

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5675473号
(P5675473)

(45) 発行日 平成27年2月25日(2015.2.25)

(24) 登録日 平成27年1月9日(2015.1.9)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/20 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)G02B 15/20
G02B 13/18

請求項の数 8 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2011-90964 (P2011-90964)
 (22) 出願日 平成23年4月15日 (2011.4.15)
 (65) 公開番号 特開2012-225988 (P2012-225988A)
 (43) 公開日 平成24年11月15日 (2012.11.15)
 審査請求日 平成26年4月14日 (2014.4.14)

(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 竹本 庄一
 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
 (72) 発明者 中村 智之
 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 殿岡 雅仁

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】

物体側から像側へ順に、ズーミングのためには不動の正の屈折力の第1レンズ群、ズーミングに際して移動する負の屈折力の第2レンズ群、ズーミングに際して移動する負の屈折力の第3レンズ群、ズーミングに際して移動する正の屈折力の第4レンズ群、ズーミングのためには不動の正の屈折力の第5レンズ群から構成されるズームレンズにおいて、

広角端における前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の空気間隔及び前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の空気間隔を各々 L_{2w} 、 L_{3w} 、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、広角端における前記第2レンズ群と第3レンズ群の合成焦点距離を f_{23w} 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、ズーム比を Z 、広角端からのズーム比が $Z^{0.02}$ から $Z^{0.35}$ までの広角側ズーム域における

前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の空気間隔の最小値を L_{2z1a} とするとき、

$$\begin{aligned} 1.50 &< L_{2w} / L_{2z1a} < 1.60 \\ 0.05 &< L_{2w} / L_{3w} < 0.55 \\ -1.45 &< f_1 / f_{23w} < -1.00 \end{aligned}$$

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】

望遠端における前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の空気間隔を L_{2t} とするとき、

$$0.85 < L_{2w} / L_{2t} < 1.15$$

なる条件を満足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】

全系の焦点距離 $f_z 2$ が

$$f_w \cdot Z^{0.55} < f_z 2 < f_w \cdot Z^{0.85}$$

を満足する望遠側ズーム域において、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の空気間隔の最小値を L_{2z2a} とするとき、

$$1.50 < L_{2w} / L_{2z2a} < 1000.00$$

なる条件を満足する請求項1又は2に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 とするとき、

$$-3.00 < L_{2w} / f_2 < -0.50$$

10

なる条件を満足することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

前記第2レンズ群および前記第3レンズ群の焦点距離を各々 f_2 、 f_3 とするとき、

$$0.15 < f_2 / f_3 < 0.50$$

なる条件を満足す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】

前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 とするとき、

$$3.50 < f_1 / f_4 < 4.50$$

20

なる条件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】

前記第4レンズ群の広角端と望遠端における横倍率を各々 $4w$ 、 $4t$ とするとき、

$$2.00 < 4t / 4w < 7.00$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

請求項1乃至7のいずれか1項に記載のズームレンズと前記ズームレンズによって形成された像を受光する固体撮像素子を有することを特徴とする撮像装置。

30

【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、放送用テレビカメラ、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、監視カメラ、銀塩写真用カメラ等に好適なものである。

【背景技術】**【0002】**

近年、テレビカメラ、銀塩フィルム用カメラ、デジタルカメラ、ビデオカメラ等の撮像装置には、広画角、高ズーム比でしかも高い光学性能を有したズームレンズが要望されている。広画角、高ズーム比のズームレンズとして、最も物体側に正の屈折力のレンズ群を配置した5つのレンズ群より成るポジティブリード型の5群ズームレンズが知られている。このポジティブリード型のズームレンズで、バリエータとコンペンセータの機能を持つ変倍レンズ群を3つの可動レンズ群で構成し、互いに異なった軌跡で移動した5群ズームレンズが知られている（特許文献1、2）。

40

【0003】

特許文献1、2では、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、そして結像用の正の屈折力の第5レンズ群から構成されている。そしてズーミングに際して第2、第3、第4レンズ群が移動するズームレンズが提案されている。特許文献1にはズーム比が2.5倍程度、広角端における撮影画角30度程度の5群ズームレンズが開示されている。特許文献2にはズーム比

50

5倍程度、広角端における撮影画角66度程度の5群ズームレンズが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平8-234105号公報

【特許文献2】特開平1-126614号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

5群ズームレンズにおいて、広画角化及び高ズーム比化を維持しつつ、高い光学性能を得るには変倍レンズ群としての第2、第3、第4レンズ群のズーミングの際の移動条件や第1レンズ群の屈折力等を適切に設定することが重要になってくる。この他第2、第3レンズ群の合成の屈折力、そして第3レンズ群の広角端から中間のズーム位置に至る移動軌跡等を適切に設定することが重要になってくる。これらの構成を適切に設定しないと、広画角かつ高ズーム比で全ズーム範囲にわたり高い光学性能のズームレンズを得るのが難しくなってくる。

【0006】

特許文献1、2の5群ズームレンズでは、高ズーム比化に伴い、移動レンズ群の移動量が増加し、レンズ全長が増大し、またズーミングに伴う諸収差の変動が増大する傾向があつた。

