

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6880708号
(P6880708)

(45) 発行日 令和3年6月2日 (2021. 6. 2)

(24) 登録日 令和3年5月10日 (2021. 5. 10)

(51) Int. Cl. F 1
G O 2 B 15/20 (2006. 01) G O 2 B 15/20
G O 2 B 15/167 (2006. 01) G O 2 B 15/167

請求項の数 31 (全 81 頁)

| | | | |
|--------------------|-------------------------------|-----------|---------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2016-246429 (P2016-246429) | (73) 特許権者 | 311015207 |
| (22) 出願日 | 平成28年12月20日 (2016. 12. 20) | | リコーイメージング株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2017-156741 (P2017-156741A) | | 東京都大田区中馬込一丁目3番6号 |
| (43) 公開日 | 平成29年9月7日 (2017. 9. 7) | (74) 代理人 | 100121083 |
| 審査請求日 | 令和1年10月21日 (2019. 10. 21) | | 弁理士 青木 宏義 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2016-37412 (P2016-37412) | (74) 代理人 | 100166408 |
| (32) 優先日 | 平成28年2月29日 (2016. 2. 29) | | 弁理士 三浦 邦陽 |
| (33) 優先権主張国・地域又は機関 | 日本国 (JP) | (74) 代理人 | 100083286 |
| | | | 弁理士 三浦 邦夫 |
| | | (72) 発明者 | 古賀 知也 |
| | | | 東京都大田区中馬込一丁目3番6号 リコーイメージング株式会社内 |
| | | 審査官 | 殿岡 雅仁 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；

第1レンズ群は、物体側から順に、1枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた1枚の負メニスカスレンズと、1枚以上の正レンズとから構成されていること；

短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群が物体側に移動するとともに、第1レンズ群と後続レンズ群の間隔が増大すること；

前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；及び

次の条件式(1)、(2)を満足すること；

を特徴とするズームレンズ系。

(1) $f_{G1} / f_n < -1.50$

(2) $65 < p_{ave}$

但し、

f_{G1} ：第1レンズ群の焦点距離、

f_n ：前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

p_{ave} ：第1レンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数の平均値。

【請求項 2】

物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レンズ群に後続する後続レンズ

10

20

群とを有していること；

第1レンズ群は、物体側から順に、1枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた1枚の負メニスカスレンズと、2枚以上の正レンズとから構成されていること；

短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と後続レンズ群の間隔が増大すること；

前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；及び

次の条件式(1)、(2)を満足すること；

を特徴とするズームレンズ系。

$$(1) \quad f_{G1} / f_n < -1.50$$

$$(2) \quad 6.5 < p_{ave}$$

但し、

f_{G1} ：第1レンズ群の焦点距離、

f_n ：前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

p_{ave} ：第1レンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数の平均値。

【請求項3】

物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；

第1レンズ群は、物体側から順に、1枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた1枚の負メニスカスレンズと、1枚以上の正レンズとから構成されていること；

短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と後続レンズ群の間隔が増大すること；

前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；

前記後続レンズ群は、少なくとも1つの負の屈折力のレンズ群を含んでいること；及び

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。

$$(1) \quad f_{G1} / f_n < -1.50$$

$$(2) \quad 6.5 < p_{ave}$$

$$(3'') \quad f_{G1} / f_{Gn} < -3.967$$

但し、

f_{G1} ：第1レンズ群の焦点距離、

f_n ：前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

p_{ave} ：第1レンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数の平均値、

f_{Gn} ：後続レンズ群に含まれる負の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に位置する負の屈折力の第nレンズ群の焦点距離。

【請求項4】

物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；

第1レンズ群は、物体側から順に、1枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた1枚の負メニスカスレンズと、1枚以上の正レンズとから構成されていること；

短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と後続レンズ群の間隔が増大すること；

前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；及び

次の条件式(1)、(2)、(4')を満足すること；

を特徴とするズームレンズ系。

$$(1) \quad f_{G1} / f_n < -1.50$$

$$(2) \quad 6.5 < p_{ave}$$

$$(4') \quad 1.650 < n_n < 1.835$$

但し、

f_{G1} : 第1レンズ群の焦点距離、

f_n : 前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

$pave$: 第1レンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数の平均値、

n_n : 前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズのd線に対する屈折率。

【請求項5】

物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；

第1レンズ群は、物体側から順に、1枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた1枚の負メニスカスレンズと、1枚以上の正レンズとから構成されていること；

短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と後続レンズ群の間隔が増大すること；

前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；及び

次の条件式(1)、(2)、(5")を満足すること；

を特徴とするズームレンズ系。

$$(1) \quad f_{G1} / f_n < -1.50$$

$$(2) \quad 65 < pave$$

$$(5") \quad 2.347 \cdot f_{G1} / R1p < 3.30$$

但し、

f_{G1} : 第1レンズ群の焦点距離、

f_n : 前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

$pave$: 第1レンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数の平均値、

$R1p$: 第1レンズ群の最も物体側の面の近軸曲率半径。

【請求項6】

物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；

第1レンズ群は、物体側から順に、1枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた1枚の負メニスカスレンズと、1枚以上の正レンズとから構成されていること；

短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と後続レンズ群の間隔が増大すること；

前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；及び

次の条件式(1)、(2)、(6")を満足すること；

を特徴とするズームレンズ系。

$$(1) \quad f_{G1} / f_n < -1.50$$

$$(2) \quad 65 < pave$$

$$(6") \quad 1.30 < (R1n + R2n) / (R1n - R2n) < 2.293$$

但し、

f_{G1} : 第1レンズ群の焦点距離、

f_n : 前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

$pave$: 第1レンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数の平均値、

$R1n$: 前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの物体側の面の近軸曲率半径、

$R2n$: 前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの像側の面の近軸曲率半径。

【請求項7】

物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；

第1レンズ群は、物体側から順に、1枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた1枚の負メニスカスレンズと、1枚以上の正レンズとから構成されていること；

短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と後続レンズ群の間隔が

増大すること；

前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；

前記後続レンズ群は、少なくとも1つの負の屈折力のレンズ群を含んでおり、前記後続レンズ群に含まれる負の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に位置する負の屈折力の第nレンズ群は、最も物体側に負レンズを有していること；及び

次の条件式(1)、(2)、(7)を満足すること；

を特徴とするズームレンズ系。

$$(1) \quad f_{G1} / f_n < -1.50$$

$$(2) \quad 65 < p_{ave}$$

$$(7) \quad f_{Gn} / R_{2Gn} < -1.10$$

但し、

f_{G1} ：第1レンズ群の焦点距離、

f_n ：前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

p_{ave} ：第1レンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数の平均値、

f_{Gn} ：第nレンズ群の焦点距離、

R_{2Gn} ：第nレンズ群中の最も物体側の負レンズの像側の面の近軸曲率半径。

【請求項8】

物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；

第1レンズ群は、物体側から順に、1枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた1枚の負メニスカスレンズと、1枚以上の正レンズとから構成されていること；

短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と後続レンズ群の間隔が増大すること；

前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；

前記後続レンズ群は、少なくとも1つの負の屈折力のレンズ群を含んでおり、前記後続レンズ群に含まれる負の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に位置する負の屈折力の第nレンズ群は、最も像側に負レンズを有していること；及び

次の条件式(1)、(2)を満足すること；

を特徴とするズームレンズ系。

$$(1) \quad f_{G1} / f_n < -1.50$$

$$(2) \quad 65 < p_{ave}$$

但し、

f_{G1} ：第1レンズ群の焦点距離、

f_n ：前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

p_{ave} ：第1レンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数の平均値。

【請求項9】

物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；

第1レンズ群は、物体側から順に、1枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた1枚の負メニスカスレンズと、1枚以上の正レンズとから構成されていること；

短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と後続レンズ群の間隔が増大すること；

前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；及び

次の条件式(1)、(2)、(11")を満足すること；

を特徴とするズームレンズ系。

$$(1) \quad f_{G1} / f_n < -1.50$$

$$(2) \quad 65 < p_{ave}$$

10

20

30

40

50

$$(11'')3.50 < f_{G1} / R_{2n}$$

但し、

f_{G1} ：第1レンズ群の焦点距離、

f_n ：前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

$pave$ ：第1レンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数の平均値、

R_{2n} ：前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの像側の面の近軸曲率半径。

【請求項10】

物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；

第1レンズ群は、物体側から順に、1枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた1枚の負メニスカスレンズと、1枚以上の正レンズとから構成されていること；

短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と後続レンズ群の間隔が増大すること；

前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；及び

次の条件式(1)、(2)、(12'')を満足すること；

を特徴とするズームレンズ系。

$$(1) f_{G1} / f_n < -1.50$$

$$(2) 65 < pave$$

$$(12'')4.00 < f_{G1} / 1Gd \quad 7.022$$

但し、

f_{G1} ：第1レンズ群の焦点距離、

f_n ：前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

$pave$ ：第1レンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数の平均値、

$1Gd$ ：第1レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離。

【請求項11】

物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；

第1レンズ群は、物体側から順に、1枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた1枚の負メニスカスレンズと、1枚以上の正レンズとから構成されていること；

短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と後続レンズ群の間隔が増大すること；

前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；及び

次の条件式(1)、(2)、(13X)を満足すること；

を特徴とするズームレンズ系。

$$(1) f_{G1} / f_n < -1.50$$

$$(2) 65 < pave$$

$$(13X)2.50 < f_{G1} / fw$$

但し、

f_{G1} ：第1レンズ群の焦点距離、

f_n ：前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

$pave$ ：第1レンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数の平均値、

fw ：短焦点距離端における全系の焦点距離。

【請求項12】

物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；

第1レンズ群は、物体側から順に、1枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた1枚の負メニスカスレンズと、1枚以上の正レンズとから構成されていること；

短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と後続レンズ群の間隔が

10

20

30

40

50

増大すること；

前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；及び

次の条件式（１）、（２）、（１４Ｘ）を満足すること；

を特徴とするズームレンズ系。

$$(1) f_{G1} / f_n < -1.50$$

$$(2) 65 < p_{ave}$$

$$(14X) 1.10 < f_{G1} / (f_w \times f_t)^{1/2}$$

但し、

f_{G1} ：第１レンズ群の焦点距離、

f_n ：前記第１レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

p_{ave} ：第１レンズ群中の正レンズのｄ線に対するアッペ数の平均値、

f_w ：短焦点距離端における全系の焦点距離、

f_t ：長焦点距離端における全系の焦点距離。

【請求項１３】

請求項１～６、８～１２のいずれかに記載のズームレンズ系において、

後続レンズ群は、少なくとも１つの負の屈折力のレンズ群を含んでおり、後続レンズ群に含まれる負の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に位置する負の屈折力の第ｎレンズ群は、最も物体側に負レンズを有しているズームレンズ系。

【請求項１４】

請求項１、２、４～１３のいずれかに記載のズームレンズ系において、

後続レンズ群は、少なくとも１つの負の屈折力のレンズ群を含んでおり、次の条件式（３）を満足するズームレンズ系。

$$(3) f_{G1} / f_{Gn} < -0.70$$

但し、

f_{G1} ：第１レンズ群の焦点距離、

f_{Gn} ：後続レンズ群に含まれる負の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に位置する負の屈折力の第ｎレンズ群の焦点距離。

【請求項１５】

請求項１～３、５～１４のいずれかに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。

$$(4) 1.650 < n_n$$

但し、

n_n ：前記第１レンズ群中の前記負メニスカスレンズのｄ線に対する屈折率。

【請求項１６】

請求項１～４、６～１５のいずれかに記載のズームレンズ系において、

次の条件式（５）を満足するズームレンズ系。

$$(5) 1.40 < f_{G1} / R_{1p} < 3.30$$

但し、

f_{G1} ：第１レンズ群の焦点距離、

R_{1p} ：第１レンズ群の最も物体側の面の近軸曲率半径。

【請求項１７】

請求項１～５、７～１６のいずれかに記載のズームレンズ系において、

次の条件式（６）を満足するズームレンズ系。

$$(6) 1.30 < (R_{1n} + R_{2n}) / (R_{1n} - R_{2n})$$

但し、

R_{1n} ：前記第１レンズ群中の前記負メニスカスレンズの物体側の面の近軸曲率半径、

R_{2n} ：前記第１レンズ群中の前記負メニスカスレンズの像側の面の近軸曲率半径。

【請求項１８】

請求項１～６、８～１７のいずれかに記載のズームレンズ系において、

後続レンズ群は、少なくとも１つの負の屈折力のレンズ群を含んでおり、後続レンズ群に含まれる負の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に位置する負の屈折力の第 n レンズ群は、最も物体側に負レンズを有しており、次の条件式 (7) を満足するズームレンズ系。

$$(7) \quad f_{Gn} / R_{2Gn} < - 1 . 10$$

但し、

f_{Gn} : 第 n レンズ群の焦点距離、

R_{2Gn} : 第 n レンズ群中の最も物体側の負レンズの像側の面の近軸曲率半径。

【請求項 19】

請求項 1 ~ 18 のいずれかに記載のズームレンズ系において、

10

後続レンズ群は、少なくとも１つの負の屈折力のレンズ群を含んでおり、後続レンズ群に含まれる負の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に位置する負の屈折力の第 n レンズ群は、最も物体側から順に、負レンズと、正レンズとを有しているズームレンズ系。

【請求項 20】

請求項 1 ~ 7、9 ~ 19 のいずれかに記載のズームレンズ系において、

後続レンズ群は、少なくとも１つの負の屈折力のレンズ群を含んでおり、後続レンズ群に含まれる負の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に位置する負の屈折力の第 n レンズ群は、最も像側に負レンズを有しているズームレンズ系。

【請求項 21】

請求項 8 又は請求項 20 に記載のズームレンズ系において、

20

第 n レンズ群中の最も像側の負レンズは、物体側に凹面を向けており、次の条件式 (8) を満足するズームレンズ系。

$$(8) \quad 2.9 < G_n$$

但し、

G_n : 第 n レンズ群中の最も像側の負レンズの d 線に対するアッベ数。

【請求項 22】

請求項 1 ~ 21 のいずれかに記載のズームレンズ系において、

後続レンズ群は、少なくとも１つの負の屈折力のレンズ群を含んでおり、後続レンズ群に含まれる負の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に位置する負の屈折力の第 n レンズ群は、第 1 レンズ群の像側の直後に位置する負の屈折力の第 2 レンズ群であるズームレンズ系。

30

【請求項 23】

請求項 1 ~ 22 のいずれかに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。

$$(9) \quad g_{Fn} - (0 . 6440 - 0 . 001682 \times n) < 0$$

但し、

n : 前記第 1 レンズ群中の前記負メニスカスレンズの d 線に対するアッベ数、

g_{Fn} : 前記第 1 レンズ群中の前記負メニスカスレンズの短波長側における部分分散比

、

$$g_F = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$$

40

n_g : g 線に対する屈折率、

n_F : F 線に対する屈折率、

n_C : C 線に対する屈折率。

【請求項 24】

請求項 1 ~ 23 のいずれかに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。

$$(10) \quad 3.4 < n$$

但し、

n : 前記第 1 レンズ群中の前記負メニスカスレンズの d 線に対するアッベ数。

【請求項 25】

50

請求項 1 ~ 8、10 ~ 24 のいずれかに記載のズームレンズ系において、
次の条件式 (11) を満足するズームレンズ系。

$$(11) \quad 2.40 < f_{G1} / R_{2n}$$

但し、

f_{G1} : 第 1 レンズ群の焦点距離、

R_{2n} : 前記第 1 レンズ群中の前記負メニスカスレンズの像側の面の近軸曲率半径。

【請求項 26】

請求項 1 ~ 9、11 ~ 25 のいずれかに記載のズームレンズ系において、
次の条件式 (12) を満足するズームレンズ系。

$$(12) \quad 4.00 < f_{G1} / 1Gd < 13.00$$

但し、

f_{G1} : 第 1 レンズ群の焦点距離、

$1Gd$: 第 1 レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離。

【請求項 27】

請求項 1 ~ 10、12 ~ 26 のいずれかに記載のズームレンズ系において、
次の条件式 (13) を満足するズームレンズ系。

$$(13) \quad 0.80 < f_{G1} / f_w$$

但し、

f_{G1} : 第 1 レンズ群の焦点距離、

f_w : 短焦点距離端における全系の焦点距離。

【請求項 28】

請求項 1 ~ 11、13 ~ 27 のいずれかに記載のズームレンズ系において、
次の条件式 (14) を満足するズームレンズ系。

$$(14) \quad 0.60 < f_{G1} / (f_w \times f_t)^{1/2}$$

但し、

f_{G1} : 第 1 レンズ群の焦点距離、

f_w : 短焦点距離端における全系の焦点距離、

f_t : 長焦点距離端における全系の焦点距離。

【請求項 29】

請求項 1 ~ 28 のいずれかに記載のズームレンズ系において、

前記第 1 レンズ群中の前記負メニスカスレンズの物体側の直前には、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズが位置しているズームレンズ系。

【請求項 30】

請求項 1 ~ 29 のいずれかに記載のズームレンズ系において、

前記第 1 レンズ群中の前記負メニスカスレンズの像側には、1 枚または 2 枚の正レンズが位置しているズームレンズ系。

【請求項 31】

請求項 2 ~ 30 のいずれかに記載のズームレンズ系において、

短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第 1 レンズ群が物体側に移動するズームレンズ系。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、監視カメラ、デジタルカメラ、交換レンズに適用されるズームレンズ系に関する。

【背景技術】

【0002】

近年は小型で、さらなる高変倍化、特に望遠撮影のためにさらに望遠側の焦点距離を伸ばしたズームレンズ系が要望されている。一般に、望遠域の焦点距離を含むズームレンズ系は、望遠側の焦点距離ほど収差が拡大され、特に軸上色収差や倍率色収差が問題となる

10

20

30

40

50

。また、望遠側ほどレンズに入射する瞳径が大きくなり、瞳径に大きく依存する球面収差やコマ収差が増大し、ズーム比を大きくするほど、ズーム時の像面湾曲や非点収差の変動が大きくなる。近年のカメラはより高画素化に向かい、これらの収差補正をバランスよく除去することが求められている。

【 0 0 0 3 】

望遠域を含むズームレンズ系として、一般にポジティブリード型がよく用いられている。例えば、特許文献 1 には、物体側から順に、正、負、正、負、正の 5 つのレンズ群から構成された 5 群ズームレンズ系、及び、物体側から順に、正、負、正、正、負、正の 6 つのレンズ群から構成された 6 群ズームレンズ系が開示されている。また特許文献 2 には、物体側から順に、正、負、正の 3 つのレンズ群から構成された 3 群ズームレンズ系、及び、物体側から順に、正、負、正、負、正の 5 つのレンズ群から構成された 5 群ズームレンズ系が開示されている。さらに特許文献 3 には、物体側から順に、正、負、正の 3 つのレンズ群から構成された 3 群ズームレンズ系、及び、物体側から順に、正、負、正、正の 4 つのレンズ群から構成された 4 群ズームレンズ系が開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 1 - 2 0 9 3 4 7 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 1 - 0 9 9 9 2 4 号公報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 8 - 1 2 2 7 7 5 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、特許文献 1 のズームレンズ系は、球面収差や非点収差の補正が不十分であり、特許文献 2、3 のズームレンズ系は、望遠側の軸上色収差、特に 2 次スペクトルが多く残存するため、特許文献 1 - 3 のいずれのズームレンズ系も光学性能が劣化しがちである。

【 0 0 0 6 】

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、ポジティブリード型のズームレンズ系において諸収差を良好に補正して優れた光学性能を実現することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

本発明のズームレンズ系は、物体側から順に、正の屈折力の第 1 レンズ群と、該第 1 レンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；第 1 レンズ群は、物体側から順に、1 枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた 1 枚の負メニスカスレンズと、1 枚以上の正レンズとから構成されていること；短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第 1 レンズ群が物体側に移動するとともに、第 1 レンズ群と後続レンズ群の間隔が増大すること；前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；及び次の条件式 (1)、(2) を満足すること；を特徴としている。

$$(1) \quad f_{G1} / f_n < - 1 . 5 0$$

$$(2) \quad 6 5 < p a v e$$

但し、

f_{G1} : 第 1 レンズ群の焦点距離、

f_n : 前記第 1 レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

$p a v e$: 第 1 レンズ群中の正レンズの d 線に対するアッペ数の平均値、である。

本発明のズームレンズ系は、物体側から順に、正の屈折力の第 1 レンズ群と、該第 1 レンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；第 1 レンズ群は、物体側から順に、

10

20

30

40

50

1枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた1枚の負メニスカスレンズと、2枚以上の正レンズとから構成されていること；短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と後続レンズ群の間隔が増大すること；前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；及び次の条件式(1)、(2)を満足すること；を特徴としている。

$$(1) \quad f_{G1} / f_n < -1.50$$

$$(2) \quad 65 < p_{ave}$$

但し、

f_{G1} ：第1レンズ群の焦点距離、

f_n ：前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

p_{ave} ：第1レンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数の平均値、である。

本発明のズームレンズ系は、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；第1レンズ群は、物体側から順に、1枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた1枚の負メニスカスレンズと、1枚以上の正レンズとから構成されていること；短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と後続レンズ群の間隔が増大すること；前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；前記後続レンズ群は、少なくとも1つの負の屈折力のレンズ群を含んでいること；及び次の条件式(1)、(2)、(3")を満足すること；を特徴としている。

$$(1) \quad f_{G1} / f_n < -1.50$$

$$(2) \quad 65 < p_{ave}$$

$$(3") \quad f_{G1} / f_{Gn} > -3.967$$

但し、

f_{G1} ：第1レンズ群の焦点距離、

f_n ：前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

p_{ave} ：第1レンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数の平均値、

f_{Gn} ：後続レンズ群に含まれる負の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に位置する負の屈折力の第nレンズ群の焦点距離、である。

本発明のズームレンズ系は、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；第1レンズ群は、物体側から順に、1枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた1枚の負メニスカスレンズと、1枚以上の正レンズとから構成されていること；短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と後続レンズ群の間隔が増大すること；前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；及び次の条件式(1)、(2)、(4')を満足すること；を特徴としている。

$$(1) \quad f_{G1} / f_n < -1.50$$

$$(2) \quad 65 < p_{ave}$$

$$(4') \quad 1.650 < n_n < 1.835$$

但し、

f_{G1} ：第1レンズ群の焦点距離、

f_n ：前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

p_{ave} ：第1レンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数の平均値、

n_n ：前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズのd線に対する屈折率、

である。

本発明のズームレンズ系は、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レ

10

20

30

40

50

ンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；第1レンズ群は、物体側から順に、1枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた1枚の負メニスカスレンズと、1枚以上の正レンズとから構成されていること；短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と後続レンズ群の間隔が増大すること；前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；及び次の条件式(1)、(2)、(5")を満足すること；を特徴としている。

$$(1) \quad f_{G1} / f_n < -1.50$$

$$(2) \quad 65 < p_{ave}$$

$$(5") \quad 2.347 \leq f_{G1} / R_{1p} < 3.30$$

但し、

f_{G1} ：第1レンズ群の焦点距離、

f_n ：前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

p_{ave} ：第1レンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数の平均値、

R_{1p} ：第1レンズ群の最も物体側の面の近軸曲率半径、
である。

本発明のズームレンズ系は、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；第1レンズ群は、物体側から順に、1枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた1枚の負メニスカスレンズと、1枚以上の正レンズとから構成されていること；短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と後続レンズ群の間隔が増大すること；前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；及び次の条件式(1)、(2)、(6")を満足すること；を特徴としている。

$$(1) \quad f_{G1} / f_n < -1.50$$

$$(2) \quad 65 < p_{ave}$$

$$(6") \quad 1.30 < (R_{1n} + R_{2n}) / (R_{1n} - R_{2n}) \leq 2.293$$

但し、

f_{G1} ：第1レンズ群の焦点距離、

f_n ：前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

p_{ave} ：第1レンズ群中の正レンズのd線に対するアッペ数の平均値、

R_{1n} ：前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの物体側の面の近軸曲率半径、

R_{2n} ：前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの像側の面の近軸曲率半径、
である。

本発明のズームレンズ系は、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；第1レンズ群は、物体側から順に、1枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた1枚の負メニスカスレンズと、1枚以上の正レンズとから構成されていること；短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と後続レンズ群の間隔が増大すること；前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；前記後続レンズ群は、少なくとも1つの負の屈折力のレンズ群を含んでおり、前記後続レンズ群に含まれる負の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に位置する負の屈折力の第nレンズ群は、最も物体側に負レンズを有していること；及び次の条件式(1)、(2)、(7)を満足すること；を特徴としている。

$$(1) \quad f_{G1} / f_n < -1.50$$

$$(2) \quad 65 < p_{ave}$$

$$(7) \quad f_{Gn} / R_{2Gn} < -1.10$$

但し、

f_{G1} ：第1レンズ群の焦点距離、

f_n ：前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

10

20

30

40

50

$pave$: 第1レンズ群中の正レンズの d 線に対するアッペ数の平均値、
 fGn : 第 n レンズ群の焦点距離、
 $R2Gn$: 第 n レンズ群中の最も物体側の負レンズの像側の面の近軸曲率半径、
 である。

本発明のズームレンズ系は、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；第1レンズ群は、物体側から順に、1枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた1枚の負メニスカスレンズと、1枚以上の正レンズとから構成されていること；短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と後続レンズ群の間隔が増大すること；前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；前記後続レンズ群は、少なくとも1つの負の屈折力のレンズ群を含んでおり、前記後続レンズ群に含まれる負の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に位置する負の屈折力の第 n レンズ群は、最も像側に負レンズを有していること；及び次の条件式(1)、(2)を満足すること；を特徴としている。

$$(1) fG1 / fn < -1.50$$

$$(2) 65 < pave$$

但し、

$fG1$: 第1レンズ群の焦点距離、

fn : 前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

$pave$: 第1レンズ群中の正レンズの d 線に対するアッペ数の平均値、
 である。

本発明のズームレンズ系は、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；第1レンズ群は、物体側から順に、1枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた1枚の負メニスカスレンズと、1枚以上の正レンズとから構成されていること；短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と後続レンズ群の間隔が増大すること；前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；及び次の条件式(1)、(2)、(11")を満足すること；を特徴としている。

$$(1) fG1 / fn < -1.50$$

$$(2) 65 < pave$$

$$(11") 3.50 < fG1 / R2n$$

但し、

$fG1$: 第1レンズ群の焦点距離、

fn : 前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

$pave$: 第1レンズ群中の正レンズの d 線に対するアッペ数の平均値、

$R2n$: 前記第1レンズ群中の前記負メニスカスレンズの像側の面の近軸曲率半径、
 である。

本発明のズームレンズ系は、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群と、該第1レンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；第1レンズ群は、物体側から順に、1枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた1枚の負メニスカスレンズと、1枚以上の正レンズとから構成されていること；短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と後続レンズ群の間隔が増大すること；前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；及び次の条件式(1)、(2)、(12")を満足すること；を特徴としている。

$$(1) fG1 / fn < -1.50$$

$$(2) 65 < pave$$

$$(12") 4.00 < fG1 / 1Gd \quad 7.022$$

但し、

10

20

30

40

50

f G 1 : 第 1 レンズ群の焦点距離、

f n : 前記第 1 レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

p a v e : 第 1 レンズ群中の正レンズの d 線に対するアッペ数の平均値、

1 G d : 第 1 レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、
である。

本発明のズームレンズ系は、物体側から順に、正の屈折力の第 1 レンズ群と、該第 1 レンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；第 1 レンズ群は、物体側から順に、1 枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた 1 枚の負メニスカスレンズと、1 枚以上の正レンズとから構成されていること；短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第 1 レンズ群と後続レンズ群の間隔が増大すること；前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；及び次の条件式 (1)、(2)、(1 3 X) を満足すること；を特徴としている。

$$(1) f G 1 / f n < - 1 . 5 0$$

$$(2) 6 5 < p a v e$$

$$(1 3 X) 2 . 5 0 < f G 1 / f w$$

但し、

f G 1 : 第 1 レンズ群の焦点距離、

f n : 前記第 1 レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

p a v e : 第 1 レンズ群中の正レンズの d 線に対するアッペ数の平均値、

f w : 短焦点距離端における全系の焦点距離、

である。

本発明のズームレンズ系は、物体側から順に、正の屈折力の第 1 レンズ群と、該第 1 レンズ群に後続する後続レンズ群とを有していること；第 1 レンズ群は、物体側から順に、1 枚以上の正単レンズと、物体側に凸面を向けた 1 枚の負メニスカスレンズと、1 枚以上の正レンズとから構成されていること；短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第 1 レンズ群と後続レンズ群の間隔が増大すること；前記後続レンズ群は複数のレンズ群を有しており、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、前記後続レンズ群を構成するレンズ群同士の間隔が変化すること；及び次の条件式 (1)、(2)、(1 4 X) を満足すること；を特徴としている。

$$(1) f G 1 / f n < - 1 . 5 0$$

$$(2) 6 5 < p a v e$$

$$(1 4 X) 1 . 1 0 < f G 1 / (f w \times f t) ^ { 1 / 2 }$$

但し、

f G 1 : 第 1 レンズ群の焦点距離、

f n : 前記第 1 レンズ群中の前記負メニスカスレンズの焦点距離、

p a v e : 第 1 レンズ群中の正レンズの d 線に対するアッペ数の平均値、

f w : 短焦点距離端における全系の焦点距離、

f t : 長焦点距離端における全系の焦点距離、

である。

【 0 0 0 8 】

本発明のズームレンズ系は、条件式 (1) が規定する条件式範囲の中でも、次の条件式 (1 ') を満足することが好ましい。

$$(1 ') - 3 . 3 0 < f G 1 / f n < - 1 . 5 0$$

【 0 0 0 9 】

本発明のズームレンズ系は、条件式 (2) が規定する条件式範囲の中でも、次の条件式 (2 ') を満足することが好ましい。

$$(2 ') 6 7 < p a v e$$

【 0 0 1 0 】

後続レンズ群は、少なくとも 1 つの負の屈折力のレンズ群を含んでおり、後続レンズ群

に含まれる負の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に位置する負の屈折力の第 n レンズ群は、最も物体側に負レンズを有していることができる。

