ面から像側レンズ面までの光軸上の距離を D_1 、広角端における全系の焦点距離を f_w としたとき、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1から12のいずれか1項に記載のズームレンズ。

$$0.7 < D_1 / f_w < 1.2 \quad \dots (10)$$

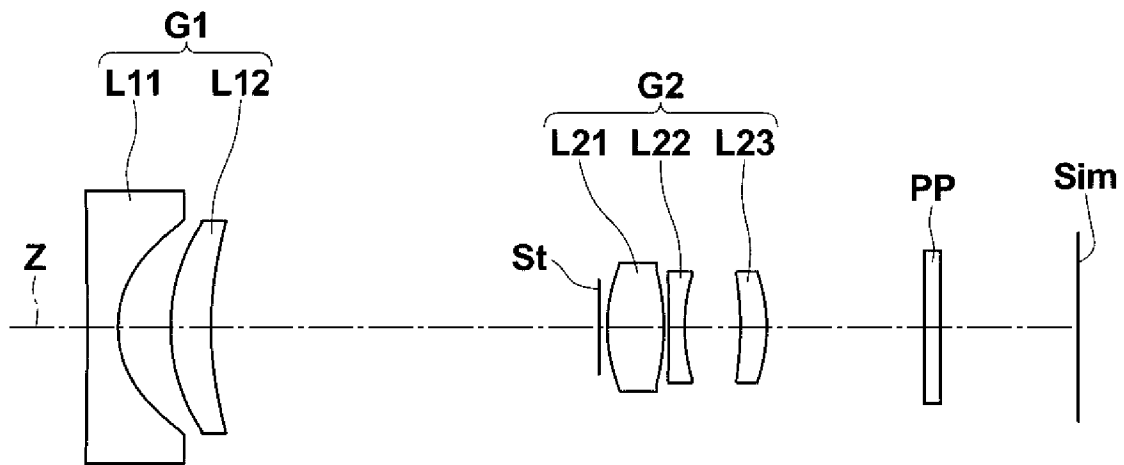
[請求項14] 前記第1レンズ群に配置された第1レンズの物体側レンズ面が、近軸領域で凹面であることを特徴とする請求項1から13のいずれか1項に記載のズームレンズ。

[請求項15] 請求項1から14のいずれか1項に記載のズームレンズを備えたことを特徴とする撮像装置。

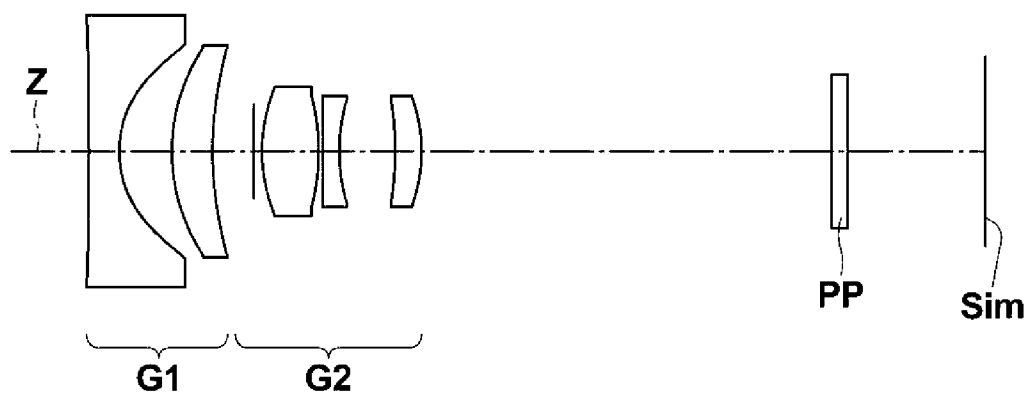
[図1]

実施例1

(A) 広角端



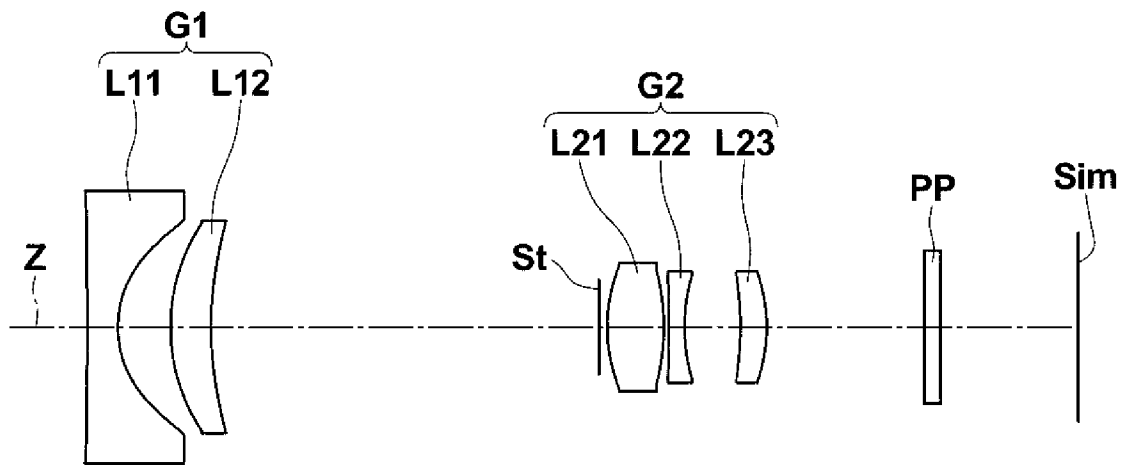
(B) 望遠端



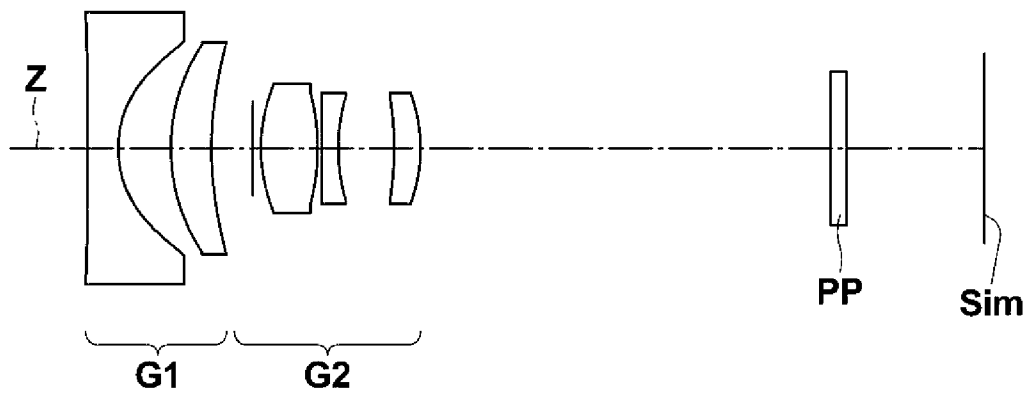
[図2]

実施例2

(A) 広角端



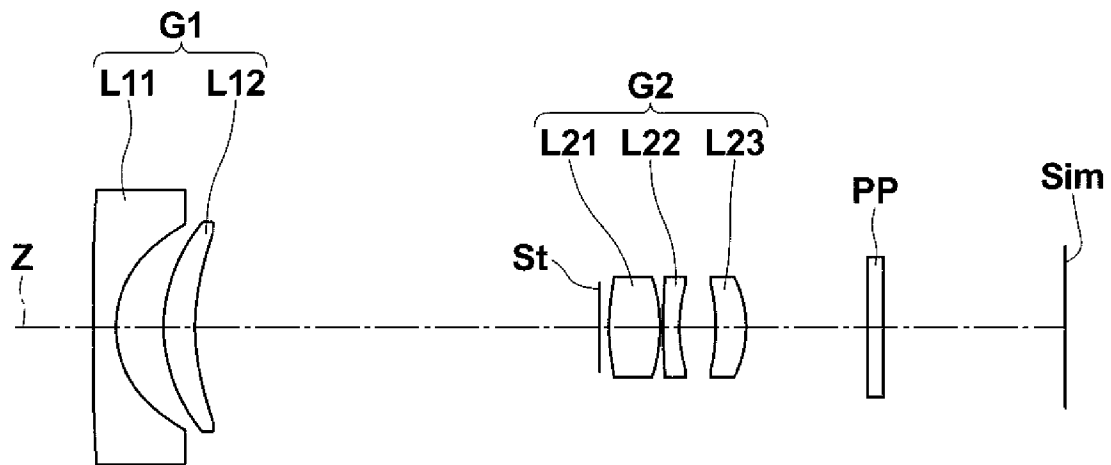
(B) 望遠端



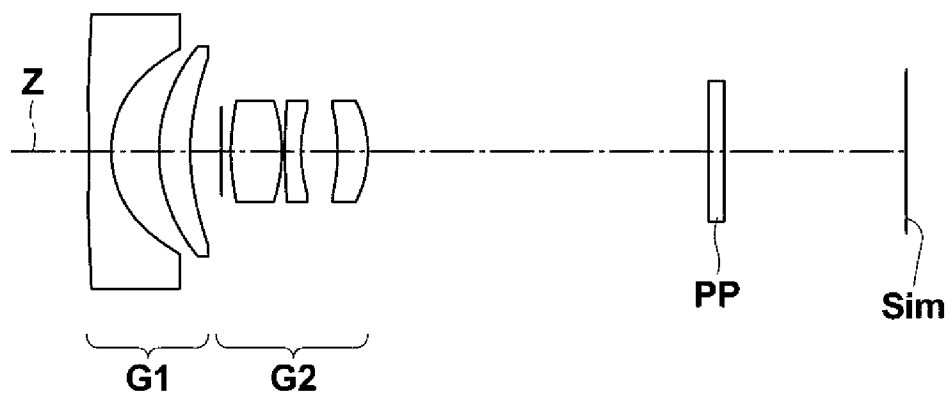
[図3]

