

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3835789号

(P3835789)

(45) 発行日 平成18年10月18日(2006.10.18)

(24) 登録日 平成18年8月4日(2006.8.4)

(51) Int.Cl.

G O 2 B 15/20 (2006.01)

F I

G O 2 B 15/20

請求項の数 13 (全 38 頁)

(21) 出願番号	特願平11-266593	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成11年9月21日(1999.9.21)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2001-91833(P2001-91833A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(43) 公開日	平成13年4月6日(2001.4.6)	(74) 代理人	100097777
審査請求日	平成16年7月7日(2004.7.7)		弁理士 荏澤 弘
		(74) 代理人	100088041
			弁理士 阿部 龍吉
		(74) 代理人	100092495
			弁理士 蛭川 昌信
		(74) 代理人	100095120
			弁理士 内田 亘彦
		(74) 代理人	100095980
			弁理士 菅井 英雄
		(74) 代理人	100094787
			弁理士 青木 健二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそのズームレンズを備えたカメラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群、負屈折力の第2レンズ群、正屈折力の第3レンズ群、負屈折力の第4レンズ群、及び、正屈折力の第5レンズ群で構成され、広角端から望遠端への変倍時に、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔、及び、第3レンズ群と第4レンズ群の間隔が大きくなり、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔、及び、第4レンズ群と第5レンズ群の間隔が小さくなり、

前記第3レンズ群、第4レンズ群、第5レンズ群の何れか1つのレンズ群、又はそのレンズ群内の一部のレンズ群を移動することによって有限遠物体にフォーカスし、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$2.0 < f_1 / f_w < 8.0 \quad \dots (1)$$

$$0.4 < |f_2 / f_w| < 0.9159 \quad \dots (2)$$

$$0.3 < f_3 / f_{T345} < 0.8395 \quad \dots (3)$$

$$0.6 < |f_4| / f_{T345} < 1.3538 \quad \dots (4)$$

$$0.5 < f_5 / f_{T345} < 0.9289 \quad \dots (5)$$

$$\frac{1.7400}{1.5855} < \frac{f_{1T}}{f_w} < \frac{3.1256}{3T} < 4.0 \quad \dots (7)$$

$$1.5855 < \frac{f_{3T}}{f_w} < 4.0 \quad \dots (8)$$

ただし、

 f_w は、広角端における全系の焦点距離 f_1 は、第1レンズ群の焦点距離

10

20

f_2 は、第 2 レンズ群の焦点距離

f_3 は、第 3 レンズ群の焦点距離

f_4 は、第 4 レンズ群の焦点距離

f_5 は、第 5 レンズ群の焦点距離

f_{T345} は、望遠端における第 3 レンズ群から第 5 レンズ群までの焦点距離

1_T は、広角端基準の第 1 レンズ群の望遠端までの変倍時の移動量

3_T は、広角端基準の第 3 レンズ群の望遠端までの変倍時の移動量

である。

【請求項 2】

広角端の焦点距離が、光学系の結像面又は撮像素子の有効対角線長より短いことを特徴とする請求項 1 記載のズームレンズを備えたカメラ。 10

【請求項 3】

前記第 2 レンズ群の近軸横倍率が以下の関係を満足することを特徴とする請求項 1 記載のズームレンズ。

$$2.5 < 2_T / 2_W < 7 \quad \dots (9)$$

ただし、

2_W は、第 2 レンズ群の広角端での結像倍率

2_T は、第 2 レンズ群の望遠端での結像倍率

である。

【請求項 4】

前記第 1 レンズ群は、少なくとも 1 枚の負レンズと正レンズで構成されていることを特徴とする請求項 1 記載のズームレンズ。 20

【請求項 5】

前記第 1 レンズ群は、負レンズと正レンズからなる一組のダブレットと 1 枚の正レンズで構成されていることを特徴とする請求項 4 記載のズームレンズ。

【請求項 6】

前記第 2 レンズ群は、少なくとも 2 枚の負レンズと 1 枚の正レンズで構成されていることを特徴とする請求項 1、4、5 の何れか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 7】

前記第 2 レンズ群は、物体側から順に、負メニスカスレンズ、両凹負レンズ、正レンズ、負レンズにて構成されていることを特徴とする請求項 6 記載のズームレンズ。 30

【請求項 8】

前記第 3 レンズ群は、少なくとも 1 枚の正レンズで構成されていることを特徴とする請求項 1、4、5、6、7 の何れか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 9】

前記第 3 レンズ群は、1 枚のみの正レンズで構成されていることを特徴とする請求項 8 記載のズームレンズ。

【請求項 10】

前記第 4 レンズ群は、少なくとも 1 枚の負レンズで構成されていることを特徴とする請求項 1、4、5、6、7、8、9 の何れか 1 項記載のズームレンズ。 40

【請求項 11】

前記第 4 レンズ群は、1 枚のみの負レンズで構成されていることを特徴とする請求項 10 記載のズームレンズ。

【請求項 12】

前記第 5 レンズ群は、少なくとも 1 枚の正レンズと 1 枚の負レンズで構成されていることを特徴とする請求項 1、4、5、6、7、8、9、10、11 の何れか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 13】

前記第 5 レンズ群は、物体側から順に、正レンズと負レンズのダブレットと正レンズにて構成されていることを特徴とする請求項 11 記載のズームレンズ。 50

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ズームレンズ及びそのズームレンズを備えたカメラに関し、特に、カメラ等に最適な広角高倍率ズームレンズとそれを用いたカメラに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

カメラ用の高倍率ズームレンズは、スタジオにおけるテレビカメラ用やシネカメラ用途で比較的古くから開発が行われてきた。また、ビデオカメラが普及してからは、業務用又は家庭用において開発が行われてきた。また、高倍率であって広角側の画角が70°以上になると、光学設計も非常に高度な水準が要求されることが知られている。古くはその構成が、物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群、負屈折力の第2レンズ群、正屈折力の第3レンズ群、及び、正屈折力の第4レンズ群にて構成するタイプが普及した。例えば特公平2-48087号のものがある。これは、変倍時に第1レンズ群と第4レンズ群が固定されていることに特徴がある。

10

【0003】

また、このタイプで第1レンズ群にフロントコンバータを配置する考え方で開発された方式もある。例えば米国特許第3,682,534号のものがある。これらは、レンズ構成枚数が多く、大型であった。このタイプでは、基本構成の第1レンズ群をフォーカスに使用する方法が主流であった。

20

【0004】

また、構成が、物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群、負屈折力の第2レンズ群、正屈折力の第3レンズ群、及び、正屈折力の第4レンズ群にて構成するタイプであって、第2レンズ群から第4レンズ群までが変倍時に可動であり、第4レンズ群でフォーカスするという方式の広角高倍率ズームレンズが提案されている。例えば特開平6-148520号のものがある。これは、従来のビデオ用であった。

【0005】

また、構成が、物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群、負屈折力の第2レンズ群、負屈折力の第3レンズ群、及び、正屈折力の第4レンズ群にて構成するタイプがあるが、現在まで後記する本発明の広角高倍率ズームレンズに近いものとして、特開平9-5628号のもの等がある。このタイプでも、上記のタイプと同様のフォーカス方法をとっていた。

30

【0006】

さらに、構成が、物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群、負屈折力の第2レンズ群、正屈折力の第3レンズ群、及び、正屈折力の第4レンズ群にて構成するタイプであって、変倍時に第1レンズ群以下が可動であるタイプとして、特開平7-20381号のものがある。

【0007】

これらの提案は、レンズ構成が簡単であるが、今後の撮像素子の高画素化に対応するには課題があった。これらのズームレンズタイプは、むしろ従来の銀塩フィルムを使用するカメラにおいて開発が始められたものである。例えば、構成が、物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群、負屈折力の第2レンズ群、正屈折力の第3レンズ群、及び、正屈折力の第4レンズ群にて構成するタイプであって、各々のレンズ群が移動するズーム方式で、広角端の画角が80°を越えるものとして、米国特許第4,299,454号のものがある。

40

【0008】

また、画角が74°程度から19°程度の約5倍の変倍比を持つものとして提案されたのが、特公昭58-33531号のものである。この提案は、構成が、物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群、負屈折力の第2レンズ群、正屈折力の第3レンズ群、及び、負屈折力の第4レンズ群、及び、正屈折力の第5レンズ群にて構成するタイプであって、第1

50

レンズ群と第2レンズ群を一体とするフォーカシング方法に特色があった。

【0009】

また、画角74°程度から8.3°程度まで包括するズームレンズとして、米国特許第4,896,950号のものがある。これは、構成が、物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群、負屈折力の第2レンズ群、正屈折力の第3レンズ群、及び、負屈折力の第4レンズ群、及び、正屈折力の第5レンズ群にて構成するタイプであって、第5レンズ群が変倍中に固定である。このタイプのフォーカシング方法としては、パワーの大きい第2レンズ群を移動する方法が使用されている。例えば特開平9-184982号のものがある。

【0010】

また、第3レンズ群を移動する方法の提案として特開平10-133109号のものがある。このレンズ系は、大型でありパワー配置に特徴がある。また、第4レンズ群を繰り下げる方法として、特開平11-133303号のものがある。

【0011】

これらは、銀塩フィルムカメラ用途には問題なかったが、今後のデジタルカメラ用のCCDに使用されているマイクロレンズを含めた開口率を損なわないためには、そのまま使用することはできない。また、色収差を含めた色むらの問題を考慮した場合に、軸外主光線の射出角度を十分に考え、像面照度まで考慮した光学設計が必要であると言わざるを得ない状況である。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、カメラ等に最適な広角高倍率ズームレンズの開発をしようとするものである。

【0013】

従来のビデオカメラにおいては、広角高倍率ズームレンズとしての提案があるが、高画素の撮像素子に対応する光学性能の光学系の提案がなされていない。また、銀塩カメラ用では、光学性能及びCCD等の特性への親和性と言う点では未だ課題が多かった。

【0014】

また、従来のビデオカメラ用のズームレンズを基にした光学設計では、非常に大きなズームレンズとなり、実用上大きな問題になることがある。

【0015】

本発明は従来技術のこのような状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、広角端が70°を越えて変倍比が10倍程度を越えても、十分な結像性能を維持し、適切なフォーカシング方法を備えた小型のズームレンズを提供することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成する本発明のズームレンズは、物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群、負屈折力の第2レンズ群、正屈折力の第3レンズ群、負屈折力の第4レンズ群、及び、正屈折力の第5レンズ群で構成され、広角端から望遠端への変倍時に、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔、及び、第3レンズ群と第4レンズ群の間隔が大きくなり、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔、及び、第4レンズ群と第5レンズ群の間隔が小さくなり、