【0007】

本発明は広画角、高ズーム比でしかも全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有するズームレンズ及びそれを有する撮像装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズーミングのためには不動の正の屈折力の第1レンズ群、ズーミングに際して移動する負の屈折力の第2レンズ群、ズーミングに際して移動する負の屈折力の第3レンズ群、ズーミングに際して移動する正の屈折力の第4レンズ群、ズーミングのためには不動の正の屈折力の第5レンズ群から構成されるズームレンズにおいて、

広角端における前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の空気間隔及び前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の空気間隔を各々 L_{2w} 、 L_{3w} 、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、広角端における前記第2レンズ群と第3レンズ群の合成焦点距離を f_{23w} 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、ズーム比を Z 、広角端からのズーム比が $Z^{0.02}$ から $Z^{0.35}$ までの広角側ズーム域における

前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の空気間隔の最小値を L_{2z1a} とするとき、

$$\begin{aligned} 1.50 < L_{2w} / L_{2z1a} &< 1600.00 \\ 0.05 < L_{2w} / L_{3w} &< 0.55 \\ -14.50 < f_1 / f_{23w} &< -10.00 \end{aligned}$$

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】

【0009】

本発明によれば、広画角、高ズーム比でしかも全ズーム範囲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。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施例1のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。

【図2】(A)、(B)、(C) 実施例1の広角端、焦点距離100mm、望遠端における収差図である。

【図3】実施例2のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。

10

20

30

40

50

【図4】(A)、(B)、(C) 実施例2の広角端、焦点距離85mm、望遠端における収差図である。

【図5】実施例3のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。

【図6】(A)、(B)、(C) 実施例3の広角端、焦点距離75mm、望遠端における収差図である。

【図7】実施例4のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。

【図8】(A)、(B)、(C) 実施例4の広角端、焦点距離90mm、望遠端における収差図である。

【図9】実施例5のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。

【図10】(A)、(B)、(C) 実施例5の広角端、焦点距離100mm、望遠端における収差図である。 10

【図11】実施例6のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。

【図12】(A)、(B)、(C) 実施例6の広角端、焦点距離80mm、望遠端における収差図である。

【図13】(A)、(B) 本発明のズームレンズの模式図と、4群ズームレンズの模式図である。

【図14】本発明の撮像装置の要部概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下に本発明の実施の形態を添付の図面に基づいて詳細に説明する。本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズーミングのためには不動の正の屈折力の第1レンズ群、変倍用の負の屈折力の第2レンズ群、変倍用の負の屈折力の第3レンズ群、変倍に伴う像面変動を補正する正の屈折力の第4レンズ群を有する。更にズーミングのためには不動の正の屈折力の第5レンズ群から構成されている。図1は、本発明の実施例1としての数値実施例1の広角端(短焦点距離)で、無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図2(A)、(B)、(C)は、数値実施例1の広角端、 $f = 100\text{ mm}$ 、望遠端(長焦点距離端)における無限遠物体に合焦しているときの縦収差図である。 20

【0012】

図3は、本発明の実施例2としての数値実施例2の広角端で、無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図4(A)、(B)、(C)は、数値実施例2の広角端、 $f = 85\text{ mm}$ 、望遠端における無限遠物体に合焦しているときの縦収差図である。図5は、本発明の実施例3としての数値実施例3の広角端で、無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図6(A)、(B)、(C)は、数値実施例3の広角端、 $f = 75\text{ mm}$ 、望遠端における無限遠物体に合焦しているときの縦収差図である。 30

【0013】

図7は、本発明の実施例4としての数値実施例4の広角端で、無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図8(A)、(B)、(C)は、数値実施例4の広角端、 $f = 90\text{ mm}$ 、望遠端における無限遠物体に合焦しているときの縦収差図である。図9は、本発明の実施例5としての数値実施例5の広角端、無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図10(A)、(B)、(C)は、数値実施例5の広角端、 $f = 100\text{ mm}$ 、望遠端における無限遠状態における縦収差図である。 40

【0014】

図11は、本発明の実施例6としての数値実施例6の広角端で、無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図12(A)、(B)、(C)は、数値実施例6の広角端、 $f = 80\text{ mm}$ 、望遠端における無限遠物体に合焦しているときの縦収差図である。

【0015】

図13(A)、(B)は本発明のズームレンズの模式図と、4群ズームレンズの近軸屈折力配置の模式図である。各レンズ断面図において、左方が被写体(物体)側(前方)で、右方が像側(後方)である。U1はズーミングのためには不動の正の屈折力の第1レンズ群である。U2は変倍用の負の屈折力の第2レンズ群(バリエータ)であり、光軸上を像面 50

側へ直線的に移動させることにより、広角端から望遠端への変倍を行っている。U3は変倍用の負の屈折力の第3レンズ群(バリエータ)であり、広角端から望遠端にかけて、光軸上を非直線的に移動する。

【0016】

U4は正の屈折力の第4レンズ群(コンペンセータ)であり、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を非直線的に移動する。SPは開口絞り、U5はズーミングのために不動の結像作用を有する正の屈折力の第5レンズ群(リレー群)である。第5レンズ群U5内には、焦点距離変換用のコンバータ(エクステンダ)等が装着されても良い。DGは色分解プリズムや光学フィルタ-等であり、同図ではガラスブロックとして示している。IPは像面であり、固体撮像素子の撮像面に相当している。

