

(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2010-44104

(P2010-44104A)

(43) 公開日 平成22年2月25日(2010.2.25)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G 0 2 B 15/20 (2006.01)	G 0 2 B 15/20	2 H 0 8 7
G 0 2 B 13/18 (2006.01)	G 0 2 B 13/18	
G 0 3 B 5/00 (2006.01)	G 0 3 B 5/00	J

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2008-206019 (P2008-206019)	(71) 出願人	000133227
(22) 出願日	平成20年8月8日 (2008.8.8)		株式会社タムロン
			埼玉県さいたま市見沼区蓮沼 1 3 8 5 番地
		(74) 代理人	100082005
			弁理士 熊倉 禎男
		(74) 代理人	100082821
			弁理士 村社 厚夫
		(74) 代理人	100088694
			弁理士 弟子丸 健
		(74) 代理人	100103609
			弁理士 井野 砂里
		(74) 代理人	100095898
			弁理士 松下 満
		(74) 代理人	100098475
			弁理士 倉澤 伊知郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高変倍率ズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】望遠端で1群、2群で発生する球面収差の補正を十分に行うことができ、また第3レンズ群の倍率が-1倍になる焦点距離を含まない高倍率比ズームレンズを提供すること。

【解決手段】正負正正の4レンズ群で、第2レンズ群を光軸上で移動させてフォーカシングを行い、 (1) $0.35 < f_1 / f_t < 0.45$

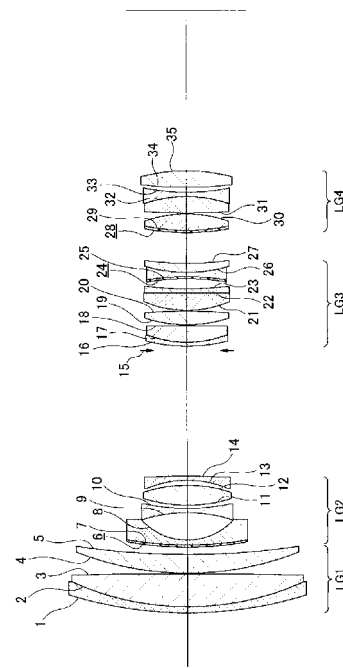
$$< f_1 / f_t < 0.45$$

$$(2) 0.5 < |f_2| / f_w < 0.8$$

$$(3) 0.15 < f_3 / f_t < 0.25$$

の条件式を満足することを特徴とする高変倍比ズームレンズ。 f_1 ：第1レンズ群の焦点距離、 f_w ：全光学系の広角端の焦点距離、 f_2 ：第2レンズ群の焦点距離、 f_3 ：第3レンズ群の焦点距離、 f_t ：全光学系の望遠端の焦点距離

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側より順に、正の屈折力を持つ第1レンズ群、負の屈折力をもつ第2レンズ群、正の屈折力を持つ第3レンズ群、正の屈折力をもつ第4レンズ群で構成し、広角端から望遠端への変倍により第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が広がり、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔が狭まり、第3レンズ群と第4レンズ群間隔が狭まるように移動し、

前記第2レンズ群を光軸上で移動させてフォーカシングを行い、下記の条件式を満足することを特徴とする高変倍比ズームレンズ。

$$(1) \quad 0.35 < f_1 / f_t < 0.45$$

$$(2) \quad 0.5 < |f_2| / f_w < 0.8$$

$$(3) \quad 0.15 < f_3 / f_t < 0.25$$

但し、
 f_1 : 第1レンズ群の焦点距離
 f_w : 全光学系の広角端の焦点距離
 f_2 : 第2レンズ群の焦点距離
 f_3 : 第3レンズ群の焦点距離
 f_t : 全光学系の望遠端の焦点距離

10

【請求項 2】

前記第3レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を持つ前群と、負の屈折力を持つ後群とからなり、該後群のみを光軸と直交する方向へ移動させることで手振れ発生時の像面補正を行なうことを特徴とする請求項 1 の高変倍比ズームレンズ。

20

【請求項 3】

前記第3レンズ群前群が、負レンズと接合させた正レンズを含む3枚以上の正レンズと、負レンズとによって構成されることを特徴とする請求項 1 の高変倍比ズームレンズ。

【請求項 4】

前記第3レンズ群前群が、少なくとも1枚のアッペ数80以上の正レンズを含むことを特徴とする請求項 1 の高変倍比ズームレンズ。

【請求項 5】

前記第3レンズ群後群が、物体側から順に非球面を持つ両凹形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズを含むことを特徴とする請求項1の高変倍比ズームレンズ。

