

(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)



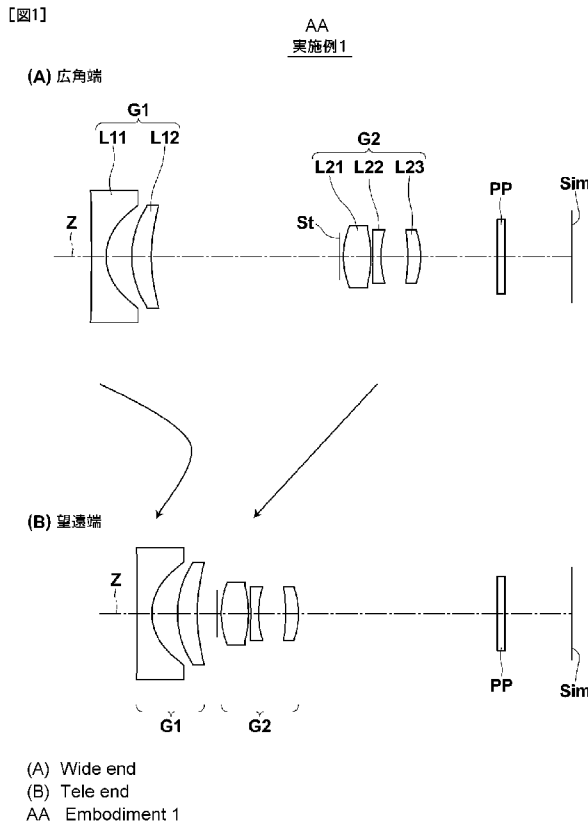
(10) 国際公開番号
WO 2012/176470 A1

- (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/JP2012/004058
- (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 2011-140027 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30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324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KS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,

[続葉有]

(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] A zoom lens essentially consisting of, in order from the object side, a first lens group (G1) having a negative refractive power and a second lens group (G2) having a positive refractive power, the gap between the first lens group (G1) and the second lens group (G2) changing when varying magnification, wherein plastic lenses are used for all of both the first lens group (G1) and the second lens group (G2), and both groups are configured from at least two lenses (the first lens group (G1) from lenses (L11, L12) and the second lens group (G2) from lenses (L21, L22, L23)). Additionally, when the amount of motion of the second lens group (G2) when varying magnification from the wide end to the tele end is M2 and the focal distance of the entire system at the tele end is ft, the following conditional expression is satisfied: $0.45 < M2/ft < 0.8$.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/176470 A1

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))

【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】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 (G1) と、正の屈折力を有する第2レンズ群 (G2) とからなり、変倍に際して第1レンズ群 (G1) と第2レンズ群 (G2) の間隔が変化するズームレンズにおいて、第1レンズ群 (G1) および第2レンズ群 (G2) を、それぞれ、全てプラスチックレンズを適用して、少なくとも2枚のレンズから (第1レンズ群 (G1) はレンズ (L11、L12) から、第2レンズ群 (G2) はレンズ (L21、L22、L23) から) 構成する。その上で、広角端から望遠端に変倍するときの第2レンズ群 (G2) の移動量をM2、望遠端における全系の焦点距離を f_t としたとき、以下の条件式を満足させる。 $0.45 < M2 / f_t < 0.8 \dots (1)$

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おり、例えば特許文献1にはそれらの例が示されている。また特許文献2および3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4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5や6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5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6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2010-91948号公報
特許文献2：特開2007-293368号公報
特許文献3：特開2007-108399号公報

特許文献4：特開2007-78801号公報

特許文献5：特開2008-112000号公報

特許文献6：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4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4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4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2や3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2や3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4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5や6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2～4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6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を採用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、変倍に際して前記第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記第1レンズ群および第2レンズ群が、それぞれ、全てプラスチックレンズを適用して、少なくとも2枚のレンズから構成され、

広角端から望遠端に変倍するときの第2レンズ群の移動量を M_2 、望遠端における全系の焦点距離を f_t としたとき、以下の条件式

$$0.45 < M_2 / f_t < 0.8 \quad \dots (1)$$

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。この点は、後述する本発明の第2のズームレンズに関する記載や、さらには、「第1レンズ群が実質的に、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズおよび正の屈折力を有する第2レンズの2枚より構成され」との記載についても同様である。

[0013] なお、本発明のズームレンズにおける各レンズ群は、3枚以上のプラスチックレンズから構成されてもよい。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のズームレンズは、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 としたとき、以下の条件式

$$1.5 < |f_t / f_1| < 2.3 \quad \dots (2)$$

を満足するものであることがより望ましい。

[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、変倍に際して前記第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記第1レンズ群および第2レンズ群が、それぞれ、全てプラスチックレンズを適用して、少なくとも2枚のレンズから構成され、

望遠端における全系の焦点距離を f_t 、第1レンズ群の焦点距離を f_1 としたとき、以下の条件式

$$1. \quad 5 < |f_t / f_1| < 2.3 \quad \dots (2)$$

を満足することを特徴とするものである。

[0017] なお、本発明による上記第2のズームレンズは、広角端から望遠端に変倍するときの第2レンズ群の移動量を M_2 、望遠端における全系の焦点距離を f_t としたとき、以下の条件式

$$0.45 < M_2 / f_t < 0.8 \quad \dots (1)$$

を満足するものであることが望ましい。

[0018] そして、本発明によるズームレンズは、第1レンズ群が少なくとも1枚の正レンズを有し、該正レンズのd線に対するアッペ数を ν_{d1p} としたとき、以下の条件式

$$\nu_{d1p} < 29 \quad \dots (3)$$

を満足するものであることが望ましい。

[0019] また本発明によるズームレンズは、第2レンズ群が少なくとも1枚の負レンズを有し、該負レンズのd線に対するアッペ数を ν_{d2n} としたとき、以下の条件式

$$\nu_{d2n} < 29 \quad \dots (4)$$

を満足するものであることが望ましい。

[0020] さらに本発明によるズームレンズは、第1レンズ群が実質的に、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズおよび正の屈折力を有する第2レンズの2枚より構成され、該2枚のレンズの光軸上での空気間隔を d_2 、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

$$0.31 < d_2 / f_w < 0.70 \quad \dots (5)$$

を満足するものであることが望ましい。

[0021] また本発明によるズームレンズは、広角端および望遠端の焦点距離をそれぞれ f_w 、 f_t としたとき、以下の条件式

$$2. 0 < f_t / f_w < 5. 0 \quad \dots (6)$$

を満足するものであることが望ましい。

[0022] なお上記条件式 (3) ~ (6) は、それらの中の一部 (1つまたは複数) が満足されてもよい。そしてそれらの条件式 (3)、(4)、(5) および (6) 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。

[0023] $\nu_{d1p} < 26 \quad \dots (3')$

$$\nu_{d2n} < 26 \quad \dots (4')$$

$$0. 31 < d_2 / f_w < 0. 60 \quad \dots (5')$$

$$2. 3 < f_t / f_w < 5. 0 \quad \dots (6')$$

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。

[0024] さらに本発明のズームレンズは、第1レンズ群が少なくとも1枚の負レンズを有し、該負レンズのd線に対する屈折率およびアッペ数をそれぞれ、 n_{d1n} 、 ν_{d1n} としたとき、以下の条件式

$$1. 48 < n_{d1n} < 1. 56 \quad \dots (7)$$

$$50 < \nu_{d1n} > 60 \quad \dots (8)$$

を満足するものであることが好ましい。

[0025] また本発明のズームレンズは、第2レンズ群が少なくとも1枚の正レンズを有し、該正レンズのd線に対する屈折率およびアッペ数をそれぞれ、 n_{d2p} 、 ν_{d2p} としたとき、以下の条件式

$$1.48 < n_{d2p} < 1.56 \quad \dots (9)$$

$$50 < \nu_{d2p} < 60 \quad \dots (10)$$

を満足するものであることが好ましい。

[0026] また本発明のズームレンズにおいては、第1レンズ群が物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ、正の屈折力を有する第2レンズから構成され、第1レンズのd線に対する屈折率、アッベ数を各々 n_{d11} 、 ν_{d11} とし、第2レンズのd線に対する屈折率、アッベ数を各々 n_{d12} 、 ν_{d12} としたとき、それらのレンズが下記条件

$$1.48 < n_{d11} < 1.61 \quad \dots (11)$$

$$50 < \nu_{d11} \quad \dots (12) \text{ より好ましくは } 52 < \nu_{d11} \quad \dots (12')$$

$$1.56 < n_{d12} < 1.66 \quad \dots (13)$$

$$\nu_{d12} < 33 \quad \dots (14) \text{ より好ましくは } \nu_{d12} < 29 \quad \dots (14')$$

を満足するプラスチック材料から形成されることが望ましい。

[0027] 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レンズから構成され、第3レンズのd線に対する屈折率、アッベ数を各々 n_{d21} 、 ν_{d21} とし、第4レンズのd線に対する屈折率、アッベ数を各々 n_{d22} 、 ν_{d22} とし、第5レンズのd線に対する屈折率、アッベ数を各々 n_{d23} 、 ν_{d23} としたとき、それらのレンズは下記条件

$$1.48 < n_{d21} < 1.61 \quad \dots (15)$$

$$50 < \nu_{d21} \quad \dots (16) \text{ より好ましくは } 52 < \nu_{d21} \quad \dots (16')$$

$$1.56 < n_{d22} < 1.68 \quad \dots (17)$$

$$\nu_{d22} < 33 \quad \dots (18) \text{ より好ましくは } \nu_{d22} < 29 \quad \dots (18')$$

$$1.48 < n_{d23} < 1.61 \quad \dots (19)$$

$$50 < \nu_{d23} \quad \dots (20) \text{ より好ましくは } 52 < \nu_{d23} \quad \dots (20')$$

を満足するプラスチック材料から形成されることが望ましい。

[0028] 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

[0029] 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、変倍に際して前記第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、第1レンズ群および第2レンズ群が、それぞれ、全てプラスチックレンズを適用して、少なくとも2枚のレンズから構成され、その上で前記条件式(1)を満足するものとされているので、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。

[0030] 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2レンズ群の移動量と望遠端における全系の焦点距離の関係を規定しており、条件式の下限值以下になると、変倍比を大きくすることが困難になる。またその場合は、第2レンズ群のパワーを強くしなければならず、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。さらにその場合は、プラスチックレンズのパワーが強くなり、温度による光学性能や特性の変化が大きくなるため、好ましくない。逆に、条件式の上限值以上になると、第2レンズ群の移動量が大きくなり、レンズ系が大型化するため好ましくない。条件式(1)を満足している場合は、以上の不具合を防止して、上記の効果が得られようになる。

[0031] また、本発明による第1のズームレンズにおいて特に、前記条件式(2)を満足している場合は、上記の効果がより顕著なものとなる。すなわちこの

条件式（２）は、望遠端における全系の焦点距離と第１レンズ群の焦点距離の関係を規定しており、下限値以下になると、変倍時の移動量が大きくなり、レンズ系が大型化してしまうため好ましくない。逆に上限値以上になると、主に、広角端近傍での像面湾曲の補正が困難になる。また、プラスチックレンズのパワーが強くなり、温度による光学性能や特性の変化が大きくなるため、好ましくない。条件式（２）を満足している場合は、以上の不具合も防止できるので、上記の効果をより顕著なものとすることができる。

[0032] 他方、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、変倍に際して前記第１レンズ群と第２レンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて第１レンズ群および第２レンズ群が、それぞれ、全てプラスチックレンズを適用して、少なくとも２枚のレンズから構成され、その上で前記条件式（２）を満足するものとされているので、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という効果を奏する。すなわち、この場合も条件式（２）を満足することにより、先に述べた通りの問題つまり、レンズ系が大型化してしまう、広角端近傍での像面湾曲の補正が困難になる、温度による光学性能や特性の変化が大きくなるといった問題を防止して、上記効果を得ることができる。

[0033] この本発明による第２のズームレンズにおいて特に、前記条件式（１）を満足している場合は、前記第１のズームレンズにおいて特に条件式（２）を満足している場合と同じ効果を得ることができる。

[0034] 次に条件式（３）～（２０）による効果について説明する。

[0035] 条件式（３）は、第１レンズ群内に配置される少なくとも１枚の正レンズのアッベ数を規定しており、条件式の範囲を外れると、特に倍率色収差が大きくなるため、好ましくない。条件式（３）を満足している場合は、上記の不具合を防止することができる。

- [0036] 条件式（４）は、第２レンズ群内に配置される少なくとも１枚の負レンズのアップベ数を規定しており、条件式の範囲を外れると、特に軸上色収差が大きくなるため、好ましくない。条件式（４）を満足している場合は、上記の不具合を防止することができる。
- [0037] 条件式（５）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と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（５）を満足している場合は、上記の不具合を防止することができる。
- [0038] 条件式（６）は、広角端および望遠端の各焦点距離の関係、つまり変倍比を規定しており、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（６）を満足している場合は、上記の不具合を防止することができる。
- [0039] 以上述べた条件式（３）、（４）、（５）および（６）による効果は、各条件式が規定する範囲の中で特にそれぞれ条件式（３'）、（４'）、（５'）および（６'）が満足されている場合は、より顕著なものとなる。
- [0040] また、第１レンズ群に配された負レンズの屈折率 n_{d1n} が条件式（７）の下限値以下になると、レンズの曲率（近似曲率）が大きくなって像面湾曲および歪曲収差の補正が困難になる。逆に上限値以上になると、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（７）を満足している場合は、上記の不具合を防止することができる。
- [0041] また、第１レンズ群に配された負レンズのアップベ数 ν_{d1n} が条件式（８）の範囲を外れると、特に広角端近傍での倍率色収差の補正が困難になるが

、条件式（８）を満足している場合はこの不具合を防止することができる。

[0042] また、第２レンズ群に配された正レンズの屈折率 n_{d2p} が条件式（９）の下限値以下になると、レンズの曲率（近似曲率）が大きくなり、収差発生量が大きくなってしまふ。逆に上限値以上になると、非点収差が大きくなるので好ましくない。条件式（９）を満足している場合は、上記の不具合を防止することができる。

[0043] また、第２レンズ群に配された正レンズのアッベ数 ν_{d2p} が条件式（１０）の範囲を外れると、軸上色収差の補正が困難になるが、条件式（１０）を満足している場合はこの不具合を防止することができる。

