

(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

G02B 15/20 (2006.01)  
G02B 15/167 (2006.01)G02B 15/20  
G02B 15/167

請求項の数 31 (全 81 頁)

(21) 出願番号 特願2016-246429 (P2016-246429)  
 (22) 出願日 平成28年12月20日 (2016.12.20)  
 (65) 公開番号 特開2017-156741 (P2017-156741A)  
 (43) 公開日 平成29年9月7日 (2017.9.7)  
 審査請求日 令和1年10月21日 (2019.10.21)  
 (31) 優先権主張番号 特願2016-37412 (P2016-37412)  
 (32) 優先日 平成28年2月29日 (2016.2.29)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
日本国 (JP)

(73) 特許権者 311015207  
リコーイメージング株式会社  
東京都大田区中馬込一丁目3番6号  
 (74) 代理人 100121083  
弁理士 青木 宏義  
 (74) 代理人 100166408  
弁理士 三浦 邦陽  
 (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)  $f_G 1 / f_n < -1.50$

(2)  $6.5 < p_a v_e$

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。

## 【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。

$$(1) f G 1 / f n < -1.50$$

$$(2) 6.5 < p a v e$$

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。

#### 【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；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。

$$(1) f G 1 / f n < -1.50$$

$$(2) 6.5 < p a v e$$

$$(3') f G 1 / f G n - 3.967$$

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、

$f G n$ ：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。

$$(1) f G 1 / f n < -1.50$$

$$(2) 6.5 < p a v e$$

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

10

20

30

40

50

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。

#### 【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。

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

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

$$(5") 2.347 f_{G1} / R_1 p < 3.30$$

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、

$R_1 p$  : 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。

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

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

$$(6") 1.30 < (R_1 n + R_2 n) / (R_1 n - R_2 n) 2.293$$

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、

$R_1 n$  : 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、

$R_2 n$  : 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

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；

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。

$$(1) f G 1 / f n < -1.50$$

$$(2) 65 < p a v e$$

$$(7) f G n / R 2 G n < -1.10$$

10

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 G n：第nレンズ群の焦点距離、

R 2 G n：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；

20

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；

30

を特徴とするズームレンズ系。

$$(1) f G 1 / f n < -1.50$$

$$(2) 65 < p a v e$$

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。

#### 【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；

40

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。

$$(1) f G 1 / f n < -1.50$$

$$(2) 65 < p a v e$$

50

( 1 1 " ) 3 . 5 0 < f G 1 / R 2 n

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、

R 2 n : 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 1 0】

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)  $f G 1 / f n < -1.50$

(2)  $65 < p a v e$

(12") 4.00 < f G 1 / 1 G d 7.022

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、

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。

#### 【請求項 1 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)  $f G 1 / f n < -1.50$

(2)  $65 < p a v e$

(13X) 2.50 < 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。

#### 【請求項 1 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。

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

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

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

但し、

$f_{G1}$ ：第1レンズ群の焦点距離、

10

$f_n$ ：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線に対するアッベ数の平均値、

$f_w$ ：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、

20

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、

30

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、

40

$R_{1p}$ ：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、

50

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。

$$(7) f G_n / R_2 G_n < -1.10$$

但し、

$f G_n$  : 第nレンズ群の焦点距離、

$R_2 G_n$  : 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。

$$(8) 29 < G_n$$

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。

$$(9) g F_n - (0.6440 - 0.001682 \times n) < 0$$

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、

$g F_n$  : 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。

$$(10) 34 < n$$

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。

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

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。

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

10

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。

$$(13) 0.80 < f_{G1} / fw$$

但し、

$f_{G1}$  : 第1レンズ群の焦点距離、

$fw$  : 短焦点距離端における全系の焦点距離。

20

#### 【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。

$$(14) 0.60 < f_{G1} / (fw \times ft)^{1/2}$$

但し、

$f_{G1}$  : 第1レンズ群の焦点距離、

$fw$  : 短焦点距離端における全系の焦点距離、

$ft$  : 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、

30

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。

40

#### 【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

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。

#### 【0003】

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。

10

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0004】

【特許文献1】特開2011-209347号公報

【特許文献2】特開2011-099924号公報

【特許文献3】特開2008-122775号公報

20

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0005】

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。

#### 【0006】

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。

30

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0007】

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。

40

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

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

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線に対するアッベ数の平均値、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、

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)  $f G 1 / f n < -1.50$

(2)  $65 < p a v e$

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、

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)  $f G 1 / f n < -1.50$

(2)  $65 < p a v e$

(3")  $f G 1 / f G n - 3.967$

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、

$f G n$ ：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)  $f G 1 / f n < -1.50$

(2)  $65 < p a v e$

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

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、

$n n$ ：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。

$$(1) f G 1 / f n < -1.50$$

$$(2) 65 < p a v e$$

$$(5") 2.347 f G 1 / R 1 p < 3.30$$

10

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、

R 1 p：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。

20

$$(1) f G 1 / f n < -1.50$$

$$(2) 65 < p a v e$$

$$(6") 1.30 < (R 1 n + R 2 n) / (R 1 n - R 2 n) 2.293$$

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、

30

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、

R 1 n：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 2 n：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。

40

$$(1) f G 1 / f n < -1.50$$

$$(2) 65 < p a v e$$

$$(7) f G n / R 2 G n < -1.10$$

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、

50

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 G n : 第 n レンズ群の焦点距離、

R 2 G n : 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。  
 10

$$(1) f G 1 / f n < -1.50$$

$$(2) 65 < p a v e$$

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、  
 20 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。

$$(1) f G 1 / f n < -1.50$$

$$(2) 65 < p a v e$$

$$(11") 3.50 < f G 1 / R 2 n$$

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、

R 2 n : 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。  
 40

$$(1) f G 1 / f n < -1.50$$

$$(2) 65 < p a v e$$

$$(12") 4.00 < f G 1 / 1 G d 7.022$$

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 線に対するアッベ数の平均値、

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)、(13X)を満足すること；を特徴としている。  
10

(1)  $f G 1 / f n < -1.50$

(2)  $6.5 < p a v e$

(13X)  $2.50 < f G 1 / f w$

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 線に対するアッベ数の平均値、

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)、(14X)を満足すること；を特徴としている。  
30

(1)  $f G 1 / f n < -1.50$

(2)  $6.5 < p a v e$

(14X)  $1.10 < f G 1 / (f w \times f t)^{1/2}$

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 線に対するアッベ数の平均値、

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。

【0008】

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')  $-3.30 < f G 1 / f n < -1.50$

【0009】

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')  $6.7 < p a v e$

【0010】

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

10

20

30

40

50

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、

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、

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、

$R_{1p}$  : 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】

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、

10

20

30

40

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  $d$  線に対するアッベ数、  
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。

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

但し、

$n$  : 第1レンズ群中の負メニスカスレンズの  $d$  線に対するアッベ数、

$g_{Fn}$  : 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、

$$g_{Fn} = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$$

$n_g$  :  $g$  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、

40

である。

#### 【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  $d$  線に対するアッベ数、

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。

$$(10') 34 < n < 50$$

#### 【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。

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

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。

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

#### 【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。

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

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。

$$(13) 0.80 < f_{G1} / fw$$

但し、

$f_{G1}$ ：第1レンズ群の焦点距離、

$fw$ ：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。

$$(13') 1.40 < f_{G1} / fw < 9.80$$

$$(13'') 2.50 < f_{G1} / fw < 6.60$$

#### 【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。

$$(14) 0.60 < f_{G1} / (fw \times ft)^{1/2}$$

但し、

$f_{G1}$ ：第1レンズ群の焦点距離、

$fw$ ：短焦点距離端における全系の焦点距離、

$ft$ ：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。

$$(14') 1.10 < f_{G1} / (fw \times ft)^{1/2} < 2.50$$

$$(14'') 1.10 < f_{G1} / (fw \times ft)^{1/2} < 2.00$$

#### 【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。

【0037】

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】

【0038】

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】

【0039】

10

【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。

20

【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10】図10(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。

30

【図11】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12】図12(A)～(D)は図11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13】図13(A)～(D)は図11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14】図14(A)～(D)は図11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15】図15(A)～(D)は図11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16】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17】図17(A)～(D)は図16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18】図18(A)～(D)は図16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19】図19(A)～(D)は図16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20】図20(A)～(D)は図16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21】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22】図22(A)～(D)は図21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23】図23(A)～(D)は図21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24】図24(A)～(D)は図21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25】図25(A)～(D)は図21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26】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27】図27(A)～(D)は図26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28】図28(A)～(D)は図26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29】図29(A)～(D)は図26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30】図30(A)～(D)は図26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31】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32】図32(A)～(D)は図31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33】図33(A)～(D)は図31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34】図34(A)～(D)は図31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35】図35(A)～(D)は図31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36】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37】図37(A)～(D)は図36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38】図38(A)～(D)は図36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39】図39(A)～(D)は図36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40】図40(A)～(D)は図36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41】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42】図42(A)～(D)は図41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43】図43(A)～(D)は図41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44】図44(A)～(D)は図41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45】図45(A)～(D)は図41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46】本発明によるズームレンズ系の数値実施例10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47】図47(A)～(D)は図46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48】図48(A)～(D)は図46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49】図49(A)～(D)は図46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50】図50(A)～(D)は図46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51】本発明によるズームレンズ系の数値実施例11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52】図52(A)～(D)は図51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53】図53(A)～(D)は図51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54】図54(A)～(D)は図51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55】図55(A)～(D)は図51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56】本発明によるズームレンズ系の数値実施例12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57】図57(A)～(D)は図56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58】図58(A)～(D)は図56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59】図59(A)～(D)は図56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60】図60(A)～(D)は図56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61】本発明によるズームレンズ系の数値実施例13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62】図62(A)～(D)は図61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63】図63(A)～(D)は図61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64】図64(A)～(D)は図61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65】図65(A)～(D)は図61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66】本発明によるズームレンズ系の数値実施例14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67】図67(A)～(D)は図66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68】図68(A)～(D)は図66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69】図69(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諸収差図である。

【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。 50

【図71】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72】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73】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74】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75】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76】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77】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78】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79】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80】本発明によるズームレンズ系の数値実施例10のズーム軌跡を示す簡易移動図である。 20

【図81】本発明によるズームレンズ系の数値実施例11のズーム軌跡を示す簡易移動図である。

【図82】本発明によるズームレンズ系の数値実施例12のズーム軌跡を示す簡易移動図である。

【図83】本発明によるズームレンズ系の数値実施例13、14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71-図75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と一緒に移動する絞り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G1Aは、数値実施例1-5を通じて、単調に物体側に移動する（図71-図75）。 40

第2レンズ群G2A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71、図73、図74）、数値実施例2、5では、単調に像側に移動する（図72、図75）。

第3レンズ群G3A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71、図73、図74）、数値実施例2、5では、単調に物体側に移動する（図72、図75）。

第4レンズ群G4A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71-図75）。

その結果、第1レンズ群G1Aと第2レンズ群G2Aの間隔が増大し、第2レンズ群G2Aと第3レンズ群G3Aの間隔が減少し、第3レンズ群G3Aと第4レンズ群G4A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。10

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。20

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と一緒に移動する絞り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。40

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）。50

**【0048】**

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。

**【0049】**

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。

**【0050】**

## 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とかなる構成されている。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。

**【0051】**

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。

**【0052】**

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)。

**【0053】**

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。

**【0054】**

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。

**【0055】**

## 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とかなる構成されている。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。

**【0056】**

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G1Dと第2レンズ群G2Dの間隔が増大し、第2レンズ群G2Dと第3レンズ群G3Dの間隔が減少し、第3レンズ群G3Dと第4レンズ群G4Dの間隔が減少し、第4レンズ群G4Dと第5レンズ群G5D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G4Dを像側に移動させることによって行う（第4レンズ群G4Dがフォーカスレンズ群を構成する）。