【0011】

後続レンズ群は、少なくとも1つの負の屈折力のレンズ群を含んでおり、次の条件式(3)を満足することが好ましい。

$$(3) f_{G1} / f_{Gn} < -0.70$$

但し、

f_{G1} : 第1レンズ群の焦点距離、

f_{Gn} : 後続レンズ群に含まれる負の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に位置する負の屈折力の第 n レンズ群の焦点距離、

10

である。

【0012】

本発明のズームレンズ系は、条件式(3)が規定する条件式範囲の中でも、次の条件式(3')を満足することが好ましい。

$$(3') -5.50 < f_{G1} / f_{Gn} < -0.70$$

【0013】

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。

$$(4) 1.650 < n_n$$

但し、

n_n : 第1レンズ群中の負メニスカスレンズの d 線に対する屈折率、

20

である。

【0014】

本発明のズームレンズ系は、条件式(4)が規定する条件式範囲の中でも、次の条件式(4')を満足することが好ましい。

$$(4') 1.650 < n_n < 1.835$$

【0015】

本発明のズームレンズ系は、次の条件式(5)を満足することが好ましい。

$$(5) 1.40 < f_{G1} / R_{1p} < 3.30$$

但し、

f_{G1} : 第1レンズ群の焦点距離、

30

R_{1p} : 第1レンズ群の最も物体側の面の近軸曲率半径、

である。

【0016】

本発明のズームレンズ系は、次の条件式(6)を満足することが好ましい。

$$(6) 1.30 < (R_{1n} + R_{2n}) / (R_{1n} - R_{2n})$$

但し、

R_{1n} : 第1レンズ群中の負メニスカスレンズの物体側の面の近軸曲率半径、

R_{2n} : 第1レンズ群中の負メニスカスレンズの像側の面の近軸曲率半径、

である。

【0017】

40

本発明のズームレンズ系は、条件式(6)が規定する条件式範囲の中でも、次の条件式(6')を満足することが好ましい。

$$(6') 1.30 < (R_{1n} + R_{2n}) / (R_{1n} - R_{2n}) < 3.30$$

【0018】

後続レンズ群は、少なくとも1つの負の屈折力のレンズ群を含んでおり、後続レンズ群に含まれる負の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に位置する負の屈折力の第 n レンズ群は、最も物体側に負レンズを有しており、次の条件式(7)を満足することが好ましい

。

$$(7) f_{Gn} / R_{2Gn} < -1.10$$

但し、

50

f_{Gn} : 第 n レンズ群の焦点距離、

R_{2Gn} : 第 n レンズ群中の最も物体側の負レンズの像側の面の近軸曲率半径、
である。

【0019】

本発明のズームレンズ系は、条件式 (7) が規定する条件式範囲の中でも、次の条件式 (7') を満足することが好ましい。

$$(7') -3.60 < f_{Gn} / R_{2Gn} < -1.10$$

【0020】

後続レンズ群は、少なくとも1つの負の屈折力のレンズ群を含んでおり、後続レンズ群に含まれる負の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に位置する負の屈折力の第 n レンズ群は、最も物体側から順に、負レンズと、正レンズとを有していることができる。

10

【0021】

後続レンズ群は、少なくとも1つの負の屈折力のレンズ群を含んでおり、後続レンズ群に含まれる負の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に位置する負の屈折力の第 n レンズ群は、最も像側に負レンズを有していることができる。

【0022】

第 n レンズ群中の最も像側の負レンズは、物体側に凹面を向けており、次の条件式 (8) を満足することができる。

$$(8) 2.9 < G_n$$

但し、

20

G_n : 第 n レンズ群中の最も像側の負レンズの d 線に対するアッペ数、
である。

【0023】

本発明のズームレンズ系は、条件式 (8) が規定する条件式範囲の中でも、次の条件式 (8') を満足することが好ましい。

$$(8') 3.7 < G_n$$

【0024】

後続レンズ群は、少なくとも1つの負の屈折力のレンズ群を含んでおり、後続レンズ群に含まれる負の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に位置する負の屈折力の第 n レンズ群は、第1レンズ群の像側の直後に位置する負の屈折力の第2レンズ群であることができる。

30

【0025】

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。

$$(9) \quad g_{Fn} - (0.6440 - 0.001682 \times n) < 0$$

但し、

n : 第1レンズ群中の負メニスカスレンズの d 線に対するアッペ数、

g_{Fn} : 第1レンズ群中の負メニスカスレンズの短波長側における部分分散比、

$$g_F = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$$

n_g : g 線に対する屈折率、

n_F : F 線に対する屈折率、

n_C : C 線に対する屈折率、

である。

40

【0026】

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。

$$(10) 3.4 < n$$

但し、

n : 第1レンズ群中の負メニスカスレンズの d 線に対するアッペ数、

である。

【0027】

本発明のズームレンズ系は、条件式 (10) が規定する条件式範囲の中でも、次の条件

50

式(10')を満足することが好ましい。

$$(10') \quad 3.4 < n < 5.0$$

【0028】

本発明のズームレンズ系は、次の条件式(11)を満足することが好ましい。

$$(11) \quad 2.40 < f_{G1} / R_{2n}$$

但し、

f_{G1} ：第1レンズ群の焦点距離、

R_{2n} ：第1レンズ群中の負メニスカスレンズの像側の面の近軸曲率半径、
である。

【0029】

本発明のズームレンズ系は、条件式(11)が規定する条件式範囲の中でも、次の条件式(11')を満足することが好ましい。

$$(11') \quad 3.50 < f_{G1} / R_{2n} < 5.10$$

【0030】

本発明のズームレンズ系は、次の条件式(12)を満足することが好ましい。

$$(12) \quad 4.00 < f_{G1} / 1Gd < 13.00$$

但し、

f_{G1} ：第1レンズ群の焦点距離、

$1Gd$ ：第1レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、
である。

【0031】

本発明のズームレンズ系は、次の条件式(13)を満足することが好ましい。

$$(13) \quad 0.80 < f_{G1} / f_w$$

但し、

f_{G1} ：第1レンズ群の焦点距離、

f_w ：短焦点距離端における全系の焦点距離、
である。

【0032】

本発明のズームレンズ系は、条件式(13)が規定する条件式範囲の中でも、次の条件式(13')、さらには条件式(13'')を満足することが好ましい。

$$(13') \quad 1.40 < f_{G1} / f_w < 9.80$$

$$(13'') \quad 2.50 < f_{G1} / f_w < 6.60$$

【0033】

本発明のズームレンズ系は、次の条件式(14)を満足することが好ましい。

$$(14) \quad 0.60 < f_{G1} / (f_w \times f_t)^{1/2}$$

但し、

f_{G1} ：第1レンズ群の焦点距離、

f_w ：短焦点距離端における全系の焦点距離、

f_t ：長焦点距離端における全系の焦点距離、
である。

【0034】

本発明のズームレンズ系は、条件式(14)が規定する条件式範囲の中でも、次の条件式(14')、さらには条件式(14'')を満足することが好ましい。

$$(14') \quad 1.10 < f_{G1} / (f_w \times f_t)^{1/2} < 2.50$$

$$(14'') \quad 1.10 < f_{G1} / (f_w \times f_t)^{1/2} < 2.00$$

【0035】

第1レンズ群中の負メニスカスレンズの物体側の直前には、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズが位置していることができる。

【0036】

第1レンズ群中の負メニスカスレンズの像側には、1枚または2枚の正レンズが位置し

10

20

30

40

50

ていることができる。

【 0 0 3 7 】

短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第 1 レンズ群が物体側に移動することができる。

【 発 明 の 効 果 】

【 0 0 3 8 】

本発明によれば、ポジティブリード型のズームレンズ系において諸収差を良好に補正して優れた光学性能を実現することができる。

【 図 面 の 簡 単 な 説 明 】

【 0 0 3 9 】

【 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。

【 図 2 】 図 2 (A) ~ (D) は図 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 3 (A) ~ (D) は図 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横収差図である。

【 図 4 】 図 4 (A) ~ (D) は図 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 】 図 5 (A) ~ (D) は図 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横収差図である。

【 図 6 】 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 7 】 図 7 (A) ~ (D) は図 6 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 8 】 図 8 (A) ~ (D) は図 6 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横収差図である。

【 図 9 】 図 9 (A) ~ (D) は図 6 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 1 0 】 図 1 0 (A) ~ (D) は図 6 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横収差図である。

【 図 1 1 】 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 1 2 】 図 1 2 (A) ~ (D) は図 1 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 1 3 】 図 1 3 (A) ~ (D) は図 1 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横収差図である。

【 図 1 4 】 図 1 4 (A) ~ (D) は図 1 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 1 5 】 図 1 5 (A) ~ (D) は図 1 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横収差図である。

【 図 1 6 】 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 1 7 】 図 1 7 (A) ~ (D) は図 1 6 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 1 8 】 図 1 8 (A) ~ (D) は図 1 6 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横収差図である。

【 図 1 9 】 図 1 9 (A) ~ (D) は図 1 6 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 0 】 図 2 0 (A) ~ (D) は図 1 6 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横収差図である。

10

20

30

40

50

【図 2 1】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 2 2】図 2 2 (A) ~ (D) は図 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 3 (A) ~ (D) は図 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横収差図である。

【図 2 4】図 2 4 (A) ~ (D) は図 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】図 2 5 (A) ~ (D) は図 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横収差図である。

10

【図 2 6】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焦時のレンズ構成図である。

【図 2 7】図 2 7 (A) ~ (D) は図 2 6 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 8】図 2 8 (A) ~ (D) は図 2 6 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横収差図である。

【図 2 9】図 2 9 (A) ~ (D) は図 2 6 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 3 0】図 3 0 (A) ~ (D) は図 2 6 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横収差図である。

20

【図 3 1】本発明によるズームレンズ系の数値実施例 7 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 3 2】図 3 2 (A) ~ (D) は図 3 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 3】図 3 3 (A) ~ (D) は図 3 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横収差図である。

【図 3 4】図 3 4 (A) ~ (D) は図 3 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 3 5】図 3 5 (A) ~ (D) は図 3 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横収差図である。

30

【図 3 6】本発明によるズームレンズ系の数値実施例 8 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 3 7】図 3 7 (A) ~ (D) は図 3 6 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 8】図 3 8 (A) ~ (D) は図 3 6 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横収差図である。

【図 3 9】図 3 9 (A) ~ (D) は図 3 6 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 4 0】図 4 0 (A) ~ (D) は図 3 6 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横収差図である。

40

【図 4 1】本発明によるズームレンズ系の数値実施例 9 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 4 2】図 4 2 (A) ~ (D) は図 4 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 4 3】図 4 3 (A) ~ (D) は図 4 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横収差図である。

【図 4 4】図 4 4 (A) ~ (D) は図 4 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 4 5】図 4 5 (A) ~ (D) は図 4 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横収差図である。

50

【図 70】図 70 (A) ~ (D) は図 66 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横収差図である。

【図 7 1】本発明によるズームレンズ系の数値実施例 1 のズーム軌跡を示す簡易移動図である。

【図 7 2】本発明によるズームレンズ系の数値実施例 2 のズーム軌跡を示す簡易移動図である。

【図 7 3】本発明によるズームレンズ系の数値実施例 3 のズーム軌跡を示す簡易移動図である。

【図 7 4】本発明によるズームレンズ系の数値実施例 4 のズーム軌跡を示す簡易移動図である。

【図 7 5】本発明によるズームレンズ系の数値実施例 5 のズーム軌跡を示す簡易移動図である。

10

【図 7 6】本発明によるズームレンズ系の数値実施例 6 のズーム軌跡を示す簡易移動図である。

【図 7 7】本発明によるズームレンズ系の数値実施例 7 のズーム軌跡を示す簡易移動図である。

【図 7 8】本発明によるズームレンズ系の数値実施例 8 のズーム軌跡を示す簡易移動図である。

【図 7 9】本発明によるズームレンズ系の数値実施例 9 のズーム軌跡を示す簡易移動図である。

【図 8 0】本発明によるズームレンズ系の数値実施例 1 0 のズーム軌跡を示す簡易移動図である。

20

【図 8 1】本発明によるズームレンズ系の数値実施例 1 1 のズーム軌跡を示す簡易移動図である。

【図 8 2】本発明によるズームレンズ系の数値実施例 1 2 のズーム軌跡を示す簡易移動図である。

【図 8 3】本発明によるズームレンズ系の数値実施例 1 3、1 4 のズーム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】

【0040】

正負正負の 4 群ズームレンズ系

本実施形態のズームレンズ系は、数値実施例 1 - 5 では、図 7 1 - 図 7 5 の簡易移動図に示すように、物体側から順に、正の屈折力の第 1 レンズ群 G 1 A と、負の屈折力の第 2 レンズ群（後続レンズ群、第 n レンズ群）G 2 A と、正の屈折力の第 3 レンズ群（後続レンズ群）G 3 A と、負の屈折力の第 4 レンズ群（後続レンズ群）G 4 A とから構成されている。第 3 レンズ群 G 3 A には第 3 レンズ群 G 3 A と一体に移動する絞り S が含まれている。I は像面である。

30

【0041】

短焦点距離端（Wide）から長焦点距離端（Tele）への変倍に際し、各レンズ群は次のように挙動する。

第 1 レンズ群 G 1 A は、数値実施例 1 - 5 を通じて、単調に物体側に移動する（図 7 1 - 図 7 5）。

40

第 2 レンズ群 G 2 A は、数値実施例 1、3、4 では、一旦像側に移動した後に物体側に戻り（図 7 1、図 7 3、図 7 4）、数値実施例 2、5 では、単調に像側に移動する（図 7 2、図 7 5）。

第 3 レンズ群 G 3 A は、数値実施例 1、3、4 では、一旦像側に移動した後に短焦点距離端の位置を超えて物体側に移動し（図 7 1、図 7 3、図 7 4）、数値実施例 2、5 では、単調に物体側に移動する（図 7 2、図 7 5）。

第 4 レンズ群 G 4 A は、数値実施例 1 - 5 を通じて、一旦像側に移動した後に短焦点距離端の位置を超えて物体側に移動する（図 7 1 - 図 7 5）。

その結果、第 1 レンズ群 G 1 A と第 2 レンズ群 G 2 A の間隔が増大し、第 2 レンズ群 G 2 A と第 3 レンズ群 G 3 A の間隔が減少し、第 3 レンズ群 G 3 A と第 4 レンズ群 G 4 A の

50

間隔が増大または減少する。

なお、変倍に際しての各レンズ群の挙動には自由度があり、種々の設計変更が可能である。

【0042】

無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングは第4レンズ群G4Aを像側に移動させることによって行う（第4レンズ群G4Aがフォーカスレンズ群を構成する）。

【0043】

第1レンズ群G1Aは、数値実施例1-4では、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ11Aと、物体側に凸の負メニスカスレンズ12Aと、物体側に凸の正メニスカスレンズ13Aとからなる。負メニスカスレンズ12Aと正メニスカスレンズ13Aは、数値実施例1、2、4では接合されており、数値実施例3では接合されていない。

第1レンズ群G1Aは、数値実施例5では、物体側から順に、両凸正レンズ11A'と、物体側に凸の正メニスカスレンズ12A'と、物体側に凸の負メニスカスレンズ13A'と、物体側に凸の正メニスカスレンズ14A'とからなる。負メニスカスレンズ13A'と正メニスカスレンズ14A'は接合されている。

【0044】

第2レンズ群（第nレンズ群）G2Aは、数値実施例1-3では、物体側から順に、両凹負レンズ21Aと、物体側に凸の正メニスカスレンズ22Aと、両凹負レンズまたは像側に凸の負メニスカスレンズ23Aとからなる。両凹負レンズ21Aと正メニスカスレンズ22Aは接合されている。

第2レンズ群（第nレンズ群）G2Aは、数値実施例4では、物体側から順に、両凹負レンズ21A'と、両凸正レンズ22A'と、像側に凸の負メニスカスレンズ23A'と、両凸正レンズ24A'と、両凸正レンズ25A'と、両凹負レンズ26A'とからなる。両凹負レンズ21A'と両凸正レンズ22A'は接合されており、両凸正レンズ25A'と両凹負レンズ26A'は接合されている。

第2レンズ群（第nレンズ群）G2Aは、数値実施例5では、物体側から順に、両凹負レンズ21A''と、物体側に凸の正メニスカスレンズ22A''と、両凹負レンズ23A''と、像側に凸の負メニスカスレンズ24A''とからなる。両凹負レンズ21A''と正メニスカスレンズ22A''は接合されている。

【0045】

正負負正負の5群ズームレンズ系

本実施形態のズームレンズ系は、数値実施例6では、図76の簡易移動図に示すように、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群G1Bと、負の屈折力の第2レンズ群（後続レンズ群、第nレンズ群）G2Bと、負の屈折力の第3レンズ群（後続レンズ群）G3Bと、正の屈折力の第4レンズ群（後続レンズ群）G4Bと、負の屈折力の第5レンズ群（後続レンズ群）G5Bとから構成されている。第3レンズ群G3Bには第3レンズ群G3Bと一体に移動する絞りSが含まれている。Iは像面である。

【0046】

短焦点距離端（Wide）から長焦点距離端（Tele）への変倍に際し、第1レンズ群G1Bと第2レンズ群G2Bと第3レンズ群G3Bと第5レンズ群G5Bが単調に物体側に移動し、第4レンズ群G4Bが一旦像側に移動した後に短焦点距離端の位置を超えて物体側に移動する。

その結果、第1レンズ群G1Bと第2レンズ群G2Bの間隔が増大し、第2レンズ群G2Bと第3レンズ群G3Bの間隔が増大し、第3レンズ群G3Bと第4レンズ群G4Bの間隔が増大し、第4レンズ群G4Bと第5レンズ群G5Bの間隔が減少する。

なお、変倍に際しての各レンズ群の挙動には自由度があり、種々の設計変更が可能である。

【0047】

無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングは第4レンズ群G4Bを物体側に移動させることによって行う（第4レンズ群G4Bがフォーカスレンズ群を構成する）。

【 0 0 4 8 】

第1レンズ群G1Bは、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ11Bと、物体側に凸の負メニスカスレンズ12Bと、物体側に凸の正メニスカスレンズ13Bとからなる。負メニスカスレンズ12Bと正メニスカスレンズ13Bは接合されている。

【 0 0 4 9 】

第2レンズ群（第nレンズ群）G2Bは、物体側から順に、両凹負レンズ21Bと、両凸正レンズ22Bと、像側に凸の負メニスカスレンズ23Bとからなる。両凹負レンズ21Bと両凸正レンズ22Bは接合されている。

【 0 0 5 0 】

正正負正負の5群ズームレンズ系

10

本実施形態のズームレンズ系は、数値実施例7では、図77の簡易移動図に示すように、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群G1Cと、正の屈折力の第2レンズ群（後続レンズ群）G2Cと、負の屈折力の第3レンズ群（後続レンズ群、第nレンズ群）G3Cと、正の屈折力の第4レンズ群（後続レンズ群）G4Cと、負の屈折力の第5レンズ群（後続レンズ群）G5Cとから構成されている。第4レンズ群G4Cには第4レンズ群G4Cと一体に移動する絞りSが含まれている。Iは像面である。

【 0 0 5 1 】

短焦点距離端（Wide）から長焦点距離端（Tele）への変倍に際し、第1レンズ群G1Cと第4レンズ群G4Cと第5レンズ群G5Cが単調に物体側に移動し、第2レンズ群G2C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3レンズ群G3Cが単調に像側に移動する。

20

その結果、第1レンズ群G1Cと第2レンズ群G2Cの間隔が増大し、第2レンズ群G2Cと第3レンズ群G3Cの間隔が増大し、第3レンズ群G3Cと第4レンズ群G4Cの間隔が減少し、第4レンズ群G4Cと第5レンズ群G5Cの間隔が減少する。

なお、変倍に際しての各レンズ群の挙動には自由度があり、種々の設計変更が可能である。

【 0 0 5 2 】

無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングは第5レンズ群G5Cを像側に移動させることによって行う（第5レンズ群G5Cがフォーカスレンズ群を構成する）。

【 0 0 5 3 】

30

第1レンズ群G1Cは、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ11Cと、物体側に凸の負メニスカスレンズ12Cと、物体側に凸の正メニスカスレンズ13Cとからなる。負メニスカスレンズ12Cと正メニスカスレンズ13Cは接合されている。

【 0 0 5 4 】

第3レンズ群（第nレンズ群）G3Cは、物体側から順に、両凹負レンズ31Cと、物体側に凸の正メニスカスレンズ32Cと、両凹負レンズ33Cとからなる。両凹負レンズ31Cと正メニスカスレンズ32Cは接合されている。

【 0 0 5 5 】

正負正負正の5群ズームレンズ系

40

本実施形態のズームレンズ系は、数値実施例8では、図78の簡易移動図に示すように、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群G1Dと、負の屈折力の第2レンズ群（後続レンズ群、第nレンズ群）G2Dと、正の屈折力の第3レンズ群（後続レンズ群）G3Dと、負の屈折力の第4レンズ群（後続レンズ群）G4Dと、正の屈折力の第5レンズ群（後続レンズ群）G5Dとから構成されている。第3レンズ群G3Dには第3レンズ群G3Dと一体に移動する絞りSが含まれている。Iは像面である。

【 0 0 5 6 】

短焦点距離端（Wide）から長焦点距離端（Tele）への変倍に際し、第1レンズ群G1Dと第3レンズ群G3Dと第4レンズ群G4Dと第5レンズ群G5Dが単調に物体側に移動し、第2レンズ群G2Dが一旦像側に移動した後に物体側に戻る。このとき第3レンズ群G3Dと第5レンズ群G5Dは一体に移動する。

50

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

なお、変倍に際しての各レンズ群の挙動には自由度があり、種々の設計変更が可能である。

【0057】

無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングは第4レンズ群G 4 Dを像側に移動させることによって行う（第4レンズ群G 4 Dがフォーカスレンズ群を構成する）。

【0058】

第1レンズ群G 1 Dは、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ1 1 Dと、物体側に凸の負メニスカスレンズ1 2 Dと、物体側に凸の正メニスカスレンズ1 3 Dとからなる。負メニスカスレンズ1 2 Dと正メニスカスレンズ1 3 Dは接合されている。

10

【0059】

第2レンズ群（第nレンズ群）G 2 Dは、物体側から順に、両凹負レンズ2 1 Dと、物体側に凸の正メニスカスレンズ2 2 Dと、像側に凸の負メニスカスレンズ2 3 Dとからなる。両凹負レンズ2 1 Dと正メニスカスレンズ2 2 Dは接合されている。

【0060】

正負正正負正の6群ズームレンズ系

本実施形態のズームレンズ系は、数値実施例9では、図79の簡易移動図に示すように、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群G 1 Eと、負の屈折力の第2レンズ群（後続レンズ群、第nレンズ群）G 2 Eと、正の屈折力の第3レンズ群（後続レンズ群）G 3 Eと、正の屈折力の第4レンズ群（後続レンズ群）G 4 Eと、負の屈折力の第5レンズ群（後続レンズ群）G 5 Eと、正の屈折力の第6レンズ群（後続レンズ群）G 6 Eとから構成されている。第3レンズ群G 3 Eには第3レンズ群G 3 Eと一体に移動する絞りSが含まれている。Iは像面である。

20

【0061】

短焦点距離端（Wide）から長焦点距離端（Tele）への変倍に際し、第1レンズ群G 1 Eと第3レンズ群G 3 Eと第4レンズ群G 4 Eと第5レンズ群G 5 Eと第6レンズ群G 6 Eが単調に物体側に移動し、第2レンズ群G 2 Eが像面Iに対して固定されている（光軸方向に移動しない）。このとき第4レンズ群G 4 Eと第6レンズ群G 6 Eは一体に移動する。

30

その結果、第1レンズ群G 1 Eと第2レンズ群G 2 Eの間隔が増大し、第2レンズ群G 2 Eと第3レンズ群G 3 Eの間隔が減少し、第3レンズ群G 3 Eと第4レンズ群G 4 Eの間隔が増大し、第4レンズ群G 4 Eと第5レンズ群G 5 Eの間隔が減少し、第5レンズ群G 5 Eと第6レンズ群G 6 Eの間隔が増大する。

なお、変倍に際しての各レンズ群の挙動には自由度があり、種々の設計変更が可能である。

【0062】

無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングは第5レンズ群G 5 Eを像側に移動させることによって行う（第5レンズ群G 5 Eがフォーカスレンズ群を構成する）。

40

【0063】

第1レンズ群G 1 Eは、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ1 1 Eと、物体側に凸の負メニスカスレンズ1 2 Eと、物体側に凸の正メニスカスレンズ1 3 Eとからなる。負メニスカスレンズ1 2 Eと正メニスカスレンズ1 3 Eは接合されている。

【0064】

第2レンズ群（第nレンズ群）G 2 Eは、物体側から順に、両凹負レンズ2 1 Eと、物体側に凸の正メニスカスレンズ2 2 Eと、像側に凸の負メニスカスレンズ2 3 Eとからなる。両凹負レンズ2 1 Eと正メニスカスレンズ2 2 Eは接合されている。

【0065】

正負正の3群ズームレンズ系

50

本実施形態のズームレンズ系は、数値実施例 10 - 12 では、図 80 - 図 82 の簡易移動図に示すように、物体側から順に、正の屈折力の第 1 レンズ群 G1F と、負の屈折力の第 2 レンズ群（後続レンズ群、第 n レンズ群）G2F と、正の屈折力の第 3 レンズ群（後続レンズ群）G3F とから構成されている。第 3 レンズ群 G3F には第 3 レンズ群 G3F と一体に移動する絞り S が含まれている。I は像面である。

【0066】

短焦点距離端（Wide）から長焦点距離端（Tele）への変倍に際し、各レンズ群は次のように挙動する。

第 1 レンズ群 G1F と第 3 レンズ群 G3F は、数値実施例 10 - 12 を通じて、単調に物体側に移動する（図 80 - 図 82）。

10

第 2 レンズ群 G2F は、数値実施例 10、11 では、一旦物体側に移動した後に像側に戻り（図 80、図 81）、数値実施例 12 では、一旦像側に移動した後に物体側に戻る（図 82）。

その結果、第 1 レンズ群 G1F と第 2 レンズ群 G2F の間隔が増大し、第 2 レンズ群 G2F と第 3 レンズ群 G3F の間隔が減少する。

なお、変倍に際しての各レンズ群の挙動には自由度があり、種々の設計変更が可能である。

【0067】

無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングは第 2 レンズ群 G2F を物体側に移動させることによって行う（第 2 レンズ群 G2F がフォーカスレンズ群を構成する）。

20

【0068】

第 1 レンズ群 G1F は、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ 11F と、物体側に凸の負メニスカスレンズ 12F と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 13F とからなる。負メニスカスレンズ 12F と正メニスカスレンズ 13F は接合されている。

【0069】

第 2 レンズ群（第 n レンズ群）G2F は、物体側から順に、両凹負レンズ 21F と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 22F と、両凹負レンズ 23F とからなる。両凹負レンズ 21F と正メニスカスレンズ 22F は接合されている。

【0070】

正負負正の 4 群ズームレンズ系

30

本実施形態のズームレンズ系は、数値実施例 13、14 では、図 83 の簡易移動図に示すように、物体側から順に、正の屈折力の第 1 レンズ群 G1G と、負の屈折力の第 2 レンズ群（後続レンズ群、第 n レンズ群）G2G と、負の屈折力の第 3 レンズ群（後続レンズ群）G3G と、正の屈折力の第 4 レンズ群（後続レンズ群）G4G とから構成されている。第 4 レンズ群 G4G には第 4 レンズ群 G4G と一体に移動する絞り S が含まれている。I は像面である。

【0071】

短焦点距離端（Wide）から長焦点距離端（Tele）への変倍に際し、第 1 レンズ群 G1G と第 4 レンズ群 G4G 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 G2G と第 3 レンズ群 G3G が単調に像側に移動する。

40

その結果、第 1 レンズ群 G1G と第 2 レンズ群 G2G の間隔が増大し、第 2 レンズ群 G2G と第 3 レンズ群 G3G の間隔が減少し、第 3 レンズ群 G3G と第 4 レンズ群 G4G の間隔が減少する。