前記第3レンズ群、第4レンズ群、第5レンズ群の何れか1つのレンズ群、又はそのレンズ群内の一部のレンズ群を移動することによって有限遠物体にフォーカシングし、以下の条件式を満足することを特徴とするものである。

$$2.0 < f_1 / f_w < 8.0 \quad \dots (1)$$

$$0.4 < |f_2 / f_w| < 0.9159 \quad \dots (2)$$

$$0.3 < f_3 / f_{T345} < 0.8395 \quad \dots (3)$$

$$0.6 < |f_4| / f_{T345} < 1.3538 \quad \dots (4)$$

$$0.5 < f_5 / f_{T345} < 0.9289 \quad \dots (5)$$

$$1.7400 < 1_T / f_w < 3.1256 \quad \dots (7)$$

$$1.5855 < 3_T / f_w < 4.0 \quad \dots (8)$$

ただし、

10

20

30

40

50

f_w は、広角端における全系の焦点距離

f_1 は、第 1 レンズ群の焦点距離

f_2 は、第 2 レンズ群の焦点距離

f_3 は、第 3 レンズ群の焦点距離

f_4 は、第 4 レンズ群の焦点距離

f_5 は、第 5 レンズ群の焦点距離

f_{T345} は、望遠端における第 3 レンズ群から第 5 レンズ群までの焦点距離

1_T は、広角端基準の第 1 レンズ群の望遠端までの変倍時の移動量

3_T は、広角端基準の第 3 レンズ群の望遠端までの変倍時の移動量

である。

10

【0019】

以下、本発明において上記構成をとる理由とその作用について説明する。

【0020】

上記のように、本発明は小型で高性能で適切なフォーカス方法を持った広角高倍率ズームレンズを提供することにある。

【0021】

従来の物体側より順に、正屈折力の第 1 レンズ群、負屈折力の第 2 レンズ群、正屈折力の第 3 レンズ群、及び、正屈折力の第 4 レンズ群から構成するズームレンズが銀塩フィルム用カメラでは主流となっており、高倍率ズームレンズでは第 1 レンズ群以降が可動であることが普通になっている。また、第 3 レンズ群と第 4 レンズ群の移動は、変倍以外に変倍時の像面湾曲の変動を補正することに必要であり、基本的には、これらの群は一つの群であると考えられる場合さえある。しかしながら、更に広画角と更に大きな変倍比を達成しようとする場合には、正レンズ群以外に一つの負レンズ群を設け、移動させることで、収差補正上からも変倍から考えても有利となる。特に、本発明のように、例えば変倍比が 10 倍程度以上になると非常に優位性が明確になった。一般的には、レンズ群数が増すと、各レンズ群で色収差補正が必要であると言う考えがあり、レンズ構成枚数が増えると考えられる。しかしながら、本発明では、非球面を有効に活用し、歪曲収差補正を第 2 レンズ群で解決し、後ろのレンズ群でコマ収差等を十分に補正できるように非球面を活用している。

20

【0022】

すなわち、本発明の第 1 のズームレンズにおいては、物体側より順に、正屈折力の第 1 レンズ群、負屈折力の第 2 レンズ群、正屈折力の第 3 レンズ群、負屈折力の第 4 レンズ群、及び、正屈折力の第 5 レンズ群で構成され、広角端から望遠端への変倍時に、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間隔、及び、第 3 レンズ群と第 4 レンズ群の間隔が大きくなり、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の間隔、及び、第 4 レンズ群と第 5 レンズ群の間隔が小さくなり、前記第 3 レンズ群又はそのレンズ群内の一部のレンズ群を移動することによって有限遠物体にフォーカスすることの特徴としている。

30

【0023】

このフォーカス方法は、第 3 レンズ群を移動することによるもので、ズームポジションによりフォーカス群の近軸配置が変化し、同一距離へのフォーカシング量は異なる。正屈折力の第 3 レンズ群は、レンズ群として 3 次球面収差係数、3 次非点収差係数が共にアンダーであり、有限遠物体へフォーカスすることによって各群の収差変動は、略収差係数の変化と関係している。例えば、本発明における第 3 レンズ群を無限遠から 1.5 m にフォーカスする場合について、後記の実施例 1 のレンズ群に関する 3 次収差係数を以下に示す。

40

【0024】

無限遠物体

レンズ群	S A 3	C M 3	A S 3	D T 3	P Z 3
G 1	-0.1397	0.6038	-0.3400	0.6179	-0.04904
G 2	0.2336	-0.1638	0.3705	-0.3128	0.2480
G 3	-0.2532	-0.8800	-0.2133	-0.0434	-0.1390
G 4	0.0764	0.2352	0.1973	0.3777	0.0697
G 5	0.0357	0.2906	0.0031	-0.3438	-0.1419
Σ	-0.0472	0.0858	0.0175	0.2956	-0.01226

10

レンズ群	P A C	P L C
G 1	-0.0424	0.03902
G 2	0.0771	-0.0706
G 3	-0.1909	-0.0106
G 4	0.1400	0.0993
G 5	0.0069	-0.0240
Σ	-0.0093	0.0333

20

30

。

【 0 0 2 5 】

1. 5m

レンズ群	S A 3	C M 3	A S 3	D T 3	P Z 3
G 1	-0.0379	0.2277	-0.2165	0.7106	-0.0466
G 2	0.1120	0.1272	0.3001	-0.3842	0.2355
G 3	-0.2032	-0.8444	-0.2697	-0.1496	-0.1320
G 4	0.0654	0.2185	0.1921	0.3984	0.0662
G 5	0.03062	0.2651	0.0087	-0.3476	-0.1348
Σ	-0.0330	-0.0059	0.0146	0.2276	-0.0116

10

レンズ群	P A C	P L C
G 1	-0.0232	0.0345
G 2	0.0424	-0.0620
G 3	-0.1762	-0.0326
G 4	0.1329	0.1037
G 5	0.0065	-0.0237
Σ	-0.0176	0.0199

20

30

ただし、S A 3 は、球面収差係数、C M 3 は、コマ収差係数、A S 3 は、非点収差係数、D T 3 は、歪曲収差係数、P Z 3 は、像面湾曲収差係数、P A C は、倍率色収差係数、P L C は、軸上色収差係数。

【0026】

本実施例は、第3レンズ群が単体レンズであっても、フォーカシングに伴う収差変動が非常に安定していることが分かる。

40

【0027】

以上の収差係数によれば、フォーカシング群が単体レンズであるために、色収差の変動がやや大きい、全体としてフォーカシング時の性能変化は小さいとすることができる。

【0028】

本発明の第1のズームレンズにおいて、以下の条件式を満足することが望ましい。

【0029】

$$2.0 < f_1 / f_W < 8.0 \quad \dots (1)$$

$$0.4 < |f_2 / f_W| < 0.9159 \quad \dots (2)$$

$$0.3 < f_3 / f_{T345} < 0.8395 \quad \dots (3)$$

$$0.6 < |f_4| / f_{T345} < 1.3538 \quad \dots (4)$$

50

$$0.5 < f_5 / f_{T345} < 0.9289$$

・・・(5)

ただし、

f_w は、広角端における全系の焦点距離

f_1 は、第1レンズ群の焦点距離

f_2 は、第2レンズ群の焦点距離

f_3 は、第3レンズ群の焦点距離

f_4 は、第4レンズ群の焦点距離

f_5 は、第5レンズ群の焦点距離

f_{T345} は、望遠端における第3レンズ群から第5レンズ群までの焦点距離

である。

10

【0030】

本発明は、広角端の画角が70°程度以上でも十分に対応でき、高い結像性能を有するズームレンズ光学系を提供することが大きな目的である。このために、ズーム方式として、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群、負屈折力の第2レンズ群、正屈折力の第3レンズ群、負屈折力の第4レンズ群、及び、正屈折力の第5レンズ群で構成し、前記条件式(1)～(5)に適った適切なパワー配置を見出し、これに最適な実際のレンズ構成を配することで実現できたものである。また、広角高倍率ズームレンズにありがちな大型化や性能低下と言う問題を解決したものである。

【0031】

条件式(1)は、第1レンズ群のパワー配置を規定するものである。第1レンズ群は、本発明の如きズーム方式であれば変倍時に移動するため、その移動量と前玉径の増大に注意しながら結像性能を維持できるようにすることが重要である。

20

【0032】

条件式(1)で上限値の8.0を越えると、第1レンズ群としての収差残存量が減り、収差補正上で有利となるが、変倍時の移動量が増し、また、レンズ外径も増すために、全体として大型化の傾向となるため望ましくない。また、下限値の2.0を越える場合には、小型化の方向であり、前玉径も変倍時の移動量も減る傾向性が出るが、収差補正上から好ましいとは言えない。

【0033】

条件式(2)は、負屈折力の第2レンズ群のパワー配置を決める条件式である。第2レンズ群は第1レンズ群のパワー決定にも関係がある。第2レンズ群が小さなパワーであれば、第1レンズ群も同様となり、大型化する傾向を有することになる。

30

【0034】

条件式(2)で、上限値の0.9159を越える場合、レンズ構成も少なく済み、収差補正上の利点もあるが、第2レンズ群以外に第1レンズ群のパワーも小さくなり、第1レンズ群の前玉径の増大、変倍時の移動量の増大を招く等、これ以外の課題が多く派生するために望ましくない結果となる。一方で、下限値の0.4を越える場合には、レンズ径小型化を意図することができるが、収差補正上で困難が生じ、歪曲収差の発生、軸外コマ収差の発生が顕著になる。また、本条件式内であれば、適切なレンズ構成とすることで、レンズ径の小型化と高い結像性能を得ることができるのである。

40

【0035】

条件式(3)は、第3レンズ群のパワー決定に関する条件式である。このズーム方式では、第3レンズ群から第5レンズ群によって結像部を構成しており、ズーミング方式から鑑みれば、独立した3つのレンズ群で構成していると言うことができる。これまでの多くのズーム方式にある、第3レンズ群が正屈折力、そして、第4レンズ群が正屈折力の方式とその変倍方法を異にするものである。この第3レンズ群は、強い発散性のパワーの第2レンズ群からの光束を収斂し、球面収差や軸外収差を補正する役割を有する。また、軸上球面収差の補正を良好に行うという役割を有している。

【0036】

条件式(3)の上限値の0.8395を越えると、第3レンズ群の収差補正面では非常

50

に有利であるが、第3レンズ群の変倍時の移動量が増し、好ましくない。また、下限値の0.3を越えると、変倍時の移動量が減り、小型化には望ましいが、収差補正の観点から見ると球面収差補正が困難となるばかりでなく、軸外コマ収差の補正が困難となり、望ましくない結果となる。

【0037】

条件式(4)は、負屈折力の第4レンズ群のパワーを決める条件式である。条件式(4)の上限値の1.3538を越えると、第4レンズ群の移動量が増し、第3レンズ群及び第5レンズ群の間を移動するために変倍比を大きくとることが難しくなる。また、下限値の0.6を越える場合、その変倍時の移動量が減るが、収差補正という観点では難しくなるため、この範囲以下の数値をとるのは望ましくない。また、本発明においては、第1レンズ群から第4レンズ群で特に広角端付近ではアフォーカルに近い光束を構成する。

10

【0038】

条件式(5)は、第5レンズ群のパワーを決める条件式である。このレンズ群では、軸外光束の主光線の制御上で重要な役割を果たす。特にCCD撮像素子等の使用においては、軸外主光線にある程度テレセントリック性を持たせる点で大きな役割を持っている。この条件式の上限値の0.9289を越えると、第5レンズ群の収差補正は容易になるが、変倍時の移動量が増すので好ましくない。また、下限値の0.5を越えると、軸外収差の補正が難しくなると同時に、レンズ構成を増やさないと収差補正が困難となる。さらに、このレンズ群は、レンズ構成が増すとレンズ系全体の大型化につながるために望ましい結果が得られない場合が多い。

20

【0039】

本発明のズームレンズは、レンズ構成をできる限り簡単にすることで、小型化も意図している。こうした場合には、前記の各レンズ群の屈折力配置が重要であり、各群のレンズ構成ばかりでなく、変倍時のレンズ群の移動量にも関係している。