[0044] また本発明のズームレンズにおいて特に、第１レンズ群が物体側より順に、負の屈折力を有する第１レンズ、正の屈折力を有する第２レンズから構成された上で、前記条件式（１１）～（１４）を満足している場合は、下記の効果を得ることができる。条件式（１１）および条件式（１３）はそれぞれ、第１レンズの屈折率、第２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ふとともに、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ふため好ましくない。また、低コスト化や軽量化等の目的によって、第１レンズ群に配置された２枚のレンズ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（１１）あるいは（１３）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。

[0045] 条件式（１２）および条件式（１４）はそれぞれ、第１レンズのアッベ数、第２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（１２）あるいは（１４）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（１４）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（12）で第1レンズのアップ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（12）あるいは（14）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。

[0046] 以上述べた効果は、条件式（12）、（14）の範囲の中で特にそれぞれ、条件式（12'）、（14'）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、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た上で、前記条件式（15）～（20）が満足されている場合は、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。

[0048] 以上述べた効果は、条件式（16）、（18）、（20）の範囲の中で特にそれぞれ、条件式（16'）、（18'）、（20'）が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

[0049] 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。

[0050] 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。

[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] (A) ~ (H) は本発明の実施例1のズームレンズの各収差図
[図9] (A) ~ (H) は本発明の実施例2のズームレンズの各収差図
[図10] (A) ~ (H) は本発明の実施例3のズームレンズの各収差図
[図11] (A) ~ (H) は本発明の実施例4のズームレンズの各収差図
[図12] (A) ~ (H) は本発明の実施例5のズームレンズの各収差図
[図13] (A) ~ (H) は本発明の実施例6のズームレンズの各収差図
[図14] (A) ~ (H) は本発明の実施例7のズームレンズの各収差図
[図15]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7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2~7のズームレンズに対応している。図1~図7に示す例の基本的な構成は、図2および図7の実施例では第2レンズ群G2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)は無遠合焦状態かつ広角端(最短焦点距離状態)での光学系配置を、(B)は無遠合焦状態かつ望遠端(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2~7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G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2とがレンズ群として配列されてなる。また第2レンズ群G2には、開口絞りStが含まれている。ここに示す開口絞りSt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G2と像面Sim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。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Sim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PP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CCDを用いる3CCD方式を採用しているものがあり、この3CCD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Simの間に挿入することになる。その場合には、光学部材PP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G1は像面Sim側に凸状の軌跡を描くように移動し、第2レンズ群G2は物体側に単調移動し、開口絞りStは第2レンズ群G2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G1および第2レンズ群G2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G1は、物体側から順に配置された、負の屈折力を有する第1レンズL11と、正の屈折力を有する第2レンズL12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L11は両凹形状のレンズとし、第2レンズL12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第1レンズ群G1は、少なくとも2枚のレンズから構成されるが、本ズームレンズにおいては上述の通り2枚のレンズL11、L12から第1レンズ群G1が構成され、そしてそれらの双方が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は、第2レンズ群G2が少なくとも2枚のレンズより構成されるが、図1の構成における第2レンズ群G2は、物体側より順に配置された、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、および正の屈折力を有する第5レンズL23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L21は両凸形状のレンズ、上記第4レンズL22は両凹形状のレンズ、第5レンズL23は正メニスカス形状のレンズとすることができる。そして、第2レンズ群G2の全てのレンズL21、L22、およびL23も全てプラスチックレンズとされている。

[0060] 以上説明のように、第1レンズ群G1を2枚のレンズL11およびL12から、そして第2レンズ群G2を3枚のレンズL21、L22およびL23から構成した上で、それらのレンズを全て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ことができる。

[0061] なお、図1～7の構成のうち特に図2および図7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効果を得ることができる。

[0062] また本ズームレンズは、広角端から望遠端に変倍するときの第2レンズ群G2の移動量をM2、望遠端における全系の焦点距離をf_tとして、以下の条件式

$$0.45 < M2 / f_t < 0.8 \quad \dots (1)$$

を満足している。また本ズームレンズは、望遠端における全系の焦点距離を

f_t 、第1レンズ群G1の焦点距離を f_1 として、以下の条件式

$$1. \quad 5 < |f_t / f_1| < 2.3 \quad \dots (2)$$

を満足している。

[0063] なお、以上の条件式(1)および(2)で規定される各条件の数値例を、実施例毎にまとめて表22に示してある。またこの表22には、後述する条件式(3)～(20)で規定される各条件の数値例も併せて示してある。

[0064] そして本ズームレンズでは、第1レンズ群G1が1枚の正レンズ(第2レンズL12)を有し、該正レンズのd線に対するアッベ数を ν_{d1p} としたとき、以下の条件式

$$\nu_{d1p} < 29 \quad \dots (3)$$

を満足している(表22参照。以下、同様)。

[0065] また本ズームレンズは、第2レンズ群G2が1枚の負レンズ(第4レンズL22)を有し、該負レンズのd線に対するアッベ数を ν_{d2n} としたとき、以下の条件式

$$\nu_{d2n} < 29 \quad \dots (4)$$

を満足している。

[0066] さらに本ズームレンズは、第1レンズ群G1が実質的に、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズL11および正の屈折力を有する第2レンズL12の2枚より構成され、該2枚のレンズの光軸Z上での空気間隔を d_2 、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

$$0.31 < d_2 / f_w < 0.70 \quad \dots (5)$$

を満足している。

[0067] また本ズームレンズは、広角端および望遠端の焦点距離をそれぞれ f_w 、 f_t としたとき、以下の条件式

$$2. \quad 0 < f_t / f_w < 5.0 \quad \dots (6)$$

を満足している。

[0068] なお上記条件式(3)～(6)は、全て満足させる必要はなく、それらのうちのいくつかを満足するようにしてもよい。それらの条件式(3)、(4

）、（５）および（６）で示した各条件のより望ましい範囲は下記の通りであり、

$$\nu d 1 p < 26 \quad \dots (3')$$

$$\nu d 2 n < 26 \quad \dots (4')$$

$$0.31 < d 2 / f w < 0.60 \quad \dots (5')$$

$$2.3 < f t / f w < 5.0 \quad \dots (6')$$

本実施例では、これらの条件式も全て満足されている。

[0069] 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全体を光軸Zに沿って移動させる構成となっている。なお、第２レンズ群G２に配置された一部のレンズを光軸Zに沿って移動させる構成としても構わない。より具体的には、第５レンズL２３のみを光軸Zに沿って移動させる構成等が採用可能である。

[0070] さらに本ズームレンズは、第１レンズ群G１が１枚の負レンズ（第１レンズL１１）を有し、該負レンズのd線に対する屈折率およびアッベ数をそれぞれ、 $n d 1 n$ 、 $\nu d 1 n$ としたとき、以下の条件式

$$1.48 < n d 1 n < 1.56 \quad \dots (7)$$

$$50 < \nu d 1 n < 60 \quad \dots (8)$$

を満足している。

[0071] また本ズームレンズは、第２レンズ群G２が２枚の正レンズ（第３レンズL２１および第５レンズL２３）を有し、該正レンズのd線に対する屈折率およびアッベ数をそれぞれ、 $n d 2 p$ 、 $\nu d 2 p$ としたとき、以下の条件式

$$1.48 < n d 2 p < 1.56 \quad \dots (9)$$

$$50 < \nu d 2 p < 60 \quad \dots (10)$$

を満足している。

[0072] また本ズームレンズにおいては、第１レンズ群G１が物体側より順に、負の屈折力を有する第１レンズL１１、正の屈折力を有する第２レンズL１２から構成され、第１レンズL１１のd線に対する屈折率、アッベ数を各々 $n d 1 1$ 、 $\nu d 1 1$ とし、第２レンズL１２のd線に対する屈折率、アッベ数

を各々 n_{d12} 、 ν_{d12} としたとき、それらのレンズは下記条件

$$1.48 < n_{d11} < 1.61 \quad \dots (11)$$

$$50 < \nu_{d11} \quad \dots (12)$$

$$1.56 < n_{d12} < 1.66 \quad \dots (13)$$

$$\nu_{d12} < 33 \quad \dots (14)$$

を満足するプラスチック材料から形成されている。

[0073] なお上記条件式 (12) および (14) が規定する条件内でより望ましい値の範囲はそれぞれ下記

$$52 < \nu_{d11} \quad \dots (12')$$

$$\nu_{d12} < 29 \quad \dots (14')$$

の通りであるが、本実施例ではこれらの条件式 (12') および (14') も満足されている。

[0074] 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から構成され、第3レンズL21のd線に対する屈折率、アッベ数を各々 n_{d21} 、 ν_{d21} とし、第4レンズL22のd線に対する屈折率、アッベ数を各々 n_{d22} 、 ν_{d22} とし、第5レンズL23のd線に対する屈折率、アッベ数を各々 n_{d23} 、 ν_{d23} としたとき、それらのレンズは下記条件

$$1.48 < n_{d21} < 1.61 \quad \dots (15)$$

$$50 < \nu_{d21} \quad \dots (16)$$

$$1.56 < n_{d22} < 1.68 \quad \dots (17)$$

$$\nu_{d22} < 33 \quad \dots (18)$$

$$1.48 < n_{d23} < 1.61 \quad \dots (19)$$

$$50 < \nu_{d23} \quad \dots (20)$$

を満足するプラスチック材料から形成されている。なお上記条件式 (16)、(18) および (20) が規定する条件内でより望ましい値の範囲はそれぞれ下記

$$5.2 < \nu_{d21} \dots (16')$$

$$\nu_{d22} < 2.9 \dots (18')$$

$$5.2 < \nu_{d23} \dots (20')$$

の通りであるが、本実施例ではこれらの条件式(16')、(18')および(20')も満足されている。

[0075] 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。

[0076] 条件式(1)は、第2レンズ群G2の移動量と望遠端における全系の焦点距離との関係を規定しており、条件式の下限值以下になると、変倍比を大きくすることが困難になる。またその場合は、第2レンズ群G2のパワーを強くしなければならず、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。さらにその場合は、プラスチックレンズのパワーが強くなり、温度による光学性能や特性の変化が大きくなるため、好ましくない。逆に、条件式の上限值以上になると、第2レンズ群G2の移動量が大きくなり、レンズ系が大型化するため好ましくない。条件式(1)を満足している場合は、以上の不具合を防止して、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可能となる。

[0077] 条件式(2)は、望遠端における全系の焦点距離と第1レンズ群G1の焦点距離の関係を規定しており、下限値以下になると、変倍時の移動量が大きくなり、レンズ系が大型化してしまうため好ましくない。逆に上限値以上になると、主に、広角端近傍での像面湾曲の補正が困難になる。また、プラスチックレンズのパワーが強くなり、温度による光学性能や特性の変化が大きくなるため、好ましくない。条件式(2)を満足している場合は、以上の不具合も防止できるので、上述の効果すなわち、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、良好な光学性能を実現できるという効果をより顕著なものとすることができる。

[0078] 条件式(3)は、第1レンズ群G1内に配置される正レンズ(第2レンズ

L 1 2) のアッベ数を規定しており、条件式の範囲を外れると、特に倍率色収差が大きくなるため、好ましくない。条件式 (3) を満足している場合は、上記の不具合を防止することができる。

[0079] 条件式 (4) は、第2レンズ群G 2内に配置される負レンズ (第4レンズL 2 2) のアッベ数を規定しており、条件式の範囲を外れると、特に軸上色収差が大きくなるため、好ましくない。条件式 (4) を満足している場合は、上記の不具合を防止することができる。

[0080] 条件式 (5) は、第1レンズ群G 1に配置される第1レンズL 1 1と第2レンズL 1 2の間隔と、広角端における全系の焦点距離と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G 1全体が大型化してしまうため、好ましくない。条件式 (5) を満足している場合は、上記の不具合を防止することができる。

[0081] 条件式 (6) は、広角端および望遠端の各焦点距離の関係、つまり変倍比を規定しており、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G 2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 (6) を満足している場合は、上記の不具合を防止することができる。

[0082] 本ズームレンズでは、以上述べた条件式 (3)、(4)、(5) および (6) が規定する範囲の中で特にそれぞれ前記条件式 (3')、(4')、(5') および (6') が満足されているので、上記の効果がより顕著なものとなる。

[0083] また、第1レンズ群G 1に配された負レンズ (第1レンズL 1 1) の屈折率 n_{d1} が条件式 (7) の下限値以下になると、レンズの曲率 (近似曲率) が大きくなって像面湾曲および歪曲収差の補正が困難になる。逆に上限値

以上になると、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。本ズームレンズでは条件式（7）を満足しているので、上記の不具合を防止することができる。

[0084] また、第1レンズ群G1に配された負レンズ（第1レンズL11）のアッベ数 ν_{d1n} が条件式（8）の範囲を外れると、特に広角端近傍での倍率色収差の補正が困難になるが、本ズームレンズは条件式（8）を満足しているため、この不具合を防止することができる。

[0085] また、第2レンズ群G2に配された正レンズ（第3レンズL21および第5レンズL23）の屈折率 n_{d2p} が条件式（9）の下限値以下になると、レンズの曲率（近似曲率）が大きくなり、収差発生量が大きくなってしまふ。逆に上限値以上になると、非点収差が大きくなるので好ましくない。本ズームレンズは、条件式（9）を満足しているため、上記の不具合を防止することができる。

[0086] また、第2レンズ群G2に配された正レンズ（第3レンズL21および第5レンズL23）のアッベ数 ν_{d2p} が条件式（10）の範囲を外れると、軸上色収差の補正が困難になるが、本ズームレンズは条件式（10）を満足しているため、この不具合を防止することができる。

[0087] また本ズームレンズでは、第1レンズ群G1が物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズL11、正の屈折力を有する第2レンズL12から構成された上で、前記条件式（11）～（14）を満足しているため、下記の効果を得ることができる。すなわち条件式（11）および条件式（13）はそれぞれ、第1レンズL11の屈折率、第2レンズL12の屈折率を規定しており、それらの条件式の下限値以下になると、収差の発生が大きくなってしまふとともに、レンズの曲率（近似曲率）が大きくなって、第1レンズ群G1が厚くなってしまふため好ましくない。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L11およびL12をプラスチックレンズで構成する場合、それらの条件式の上限値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。本ズームレンズは条件式(11)および(13)を満足しているので、以上の不具合を防止することができる。