実施例3

(A) 広角端



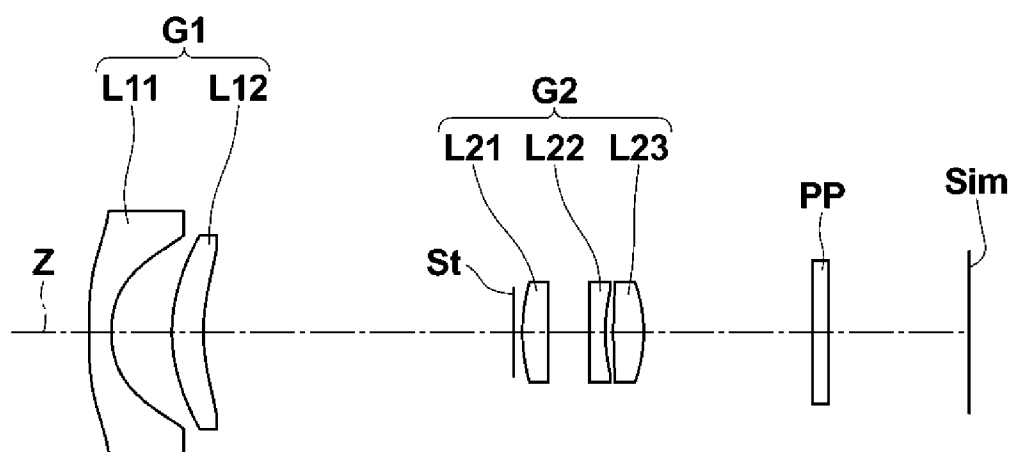
(B) 望遠端



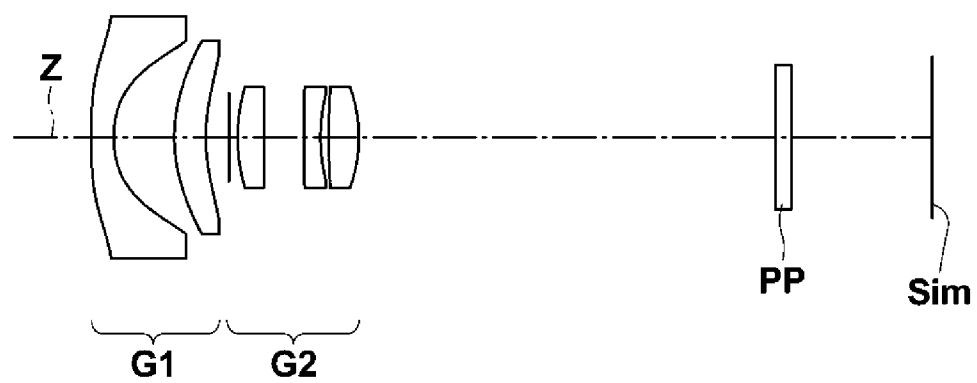
[図4]

実施例4

(A) 広角端



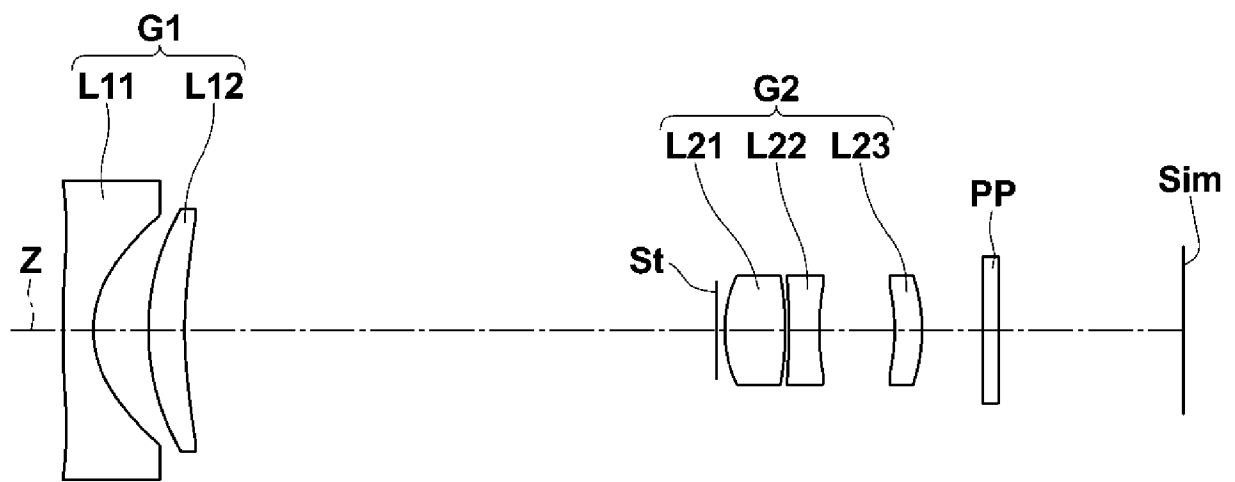
(B) 望遠端



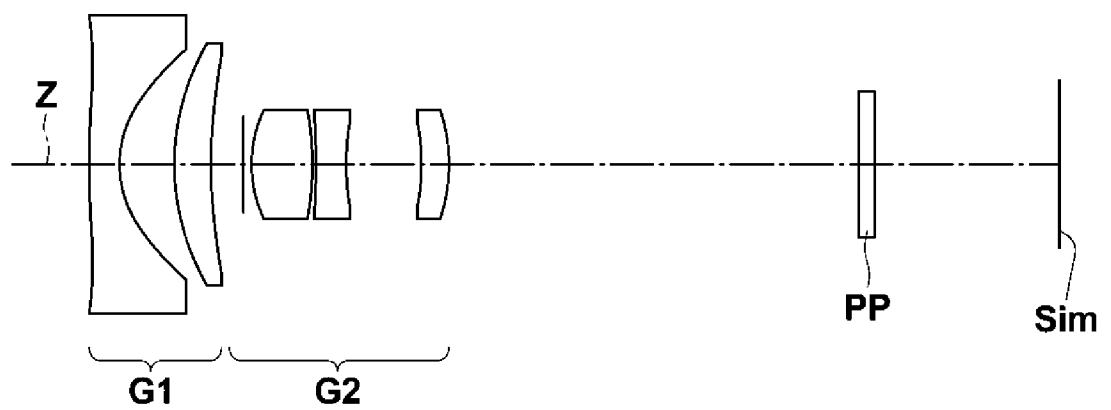
[図5]

実施例5

(A) 広角端



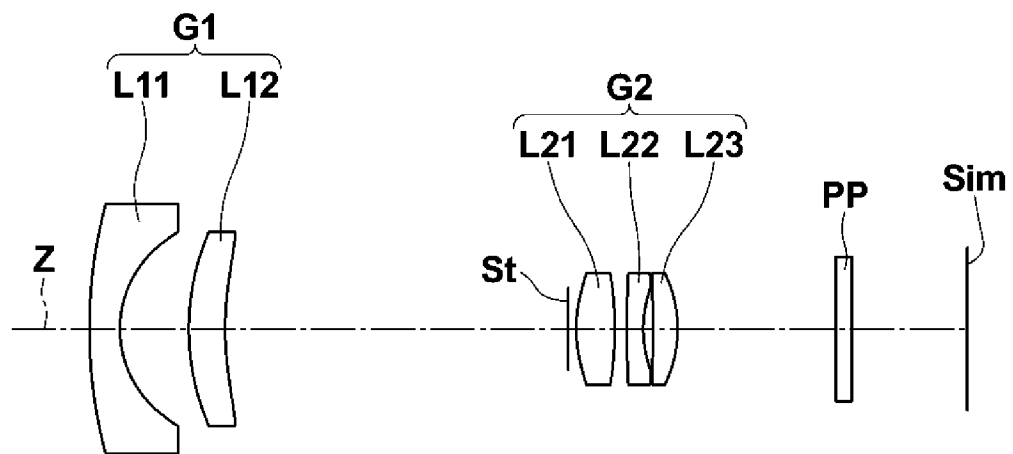
(B) 望遠端



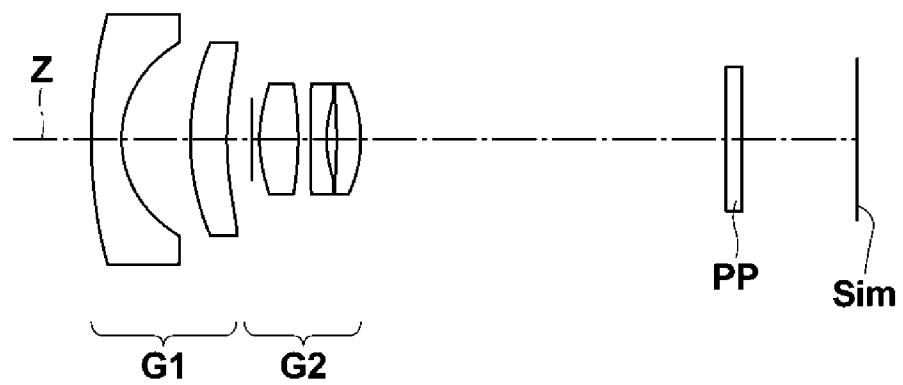
[図6]

実施例6

(A) 広角端



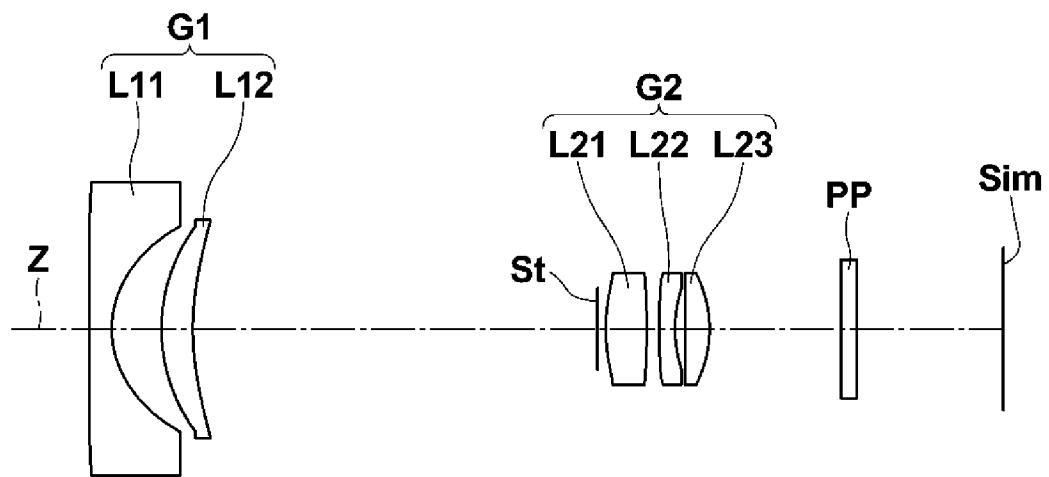
(B) 望遠端



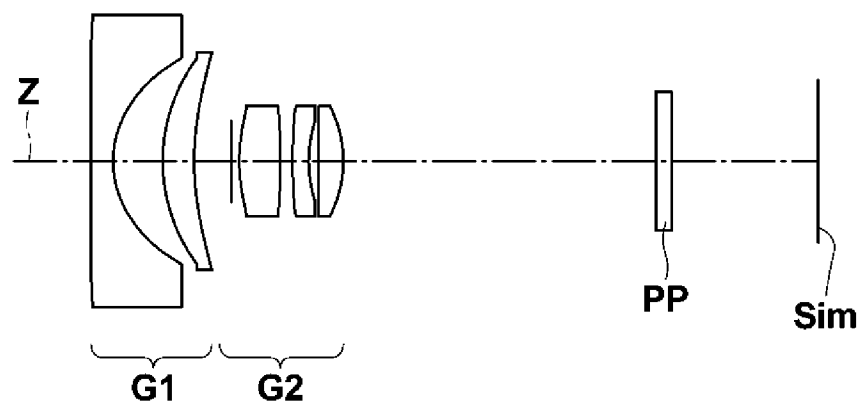
[図7]

