

(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  
2014年3月27日(27.03.2014)



(10) 国際公開番号  
WO 2014/045596 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/JP2013/005594
- (22) 国際出願日: 2013年9月20日(20.09.2013)
- (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 2012-206720 2012年9月20日(20.09.2012) JP
- (71) 出願人: 日東光学株式会社(NITTOH KOGAKU K.K.) [JP/JP]; 〒3920131 長野県諏訪市大字湖南4529番地 Nagano (JP). シーア テクノロジーズ リミティッド・ライアビリティ・カンパニー(THEIA TECHNOLOGIES LLC) [US/US]; 97070 オレゴン州ウィルソンビル #4 サウスウエスト タウン センター ループ ウェスト 29765 Oregon (US).
- (72) 発明者: 大江 和広(OE, Kazuhiro); 〒3920021 長野県諏訪市上川一丁目1538番地日東光学株式会社 上諏訪工場内 Nagano (JP). ゴーマンジェフリー アライン(GOHMAN, Jeffrey Alan); 97123 オレゴン州ヒルスボロ オンダフ ロード 21525 Oregon (US).

(74) 代理人: 今井 彰, 外(IMAI, Akira et al.); 〒3900811 長野県松本市中央1丁目4番20号 日本生命松本駅前ビル8階 Nagano (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

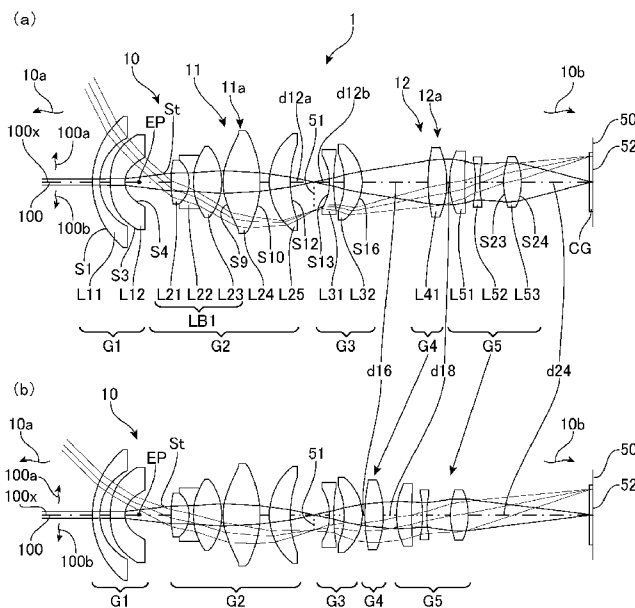
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: ZOOM LENS SYSTEM AND IMAGE-CAPTURING DEVICE

(54) 発明の名称: ズームレンズシステムおよび撮像装置

【図1】



(57) Abstract: A zoom lens system (10) comprises: a primary image-forming lens group (11) for focusing light from the object side (10a) and forming an intermediate image (51); and a relay lens group (12) for focusing light from the intermediate image (51) and forming a final image (52). The primary image-forming lens group (11) comprises, in sequence from the object side (10a): a first stationary lens group (G1) having negative refractive power; a stop (St); and a second stationary lens group (G2) having positive refractive power. The relay lens group (12) comprises, in sequence from the object side (10a): a third stationary lens group (G3) having negative refractive power; a first movable lens group (G4) having positive refractive power; and a second movable lens group (G5) having positive refractive power.

(57) 要約: 物体側(10a)からの光を中間像(51)として結像させる1次結像レンズ群(11)と、中間像(51)からの光を最終像(52)として結像させるリレーレンズ群(12)とから構成され、1次結像レンズ群(11)は、物体側(10a)から順に、負の屈折力の第1の固定レンズ群(G1)と、絞り(St)と、正の屈折力の第2の固定レンズ群(G2)とから構成され、リレーレンズ群(12)は、物体側(10a)から順に、負の屈折力の第3の固定レンズ群(G3)と、正の屈折力の第1の移動レンズ群(G4)と、正の屈折力の第2の移動レンズ群(G5)とから構成されるズームレンズシステム(10)である。

3) と、正の屈折力の第1の移動レンズ群(G4)と、正の屈折力の第2の移動レンズ群(G5)とから構成されるズームレンズシステム(10)である。



WO 2014/045596 A1

## 明 細 書

**発明の名称**：ズームレンズシステムおよび撮像装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、ズームレンズシステムおよびそれを用いた撮像装置に関するものである。

### 背景技術

[0002] 日本国特許公開2003-232993号公報（文献1）には、レンズ枚数が少なくても良好な結像性能を維持できる中間結像を持つ屈折光学系を提供することが記載されている。そのため、この文献1には、物体の中間像を形成する結像レンズ群と、中間像の形成位置の近傍に配置されたフィールドレンズ群と、中間像を再結像するリレーレンズ群とを備えた屈折光学系であって、結像レンズ群の焦点距離  $f_1$  と屈折光学系の焦点距離  $f$  とは、条件式「 $1 < |f_1 / f| < 3$ 」を満足することが記載されている。

### 発明の概要

[0003] 広角端において全画角が110度を超えるような広角のズームレンズシステムにおいて、鮮明な像が得られるコンパクトなズームレンズシステムが要望されている。

[0004] 本発明の態様の1つは、物体側からの光を中間像として結像させる第1の光学系と、中間像からの光を最終像として結像させる第2の光学系とから構成され、第1の光学系は、変倍する際に移動しない固定レンズ群から構成され、第2の光学系は、変倍する際に移動する変倍レンズ群を含み、固定レンズ群は、最も物体側に配置され物体側に凸面を向けた第1の負メニスカスレンズを含むズームレンズシステムである。

[0005] このズームレンズシステムにおいて、第1の光学系は、最も物体側に第1の負メニスカスレンズが凸面を物体側に向けて配置された広角のレンズ群である。このレンズ群は、第1の負メニスカスレンズを通過した光束を、光軸を挟んで反対側に導いて中間像として倒立像を形成し、第2の光学系により

最終結像させている。さらに、このズームレンズシステムにおいては、変倍に際して、第2の光学系に含まれる変倍レンズ群が動き、第1の光学系を構成する広角の固定レンズ群は動かない。中間像を結像させる第1の光学系を固定できるので、中間像の結像位置も固定できる。このため、ズーミングに伴い中間像の結像位置が変動することはなく、広角端から望遠端に至る各ズームポジションにおいて、中間像面がレンズ表面やレンズ内に位置することを抑制できる。したがって、レンズ表面の傷やゴミなどの異物が最終像へ写り込むことを抑制できる。

[0006] さらに、第1の光学系を固定することにより中間像の結像位置を固定できるので、第1の光学系のバックフォーカスが短くなるように設計できる。このため、広角化を図りやすく、第1の光学系の全長を短縮できるので、ズームレンズシステムの全長も短縮化しやすい。さらに、変倍に際して第1の光学系が固定されているため、ズーミングのための駆動機構を第2の光学系の近傍に集約できるので、ズーミング機構を簡素化できる。したがって、鮮明な最終像を結像できるコンパクトな広角ズームレンズシステムを提供できる。

[0007] 固定レンズ群は、第1の負メニスカスレンズを備えた負の屈折力の第1の固定レンズ群と、第1の固定レンズ群の最終像側に配置された正の屈折力の第2の固定レンズ群と、第1の固定レンズ群および第2の固定レンズ群の間に配置された絞りとを含むことが望ましい。ズームレンズシステムの入射瞳を絞りの物体側に位置させやすく、第1の固定レンズ群に近付けやすい。このため、第1の負メニスカスレンズのレンズ口径を大型化させることなく広角化を図りやすい。

[0008] 第2の固定レンズ群は、最も物体側に配置された第1の接合レンズを含み、第1の接合レンズは、物体側から順に配置された両凸の正レンズおよび両凹の負レンズを含むことが望ましい。入射瞳の最終像側に第1の接合レンズを配置することにより、色収差を効果的に補正できる。第1の接合レンズは、負レンズの最終像側に配置された両凸の正レンズを含むことがさらに望ま

しい。

[0009] 第2の光学系は、変倍レンズ群の物体側に配置され変倍する際に移動しない負の屈折力の第3の固定レンズ群を含むことが望ましい。第1の光学系を固定することにより中間像の結像位置を固定でき、さらに、中間像と変倍レンズ群との間に第3の固定レンズ群を配置することにより、中間像を固定レンズ群および第3の固定レンズ群により挟むことができる。したがって、ズームの際に中間像面がレンズ表面やレンズ内に位置することをいっそう効果的に抑制できる。

[0010] 中間像と第3の固定レンズ群の最も物体側のレンズ面との間の光軸上の距離は、中間像と固定レンズ群の最も最終像側のレンズ面との間の光軸上の距離よりも短いことが望ましい。ズームレンズシステムであって、中間像を物体側および最終像側から挟むそれぞれのレンズ群を固定することにより、中間像と第3の固定レンズ群の最も物体側のレンズ面との間の距離を、中間像と固定レンズ群の最も最終像側のレンズ面との間の距離よりも短くなる関係を維持できる。この関係により、第3の固定レンズ群のフロントフォーカスを固定レンズ群のバックフォーカスよりも短くできるので、第3の固定レンズ群のレンズ口径を小型化しやすい。