#### 【0058】

第1レンズ群G1Dは、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ11Dと、物体側に凸の負メニスカスレンズ12Dと、物体側に凸の正メニスカスレンズ13Dとかなる。負メニスカスレンズ12Dと正メニスカスレンズ13Dは接合されている。10

#### 【0059】

第2レンズ群（第nレンズ群）G2Dは、物体側から順に、両凹負レンズ21Dと、物体側に凸の正メニスカスレンズ22Dと、像側に凸の負メニスカスレンズ23Dとかなる。両凹負レンズ21Dと正メニスカスレンズ22D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G1E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）G2Eと、正の屈折力の第3レンズ群（後続レンズ群）G3Eと、正の屈折力の第4レンズ群（後続レンズ群）G4Eと、負の屈折力の第5レンズ群（後続レンズ群）G5Eと、正の屈折力の第6レンズ群（後続レンズ群）G6Eとから構成されている。第3レンズ群G3Eには第3レンズ群G3Eと一緒に移動する絞り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G1Eと第3レンズ群G3Eと第4レンズ群G4Eと第5レンズ群G5Eと第6レンズ群G6Eが単調に物体側に移動し、第2レンズ群G2E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G4Eと第6レンズ群G6Eは一体に移動する。30

その結果、第1レンズ群G1Eと第2レンズ群G2Eの間隔が増大し、第2レンズ群G2Eと第3レンズ群G3Eの間隔が減少し、第3レンズ群G3Eと第4レンズ群G4Eの間隔が増大し、第4レンズ群G4Eと第5レンズ群G5Eの間隔が減少し、第5レンズ群G5Eと第6レンズ群G6E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G5Eを像側に移動させることによって行う（第5レンズ群G5Eがフォーカスレンズ群を構成する）。40

#### 【0063】

第1レンズ群G1Eは、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ11Eと、物体側に凸の負メニスカスレンズ12Eと、物体側に凸の正メニスカスレンズ13Eとかなる。負メニスカスレンズ12Eと正メニスカスレンズ13Eは接合されている。

#### 【0064】

第2レンズ群（第nレンズ群）G2Eは、物体側から順に、両凹負レンズ21Eと、物体側に凸の正メニスカスレンズ22Eと、像側に凸の負メニスカスレンズ23Eとかなる。両凹負レンズ21Eと正メニスカスレンズ22E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 と一緒に移動する絞り 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 と一緒に移動する絞り 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 12G と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 13G と、物体側に凸の正メニスカスレンズ 14G とからなる。負メニスカスレンズ 12G と正メニスカスレンズ 13G は接合されている。

#### 【0074】

第2レンズ群（第nレンズ群）G2G は、物体側から順に、両凹負レンズ 21G と、両凸正レンズ 22G と、両凹負レンズ 23G とからなる。両凹負レンズ 21G と正メニスカスレンズ 22G は、数値実施例 13 では接合されておらず、数値実施例 14 では接合されている。

#### 【0075】

全数値実施例 1 - 14 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（G1A ~ G1G）と、該第1レンズ群に後続する後続レンズ群（G2A ~ G4A、G2B ~ G5B、G2C ~ G5C、G2D ~ G5D、G2E ~ G6E、G2F ~ G3F、G2G ~ G4G）とを有する、いわゆるボ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。

#### 【0076】

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

#### 【0077】

より具体的に、第1レンズ群（G1A ~ G1G）は、物体側から順に、1枚以上の正レンズ（11A、11A' と 12A'、11B、11C、11D、11E、11F、11G）と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ（12A、13A'、12B、12C、12D、12E、12F、12G）と、1枚以上の正レンズ（13A、14A'、13B、13C、13D、13E、13F、13G と 14G）とを有している。

#### 【0078】

第1レンズ群中の最も物体側に正単レンズ（11A、11A'、11B、11C、11D、11E、11F、11G）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ふ。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う、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

#### 【0079】

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

#### 【0080】

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（12A、13A'、12B、12C、12D、12E、12F、12G）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つて収差が大きく発生してしまう。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つてしまう。

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ぬいため、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することが好みしい。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つて収差が大きく発生してしまう。

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)とすることが好みしい。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抑えやすくなることができる。

#### 【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できる。

#### 【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と、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ないため、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う。

#### 【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つたとき、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つしまう。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つしまう。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つてしまう。

#### 【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、ズーミング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。

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。

#### 【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、ズーミング時の球面収差、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と、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)、ズーミング時の球面収差、コマ収差、非点収差の変動が大きくなってしまう。

#### 【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できなくなってしまう。

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

10

20

30

40

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、fnは第1レンズ群中の負メニスカスレンズの焦点距離、gFn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と一緒に移動する絞り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】**

30

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とかなる。

**【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		10
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	20
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	40
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	

【0113】

[数值実施例2]

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			20
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			30
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	40
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	50

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	10
2(後続、n)	6	-42.087	
3(後続)	11	35.447	
4(後続)	23	-35.658	

(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	20
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	

【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。

【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。

【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	
25	-59.735	1.970			20
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	
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

## 【0119】

## [数値実施例4]

10

図16～図20と表13～表16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16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17(A)～(D)と図18(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19(A)～(D)と図20(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13は面データ、表14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15はレンズ群データ、表16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。

## 【0120】

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。

20

(1) 第2レンズ群G2Aが、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。

(2) 第3レンズ群G3Aが、物体側から順に、両凸正レンズ31A'、と、両凸正レンズ32A'、と、像側に凸の負メニスカスレンズ33A'、と、両凸正レンズ34A'、とからなる。両凸正レンズ32A'、と負メニスカスレンズ33A'、は接合されている。

## 【0121】

## (表13)

30

## 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		

40

50

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14)

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

(表15)

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

(表16)

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

【0122】

[数值実施例5]

図21～図25と表17～表20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21は短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図、図22(A)～(D)と図23(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24(A)～(D)と図25(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17は面データ、表18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19はレンズ群データ、表20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。

### 【0123】

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G1Aが、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。10

(2) 第2レンズ群G2Aが、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。

(3) 第3レンズ群G3Aが、物体側から順に、両凸正レンズ31A"、と、物体側に凸の正メニスカスレンズ32A"、と、両凹負レンズ33A"、と、両凸正レンズ34A"、と、絞りSと、物体側に凸の負メニスカスレンズ35A"、と、両凸正レンズ36A"、と、物体側に凸の正メニスカスレンズ37A"、とからなる。両凹負レンズ33A"、と両凸正レンズ34A"は接合されている。20

### 【0124】

(表17)

#### 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		

10

20

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  
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

(表 19 )

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

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

【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

10

20

30

40

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。

**【0126】**

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と一緒に移動する絞りSが含まれている。

**【0127】**

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。  
10

**【0128】**

第2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。

**【0129】**

第3レンズ群G3Bは、物体側から順に、両凸正レンズ31Bと、物体側に凸の負メニスカスレンズ32Bと、物体側に凸の正メニスカスレンズ33Bと、絞りSと、両凸正レンズ34Bと、両凹負レンズ35Bとかなる。両凸正レンズ34Bと両凹負レンズ35Bは接合されている。  
20

**【0130】**

第4レンズ群G4Bは、物体側から順に、両凸正レンズ41Bと、両凹負レンズ42Bと、両凸正レンズ43Bと、両凸正レンズ44Bとかなる。

**【0131】**

第5レンズ群G5Bは、物体側から順に、両凹負レンズ51Bと、両凸正レンズ52Bと、両凹負レンズ53Bとかなる。両凹負レンズ51Bと両凸正レンズ52Bは接合されている。

**【0132】**

(表21)

面データ

面番号	R	d	N(d)	(d)	30
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	40
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	10
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22)

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	20
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23)

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24)

	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	40
物像間距離	9000.0	9000.0
倍率	-0.023	-0.033
d5	7.167	29.997
d10	2.848	2.787
d20	16.235	33.099
d28	49.652	22.353
fB	37.600	64.084
物像間距離	5000.0	5000.0
倍率	-0.042	-0.060
d5	7.167	29.997
		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

## 【0133】

## [数値実施例7]

図31～図35と表25～表28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31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32(A)～(D)と図33(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34(A)～(D)と図35(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25は面データ、表26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27はレンズ群データ、表28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

## 【0134】

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と一緒に移動する絞りSが含まれている。

20

## 【0135】

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。

## 【0136】

第2レンズ群G2Cは、物体側から順に、物体側に凸の負メニスカスレンズ21Cと、両凸正レンズ22Cとかなる。負メニスカスレンズ21Cと両凸正レンズ22Cは接合されている。

## 【0137】

第3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。

30

## 【0138】

第4レンズ群G4Cは、物体側から順に、両凸正レンズ41Cと、両凸正レンズ42Cと、両凹負レンズ43Cと、絞りSと、物体側に凸の負メニスカスレンズ44Cと、両凸正レンズ45Cと、物体側に凸の正メニスカスレンズ46Cとかなる。両凸正レンズ42Cと両凹負レンズ43Cは接合されている。

## 【0139】

第5レンズ群G5Cは、物体側から順に、像側に凸の正メニスカスレンズ51Cと、両凹負レンズ52Cとかなる。

## 【0140】

40

(表25)

## 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

50

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	10
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			20
28	-40.156	1.000	1.69680	55.53	
29	39.612	-			

f n : -98.480

g F n : 0.5672

(表26)

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	30
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27)

レンズ群データ 40

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28)

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

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	10
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	

## 【0141】

## [数値実施例8]

図36～図40と表29～表32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36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37(A)～(D)と図38(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39(A)～(D)と図40(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29は面データ、表30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31はレンズ群データ、表32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。

## 【0142】

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と一緒に移動する絞りSが含まれている。

## 【0143】

第1レンズ群G1Dは、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ11Dと、物体側に凸の負メニスカスレンズ12Dと、物体側に凸の正メニスカスレンズ13Dとかなる。負メニスカスレンズ12Dと正メニスカスレンズ13Dは接合されている。

## 【0144】

第2レンズ群G2Dは、物体側から順に、両凹負レンズ21Dと、物体側に凸の正メニスカスレンズ22Dと、像側に凸の負メニスカスレンズ23Dとかなる。両凹負レンズ21Dと正メニスカスレンズ22Dは接合されている。

## 【0145】

第3レンズ群G3Dは、物体側から順に、両凸正レンズ31Dと、両凸正レンズ32Dと、両凹負レンズ33Dと、絞りSと、物体側に凸の負メニスカスレンズ34Dと、両凸正レンズ35Dと、物体側に凸の正メニスカスレンズ36Dとかなる。両凸正レンズ32Dと両凹負レンズ33Dは接合されている。

## 【0146】

第4レンズ群G4Dは、物体側から順に、像側に凸の正メニスカスレンズ41Dと、両凹負レンズ42Dとかなる。

## 【0147】

第5レンズ群G5Dは、両凸正単レンズ51Dとかなる。

## 【0148】

(表29)

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		10
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30)

30

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31)

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

50

5(後続) 27 270.281

(表32)

#### 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	10
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	

【0149】

[数値実施例9]

図41～図45と表33～表36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41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42(A)～(D)と図43(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44(A)～(D)と図45(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33は面データ、表34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35はレンズ群データ、表36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。

【0150】

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G1E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)G2Eと、正の屈折力の第3レンズ群(後続レンズ群)G3Eと、正の屈折力の第4レンズ群(後続レンズ群)G4Eと、負の屈折力の第5レンズ群(後続レンズ群)G5Eと、正の屈折力の第6レンズ群(後続レンズ群)G6Eとから構成されている。第3レンズ群G3Eには第3レンズ群G3Eと一緒に移動する絞りSが含まれている。