10

【0017】

各収差図において、球面収差における実線と破線は各々e線,g線である。非点収差における実線と一点鎖線は各々サジタル像面、メリディオナル像面であり、倍率色収差はg線によって表している。は近軸での半画角、FnōはFナンバーである。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。

【0018】

各実施例のズームレンズは、広角端における各レンズ群の屈折力配置及び第2レンズ群、第3レンズ群のズーミングに際しての移動軌跡を規定することにより、全系の小型軽量化と、収差補正を効果的に行っている。

20

【0019】

具体的には、広角端における第2レンズ群U2と第3レンズ群U3の空気間隔及び第3レンズ群U3と第4レンズ群U4の空気間隔を各々L2w、L3wとする。第1レンズ群U1の焦点距離をf1、広角端における第2レンズ群U2と第3レンズ群U3の合成焦点距離をf23wとする。広角端における全系の焦点距離をfw、ズーム比をZとする。広角側ズーム域z1での全系の焦点距離fz1を

$$fw \cdot Z^{0.02} < fz1 < fw \cdot Z^{0.35} \quad \dots (a1)$$

とする。別の言い方をすれば、この広角側ズーム域z1は、広角端からの変倍比がZ^{0.02}からZ^{0.35}までの間のズーム領域(ズーム範囲、変倍範囲)ということができる。また、上記のfz1をfw·Z^{Z-1}と言い換えれば、上記の条件式(a1)は、

$$0.02 < z1 < 0.35 \quad \dots (a1-1)$$

と言い換えることができる。

30

【0020】

このようにして定義される広角側ズーム域z1における第2レンズ群U2と第3レンズ群U3の空気間隔の最小値をL2z1aとする。このとき、

$$1.50 < L2w / L2z1a < 1600.00 \quad \dots (1)$$

$$0.05 < L2w / L3w < 0.55 \quad \dots (2)$$

$$-14.50 < f1 / f23w < -10.00 \quad \dots (3)$$

なる条件式を満足している。各実施例において、ズーミングに際しての各レンズ群の移動軌跡を図13(A)、(B)を用いて説明する。

40

【0021】

図13(A)に示す本発明の5群ズームレンズの各レンズ群と図13(B)に示す4群ズームレンズの各レンズ群との対比を明確にするために、図13(A)では各レンズ断面図と同様に第1レンズ群乃至第5レンズ群をU1乃至U5と表示している。図13(B)では第1レンズ群乃至第4レンズ群をU1B乃至U4Bと表示している。各実施例のズームレンズでは、図13(A)に示すように物体側から像側へ順に第1～第5レンズ群より構成されている。

【0022】

具体的には正の屈折力の第1レンズ群U1、変倍用の負の屈折力の第2レンズ群U2、負の屈折力の第3レンズ群U3、変倍に伴う像面変動を補正する正の屈折力の第4レンズ

50

群U4、結像のための正の屈折力の第5レンズ群U5より構成されている。4群ズームレンズでは、図13(B)に示すように、広角側(WIDE)で倍率を大きくするためにズーミングに際して第2レンズ群U2Bを像側に大きく移動させていた。これによりズーミングに際して第1レンズ群U1Bと第2レンズ群U2Bの間隔が増大するため、第1レンズ群U1Bの軸外光線の入射高さが増大する。

【0023】

上記理由により、第1レンズ群U1Bの軸外光線の入射高さは、広角端から少し望遠側に入ったズームポジションfMにおいて最も高くなり、第1レンズ群U1Bの有効径が決定される。また、4群ズームレンズにおいては、ズーミングに際して第3レンズ群U3Bの移動軌跡は変倍に伴う像点補正のために一意的に決定される。具体的には、第2レンズ群U2Bが図13(B)に示すように直線的に移動する場合、第3レンズ群U3Bは広角端から望遠端へ変倍するに従って物体側へ非直線的に移動するように軌跡が決定される。10

【0024】

一方、各実施例における5群ズームレンズでは、図13(A)に示すように変倍レンズ群が3つの可動レンズ群で構成されている場合、第4レンズ群U4で像点補正を行う構成にすれば、第3レンズ群U3の移動軌跡は任意に設定することができる。

【0025】

各実施例のズームレンズにおいては、図13(A)に図示の広角側の条件式(a1)で規定するズーム域z1において第3レンズ群U3が広角端より物体側に移動する軌跡で構成されている。第3レンズ群U3がより物体側に移動することにより焦点距離を望遠側にシフトする効果が得られる。それにより、広角側のズーム域z1で、ズーミングにおける第2レンズ群U2の移動量を低減している。各実施例では広角側のズーム域z1のうちのズーム位置z1aにおいて第2レンズ群U2と第3レンズ群U3との空気間隔が最小値の空気間隔L2z1aをとる構成としている。条件式(1)は広角端における第2レンズ群U2と第3レンズ群U3の空気間隔L2wに対する空気間隔L2z1aとの比に関する。20

