

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-272154
(P2004-272154A)

(43) 公開日 平成16年9月30日(2004.9.30)

(51) Int. Cl.⁷ F 1 テーマコード (参考)
G02B 15/20 GO2B 15/20 2H087
G02B 13/18 GO2B 13/18

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2003-66210 (P2003-66210)	(71) 出願人	000000376 オリンパス株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(22) 出願日	平成15年3月12日 (2003.3.12)	(74) 代理人	100065824 弁理士 篠原 泰司
		(74) 代理人	100104983 弁理士 藤中 雅之
		(72) 発明者	榎木 康孝 長野県岡谷市長地柴宮3丁目15番1号 オリンパスオプトテクノロジー株式会社内
		Fターム(参考)	2H087 KA01 LA01 PA06 PA17 PB06 QA03 QA17 QA21 QA25 QA39 QA41 QA45 RA01 RA32 SA13 SA16 SA20 SA62 SA63 SA64 SB03 SB13 SB23

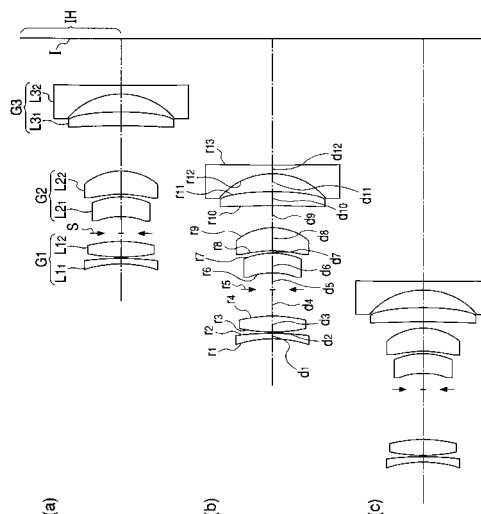
(54) 【発明の名称】ズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】小型・低コスト・広画角でありながら、各レンズ群の構成を適切に配置することにより、少ない構成枚数で性能の良好な3群構成のズームレンズを提供する。

【解決手段】物体側より順に、正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、負の屈折力を有する第3レンズ群G3とを有し、広角端から望遠端への変倍に際し、各レンズ群を物体側へ移動させることで変倍を行うズームレンズ系において、第1レンズ群G1が、1枚の正レンズL1₁と1枚の負レンズL1₂とで構成され、第2レンズ群G2が、物体側から順に、物体側に凹面を向けた第1の正レンズL2₁と、物体側に凹面を向けた第2の正レンズL2₂とで構成され、第3レンズ群G3が、物体側より順に、非球面を有するプラスチックレンズL3₁と、負レンズL3₂とで構成されている。開口絞りSは、第2レンズ群G2の物体側にある。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側より順に、正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、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とを有し、広角端から望遠端への変倍に際し、各レンズ群を物体側へ移動させることで変倍を行うズームレンズ系において、

前記第 1 レンズ群が、2 枚のレンズで構成され、

前記第 2 レンズ群が、物体側から順に、物体側に凹面を向けた第 1 の正レンズと、物体側に凹面を向けた第 2 の正レンズとで構成され、

前記第 3 レンズ群が、2 枚のレンズで構成されたことを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

物体側より順に、正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、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とを有し、広角端から望遠端への変倍に際し、各レンズ群を物体側へ移動させることで変倍を行うズームレンズ系において、

前記第 1 レンズ群が、1 枚の正レンズと 1 枚の負レンズとで構成され、

前記第 2 レンズ群が、物体側より順に、物体側に凹面を向けた第 1 の正レンズと、物体側に凹面を向けた第 2 の正レンズとで構成され、

前記第 3 レンズ群が、物体側より順に、非球面を有するプラスチックレンズと、負レンズとで構成されたことを特徴とするズームレンズ。

【請求項 3】

開口絞りが、前記第 2 レンズ群の物体側に配置されてい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。

【請求項 4】

次の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のズームレンズ。

$$1.3 < f_{21} / f_t < 2.5$$

但し、 f_{21} は前記第 1 の正レンズの焦点距離、 f_t はズームレンズの望遠端における焦点距離である。

【請求項 5】

前記第 1 の正レンズが、少なくとも 1 面に非球面を有するプラスチックレンズで構成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のズームレンズ。

【請求項 6】

前記第 1 の正レンズが、少なくとも 1 面に非球面を有するプラスチックレンズで構成され、次の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のズームレンズ。

$$0.17 < f_{22} / f_{21} < 0.25$$

但し、 f_{21} は前記第 1 の正レンズの焦点距離、 f_{22} は前記第 2 の正レンズの焦点距離である。

【請求項 7】

次の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載のズームレンズ。

$$1.0 < f_w / IH < 1.4$$

$$0.2 < f_{G2} / f_{G1} < 0.45$$

$$0.24 < f_{bw} / f_w < 0.40$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高、 f_{G1} は第 1 レンズ群の焦点距離、 f_{G2} は第 2 レンズ群の焦点距離、 f_{bw} はズームレンズの広角端におけるバックフォーカスである。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はズームレンズ、特にコンパクトカメラに好適な小型・低コストで広画角な 3 群ズームレンズに関する。

【0002】

10

20

30

40

50

【従来の技術】

従来よりコンパクトカメラ用のズームレンズとして、構成の簡単な2群ズームレンズが多く用いられている。しかし、近年、コンパクトカメラ用のズームレンズにおいて、小型化・高変倍化、の要求が高くなってきている。特に変倍に際し、短焦点距離端の広画角化への要求が高くなってきている。そのため構成の簡単な2群ズームレンズでは、短焦点距離端から長焦点距離端までの良好な収差のバランスを得るには限界があり、3群ズームレンズが主流となってきている。

さらに、コンパクトカメラ用のレンズ系においては一眼レフカメラ用のレンズ系と異なり、バックフォーカスを長く取る必要性が低いことや、全長を短く構成できる利点から、最終群が負の構成となるテレフォトタイプが多く用いられる。特に3群ズームレンズにおいては正・正・負のレンズ構成が広く用いられている。

10

また、これらの要求を満たしながらも、一層の低コスト化も要望されてきている。

そして、従来そのようなズームレンズとして、例えば、次の特許文献1～3に記載のズームレンズなど、低コスト・高変倍なズームレンズの提案が種々見られている。

【0003】**【特許文献1】**

特開平11-119098号公報

【特許文献2】

特開平10-90600号公報

【特許文献3】

特開2000-275524号公報

20

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

特許文献1に記載のズームレンズは、少ない構成枚数のズームレンズである。しかし、各群に複数の非球面ガラスレンズを使用することで収差補正を行っているため、低コスト化の要求には応えていない。

また、特許文献2、特許文献3に記載のズームレンズは、少ない構成枚数で低コストなズームレンズを実現している。しかし、正パワーの強い第2レンズ群を、負と正の2枚のレンズで構成しており、1枚の正レンズだけに収束作用を負担させているため、第2レンズ群内における収差発生を抑えきれず、ひいては各レンズ群の相対偏心による性能劣化を大きくする要因となっている。

30

【0005】**【発明の目的】**

本発明は、このような問題を鑑みてなされたものであり、小型・低コスト・広画角でありながら、各レンズ群の構成を適切に配置することにより、少ない構成枚数で性能の良好な3群構成のズームレンズを提供することを目的とする。

【0006】**【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するため、本第1の発明によるズームレンズは、物体側より順に、正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、負の屈折力を有する第3レンズ群とを有し、広角端から望遠端への変倍に際し、各レンズ群を物体側へ移動させることで変倍を行うズームレンズ系において、前記第1レンズ群が、2枚のレンズで構成され、前記第2レンズ群が、物体側から順に、物体側に凹面を向けた第1の正レンズと、物体側に凹面を向けた第2の正レンズとで構成され、前記第3レンズ群が、2枚のレンズで構成されたことを特徴としている。

40

【0007】

また、本第2の発明によるズームレンズは、物体側より順に、正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、負の屈折力を有する第3レンズ群とを有し、広角端から望遠端への変倍に際し、各レンズ群を物体側へ移動させることで変倍を行うズームレンズ系において、前記第1レンズ群が、1枚の正レンズと1枚の負レンズとで

50

構成され、前記第2レンズ群が、物体側より順に、物体側に凹面を向けた第1の正レンズと、物体側に凹面を向けた第2の正レンズとで構成され、前記第3レンズ群が、物体側より順に、非球面を有するプラスチックレンズと、負レンズとで構成されたことを特徴としている。

