

(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2017-198843

(P2017-198843A)

(43) 公開日 平成29年11月2日(2017.11.2)

(51) Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)
G02B	15/20	(2006.01)	G02B 15/20	2H087
G02B	13/18	(2006.01)	G02B 13/18	2K005
G03B	5/00	(2006.01)	G03B 5/00	J

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2016-89474 (P2016-89474)
 (22) 出願日 平成28年4月27日 (2016. 4. 27)

(71) 出願人 000113263
 HOYA株式会社
 東京都新宿区西新宿六丁目10番1号
 (74) 代理人 100083286
 弁理士 三浦 邦夫
 (74) 代理人 100166408
 弁理士 三浦 邦陽
 (72) 発明者 是枝 大輔
 東京都新宿区西新宿六丁目10番1号 H
 OYA株式会社内

最終頁に続く

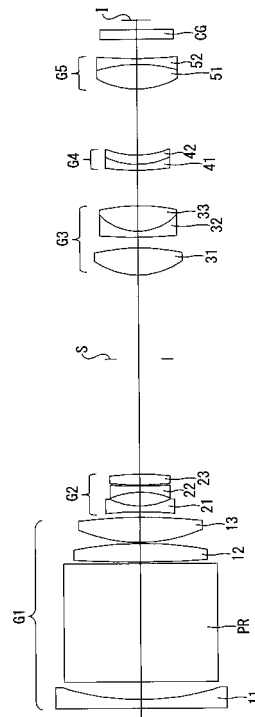
(54) 【発明の名称】ズームレンズ系

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】変倍比7倍程度の高変倍化と小型化(薄型化)を図るとともに、諸収差を良好に補正し、像振れ補正時であっても優れた光学性能を達成する。

【解決手段】正負正負正の5群構成であり、変倍に際し、隣接する各レンズ群の間隔が変化し、第1レンズ群は、物体側から順に、負レンズ11と、反射光学素子PRと、少なくとも1枚の正レンズとから構成され、条件式(1)、(2)、(3)を満足すること。(1) $-2.7 < f_t / f_4 < -1.3$ 、(2) $2.5 < m_{2t} / m_{2w} < 4.6$ 、(3) $2.2 < m_{3t} / m_{3w} < 3.5$ 、但し、 f_t : テレ端における全系の焦点距離、 f_4 : 第4レンズ群の焦点距離、 m_{2t} : テレ端における無限遠合焦時の第2レンズ群の横倍率、 m_{2w} : ワイド端における無限遠合焦時の第2レンズ群の横倍率、 m_{3t} : テレ端における無限遠合焦時の第3レンズ群の横倍率、 m_{3w} : ワイド端における無限遠合焦時の第3レンズ群の横倍率。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、正の屈折力を持つ第 1 レンズ群と、負の屈折力を持つ第 2 レンズ群と、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群と、負の屈折力を持つ第 4 レンズ群と、正の屈折力を持つ第 5 レンズ群とから構成されており、

短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、隣接する各レンズ群の間隔が変化し、第 1 レンズ群は、物体側から順に、負レンズと、反射光学素子と、少なくとも 1 枚の正レンズとから構成されており、

次の条件式 (1)、(2)、(3) を満足する、
ことを特徴とするズームレンズ系。

$$(1) - 2 . 7 < f t / f 4 < - 1 . 3$$

$$(2) 2 . 5 < m 2 t / m 2 w < 4 . 6$$

$$(3) 2 . 2 < m 3 t / m 3 w < 3 . 5$$

但し、

$f t$: 長焦点距離端における全系の焦点距離、

$f 4$: 第 4 レンズ群の焦点距離、

$m 2 t$: 長焦点距離端における無限遠合焦時の第 2 レンズ群の横倍率、

$m 2 w$: 短焦点距離端における無限遠合焦時の第 2 レンズ群の横倍率、

$m 3 t$: 長焦点距離端における無限遠合焦時の第 3 レンズ群の横倍率、

$m 3 w$: 短焦点距離端における無限遠合焦時の第 3 レンズ群の横倍率。

【請求項 2】

請求項 1 記載のズームレンズ系において、

次の条件式 (4) を満足するズームレンズ系。

$$(4) - 0 . 9 < (1 - m 4 t) \times m 5 t < - 0 . 3$$

但し、

$m 4 t$: 長焦点距離端における無限遠合焦時の第 4 レンズ群の横倍率、

$m 5 t$: 長焦点距離端における無限遠合焦時の第 5 レンズ群の横倍率。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載のズームレンズ系において、

第 4 レンズ群は、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際して像側に移動し、次の条件式 (5) を満足するズームレンズ系。

$$(5) - 0 . 2 5 < (D 4 I w - D 4 I t) / f 4 < - 0 . 0 2$$

但し、

$D 4 I w$: 短焦点距離端における第 4 レンズ群の最も像側の面から像面までの距離、

$D 4 I t$: 長焦点距離端における第 4 レンズ群の最も像側の面から像面までの距離、

$f 4$: 第 4 レンズ群の焦点距離。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系において、

第 4 レンズ群は、負単レンズから構成されており、次の条件式 (6) を満足するズームレンズ系。

$$(6) \quad 4 1 > 5 5$$

但し、

$4 1$: 第 4 レンズ群を構成する負単レンズの d 線に対するアッペ数。

【請求項 5】

請求項 4 記載のズームレンズ系において、

第 4 レンズ群を構成する負単レンズは、少なくとも一方の面に非球面を有しているズームレンズ系。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系において、

第 4 レンズ群は、各 1 枚の負レンズと正レンズから構成されており、次の条件式 (7)

10

20

30

40

50

を満足するズームレンズ系。

$$(7) \quad 13 < 4n - 4p < 40$$

但し、

4n : 第4レンズ群中の負レンズのd線に対するアッペ数、

4p : 第4レンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数。

【請求項7】

請求項6記載のズームレンズ系において、

第4レンズ群中の負レンズと正レンズの少なくとも一方は、少なくとも一方の面に非球面を有しているズームレンズ系。

【請求項8】

請求項1ないし7のいずれか1項記載のズームレンズ系において、

次の条件式(8)を満足するズームレンズ系。

$$(8) \quad 1.7 < f_t / f_1 < 2.8$$

但し、

f_t : 長焦点距離端における全系の焦点距離、

f₁ : 第1レンズ群の焦点距離。

【請求項9】

請求項1ないし8のいずれか1項記載のズームレンズ系において、

次の条件式(9)を満足するズームレンズ系。

$$(9) \quad 0.50 < d_{1r} / f_1 < 0.75$$

但し、

d_{1r} : 第1レンズ群中の反射光学素子の光軸上の厚み、

f₁ : 第1レンズ群の焦点距離。

【請求項10】

請求項1ないし9のいずれか1項記載のズームレンズ系において、

次の条件式(10)を満足するズームレンズ系。

$$(10) \quad -8.0 < f_t / f_2 < -4.3$$

但し、

f_t : 長焦点距離端における全系の焦点距離、

f₂ : 第2レンズ群の焦点距離。

【請求項11】

請求項1ないし10のいずれか1項記載のズームレンズ系において、

第2レンズ群は、少なくとも2枚の負レンズと正単レンズから構成されているズームレンズ系。

【請求項12】

請求項1ないし11のいずれか1項記載のズームレンズ系において、

第3レンズ群は、少なくとも2枚の正レンズと負単レンズから構成されているズームレンズ系。

【請求項13】

請求項1ないし12のいずれか1項記載のズームレンズ系において、

第5レンズ群は、正単レンズから構成されており、次の条件式(11)を満足するズームレンズ系。

$$(11) \quad 51 > 70$$

但し、

51 : 第5レンズ群を構成する正単レンズのd線に対するアッペ数。

【請求項14】

請求項1ないし12のいずれか1項記載のズームレンズ系において、

第5レンズ群は、各1枚の正レンズと負レンズから構成されており、次の条件式(12)を満足するズームレンズ系。

$$(12) \quad 35 < 5p - 5n < 60$$

10

20

30

40

50

但し、

- 5 p : 第 5 レンズ群中の正レンズの d 線に対するアッペ数、
- 5 n : 第 5 レンズ群中の負レンズの d 線に対するアッペ数。

【請求項 15】

請求項 1 ないし 14 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系において、
第 4 レンズ群は、フォーカシング時に移動するフォーカスレンズ群を構成しているズームレンズ系。

【請求項 16】

請求項 1 ないし 15 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系において、
第 4 レンズ群は、光軸直交成分を含む方向に移動して結像位置を変位させることにより
像振れを補正する像振れ補正レンズ群を構成しているズームレンズ系。

10

【請求項 17】

請求項 1 ないし 16 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系において、
第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の間には、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際して像面に対して固定された開口絞りが位置しているズームレンズ系。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、携帯端末用カメラなどの撮像機器に搭載可能なズームレンズ系に関する。

【背景技術】

20

【0002】

特許文献 1 には、正負正負正の 5 群構成のズームレンズ系が開示されている。特許文献 2 には、正負正負正の 5 群構成または正負正正負正の 6 群構成のズームレンズ系が開示されている。特許文献 3 には、正負正正の 4 群構成または正負正負正もしくは正負正正負の 5 群構成のズームレンズ系が開示されている。特許文献 1 - 3 のいずれのズームレンズ系も、正の屈折力を持つ第 1 レンズ群が反射光学素子（例えばプリズム）を含んでいる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2015 - 28556 号公報

