

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6341727号
(P6341727)

(45) 発行日 平成30年6月13日(2018.6.13)

(24) 登録日 平成30年5月25日(2018.5.25)

(51) Int.Cl.

G02B 15/20 (2006.01)

F 1

G 02 B 15/20

請求項の数 25 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2014-76930 (P2014-76930)
 (22) 出願日 平成26年4月3日 (2014.4.3)
 (65) 公開番号 特開2015-197655 (P2015-197655A)
 (43) 公開日 平成27年11月9日 (2015.11.9)
 審査請求日 平成29年3月31日 (2017.3.31)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100086818
 弁理士 高梨 幸雄
 (72) 発明者 杉田 茂宣
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内

審査官 堀井 康司

(56) 参考文献 特開2000-047107 (JP, A)
 特開2014-160229 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

負の屈折力のレンズ群と正の屈折力のレンズ群を有し、ズーミングとフォーカシングの少なくとも一方のために隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

負の屈折力のレンズ群のうち最も物体側に位置するレンズ群であるレンズ群 L_v 、該レンズ群 L_v の像側に位置する正の屈折力のレンズ群のうち最も物体側に位置するレンズ群であるレンズ群 L_p を有し、

前記ズームレンズは、前記レンズ群 L_p の像側に配置され、フォーカシングに際して移動する負の屈折力のレンズ群 F_{n1} と、該レンズ群 F_{n1} の像側に配置され、フォーカシングに際して前記レンズ群 F_{n1} と異なる軌跡で移動する負の屈折力のレンズ群 F_{n2} をさらに有し、

広角端における全系の焦点距離を f_w 、望遠端における全系の焦点距離を f_t として、全系の焦点距離 f_a が

$$f_a > 0.8 \times f_t + 0.2 \times f_w$$

を満足するズーム領域を望遠領域とするとき、

望遠領域の第1のズーム位置において、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して前記レンズ群 F_{n1} は物体側へ移動し、前記レンズ群 F_{n2} は像側へ移動し、

前記レンズ群 F_{n1} の焦点距離を $f_{F_{n1}}$ 、前記レンズ群 F_{n2} の焦点距離を $f_{F_{n2}}$ 、前記第1のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群 F_{n1} の移動量を D_{n1t} 、前記第1のズーム位置における無限遠から至近距離

10

20

へのフォーカシングに際しての前記レンズ群 F_{n2} の移動量を D_{n2t} とし、無限遠に合焦しているときと比較して至近距離に合焦しているときに像側へ位置するときのレンズ群の移動量の符号を正とするとき、

$$-0.500 < (D_{n1t} / f_{Fn1}) / (D_{n2t} / f_{Fn2}) \quad -0.13$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】

前記望遠領域の全てのズーム位置において、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して、前記レンズ群 F_{n1} は物体側へ移動し、前記レンズ群 F_{n2} は像側へ移動することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項3】

前記レンズ群 F_{n1} と前記レンズ群 F_{n2} との間に正の屈折力のレンズ群 L_{p2} を有することを特徴とする請求項1又は2に記載のズームレンズ。

【請求項4】

前記レンズ群 L_{p2} の焦点距離を f_{Lp2} とするとき、

$$0.3 < |f_{Lp2} / f_{Fn2}| < 3.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項3に記載のズームレンズ。

【請求項5】

フォーカシングに際して移動するレンズ群は、前記レンズ群 F_{n1} と前記レンズ群 F_{n2} のみであることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項6】

全系の焦点距離 f_b が

$$f_b < 0.8 \times f_w + 0.2 \times f_t$$

を満足するズーム領域を広角領域とするとき、

広角領域の第2のズーム位置において、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して前記レンズ群 F_{n1} は像側へ移動し、前記レンズ群 F_{n2} は像側へ移動し、前記第2のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群 F_{n1} の移動量を D_{n1w} 、前記第2のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群 F_{n2} の移動量を D_{n2w} とし、無限遠に合焦しているときと比較して至近距離に合焦しているときに像側へ位置するときのレンズ群の移動量の符号を正とするとき、

$$2.0 < (D_{n1w} / f_{Fn1}) / (D_{n2w} / f_{Fn2}) < 10.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項7】

全系の焦点距離 f_b が

$$f_b < 0.8 \times f_w + 0.2 \times f_t$$

を満足するズーム領域を広角領域とするとき、

広角領域の第2のズーム位置において、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して前記レンズ群 F_{n1} は物体側へ移動し、前記レンズ群 F_{n2} は像側へ移動し、前記第2のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群 F_{n1} の移動量を D_{n1w} 、前記第2のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群 F_{n2} の移動量を D_{n2w} とし、無限遠に合焦しているときと比較して至近距離に合焦しているときに像側へ位置するときのレンズ群の移動量の符号を正とするとき、

$$-5.0 < (D_{n1w} / f_{Fn1}) / (D_{n2w} / f_{Fn2}) < -0.1$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項8】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記レンズ群 F_{n2} が物体側に移動することを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載のズームレンズ。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

前記レンズ群 F n 1 は 2 枚以下のレンズより構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

前記レンズ群 F n 2 は 2 枚以下のレンズより構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 11】

前記ズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群、負の屈折力の第 6 レンズ群よりなり、

10

前記第 4 レンズ群は前記レンズ群 F n 1 であり、前記第 6 レンズ群は前記レンズ群 F n 2 であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 12】

ズーミングに際して前記第 2 レンズ群は不動であり、広角端から望遠端へのズーミングに際して前記第 1 レンズ群、前記第 3 レンズ群乃至第 6 レンズ群は物体側へ移動することを特徴とする請求項 1 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 13】

ズーミングに際して前記第 2 レンズ群と前記第 5 レンズ群は不動であり、広角端から望遠端へのズーミングに際して前記第 1 レンズ群、前記第 3 レンズ群、前記第 6 レンズ群は物体側へ移動し、前記第 4 レンズ群は像側へ移動することを特徴とする請求項 1 1 に記載のズームレンズ。

20

【請求項 14】

前記ズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群、負の屈折力の第 6 レンズ群、正の屈折力の第 7 レンズ群よりなり、

前記第 4 レンズ群は前記レンズ群 F n 1 であり、前記第 6 レンズ群は前記レンズ群 F n 2 であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 15】

ズーミングに際して前記第 2 レンズ群と前記第 7 レンズ群は不動であり、広角端から望遠端へのズーミングに際して前記第 1 レンズ群、前記第 3 レンズ群乃至前記第 6 レンズ群は物体側へ移動することを特徴とする請求項 1 4 に記載のズームレンズ。

30

【請求項 16】

前記レンズ群 L v の焦点距離を f L v とするとき、

$$0.05 < | f L v / f t | < 0.30$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 15 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 17】

前記レンズ群 L p の焦点距離を f L p とするとき、

$$0.05 < f L p / f t < 0.40$$

40

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 16 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 18】

請求項 1 乃至 17 のいずれか 1 項に記載のズームレンズであって、

$$0.10 < | f F n 1 / f t | < 0.80$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 19】

請求項 1 乃至 18 のいずれか 1 項に記載のズームレンズであって、

$$0.05 < | f F n 2 / f t | < 0.40$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

50

【請求項 20】

負の屈折力のレンズ群と正の屈折力のレンズ群を有し、ズーミングとフォーカシングの少なくとも一方のために隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

負の屈折力のレンズ群のうち最も物体側に位置するレンズ群 L_v 、該レンズ群 L_v の像側に位置する正の屈折力のレンズ群のうち最も物体側に位置するレンズ群であるレンズ群 L_p を有し、

前記ズームレンズは、前記レンズ群 L_p の像側に配置され、フォーカシングに際して移動する負の屈折力のレンズ群 F_{n1} と、該レンズ群 F_{n1} の像側に配置され、フォーカシングに際して前記レンズ群 F_{n1} と異なる軌跡で移動する負の屈折力のレンズ群 F_{n2} をさらに有し、

広角端における全系の焦点距離を f_w 、望遠端における全系の焦点距離を f_t として、全系の焦点距離 f_a が

$$f_a > 0.8 \times f_t + 0.2 \times f_w$$

を満足するズーム領域を望遠領域とするとき、

望遠領域の第1のズーム位置において、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して前記レンズ群 F_{n1} は物体側へ移動し、前記レンズ群 F_{n2} は像側へ移動し、

前記レンズ群 F_{n1} の焦点距離を f_{Fn1} 、前記レンズ群 F_{n2} の焦点距離を f_{Fn2} 、前記第1のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群 F_{n1} の移動量を D_{n1t} 、前記第1のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群 F_{n2} の移動量を D_{n2t} とし、無限遠に合焦しているときと比較して至近距離に合焦しているときに像側へ位置するときのレンズ群の移動量の符号を正とするとき、

$$-0.500 < (D_{n1t} / f_{Fn1}) / (D_{n2t} / f_{Fn2}) < -0.100$$

なる条件式を満足し、かつ、

全系の焦点距離 f_b が

$$f_b < 0.8 \times f_w + 0.2 \times f_t$$

を満足するズーム領域を広角領域とするとき、

広角領域の第2のズーム位置において、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して前記レンズ群 F_{n1} は像側へ移動し、前記レンズ群 F_{n2} は像側へ移動し、前記第2のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群 F_{n1} の移動量を D_{n1w} 、前記第2のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群 F_{n2} の移動量を D_{n2w} とし、無限遠に合焦しているときと比較して至近距離に合焦しているときに像側へ位置するときのレンズ群の移動量の符号を正とするとき、

$$2.0 < (D_{n1w} / f_{Fn1}) / (D_{n2w} / f_{Fn2}) < 10.0$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 21】

物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群、負の屈折力の第6レンズ群よりなり、ズーミングとフォーカシングの少なくとも一方のために隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

ズーミングに際して前記第2レンズ群と前記第5レンズ群は不動であり、広角端から望遠端へのズーミングに際して前記第1レンズ群、前記第3レンズ群、前記第6レンズ群は物体側へ移動し、前記第4レンズ群は像側へ移動し、

前記第2レンズ群をレンズ群 L_v 、前記第3レンズ群をレンズ群 L_p 、前記第4レンズ群をフォーカシングに際して移動するレンズ群 F_{n1} 、前記第6レンズ群をフォーカシングに際して前記レンズ群 F_{n1} と異なる軌跡で移動するレンズ群 F_{n2} とし、