[0088] 条件式(12)および条件式(14)はそれぞれ、第1レンズL11のアップベ数、第2レンズL12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(12)あるいは(14)の範囲を外れると、色収差補正のために、第1レンズ群G1に配置された他方のレンズ(条件式(14)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(12)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。本ズームレンズは条件式(12)および(14)を満足しているので、以上の不具合を防止することができる。

[0089] 本ズームレンズでは、条件式(12)、(14)の範囲の中で特にそれぞれ、条件式(12')、(14')が満足されているので、以上述べた効果がより顕著なものとなる。

[0090] また本発明の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より構成された上で、前記条件式(15)～(20)が満足されている場合は、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。

[0091] 本ズームレンズでは、条件式(16)、(18)、(20)の範囲の中でも特にそれぞれ、条件式(16')、(18')、(20')が満足されているので、上記効果がより顕著なものとなる。

[0092] また本ズームレンズでは、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全体を光軸Zに沿って移動させる構成となっているので、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] なお、第2レンズ群G2全体ではなく、その一部のレンズ、例えば正の屈折力を有する第5レンズL23のみを光軸Zに沿って移動させる構成とした場合も、上記の効果をより顕著なものとして得ることができる。

[0094] 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。

[0095] 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1～7のズームレンズのレンズ断面図はそれぞれ図1～7に示したものである。

[0096] 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2～7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21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2～7のものについても基本的に同様である。

[0097] 表1の基本レンズデータにおいて、 S_i 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。

[0098] 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587.6nm)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線に対するアッベ数を示している。なお、基本レンズデータには、開口絞りStも含めて示しており、開口絞りSt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。

[0099] 表1の基本レンズデータにおけるD4、D11は、変倍時に変化する面間隔である。D4は第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔であり、D11は第2レンズ群G2と光学部材PPとの間隔である。ただし実施例2、7では、上記D11の代わりにD9を用いている。

[0100] 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(Fno.)、全画角(2ω)、変倍時に変化する各面間隔の値を示している。

[0101] 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KA、RAM(m=3、4、5、...12)の値である。

[0102]
$$Z_d = C \cdot h^2 / \{1 + (1 - KA \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \sum RAM \cdot h^m$$

ただし、

Zd: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

KA、RAM:非球面係数(m=3、4、5、...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)	Ndj (屈折率)	ν dj (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
KA	-7.1226025	0.6195752	0.0455753
RA3	2.8527533E-03	1.3047539E-03	8.2616248E-05
RA4	-4.1473757E-04	1.9281865E-03	-6.5096304E-04
RA5	1.1199128E-04	-1.1017867E-03	3.9845953E-04
RA6	2.3620192E-05	4.1238273E-04	-1.2520730E-04
RA7	-1.2231466E-05	-6.2883982E-05	4.5479129E-06
RA8	-1.5116175E-06	-2.2860711E-06	3.9213839E-06
RA9	6.9957609E-07	7.0291982E-07	-2.3604960E-07
RA10	1.7009286E-08	7.4810093E-08	-5.0184152E-08
RA11	-1.8368261E-08	1.5817690E-08	-9.1998820E-09
RA12	1.2875680E-09	-4.6616729E-09	2.1005738E-09

面番号	6	8	9
KA	-6.3422506	-9.9709349	-1.3798846
RA3	-7.0098873E-04	3.6107114E-03	3.8373369E-03
RA4	2.9006712E-03	-1.2306536E-03	7.4428967E-04
RA5	-1.2675233E-03	9.4348643E-04	1.8179553E-04
RA6	2.8848355E-04	-4.2578700E-04	-5.1888543E-04
RA7	4.0291067E-05	-1.3836334E-04	-5.9873513E-05
RA8	-8.9289567E-06	1.2562966E-05	2.7863066E-05
RA9	-1.3182102E-05	3.7573813E-05	1.9831185E-05
RA10	3.1220073E-06	-6.6154532E-06	-1.9975453E-06

面番号	10	11
KA	-0.5982977	-1.4767948
RA3	3.1690869E-03	2.8761485E-03
RA4	-1.1018539E-04	-1.4342275E-03
RA5	-2.5170759E-04	1.3243839E-04
RA6	-1.3571412E-05	3.9758109E-06
RA7	-1.2394601E-05	-2.1589979E-05
RA8	-3.2572811E-06	-5.7942241E-06
RA9	-3.7427885E-06	1.5121874E-06
RA10	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)	Ndj (屈折率)	ν dj (アッベ数)
*1	71.2471	1.10	1.49023	57.5
*2	5.8000	3.20		
*3	15.1047	1.67	1.66000	22.0
*4	15.9401	D4		
5	∞ (開口絞り)	0.40		
*6	5.6000	3.20	1.49023	57.5
7	-12.8581	0.56		
*8	-12.2241	1.20	1.66000	22.0
*9	-59.0565	D9		
10	∞	0.80	1.51680	64.2
11	∞	11.00		

*: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	6.22	26.76
Fno.	4.14	8.54
2 ω	69.23	16.99
D4	19.53	0.49
D11	1.94	19.94

[表6]

実施例2. 非球面係数

面番号	1	2	3	4
KA	-9.2764939	-0.1784927	-1.7532008	-1.1703810
RA3	1.2883721E-02	1.8575582E-02	6.0031314E-03	4.3203351E-03
RA4	-3.2432707E-03	-3.2388632E-03	-2.2767135E-03	-3.3928563E-03
RA5	2.3442750E-04	2.9630505E-04	3.8381176E-04	1.0945056E-03
RA6	1.2536509E-04	1.3789706E-04	6.2022881E-05	-6.5543370E-05
RA7	-2.7759772E-05	1.0231977E-05	-1.9796810E-05	-5.6697909E-05
RA8	-5.9434895E-07	-9.6055170E-07	-1.2529088E-06	1.2653663E-06
RA9	5.1950261E-07	-1.0782730E-06	-5.8482452E-07	1.5170301E-06
RA10	-2.2415213E-09	-2.2024896E-08	9.4912217E-09	9.4732907E-09
RA11	-7.4625258E-09	9.1584719E-09	1.3515454E-08	-1.4965023E-08
RA12	4.7718882E-10	5.9132654E-10	1.0093457E-09	-4.6817271E-10

面番号	6	8	9
KA	-4.3219499	-8.9390582	-2.5646714
RA3	7.2189004E-04	-1.0277856E-04	2.2568865E-04
RA4	2.1532936E-03	2.1122649E-03	2.7334912E-03
RA5	5.5180760E-04	6.4905008E-05	9.6574083E-04
RA6	-2.1984935E-04	1.8166041E-04	-2.0184233E-04
RA7	-5.0146460E-05	2.5184124E-06	-2.6945140E-06
RA8	1.3622207E-05	-1.8667915E-05	1.5440211E-05
RA9	-5.1554068E-07	7.3350961E-07	1.5666354E-05
RA10	3.5100939E-07	-1.8795070E-07	-7.0649618E-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)	Ndj (屈折率)	ν dj (アッベ数)
*1	-60.9154	1.40	1.55000	52.0
*2	5.6943	2.35		
*3	6.9475	1.70	1.63355	23.6
*4	10.9845	D4		
5	∞ (開口絞り)	0.81		
*6	9.5012	2.03	1.55000	52.0
7	-8.6212	0.15		
*8	-426.7806	0.80	1.63355	23.6
*9	7.4064	1.80		
*10	-10.9250	1.50	1.55000	52.0
*11	-5.6728	D11		
12	∞	0.80	1.51680	64.2
13	∞	5.91		

*: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	6.81	16.34
Fno.	3.82	5.33
2ω	64.87	27.83
D4	18.93	1.79
D11	8.90	16.65

[表9]

実施例3. 非球面係数

面番号	1	2	3	4
KA	10.0000000	0.9492799	0.2649946	-0.2698275
RA3	2.0838363E-03	2.0396820E-03	4.6291062E-04	6.9569846E-04
RA4	-2.0724138E-03	-2.2638457E-03	-9.1199893E-04	-1.0212408E-03
RA5	9.9145763E-04	1.2706983E-04	8.5381963E-05	2.7272490E-04
RA6	-1.0216751E-04	4.3257837E-04	1.4812613E-05	-7.4602628E-05
RA7	-1.1223766E-05	-1.0751205E-04	6.5792672E-07	4.8072985E-06
RA8	-1.2213316E-06	-1.8920656E-06	3.4246999E-07	3.8059926E-06
RA9	8.1889579E-07	1.6410860E-06	-9.9227683E-08	-3.9910246E-07
RA10	1.8242886E-08	9.2975690E-08	-2.4529767E-09	-4.4425068E-08
RA11	-2.0791501E-08	6.8946794E-09	0.0000000E+00	-8.8080804E-09
RA12	1.4016519E-09	-5.4576368E-09	0.0000000E+00	2.1512417E-09

面番号	6	8	9	10
KA	-8.8113389	8.6939185	-3.2775484	0.5184245
RA3	-1.7160298E-03	9.3684005E-03	1.0415140E-02	4.2284809E-03
RA4	2.1685015E-03	-7.3765327E-03	-5.3614801E-03	-7.7438023E-04
RA5	-1.6314747E-03	3.1014257E-03	2.0651454E-03	-4.2955391E-04
RA6	2.8583036E-04	-4.5699513E-04	-5.4624588E-04	-1.3740596E-05
RA7	4.4469601E-05	-1.8692276E-04	-9.3933898E-05	-1.2924811E-07
RA8	-8.0049028E-06	1.2201682E-05	2.8003023E-05	-1.5925619E-06
RA9	-1.1468847E-05	3.7189629E-05	1.6961432E-05	2.2258240E-06
RA10	2.7207968E-06	-7.7993580E-06	-3.4432574E-06	1.1997169E-06

面番号	11
KA	1.4909649
RA3	1.7912139E-03
RA4	5.4960482E-05
RA5	-1.3883353E-04
RA6	-9.1593337E-06
RA7	-2.6848999E-06
RA8	-1.1088540E-07
RA9	2.3155743E-06
RA10	7.7929194E-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_d (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	6.99	26.37
Fno.	4.21	7.56
2ω	65.42	17.50
D4	26.29	1.61
D11	2.99	20.25

[表12]

実施例4. 非球面係数

面番号	1	2	4
KA	-1.6459038	0.8241924	-0.2421523
RA3	2.5104129E-03	1.4151370E-04	6.0020392E-04
RA4	-7.0415771E-04	2.0624822E-03	-1.3892203E-03
RA5	1.5823497E-04	-1.1145733E-03	6.0734239E-04
RA6	2.7559544E-05	4.0254908E-04	-1.3050292E-04
RA7	-1.5813340E-05	-7.1962375E-05	-1.8197665E-06
RA8	-1.5928930E-06	-2.3520390E-06	3.9762768E-06
RA9	7.3272048E-07	8.5240067E-07	-2.5073482E-08
RA10	2.4298729E-08	7.0859091E-08	-4.3710629E-08
RA11	-1.7329718E-08	1.9252959E-08	-1.2493929E-08
RA12	1.0647408E-09	-4.6691124E-09	1.8655152E-09

面番号	6	8	9
KA	-4.9011996	0.8208858	-0.8011883
RA3	-4.4180180E-04	2.9429670E-05	-4.1561541E-04
RA4	3.9146992E-03	1.3812829E-05	2.0555216E-03
RA5	-1.1975769E-03	1.0140360E-03	5.0218416E-04
RA6	2.7882909E-04	-4.2261670E-04	-4.9280593E-04
RA7	3.3116823E-05	-1.3097041E-04	-4.9799282E-05
RA8	-8.8658298E-06	1.2648641E-05	2.7168745E-05
RA9	-1.1312120E-05	3.8610882E-05	1.8776885E-05
RA10	2.7057187E-06	-7.8245840E-06	-2.3382397E-06

面番号	10	11
KA	-1.4343674	-2.0125016
RA3	1.1718057E-03	1.9371283E-03
RA4	-8.5544121E-04	-1.5553318E-03
RA5	9.3059624E-05	2.0610265E-04
RA6	-1.8515247E-05	-8.4626843E-06
RA7	-2.3754525E-05	-2.0399743E-05
RA8	-1.0943947E-05	-4.9006527E-06
RA9	-2.0169207E-06	1.6088504E-06
RA10	4.8954520E-06	1.4732520E-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)	Ndj (屈折率)	ν dj (アッベ数)
*1	-60.1972	1.50	1.53389	56.0
*2	5.6490	2.40		
3	12.1750	1.80	1.62000	25.5
*4	28.4850	D4		
5	∞ (開口絞り)	0.40		
*6	5.7905	3.00	1.53389	56.0
7	-13.2952	0.15		
*8	-10.9655	1.50	1.62000	25.5
*9	40.0291	4.66		
*10	-14.0875	1.46	1.53389	56.0
*11	-11.0023	D11		
12	∞	0.80	1.51680	64.2
13	∞	8.93		

*: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	6.53	31.99
Fno.	4.19	8.92
2 ω	68.94	14.41
D4	25.61	0.34
D11	1.95	26.70

[表15]

実施例5. 非球面係数

面番号	1	2	4
KA	-6.9942298	0.8674390	-0.2455334
RA3	4.4195331E-03	1.7675004E-03	4.0655087E-04
RA4	-9.7333116E-04	2.0575130E-03	-1.4197360E-03
RA5	1.6510147E-04	-1.1436720E-03	6.1702810E-04
RA6	2.9518263E-05	4.0342619E-04	-1.3188594E-04
RA7	-1.4996697E-05	-7.0297452E-05	-2.8115352E-06
RA8	-1.6295019E-06	-2.3266589E-06	3.9783070E-06
RA9	6.9964849E-07	8.4693171E-07	-6.4803753E-09
RA10	2.4683626E-08	7.2095214E-08	-4.3265381E-08
RA11	-1.6629179E-08	1.7728855E-08	-1.2161759E-08
RA12	1.0168945E-09	-4.6968253E-09	1.8268568E-09