[0011] 第3の固定レンズ群は、最も最終像側に配置され最終像側に凸面を向けた第1の正メニスカスレンズを含み、第1の負メニスカスレンズの屈折率  $n_1$  と、第1の正メニスカスレンズの屈折率  $n_3$  とが以下の条件 (1. 1) ~ (1. 3) を満たすことが望ましい。

$$n_1 \geq 1.65 \quad \dots (1. 1)$$

$$n_3 \geq 1.90 \quad \dots (1. 2)$$

$$0.82 \leq n_1 / n_3 < 1.00 \quad \dots (1. 3)$$

[0012] このズームレンズシステムにおいては、条件 (1. 1) ~ (1. 3) の条件を成立させることにより、広角化を図るために高屈折率の第1の負メニスカスレンズが発生させた強い負の歪曲収差を、高屈折率の第1の正メニスカスレンズが発生させた逆向きの強い正の歪曲収差により相殺できる。したが

って、このズームレンズシステムにより歪曲収差が良好に補正された最終像を結像させやすい。

- [0013] 典型的には、このズームレンズシステムにより、負の歪曲収差  $D i s t L f$  と、正の歪曲収差  $D i s t L b$  とが以下の条件 (1. 4) および (1. 5) を満たすように設計できる。

$$D i s t L f \geq -1.0 \quad \dots (1. 4)$$

$$0.98 \leq |D i s t L f| / |D i s t L b| \leq 1.02 \quad \dots (1. 5)$$

- [0014] 第3の固定レンズ群は、最も最終像側に配置された第2の接合レンズを含み、第2の接合レンズは、物体側から順に配置された最終像側に凸面を向けた第2の負メニスカスレンズおよび第1の正メニスカスレンズから構成され、第2の負メニスカスレンズのアッベ数  $\nu 32$  と、第1の正メニスカスレンズのアッベ数  $\nu 33$  とが以下の条件 (A) および (B) を満たすことが望ましい。

$$45.0 \leq \nu 32 \leq 55.0 \quad \dots (A)$$

$$15.0 \leq \nu 33 \leq 25.0 \quad \dots (B)$$

- [0015] このズームレンズシステムにおいては、第2の負メニスカスレンズに弱い分散力（低分散）を与えるために条件 (A) を設定し、第1の正メニスカスレンズに強い分散力（高分散）を与えるために条件 (B) を設定している。このため、低分散の第2の負メニスカスレンズと高分散の第1の正メニスカスレンズとを組み合わせることにより、可視領域から近赤外領域にわたって色収差を良好に補正できる。

- [0016] 変倍レンズ群は、広角端から望遠端に変倍する際に最終像側から物体側へ移動する正の屈折力の第1の移動レンズ群と、第1の移動レンズ群の最終像側に配置され広角端から望遠端に変倍する際に最終像側から物体側へ移動する正の屈折力の第2の移動レンズ群とを含み、第1の移動レンズ群は、最も最終像側に配置された第1の正レンズから構成され、第2の移動レンズ群は、物体側から順に配置された第2の正レンズ、第1の負レンズおよび第3の正レンズから構成され、第1の正レンズの部分分散比  $P g f 41$  と、第2の

正レンズの部分分散比  $P_{gf51}$  と、第1の負レンズの部分分散比  $P_{gf52}$  と、第3の正レンズの部分分散比  $P_{gf53}$  とが以下の条件 (2.1) ~ (2.4) を満たすことが望ましい。

$$0.53 \leq P_{gf41} \leq 0.55 \quad \dots (2.1)$$

$$0.53 \leq P_{gf53} \leq 0.55 \quad \dots (2.2)$$

$$0.55 \leq P_{gf51} \leq 0.58 \quad \dots (2.3)$$

$$0.58 \leq P_{gf52} \leq 0.66 \quad \dots (2.4)$$

[0017] 条件 (2.1) および (2.2) は、第1の移動レンズ群の最も物体側の第1の正レンズの部分分散比  $P_{gf41}$  と、第2の移動レンズ群の最も最終像側の第3の正レンズの部分分散比  $P_{gf53}$  とをほぼ等しいバランスで低く設定することを示す。さらに、条件 (2.3) は、第2の正レンズの部分分散比  $P_{gf51}$  を条件 (2.1) および (2.2) よりもやや高く設定し、条件 (2.4) は、第1の負レンズの部分分散比  $P_{gf52}$  を変倍レンズ群の中で最も高く設定することを示す。上記の条件 (2.1) ~ (2.4) を満たすことにより、ズームに伴う色収差変動を抑制しやすく、諸収差が良好に補正された最終像を結像させやすい。さらに、第1の正レンズと、条件 (2.1) を満たす正の屈折力のレンズとを貼り合わせることにより、ズームレンズシステムの色収差をいっそう良好に補正することができる。

[0018] 本発明の異なる態様の1つは、上記ズームレンズシステムと、ズームレンズシステムの最終像が結像される位置に配置された撮像デバイスとを有する撮像装置である。

### 図面の簡単な説明

[0019] [図1]第1の実施形態に係るズームレンズシステムおよびそれを用いた撮像装置の概略構成を示す図であり、(a)は広角端におけるレンズ配置を示し、(b)は望遠端におけるレンズ配置を示す。

[図2]第1の実施形態に係るズームレンズシステムのレンズデータを示す図。

[図3]第1の実施形態に係るズームレンズシステムの諸数値を示す図であり、(a)は基本データを示し、(b)はズームデータを示し、(c)は非球面

データを示す。

[図4]第1の実施形態に係るズームレンズシステムの収差図であり、(a)は広角端における収差図を示し、(b)は望遠端における収差図を示す。

[図5]第1の実施形態に係るズームレンズシステムの第1の光学系の収差図。

[図6]第2の実施形態に係るズームレンズシステムおよびそれを用いた撮像装置の概略構成を示す図であり、(a)は広角端におけるレンズ配置を示し、(b)は望遠端におけるレンズ配置を示す。

[図7]第2の実施形態に係るズームレンズシステムのレンズデータを示す図。

[図8]第2の実施形態に係るズームレンズシステムの諸数値を示す図であり、(a)は基本データを示し、(b)はズームデータを示し、(c)は非球面データを示す。

[図9]第2の実施形態に係るズームレンズシステムの収差図であり、(a)は広角端における収差図を示し、(b)は望遠端における収差図を示す。

[図10]第2の実施形態に係るズームレンズシステムの第1の光学系の収差図。

### 発明を実施するための形態

[0020] 図1に、本発明の第1の実施形態に係るズームレンズシステム10およびそれを用いた撮像装置1の概略構成を示しており、図1(a)は広角端(WIDE)におけるレンズ配置を示し、図1(b)は望遠端(TELE)におけるレンズ配置を示している。撮像装置(カメラ)1は、ズームレンズシステム10と、ズームレンズシステム10の最終像52が結像される位置に配置され、最終像52を電気信号(画像データ)に変換するCCDやCMOSなどの撮像デバイス(撮像素子、イメージセンサー)50とを有する。

[0021] ズームレンズシステム10は、物体側10aから順に、物体側10aからの光を中間像51として結像させる第1の光学系(1次結像レンズ群)11と、中間像51からの光を最終像52として結像させる第2の光学系(2次結像レンズ群、リレーレンズ群)12とから構成されている。1次結像レンズ群11は、ズームレンズシステム10が変倍する際に移動しない固定広角

レンズ群（固定レンズ群）11aである。本例の固定広角レンズ群11aは、物体側10aから順に、負の屈折力の第1の固定レンズ群G1と、絞り（開口絞り）Stと、正の屈折力の第2の固定レンズ群G2とから構成されている。

[0022] リレーレンズ群12は、物体側10aから順に、変倍する際に移動しない負の屈折力の第3の固定レンズ群G3と、変倍する際に移動する変倍レンズ群12aとから構成されている。変倍レンズ群12aは、変倍する際に移動する正の屈折力の第1の移動レンズ群G4と、変倍する際に移動する正の屈折力の第2の移動レンズ群G5とから構成されている。リレーレンズ群12の最終像側（像側）10bには、カバーガラスCGを挟んで撮像デバイス50が配置されている。撮像デバイス50は、画像データをパーソナルコンピュータなどのホスト装置に提供したり、コンピュータネットワークなどを介して外部の情報処理装置に伝送したりできる。

[0023] このズームレンズシステム10は、1次結像レンズ群11およびリレーレンズ群12から構成される再結像型レンズシステム（2段光学系）であり、全体が13枚のガラス製のレンズL11、L12、L21～L25、L31、L32、L41、およびL51～L53により構成されている。

[0024] このズームレンズシステム10は、1次結像レンズ群11とリレーレンズ群12との間に中間像51を結像させ、リレーレンズ群12の最終像側10bに最終像52を結像させる。すなわち、このズームレンズシステム10においては、1次結像レンズ群11が、光軸100を含む第1の面100xに対して一方の領域（上側半分の領域、第1の領域）100aから入射する光束を第1の固定レンズ群G1で光軸100に沿った方向に集め、第2の固定レンズ群G2で収束させて第1の領域100aとは反対側、すなわち光軸100を含む第1の面100xに対して他方の領域（下側半分の領域、第2の領域）100bに倒立した中間像（倒立像）51として結像させる。さらに、リレーレンズ群12が、中間像51から出射する光束を第3の固定レンズ群G3で発散させた後、第1および第2の移動レンズ群G4、G5で変倍さ