【0026】

条件式(1)の上限を上回ると、広角側のズーム域z1において第1レンズ群U1へ入射する軸外光線の光線高さを下げる効果が小さく、第1レンズ群U1の小型軽量化の効果が少なくなる。条件式(1)の下限値を下回ると、広角側のズーム域で第2レンズ群U2と第3レンズ群U3との空気間隔が小さくなりすぎるため、高速でレンズ群を駆動する場合にレンズ群同士が干渉する可能性があり、製造上、良くない。ここで、広角側のズーム域z1とは、条件式(a1)で示すように、ズーム比をZとするとき、広角端よりズーム比がZ^{0.02}からZ^{0.35}の範囲であるズーム域を指す。30

【0027】

以上のように、ズーミングに際して広角側における第3レンズ群U3の移動軌跡を適切に規定することで、ズームポジションfMにおける第1レンズ群U1へ入射する軸外光線の光線高さが減少し、第1レンズ群U1の有効径を小さくすることが容易となる。また、第1レンズ群U1の有効径の縮小に伴い、必然的にレンズ厚も薄くなる為、レンズ質量に支配的な第1レンズ群U1の小型軽量化が容易となる。

【0028】

条件式(2)は広角端における第2レンズ群U2と第3レンズ群U3の空気間隔L2wに対する広角端における第3レンズ群U3と第4レンズ群U4の空気間隔L3wの比に関する。条件式(2)を満足することで、広角端の焦点距離を広角側へシフトする効果が容易に得られるため、更なる広画角化と高ズーム比化が容易になる。40

【0029】

条件式(2)の上限を超えると、広角側において第2レンズ群U2と第3レンズ群U3の合成焦点距離が小さくなりすぎるため、第1レンズ群U1での軸外光線の入射位置高さが高くなってしまい、レンズ径が増大してくる。条件式(2)の下限値を下回ると、広角側のズーム域z1における第2レンズ群U2の移動量が増大し、第1レンズ群U1へ入射する軸外光線の光線高さを下げる効果が小さくなるため、第1レンズ群U1の小型軽量化が困50

難となる。

【0030】

条件式(3)は、第1レンズ群U1の焦点距離f1に対する広角端における第2レンズ群U2と第3レンズ群U3の合成焦点距離f23wの比に関する。条件式(3)を満足することで、主に高ズーム比化と第1レンズ群U1の小型軽量化を図っている。条件式(3)の上限を上回ると、広角端での第2レンズ群U2と第3レンズ群U3の合成焦点距離が第1レンズ群U1の焦点距離に比べ相対的に短くなりすぎる。この結果、第1レンズ群U1での軸外光線の入射位置の高さが高くなるため、レンズ径が増大してくる。条件式(3)の下限値を下回ると、広角端での第2レンズ群U2と第3レンズ群U3の合成焦点距離が第1レンズ群U1の焦点距離に比べ相対的に長くなりすぎ、ズーム比を大きくするのが難しい近軸配置となるため、高ズーム比化と全系の小型化が困難となる。更に好ましくは条件式(1)乃至(3)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。
10

【0031】

$$\begin{aligned} 2.0 < L_{2w} / L_{2z1a} &< 1200.00 & \cdots (1a) \\ 0.07 < L_{2w} / L_{3w} &< 0.54 & \cdots (2a) \\ -14.20 < f_1 / f_{23w} &< -10.20 & \cdots (3a) \end{aligned}$$

以上のように各レンズ群の屈折力配置や変倍用の移動レンズ群の移動軌跡等を適切に規定することで、ズーム比70倍以上の高ズーム比化と、広角端での撮影画角60°以上の広角化を図ったズームレンズを得ている。各実施例において更に好ましくは次の諸条件のうち1以上を満足するのが良い。第2レンズ群U2と第3レンズ群U3の望遠端における空気間隔をL2tとする。
20

【0032】

全系の焦点距離fz2が

$$f_w \cdot Z^{0.55} < f_{z2} < f_w \cdot Z^{0.85} \quad \cdots (a2)$$

を満足するズーム領域(ズーム範囲、変倍範囲)を望遠側ズーム域z2とする。この望遠側ズーム域z2は、広角端からの変倍比がZ^{0.55}からZ^{0.85}までの間のズーム領域(ズーム範囲、変倍範囲)ということができる。また、上記のfz2をf_w · Z^{z2}と言い換えれば、上記の条件式(a2)は、

$$0.55 < z_2 < 0.85 \quad \cdots (a2-1)$$

と言い換えることができる。このようにして定義される望遠側ズーム域における第2レンズ群と第3レンズ群の空気間隔の最小値をL2z2aとする。
30

【0033】

更に、第2レンズ群U2、第3レンズ群U3、第4レンズ群U4の焦点距離をf2、f3、f4とし、第4レンズ群U4の広角端と望遠端における横倍率を各々4w、4tとする。

【0034】

このとき、

$$\begin{aligned} 0.85 < L_{2w} / L_{2t} &< 11.50 & \cdots (4) \\ 1.50 < L_{2w} / L_{2z2a} &< 1000.00 & \cdots (5) \\ -3.00 < L_{2w} / f_2 &< -0.50 & \cdots (6) \\ 0.15 < f_2 / f_3 &< 0.50 & \cdots (7) \\ 3.50 < f_1 / f_4 &< 4.50 & \cdots (8) \\ 2.00 < 4t / 4w &< 7.00 & \cdots (9) \end{aligned}$$