【0040】

また、本発明においては、高倍率でありながら広角端が70°程度以上を包括することを意図しており、従来の先行発明に比較して構成が簡素で高度な光学系を提案するものである。

【0041】

すなわち、焦点距離で言うならば、広角端の焦点距離が、光学系の結像面又は撮像素子の有効対角線長より短いことが望ましい。

30

【0042】

また、本発明の後記の実施例に見るように、CCDを撮像素子として考えた場合も含め、結像面でのアライアジングやシェーディング等の色の問題に鑑みて、有効対角線長が従来よりも大きいにも関わらず、ある程度のテレセントリック性を維持できる光学系を提案している。

【0043】

すなわち、光学系から射出する主光線が以下の条件式に基づいて決められることが望ましい。

【0044】

$$1.0 < |E \times p d_w \times Y| / L_w \quad \dots (6)$$

40

ただし、

$E \times p d_w$ は、結像面位置から射出瞳までの光軸上距離

Y は、結像面での実際の最大像高

L_w は、広角端での第1レンズ群の最も物体側面の頂点から結像面までの光軸上距離である。

【0045】

この条件式を満たすことで、クリアな画像を得ることが可能な条件を満たすことができるものである。

【0046】

50

また、広角端から望遠端に変倍するとき、以下の関係を満足することが望ましい。

【 0 0 4 7 】

$$1.7400 \quad {}_1T / f_W \quad 3.1256 \quad \dots (7)$$

$$1.5855 \quad {}_3T / f_W < 4.0 \quad \dots (8)$$

ただし、

${}_1T$ は、広角端基準の第 1 レンズ群の望遠端までの変倍時の移動量

${}_3T$ は、広角端基準の第 3 レンズ群の望遠端までの変倍時の移動量

である。

【 0 0 4 8 】

条件式 (7) は、第 1 レンズ群の変倍時の広角端から望遠端までに変倍時の移動量を規制する条件式である。また、条件式 (8) は、第 3 レンズ群の変倍時の広角端から望遠端までに変倍時の移動量を規制する条件式である。

10

【 0 0 4 9 】

条件式 (7) は、第 1 レンズ群の変倍時の移動量を適切にし、小型化を意図した条件式である。条件式 (7) の上限値の 3.1256 を越えると、広角端の全長が比較的短くとも、望遠端に移動する際に大きな移動量となるために、鏡胴構造を含めた小型化が難しくなる。また、下限値の 1.7400 を越えると、移動量が十分とならず、変倍比を大きくとることができなくなり、望ましくない。

【 0 0 5 0 】

条件式 (8) の上限値の 4.0 を越えると、第 3 レンズ群の移動量が増し、大型化して望ましくない。また、下限値の 1.5855 を越えると、本方式以外のズーム方式で実現することが可能である。

20

【 0 0 5 1 】

次に、結像倍率について述べる。本発明のズームレンズにおいては、構成する 5 群全体が変倍時に移動することが特徴とである。また、広角端から望遠端に移動する場合に、第 2 レンズ群が以下の関係で変倍し大きな変倍作用を有している。また、この第 2 レンズ群自体は変倍中に固定することも可能なレンズ群である。

【 0 0 5 2 】

すなわち、第 2 レンズ群の近軸横倍率が以下の関係を満足することが望ましい。

【 0 0 5 3 】

$$2.5 < {}_2T / {}_2W < 7 \quad \dots (9)$$

ただし、

${}_2W$ は、第 2 レンズ群の広角端での結像倍率

${}_2T$ は、第 2 レンズ群の望遠端での結像倍率

である。

【 0 0 5 4 】

近軸構成が上記条件式で決まると、次に肉厚レンズ構成を決定することになる。まず、第 1 レンズ群は、少なくとも 1 枚の負レンズと正レンズで構成されていることが望ましい。

【 0 0 5 5 】

本発明においては、第 1 レンズ群は、一組の接合レンズ又は空気分離型のダブルットを基本構成とし、更に 1 枚の正レンズにて構成する。望遠端が高倍率ズームレンズの望遠域にある場合、異常分散性のガラスを使用すると、より高画素化の撮像素子に対応することが容易になる。

40

【 0 0 5 6 】

また、第 2 レンズ群は、少なくとも 2 枚の負レンズと 1 枚の正レンズで構成されていることが望ましい。

【 0 0 5 7 】

本発明では、条件式 (2) に示すように、第 2 レンズ群を大きなパワーで構成することにより小型化を意図しており、物体側から順に、負メニスカスレンズ、両凹負レンズ、正レンズ、負レンズにて構成するのが望ましい。

50

【0058】

第3レンズ群は、少なくとも1枚の正レンズで構成することが望ましく、小型化を意図すると、レンズ構成が簡単な方が有利である。しかし、さらなる高倍率化をすると、レンズ構成はより複雑化することは言うまでもない。

【0059】

第4レンズ群は、少なくとも1枚の負レンズで構成する。負のレンズ群であり、小型化を意図するならば、単体レンズが望ましい。

【0060】

また、第5レンズ群は、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズで構成されていることが望ましい。

10

【0061】

第5レンズ群は、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズの接合レンズ又は空気分離型ダブルレットと正レンズで構成することが望ましい。

【0062】

また、第2レンズ群に少なくとも1面の非球面を使用することにより、歪曲収差の補正及びコマ収差の補正が容易になる。特に負メニスカスレンズの第1面に使用すると、歪曲収差とコマ収差のバランス関係を比較的容易に補正できる。

【0063】

また、第3レンズ群に少なくとも1面の非球面を使用した場合、球面収差の補正が非常に容易になる。

20

【0064】

また、第4レンズ群に少なくとも1面の非球面を使用すると、微妙な像面湾曲収差の補正が可能になる。

【0065】

また、第5レンズ群に少なくとも1面の非球面を使用する場合、ある程度のテレセントリック性を維持し、かつ、周辺光量を維持した光学系を実現することが可能となる。

【0066】

また、本発明においては、第1レンズ群と第3レンズ群が略線形的な変倍移動をするが、これら以外のレンズ群については、変倍時の倍率関係は、第4レンズ群の関係以外は、一般に広角端から望遠端への移動について言えば、その倍率の絶対値は増倍の方向性を維持するものである。これにより、効率的な変倍が可能となっている。

30

【0067】

さらに、フォーカシングについては、本発明のような広角高倍率ズームレンズでは、過去のズームレンズで使用された第1レンズ群移動による方式は大型化や収差変動等、実用的ではなく、第1レンズ群と第2レンズ群を共に移動する方がむしろ良い。また、収差変動の観点では、近接撮影に使用するのであれば、第2レンズ群の移動等も使用できる。また、第3レンズ群より後ろの少なくとも一つのレンズ群を移動することによってもフォーカシングを実現できる。

【0068】

この第1のズームレンズによれば、単なる高倍率ズームレンズはもちろん、画角70°を越える、広角を含む高倍率ズームレンズが可能である。このために、適切なズーム方式と、パワー位置、適切なレンズ構成並びに非球面の効果的な使用方法を実現することができた。

40

【0069】

次に、本発明の第2のズームレンズにおいては、物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群、負屈折力の第2レンズ群、正屈折力の第3レンズ群、負屈折力の第4レンズ群、及び、正屈折力の第5レンズ群で構成され、広角端から望遠端への変倍時に、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔、及び、第3レンズ群と第4レンズ群の間隔が大きくなり、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔、及び、第4レンズ群と第5レンズ群の間隔が小さくなり、前記第4レンズ群又はそのレンズ群内の一部のレンズ群を移動することによって有限遠物体

50

にフォーカスすることを特徴とするものである。

【 0 0 7 0 】

例えば、本発明における第 4 レンズ群を無限遠から 2 . 0 m にフォーカスする場合について、後記の実施例 4 のレンズ群に関する 3 次収差係数を以下に示す。

【 0 0 7 1 】

無限遠物体

レンズ群	S A 3	C M 3	A S 3	D T 3	P Z 3
G 1	-0.1240	0.5024	-0.2849	0.5325	-0.0495
G 2	0.4562	-0.2930	0.3107	-0.3128	0.2334
G 3	-0.8298	-1.0553	-0.2102	-0.0322	-0.1382
G 4	0.7088	1.9160	0.8415	1.2460	0.1546
G 5	-0.2163	-0.9878	-0.6405	-1.2929	-0.2128
Σ	-0.0050	0.0823	0.0166	0.1406	-0.0126

レンズ群	P A C	P L C
G 1	-0.0278	0.0227
G 2	0.0325	-0.0865
G 3	-0.1913	-0.0081
G 4	0.2890	0.2218
G 5	-0.1059	-0.1036
Σ	-0.0035	0.0464

【 0 0 7 2 】

2. 0m

レンズ群	SA3	CM3	AS3	DT3	PZ3
G1	-0.0699	0.3286	-0.2542	0.6878	-0.0587
G2	0.3550	-0.0786	0.3210	-0.4226	0.2766
G3	-0.8092	-1.2274	-0.2547	-0.0451	-0.1638
G4	0.8766	2.6300	1.1624	1.6708	0.1832
G5	-0.3601	-1.5939	-0.9490	-1.8293	-0.2522
Σ	-0.0075	0.0587	0.0255	0.0615	-0.0149

10

レンズ群	PAC	PLC
G1	-0.0195	0.0212
G2	0.0126	-0.0797
G3	-0.1621	-0.0079
G4	0.2902	0.2250
G5	-0.1255	-0.1275
Σ	-0.0042	0.0311

20

30

【0073】

上表は、第4レンズ群を移動することによりフォーカスする実施例4の無限遠と有限遠（2.0m）の望遠端の3次収差係数である。第4レンズ群を繰り出すことによるフォーカス方法である。第4レンズ群と第5レンズ群が望遠端で近接するために、この第4レンズ群を繰り出すことは大きな長所である。また、本発明の実施例においては、第4レンズ群を単体レンズで構成しており、フォーカス機構としても大きな利点がある。3次収差係数のフォーカス時の収差変動は、糸巻型の歪曲収差が有限遠で小さくなる方向である。また、諸収差の変動は、非常に小さいとすることができる。さらに、第3レンズ群と第4レンズ群の実際の軸上間隔には余裕があり、収差変動の評価は必要であるが、近距離を短くとることのできる方法である。

40

【0074】

単体レンズによるフォーカス方法であり、実際には、倍率の色収差には高次の成分が含まれるため、実際の収差で評価することが必要である。実際に、倍率の色収差をより良く改善するには、第4レンズ群内で色収差を補正しておくこと、つまり、接合レンズ又はエアスペースを持つダブルレット等で構成するとよい。

【0075】

50

次に、本発明の第3のズームレンズにおいては、物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群、負屈折力の第2レンズ群、正屈折力の第3レンズ群、負屈折力の第4レンズ群、及び、正屈折力の第5レンズ群で構成され、広角端から望遠端への変倍時に、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔、及び、第3レンズ群と第4レンズ群の間隔が大きくなり、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔、及び、第4レンズ群と第5レンズ群の間隔が小さくなり、前記第5レンズ群又はそのレンズ群内の一部のレンズ群を移動することによって有限遠物体にフォーカスすることを特徴とするものである。