せながら収束させて第1の領域100aに中間像51の上下左右が反転した最終像（正立像）52として結像させることができる。

[0025] 最も物体側10aの第1の固定レンズ群G1は、全体が負の屈折力を備えたレンズ群であり、物体側10aから順に配置された、物体側10aに凸面S1を向けた第1の負メニスカスレンズL11と、物体側10aに凸の負メニスカスレンズL12とから構成されている。第1の負メニスカスレンズL11は、ズームレンズシステム10の中で最も大きな有効径（口径）のレンズであるが、その有効径は16.50mmと非常にコンパクトである。負メニスカスレンズL12の両面、すなわち物体側10aの凸面S3および最終像側10bの凹面S4のそれぞれは非球面である。

[0026] 第1の固定レンズ群G1の最終像側10bに絞りStを挟んで配置された第2の固定レンズ群G2は、全体が正の屈折力を備えたレンズ群であり、物体側10aから順に配置された、3枚貼合の第1の接合レンズ（バルサムレンズ）LB1と、両凸の正レンズL24と、物体側10aに凸の正メニスカスレンズL25とから構成されている。第1の接合レンズLB1は、物体側10aから順に配置された、両凸の正レンズL21と、両凹の負レンズL22と、両凸の正レンズL23とから構成されている。正レンズL24の両面、すなわち物体側10aの凸面S9および最終像側10bの凸面S10のそれぞれは非球面である。正メニスカスレンズL25の最終像側10bの凹面S12と中間像51との間の光軸100上の距離 $d_{mia}$  ( $d_{12a}$ )は、3.34mmである。

[0027] 第2の固定レンズ群G2の最終像側10bに中間像51を挟んで配置された第3の固定レンズ群G3は、全体が負の屈折力を備えたレンズ群であり、物体側10aから順に配置された、両凹の負レンズL31と、最終像側10bに凸面S16を向けた第1の正メニスカスレンズL32とから構成されている。中間像51と負レンズL31の物体側10aの凹面S13との間の光軸100上の距離 $d_{mib}$  ( $d_{12b}$ )は、2.10mmである。

[0028] 第3の固定レンズ群G3の最終像側10bに配置された第1の移動レンズ

群G 4は、全体が正の屈折力を備えたレンズ群であり、両凸の正レンズ（第1の正レンズ）L 4 1から構成されている。

[0029] 最も最終像側1 0 bに配置された第2の移動レンズ群G 5は、全体が正の屈折力を備えたレンズ群であり、物体側1 0 aから順に配置された、物体側1 0 aに凸の正メニスカスレンズ（第2の正レンズ）L 5 1と、両凹の負レンズ（第1の負レンズ）L 5 2と、両凸の正レンズ（第3の正レンズ）L 5 3とから構成されている。正レンズL 5 3の両面、すなわち物体側1 0 aの凸面S 2 3および最終像側1 0 bの凸面S 2 4のそれぞれは非球面である。

[0030] このズームレンズシステム1 0は、物体側1 0 aから順に、屈折力が負ー正ー負ー正ー正の5つのレンズ群G 1～G 5にグループ化された1 3枚のレンズL 1 1～L 5 3により構成された、変倍可能なレンズシステムである。このズームレンズシステム1 0においては、広角端から望遠端に変倍する際に、固定レンズ群G 1～G 3は動かず、すなわち入射光束の結像倍率は変更させず、移動レンズ群G 4およびG 5のそれぞれが最終像側1 0 bから物体側1 0 aへ光軸1 0 0に沿って単調に動くことにより、中間像5 1の結像倍率を変更させている。第1の移動レンズ群G 4の移動距離（本例では8. 8 4 mm）は、第2の移動レンズ群G 5の移動距離（本例では7. 4 1 mm）よりも僅かに長い。焦点調整（フォーカシング）は、第1の固定レンズ群G 1、第2の固定レンズ群G 2の正メニスカスレンズL 2 5およびズームレンズシステム1 0の全体のいずれかにより行うことができる。

[0031] このズームレンズシステム1 0においては、最も物体側1 0 aに配置された第1の負メニスカスレンズL 1 1の凸面S 1を介して広範囲（広角度）から取り込んだ光束を、1次結像レンズ群1 1により光軸1 0 0を挟んで反対側（第2の領域1 0 0 b）に導いて一旦倒立像5 1として中間結像（1次結像）させてから、リレーレンズ群1 2により光軸1 0 0を挟んで元の側（第1の領域1 0 0 a）に導いて正立像5 2として最終結像（2次結像）させている。すなわち、最終像5 2は、軸外から入射した光（軸外光線）が光軸1 0 0を2回横切る（交差する、跨ぐ）ことにより、光軸1 0 0に対して入射

した側の領域（第1の領域100a）に結像される。このため、広角の軸外光線を第1の領域100aのみで屈折させて最終結像させる必要がないので、諸収差の発生を抑制しながら広角化を図りやすい。したがって、設計の自由度も向上させやすい。

[0032] このズームレンズシステム10においては、変倍に際して中間像51よりも最終像側10bのリレーレンズ群12に含まれる移動レンズ群G4およびG5が動き、中間像51を結像させる1次結像レンズ群11は動かさず固定されている。このため、中間像51の結像位置を動かさずに固定できる。したがって、ズーミングに伴い中間像51の結像位置が変動することはなく、広角端から望遠端に至る各ズームポジションにおいて、中間像面がレンズ表面やレンズ内に位置することを抑制できる。このため、レンズ表面の傷やゴミなどの異物が最終像52へ写り込むことを抑制できる。さらに、このズームレンズシステム10においては、中間像51に最も近く、中間像51を光軸100方向の両側から挟む第2および第3の固定レンズ群G2、G3が固定されているので、撮像装置1に実装する際に中間像51の近傍の密封性を確保しやすく、中間像51の近傍への異物の混入を抑制できる。

[0033] さらに、1次結像レンズ群11を固定することにより中間像51の結像位置を固定できるので、1次結像レンズ群11のバックフォーカスを極めて短くすることができる。このため、広角化を図りやすく、第1の光学系の全長を短縮できるので、ズームレンズシステムの全長も短縮化しやすい。さらに、変倍に際して1次結像レンズ群11が固定されているため、ズーミングのための駆動機構を第1および第2の移動レンズ群G4、G5の近傍に集約できるので、ズーミングのための駆動機構やカムの形状なども簡素化できる。このため、ズームレンズシステム10の全長を短縮化しやすく、物体側10aのレンズサイズを小型化しやすい。したがって、コンパクトな構成で広い視野角を確保でき、明るく鮮明な最終像52を結像可能なズームレンズシステム10を提供できる。

[0034] このズームレンズシステム10においては、第1の固定レンズ群G1と第

2の固定レンズ群G2との間に絞りStを配置させている。このため、ズームレンズシステム10の入射瞳EPを絞りStの物体側10aに位置させることができ、入射瞳EPを第1の固定レンズ群G1に近付けやすい。したがって、このズームレンズシステム10においては、1次結像レンズ群11が内部に入射瞳EPを有するので、入射瞳EPよりも物体側10aの第1の固定レンズ群G1を負の屈折力を備えたレンズのみで構成できる。このため、第1の負メニスカスレンズL11および負メニスカスレンズL12のレンズ口径を大型化させることなく、効果的に画角を広げて広角化を図ることができる。さらに、入射瞳EPの最終像側10bに第1の接合レンズLB1を配置することにより、分散の異なる第1の負メニスカスレンズL11および負メニスカスレンズL12が発生させた色収差を効果的に補正できる。なお、入射瞳EPの位置は、最も物体側10aに配置された第1の負メニスカスレンズL11の物体側10aの凸面S1からの距離を表し、本例では5.46mmである。

[0035] このズームレンズシステム10においては、1次結像レンズ群11の最も最終像側10bに、ズームレンズシステム10の中で最も高い屈折率（本例では1.96）の正メニスカスレンズL25を配置させている。このため、正メニスカスレンズL25の強い屈折力により、入射光束の主光線を光軸100に向けて（内向きに）屈折させやすい。したがって、1次結像レンズ群11のバックフォーカス、すなわち正メニスカスレンズL25の凹面S12と中間像51との間の距離d12aを短くできる。このため、ズームレンズシステム10の全長を短縮化しやすい。さらに、高屈折率の正メニスカスレンズL25により軸外光線を光軸100に向けて集めやすいので、中間像51の像高が大型化することを抑制できる。このため、リレーレンズ群12の最も物体側10aに配置され、中間像51から発散する光束を最初に受ける負レンズL31のサイズを小型化しやすい。

[0036] このズームレンズシステム10においては、1次結像レンズ群11によりコンパクトな中間像51を結像させることができるので、負レンズL31を

中間像51に近付けやすい。このため、中間像51と負レンズL31の凹面S13との間の距離 $d_{12b}$ （本例では2.10mm）が、正メニスカスレンズL25の凹面S12と中間像51との間の距離 $d_{12a}$ （本例では3.34mm）よりも短くなるように配置できる。したがって、第3の固定レンズ群G3のフロントフォーカスを第2の固定レンズ群G2のバックフォーカスよりも短くできるので、第3の固定レンズ群G3のレンズ口径を小型化しやすく、ズームレンズシステム10の全長も短縮化しやすい。