30

【請求項 6】

前記第1レンズ群が、負レンズと正レンズの接合レンズ、及び正レンズの3枚で構成され、両正レンズの少なくとも1枚はアッペ数が80以上であることを特徴とする請求項1の高倍率比ズームレンズ。

【請求項 7】

前記第1レンズ群が、負レンズと正レンズの接合レンズ、及び正レンズの3枚で構成され、両正レンズの少なくとも1枚は屈折率が 1.55 以上であることを特徴とする請求項1の高倍率比ズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、一眼レフデジタルカメラに適した高変倍率ズームレンズ、さらに詳しくは、広角側の画角が75°を超え、広角端Fナンバーが約3~4、望遠端Fナンバーが約6~7、変倍比が約15倍である一眼レフデジタルカメラに適した小型軽量の高変倍率ズームレンズに関する。

【背景技術】

【0002】

近年の光学設計技術、製造技術の進歩により、ズームレンズは小型化と高変倍化が図られている。例えば、高変倍化を図りかつ防振機能を組み込み可能なズームレンズとして、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群

50

と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群とを有し、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔が増大し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔が減少し、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群との間隔が変化し、

前記第 3 レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する前群と、負の屈折力を有する後群とからなり、前記後群のみを光軸と略直交する方向へ移動させることで手ぶれ発生時の像面補正を行い、以下の条件式を満足することを特徴とする防振機能を有するズームレンズ。

$$3.5 < f_1 / f_w < 8.0$$

ただし、 f_w : 広角端状態におけるズームレンズの焦点距離

f_1 : 前記第 1 レンズ群の焦点距離の 4 群ズームレンズ

が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

また、APS-C サイズのイメージセンサーに対応したデジタルカメラ専用のズームレンズであって、物体側より順に第 1 レンズ群が正、第 2 レンズ群が負、第 3 レンズ群が正、第 4 レンズ群が正の屈折力を持つ 4 つのレンズ群で構成され、広角端から望遠端への変倍に際し、上記第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との空気間隔を拡大させ、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群との間隔を縮小させつつ、第 1、第 3、第 4 レンズ群が物体方向に移動し、フォーカシングは第 2 レンズ群を繰り出して行い、以下の条件式を満足することを特徴とする高変倍率ズームレンズ。

(1) $0.40 < f_w / f_{bw} < 0.55$ 、(2) $0.43 < \beta_{34w} / \beta_{34t} < 0.47$ 、(3) $40 < r_5 / d_{5w} < 100$ 、(4) $1.1 < f_3 / f_4 < 2.6$

但し、 f_w : 広角端の焦点距離、 f_{bw} : 広角端のバックフォーカス、 β_{34w} : 第 3、第 4 レンズ群の広角端の合成倍率、 β_{34t} : 第 3、第 4 レンズ群の望遠端の合成倍率、 r_5 : r_5 面の曲率半径、 d_{5w} : 広角端の第 1 レンズ群と第 2 レンズ群のレンズ間隔、 f_3 : 第 3 レンズ群の焦点距離、 f_4 : 第 4 レンズ群の焦点距離である。このズームレンズは、APS-C サイズ用であるにもかかわらず、35mm フィルム用イメージ寸法用のものと同じバックフォーカスを確保している（例えば、特許文献 2 参照）。

【0004】

【特許文献 1】特開 2006 - 106191 号公報

【特許文献 2】特開 2005 - 331697 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来の銀塩フィルムカメラからデジタル一眼レフカメラに変化するに伴い、CCD 等の撮像素子に付着するごみが画像に与える影響が大きいため、問題視されるようになった。その解決手段として、撮像素子にごみが付着する主な原因であるレンズ交換の回数なるべく少なくするため、高変倍率ズームレンズは開発されてきた。しかし、広角端での撮影画角が約 75 度、広角端 F ナンバー約 3 ~ 4 から始まり、変倍比が 15 倍を超えるものはなかった。

【0006】

一般に、変倍比を大きくすると、各レンズ群の移動量が増加し、収差変動も増加するため、全焦点域での収差補正が困難となる。これを解決するために、各群の屈折力を弱くして収差補正をする方法、または非球面を導入して収差補正をする方法が採られている。しかし、屈折力を弱くすると変倍による各群の移動量が多くなるため、カム筒の構成が複雑になり、レンズの寸法が径方向に増大化する。