【0076】

例えば、本発明における第5レンズ群を無限遠から2.0mにフォーカスする場合について、3次収差係数の1例を以下に示す。

【0077】

無限遠物体

レンズ群	SA3	CM3	AS3	DT3	PZ3
G1	-0.0995	0.4560	-0.2811	0.5593	-0.0461
G2	0.2809	-0.2434	0.2636	-0.2942	0.2226
G3	-0.5379	-1.0011	-0.2182	-0.0392	-0.1444
G4	0.4549	1.3168	0.6370	0.9433	0.1365
G5	-0.1193	-0.4822	-0.3941	-0.9673	-0.1812
Σ	-0.0209	0.0462	0.0082	0.2019	-0.0126

レンズ群	PAC	PLC
G1	-0.0362	0.0344
G2	0.0636	-0.0910
G3	-0.2321	-0.0118
G4	0.2342	0.1634
G5	-0.0428	-0.0616
Σ	-0.0132	0.0334

【0078】

10

20

30

40

2. 0m

レンズ群	SA3	CM3	AS3	DT3	PZ3
G1	-0.0522	0.2881	-0.2525	0.7518	-0.0559
G2	0.2070	-0.0721	0.2774	-0.4170	0.2697
G3	-0.5439	-1.1729	-0.2713	-0.0577	-0.1749
G4	0.5360	1.8997	0.9671	1.5058	0.1655
G5	-0.1851	-0.9374	-0.7176	-1.7262	-0.2196
Σ	-0.0381	0.0055	0.0031	0.0567	-0.0152

10

レンズ群	PAC	PLC
G1	-0.0242	0.0315
G2	0.0375	-0.0832
G3	-0.1922	-0.0116
G4	0.2202	0.1752
G5	-0.0528	-0.0720
Σ	-0.0114	0.03882

20

30

【0079】

上の表は、第5レンズ群を移動することによりフォーカスする場合である。この方法では、第5レンズ群のみでは、射出瞳距離が長い場合に不適切となる。そこで、第5レンズ群を分割して2つの群とし、ズーミング時には相互にフローティングする方法である。これにより、各ズームポジションで実際の収差補正をより良く行うことができる。この例では、若干の球面収差の変動があり、前記の2例よりも3次球面収差係数とコマ収差係数はやや顕著である。しかし、接合レンズとして群自体で色収差補正をしておけば問題は少ないと言える。

40

【0080】

【発明の実施の形態】

以下、本発明のズームレンズの実施例1～4について説明する。実施例1～4の無限遠時の広角端(a)、中間状態(b)、望遠端(c)のレンズ断面図をそれぞれ図1～図4に示す。各実施例の数値データは後記する。なお、実施例2は、本発明の参考例である。

【0081】

(実施例1)

実施例1は、焦点距離14.55～140.01mm、Fナンバーが3.6～4.41の

50

広角高倍率ズームレンズである。この実施例は、図 1 に示すように、広角端から望遠端への変倍時には、第 1 レンズ群 G 1 は物体側に移動する。第 2 レンズ群 G 2 は僅かに移動する。第 3 レンズ群 G 3 は開口絞りと共に物体側に移動する。第 4 レンズ群 G 4 は第 3 レンズ群 G 3 との間隔が大きくなり、第 5 レンズ群 G 5 は第 4 レンズ群 G 4 との間隔が小さくなるように、第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 は非線形に移動する。

【0082】

第 1 レンズ群 G 1 は、像側に強い曲率を持った負メニスカスレンズと物体側に強い曲率を持った両凸レンズの接合レンズと、物体側に強い曲率を持った正メニスカスレンズで構成されている。第 2 レンズ群 G 2 は、像側に強い曲率を持った負メニスカスレンズと、両凹レンズと、両凸レンズと、物体側に強い曲率を持った負メニスカスレンズとにて構成されている。また、第 3 レンズ群 G 3 は、開口絞り S に続く両凸レンズ 1 枚にて構成されている。第 4 レンズ群 G 4 は、両凹レンズ 1 枚構成である。第 5 レンズ群 G 5 は、両凸レンズと負メニスカスレンズの接合レンズ、及び、両凸レンズにて構成されている。

10

【0083】

非球面は、第 2 レンズ群 G 2 の第 1 レンズの第 1 面及び第 2 レンズの物体側面、第 3 レンズ群 G 3 の両凸レンズの物体側面、第 5 レンズ群 G 5 の最も像側の両凸レンズの両面に使用している。

【0084】

この実施例においては、第 3 レンズ群 G 3 の両凸レンズをフォーカシング群 F として後退させている。

20

【0085】

この実施例の無限遠フォーカス時の収差図を図 5 に、また、第 3 レンズ群 G 3 を 1 . 5 m までフォーカスした場合の収差図を図 6 に示す。これらの収差図において、(a) は広角端、(b) は中間状態、(c) は望遠端における球面収差 S A、非点収差 A S、歪曲収差 D T、倍率色収差 C C を示す。ただし、図中、“ F I Y ” は像高を表している。

【0086】

無限遠から 1 . 5 m までのフォーカスによる収差変動は穏やかである。望遠端では、球面収差、倍率色収差の変動が僅かに見られる程度であり、良好な結果が得られている。

【0087】

(実施例 2)

30

実施例 2 は、焦点距離 14 . 55 ~ 140 . 01 mm、F ナンバーが 3 . 67 ~ 4 . 13 の広角高倍率ズームレンズである。この実施例は参考に示した実施例であり、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 を一体にしてフォーカシング群 F として繰り出す例である。

【0088】

この実施例は、図 2 に示すように、広角端から望遠端への変倍時には、第 1 レンズ群 G 1 は物体側に移動する。第 2 レンズ群 G 2 は僅かに移動する。第 3 レンズ群 G 3 は開口絞りと共に物体側に移動する。第 4 レンズ群 G 4 は第 3 レンズ群 G 3 との間隔が大きくなり、第 5 レンズ群 G 5 は第 4 レンズ群 G 4 との間隔が小さくなるように、第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 は非線形に移動する。

【0089】

40

第 1 レンズ群 G 1 は、像側に強い曲率を持った負メニスカスレンズと物体側に強い曲率を持った両凸レンズの接合レンズと、物体側に強い曲率を持った正メニスカスレンズで構成されている。第 2 レンズ群 G 2 は、像側に強い曲率を持った負メニスカスレンズと、両凹レンズと、両凸レンズと、物体側に強い曲率を持った負メニスカスレンズとにて構成されている。また、第 3 レンズ群 G 3 は、開口絞り S に続く両凸レンズ 1 枚にて構成されている。第 4 レンズ群 G 4 は、両凹レンズ 1 枚構成である。第 5 レンズ群 G 5 は、両凸レンズと負メニスカスレンズの接合レンズ、及び、物体側に強い曲率を持った正メニスカスレンズにて構成されている。

【0090】

非球面は、第 2 レンズ群 G 2 の第 1 レンズの第 1 面及び第 2 レンズの物体側面、第 3 レン

50

ズ群 G 3 の両凸レンズの物体側面、第 5 レンズ群 G 5 の最も像側の正メニスカスレンズの両面に使用している。

【0091】

この実施例の無限遠フォーカス時の収差図を図 7 に、また、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 を一体に繰り出して 1.5 m までフォーカスした場合の収差図を図 8 に示す。

【0092】

収差変動はある程度安定しているが、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との重量のあるレンズ群を移動すると言う点では、課題があるのは言うまでもない。

【0093】

(実施例 3)

実施例 3 は、焦点距離 14.55 ~ 140.01 mm、F ナンバーが 3.77 ~ 4.61 の広角高倍率ズームレンズである。この実施例は、図 3 に示すように、広角端から望遠端への変倍時には、第 1 レンズ群 G 1 は物体側に移動する。第 2 レンズ群 G 2 は僅かに移動する。第 3 レンズ群 G 3 は開口絞りと共に物体側に移動する。第 4 レンズ群 G 4 は第 3 レンズ群 G 3 との間隔が大きくなるように非線形に移動する。第 5 レンズ群 G 5 は前群 G 5 F と後群 G 5 R の 2 つに分割されており、第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 の前群 G 5 F との間隔が小さくなるように非線形に移動する。また、第 5 レンズ群 G 5 の前群 G 5 F と後群 G 5 R との間隔も小さくなるように非線形に移動する。

【0094】

第 1 レンズ群 G 1 は、像側に強い曲率を持った負メニスカスレンズと物体側に強い曲率を持った両凸レンズの接合レンズと、物体側に強い曲率を持った正メニスカスレンズで構成されている。第 2 レンズ群 G 2 は、像側に強い曲率を持った負メニスカスレンズと、両凹レンズと、両凸レンズと、物体側に強い曲率を持った負メニスカスレンズとにて構成されている。また、第 3 レンズ群 G 3 は、開口絞り S に続く両凸レンズ 1 枚にて構成されている。第 4 レンズ群 G 4 は、両凹レンズ 1 枚構成である。第 5 レンズ群 G 5 の前群 G 5 F は、両凸レンズと負メニスカスレンズの接合レンズであり、その後群 G 5 R は、物体側に強い曲率を持った正メニスカスレンズにて構成されている。

【0095】

非球面は、第 2 レンズ群 G 2 の第 1 レンズの第 1 面及び第 2 レンズの物体側面、第 3 レンズ群 G 3 の両凸レンズの物体側面、第 5 レンズ群 G 5 の後群 G 5 R の正メニスカスレンズの両面に使用している。

【0096】

この実施例は、第 5 レンズ群 G 5 自体がテレセントリック光学系である場合にはフォーカシングが困難であると言う問題を解決するために考案されたものであり、第 5 レンズ群 G 5 の前群 G 5 F でフォーカシングし、その後群 G 5 R は言わばフィールドフラットナーであり、前群 G 5 F と後群 G 5 R の相互の間隔を変化させることで、フォーカスとズーミング時の収差変動を抑える働きをしている。

【0097】

この実施例の無限遠フォーカス時の収差図を図 9 に、また、2.0 m の有限遠にフォーカスした場合の収差図を図 10 に示す。

【0098】

望遠端での非点収差の変動がやや目立つが、これ以外は略良好であり安定していると言うことができる。

【0099】

(実施例 4)

実施例 4 は、焦点距離 14.55 ~ 140.01 mm、F ナンバーが 3.78 ~ 4.49 の広角高倍率ズームレンズである。この実施例は、図 4 に示すように、広角端から望遠端への変倍時には、第 1 レンズ群 G 1 は物体側に移動する。第 2 レンズ群 G 2 は僅かに移動する。第 3 レンズ群 G 3 は開口絞りと共に物体側に移動する。第 4 レンズ群 G 4 は第 3 レンズ群 G 3 との間隔が大きくなるように非線形に移動する。第 5 レンズ群 G 5 は前群 G 5 F

10

20

30

40

50

と後群 G 5 R の 2 つに分割されており、第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 の前群 G 5 F との間隔が小さくなるように非線形に移動する。また、第 5 レンズ群 G 5 の前群 G 5 F と後群 G 5 R との間隔も小さくなるように非線形に移動する。