[0037] このズームレンズシステム10においては、物体側10aからの入射光を取り込む第1の固定レンズ群G1の第1の負メニスカスレンズL11の凸面S1と、中間像51からの出射光を取り込む第3の固定レンズ群G3の第1の正メニスカスレンズL32の凸面S16とが逆向きになるように配置し、さらに、第1の負メニスカスレンズL11の屈折率 $n_1$ と、第1の正メニスカスレンズL32の屈折率 $n_3$ とが以下の条件(1.1)～(1.3)を満たすように設計されている。

$$n_1 \geq 1.65 \quad \dots (1.1)$$

$$n_3 \geq 1.90 \quad \dots (1.2)$$

$$0.82 \leq n_1 / n_3 < 1.00 \quad \dots (1.3)$$

[0038] このズームレンズシステム10においては、条件(1.1)～(1.3)を成立させることにより、広角化を図るために高屈折率の第1の負メニスカスレンズL11が発生させた強い樽型の歪曲（負の歪曲）に対して、高屈折率の第1の正メニスカスレンズL32が逆向きの強い糸巻き型の歪曲（正の歪曲）を発生させることにより、正負の歪曲を打ち消してキャンセルできる。したがって、歪曲収差が良好に補正された最終像52を結像させやすい。

[0039] 条件(1.1)の上限は、2.25であることが好ましく、2.10であることがさらに好ましく、2.00であることがいっそう好ましい。条件(1.1)の下限は、1.75であることが好ましく、1.85であることがさらに好ましい。条件(1.2)の上限は、2.25であることが好ましく、2.10であることがさらに好ましく、2.00であることがいっそう好

ましい。条件（１．２）の下限は、１．９２であることが好ましく、１．９４であることがさらに好ましい。

[0040] 条件（１．１）の上限を超えると、負の歪曲が大きくなり補正が困難となり、条件（１．１）の下限を超えると、広角化が困難となる。条件（１．２）の上限を超えると、正の歪曲が大きくなり補正が困難となり、条件（１．２）の下限を超えると、正の歪曲が小さくなり補正が困難となる。条件（１．３）の範囲を超えると、屈折率のバランスが崩れ歪曲収差を相殺することが困難となる。

[0041] このズームレンズシステム１０においては、１次結像レンズ群１１に両面非球面の負メニスカスレンズＬ１２と、両面非球面の正レンズＬ２４とを配置することにより、１次結像レンズ群１１で発生する負の歪曲収差 $Dist L f$ が増大することを抑制できる。したがって、負の歪曲収差 $Dist L f$ をリレーレンズ群１２で発生する正の歪曲収差 $Dist L b$ により打ち消しやすい。このズームレンズシステム１０においては、負の歪曲収差 $Dist L f$ と、正の歪曲収差 $Dist L b$ とが以下の条件（１．４）および（１．５）を満たすように設計されている。

$$Dist L f \geq -1.0 \quad \dots (1.4)$$

$$0.98 \leq |Dist L f| / |Dist L b| \leq 1.02 \quad \dots (1.5)$$

[0042] このズームレンズシステム１０においては、正レンズＬ４１の部分分散比 $Pgf 41$ と、正メニスカスレンズＬ５１の部分分散比 $Pgf 51$ と、負レンズＬ５２の部分分散比 $Pgf 52$ と、正レンズＬ５３の部分分散比 $Pgf 53$ とが以下の条件（２．１）～（２．４）を満たすように設計されている。

$$0.53 \leq Pgf 41 \leq 0.55 \quad \dots (2.1)$$

$$0.53 \leq Pgf 53 \leq 0.55 \quad \dots (2.2)$$

$$0.55 \leq Pgf 51 \leq 0.58 \quad \dots (2.3)$$

$$0.58 \leq Pgf 52 \leq 0.66 \quad \dots (2.4)$$

[0043] このズームレンズシステム１０においては、条件（２．１）および（２．

2) に示すように、正レンズL 4 1の部分分散比 $P_g f_{41}$ と、正レンズL 5 3の部分分散比 $P_g f_{53}$ とをほぼ等しいバランスで低く設定し、さらに、条件(2. 3)に示すように、正メニスカスレンズL 5 1の部分分散比 $P_g f_{51}$ を条件(2. 1)および(2. 2)よりもやや高く設定し、条件(2. 4)に示すように、負レンズL 5 2の部分分散比 $P_g f_{52}$ を変倍レンズ群1 2 aの中で最も高く設定している。上記の条件(2. 1)～(2. 4)を満たすことにより、ズーミングに伴う色収差変動を抑制しやすく、諸収差が良好に補正された最終像5 2を結像させやすい。さらに、移動レンズ群G 4の最も最終像側1 0 bに配置された最終レンズである正レンズL 5 3の両面S 2 3およびS 2 4を非球面とすることにより、球面収差および像面湾曲を良好に補正できるとともに、レンズ枚数の増大を抑制でき、光学全長が長大化することを抑制できる。

[0044] 条件(2. 1)および(2. 2)の上限は、0. 54であることが好ましい。条件(2. 3)の上限は、0. 57であることが好ましく、条件(2. 3)の下限は、0. 56であることが好ましい。条件(2. 4)の上限は、0. 64であることが好ましく、条件(2. 4)の下限は、0. 60であることが好ましい。

[0045] 図2に、ズームレンズシステム1 0の各レンズのレンズデータを示している。図3に、ズームレンズシステム1 0の諸数値を示している。レンズデータにおいて、 $R_i$ は物体側1 0 aから順に並んだ各レンズ(各レンズ面)の曲率半径(mm)、 $d_i$ は物体側1 0 aから順に並んだ各レンズ面間の距離(mm)、 $D_i$ は物体側1 0 aから順に並んだ各レンズ面の有効径(mm)、 $n_d$ は物体側1 0 aから順に並んだ各レンズの屈折率(d線)、 $\nu_d$ は物体側1 0 aから順に並んだ各レンズのアッベ数(d線)を示している。図2において、Flatは平面を示している。また、図3(a)において、入射瞳位置は第1の負メニスカスレンズL 1 1の凸面S 1からの距離を示し、出射瞳位置は撮像デバイス5 0の像面からの距離を示している。以降の実施形態においても同様である。

[0046] 図3 (b) に示すように、このズームレンズシステム10においては、第3の固定レンズ群G3と第1の移動レンズ群G4との間の空気間隔(距離) $d_{16}$ と、第1の移動レンズ群G4と第2の移動レンズ群G5との間の空気間隔 $d_{18}$ と、第2の移動レンズ群G5とカバーガラスCGとの間の空気間隔 $d_{24}$ とが変化する。

[0047] また、負メニスカスレンズL12の両面S3およびS4と、正レンズL24の両面S9およびS10と、正レンズL53の両面S23およびS24とは、非球面である。非球面は、Xを光軸方向の座標、Yを光軸と垂直方向の座標、光の進行方向を正、Rを近軸曲率半径とすると、図3 (c) の係数K、C1、C2、C3、C4、C5およびC6を用いて次式で表わされる。なお、「En」は、「10のn乗」を意味する。

$$X = (1/R) Y^2 / [1 + \{1 - (1+K) (1/R)^2 Y^2\}^{1/2}] + C_1 Y^4 + C_2 Y^6 + C_3 Y^8 + C_4 Y^{10} + C_5 Y^{12} + C_6 Y^{14}$$

[0048] 本例のズームレンズシステム10の上述した条件(1.1)～(1.3)および(2.1)～(2.4)を与える各式の値は、以下のようにになる。

$$\text{条件 (1.1)} \quad n_1 = 1.88$$

$$\text{条件 (1.2)} \quad n_3 = 1.96$$

$$\text{条件 (1.3)} \quad n_1 / n_3 = 0.96$$

$$\text{条件 (2.1)} \quad P_{gf41} = 0.53$$

$$\text{条件 (2.2)} \quad P_{gf53} = 0.54$$

$$\text{条件 (2.3)} \quad P_{gf51} = 0.57$$

$$\text{条件 (2.4)} \quad P_{gf52} = 0.63$$

したがって、本例の投射用レンズシステム10は、条件(1.1)～(1.3)および(2.1)～(2.4)を満たしている。

[0049] 図4に、ズームレンズシステム10の収差図を示しており、図4 (a) は広角端における収差図を示し、図4 (b) は望遠端における収差図を示している。図5に、ズームレンズシステム10の1次結像レンズ群11の収差図を示している。図4および図5に示すように、いずれの収差も良好に補正さ

れており、鮮明な画像を撮影できる。なお、球面収差は、波長656nm（点線）と、波長587nm（実線）と、波長546nm（一点鎖線）と、波長486nm（二点鎖線）と、波長435nm（一点長鎖線）とを示している。また、非点収差は、タンジェンシャル光線（T）およびサジタル光線（S）の収差をそれぞれ示している。また、収差図において縦軸は像高（IMG HT）を示している。以降の実施形態においても同様である。

[0050] したがって、本例のズームレンズシステム10は、広角端において全画角が126度と広角で、F値が2.0と明るく鮮明な画像を撮影できる、性能およびコストのバランスが取れたズームレンズシステム10の一例である。

[0051] 図6に、本発明の第2の実施形態に係るズームレンズシステム20およびそれを用いた撮像装置1の概略構成を示しており、図6（a）は広角端（WIDE）におけるレンズ配置を示し、図6（b）は望遠端（TELE）におけるレンズ配置を示している。