【0151】

第1レンズ群G1Eは、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ11Eと、物体側に凸の負メニスカスレンズ12Eと、物体側に凸の正メニスカスレンズ13Eとかなる。負メニスカスレンズ12Eと正メニスカスレンズ13Eは接合されている。

【0152】

第2レンズ群G2Eは、物体側から順に、両凹負レンズ21Eと、物体側に凸の正メニスカスレンズ22Eと、像側に凸の負メニスカスレンズ23Eとかなる。両凹負レンズ21Eと正メニスカスレンズ22Eは接合されている。

【0153】

第3レンズ群G3Eは、物体側から順に、両凸正レンズ31Eと、両凸正レンズ32Eと、両凹負レンズ33Eとかなる。両凸正レンズ32Eと両凹負レンズ33Eは接合されている。

【0154】

第4レンズ群G4Eは、物体側から順に、物体側に凸の負メニスカスレンズ41Eと、両凸正レンズ42Eと、物体側に凸の正メニスカスレンズ43Eとかなる。

【0155】

第5レンズ群G5Eは、物体側から順に、像側に凸の正メニスカスレンズ51Eと、両

20

30

40

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 ( 变倍比 ) 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	10
6 (後続)	27	240.371	

(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	20
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	

【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】

40

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と一緒に移動する絞りSが含まれている。

【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】

50

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。

【0162】

第3レンズ群G3Fは、物体側から順に、両凸正レンズ31Fと、両凸正レンズ32Fと、両凹負レンズ33Fと、絞りSと、両凸正レンズ34Fと、両凹負レンズ35Fと、両凸正レンズ36Fと、像側に凸の負メニスカスレンズ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、両凸正レンズ34Fと両凹負レンズ35Fは接合されている。

【0163】

(表37)

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	20
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			30
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38)

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	50

(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]

20

図51～図55と表41～表44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51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52(A)～(D)と図53(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54(A)～(D)と図55(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41は面データ、表42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43はレンズ群データ、表44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。

30

(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		

40

50

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	10
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

20

	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)

30

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

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。

10

### 【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			20
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	30
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	40
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	50

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47)

## 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	10
3(後続)	12	40.191	

(表48)

## 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	20
d5	2.145	27.492	37.552	
d10	42.200	29.631	12.596	
fB	40.231	48.460	77.781	

【0170】

[数値実施例13]

図61～図65と表49～表52は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例13を示している。図61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62(A)～(D)と図63(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64(A)～(D)と図65(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49は面データ、表50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51はレンズ群データ、表52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。

【0171】

本数値実施例13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と一緒に移動する絞りSが含まれている。

【0172】

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、物体側に凸の負メニスカスレンズ12Gと、物体側に凸の正メニスカスレンズ13Gと、物体側に凸の正メニスカスレンズ14Gとからなる。負メニスカスレンズ12Gと正メニスカスレンズ13Gは接合されている。

【0173】

第2レンズ群G2Gは、物体側から順に、両凹負レンズ21Gと、両凸正レンズ22Gと、両凹負レンズ23Gとからなる。

【0174】

第3レンズ群G3Gは、物体側から順に、両凹負レンズ31Gと、物体側に凸の正メニスカスレンズ32Gとからなる。両凹負レンズ31Gと正メニスカスレンズ32Gは接合されている。

30

40

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、平行平面板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			20
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			30
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			40
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	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 5 1 )

## レンズ群データ

群	始面	焦点距離	10
1	1	243.658	
2 (後続、n)	8	-99.211	
3 (後続)	14	-60.684	
3 (後続)	17	44.157	

(表 5 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	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	20
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	

【0177】

## [数値実施例 14 ]

30

図 6 6 ~ 図 7 0 と表 5 3 ~ 表 5 6 は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例 1 4 を示している。図 6 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 6 7 ( A ) ~ ( D ) と図 6 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 6 9 ( A ) ~ ( D ) と図 7 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 5 3 は面データ、表 5 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 5 5 はレンズ群データ、表 5 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。

【0178】

この数値実施例 1 4 のレンズ構成は、以下の点を除き、数値実施例 1 3 のレンズ構成と同様である。

40

(1) 第 2 レンズ群 G 2 G の正レンズ 2 2 G 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 2 1 G と正メニスカスレンズ 2 2 G が接合されている。

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

【0179】

## (表 5 3 )

## 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56)

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	10
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	

【0180】

各数値実施例の各条件式に対する値を表57に示す。

(表57)

	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(10)	44.20	49.60	39.68	42.22	30
条件式(11)	3.972	5.092	3.609	4.447	
条件式(12)	10.366	11.097	12.477	10.985	
条件式(13)	2.946	3.311	3.444	1.467	
条件式(14)	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(10)	42.22	39.58	42.22	42.22	
条件式(11)	4.083	3.306	3.789	3.700	
条件式(12)	6.702	6.971	10.538	9.059	
条件式(13)	3.352	0.871	3.025	2.590	
条件式(14)	1.477	0.615	1.315	1.136	
	実施例9	実施例10	実施例11	実施例12	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(10)	44.20	37.16	47.37	34.71	10
条件式(11)	3.655	3.450	4.693	3.531	
条件式(12)	10.875	11.755	11.380	11.109	
条件式(13)	3.107	3.066	3.744	2.661	
条件式(14)	1.361	1.414	1.924	1.326	
	実施例13	実施例14			
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			20
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(10)	47.37	46.58			
条件式(11)	2.709	2.993			
条件式(12)	7.022	5.653			
条件式(13)	9.733	6.538			
条件式(14)	2.498	1.688			

## 【0181】

30

表57から明らかなように、数値実施例1～数値実施例14は、条件式(1)～条件式(14)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。

## 【0182】

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）。

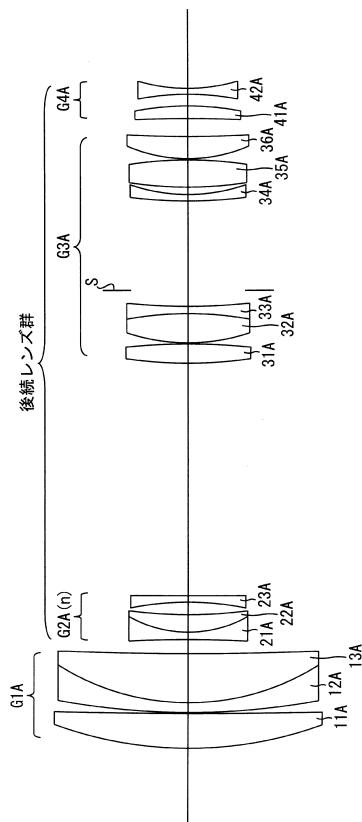
## 【符号の説明】

## 【0183】

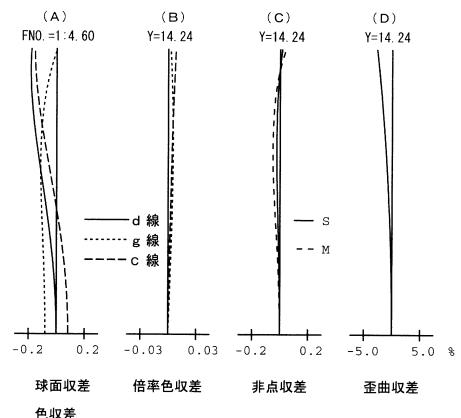
G1A	正の屈折力の第1レンズ群	40
G2A	負の屈折力の第2レンズ群（後続レンズ群、第nレンズ群）	
G3A	正の屈折力の第3レンズ群（後続レンズ群）	
G4A	負の屈折力の第4レンズ群（後続レンズ群）	
G1B	正の屈折力の第1レンズ群	
G2B	負の屈折力の第2レンズ群（後続レンズ群、第nレンズ群）	
G3B	負の屈折力の第3レンズ群（後続レンズ群）	
G4B	正の屈折力の第4レンズ群（後続レンズ群）	
G5B	負の屈折力の第5レンズ群（後続レンズ群）	
G1C	正の屈折力の第1レンズ群	
G2C	正の屈折力の第2レンズ群（後続レンズ群）	50

- 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) 10  
 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) 20  
 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