【0007】

特許文献 1 のズームレンズにおいては、非球面を導入し、第 3 レンズ群前群を 3 枚で構成し、レンズ枚数を増やすことなく収差補正を行っている。しかし、変倍比が 13 倍を超える場合には、望遠端で第 1 レンズ群、第 2 レンズ群で発生する球面収差の補正を十分に

10

20

30

40

50

行うことができなかった。また、フィルター径が大きくなる問題もあった。

【 0 0 0 8 】

特許文献2の高変倍率ズームレンズは、変倍比が7倍程度であるため、3群の屈折力を弱くしても変倍による第3レンズ群の倍率が-1倍、すなわち変倍が不可能となる倍率近くになることがなく構成できるが、変倍比を1.3倍まで広げると、第3レンズ群の倍率が-1倍になる焦点距離が含まれる問題がある。また、第3レンズ群の収差に対する敏感度が高くなり、生産性が低下する問題がある。

【 0 0 0 9 】

(発明の目的)

本発明は、従来の高倍率比ズームレンズの上述した問題に鑑みてなされたものであって、望遠端で1群、2群で発生する球面収差の補正を十分に行うことができ、また第3レンズ群の倍率が-1倍になる焦点距離を含まない高倍率比ズームレンズを提供することを目的とする。

本発明はまた、第3レンズ群の収差に対する敏感度が低く、生産性が高い高倍率比ズームレンズを提供することを目的とする。

本発明はさらに、フィルター径が大きい高倍率比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】

【 0 0 1 0 】

本発明は、物体側より順に、正の屈折力を持つ第1レンズ群、負の屈折力をもつ第2レンズ群、正の屈折力を持つ第3レンズ群、正の屈折力をもつ第4レンズ群で構成し、広角端から望遠端への変倍により第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が広がり、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔が狭まり、第3レンズ群と第4レンズ群間隔が狭まるように移動し、

前記第2レンズ群を光軸上で移動させてフォーカシングを行い、下記の条件式を満足することを特徴とする高変倍比ズームレンズ。

- (1) $0.35 < f_1 / f_t < 0.45$
- (2) $0.5 < |f_2| / f_w < 0.8$
- (3) $0.15 < f_3 / f_t < 0.25$

但し、
 f_1 : 第1レンズ群の焦点距離
 f_w : 全光学系の広角端の焦点距離
 f_2 : 第2レンズ群の焦点距離
 f_3 : 第3レンズ群の焦点距離
 f_t : 全光学系の望遠端の焦点距離

である。

【 0 0 1 1 】

本発明の実施形態は、以下のとおりである。

前記第3レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を持つ前群と、負の屈折力を持つ後群とからなり、該後群のみを光軸と直交する方向へ移動させることで手振れ発生時の像面補正を行なうことを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

前記第3レンズ群前群が、負レンズと接合させた正レンズを含む3枚以上の正レンズと、負レンズとによって構成されることを特徴とする。

前記第3レンズ群前群が、少なくとも1枚のアッベ数80以上の正レンズを含むことを特徴とする。

前記第3レンズ群後群が、物体側から順に非球面を持つ両凹形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズを含むことを特徴とする。

前記第1レンズ群が、負レンズと正レンズの接合レンズ、及び正レンズの3枚で構成され、両正レンズの少なくとも1枚はアッベ数が80以上であることを特徴とする。

前記第1レンズ群が、負レンズと正レンズの接合レンズ、及び正レンズの3枚で構成され、両正レンズの少なくとも1枚は屈折率が1.55以上であることを特徴とする。

【0013】

(発明の条件式)

条件式(1)は、ズームレンズの望遠端の焦点距離に対して第1レンズ群の焦点距離の比を規定した。条件式(1)の下限を超えると、第1レンズ群の焦点距離が短くなるため、レンズ系全体の小型化には有利となるが、望遠側における球面収差及びコマ収差の補正が困難となる。条件式(1)の上限を超えると、第1レンズ群の焦点距離が長くなり望遠側焦点距離を確保するための移動量が多くなり、カム構成が複雑になるため、レンズ径方向に大型化する。また望遠端に置いて絞りからの距離が離れるため、光線は第1レンズ群の周辺を通過するようになり、コマ収差の補正が困難となる。