実施例7

(A) 広角端



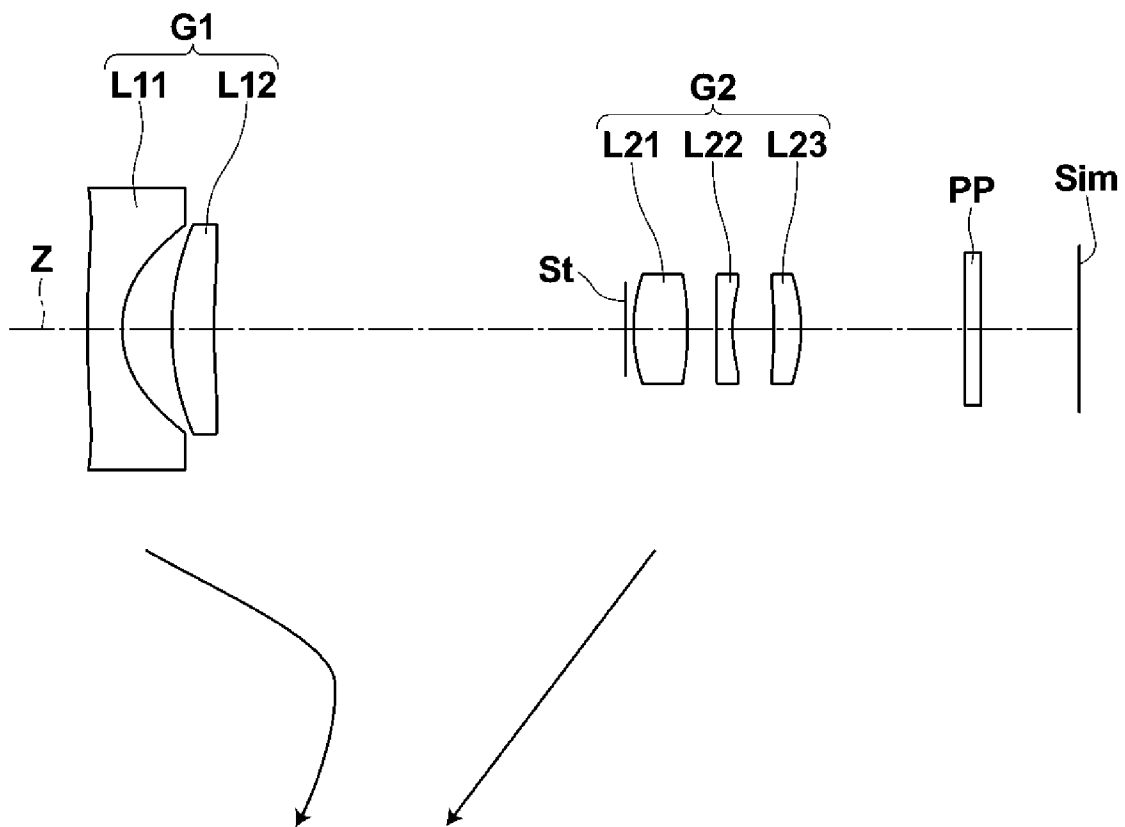
(B) 望遠端



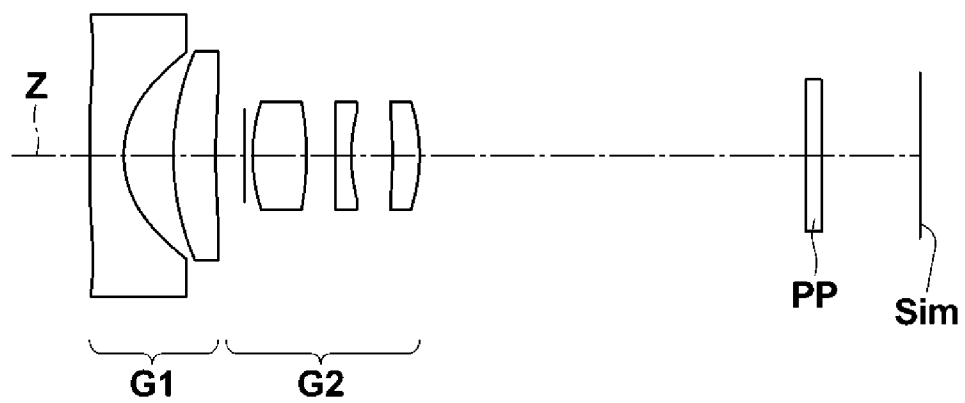
[図8]

実施例8

(A) 広角端



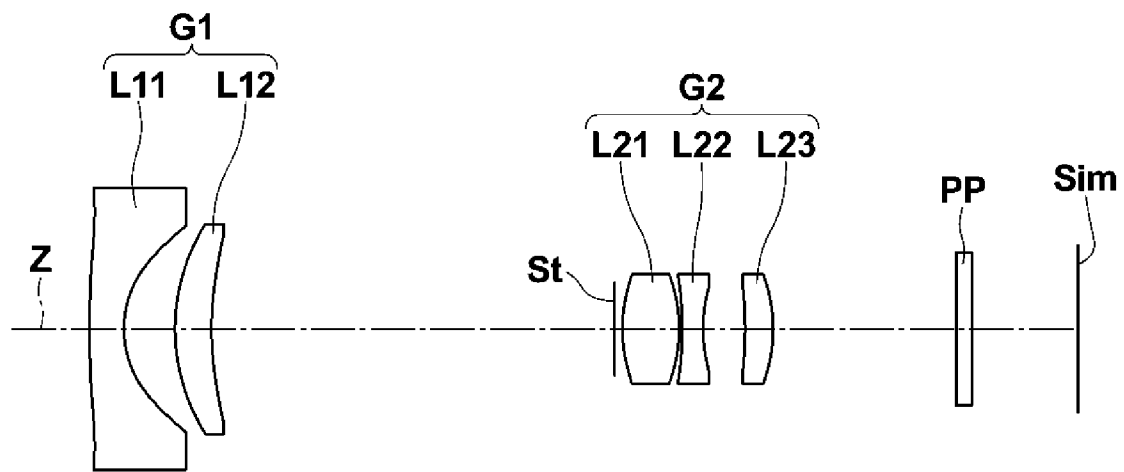
(B) 望遠端



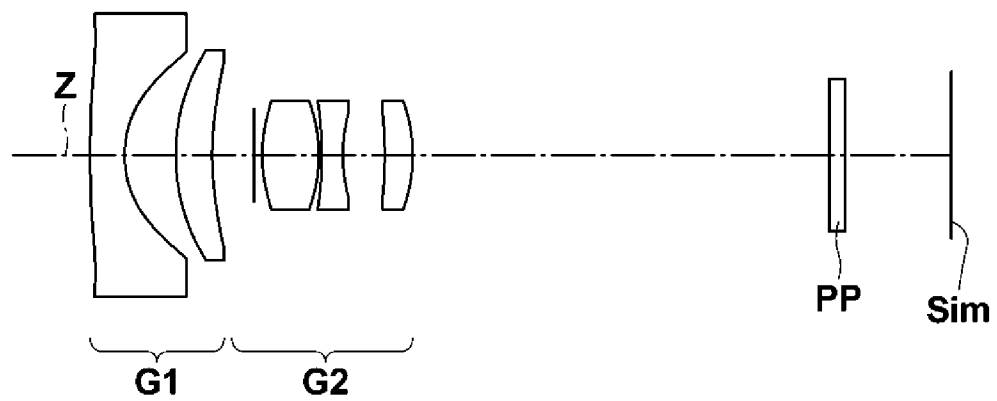
[図9]

実施例9

(A) 広角端



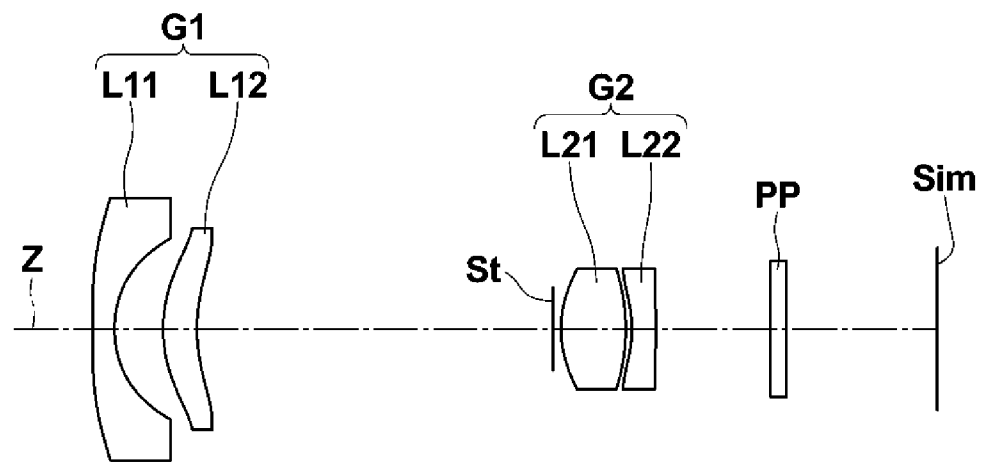
(B) 望遠端



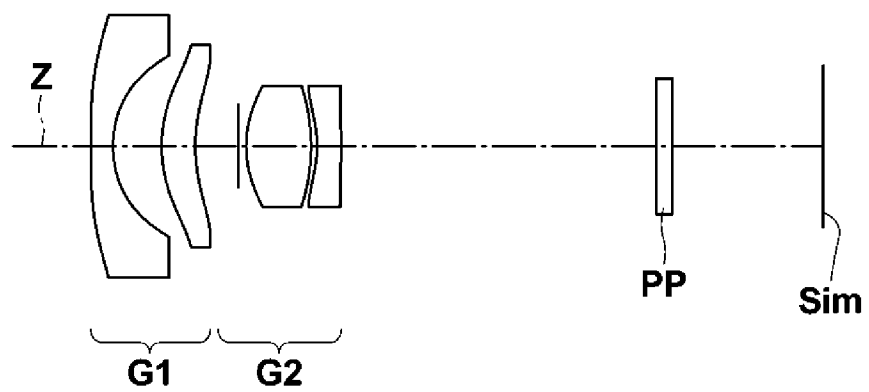
[図10]