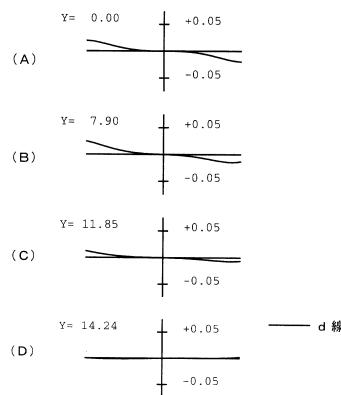
【図1】



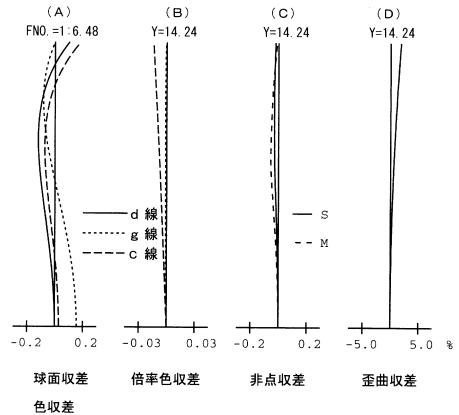
【図2】



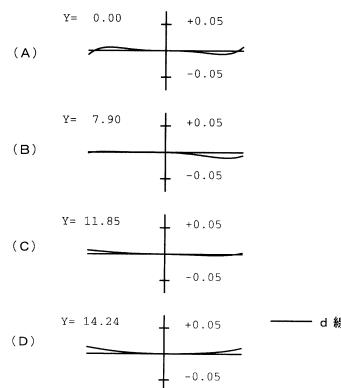
【図3】



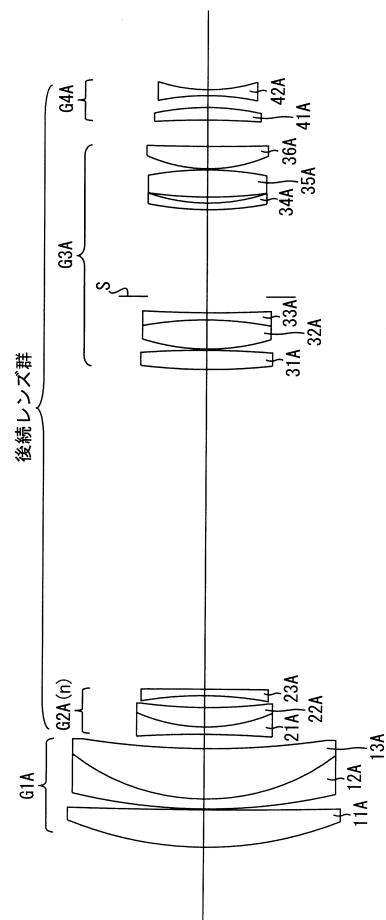
【図4】



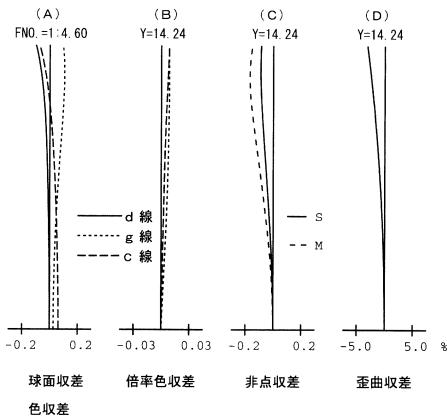
【図5】



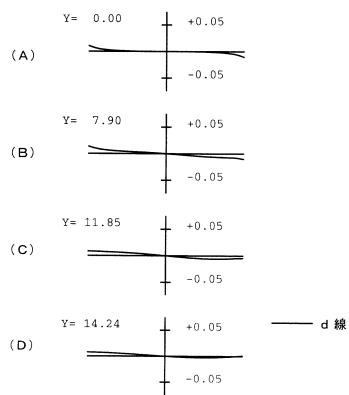
【図6】



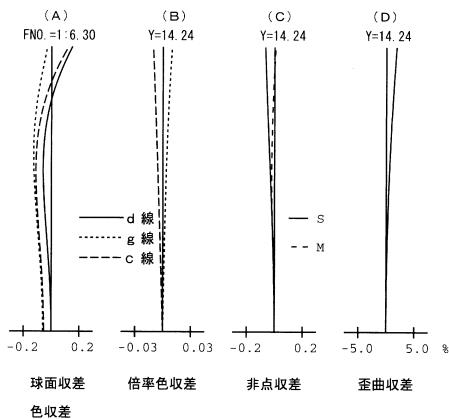
【図7】



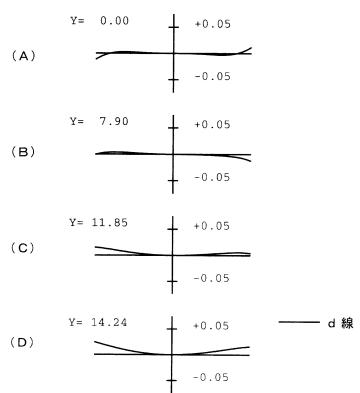
【図8】



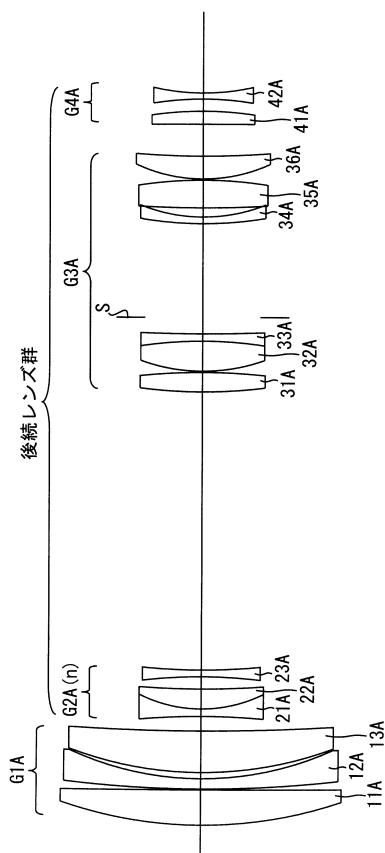
【図9】



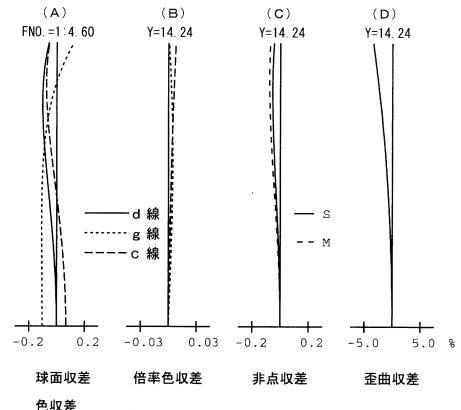
【図10】



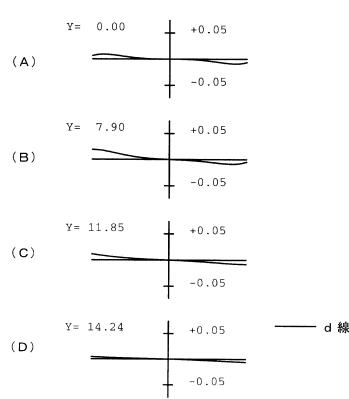
【図 1 1】



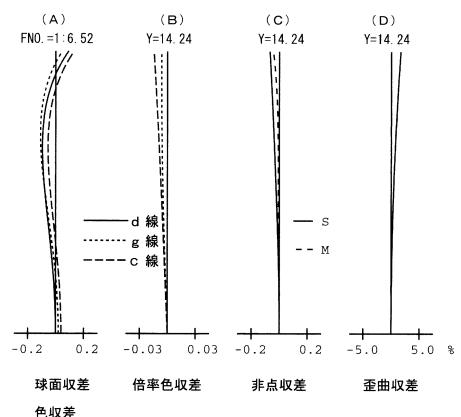
【図 1 2】



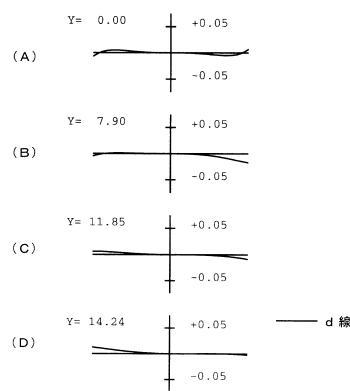
【図 1 3】



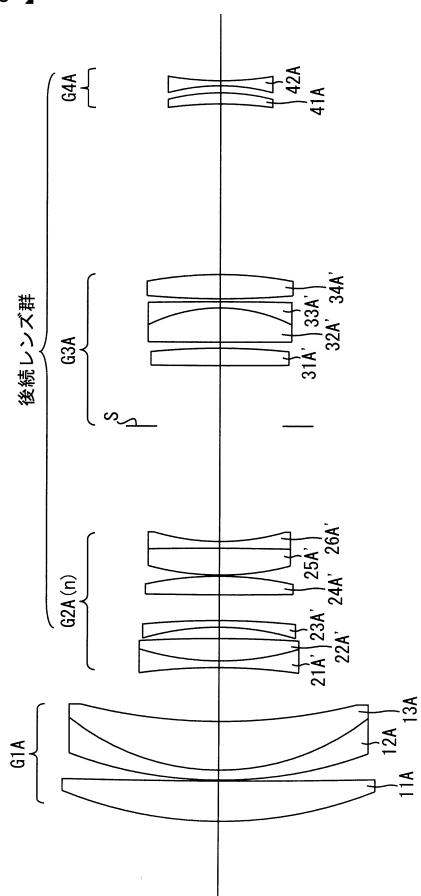
【図 1 4】



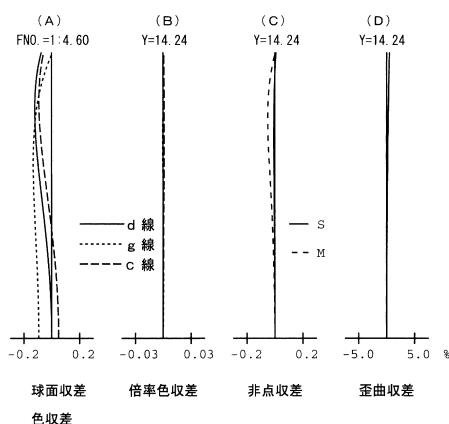
【図 1 5】



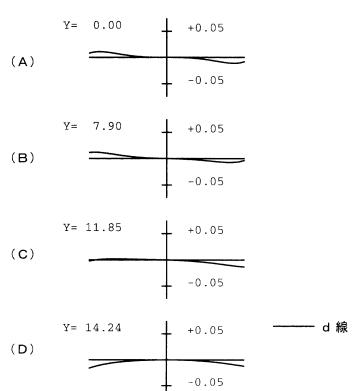
【図 1 6】



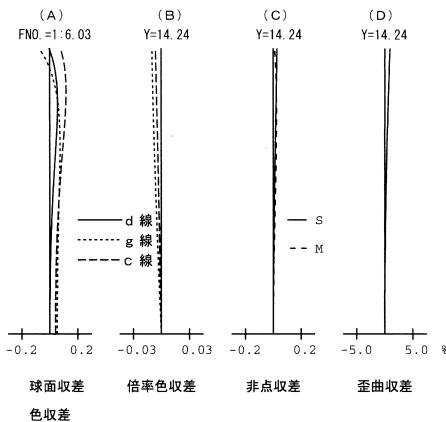