面番号	6	8	9
KA	-3.9693846	0.5971674	-1.9223869
RA3	-2.0912839E-04	5.0754159E-04	-7.7519105E-05
RA4	4.0615636E-03	8.5350777E-04	2.5822640E-03
RA5	-1.1980538E-03	9.6570318E-04	6.8739758E-04
RA6	2.8327802E-04	-4.2198944E-04	-4.9357921E-04
RA7	3.6802604E-05	-1.3000934E-04	-5.1359164E-05
RA8	-8.9353534E-06	1.2331849E-05	2.7932292E-05
RA9	-1.1378499E-05	3.8497230E-05	1.8854118E-05
RA10	2.7406695E-06	-7.7691044E-06	-2.6260235E-06

面番号	10	11
KA	-1.6040948	-2.1456575
RA3	-1.2057770E-03	9.5267921E-04
RA4	-6.2070066E-04	-1.7774571E-03
RA5	1.7443001E-04	4.0630545E-04
RA6	-1.6939778E-05	-9.9027993E-06
RA7	-2.2238277E-05	-2.3054232E-05
RA8	-1.0989100E-05	-4.9447041E-06
RA9	-2.0960359E-06	1.5602361E-06
RA10	4.9500562E-06	1.5095682E-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)	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17]

実施例6. 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18]

実施例6. 非球面係数

面番号	1	2	4
KA	10.0000090	0.8237751	-0.2442424
RA3	2.7797989E-03	4.6199875E-04	4.9021538E-04
RA4	-7.0927256E-04	2.0662827E-03	-1.3875019E-03
RA5	1.5554406E-04	-1.1090094E-03	6.0136043E-04
RA6	2.7664452E-05	4.0254109E-04	-1.3060073E-04
RA7	-1.5716891E-05	-7.1966746E-05	-1.5805307E-06
RA8	-1.5930601E-06	-2.3516701E-06	3.9790636E-06
RA9	7.3200338E-07	8.5409849E-07	-2.1432287E-08
RA10	2.4344416E-08	7.0911798E-08	-4.3636041E-08
RA11	-1.7387413E-08	1.9258827E-08	-1.2628192E-08
RA12	1.0707760E-09	-4.6693910E-09	1.8612073E-09

面番号	6	8	9
KA	-4.8759924	0.8342312	-0.7976375
RA3	-3.0445469E-04	-4.4806395E-04	-6.6226672E-04
RA4	3.9176131E-03	1.3016736E-05	2.0516362E-03
RA5	-1.2132840E-03	1.0097790E-03	5.0188737E-04
RA6	2.7863100E-04	-4.2265893E-04	-4.9277472E-04
RA7	3.2988551E-05	-1.3097307E-04	-4.9804775E-05
RA8	-8.8628231E-06	1.2659375E-05	2.7058725E-05
RA9	-1.1309385E-05	3.8618766E-05	1.8822019E-05
RA10	2.7039231E-06	-7.8285013E-06	-2.3364312E-06

面番号	10	11
KA	-1.4390174	-2.0031330
RA3	1.1041831E-03	1.9031572E-03
RA4	-8.4111592E-04	-1.5724317E-03
RA5	9.3655620E-05	2.0688653E-04
RA6	-1.8539442E-05	-8.4212052E-06
RA7	-2.3775369E-05	-2.0380310E-05
RA8	-1.0942142E-05	-4.9039870E-06
RA9	-2.0196156E-06	1.6041111E-06
RA10	4.8954146E-06	1.4746402E-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)	Ndj (屈折率)	ν dj (アッベ数)
*1	-22.5230	0.90	1.53389	56.0
*2	7.7185	2.13		
*3	6.9854	1.73	1.63355	23.6
*4	8.3924	D4		
5	∞ (絞リ)	0.40		
*6	5.6992	3.20	1.53389	56.0
7	-9.1090	0.30		
*8	-5.0148	1.20	1.63355	23.6
*9	-10.2381	D9		
10	∞	0.80	1.51680	64.2
11	∞	7.51		

*: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	6.73	19.02
Fno.	4.05	6.44
2 ω	67.05	23.88
D4	16.71	2.24
D9	5.65	15.81

[表21]

実施例7. 非球面係数

面番号	1	2	3	4
KA	-10.0000001	-0.0761082	0.9644492	-0.7839367
RA3	1.6134460E-03	3.5030046E-03	3.3877152E-03	2.5596842E-03
RA4	5.6486876E-03	6.2598805E-03	-2.9376742E-03	-2.9672389E-03
RA5	-1.5986791E-03	-1.7391617E-03	7.3830783E-04	9.3460327E-04
RA6	8.7522213E-05	2.9854844E-04	-1.8187809E-06	-6.4755938E-05
RA7	2.0610501E-05	-2.9800232E-06	-1.6487355E-05	-2.4592045E-05
RA8	-1.3528477E-06	-1.6959749E-06	-5.5252675E-07	6.7769782E-07
RA9	-4.0470578E-07	-8.2234553E-07	1.7573980E-08	6.4757909E-07
RA10	1.5963559E-08	-4.7773028E-09	1.0286122E-08	9.1813372E-09
RA11	7.3804941E-09	1.2429315E-08	1.2051817E-09	-4.9188270E-09
RA12	-5.8797464E-10	9.5508900E-10	9.1700993E-10	-4.3956618E-10

面番号	6	8	9
KA	-1.4454686	1.3456668	0.8622489
RA3	3.2882024E-04	-1.5930149E-05	1.3732094E-04
RA4	9.9259350E-04	5.4301506E-03	4.5110478E-03
RA5	3.8157171E-04	-8.5919051E-05	1.4572481E-04
RA6	-9.3900702E-05	1.1053166E-04	-1.0987529E-05
RA7	-3.9708928E-05	6.6591720E-06	2.3864654E-05
RA8	1.2359492E-05	-2.2959506E-05	-3.3169647E-07
RA9	1.6546782E-06	1.2685132E-06	-2.2359801E-06
RA10	-7.0895396E-07	1.4989641E-06	3.5627808E-07

[0103] また表22に、実施例1～7のズームレンズの条件式(1)～(20)に対応する値を示す。この表22の値はd線に関するものである。

[表22]

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
(1) $M2/f_t$	0.63	0.67	0.47	0.66	0.77	0.67	0.53
(2) $ f_t/f_1 $	1.43	2.02	1.04	1.62	2.19	1.71	1.41
(3) $\nu d1p$	23.6	22.0	23.6	23.6	25.5	27.0	23.6
(4) $\nu d2n$	23.6	22.0	23.6	23.6	25.5	27.0	23.6
(5) $d2/f_w$	0.37	0.52	0.35	0.39	0.37	0.33	0.32
(6) f_t/f_w	2.83	4.30	2.40	3.77	4.90	4.00	2.83
(7) $nd1n$	1.53	1.49	1.55	1.53	1.53	1.53	1.53
(8) $\nu d1n$	56.0	57.5	52.0	56.0	56.0	56.0	56.0
(9) $nd2p$	1.53	1.49	1.55	1.53	1.53	1.53	1.53
(10) $\nu d2p$	56.0	57.5	52.0	56.0	56.0	56.0	56.0
(11) $nd1f$	1.53	1.49	1.55	1.53	1.53	1.53	1.53
(12) $\nu d1f$	56.0	57.5	52.0	56.0	56.0	56.0	56.0
(13) $nd12$	1.63	1.66	1.63	1.63	1.62	1.61	1.63
(14) $\nu d12$	23.6	22.0	23.6	23.6	25.5	27.0	23.6
(15) $nd2f$	1.53	1.49	1.55	1.53	1.53	1.53	1.53
(16) $\nu d2f$	56.0	57.5	52	56.0	56.0	56.0	56.0
(17) $nd22$	1.63	1.66	1.63	1.63	1.62	1.61	1.63
(18) $\nu d22$	23.6	22.0	23.0	23.6	25.5	27.0	23.6
(19) $nd23$	1.53	-	1.55	1.53	1.53	1.53	-
(20) $\nu d23$	56.0	-	52.0	56.0	56.0	56.0	-

[0104] 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8（A）～図8（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8（E）～図8（H）に示す。

[0105] 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。

[0106] 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9（A）～図9（H）に示し、以下全く同様にして実施例3～7の各収差図をそれぞれ図10～図14に示す。

[0107] 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15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。

[0108] 図 15 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。

[0109] 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 G 1 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 G 2 と、第 2 レンズ群 G 2 と一体で移動するように構成された開口絞り S t とを有している。なお、図 15 では各レンズ群を概略的に示している。

[0110] 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。

[0111] なお、図 15 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 G 2 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。

[0112] 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、変倍に際して前記第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、
前記第1レンズ群および第2レンズ群が、それぞれ、全てプラスチックレンズを適用して、少なくとも2枚のレンズから構成され、
広角端から望遠端に変倍するときの第2レンズ群の移動量をM2、望遠端における全系の焦点距離を f_t 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。

$$0.45 < M2 / f_t < 0.8 \quad \dots (1)$$

[請求項2] 望遠端における全系の焦点距離を f_t 、第1レンズ群の焦点距離を f_1 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に記載のズームレンズ。

$$1.5 < |f_t / f_1| < 2.3 \quad \dots (2)$$

[請求項3] 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、変倍に際して前記第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、
前記第1レンズ群および第2レンズ群が、それぞれ、全てプラスチックレンズを適用して、少なくとも2枚のレンズから構成され、
望遠端における全系の焦点距離を f_t 、第1レンズ群の焦点距離を f_1 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。

$$1.5 < |f_t / f_1| < 2.3 \quad \dots (2)$$

[請求項4] 前記第1レンズ群が少なくとも1枚の正レンズを有し、該正レンズのd線に対するアッベ数を ν_{d1p} 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3のいずれか1項に記載のズームレンズ。

$$\nu_{d1p} < 29 \quad \dots (3)$$

[請求項5] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項4に記載のズームレンズ。

$$\nu d 1 p < 26 \quad \dots (3')$$

[請求項6] 前記第2レンズ群が少なくとも1枚の負レンズを有し、該負レンズのd線に対するアッベ数を $\nu d 2 n$ 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5のいずれか1項に記載のズームレンズ。

$$\nu d 2 n < 29 \quad \dots (4)$$

[請求項7] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項6に記載のズームレンズ。

$$\nu d 2 n < 26 \quad \dots (4')$$

[請求項8] 前記第1レンズ群が実質的に、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズおよび正の屈折力を有する第2レンズの2枚より構成され、

該2枚のレンズの光軸上での空気間隔を $d 2$ 、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7のいずれか1項に記載のズームレンズ。

$$0.31 < d 2 / f w < 0.70 \quad \dots (5)$$

[請求項9] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項8に記載のズームレンズ。

$$0.31 < d 2 / f w < 0.60 \quad \dots (5')$$

[請求項10] 広角端および望遠端の焦点距離をそれぞれ $f w$ 、 $f t$ 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9のいずれか1項に記載のズームレンズ。

$$2.0 < f t / f w < 5.0 \quad \dots (6)$$

[請求項11] 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項10に記載のズームレンズ。

$$2.3 < f t / f w < 5.0 \quad \dots (6')$$

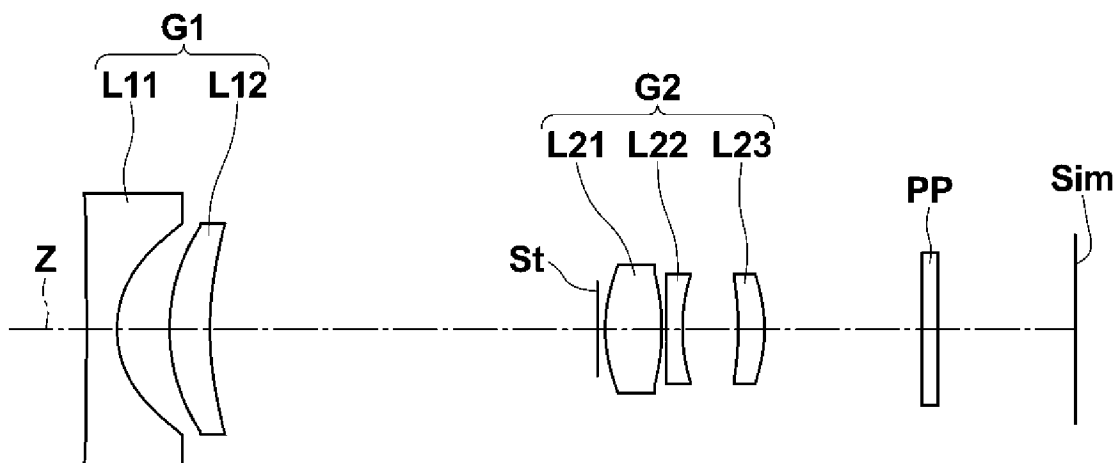
[請求項12] 前記第1レンズ群が2枚以下のレンズから構成され、前記第2レンズ群が3枚以下のレンズから構成されていることを特徴とする請求項1から11のいずれか1項に記載のズームレンズ。

[請求項13] 請求項1から12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。

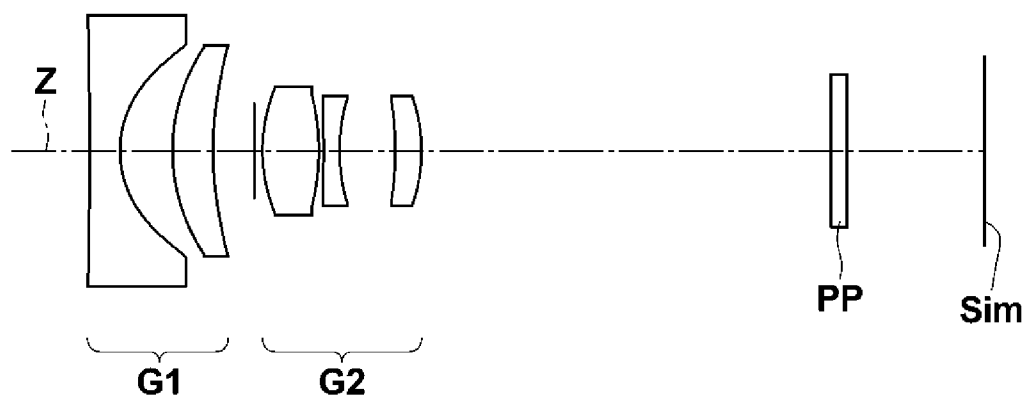
[図1]