実施例10

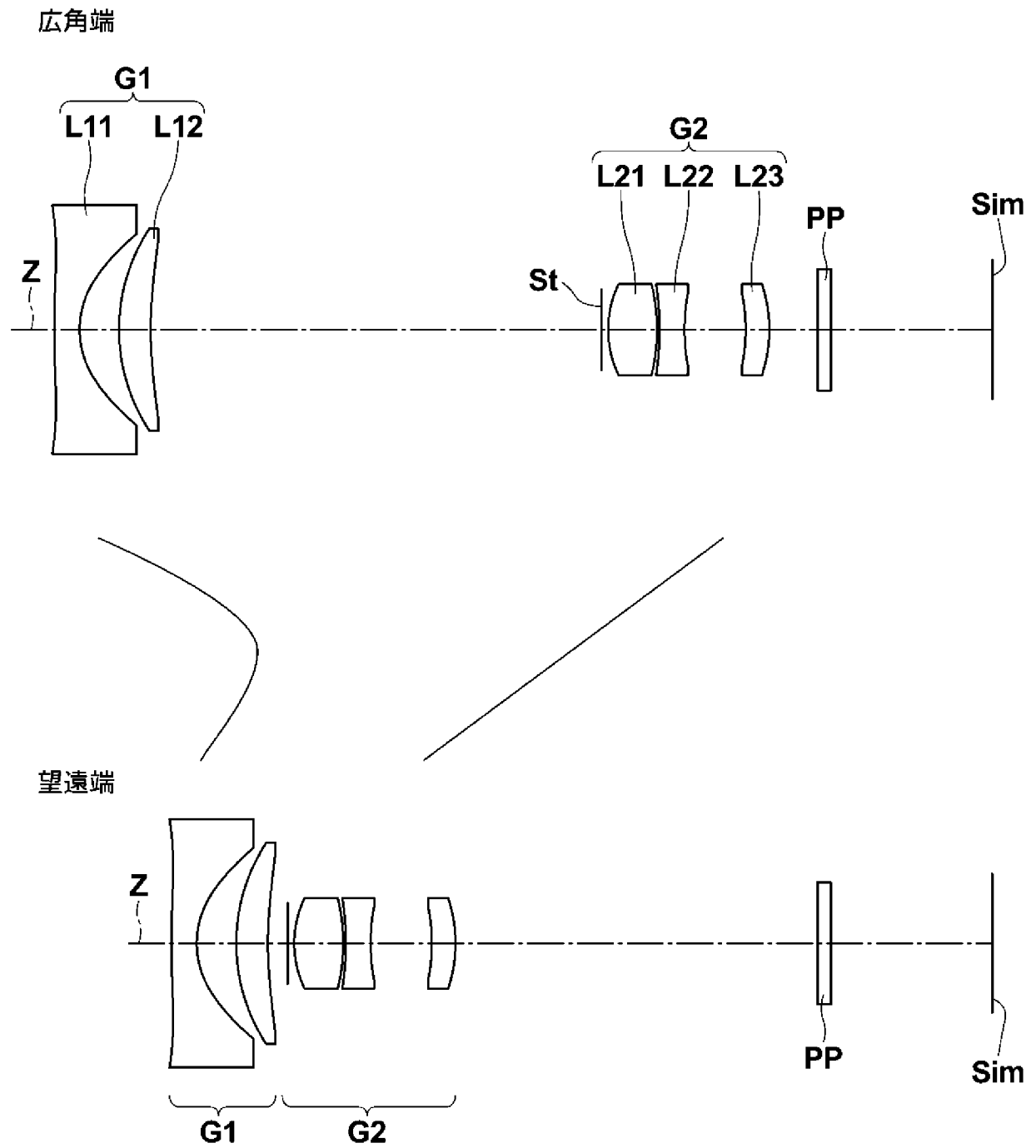
(A) 広角端



(B) 望遠端



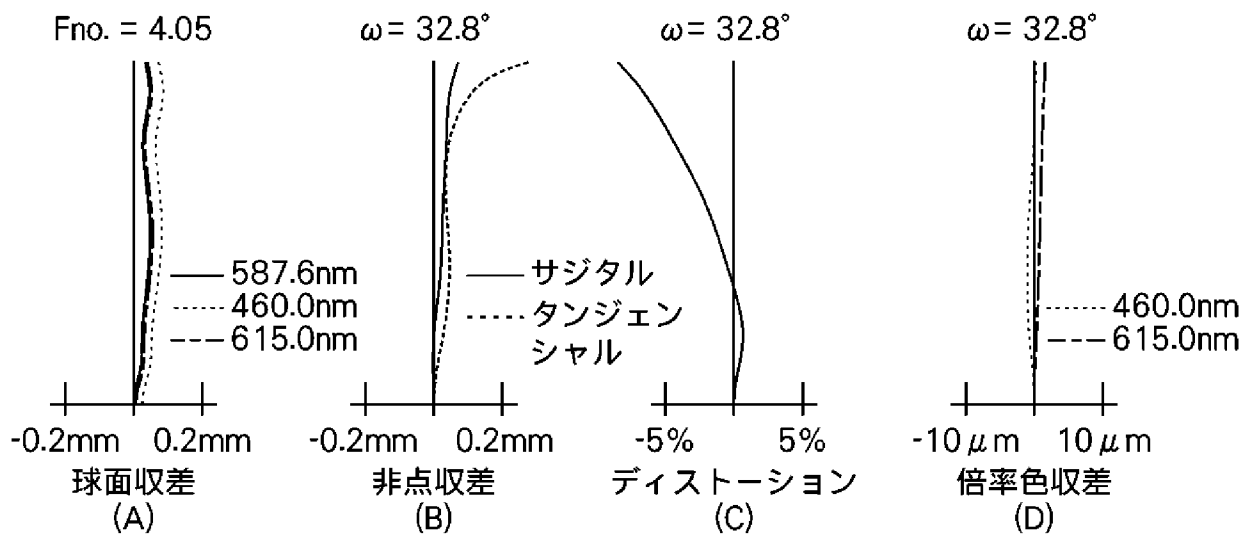
[図11]

実施例11

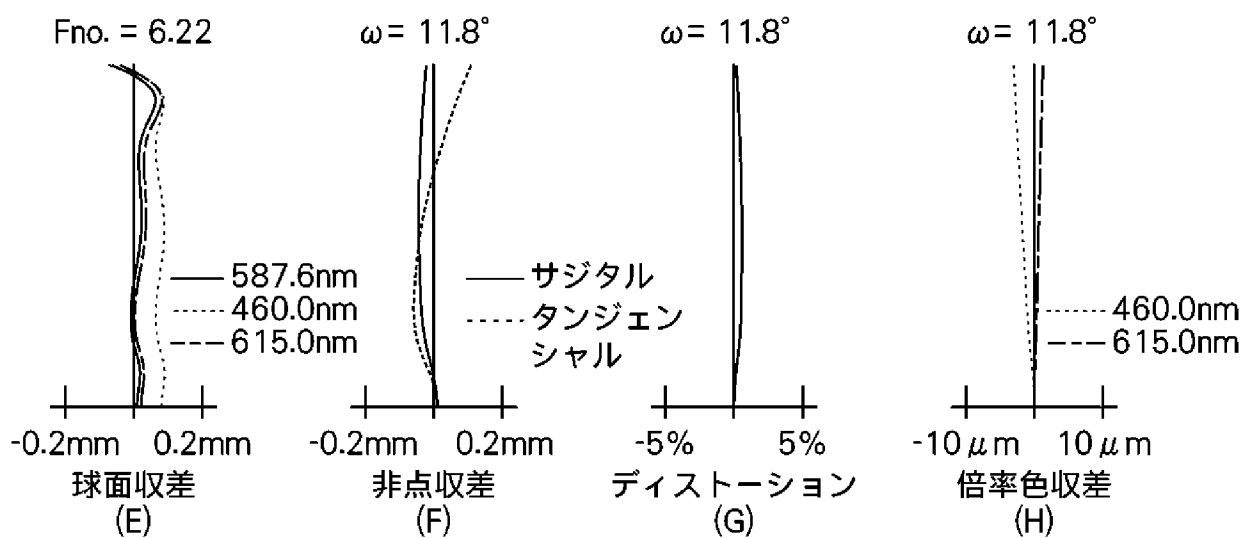
[図12]

実施例1

広角端



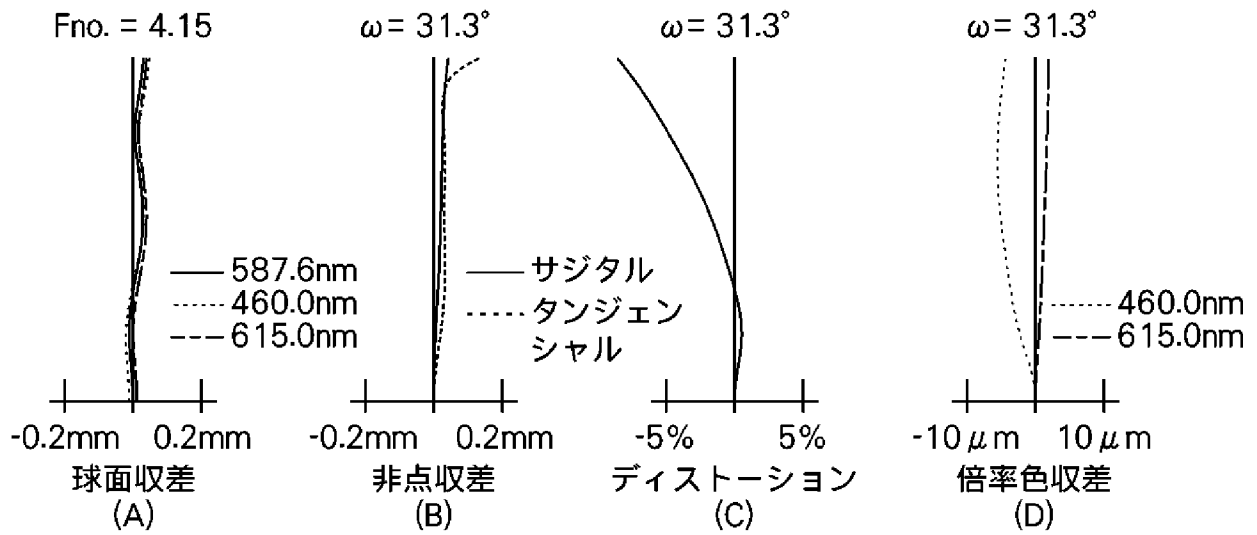
望遠端



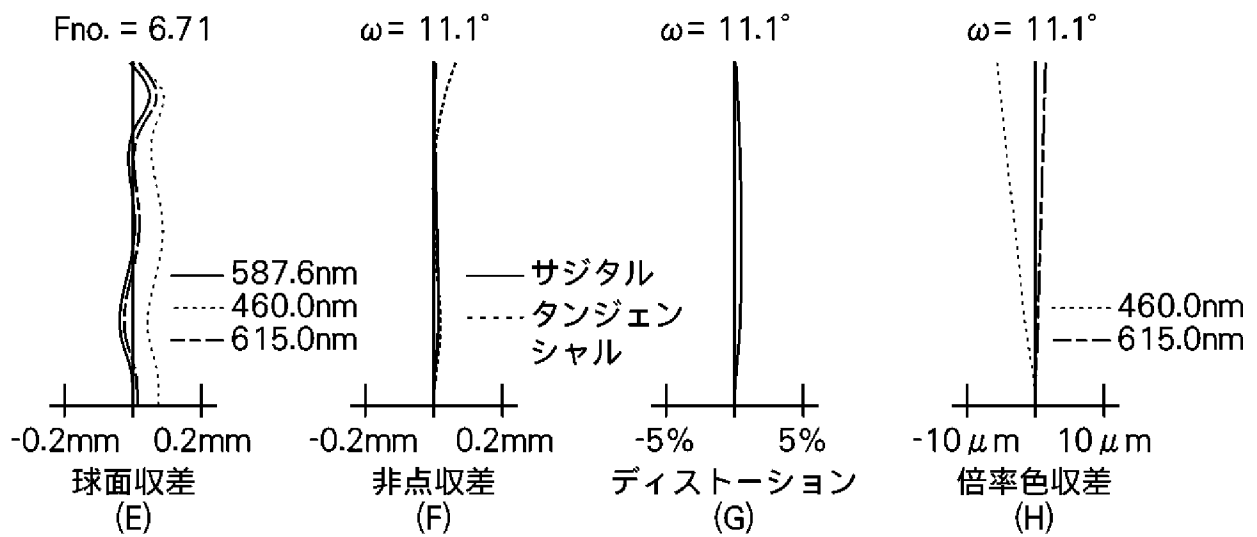
[図13]