【図 1 7】



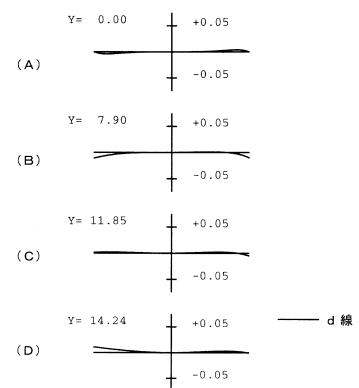
【図 1 8】



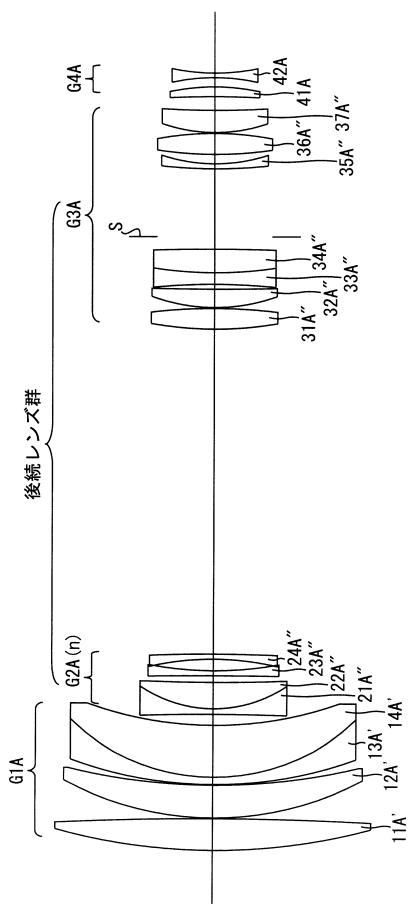
【図19】



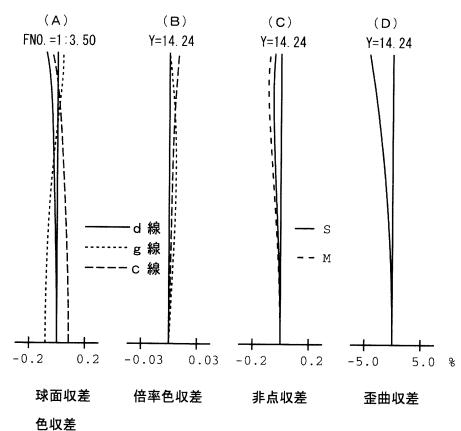
【図20】



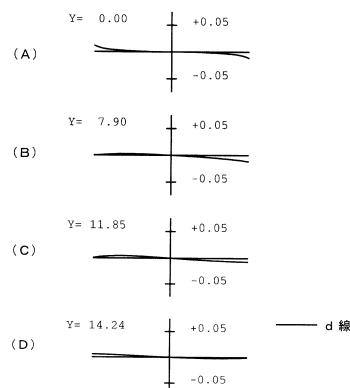
【図21】



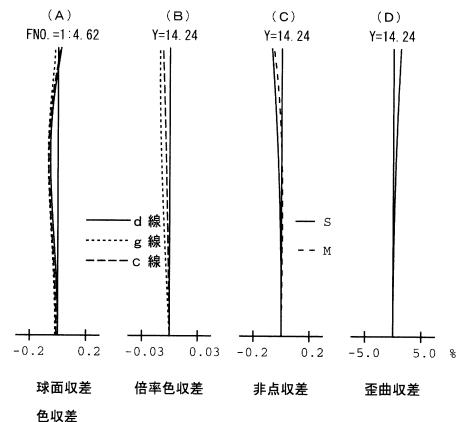
【図22】



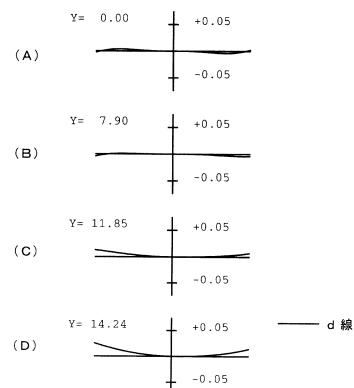
【図23】



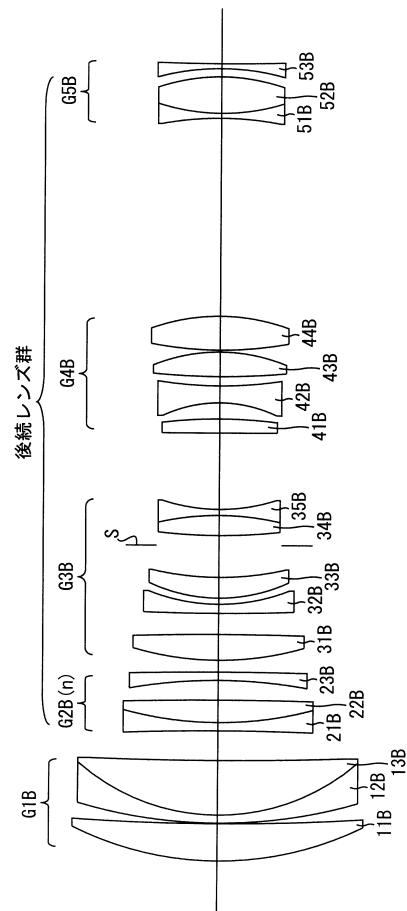
【図24】



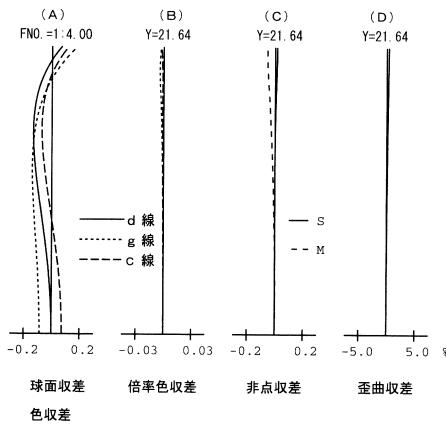
【図25】



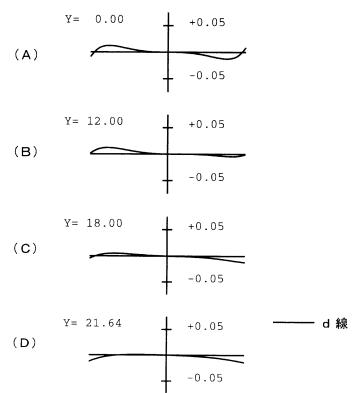
【図26】



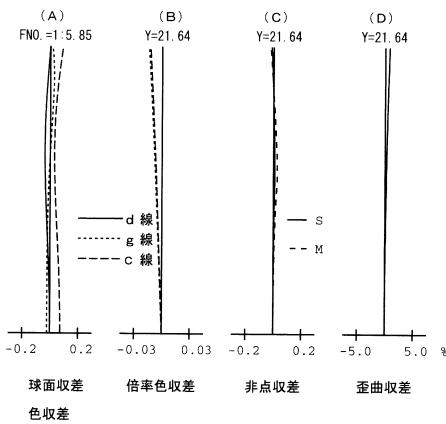
【図27】



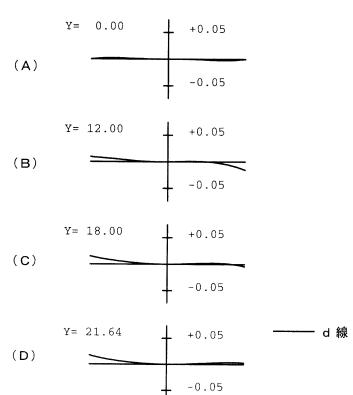
【図28】



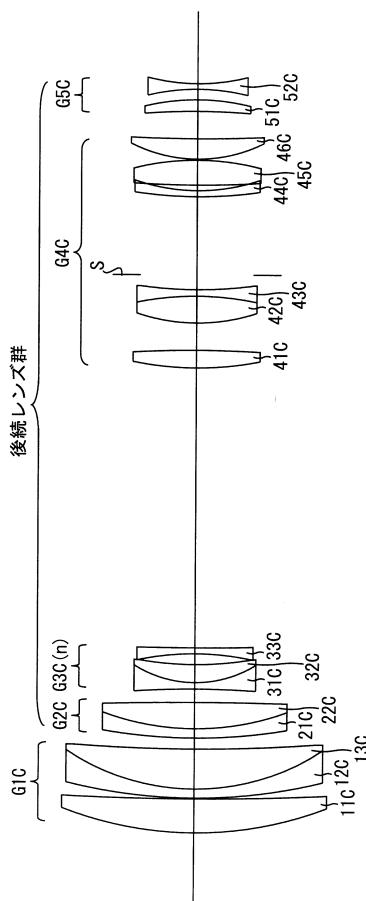
【図29】



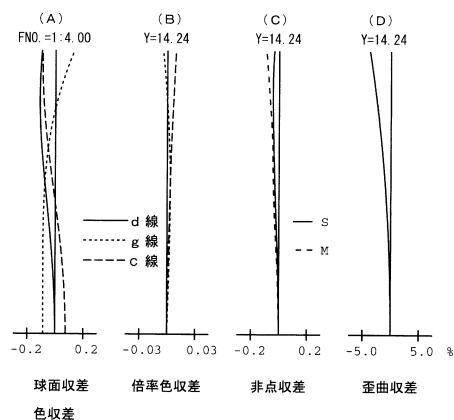
【図30】



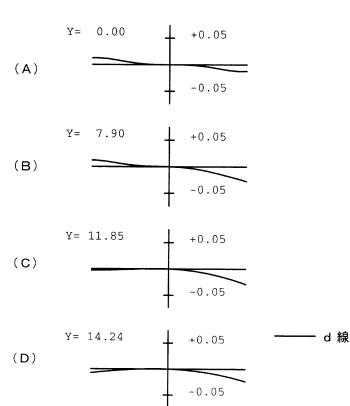
【図31】



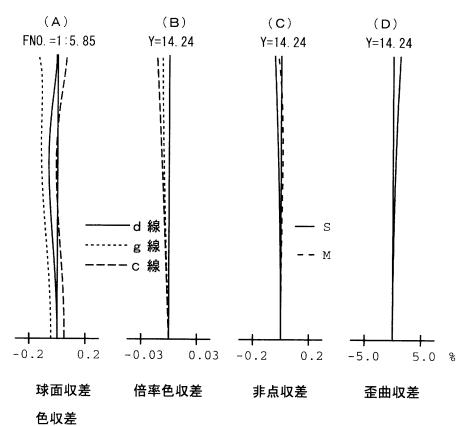
【図32】



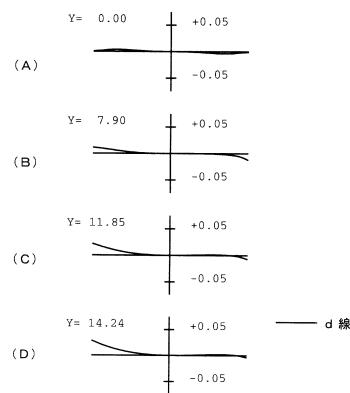
【図33】



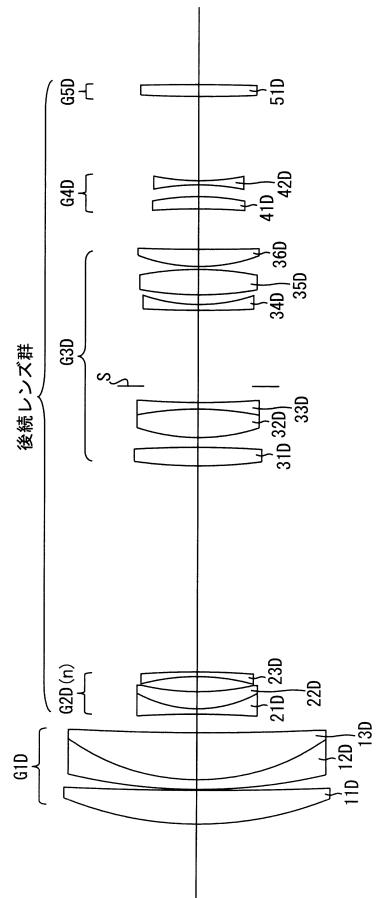