実施例1

(A) 広角端



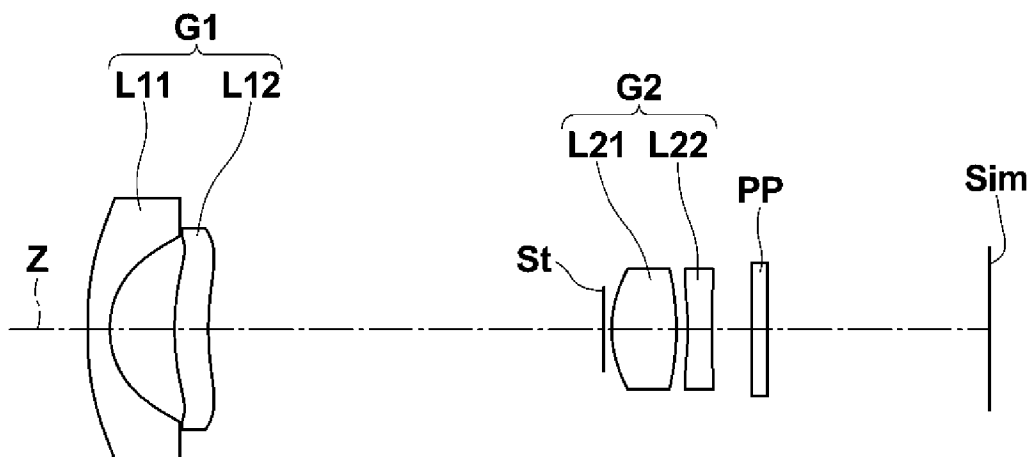
(B) 望遠端



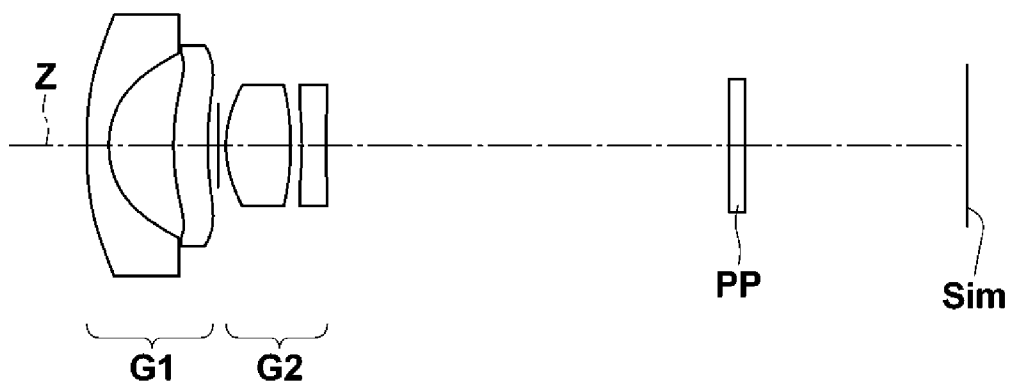
[図2]

実施例2

(A) 広角端



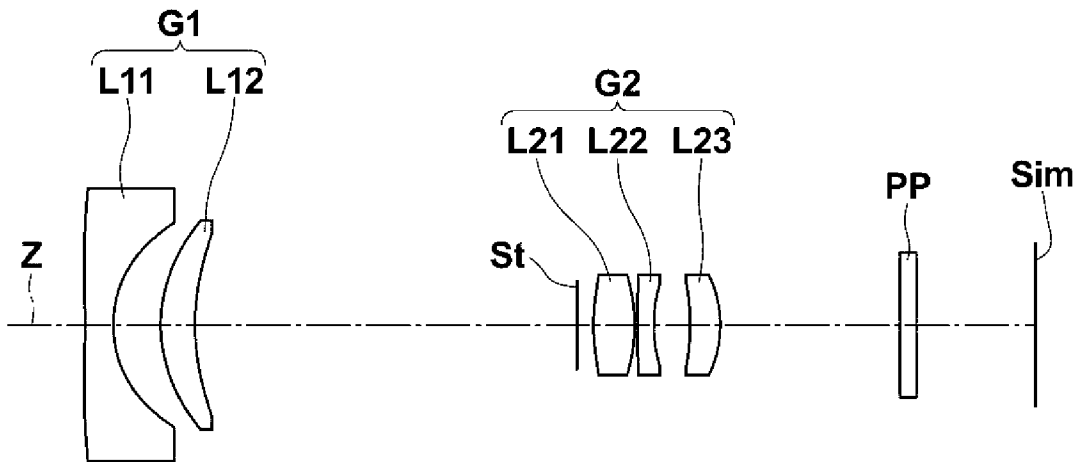
(B) 望遠端



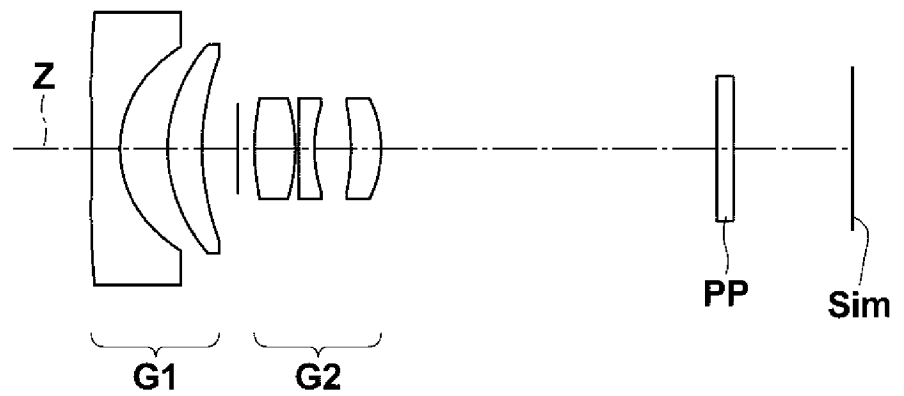
[図3]

実施例3

(A) 広角端



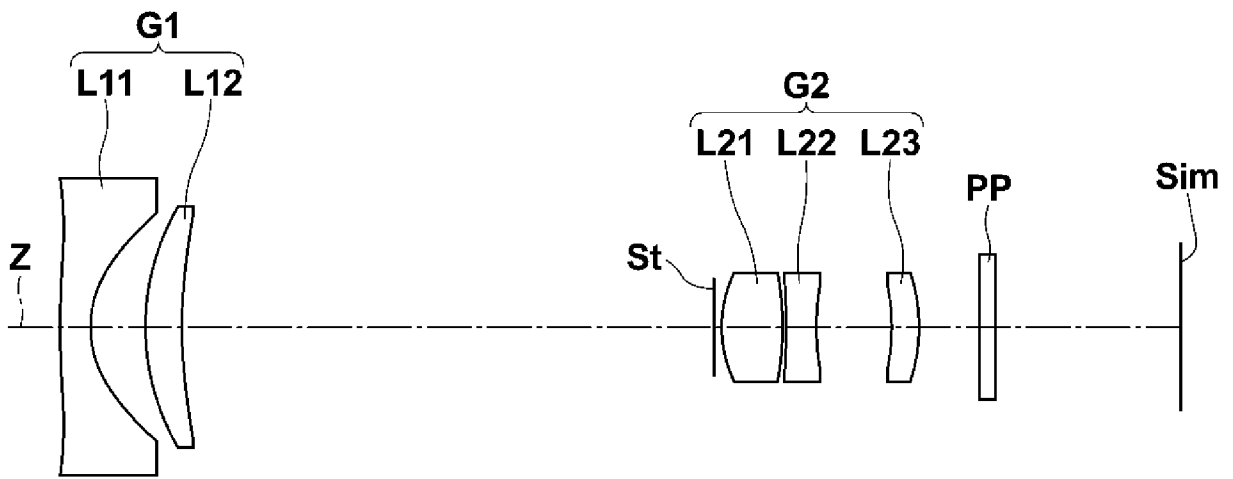
(B) 望遠端



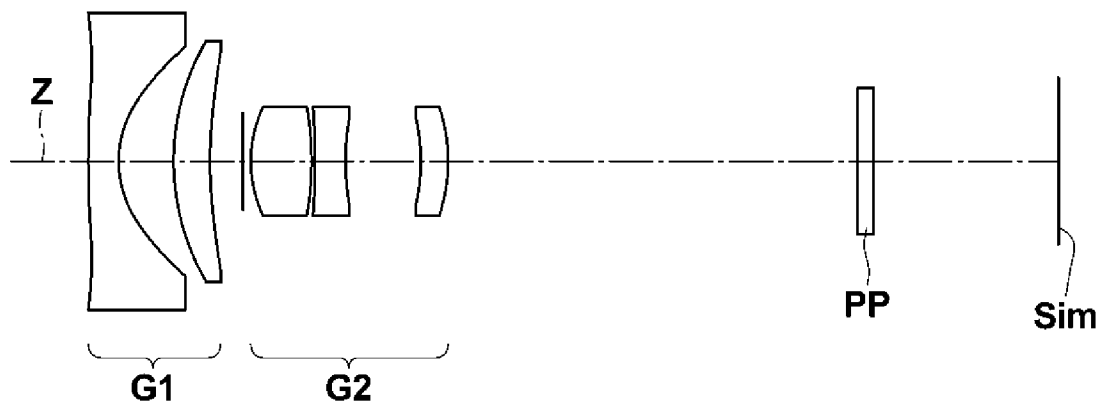
[図4]