【0008】

また、本第1又は第2の発明によるズームレンズは、開口絞りが前記第2レンズ群の物体側にあるのが望ましい。

【0009】

また、本第1又は第2の発明によるズームレンズは、次の条件式(1)を満足するのが望ましい。

10

$$1.3 < f_{21} / f_t < 2.5 \quad \dots (1)$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_t はズームレンズの望遠端における焦点距離である。

【0010】

また、本第1又は第2の発明によるズームレンズは、前記第1の正レンズが、少なくとも1面に非球面を有するプラスチックレンズで構成されているのが望ましい。

【0011】

また、本第1又は第2の発明によるズームレンズは、次の条件式(2)を満足するのが望ましい。

20

$$0.17 < f_{22} / f_{21} < 0.25 \quad \dots (2)$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{22} は前記第2の正レンズの焦点距離である。

【0012】

また、本第1又は第2の発明によるズームレンズは、次の条件式(3)、(4)、(5)を満足するのがさらに望ましい。

$$1.0 < f_w / IH < 1.4 \quad \dots (3)$$

$$0.2 < f_{G2} / f_{G1} < 0.45 \quad \dots (4)$$

$$0.24 < f_{bw} / f_w < 0.40 \quad \dots (5)$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高、 f_{G1} は第1レンズ群の焦点距離、 f_{G2} は第2レンズ群の焦点距離、 f_{bw} はズームレンズの広角端におけるバックフォーカスである。

30

【0013】

【発明の実施の形態】

実施例の説明に先立ち、本発明のズームレンズ及びそれを用いたカメラの作用効果について説明する。

まず、本発明のズームレンズの基本的な構成による作用効果について説明する。

本発明のズームレンズは、例えば図1に示すように、物体側より順に、正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、負の屈折力を有する第3レンズ群とを有し、広角端から望遠端への変倍に際し、各レンズ群を物体側へ移動させることで変倍を行っている。そして、本発明では、前記第1レンズ群が、2枚のレンズで構成され、前記第2レンズ群が、物体側から順に、物体側に凹面を向けた第1の正レンズと第2の正レンズとで構成され、前記第3レンズ群が2枚のレンズで構成されている。

40

【0014】

ズームレンズにおいて、製造誤差による性能劣化を低減するためには、各レンズ群内における残収差を抑えることが重要である。そのための手段として従来、第2レンズ群内に正屈折力の光学素子と負屈折力の光学素子を少なくとも各1枚配置する構成が良く用いられている。

しかしながら、正・正・負の3群ズームレンズにおいて、変倍領域を増大するためには、特に第2レンズ群に強い収束効果をもたせる必要がある。このため、負・正の各1枚ずつのレンズで第2レンズ群を構成した場合、唯一の正レンズに収束効果を全て負担させるこ

50

ととなる。これでは第2レンズ群内における収差補正を困難にし、第2レンズ群内における残収差の増加を招く。また、各レンズ群の相対偏心によるレンズ全系の性能劣化を引き起こす要因となる。

また、この対策として第2レンズ群内における正レンズを複数使用する構成も良く知られているが、構成枚数が増えることはコスト面においては明らかに不利となる。

【0015】

これらを鑑みて、本発明においては第2レンズ群を物体側から順に、物体側に凹面を向けた第1の正レンズと第2の正レンズとで構成している。第1の正レンズの物体側に向けられた凹面は、発散効果を奏し、第2レンズ群の主点を像面側へ移動させる効果があり、望遠端において第2レンズ群と第3レンズ群との間隔確保の効果がある。また2枚の正レンズを用いることにより、第2の正レンズの正の屈折力を小さくすることが可能となる。また、第2レンズ群の前に開口絞りを置いた場合、開口絞りとは第2レンズ群とが略アプラナティックな関係を形成することとなり、球面収差とコマ収差の低減に効果がある。

10

【0016】

また、第1レンズ群は2枚のレンズで、さらに詳細には、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとで構成されており、正・負のレンズの材質を適切に設定することによりズームレンズ全系での色収差を補正し、最適なバランスを取ることが可能となる。

【0017】

また、第3レンズ群を2枚のレンズ、さらに詳細には、物体側より順に、非球面を有するプラスチックレンズと、負レンズとで構成することが望ましい。

20

第3レンズ群は他のレンズ群に比べてレンズ径が特に大きい。このため、第3レンズ群に3枚以上のレンズ枚数を使用しても、単にコストが増加するばかりである。しかも、それだけではなく鏡枠を沈胴構造とした時の沈胴厚の増加や、重量増などを招き、小型化を損なう要因となってしまう。また第3レンズ群を、非球面を有する1枚の単レンズで置き換えることは、性能的には十分可能である。

しかしながら、第3レンズ群はテレフォトタイプを構成する上で、望遠比を小さくするため、他の各群と比較して強い屈折力が必要となる。ゆえに、第3レンズ群を1枚のプラスチック非球面レンズに置き換えては、様々な使用環境で一定の性能を維持することは困難である。また上述のように第3レンズ群はレンズ径が大きく、ガラス非球面レンズや、ガラス球面レンズの基盤上に樹脂層による非球面を形成したハイブリッド型非球面レンズを使用した場合、コストが非常に高価なものになってしまう。したがって、第3レンズ群は上述したような2枚のレンズで構成することが望ましい。

30

【0018】

さらに、本発明においては、次の条件式(1)を満足するのが望ましい。

$$1.3 < f_{21} / f_t < 2.5 \quad \dots (1)$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_t はズームレンズの望遠端における焦点距離である。

【0019】

本発明では、条件式(1)をもって、第2レンズ群の前記第1の正レンズの焦点距離とズームレンズの望遠端における焦点距離との比を規定している。

40

条件式(1)の下限値を下回ると、前記第1の正レンズの相対的な屈折力が強くなり、第2レンズ群の主点が物体側へ移動することになり、変倍において望遠端での第2レンズ群と第3レンズ群の間隔の確保が困難となる。

一方、条件式(1)の上限値を上回ると、第1の正レンズの相対的なパワーが弱くなって、第2レンズ群における収束効果を担えなくなり収差補正が困難となる。

【0020】

さらに、前記第1の正レンズが、少なくとも1面に非球面を有するプラスチックレンズで構成されているのが好ましい。

近年、プラスチック非球面レンズは使用環境の変化における性能変化という課題を残しながらも、その収差補正能力と低コストというメリットから使用頻度は高まってきている。

50

前記第2レンズ群において、変倍時に第2レンズ群と第3レンズ群との空気間隔を確保するために、主たる収束効果は像面側に配置された第2の正レンズに分担させて、第1の正レンズを比較的弱いパワーに設定することが可能である。また、第2レンズ群を2枚により構成すると、レンズ群内における心調整は第1の正レンズと第2の正レンズとによってのみ決まるため、複数のレンズを要する構成に比べて心調整が容易に行える。これらの条件により第1の正レンズを非球面プラスチックレンズとすると、収差補正、コスト、組み立て性の面から適している。

【0021】

さらに、次の条件式(2)を満足するのが望ましい。

$$0.17 < f_{22} / f_{21} < 0.25 \quad \dots (2)$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{22} は前記第2の正レンズの焦点距離である。

【0022】

また、本発明では、条件式(2)をもって、第2レンズ群の前記1の正レンズの焦点距離と前記第2の正レンズの焦点距離との比を規定している。

条件式(2)の下限値を下回ると、第2レンズ群における収束効果のほとんどを前記第2の正レンズのみで負担することとなり、前記第2の正レンズによる収差発生が大きくなりレンズ群内の残収差を補正しきれなくなる。

一方、条件式(2)の上限値を上回ると、プラスチックで形成された前記第1の正レンズの屈折力が強くなり過ぎ、使用環境の変化に対する性能保証が困難となる。また、該第2レンズ群の主点位置が物体側へ移動し、変倍に際し望遠端における該第2レンズ群と該第3レンズ群との間隔の確保が困難となる。

【0023】

さらに、次の条件式(3)、(4)、(5)の少なくともいずれか、もしくはすべてを満足するのが望ましい。

$$1.0 < f_w / IH < 1.4 \quad \dots (3)$$

$$0.2 < f_{G2} / f_{G1} < 0.45 \quad \dots (4)$$

$$0.24 < f_{bw} / f_w < 0.40 \quad \dots (5)$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高、 f_{G1} は第1レンズ群の焦点距離、 f_{G2} は第2レンズ群の焦点距離、 f_{bw} はズームレンズの広角端におけるバックフォーカスである。