実施例2

広角端



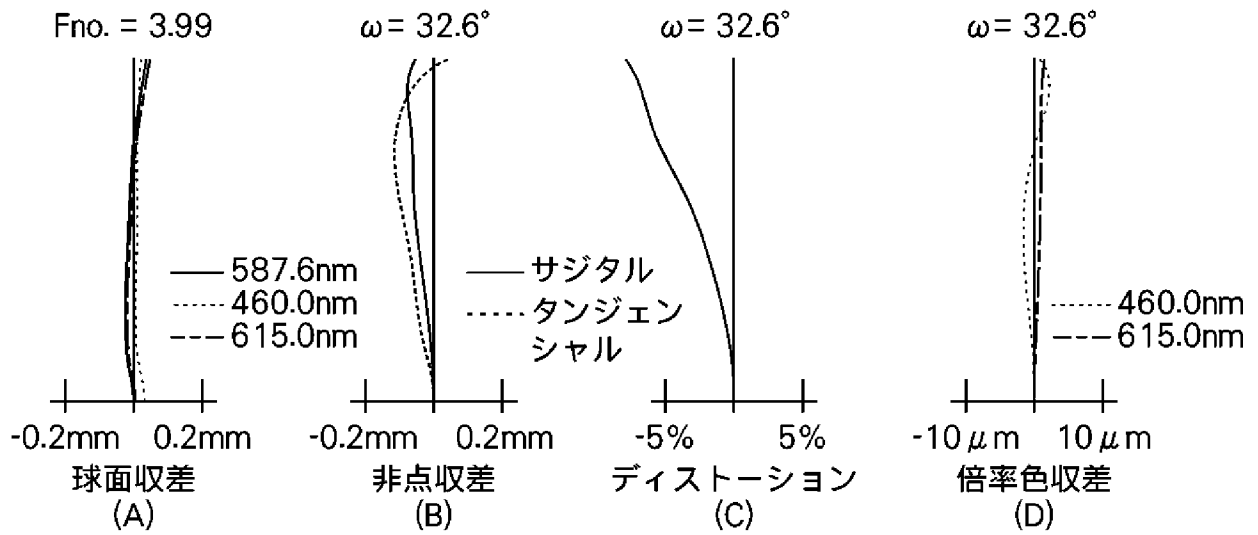
望遠端



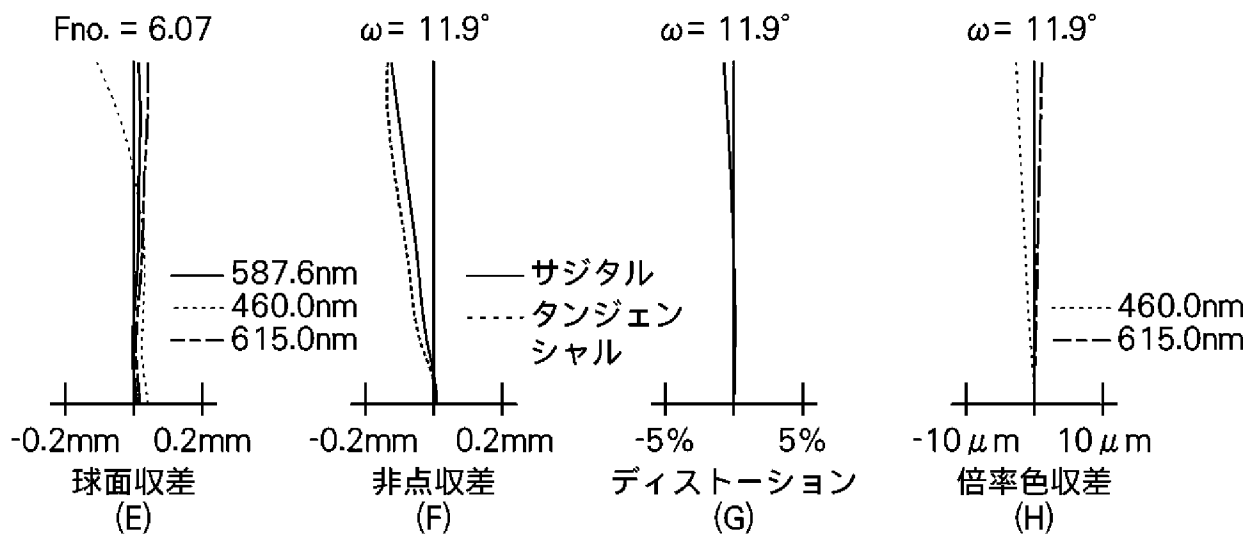
[図14]

実施例3

広角端



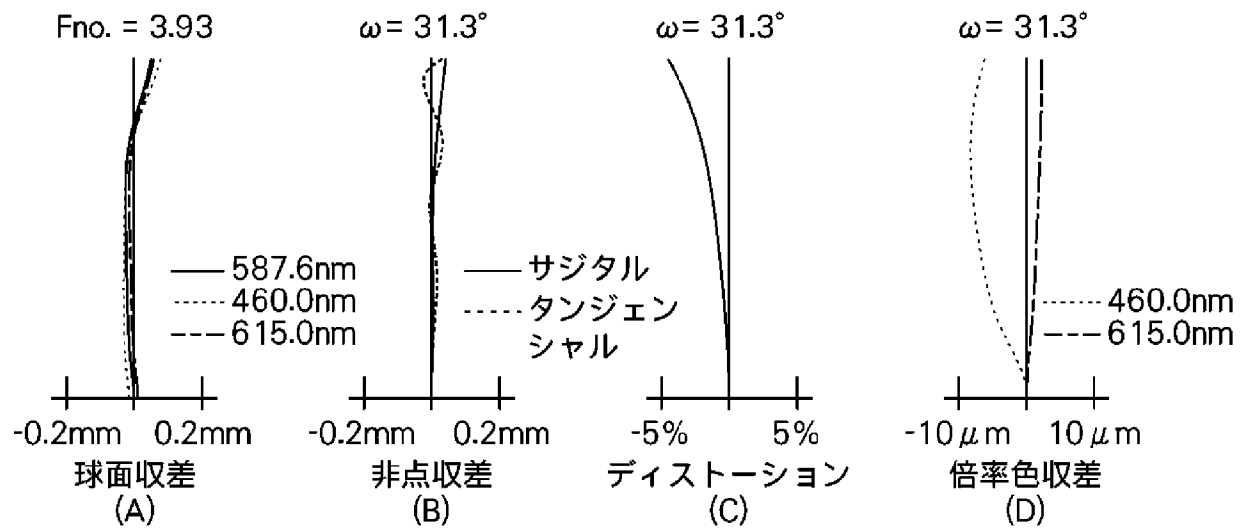
望遠端



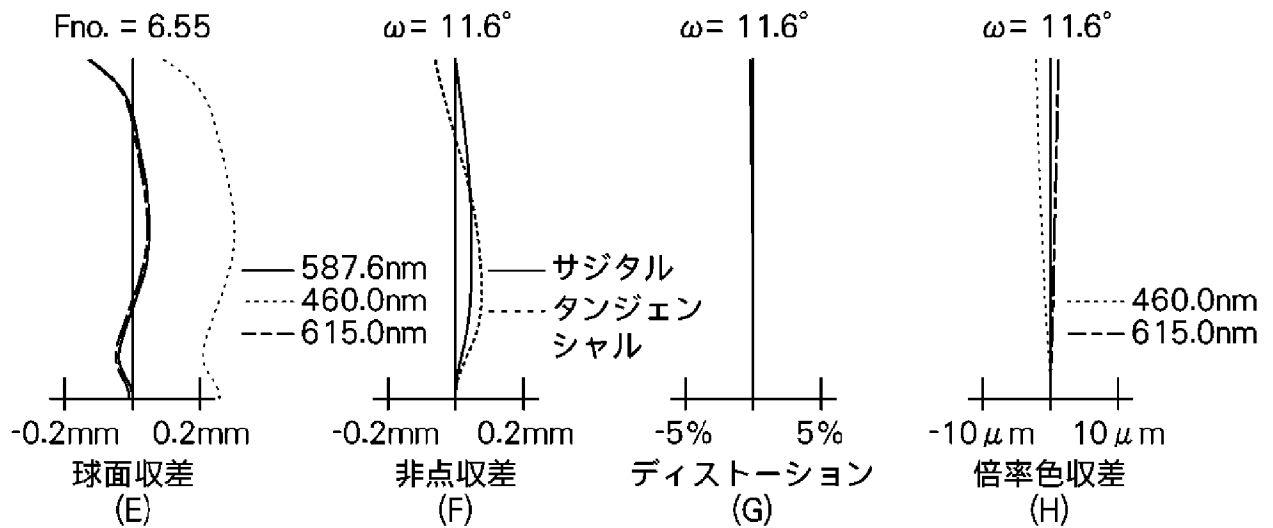
[図15]