広角端における全系の焦点距離を f_w 、望遠端における全系の焦点距離を f_t として、全系の焦点距離 f_a が

$$f_a > 0.8 \times f_t + 0.2 \times f_w$$

を満足するズーム領域を望遠領域とするとき、

望遠領域の第1のズーム位置において、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して前記レンズ群F_{n1}は物体側へ移動し、前記レンズ群F_{n2}は像側へ移動し、

前記レンズ群F_{n1}の焦点距離をf_{Fn1}、前記レンズ群F_{n2}の焦点距離をf_{Fn2}、前記第1のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群F_{n1}の移動量をD_{n1t}、前記第1のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群F_{n2}の移動量をD_{n2t}とし、無限遠に合焦しているときと比較して至近距離に合焦しているときに像側へ位置するときのレンズ群の移動量の符号を正とするとき、

$$-0.500 < (D_{n1t} / f_{Fn1}) / (D_{n2t} / f_{Fn2}) < -0.100$$

10

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項22】

物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群、負の屈折力の第6レンズ群、正の屈折力の第7レンズ群よりなり、ズーミングとフォーカシングの少なくとも一方のために隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記第2レンズ群をレンズ群L_v、前記第3レンズ群をレンズ群L_p、前記第4レンズ群をフォーカシングに際して移動するレンズ群F_{n1}、前記第6レンズ群をフォーカシングに際して前記レンズ群F_{n1}と異なる軌跡で移動するレンズ群F_{n2}とし、

20

広角端における全系の焦点距離をf_w、望遠端における全系の焦点距離をf_tとして、全系の焦点距離f_aが

$$f_a > 0.8 \times f_t + 0.2 \times f_w$$

を満足するズーム領域を望遠領域とするとき、

望遠領域の第1のズーム位置において、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して前記レンズ群F_{n1}は物体側へ移動し、前記レンズ群F_{n2}は像側へ移動し、

前記レンズ群F_{n1}の焦点距離をf_{Fn1}、前記レンズ群F_{n2}の焦点距離をf_{Fn2}、前記第1のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群F_{n1}の移動量をD_{n1t}、前記第1のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群F_{n2}の移動量をD_{n2t}とし、無限遠に合焦しているときと比較して至近距離に合焦しているときに像側へ位置するときのレンズ群の移動量の符号を正とするとき、

$$-0.500 < (D_{n1t} / f_{Fn1}) / (D_{n2t} / f_{Fn2}) < -0.100$$

30

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項23】

ズーミングに際して前記第2レンズ群と前記第7レンズ群は不動であり、広角端から望遠端へのズーミングに際して前記第1レンズ群、前記第3レンズ群乃至前記第6レンズ群は物体側へ移動することを特徴とする請求項22に記載のズームレンズ。

【請求項24】

負の屈折力のレンズ群と正の屈折力のレンズ群を有し、ズーミングとフォーカシングの少なくとも一方のために隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

40

負の屈折力のレンズ群のうち最も物体側に位置するレンズ群であるレンズ群L_v、該レンズ群L_vの像側に位置する正の屈折力のレンズ群のうち最も物体側に位置するレンズ群であるレンズ群L_pを有し、

前記ズームレンズは、前記レンズ群L_pの像側に配置され、フォーカシングに際して移動する負の屈折力のレンズ群F_{n1}と、該レンズ群F_{n1}の像側に配置され、フォーカシングに際して前記レンズ群F_{n1}と異なる軌跡で移動する負の屈折力のレンズ群F_{n2}をさらに有し、

広角端における全系の焦点距離をf_w、望遠端における全系の焦点距離をf_tとして、全系の焦点距離f_aが

50

$$f_a > 0.8 \times f_t + 0.2 \times f_w$$

を満足するズーム領域を望遠領域とするとき、

望遠領域の第1のズーム位置において、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して前記レンズ群F_{n1}は物体側へ移動し、前記レンズ群F_{n2}は像側へ移動し、

前記レンズ群F_{n1}の焦点距離をf_{Fn1}、前記レンズ群F_{n2}の焦点距離をf_{Fn2}、前記第1のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群F_{n1}の移動量をD_{n1t}、前記第1のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群F_{n2}の移動量をD_{n2t}とし、無限遠に合焦しているときと比較して至近距離に合焦しているときに像側へ位置するときのレンズ群の移動量の符号を正とし、前記レンズ群L_pの焦点距離をf_{Lp}とするとき、

$$-0.500 < (D_{n1t} / f_{Fn1}) / (D_{n2t} / f_{Fn2}) < -0.100$$

$$0.05 < f_{Lp} / f_t < 0.40$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項25】

請求項1乃至24のいずれか1項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成された像を受光する光電変換素子を有することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズ及びそれを有する撮像装置に関し、例えばデジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、TVカメラ、監視カメラ等の撮像光学系に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

従来、撮像装置に用いられる撮像光学系は、より至近距離にフォーカシング（合焦）することができ、しかも無限遠から至近距離に至る全物体距離にわたり高い光学性能を有するズームレンズであることが要望されている。従来、フォーカシングに際しての収差変動が少なく、全物体距離にわたり高い光学性能を得るために、フォーカシングに際して2つ以上のレンズ群を移動するようにしたズームレンズが知られている。

【0003】

このうちフォーカシングに際して移動するレンズ群の移動方向をズーム領域に応じて変化させることで全物体距離にわたり高い光学性能を得るようにしたズームレンズが知られている（特許文献1，2）。

【0004】

特許文献1の実施例1は、物体側から像側へ順に、正、負、正、正、正の屈折力の第1レンズ群乃至第6レンズ群よりなるズームレンズを開示している。広角端では、無限遠から近距離のフォーカシングに際して、第2レンズ群が像側へ移動し、第4レンズ群と第5レンズ群が物体側へ移動する。中間位置では、無限遠から近距離のフォーカシングに際して、第2レンズ群と第4レンズ群と第5レンズ群が物体側へ移動する。望遠端では、無限遠から近距離のフォーカシングに際して、第2レンズ群と第5レンズ群が物体側へ移動し、第4レンズ群は像側へ移動する。

【0005】

特許文献2の実施例2は、物体側から像側へ順に、正、負、正、正の屈折力の第1レンズ群乃至第4レンズ群よりなるズームレンズを開示している。無限遠から近距離へのフォーカシングに際して、広角端では第3レンズ群と第4レンズ群が像側へ移動し、中間位置では第2レンズ群と第3レンズ群が物体側へ移動し、望遠端では第2レンズ群が物体側へ移動する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

10

20

30

40

50

【特許文献1】特開2012-83726号公報

【特許文献2】特開2007-93974号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

撮像装置に用いられるズームレンズには、高速にフォーカシングができるここと、全ズーム範囲で全物体距離にわたり高い光学性能を有することが要望されている。このようなズームレンズを得るには、ズームタイプ及びフォーカシング用のレンズ群の数やそれらの移動条件等を適切に構成することが重要になってくる。

【0008】

本発明は全ズーム範囲及び全物体距離にわたり高い光学性能が得られ、高速なフォーカシングが容易なズームレンズ及びそれを有する撮像装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明のズームレンズは、負の屈折力のレンズ群と正の屈折力のレンズ群を有し、ズーミングとフォーカシングの少なくとも一方のために隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

負の屈折力のレンズ群のうち最も物体側に位置するレンズ群であるレンズ群 L_v 、該レンズ群 L_v の像側に位置する正の屈折力のレンズ群のうち最も物体側に位置するレンズ群であるレンズ群 L_p を有し、

前記ズームレンズは、前記レンズ群 L_p の像側に配置され、フォーカシングに際して移動する負の屈折力のレンズ群 F_{n1} と、該レンズ群 F_{n1} の像側に配置され、フォーカシングに際して前記レンズ群 F_{n1} と異なる軌跡で移動する負の屈折力のレンズ群 F_{n2} をさらに有し、

広角端における全系の焦点距離を f_w 、望遠端における全系の焦点距離を f_t として、全系の焦点距離 f_a が

$$f_a > 0.8 \times f_t + 0.2 \times f_w$$

を満足するズーム領域を望遠領域とするとき、

望遠領域の第1のズーム位置において、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して前記レンズ群 F_{n1} は物体側へ移動し、前記レンズ群 F_{n2} は像側へ移動し、

前記レンズ群 F_{n1} の焦点距離を $f_{F_{n1}}$ 、前記レンズ群 F_{n2} の焦点距離を $f_{F_{n2}}$ 、前記第1のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群 F_{n1} の移動量を D_{n1t} 、前記第1のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群 F_{n2} の移動量を D_{n2t} とし、無限遠に合焦しているときと比較して至近距離に合焦しているときに像側へ位置するときのレンズ群の移動量の符号を正とするとき、

$$-0.500 < (D_{n1t} / f_{F_{n1}}) / (D_{n2t} / f_{F_{n2}}) \leq -0.13$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

この他本発明のズームレンズは、負の屈折力のレンズ群と正の屈折力のレンズ群を有し、ズーミングとフォーカシングの少なくとも一方のために隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

負の屈折力のレンズ群のうち最も物体側に位置するレンズ群であるレンズ群 L_v 、該レンズ群 L_v の像側に位置する正の屈折力のレンズ群のうち最も物体側に位置するレンズ群であるレンズ群 L_p を有し、

前記ズームレンズは、前記レンズ群 L_p の像側に配置され、フォーカシングに際して移動する負の屈折力のレンズ群 F_{n1} と、該レンズ群 F_{n1} の像側に配置され、フォーカシングに際して前記レンズ群 F_{n1} と異なる軌跡で移動する負の屈折力のレンズ群 F_{n2} をさらに有し、

広角端における全系の焦点距離を f_w 、望遠端における全系の焦点距離を f_t として、全系の焦点距離 f_a が

10

20

30

40

50

$$f_a > 0.8 \times f_t + 0.2 \times f_w$$

を満足するズーム領域を望遠領域とするとき、

望遠領域の第1のズーム位置において、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して前記レンズ群F_{n1}は物体側へ移動し、前記レンズ群F_{n2}は像側へ移動し、