なお、変倍に際しての各レンズ群の挙動には自由度があり、種々の設計変更が可能である。

【0072】

無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングは第 1 レンズ群 G1G を物体側に移動させることによって行う（第 1 レンズ群 G1G がフォーカスレンズ群を構成する）。

【0073】

第 1 レンズ群 G1G は、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ 11G と、

50

物体側に凸の負メニスカスレンズ 1 2 G と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 1 3 G と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 1 4 G とからなる。負メニスカスレンズ 1 2 G と正メニスカスレンズ 1 3 G は接合されている。

【 0 0 7 4 】

第 2 レンズ群（第 n レンズ群）G 2 G は、物体側から順に、両凹負レンズ 2 1 G と、両凸正レンズ 2 2 G と、両凹負レンズ 2 3 G とからなる。両凹負レンズ 2 1 G と正メニスカスレンズ 2 2 G は、数値実施例 1 3 では接合されておらず、数値実施例 1 4 では接合されている。

【 0 0 7 5 】

全数値実施例 1 - 1 4 を纏めた本実施形態のズームレンズ系

10

本実施形態のズームレンズ系は、物体側から順に、正の屈折力の第 1 レンズ群（G 1 A ~ G 1 G）と、該第 1 レンズ群に後続する後続レンズ群（G 2 A ~ G 4 A、G 2 B ~ G 5 B、G 2 C ~ G 5 C、G 2 D ~ G 5 D、G 2 E ~ G 6 E、G 2 F ~ G 3 F、G 2 G ~ G 4 G）とを有する、いわゆるポジティブリード型のズームレンズ系において、ズーム全域で球面収差、コマ収差、非点収差、色収差等の各種の諸収差を良好に補正することで、光学性能を向上させることを可能とするものである。

【 0 0 7 6 】

一般的にズームレンズ系においては望遠側ほど入射瞳径が大きくなる。特に最も物体側の第 1 レンズ群は入射瞳径が最も大きい箇所であるため、本実施形態では、各種の諸収差を効率よく補正し且つ像面へと収束させるために、第 1 レンズ群の構成を工夫している。

20

【 0 0 7 7 】

より具体的に、第 1 レンズ群（G 1 A ~ G 1 G）は、物体側から順に、1 枚以上の正レンズ（1 1 A、1 1 A' と 1 2 A'、1 1 B、1 1 C、1 1 D、1 1 E、1 1 F、1 1 G）と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ（1 2 A、1 3 A'、1 2 B、1 2 C、1 2 D、1 2 E、1 2 F、1 2 G）と、1 枚以上の正レンズ（1 3 A、1 4 A'、1 3 B、1 3 C、1 3 D、1 3 E、1 3 F、1 3 G と 1 4 G）とを有している。

【 0 0 7 8 】

第 1 レンズ群中の最も物体側に正単レンズ（1 1 A、1 1 A'、1 1 B、1 1 C、1 1 D、1 1 E、1 1 F、1 1 G）を配置することで、最も大きい入射瞳径を効率的に収束させ、第 1 レンズ群中の後続レンズによる収差補正の負担を軽減することができる。仮に、第 1 レンズ群中の最も物体側に負レンズを配置すると、入射光が発散され、第 1 レンズ群中の後続レンズに入射する光束がさらに大きくなり、第 1 レンズ群中の後続レンズによる収差補正の負担が過大になってしまう。また仮に、第 1 レンズ群中の最も物体側の正レンズを負レンズとの接合レンズとすると、接合レンズ全体として正のパワーが弱まって収束作用が小さくなるとともに、負レンズとの接合作用により正レンズのパワーが強くなってしまい、接合レンズ単独で球面収差やコマ収差が発生してしまう。

30

【 0 0 7 9 】

また、第 1 レンズ群中の最も物体側から順に複数枚の正単レンズを配置することも可能である。これにより、それぞれの正単レンズが受け持つ収差補正の負担を小さくする（収差補正の負担を分担する）ことができ、より高い収差補正の効果が得られ、さらには望遠側の F ナンバーを小さくする（明るくする）ことが可能になる。

40

【 0 0 8 0 】

第 1 レンズ群中の最も物体側に位置する 1 枚以上の正単レンズに続けて、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ（1 2 A、1 3 A'、1 2 B、1 2 C、1 2 D、1 2 E、1 2 F、1 2 G）が配置されている。この負メニスカスレンズにある程度強い負のパワーを持たせることで、球面収差、コマ収差、色収差等を良好に補正することが可能になる。仮にこの負メニスカスレンズに代えて物体側に平面または凹面を向けた負レンズを用いた場合、面の法線と光線の入射角の角度差が大きくなって収差が大きくなって発生してしまう。特に、軸外の収差（コマ収差、非点収差、倍率色収差）は、第 1 レンズ群中の後続レンズで補正することが難しくなってしまう。

50

【0081】

第1レンズ群中の負メニスカスレンズに続けて、1枚以上の正レンズ（13A、14A'、13B、13C、13D、13E、13F、13Gと14G）が配置されている。負メニスカスレンズには収差補正上ある程度強い負のパワーを持たせなければならないため、負メニスカスレンズの像側の凹面で球面収差やコマ収差が発生し得る。負メニスカスレンズに続く1枚以上の正レンズは、この球面収差やコマ収差を補正する役割を持つ。

【0082】

ここで、負メニスカスレンズの像側の面とその直後の正レンズの物体側の面が相対的に偏芯することにより性能が低下するおそれがある。そこで、負メニスカスレンズの像側の面とその直後の正レンズの物体側の面を接合することで、製造誤差に起因する性能低下を軽減することができる。負メニスカスレンズの像側の面とその直後の正レンズの物体側の面を接合しない場合は、両レンズ（両面）の間にある程度の空気間隔を設け、両レンズ（両面）の曲率半径に差をつけることで、空気レンズとして球面収差やコマ収差の補正に利用することができる。この場合は、両レンズ（両面）の間に間隔環を挟む、または一方の面取り部を他方の面に当てるなどして枠で固定することで製造誤差を低減することができる。

10

【0083】

第1レンズ群中に配置する正レンズは、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状とすることが好ましい。これにより、面の法線と光線の入射角の角度差を小さくして収差の発生を抑制することができる。第1レンズ群は全体として正のパワーを持つため、レンズ全長を短くすることだけに主眼を置くと、第1レンズ群中の正レンズのパワーを強くするべく、当該正レンズの像側の面を凸面（両凸レンズ）とする設計がされがちである。しかし、この場合、面の法線と光線の入射角の角度差が大きくなって収差が大きくなってしま

20

【0084】

第1レンズ群を、物体側から順に、正レンズ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ及び正レンズの3枚のレンズから構成することで、第1レンズ群が、中央の負メニスカスレンズを中心としてこれを両側の2枚の正レンズで挟み込んだ対称的な配置となり、少ない枚数による第1レンズ群の厚み（群厚）の薄型化と良好な収差補正とを両立することができる。

30

【0085】

第1レンズ群を変倍時固定とすると、短焦点距離端における軸外光を入射させるために、第1レンズ群の径（前玉径）が大きくなる結果、軸外のコマ収差等が発生しがちになる。本実施形態のように、変倍時に第1レンズ群を物体側に移動させる（繰り出す）ことにより、第1レンズ群の外径（前玉径）を抑えて小型化を図りつつ、軸外のコマ収差等を抑えて優れた光学性能を達成することができる。

【0086】

第1レンズ群に後続する後続レンズ群は、少なくとも1つの負の屈折力のレンズ群を含んでおり、本実施形態では、後続レンズ群に含まれる負の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に位置する負の屈折力のレンズ群を「第nレンズ群」と定義している。この負の屈折力の第nレンズ群と、前後に配置されるレンズ群との相互間隔を変化させることにより、比較的大きな変倍比を得ることが可能になる。また、例えばレンズ交換式のカメラシステムにズームレンズ系を適用した場合、焦点距離が短い広角側においてバックフォーカスが不足する事態が起こりやすいが、負の屈折力の第nレンズ群のパワーと構成を最適設定することにより、バックフォーカスの確保と光学的な性能向上の両立が可能となる。

40

【0087】

負の屈折力の第nレンズ群中の最も物体側に負レンズを配置することにより、バックフォーカスの確保を効果的に行うことができる。また第nレンズ群中の最も物体側の負レンズの像側面は像側に凹面を向けた形状（言い換えれば、物体側に凸面を向けた形状）とすることが好ましい。負の屈折力の第nレンズ群においては、第1レンズ群に比べて入射瞳

50

径が小さいので、最も物体側の負レンズの像側面を物体側に凸面を向けた形状とすれば、面の法線と光線の入射角の角度の乖離を小さくして、ある程度強い曲率を持つことができるため、収差補正とバックフォーカスの確保を両立することが可能になる。

【0088】

負の屈折力の第nレンズ群中の最も物体側の負レンズに続けて、正レンズを配置することにより、広角側のコマ収差や倍率色収差、望遠側の球面収差、さらにはズーム全域に亘る軸上色収差を良好に補正することができる。負の屈折力の第nレンズ群中の最も物体側の負レンズとこれに続く正レンズを接合することにより、望遠側において各波長の球面収差を揃えやすくすることができる。

【0089】

変倍比を大きくし、特に広角側の焦点距離を大きくするほど、第nレンズ群の負のパワーを強くするべく、第nレンズ群にさらなる負レンズを設けることが必要となる。そこで、第nレンズ群中の最も物体側の負レンズだけでなく（に加えて）、第nレンズ群中の最も像側にも負レンズを設けることが好ましい。この最も像側の負レンズに入射する光は発散光であるため、この最も像側の負レンズは物体側に凹面を向けた形状とすることが好ましい。これにより、変倍比を大きくした場合であっても、ズーム全域に亘ってコマ収差や非点収差の変動を抑えることが可能になる。

【0090】

負の屈折力の第nレンズ群を、物体側から順に、物体側に凸面を向けた接合面を有する負レンズと正レンズの接合レンズ、及び、負レンズの3枚のレンズから構成することで、第nレンズ群が、中央の正レンズを両側の2枚の負レンズで挟み込んだ対称的な配置となり、少ない枚数による第1レンズ群の厚み（群厚）の薄型化と良好な収差補正とを両立することができる。

【0091】

条件式(1)及び(1')は、第1レンズ群の焦点距離と、第1レンズ群中の負メニスカスレンズ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、球面収差、コマ収差、色収差を良好に補正することができる。さらに条件式(1')を満足することで、上記効果に加えて、ズーム全域に亘って球面収差、コマ収差、非点収差、色収差を良好に補正することができる。

条件式(1)及び(1')の上限を上回ると、第1レンズ群中の負メニスカスレンズのパワーが弱くなりすぎて、球面収差、コマ収差、色収差の補正が困難になってしまう。

条件式(1')の下限を下回ると、第1レンズ群中の負メニスカスレンズのパワーが強くなりすぎて、ズーム全域に亘る球面収差、コマ収差、非点収差、色収差の補正が困難になってしまう。

【0092】

条件式(2)及び(2')は、第1レンズ群中の正レンズのd線に対するアップベ数の平均値を規定している。条件式(2)を満足することで、望遠側の軸上色収差、ズーム全域に亘る倍率色収差を良好に補正することができる。また、変倍時の球面収差、コマ収差、非点収差の変動を小さくすることができる。この作用効果は、条件式(2')を満足することでより顕著に得ることができる。

条件式(2)の下限を下回ると、望遠側の軸上色収差、ズーム全域に亘る倍率色収差の補正が困難になってしまう。また条件式(2)の下限を下回った状態で色収差を補正しようとする、第1レンズ群内の各レンズのパワーを過剰に強くしなければならぬため、変倍時の球面収差、コマ収差、非点収差の変動が大きくなってしまふ。

【0093】

条件式(3)及び(3')は、第1レンズ群の焦点距離と、後続レンズ群に含まれる負の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に位置する負の屈折力の第nレンズ群の焦点距離との比を規定している。条件式(3)を満足することで、球面収差、コマ収差、非点収差、色収差を良好に補正することができる。さらに条件式(3')を満足することで、上記効果に加えて、第1レンズ群の変倍移動量を抑えてレンズ系の小型化を図るとともに、軸

10

20

30

40

50

外のコマ収差、非点収差、倍率色収差を良好に補正することができる。

条件式(3)及び(3')の上限を上回ると、第1レンズ群のパワーが強くなりすぎて、球面収差、コマ収差、非点収差、色収差の補正が困難になってしまう。

条件式(3')の下限を下回ると、第1レンズ群のパワーが弱くなりすぎて、第1レンズ群の変倍移動量が増大してしまう。その結果、レンズ全長が増大するとともに、軸外光束を通すために第1レンズ群を径方向に大きくしなければならず(前玉径の増大が避けられず)、軸外のコマ収差、非点収差、倍率色収差が悪化してしまう。

【0094】

条件式(4)及び(4')は、第1レンズ群中の負メニスカスレンズのd線に対する屈折率を規定している。条件式(4)を満足することで、ズーム全域に亘って球面収差、コマ収差、非点収差、色収差を良好に補正することができる。さらに条件式(4')を満足することで、上記効果に加えて、球面収差、コマ収差、軸上色収差、倍率色収差を良好に補正することができる。

10

条件式(4)及び(4')の下限を下回ると、第1レンズ群中の負メニスカスレンズの像側の凹面の曲率が強くなりすぎて、ズーム全域に亘る球面収差、コマ収差、非点収差、色収差の補正が困難になってしまう。

条件式(4')の上限を上回ると、第1レンズ群中の負メニスカスレンズとその像側の直後に位置する正レンズとの間の屈折率の差が大きくなりすぎて、球面収差やコマ収差の補正が困難になってしまう。当該屈折率の差を小さくするために第1レンズ群中の負メニスカスレンズの像側の直後に位置する正レンズの屈折率を高くすると、高分散材料を選択することになるため、軸上色収差や倍率色収差の補正が困難になってしまう。

20

【0095】

条件式(5)は、第1レンズ群の焦点距離と、第1レンズ群の最も物体側の面の近軸曲率半径との比を規定している。条件式(5)を満足することで、球面収差、コマ収差、非点収差、倍率色収差を良好に補正することができる。

条件式(5)の上限を上回ると、第1レンズ群の最も物体側の面の曲率が強くなりすぎて、ズーム全域に亘る球面収差、コマ収差、非点収差の補正が困難になってしまう。

条件式(5)の下限を下回ると、第1レンズ群中の最も物体側のレンズにおいてその物体側の面の曲率が弱くなったとき、一定の正のパワーを保つために像側の面の曲率を強くしなければならず、その結果、球面収差やコマ収差、非点収差の補正が困難になってしまう。

30

【0096】

条件式(6)及び(6')は、第1レンズ群中の負メニスカスレンズの形状(シェーピングファクター)を規定している。条件式(6)を満足することで、軸外光束の入射光線と面法線がなす角度を小さくして、コマ収差、非点収差、倍率色収差を良好に補正することができる。さらに条件式(6')を満足することで、上記効果に加えて、ズーム全域に亘って、球面収差、コマ収差、非点収差、色収差を良好に補正することができる。

条件式(6)及び(6')の下限を下回ると、第1レンズ群中の負レンズの物体側の面が平面または凹面になり、軸外光束の入射光線と面法線がなす角度が大きくなる。その結果、コマ収差、非点収差、倍率色収差の補正が困難になってしまう。

40

条件式(6')の上限を上回ると、第1レンズ群中の負メニスカスレンズの像側の面が曲率の強い凹面になり、ズーム全域に亘る球面収差、コマ収差、非点収差、色収差の補正が困難になってしまう。

【0097】

条件式(7)及び(7')は、後続レンズ群に含まれる負の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に位置する負の屈折力の第nレンズ群の焦点距離と、この第nレンズ群中の最も物体側の負レンズの像側の面の近軸曲率半径との比を規定している。条件式(7)を満足することで、主に望遠側におけるコマ収差を良好に補正することができる。さらに条件式(7')を満足することで、上記効果に加えて、ズーミング時の像面湾曲の変動を小さく抑えることができる。

50

条件式(7)及び(7')の上限を上回ると、第nレンズ群中の最も物体側の負レンズの像側の面の曲率が弱くなりすぎ且つ物体側の面が強い曲率の凹面になる結果、主に望遠側におけるコマ収差の補正が困難になってしまう。

条件式(7')の下限を下回ると、第nレンズ群中の最も物体側の負レンズの像側の面の曲率が強くなりすぎて、ズーム時の像面湾曲の変動が大きくなってしまう。

【0098】

条件式(8)及び(8')は、第nレンズ群中の最も像側の負レンズのd線に対するアッペ数を規定している。条件式(8)を満足することで、ズーム全域に亘る倍率色収差、主に望遠側における軸上色収差を良好に補正することができる。この作用効果は、条件式(8')を満足することでより顕著に得ることができる。

10

条件式(8)の下限を下回ると、ズーム全域に亘る倍率色収差、主に望遠側における軸上色収差の補正が困難になってしまう。

【0099】

条件式(9)は、第1レンズ群中の負メニスカスレンズのd線に対するアッペ数と短波長側(g線からF線)における部分分散比が満足すべき関係(負メニスカスレンズの異常分散性)を規定している。条件式(9)を満足することで、第1レンズ群中の負メニスカスレンズの異常分散性が最適設定され、軸上色収差の2次スペクトルを抑えることができる。

条件式(9)を満足しないと、第1レンズ群中の負メニスカスレンズに異常分散性が高い硝材を用いることになり、軸上色収差の2次スペクトルが増加してしまう。

20

【0100】

条件式(10)及び(10')は、第1レンズ群中の負メニスカスレンズのd線に対するアッペ数を規定している。条件式(10)を満足することで、軸上色収差と倍率色収差を良好に補正することができる。さらに条件式(10')を満足することで、上記効果に加えて、ズーム時の球面収差、コマ収差、非点収差の変動を小さく抑えることができる。

条件式(10)及び(10')の下限を下回ると、軸上色収差と倍率色収差が過剰補正となってしまう。

条件式(10')の上限を上回ると、軸上色収差と倍率色収差が補正不足となってしまう。条件式(10')の上限を上回った状態で色収差を補正しようとする、第1レンズ群内の各レンズのパワーが強くなり(強くせざるを得ず)、ズーム時の球面収差、コマ収差、非点収差の変動が大きくなってしまう。

30

【0101】

条件式(11)及び(11')は、第1レンズ群の焦点距離と、第1レンズ群中の負メニスカスレンズの像側の面の近軸曲率半径との比を規定している。条件式(11)を満足することで、負メニスカスレンズが負担する球面収差、コマ収差、色収差の補正を両立させることができる。この作用効果は、条件式(11')を満足することでより顕著に得ることができる。さらに条件式(11')を満足することで、上記効果に加えて、負メニスカスレンズの像側の凹面で発生する球面収差やコマ収差を良好に補正することができる。

条件式(11)の下限を下回ると、第1レンズ群中の負メニスカスレンズの像側の凹面の曲率半径が大きくなりすぎて当該負メニスカスレンズのパワーが弱くなる結果、当該負メニスカスレンズが負担する球面収差、コマ収差、色収差の補正を両立させることが困難になってしまう。

40

条件式(11')の上限を上回ると、第1レンズ群中の負メニスカスレンズの像側の凹面の曲率が強くなりすぎて、この像側の凹面で発生する球面収差やコマ収差の補正が困難になってしまう。

【0102】

条件式(12)は、第1レンズ群の焦点距離と、第1レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離(第1レンズ群の群厚)との比を規定している。条件式(12)を満足することで、第1レンズ群ひいてはレンズ全系を小型化(レンズ全長を短縮

50

化)するとともに、球面収差、コマ収差、非点収差、色収差(倍率色収差)を良好に補正することができる。

条件式(12)の上限を上回ると、第1レンズ群のパワーが弱くなりすぎて、第1レンズ群の変倍移動量(繰り出し量)が増大してしまう。その結果、レンズ全長が増大するとともに、軸外光束を通すために第1レンズ群を径方向に大きくしなければならず(前玉径の増大が避けられず)、軸外のコマ収差、非点収差、倍率色収差が悪化してしまう。

条件式(12)の下限を下回ると、第1レンズ群のパワーが強くなりすぎて、球面収差、コマ収差、非点収差、色収差の補正が困難になってしまう。または、第1レンズ群ひいてはレンズ全系が大型化(レンズ全長が増大)してしまう。

【0103】

条件式(13)、(13')及び(13'')は、第1レンズ群の焦点距離と、短焦点距離端における全系の焦点距離との比を規定している。条件式(13)を満足することで、球面収差、コマ収差、非点収差、色収差を良好に補正することができる。さらに条件式(13')を満足することで、上記効果に加えて、第1レンズ群の変倍移動量を抑えてレンズ系の小型化を図るとともに、軸外のコマ収差、非点収差、倍率色収差を良好に補正することができる。この追加の作用効果は、条件式(13'')を満足することでより顕著に得ることができる。

条件式(13)の下限を下回ると、第1レンズ群のパワーが強くなりすぎて、球面収差、コマ収差、非点収差、色収差の補正が困難になってしまう。

条件式(13')の上限を上回ると、第1レンズ群のパワーが弱くなりすぎて、第1レンズ群の変倍移動量(繰り出し量)が増大してしまう。その結果、レンズ全長が増大するとともに、軸外光束を通すために第1レンズ群を径方向に大きくしなければならず(前玉径の増大が避けられず)、軸外のコマ収差、非点収差、倍率色収差が悪化してしまう。

【0104】

条件式(14)、(14')及び(14'')は、第1レンズ群の焦点距離と、短焦点距離端における全系の焦点距離と、長焦点距離端における全系の焦点距離との比を規定している。条件式(14)を満足することで、球面収差、コマ収差、非点収差、色収差を良好に補正することができる。さらに条件式(14')を満足することで、上記効果に加えて、第1レンズ群の変倍移動量を抑えてレンズ系の小型化を図るとともに、軸外のコマ収差、非点収差、倍率色収差を良好に補正することができる。この追加の作用効果は、条件式(14'')を満足することでより顕著に得ることができる。

条件式(14)の下限を下回ると、第1レンズ群のパワーが強くなりすぎて、球面収差、コマ収差、非点収差、色収差の補正が困難になってしまう。

条件式(14')の上限を上回ると、第1レンズ群のパワーが弱くなりすぎて、第1レンズ群の変倍移動量(繰り出し量)が増大してしまう。その結果、レンズ全長が増大するとともに、軸外光束を通すために第1レンズ群を径方向に大きくしなければならず(前玉径の増大が避けられず)、軸外のコマ収差、非点収差、倍率色収差が悪化してしまう。

【実施例】

【0105】

次に具体的な数値実施例1-14を示す。諸収差図及び横収差図並びに表中において、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、FNO.はFナンバー、fは全系の焦点距離、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、f_nは第1レンズ群中の負メニスカスレンズの焦点距離、gF_nは第1レンズ群中の負メニスカスレンズの短波長側における部分分散比を示す。バックフォーカスはレンズ全系の最も像側の面から像面I(図71~図84)までの距離である。Fナンバー、焦点距離、半画角、像高、バックフォーカス、レンズ全長及び変倍に伴って間隔が変化するレンズ間隔d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。長さの単位は[mm]である。全数値実施例1-14を通じて、非球面レンズは用いていない。但し光学系のいずれかの部分に非球面や回折面を用いる

10

20

30

40

50

ことで収差補正の効果を得る態様も可能である。

【0106】

[数値実施例1]

図1～図5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。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、図2(A)～(D)と図3(A)～(D)は短焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図、図4(A)～(D)と図5(A)～(D)は長焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図である。表1は面データ、表2は無限遠の被写体に合焦させた状態(撮影倍率=0)における各種データ、表3はレンズ群データ、表4は有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データである。

10

【0107】

本数値実施例1のズームレンズ系は、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群G1Aと、負の屈折力の第2レンズ群(後続レンズ群、第nレンズ群)G2Aと、正の屈折力の第3レンズ群(後続レンズ群)G3Aと、負の屈折力の第4レンズ群(後続レンズ群)G4Aとから構成されている。第3レンズ群G3Aには第3レンズ群G3Aと一体に移動する絞りSが含まれている。

【0108】

第1レンズ群G1Aは、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ11Aと、物体側に凸の負メニスカスレンズ12Aと、物体側に凸の正メニスカスレンズ13Aとからなる。負メニスカスレンズ12Aと正メニスカスレンズ13Aは接合されている。

20

【0109】

第2レンズ群G2Aは、物体側から順に、両凹負レンズ21Aと、物体側に凸の正メニスカスレンズ22Aと、両凹負レンズ23Aとからなる。両凹負レンズ21Aと正メニスカスレンズ22Aは接合されている。

【0110】

第3レンズ群G3Aは、物体側から順に、両凸正レンズ31Aと、両凸正レンズ32Aと、両凹負レンズ33Aと、絞りSと、物体側に凸の負メニスカスレンズ34Aと、両凸正レンズ35Aと、物体側に凸の正メニスカスレンズ36Aとからなる。両凸正レンズ32Aと両凹負レンズ33Aは接合されている。

【0111】

第4レンズ群G4Aは、物体側から順に、像側に凸の正メニスカスレンズ41Aと、両凹負レンズ42Aとからなる。

30

【0112】

(表1)

面データ

| 面番号 | R | d | N(d) | (d) |
|-----|----------|-------|---------|-------|
| 1 | 66.223 | 5.940 | 1.51633 | 64.14 |
| 2 | 990.033 | 0.150 | | |
| 3 | 119.740 | 1.700 | 1.78590 | 44.20 |
| 4 | 41.913 | 8.270 | 1.48749 | 70.24 |
| 5 | 533.575 | d5 | | |
| 6 | -200.863 | 1.200 | 1.79952 | 42.22 |
| 7 | 20.538 | 2.960 | 1.84666 | 23.78 |
| 8 | 77.368 | 2.101 | | |
| 9 | -49.938 | 1.100 | 1.80400 | 46.58 |
| 10 | 3743.504 | d10 | | |
| 11 | 74.271 | 3.220 | 1.72916 | 54.68 |
| 12 | -101.460 | 0.200 | | |
| 13 | 33.328 | 4.920 | 1.49700 | 81.55 |
| 14 | -58.601 | 1.200 | 1.80610 | 33.27 |

40

50

| | | | | |
|-----|----------|--------|---------|-------|
| 15 | 97.682 | 2.700 | | |
| 16絞 | | 15.026 | | |
| 17 | 78.451 | 1.100 | 1.80610 | 33.27 |
| 18 | 30.401 | 1.242 | | |
| 19 | 67.476 | 4.540 | 1.58913 | 61.13 |
| 20 | -67.476 | 0.200 | | |
| 21 | 26.356 | 3.730 | 1.58313 | 59.37 |
| 22 | 200.093 | d22 | | |
| 23 | -225.082 | 2.110 | 1.78472 | 25.68 |
| 24 | -47.838 | 1.968 | | |
| 25 | -44.791 | 1.000 | 1.69680 | 55.53 |
| 26 | 29.861 | - | | |

f n : -82.849

g F n : 0.5631

(表2)

無限遠の被写体に合焦させた状態(撮影倍率 = 0)における各種データ
ズーム比(変倍比) 5.15

| | 短焦点距離端 | 中間焦点距離 | 長焦点距離端 |
|------|---------|---------|---------|
| FNO. | 4.60 | 5.14 | 6.48 |
| f | 56.500 | 132.085 | 291.188 |
| W | 14.5 | 6.0 | 2.7 |
| Y | 14.24 | 14.24 | 14.24 |
| fB | 52.474 | 57.967 | 81.814 |
| L | 163.502 | 201.850 | 233.845 |
| d5 | 2.392 | 53.371 | 79.101 |
| d10 | 39.049 | 18.199 | 3.044 |
| d22 | 3.010 | 5.736 | 3.310 |

(表3)

レンズ群データ

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|---------|----|---------|
| 1 | 1 | 166.473 |
| 2(後続、n) | 6 | -33.874 |
| 3(後続) | 11 | 35.379 |
| 4(後続) | 23 | -39.835 |

(表4)

有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データ

| | | | |
|-------|--------|--------|--------|
| 物像間距離 | 5000.0 | 5000.0 | 5000.0 |
| 倍率 | -0.012 | -0.027 | -0.058 |
| d5 | 2.392 | 53.371 | 79.101 |
| d10 | 39.049 | 18.199 | 3.044 |
| d22 | 3.163 | 6.455 | 5.408 |
| fB | 52.321 | 57.248 | 79.716 |
| 物像間距離 | 1500.0 | 1500.0 | 1500.0 |
| 倍率 | -0.041 | -0.090 | -0.191 |
| d5 | 2.392 | 53.371 | 79.101 |
| d10 | 39.049 | 18.199 | 3.044 |
| d22 | 3.553 | 8.216 | 10.562 |
| fB | 51.931 | 55.487 | 74.562 |

【0 1 1 3】

[数値実施例2]

10

20

30

40

50

図6～図10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6は短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図、図7(A)～(D)と図8(A)～(D)は短焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図、図9(A)～(D)と図10(A)～(D)は長焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図である。表5は面データ、表6は無限遠の被写体に合焦させた状態(撮影倍率=0)における各種データ、表7はレンズ群データ、表8は有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データである。

【0114】

この数値実施例2のレンズ構成は、以下の点を除き、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G2Aの負レンズ23Aが像側に凸の負メニスカスレンズである。