【0024】

条件式(3)の上限値を上回ると、本発明の目的である広画角化を実現していないこととなる。

一方、条件式(3)の下限値を下回ると、収差、特にアス・コマの収差の発生が抑えられなくなる。

また、本発明では、条件式(4)をもって、第1レンズ群の焦点距離と第2レンズ群の焦点距離との比を規定している。

条件式(4)の下限値を下回ると、望遠端における全長が大きくなり小型化に不利となる。

一方、条件式(4)の上限値を上回ると、第1レンズ群の相対的な屈折力が強くなることを意味し、第1レンズ群径の増大を招き、広画角化における収差補正が困難となってしまう。

条件式(5)の下限値を下回ると、バックフォーカスが短くなり過ぎて、第3レンズ群、特に最終レンズの径が大きくなり、小型化できなくなる。

一方、条件式(5)の上限値を上回ると、第3レンズ群の屈折力が強くなり、第3レンズ群の縦倍率の増大によるフォーカス感度の増大、フォーカス調整による性能変動、群偏心による性能劣化を増大させる要因となってしまう。

【0025】

なお、本第1又は第2の発明によるズームレンズは、望遠端における前記第1レンズ群と

10

20

30

40

50

前記第2レンズ群との間隔が、広角端における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔よりも大きく、望遠端における前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が、広角端における前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔よりも小さいのが望ましい。このように構成すれば、負の第3レンズ群が、正の第2レンズ群に近づくことで、主たる変倍作用を行い、正の第1レンズ群と正の第2レンズ群との間隔が広がることでも変倍機能を分担する。このため、収差変動を抑えながら高変倍比化することができる。

【0026】

なお、上述した本発明における各構成要件や各条件式は相互に満足するのが好ましい。また、各条件式についてその上限値もしくは下限値、またはその双方をより限定するのが好ましい。

10

【0027】

例えば、条件式(1)における下限値を限定した、次の条件式(1')を満足するのが好ましい。

$$1.4 < f_{21} / f_t < 2.5 \quad \dots (1')$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_t はズームレンズの望遠端における焦点距離である。

さらには、次の条件式(1'')を満足するのが、より一層好ましい。

$$1.49 < f_{21} / f_t < 2.5 \quad \dots (1'')$$

【0028】

また、条件式(2)における下限値を限定した、次の条件式(2')を満足するのが好ましい。

20

$$0.18 < f_{22} / f_{21} < 0.25 \quad \dots (2')$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{22} は前記第2の正レンズの焦点距離である。

さらには、次の条件式(2'')を満足するのが、より一層好ましい。

$$0.19 < f_{22} / f_{21} < 0.25 \quad \dots (2'')$$

【0029】

また、条件式(3)における下限値を限定した、次の条件式(3')を満足するのが好ましい。

30

$$1.1 < f_w / IH < 1.4 \quad \dots (3')$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高である。

さらには、次の条件式(3'')を満足するのが、より一層好ましい。

$$1.15 < f_w / IH < 1.4 \quad \dots (3'')$$

【0030】

また、条件式(4)における下限値を限定した、次の条件式(4')を満足するのが好ましい。

$$0.23 < f_{G2} / f_{G1} < 0.45 \quad \dots (4')$$

但し、 f_{G1} は第1レンズ群の焦点距離、 f_{G2} は第2レンズ群の焦点距離である。

さらには、次の条件式(4'')を満足するのが、より一層好ましい。

40

$$0.27 < f_{G2} / f_{G1} < 0.45 \quad \dots (4'')$$

【0031】

また、条件式(5)における下限値を限定した、次の条件式(5')を満足するのが好ましい。

$$0.25 < f_{bw} / f_w < 0.4 \quad \dots (5')$$

但し、 f_{bw} はズームレンズの広角端におけるバックフォーカス、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離である。

さらには、次の条件式(5'')を満足するのが、より一層好ましい。

$$0.26 < f_{bw} / f_w < 0.4 \quad \dots (5'')$$

【0032】

また、条件式(1)における上限値を限定した、次の条件式(1''')を満足するのが好

50

ましい。

$$1.3 < f_{21} / f_t < 2.3 \quad \dots (1'')$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_t はズームレンズの望遠端における焦点距離である。

さらには、次の条件式(1''')を満足するのが、より一層好ましい。

$$1.3 < f_{21} / f_t < 2.0 \quad \dots (1''')$$

【0033】

また、条件式(2)における上限値を限定した、次の条件式(2'')を満足するのが好ましい。

$$0.17 < f_{22} / f_{21} < 0.23 \quad \dots (2'')$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{22} は前記第2の正レンズの焦点距離である。

さらには、次の条件式(2''')を満足するのが、より一層好ましい。

$$0.17 < f_{22} / f_{21} < 0.22 \quad \dots (2''')$$

【0034】

また、条件式(3)における上限値を限定した、次の条件式(3'')を満足するのが好ましい。

$$1.0 < f_w / IH < 1.37 \quad \dots (3'')$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高である。

さらには、次の条件式(3''')を満足するのが、より一層好ましい。

$$1.0 < f_w / IH < 1.35 \quad \dots (3''')$$

【0035】

また、条件式(4)における上限値を限定した、次の条件式(4'')を満足するのが好ましい。

$$0.2 < f_{G2} / f_{G1} < 0.42 \quad \dots (4'')$$

但し、 f_{G1} は第1レンズ群の焦点距離、 f_{G2} は第2レンズ群の焦点距離である。

さらには、次の条件式(4''')を満足するのが、より一層好ましい。

$$0.2 < f_{G2} / f_{G1} < 0.38 \quad \dots (4''')$$

【0036】

また、条件式(5)における上限値を限定した、次の条件式(5'')を満足するのが好ましい。

$$0.24 < f_{bw} / f_w < 0.35 \quad \dots (5'')$$

但し、 f_{bw} はズームレンズの広角端におけるバックフォーカス、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離である。

さらには、次の条件式(5''')を満足するのが、より一層好ましい。

$$0.24 < f_{bw} / f_w < 0.30 \quad \dots (5''')$$

【0037】

また、上記条件式(1)、(1')、(1'')、(1''')、(1''')における上限値及び下限値を組み合わせた条件式、条件式(2)、(2')、(2'')、(2''')、(2''')における上限値及び下限値を組み合わせた条件式条件式(3)、(3')、(3'')、(3''')、(3''')における上限値及び下限値を組み合わせた条件式条件式(4)、(4')、(4'')、(4''')、(4''')における上限値及び下限値を組み合わせた条件式条件式(5)、(5')、(5'')、(5''')、(5''')における上限値及び下限値を組み合わせた条件式を満足するようにしてもよい。

また、後述する各実施例における上記各条件式対応値を対応する各条件式の上限値もしくは下限値としてもよい。

【0038】

また、上記本発明のいずれかの構成のズームレンズ及びその像側に配置された撮影領域を制限する手段を備えてカメラを構成するとよい。

その場合、次の条件式(3)を満足するのが望ましい。

10

20

30

40

50

$$1.0 < f_w / IH < 1.4 \quad \dots (3)$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高である。

【0039】

【実施例】

第1実施例

図1は本発明の第1実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。図2は第1実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を夫々示している。

10

【0040】

第1実施例のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群 G_1 と、開口絞り S と、正の屈折力を有する第2レンズ群 G_2 と、負の屈折力を有する第3レンズ群とを有している。図中、 I は像面である。

第1レンズ群 G_1 は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L_{11} と、両凸レンズ L_{12} とで構成されている。

第2レンズ群 G_2 は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L_{21} と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L_{22} とで構成されている。正メニスカスレンズ L_{21} は、プラスチックレンズで構成されている。

第3レンズ群 G_3 は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L_{31} と、両凹レンズ L_{32} とで構成されている。正メニスカスレンズ L_{31} はプラスチックレンズで構成されている。

20

【0041】

無限遠物点合焦時において広角端から望遠端へと変倍する際には、第1レンズ群 G_1 は物体側へ移動し、第2レンズ群 G_2 は開口絞り S とともに第1レンズ群 G_1 との間隔が開くように物体側へ移動し、第3レンズ群 G_3 は第2レンズ群 G_2 との間隔が狭まるように物体側へ移動するようになっている。

非球面は、上述した第2レンズ群 G_2 中の正メニスカスレンズ L_{21} の物体側の面と、第3レンズ群 G_3 中の正メニスカスレンズ L_{31} の両面に設けられている。