【図34】



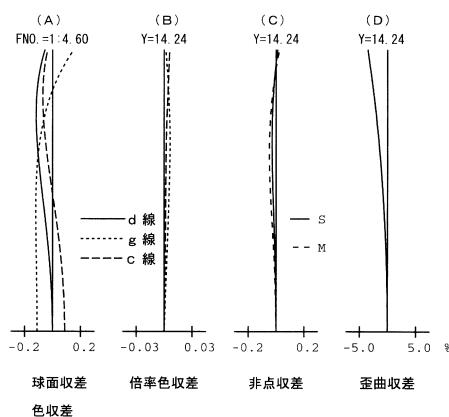
【図35】



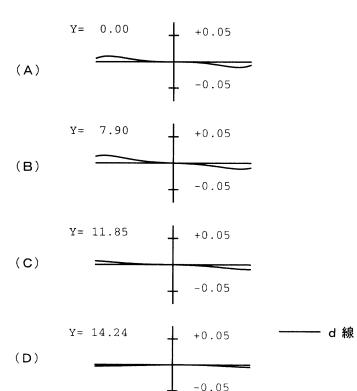
【図36】



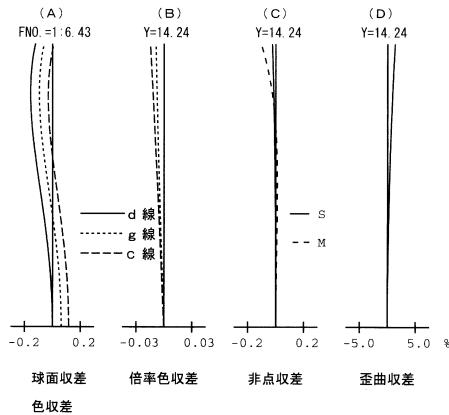
【図37】



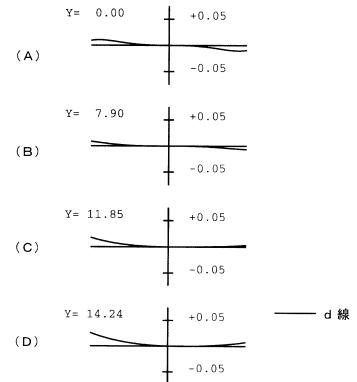
【図38】



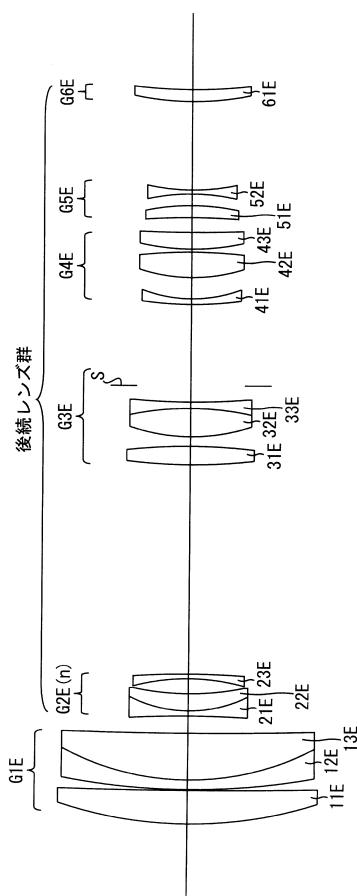
【図39】



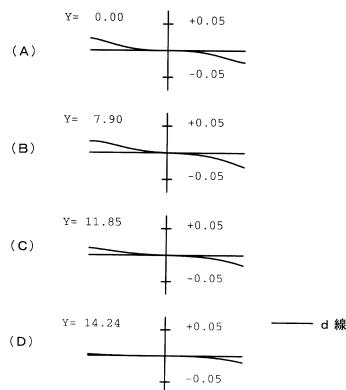
【図40】



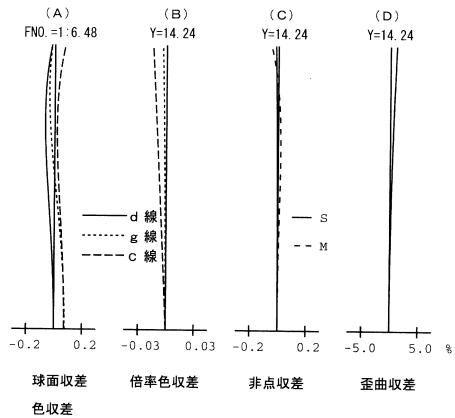
【図41】



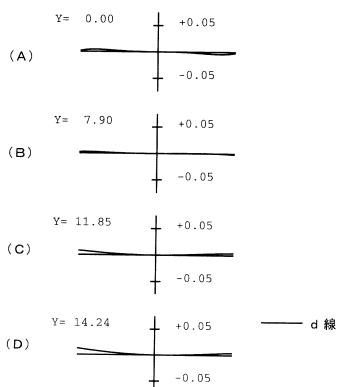
【図43】



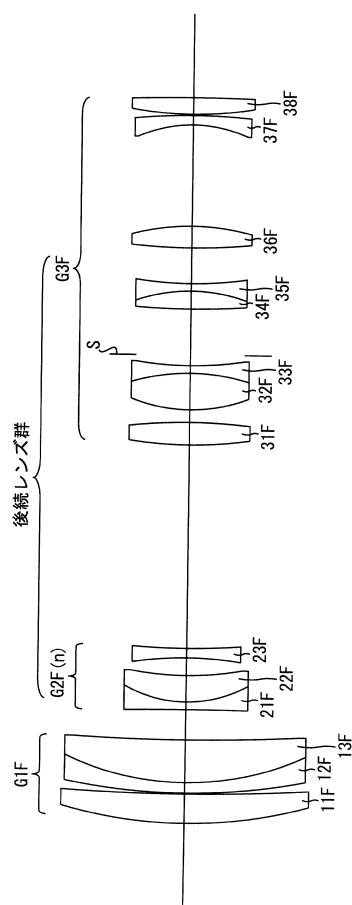
【図44】



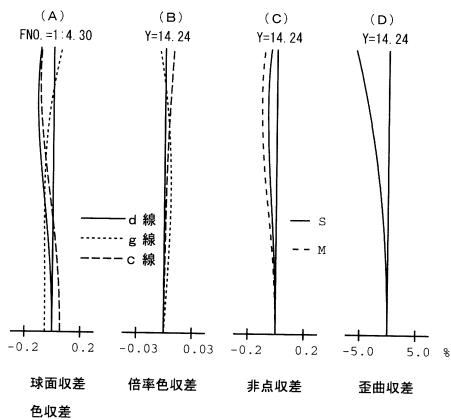
【図45】



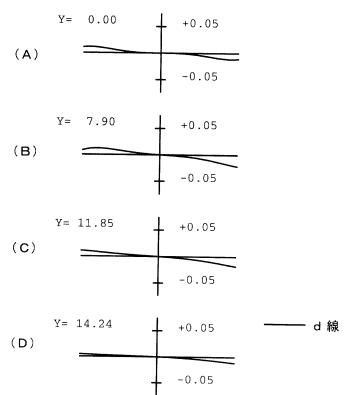
【図46】



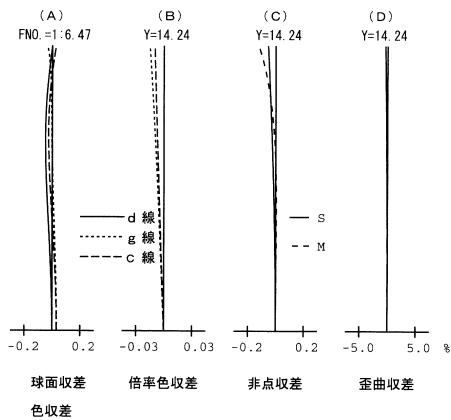
【図47】



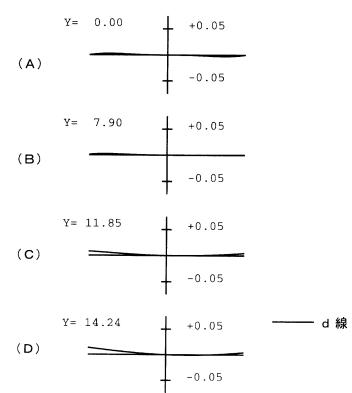
【図48】



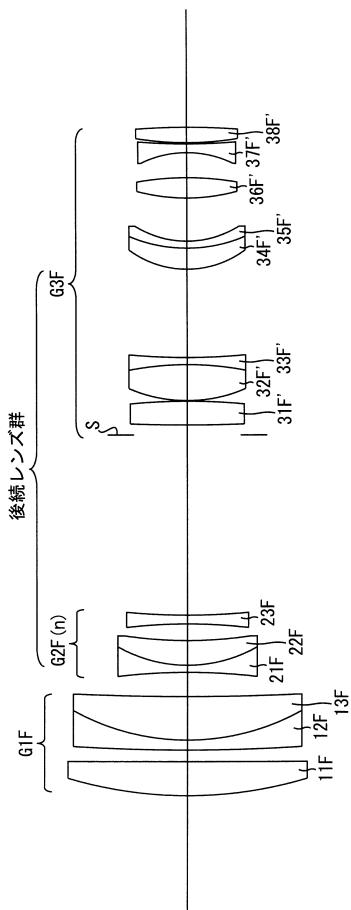
【図49】



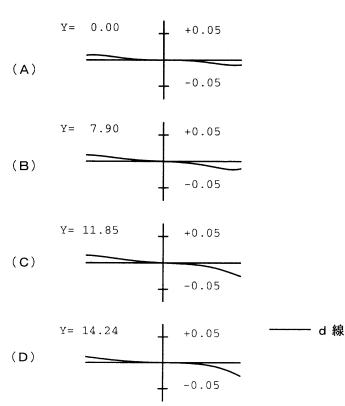
【図50】



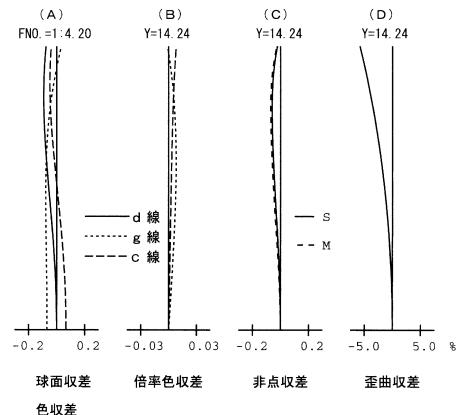
【図 5 1】



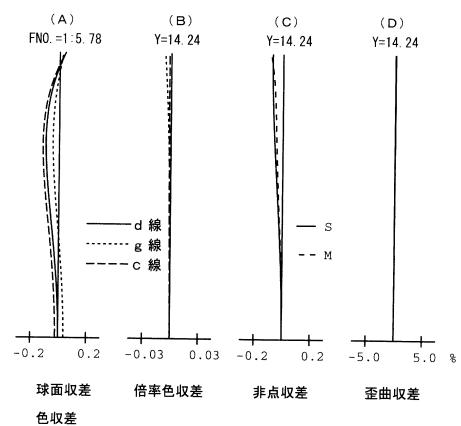