なる条件のうち1以上を満足するのが良い。

【0035】

条件式(4)は、広角端における第2レンズ群U2と第3レンズ群U3の空気間隔L2wと、望遠端における第2レンズ群U2と第3レンズ群U3の空気間隔L2tとの比に関する。各実施例のズームレンズにおいて、図13(A)に示すように、広角端で第2レンズ群U2と第3レンズ群U3の空気間隔L2wを広げている。これにより広角端で第2レンズ群U2と第3レンズ群U3の合成焦点距離が短くなり、広角端の焦点距離をより広角側
40

ヘシフトすることが容易となる。更に、望遠端でも第2レンズ群U2と第3レンズ群U3の空気間隔を適切に規定することで、望遠端の焦点距離が広角側へシフトすることを抑制することが容易となる。つまり、第2レンズ群U2と第3レンズ群U3の広角端と望遠端での空気間隔を適切に規定することで変倍に必要な移動距離を短くすることが可能となる。

【0036】

各実施例のズームレンズでは、この空気間隔の比が条件式(4)を満足するように設定して、レンズ全長を効果的に短縮している。条件式(4)の上限を上回ると、広角側での第2レンズ群U2と第3レンズ群U3の合成焦点距離が長くなりすぎるため、第1レンズ群U1へ入射する軸外光線の光線高さが高くなり、レンズ径が増大してくる。条件式(4)の下限値を下回ると、望遠端での焦点距離が広角側へシフトするため、所望のズーム比を得るために必要な移動レンズ群の移動量が大きくなってしまい、レンズ全長が増大してくる。10

【0037】

条件式(5)は、広角端における第2レンズ群U2と第3レンズ群U3の空気間隔L2wと、望遠側の条件式(a2)で規定する望遠側ズーム域z2における、第2レンズ群U2と第3レンズ群U3との空気間隔の最小値L2z2aとの比に関する。条件式(5)を満足することで、移動レンズ群の中でもレンズ質量が大きい第4レンズ群U4の軽量化を容易にしている。

【0038】

条件式(5)の上限を上回ると、望遠側の望遠側ズーム域z2で第2レンズ群U2と第3レンズ群U3との空気間隔が小さくなりすぎるため、高速でレンズ群を駆動する場合にレンズ同士が干渉する場合があり、製造上良くない。条件式(5)の下限値を下回ると、望遠側のズーム域z2において、第4レンズ群U4の移動量が増大し、望遠側のズーム域z2において第4レンズ群U4が開口絞りSPから離れてしまうため、第4レンズ群U4のレンズ径が大きくなってしまう。20

【0039】

条件式(6)は第2レンズ群U2の焦点距離f2と広角端での第2レンズ群U2と第3レンズ群U3の空気間隔L2wとの比に関する。条件式(6)を満足することで、第1レンズ群U1の小型軽量化とズーミングによる収差変動を抑制している。条件式(6)の上限を上回ると、広角端での第2レンズ群U2と第3レンズ群U3の間隔が相対的に狭くなり、第1レンズ群U1の小型軽量化とレンズ全長の短縮化が難しくなる。条件式(6)の下限値を下回ると、第2レンズ群U2の焦点距離が相対的に短くなり、ズーミングによる収差変動の抑制が困難となる。30

【0040】

条件式(7)は、第2レンズ群U2の焦点距離f2と第3レンズ群U3の焦点距離f3の比に関する。条件式(7)を満足することで、第1レンズ群U1の小型軽量化と収差変動の抑制を図っている。条件式(7)の上限を上回ると、第3レンズ群U3の焦点距離が相対的に短くなりすぎ（負の焦点距離の絶対値が小さくなりすぎ）、主な変倍レンズ群である第2レンズ群U2の移動量が増大してしまうため、高ズーム比化とレンズ全長の短縮化が困難となる。条件式(7)の下限値を下回ると、第3レンズ群U3の焦点距離が相対的に長くなり（負の焦点距離の絶対値が大きくなりすぎ）、第1レンズ群U1への軸外光線の入射高さを下げるために必要な移動量が大きくなる。このため、移動による球面収差やコマ収差の変動を抑制することが困難となる。40

【0041】

条件式(8)は、第1レンズ群U1の焦点距離f1と第4レンズ群U4の焦点距離f4との比に関する。条件式(8)を満足することで、第1レンズ群U1の小型軽量化とズーミングに際しての収差変動の抑制を図っている。条件式(8)の上限を上回ると、第4レンズ群U4の焦点距離が第1レンズ群U1の焦点距離に対し相対的に短くなりすぎ、ズーミングに際して球面収差の変動が増大してくる。条件式(8)の下限値を下回ると、第1レンズ群U1の焦点距離が第4レンズ群U4の焦点距離に対し相対的に短くなりすぎ、第1レン50