【0042】

次に、第1実施例のズームレンズを構成する光学部材の数値データを示す。

なお、第1実施例の数値データにおいて、 r_1 、 r_2 、...は各レンズ面の曲率半径、 d_1 、 d_2 、...は各レンズの肉厚または空気間隔、 n_{d1} 、 n_{d2} 、...は各レンズの d 線での屈折率、 d_1 、 d_2 、...は各レンズのアッペ数、 $Fno.$ はFナンバー、 f は全系焦点距離、 θ は半画角を表している。

30

なお、非球面形状は、光軸方向を z 、光軸に直交する方向を y にとり、円錐係数を K 、非球面係数を A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} としたとき、次の式で表される。

$$z = (y^2 / r) / [1 + \{1 - (1 + K)(y/r)^2\}^{1/2}] + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10}$$

なお、これらの記号は後述の実施例の数値データにおいても共通である。

40

【0043】

数値データ1

最大像高 (IH) : 21.63mm

$$r_1 = -18.904$$

$$d_1 = 1.00$$

$$n_{d1} = 1.72825$$

$$\nu_{d1} = 28.46$$

$$r_2 = -51.235$$

$$d_2 = 0.15$$

$$r_3 = 26.332$$

$$d_3 = 2.86$$

$$n_{d3} = 1.51823$$

$$\nu_{d3} = 58.90$$

10

$$r_4 = -26.332$$

$$d_4 = D_4$$

$$r_5 = \infty \text{ (開口絞り)}$$

$$d_5 = 3.00$$

$$r_6 = -13.6809 \text{ (非球面)}$$

$$d_6 = 3.42$$

$$n_{d6} = 1.52542$$

$$\nu_{d6} = 55.78$$

$$r_7 = -12.4580$$

$$d_7 = 0.48$$

$$r_8 = -22.237$$

$$d_8 = 4.12$$

$$n_{d8} = 1.56883$$

$$\nu_{d8} = 56.36$$

20

$$r_9 = -9.936$$

$$d_9 = D_9$$

$$r_{10} = -227.264 \text{ (非球面)}$$

$$d_{10} = 2.43$$

$$n_{d10} = 1.52542$$

$$\nu_{d10} = 55.78$$

30

$$r_{11} = -99.500 \text{ (非球面)}$$

$$d_{11} = 3.17$$

$$r_{12} = -12.1130$$

$$d_{12} = 1.50$$

$$n_{d12} = 1.78590$$

$$\nu_{d12} = 44.20$$

$$r_{13} = 556.239$$

【 0 0 4 4 】

非球面係数

40

第 6 面

$$K = 5 . 2 2 4 7$$

$$A_4 = - 9 . 5 2 3 3 \times 1 0^{-5} \quad A_6 = 0 \quad A_8 = 0$$

$$A_{10} = 5 . 6 5 3 4 \times 1 0^{-9}$$

第 10 面

$$K = 0$$

$$A_4 = - 2 . 2 0 9 7 \times 1 0^{-5} \quad A_6 = 0 \quad A_8 = - 1 . 7 0 0 9 \times 1 0^{-9}$$

$$A_{10} = 6 . 5 2 4 8 \times 1 0^{-11}$$

第 11 面

50

$$K = 0$$

$$A_4 = -1.0958 \times 10^{-4} \quad A_6 = 0 \quad A_8 = -7.2602 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 7.0427 \times 10^{-11}$$

【0045】

ズームデータ

D0 (物体から第1面までの距離)が のとき

	広角端	中間	望遠端
f (mm)	28.94	47.35	77.30
Fno.	4.8	7.4	11.2
ω	36.51	24.03	15.42
D0	∞	∞	∞
D4	1.44	4.84	9.11
D9	7.95	3.98	1.25

10

【0046】

第2実施例

図3は本発明の第2実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。図4は第2実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を夫々示している。

20

【0047】

第2実施例のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、開口絞りSと、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群とを有している。図中、Iは像面である。

第1レンズ群G1は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL1₁と、両凸レンズL1₂とで構成されている。

30

第2レンズ群G2は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL2₁と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL2₂とで構成されている。正メニスカスレンズL2₁は、プラスチックレンズで構成されている。

第3レンズ群G3は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL3₁と、両凹レンズL3₂とで構成されている。正メニスカスレンズL3₁はプラスチックレンズで構成されている。

【0048】

無限遠物点合焦時において広角端から望遠端へと変倍する際には、第1レンズ群G1は物体側へ移動し、第2レンズ群G2は開口絞りSとともに第1レンズ群G1との間隔が開くように物体側へ移動し、第3レンズ群G3は第2レンズ群G2との間隔が狭まるように物体側へ移動するようになっている。

40

非球面は、上述した第2レンズ群G2中の正メニスカスレンズL2₁の物体側の面と、第3レンズ群G3中の正メニスカスレンズL3₁の両面に設けられている。

【0049】

次に、第2実施例のズームレンズを構成する光学部材の数値データを示す。

数値データ2

最大像高 (IH) : 21.63mm

$$r_1 = -19.117$$

$$d_1 = 1.00$$

$$n_{d1} = 1.72825$$

$$\nu_{d1} = 28.46$$

$$r_2 = -54.756$$

$$d_2 = 0.15$$

$$r_3 = 26.520$$

$$d_3 = 2.86$$

$$n_{d3} = 1.51823$$

$$\nu_{d3} = 58.90$$

10

$$r_4 = -26.5120$$

$$d_4 = D_4$$

$$r_5 = \infty \text{ (開口絞り)}$$

$$d_5 = 3.00$$

$$r_6 = -13.536 \text{ (非球面)}$$

$$d_6 = 3.30$$

$$n_{d6} = 1.52542$$

$$\nu_{d6} = 55.78$$

$$r_7 = -12.241$$

$$d_7 = 0.42$$

$$r_8 = -21.466$$

$$d_8 = 4.231$$

$$n_{d8} = 1.56883$$

$$\nu_{d8} = 56.36$$

$$r_9 = -9.718$$

$$d_9 = D_9$$

$$r_{10} = -336.211 \text{ (非球面)}$$

$$d_{10} = 2.35$$

$$n_{d10} = 1.52542$$

$$\nu_{d10} = 55.78$$

30

$$r_{11} = -162.000 \text{ (非球面)}$$

$$d_{11} = 3.26$$

$$r_{12} = -12.253$$

$$d_{12} = 1.50$$

$$n_{d12} = 1.78590$$

$$\nu_{d12} = 44.20$$

$$r_{13} = 472.033$$

【 0 0 5 0 】

非球面係数

40

第 6 面

$$K = 1.4149$$

$$A_4 = -3.0509 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -4.3830 \times 10^{-6}$$

$$A_8 =$$

$$-9.8385 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 3.0131 \times 10^{-10}$$

第 10 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -2.7032 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -4.1339 \times 10^{-7}$$

$$A_8 =$$

$$7.1629 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 1.9807 \times 10^{-11}$$

50

第 1 1 面

$K = 0$

$A_4 = -1.1634 \times 10^{-4}$ $A_6 = -2.3273 \times 10^{-7}$ $A_8 =$
 -2.1070×10^{-9}

$A_{10} = 5.3586 \times 10^{-11}$

【 0 0 5 1 】

ズームデータ

D 0 (物体から第 1 面までの距離) が のとき

	広角端	中間	望遠端
f (mm)	28.94	47.35	77.30
Fno.	4.8	7.5	11.2
ω	36.37	24.05	15.44
D 0	∞	∞	∞
D 4	1.46	4.73	9.42
D 9	7.99	4.13	1.50

10

【 0 0 5 2 】

第 3 実施例

図 5 は本発明の第 3 実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a) は広角端、(b) は中間、(c) は望遠端での状態を示している。図 6 は第 3 実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a) は広角端、(b) は中間、(c) は望遠端での状態を夫々示している。

20

【 0 0 5 3 】

第 3 実施例のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、開口絞り S と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とを有している。図中、I は像面である。

30

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 1₁ と、両凸レンズ L 1₂ とで構成されている。

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L 2₁ と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L 2₂ とで構成されている。正メニスカスレンズ L 2₁ は、プラスチックレンズで構成されている。

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L 3₁ と、両凹レンズ L 3₂ とで構成されている。正メニスカスレンズ L 3₁ はプラスチックレンズで構成されている。

【 0 0 5 4 】

無限遠物点合焦時において広角端から望遠端へと変倍する際には、第 1 レンズ群 G 1 は物体側へ移動し、第 2 レンズ群 G 2 は開口絞り S とともに第 1 レンズ群 G 1 との間隔が開くように物体側へ移動し、第 3 レンズ群 G 3 は第 2 レンズ群 G 2 との間隔が狭まるように物体側へ移動するようになっている。