前記レンズ群F_{n1}の焦点距離をf_{Fn1}、前記レンズ群F_{n2}の焦点距離をf_{Fn2}、前記第1のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群F_{n1}の移動量をD_{n1t}、前記第1のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群F_{n2}の移動量をD_{n2t}とし、無限遠に合焦しているときと比較して至近距離に合焦しているときに像側へ位置するときのレンズ群の移動量の符号を正とするとき、

$$-0.500 < (D_{n1t} / f_{Fn1}) / (D_{n2t} / f_{Fn2}) < -0.100$$

なる条件式を満足し、かつ、

全系の焦点距離f_bが

$$f_b < 0.8 \times f_w + 0.2 \times f_t$$

を満足するズーム領域を広角領域とするとき、

広角領域の第2のズーム位置において、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して前記レンズ群F_{n1}は像側へ移動し、前記レンズ群F_{n2}は像側へ移動し、前記第2のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群F_{n1}の移動量をD_{n1w}、前記第2のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群F_{n2}の移動量をD_{n2w}とし、無限遠に合焦しているときと比較して至近距離に合焦しているときに像側へ位置するときのレンズ群の移動量の符号を正とするとき、

$$2.0 < (D_{n1w} / f_{Fn1}) / (D_{n2w} / f_{Fn2}) < 10.0$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

この他本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群、負の屈折力の第6レンズ群よりなり、ズーミングとフォーカシングの少なくとも一方のために隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

ズーミングに際して前記第2レンズ群と前記第5レンズ群は不動であり、広角端から望遠端へのズーミングに際して前記第1レンズ群、前記第3レンズ群、前記第6レンズ群は物体側へ移動し、前記第4レンズ群は像側へ移動し、

前記第2レンズ群をレンズ群L_v、前記第3レンズ群をレンズ群L_p、前記第4レンズ群をフォーカシングに際して移動するレンズ群F_{n1}、前記第6レンズ群をフォーカシングに際して前記レンズ群F_{n1}と異なる軌跡で移動するレンズ群F_{n2}とし、

広角端における全系の焦点距離をf_w、望遠端における全系の焦点距離をf_tとして、全系の焦点距離f_aが

$$f_a > 0.8 \times f_t + 0.2 \times f_w$$

を満足するズーム領域を望遠領域とするとき、

望遠領域の第1のズーム位置において、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して前記レンズ群F_{n1}は物体側へ移動し、前記レンズ群F_{n2}は像側へ移動し、

前記レンズ群F_{n1}の焦点距離をf_{Fn1}、前記レンズ群F_{n2}の焦点距離をf_{Fn2}、前記第1のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群F_{n1}の移動量をD_{n1t}、前記第1のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群F_{n2}の移動量をD_{n2t}とし、無限遠に合焦しているときと比較して至近距離に合焦しているときに像側へ位置するときのレンズ群の移動量の符号を正とするとき、

$$-0.500 < (D_{n1t} / f_{Fn1}) / (D_{n2t} / f_{Fn2}) < -0.100$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

この他本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1

10

20

30

40

50

レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群、負の屈折力の第6レンズ群、正の屈折力の第7レンズ群よりなり、ズーミングとフォーカシングの少なくとも一方のために隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記第2レンズ群をレンズ群L_v、前記第3レンズ群をレンズ群L_p、前記第4レンズ群をフォーカシングに際して移動するレンズ群F_{n1}、前記第6レンズ群をフォーカシングに際して前記レンズ群F_{n1}と異なる軌跡で移動するレンズ群F_{n2}とし、

広角端における全系の焦点距離をf_w、望遠端における全系の焦点距離をf_tとして、全系の焦点距離f_aが

$$f_a > 0.8 \times f_t + 0.2 \times f_w$$

10

を満足するズーム領域を望遠領域とするとき、

望遠領域の第1のズーム位置において、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して前記レンズ群F_{n1}は物体側へ移動し、前記レンズ群F_{n2}は像側へ移動し、

前記レンズ群F_{n1}の焦点距離をf_{Fn1}、前記レンズ群F_{n2}の焦点距離をf_{Fn2}、前記第1のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群F_{n1}の移動量をD_{n1t}、前記第1のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群F_{n2}の移動量をD_{n2t}とし、無限遠に合焦しているときと比較して至近距離に合焦しているときに像側へ位置するときのレンズ群の移動量の符号を正とするとき、

$$-0.500 < (D_{n1t} / f_{Fn1}) / (D_{n2t} / f_{Fn2}) < -0.100$$

20

なる条件式を満足することを特徴としている。

この他本発明のズームレンズは、負の屈折力のレンズ群と正の屈折力のレンズ群を有し、ズーミングとフォーカシングの少なくとも一方のために隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

負の屈折力のレンズ群のうち最も物体側に位置するレンズ群であるレンズ群L_v、該レンズ群L_vの像側に位置する正の屈折力のレンズ群のうち最も物体側に位置するレンズ群であるレンズ群L_pを有し、

前記ズームレンズは、前記レンズ群L_pの像側に配置され、フォーカシングに際して移動する負の屈折力のレンズ群F_{n1}と、該レンズ群F_{n1}の像側に配置され、フォーカシングに際して前記レンズ群F_{n1}と異なる軌跡で移動する負の屈折力のレンズ群F_{n2}をさらに有し、

広角端における全系の焦点距離をf_w、望遠端における全系の焦点距離をf_tとして、全系の焦点距離f_aが

$$f_a > 0.8 \times f_t + 0.2 \times f_w$$

30

を満足するズーム領域を望遠領域とするとき、

望遠領域の第1のズーム位置において、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して前記レンズ群F_{n1}は物体側へ移動し、前記レンズ群F_{n2}は像側へ移動し、

前記レンズ群F_{n1}の焦点距離をf_{Fn1}、前記レンズ群F_{n2}の焦点距離をf_{Fn2}、前記第1のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群F_{n1}の移動量をD_{n1t}、前記第1のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての前記レンズ群F_{n2}の移動量をD_{n2t}とし、無限遠に合焦しているときと比較して至近距離に合焦しているときに像側へ位置するときのレンズ群の移動量の符号を正とし、前記レンズ群L_pの焦点距離をf_{Lp}とするとき、

$$-0.500 < (D_{n1t} / f_{Fn1}) / (D_{n2t} / f_{Fn2}) < -0.100$$

40

$$0.05 < f_{Lp} / f_t < 0.40$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、全ズーム範囲及び全物体距離にわたり高い光学性能を有するズームレンズが得られる。

50

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】(A)、(B) 本発明における実施例1のズームレンズの広角端と、望遠端におけるレンズ断面図

【図2】(A)、(B) 本発明における数値実施例1の無限遠のときの広角端と望遠端における収差図

【図3】(A)、(B) 本発明における数値実施例1の至近距離のときの広角端と望遠端における収差図

【図4】(A)、(B) 本発明における実施例2のズームレンズの広角端と、望遠端におけるレンズ断面図

10

【図5】(A)、(B) 本発明における数値実施例2の無限遠のときの広角端と望遠端における収差図

【図6】(A)、(B) 本発明における数値実施例2の至近距離のときの広角端と望遠端における収差図

【図7】(A)、(B) 本発明における実施例3のズームレンズの広角端と、望遠端におけるレンズ断面図

【図8】(A)、(B) 本発明における数値実施例3の無限遠のときの広角端と望遠端における収差図

【図9】(A)、(B) 本発明における数値実施例3の至近距離のときの広角端と望遠端における収差図

20

【図10】(A)、(B) 本発明における実施例4のズームレンズの広角端と、望遠端におけるレンズ断面図

【図11】(A)、(B) 本発明における数値実施例4の無限遠のときの広角端と望遠端における収差図

【図12】(A)、(B) 本発明における数値実施例4の至近距離のときの広角端と望遠端における収差図

【図13】本発明の撮像装置の要部概略図

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置の実施例について説明する。本発明のズームレンズは、負の屈折力（パワー）のレンズ群と正の屈折力のレンズ群を有し、ズーミングとフォーカシングの少なくとも一方のために隣り合うレンズ群の間隔が変化する。負の屈折力のレンズ群のうち最も物体側に位置するレンズ群であるレンズ群Lv、レンズ群L_vの像側に位置する正の屈折力のレンズ群のうち最も物体側に位置するレンズ群であるレンズ群L_pを有する。

30

【0013】

レンズ群L_pの像側に配置され、フォーカシングに際して移動する負の屈折力のレンズ群F_{n1}と、レンズ群F_{n1}の像側に配置され、フォーカシングに際してレンズ群F_{n1}と異なる軌跡で移動する負の屈折力のレンズ群F_{n2}をさらに有する。レンズ群F_{n1}とレンズ群F_{n2}との間に正の屈折力のレンズ群L_{p2}を有する場合もある。

40

【0014】

図1(A)、(B)は本発明の実施例1のズームレンズの広角端（短焦点距離端）と望遠端（長焦点距離端）におけるレンズ断面図である。図2(A)、(B)はそれぞれ数値実施例1のズームレンズの無限遠に合焦したときの広角端と望遠端における収差図である。図3(A)、(B)はそれぞれ数値実施例1のズームレンズの至近距離（撮影距離1.2m）に合焦したときの広角端と望遠端における収差図である（撮影距離は後述する数値実施例の数値をmm単位で表したときである。以下同じ）。

【0015】

図4(A)、(B)は本発明の実施例2のズームレンズの広角端と望遠端におけるレンズ断面図である。図5(A)、(B)はそれぞれ数値実施例2のズームレンズの無限遠に

50

合焦したときの広角端と望遠端における収差図である。図6(A)、(B)はそれぞれ数値実施例2のズームレンズの至近距離(撮影距離1.2m)に合焦したときの広角端と望遠端における収差図である。

【0016】

図7(A)、(B)は本発明の実施例3のズームレンズの広角端と望遠端におけるレンズ断面図である。図8(A)、(B)はそれぞれ数値実施例3のズームレンズの無限遠に合焦したときの広角端と望遠端における収差図である。図9(A)、(B)はそれぞれ数値実施例3のズームレンズの至近距離(撮影距離1.17m)に合焦したときの広角端と望遠端における収差図である。

【0017】

図10(A)、(B)は本発明の実施例4のズームレンズの広角端と望遠端におけるレンズ断面図である。図11(A)、(B)はそれぞれ数値実施例4のズームレンズの無限遠に合焦したときの広角端と望遠端における収差図である。図12(A)、(B)はそれぞれ数値実施例4のズームレンズの至近距離(撮影距離1.00m)に合焦したときの広角端と望遠端における収差図である。図13は本発明のズームレンズを備える一眼レフカメラ(撮像装置)の要部概略図である。

【0018】

各実施例のズームレンズはビデオカメラやデジタルカメラそして銀塩フィルムカメラ等の撮像装置に用いられる撮影レンズ系(光学系)である。レンズ断面図において、左方が物体側(前方)で、右方が像側(後方)である。レンズ断面図において、 i は物体側からのレンズ群の順番を示し、 L_i は第*i*レンズ群である。