【0115】

(表5)
面データ

| 面番号 | R | d | N(d) | (d) |
|-----|-----------|--------|---------|-------|
| 1 | 61.393 | 6.401 | 1.51633 | 64.14 |
| 2 | 902.173 | 0.150 | | |
| 3 | 95.930 | 1.700 | 1.77250 | 49.60 |
| 4 | 36.721 | 8.600 | 1.49700 | 81.55 |
| 5 | 141.796 | d5 | | |
| 6 | -177.869 | 1.200 | 1.77250 | 49.60 |
| 7 | 29.098 | 3.290 | 1.84666 | 23.78 |
| 8 | 86.418 | 2.000 | | |
| 9 | -62.371 | 1.100 | 1.75700 | 47.82 |
| 10 | -2093.121 | d10 | | |
| 11 | 99.539 | 3.220 | 1.77250 | 49.60 |
| 12 | -149.308 | 0.200 | | |
| 13 | 36.913 | 4.920 | 1.43875 | 94.94 |
| 14 | -59.665 | 1.200 | 1.85026 | 32.27 |
| 15 | 214.161 | 2.700 | | |
| 16絞 | | 14.600 | | |
| 17 | 53.687 | 1.100 | 1.80610 | 33.27 |
| 18 | 31.115 | 1.020 | | |
| 19 | 75.699 | 4.540 | 1.48749 | 70.24 |
| 20 | -52.963 | 0.200 | | |
| 21 | 25.649 | 3.730 | 1.51633 | 64.14 |
| 22 | 367.504 | d22 | | |
| 23 | -151.738 | 2.110 | 1.78472 | 25.68 |
| 24 | -43.324 | 1.970 | | |
| 25 | -41.608 | 1.000 | 1.69680 | 55.53 |
| 26 | 27.738 | - | | |

f n : -77.992

g F n : 0.5520

(表6)

無限遠の被写体に合焦させた状態(撮影倍率=0)における各種データ
ズーム比(変倍比) 5.15

| | 短焦点距離端 | 中間焦点距離 | 長焦点距離端 |
|------|--------|---------|---------|
| FNO. | 4.60 | 5.21 | 6.30 |
| f | 56.475 | 131.498 | 291.112 |
| W | 14.6 | 6.1 | 2.7 |

| | | | |
|-----|---------|---------|---------|
| Y | 14.24 | 14.24 | 14.24 |
| fB | 52.790 | 60.197 | 80.531 |
| L | 180.222 | 209.742 | 239.581 |
| d5 | 2.392 | 53.073 | 85.419 |
| d10 | 53.667 | 23.179 | 3.000 |
| d22 | 4.422 | 6.342 | 3.681 |

(表7)

レンズ群データ

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|----------|----|---------|
| 1 | 1 | 186.993 |
| 2 (後続、n) | 6 | -42.087 |
| 3 (後続) | 11 | 35.447 |
| 4 (後続) | 23 | -35.658 |

10

(表8)

有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データ

| | | | |
|-------|--------|--------|--------|
| 物像間距離 | 5000.0 | 5000.0 | 5000.0 |
| 倍率 | -0.012 | -0.026 | -0.058 |
| d5 | 2.392 | 53.073 | 85.419 |
| d10 | 53.667 | 23.179 | 3.000 |
| d22 | 4.551 | 6.913 | 5.480 |
| fB | 52.661 | 59.626 | 78.732 |
| 物像間距離 | 1500.0 | 1500.0 | 1500.0 |
| 倍率 | -0.041 | -0.090 | -0.188 |
| d5 | 2.392 | 53.073 | 85.419 |
| d10 | 53.667 | 23.179 | 3.000 |
| d22 | 4.881 | 8.309 | 9.804 |
| fB | 52.330 | 58.230 | 74.408 |

20

【0116】

[数値実施例3]

図11～図15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11は短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図、図12(A)～(D)と図13(A)～(D)は短焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図、図14(A)～(D)と図15(A)～(D)は長焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図である。表9は面データ、表10は無限遠の被写体に合焦させた状態(撮影倍率=0)における各種データ、表11はレンズ群データ、表12は有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データである。

30

【0117】

この数値実施例3のレンズ構成は、以下の点を除き、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G1Aの負メニスカスレンズ12Aと正メニスカスレンズ13Aが接合されていない。

40

【0118】

(表9)

面データ

| 面番号 | R | d | N(d) | (d) |
|-----|----------|-------|---------|-------|
| 1 | 72.233 | 5.940 | 1.56384 | 60.67 |
| 2 | 2154.156 | 0.150 | | |
| 3 | 198.530 | 1.695 | 1.65412 | 39.68 |
| 4 | 53.924 | 1.018 | | |
| 5 | 64.003 | 6.793 | 1.48749 | 70.24 |

50

| | | | | | |
|-----|-----------|--------|---------|-------|----|
| 6 | 351.929 | d6 | | | |
| 7 | -122.680 | 1.200 | 1.72000 | 41.98 | |
| 8 | 23.598 | 3.290 | 1.84666 | 23.78 | |
| 9 | 145.444 | 2.000 | | | |
| 10 | -85.911 | 1.100 | 1.83400 | 37.16 | |
| 11 | 104.904 | d11 | | | |
| 12 | 85.156 | 3.220 | 1.60311 | 60.64 | |
| 13 | -100.708 | 0.200 | | | |
| 14 | 31.321 | 4.920 | 1.43875 | 94.94 | |
| 15 | -69.807 | 1.200 | 1.80610 | 33.27 | 10 |
| 16 | 264.365 | 2.700 | | | |
| 17絞 | | 15.347 | | | |
| 18 | 63.407 | 1.100 | 1.80610 | 33.27 | |
| 19 | 28.316 | 1.524 | | | |
| 20 | 196.667 | 4.540 | 1.58913 | 61.13 | |
| 21 | -70.259 | 0.200 | | | |
| 22 | 27.416 | 3.730 | 1.58313 | 59.37 | |
| 23 | 149.019 | d23 | | | |
| 24 | -1112.327 | 2.110 | 1.78472 | 25.68 | 20 |
| 25 | -59.735 | 1.970 | | | |
| 26 | -53.548 | 1.000 | 1.69680 | 55.53 | |
| 27 | 38.046 | - | | | |

f n : -113.707

g F n : 0.5737

(表 10)

無限遠の被写体に合焦させた状態 (撮影倍率 = 0) における各種データ
ズーム比 (変倍比) 5.14

| | 短焦点距離端 | 中間焦点距離 | 長焦点距離端 | |
|------|---------|---------|---------|----|
| FNO. | 4.60 | 4.96 | 6.52 | |
| f | 56.497 | 105.725 | 290.400 | 30 |
| W | 14.6 | 7.6 | 2.8 | |
| Y | 14.24 | 14.24 | 14.24 | |
| fB | 49.997 | 49.721 | 81.617 | |
| L | 169.218 | 197.275 | 247.917 | |
| d6 | 2.400 | 46.685 | 93.054 | |
| d11 | 45.623 | 23.956 | 3.000 | |
| d23 | 5.252 | 9.966 | 3.300 | |

(表 11)

レンズ群データ

| 群 | 始面 | 焦点距離 | |
|----------|----|---------|----|
| 1 | 1 | 194.587 | 40 |
| 2 (後続、n) | 7 | -41.025 | |
| 3 (後続) | 12 | 40.075 | |
| 4 (後続) | 24 | -55.109 | |

(表 12)

有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データ

| | | | | |
|-------|--------|--------|--------|----|
| 物像間距離 | 5000.0 | 5000.0 | 5000.0 | |
| 倍率 | -0.012 | -0.021 | -0.058 | |
| d6 | 2.400 | 46.685 | 93.054 | |
| d11 | 45.623 | 23.956 | 3.000 | 50 |

| | | | |
|-------|--------|--------|--------|
| d23 | 5.517 | 10.870 | 6.742 |
| fB | 48.732 | 48.817 | 78.175 |
| 物像間距離 | 1500.0 | 1500.0 | 1500.0 |
| 倍率 | -0.041 | -0.073 | -0.190 |
| d6 | 2.400 | 46.685 | 93.054 |
| d11 | 45.623 | 23.956 | 3.000 |
| d23 | 6.194 | 13.155 | 15.603 |
| fB | 48.055 | 46.532 | 69.314 |

【 0 1 1 9 】

[数値実施例 4]

図 1 6 ~ 図 2 0 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 6 は短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図、図 1 7 (A) ~ (D) と図 1 8 (A) ~ (D) は短焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図、図 1 9 (A) ~ (D) と図 2 0 (A) ~ (D) は長焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図である。表 1 3 は面データ、表 1 4 は無限遠の被写体に合焦させた状態 (撮影倍率 = 0) における各種データ、表 1 5 はレンズ群データ、表 1 6 は有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データである。

【 0 1 2 0 】

この数値実施例 4 のレンズ構成は、以下の点を除き、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 A が、物体側から順に、両凹負レンズ 2 1 A ' と、両凸正レンズ 2 2 A ' と、像側に凸の負メニスカスレンズ 2 3 A ' と、両凸正レンズ 2 4 A ' と、両凸正レンズ 2 5 A ' と、両凹負レンズ 2 6 A ' とからなる。両凹負レンズ 2 1 A ' と両凸正レンズ 2 2 A ' は接合されており、両凸正レンズ 2 5 A ' と両凹負レンズ 2 6 A ' は接合されている。

(2) 第 3 レンズ群 G 3 A が、物体側から順に、両凸正レンズ 3 1 A ' と、両凸正レンズ 3 2 A ' と、像側に凸の負メニスカスレンズ 3 3 A ' と、両凸正レンズ 3 4 A ' とからなる。両凸正レンズ 3 2 A ' と負メニスカスレンズ 3 3 A ' は接合されている。

【 0 1 2 1 】

(表 1 3)

面データ

| 面番号 | R | d | N(d) | (d) |
|------|----------|-------|---------|-------|
| 1 | 70.162 | 6.719 | 1.48749 | 70.24 |
| 2 | 1062.964 | 0.150 | | |
| 3 | 72.242 | 1.700 | 1.79952 | 42.22 |
| 4 | 40.808 | 7.950 | 1.49700 | 81.55 |
| 5 | 95.931 | d5 | | |
| 6 | -99.283 | 1.100 | 1.65412 | 39.68 |
| 7 | 46.676 | 3.671 | 1.84666 | 23.78 |
| 8 | -227.495 | 1.850 | | |
| 9 | -45.478 | 1.100 | 1.74400 | 44.79 |
| 10 | -130.368 | 4.240 | | |
| 11 | 1010.844 | 3.020 | 1.69680 | 55.53 |
| 12 | -57.629 | 0.200 | | |
| 13 | 47.198 | 4.388 | 1.58913 | 61.13 |
| 14 | -554.056 | 1.120 | 1.90366 | 31.31 |
| 15 | 39.442 | d15 | | |
| 16 絞 | | 9.970 | | |
| 17 | 1476.750 | 2.844 | 1.49700 | 81.55 |
| 18 | -113.772 | 1.000 | | |

| | | | | |
|----|----------|-------|---------|-------|
| 19 | 2490.306 | 5.600 | 1.58913 | 61.13 |
| 20 | -27.109 | 1.000 | 1.74950 | 35.33 |
| 21 | -601.561 | 0.500 | | |
| 22 | 149.878 | 3.977 | 1.80440 | 39.58 |
| 23 | -66.211 | d23 | | |
| 24 | -65.900 | 1.840 | 1.80518 | 25.43 |
| 25 | -34.671 | 1.160 | | |
| 26 | -33.551 | 0.800 | 1.61800 | 63.33 |
| 27 | 52.978 | - | | |

f n : -120.191

10

g F n : 0.5672

(表 1 4)

無限遠の被写体に合焦させた状態 (撮影倍率 = 0) における各種データ
ズーム比 (変倍比) 2.35

| | 短焦点距離端 | 中間焦点距離 | 長焦点距離端 |
|------|---------|---------|---------|
| FNO. | 4.60 | 5.10 | 6.03 |
| f | 123.700 | 199.066 | 290.532 |
| W | 6.5 | 4.0 | 2.8 |
| Y | 14.24 | 14.24 | 14.24 |
| fB | 37.599 | 59.674 | 90.719 |
| L | 159.21 | 197.42 | 234.86 |
| d5 | 8.870 | 51.240 | 68.920 |
| d15 | 18.930 | 7.360 | 6.820 |
| d23 | 27.910 | 13.250 | 2.500 |

20

(表 1 5)

レンズ群データ

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|----------|----|----------|
| 1 | 1 | 181.463 |
| 2 (後続、n) | 6 | -164.680 |
| 3 (後続) | 17 | 57.648 |
| 4 (後続) | 24 | -53.157 |

30

(表 1 6)

有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データ

| | | | |
|-------|--------|--------|--------|
| 物像間距離 | 5000.0 | 5000.0 | 5000.0 |
| 倍率 | -0.025 | -0.040 | -0.059 |
| d5 | 8.870 | 51.240 | 68.920 |
| d15 | 18.930 | 7.360 | 6.820 |
| d23 | 29.564 | 15.585 | 5.254 |
| fB | 35.945 | 57.339 | 87.965 |
| 物像間距離 | 3000.0 | 3000.0 | 3000.0 |
| 倍率 | -0.042 | -0.067 | -0.099 |
| d5 | 8.870 | 51.240 | 68.920 |
| d15 | 18.930 | 7.360 | 6.820 |
| d23 | 30.745 | 17.241 | 7.197 |
| fB | 34.764 | 55.683 | 86.022 |

40

【 0 1 2 2 】

[数値実施例 5]

図 2 1 ~ 図 2 5 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 2 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、図 2 2 (A) ~ (D) と図 2 3 (A) ~ (D) は短焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差

50

図、図 2 4 (A) ~ (D) と図 2 5 (A) ~ (D) は長焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図である。表 1 7 は面データ、表 1 8 は無限遠の被写体に合焦させた状態 (撮影倍率 = 0) における各種データ、表 1 9 はレンズ群データ、表 2 0 は有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データである。

【 0 1 2 3 】

この数値実施例 5 のレンズ構成は、以下の点を除き、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 A が、物体側から順に、両凸正レンズ 1 1 A ' と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 1 2 A ' と、物体側に凸の負メニスカスレンズ 1 3 A ' と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 1 4 A ' とからなる。負メニスカスレンズ 1 3 A ' と正メニスカスレンズ 1 4 A ' は接合されている。

10

(2) 第 2 レンズ群 G 2 A が、物体側から順に、両凹負レンズ 2 1 A " と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 2 2 A " と、両凹負レンズ 2 3 A " と、像側に凸の負メニスカスレンズ 2 4 A " とからなる。両凹負レンズ 2 1 A " と正メニスカスレンズ 2 2 A " は接合されている。

(3) 第 3 レンズ群 G 3 A が、物体側から順に、両凸正レンズ 3 1 A " と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 3 2 A " と、両凹負レンズ 3 3 A " と、両凸正レンズ 3 4 A " と、絞り S と、物体側に凸の負メニスカスレンズ 3 5 A " と、両凸正レンズ 3 6 A " と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 3 7 A " とからなる。両凹負レンズ 3 3 A " と両凸正レンズ 3 4 A " は接合されている。

20

【 0 1 2 4 】

(表 1 7)

面データ

| 面番号 | R | d | N(d) | (d) |
|-----|----------|--------|---------|-------|
| 1 | 132.862 | 7.230 | 1.48749 | 70.24 |
| 2 | -708.635 | 0.150 | | |
| 3 | 69.897 | 7.447 | 1.49700 | 81.55 |
| 4 | 136.784 | 0.150 | | |
| 5 | 92.773 | 1.695 | 1.79952 | 42.22 |
| 6 | 46.408 | 11.599 | 1.49700 | 81.55 |
| 7 | 87.512 | d7 | | |
| 8 | -520.244 | 1.200 | 1.77250 | 49.60 |
| 9 | 30.265 | 5.734 | 1.80518 | 25.43 |
| 10 | 412.171 | 1.469 | | |
| 11 | -887.405 | 1.100 | 1.74400 | 44.79 |
| 12 | 81.437 | 2.514 | | |
| 13 | -65.497 | 1.100 | 1.83400 | 37.16 |
| 14 | -371.185 | d14 | | |
| 15 | 86.267 | 4.495 | 1.48749 | 70.24 |
| 16 | -124.694 | 0.200 | | |
| 17 | 42.457 | 3.989 | 1.61800 | 63.33 |
| 18 | 546.797 | 1.070 | | |
| 19 | -142.524 | 2.500 | 1.85026 | 32.27 |
| 20 | 93.572 | 5.163 | 1.49700 | 81.55 |
| 21 | -452.005 | 2.700 | | |
| 22絞 | | 14.795 | | |
| 23 | 114.423 | 1.100 | 1.80610 | 33.27 |
| 24 | 38.699 | 2.064 | | |
| 25 | 91.308 | 4.540 | 1.53775 | 74.70 |
| 26 | -71.519 | 0.200 | | |

30

40

50

| | | | | |
|----|----------|-------|---------|-------|
| 27 | 37.686 | 4.752 | 1.72916 | 54.68 |
| 28 | 201.792 | d28 | | |
| 29 | -223.981 | 2.110 | 1.78472 | 25.68 |
| 30 | -50.837 | 1.970 | | |
| 31 | -46.569 | 1.000 | 1.69680 | 55.53 |
| 32 | 47.853 | - | | |

f n : -118.062

g F n : 0.5672

(表 18)

無限遠の被写体に合焦させた状態 (撮影倍率 = 0) における各種データ

10

ズーム比 (変倍比) 5.15

| | 短焦点距離端 | 中間焦点距離 | 長焦点距離端 |
|------|---------|---------|---------|
| FNO. | 3.50 | 3.68 | 4.62 |
| f | 56.528 | 132.322 | 291.175 |
| W | 14.7 | 6.1 | 2.8 |
| Y | 14.24 | 14.24 | 14.24 |
| fB | 55.633 | 55.706 | 80.363 |
| L | 225.880 | 243.399 | 254.981 |
| d7 | 2.392 | 53.073 | 73.932 |
| d14 | 70.809 | 33.953 | 3.000 |
| d28 | 3.010 | 6.631 | 3.651 |

20

(表 19)

レンズ群データ

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|----------|----|---------|
| 1 | 1 | 189.485 |
| 2 (後続、n) | 8 | -42.969 |
| 3 (後続) | 15 | 44.318 |
| 4 (後続) | 29 | -58.910 |

(表 20)

有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データ

30

| | | | |
|-------|--------|--------|--------|
| 物像間距離 | 5000.0 | 5000.0 | 5000.0 |
| 倍率 | -0.012 | -0.026 | -0.057 |
| d7 | 2.392 | 53.073 | 73.932 |
| d14 | 70.809 | 33.953 | 3.000 |
| d28 | 3.253 | 7.933 | 7.497 |
| fB | 55.390 | 54.404 | 76.517 |
| 物像間距離 | 3000.0 | 3000.0 | 3000.0 |
| 倍率 | -0.020 | -0.044 | -0.095 |
| d7 | 2.392 | 53.073 | 73.932 |
| d14 | 70.809 | 33.953 | 3.000 |
| d28 | 3.423 | 8.813 | 10.157 |
| fB | 55.220 | 53.524 | 73.857 |

40

【0125】

[数値実施例 6]

図 26 ~ 図 30 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 26 は短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図、図 27 (A) ~ (D) と図 28 (A) ~ (D) は短焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図、図 29 (A) ~ (D) と図 30 (A) ~ (D) は長焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図である。表 21 は面データ、表 22 は無限遠の被写体に合焦させた状態 (撮影倍率 = 0) における各種データ、表 23 はレンズ群データ、表 24 は有限距離

50

の被写体に合焦させた状態における各種データである。

【 0 1 2 6 】

本数値実施例 6 のズームレンズ系は、物体側から順に、正の屈折力の第 1 レンズ群 G 1 B と、負の屈折力の第 2 レンズ群（後続レンズ群、第 n レンズ群）G 2 B と、負の屈折力の第 3 レンズ群（後続レンズ群）G 3 B と、正の屈折力の第 4 レンズ群（後続レンズ群）G 4 B と、負の屈折力の第 5 レンズ群（後続レンズ群）G 5 B とから構成されている。第 3 レンズ群 G 3 B には第 3 レンズ群 G 3 B と一体に移動する絞り S が含まれている。

【 0 1 2 7 】

第 1 レンズ群 G 1 B は、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ 1 1 B と、物体側に凸の負メニスカスレンズ 1 2 B と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 1 3 B とからなる。負メニスカスレンズ 1 2 B と正メニスカスレンズ 1 3 B は接合されている。

10

【 0 1 2 8 】

第 2 レンズ群 G 2 B は、物体側から順に、両凹負レンズ 2 1 B と、両凸正レンズ 2 2 B と、像側に凸の負メニスカスレンズ 2 3 B とからなる。両凹負レンズ 2 1 B と両凸正レンズ 2 2 B は接合されている。

【 0 1 2 9 】

第 3 レンズ群 G 3 B は、物体側から順に、両凸正レンズ 3 1 B と、物体側に凸の負メニスカスレンズ 3 2 B と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 3 3 B と、絞り S と、両凸正レンズ 3 4 B と、両凹負レンズ 3 5 B とからなる。両凸正レンズ 3 4 B と両凹負レンズ 3 5 B は接合されている。

20

【 0 1 3 0 】

第 4 レンズ群 G 4 B は、物体側から順に、両凸正レンズ 4 1 B と、両凹負レンズ 4 2 B と、両凸正レンズ 4 3 B と、両凸正レンズ 4 4 B とからなる。

【 0 1 3 1 】

第 5 レンズ群 G 5 B は、物体側から順に、両凹負レンズ 5 1 B と、両凸正レンズ 5 2 B と、両凹負レンズ 5 3 B とからなる。両凹負レンズ 5 1 B と両凸正レンズ 5 2 B は接合されている。

【 0 1 3 2 】

（表 2 1）

面データ

30

| 面番号 | R | d | N(d) | (d) |
|-----|----------|--------|---------|-------|
| 1 | 81.092 | 9.232 | 1.51633 | 64.14 |
| 2 | 554.790 | 0.150 | | |
| 3 | 122.914 | 2.000 | 1.80440 | 39.58 |
| 4 | 52.621 | 13.576 | 1.49700 | 81.55 |
| 5 | 931.131 | d5 | | |
| 6 | -637.805 | 2.000 | 1.76200 | 40.10 |
| 7 | 94.934 | 5.356 | 1.84666 | 23.78 |
| 8 | -944.748 | 4.713 | | |
| 9 | -129.931 | 2.000 | 1.71736 | 29.52 |
| 10 | -933.933 | d10 | | |
| 11 | 77.506 | 6.200 | 1.77250 | 49.60 |
| 12 | -768.348 | 5.060 | | |
| 13 | 519.703 | 2.200 | 1.72047 | 34.71 |
| 14 | 48.529 | 1.482 | | |
| 15 | 41.922 | 5.000 | 1.48749 | 70.24 |
| 16 | 74.460 | 7.740 | | |
| 17絞 | | 2.375 | | |
| 18 | 137.306 | 4.820 | 1.71736 | 29.52 |
| 19 | -69.450 | 1.440 | 1.65844 | 50.88 |

50

| | | | | |
|----|----------|-------|---------|-------|
| 20 | 46.122 | d20 | | |
| 21 | 7259.316 | 3.380 | 1.65412 | 39.68 |
| 22 | -120.548 | 3.890 | | |
| 23 | -33.907 | 4.030 | 1.72342 | 37.96 |
| 24 | 99.779 | 2.250 | | |
| 25 | 183.180 | 5.880 | 1.59522 | 67.73 |
| 26 | -44.994 | 0.450 | | |
| 27 | 95.346 | 8.154 | 1.48749 | 70.24 |
| 28 | -51.532 | d28 | | |
| 29 | -81.811 | 1.200 | 1.80440 | 39.58 |
| 30 | 52.281 | 8.800 | 1.67270 | 32.10 |
| 31 | -50.135 | 1.920 | | |
| 32 | -62.128 | 1.200 | 1.65160 | 58.55 |
| 33 | 501.405 | - | | |

f n : -115.857

g F n : 0.5729

(表 2 2)

無限遠の被写体に合焦させた状態 (撮影倍率 = 0) における各種データ
ズーム比 (変倍比) 2.00

| | 短焦点距離端 | 中間焦点距離 | 長焦点距離端 | |
|------|---------|---------|---------|----|
| FNO. | 4.00 | 4.78 | 5.85 | |
| f | 199.850 | 300.509 | 399.850 | |
| W | 6.2 | 4.1 | 3.1 | |
| Y | 21.64 | 21.64 | 21.64 | |
| fB | 37.600 | 64.084 | 95.259 | |
| L | 230.000 | 268.818 | 297.352 | |
| d5 | 7.167 | 29.997 | 36.596 | |
| d10 | 2.848 | 2.787 | 3.860 | |
| d20 | 18.370 | 36.866 | 43.957 | |
| d28 | 47.517 | 18.586 | 1.181 | 30 |

(表 2 3)

レンズ群データ

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|----------|----|----------|
| 1 | 1 | 173.972 |
| 2 (後続、n) | 6 | -240.999 |
| 3 (後続) | 11 | -371.001 |
| 4 (後続) | 21 | 81.393 |
| 5 (後続) | 29 | -94.481 |

(表 2 4)

有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データ

| | 9000.0 | 9000.0 | 9000.0 | |
|-------|--------|--------|--------|----|
| 物像間距離 | 9000.0 | 9000.0 | 9000.0 | |
| 倍率 | -0.023 | -0.033 | -0.044 | |
| d5 | 7.167 | 29.997 | 36.596 | |
| d10 | 2.848 | 2.787 | 3.860 | |
| d20 | 16.235 | 33.099 | 38.816 | |
| d28 | 49.652 | 22.353 | 6.322 | |
| fB | 37.600 | 64.084 | 95.259 | |
| 物像間距離 | 5000.0 | 5000.0 | 5000.0 | |
| 倍率 | -0.042 | -0.060 | -0.079 | |
| d5 | 7.167 | 29.997 | 36.596 | 50 |

| | | | |
|-----|--------|--------|--------|
| d10 | 2.848 | 2.787 | 3.860 |
| d20 | 14.467 | 30.160 | 35.008 |
| d28 | 51.420 | 25.291 | 10.130 |
| fB | 37.600 | 64.084 | 95.259 |

【 0 1 3 3 】

[数値実施例 7]

図 3 1 ~ 図 3 5 と表 2 5 ~ 表 2 8 は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例 7 を示している。図 3 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、図 3 2 (A) ~ (D) と図 3 3 (A) ~ (D) は短焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図、図 3 4 (A) ~ (D) と図 3 5 (A) ~ (D) は長焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図である。表 2 5 は面データ、表 2 6 は無限遠の被写体に合焦させた状態 (撮影倍率 = 0) における各種データ、表 2 7 はレンズ群データ、表 2 8 は有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データである。

【 0 1 3 4 】

本数値実施例 7 のズームレンズ系は、物体側から順に、正の屈折力の第 1 レンズ群 G 1 C と、正の屈折力の第 2 レンズ群 (後続レンズ群) G 2 C と、負の屈折力の第 3 レンズ群 (後続レンズ群、第 n レンズ群) G 3 C と、正の屈折力の第 4 レンズ群 (後続レンズ群) G 4 C と、負の屈折力の第 5 レンズ群 (後続レンズ群) G 5 C とから構成されている。第 4 レンズ群 G 4 C には第 4 レンズ群 G 4 C と一体に移動する絞り S が含まれている。

【 0 1 3 5 】

第 1 レンズ群 G 1 C は、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ 1 1 C と、物体側に凸の負メニスカスレンズ 1 2 C と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 1 3 C とからなる。負メニスカスレンズ 1 2 C と正メニスカスレンズ 1 3 C は接合されている。

【 0 1 3 6 】

第 2 レンズ群 G 2 C は、物体側から順に、物体側に凸の負メニスカスレンズ 2 1 C と、両凸正レンズ 2 2 C とからなる。負メニスカスレンズ 2 1 C と両凸正レンズ 2 2 C は接合されている。

【 0 1 3 7 】

第 3 レンズ群 G 3 C は、物体側から順に、両凹負レンズ 3 1 C と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 3 2 C と、両凹負レンズ 3 3 C とからなる。両凹負レンズ 3 1 C と正メニスカスレンズ 3 2 C は接合されている。

【 0 1 3 8 】

第 4 レンズ群 G 4 C は、物体側から順に、両凸正レンズ 4 1 C と、両凸正レンズ 4 2 C と、両凹負レンズ 4 3 C と、絞り S と、物体側に凸の負メニスカスレンズ 4 4 C と、両凸正レンズ 4 5 C と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 4 6 C とからなる。両凸正レンズ 4 2 C と両凹負レンズ 4 3 C は接合されている。

【 0 1 3 9 】

第 5 レンズ群 G 5 C は、物体側から順に、像側に凸の正メニスカスレンズ 5 1 C と、両凹負レンズ 5 2 C とからなる。

【 0 1 4 0 】

(表 2 5)