【 0 1 0 0 】

第 1 レンズ群 G 1 は、像側に強い曲率を持った負メニスカスレンズと物体側に強い曲率を持った両凸レンズの接合レンズと、物体側に強い曲率を持った正メニスカスレンズで構成されている。第 2 レンズ群 G 2 は、像側に強い曲率を持った負メニスカスレンズと、両凹レンズと、両凸レンズと、物体側に強い曲率を持った負メニスカスレンズとにて構成されている。また、第 3 レンズ群 G 3 は、開口絞り S に続く両凸レンズ 1 枚にて構成されている。第 4 レンズ群 G 4 は、両凹レンズ 1 枚構成である。第 5 レンズ群 G 5 の前群 G 5 F は、両凸レンズと負メニスカスレンズの接合レンズであり、その後群 G 5 R は、両凸レンズにて構成されている。

10

【 0 1 0 1 】

非球面は、第 2 レンズ群 G 2 の第 1 レンズの第 1 面及び第 2 レンズの物体側面、第 3 レンズ群 G 3 の両凸レンズの物体側面、第 5 レンズ群 G 5 の後群 G 5 R の両凸レンズの両面に使用している。

【 0 1 0 2 】

この実施例は、第 4 レンズ群 G 4 を移動するフォーカス方法を採用している。

【 0 1 0 3 】

この実施例の無限遠フォーカス時の収差図を図 1 1 に、また、2 . 0 m の有限遠にフォーカスした場合の収差図を図 1 2 に示す。

20

【 0 1 0 4 】

第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 の移動空間に余裕があるため、フォーカス時の収差変動をある程度補正できるなら、近接撮影距離をかなり短くすることも可能な方法である。

【 0 1 0 5 】

以下に、上記各実施例の数値データを示すが、記号は上記の外、f は全系焦点距離、2 は画角、F_{N0} は F ナンバー、F B はバックフォーカス、W E は広角端、S T は中間状態、T E は望遠端、r₁、r₂... は各レンズ面の曲率半径、d₁、d₂... は各レンズ面間の間隔、n_{d1}、n_{d2}... は各レンズの d 線の屈折率、_{d1}、_{d2}... は各レンズのアッペ数である。なお、非球面形状は、x を光の進行方向を正とした光軸とし、y を光軸と直交する方向にとると、下記の式にて表される。

30

【 0 1 0 6 】

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

ただし、r は近軸曲率半径、K は円錐係数、A₄、A₆、A₈、A₁₀ はそれぞれ 4 次、6 次、8 次、10 次の非球面係数である。

【 0 1 0 7 】

(実施例1)

$r_1 =$	96.148	$d_1 =$	1.500	$n_{d1} = 1.84666$	$\nu_{d1} = 23.78$	
$r_2 =$	58.919	$d_2 =$	8.600	$n_{d2} = 1.60300$	$\nu_{d2} = 65.44$	
$r_3 =$	-485.689	$d_3 =$	0.100			
$r_4 =$	51.466	$d_4 =$	5.000	$n_{d3} = 1.49700$	$\nu_{d3} = 81.54$	
$r_5 =$	154.194	$d_5 =$	(可変)			
$r_6 =$	181.666 (非球面)	$d_6 =$	0.850	$n_{d4} = 1.80100$	$\nu_{d4} = 34.97$	10
$r_7 =$	17.710	$d_7 =$	5.989			
$r_8 =$	-35.508 (非球面)	$d_8 =$	0.850	$n_{d5} = 1.67003$	$\nu_{d5} = 47.23$	
$r_9 =$	19.375	$d_9 =$	0.100			
$r_{10} =$	19.051	$d_{10} =$	4.700	$n_{d6} = 1.84666$	$\nu_{d6} = 23.78$	
$r_{11} =$	-46.161	$d_{11} =$	1.830			
$r_{12} =$	-17.851	$d_{12} =$	0.750	$n_{d7} = 1.74100$	$\nu_{d7} = 52.64$	
$r_{13} =$	-234.238	$d_{13} =$	(可変)			20
$r_{14} =$	∞ (絞り)	$d_{14} =$	1.021			
$r_{15} =$	27.177 (非球面)	$d_{15} =$	3.750	$n_{d8} = 1.48749$	$\nu_{d8} = 70.23$	
$r_{16} =$	-27.602	$d_{16} =$	(可変)			
$r_{17} =$	-50.167	$d_{17} =$	0.650	$n_{d9} = 1.77250$	$\nu_{d9} = 49.60$	
$r_{18} =$	131.563	$d_{18} =$	(可変)			
$r_{19} =$	94.372	$d_{19} =$	4.115	$n_{d10} = 1.49700$	$\nu_{d10} = 81.54$	
$r_{20} =$	-15.230	$d_{20} =$	0.600	$n_{d11} = 1.80518$	$\nu_{d11} = 25.42$	30
$r_{21} =$	-23.459	$d_{21} =$	10.508			
$r_{22} =$	43.472 (非球面)	$d_{22} =$	5.483	$n_{d12} = 1.60311$	$\nu_{d12} = 60.64$	
$r_{23} =$	-511.216 (非球面)					

非球面係数

第6面

 $K = 0.0000$ $A_4 = 1.1577 \times 10^{-5}$ $A_6 = 2.5463 \times 10^{-8}$

$$A_8 = 8.1116 \times 10^{-11}$$

$$A_{10} = 0.0000$$

第 8 面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = -4.4549 \times 10^{-6}$$

$$A_6 = -9.6370 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = -1.2314 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 1.2357 \times 10^{-11}$$

10

第 1 5 面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = -2.7369 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 1.2966 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = 4.7574 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = -4.4510 \times 10^{-12}$$

20

第 2 2 面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = 1.0579 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 1.8428 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = 3.1382 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = -1.4942 \times 10^{-13}$$

第 2 3 面

30

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = 1.6674 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 1.5129 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = 4.1935 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = 0.0000$$

ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	14.550	46.770	140.010

40

F _{N0}	3.600	4.151	4.412
2 ω (°)	73.7	24.1	8.0
F _B (mm)	28.650	50.381	50.955
d ₅	0.778	22.603	45.158
d ₁₃	23.682	6.989	0.100
d ₁₆	7.181	13.277	21.412
d ₁₈	12.118	3.325	0.100
フォーカスデータ (1.5m)			
	WE	ST	TE
d ₁₄	1.391	1.577	4.477
d ₁₆	6.811	12.721	17.956

(実施例2)

$r_1 =$	91.054	$d_1 =$	1.500	$n_{d1} = 1.84666$	$\nu_{d1} = 23.78$	
$r_2 =$	54.532	$d_2 =$	8.600	$n_{d2} = 1.60311$	$\nu_{d2} = 60.64$	
$r_3 =$	-661.853	$d_3 =$	0.100			
$r_4 =$	46.573	$d_4 =$	5.000	$n_{d3} = 1.49700$	$\nu_{d3} = 81.54$	
$r_5 =$	142.871	$d_5 =$	(可変)			
$r_6 =$	95.771 (非球面)	$d_6 =$	0.850	$n_{d4} = 1.80100$	$\nu_{d4} = 34.97$	10
$r_7 =$	15.110	$d_7 =$	6.363			
$r_8 =$	-35.351 (非球面)	$d_8 =$	0.850	$n_{d5} = 1.74400$	$\nu_{d5} = 44.78$	
$r_9 =$	18.436	$d_9 =$	0.100			
$r_{10} =$	18.410	$d_{10} =$	4.700	$n_{d6} = 1.84666$	$\nu_{d6} = 23.78$	
$r_{11} =$	-41.901	$d_{11} =$	1.510			
$r_{12} =$	-19.590	$d_{12} =$	0.750	$n_{d7} = 1.74100$	$\nu_{d7} = 52.64$	
$r_{13} =$	-80.542	$d_{13} =$	(可変)			20
$r_{14} =$	∞ (絞り)	$d_{14} =$	0.282			
$r_{15} =$	24.082 (非球面)	$d_{15} =$	3.750	$n_{d8} = 1.48749$	$\nu_{d8} = 70.23$	
$r_{16} =$	-35.766	$d_{16} =$	(可変)			
$r_{17} =$	-51.102	$d_{17} =$	0.750	$n_{d9} = 1.77250$	$\nu_{d9} = 49.60$	
$r_{18} =$	81.248	$d_{18} =$	(可変)			
$r_{19} =$	68.833	$d_{19} =$	4.215	$n_{d10} = 1.49700$	$\nu_{d10} = 81.54$	
$r_{20} =$	-14.308	$d_{20} =$	0.600	$n_{d11} = 1.80518$	$\nu_{d11} = 25.42$	30
$r_{21} =$	-20.792	$d_{21} =$	14.798			
$r_{22} =$	19.914 (非球面)	$d_{22} =$	1.972	$n_{d12} = 1.60311$	$\nu_{d12} = 60.64$	
$r_{23} =$	30.732 (非球面)					

非球面係数

第6面

 $K = 0.0000$ $A_4 = 3.8600 \times 10^{-6}$ $A_6 = 1.8443 \times 10^{-8}$

$$A_8 = 3.8163 \times 10^{-11}$$

$$A_{10} = 0.0000$$

第 8 面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = 4.7757 \times 10^{-6}$$

$$A_6 = -4.2943 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = -9.0332 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = 5.7484 \times 10^{-12}$$

10

第 1 5 面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = -2.4127 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -5.6179 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = 1.9592 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = -1.7954 \times 10^{-11}$$

20

第 2 2 面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = -4.2522 \times 10^{-7}$$

$$A_6 = -7.5812 \times 10^{-9}$$

$$A_8 = 4.7213 \times 10^{-11}$$

$$A_{10} = 1.3999 \times 10^{-13}$$

第 2 3 面

30

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = 1.2987 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -5.1984 \times 10^{-10}$$

$$A_8 = 1.2972 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = 0.0000$$

ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	14.550	46.770	140.010

40

F _{N0}	3.672	4.171	4.133
2 ω (°)	73.7	24.2	8.2
F _B (mm)	27.005	41.973	52.142
d ₅	0.778	25.830	41.824
d ₁₃	28.150	10.799	0.100
d ₁₆	7.647	12.713	20.000
d ₁₈	8.506	4.515	1.068
フォーカスデータ (1.5 m)			
	W E	S T	T E
d ₁₃	28.399	11.627	3.701

(実施例3)

$r_1 =$	95.816	$d_1 =$	1.500	$n_{d1} = 1.84666$	$\nu_{d1} = 23.78$	
$r_2 =$	57.080	$d_2 =$	8.600	$n_{d2} = 1.60311$	$\nu_{d2} = 60.64$	
$r_3 =$	-595.877	$d_3 =$	0.100			
$r_4 =$	51.891	$d_4 =$	5.000	$n_{d3} = 1.49700$	$\nu_{d3} = 81.54$	
$r_5 =$	159.655	$d_5 =$	(可変)			
$r_6 =$	60.918 (非球面)	$d_6 =$	0.850	$n_{d4} = 1.80100$	$\nu_{d4} = 34.97$	10
$r_7 =$	13.633	$d_7 =$	6.759			
$r_8 =$	-30.855 (非球面)	$d_8 =$	0.850	$n_{d5} = 1.74400$	$\nu_{d5} = 44.78$	
$r_9 =$	22.170	$d_9 =$	0.100			
$r_{10} =$	21.443	$d_{10} =$	4.700	$n_{d6} = 1.84666$	$\nu_{d6} = 23.78$	
$r_{11} =$	-37.460	$d_{11} =$	1.540			
$r_{12} =$	-18.028	$d_{12} =$	0.750	$n_{d7} = 1.74100$	$\nu_{d7} = 52.64$	
$r_{13} =$	-51.094	$d_{13} =$	(可変)			20
$r_{14} =$	∞ (絞り)	$d_{14} =$	1.132			
$r_{15} =$	21.530 (非球面)	$d_{15} =$	3.750	$n_{d8} = 1.48749$	$\nu_{d8} = 70.23$	
$r_{16} =$	-30.476	$d_{16} =$	(可変)			
$r_{17} =$	-33.630	$d_{17} =$	0.750	$n_{d9} = 1.77250$	$\nu_{d9} = 49.60$	
$r_{18} =$	37.540	$d_{18} =$	(可変)			
$r_{19} =$	34.660	$d_{19} =$	4.369	$n_{d10} = 1.49700$	$\nu_{d10} = 81.54$	
$r_{20} =$	-13.974	$d_{20} =$	0.600	$n_{d11} = 1.80518$	$\nu_{d11} = 25.42$	30
$r_{21} =$	-20.668	$d_{21} =$	(可変)			
$r_{22} =$	24.634 (非球面)	$d_{22} =$	2.383	$n_{d12} = 1.60311$	$\nu_{d12} = 60.64$	
$r_{23} =$	66.482 (非球面)					