【0019】

S_P は開口絞りである。 I_P は像面であり、ビデオカメラやデジタルスチルカメラの撮影光学系として使用する際にはCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子(光電変換素子)の撮像面に、銀塩フィルム用カメラのときはフィルム面に相当する。矢印は広角端から望遠端へのズーミングにおける各レンズ群の移動軌跡を示している。また太い矢印は無限遠物体から至近距離物体へのフォーカシングに際しての移動方向を示している。

【0020】

収差図のうち、球面収差図において実線はd線、破線はg線である。非点収差図において破線はd線でのメリディオナル像面、実線はd線でのサジタル像面である。また、歪曲を示す図はd線における歪曲を示している。倍率色収差はg線について示している。 F_n はFナンバー、 α は半画角(度)である。尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用レンズ群が機構上光軸上を移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。

【0021】

実施例1、3、4は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3、負の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5、負の屈折力の第6レンズ群L6よりなる。

【0022】

実施例2は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3、負の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5、負の屈折力の第6レンズ群L6、正の屈折力の第7レンズ群L7よりなる。

【0023】

各実施例において第2レンズ群L2はレンズ群L v 、第3レンズ群L3はレンズ群L p に相当する。第4レンズ群L4はレンズ群F n 1、第6レンズ群L6はレンズ群F n 2に相当する。第5レンズ群L5はレンズ群L p 2に相当する。

【0024】

各実施例において、ズーミングとフォーカシングの少なくとも一方のために隣り合うレ

10

20

30

40

50

ンズ群の間隔が変化する。レンズ群は、複数のレンズによって構成されるだけでなく、1枚のレンズによって構成されても良い。

【0025】

まず、本発明のズームレンズの特徴を説明する。従来、ズームレンズにおいてはズームタイプによって種々なフォーカス方式が知られている。例えば、正、負、負、正、負の屈折力の第1レンズ群乃至第5レンズ群よりなるポジティブリード型の5群ズームレンズにおいて、第1レンズ群を物体側に移動させることで、無限遠から近距離へのフォーカシングを行うフォーカス方式が知られている。

【0026】

通常、第1レンズ群でフォーカシングを行う場合、像側から第2レンズ群までの光線高があまり変わらないため、第1レンズ群のレンズ形状のみ最適化することで、物体距離による光学性能の変動を比較的小さくすることができる。しかしながら第1レンズ群は、広角端での軸外主光線の入射高、及び望遠端での軸上光線の入射高が最も大きくなるため、全系中で最も有効径が大きくなり、重量も圧倒的に重くなってしまう。それ故、アクチュエーターへの負荷が大きく、駆動騒音も大きくなり、例えば動画撮影時の音声録音に駆動音が入り込んでしまい、動画用の撮影レンズとしては好ましくない。

10

【0027】

また、オートフォーカスの際の駆動速度が遅くなってしまうため、好ましくない。また、正、負、負、正、負、正の屈折力の第1レンズ群乃至第6レンズ群よりなるポジティブリード型の6群ズームレンズが知られている。この6群ズームレンズにおいて、小型軽量の第5レンズ群を物体側に移動させることで無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行うフォーカス方式が知られている。このフォーカス方式は駆動音を小さくしやすいものの、第5レンズ群は、望遠端において軸上光線の入射高が小さいため、フォーカス敏感度が小さくなりやすい。

20

【0028】

このため、フォーカシングに際しての移動量が大きくなり、オートフォーカスの際のフォーカス速度が遅くなる傾向がある。また、第5レンズ群でフォーカシングをすると、第5レンズ群への光線の入射高が変動するだけでなく、第5レンズ群から物体側の全てのレンズ群での光線高が変動してくる。特に望遠型のズームレンズにおいては、第1レンズ群に向かって広角端の軸外主光線の入射高と、望遠端での軸上光線の入射高が大きくなる。

30

【0029】

このため、光線の入射高が変動した場合、それらに関連する収差の変動が大きくなる。具体的には、広角側における像面湾曲の変動と、望遠側における球面収差の変動が大きくなる。また、正、負、正、負、正、負の屈折力の第1レンズ群乃至第6レンズ群よりなるポジティブリード型の6群ズームレンズにおいて、フォーカシングに際して、第4レンズ群と第6レンズ群を共に駆動させるフローティング方式が知られている。具体的には、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して第6レンズ群を像側に移動させることで、主にフォーカス効果を得つつ、第4レンズ群を物体側に移動させている。

【0030】

これにより、広角側において軸外主光線の入射高の変動を小さくし、像面湾曲の変動を小さくしている。しかしながら、第4レンズ群を物体側へ移動させた場合、望遠側における球面収差の変動を効果的に補正することが難しい。また、第6レンズ群のフォーカス効果を打ち消す方向に移動するため、フォーカシングに際して第6レンズ群の移動量が大きくなり、オートフォーカスの際のフォーカス速度が遅くなる傾向があった。

40

【0031】

これらのフォーカス方式に対して、本発明のズームレンズでは、望遠端においてフォーカシングによる球面収差の変動を効果的に低減することができる。更に、フォーカシングの際のレンズ群の移動量を小さくして高速フォーカスが容易なフォーカス方式を採用している。フォーカシングに際して2つのレンズ群を移動させるフォーカス方式は収差変動を軽減するのに有効である。2つのレンズ群を駆動するとアクチュエーターに掛かる負荷が

50

増え、駆動騒音が増してくる。そのため、有効径が極力小さく重量が軽くなる2つのレンズ群をフォーカスレンズ群として選ぶのが良い。

【0032】

本発明のズームレンズでは、変倍用の負の屈折力のレンズ群L_vの像側に配置される正の屈折力のレンズ群L_pによって、像側に向かって収束光束とした光路中に2つのフォーカシング用のレンズ群を配置している。これによりフォーカシング用のレンズ群を小径化し、2つのレンズ群を足しても十分に軽量となるようにしている。このときの2つのフォーカスレンズ群は、物体側より像側へ順に配置された、負の屈折力のレンズ群F_{n1}と負の屈折力のレンズ群F_{n2}である。

【0033】

一般にズームレンズの望遠端における全系の焦点距離を効果的に長くするためには、物体側に正の屈折力のレンズ群を配置し、像側に負の屈折力のレンズ群を配置するテレフォトタイプのレンズ系が良い。このため、本発明では像側に負の屈折力のレンズ群を配置している。そして、望遠側においてフォーカシングの際のレンズ群の移動量を小さくするために、レンズ群F_{n2}の屈折力を極力強くし、フォーカス敏感度を大きくしている。

【0034】

そうすると、望遠端において球面収差の変動が大きくなってしまう。このため、レンズ群F_{n1}を移動させることで、球面収差の変動を軽減している。ここで、レンズ群F_{n2}のフォーカス敏感度と球面収差の敏感度に対し、レンズ群F_{n1}のフォーカス敏感度を同符号、球面収差の敏感度を異符号とするレンズ群が、仮に選定できたとする。そうすると、球面収差を補正しつつフォーカス敏感度を大きくし、移動量を更に軽減できる。

【0035】

本発明では、レンズ群F_{n1}とレンズ群F_{n2}を、正の屈折力のレンズ群F_pの像側の収束光束中に配置することにより、レンズ群L_{F1}とレンズ群L_{F2}の軽量化を図っている。このような構成としているために、フォーカス敏感度と球面収差の敏感度の符号関係を反転させることが難しくなる。そのため、本発明ではレンズ群F_{n1}がレンズ群F_{n2}に対して、球面収差の敏感度を極力大きく、フォーカス敏感度を極力小さくするようなレンズ群配置としている。これにより球面収差を補正させながらも、なるべくレンズ群F_{n2}で得たフォーカス敏感度を下げないようなレンズ構成としている。

【0036】

具体的には、球面収差の敏感度が高い軸上光線の入射高が高くなる位置に、比較的弱い負の屈折力のレンズ群を配置し、屈折力と移動量との関係を最適化している。これによって、望遠端において球面収差の補正とレンズ群の繰り出し量の軽減を図っている。

【0037】

本発明のズームレンズは、全系を構成する複数の負の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側のレンズ群をレンズ群L_v、レンズ群L_vより像側の最初の正の屈折力のレンズ群をレンズ群L_pとする。このとき、レンズ群L_pより像側に、物体側から像側へ順に、フォーカシングに際して互いに異なる軌跡で移動する負の屈折力のレンズ群F_{n1}と負の屈折力のレンズ群F_{n2}が配置されている。広角端における全系の焦点距離をf_w、望遠端における全系の焦点距離をf_tとする。このとき、全系の焦点距離f_aが

$$f_a > 0.8 \times f_t + 0.2 \times f_w \quad \dots (a1)$$

を満足するズーム領域を望遠領域とする。

【0038】

無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して望遠領域の第1のズーム位置において、レンズ群F_{n1}は物体側へ移動し、レンズ群F_{n2}は像側へ移動する。レンズ群F_{n1}の焦点距離をf_{Fn1}、レンズ群F_{n2}の焦点距離をf_{Fn2}、望遠領域の第1のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際してのレンズ群F_{n1}の移動量をD_{n1t}とする。望遠領域の第1のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際してのレンズ群F_{n2}の移動量をD_{n2t}とする。無限遠に合焦しているときと比較して至近距離に合焦しているときに像側へ位置するときのレンズ群の移動量の符

10

20

30

40

50

号を正とする。これは以下同じである。

【0039】

このとき、

$$-0.500 < (D_{n1t} / f_{Fn1}) / (D_{n2t} / f_{Fn2}) < -0.100 \\ \dots (1)$$

なる条件式を満足する。

【0040】

次に条件式(1)の技術的意味について説明する。条件式(1)は、レンズ群Fn1のパワー(屈折力)とレンズ群Fn1のフォーカシングに伴う移動量の比と、レンズ群Fn2のパワーとレンズ群Fn2のフォーカシングに伴う移動量の比との関係を規定する。
10 条件式(1)は、フォーカシングに伴う球面収差の変動を補正しつつも、適切なるフォーカス敏感度を得るためのものである。