面データ

| 面番号 | R | d | N(d) | (d) |
|-----|---------|-------|---------|-------|
| 1 | 69.128 | 6.401 | 1.51633 | 64.14 |
| 2 | 525.186 | 0.150 | | |
| 3 | 100.847 | 1.700 | 1.79952 | 42.22 |
| 4 | 43.884 | 7.527 | 1.48749 | 70.24 |
| 5 | 321.688 | d5 | | |
| 6 | 107.759 | 1.700 | 1.74400 | 44.79 |
| 7 | 51.867 | 4.850 | 1.48749 | 70.24 |

| | | | | |
|-----|----------|--------|---------|-------|
| 8 | -615.486 | d8 | | |
| 9 | -175.204 | 1.200 | 1.77250 | 49.60 |
| 10 | 22.413 | 3.290 | 1.84666 | 23.78 |
| 11 | 64.808 | 2.000 | | |
| 12 | -52.204 | 1.100 | 1.77250 | 49.60 |
| 13 | 552.401 | d13 | | |
| 14 | 62.895 | 3.220 | 1.77250 | 49.60 |
| 15 | -218.483 | 5.000 | | |
| 16 | 36.531 | 4.920 | 1.49700 | 81.55 |
| 17 | -57.196 | 1.200 | 1.85026 | 32.27 |
| 18 | 82.066 | 2.700 | | |
| 19絞 | | 14.387 | | |
| 20 | 84.372 | 1.100 | 1.83400 | 37.34 |
| 21 | 37.252 | 1.020 | | |
| 22 | 195.080 | 4.540 | 1.59522 | 67.73 |
| 23 | -49.305 | 0.200 | | |
| 24 | 28.817 | 3.730 | 1.61800 | 63.33 |
| 25 | 294.452 | d25 | | |
| 26 | -132.364 | 2.110 | 1.78472 | 25.68 |
| 27 | -43.004 | 1.970 | | |
| 28 | -40.156 | 1.000 | 1.69680 | 55.53 |
| 29 | 39.612 | - | | |

f n : -98.480

g F n : 0.5672

(表 2 6)

無限遠の被写体に合焦させた状態 (撮影倍率 = 0) における各種データ
ズーム比 (変倍比) 5.30

| | 短焦点距離端 | 中間焦点距離 | 長焦点距離端 |
|------|---------|---------|---------|
| FNO. | 4.00 | 4.86 | 5.85 |
| f | 54.95 | 139.85 | 291.09 |
| W | 15.1 | 5.7 | 2.8 |
| Y | 14.24 | 14.24 | 14.24 |
| fB | 52.820 | 67.339 | 89.121 |
| L | 190.757 | 215.212 | 239.996 |
| d5 | 2.000 | 26.455 | 51.240 |
| d8 | 2.452 | 15.849 | 15.519 |
| d13 | 51.451 | 22.194 | 3.000 |
| d25 | 5.020 | 6.361 | 4.102 |

(表 2 7)

レンズ群データ

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|----------|----|---------|
| 1 | 1 | 166.266 |
| 2 (後続) | 6 | 360.538 |
| 3 (後続、n) | 9 | -32.278 |
| 4 (後続) | 14 | 39.406 |
| 5 (後続) | 26 | -45.597 |

(表 2 8)

有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データ

| | | | |
|-------|--------|--------|--------|
| 物像間距離 | 5000.0 | 5000.0 | 5000.0 |
| 倍率 | -0.011 | -0.028 | -0.058 |

10

20

30

40

50

| | | | |
|-------|--------|--------|--------|
| d5 | 2.000 | 26.455 | 51.240 |
| d8 | 2.452 | 15.849 | 15.519 |
| d13 | 51.451 | 22.194 | 3.000 |
| d25 | 5.192 | 7.147 | 6.361 |
| fB | 52.648 | 66.553 | 86.862 |
| 物像間距離 | 2000.0 | 2000.0 | 2000.0 |
| 倍率 | -0.029 | -0.071 | -0.145 |
| d5 | 2.000 | 26.455 | 51.240 |
| d8 | 2.452 | 15.849 | 15.519 |
| d13 | 51.451 | 22.194 | 3.000 |
| d25 | 5.469 | 8.377 | 9.915 |
| fB | 52.371 | 65.323 | 83.308 |

10

【 0 1 4 1 】

[数値実施例 8]

図 3 6 ~ 図 4 0 と表 2 9 ~ 表 3 2 は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例 8 を示している。図 3 6 は短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図、図 3 7 (A) ~ (D) と図 3 8 (A) ~ (D) は短焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図、図 3 9 (A) ~ (D) と図 4 0 (A) ~ (D) は長焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図である。表 2 9 は面データ、表 3 0 は無限遠の被写体に合焦させた状態 (撮影倍率 = 0) における各種データ、表 3 1 はレンズ群データ、表 3 2 は有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データである。

20

【 0 1 4 2 】

本数値実施例 8 のズームレンズ系は、物体側から順に、正の屈折力の第 1 レンズ群 G 1 D と、負の屈折力の第 2 レンズ群 (後続レンズ群、第 n レンズ群) G 2 D と、正の屈折力の第 3 レンズ群 (後続レンズ群) G 3 D と、負の屈折力の第 4 レンズ群 (後続レンズ群) G 4 D と、正の屈折力の第 5 レンズ群 (後続レンズ群) G 5 D とから構成されている。第 3 レンズ群 G 3 D には第 3 レンズ群 G 3 D と一体に移動する絞り S が含まれている。

【 0 1 4 3 】

第 1 レンズ群 G 1 D は、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ 1 1 D と、物体側に凸の負メニスカスレンズ 1 2 D と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 1 3 D とからなる。負メニスカスレンズ 1 2 D と正メニスカスレンズ 1 3 D は接合されている。

30

【 0 1 4 4 】

第 2 レンズ群 G 2 D は、物体側から順に、両凹負レンズ 2 1 D と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 2 2 D と、像側に凸の負メニスカスレンズ 2 3 D とからなる。両凹負レンズ 2 1 D と正メニスカスレンズ 2 2 D は接合されている。

【 0 1 4 5 】

第 3 レンズ群 G 3 D は、物体側から順に、両凸正レンズ 3 1 D と、両凸正レンズ 3 2 D と、両凹負レンズ 3 3 D と、絞り S と、物体側に凸の負メニスカスレンズ 3 4 D と、両凸正レンズ 3 5 D と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 3 6 D とからなる。両凸正レンズ 3 2 D と両凹負レンズ 3 3 D は接合されている。

40

【 0 1 4 6 】

第 4 レンズ群 G 4 D は、物体側から順に、像側に凸の正メニスカスレンズ 4 1 D と、両凹負レンズ 4 2 D とからなる。

【 0 1 4 7 】

第 5 レンズ群 G 5 D は、両凸正単レンズ 5 1 D からなる。

【 0 1 4 8 】

(表 2 9)

面データ

| 面番号 | R | d | N(d) | (d) |
|-----|--------|-------|---------|-------|
| 1 | 61.765 | 5.940 | 1.51633 | 64.14 |

50

| | | | | |
|-----|----------|--------|---------|-------|
| 2 | 588.992 | 0.150 | | |
| 3 | 97.196 | 1.700 | 1.79952 | 42.22 |
| 4 | 39.169 | 8.210 | 1.48749 | 70.24 |
| 5 | 451.941 | d5 | | |
| 6 | -172.825 | 0.900 | 1.72916 | 54.68 |
| 7 | 22.024 | 2.960 | 1.84666 | 23.78 |
| 8 | 44.314 | 2.630 | | |
| 9 | -38.158 | 0.800 | 1.69680 | 55.53 |
| 10 | -136.863 | d10 | | |
| 11 | 85.555 | 3.220 | 1.72916 | 54.68 |
| 12 | -188.580 | 1.640 | | |
| 13 | 34.217 | 4.920 | 1.59522 | 67.73 |
| 14 | -56.730 | 1.100 | 1.80610 | 33.27 |
| 15 | 136.465 | 2.851 | | |
| 16絞 | | 13.105 | | |
| 17 | 220.885 | 1.000 | 1.83400 | 37.34 |
| 18 | 30.589 | 1.664 | | |
| 19 | 60.865 | 4.392 | 1.49700 | 81.55 |
| 20 | -53.647 | 0.510 | | |
| 21 | 30.636 | 2.920 | 1.69680 | 55.53 |
| 22 | 377.447 | d22 | | |
| 23 | -121.045 | 2.109 | 1.76182 | 26.52 |
| 24 | -42.590 | 2.000 | | |
| 25 | -41.378 | 0.700 | 1.69680 | 55.53 |
| 26 | 41.151 | d26 | | |
| 27 | 236.669 | 2.055 | 1.54072 | 47.23 |
| 28 | -380.932 | - | | |

f n : -83.143

g F n : 0.5672

(表 3 0)

無限遠の被写体に合焦させた状態 (撮影倍率 = 0) における各種データ
ズーム比 (変倍比) 5.20

| | 短焦点距離端 | 中間焦点距離 | 長焦点距離端 |
|------|---------|---------|---------|
| FNO. | 4.60 | 5.19 | 6.43 |
| f | 55.959 | 135.025 | 291.146 |
| W | 14.8 | 6.0 | 2.8 |
| Y | 14.24 | 14.24 | 14.24 |
| fB | 37.602 | 47.087 | 73.429 |
| L | 165.236 | 195.005 | 234.550 |
| d5 | 3.201 | 45.662 | 69.666 |
| d10 | 35.478 | 13.300 | 2.500 |
| d22 | 6.994 | 11.211 | 2.171 |
| d26 | 14.486 | 10.269 | 19.309 |

(表 3 1)

レンズ群データ

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|----------|----|---------|
| 1 | 1 | 144.940 |
| 2 (後続、n) | 6 | -31.551 |
| 3 (後続) | 11 | 37.495 |
| 4 (後続) | 23 | -46.425 |

10

20

30

40

50

5 (後 続) 27 270.281

(表 3 2)

有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データ

| | | | |
|-------|--------|--------|--------|
| 物像間距離 | 5000.0 | 5000.0 | 5000.0 |
| 倍率 | -0.011 | -0.027 | -0.059 |
| d5 | 3.201 | 45.662 | 69.666 |
| d10 | 35.478 | 13.300 | 2.500 |
| d22 | 7.203 | 12.286 | 4.899 |
| d26 | 14.277 | 9.194 | 16.581 |
| fB | 37.602 | 47.087 | 73.429 |
| 物像間距離 | 3000.0 | 3000.0 | 3000.0 |
| 倍率 | -0.019 | -0.046 | -0.098 |
| d5 | 3.201 | 45.662 | 69.666 |
| d10 | 35.478 | 13.300 | 2.500 |
| d22 | 7.349 | 13.027 | 6.791 |
| d26 | 14.131 | 8.453 | 14.689 |
| fB | 37.602 | 47.087 | 73.429 |

10

【 0 1 4 9 】

[数値実施例 9]

図 4 1 ~ 図 4 5 と表 3 3 ~ 表 3 6 は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例 9 を示している。図 4 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、図 4 2 (A) ~ (D) と図 4 3 (A) ~ (D) は短焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図、図 4 4 (A) ~ (D) と図 4 5 (A) ~ (D) は長焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図である。表 3 3 は面データ、表 3 4 は無限遠の被写体に合焦させた状態 (撮影倍率 = 0) における各種データ、表 3 5 はレンズ群データ、表 3 6 は有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データである。

20

【 0 1 5 0 】

本数値実施例 9 のズームレンズ系は、物体側から順に、正の屈折力の第 1 レンズ群 G 1 E と、負の屈折力の第 2 レンズ群 (後続レンズ群、第 n レンズ群) G 2 E と、正の屈折力の第 3 レンズ群 (後続レンズ群) G 3 E と、正の屈折力の第 4 レンズ群 (後続レンズ群) G 4 E と、負の屈折力の第 5 レンズ群 (後続レンズ群) G 5 E と、正の屈折力の第 6 レンズ群 (後続レンズ群) G 6 E とから構成されている。第 3 レンズ群 G 3 E には第 3 レンズ群 G 3 E と一体に移動する絞り S が含まれている。

30

【 0 1 5 1 】

第 1 レンズ群 G 1 E は、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ 1 1 E と、物体側に凸の負メニスカスレンズ 1 2 E と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 1 3 E とからなる。負メニスカスレンズ 1 2 E と正メニスカスレンズ 1 3 E は接合されている。

【 0 1 5 2 】

第 2 レンズ群 G 2 E は、物体側から順に、両凹負レンズ 2 1 E と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 2 2 E と、像側に凸の負メニスカスレンズ 2 3 E とからなる。両凹負レンズ 2 1 E と正メニスカスレンズ 2 2 E は接合されている。

40

【 0 1 5 3 】

第 3 レンズ群 G 3 E は、物体側から順に、両凸正レンズ 3 1 E と、両凸正レンズ 3 2 E と、両凹負レンズ 3 3 E とからなる。両凸正レンズ 3 2 E と両凹負レンズ 3 3 E は接合されている。

【 0 1 5 4 】

第 4 レンズ群 G 4 E 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 E と、両凸正レンズ 4 2 E と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 4 3 E とからなる。

【 0 1 5 5 】

第 5 レンズ群 G 5 E は、物体側から順に、像側に凸の正メニスカスレンズ 5 1 E と、両

50

凹負レンズ 5 2 E とからなる。

【 0 1 5 6 】

第 6 レンズ群 G 6 E は、物体側に凸の正メニスカス単レンズ 6 1 E からなる。

【 0 1 5 7 】

(表 3 3)

面データ

| 面番号 | R | d | N(d) | (d) | |
|-----|----------|-------|---------|-------|----|
| 1 | 74.014 | 5.940 | 1.48749 | 70.24 | |
| 2 | 915.456 | 0.150 | | | |
| 3 | 121.231 | 1.700 | 1.78590 | 44.20 | 10 |
| 4 | 47.604 | 8.210 | 1.48749 | 70.24 | |
| 5 | 748.965 | d5 | | | |
| 6 | -190.634 | 0.900 | 1.74100 | 52.64 | |
| 7 | 23.710 | 2.960 | 1.84666 | 23.78 | |
| 8 | 47.887 | 2.630 | | | |
| 9 | -37.671 | 0.800 | 1.61800 | 63.33 | |
| 10 | -145.430 | d10 | | | |
| 11 | 93.946 | 3.220 | 1.72916 | 54.68 | |
| 12 | -101.424 | 1.640 | | | |
| 13 | 33.772 | 4.920 | 1.59522 | 67.73 | 20 |
| 14 | -51.804 | 1.100 | 1.80610 | 33.27 | |
| 15 | 119.681 | 2.851 | | | |
| 16絞 | | d16 | | | |
| 17 | 63.455 | 1.000 | 1.83400 | 37.34 | |
| 18 | 24.801 | 3.719 | | | |
| 19 | 30.359 | 4.392 | 1.49700 | 81.55 | |
| 20 | -87.115 | 0.510 | | | |
| 21 | 42.618 | 2.920 | 1.69680 | 55.53 | |
| 22 | 226.723 | d22 | | | |
| 23 | -126.233 | 2.109 | 1.76182 | 26.52 | 30 |
| 24 | -40.199 | 2.000 | | | |
| 25 | -36.365 | 0.700 | 1.69680 | 55.53 | |
| 26 | 37.591 | d26 | | | |
| 27 | 51.840 | 2.055 | 1.51742 | 52.43 | |
| 28 | 87.690 | - | | | |

f n : -100.761

g F n : 0.5631

(表 3 4)

無限遠の被写体に合焦させた状態 (撮影倍率 = 0) における各種データ

ズーム比 (変倍比) 5.21 40

| | 短焦点距離端 | 中間焦点距離 | 長焦点距離端 | |
|------|---------|---------|---------|----|
| FNO. | 4.60 | 5.60 | 6.48 | |
| f | 56.000 | 123.120 | 291.999 | |
| W | 14.8 | 6.6 | 2.8 | |
| Y | 14.24 | 14.24 | 14.24 | |
| fB | 37.600 | 56.366 | 70.026 | |
| L | 165.367 | 209.909 | 248.397 | |
| d5 | 3.000 | 47.542 | 86.031 | |
| d10 | 36.367 | 19.174 | 2.500 | |
| d16 | 14.122 | 12.549 | 15.563 | 50 |

| | | | |
|-----|--------|--------|--------|
| d22 | 2.544 | 3.685 | 1.913 |
| d26 | 15.309 | 14.168 | 15.940 |

(表 3 5)

レンズ群データ

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|----------|----|---------|
| 1 | 1 | 173.992 |
| 2 (後続、n) | 6 | -33.596 |
| 3 (後続) | 11 | 44.294 |
| 4 (後続) | 17 | 56.311 |
| 5 (後続) | 23 | -41.708 |
| 6 (後続) | 27 | 240.371 |

10

(表 3 6)

有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データ

| | | | |
|-------|--------|--------|--------|
| 物像間距離 | 5000.0 | 5000.0 | 5000.0 |
| 倍率 | -0.011 | -0.025 | -0.058 |
| d5 | 3.000 | 47.542 | 86.031 |
| d10 | 36.367 | 19.174 | 2.500 |
| d16 | 14.122 | 12.549 | 15.563 |
| d22 | 2.725 | 4.286 | 4.509 |
| d26 | 15.128 | 13.567 | 13.344 |
| fB | 37.600 | 56.366 | 70.026 |
| 物像間距離 | 3000.0 | 3000.0 | 3000.0 |
| 倍率 | -0.019 | -0.042 | -0.097 |
| d5 | 3.000 | 47.542 | 86.031 |
| d10 | 36.367 | 19.174 | 2.500 |
| d16 | 14.122 | 12.549 | 15.563 |
| d22 | 2.850 | 4.701 | 6.283 |
| d26 | 15.003 | 13.152 | 11.570 |
| fB | 37.600 | 56.366 | 70.026 |

20

【0158】

30

[数値実施例10]

図46～図50と表37～表40は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例10を示している。図46は短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図、図47(A)～(D)と図48(A)～(D)は短焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図、図49(A)～(D)と図50(A)～(D)は長焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図である。表37は面データ、表38は無限遠の被写体に合焦させた状態(撮影倍率=0)における各種データ、表39はレンズ群データ、表40は有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データである。

【0159】

本数値実施例10のズームレンズ系は、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群G1Fと、負の屈折力の第2レンズ群(後続レンズ群、第nレンズ群)G2Fと、正の屈折力の第3レンズ群(後続レンズ群)G3Fとから構成されている。第3レンズ群G3Fには第3レンズ群G3Fと一体に移動する絞りSが含まれている。

40

【0160】

第1レンズ群G1Fは、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ11Fと、物体側に凸の負メニスカスレンズ12Fと、物体側に凸の正メニスカスレンズ13Fとからなる。負メニスカスレンズ12Fと正メニスカスレンズ13Fは接合されている。

【0161】

第2レンズ群G2Fは、物体側から順に、両凹負レンズ21Fと、物体側に凸の正メニスカスレンズ22Fと、両凹負レンズ23Fとからなる。両凹負レンズ21Fと正メニ

50

カスレンズ 2 2 F は接合されている。

【 0 1 6 2 】

第 3 レンズ群 G 3 F は、物体側から順に、両凸正レンズ 3 1 F と、両凸正レンズ 3 2 F と、両凹負レンズ 3 3 F と、絞り S と、両凸正レンズ 3 4 F と、両凹負レンズ 3 5 F と、両凸正レンズ 3 6 F と、像側に凸の負メニスカスレンズ 3 7 F と、両凸正レンズ 3 8 F とからなる。両凸正レンズ 3 2 F と両凹負レンズ 3 3 F は接合されており、両凸正レンズ 3 4 F と両凹負レンズ 3 5 F は接合されている。

【 0 1 6 3 】

(表 3 7)

面データ

| 面番号 | R | d | N(d) | (d) |
|-----|----------|--------|---------|-------|
| 1 | 73.372 | 4.737 | 1.64000 | 60.08 |
| 2 | 308.552 | 0.150 | | |
| 3 | 98.116 | 1.700 | 1.83400 | 37.16 |
| 4 | 45.864 | 6.874 | 1.48749 | 70.24 |
| 5 | 320.457 | d5 | | |
| 6 | -543.000 | 1.200 | 1.69680 | 55.53 |
| 7 | 20.527 | 4.200 | 1.84666 | 23.78 |
| 8 | 50.126 | 2.806 | | |
| 9 | -56.691 | 1.500 | 1.83481 | 42.72 |
| 10 | 113.676 | d10 | | |
| 11 | 66.417 | 3.581 | 1.77250 | 49.60 |
| 12 | -89.590 | 2.000 | | |
| 13 | 26.536 | 5.796 | 1.49700 | 81.55 |
| 14 | -33.059 | 1.200 | 1.85026 | 32.27 |
| 15 | 55.548 | 1.675 | | |
| 16絞 | | 7.268 | | |
| 17 | 125.175 | 2.873 | 1.62299 | 58.17 |
| 18 | -26.979 | 1.200 | 1.66680 | 33.05 |
| 19 | 61.108 | 5.654 | | |
| 20 | 97.439 | 3.450 | 1.80518 | 25.43 |
| 21 | -37.663 | 16.060 | | |
| 22 | -22.183 | 1.500 | 1.91082 | 35.25 |
| 23 | -96.715 | 0.200 | | |
| 24 | 58.834 | 2.633 | 1.69680 | 55.53 |
| 25 | -310.598 | - | | |

f n : -104.813

g F n : 0.5776

(表 3 8)

無限遠の被写体に合焦させた状態 (撮影倍率 = 0) における各種データ
ズーム比 (変倍比) 4.70

| | 短焦点距離端 | 中間焦点距離 | 長焦点距離端 |
|------|---------|---------|---------|
| FNO. | 4.30 | 5.25 | 6.47 |
| f | 51.601 | 100.118 | 242.760 |
| W | 16.3 | 8.2 | 3.4 |
| Y | 14.24 | 14.24 | 14.24 |
| fB | 42.352 | 58.425 | 78.816 |
| L | 157.671 | 192.600 | 230.307 |
| d5 | 4.800 | 36.184 | 69.535 |
| d10 | 32.263 | 19.735 | 3.700 |

(表 39)

レンズ群データ

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|----------|----|---------|
| 1 | 1 | 158.229 |
| 2 (後続、n) | 6 | -30.075 |
| 3 (後続) | 11 | 38.335 |

(表 40)

有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データ

| | | | |
|-------|--------|--------|--------|
| 物像間距離 | 5000.0 | 5000.0 | 5000.0 |
| 倍率 | -0.010 | -0.020 | -0.043 |
| d5 | 4.357 | 35.232 | 65.382 |
| d10 | 32.706 | 20.687 | 7.853 |
| fB | 42.352 | 58.425 | 78.816 |
| 物像間距離 | 2000.0 | 2000.0 | 2000.0 |
| 倍率 | -0.027 | -0.049 | -0.096 |
| d5 | 3.677 | 33.872 | 61.529 |
| d10 | 33.386 | 22.047 | 11.706 |
| fB | 42.352 | 58.425 | 78.816 |

【0164】

[数値実施例 11]

図 5 1 ~ 図 5 5 と表 4 1 ~ 表 4 4 は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例 11 を示している。図 5 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、図 5 2 (A) ~ (D) と図 5 3 (A) ~ (D) は短焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図、図 5 4 (A) ~ (D) と図 5 5 (A) ~ (D) は長焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図である。表 4 1 は面データ、表 4 2 は無限遠の被写体に合焦させた状態 (撮影倍率 = 0) における各種データ、表 4 3 はレンズ群データ、表 4 4 は有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データである。

【0165】

この数値実施例 11 のレンズ構成は、以下の点を除き、数値実施例 10 のレンズ構成と同様である。

(1) 第 3 レンズ群 G3F が、物体側から順に、絞り S と、両凸正レンズ 31F' と、両凸正レンズ 32F' と、両凹負レンズ 33F' と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 34F' と、物体側に凸の負メニスカスレンズ 35F' と、両凸正レンズ 36F' と、両凹負レンズ 37F' と、両凸正レンズ 38F' とからなる。両凸正レンズ 32F' と両凹負レンズ 33F' は接合されており、正メニスカスレンズ 34F' と負メニスカスレンズ 35F' は接合されている。

【0166】

(表 41)

面データ

| 面番号 | R | d | N(d) | (d) |
|-----|----------|-------|---------|-------|
| 1 | 71.592 | 5.865 | 1.60300 | 65.44 |
| 2 | 7024.156 | 1.966 | | |
| 3 | 312.454 | 1.700 | 1.78800 | 47.37 |
| 4 | 41.001 | 7.378 | 1.60300 | 65.44 |
| 5 | 425.713 | d5 | | |
| 6 | -103.502 | 1.200 | 1.67790 | 55.34 |
| 7 | 24.583 | 4.200 | 1.84666 | 23.78 |
| 8 | 74.776 | 2.806 | | |
| 9 | -90.360 | 1.500 | 1.83400 | 37.16 |
| 10 | 114.204 | d10 | | |

| | | | | |
|-----|----------|--------|---------|-------|
| 11絞 | | 1.700 | | |
| 12 | 274.288 | 4.056 | 1.73400 | 51.47 |
| 13 | -103.948 | 0.100 | | |
| 14 | 25.754 | 6.106 | 1.49700 | 81.55 |
| 15 | -52.422 | 1.200 | 1.85026 | 32.27 |
| 16 | 109.204 | 15.000 | | |
| 17 | 16.828 | 3.600 | 1.61800 | 63.33 |
| 18 | 25.738 | 1.200 | 1.58313 | 59.37 |
| 19 | 17.186 | 7.296 | | |
| 20 | 33.718 | 3.450 | 1.69680 | 55.53 |
| 21 | -49.965 | 4.207 | | |
| 22 | -18.238 | 1.500 | 1.88300 | 40.76 |
| 23 | 108.501 | 0.200 | | |
| 24 | 54.250 | 2.633 | 1.74000 | 28.30 |
| 25 | -118.278 | - | | |

f n : -60.056

g F n : 0.5559

(表42)

無限遠の被写体に合焦させた状態 (撮影倍率 = 0) における各種データ
ズーム比 (変倍比) 3.79

| | 短焦点距離端 | 中間焦点距離 | 長焦点距離端 |
|------|---------|---------|---------|
| FNO. | 4.20 | 5.22 | 5.78 |
| f | 51.400 | 99.844 | 194.569 |
| W | 16.4 | 8.2 | 4.2 |
| Y | 14.24 | 14.24 | 14.24 |
| fB | 41.257 | 59.441 | 69.548 |
| L | 154.882 | 188.869 | 226.352 |
| d5 | 4.123 | 35.391 | 74.884 |
| d10 | 30.639 | 15.174 | 3.057 |

(表43)

レンズ群データ

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|----------|----|---------|
| 1 | 1 | 192.429 |
| 2 (後続、n) | 6 | -35.398 |
| 3 (後続) | 12 | 38.171 |

(表44)

有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データ

| | | | |
|-------|--------|--------|--------|
| 物像間距離 | 5000.0 | 5000.0 | 5000.0 |
| 倍率 | -0.010 | -0.020 | -0.036 |
| d5 | 3.540 | 34.353 | 71.629 |
| d10 | 31.221 | 16.212 | 6.312 |
| fB | 41.257 | 59.441 | 69.548 |
| 物像間距離 | 2000.0 | 2000.0 | 2000.0 |
| 倍率 | -0.026 | -0.049 | -0.082 |
| d5 | 2.653 | 32.853 | 67.988 |
| d10 | 32.109 | 17.712 | 9.953 |
| fB | 41.257 | 59.441 | 69.548 |

【0167】

[数値実施例12]

図56～図60と表45～表48は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例12を

10

20

30

40

50

示している。図56は短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図、図57(A)～(D)と図58(A)～(D)は短焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図、図59(A)～(D)と図60(A)～(D)は長焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図である。表45は面データ、表46は無限遠の被写体に合焦させた状態(撮影倍率=0)における各種データ、表47はレンズ群データ、表48は有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データである。

【0168】

この数値実施例12のレンズ構成は、以下の点を除き、数値実施例10のレンズ構成と同様である。

(1)第3レンズ群G3Fが、物体側から順に、絞りSと、両凸正レンズ31F"と、両凸正レンズ32F"と、両凹負レンズ33F"と、両凸正レンズ34F"と、像側に凸の負メニスカスレンズ35F"と、両凹負レンズ36F"と、両凸正レンズ37F"とからなる。両凸正レンズ32F"と両凹負レンズ33F"は接合されており、両凸正レンズ34F"と負メニスカスレンズ35F"は接合されている。

【0169】

(表45)

面データ

| 面番号 | R | d | N(d) | (d) |
|-----|----------|--------|---------|-------|
| 1 | 85.329 | 4.529 | 1.77250 | 49.60 |
| 2 | 983.202 | 0.150 | | |
| 3 | 107.046 | 1.700 | 1.72047 | 34.71 |
| 4 | 41.690 | 6.874 | 1.49700 | 81.55 |
| 5 | 156.582 | d5 | | |
| 6 | -541.000 | 1.200 | 1.78800 | 47.37 |
| 7 | 24.160 | 4.200 | 1.84666 | 23.78 |
| 8 | 75.055 | 2.806 | | |
| 9 | -55.520 | 1.500 | 1.81600 | 46.62 |
| 10 | 551.971 | d10 | | |
| 11絞 | | 1.700 | | |
| 12 | 109.153 | 4.056 | 1.61800 | 63.33 |
| 13 | -64.888 | 0.100 | | |
| 14 | 23.204 | 6.106 | 1.49700 | 81.55 |
| 15 | -44.037 | 1.200 | 1.85026 | 32.27 |
| 16 | 58.912 | 16.952 | | |
| 17 | 75.831 | 3.450 | 1.83400 | 37.16 |
| 18 | -27.995 | 1.200 | 1.61772 | 49.81 |
| 19 | -71.414 | 9.369 | | |
| 20 | -21.513 | 1.500 | 1.88300 | 40.76 |
| 21 | 59.394 | 0.200 | | |
| 22 | 51.421 | 2.633 | 1.60562 | 43.70 |
| 23 | -50.348 | - | | |

f n : -95.821

g F n : 0.5834

(表46)