30

【特許文献 2】特開 2013 - 37326 号公報

【特許文献 3】特開 2014 - 215434 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、特許文献 1 のズームレンズ系は、第 1 レンズ群で発生する色収差が大きすぎて当該色収差を十分に補正することができない。特許文献 2 のズームレンズ系は、変倍比が 5 倍程度しかなく高変倍化が不十分である。特許文献 3 のズームレンズ系は、正または負の屈折力を持つ第 4 レンズ群を像振れ補正レンズ群としているが、像振れ補正時の光学性能が著しく低下してしまっている。また、ズームレンズ系ひいてはこれを搭載した撮像機器の小型化（薄型化）の要求は強まるばかりである。

40

【0005】

本発明は、以上の問題意識に基づいてなされたものであり、変倍比 7 倍程度の高変倍化と小型化（薄型化）を図るとともに、諸収差を良好に補正し、像振れ補正時であっても優れた光学性能を達成することができるズームレンズ系を得ることを目的の 1 つとする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明のズームレンズ系は、物体側から順に、正の屈折力を持つ第 1 レンズ群と、負の屈折力を持つ第 2 レンズ群と、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群と、負の屈折力を持つ第 4 レンズ群と、正の屈折力を持つ第 5 レンズ群とから構成されており、短焦点距離端から長

50

焦点距離端への変倍に際し、隣接する各レンズ群の間隔が変化し、第1レンズ群は、物体側から順に、負レンズと、反射光学素子と、少なくとも1枚の正レンズとから構成されており、次の条件式(1)、(2)、(3)を満足する、ことを特徴としている。

$$(1) -2.7 < f_t / f_4 < -1.3$$

$$(2) 2.5 < m_{2t} / m_{2w} < 4.6$$

$$(3) 2.2 < m_{3t} / m_{3w} < 3.5$$

但し、

f_t : 長焦点距離端における全系の焦点距離、

f_4 : 第4レンズ群の焦点距離、

m_{2t} : 長焦点距離端における無限遠合焦時の第2レンズ群の横倍率、

m_{2w} : 短焦点距離端における無限遠合焦時の第2レンズ群の横倍率、

m_{3t} : 長焦点距離端における無限遠合焦時の第3レンズ群の横倍率、

m_{3w} : 短焦点距離端における無限遠合焦時の第3レンズ群の横倍率、

である。

【0007】

本発明のズームレンズ系は、次の条件式(4)を満足することが好ましい。

$$(4) -0.9 < (1 - m_{4t}) \times m_{5t} < -0.3$$

但し、

m_{4t} : 長焦点距離端における無限遠合焦時の第4レンズ群の横倍率、

m_{5t} : 長焦点距離端における無限遠合焦時の第5レンズ群の横倍率、

である。

【0008】

第4レンズ群は、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際して像側に移動し、次の条件式(5)を満足することが好ましい。

$$(5) -0.25 < (D_{4Iw} - D_{4It}) / f_4 < -0.02$$

但し、

D_{4Iw} : 短焦点距離端における第4レンズ群の最も像側の面から像面までの距離、

D_{4It} : 長焦点距離端における第4レンズ群の最も像側の面から像面までの距離、

f_4 : 第4レンズ群の焦点距離、

である。

【0009】

第4レンズ群は、負単レンズから構成されており、次の条件式(6)を満足することが好ましい。

$$(6) 4_1 > 5_5$$

但し、

4_1 : 第4レンズ群を構成する負単レンズのd線に対するアッペ数、

である。

【0010】

第4レンズ群を構成する負単レンズは、少なくとも一方の面に非球面を有していることができる。

【0011】

第4レンズ群は、各1枚の負レンズと正レンズから構成されており、次の条件式(7)を満足することが好ましい。

$$(7) 1_3 < 4_n - 4_p < 4_0$$

但し、

4_n : 第4レンズ群中の負レンズのd線に対するアッペ数、

4_p : 第4レンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数、

である。

【0012】

第4レンズ群中の負レンズと正レンズの少なくとも一方は、少なくとも一方の面に非球

10

20

30

40

50

面を有していることができる。

【0013】

本発明のズームレンズ系は、次の条件式(8)を満足することが好ましい。

$$(8) \quad 1.7 < f_t / f_1 < 2.8$$

但し、

f_t : 長焦点距離端における全系の焦点距離、

f_1 : 第1レンズ群の焦点距離、

である。

【0014】

本発明のズームレンズ系は、次の条件式(9)を満足することが好ましい。

$$(9) \quad 0.50 < d_{1r} / f_1 < 0.75$$

但し、

d_{1r} : 第1レンズ群中の反射光学素子の光軸上の厚み、

f_1 : 第1レンズ群の焦点距離、

である。

【0015】

本発明のズームレンズ系は、次の条件式(10)を満足することが好ましい。

$$(10) \quad -8.0 < f_t / f_2 < -4.3$$

但し、

f_t : 長焦点距離端における全系の焦点距離、

f_2 : 第2レンズ群の焦点距離、

である。

【0016】

第2レンズ群は、少なくとも2枚の負レンズと正単レンズから構成されていることができる。

【0017】

第3レンズ群は、少なくとも2枚の正レンズと負単レンズから構成されていることができる。

【0018】

第5レンズ群は、正単レンズから構成されており、次の条件式(11)を満足することが好ましい。

$$(11) \quad 5_1 > 7_0$$

但し、

5_1 : 第5レンズ群を構成する正単レンズのd線に対するアッペ数、

である。

【0019】

第5レンズ群は、各1枚の正レンズと負レンズから構成されており、次の条件式(12)を満足することが好ましい。

$$(12) \quad 3_5 < 5_p - 5_n < 6_0$$

但し、

5_p : 第5レンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数、

5_n : 第5レンズ群中の負レンズのd線に対するアッペ数、

である。

【0020】

第4レンズ群は、フォーカシング時に移動するフォーカスレンズ群を構成していることができる。

【0021】

第4レンズ群は、光軸直交成分を含む方向に移動して結像位置を変位させることにより像振れを補正する像振れ補正レンズ群を構成していることができる。

【0022】

10

20

30

40

50

第2レンズ群と第3レンズ群の間には、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際して像面に対して固定された開口絞りが位置していることができる。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、変倍比7倍程度の高変倍化と小型化（薄型化）を図るとともに、諸収差を良好に補正し、像振れ補正時であっても優れた光学性能を達成することができるズームレンズ系が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明によるズームレンズ系の数値実施例1の短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図である。 10

【図2】図1のように構成されたズームレンズ系の短焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図3】図1のように構成されたズームレンズ系の中間焦点距離における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図4】図1のように構成されたズームレンズ系の長焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図5】本発明によるズームレンズ系の数値実施例2の短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図6】図5のように構成されたズームレンズ系の短焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図である。 20

【図7】図5のように構成されたズームレンズ系の中間焦点距離における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図8】図5のように構成されたズームレンズ系の長焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図9】本発明によるズームレンズ系の数値実施例3の短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図10】図9のように構成されたズームレンズ系の短焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図11】図9のように構成されたズームレンズ系の中間焦点距離における無限遠合焦時の諸収差図である。 30

【図12】図9のように構成されたズームレンズ系の長焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図13】本発明によるズームレンズ系の数値実施例4の短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図14】図13のように構成されたズームレンズ系の短焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図15】図13のように構成されたズームレンズ系の中間焦点距離における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図16】図13のように構成されたズームレンズ系の長焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図である。 40

【図17】本発明によるズームレンズ系の数値実施例5の短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図18】図17のように構成されたズームレンズ系の短焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図19】図17のように構成されたズームレンズ系の中間焦点距離における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図20】図17のように構成されたズームレンズ系の長焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図21】本発明によるズームレンズ系の数値実施例6の短焦点距離端における無限遠合 50

焦時のレンズ構成図である。

【図 2 2】図 2 1 のように構成されたズームレンズ系の短焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図 2 3】図 2 1 のように構成されたズームレンズ系の中間焦点距離における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図 2 4】図 2 1 のように構成されたズームレンズ系の長焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図 2 5】本発明によるズームレンズ系のズーミング時の移動軌跡を示す簡易移動図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

本実施形態のズームレンズ系は、図 1、図 5、図 9、図 13、図 17 及び図 2 1 に示すように、全数値実施例 1 - 6 を通じて、物体側から順に、正の屈折力を持つ第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を持つ第 2 レンズ群 G 2 と、開口絞り S と、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群 G 3 と、負の屈折力を持つ第 4 レンズ群 G 4 と、正の屈折力を持つ第 5 レンズ群 G 5 とから構成されている。I は図示しない撮像素子の像面（撮像面）である。

【0026】

本実施形態のズームレンズ系は、図 2 5 の簡易移動図に示すように、全数値実施例 1 - 6 を通じて、短焦点距離端（W）から長焦点距離端（T）への変倍に際し、隣接する各レンズ群の間隔が変化する。

より具体的に、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第 1 レンズ群 G 1 と第 5 レンズ群 G 5 と開口絞り S が像面 I に対して固定されており（光軸方向に移動せず）、第 2 レンズ群 G 2 が像側に移動し、第 3 レンズ群 G 3 が物体側に移動し、第 4 レンズ群 G 4 が像側に移動する。

その結果、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の間隔が増大し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 の間隔が減少し、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 の間隔が増大し、第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 の間隔が減少する。