ズ群U1へ入射する軸外光線の光線高さを抑制するのが難しくなり、レンズ径が増大してくる。

【0042】

条件式(9)は、第4レンズ群U4の広角端における横倍率 $4w$ と、第4レンズ群U4の望遠端における横倍率 $4t$ との比に関する。条件式(9)を満足することで、ズーム比が70倍を超えるような高ズーム比のズームレンズと、望遠端での軸上色収差の抑制を図っている。条件式(9)の上限を上回ると、第4レンズ群U4の移動量が増大し、レンズ全長が大型化し、更に収差変動を抑制することが困難となる。条件式(9)の下限値を下回ると、第4レンズ群U4で変倍比を大きくすることが難しくなり、高ズーム比化が困難となる。

10

【0043】

第3レンズ群U3に少なくとも1面の非球面を有するのが良い。変倍に際して自由に移動することができる第3レンズ群U3に非球面を配置することで、変倍によるコマ収差等の軸外収差の変動を効果的に補正することが容易になる。更に好ましくは条件式(4)乃至条件式(9)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0044】

0.90 < L2w / L2t < 11.00	... (4a)
2.00 < L2w / L2z2a < 900.00	... (5a)
-2.80 < L2w / f2 < -0.55	... (6a)
0.16 < f2 / f3 < 0.46	... (7a)
3.70 < f1 / f4 < 4.30	... (8a)
2.50 < 4t / 4w < 6.50	... (9a)

20

以下に本発明のズームレンズの数値実施例1～6のレンズ構成の特徴を説明する。

【0045】

[実施例1]

数値実施例1に対応する実施例1におけるズーミングに際しての移動レンズ群である第2レンズ群U2、第3レンズ群U3、第4レンズ群U4について説明する。第2レンズ群U2は、数値実施例1において第11レンズ面～第15レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に、負レンズと、負レンズと正レンズがこの順に貼り合わされた接合レンズにて構成されている。第3レンズ群U3は、数値実施例1において第16レンズ面～第18レンズ面に対応し、負レンズと正レンズが、この順に貼り合わされた接合レンズより構成されている。

30

【0046】

第4レンズ群U4は、数値実施例1において第19レンズ面～第27レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に、2枚の正レンズと、負レンズと正レンズがこの順に貼り合わされた接合レンズ、正レンズにて構成されている。非球面は第11レンズ面、第20レンズ面、第26レンズ面に各々用いられており、第11レンズ面は主に広角側の歪曲収差の補正、第20レンズ面は広角側のコマ収差等の軸外収差の補正、第26レンズ面は望遠側の球面収差の補正を行っている。

【0047】

40

本実施例の各条件式の対応値を表1に示す。本数値実施例はいずれの条件式も満足しており、良好な光学性能を達成しつつ、広角端の焦点距離8.7mm、ズーム比125倍の広画角、高ズーム比ながら第1レンズ群U1の最も物体側のレンズ径が203.09mmと小型軽量化を図っている。

【0048】

[実施例2]

数値実施例2に対応する実施例2は、実施例1と同様のレンズ構成で、表1に示すようにいずれの条件式も満足しており、良好な光学性能を達成している。更に、広角端の焦点距離8.5mm、ズーム比100倍の広画角、高ズーム比ながら第1レンズ群U1の最も物体側のレンズ径が212.59mmと小型軽量化を図っている。

50

【0049】**[実施例3]**

数値実施例3に対応する実施例3は、実施例1と同様のレンズ構成で、表1に示すようにいずれの条件式も満足しており、良好な光学性能を達成している。更に、広角端の焦点距離8.4mm、ズーム比80倍の広画角、高ズーム比ながら第1レンズ群U1の最も物体側のレンズ径が210.28mmと小型軽量化を図っている。

【0050】**[実施例4]**

数値実施例4に対応する実施例4におけるズーミングに際しての移動レンズ群である第2レンズ群U2、第3レンズ群U3、第4レンズ群U4について説明する。第2レンズ群U2は、数値実施例4において第11レンズ面～第15レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に、負レンズと、負レンズと正レンズがこの順に貼り合わされた接合レンズにて構成されている。第3レンズ群U3は、数値実施例4において第16レンズ面と第17レンズ面に対応し、1つの負レンズより構成されている。第4レンズ群U4は、数値実施例4において第18レンズ面～第26レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に、2枚の正レンズと、負レンズと正レンズがこの順に貼り合わされた接合レンズ、正レンズにて構成されている。非球面は第11レンズ面、第19レンズ面、第25レンズ面に各々用いられており、第11レンズ面は主に広角側の歪曲収差の補正、第20レンズ面は広角側のコマ収差等の軸外収差の補正、第26レンズ面は望遠側の球面収差の補正を行っている。

【0051】

本実施例は、第2レンズ群U2が1つの負レンズからの構成ながら、表1に示すようにいずれの条件式も満足しており、良好な光学性能を達成している。更に、広角端の焦点距離9.5mm、ズーム比90倍の広画角、高ズーム比ながら第1レンズ群U1の最も物体側のレンズ径が190.22mmと小型軽量化を図っている。