[0052] このズームレンズシステム20も、物体側20aから順に、物体側20aからの光を中間像51として結像させる1次結像レンズ群21と、中間像51からの光を最終像52として結像させるリレーレンズ群22とから構成されている。本例の1次結像レンズ群21も、ズームレンズシステム20が変倍する際に移動しない固定広角レンズ群21aである。この固定広角レンズ群21aも、物体側20aから順に、変倍する際に移動しない負の屈折力の第1の固定レンズ群G1と、絞りStと、変倍する際に移動しない正の屈折力の第2の固定レンズ群G2とから構成されている。

[0053] 本例のリレーレンズ群22も、物体側20aから順に、変倍する際に移動しない負の屈折力の第3の固定レンズ群G3と、変倍する際に移動する変倍レンズ群22aとから構成されている。この変倍レンズ群22aも、変倍する際に移動する正の屈折力の第1の移動レンズ群G4と、変倍する際に移動する正の屈折力の第2の移動レンズ群G5とから構成されている。

[0054] このズームレンズシステム20は、全体が14枚のガラス製のレンズL11、L12、L21～L25、L31～L33、L41、およびL51～L

53により構成されている。

[0055] 第3の固定レンズ群G3は、物体側20aから順に配置された、両凹の負レンズL31と、2枚貼合の第2の接合レンズ（バルサムレンズ）LB2とから構成されている。第2の接合レンズLB2は、物体側20aから順に配置された、最終像側20bに凸面S16を向けた第2の負メニスカスレンズL32と、最終像側20bに凸面S17を向けた第1の正メニスカスレンズL33とから構成されている。なお、その他のレンズ群G1、G2、G4およびG5の構成と、レンズ群G1、G2、G4およびG5に含まれる各レンズの形状とは、第1の実施形態と共通するため、共通の符号を付して個々のレンズの説明は省略する。

[0056] このズームレンズシステム20においては、中間像51よりも最終像側20bに第2の接合レンズLB2を配置し、さらに、第2の負メニスカスレンズL32のアッベ数 $\nu_{32}$ と、第1の正メニスカスレンズL33のアッベ数 $\nu_{33}$ とが以下の条件（A）および（B）を満たすように設計されている。

$$45.0 \leq \nu_{32} \leq 55.0 \quad \dots (A)$$

$$15.0 \leq \nu_{33} \leq 25.0 \quad \dots (B)$$

[0057] このズームレンズシステム20においては、第2の負メニスカスレンズL32に弱い分散力（低分散）を与えるために条件（A）を設定し、第1の正メニスカスレンズL33に強い分散力（高分散）を与えるために条件（B）を設定している。このため、低分散の第2の負メニスカスレンズL32と高分散の第1の正メニスカスレンズL33とを組み合わせることにより、可視領域から近赤外領域にわたって色収差を良好に補正できる。したがって、入射光が近赤外線を含む波長帯であって、中間像51よりも物体側20aに配置された第1の接合レンズLB1による色収差補正が不足する場合であっても、第2の接合レンズLB2により色収差補正能力を補強できる。条件（A）および（B）の範囲を超えると、軸上色収差が増大し収差補正が困難となる。

[0058] 図7に、ズームレンズシステム20の各レンズのレンズデータを示してい

る。図8に、ズームレンズシステム20の諸数値を示している。図8(b)に示すように、このズームレンズシステム20においては、第3の固定レンズ群G3と第1の移動レンズ群G4との間の空気間隔d17と、第1の移動レンズ群G4と第2の移動レンズ群G5との間の空気間隔d19と、第2の移動レンズ群G5とカバーガラスCGとの間の空気間隔d25とが変化する。また、負メニスカスレンズL12の両面S3およびS4と、正レンズL24の両面S9およびS10と、正レンズL53の両面S24およびS25とは、非球面である。

[0059] 本例のズームレンズシステム20の上述した条件(1.1)~(1.3)、(2.1)~(2.4)、(A)および(B)を与える各式の値は、以下のようにになる。なお、本例では、屈折率n3は第1の正メニスカスレンズL33の屈折率を示している。

$$\text{条件 (1.1)} \quad n_1 = 1.88$$

$$\text{条件 (1.2)} \quad n_3 = 1.95$$

$$\text{条件 (1.3)} \quad n_1 / n_3 = 0.96$$

$$\text{条件 (2.1)} \quad P_{gf41} = 0.53$$

$$\text{条件 (2.2)} \quad P_{gf53} = 0.53$$

$$\text{条件 (2.3)} \quad P_{gf51} = 0.55$$

$$\text{条件 (2.4)} \quad P_{gf52} = 0.64$$

$$\text{条件 (A)} \quad \nu_{32} = 46.6$$

$$\text{条件 (B)} \quad \nu_{33} = 18.0$$

したがって、本例の投射用レンズシステム20は、条件(1.1)~(1.3)、(2.1)~(2.4)、(A)および(B)を満たしている。

[0060] 図9に、ズームレンズシステム20の収差図を示しており、図9(a)は広角端における収差図を示し、図9(b)は望遠端における収差図を示している。図10に、ズームレンズシステム20の1次結像レンズ群21の収差図を示している。図9および図10に示すように、いずれの収差も良好に補正されており、鮮明な画像を撮影できる。なお、球面収差は、波長900nm

mを破線により示している。

[0061] したがって、本例のズームレンズシステム20は、広角端において全画角が117度と広角で、F値が1.8と明るく、可視領域から近赤外領域にわたって鮮明な画像を撮影できる。このため、オートフォーカス機構などを持たず、昼夜兼用の監視目的、あるいは観察、防災、計測、記録などの多種多様な用途で採用される高感度なカメラ（撮像装置）に好適なズームレンズシステム20を提供できる。

[0062] なお、本発明はこれらの実施形態に限定されず、請求の範囲に規定されたものを含む。すなわち、ズームレンズシステムの第1の光学系および／または第2の光学系は、少なくとも1つの反射面（ミラー）を有していてもよい。また、請求の範囲に規定された発明は、請求項ごとに相互に独立であってもよい。

## 請求の範囲

- [請求項1] 物体側からの光を中間像として結像させる第1の光学系と、  
前記中間像からの光を最終像として結像させる第2の光学系とから構成され、  
前記第1の光学系は、変倍する際に移動しない固定レンズ群から構成され、  
前記第2の光学系は、変倍する際に移動する変倍レンズ群を含み、  
前記固定レンズ群は、最も前記物体側に配置され前記物体側に凸面を向けた第1の負メニスカスレンズを含む、ズームレンズシステム。
- [請求項2] 請求項1において、  
前記固定レンズ群は、前記第1の負メニスカスレンズを備えた負の屈折力の第1の固定レンズ群と、  
前記第1の固定レンズ群の前記最終像側に配置された正の屈折力の第2の固定レンズ群と、  
前記第1の固定レンズ群および前記第2の固定レンズ群の間に配置された絞りとを含む、ズームレンズシステム。
- [請求項3] 請求項2において、  
前記第2の固定レンズ群は、最も前記物体側に配置された第1の接合レンズを含み、  
前記第1の接合レンズは、前記物体側から順に配置された両凸の正レンズおよび両凹の負レンズを含む、ズームレンズシステム。
- [請求項4] 請求項3において、  
前記第1の接合レンズは、前記負レンズの前記最終像側に配置された両凸の正レンズを含む、ズームレンズシステム。
- [請求項5] 請求項1ないし4のいずれかにおいて、  
前記第2の光学系は、前記変倍レンズ群の前記物体側に配置された変倍する際に移動しない負の屈折力の第3の固定レンズ群を含む、ズームレンズシステム。

[請求項6] 請求項5において、  
前記中間像と前記第3の固定レンズ群の最も前記物体側のレンズ面との間の光軸上の距離は、前記中間像と前記固定レンズ群の最も前記最終像側のレンズ面との間の光軸上の距離よりも短い、ズームレンズシステム。

[請求項7] 請求項5または6において、  
前記第3の固定レンズ群は、最も前記最終像側に配置され前記最終像側に凸面を向けた第1の正メニスカスレンズを含み、  
前記第1の負メニスカスレンズの屈折率  $n_1$  と、前記第1の正メニスカスレンズの屈折率  $n_3$  とが以下の条件を満たす、ズームレンズシステム。

$$n_1 \geq 1.65$$

$$n_3 \geq 1.90$$

$$0.82 \leq n_1 / n_3 < 1.00$$

[請求項8] 請求項7において、  
前記第3の固定レンズ群は、最も前記最終像側に配置された第2の接合レンズを含み、

前記第2の接合レンズは、前記物体側から順に配置された前記最終像側に凸面を向けた第2の負メニスカスレンズおよび前記第1の正メニスカスレンズから構成され、

前記第2の負メニスカスレンズのアッベ数  $\nu_{32}$  と、前記第1の正メニスカスレンズのアッベ数  $\nu_{33}$  とが以下の条件を満たす、ズームレンズシステム。

$$45.0 \leq \nu_{32} \leq 55.0$$

$$15.0 \leq \nu_{33} \leq 25.0$$

[請求項9] 請求項1ないし8のいずれかにおいて、  
前記変倍レンズ群は、広角端から望遠端に変倍する際に前記最終像側から前記物体側へ移動する正の屈折力の第1の移動レンズ群と、