【0027】

なお、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際しての第 1 レンズ群 G 1 ないし第 5 レンズ群 G 5 及び開口絞り S の挙動（各構成要素の間隔や移動軌跡）には自由度があり、種々の設計変更が可能である。例えば、第 1 レンズ群 G 1 と第 5 レンズ群 G 5 と開口絞り S の少なくとも 1 つを変倍に際して光軸方向に移動させてもよいし、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 の少なくとも 1 つを変倍に際して像面 I に対して固定してもよい（光軸方向に不動としてもよい）。また各構成要素の移動軌跡は、物体側または像側への単調移動軌跡のほか、一旦物体側（像側）に移動した後に像側（物体側）に戻る（Uターンする）軌跡、一旦物体側（像側）に移動した後に短焦点距離端での位置を超えて像側（物体側）に移動する軌跡などが可能である。

【0028】

第 4 レンズ群 G 4 は、フォーカシング時に移動するフォーカスレンズ群を構成するとともに、光軸直交成分を含む方向に（例えば光軸直交平面内で）移動して結像位置を変位させることにより像振れを補正する像振れ補正レンズ群を構成する（第 4 レンズ群 G 4 がフォーカスレンズ群と像振れ補正レンズ群を兼ねている）。

【0029】

第 1 レンズ群 G 1 は、全数値実施例 1 - 6 を通じて、物体側から順に、負レンズ 1 1 と、プリズム P R と、正レンズ 1 2 と、正レンズ 1 3 とから構成されている。プリズム P R は、光路を略 90° 反射（屈曲）させる反射光学素子（屈曲光学素子）である。正レンズ 1 3 は、その両面に非球面を有している。

【0030】

第 2 レンズ群 G 2 は、全数値実施例 1 - 6 を通じて、物体側から順に、負レンズ 2 1 と、負レンズ 2 2 と、正レンズ 2 3 とから構成されている。負レンズ 2 1 は、その両面に非

10

20

30

40

50

球面を有している。負レンズ 2 2 と正レンズ 2 3 は、数値実施例 1、3 - 6 では接合されておらず、数値実施例 2 では接合されている。

【0031】

第 3 レンズ群 G 3 は、数値実施例 1、3、5、6 では、物体側から順に、正レンズ 3 1 と、負レンズ 3 2 と、正レンズ 3 3 とから構成されている。正レンズ 3 1 は、その両面に非球面を有している。負レンズ 3 2 と正レンズ 3 3 は、接合されている。

第 3 レンズ群 G 3 は、数値実施例 2 では、物体側から順に、正レンズ 3 1' と、正レンズ 3 2' と、負レンズ 3 3' とから構成されている。正レンズ 3 1' は、その両面に非球面を有している。正レンズ 3 2' と負レンズ 3 3' は、接合されている。

第 3 レンズ群 G 3 は、数値実施例 4 では、物体側から順に、正レンズ 3 1'' と、正レンズ 3 2'' と、負レンズ 3 3'' と、正レンズ 3 4'' とから構成されている。正レンズ 3 1'' は、その両面に非球面を有している。正レンズ 3 2'' と負レンズ 3 3'' は、接合されている。

10

【0032】

第 4 レンズ群 G 4 は、数値実施例 1、5、6 では、物体側から順に、負レンズ 4 1 と、正レンズ 4 2 とから構成されている。負レンズ 4 1 は、数値実施例 6 ではその両面に非球面を有しており、数値実施例 1、5 ではいずれの面にも非球面を有していない。正レンズ 4 2 は、数値実施例 5 ではその両面に非球面を有しており、数値実施例 1、6 ではいずれの面にも非球面を有していない。負レンズ 4 1 と正レンズ 4 2 は、数値実施例 1 では接合されており、数値実施例 5、6 では接合されていない。

20

第 4 レンズ群 G 4 は、数値実施例 2 では、物体側から順に、正レンズ 4 1' と、負レンズ 4 2' とから構成されている。

第 4 レンズ群 G 4 は、数値実施例 3、4 では、負単レンズ 4 1'' から構成されている。負単レンズ 4 1'' は、その両面に非球面を有している。

【0033】

第 5 レンズ群 G 5 は、数値実施例 1、3、4、6 では、物体側から順に、正レンズ 5 1 と、負レンズ 5 2 とから構成されている。正レンズ 5 1 と負レンズ 5 2 は、接合されている。

第 5 レンズ群 G 5 は、数値実施例 2、5 では、正単レンズ 5 1' から構成されている。正単レンズ 5 1' は、その両面に非球面を有している。

30

【0034】

本実施形態のズームレンズ系は、正負正負正の 5 群構成であり、正の屈折力の第 1 レンズ群 G 1 が、物体側から順に、負レンズ 1 1 と、プリズム（反射光学素子、屈曲光学素子）PR と、2 枚の正レンズ 1 2、1 3 とから構成されている。プリズム PR の像側に位置する正レンズの枚数は 2 枚に限定されず、1 枚または 3 枚以上であってもよい（少なくとも 1 枚あればよい）。第 1 レンズ群 G 1 にプリズム PR を含ませることで、ズームレンズ系ひいてはこれを搭載した撮像機器の小型化（薄型化）を図ることができる。

【0035】

さらに本実施形態のズームレンズ系は、第 4 レンズ群 G 4 の屈折力、並びに第 2 レンズ群 G 2 及び第 3 レンズ群 G 3 の倍率比を適切に設定することにより、変倍比 7 倍程度の高変倍化と小型化（薄型化）を図るとともに、諸収差を良好に補正し、像振れ補正時であっても優れた光学性能を達成することに成功している。

40

【0036】

条件式 (1) は、長焦点距離端における全系の焦点距離と、第 4 レンズ群 G 4 の焦点距離との比を規定している。条件式 (1) を満足することで、第 4 レンズ群 G 4 を像振れ補正レンズとしたときのシフト量（駆動量）を抑えて光学系の小型化（薄型化）を図るとともに、像振れ補正時であっても優れた光学性能を達成することができる。

条件式 (1) の上限を超えると、第 4 レンズ群 G 4 の屈折力が小さくなりすぎて、第 4 レンズ群 G 4 を像振れ補正レンズとしたときのシフト量（駆動量）が大きくなりすぎて、光学系の小型化（薄型化）に不利になってしまう。

50

条件式(1)の下限を超えると、第4レンズ群G4の屈折力が大きくなりすぎて、特に長焦点距離端における像振れ補正時の光学性能の変化が大きくなってしまふ。

【0037】

条件式(2)は、長焦点距離端における無限遠合焦時の第2レンズ群G2の横倍率と、短焦点距離端における無限遠合焦時の第2レンズ群G2の横倍率との比、すなわち第2レンズ群G2の変倍負担を規定している。条件式(2)を満足することで、特にコマ収差等の諸収差を良好に補正するとともに、所望の変倍比(7倍程度)を達成し、さらにレンズ全長を短縮することができる。

条件式(2)の上限を超えると、第2レンズ群G2の変倍負担が大きくなりすぎて、特にコマ収差等の諸収差の補正が困難になってしまう。

条件式(2)の下限を超えると、第2レンズ群G2の変倍負担が小さくなりすぎて、所望の変倍比(7倍程度)が得られなくなってしまう。また、レンズ全長の短縮が困難になってしまう。

【0038】

条件式(3)は、長焦点距離端における無限遠合焦時の第3レンズ群G3の横倍率と、短焦点距離端における無限遠合焦時の第3レンズ群G3の横倍率との比、すなわち第3レンズ群G3の変倍負担を規定している。条件式(3)を満足することで、特にコマ収差等の諸収差を良好に補正するとともに、所望の変倍比(7倍程度)を達成し、さらにレンズ全長を短縮することができる。

条件式(3)の上限を超えると、第3レンズ群G3の変倍負担が大きくなりすぎて、特にコマ収差等の諸収差の補正が困難になってしまう。

条件式(3)の下限を超えると、第3レンズ群G3の変倍負担が小さくなりすぎて、所望の変倍比(7倍程度)が得られなくなってしまう。また、レンズ全長の短縮が困難になってしまう。

【0039】

条件式(4)は、長焦点距離端における無限遠合焦時の第4レンズ群G4、および第5レンズ群G5の横倍率を規定している。条件式(4)を満足することで、第4レンズ群G4を像振れ補正レンズとしたときのシフト量(駆動量)を抑えて光学系の小型化(薄型化)を図るとともに、像振れ補正時であっても優れた光学性能を達成することができる。

条件式(4)の上限を超えると、第4レンズ群G4を像振れ補正レンズとしたときのシフト量(駆動量)が大きくなりすぎて、光学系の小型化(薄型化)に不利になってしまう。

条件式(4)の下限を超えると、長焦点距離端での第4レンズ群G4の倍率が大きくなりすぎて、特に長焦点距離端における像振れ補正時の光学性能の変化が大きくなってしまふ。

【0040】

条件式(5)は、短焦点距離端、および長焦点距離端における無限遠合焦時の第4レンズ群G4の光軸方向の相対位置関係を規定している。条件式(5)を満足することで、第4レンズ群G4を像振れ補正レンズとしたときのシフト量(駆動量)を抑えて光学系の小型化(薄型化)を図るとともに、像振れ補正時であっても優れた光学性能を達成することができる。

条件式(5)の上限を超えると、長焦点距離端で第4レンズ群G4が比較的物体側に位置するため、第4レンズ群G4の横倍率が大きくなりすぎて、特に長焦点距離端における像振れ補正時の光学性能の変化が大きくなってしまふ。