実施例4

(A) 広角端

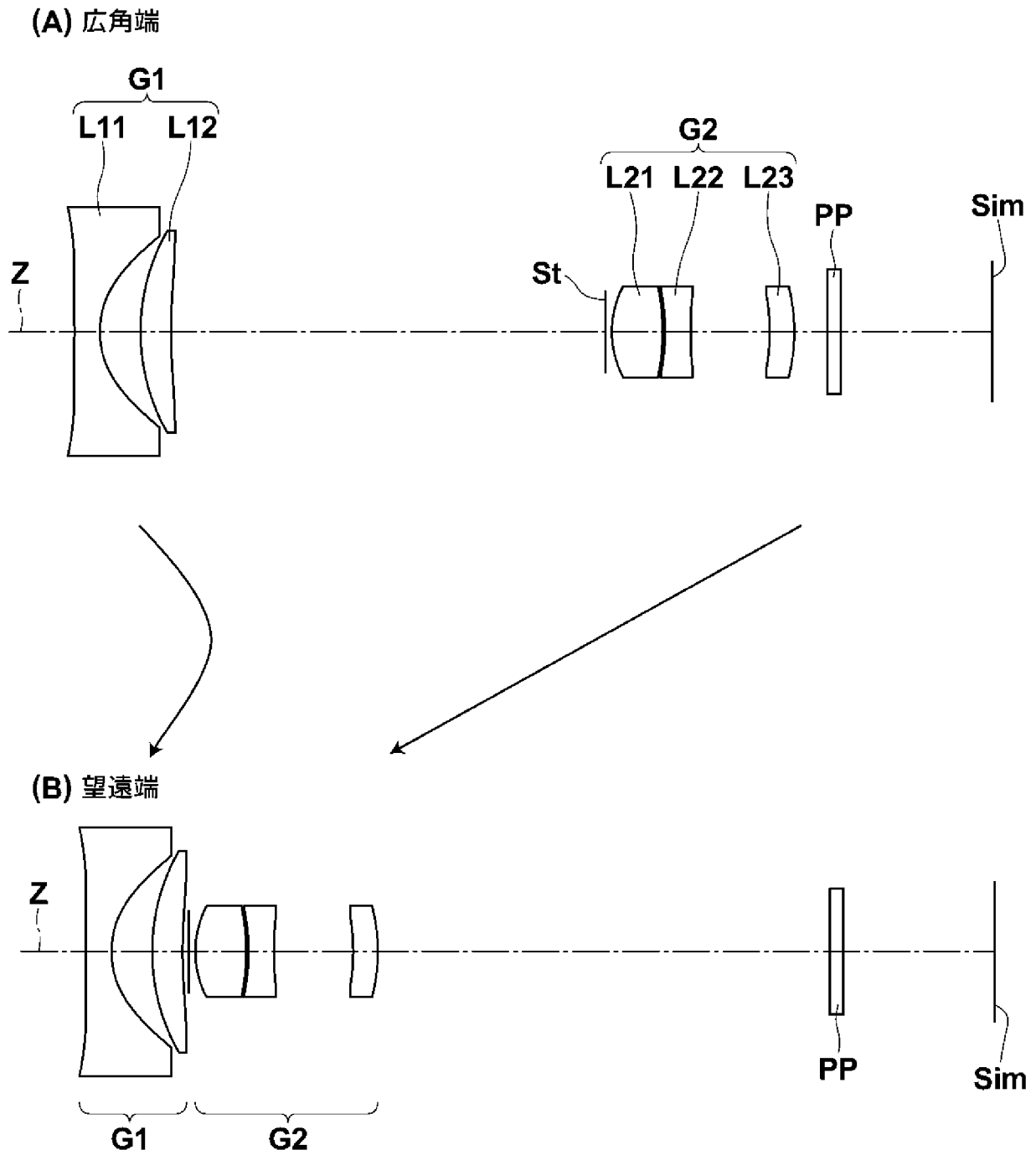


(B) 望遠端



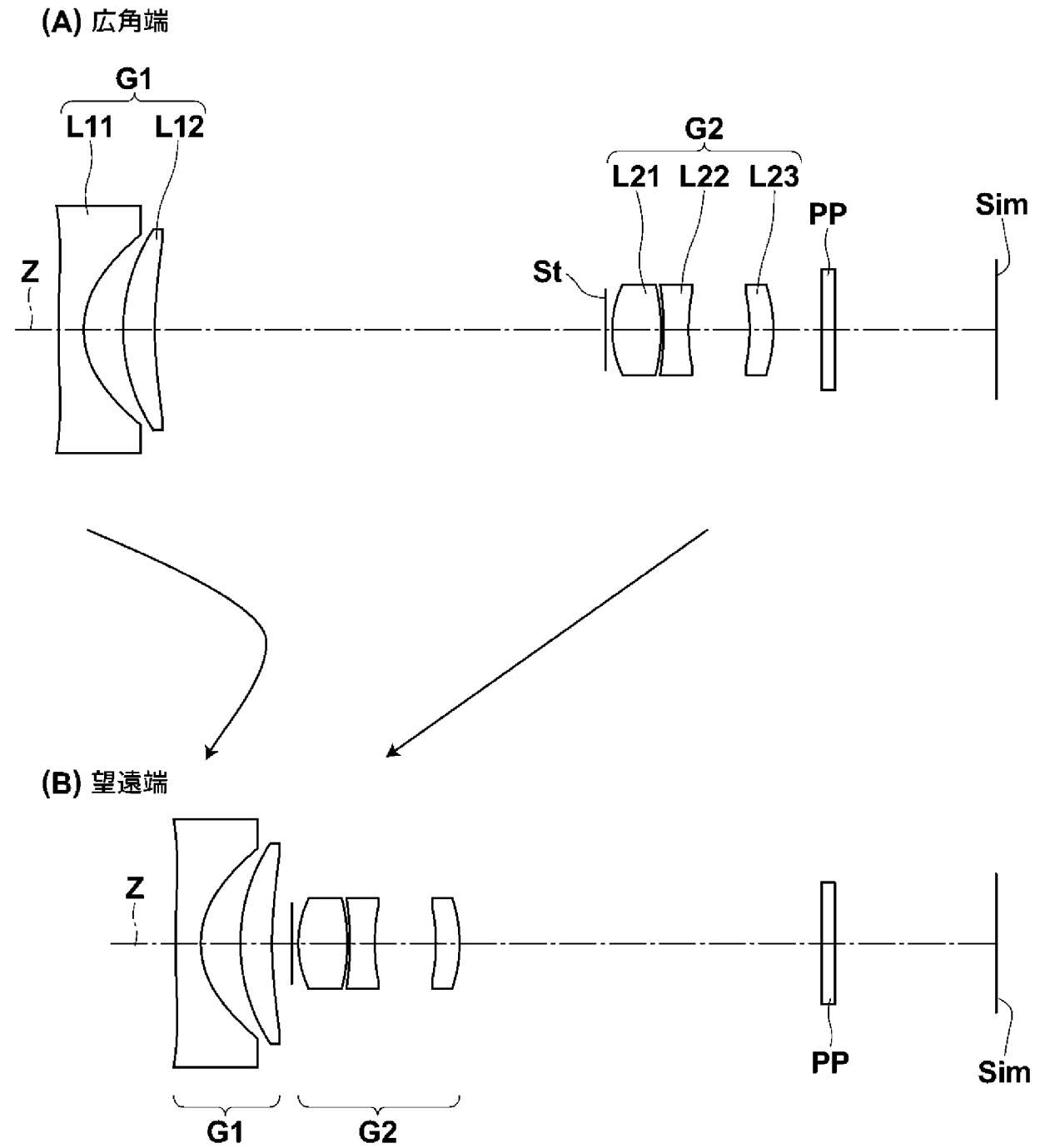
[図5]

実施例5



[図6]

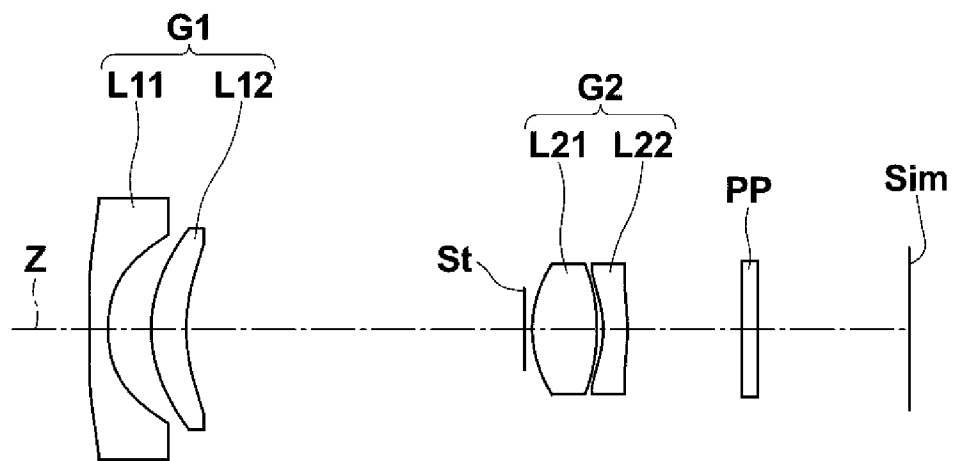
実施例6



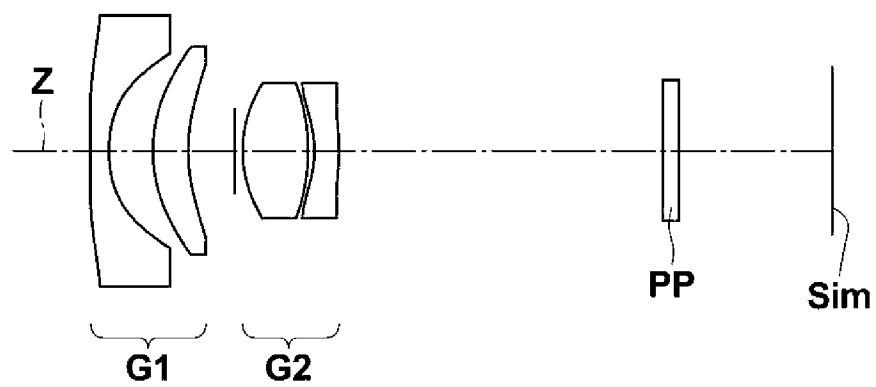
[図7]

実施例7

(A) 広角端



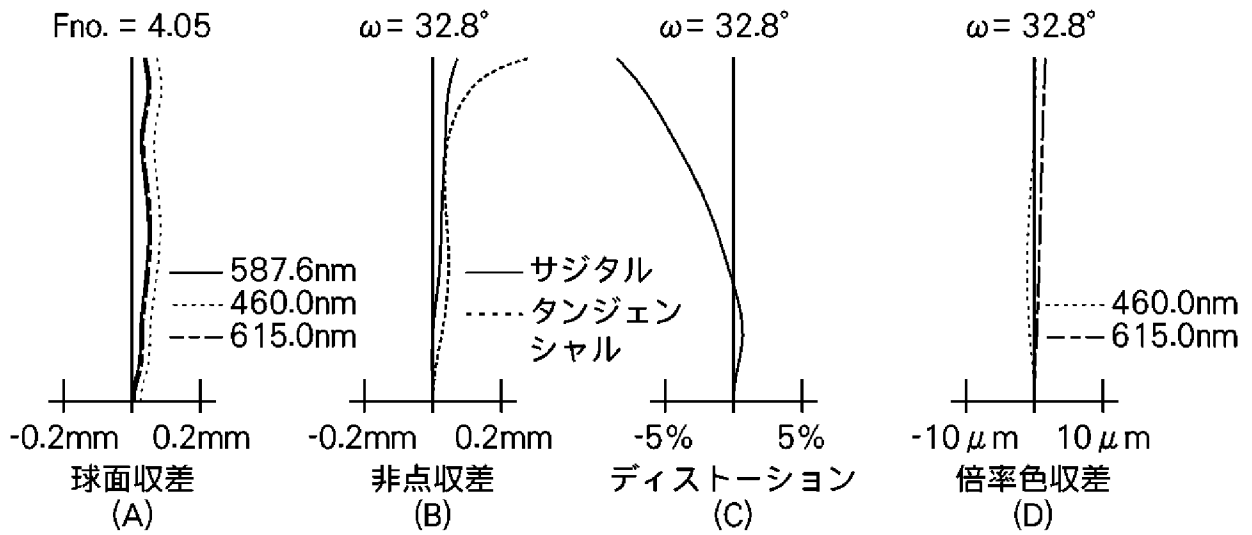
(B) 望遠端



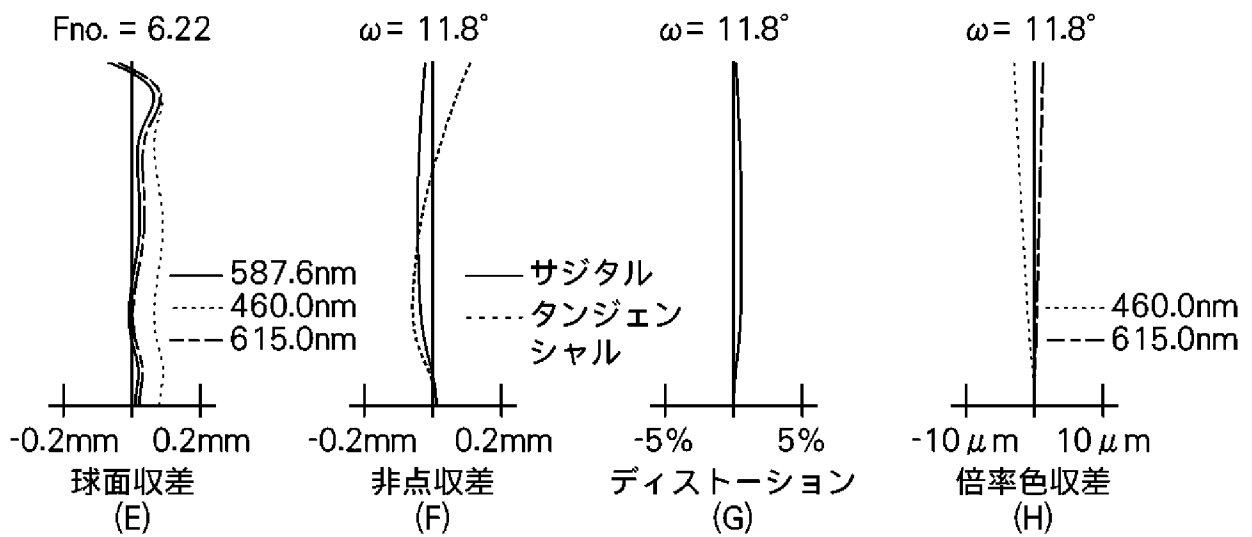
[図8]

実施例1

広角端



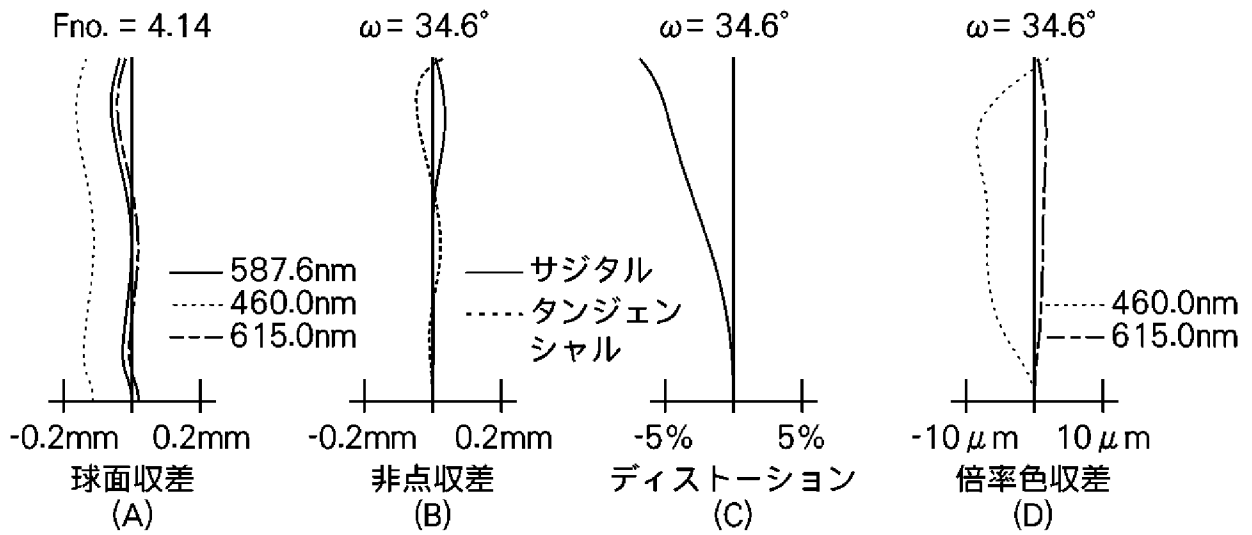
望遠端



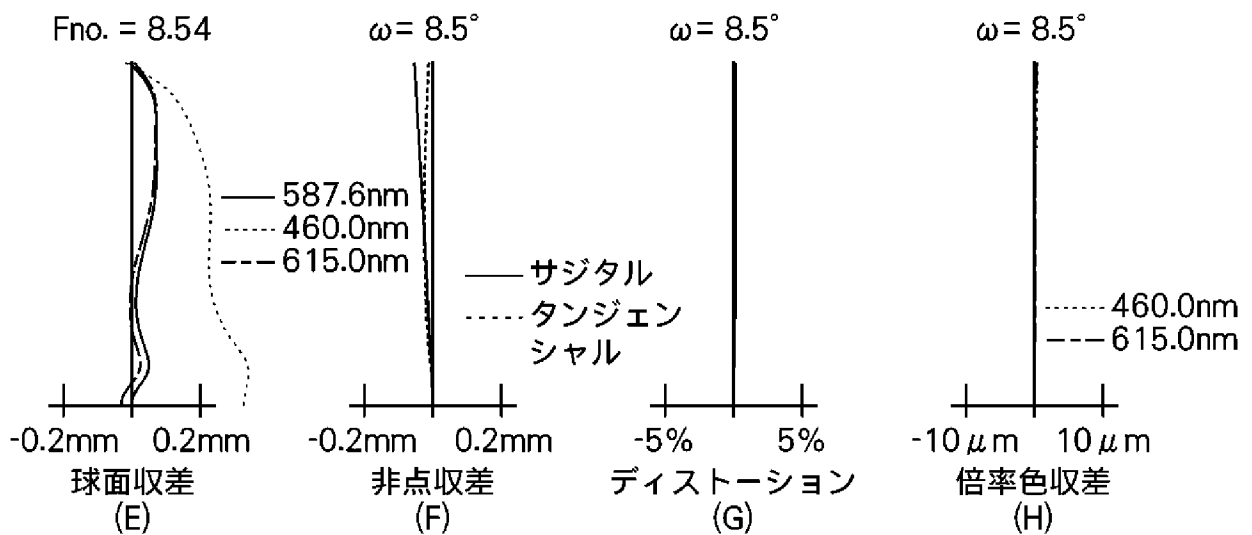
[図9]