40

非球面は、上述した第 2 レンズ群 G 2 中の正メニスカスレンズ L 2₁ の物体側の面と、第 3 レンズ群 G 3 中の正メニスカスレンズ L 3₁ の両面に設けられている。

【 0 0 5 5 】

次に、第 3 実施例のズームレンズを構成する光学部材の数値データを示す。

数値データ 3

最大像高 (IH) : 21.63mm

$$r_1 = -18.041$$

$$d_1 = 1.00$$

$$n_{d1} = 1.71736$$

$$\nu_{d1} = 29.52$$

$$r_2 = -56.536$$

$$d_2 = 0.15$$

$$r_3 = 24.352$$

$$d_3 = 2.86$$

$$n_{d3} = 1.51633$$

$$\nu_{d3} = 64.14$$

10

$$r_4 = -24.352$$

$$d_4 = D_4$$

$$r_5 = \infty \text{ (開口絞り)}$$

$$d_5 = 2.91$$

$$r_6 = -14.029 \text{ (非球面)}$$

$$d_6 = 3.30$$

$$n_{d6} = 1.52542$$

$$\nu_{d6} = 55.78$$

$$r_7 = -12.581$$

$$d_7 = 0.39$$

$$r_8 = -20.320$$

$$d_8 = 4.31$$

$$n_{d8} = 1.56883$$

$$\nu_{d8} = 56.36$$

20

$$r_9 = -9.608$$

$$d_9 = D_9$$

$$r_{10} = -350.640 \text{ (非球面)}$$

$$d_{10} = 2.34$$

$$n_{d10} = 1.52542$$

$$\nu_{d10} = 55.78$$

30

$$r_{11} = -162.000 \text{ (非球面)}$$

$$d_{11} = 3.26$$

$$r_{12} = -12.204$$

$$d_{12} = 1.50$$

$$n_{d12} = 1.78590$$

$$\nu_{d12} = 44.20$$

$$r_{13} = 456.758$$

【 0 0 5 6 】

非球面係数

40

第 6 面

$$K = 1.7132$$

$$A_4 = -2.8908 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -8.3638 \times 10^{-6}$$

$$A_8 =$$

$$1.8160 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = -8.0277 \times 10^{-9}$$

第 10 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -2.9619 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -8.0805 \times 10^{-8}$$

$$A_8 =$$

$$-9.2212 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = 7.0795 \times 10^{-11}$$

50

第 1 1 面

K = 0

$A_4 = -1.1805 \times 10^{-4}$ $A_6 = 9.7094 \times 10^{-8}$ $A_8 =$
 -9.6707×10^{-9}

$A_{10} = 9.4618 \times 10^{-11}$

【 0 0 5 7 】

ズームデータ

D 0 (物体から第 1 面までの距離) が のとき

	広角端	中間	望遠端
f (mm)	28.94	44.28	67.71
Fno.	4.8	7.0	10.2
ω	36.43	25.47	17.45
D 0	∞	∞	∞
D 4	1.42	4.33	6.97
D 9	7.83	4.40	1.97

10

【 0 0 5 8 】

第 4 実施例

図 7 は本発明の第 4 実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a) は広角端、(b) は中間、(c) は望遠端での状態を示している。図 8 は第 4 実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a) は広角端、(b) は中間、(c) は望遠端での状態を夫々示している。

20

【 0 0 5 9 】

第 4 実施例のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、開口絞り S と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とを有している。図中、I は像面である。

30

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 1₁ と、両凸レンズ L 1₂ とで構成されている。

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L 2₁ と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L 2₂ とで構成されている。正メニスカスレンズ L 2₁ は、プラスチックレンズで構成されている。

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L 3₁ と、両凹レンズ L 3₂ とで構成されている。正メニスカスレンズ L 3₁ はプラスチックレンズで構成されている。

【 0 0 6 0 】

無限遠物点合焦時において広角端から望遠端へと変倍する際には、第 1 レンズ群 G 1 は物体側へ移動し、第 2 レンズ群 G 2 は開口絞り S とともに第 1 レンズ群 G 1 との間隔が開くように物体側へ移動し、第 3 レンズ群 G 3 は第 2 レンズ群 G 2 との間隔が狭まるように物体側へ移動するようになっている。

40

非球面は、上述した第 2 レンズ群 G 2 中の正メニスカスレンズ L 2₁ の物体側の面と、第 3 レンズ群 G 3 中の正メニスカスレンズ L 3₁ の両面に設けられている。

【 0 0 6 1 】

次に、第 4 実施例のズームレンズを構成する光学部材の数値データを示す。

数値データ 4

最大像高 (IH) : 21.63mm

$$r_1 = -18.804$$

$$d_1 = 1.00$$

$$n_{d1} = 1.78470$$

$$\nu_{d1} = 26.29$$

$$r_2 = -45.235$$

$$d_2 = 0.15$$

$$r_3 = 27.068$$

$$d_3 = 2.86$$

$$n_{d3} = 1.51742$$

$$\nu_{d3} = 52.43$$

10

$$r_4 = -26.5957$$

$$d_4 = D_4$$

$$r_5 = \infty \text{ (開口絞り)}$$

$$d_5 = 3.00$$

$$r_6 = -13.144 \text{ (非球面)}$$

$$d_6 = 3.56$$

$$n_{d6} = 1.52542$$

$$\nu_{d6} = 55.78$$

$$r_7 = -12.254$$

$$d_7 = 0.29$$

$$r_8 = -20.399$$

$$d_8 = 3.54$$

$$n_{d8} = 1.56883$$

$$\nu_{d8} = 56.36$$

$$r_9 = -9.550$$

$$d_9 = D_9$$

$$r_{10} = -331.760 \text{ (非球面)}$$

$$d_{10} = 2.35$$

$$n_{d10} = 1.52542$$

$$\nu_{d10} = 55.78$$

30

$$r_{11} = -162.000 \text{ (非球面)}$$

$$d_{11} = 3.26$$

$$r_{12} = -12.141$$

$$d_{12} = 1.50$$

$$n_{d12} = 1.78800$$

$$\nu_{d12} = 47.37$$

$$r_{13} = 479.737$$

【 0 0 6 2 】

非球面係数

40

第 6 面

$$K = 2.5393$$

$$A_4 = -2.4205 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -6.2724 \times 10^{-6}$$

$$A_8 =$$

$$2.7182 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = -1.1754 \times 10^{-8}$$

第 10 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -5.9701 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -2.4651 \times 10^{-7}$$

$$A_8 =$$

$$8.1006 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 1.8527 \times 10^{-11}$$

50

第 1 1 面

K = 0

$A_4 = -1.6433 \times 10^{-4}$ $A_6 = 1.9935 \times 10^{-8}$ $A_8 =$
 -3.9685×10^{-9}

$A_{10} = 7.2450 \times 10^{-11}$

【 0 0 6 3 】

ズームデータ

D 0 (物体から第 1 面までの距離) が のとき

	広角端	中間	望遠端
f (mm)	28.94	52.91	96.65
Fno.	4.9	8.3	13.6
ω	36.35	21.84	12.50
D 0	∞	∞	∞
D 4	1.01	5.12	11.02
D 9	8.65	4.13	1.22

10

【 0 0 6 4 】

第 5 実施例

図 9 は本発明の第 5 実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a) は広角端、(b) は中間、(c) は望遠端での状態を示している。図 10 は第 5 実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a) は広角端、(b) は中間、(c) は望遠端での状態を夫々示している。

20

【 0 0 6 5 】

第 5 実施例のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、開口絞り S と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とを有している。図中、I は像面である。

30

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 1₁ と、両凸レンズ L 1₂ とで構成されている。

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L 2₁ と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L 2₂ とで構成されている。正メニスカスレンズ L 2₁ は、プラスチックレンズで構成されている。

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L 3₁ と、両凹レンズ L 3₂ とで構成されている。正メニスカスレンズ L 3₁ はプラスチックレンズで構成されている。

【 0 0 6 6 】

無限遠物点合焦時において広角端から望遠端へと変倍する際には、第 1 レンズ群 G 1 は物体側へ移動し、第 2 レンズ群 G 2 は開口絞り S とともに第 1 レンズ群 G 1 との間隔が開くように物体側へ移動し、第 3 レンズ群 G 3 は第 2 レンズ群 G 2 との間隔が狭まるように物体側へ移動するようになっている。