【0041】

条件式(1)の上限値を逸脱すると、レンズ群Fn1のパワーに対するレンズ群Fn1の移動量が小さ過ぎて、フォーカシングに際して球面収差の変動を軽減するのが困難になる。条件式(1)の下限値を逸脱すると、レンズ群Fn1のパワーに対するレンズ群Fn1の移動量が大き過ぎて、レンズ群Fn2との合成フォーカス敏感度が小さくなってしまう。この結果、フォーカシングに際しての駆動量が大きくなり、フォーカシングを高速に行なうことが困難になる。条件式(1)は、より好ましくは、下記の数値範囲とするのが良い。
20

$$-0.500 < (D_{n1t} / f_{Fn1}) / (D_{n2t} / f_{Fn2}) < -0.13 \\ \dots (1X)$$

この他条件式(1)は、より好ましくは下記の数値範囲とするのが良い。

【0042】

$$-0.400 < (D_{n1t} / f_{Fn1}) / (D_{n2t} / f_{Fn2}) < -0.110 \\ \dots (1a)$$

【0043】

尚、条件式(a1)は、レンズ群Fn1とレンズ群Fn2をフォーカシングに際して異なる方向に移動することが好ましい焦点距離領域(望遠領域)を表している。条件式(a1)を満たす焦点距離領域は、長焦点距離側で、例えば1つの負の屈折力のレンズ群のみでフォーカシングを行なった場合に球面収差の変動が大きく生じてくる領域である。各実施例のズームレンズでは、条件式(a1)を満たす望遠領域の第1のズーム位置において、条件式(1)を満たすことを特徴としている。各実施例において好ましくは、望遠領域の全てにおいてレンズ群Fn1は物体側へ移動し、レンズ群Fn2は像側へ移動するのが良い。
30

【0044】

次に、本発明のズームレンズを構成するに当たり、より好ましい条件について説明する。2つのフォーカス用のレンズ群Fn1とレンズ群Fn2との間に、正の屈折力のレンズ群Lp2が配置されると良い。それにより、レンズ群Lp2の正の屈折力で像側に収束性が強まるため、レンズ群Fn2の負の屈折力を強くして(負の屈折力の絶対値を大きくして)フォーカス敏感度を高くするのが容易になる。レンズ群Lp2の焦点距離をfLp2とする。このとき、
40

$$0.3 < |f_{Lp2} / f_{Fn2}| < 3.0 \dots (2)$$

なる条件式を満足するのが良い。

【0045】

条件式(2)は、レンズ群Lp2とレンズ群Fn2のパワー配置を適切に設定し、レンズ群Fn2において高いフォーカス敏感度を効果的に得るためのものである。条件式(2)の上限値を逸脱すると、レンズ群Fn2の負のパワーが強すぎて(負の屈折力の絶対値が大きくなりすぎて)、フォーカシングにおける球面収差の変動が大きくなってしまう。条件式(2)の下限値を逸脱すると、レンズ群Fn2の負のパワーが弱過ぎて(負の屈折力の
50

絶対値が小さくなりすぎて) フォーカシングに際しての移動量が大きくなってしまう。条件式(2)は、より好ましくは下記の数値範囲とするのが良い。

【0046】

$$0.4 < |f_L p_2 / f_{Fn2}| < 2.5 \quad \dots \quad (2a)$$

各実施例においてフォーカシングの際に移動するレンズ群が、レンズ群 F_{n1} とレンズ群 F_{n2} の 2 つのみであると良い。フォーカシングにおいて、3 つ以上のレンズ群が移動すると、駆動の際のアクチュエーターに掛かる負荷が大きくなり、駆動騒音が大きくなるため、好ましくない。

【0047】

全系の焦点距離 f_b が、

$$f_b < 0.8 \times f_w + 0.2 \times f_t \quad \dots \quad (a2)$$

を満足するズーム領域を広角領域とする。広角領域の第 2 のズーム位置において無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して、レンズ群 F_{n1} は像側へ移動し、レンズ群 F_{n2} は像側へ移動する。

【0048】

広角領域の第 2 のズーム位置におけるレンズ群 F_{n1} の無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しての移動量を D_{n1w} とする。広角領域の第 2 のズーム位置におけるレンズ群 F_{n2} の無限遠から至近距離へのフォーカシングに際してのレンズ群 F_{n2} の移動量を D_{n2w} (但し、移動量の符号は前述と同じである。) とする。このとき、

$$2.0 < (D_{n1w} / f_{Fn1}) / (D_{n2w} / f_{Fn2}) < 10.0 \quad \dots \quad (3)$$

なる条件式を満足するのが良い。

【0049】

この他、全系の焦点距離 f_b が、

$$f_b < 0.8 \times f_w + 0.2 \times f_t \quad \dots \quad (a2)$$

を満足するズーム領域を広角領域とする。

【0050】

このとき、広角領域の第 2 のズーム位置において無限遠から至近距離へのフォーカシングに際してレンズ群 F_{n1} は物体側へ移動し、レンズ群 F_{n2} は像側へ移動する。そして広角領域の第 2 のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際してのレンズ群 F_{n1} の移動量を D_{n1w} 、広角領域の第 2 のズーム位置における無限遠から至近距離へのフォーカシングに際してのレンズ群 F_{n2} の移動量を D_{n2w} とする。但し、移動量の符号は前述と同じである。このとき、

$$-5.0 < (D_{n1w} / f_{Fn1}) / (D_{n2w} / f_{Fn2}) < -0.1 \quad \dots \quad (4)$$

なる条件式を満足するのが良い。

【0051】

条件式(3)は条件式(a2)を満足する広角領域の第 2 のズーム位置において、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して緩い負のパワーのレンズ群 F_{n1} を像側に移動することで収差変動をなるべく小さくするためのものである。レンズ群 F_{n1} だけではフォーカス敏感度が小さいため、その補助として、レンズ群 F_{n2} を像側に少量駆動している。

【0052】

条件式(4)は条件式(a2)を満足する広角領域の第 2 のズーム位置において無限遠から至近距離へのフォーカシングに際してレンズ群 F_{n1} を物体側へ移動し、フォーカス敏感度が大きいレンズ群 F_{n2} を積極的に像側に移動するものである。これにより、少ない移動量でフォーカシングを行うことを容易にしている。レンズ群 F_{n2} の移動の際、発生する像面変動を緩い負のパワーのレンズ群 F_{n1} を少量物体側に移動して補正している。どちらの方法でも、フォーカシングに際して収差変動が小さく、移動量を抑える効果を得ることが出来る。

【0053】

条件式(3)及び(4)は、それぞれの条件下において、下記の数値範囲を満たすと、

10

20

30

40

50

より好ましい。

【0054】

$$2.2 < (D_n 1 w / f F n 1) / (D_n 2 w / f F n 2) < 8.0 \dots (3a)$$

$$-3.0 < (D_n 1 w / f F n 1) / (D_n 2 w / f F n 2) < -0.12 \dots (4a)$$

尚、条件式(a2)は、レンズ群F n 1とレンズ群F n 2を上述のように移動することが好ましい焦点距離領域(広角領域)を表している。

【0055】

条件式(a2)を満たす焦点距離領域は、短焦点距離側で、例えば1つの負の屈折力のレンズ群のみでフォーカシングを行った場合に像面湾曲の変動が大きく生じてくる領域である。各実施例のズームレンズでは、条件式(a2)を満足する広角領域で、これらの駆動条件を満たすことがより好ましい。

【0056】

次に、レンズ群F n 2は、広角端から望遠端へのズーミングに際して、物体側に移動することが好ましい。レンズ群F n 2は、フォーカシングに際して望遠端において、像側へのフォーカス移動量が最も大きくなるため、その移動スペースを確保するため、広角端から望遠端へのズーミングに際して物体側に移動すると良い。また、レンズ群F n 2は望遠端における焦点距離を長くするために、後側主点位置を物体側に移動させるためにも、広角端から望遠端へのズーミングに際して物体側への駆動が好ましい。

【0057】

次に、レンズ群F n 1とレンズ群F n 2は、それぞれ2枚以下のレンズより構成されることが好ましい。それにより、フォーカシング駆動用のアクチュエーターへの負荷を軽減し、静音かつ高速のフォーカシングが容易になる。レンズ群L vの焦点距離をf L v、レンズ群L pの焦点距離をf L pとする。このとき、次の条件式のうち1以上を満足するのが良い。

【0058】

$$0.05 < |f L v / f t| < 0.30 \dots (5)$$

$$0.05 < f L p / f t < 0.40 \dots (6)$$

$$0.10 < |f F n 1 / f t| < 0.80 \dots (7)$$

$$0.05 < |f F n 2 / f t| < 0.40 \dots (8)$$

【0059】

条件式(5)乃至(8)は、ズーミングによる収差変動の軽減と全系の小型化を図るものである。条件式(5)乃至(8)の上限値を逸脱すると、全系が大型化し、下限値を逸脱すると、各レンズ群のパワーが強くなり過ぎて、ズーミングによる収差変動が大きくなってしまう。条件式(5)乃至(8)は、より好ましくは下記の数値範囲を満たすと良い

【0060】

$$0.07 < |f L v / f t| < 0.25 \dots (5a)$$

$$0.08 < f L p / f t < 0.30 \dots (6a)$$

$$0.15 < |f F n 1 / f t| < 0.60 \dots (7a)$$

$$0.07 < |f F n 2 / f t| < 0.30 \dots (8a)$$

【0061】

以下、各実施例におけるレンズ構成について説明する。実施例1のズームレンズは、物体側より像側へ順に、次のとおりである。正の屈折力の第1レンズ群L 1、負の屈折力の第2レンズ群L 2、開口絞りS Pを有する正の屈折力の第3レンズ群L 3、負の屈折力の第4レンズ群L 4、正の屈折力の第5レンズ群L 5、負の屈折力の第6レンズ群L 6より構成される。

【0062】

広角端から望遠端へのズーミングに際し、第2レンズ群L 2は不動で、第1レンズ群L 1、第3レンズ群L 3乃至第6レンズ群L 6が物体側に互いに異なった軌跡で移動してい

10

20

30

40

50

る。第2レンズ群L2はレンズ群Lv、第3レンズ群L3はレンズ群Lpに相当する。第4レンズ群L4はレンズ群Fn1、第6レンズ群L6はレンズ群Fn2に相当する。第5レンズ群L5がレンズ群Lp2に相当する。

【0063】

条件式(a1)を満たす望遠領域全域で、無限遠から至近物体へのフォーカシングに際し、レンズ群Fn1は物体側に、レンズ群Fn2は像側に移動し、かつ条件式(1)を満たしている。それにより望遠領域において無限遠から物体距離1.2mまでの全物体距離で、フォーカシングに際して少ない駆動量で球面収差の変動を良好に補正している。また、実施例1では、レンズ群Fn1とレンズ群Fn2の間に正の屈折力のレンズ群Lp2を配置し、かつ条件式(3)を満たしている。このため、レンズ群Fn2でのフォーカス敏感度を得やすくなっている。