実施例2

広角端



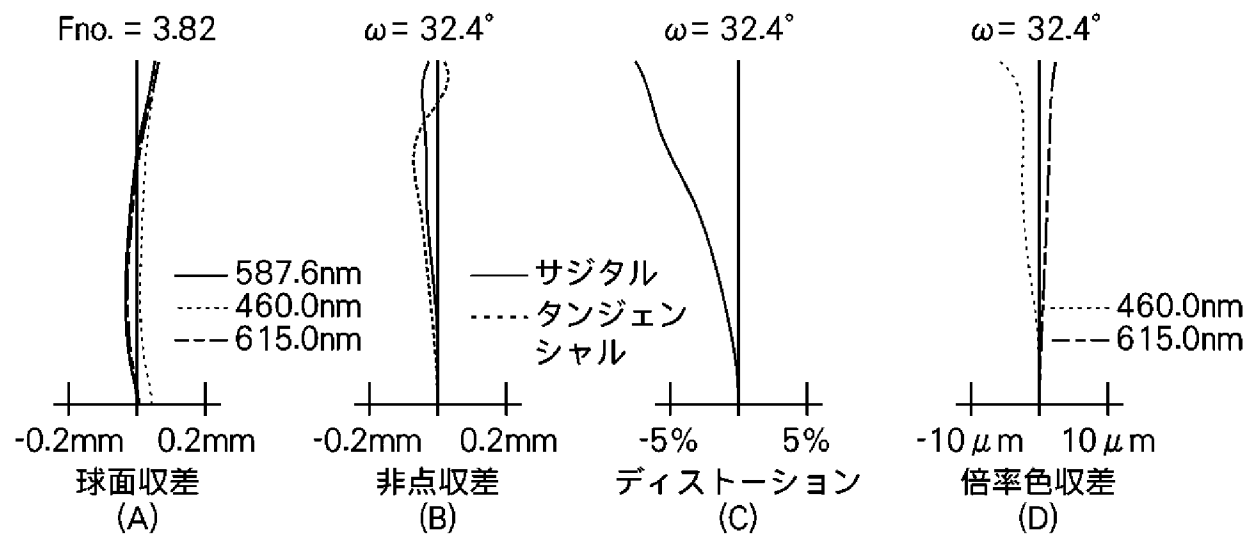
望遠端



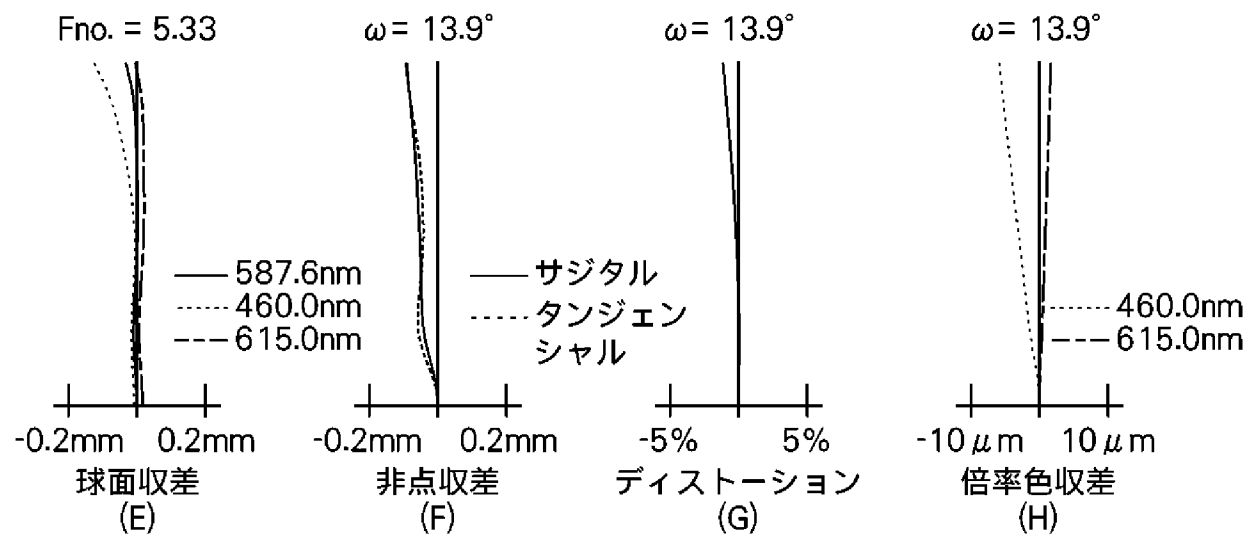
[図10]

実施例3

広角端



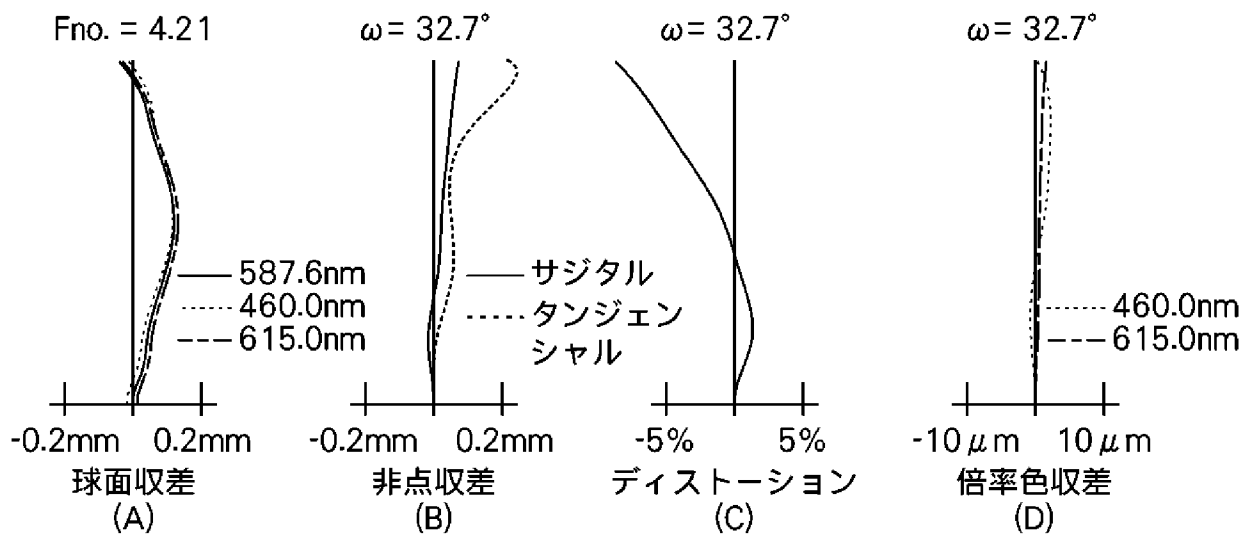
望遠端



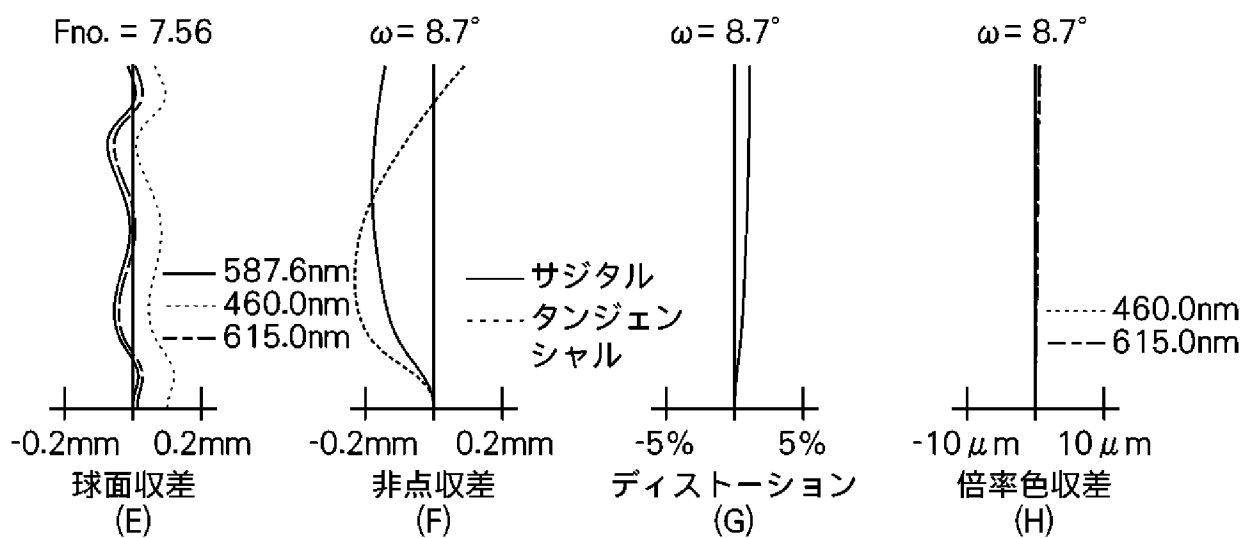
[図11]

実施例4

広角端



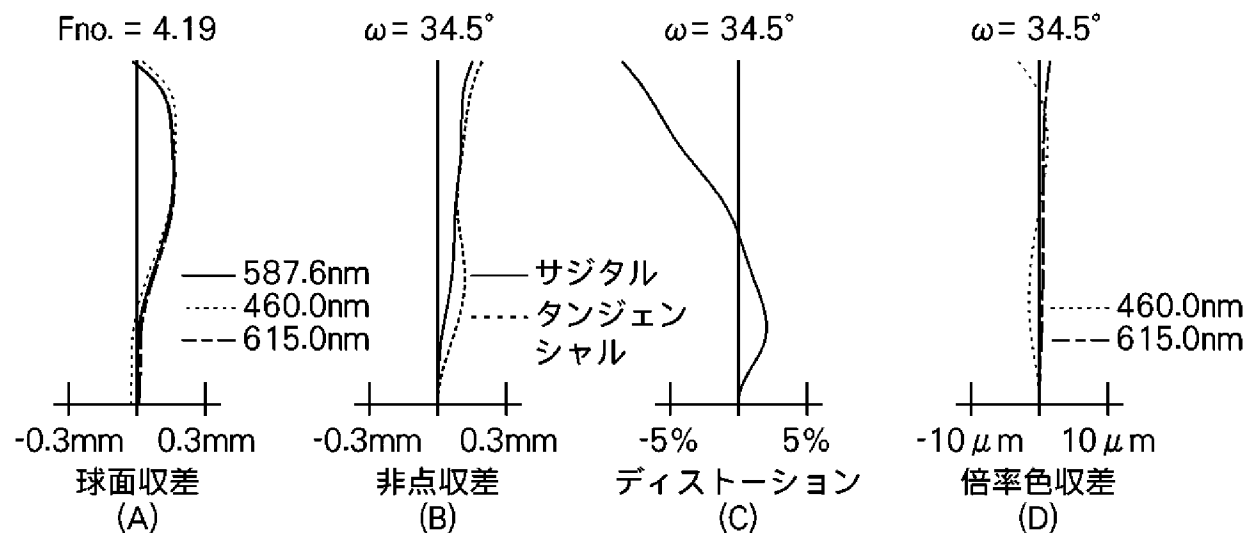
望遠端



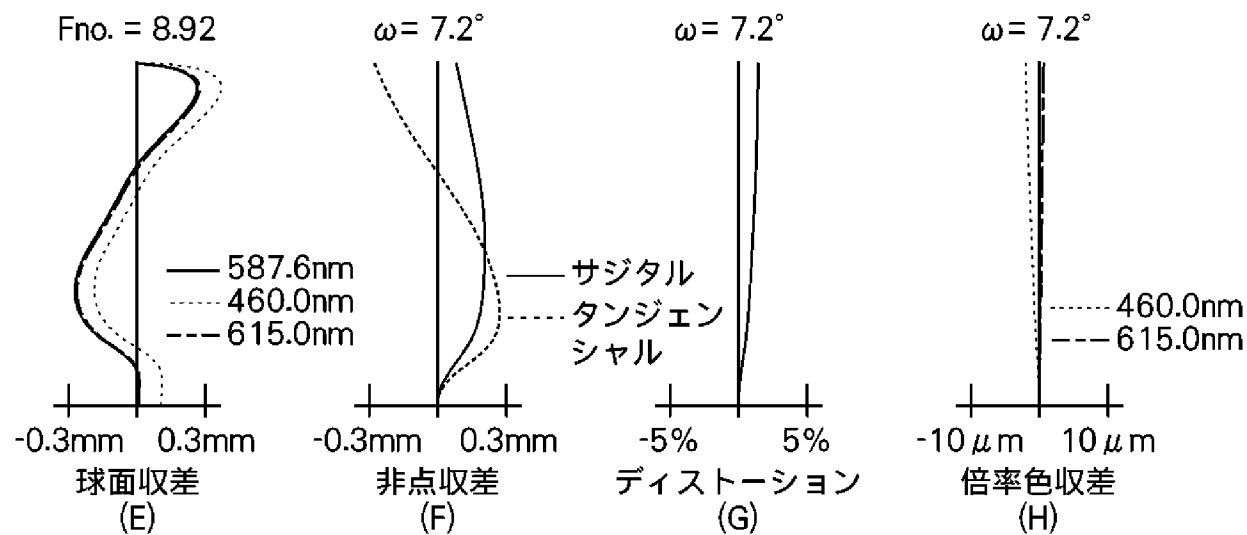
[図12]