40

非球面は、上述した第 2 レンズ群 G 2 中の正メニスカスレンズ L 2₁ の両面と、第 3 レンズ群 G 3 中の正メニスカスレンズ L 3₁ の両面に設けられている。

【 0 0 6 7 】

次に、第 5 実施例のズームレンズを構成する光学部材の数値データを示す。

数値データ 5

最大像高 (IH) : 21.63mm

$$r_1 = -19.288$$

$$d_1 = 1.00$$

$$n_{d1} = 1.84666$$

$$\nu_{d1} = 23.78$$

$$r_2 = -50.803$$

$$d_2 = 0.15$$

$$r_3 = 33.453$$

$$d_3 = 2.92$$

$$n_{d3} = 1.54814$$

$$\nu_{d3} = 45.79$$

10

$$r_4 = -24.017$$

$$d_4 = D_4$$

$$r_5 = \infty \text{ (開口絞り)}$$

$$d_5 = 2.77$$

$$r_6 = -12.351 \text{ (非球面)}$$

$$d_6 = 3.93$$

$$n_{d6} = 1.52542$$

$$\nu_{d6} = 55.78$$

20

$$r_7 = -11.388 \text{ (非球面)}$$

$$d_7 = 0.15$$

$$r_8 = -23.141$$

$$d_8 = 3.71$$

$$n_{d8} = 1.53996$$

$$\nu_{d8} = 59.46$$

$$r_9 = -9.103$$

$$d_9 = D_9$$

$$r_{10} = -152.371 \text{ (非球面)}$$

$$d_{10} = 2.30$$

$$n_{d10} = 1.52542$$

$$\nu_{d10} = 55.78$$

30

$$r_{11} = -105.603 \text{ (非球面)}$$

$$d_{11} = 3.52$$

$$r_{12} = -12.239$$

$$d_{12} = 1.50$$

$$n_{d12} = 1.80610$$

$$\nu_{d12} = 40.92$$

$$r_{13} = 396.970$$

【 0 0 6 8 】

非球面係数

40

第 6 面

$$K = 2.9143$$

$$A_4 = -2.2273 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -1.4559 \times 10^{-5}$$

$$A_8 =$$

$$1.0733 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = -4.1774 \times 10^{-8}$$

第 7 面

$$K = -0.4349$$

$$A_4 = -2.3000 \times 10^{-6}$$

$$A_6 = -1.4931 \times 10^{-6}$$

$$A_8 =$$

$$6.9312 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -7.5550 \times 10^{-10}$$

50

第 10 面

K = 0

$$A_4 = \frac{1.2492 \times 10^{-6}}{3.0688 \times 10^{-8}} \quad A_6 = -1.4760 \times 10^{-6} \quad A_8 =$$

$$A_{10} = -5.6794 \times 10^{-11}$$

第 11 面

K = 0

$$A_4 = \frac{-9.2618 \times 10^{-5}}{6.1653 \times 10^{-9}} \quad A_6 = -9.3913 \times 10^{-7} \quad A_8 =$$

$$A_{10} = 1.1771 \times 10^{-10}$$

【 0 0 6 9 】

ズームデータ

D0 (物体から第1面までの距離)が のとき

	広角端	中間	望遠端
f (mm)	24.84	43.79	77.30
Fno.	4.2	7.0	11.5
ω	40.90	25.90	15.47
D0	∞	∞	∞
D4	1.00	5.30	10.15
D9	8.05	3.72	1.00

【 0 0 7 0 】

次に、上記各実施例における条件式のパラメータ値等を表1に示す。

【表1】

	第1実施例	第2実施例	第3実施例	第4実施例	第5実施例
f_w	28.94	28.94	28.94	28.94	24.84
f_t	77.3	77.3	67.71	96.65	77.3
f_21	135.1	129.7	130.0	145.0	115.4
f_22	28.157	27.608	27.962	28.234	25.436
f_b_w	8.24	8.29	8.33	8.02	6.48
f_G1	60.5	63.5	58.9	63.3	72.0
f_G2	22.4	21.9	22.2	22.4	19.6
IH	21.63	21.63	21.63	21.63	21.63
f_21/f_t	1.75	1.68	1.92	1.50	1.49
f_22/f_21	0.21	0.21	0.22	0.19	0.22
f_w/IH	1.34	1.34	1.34	1.34	1.15
f_G2/f_G1	0.37	0.35	0.38	0.35	0.27
f_b_w/f_w	0.28	0.29	0.29	0.28	0.26

【 0 0 7 1 】

以上説明した本発明のズームレンズは、図11に斜視図で、図12に断面図でそれぞれ示したような構成のコンパクトカメラ撮影用対物レンズaとして用いられる。図11中、G1は正の屈折力を有する第1レンズ群、G2は正の屈折力を有する第2レンズ群、G3は負の屈折力を有する第3レンズ群を示しており、第1レンズ群G1～第3レンズ群G3をもって、上記実施例で説明したような本発明の3群ズーム光学系が構成されている。また、Lbは撮影用光路、Leはファインダー用光路を示しており、撮影用光路Lbとファインダー用光路Leは平行に並んでおり、被写体の像は、ファインダー用対物レンズ、像正立プリズム、絞り、及び接眼レンズからなるファインダーにより観察され、また、撮影用

対物レンズ a によりフィルム上に結像される。

ここで、フィルム直前には、図 13 に示すような撮影範囲を規定する矩形の開口を持つ視野絞りが配置されている。そして、この視野絞りの対角長が $2IH$ である。

【0072】

また、フィルムの代わりに、CCD等の電子撮像素子を用いて構成されるコンパクトな電子カメラの撮影用対物レンズとして本発明のズーム光学系を用いることができる。その場合、電子撮像素子へ入射する軸上、及び軸外の主光線がほぼ垂直となるように、電子撮像素子の撮像面の直前に正レンズを配置してもよい。

【0073】

以上説明したように、本発明のズームレンズ及びそれを用いたカメラは、特許請求の範囲に記載された発明の他に、次に示すような特徴も備えている。 10

【0074】

(1) 望遠端における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が、広角端における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔よりも大きく、望遠端における前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が、広角端における前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔よりも小さいことを特徴とする請求項1~7のいずれかに記載のズームレンズ。

【0075】

(2) 請求項1~6のいずれかに記載のズームレンズ及びその像側に配置された撮影領域を制限する手段を備え、次の条件式を満足することを特徴とするカメラ。 20

$$1.0 < fw / IH < 1.4$$

但し、 fw はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高である。

【0076】

(3) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項1~6のいずれかに記載のズームレンズ。

$$0.2 < f_{G2} / f_{G1} < 0.45$$

ただし、 f_{G1} は第1レンズ群の焦点距離、 f_{G2} は第2レンズ群の焦点距離である。

【0077】

(4) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項1~7のいずれかに記載のズームレンズ。 30

$$0.24 < fbw / fw < 0.4$$

但し、 fbw はズームレンズの広角端におけるバックフォーカス、 fw はズームレンズの広角端における焦点距離である。

【0078】

(5) 請求項1~6のいずれかに記載のズームレンズ及びその像側に配置された撮影領域を制限する手段を備えたことを特徴とするカメラ。

【0079】

(6) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項1~3のいずれかに記載のズームレンズ。 40

$$1.4 < f_{21} / f_t < 2.5$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_t はズームレンズの望遠端における焦点距離である。

【0080】

(7) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項1~3のいずれかに記載のズームレンズ。

$$1.49 < f_{21} / f_t < 2.5$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_t はズームレンズの望遠端における焦点距離である。

【0081】

(8) 前記第1の正レンズが、少なくとも1面に非球面を有するプラスチックレンズで構成され、次の条件式を満足することを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のズームレンズ。

$$0.18 < f_{22} / f_{21} < 0.25$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{22} は前記第2の正レンズの焦点距離である。

【0082】

(9) 前記第1の正レンズが、少なくとも1面に非球面を有するプラスチックレンズで構成され、次の条件式を満足することを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のズームレンズ。

$$0.19 < f_{22} / f_{21} < 0.25$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{22} は前記第2の正レンズの焦点距離である。

【0083】

(10) 次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。

$$1.1 < f_w / IH < 1.4$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高である。

【0084】

(11) 次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。

$$1.15 < f_w / IH < 1.4$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高である。