前記第1の移動レンズ群の前記最終像側に配置され広角端から望遠端に変倍する際に前記最終像側から前記物体側へ移動する正の屈折力の第2の移動レンズ群とを含み、

前記第1の移動レンズ群は、最も前記最終像側に配置された第1の正レンズから構成され、

前記第2の移動レンズ群は、前記物体側から順に配置された第2の正レンズ、第1の負レンズおよび第3の正レンズから構成され、

前記第1の正レンズの部分分散比 $P_{gf41}$ と、前記第2の正レンズの部分分散比 $P_{gf51}$ と、前記第1の負レンズの部分分散比 $P_{gf52}$ と、前記第3の正レンズの部分分散比 $P_{gf53}$ とが以下の条件を満たす、ズームレンズシステム。

$$0.53 \leq P_{gf41} \leq 0.55$$

$$0.53 \leq P_{gf53} \leq 0.55$$

$$0.55 \leq P_{gf51} \leq 0.58$$

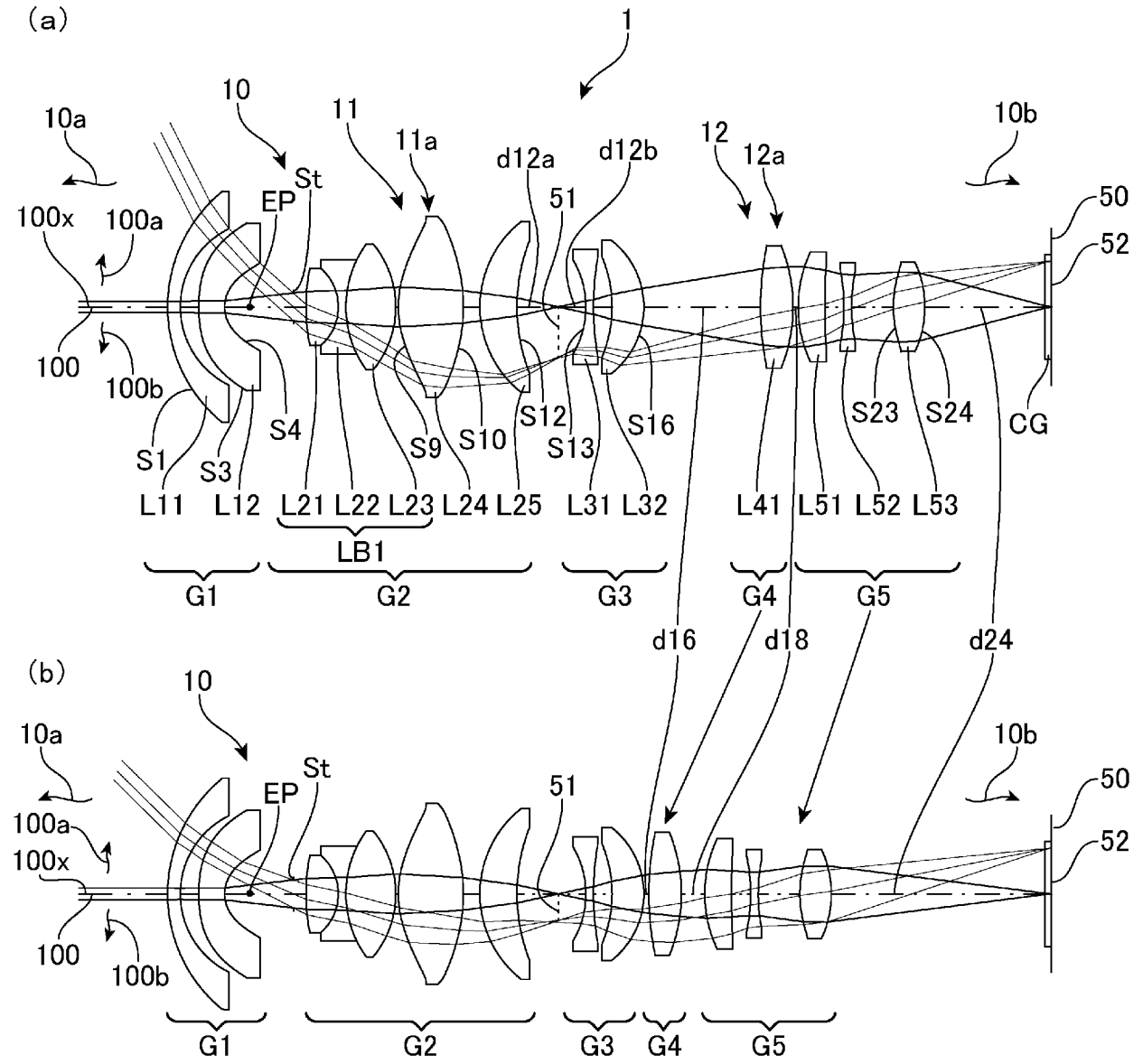
$$0.58 \leq P_{gf52} \leq 0.66$$

[請求項10]

請求項1ないし9のいずれかに記載のズームレンズシステムと、

前記ズームレンズシステムの前記最終像が結像される位置に配置された撮像デバイスとを有する、撮像装置。

[図1]





[図3]

(a)

	広角端	望遠端
焦点距離[mm]	1.84	3.68
F値	2.0	4.0
全面角[°]	126.0	88.0
中間像の像高[mm]	3.93	2.00
最終像の像高[mm]	3.60	
L25～中間像[mm]	3.34	
中間像～L31[mm]	2.10	
レンズ全長[mm]	69.83	
バックフォーカス(空気換算量)[mm]	9.86	17.27
入射瞳位置[mm]	5.46	5.46
出射瞳位置[mm]	-8.96	-16.84

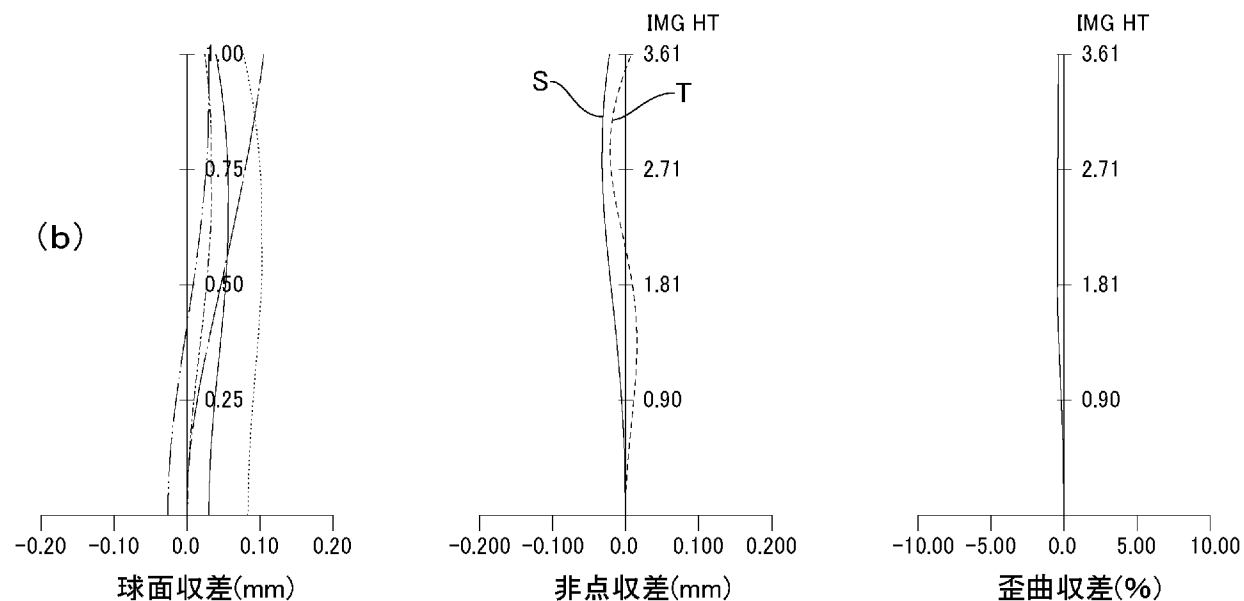
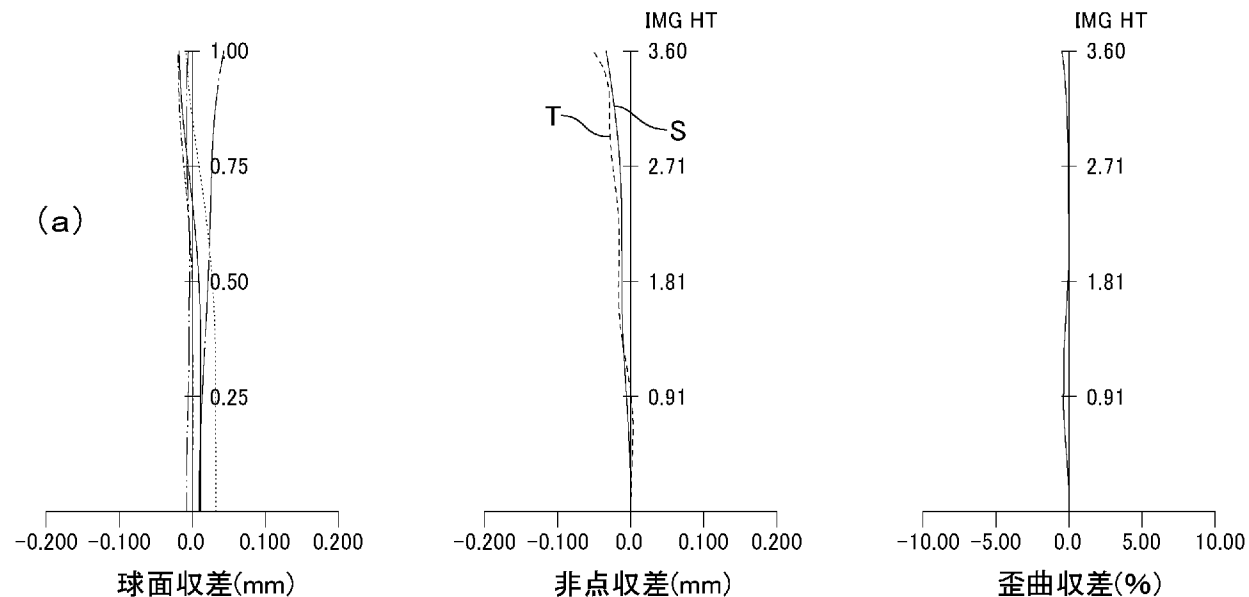
(b)