実施例5

広角端



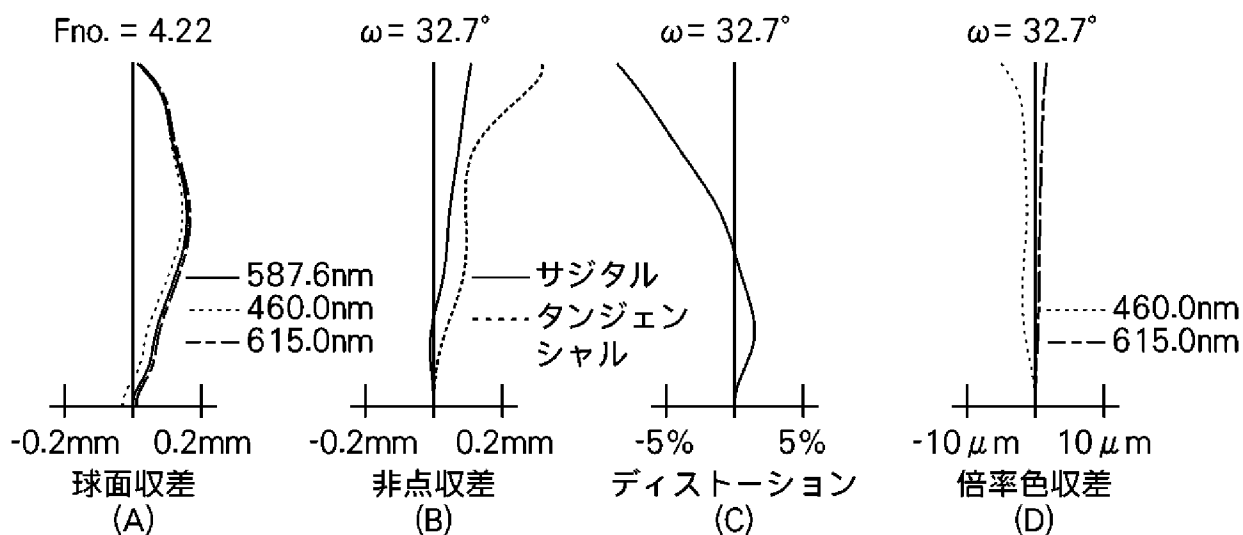
望遠端



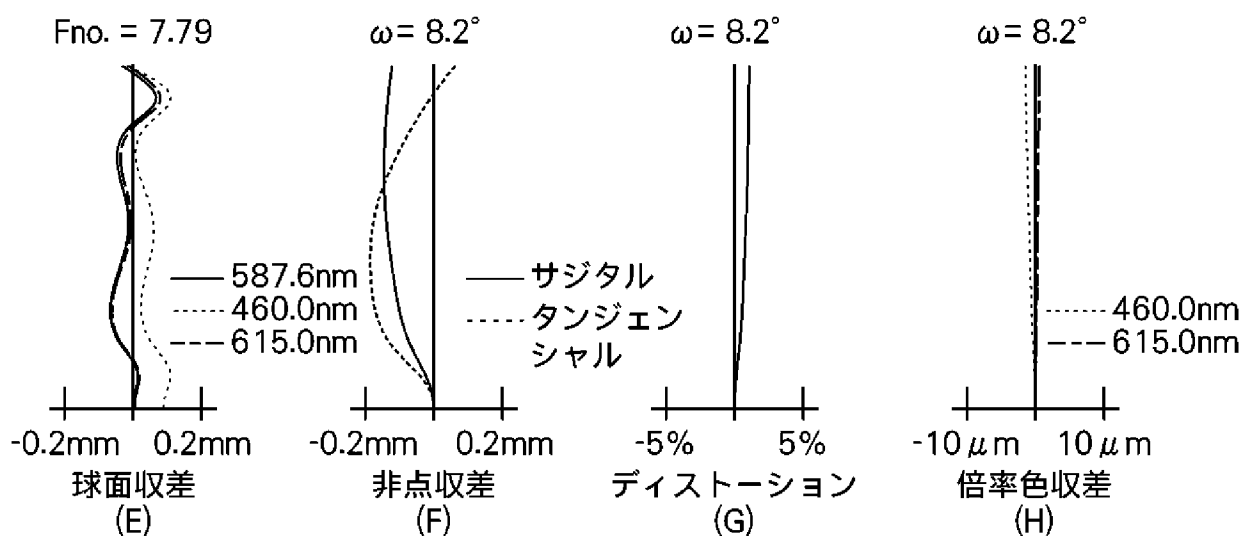
[図13]

実施例6

広角端



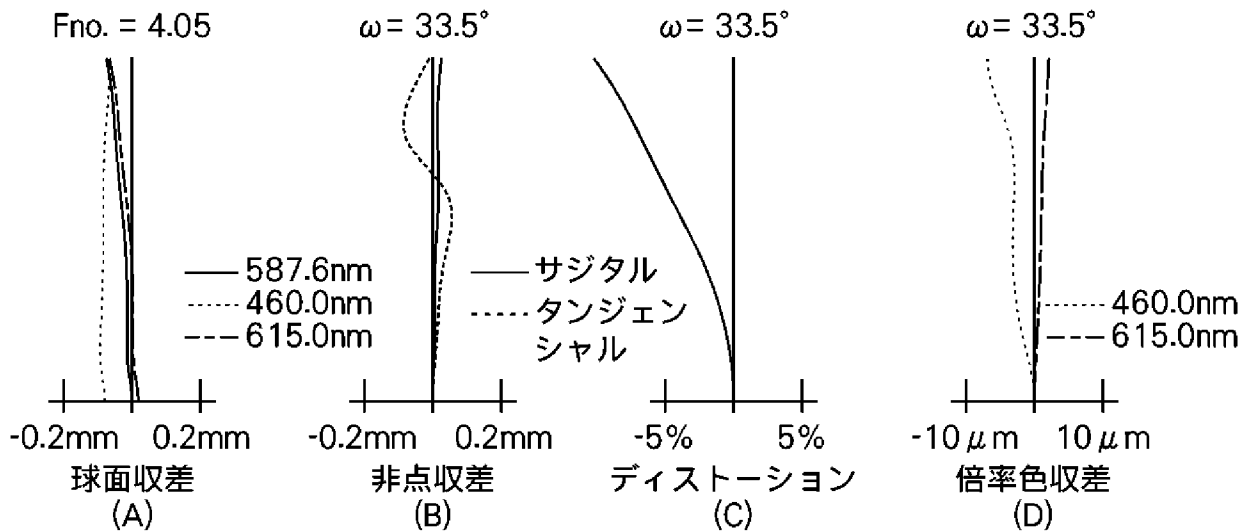
望遠端



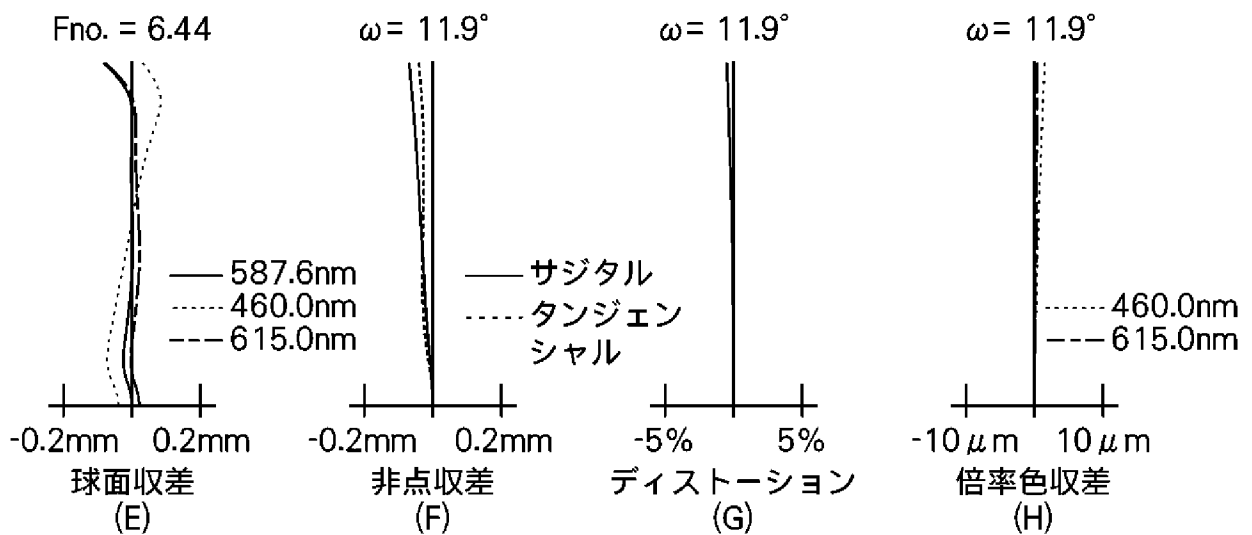
[図14]

実施例7

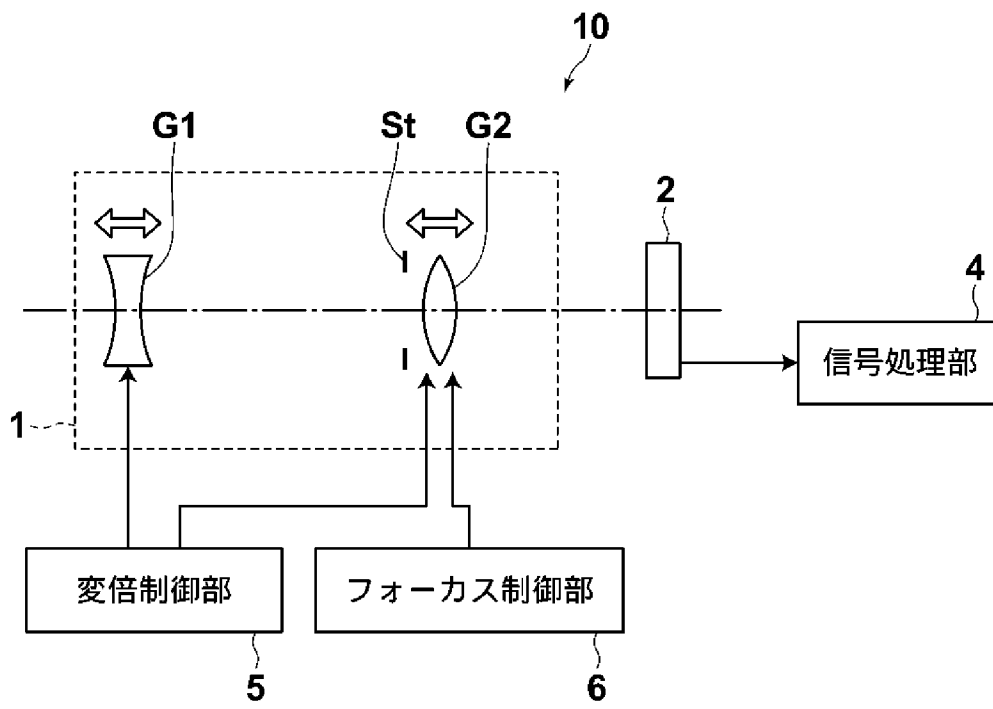
広角端



望遠端



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/004058

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.
Y	JP 1-210914 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 24 August 1989 (24.08.1989), examples 1, 2 & US 4999007 A	1-13
Y	JP 2-109009 A (Nikon Corp.), 20 April 1990 (20.04.1990), example 1 & US 5005955 A	1-12
Y	JP 4-46308 A (Minolta Camera Co., Ltd.), 17 February 1992 (17.02.1992), examples 7, 8 & US 5446592 A & US 5283693 A	1-13

 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/JP2012/004058

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 4-46310 A (Minolta Camera Co., Ltd.), 17 February 1992 (17.02.1992), examples 7, 8 & US 5446592 A & US 5283693 A	1-13
Y	JP 4-56814 A (Minolta Camera Co., Ltd.), 24 February 1992 (24.02.1992), examples 7, 8 & US 5446592 A & US 5283693 A	1-13
Y	JP 4-67113 A (Minolta Camera Co., Ltd.), 03 March 1992 (03.03.1992), example 2 & US 5446592 A & US 5283693 A	1-13
Y	JP 5-281470 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 29 October 1993 (29.10.1993), examples 4, 6 (Family: none)	1-13
Y	JP 2002-169089 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 14 June 2002 (14.06.2002), examples 4, 6 (Family: none)	1-13
Y	JP 2004-264638 A (Fuji Photo Optical Co., Ltd.), 24 September 2004 (24.09.2004), examples 1 to 3 & US 2004/0174613 A1	1-13
Y	JP 2005-275175 A (Miyota Co., Ltd.), 06 October 2005 (06.10.2005), claims; paragraph [0040] (Family: none)	1-13
Y	JP 2005-208566 A (Sony Corp.), 04 August 2005 (04.08.2005), claims; paragraph [0057] (Family: none)	1-13
Y	JP 2005-173542 A (Nagano Optics Laboratory), 30 June 2005 (30.06.2005), paragraph [0022] (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 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 (IPC))
 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
Y	JP 1-210914 A (オリンパス光学工業株式会社) 1989.08.24, 実施例 1, 2 & US 4999007 A	1-13
Y	JP 2-109009 A (株式会社ニコン) 1990.04.20, 実施例 1 & US 5005955 A	1-12
Y	JP 4-46308 A (ミノルタカメラ株式会社) 1992.02.17, 実施例 7, 8 & US 5446592 A & US 5283693 A	1-13

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

国際調査を完了した日 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 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 堀井 康司	2V	3713
	電話番号 03-3581-1101 内線 3271		

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
Y	JP 4-46310 A (ミノルタカメラ株式会社) 1992. 02. 17, 実施例 7, 8 & US 5446592 A & US 5283693 A	1-13
Y	JP 4-56814 A (ミノルタカメラ株式会社) 1992. 02. 24, 実施例 7, 8 & US 5446592 A & US 5283693 A	1-13
Y	JP 4-67113 A (ミノルタカメラ株式会社) 1992. 03. 03, 実施例 2 & US 5446592 A & US 5283693 A	1-13
Y	JP 5-281470 A (オリンパス光学工業株式会社) 1993. 10. 29, 実施例 4, 6 (ファミリーなし)	1-13
Y	JP 2002-169089 A (オリンパス光学工業株式会社) 2002. 06. 14, 実 施例 4, 6 (ファミリーなし)	1-13
Y	JP 2004-264638 A (富士写真光機株式会社) 2004. 09. 24, 実施例 1 乃至 3 & US 2004/0174613 A1	1-13
Y	JP 2005-275175 A (ミヨタ株式会社) 2005. 10. 06, 特許請求の範囲, 【0040】 (ファミリーなし)	1-13
Y	JP 2005-208566 A (ソニー株式会社) 2005. 08. 04, 特許請求の範囲, 【0057】 (ファミリーなし)	1-13
Y	JP 2005-173542 A (株式会社長野光学研究所) 2005. 06. 30, 【0022】 (ファミリーなし)	1-13