【図 5 3】



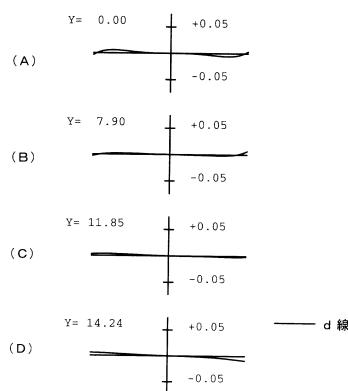
【図 5 2】



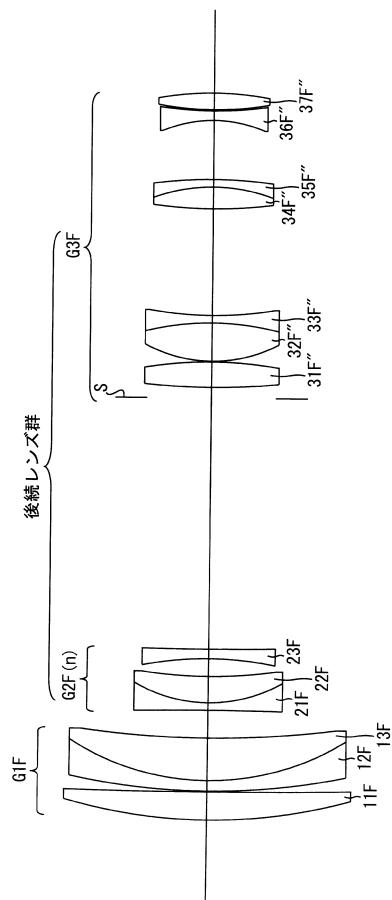
【図 5 4】



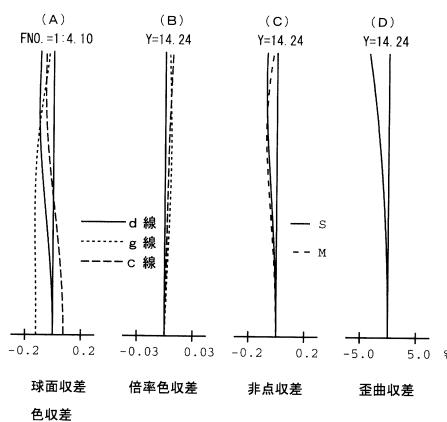
【図 5 5】



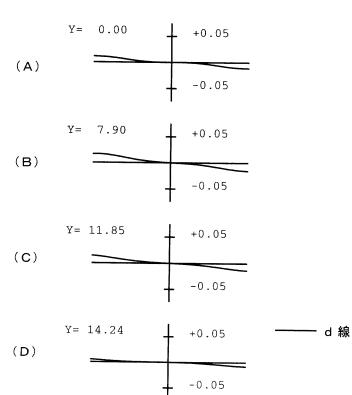
【図 5 6】



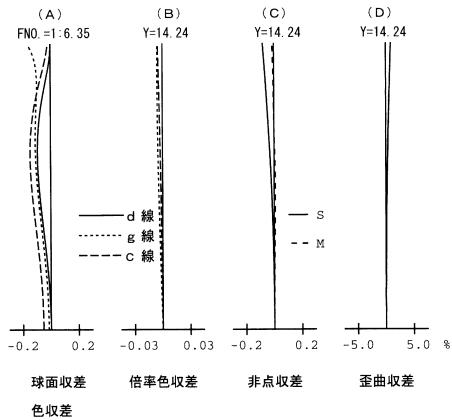
【図 5 7】



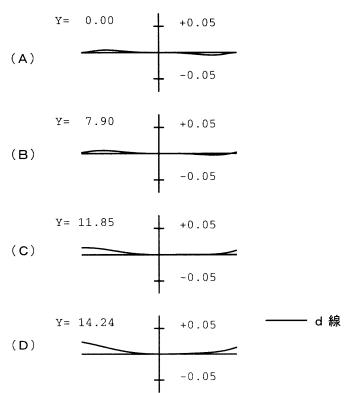
【図 5 8】



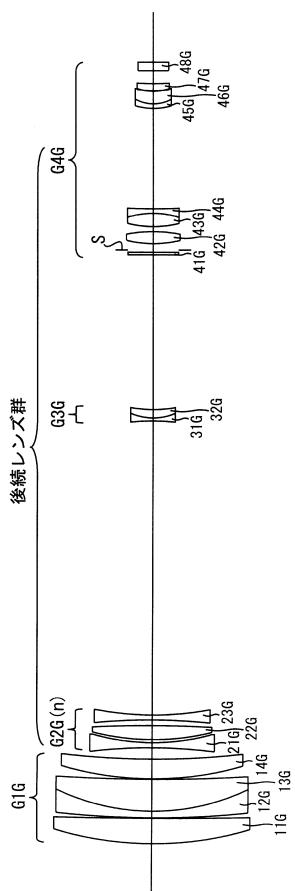
【図 5 9】



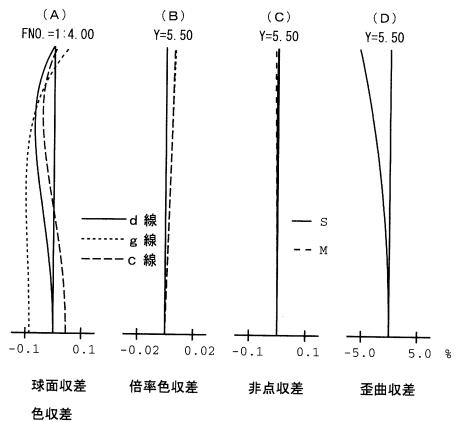
【図 6 0】



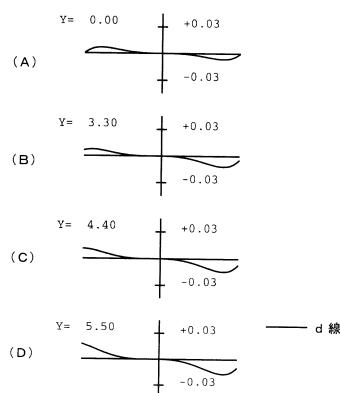
【図 6 1】



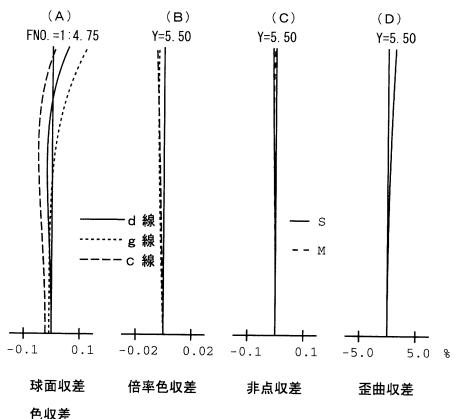
【図 6 2】



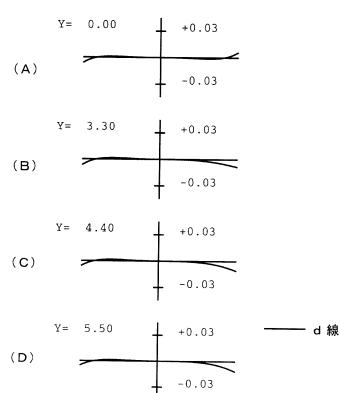
【図 6 3】



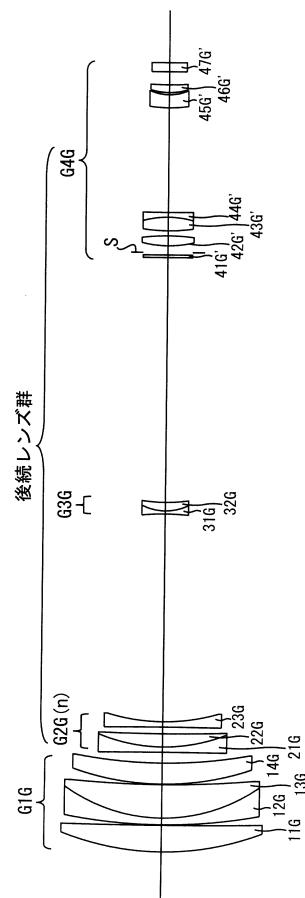
【図 6 4】



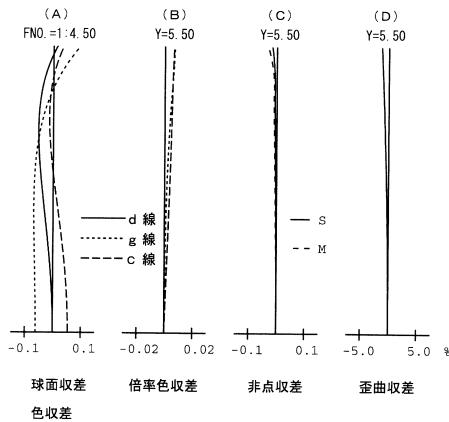
【図 6 5】



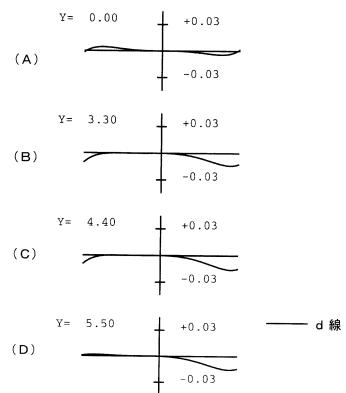
【図 6 6】



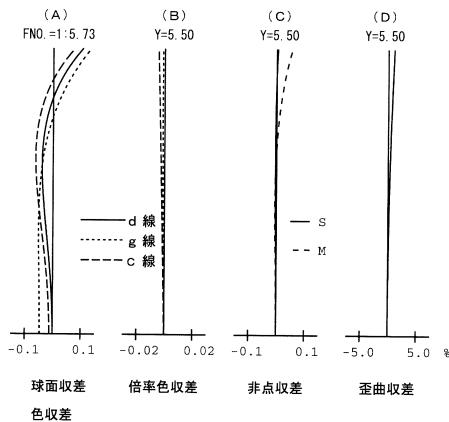
【図 6.7】



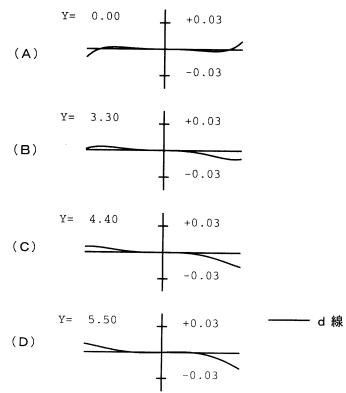