ズーム間隔(di)	広角端	望遠端
16(V1)	9.24	0.40
18(V2)	0.40	1.84
24(V3)	9.53	16.94

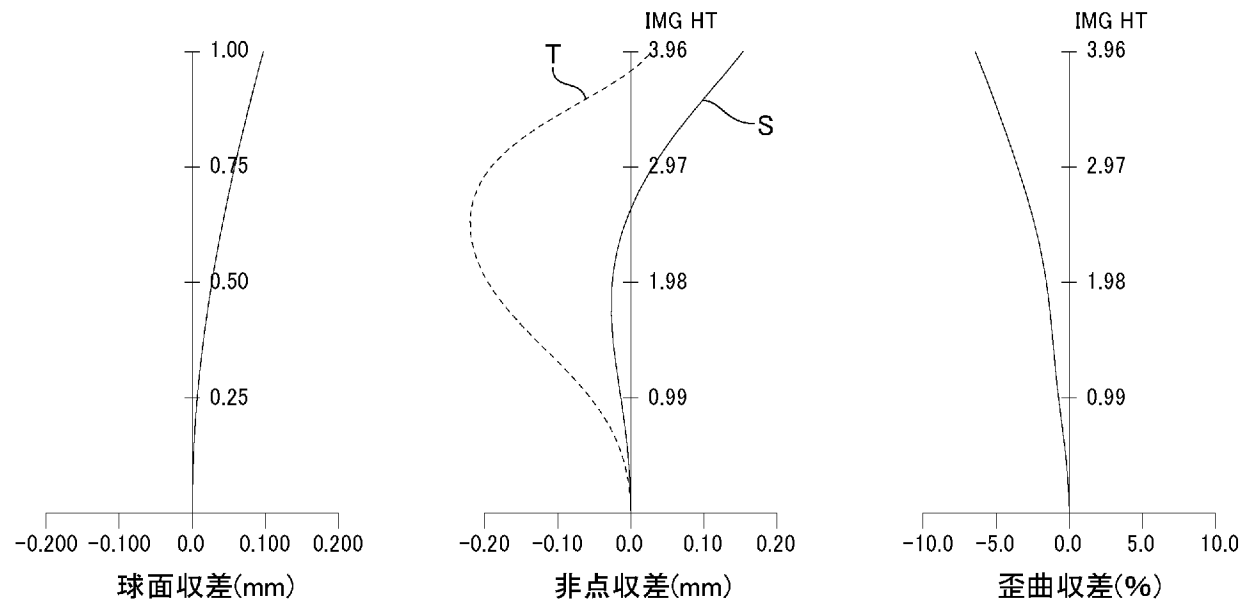
(c)

	K	C1	C2	C3	C4	C5	C6
S3	1.7298	1.8547E-03	-5.3057E-05	1.3753E-06	-2.1251E-08	2.5003E-10	-2.2272E-12
S4	-0.6516	2.1398E-03	1.2171E-04	-1.8134E-05	-3.1372E-07	-3.9357E-09	-6.1221E-11
S9	-5.2681	5.5289E-04	-2.2060E-05	5.5865E-07	-1.0925E-08	2.1366E-10	-2.4316E-12
S10	-9.2536	-4.1458E-04	1.4439E-05	-3.9474E-07	7.9899E-10	2.0987E-10	-3.1806E-12
S23	0.1956	-6.3556E-04	-8.3922E-06	4.3844E-07	-7.6630E-08	-5.6989E-09	4.2685E-11
S24	0.0717	3.1380E-04	-1.9537E-05	2.7244E-06	-2.9607E-07	5.9532E-09	-1.9633E-10

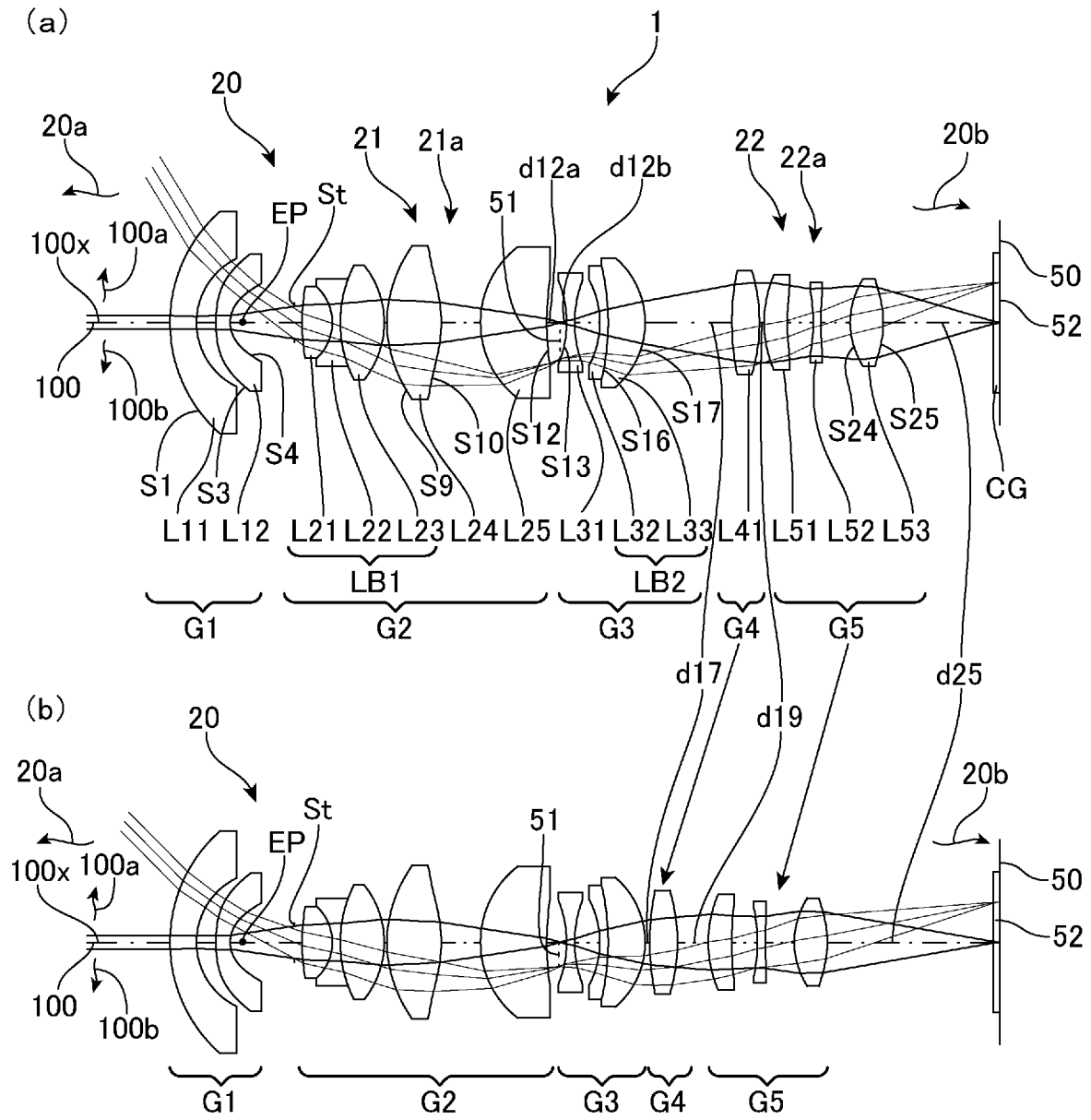
[图4]



[图5]



[図6]





## [図8]

(a)

	広角端	望遠端
焦点距離[mm]	1.84	3.00
F値	1.8	2.9
全画角[°]	117.0	90.0
中間像の像高[mm]	2.70	1.75
最終像の像高[mm]	3.00	
L25～中間像[mm]	1.00	
中間像～L31[mm]	0.49	
レンズ全長[mm]	62.33	
バックフォーカス(空気換算量)[mm]	8.61	12.82
入射瞳位置[mm]	5.38	5.38
出射瞳位置[mm]	-9.39	-14.24