非球面係数

第6面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = 8.1433 \times 10^{-7}$$

$$A_6 = 1.0353 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = 5.3072 \times 10^{-11}$$

$$A_{10} = 0.0000$$

第8面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = 9.3299 \times 10^{-6}$$

$$A_6 = -3.4823 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = -7.3408 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = 4.7042 \times 10^{-12}$$

第15面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = -2.8541 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -1.0861 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = 5.2954 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = -5.5308 \times 10^{-12}$$

第22面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = 8.4723 \times 10^{-6}$$

$$A_6 = 1.4247 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = -7.7053 \times 10^{-11}$$

$$A_{10} = -3.9331 \times 10^{-14}$$

第23面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = 2.3171 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 1.9749 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = -9.1947 \times 10^{-11}$$

$$A_{10} = 0.0000$$

ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	14.552	46.776	140.007

10

20

30

40

F N0	3.774	4.390	4.610
2 ω (°)	73.7	24.1	8.1
F B (mm)	26.992	47.883	50.064
d ₅	0.778	24.541	46.406
d ₁₃	29.032	8.977	0.100
d ₁₆	10.019	13.654	20.000
d ₁₈	4.093	2.113	1.089
d ₂₁	14.116	13.418	11.011
フォーカスデータ (2.0 m)			
	WE	S T	T E
d ₁₈	6.347	2.677	4.707
d ₂₁	11.862	12.855	7.393

10

【 0 1 1 0 】

20

(実施例4)

$r_1 =$	92.253	$d_1 =$	1.500	$n_{d1} = 1.84666$	$\nu_{d1} = 23.78$	
$r_2 =$	54.366	$d_2 =$	8.600	$n_{d2} = 1.60311$	$\nu_{d2} = 60.64$	
$r_3 =$	-726.787	$d_3 =$	0.100			
$r_4 =$	48.804	$d_4 =$	5.000	$n_{d3} = 1.49700$	$\nu_{d3} = 81.54$	
$r_5 =$	157.176	$d_5 =$	(可変)			
$r_6 =$	92.290 (非球面)	$d_6 =$	0.850	$n_{d4} = 1.80100$	$\nu_{d4} = 34.97$	10
$r_7 =$	15.216	$d_7 =$	6.827			
$r_8 =$	-29.675 (非球面)	$d_8 =$	0.850	$n_{d5} = 1.74400$	$\nu_{d5} = 44.78$	
$r_9 =$	20.119	$d_9 =$	0.100			
$r_{10} =$	20.429	$d_{10} =$	4.700	$n_{d6} = 1.84666$	$\nu_{d6} = 23.78$	
$r_{11} =$	-31.752	$d_{11} =$	1.748			
$r_{12} =$	-17.416	$d_{12} =$	0.750	$n_{d7} = 1.74100$	$\nu_{d7} = 52.64$	
$r_{13} =$	-63.633	$d_{13} =$	(可変)			20
$r_{14} =$	∞ (絞り)	$d_{14} =$	0.862			
$r_{15} =$	23.893 (非球面)	$d_{15} =$	3.750	$n_{d8} = 1.49700$	$\nu_{d8} = 81.54$	
$r_{16} =$	-32.227	$d_{16} =$	(可変)			
$r_{17} =$	-20.715	$d_{17} =$	0.700	$n_{d9} = 1.77250$	$\nu_{d9} = 49.60$	
$r_{18} =$	72.399	$d_{18} =$	(可変)			
$r_{19} =$	34.516	$d_{19} =$	4.000	$n_{d10} = 1.49700$	$\nu_{d10} = 81.54$	
$r_{20} =$	-15.986	$d_{20} =$	0.600	$n_{d11} = 1.80518$	$\nu_{d11} = 25.42$	30
$r_{21} =$	-21.973	$d_{21} =$	(可変)			
$r_{22} =$	30.431 (非球面)	$d_{22} =$	3.605	$n_{d12} = 1.49700$	$\nu_{d12} = 81.54$	
$r_{23} =$	-93.324 (非球面)					

非球面係数

第6面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = 3.5498 \times 10^{-6}$$

$$A_6 = 2.1901 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = 3.7413 \times 10^{-11}$$

$$A_{10} = 0.0000$$

第 8 面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = 5.7125 \times 10^{-6}$$

$$A_6 = -1.8826 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = -1.2043 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 8.1735 \times 10^{-12}$$

10

第 1 5 面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = -1.5544 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -1.2826 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = 4.4582 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = -4.6850 \times 10^{-12}$$

20

第 2 2 面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = 3.1293 \times 10^{-6}$$

$$A_6 = 1.3890 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = 1.2058 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = 1.5944 \times 10^{-13}$$

第 2 3 面

30

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = 2.6066 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 2.1615 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = 1.9517 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = 0.0000$$

ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	14.550	46.780	140.010

40

F _{N0}	3.777	3.995	4.486
2 ω (°)	73.7	24.2	8.2
F _B (mm)	32.496	56.263	56.430
d ₅	0.778	22.488	43.818
d ₁₃	27.986	5.791	0.100
d ₁₆	10.827	15.345	24.345
d ₁₈	2.034	2.114	0.330
d ₂₁	10.101	7.132	4.676
フォーカスデータ (2.0m)			
	WE	ST	TE
d ₁₆	10.480	15.058	22.299
d ₁₈	2.381	2.400	2.376

10

【0111】

次に、上記各実施例における条件式(1)～(9)の値を以下に示す：

20

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
実施例1	5.5936	0.8477	0.8288	1.3538	0.9289
実施例2	5.3362	0.8928	0.9010	1.2109	0.9357
実施例3	5.7316	0.9159	0.7348	0.6337	0.7045
実施例4	5.5056	0.8894	0.8395	0.6180	0.6660

30

	(6)	(7)	(8)	(9)
実施例1	13.4069	1.7400	1.6851	4.4130
実施例2	12.1372	2.9586	2.0654	4.2023
実施例3	12.5236	2.9989	1.5855	4.3006
実施例4	11.6802	3.1256	2.0841	4.2529

【0112】

以上の本発明のズームレンズは例えば次のように構成することができる。

40

【0113】

〔1〕 物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群、負屈折力の第2レンズ群、正屈折力の第3レンズ群、負屈折力の第4レンズ群、及び、正屈折力の第5レンズ群で構成され、広角端から望遠端への変倍時に、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔、及び、第3レンズ群と第4レンズ群の間隔が大きくなり、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔、及び、第4レンズ群と第5レンズ群の間隔が小さくなり、前記第3レンズ群又はそのレンズ群内の一部のレンズ群を移動することによって有限遠物体にフォーカスすることを特徴とするズームレンズ。

【0114】

50

〔 2 〕 以下の条件式を満足することを特徴とする上記 1 記載のズームレンズ。

【 0 1 1 5 】

$$2.0 < f_1 / f_W < 8.0 \quad \dots (1)$$

$$0.4 < |f_2 / f_W| < 1.0 \quad \dots (2)$$

$$0.3 < f_3 / f_{T345} < 1.2 \quad \dots (3)$$

$$0.6 < |f_4| / f_{T345} < 5.0 \quad \dots (4)$$

$$0.5 < f_5 / f_{T345} < 4.0 \quad \dots (5)$$

ただし、

f_W は、広角端における全系の焦点距離

f_1 は、第 1 レンズ群の焦点距離

f_2 は、第 2 レンズ群の焦点距離

f_3 は、第 3 レンズ群の焦点距離

f_4 は、第 4 レンズ群の焦点距離

f_5 は、第 5 レンズ群の焦点距離

f_{T345} は、望遠端における第 3 レンズ群から第 5 レンズ群までの焦点距離である。

【 0 1 1 6 】

〔 3 〕 広角端の焦点距離が、光学系の結像面又は撮像素子の有効対角線長より短いことを特徴とする上記 1 又は 2 記載のズームレンズ。

【 0 1 1 7 】

〔 4 〕 光学系から射出する主光線が以下の条件式に基づいて決められることを特徴とする上記 1 から 3 の何れか 1 項記載のズームレンズ。

【 0 1 1 8 】

$$1.0 < |Exp d_W \times Y| / L_W \quad \dots (6)$$

ただし、

$Exp d_W$ は、結像面位置から射出瞳までの光軸上距離

Y は、結像面での実際の最大像高

L_W は、広角端での第 1 レンズ群の最も物体側面の頂点から結像面までの光軸上距離である。

【 0 1 1 9 】

〔 5 〕 広角端から望遠端に変倍するときに、以下の関係を満足することを特徴とする上記 1 から 4 の何れか 1 項記載のズームレンズ。

【 0 1 2 0 】

$$1.6 < {}_{1T} / f_W < 5.0 \quad \dots (7)$$

$$1.0 < {}_{3T} / f_W < 4.0 \quad \dots (8)$$

ただし、

${}_{1T}$ は、広角端基準の第 1 レンズ群の望遠端までの変倍時の移動量

${}_{3T}$ は、広角端基準の第 3 レンズ群の望遠端までの変倍時の移動量

である。

【 0 1 2 1 】

〔 6 〕 第 2 レンズ群の近軸横倍率が以下の関係を満足することを特徴とする上記 1 から 5 の何れか 1 項記載のズームレンズ。

【 0 1 2 2 】

$$2.5 < {}_{2T} / {}_{2W} < 7 \quad \dots (9)$$

ただし、

${}_{2W}$ は、第 2 レンズ群の広角端での結像倍率

${}_{2T}$ は、第 2 レンズ群の望遠端での結像倍率

である。

【 0 1 2 3 】

〔 7 〕 物体側より順に、正屈折力の第 1 レンズ群、負屈折力の第 2 レンズ群、正屈折力

10

20

30

40

50

の第3レンズ群、負屈折力の第4レンズ群、及び、正屈折力の第5レンズ群で構成され、広角端から望遠端への変倍時に、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔、及び、第3レンズ群と第4レンズ群の間隔が大きくなり、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔、及び、第4レンズ群と第5レンズ群の間隔が小さくなり、前記第4レンズ群又はそのレンズ群内の一部のレンズ群を移動することによって有限遠物体にフォーカスすることを特徴とするズームレンズ。