【0064】

また、条件式(a2)を満足する広角領域全域で、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際してレンズ群Fn1とレンズ群Fn2をいずれも像側に駆動し、かつ条件式(3)を満たしている。比較的パワーが弱いレンズ群Fn1を像側に大きく駆動することで、収差変動を生じさせずに主なフォーカシング効果を得ており、その駆動量を抑制するためには、フォーカス敏感度が大きいレンズ群Fn2を同じく像側に、少量駆動させている。

【0065】

条件式(a1), (a2)を満足しない中間領域において、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際しては、レンズ群Fn1とレンズ群Fn2の移動方向は設計上任意に定められる。また、広角端から望遠端へのズーミングに際して、レンズ群Fn2を像側から物体側に駆動させている。それにより、負の屈折力のレンズ群Fn2が望遠端において、フォーカシングに際して像側へ大きく駆動するための、移動スペースを十分長く確保している。

【0066】

それと同時に、望遠端における全系の焦点距離を長くするために、後側主点位置を物体側に移動させる効果も得ている。また、レンズ群Fn1とレンズ群Fn2はそれぞれ、1枚、又は2枚のレンズで構成されており、それによりアクチュエーターへの負荷を軽減し、静音かつ高速駆動を容易にしている。また、レンズ群Lv、レンズ群Lp、レンズ群Fn1、レンズ群Fn2が、それぞれ条件式(5), (6), (7), (8)を満たしており、ズーミングによる収差変動の軽減と全系の小型化を図っている。

【0067】

実施例2は、物体側より像側へ順に、次のとおりである。正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3、負の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5、負の屈折力の第6レンズ群L6、正の屈折力の第7レンズ群L7で構成される。第3レンズ群L3は開口絞りSPを有している。

【0068】

広角端から望遠端へのズーミングに際し、第2レンズ群L2と第7レンズ群L7が不動で、第1レンズ群L1、第3レンズ群L3乃至第6レンズ群L6が物体側に移動している。第2レンズ群L2はレンズ群Lv、第3レンズ群L3はレンズ群Lpに相当する。第4レンズ群L4はレンズ群Ln1、第6レンズ群L6はレンズ群Ln2に相当する。第5レンズ群L5はLp2に相当する。

【0069】

実施例2は実施例1に比べて、広角領域でのフォーカシング駆動が異なっている。実施例2では、条件式(a2)を満足する広角領域全域で、レンズ群Fn1を物体側に、レンズ群Fn2を像側に移動し、かつ条件式(4)を満たしている。フォーカシング敏感度が大きいレンズ群Fn2を像側に移動することで、フォーカシング効果を得ており、その際、生じる像面変動を、レンズ群Fn1を物体側に少量移動して補正している。

【0070】

この方法でも、実施例1と同様に、全物体距離で高い光学性能を有し、かつフォーカシ

10

20

30

40

50

ング駆動量を軽減することが出来る。その他の各レンズ群の駆動や光学作用は、実施例1と同様である。

【0071】

実施例3は、各レンズ群の数、各レンズ群の屈折力、ズーミングに際しての移動条件等のズームタイプは実施例1と同じである。フォーカシングに際しての各レンズ群の光学作用も実施例1と同じである。

【0072】

実施例4は、物体側より像側へ順に、次のとおりである。正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、開口絞りSPを有する正の屈折力の第3レンズ群L3、負の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5、負の屈折力の第6レンズ群L6より構成されている。

10

【0073】

広角端から望遠端へのズーミングに際し、レンズ群L2、レンズ群L5は不動で、第1レンズ群L1、第3レンズ群L3、第5レンズ群L5が物体側に移動し、第4レンズ群L4が像側に移動している。第2レンズ群L2はレンズ群Lv、第3レンズ群L3はレンズ群Lpに相当する。第4レンズ群L4はレンズ群Fn1、第6レンズ群L6はレンズ群Fn2に相当する。第5レンズ群L5はレンズ群Lp2に相当する。フォーカシングに際してのレンズ群Fn1、レンズ群Fn2の移動条件、光学作用は実施例2と同じである。

【0074】

次に実施例1乃至4に示したズームレンズを撮像装置に適用した実施例を図13を用いて説明する。本発明の撮像装置はズームレンズを含む交換レンズ装置と、交換レンズ装置とカメラマウント部を介して着脱可能に接続され、ズームレンズが形成する光学像を受光して、電気的な画像信号に変換する撮像素子を含むカメラ本体とを備えている。

20

【0075】

図13は一眼レフカメラの要部概略図である。図13において、10は実施例1乃至4のズームレンズ1を有する撮影レンズである。ズームレンズ1は保持部材である鏡筒2に保持されている。20はカメラ本体であり、撮影レンズ10からの光束を上方に反射するクイックリターンミラー3、撮影レンズ10の像形成位置に配置された焦点板4より構成されている。更に、焦点板4に形成された逆像を正立像に変換するペンタダハプリズム5、その正立像を観察するための接眼レンズ6などによって構成されている。

30

【0076】

7は感光面であり、CCDセンサやCMOSセンサ等のズームレンズによって形成される像を受光する固体撮像素子（光電変換素子）や銀塩フィルムが配置される。撮影時にはクイックリターンミラー3が光路から退避して、感光面7上に撮影レンズ10によって像が形成される。実施例1乃至4にて説明した利益は、本実施例に開示したような撮像装置において効果的に享受される。また本発明のズームレンズはクイックリターンミラーのない、ミラーレスのカメラにも同様に適用することができる。またプロジェクター用の画像投射光学系に適用することもできる。

30

【0077】

以下に実施例1乃至4に対応する数値実施例1乃至4を示す。各数値実施例においてiは物体側からの面の順番を示す。数値実施例においてriは物体側より順に第i番目のレンズ面の曲率半径、diは物体側より順に第i番目のレンズ厚及び空気間隔、ndiとdiは各々物体側より順に第i番目のレンズの材料の屈折率とアッベ数である。BFはバックフォーカスである。

40

【0078】

また、焦点距離、Fナンバー等のスペックに加え、像高は半画角を決定する最大像高、レンズ全長は第1レンズ面から像面までの距離である。バックフォーカスBFは最終レンズ面から像面までの長さを示している。また、各レンズ群データは、各レンズ群の焦点距離、光軸上の長さ（レンズ構成）、前側主点位置、後側主点位置を表している。また、各光学面の間隔dが（可変）となっている部分は、ズーミングに際して変化するものであ

50

り、別表に焦点距離に応じた面間隔を記している。尚、以下に記載する数値実施例 1 乃至 4 のレンズデータに基づく、各条件式の計算結果を表 1 に示す。表 1 において f_i は第 i レンズ群の焦点距離である。

【0079】

(数値実施例 1)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径	
1	58.174	3.98	1.48749	70.2	31.75	10
2	-716.754	0.15			31.40	
3	91.572	1.50	1.76200	40.1	30.93	
4	36.546	4.85	1.49700	81.5	29.88	
5	315.657	(可変)			29.38	
6	-96.801	1.10	1.67003	47.2	18.21	
7	19.596	3.62	1.84666	23.8	17.88	
8	110.838	1.08			17.58	
9	-61.781	1.00	1.83400	37.2	17.56	
10	71.031	(可変)			17.62	20
11	83.523	2.82	1.77250	49.6	19.11	
12	-76.891	0.15			19.03	
13	32.395	4.80	1.56384	60.7	18.62	
14	-42.394	1.10	1.90366	31.3	17.89	
15	171.201	1.58			17.53	
16(絞り)		(可変)			17.21	
17	42.238	1.00	1.84666	23.8	16.90	
18	26.707	(可変)			16.47	
19	81.130	2.98	1.48749	70.2	16.35	
20	-43.400	0.15			16.25	30
21	30.471	1.81	1.51633	64.1	15.95	
22	184.804	(可変)			15.69	
23	-58.790	1.48	1.84666	23.8	15.02	
24	-27.146	0.80	1.51742	52.4	15.01	
25	22.680				14.62	

【0080】

各種データ

ズーム比 3.68

	広角	中間	望遠
焦点距離	54.36	133.00	199.99
Fナンバー	4.14	5.22	6.32
半画角(度)	14.11	5.86	3.91
像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	129.39	161.77	167.04
BF	46.78	66.90	78.18
d 5	2.58	35.03	40.39
d10	28.85	13.62	1.50

40

50

d16	0.60	3.18	5.68
d18	8.41	4.43	2.67
d22	6.21	2.66	2.65

【 0 0 8 1 】

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置	
1	1	114.50	10.48	-1.38	-8.18	
2	6	-32.23	6.80	3.68	-0.54	
3	11	40.40	10.45	-0.76	-7.47	10
4	17	-88.40	1.00	1.52	0.96	
5	19	32.09	4.94	1.60	-1.76	
6	23	-39.63	2.28	0.81	-0.50	

【 0 0 8 2 】

(数値実施例 2)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径	
1	70.891	3.58	1.51633	64.1	41.31	
2	193.270	0.15			40.96	
3	59.812	2.10	1.80100	35.0	40.31	
4	39.133	6.94	1.49700	81.5	38.65	
5	1058.353	(可変)			38.05	
6	-1056.470	1.10	1.74400	44.8	20.04	
7	17.176	3.66	1.84666	23.8	19.08	
8	42.280	1.59			18.55	
9	-91.301	1.00	1.83400	37.2	18.54	30
10	60.053	(可変)			18.57	
11	60.375	3.07	1.85026	32.3	21.66	
12	-88.059	1.25			21.56	
13	34.840	4.67	1.60311	60.6	20.40	
14	-61.792	1.10	1.85026	32.3	19.43	
15	157.518	1.58			18.82	
16(絞り)		(可変)			18.28	
17	22.013	4.90	1.48749	70.2	17.39	
18	-133.181	0.80	1.80000	29.8	16.07	
19	19.935	(可変)			15.05	40
20	34.390	1.83	1.79952	42.2	14.26	
21	-141.317	(可変)			14.08	
22	-493.887	0.80	1.85026	32.3	13.15	
23	24.248	(可変)			12.98	
24	-306.844	4.49	1.76182	26.5	29.17	
25	-45.998				29.74	