条件式(5)の下限を超えると、長焦点距離端で第4レンズ群G4が第5レンズ群G5に近付いて、第4レンズ群G4の横倍率が小さくなりすぎてしまふ。その結果、第4レンズ群G4を像振れ補正レンズとしたときのシフト量(駆動量)が大きくなりすぎて、光学系の小型化(薄型化)に不利になってしまう。

【0041】

上述したように、第4レンズ群G4は、数値実施例3、4では、負単レンズ41"から

10

20

30

40

50

構成されている。条件式(6)は、この構成において、負単レンズ41”のd線に対するアッペ数を規定している。条件式(6)を満足することで、特に長焦点距離端における像振れ補正時の色収差を良好に補正することができる。

条件式(6)の下限を超えると、特に長焦点距離端における像振れ補正時の色収差が補正不足となってしまう。

【0042】

負単レンズ41”は、その両面ではなく、物体側または像側のいずれか一方の面だけに非球面を有していてもよい。負単レンズ41”に非球面を設けることで、像振れ補正時のコマ収差を良好に補正することができる。

【0043】

上述したように、第4レンズ群G4は、数値実施例1、2、5、6では、各1枚の負レンズと正レンズ(41と42または41'と42')から構成されている。条件式(7)は、この構成において、第4レンズ群G4の各1枚の負レンズと正レンズのd線に対するアッペ数の差分を規定している。条件式(7)を満足することで、特に長焦点距離端における像振れ補正時の色収差を良好に補正することができる。

条件式(7)の上限を超えると、特に長焦点距離端における像振れ補正時の色収差が過剰補正となってしまう。

条件式(7)の下限を超えると、特に長焦点距離端における像振れ補正時の色収差が補正不足となってしまう。

【0044】

第4レンズ群G4の各1枚の負レンズと正レンズの少なくとも一方に非球面を設けることで、像振れ補正時のコマ収差を良好に補正することができる。

【0045】

条件式(8)は、長焦点距離端における全系の焦点距離と、第1レンズ群G1の焦点距離との比を規定している。条件式(8)を満足することで、特に長焦点距離端での色収差を良好に補正するとともに、短焦点距離端での高画角化およびレンズ全長の短縮化を図ることができる。

条件式(8)の上限を超えると、第1レンズ群G1の屈折力が大きくなりすぎて、特に長焦点距離端での色収差が過剰補正となってしまう。

条件式(8)の下限を超えると、第1レンズ群G1の屈折力が小さくなりすぎて、短焦点距離端での高画角化およびレンズ全長の短縮化に不利になってしまう。

【0046】

条件式(9)は、第1レンズ群G1中のプリズム(反射光学素子、屈曲光学素子)PRの光軸上の厚みと、第1レンズ群G1の焦点距離との比を規定している。条件式(9)を満足することで、特に短焦点距離端における周辺光量を確保するとともに、光学系の小型化(薄型化)を図ることができる。

条件式(9)の上限を超えると、光学系の小型化(薄型化)が困難になってしまう。

条件式(9)の下限を超えると、特に短焦点距離端における周辺光量が大きく低下してしまう。

【0047】

条件式(10)は、長焦点距離端における全系の焦点距離と、第2レンズ群G2の焦点距離との比を規定している。条件式(10)を満足することで、コマ収差や倍率色収差等の諸収差を良好に補正するとともに、光学系の小型化(薄型化)を図ることができる。

条件式(10)の上限を超えると、第2レンズ群G2の屈折力が小さくなりすぎて、光学系の小型化(薄型化)が困難になってしまう。

条件式(10)の下限を超えると、第2レンズ群G2の屈折力が大きくなりすぎて、コマ収差や倍率色収差等の諸収差が大きく発生してしまう。

【0048】

上述したように、第2レンズ群G2は、全数値実施例1-6を通じて、2枚の負レンズ21、22と正レンズ23から構成されている。第2レンズ群中の負レンズの枚数は2枚

10

20

30

40

50

に限定されず、3枚以上であってもよい（少なくとも2枚あればよい）。第2レンズ群をこのように構成することで、所望の変倍比（7倍程度）及びレンズ全長を維持しつつ、諸収差を良好に補正することができる。

【0049】

上述したように、第3レンズ群G3は、全数値実施例1-6を通じて、少なくとも2枚の正レンズ（31と33、31'と32'、31"と32"と34"）と負レンズ（32、33'、33"）から構成されている。第3レンズ群G3をこのように構成することで、所望の変倍比（7倍程度）及びレンズ全長を維持しつつ、諸収差を良好に補正することができる。

【0050】

上述したように、第5レンズ群G5は、数値実施例2、5では、正単レンズ51'から構成されている。条件式(11)は、この構成において、正単レンズ51'のd線に対するアッペ数を規定している。条件式(11)を満足することで、特に長焦点距離端での倍率色収差を良好に補正することができる。

条件式(11)の下限を超えると、特に長焦点距離端での倍率色収差が補正不足となってしまう。

【0051】

上述したように、第5レンズ群G5は、数値実施例1、3、4、6では、各1枚の正レンズ51と負レンズ52から構成されている。条件式(12)は、この構成において、第5レンズ群G5の各1枚の正レンズ51と負レンズ52のd線に対するアッペ数の差分を規定している。条件式(12)を満足することで、特に長焦点距離端での倍率色収差を良好に補正することができる。

条件式(12)の上限を超えると、特に長焦点距離端での倍率色収差が過剰補正となってしまう。

条件式(12)の下限を超えると、特に長焦点距離端での倍率色収差が補正不足となってしまう。

【0052】

本実施形態のズームレンズ系は、レンズ枚数が比較的少ない第4レンズ群G4をフォーカシング時に移動するフォーカスレンズ群とすることにより、迅速なフォーカシングを可能にするとともに、フォーカス駆動機構の小型化や構造の簡単化を図ることができる。さらに、第4レンズ群G4にフォーカスレンズ群と像振れ補正レンズ群を兼ねさせることで、ズームレンズ系ひいてはこれを搭載した撮像機器をコンパクトにすることができる。

【実施例】

【0053】

次に具体的な数値実施例1-6を示す。諸収差図及び表中において、d線、g線、C線はそれぞれの波長に対する収差、Sはサジタル、Mはメリディオナル、fは全系の焦点距離、FNO.はFナンバー、Wは半画角(°)、Yは像高、fBはバックフォーカス、Lはレンズ全長、rは曲率半径、dはレンズ厚またはレンズ間隔、N(d)はd線に対する屈折率、dはd線に対するアッペ数、「E-a」は「 $\times 10^{-a}$ 」を示す。長さの単位は[mm]である。焦点距離、Fナンバー、画角、像高、バックフォーカス、レンズ全長および変倍に伴って間隔が変化するレンズ間隔は、短焦点距離端-中間焦点距離-長焦点距離端の順に示している。

【0054】

回転対称非球面は次式で定義される。

$$x=cy^2/[1+[1-(1+K)c^2y^2]^{1/2}]+A4y^4+A6y^6+A8y^8+A10y^{10}+A12y^{12}\dots$$

（但し、cは曲率（1/r）、yは光軸からの高さ、Kは円錐係数、A4、A6、A8、 \dots は各次数の非球面係数、xはサグ量）

【0055】

[数値実施例1]

図1~図4と表1~表4は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例1を示している

10

20

30

40

50

。図 1 は、短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図である。図 2、図 3、図 4 は、短焦点距離端、中間焦点距離、長焦点距離端の無限遠合焦時の諸収差図である。表 1 は面データ、表 2 は各種データ、表 3 は非球面データ、表 4 はレンズ群データである。

【 0 0 5 6 】

本数値実施例 1 のズームレンズ系は、物体側から順に、正の屈折力を持つ第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を持つ第 2 レンズ群 G 2 と、開口絞り S と、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群 G 3 と、負の屈折力を持つ第 4 レンズ群 G 4 と、正の屈折力を持つ第 5 レンズ群 G 5 とから構成されている。第 5 レンズ群 G 5 と像面 I の間には、カバーガラス C G が配置されている。

【 0 0 5 7 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、両凹負レンズ 1 1 と、プリズム P R と、両凸正レンズ 1 2 と、両凸正レンズ 1 3 とから構成されている。プリズム P R は、光路を略 9 0 ° 反射 (屈曲) させる反射光学素子 (屈曲光学素子) である。両凸正レンズ 1 3 は、その両面に非球面を有している。

10

【 0 0 5 8 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、両凹負レンズ 2 1 と、両凹負レンズ 2 2 と、両凸正レンズ 2 3 とから構成されている。両凹負レンズ 2 1 は、その両面に非球面を有している。

【 0 0 5 9 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、両凸正レンズ 3 1 と、物体側に凸の負メニスカスレンズ 3 2 と、両凸正レンズ 3 3 とから構成されている。両凸正レンズ 3 1 は、その両面に非球面を有している。負メニスカスレンズ 3 2 と両凸正レンズ 3 3 は、接合されている。

20

【 0 0 6 0 】

第 4 レンズ群 G 4 は、物体側から順に、物体側に凸の負メニスカスレンズ 4 1 と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 4 2 とから構成されている。負メニスカスレンズ 4 1 と正メニスカスレンズ 4 2 は、接合されている。

【 0 0 6 1 】

第 5 レンズ群 G 5 は、物体側から順に、両凸正レンズ 5 1 と、両凹負レンズ 5 2 とから構成されている。両凸正レンズ 5 1 と両凹負レンズ 5 2 は、接合されている。