【0085】

(12) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項7又は上記(3)のいずれかに記載のズームレンズ。

$$0.23 < f_{G2} / f_{G1} < 0.45$$

但し、 f_{G1} は第1レンズ群の焦点距離、 f_{G2} は第2レンズ群の焦点距離である。

【0086】

(13) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項7又は上記(3)のいずれかに記載のズームレンズ。

$$0.27 < f_{G2} / f_{G1} < 0.45$$

但し、 f_{G1} は第1レンズ群の焦点距離、 f_{G2} は第2レンズ群の焦点距離である。

【0087】

(14) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項7又は上記(4)のいずれかに記載のズームレンズ。

$$0.25 < f_{bw} / f_w < 0.4 \quad \dots (5')$$

但し、 f_{bw} はズームレンズの広角端におけるバックフォーカス、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離である。

【0088】

(15) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項7又は上記(4)のいずれかに記載のズームレンズ。

$$0.26 < f_{bw} / f_w < 0.4$$

但し、 f_{bw} はズームレンズの広角端におけるバックフォーカス、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離である。

【0089】

(16) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のズームレンズ。

$$1.3 < f_{21} / f_t < 2.3$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_t はズームレンズの望遠端における焦点距離である。

【0090】

10

20

30

40

50

(17) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のズームレンズ。

$$1.3 < f_{21} / f_t < 2.0$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_t はズームレンズの望遠端における焦点距離である。

【0091】

(18) 前記第1の正レンズが、少なくとも1面に非球面を有するプラスチックレンズで構成され、次の条件式を満足することを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のズームレンズ。

$$0.17 < f_{22} / f_{21} < 0.23$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{22} は前記第2の正レンズの焦点距離である。

【0092】

(19) 前記第1の正レンズが、少なくとも1面に非球面を有するプラスチックレンズで構成され、次の条件式を満足することを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のズームレンズ。

$$0.17 < f_{22} / f_{21} < 0.22$$

但し、 f_{21} は前記第1の正レンズの焦点距離、 f_{22} は前記第2の正レンズの焦点距離である。

【0093】

(20) 次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。

$$1.0 < f_w / IH < 1.37$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高である。

【0094】

(21) 次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。

$$1.0 < f_w / IH < 1.35$$

但し、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離、 IH は最大像高である。

【0095】

(22) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項7又は上記(3)のいずれかに記載のズームレンズ。

$$0.2 < f_{G2} / f_{G1} < 0.42$$

但し、 f_{G1} は第1レンズ群の焦点距離、 f_{G2} は第2レンズ群の焦点距離である。

【0096】

(23) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項7又は上記(3)のいずれかに記載のズームレンズ。

$$0.2 < f_{G2} / f_{G1} < 0.38$$

但し、 f_{G1} は第1レンズ群の焦点距離、 f_{G2} は第2レンズ群の焦点距離である。

【0097】

(24) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項7又は上記(4)のいずれかに記載のズームレンズ。

$$0.24 < f_{bw} / f_w < 0.35$$

但し、 f_{bw} はズームレンズの広角端におけるバックフォーカス、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離である。

【0098】

(25) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項7又は上記(4)のいずれかに記載のズームレンズ。

$$0.24 < f_{bw} / f_w < 0.30$$

但し、 f_{bw} はズームレンズの広角端におけるバックフォーカス、 f_w はズームレンズの広角端における焦点距離である。

【0099】

10

20

30

40

50

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、小型・低コスト・広画角でありながら、少ない構成枚数で性能の良好な3群ズームレンズを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。

【図2】第1実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を夫々示している。

【図3】本発明の第2実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。

【図4】第2実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を夫々示している。

【図5】本発明の第3実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。

【図6】第3実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を夫々示している。

【図7】本発明の第4実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。

【図8】第4実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を夫々示している。

【図9】本発明の第5実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。

【図10】第5実施例にかかるズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を夫々示している。

【図11】本発明の3群ズームレンズを用いたカメラの一例を示す概略斜視図である。

【図12】図11のカメラ内部の概略構成を示す断面図である。

【図13】図12のカメラの対角長を示す説明図である。

【符号の説明】

G 1	第1レンズ群
G 2	第2レンズ群
G 3	第3レンズ群
L 1 ₁	物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ
L 1 ₂	両凸レンズ
L 2 ₁	物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ
L 2 ₂	物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ
L 3 ₁	物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ
L 3 ₂	両凹レンズ
S	開口絞り
I	像面
a	コンパクトカメラ用対物レンズ