無限遠の被写体に合焦させた状態(撮影倍率=0)における各種データ
ズーム比(変倍比) 4.03

| | 短焦点距離端 | 中間焦点距離 | 長焦点距離端 |
|------|--------|--------|---------|
| FNO. | 4.10 | 4.60 | 6.35 |
| f | 55.319 | 99.962 | 222.785 |
| W | 14.9 | 8.1 | 3.6 |

| | | | |
|-----|---------|---------|---------|
| Y | 14.24 | 14.24 | 14.24 |
| fB | 40.231 | 48.460 | 77.781 |
| L | 156.000 | 177.008 | 199.353 |
| d5 | 4.400 | 32.812 | 48.147 |
| d10 | 39.945 | 24.312 | 2.000 |

(表 4 7)

レンズ群データ

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|----------|----|---------|
| 1 | 1 | 147.222 |
| 2 (後続、n) | 6 | -37.110 |
| 3 (後続) | 12 | 40.191 |

10

(表 4 8)

有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データ

| | | | |
|-------|--------|--------|--------|
| 物像間距離 | 5000.0 | 5000.0 | 5000.0 |
| 倍率 | -0.011 | -0.019 | -0.039 |
| d5 | 3.488 | 30.426 | 42.368 |
| d10 | 40.857 | 26.697 | 7.780 |
| fB | 40.231 | 48.460 | 77.781 |
| 物像間距離 | 2000.0 | 2000.0 | 2000.0 |
| 倍率 | -0.028 | -0.046 | -0.088 |
| d5 | 2.145 | 27.492 | 37.552 |
| d10 | 42.200 | 29.631 | 12.596 |
| fB | 40.231 | 48.460 | 77.781 |

20

【0 1 7 0】

[数値実施例 1 3]

図 6 1 ~ 図 6 5 と表 4 9 ~ 表 5 2 は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例 1 3 を示している。図 6 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、図 6 2 (A) ~ (D) と図 6 3 (A) ~ (D) は短焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図、図 6 4 (A) ~ (D) と図 6 5 (A) ~ (D) は長焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図である。表 4 9 は面データ、表 5 0 は無限遠の被写体に合焦させた状態 (撮影倍率 = 0) における各種データ、表 5 1 はレンズ群データ、表 5 2 は有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データである。

30

【0 1 7 1】

本数値実施例 1 3 のズームレンズ系は、物体側から順に、正の屈折力の第 1 レンズ群 G 1 G と、負の屈折力の第 2 レンズ群 (後続レンズ群、第 n レンズ群) G 2 G と、負の屈折力の第 3 レンズ群 (後続レンズ群) G 3 G と、正の屈折力の第 4 レンズ群 (後続レンズ群) G 4 G とから構成されている。第 4 レンズ群 G 4 G には第 4 レンズ群 G 4 G と一体に移動する絞り S が含まれている。

【0 1 7 2】

第 1 レンズ群 G 1 G は、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ 1 1 G と、物体側に凸の負メニスカスレンズ 1 2 G と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 1 3 G と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 1 4 G とからなる。負メニスカスレンズ 1 2 G と正メニスカスレンズ 1 3 G は接合されている。

40

【0 1 7 3】

第 2 レンズ群 G 2 G は、物体側から順に、両凹負レンズ 2 1 G と、両凸正レンズ 2 2 G と、両凹負レンズ 2 3 G とからなる。

【0 1 7 4】

第 3 レンズ群 G 3 G は、物体側から順に、両凹負レンズ 3 1 G と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 3 2 G とからなる。両凹負レンズ 3 1 G と正メニスカスレンズ 3 2 G は接合されている。

50

【 0 1 7 5 】

第4レンズ群G4Gは、物体側から順に、NDフィルタ41Gと、絞りSと、両凸正レンズ42Gと、両凸正レンズ43Gと、両凹負レンズ44Gと、物体側に凸の負メニスカスレンズ45Gと、物体側に凸の正メニスカスレンズ46Gと、物体側に凸の正メニスカスレンズ47Gと、平行平板48Gとからなる。両凸正レンズ43Gと両凹負レンズ44Gは接合されており、負メニスカスレンズ45Gと正メニスカスレンズ46Gは接合されている。

【 0 1 7 6 】

(表49)

面データ

| 面番号 | R | d | N(d) | (d) |
|-----|----------|--------|---------|-------|
| 1 | 138.399 | 10.386 | 1.59522 | 67.73 |
| 2 | 1728.931 | 0.200 | | |
| 3 | 367.501 | 2.650 | 1.78800 | 47.37 |
| 4 | 89.949 | 13.160 | 1.49700 | 81.55 |
| 5 | 627.536 | 0.200 | | |
| 6 | 131.406 | 8.105 | 1.43875 | 94.94 |
| 7 | 327.171 | d7 | | |
| 8 | -214.076 | 2.000 | 1.83481 | 42.72 |
| 9 | 90.051 | 1.231 | | |
| 10 | 100.764 | 5.606 | 1.84666 | 23.78 |
| 11 | -485.371 | 2.209 | | |
| 12 | -248.972 | 2.000 | 1.58267 | 46.42 |
| 13 | 126.794 | d13 | | |
| 14 | -103.184 | 1.200 | 1.69680 | 55.46 |
| 15 | 23.318 | 3.290 | 1.85026 | 32.27 |
| 16 | 52.303 | d16 | | |
| 17 | | 1.000 | 1.51680 | 64.20 |
| 18 | | 0.900 | | |
| 19絞 | | 2.500 | | |
| 20 | 46.542 | 4.834 | 1.59522 | 67.73 |
| 21 | -58.878 | 1.964 | | |
| 22 | 45.580 | 5.202 | 1.43875 | 94.94 |
| 23 | -35.837 | 1.800 | 1.80440 | 39.58 |
| 24 | 268.315 | 40.000 | | |
| 25 | 26.755 | 1.800 | 1.88300 | 40.76 |
| 26 | 15.507 | 4.982 | 1.48749 | 70.24 |
| 27 | 20.474 | 0.150 | | |
| 28 | 47.144 | 2.939 | 1.84666 | 23.78 |
| 29 | 146.953 | 5.000 | | |
| 30 | | 3.500 | 1.51680 | 64.20 |
| 31 | | - | | |

f n : -151.780

g F n : 0.5559

(表50)

無限遠の被写体に合焦させた状態(撮影倍率=0)における各種データ
ズーム比(変倍比) 15.18

| | 短焦点距離端 | 中間焦点距離 | 長焦点距離端 |
|------|--------|---------|---------|
| FNO. | 4.00 | 4.00 | 4.75 |
| f | 25.034 | 100.000 | 380.000 |

10

20

30

40

50

| | | | |
|-----|---------|---------|---------|
| W | 13.1 | 3.1 | 0.8 |
| Y | 5.50 | 5.50 | 5.50 |
| fB | 16.500 | 16.500 | 16.500 |
| L | 328.705 | 328.705 | 328.705 |
| d7 | 4.500 | 114.035 | 154.368 |
| d13 | 117.197 | 16.314 | 26.113 |
| d16 | 61.701 | 53.049 | 2.916 |

(表51)

レンズ群データ

| 群 | 始面 | 焦点距離 |
|---------|----|---------|
| 1 | 1 | 243.658 |
| 2(後続、n) | 8 | -99.211 |
| 3(後続) | 14 | -60.684 |
| 3(後続) | 17 | 44.157 |

10

(表52)

有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データ

| | | | |
|-------|---------|---------|---------|
| 物像間距離 | 9000.0 | 9000.0 | 9000.0 |
| 倍率 | -0.003 | -0.012 | -0.045 |
| d7 | 11.551 | 121.086 | 161.419 |
| d13 | 117.197 | 16.314 | 26.113 |
| d16 | 61.701 | 53.049 | 2.916 |
| fB | 16.500 | 16.500 | 16.500 |
| 物像間距離 | 5000.0 | 5000.0 | 5000.0 |
| 倍率 | -0.006 | -0.023 | -0.086 |
| d7 | 17.950 | 127.485 | 167.818 |
| d13 | 117.197 | 16.314 | 26.113 |
| d16 | 61.701 | 53.049 | 2.916 |
| fB | 16.500 | 16.500 | 16.500 |

20

【0177】

[数値実施例14]

30

図66～図70と表53～表56は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例14を示している。図66は短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図、図67(A)～(D)と図68(A)～(D)は短焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図、図69(A)～(D)と図70(A)～(D)は長焦点距離端における無限遠合焦時の諸収差図と横収差図である。表53は面データ、表54は無限遠の被写体に合焦させた状態(撮影倍率=0)における各種データ、表55はレンズ群データ、表56は有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データである。

【0178】

この数値実施例14のレンズ構成は、以下の点を除き、数値実施例13のレンズ構成と同様である。

40

(1)第2レンズ群G2Gの正レンズ22Gが物体側に凸の正メニスカスレンズであり、両凹負レンズ21Gと正メニスカスレンズ22Gが接合されている。

(2)第4レンズ群G4が、物体側から順に、NDフィルタ41G'と、絞りSと、両凸正レンズ42G'と、両凸正レンズ43G'と、両凹負レンズ44G'と、物体側に凸の負メニスカスレンズ45G'と、物体側に凸の正メニスカスレンズ46G'と、平行平板47G'とからなる。両凸正レンズ43G'と両凹負レンズ44G'は接合されている。

【0179】

(表53)

面データ

50

| 面番号 | R | d | N(d) | (d) | |
|-----|-----------|--------|---------|-------|----|
| 1 | 108.673 | 10.386 | 1.59522 | 67.73 | |
| 2 | 1875.591 | 0.200 | | | |
| 3 | 201.048 | 2.650 | 1.80400 | 46.58 | |
| 4 | 65.532 | 13.160 | 1.49700 | 81.55 | |
| 5 | 392.524 | 0.200 | | | |
| 6 | 107.913 | 8.105 | 1.43875 | 94.94 | |
| 7 | 188.818 | d7 | | | |
| 8 | -2687.000 | 2.000 | 1.85026 | 32.27 | |
| 9 | 67.674 | 5.086 | 1.84666 | 23.78 | 10 |
| 10 | 719.029 | 2.538 | | | |
| 11 | -1647.553 | 2.000 | 1.53775 | 74.70 | |
| 12 | 77.127 | d12 | | | |
| 13 | -96.690 | 1.200 | 1.77250 | 49.60 | |
| 14 | 20.418 | 3.290 | 1.85026 | 32.27 | |
| 15 | 62.943 | d15 | | | |
| 16 | | 1.000 | 1.51680 | 64.20 | |
| 17 | | 0.900 | | | |
| 18絞 | | 2.500 | | | |
| 19 | 43.459 | 3.846 | 1.59522 | 67.73 | 20 |
| 20 | -81.665 | 1.964 | | | |
| 21 | 70.139 | 5.202 | 1.43875 | 94.94 | |
| 22 | -37.963 | 1.800 | 1.80440 | 39.58 | |
| 23 | 537.025 | 40.000 | | | |
| 24 | 56.904 | 4.982 | 1.59522 | 67.73 | |
| 25 | 19.244 | 0.802 | | | |
| 26 | 25.611 | 2.939 | 1.69680 | 55.53 | |
| 27 | 123.227 | 5.000 | | | |
| 28 | | 3.500 | 1.51680 | 64.20 | |
| 29 | | - | | | 30 |

f n : -121.986

g F n : 0.5573

(表54)

無限遠の被写体に合焦させた状態 (撮影倍率 = 0) における各種データ
ズーム比 (変倍比) 15.00

| | 短焦点距離端 | 中間焦点距離 | 長焦点距離端 | |
|------|---------|---------|---------|----|
| FNO. | 4.50 | 4.49 | 5.73 | |
| f | 30.005 | 200.000 | 450.000 | |
| W | 10.5 | 1.6 | 0.7 | |
| Y | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 40 |
| fB | 26.814 | 26.814 | 26.814 | |
| L | 329.593 | 329.593 | 329.593 | |
| d7 | 4.160 | 95.464 | 95.319 | |
| d12 | 79.558 | 32.075 | 79.129 | |
| d15 | 93.811 | 49.991 | 3.082 | |

(表55)

レンズ群データ

| 群 | 始面 | 焦点距離 | |
|----------|----|----------|----|
| 1 | 1 | 196.166 | |
| 2 (後続、n) | 8 | -112.321 | 50 |

| | | |
|-----------|----|---------|
| 3 (後 続) | 13 | -56.049 |
| 3 (後 続) | 16 | 55.913 |

(表 5 6)

有限距離の被写体に合焦させた状態における各種データ

| | | | |
|-------|--------|---------|---------|
| 物像間距離 | 9000.0 | 9000.0 | 9000.0 |
| 倍率 | -0.004 | -0.024 | -0.053 |
| d7 | 8.705 | 100.009 | 99.864 |
| d12 | 79.558 | 32.075 | 79.129 |
| d15 | 93.811 | 49.991 | 3.082 |
| fB | 26.814 | 26.814 | 26.814 |
| 物像間距離 | 4000.0 | 4000.0 | 4000.0 |
| 倍率 | -0.009 | -0.058 | -0.130 |
| d7 | 15.282 | 106.586 | 106.441 |
| d12 | 79.558 | 32.075 | 79.129 |
| d15 | 93.811 | 49.991 | 3.082 |
| fB | 26.814 | 26.814 | 26.814 |

10

【 0 1 8 0 】

各数値実施例の各条件式に対する値を表 5 7 に示す。

(表 5 7)

| | 実施例 1 | 実施例 2 | 実施例 3 | 実施例 4 | 20 |
|-------------|---------|---------|---------|---------|----|
| 条件式 (1) | -2.009 | -2.398 | -1.711 | -1.510 | |
| 条件式 (2) | 67.19 | 72.85 | 65.46 | 75.90 | |
| 条件式 (3) | -4.914 | -4.443 | -4.743 | -1.102 | |
| 条件式 (4) | 1.78590 | 1.77250 | 1.65412 | 1.79952 | |
| 条件式 (5) | 2.514 | 3.050 | 2.694 | 2.586 | |
| 条件式 (6) | 2.077 | 2.240 | 1.746 | 3.596 | |
| 条件式 (7) | -1.649 | -1.446 | -1.738 | -3.528 | |
| 条件式 (8) | 46.58 | 47.82 | 37.16 | 31.31 | |
| 条件式 (9) | -0.0066 | -0.0086 | -0.0036 | -0.0058 | |
| 条件式 (1 0) | 44.20 | 49.60 | 39.68 | 42.22 | 30 |
| 条件式 (1 1) | 3.972 | 5.092 | 3.609 | 4.447 | |
| 条件式 (1 2) | 10.366 | 11.097 | 12.477 | 10.985 | |
| 条件式 (1 3) | 2.946 | 3.311 | 3.444 | 1.467 | |
| 条件式 (1 4) | 1.298 | 1.458 | 1.519 | 0.957 | |
| | 実施例 5 | 実施例 6 | 実施例 7 | 実施例 8 | |
| 条件式 (1) | -1.605 | -1.502 | -1.688 | -1.743 | |
| 条件式 (2) | 77.78 | 72.85 | 67.19 | 67.19 | |
| 条件式 (3) | -4.410 | -0.722 | -5.151 | -4.594 | |
| 条件式 (4) | 1.79952 | 1.80440 | 1.79952 | 1.79952 | |
| 条件式 (5) | 1.426 | 2.145 | 2.405 | 2.347 | 40 |
| 条件式 (6) | 3.002 | 2.497 | 2.541 | 2.350 | |
| 条件式 (7) | -1.420 | -2.539 | -1.440 | -1.433 | |
| 条件式 (8) | 37.16 | 29.52 | 49.60 | 55.53 | |
| 条件式 (9) | -0.0058 | -0.0045 | -0.0058 | -0.0058 | |
| 条件式 (1 0) | 42.22 | 39.58 | 42.22 | 42.22 | |
| 条件式 (1 1) | 4.083 | 3.306 | 3.789 | 3.700 | |
| 条件式 (1 2) | 6.702 | 6.971 | 10.538 | 9.059 | |
| 条件式 (1 3) | 3.352 | 0.871 | 3.025 | 2.590 | |
| 条件式 (1 4) | 1.477 | 0.615 | 1.315 | 1.136 | |
| | 実施例 9 | 実施例 1 0 | 実施例 1 1 | 実施例 1 2 | 50 |

| | | | | |
|-------------|---------|---------|---------|---------|
| 条件式 (1) | -1.727 | -1.510 | -3.204 | -1.536 |
| 条件式 (2) | 70.24 | 65.16 | 65.44 | 65.58 |
| 条件式 (3) | -5.179 | -5.261 | -5.436 | -3.967 |
| 条件式 (4) | 1.78590 | 1.83400 | 1.78800 | 1.72047 |
| 条件式 (5) | 2.351 | 2.157 | 2.688 | 1.725 |
| 条件式 (6) | 2.293 | 2.755 | 1.302 | 2.276 |
| 条件式 (7) | -1.417 | -1.465 | -1.440 | -1.536 |
| 条件式 (8) | 63.33 | 42.72 | 37.16 | 46.62 |
| 条件式 (9) | -0.0066 | -0.0039 | -0.0084 | -0.0022 |
| 条件式 (1 0) | 44.20 | 37.16 | 47.37 | 34.71 |
| 条件式 (1 1) | 3.655 | 3.450 | 4.693 | 3.531 |
| 条件式 (1 2) | 10.875 | 11.755 | 11.380 | 11.109 |
| 条件式 (1 3) | 3.107 | 3.066 | 3.744 | 2.661 |
| 条件式 (1 4) | 1.361 | 1.414 | 1.924 | 1.326 |

10

実施例 1 3

実施例 1 4

| | | |
|-------------|---------|---------|
| 条件式 (1) | -1.605 | -1.608 |
| 条件式 (2) | 81.41 | 81.41 |
| 条件式 (3) | -2.456 | -1.746 |
| 条件式 (4) | 1.78800 | 1.80400 |
| 条件式 (5) | 1.761 | 1.805 |
| 条件式 (6) | 1.648 | 1.967 |
| 条件式 (7) | -1.102 | -1.660 |
| 条件式 (8) | 46.42 | 74.70 |
| 条件式 (9) | -0.0084 | -0.0084 |
| 条件式 (1 0) | 47.37 | 46.58 |
| 条件式 (1 1) | 2.709 | 2.993 |
| 条件式 (1 2) | 7.022 | 5.653 |
| 条件式 (1 3) | 9.733 | 6.538 |
| 条件式 (1 4) | 2.498 | 1.688 |

20

【 0 1 8 1 】

30

表 5 7 から明らかなように、数値実施例 1 ~ 数値実施例 1 4 は、条件式 (1) ~ 条件式 (1 4) を満足しており、諸収差図及び横収差図から明らかなように諸収差及び横収差は比較的よく補正されている。

【 0 1 8 2 】

本発明の特許請求の範囲に含まれるズームレンズ系に、実質的なパワーを有さないレンズまたはレンズ群を追加したとしても、本発明の技術的範囲に含まれる（本発明の技術的範囲を回避したことにはならない）。

【 符号の説明 】

【 0 1 8 3 】

| | |
|-------|---------------------------------|
| G 1 A | 正の屈折力の第 1 レンズ群 |
| G 2 A | 負の屈折力の第 2 レンズ群（後続レンズ群、第 n レンズ群） |
| G 3 A | 正の屈折力の第 3 レンズ群（後続レンズ群） |
| G 4 A | 負の屈折力の第 4 レンズ群（後続レンズ群） |
| G 1 B | 正の屈折力の第 1 レンズ群 |
| G 2 B | 負の屈折力の第 2 レンズ群（後続レンズ群、第 n レンズ群） |
| G 3 B | 負の屈折力の第 3 レンズ群（後続レンズ群） |
| G 4 B | 正の屈折力の第 4 レンズ群（後続レンズ群） |
| G 5 B | 負の屈折力の第 5 レンズ群（後続レンズ群） |
| G 1 C | 正の屈折力の第 1 レンズ群 |
| G 2 C | 正の屈折力の第 2 レンズ群（後続レンズ群） |

40

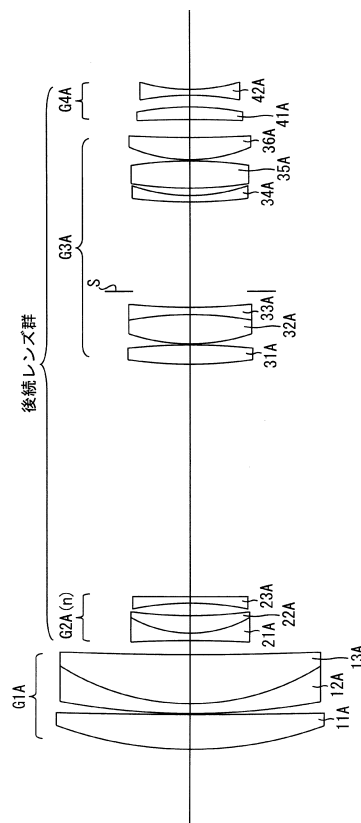
50

- G 3 C 負の屈折力の第 3 レンズ群 (後続レンズ群、第 n レンズ群)
 G 4 C 正の屈折力の第 4 レンズ群 (後続レンズ群)
 G 5 C 負の屈折力の第 5 レンズ群 (後続レンズ群)
 G 1 D 正の屈折力の第 1 レンズ群
 G 2 D 負の屈折力の第 2 レンズ群 (後続レンズ群、第 n レンズ群)
 G 3 D 正の屈折力の第 3 レンズ群 (後続レンズ群)
 G 4 D 負の屈折力の第 4 レンズ群 (後続レンズ群)
 G 5 D 正の屈折力の第 5 レンズ群 (後続レンズ群)
 G 1 E 正の屈折力の第 1 レンズ群
 G 2 E 負の屈折力の第 2 レンズ群 (後続レンズ群、第 n レンズ群)
 G 3 E 正の屈折力の第 3 レンズ群 (後続レンズ群)
 G 4 E 正の屈折力の第 4 レンズ群 (後続レンズ群)
 G 5 E 負の屈折力の第 5 レンズ群 (後続レンズ群)
 G 6 E 正の屈折力の第 6 レンズ群 (後続レンズ群)
 G 1 F 正の屈折力の第 1 レンズ群
 G 2 F 負の屈折力の第 2 レンズ群 (後続レンズ群、第 n レンズ群)
 G 3 F 正の屈折力の第 3 レンズ群 (後続レンズ群)
 G 1 G 正の屈折力の第 1 レンズ群
 G 2 G 負の屈折力の第 2 レンズ群 (後続レンズ群、第 n レンズ群)
 G 3 G 負の屈折力の第 3 レンズ群 (後続レンズ群)
 G 4 G 正の屈折力の第 4 レンズ群 (後続レンズ群)
 S 絞り
 I 像面