30

【 0 0 6 2 】

(表 1)
面データ

面番号	r	d	N(d)	d
1	-1000.000	0.76	1.92286	20.88
2	22.336	1.47		
3		10.00	2.00100	29.13
4		0.15		
5	91.938	1.54	1.59282	68.62
6	-30.853	0.10		
7*	13.140	2.10	1.62299	58.12
8*	-45.634	d8		
9*	-46.692	0.50	1.85135	40.10
10*	5.402	1.16		
11	-6.753	0.50	1.72916	54.67
12	34.149	0.10		
13	21.151	0.91	1.94594	17.98
14	-21.151	d14		
15(絞り)		d15		
16*	5.902	2.29	1.55332	71.68

40

50

17*	-14.373	0.90		
18	41.349	0.50	1.83481	42.72
19	4.545	2.12	1.49700	81.61
20	-15.763	d20		
21	21.256	0.50	1.83481	42.72
22	6.250	0.79	1.80518	25.46
23	7.500	d23		
24	6.947	2.06	1.69680	55.46
25	-12.177	0.50	1.94594	17.98
26	34.469	1.63		
27		0.80	1.51680	64.20

28(像面)

-

*は回転対称非球面である。

(表2)

各種データ

変倍比 9.6

	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端
f	3.88	8.54	37.14
FNO.	3.37	4.03	6.40
W	37.88	19.07	4.49
Y	2.48	3.00	3.00
fB	0.80	0.80	0.80
L	57.83	57.83	57.83
d8	0.45	4.64	9.69
d14	9.63	5.44	0.40
d15	7.04	4.91	0.40
d20	2.99	5.62	12.00
d23	5.54	5.04	3.16

(表3)

非球面データ

面番号	K	A4	A6	A8
7	0.000	-7.621E-05	1.018E-06	-9.281E-09
8	0.000	-3.948E-05	2.050E-06	-2.379E-08
9	0.000	-1.205E-03	1.019E-04	-3.061E-06
10	0.000	-1.618E-03	5.927E-05	2.304E-06
16	0.000	-5.762E-04	-5.145E-06	-1.180E-07
17	0.000	4.545E-04	-6.010E-06	2.412E-07

(表4)

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	14.18
2	9	-4.76
3	16	9.29
4	21	-14.29
5	24	17.00

【0063】

[数値実施例2]

図5～図8と表5～表8は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例2を示している。図5は、短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図である。図6、図7、図8は、短焦点距離端、中間焦点距離、長焦点距離端の無限遠合焦時の諸収差図である。表5

10

20

30

40

50

は面データ、表 6 は各種データ、表 7 は非球面データ、表 8 はレンズ群データである。

【 0 0 6 4 】

この数値実施例 2 のレンズ構成は、以下の点を除いて、数値実施例 1 のレンズ構成と同様である。

(1) 第 2 レンズ群 G 2 の両凹負レンズ 2 2 と両凸正レンズ 2 3 が、接合されている。

(2) 第 3 レンズ群 G 3 が、物体側から順に、両凸正レンズ 3 1 ' と、両凸正レンズ 3 2 ' と、像側に凸の負メニスカスレンズ 3 3 ' とから構成されている。両凸正レンズ 3 1 ' は、その両面に非球面を有している。両凸正レンズ 3 2 ' と負メニスカスレンズ 3 3 ' は、接合されている。

(3) 第 4 レンズ群 G 4 が、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ 4 1 ' と、両凹負レンズ 4 2 ' とから構成されている。

(4) 第 5 レンズ群 G 5 が、両凸正単レンズ 5 1 ' から構成されている。両凸正単レンズ 5 1 ' は、その両面に非球面を有している。

【 0 0 6 5 】

(表 5)
面データ

面番号	r	d	N(d)	d
1	-790.220	0.80	2.00069	25.46
2	18.709	2.03		
3		9.00	2.00100	29.13
4		0.20		
5	68.162	2.05	1.69680	55.46
6	-28.027	0.10		
7*	15.414	2.49	1.59201	67.02
8*	-62.120	d8		
9*	-66.516	0.50	1.72903	54.04
10*	7.148	1.69		
11	-8.299	0.50	1.72916	54.67
12	19.259	1.36	1.92286	20.88
13	-24.490	d13		
14(絞リ)		d14		
15*	6.284	2.74	1.49710	81.56
16*	-94.000	3.50		
17	19.853	2.46	1.49700	81.61
18	-4.516	0.50	1.90366	31.31
19	-15.304	d19		
20	11.765	1.05	1.69895	30.05
21	21.509	0.41		
22	-147.520	0.50	1.58913	61.25
23	6.919	d23		
24*	9.904	2.09	1.55332	71.68
25*	-106.038	2.46		
26		0.80	1.51680	64.20
27(像面)		-		

* は回転対称非球面である。

(表 6)

各種データ

変倍比 7.7

	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端
f	5.10	11.62	39.28

FNO.	3.38	4.44	6.52
W	38.40	18.98	5.64
Y	3.30	4.00	4.00
fB	1.25	1.25	1.25
L	65.73	65.73	65.73
d8	0.55	5.25	10.77
d13	10.82	6.12	0.60
d14	8.90	5.23	0.60
d19	2.00	6.04	11.29
d23	4.98	4.61	3.99

10

(表7)

非球面データ

面番号	K	A4	A6	A8
7	0.000	-2.320E-05	-4.980E-07	5.140E-09
8	0.000	-1.470E-05	-3.975E-07	6.720E-09
9	0.000	-3.956E-04	1.817E-05	-3.353E-07
10	0.000	-5.756E-04	1.422E-05	-8.110E-08
15	0.000	-9.240E-05	1.690E-06	-1.247E-07
16	0.000	2.186E-04	2.210E-06	-1.454E-07
24	0.000	8.971E-05	-2.789E-05	1.519E-06
25	0.000	1.582E-04	-5.523E-05	2.533E-06

20

(表8)

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	16.19
2	9	-6.55
3	15	11.86
4	20	-17.83
5	24	16.48

【0066】

30

[数値実施例3]

図9～図12と表9～表12は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例3を示している。図9は、短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図である。図10、図11、図12は、短焦点距離端、中間焦点距離、長焦点距離端の無限遠合焦時の諸収差図である。表9は面データ、表10は各種データ、表11は非球面データ、表12はレンズ群データである。

【0067】

この数値実施例3のレンズ構成は、以下の点を除いて、数値実施例1のレンズ構成と同様である。

(1) 第2レンズ群G2の負レンズ21が、物体側に凸の負メニスカスレンズである。

40

(2) 第4レンズ群G4が、両凹負単レンズ41"からなる。両凹負単レンズ41"は、その両面に非球面を有している。

(3) 第5レンズ群G5の負レンズ52が、像側に凸の負メニスカスレンズである。

【0068】

(表9)

面データ

面番号	r	d	N(d)	d
1	-50.618	0.70	2.00069	25.46
2	20.586	1.14		
3		7.40	2.00100	29.13

50

4		0.15			
5	52.258	1.66	1.69680	55.46	
6	-26.917	0.10			
7*	11.957	2.14	1.59201	67.02	
8*	-41.455	d8			
9*	29.668	0.50	1.85135	40.10	
10*	4.184	1.38			
11	-7.248	0.50	1.77250	49.62	
12	50.622	0.10			
13	12.741	1.05	1.94594	17.98	10
14	-69.661	d14			
15(絞リ)		d15			
16*	6.191	2.07	1.55332	71.68	
17*	-20.550	0.73			
18	16.699	0.50	1.83481	42.72	
19	4.546	2.25	1.49700	81.61	
20	-12.114	d20			
21*	-31.406	0.80	1.54358	55.71	
22*	10.847	d22			
23	7.798	2.11	1.55032	75.50	20
24	-7.798	0.50	1.92286	20.88	
25	-114.740	2.03			
26		0.80	1.51680	64.20	
27(像面)		-			

* は回転対称非球面である。

(表 10)

各種データ

変倍比 6.9

	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端	
f	3.88	10.17	26.61	30
FNO.	3.37	4.03	5.98	
W	38.00	16.25	6.26	
Y	2.49	3.00	3.00	
fB	0.80	0.80	0.80	
L	51.86	51.86	51.86	
d8	0.40	5.60	8.50	
d14	8.59	3.39	0.50	
d15	5.78	3.84	0.50	
d20	2.02	4.37	8.33	
d22	5.66	5.25	4.62	40

(表 11)

非球面データ

面番号	K	A4	A6	A8	
7	0.000	-8.428E-05	-2.466E-07	1.295E-08	
8	0.000	-4.126E-05	1.025E-06	0.000E+00	
9	0.000	-9.193E-04	5.574E-05	-1.422E-06	
10	0.000	-9.568E-04	-2.252E-06	6.034E-06	
16	0.000	-5.114E-04	8.923E-06	-3.730E-07	
17	0.000	3.843E-04	1.225E-05	-3.115E-07	
21	0.000	9.840E-04	-2.777E-06	2.037E-06	50

22 0.000 1.092E-03 -8.050E-06 3.715E-06

(表 1 2)

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	13.55
2	9	-4.89
3	16	8.21
4	21	-14.73
5	23	28.90

【 0 0 6 9 】

[数値実施例 4]

図 1 3 ~ 図 1 6 と表 1 3 ~ 表 1 6 は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例 4 を示している。図 1 3 は、短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図である。図 1 4、図 1 5、図 1 6 は、短焦点距離端、中間焦点距離、長焦点距離端の無限遠合焦時の諸収差図である。表 1 3 は面データ、表 1 4 は各種データ、表 1 5 は非球面データ、表 1 6 はレンズ群データである。