【0014】

条件式(2)はズームレンズの広角端の焦点距離に対する第2レンズ群の焦点距離の比を規定した。条件式(2)の下限を超えると、第2レンズ群の焦点距離が短くなるため35mmフィルムカメラと同様のバックフォーカスを確保するには有利となるが、諸収差の補正、特に像面湾曲の補正が困難になる。条件式(2)の上限を超えると、第2レンズ群の焦点距離が長くなるため、変倍における移動量が多くなり、レンズ系全体の小型化には不利となる。また、第2レンズ群を対物側へ移動させて行うフォーカスにおいて、移動量が多くなるため、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔を広げる必要が生じ、結果、フィルター径の増大、レンズ全長の増大となってしまう。

【0015】

条件式(3)は、ズームレンズの望遠端の焦点距離に対する第3レンズ群の焦点距離の比を規定した。条件式(3)の下限を超えると、第3レンズ群の焦点距離が短くなるため、レンズ系全体の小型化には有利となる。さらに、球面収差の補正が困難になるとともに、製造誤差に対する敏感度が高くなるため、大きな性能低下をもたらす。条件式(3)の上限を超えると、第3レンズ群の焦点距離が長くなるため、変倍における移動量が多くなり、レンズ系全体の小型化には不利となる。また、第3レンズ群から第4レンズ群に向かう光束はほぼアフォーカルになるが、広角端における第3レンズ群の結像倍率が小さくなるため、広角端における画面周辺での光量不足が大きくなる。

【0016】

条件式(3)によって第3レンズ群の屈折力を適切に決めることができるが、変倍比が15倍を超えると、望遠端において第1レンズ群、第2レンズ群で発生する球面収差を十分に補正することはまだ不十分である。このため、本実施態様では負レンズと接合させた正レンズ、像面側の曲率半径が大きい正メニスカスレンズ、及び正レンズ、負レンズの5枚のレンズで構成することによって補正を行なった。なお、さらに変倍比が大きくなる場合、正レンズを追加することが望ましい。

また、望遠端で顕著となる色収差の補正のため、少なくとも1枚の正レンズのアップベ数は80以上であることが望ましい。

【0017】

さらに、変倍比が15倍と大きくなると、第1群で発生する色収差は望遠端で顕著となる。特に倍率色収差を補正するために第1レンズ群を構成する正レンズはアップベ数の大きなレンズで構成することが望ましい。アップベ数80以上のレンズで2枚の正レンズを構成すると、倍率色収差は十分に補正可能となる。しかし、アップベ数が80以上のガラスは一般に屈折率も1.5より小さくなるため、レンズの曲率半径が小さくなる。このためレンズ中心の厚さを大きくしなければならず、フィルター径は大きく、レンズ径も大きくなってしまふ。本実施態様ではアップベ数80以上のレンズを第1レンズ群の第2レンズに使用し、第3レンズのアップベ数は55以上、屈折率1.55以上として屈折率を大きくすることにより、フィルター径の増大、レンズ枚数の増大を防いだ。

【発明の効果】

【0018】

本発明の高倍率比ズームレンズによれば、望遠端で1群、2群で発生する球面収差の補正を十分に行うことができ、また第3レンズ群の倍率が-1倍になる焦点距離を含まない

10

20

30

40

50

高倍率比ズームレンズを構成することができる。

本発明の高倍率比ズームレンズによればまた、第3レンズ群の収差に対する敏感度が低く、生産性が高い高倍率比ズームレンズを構成することができる。

本発明の高倍率比ズームレンズによればさらに、フィルター径が大きい高倍率比ズームレンズを構成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下に、本発明の高変倍比ズームレンズの実施形態を説明する。