【0052】**[実施例5]**

数値実施例5に対応する実施例5におけるズーミングに際しての移動レンズ群である第2レンズ群U2、第3レンズ群U3、第4レンズ群U4について説明する。第2レンズ群U2は、数値実施例5において第11レンズ面～第15レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に、負レンズと、負レンズと正レンズがこの順に貼り合わされた接合レンズにて構成されている。第3レンズ群U3は、数値実施例5において第16レンズ面～第18レンズ面に対応し、負レンズと正レンズが、この順に貼り合わされた接合レンズより構成されている。

【0053】

第4レンズ群U4は、数値実施例5において第19レンズ面～第27レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に、2枚の正レンズと、負レンズと正レンズがこの順に貼り合わされた接合レンズ、正レンズにて構成されている。非球面は第11レンズ面、第18レンズ面、第20レンズ面、第26レンズ面に各々用いられている。第11レンズ面は主に広角側の歪曲収差の補正、第18レンズ面は広角側のコマ収差等の軸外収差の補正、第20レンズ面は広角側のコマ収差等の軸外収差の補正、第26レンズ面は望遠側の球面収差の補正を行っている。

【0054】

本実施例は、第3レンズ群U3の最終レンズ面が非球面形状を有する構成であり、ズーム全域での収差変動を更に良好に補正している。表1に示すようにいずれの条件式も満足しており、良好な光学性能を達成している。更に、広角端の焦点距離9.0mm、ズーム比120倍の広画角、高ズーム比ながら第1レンズ群U1の最も物体側のレンズ径が200.11mmと小型軽量化を図っている。

【0055】**[実施例6]**

数値実施例6に対応する実施例6は、実施例4と同様の構成で、第2レンズ群U2が1

10

20

30

40

50

つの負レンズからの構成ながら、表1に示すようにいずれの条件式も満足しており、良好な光学性能を達成している。更に、広角端の焦点距離9.5mm、ズーム比70倍の広画角、高ズーム比ながら第1レンズ群U1の最も物体側のレンズ径が188.70mmと小型軽量化を図っている。

【0056】

図14は、本発明の実施例1～6のズームレンズを撮影光学系として用いた撮像装置(テレビカメラシステム)の要部概略図である。図14において101は実施例1～6のいずれかのズームレンズである。124はカメラである。ズームレンズ101はカメラ124に対して着脱可能となっている。125はカメラ124にズームレンズ101を装着することで構成される撮像装置である。ズームレンズ101は第1群F、変倍部LZ、結像用の第5レンズ群Rを有している。第1レンズ群Fは合焦用レンズ群が含まれている。10

【0057】

変倍部LZは変倍のために光軸上を移動する第2レンズ群と第3レンズ群と、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を移動する第4レンズ群が含まれている。SPは開口絞りである。第5レンズ群Rは光路中より挿抜可能なレンズユニットIE'、IEを有している。レンズユニットIE、IE'を切り替えることで、ズームレンズ101の全系の焦点距離範囲を変位している。114、115は各々第1群F、変倍部LZを光軸方向に駆動するヘリコイドやカム等の駆動機構である。116～118は駆動機構114、115および開口絞りSPを電動駆動するモータ(駆動手段)である。20

【0058】

119～121は、第1レンズ群Fや変倍部LZの光軸上の位置や、開口絞りSPの絞り径を検出するためのエンコーダやポテンショメータ、あるいはフォトセンサ等の検出器である。カメラ124において、109はカメラ124内の光学フィルタや色分解光学系に相当するガラスブロック、110はズームレンズ101によって形成された被写体像を受光するCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子(光電変換素子)である。また、111、122はカメラ124及びズームレンズ101の各種の駆動を制御するCPUである。20

【0059】

このように本発明のズームレンズをテレビカメラに適用することにより、高い光学性能を有する撮像装置を実現している。以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。30

【0060】

次に本発明の実施例1～6に対応する数値実施例1～6を示す。各数値実施例においてiは物体側からの面の順序を示し、riは物体側より第i番目の面の曲率半径、diは物体側より第i面と第i+1番目の間隔、ndiとdiは第i番目の光学部材の屈折率とアッベ数である。最後の3つの面はフィルタ等の硝子ブロックである。焦点距離、Fナンバー、画角は、それぞれ無限遠物体に焦点を合わせたときの半画角(度)の値を表している。BFはガラスブロックの最終面から像面までの距離である。レンズ全長は第1レンズ面から像面までの距離である。40

【0061】

尚、非球面形状は、光軸方向の座標をx、光軸と垂直方向の座標をy、基準の曲率半径をR、円錐常数をk、n次の非球面係数をAnとして、以下の式で表される。但し、「e-x」は「 $\times 10^{-x}$ 」を意味している。尚、非球面を有するレンズ面には各表中の面番号の左側に*印を付している。

【0062】

$$x = (y^2 / r) / \{ 1 + (1 - k \cdot y^2 / r^2)^{0.5} \} + A_2 \cdot y^2 + A_3 \cdot y^3 + A_4 \cdot y^4 + A_5 \cdot y^5 + A_6 \cdot y^6 + A_7 \cdot y^7 + A_8 \cdot y^8 + A_9 \cdot y^9 + A_{10} \cdot y^{10} + A_{11} \cdot y^{11} + A_{12} \cdot y^{12}$$