10

20

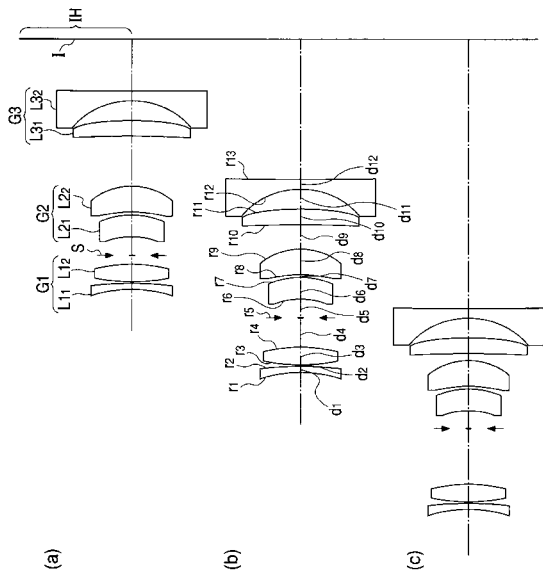
30

40

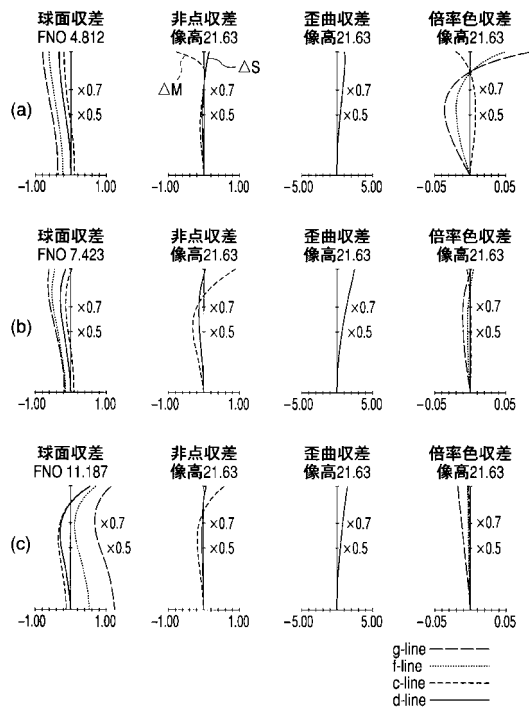
50

L b 撮影用光路
 L e ファインダー用光路

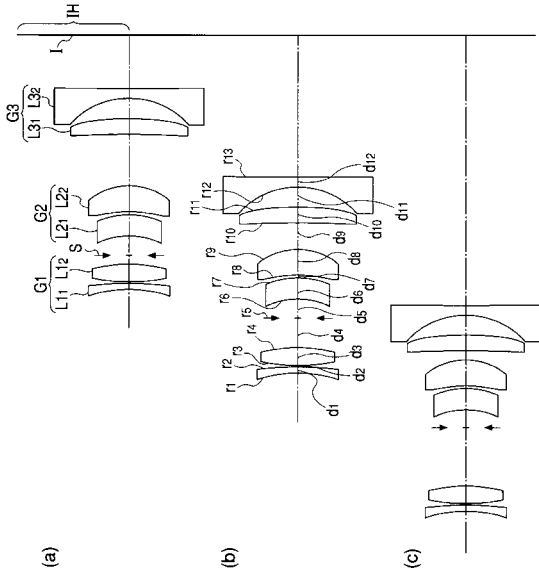
【 図 1 】



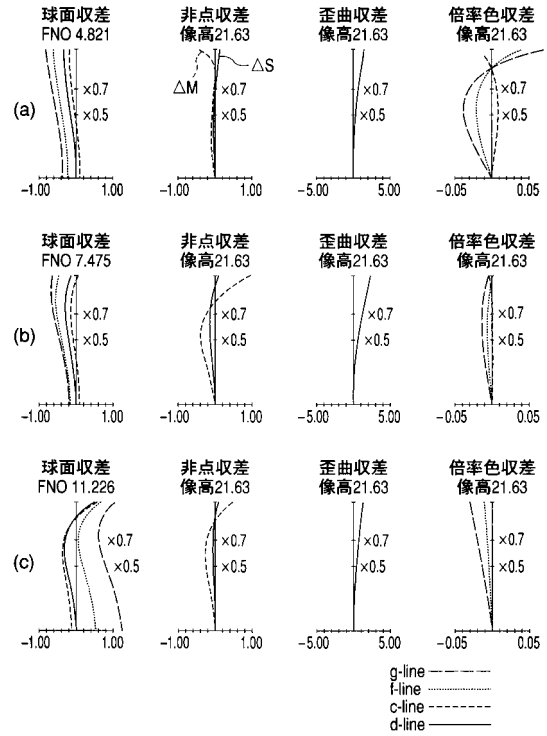
【 図 2 】



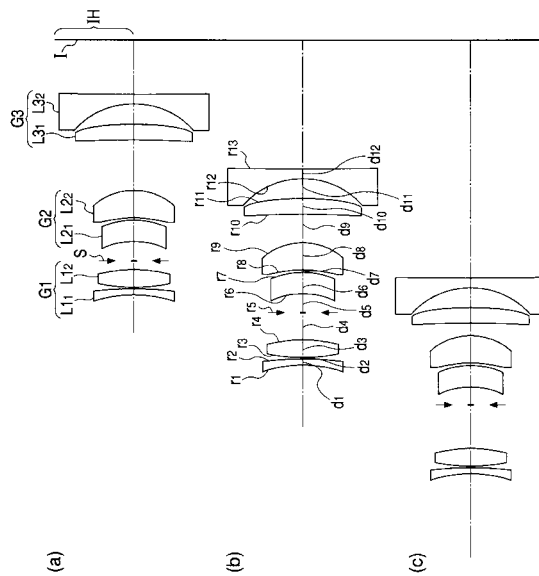
【 图 3 】



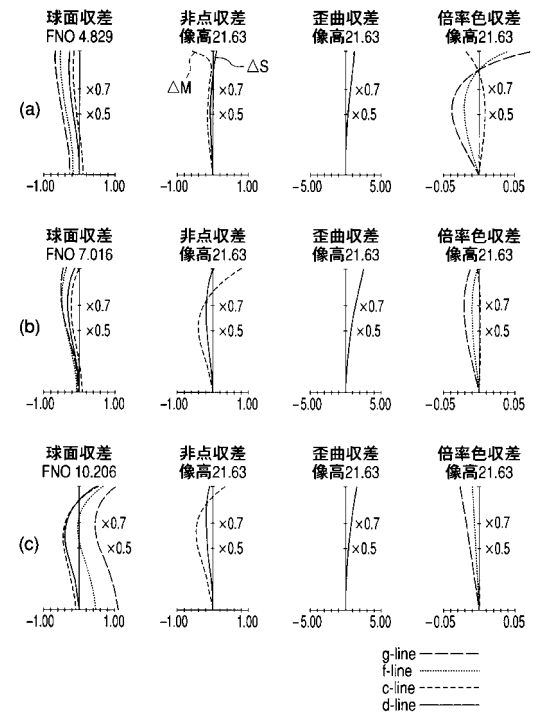
【 图 4 】



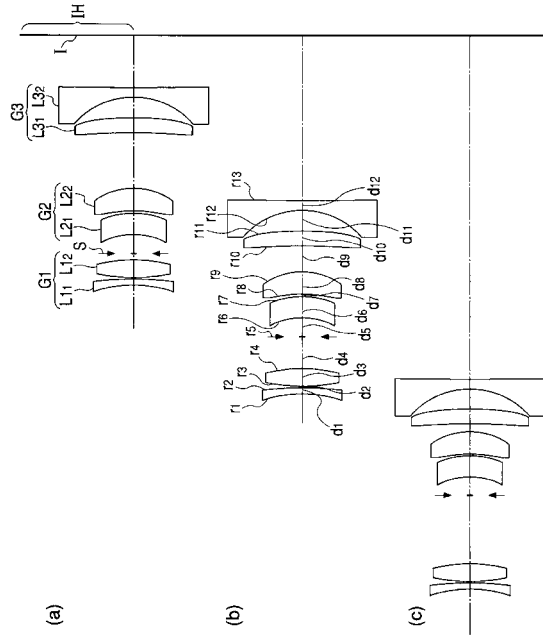
【 图 5 】



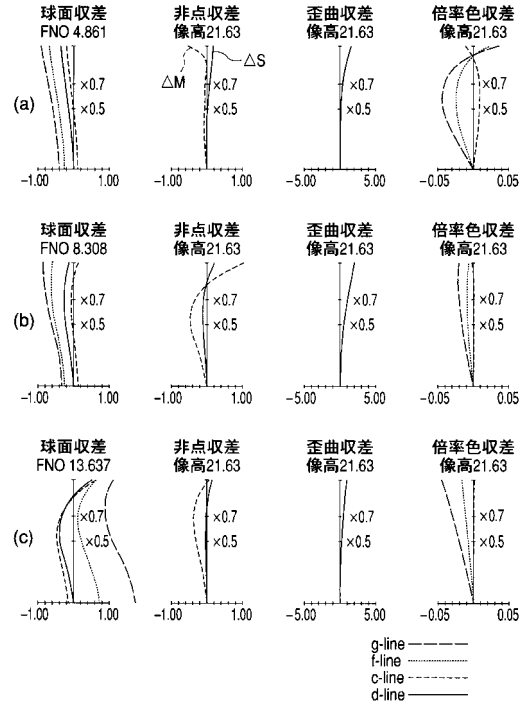
【 图 6 】



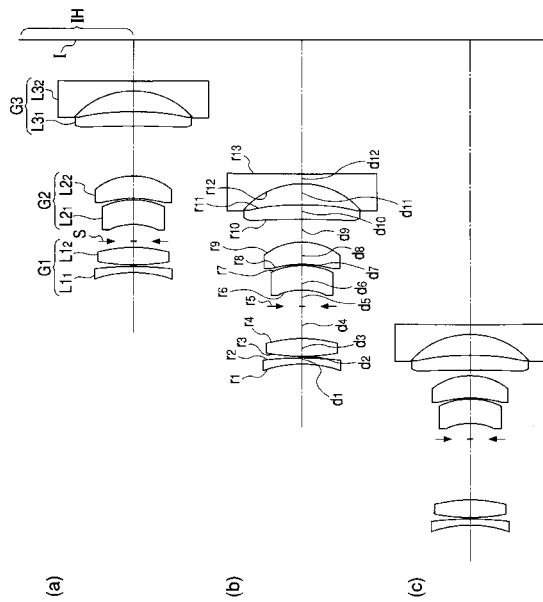
【图 7】



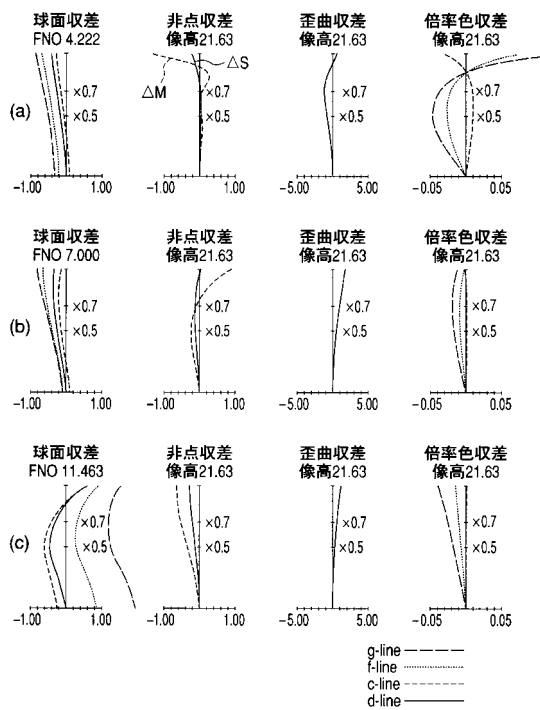
【图 8】



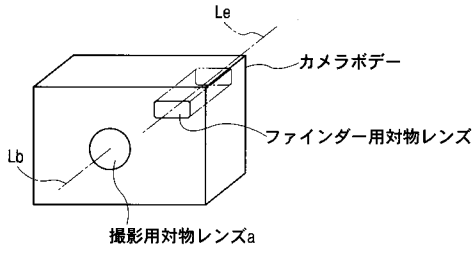
【图 9】



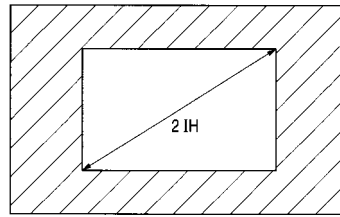
【图 10】



【図 1 1】



【図 1 3】



【図 1 2】