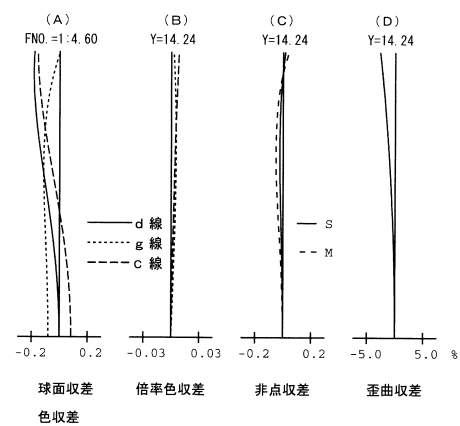
10

20

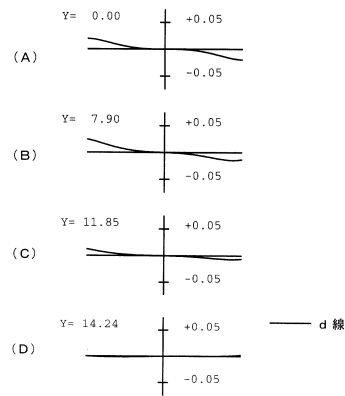
【図 1】



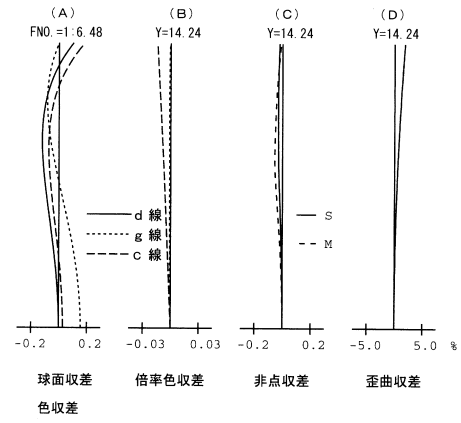
【図 2】



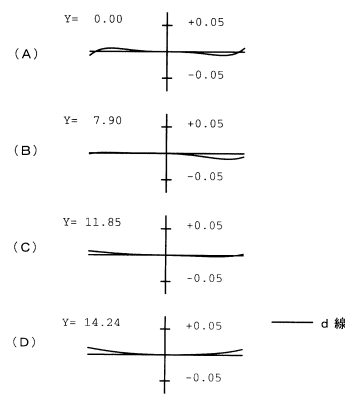
【図 3】



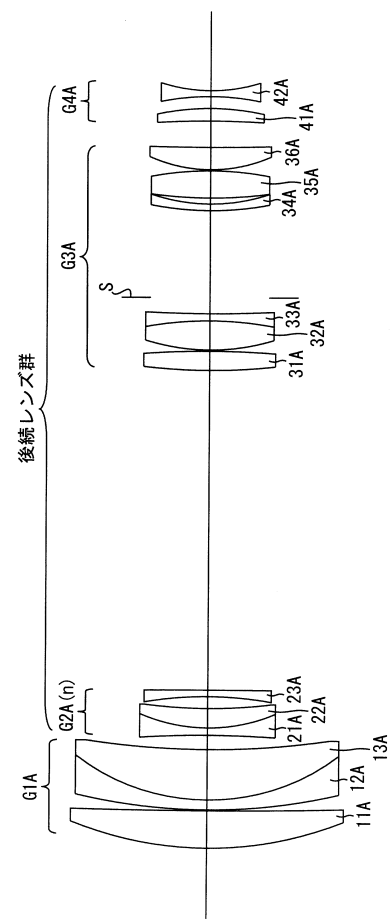
【図 4】



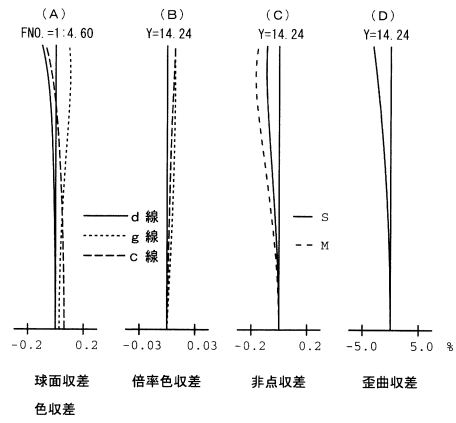
【図 5】



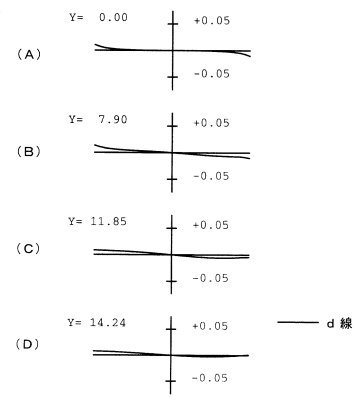
【図 6】



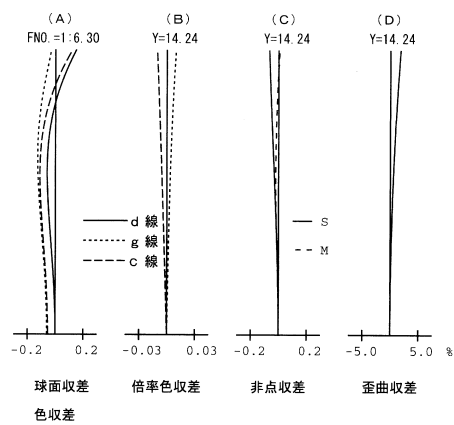
【図 7】



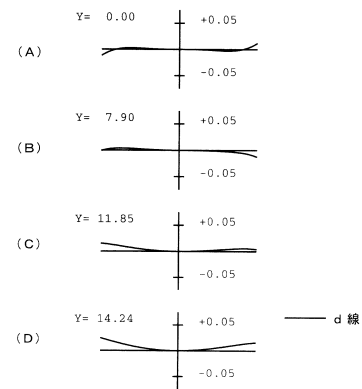
【図 8】



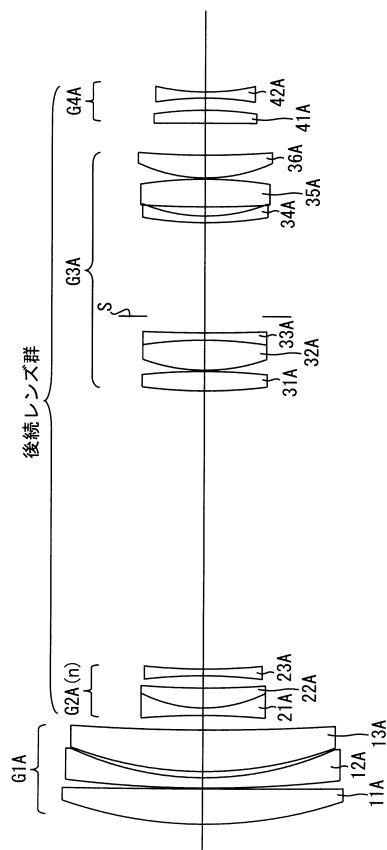
【図 9】



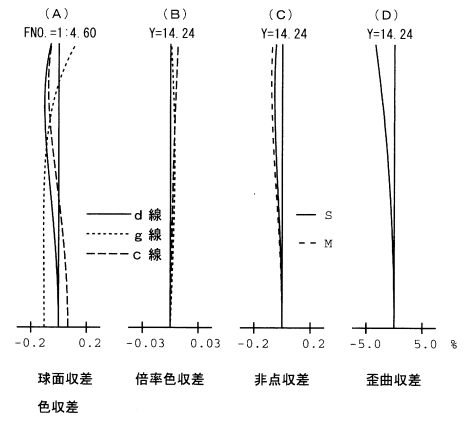
【図 10】



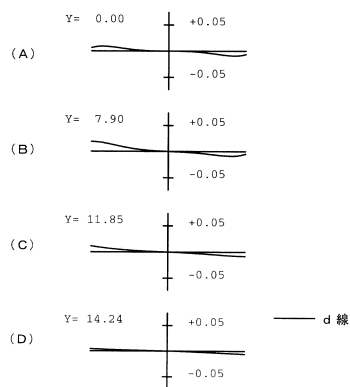
【図 1 1】



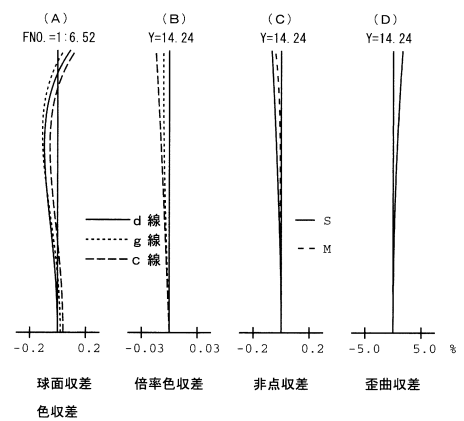
【図 1 2】



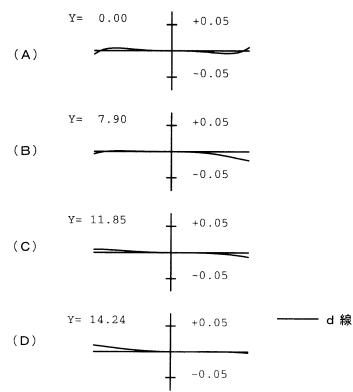
【図 1 3】



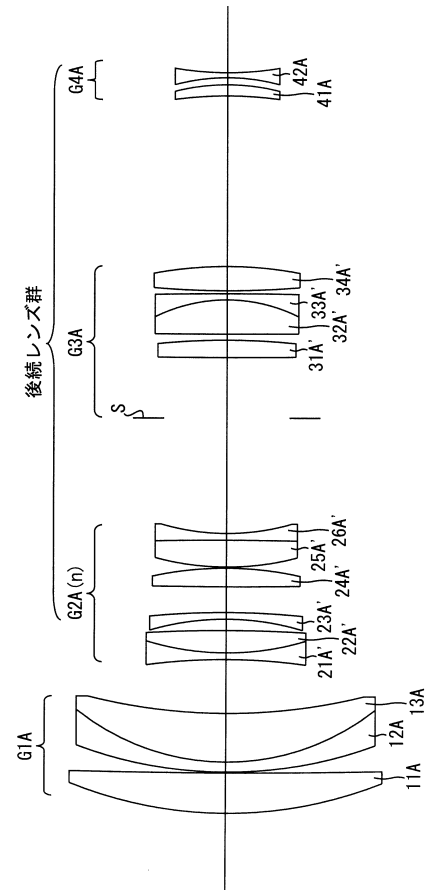
【図 1 4】



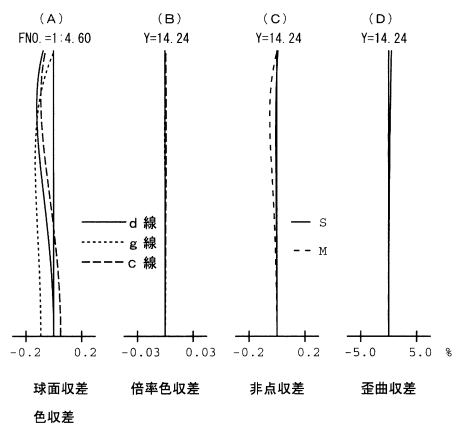
【図 15】



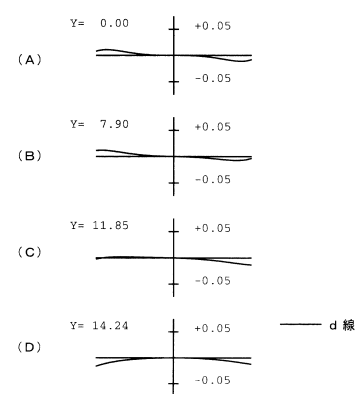
【図 16】



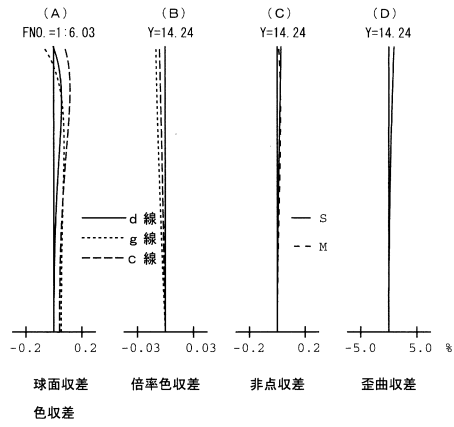
【図 17】



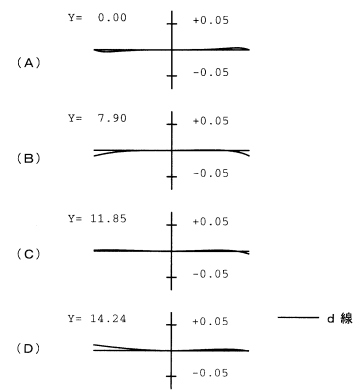
【図 18】



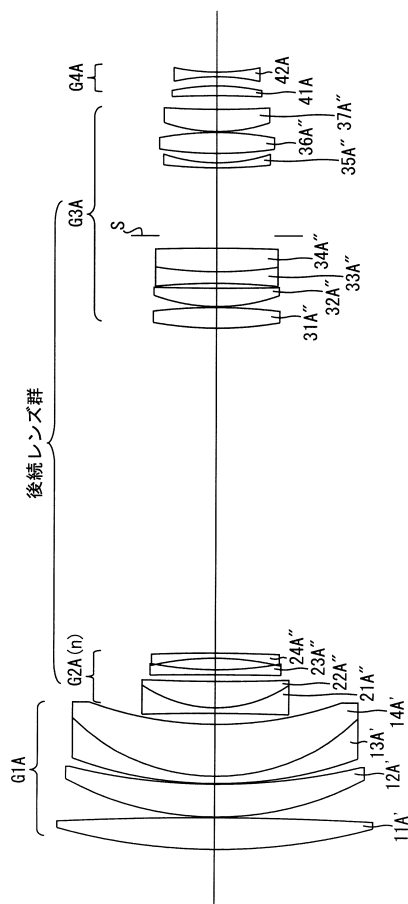
【図 19】



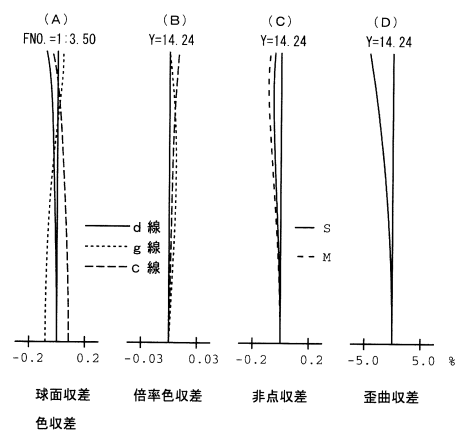
【図 20】



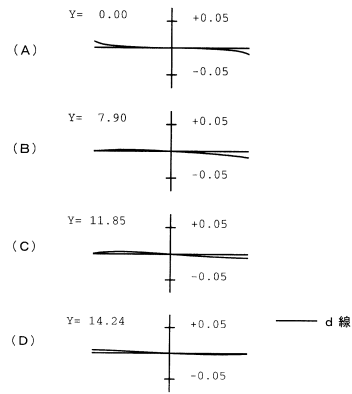
【図 21】



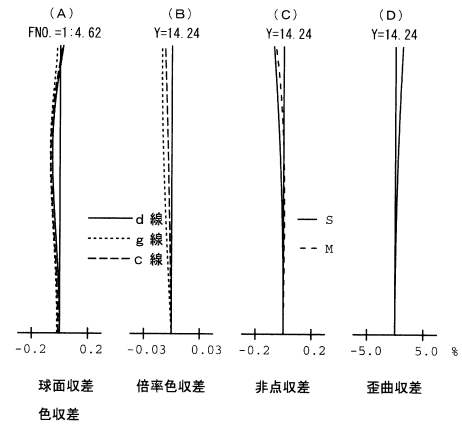
【図 22】



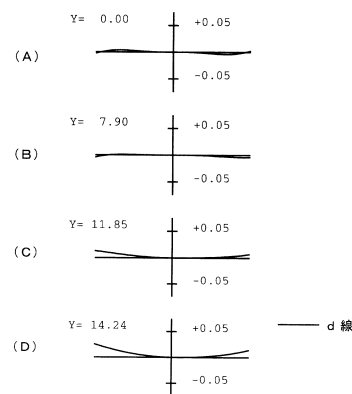
【図 23】



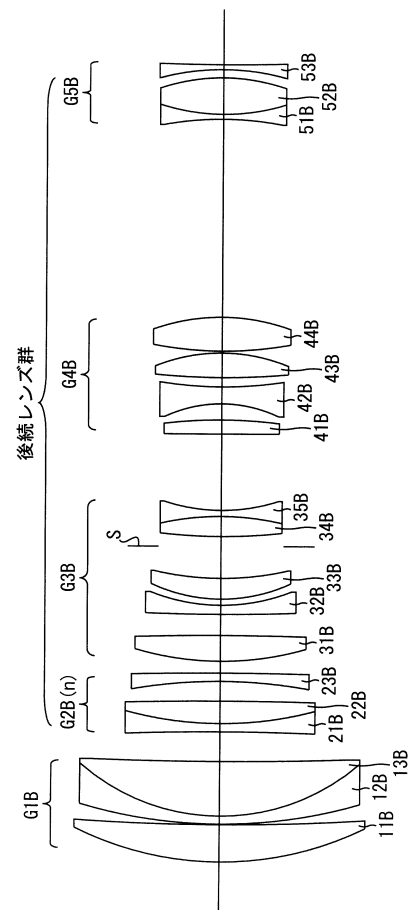
【図 24】



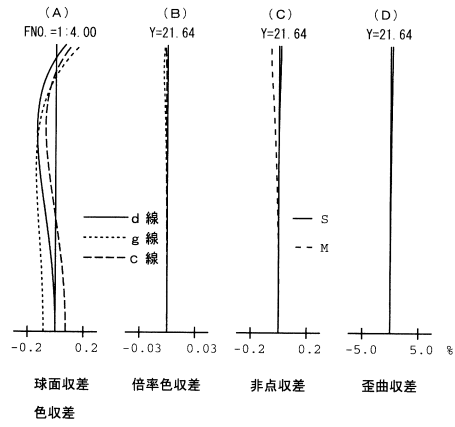
【図 25】



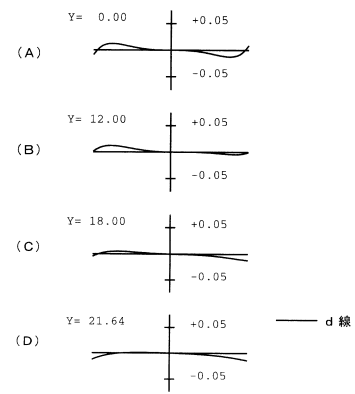
【図 26】



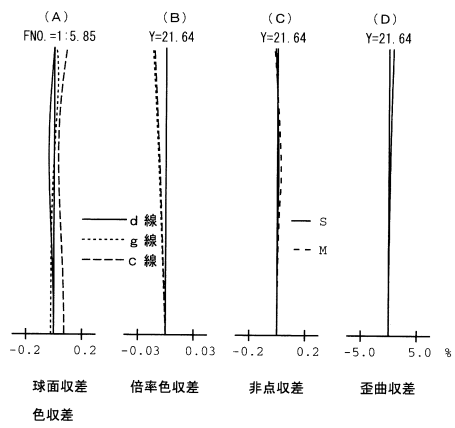
【図 27】



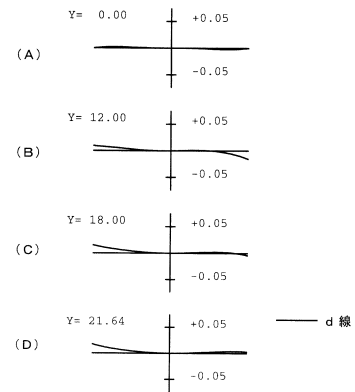
【図 28】



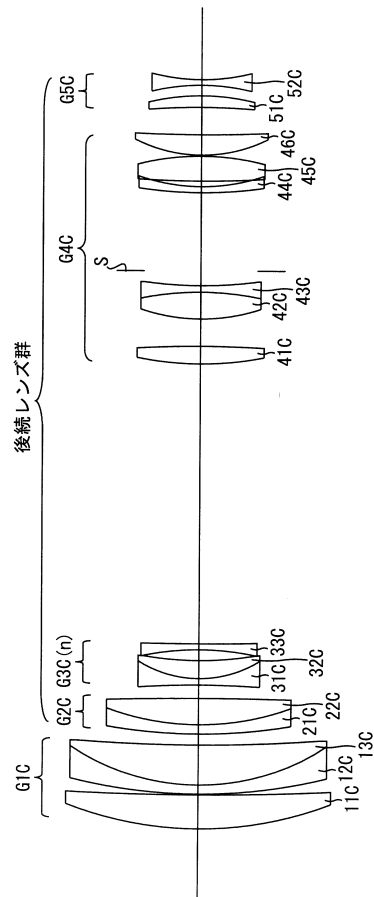
【図 29】



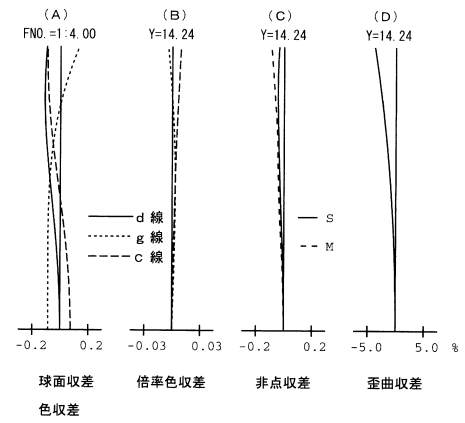
【図 30】



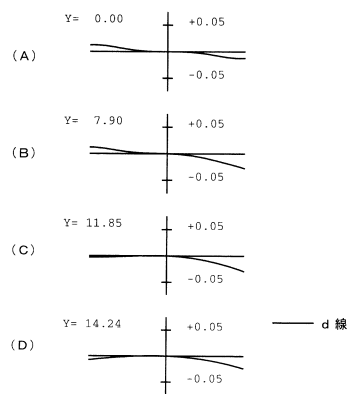
【図 3 1】



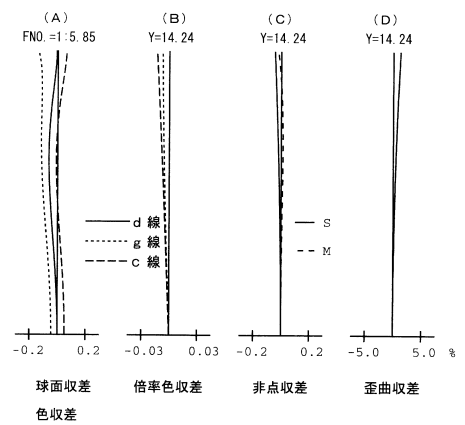
【図 3 2】



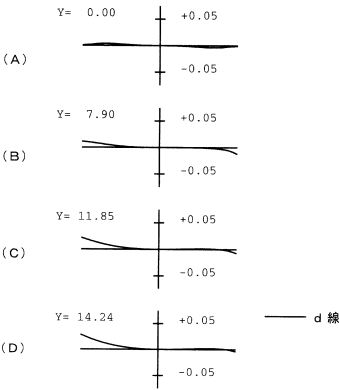
【図 3 3】



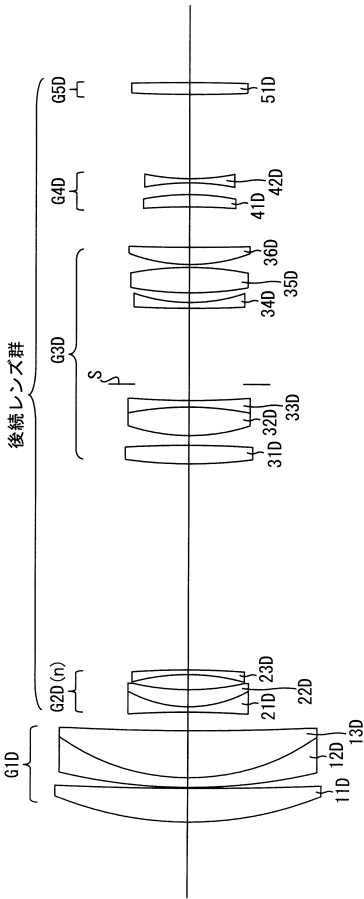
【図 3 4】



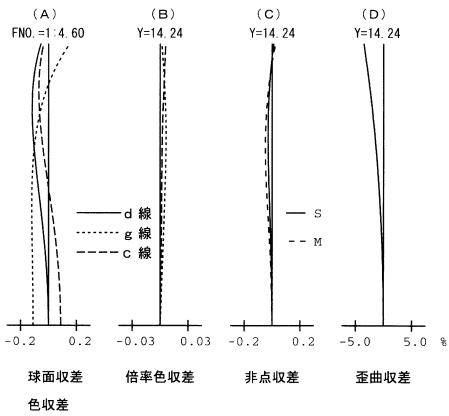
【図 3 5】



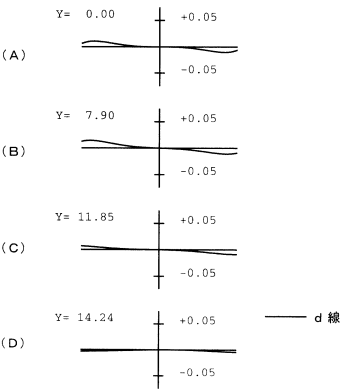
【図 3 6】



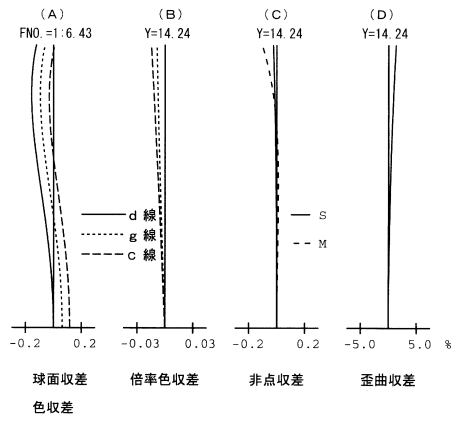
【図 3 7】



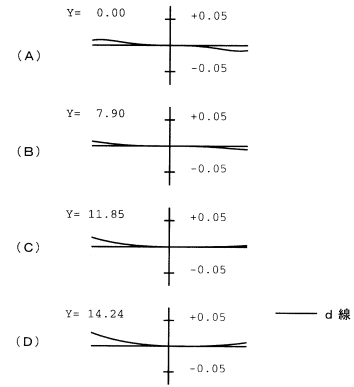
【図 3 8】



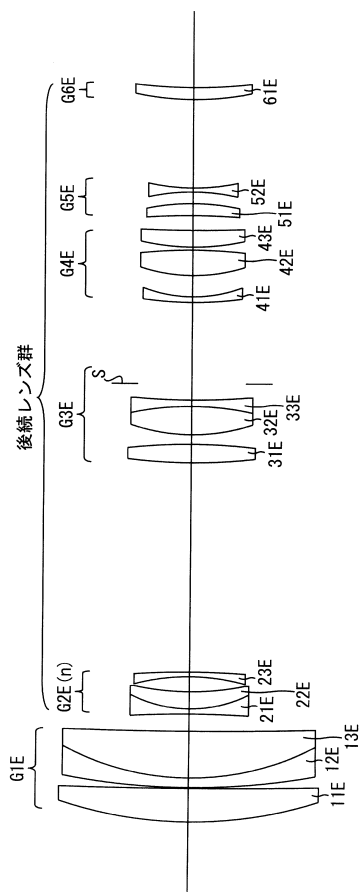
【図 39】



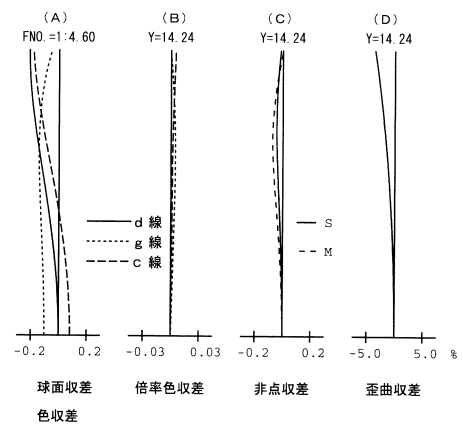
【図 40】



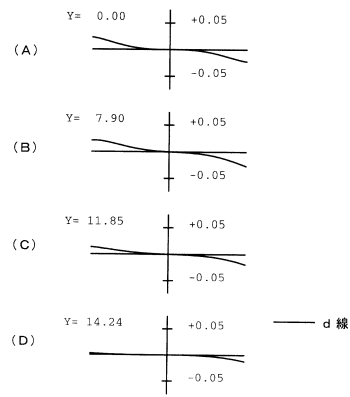
【図 41】



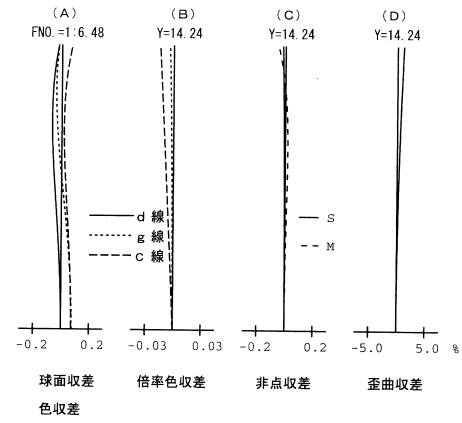
【図 42】



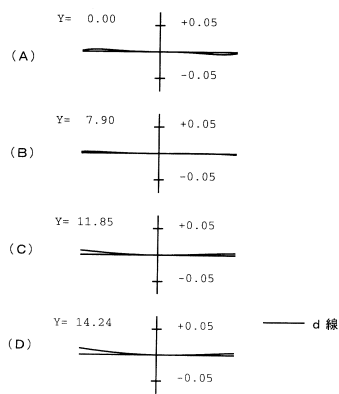
【図 4 3】



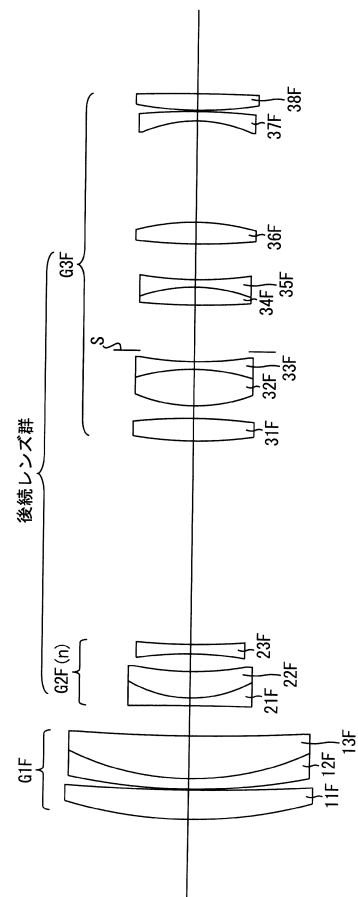
【図 4 4】



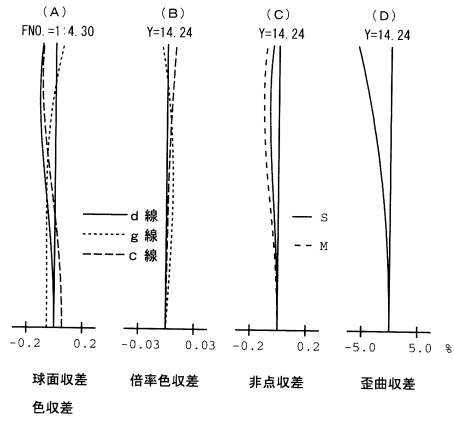
【図 4 5】