【0124】

〔8〕 以下の条件式を満足することを特徴とする上記7記載のズームレンズ。

【0125】

$$\begin{aligned} 2.0 < f_1 / f_W < 8.0 & \dots (1) \\ 0.4 < |f_2 / f_W| < 1.0 & \dots (2) \\ 0.3 < f_3 / f_{T345} < 1.2 & \dots (3) \\ 0.6 < |f_4| / f_{T345} < 5.0 & \dots (4) \\ 0.5 < f_5 / f_{T345} < 4.0 & \dots (5) \end{aligned}$$

ただし、

f_W は、広角端における全系の焦点距離

f_1 は、第1レンズ群の焦点距離

f_2 は、第2レンズ群の焦点距離

f_3 は、第3レンズ群の焦点距離

f_4 は、第4レンズ群の焦点距離

f_5 は、第5レンズ群の焦点距離

f_{T345} は、望遠端における第3レンズ群から第5レンズ群までの焦点距離

である。

【0126】

〔9〕 広角端の焦点距離が、光学系の結像面又は撮像素子の有効対角線長より短いことを特徴とする上記7又は8記載のズームレンズ。

【0127】

〔10〕 光学系から射出する主光線が以下の条件式に基づいて決められることを特徴とする上記7から9の何れか1項記載のズームレンズ。

【0128】

$$1.0 < |Exp d_W \times Y| / L_W \dots (6)$$

ただし、

$Exp d_W$ は、結像面位置から射出瞳までの光軸上距離

Y は、結像面での実際の最大像高

L_W は、広角端での第1レンズ群の最も物体側面の頂点から結像面までの光軸上距離

である。

【0129】

〔11〕 広角端から望遠端に変倍するときに、以下の関係を満足することを特徴とする上記7から10の何れか1項記載のズームレンズ。

【0130】

$$\begin{aligned} 1.6 < {}_{1T} / f_W < 5.0 & \dots (7) \\ 1.0 < {}_{3T} / f_W < 4.0 & \dots (8) \end{aligned}$$

ただし、

${}_{1T}$ は、広角端基準の第1レンズ群の望遠端までの変倍時の移動量

${}_{3T}$ は、広角端基準の第3レンズ群の望遠端までの変倍時の移動量

である。

【0131】

〔12〕 第2レンズ群の近軸横倍率が以下の関係を満足することを特徴とする上記7から11の何れか1項記載のズームレンズ。

【0132】

10

20

30

40

50

$$2.5 < {}_2T / {}_2W < 7 \quad \dots (9)$$

ただし、

${}_2W$ は、第 2 レンズ群の広角端での結像倍率

${}_2T$ は、第 2 レンズ群の望遠端での結像倍率

である。

【0133】

〔13〕 物体側より順に、正屈折力の第 1 レンズ群、負屈折力の第 2 レンズ群、正屈折力の第 3 レンズ群、負屈折力の第 4 レンズ群、及び、正屈折力の第 5 レンズ群で構成され、広角端から望遠端への変倍時に、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間隔、及び、第 3 レンズ群と第 4 レンズ群の間隔が大きくなり、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の間隔、及び、第 4 レンズ群と第 5 レンズ群の間隔が小さくなり、前記第 5 レンズ群又はそのレンズ群内の一部のレンズ群を移動することによって有限遠物体にフォーカスすることを特徴とするズームレンズ。

10

【0134】

〔14〕 以下の条件式を満足することを特徴とする上記 13 記載のズームレンズ。

【0135】

$$2.0 < f_1 / f_W < 8.0 \quad \dots (1)$$

$$0.4 < |f_2 / f_W| < 1.0 \quad \dots (2)$$

$$0.3 < f_3 / f_{T345} < 1.2 \quad \dots (3)$$

$$0.6 < |f_4| / f_{T345} < 5.0 \quad \dots (4)$$

$$0.5 < f_5 / f_{T345} < 4.0 \quad \dots (5)$$

20

ただし、

f_W は、広角端における全系の焦点距離

f_1 は、第 1 レンズ群の焦点距離

f_2 は、第 2 レンズ群の焦点距離

f_3 は、第 3 レンズ群の焦点距離

f_4 は、第 4 レンズ群の焦点距離

f_5 は、第 5 レンズ群の焦点距離

f_{T345} は、望遠端における第 3 レンズ群から第 5 レンズ群までの焦点距離

である。

30

【0136】

〔15〕 広角端の焦点距離が、光学系の結像面又は撮像素子の有効対角線長より短いことを特徴とする上記 13 又は 14 記載のズームレンズ。

【0137】

〔16〕 光学系から射出する主光線が以下の条件式に基づいて決められることを特徴とする上記 13 から 15 の何れか 1 項記載のズームレンズ。

【0138】

$$1.0 < |Exp d_W \times Y| / L_W \quad \dots (6)$$

ただし、

$Exp d_W$ は、結像面位置から射出瞳までの光軸上距離

40

Y は、結像面での実際の最大像高

L_W は、広角端での第 1 レンズ群の最も物体側面の頂点から結像面までの光軸上距離

である。

【0139】

〔17〕 広角端から望遠端に変倍するときに、以下の関係を満足することを特徴とする上記 13 から 16 の何れか 1 項記載のズームレンズ。

【0140】

$$1.6 < {}_1T / f_W < 5.0 \quad \dots (7)$$

$$1.0 < {}_3T / f_W < 4.0 \quad \dots (8)$$

ただし、

50

1_T は、広角端基準の第 1 レンズ群の望遠端までの変倍時の移動量

3_T は、広角端基準の第 3 レンズ群の望遠端までの変倍時の移動量

である。

【 0 1 4 1 】

〔 1 8 〕 第 2 レンズ群の近軸横倍率が以下の関係を満足することを特徴とする上記 1 3 から 1 7 の何れか 1 項記載のズームレンズ。

【 0 1 4 2 】

$2.5 < 2_T / 2_W < 7 \dots (9)$

ただし、

2_W は、第 2 レンズ群の広角端での結像倍率

10

2_T は、第 2 レンズ群の望遠端での結像倍率

である。

【 0 1 4 3 】

【発明の効果】

本発明によれば、物体側より順に、正屈折力の第 1 レンズ群、負屈折力の第 2 レンズ群、正屈折力の第 3 レンズ群、負屈折力の第 4 レンズ群、正屈折力の第 5 レンズ群で構成するズームレンズで、第 3 レンズ群以降のレンズ群を用いてフォーカスする方式を発明することができた。本発明の屈折力配置のズームレンズで、単体レンズや接合レンズのみを移動すると言う簡単な方法で、かつ、収差変動も抑えられた方法は、非常にその効果が大きく、今後の広角を含み高倍率を有するビデオあるいはスチルビデオ用ズームレンズにとって

20

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例 1 のズームレンズの無限遠フォーカス時の広角端 (a)、中間状態 (b)、望遠端 (c) のレンズ断面図である。