実施例4

広角端



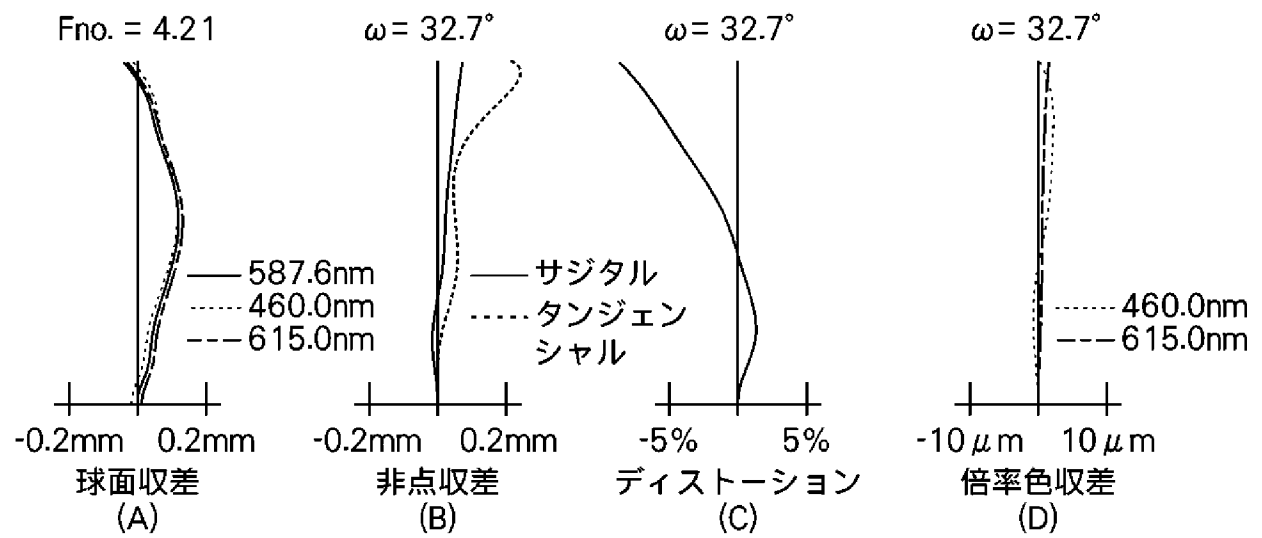
望遠端



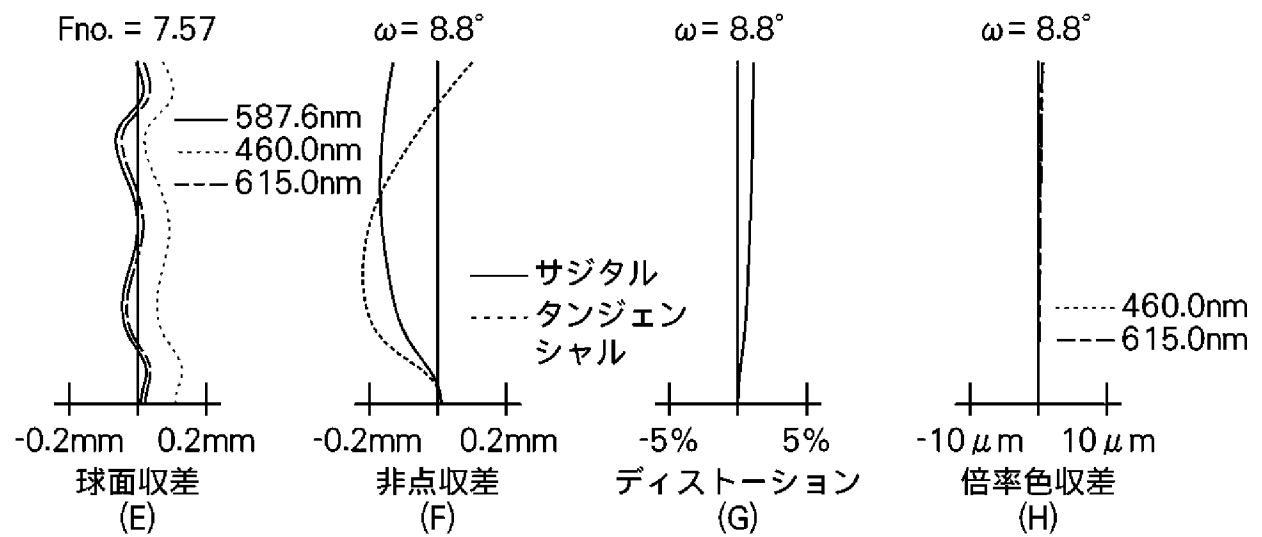
[図16]

実施例5

広角端



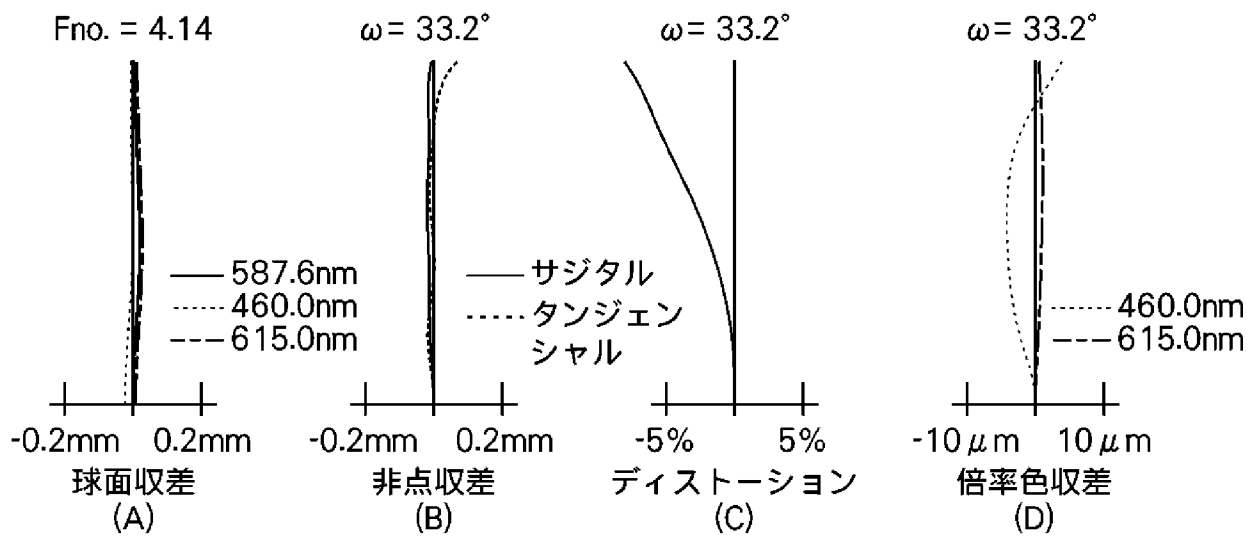
望遠端



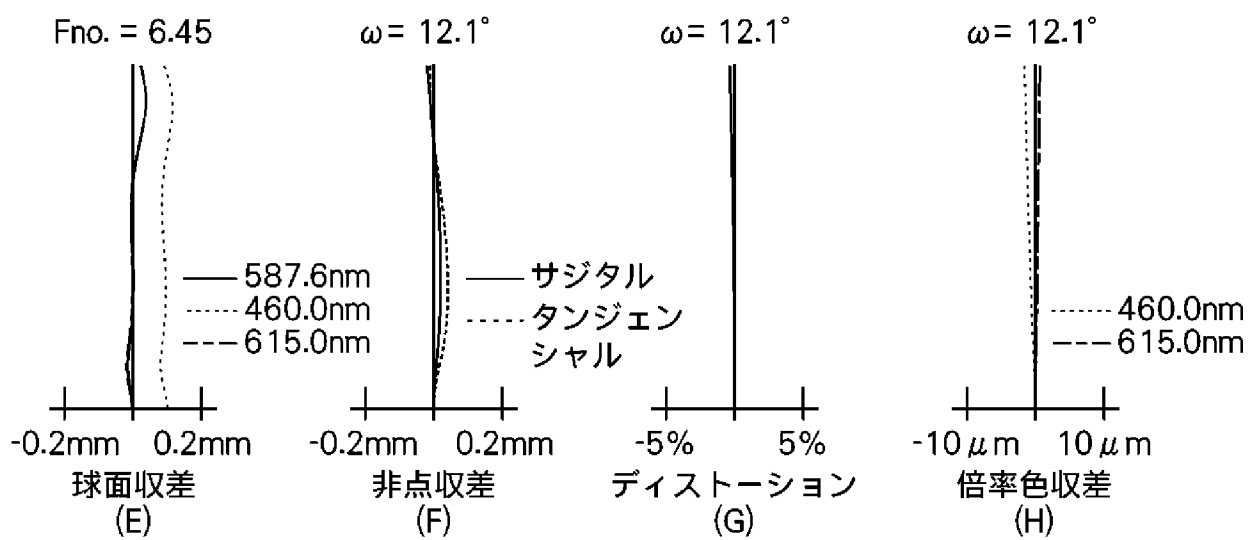
[図17]

実施例6

広角端



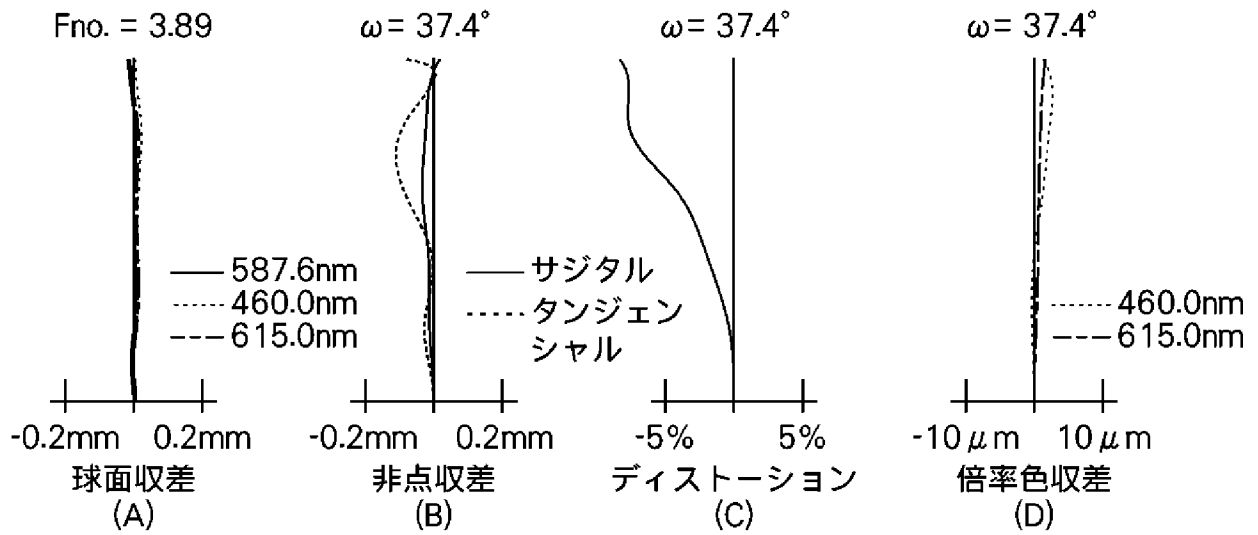
望遠端



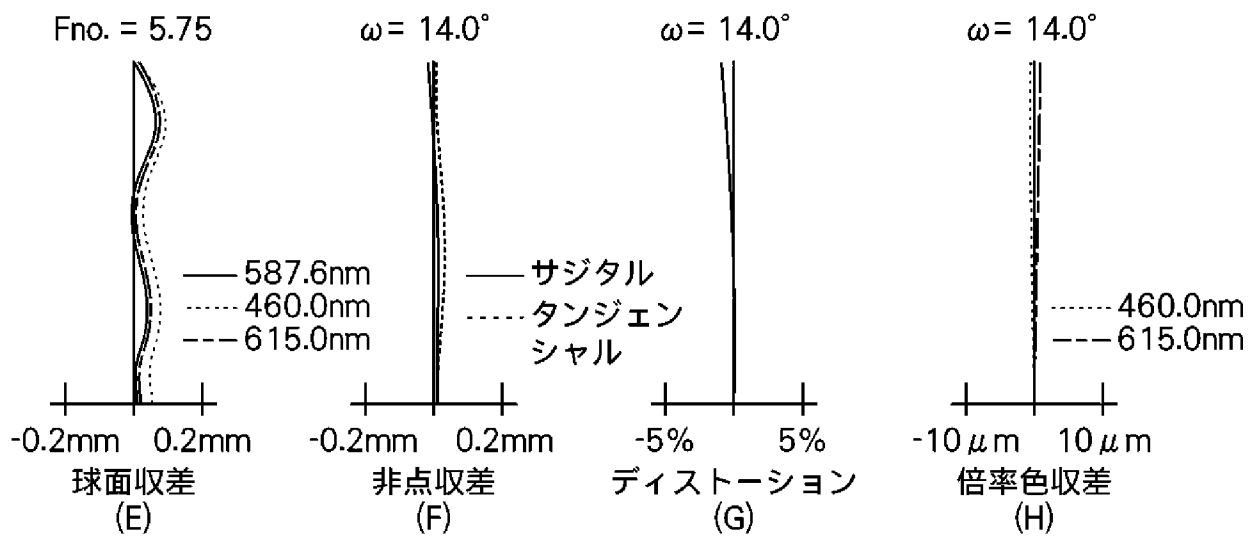
[図18]