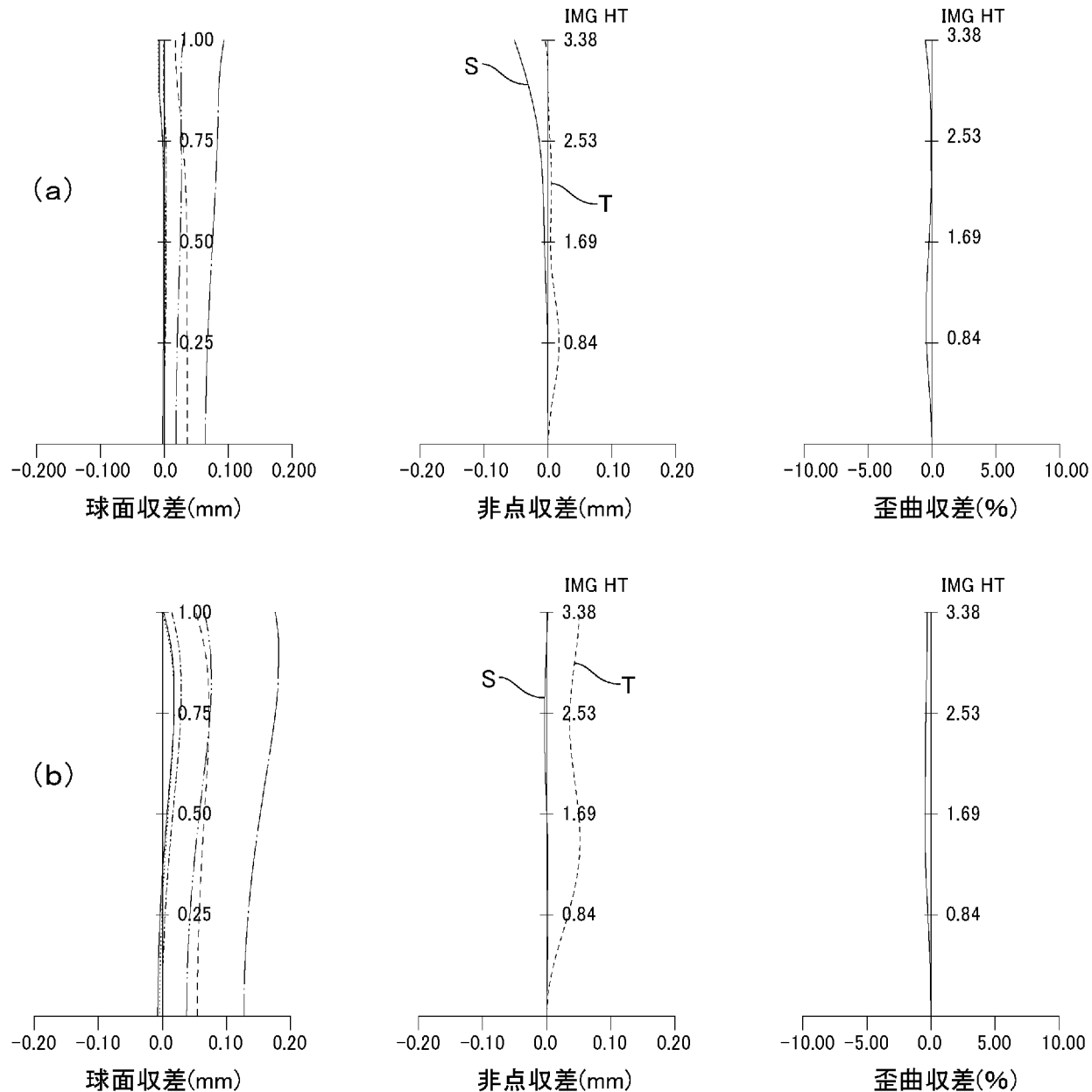
(b)

ズーム間隔(di)	広角端	望遠端
17(V1)	6.53	0.35
19(V2)	0.35	2.32
25(V3)	8.27	12.48

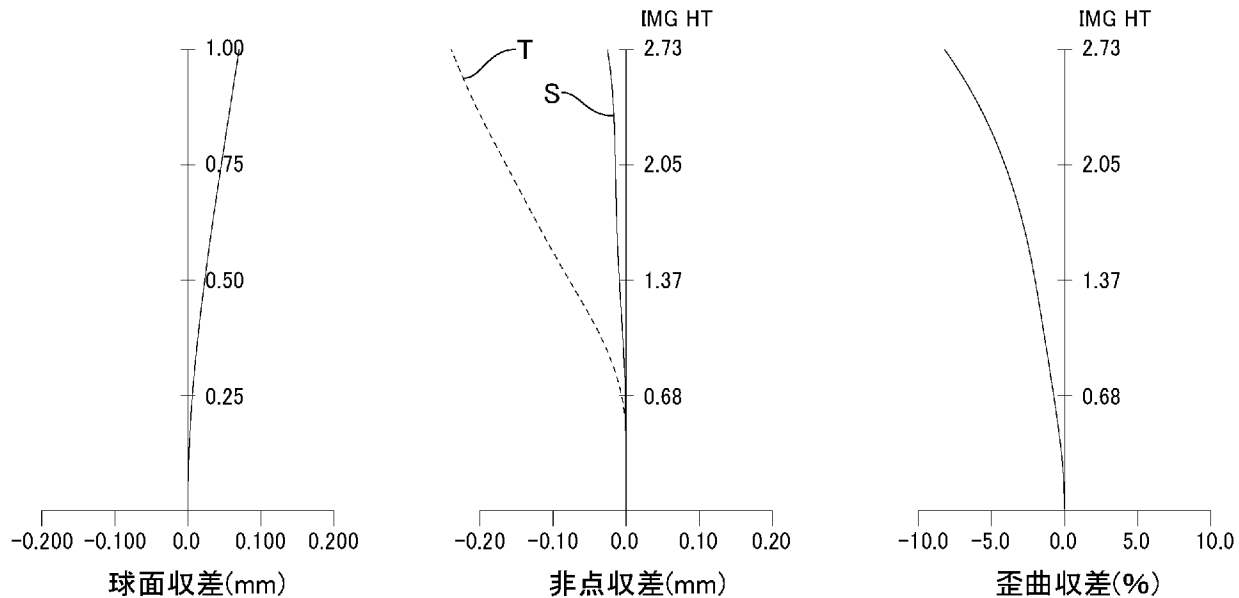
(c)

	K	C1	C2	C3	C4	C5	C6
S3	3.2700	3.3256E-03	-1.5021E-04	5.4065E-06	-9.3388E-08	-6.3194E-10	-6.3515E-12
S4	-0.5500	2.0149E-03	-1.4353E-04	4.6594E-05	-1.0010E-05	-1.0407E-08	-1.9319E-10
S9	-9.7600	1.1868E-03	-3.8462E-05	1.2357E-06	-1.5863E-08	-1.1157E-10	2.3468E-12
S10	-7.6400	-4.1083E-04	4.1078E-05	-7.8641E-07	-1.1469E-08	1.0045E-09	-1.7826E-11
S24	-0.3900	-8.2982E-04	4.3007E-05	-7.8240E-07	1.5980E-07	-1.5069E-08	1.3470E-10
S25	-1.3500	7.7920E-04	4.5515E-05	-2.8905E-06	3.7093E-08	1.5742E-08	-6.1956E-10

[图9]



[图10]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2013/005594

**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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 2011-7824 A (Canon Inc.), 13 January 2011 (13.01.2011), examples 1 to 3 (Family: none)	1, 2, 10 3-9
X A	JP 2011-130014 A (Canon Inc.), 30 June 2011 (30.06.2011), paragraphs [0009] to [0014] (Family: none)	1, 10 2-9
A	JP 2011-509415 A (Blackeye Optics, LLC), 24 March 2011 (24.03.2011), entire text; all drawings & US 2009/0141365 A1 & EP 2217958 A1 & WO 2009/073387 A1 & AU 2008331642 A & CA 2703246 A & CN 101821658 A & KR 10-2010-0082785 A & TW 200931059 A	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 16 October, 2013 (16.10.13)	Date of mailing of the international search report 03 December, 2013 (03.12.13)
--	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2013/005594

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 2008-536175 A (Panavision International, L.P.), 04 September 2008 (04.09.2008), entire text; all drawings & US 2006/0227415 A1 & EP 1869519 A2 & WO 2006/110283 A2 & CA 2604804 A & KR 10-2008-0009279 A & CN 101208627 A & AU 2006234915 A	1-10
A	JP 2-267511 A (Nikon Corp.), 01 November 1990 (01.11.1990), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

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 1971-2013年 日本国実用新案登録公報 1996-2013年 日本国登録実用新案公報 1994-2013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 2011-7824 A (キヤノン株式会社) 2011.01.13, 実施例 1-3 (ファミリーなし)	1, 2, 10 3-9
X A	JP 2011-130014 A (キヤノン株式会社) 2011.06.30, 【0009】-【0014】 (ファミリーなし)	1, 10 2-9
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願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 16.10.2013	国際調査報告の発送日 03.12.2013	
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 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 2011-509415 A (ブラックアイ オプティクス, エルエルシー) 2011.03.24, 全文全図 & US 2009/0141365 A1 & EP 2217958 A1 & WO 2009/073387 A1 & AU 2008331642 A & CA 2703246 A & CN 101821658 A & KR 10-2010-0082785 A & TW 200931059 A	1-10
A	JP 2008-536175 A (パナビジョン・インターナショナル・リミテッ ド・パートナーシップ) 2008.09.04, 全文全図 & US 2006/0227415 A1 & EP 1869519 A2 & WO 2006/110283 A2 & CA 2604804 A & KR 10-2008-0009279 A & CN 101208627 A & AU 2006234915 A	1-10
A	JP 2-267511 A (株式会社ニコン) 1990.11.01, 全文全図 (ファミリ ーなし)	1-10