【 0 0 8 3 】

各種データ

ズーム比 4.24

50

	広角	中間	望遠
焦点距離	56.90	133.00	241.28
Fナンバー	4.16	5.12	5.88
半画角(度)	13.50	5.86	3.24
像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	154.31	175.96	190.91
BF	41.22	41.22	41.23

d 5	6.75	28.34	43.34	10
d10	33.46	14.18	1.50	
d16	0.60	2.56	3.21	
d19	7.50	2.50	9.67	
d21	1.87	4.43	1.92	
d23	18.29	38.11	45.42	

【 0 0 8 4 】

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	100.88	12.77	-0.49	-8.74
2	6	-26.28	7.35	4.08	-0.69
3	11	31.04	11.67	0.32	-7.50
4	17	-59.25	5.70	9.36	4.85
5	20	34.76	1.83	0.20	-0.82
6	22	-27.16	0.80	0.41	-0.02
7	24	70.50	4.49	2.98	0.45

【 0 0 8 5 】

(数値実施例 3)

30

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	60.631	5.21	1.48749	70.2	41.40
2	7862.881	0.15			40.97
3	85.981	1.50	1.76200	40.1	39.99
4	36.015	7.29	1.49700	81.5	38.10
5	1222.492	(可変)			37.57
6	-134.620	1.10	1.72000	50.2	21.41
7	18.973	4.00	1.84666	23.8	20.73
8	59.365	1.82			20.33
9	-54.736	1.00	1.78590	44.2	20.33
10	105.625	(可変)			20.56
11	103.135	3.11	1.60311	60.6	21.08
12	-73.805	0.15			21.30
13	28.509	5.24	1.51633	64.1	21.37
14	-40.484	1.10	1.90366	31.3	20.91
15	530.373	1.58			20.68
16(絞り)		(可変)			20.48

50

17	93.265	1.00	1.54814	45.8	19.50	
18	35.984	(可变)			19.21	
19	70.458	3.49	1.77250	49.6	19.27	
20	-45.042	0.15			19.10	
21	25.290	4.24	1.48749	70.2	17.64	
22	-40.507	0.95	1.90366	31.3	16.57	
23	168.274	(可变)			15.86	
24	8313.145	1.84	1.84666	23.8	14.65	
25	-29.570	0.80	1.77250	49.6	14.35	
26	23.520				13.41	10

【 0 0 8 6 】

各種データ

ズーム比 4.28

	広角	中間	望遠	
焦点距離	56.00	132.97	239.84	
Fナンバー	4.01	4.79	5.83	
半画角(度)	13.71	5.87	3.26	
像高	13.66	13.66	13.66	20
レンズ全長	139.38	171.16	179.21	
BF	46.10	63.40	78.88	
d 5	2.48	34.43	42.48	
d10	25.95	16.18	1.50	
d16	0.60	2.93	6.59	
d18	13.15	6.31	1.85	
d23	5.37	2.18	2.18	

【 0 0 8 7 】

30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	109.00	14.16	-0.50	-9.81
2	6	-28.28	7.92	4.02	-1.12
3	11	45.59	11.18	-0.35	-7.82
4	17	-107.55	1.00	1.06	0.41
5	19	29.88	8.83	-0.08	-5.30
6	24	-33.12	2.64	1.49	0.04

【 0 0 8 8 】

40

(数値実施例 4)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径	
1	92.589	6.02	1.48749	70.2	56.00	
2		0.18			55.50	
3	97.092	2.10	1.61340	44.3	53.80	
4	43.605	9.10	1.49700	81.5	50.97	50

5	319.457	(可变)			50.29	
6	-303.457	1.20	1.83481	42.7	25.20	
7	49.483	3.29			24.32	
8	-52.899	1.20	1.63854	55.4	24.28	
9	52.899	2.97	1.84666	23.8	24.72	
10	-695.319	(可变)			25.00	
11	120.536	4.25	1.49700	81.5	25.60	
12	-53.106	0.15			25.76	
13	72.194	4.35	1.58913	61.1	25.41	
14	-48.513	1.20	1.85026	32.3	25.09	10
15	-450.107	1.00			24.86	
16(絞り)		(可变)			24.61	
17	-38.832	1.20	1.70154	41.2	23.00	
18	34.771	3.94	1.80518	25.4	23.66	
19	-201.510	(可变)			23.80	
20	-172.746	2.80	1.69680	55.5	25.20	
21	-41.775	0.15			25.57	
22	83.447	5.19	1.60311	60.6	25.75	
23	-31.810	1.25	1.84666	23.8	25.66	
24	-173.926	0.15			25.87	20
25	41.105	2.35	1.77250	49.6	25.86	
26	115.994	(可变)			25.60	
27	52.812	1.20	1.88300	40.8	24.28	
28	23.125	4.52			23.08	
29	-54.690	3.27	1.80518	25.4	23.08	
30	-27.476	2.34			23.69	
31	-25.266	1.25	1.88300	40.8	23.24	
32	105.290	0.20			25.02	
33	59.711	4.67	1.69895	30.1	25.92	
34	-61.802				26.52	30

【 0 0 8 9 】

各種データ

ズーム比 4.02

	広角	中間	望遠	
焦点距離	72.20	135.00	290.00	
Fナンバー	4.23	4.59	5.83	
半画角(度)	16.68	9.10	4.27	
像高	21.64	21.64	21.64	40
レンズ全長	183.72	213.27	237.71	
BF	53.46	54.35	61.28	
d 5	3.28	32.82	57.26	
d10	25.74	13.79	1.08	
d16	4.19	21.77	42.14	
d19	16.25	10.63	2.96	
d26	9.31	8.42	1.50	

【 0 0 9 0 】

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	134.10	17.40	-0.78	-12.21
2	6	-37.24	8.66	1.21	-5.05
3	11	55.07	10.95	1.80	-5.57
4	17	-92.00	5.14	-1.25	-4.19
5	20	34.57	11.89	3.18	-4.06
6	27	-40.12	17.45	0.98	-12.37

10

【0091】

【表1】

	数値実施例1	数値実施例2	数値実施例3	数値実施例4
レンズ群タイプ	正負正負正負	正負正負正負正	正負正負正負	正負正負正負
fw	54.35	56.90	56.00	72.20
ft	199.99	241.28	239.83	290.00
f1	114.50	100.88	109.00	134.10
f2	-32.23	-26.28	-28.28	-37.24
f3	40.40	31.04	45.59	55.07
f4	-88.40	-59.25	-107.55	-92.00
f5	32.09	34.76	29.88	34.57
f6	-39.63	-27.16	-33.12	-40.12
f7	-	70.50	-	-
fLv	-32.23	-26.28	-28.28	-37.24
fLp	40.40	31.04	45.59	55.07
fFn1	-88.40	-59.25	-107.55	-92.00
fFn2	-39.63	-27.16	-33.12	-40.12
fLp2	32.09	34.76	29.88	34.57
Dn1t	-1.41	-2.61	-5.00	-5.62
Dn2t	5.00	9.00	5.00	12.00
Dn1w	2.61	-0.25	3.81	-2.45
Dn2w	0.21	0.72	0.40	1.09
(1) $(Dn1t/fFn1)/(Dn2t/fFn2)$	-0.13	-0.13	-0.31	-0.20
(2) $ fLp2/fFn2 $	0.81	1.28	0.90	0.86
(3) $(Dn1w/fFn1)/(Dn2w/fFn2)$	5.50	-	2.94	-
(4) $(Dn1w/fFn1)/(Dn2w/fFn2)$	-	-0.16	-	-0.98
(5) $ fLv/ft $	0.16	0.11	0.12	0.13
(6) fLp/ft	0.20	0.13	0.19	0.19
(7) $ fFn1/ft $	0.44	0.25	0.45	0.32
(8) $ fFn2/ft $	0.20	0.11	0.14	0.14

20

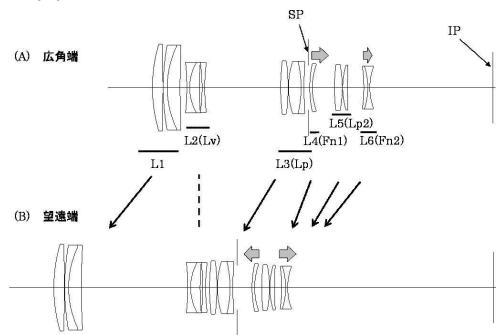
【符号の説明】

【0092】

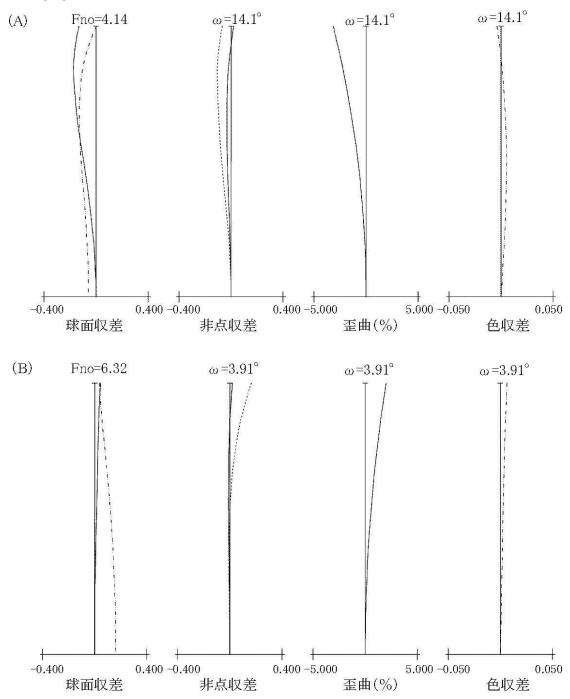
L 1 第1レンズ群	L 2 第2レンズ群	L 3 第3レンズ群
L 4 第4レンズ群	L 5 第5レンズ群	L 6 第6レンズ群
L 7 第7レンズ群	F n 1 レンズ群 F n 1	F n 2 レンズ群 F n 2
L v レンズ群 L v	L p レンズ群 L p	L p 2 レンズ群 L p 2