実施例7

広角端



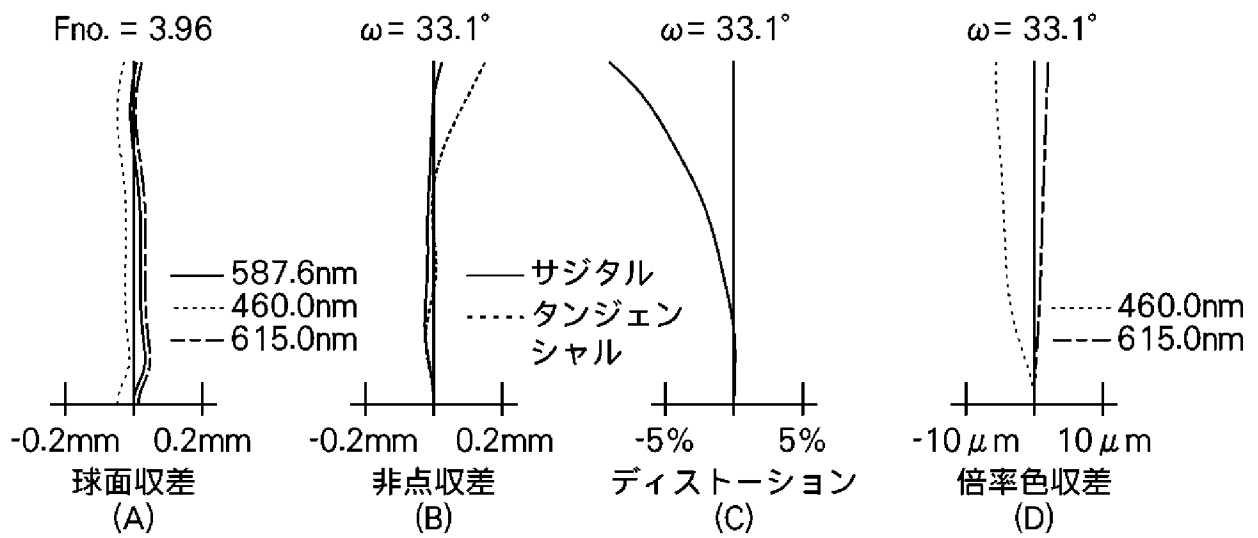
望遠端



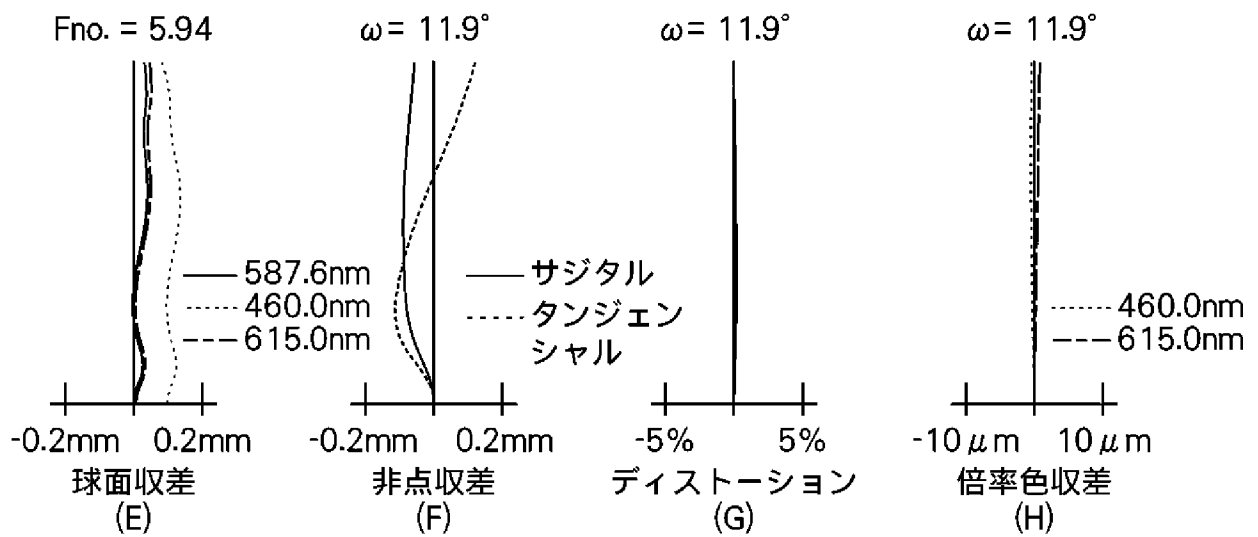
[図19]

実施例8

広角端



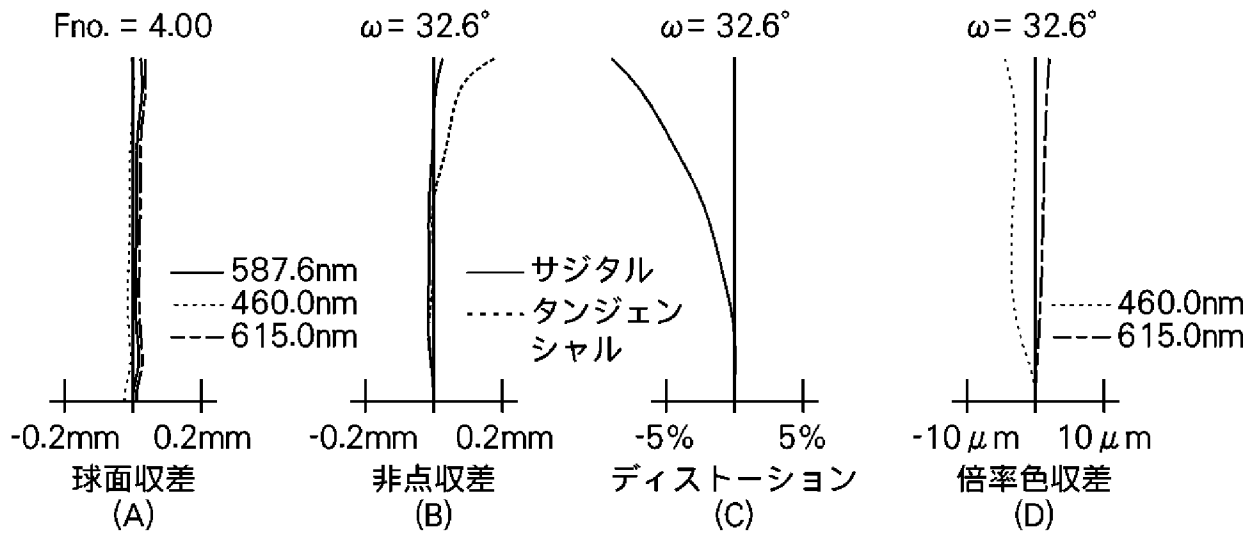
望遠端



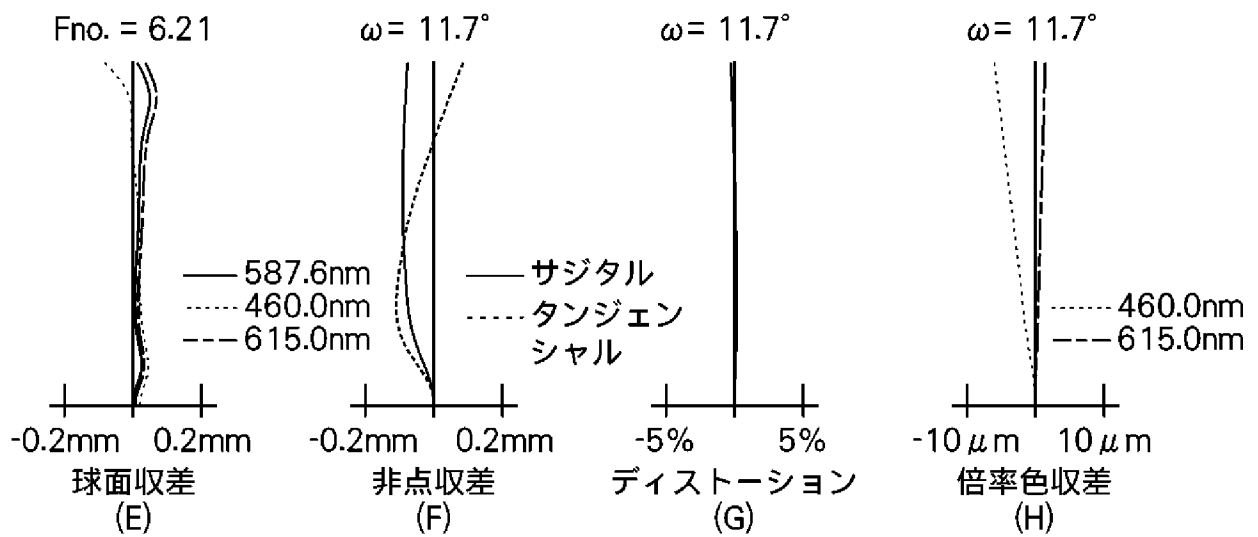
[図20]