焦点距離 $f = 18.40 \sim 71.10 \sim 264.21 \text{ mm}$

$f = 18.40 \sim 71.10 \sim 264.21$

$F_{no} = 3.50 \sim 5.24 \sim 6.32$

$2\omega = 76.5 \sim 23.1 \sim 6.3^\circ$

【0020】

NO	R	D	Nd	ν_d
1	94.3524	1.5000	1.84666	23.78
2	66.4807	8.0000	1.49700	81.61
3	-1326.8193	0.2000	1.00000	
4	72.3127	4.5000	1.61800	63.39
5	180.4067	D5	1.00000	
6	90.3327	0.2000	1.51460	49.96
7	83.8997	1.2000	1.80400	46.58
8	14.845	6.4000	1.00000	
9	-34.8049	1.0000	1.80400	46.58
10	47.2288	0.8000	1.00000	
11	34.7194	4.8000	1.84666	23.78
12	-33.6597	1.2000	1.00000	
13	-25.046	1.0000	1.88300	40.78
14	-207.5416	D14	1.00000	
15	0.0000	1.0000	1.00000	
16	37.3663	1.0000	1.84666	23.78
17	26.4946	4.0000	1.48749	70.21
18	-1075.5953	0.2000	1.00000	
19	32.6392	3.2918	1.48749	70.21
20	-111.6338	0.2000	1.00000	
21	25.7859	4.1440	1.49700	81.61
22	3099.5581	1.0000	1.83400	37.17
23	76.3793	2.7717	1.00000	
24	-56.3646	0.2000	1.53610	41.20
25	-56.3646	1.0000	1.77250	49.60
26	33.9463	2.2000	1.80810	22.80
27	68.76	D27	1.00000	
28	46.2651	0.2000	1.51460	49.96
29	46.2651	4.0000	1.48749	70.21
30	-30.1602	0.2000	1.00000	
31	146.4471	4.0000	1.48749	70.21
32	-31.1609	1.0000	1.80400	46.58
33	50.4511	1.2000	1.00000	
34	92.7722	4.0000	1.48749	70.21
35	-43.2518	BF		

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

間隔 D 5、D 1 4、D 2 7、及びバックフォーカス B F のズームングによる変化は以下のとおりである。

焦点距離 f	18.400	71.099	264.210
D5	2.058	39.047	68.462
D14	30.539	11.868	1.055
D27	7.717	3.529	2.329
バックフォーカス B F	38.685	75.562	97.163

【 0 0 2 2 】

下線を付した面番号 6、2 4、2 8 の面は、非球面である。非球面を表す式は、光軸を x、光軸に垂直な高さを H、曲率半径を r、円錐計数を A、n 次の非球面計数を An とするとき、以下の式 (1) で表される。

【 数 1 】

$$x = \frac{H^2 / r}{1 + \sqrt{1 - A(H/r)^2}} + A_4 H^4 + A_6 H^6 + A_8 H^8 + A_{10} H^{10}$$

【 0 0 2 3 】

各面の各非点収差係数は以下のとおりである。

R6

A=1.0

A4=7.56725E-06

A6=-7.65747E-09

A8=-2.26456E-11

A10=1.23747E-13

R24

A=1.0

A4=7.89296E-06

A6=9.60742E-09

A8=3.69345E-11

A10=-7.34306E-13

R28

A=1.0

A4=-3.19107E-05

A6=-5.55382E-09

A8=-3.27936E-11

A10=3.69412E-13

【 0 0 2 4 】

各レンズ群の焦点距離を示す。

第 1 レンズ群 LG 1 焦点距離 f1=108.563

第 2 レンズ群 LG 2 焦点距離 f2= - 13.813

第 3 レンズ群 LG 3 焦点距離 f3=45.230

第 4 レンズ群 LG 4 焦点距離 f4=48.815

第 3 レンズ群 LG 3 の前群焦点距離 f3a= 26.822

第 3 レンズ群 LG 3 の後群焦点距離 f3b= - 40.500

【 0 0 2 5 】

前記実施形態の発明の条件式の値を以下に示す。

$$(1) \quad f_1 / f_t = 0.4030$$

$$(2) \quad |f_2| / f_t = 0.052$$

10

20

30

40

50

$$(3) \quad f_3 / f_t = 0.1737$$

【0026】

本発明の実施形態の高倍率比ズームレンズの収差を、添付図面に示す。軸上球面収差及びコマ収差の図において、dはd線(587.56nm)を示し、gはg線(435.83nm)を示す。非点収差の図において、Y=14.5は像高を示し、実線は球欠方向収差を示し、点線は子午方向収差を示す。歪曲収差の図において、Y=14.5は像高を示す。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の実施形態の高倍率比ズームレンズの望遠端における光学断面図である。