【 0 0 7 0 】

この数値実施例 4 のレンズ構成は、以下の点を除いて、数値実施例 1 のレンズ構成と同様である。

- (1) 第 2 レンズ群 G 2 の負レンズ 2 1 が、物体側に凸の負メニスカスレンズである。
- (2) 第 3 レンズ群 G 3 が、物体側から順に、両凸正レンズ 3 1 " と、両凸正レンズ 3 2 " と、両凹負レンズ 3 3 " と、両凸正レンズ 3 4 " とから構成されている。両凸正レンズ 3 1 " は、その両面に非球面を有している。両凸正レンズ 3 2 " と両凹負レンズ 3 3 " は、接合されている。
- (3) 第 4 レンズ群 G 4 が、像側に凸の負メニスカス単レンズ 4 1 " から構成されている。負メニスカス単レンズ 4 1 " は、その両面に非球面を有している。

【 0 0 7 1 】

(表 1 3)

面データ

面番号	r	d	N(d)	d
1	-53.211	0.65	1.95375	32.32
2	15.875	1.35		
3		7.40	2.00069	25.46
4		0.15		
5	27.089	2.10	1.59282	68.62
6	-21.202	0.10		
7*	14.083	1.98	1.58913	61.25
8*	-63.801	d8		
9*	30.477	0.50	1.95150	29.83
10*	4.760	1.46		
11	-6.152	0.50	1.55332	71.68
12	73.352	0.10		
13	14.884	1.08	1.94594	17.98
14	-37.876	d14		
15(絞リ)		d15		
16*	5.475	2.49	1.49710	81.56
17*	-15.909	0.10		
18	5.963	2.83	1.48749	70.44
19	-5.963	0.50	1.88300	40.80
20	4.510	0.35		

10

20

30

40

50

21	6.893	1.51	1.55032	75.50
22	-14.312	d22		
23*	-5.722	0.50	1.49710	81.56
24*	-16.774	d24		
25	7.505	1.64	1.59349	67.00
26	-18.833	0.50	1.92286	20.88
27	40.239	0.91		
28		0.80	1.51680	64.20
29(像面)		-		

* は回転対称非球面である。

10

(表 1 4)

各種データ

変倍比 6.9

	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端
f	3.88	10.17	26.58
FNO.	2.80	3.29	5.00
W	37.94	16.23	6.27
Y	2.49	3.00	3.00
fB	0.80	0.80	0.80
L	51.93	51.93	51.93
d8	0.40	6.66	9.93
d14	10.03	3.77	0.50
d15	5.93	4.18	0.50
d22	2.00	5.14	8.03
d24	3.27	1.88	2.67

20

(表 1 5)

非球面データ

面番号	K	A4	A6	A8
7	0.000	-9.100E-05	-8.260E-08	1.795E-08
8	0.000	-8.148E-05	1.258E-06	3.950E-09
9	0.000	-4.829E-04	-5.440E-06	4.436E-07
10	0.000	-5.047E-04	-4.033E-05	2.053E-06
16	0.000	-1.914E-04	-3.358E-06	-1.435E-07
17	0.000	3.691E-04	-5.833E-06	1.542E-07
23	0.000	1.318E-02	-1.282E-03	6.395E-05
24	0.000	1.221E-02	-1.160E-03	5.288E-05

30

(表 1 6)

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	14.58
2	9	-6.04
3	16	8.86
4	23	-17.74
5	25	23.63

40

【 0 0 7 2 】

[数値実施例 5]

図 1 7 ~ 図 2 0 と表 1 7 ~ 表 2 0 は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例 5 を示している。図 1 7 は、短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図である。図 1 8、図 1 9、図 2 0 は、短焦点距離端、中間焦点距離、長焦点距離端の無限遠合焦時の諸収差図である。表 1 7 は面データ、表 1 8 は各種データ、表 1 9 は非球面データ、表 2 0 は

50

レンズ群データである。

【 0 0 7 3 】

この数値実施例 5 のレンズ構成は、以下の点を除いて、数値実施例 1 のレンズ構成と同様である。

(1) 第 1 レンズ群 G 1 の負レンズ 1 1 が、物体側に凸の負メニスカスレンズである。

(2) 第 4 レンズ群 G 4 の負レンズ 4 1 が、両凹負レンズである。第 4 レンズ群 G 4 の正メニスカスレンズ 4 2 が、その両面に非球面を有している。第 4 レンズ群 G 4 の両凹負レンズ 4 1 と正メニスカスレンズ 4 2 が、接合されていない。

(3) 第 5 レンズ群 G 5 が、両凸正単レンズ 5 1 ' からなる。両凸正単レンズ 5 1 ' は、その両面に非球面を有している。

10

【 0 0 7 4 】

(表 1 7)

面データ

面番号	r	d	N(d)	d
1	142.690	0.70	2.00069	25.46
2	13.341	1.59		
3		7.55	2.00100	29.13
4		0.15		
5	56.672	1.27	1.83481	42.72
6	-56.672	0.10		
7*	13.528	2.34	1.55332	71.68
8*	-18.358	d8		
9*	-103.900	0.50	1.80139	45.45
10*	5.684	1.14		
11	-7.868	0.50	1.72916	54.67
12	20.062	0.10		
13	13.841	1.05	1.94594	17.98
14	-52.427	d14		
15(絞リ)		d15		
16*	6.590	2.61	1.55332	71.68
17*	-11.477	2.11		
18	23.649	0.50	1.90366	31.31
19	4.898	2.13	1.49700	81.61
20	-12.797	d20		
21	-260.030	0.50	1.71300	53.94
22	6.347	0.42		
23*	8.993	0.89	1.73077	40.50
24*	11.955	d24		
25*	11.085	1.53	1.49710	81.56
26*	-25.778	1.57		
27		0.80	1.51680	64.20
28(像面)		-		

20

30

40

* は回転対称非球面である。

(表 1 8)

各種データ

変倍比 7.3

	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端
f	3.88	10.09	28.27
FNO.	3.23	4.00	6.87
W	38.00	16.24	5.89

50

Y	2.50	3.00	3.00
fB	0.80	0.80	0.80
L	53.05	53.05	53.05
d8	0.40	5.56	8.29
d14	8.30	3.16	0.40
d15	7.77	5.28	0.40
d20	2.00	4.01	10.39
d24	3.73	4.19	2.72

(表 19)

非球面データ

10

面番号	K	A4	A6	A8
7	0.000	-9.510E-06	-6.910E-07	-9.149E-09
8	0.000	9.629E-05	-1.351E-06	4.794E-09
9	0.000	-2.649E-03	2.113E-04	-7.586E-06
10	0.000	-3.017E-03	2.218E-04	-6.128E-06
16	0.000	-5.812E-04	3.378E-06	-1.026E-07
17	0.000	4.974E-04	4.262E-06	-3.481E-08
23	0.000	-1.844E-03	4.397E-04	-2.059E-05
24	0.000	-2.040E-03	4.525E-04	-1.867E-05
25	0.000	3.306E-03	-1.962E-04	-3.184E-06
26	0.000	6.705E-03	-6.500E-04	1.181E-05

20

(表 20)

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	13.96
2	9	-5.25
3	16	8.48
4	21	-10.53
5	25	15.81

【0075】

30

[数値実施例6]

図21~図24と表21~表24は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例6を示している。図21は、短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図である。図22、図23、図24は、短焦点距離端、中間焦点距離、長焦点距離端の無限遠合焦時の諸収差図である。表21は面データ、表22は各種データ、表23は非球面データ、表24はレンズ群データである。

【0076】

この数値実施例6のレンズ構成は、以下の点を除いて、数値実施例1のレンズ構成と同様である。

- (1) 第2レンズ群G2の負レンズ21が、物体側に凸の負メニスカスレンズである。
- (2) 第4レンズ群G4の負レンズ41が、その両面に非球面を有する両凹負レンズである。両凹負レンズ41と両凸正レンズ42は、接合されていない。

40

【0077】

(表21)

面データ

面番号	r	d	N(d)	d
1	-69.559	0.65	2.00069	25.46
2	22.254	1.09		
3		9.00	2.00100	29.13
4		0.10		

50

5	90.235	1.18	1.69680	55.46	
6	-59.342	0.10			
7*	12.885	2.32	1.59201	67.02	
8*	-20.804	d8			
9*	50.064	0.50	1.85135	40.10	
10*	4.797	1.33			
11	-7.154	0.50	1.77250	49.62	
12	36.154	0.10			
13	14.547	1.05	1.94594	17.98	
14	-44.173	d14			10
15(絞り)		d15			
16*	5.553	2.05	1.55332	71.68	
17*	-24.014	0.31			
18	18.961	0.50	1.83481	42.72	
19	4.464	2.39	1.49700	81.61	
20	-8.859	d20			
21*	-11.665	0.50	1.62263	58.16	
22*	5.171	0.71			
23	18.128	1.21	1.80610	33.27	
24	-18.128	d24			20
25	7.710	2.04	1.55032	75.50	
26	-7.710	0.50	1.92286	20.88	
27	330.660	3.83			
28		0.80	1.51680	64.20	
29(像面)		-			

* は回転対称非球面である。

(表 2 2)