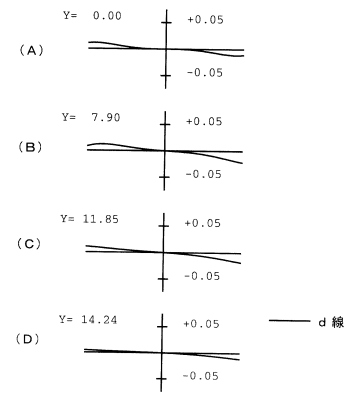
【図 4 6】



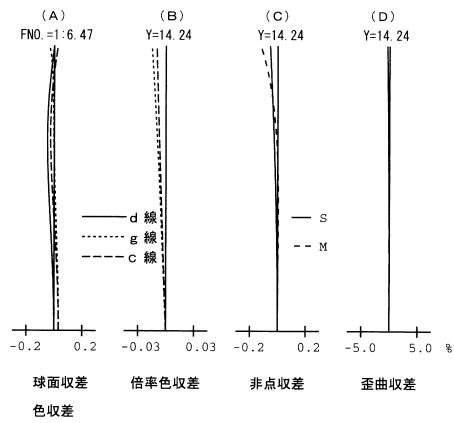
【図 47】



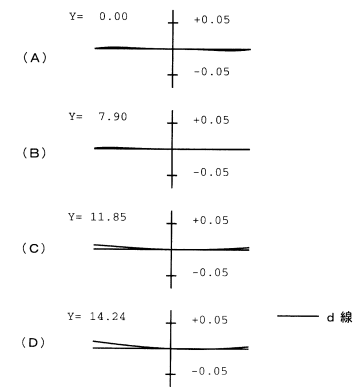
【図 48】



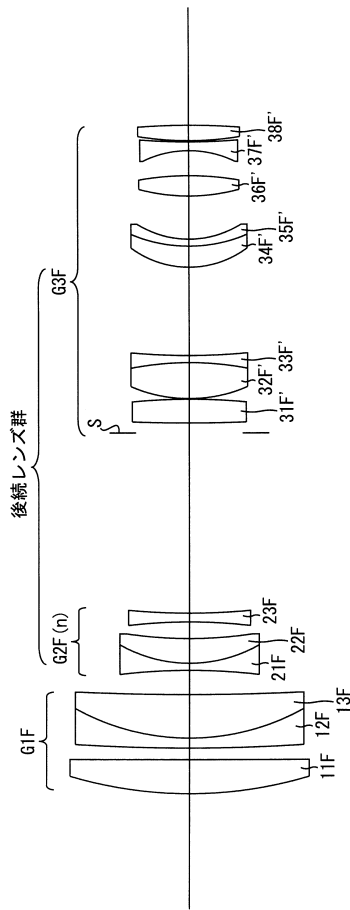
【図 49】



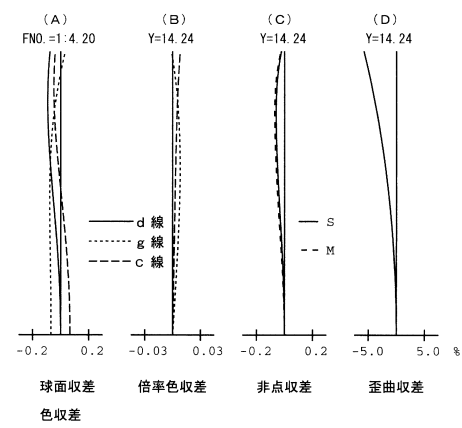
【図 50】



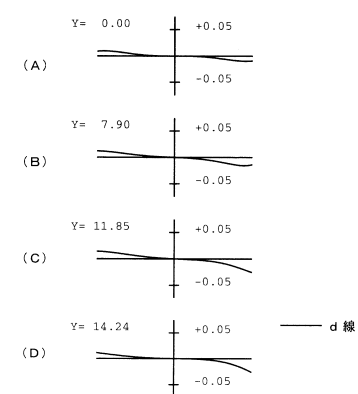
【図 5 1】



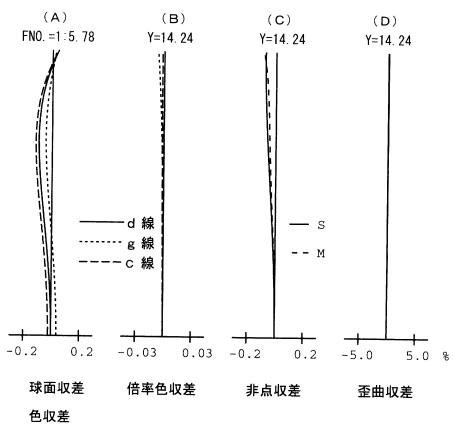
【図 5 2】



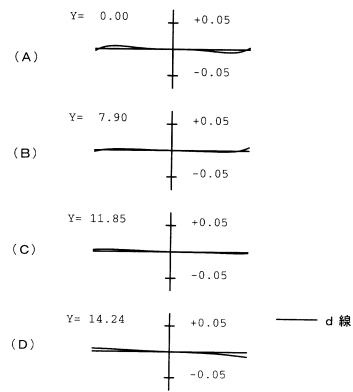
【図 5 3】



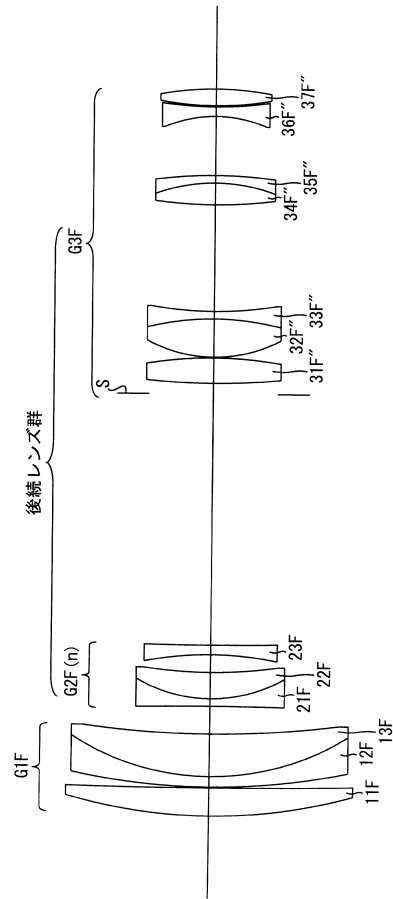
【図 5 4】



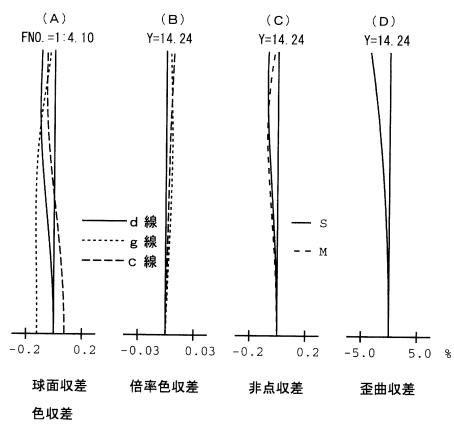
【図 5 5】



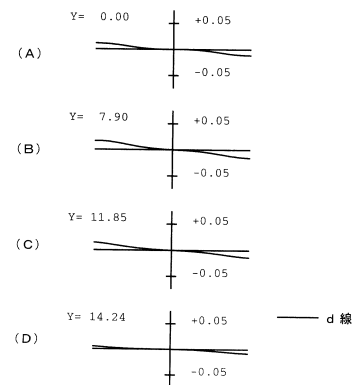
【図 5 6】



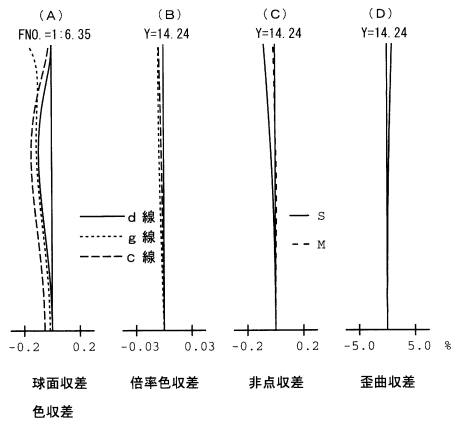
【図 5 7】



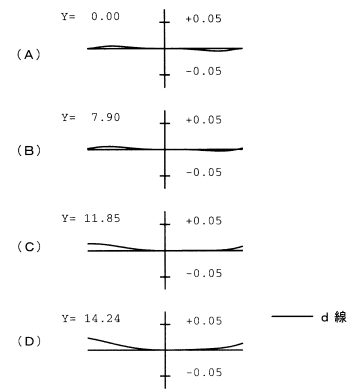
【図 5 8】



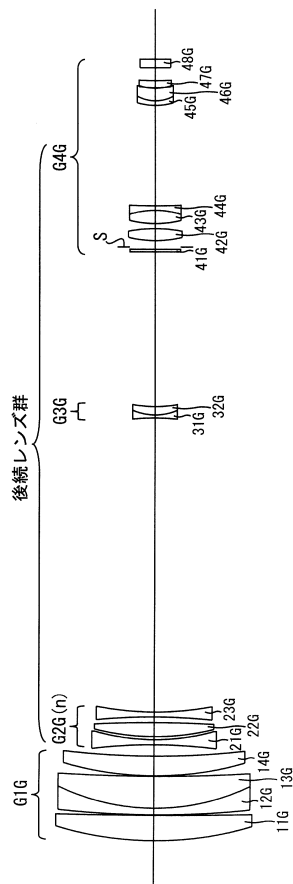
【図 59】



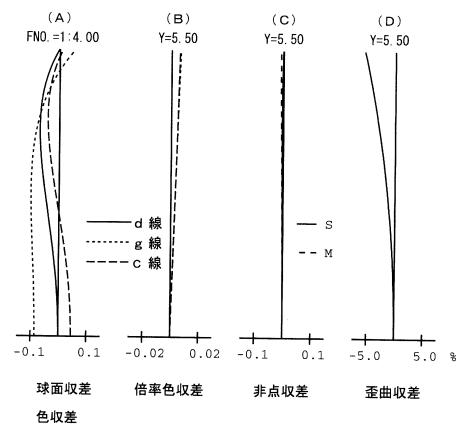
【図 60】



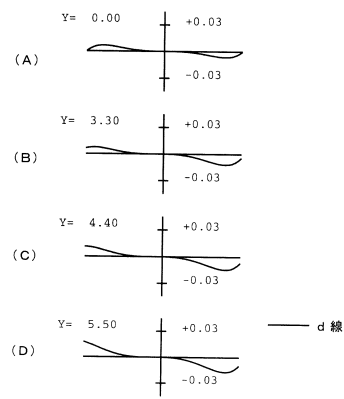
【図 61】



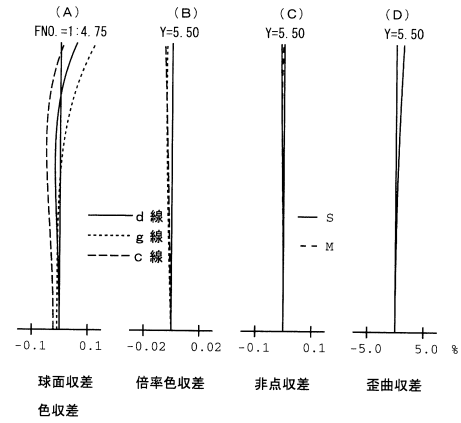
【図 62】



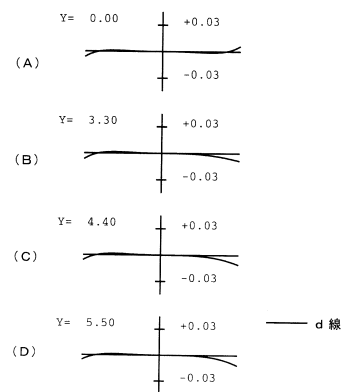
【図 6 3】



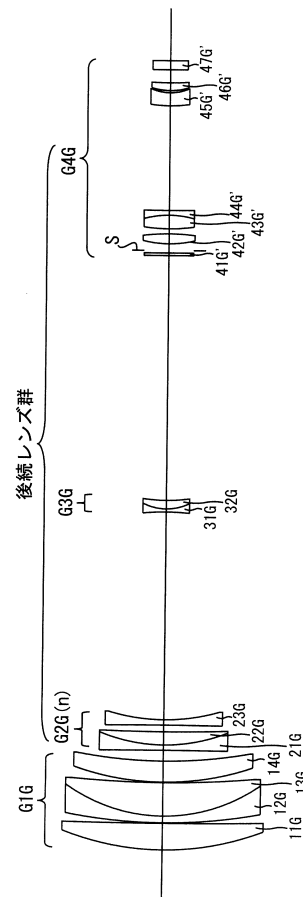
【図 6 4】



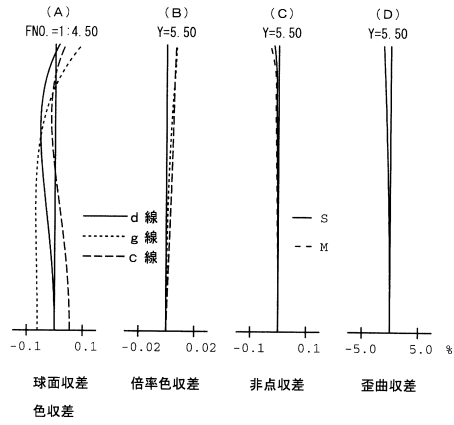
【図 6 5】



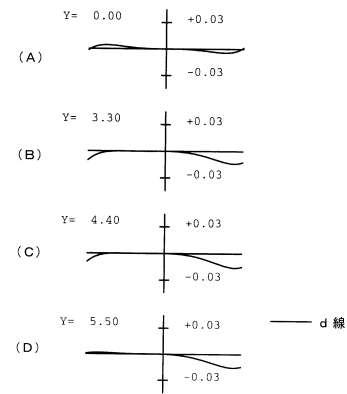
【図 6 6】



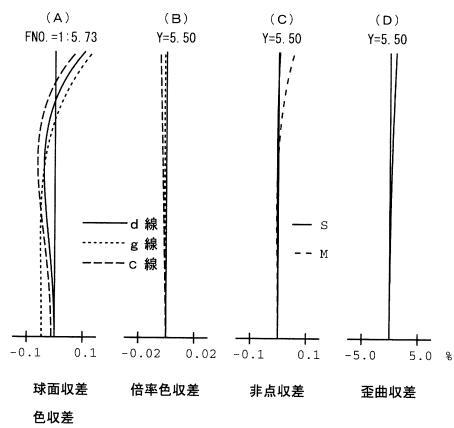
【図 67】



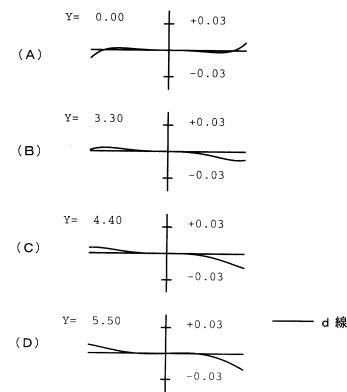
【図 68】



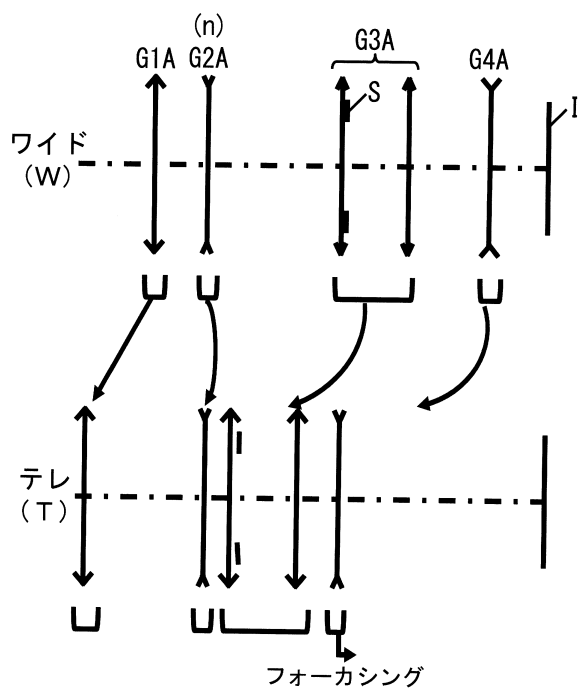
【図 69】



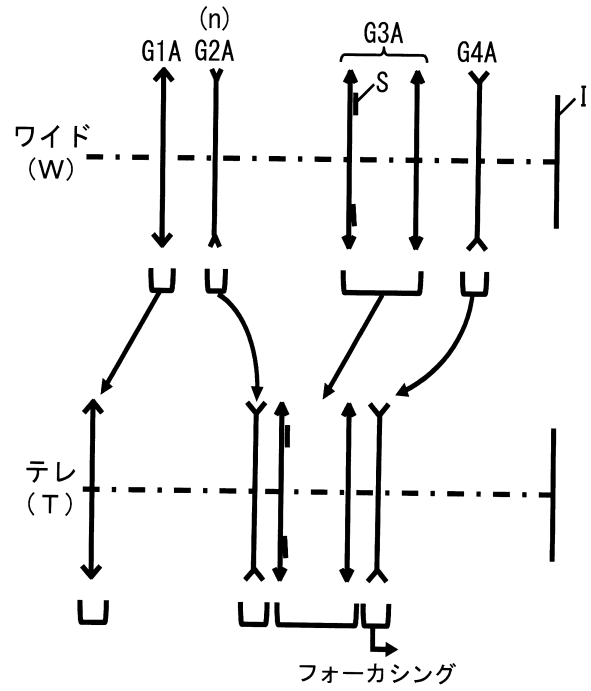
【図 70】



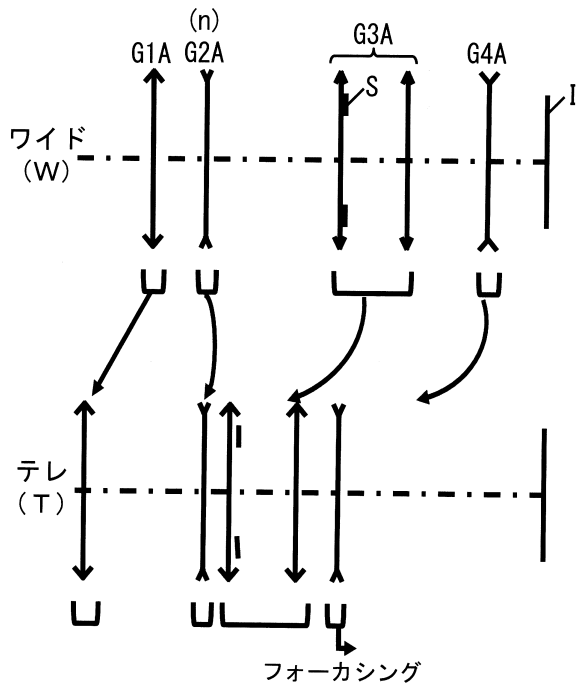
【図 7 1】



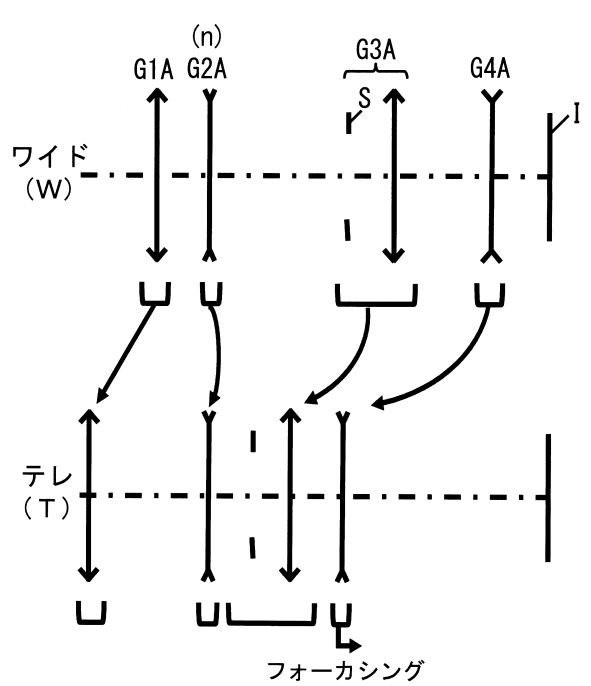
【図 7 2】



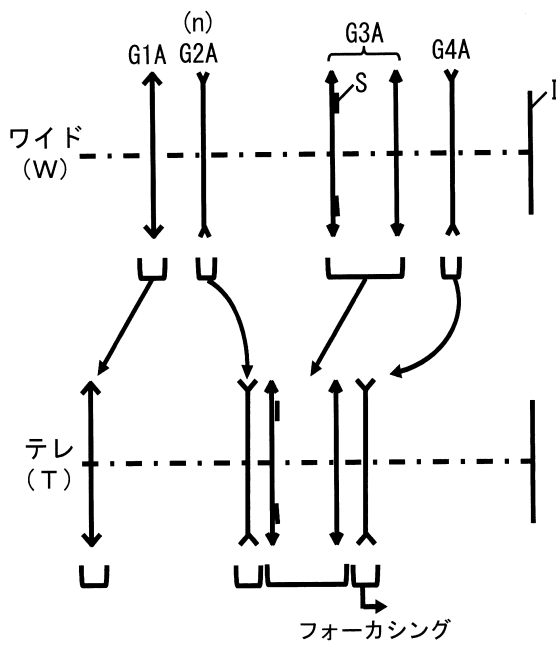
【図 7 3】



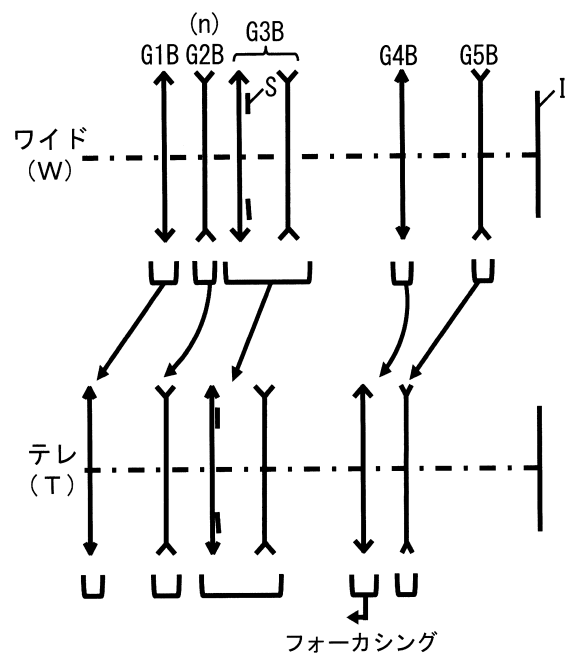
【図 7 4】



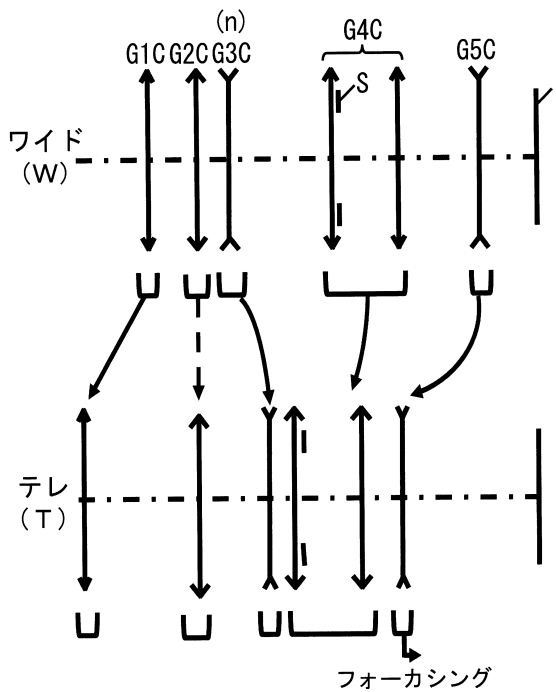
【図 7 5】



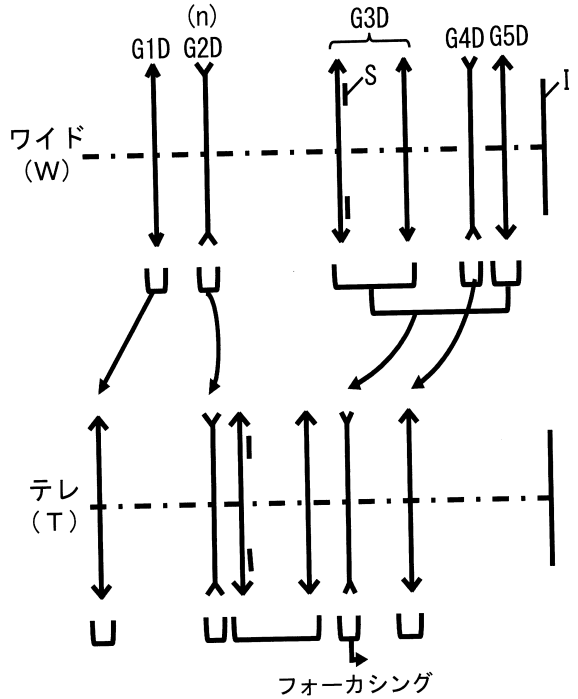
【図 7 6】



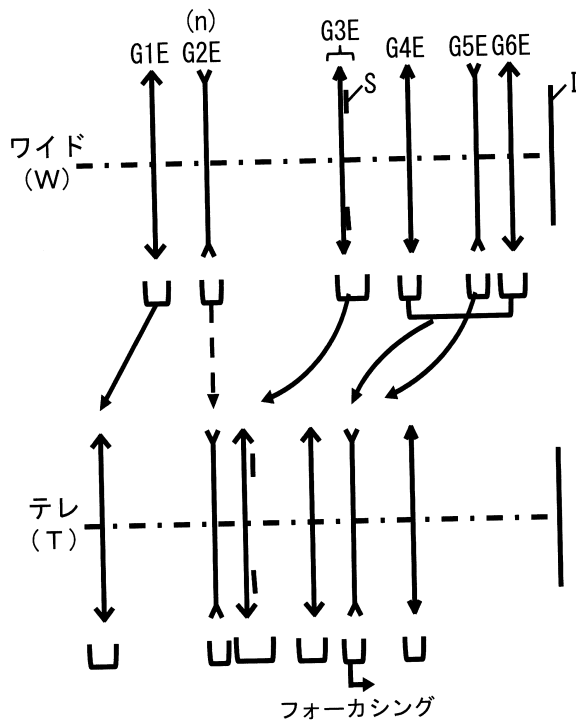
【図 7 7】



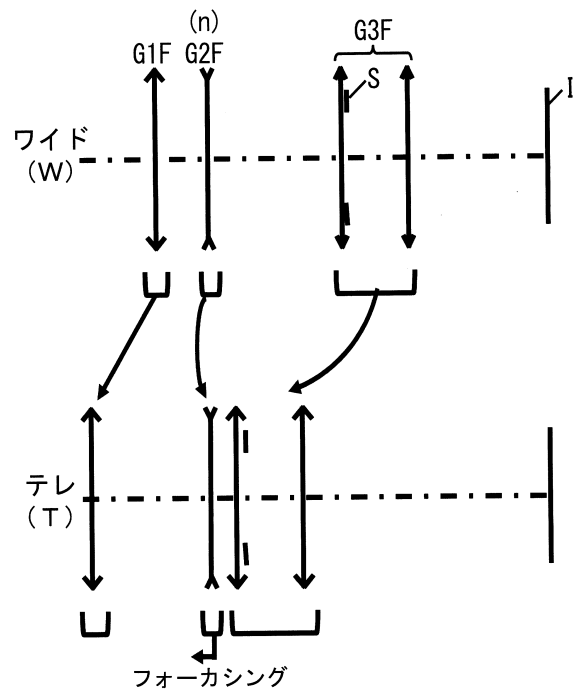
【図 7 8】



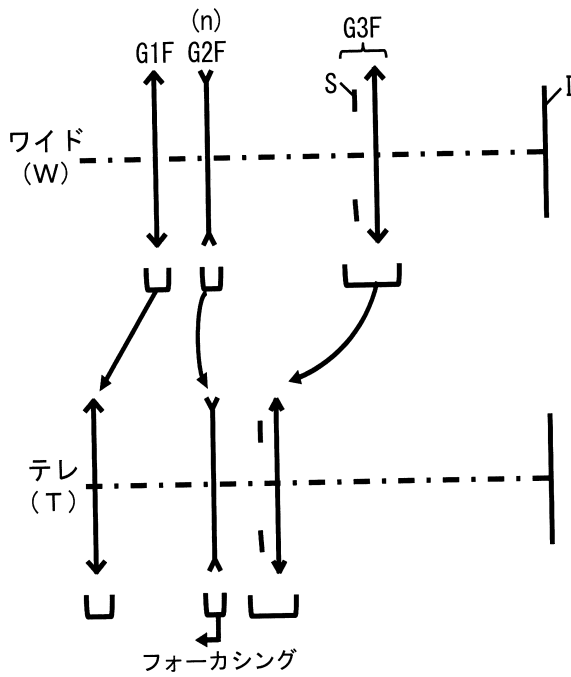
【図 79】



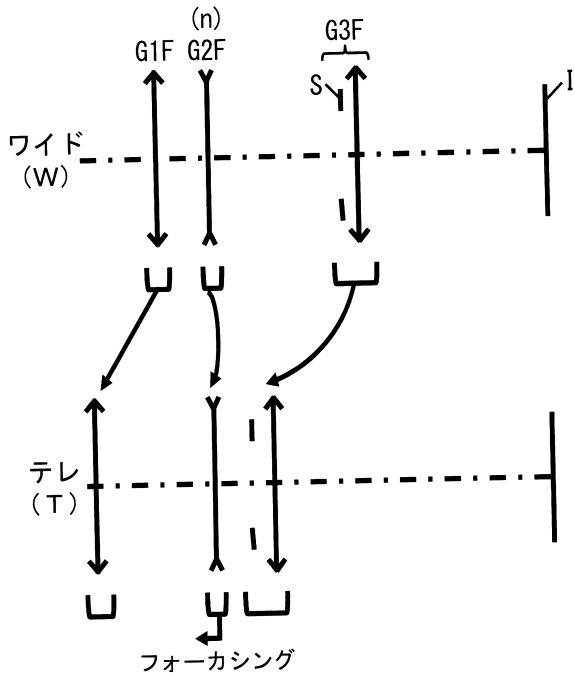
【図 80】



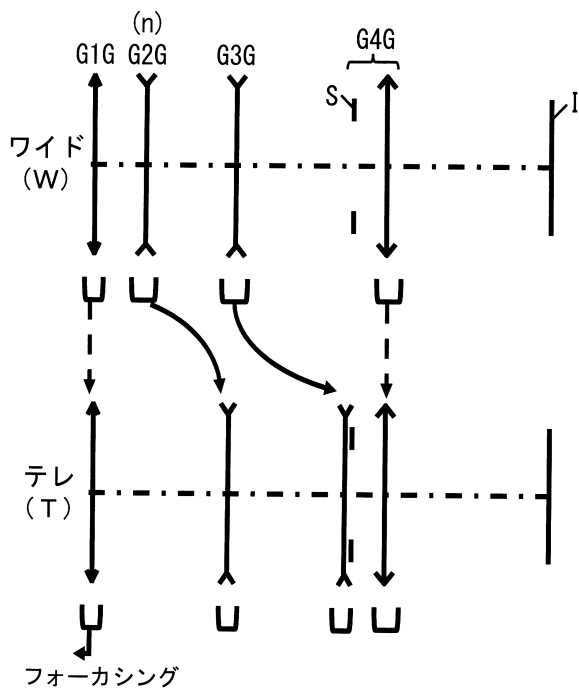
【図 81】



【図 82】



【図 83】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2009 - 237516 (JP, A)
特開 2011 - 209347 (JP, A)
特開 2015 - 197655 (JP, A)
特開 2014 - 145960 (JP, A)
特開 2016 - 173530 (JP, A)
米国特許出願公開第 2003 / 0011890 (US, A1)
中国実用新案第 202548427 (CN, U)
特開 2016 - 128846 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

| | | | |
|---------|-----------|---|-----------|
| G 0 2 B | 9 / 0 0 | - | 1 7 / 0 8 |
| G 0 2 B | 2 1 / 0 2 | - | 2 1 / 0 4 |
| G 0 2 B | 2 5 / 0 0 | - | 2 5 / 0 4 |