【図 6.8】



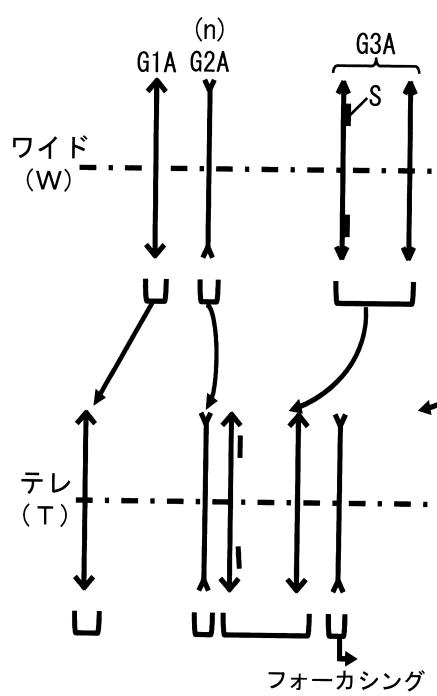
【図 6.9】



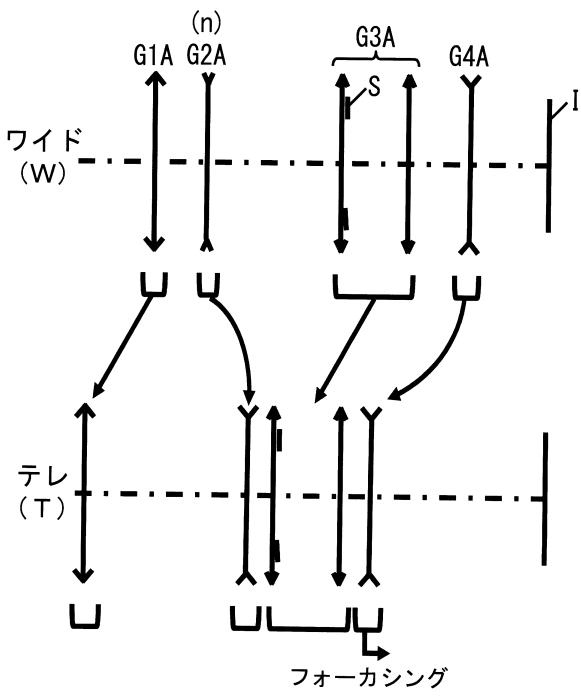
【図 7.0】



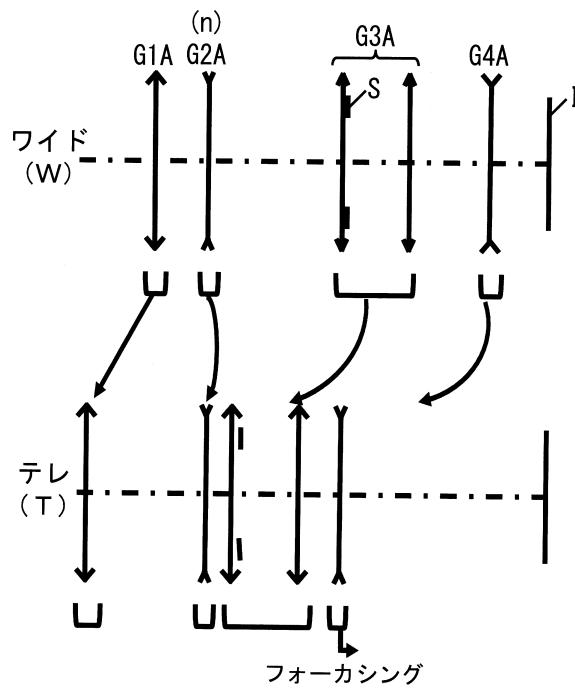
【図 7 1】



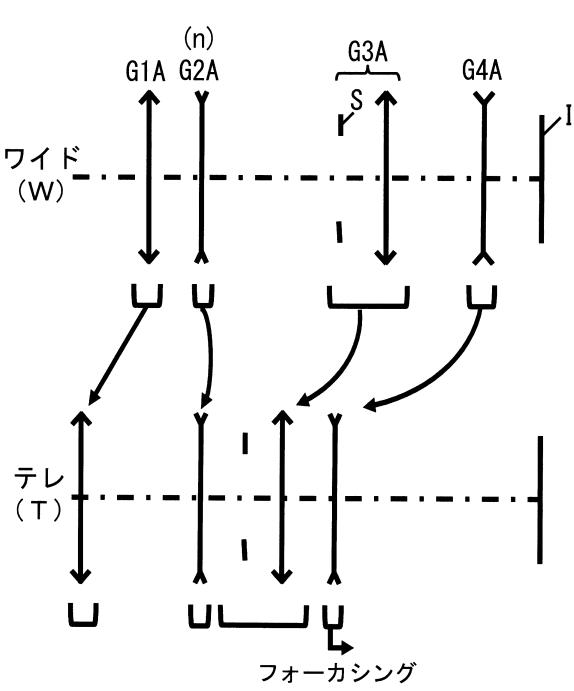
【図 7 2】



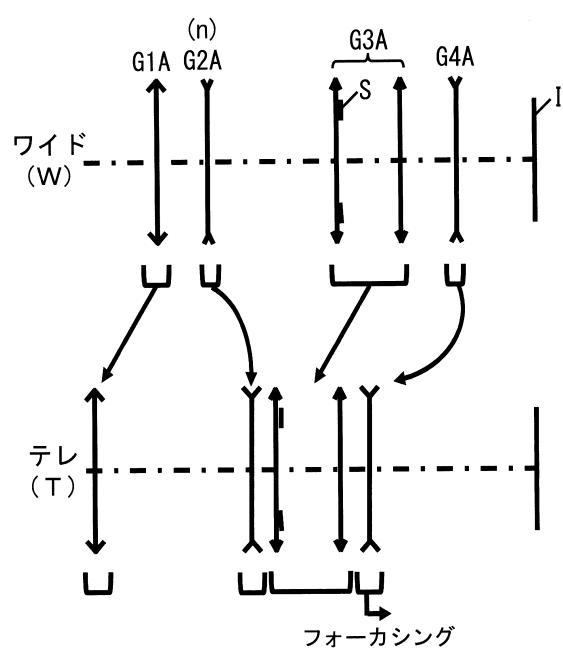
【図 7 3】



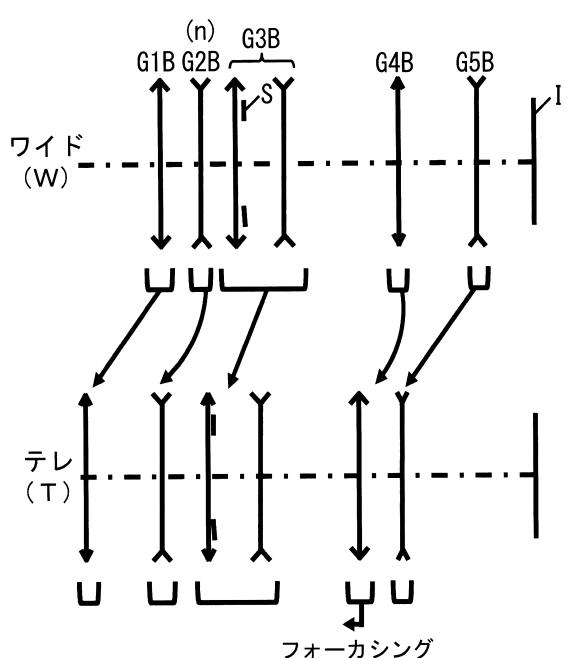
【図 7 4】



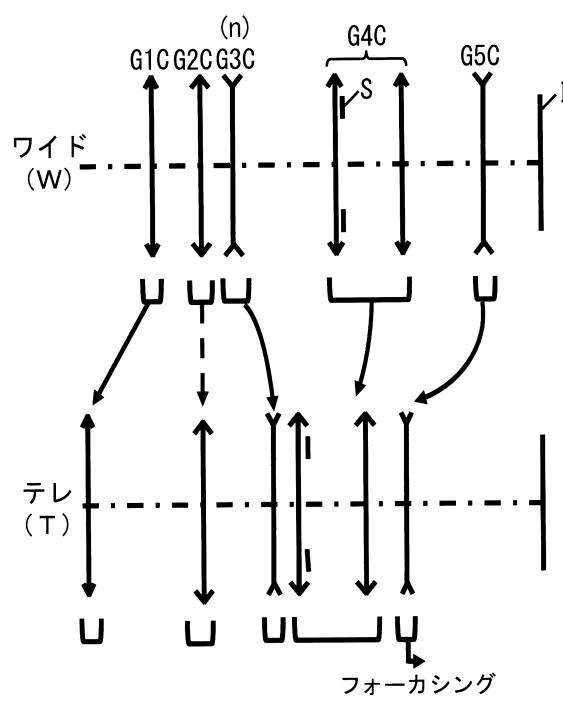
【図 7 5】



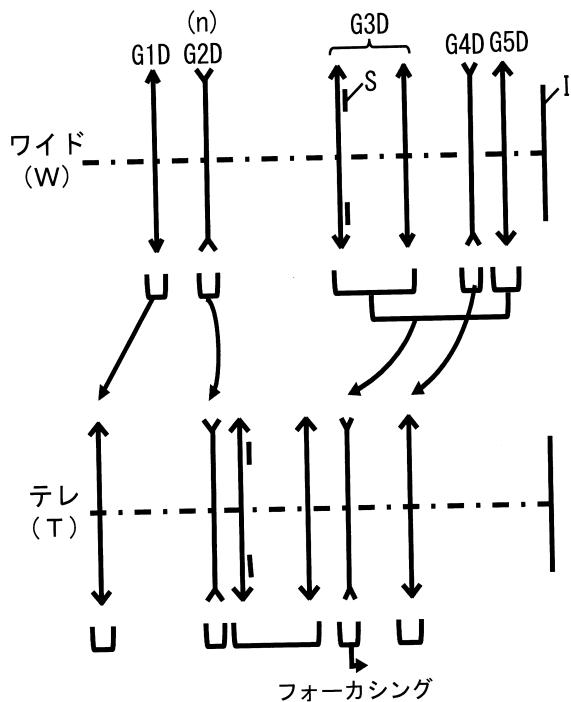
【図 7 6】



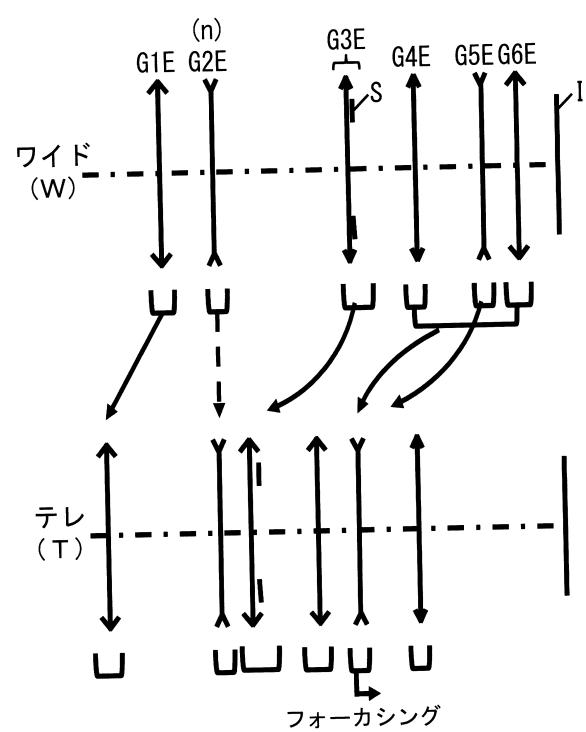
【図 7 7】



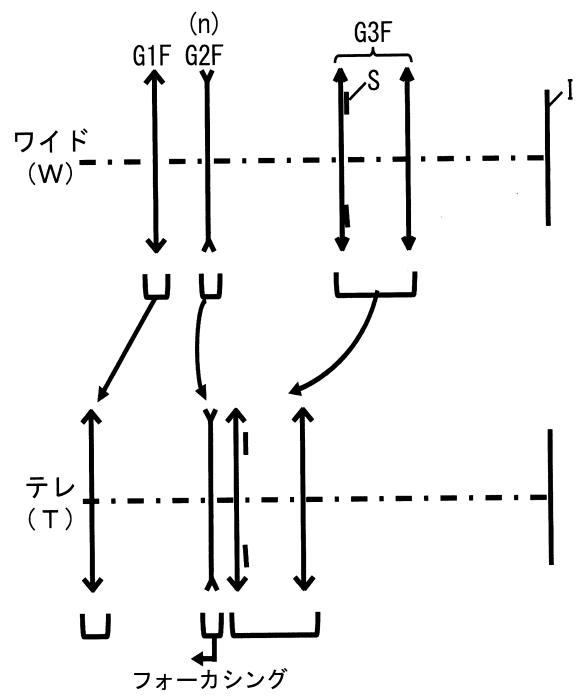
【図 7 8】



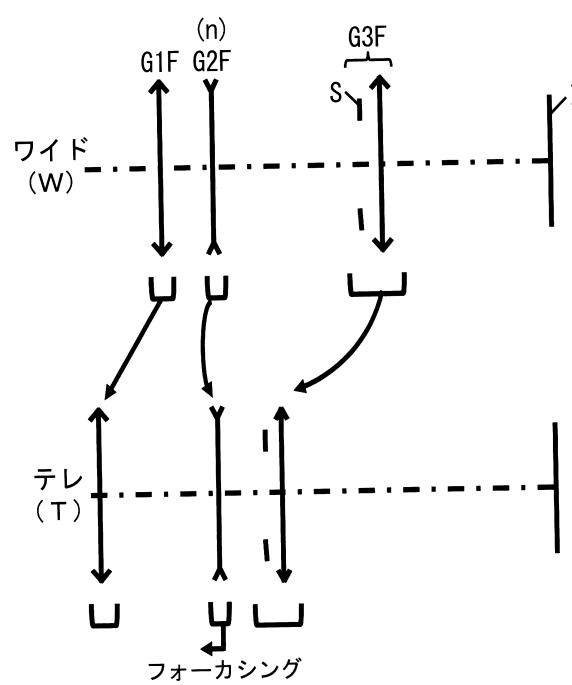
【図 7 9】



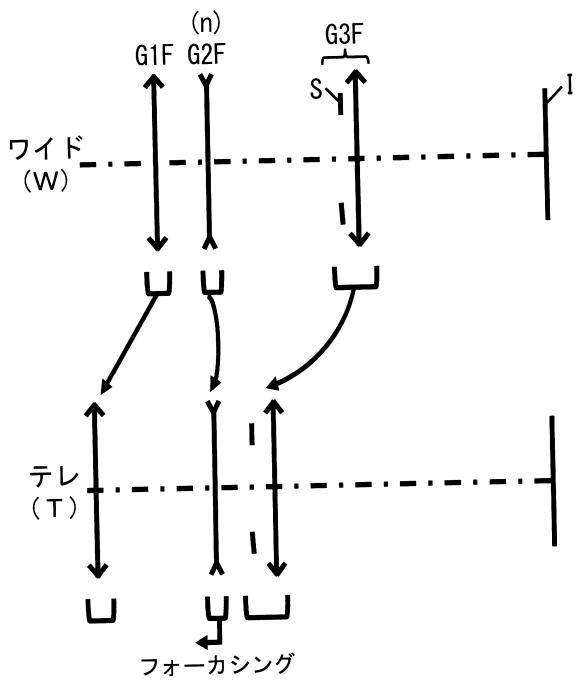
【図 8 0】



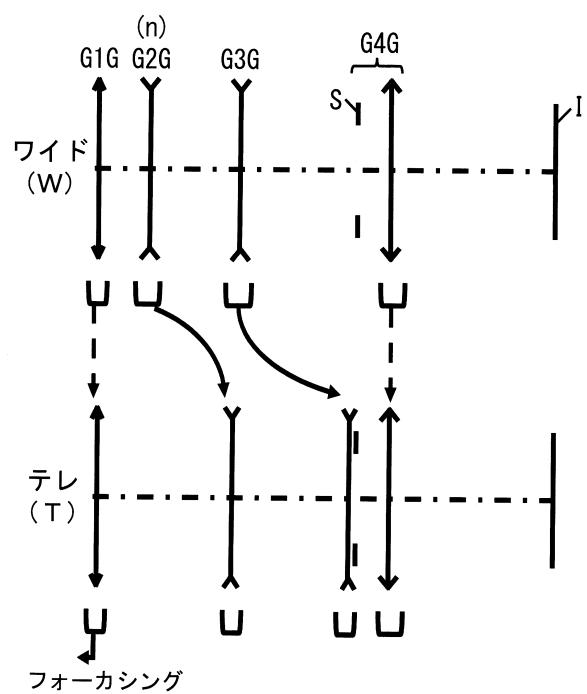
【図 8 1】



【図 8 2】



【図 8 3】



---

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 02 B	9 / 00	-	17 / 08
G 02 B	21 / 02	-	21 / 04
G 02 B	25 / 00	-	25 / 04