各種データ

変倍比 6.8

	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端	
f	3.89	10.19	26.59	30
FNO.	3.54	4.29	6.01	
W	37.97	16.16	6.26	
Y	2.48	3.00	3.00	
fB	0.80	0.80	0.80	
L	52.48	52.48	52.48	
d8	0.40	5.84	9.23	
d14	9.16	3.72	0.35	
d15	4.87	2.94	0.35	
d20	1.99	4.05	7.53	40
d24	3.30	3.17	2.26	

(表 2 3)

非球面データ

面番号	K	A4	A6	A8	
7	0.000	-8.008E-05	9.650E-08	3.000E-09	
8	0.000	3.725E-05	6.017E-07	-2.339E-09	
9	0.000	-8.890E-04	7.975E-05	-3.878E-06	
10	0.000	-9.179E-04	6.438E-05	-2.278E-06	
16	0.000	-5.565E-04	4.824E-07	9.179E-07	
17	0.000	8.219E-04	2.590E-06	1.348E-06	50

21	0.000	-4.126E-04	1.305E-04	-4.565E-06
22	0.000	-2.080E-03	1.109E-04	-4.233E-06

(表 2 4)

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	14.60
2	9	-4.98
3	16	7.57
4	21	-14.18
5	25	39.85

10

【 0 0 7 8 】

各数値実施例の各条件式に対する値を表 2 5 に示す。数値実施例 1、2、5、6 は、第 4 レンズ群の前提構成が異なる（第 4 レンズ群が負単レンズから構成されていない）ため、条件式（6）の対応数値を計算することができない。数値実施例 3、4 は、第 4 レンズ群の前提構成が異なる（第 4 レンズ群が各 1 枚の負レンズと正レンズから構成されていない）ため、条件式（7）の対応数値を計算することができない。数値実施例 1、3、4、6 は、第 5 レンズ群の前提構成が異なる（第 5 レンズ群が正単レンズから構成されていない）ため、条件式（11）の対応数値を計算することができない。数値実施例 2、5 は、第 5 レンズ群の前提構成が異なる（第 5 レンズ群が各 1 枚の正レンズと負レンズから構成されていない）ため、条件式（12）の対応数値を計算することができない。

20

(表 2 5)

	実施例 1	実施例 2	実施例 3
条件式（1）	-2.60	-2.20	-1.81
条件式（2）	4.08	3.56	2.91
条件式（3）	2.58	2.24	2.45
条件式（4）	-0.46	-0.42	-0.60
条件式（5）	-0.167	-0.056	-0.071
条件式（6）	-	-	55.7
条件式（7）	17.3	31.2	-
条件式（8）	2.62	2.43	1.96
条件式（9）	0.705	0.556	0.546
条件式（10）	-7.80	-6.00	-5.44
条件式（11）	-	71.7	-
条件式（12）	37.5	-	54.6
	実施例 4	実施例 5	実施例 6
条件式（1）	-1.50	-2.68	-1.88
条件式（2）	3.13	2.54	2.78
条件式（3）	2.24	3.02	2.54
条件式（4）	-0.35	-0.62	-0.80
条件式（5）	-0.034	-0.096	-0.073
条件式（6）	81.6	-	-
条件式（7）	-	13.4	24.9
条件式（8）	1.82	2.03	1.82
条件式（9）	0.508	0.541	0.616
条件式（10）	-4.40	-5.38	-5.34
条件式（11）	-	81.6	-
条件式（12）	46.1	-	54.6

30

40

【 0 0 7 9 】

表 2 5 から明らかなように、数値実施例 1 - 6 は、条件式（1）～（3）を満足しており、諸収差図から明らかなように、諸収差は比較的良好に補正されている。

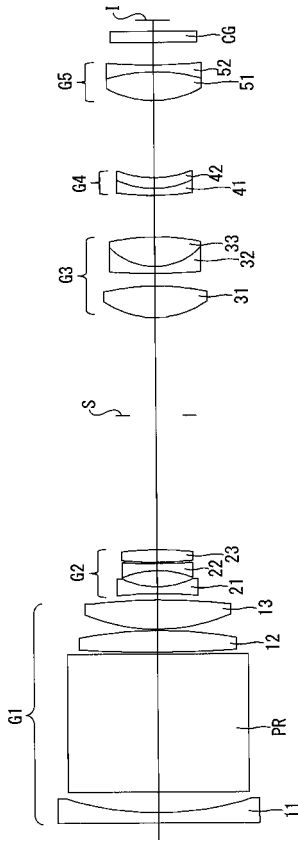
50

【符号の説明】

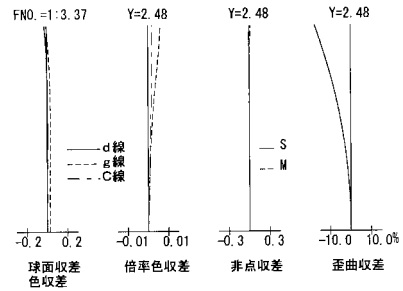
【0080】

G 1	正の屈折力を持つ第 1 レンズ群	
1 1	負レンズ	
1 2	正レンズ	
1 3	正レンズ	
P R	プリズム（反射光学素子、屈曲光学素子）	
G 2	負の屈折力を持つ第 2 レンズ群	
2 1	負レンズ	
2 2	負レンズ	10
2 3	正レンズ	
G 3	正の屈折力を持つ第 3 レンズ群	
3 1	正レンズ	
3 2	負レンズ	
3 3	正レンズ	
3 1'	正レンズ	
3 2'	正レンズ	
3 3'	負レンズ	
3 1''	正レンズ	
3 2''	正レンズ	20
3 3''	負レンズ	
3 4''	正レンズ	
G 4	負の屈折力を持つ第 4 レンズ群	
4 1	負レンズ	
4 2	正レンズ	
4 1'	正レンズ	
4 2'	負レンズ	
4 1''	負レンズ	
G 5	正の屈折力を持つ第 5 レンズ群	
5 1	正レンズ	30
5 2	負レンズ	
5 1'	正レンズ	
S	開口絞り	
C G	カバーガラス	
I	像面	