10

【図2】広角端における軸上球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す収差図である。

【図3】広角端におけるコマ収差を示す収差図である。

【図4】中間域における軸上球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す収差図である。

【図5】中間域におけるコマ収差を示す収差図である。

【図6】望遠端における軸上球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す収差図である。

【図7】望遠端におけるコマ収差を示す収差図である。

【図8】広角端において第3レンズ群を光軸に対し上下方向に+0.07mmシフトしたときの各画角のコマ収差図である。

【図9】望遠端において第3レンズ群を光軸に対し上下方向に+0.47mmシフトしたときの各画角のコマ収差図である。

20

【図10】望遠端において第3レンズ群を光軸に対し上下方向に-0.47mmシフトしたときの各画角のコマ収差図である。

【0028】

符号の説明

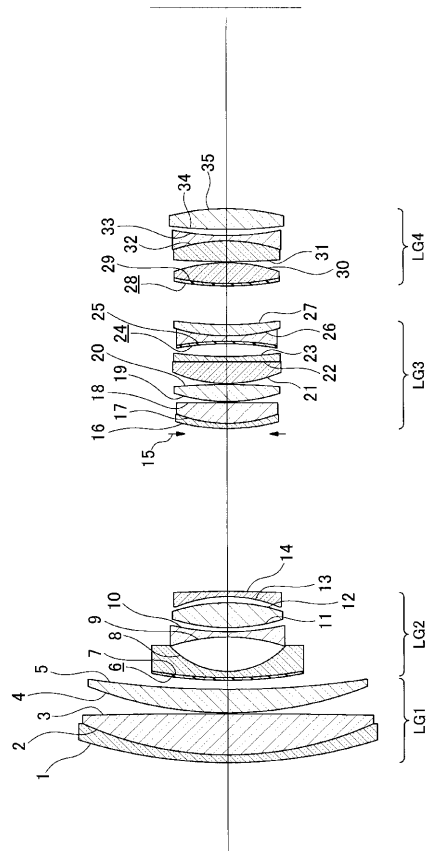
1、2、3、・・・

面番号

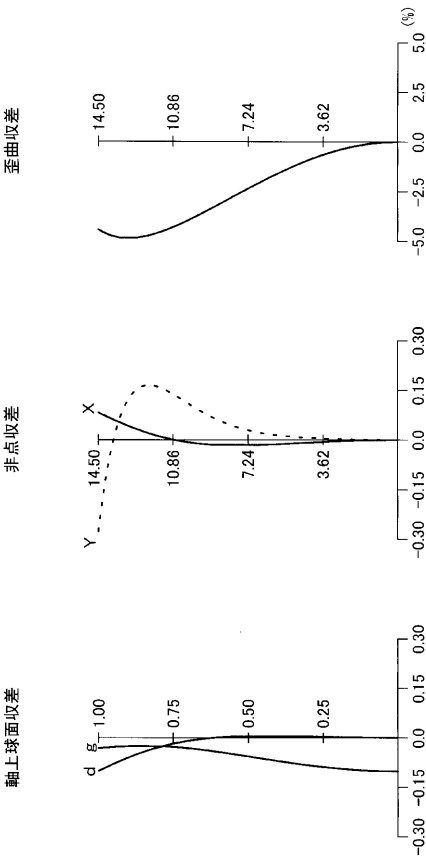
L G 1、L G 2、L G 3、・・・

レンズ群番号

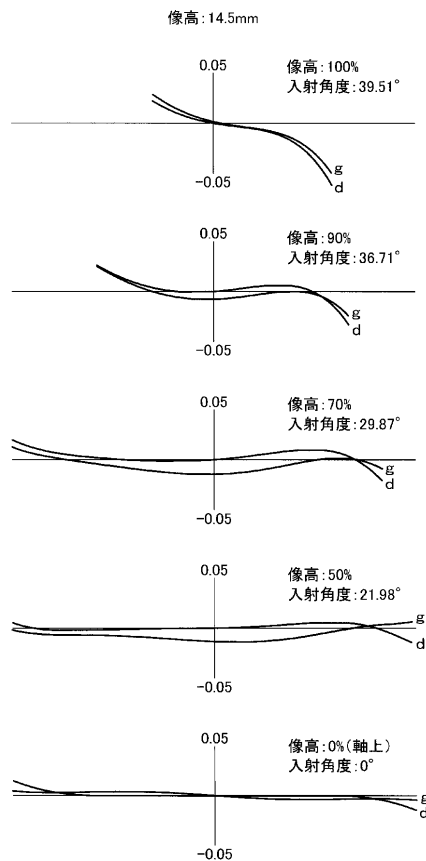
【 図 1 】



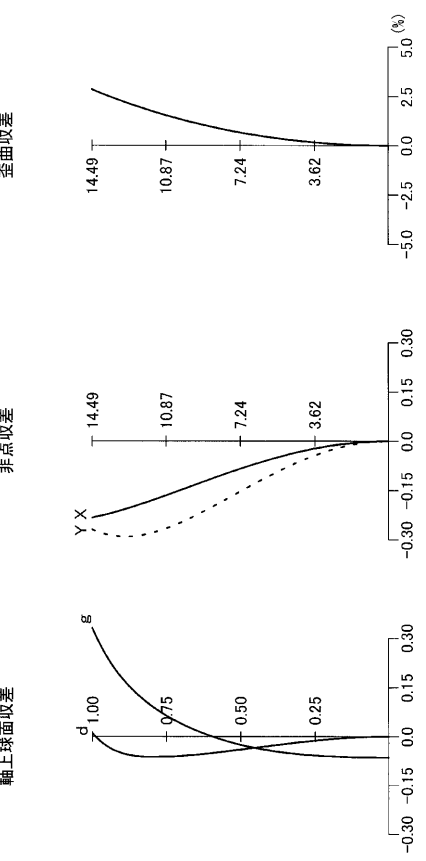
【 図 2 】



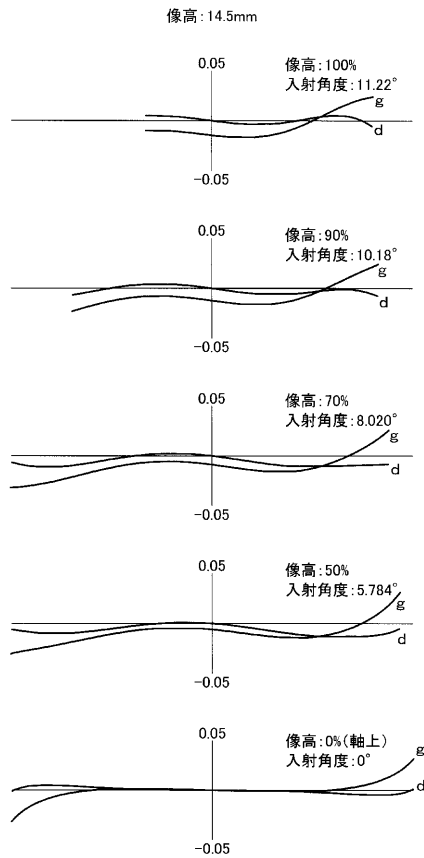
【 図 3 】



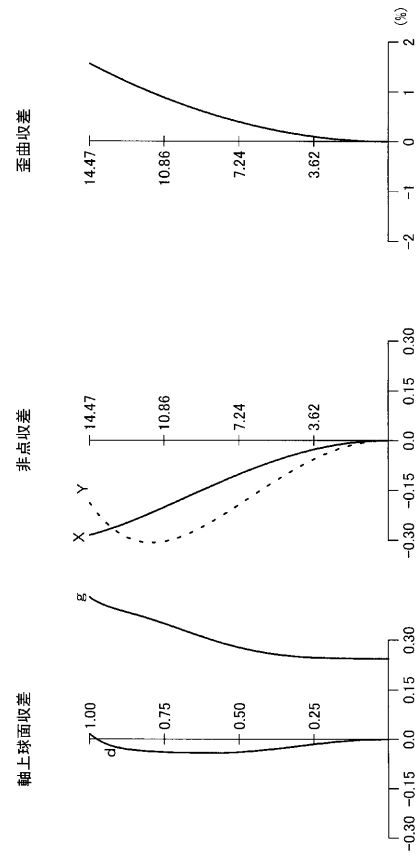
【 図 4 】



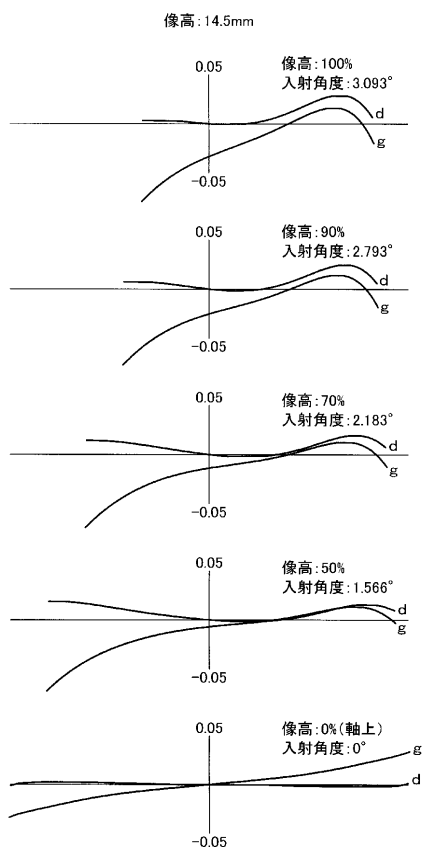
【図 5】