【図 2】本発明の実施例 2 のズームレンズの図 1 と同様のレンズ断面図である。

【図 3】本発明の実施例 3 のズームレンズの図 1 と同様のレンズ断面図である。

【図 4】本発明の実施例 4 のズームレンズの図 1 と同様のレンズ断面図である。

【図 5】実施例 1 の無限遠フォーカス時の収差図である。

【図 6】実施例 1 の有限遠 (1 . 5 m) フォーカス時の収差図である。

【図 7】実施例 2 の無限遠フォーカス時の収差図である。

30

【図 8】実施例 2 の有限遠 (1 . 5 m) フォーカス時の収差図である。

【図 9】実施例 3 の無限遠フォーカス時の収差図である。

【図 1 0】実施例 3 の有限遠 (2 . 0 m) フォーカス時の収差図である。

【図 1 1】実施例 4 の無限遠フォーカス時の収差図である。

【図 1 2】実施例 4 の有限遠 (2 . 0 m) フォーカス時の収差図である。

【符号の説明】

G 1 ... 第 1 レンズ群

G 2 ... 第 2 レンズ群

G 3 ... 第 3 レンズ群

G 4 ... 第 4 レンズ群

40

G 5 ... 第 5 レンズ群

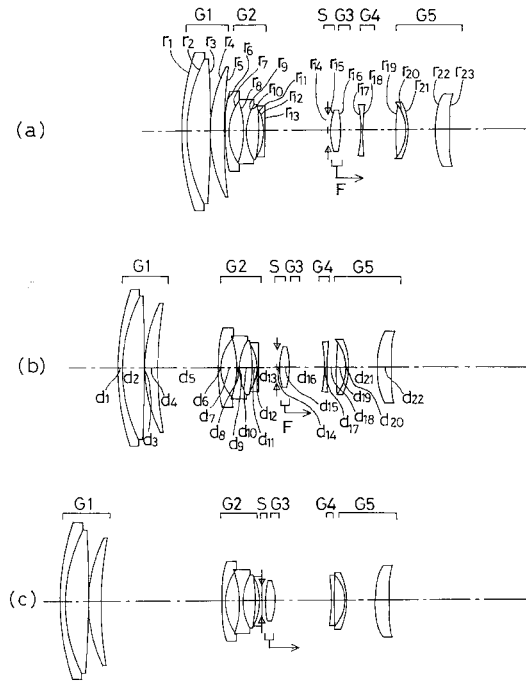
G 5 F ... 第 5 レンズ群の前群

G 5 R ... 第 5 レンズ群の後群

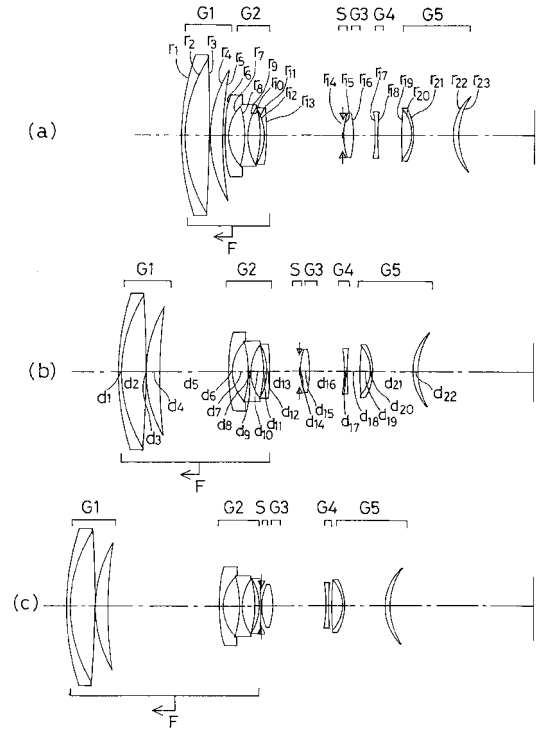
S ... 開口絞り

F ... フォーカシング群

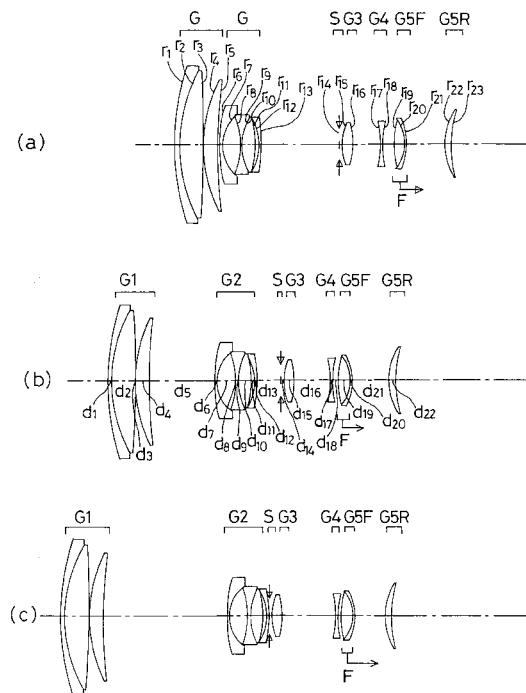
【 図 1 】



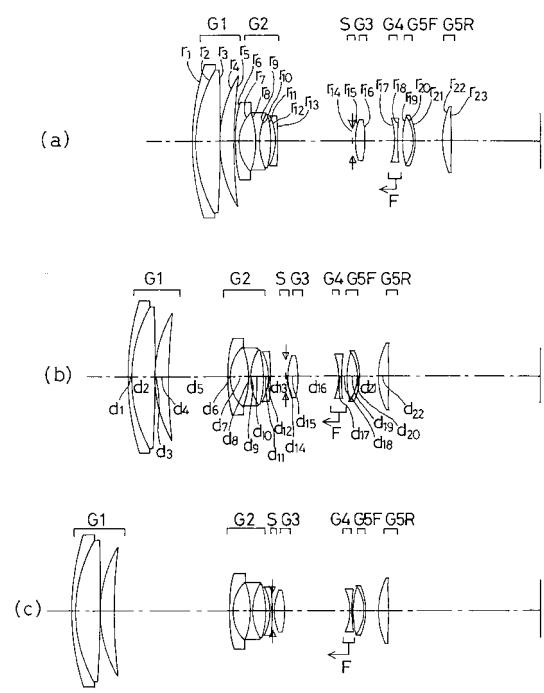
【 図 2 】



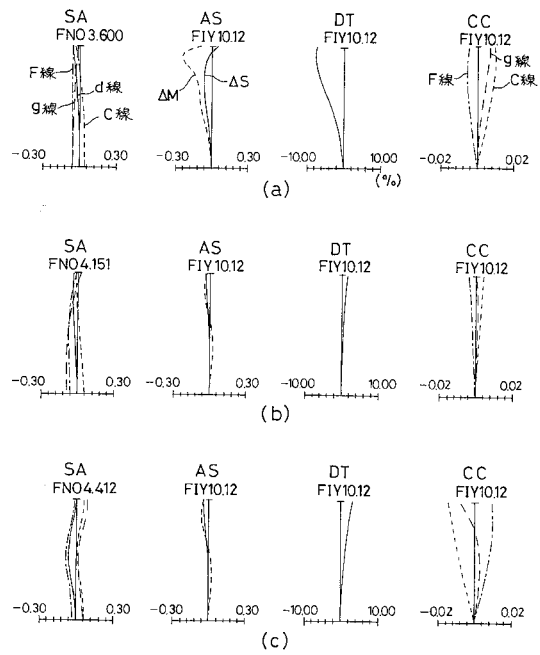
【 図 3 】



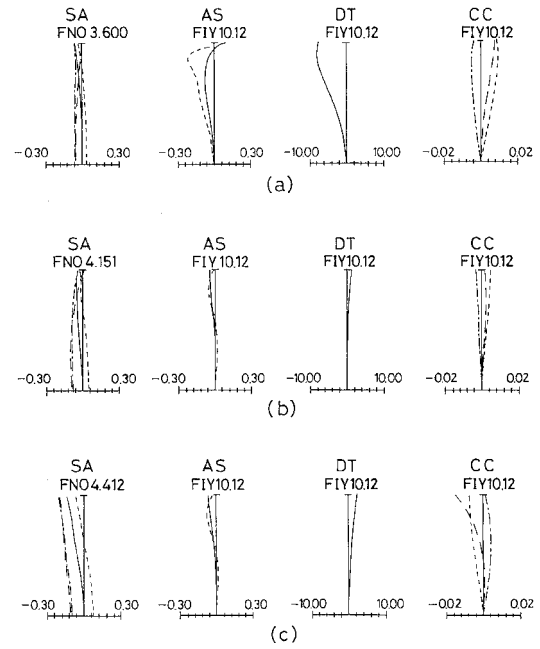
【 図 4 】



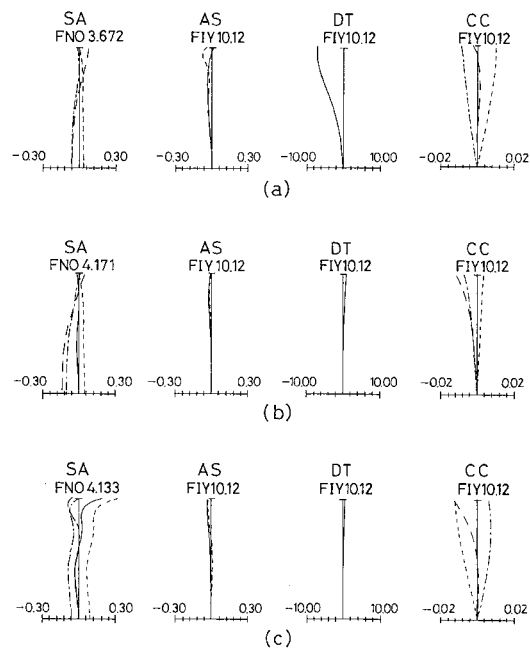
【図 5】



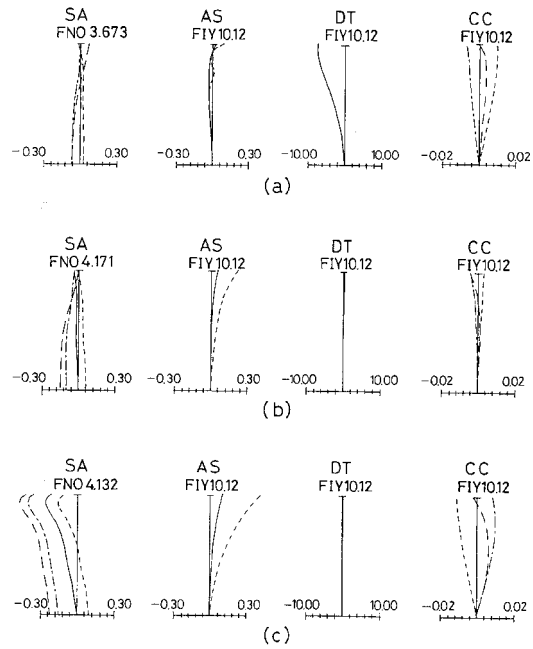
【図 6】



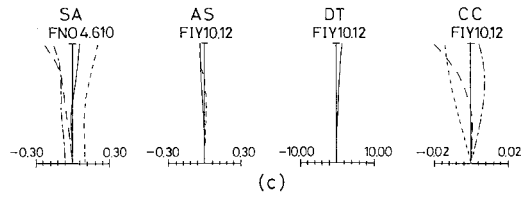
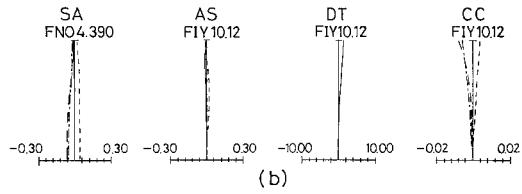
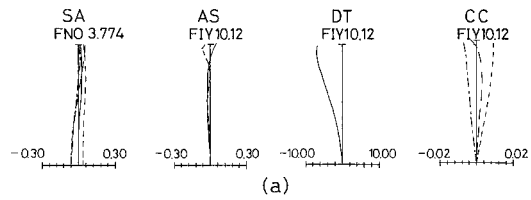
【図 7】



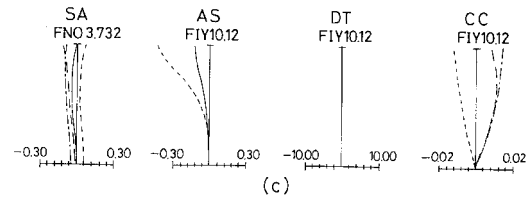
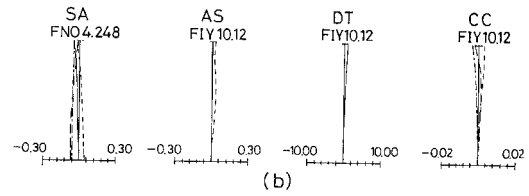
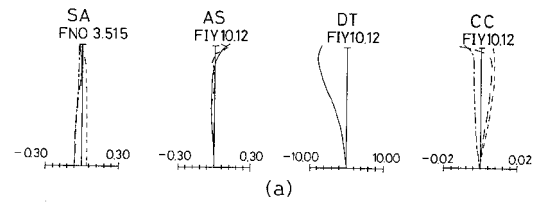
【図 8】



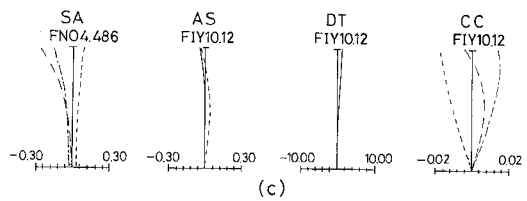
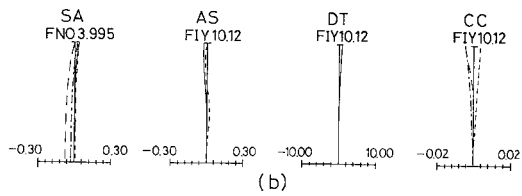
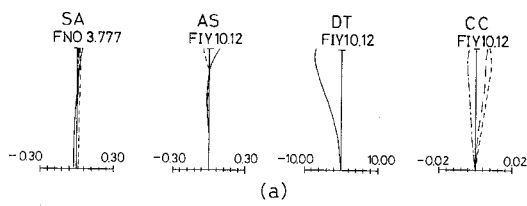
【図 9】



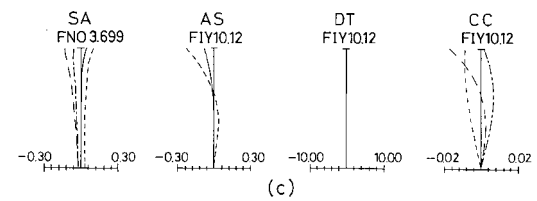
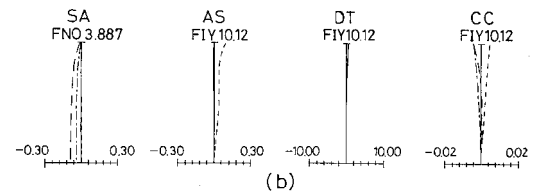
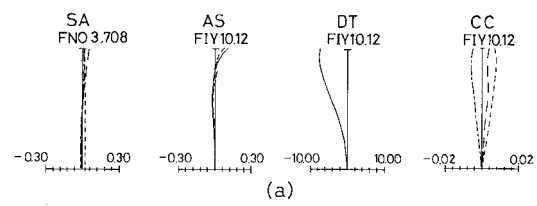
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(74)代理人 100091971

弁理士 米澤 明

(72)発明者 山梨隆則

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号

オリンパス光学工業株式会社内

審査官 吉川 陽吾

(56)参考文献 特開平08-190051(JP,A)

特開昭64-010207(JP,A)

特開平05-215967(JP,A)

特開平10-133109(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00-17/08,21/02-21/04,25/00-25/04