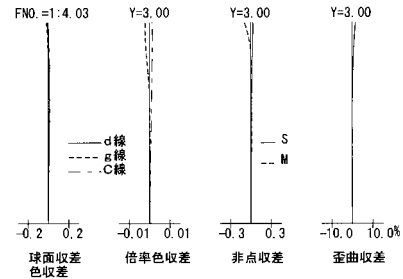
【 図 1 】



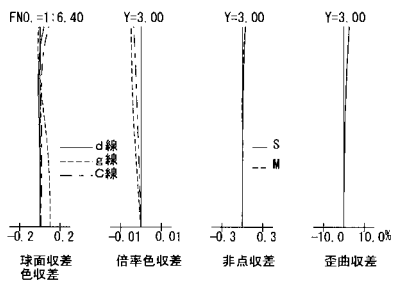
【 図 2 】



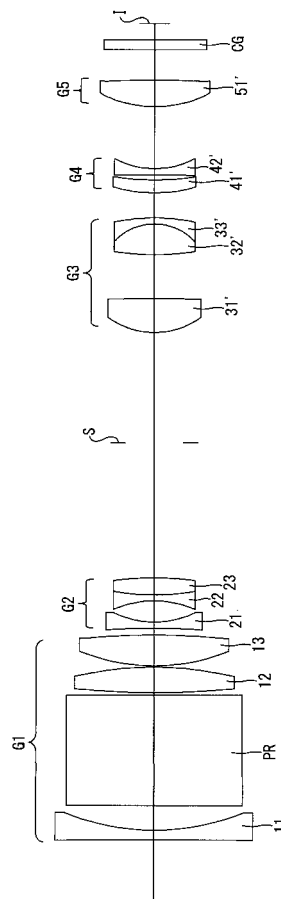
【 図 3 】



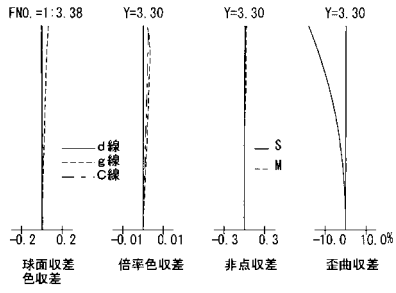
【 図 4 】



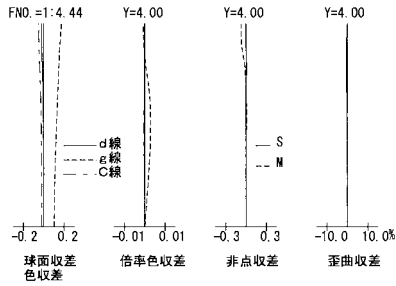
【 図 5 】



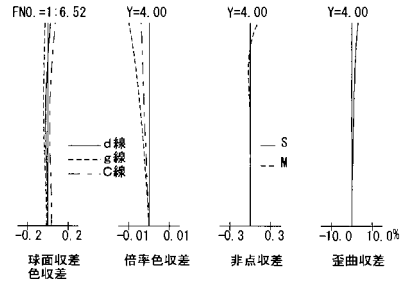
【 図 6 】



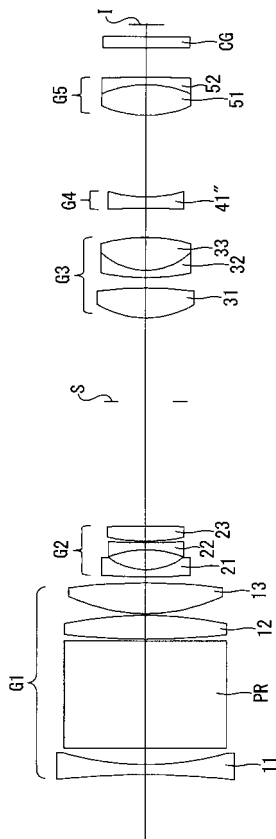
【 図 7 】



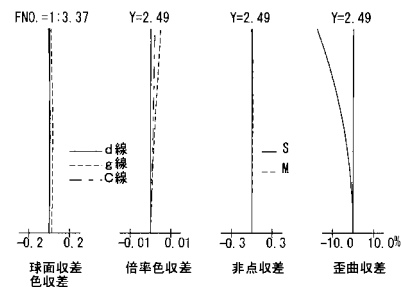
【 図 8 】



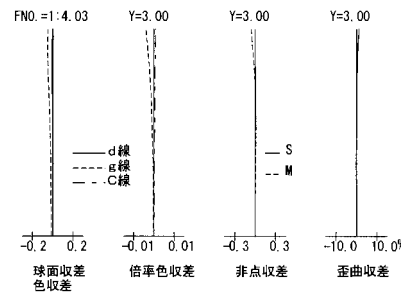
【 図 9 】



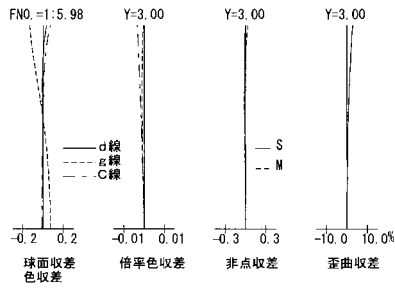
【 図 10 】



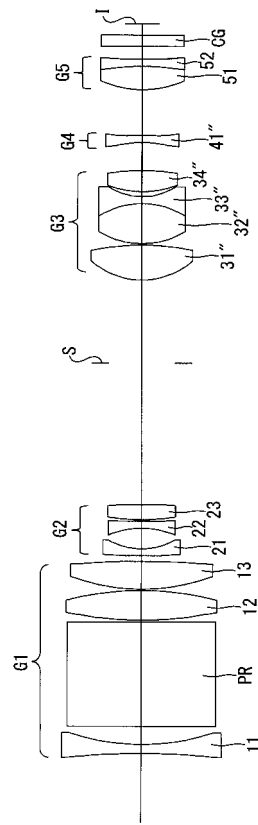
【 図 11 】



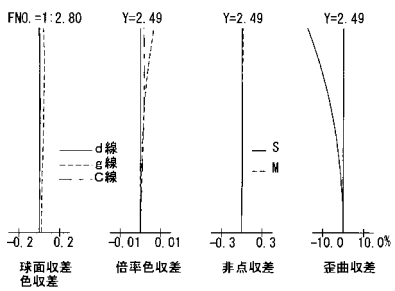
【 図 1 2 】



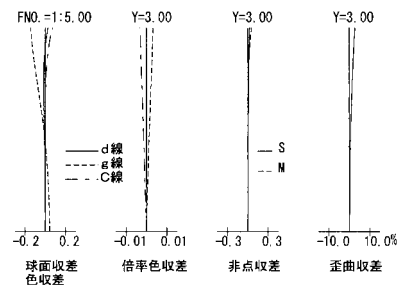
【 図 1 3 】



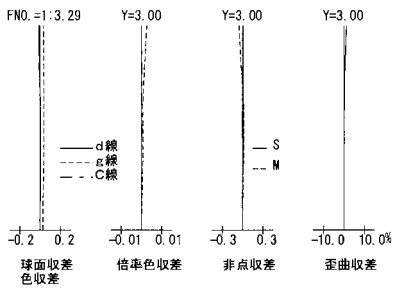
【 図 1 4 】



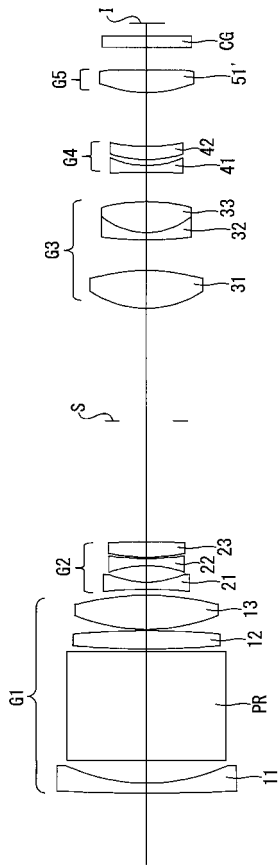
【 図 1 6 】



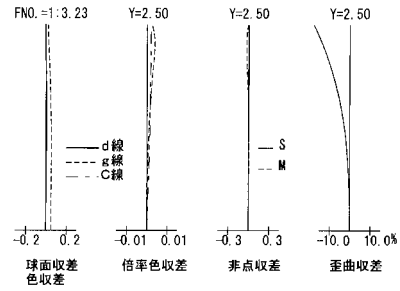
【 図 1 5 】



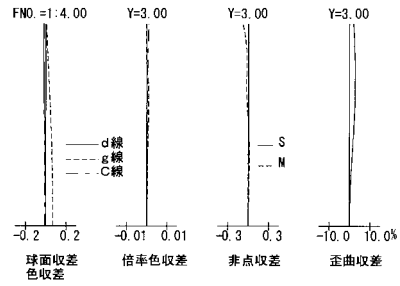
【 図 17 】



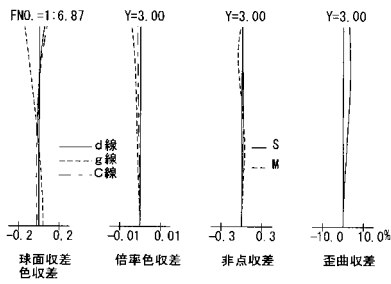
【 図 18 】



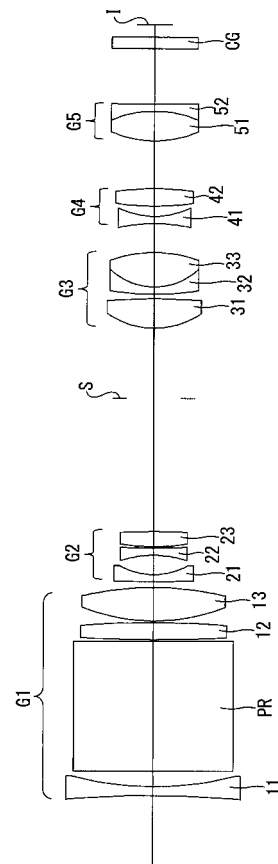
【 図 19 】



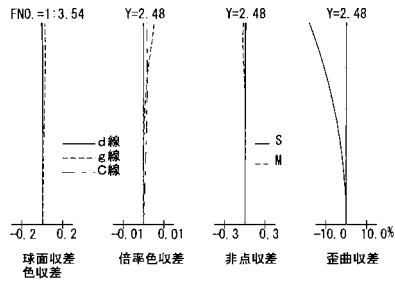
【 図 20 】



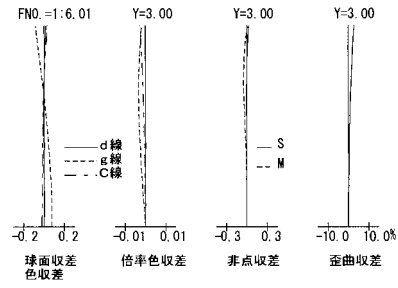
【 図 21 】



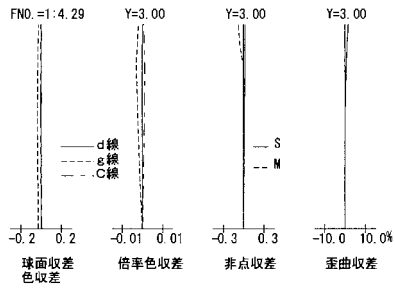
【 図 2 2 】



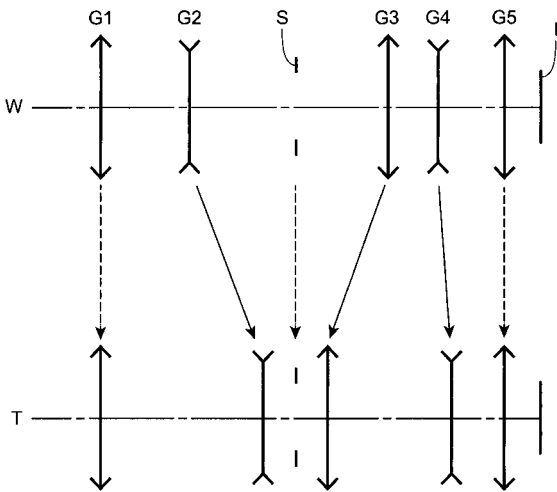
【 図 2 4 】



【 図 2 3 】



【 図 2 5 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA01 MA15 NA07 PA10 PA11 PA18 PA19 PA20 PB12 PB13
QA02 QA03 QA06 QA07 QA17 QA19 QA21 QA25 QA34 QA37
QA39 QA41 QA42 QA45 QA46 RA04 RA05 RA12 RA13 RA32
RA41 RA42 RA44 SA43 SA47 SA49 SA53 SA55 SA63 SA64
SA65 SA72 SA76 SB04 SB14 SB24 SB25 SB32 SB33 SB42
SB43
2K005 AA20 CA02 CA23