実施例9

広角端



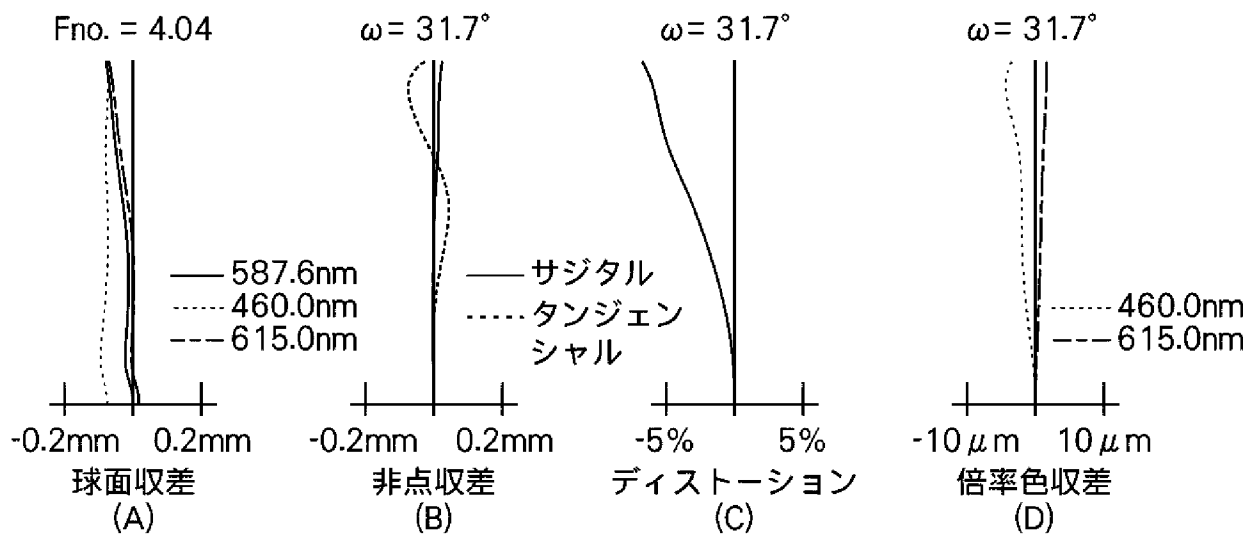
望遠端



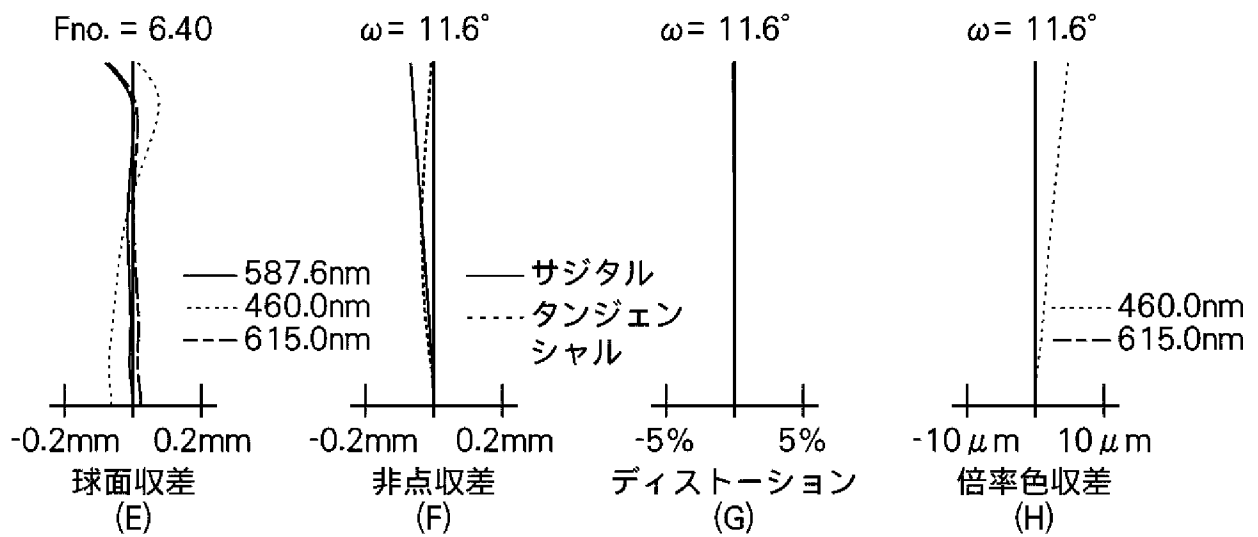
[図21]

実施例10

広角端



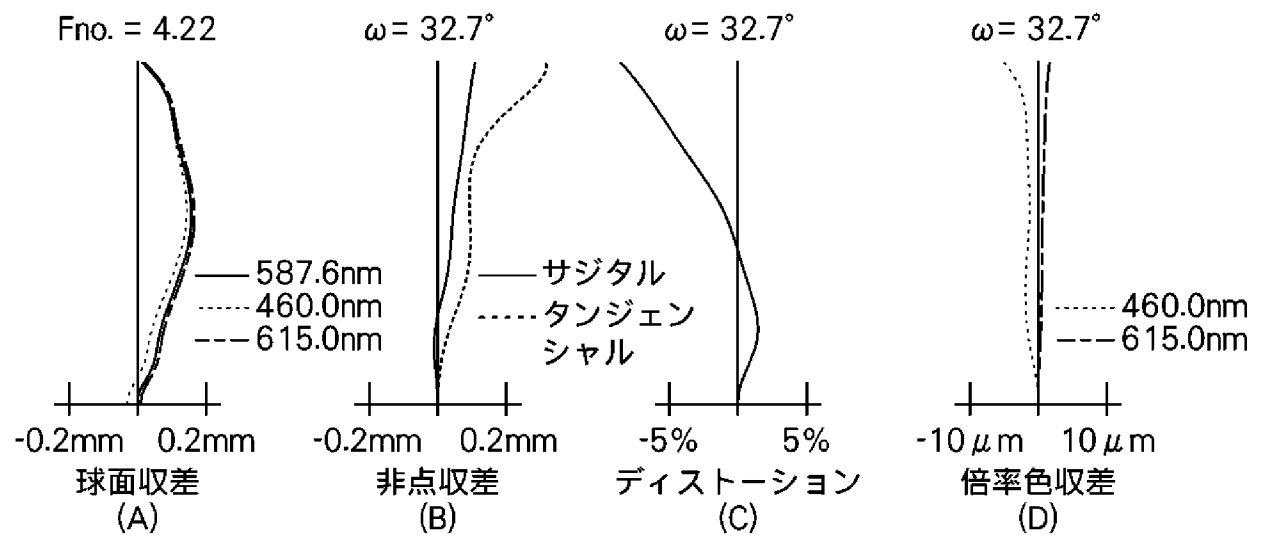
望遠端



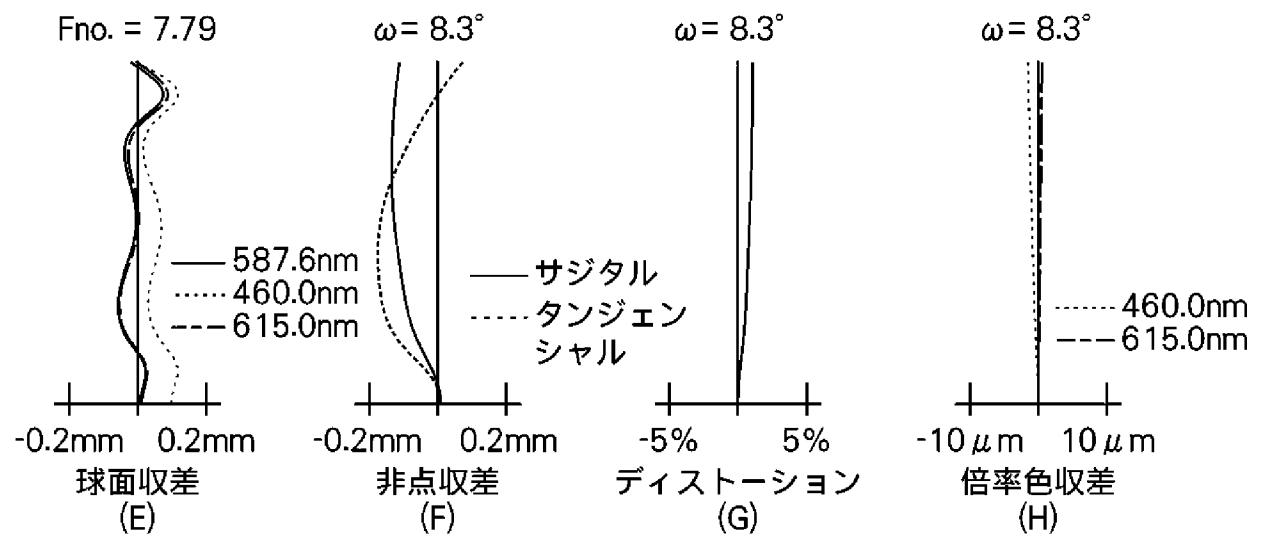
[図22]

実施例11

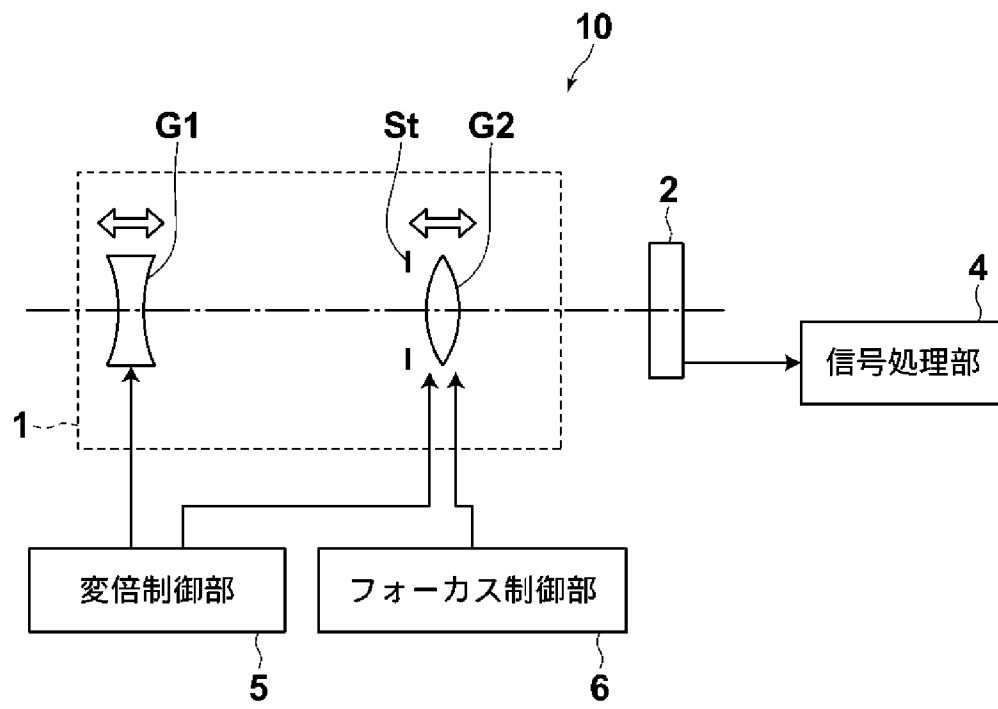
広角端



望遠端



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/004056

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B15/16(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)

G02B15/16, 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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 2004-264638 A (Fuji Photo Optical Co., Ltd.), 24 September 2004 (24.09.2004), examples 1 to 3; paragraphs [0017], [0025] & US 2004/0174613 A1	5-13, 15 1-4, 14
A	JP 2007-187740 A (Largan Precision Co., Ltd.), 26 July 2007 (26.07.2007), examples 1 to 6 (Family: none)	1-15
A	JP 2010-224580 A (Nidec Copal Corp.), 07 October 2010 (07.10.2010), examples 1, 2 (Family: none)	1-15

☒ 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
03 September, 2012 (03.09.12)

Date of mailing of the international search report
11 September, 2012 (11.09.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/004056

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-294303 A (Canon Inc.), 17 December 2009 (17.12.2009), examples 1 to 4 & US 7880976 B2 & US 2009/0296233 A1	1-15
P, A	JP 2012-103416 A (Olympus Imaging Corp.), 31 May 2012 (31.05.2012), examples 10, 11 (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. G02B15/16(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（I P C））

Int.Cl. G02B15/16, 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	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012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 2004-264638 A（富士写真光機株式会社）2004.09.24, 実施例1-3, 【0017】, 【0025】 & US 2004/0174613 A1	5-13, 15 1-4, 14
A	JP 2007-187740 A（大立光電股▲ふん▼有限公司）2007.07.26, 実施例1-6（ファミリーなし）	1-15
A	JP 2010-224580 A（日本電産コパル株式会社）2010.10.07, 実施例1、2（ファミリーなし）	1-15

☒ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

03.09.2012

国際調査報告の発送日

11.09.2012

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（I S A/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

堀井 康司

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

2V

3713

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
A	JP 2009-294303 A (キヤノン株式会社) 2009. 12. 17, 実施例 1 - 4 & US 7880976 B2 & US 2009/0296233 A1	1-15
P, A	JP 2012-103416 A (オリンパスイメージング株式会社) 2012. 05. 31, 実施例 1 0、1 1 (ファミリーなし)	1-15