30

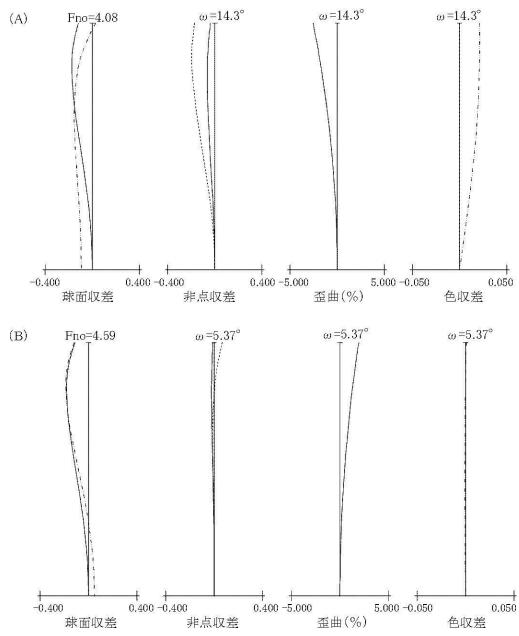
【図1】



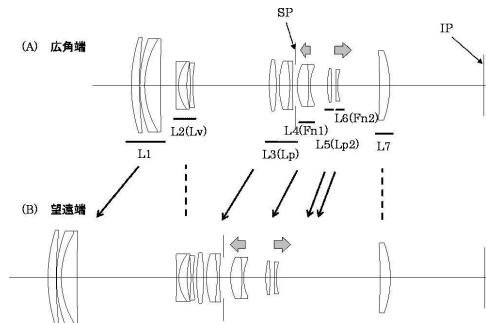
【図2】



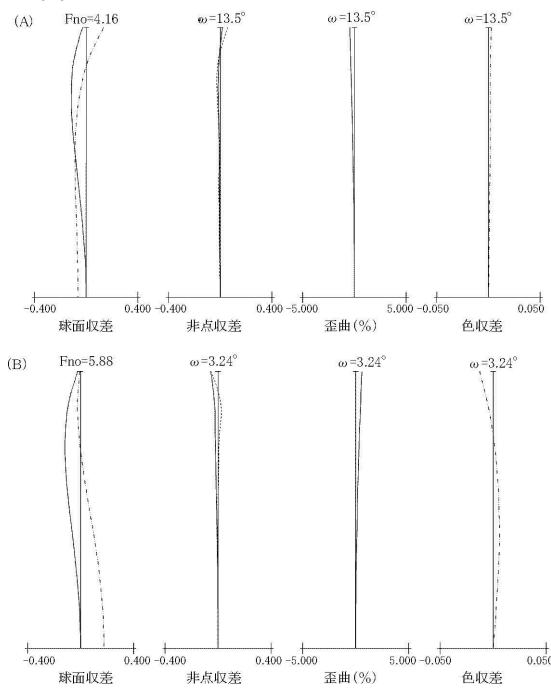
【図3】



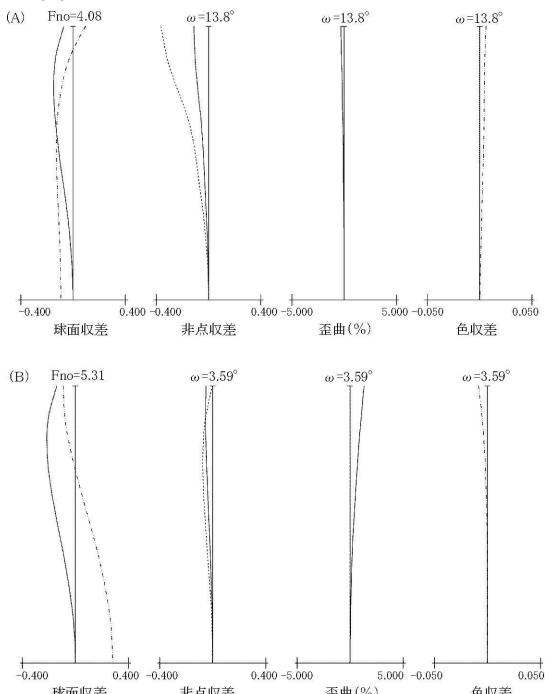
【図4】



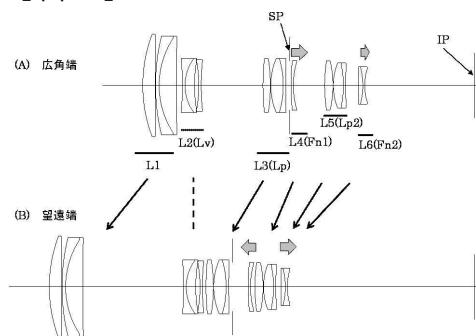
【図5】



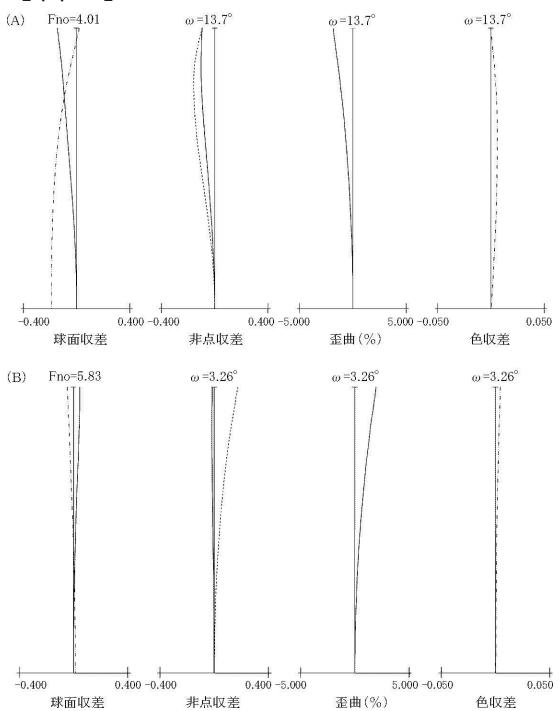
【図6】



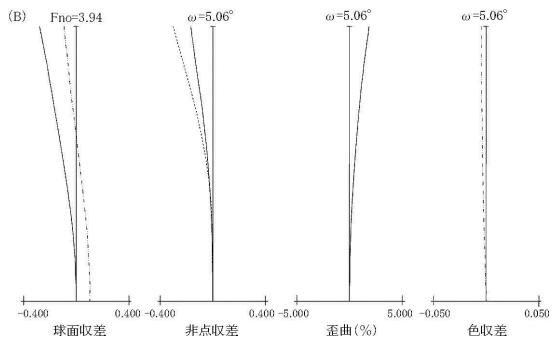
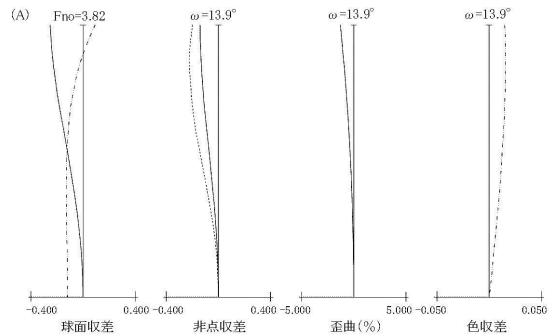
【図7】



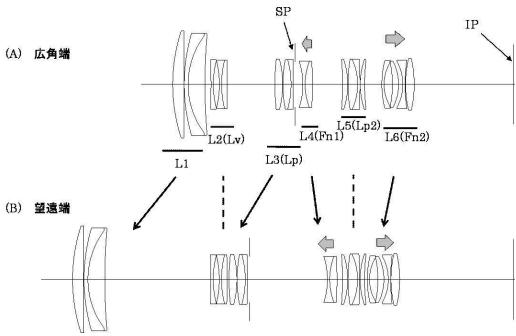
【図8】



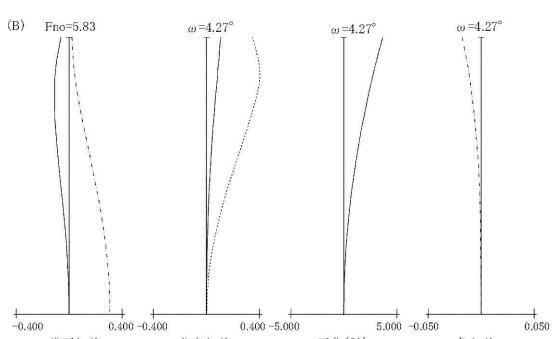
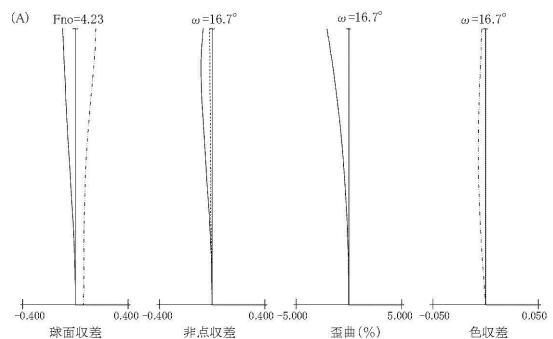
【図9】



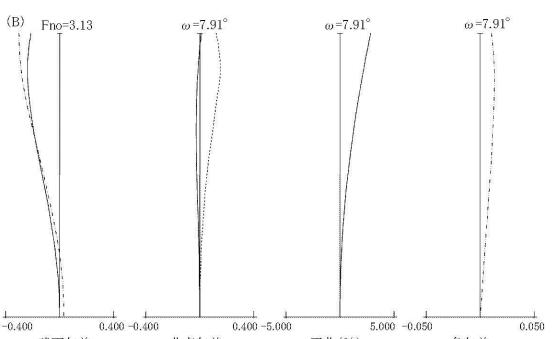
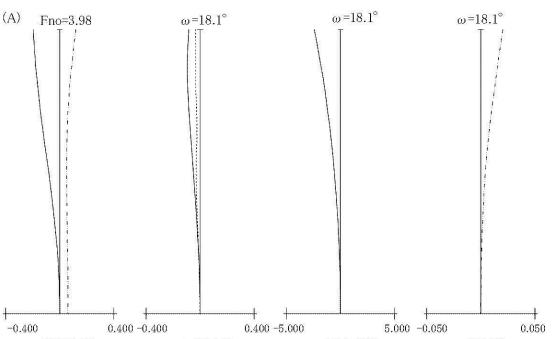
【図10】



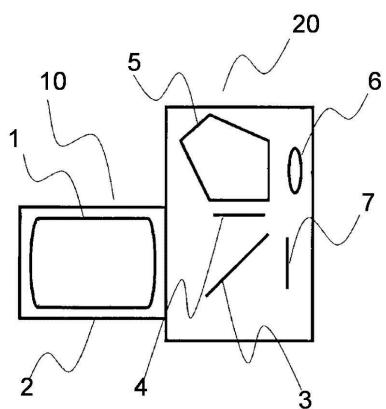
【図11】



【図12】



【図 1 3】



フロントページの続き

(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