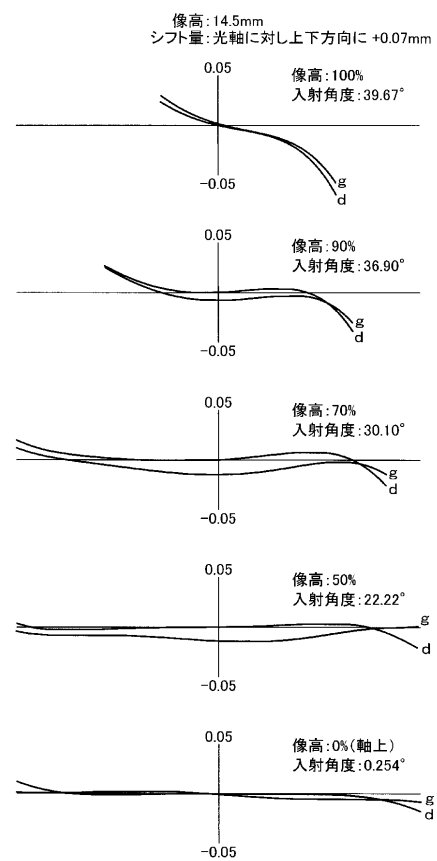
【図 6】



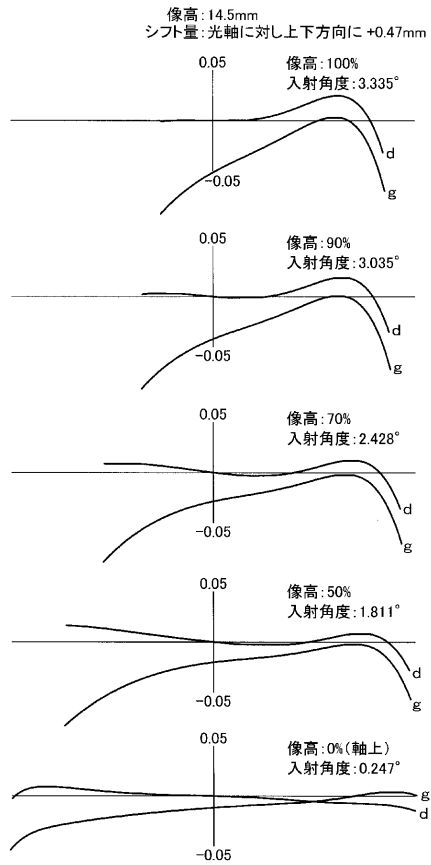
【図 7】



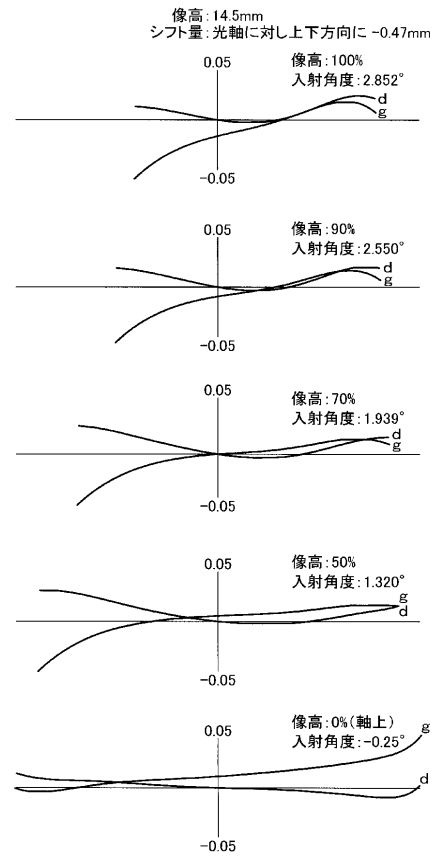
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 荒川 明男

埼玉県さいたま市見沼区蓮沼 1 3 8 5 番地 株式会社タムロン内

(72)発明者 村松 雄一

埼玉県さいたま市見沼区蓮沼 1 3 8 5 番地 株式会社タムロン内

F ターム(参考) 2H087 KA01 MA13 NA07 PA13 PA16 PB18 PB20 QA02 QA07 QA17
QA21 QA25 QA34 QA42 QA45 RA05 RA12 RA13 RA36 SA23
SA27 SA29 SA32 SA62 SA63 SA64 SA65 SB04 SB15 SB16
SB21 SB35 SB36 UA01