各実施例と前述した各条件式との対応を表1に示す。50

【 0 0 6 3 】

(数値実施例 1)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径	
1	7000.000	6.00	1.83400	37.2	203.09	10
2	357.549	1.96			192.96	
3	356.531	24.92	1.43387	95.1	193.26	
4	-605.435	26.02			193.79	
5	372.742	19.72	1.43387	95.1	196.72	
6	-1461.432	0.25			196.33	
7	232.326	19.14	1.43387	95.1	190.68	
8	1031.534	1.20			189.38	
9	206.041	12.86	1.49700	81.5	179.92	
10	387.144	(可変)			178.17	
11*	5024.881	2.20	2.00330	28.3	52.56	
12	48.879	9.90			46.05	
13	-88.090	1.40	1.88300	40.8	45.32	
14	61.315	7.10	1.95906	17.5	44.85	20
15	-290.607	(可変)			44.68	
16	-111.199	1.40	1.83400	37.2	36.72	
17	62.286	4.26	1.92286	18.9	38.45	
18	252.468	(可変)			38.92	
19	210.433	12.69	1.60311	60.6	80.97	
20*	-144.212	0.50			81.82	
21	105.583	14.39	1.49700	81.5	83.44	
22	-276.431	0.20			82.89	
23	105.463	2.50	1.84666	23.8	77.74	
24	55.594	18.69	1.43875	94.9	72.46	
25	-733.979	0.41			70.93	
26*	446.666	5.73	1.49700	81.5	69.40	
27	-441.678	(可変)			68.15	
28(絞り)		2.02			35.84	
29	-334.752	1.40	1.88300	40.8	34.64	
30	78.766	3.63	1.84666	23.8	33.44	
31	-1049.387	3.76			32.89	
32	-98.560	1.85	1.81600	46.6	31.14	
33	75.729	0.15			30.25	
34	37.018	3.73	1.80809	22.8	30.21	40
35	85.092	3.70			29.49	
36	-123.596	1.58	1.88300	40.8	28.79	
37	82.080	9.99			28.36	
38		16.91	1.59201	67.0	29.15	
39		6.21			30.11	
40	-101.163	5.88	1.54814	45.8	30.57	
41	-44.989	3.12			31.28	
42	-213.142	3.07	1.88300	40.8	30.47	
43	35.976	9.93	1.51742	52.4	30.40	
44	-41.094	0.20			31.16	50

45	84.114	7.32	1.43875	94.9	30.75
46	-29.006	2.50	1.88300	40.8	30.47
47	-129.349	1.18			31.41
48	168.024	6.45	1.54814	45.8	31.66
49	-38.960	14.45			31.63
50		33.00	1.60859	46.4	60.00
51		13.20	1.51633	64.2	60.00
52		10.00			60.00

像面

10

【 0 0 6 4 】

非球面データ

第11面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.99513e-007 A 6= 5.77528e-011 A 8=-7.16919e-013 A10= 1.49059e-015 A12=-1.07142e-018

第20面

K = -1.70392e+001 A 4=-3.56784e-007 A 6= 2.16965e-010 A 8=-8.22372e-014 A10= 2.58987e-017 A12=-3.98128e-021

20

第26面

K = 1.15185e+002 A 4= 3.26764e-008 A 6=-1.57529e-010 A 8=-5.57145e-014 A10= 9.28720e-017 A12=-5.21195e-020

各種データ

ズーム比	125.00				
		広角	中間	望遠	
焦点距離	8.70	100.00	1087.50		
Fナンバー	1.85	1.85	5.65		
画角	32.30	3.15	0.29		30
像高	5.50	5.50	5.50		
レンズ全長	650.33	650.33	650.33		
BF	10.00	10.00	10.00		
d10	2.79	155.37	197.63		
d15	38.26	8.55	20.90		
d18	247.59	100.25	1.99		
d27	3.00	27.46	71.12		
入射瞳位置	131.60	1055.10	12251.49		40
射出瞳位置	203.13	203.13	203.13		
前側主点位置	140.69	1206.87	19462.61		
後側主点位置	1.30	-90.00	-1077.50		

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	257.84	112.06	64.22	-18.92
2	11	-37.78	20.59	2.47	-12.78
3	16	-102.19	5.66	1.00	-1.94
4	19	63.84	55.11	12.61	-26.21

50

5	28	46.22	155.25	62.41	25.05
---	----	-------	--------	-------	-------

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-449.11			
2	3	519.97			
3	5	685.04			
4	7	684.43			
5	9	863.24			
6	11	-48.80			10
7	13	-40.53			
8	14	52.62			
9	16	-47.39			
10	17	87.55			
11	19	143.26			
12	21	155.22			
13	23	-140.76			
14	24	118.35			
15	26	446.49			
16	29	-71.68			20
17	30	85.81			
18	32	-51.97			
19	34	77.55			
20	36	-55.34			
21	38	0.00			
22	40	141.77			
23	42	-34.46			
24	43	38.61			
25	45	50.02			
26	46	-42.60			30
27	48	58.04			
28	50	0.00			
29	51	0.00			

【0065】

(数値実施例2)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径	40
1	7000.000	6.00	1.83400	37.2	212.59	
2	355.689	2.11			202.25	
3	358.331	26.47	1.43387	95.1	202.05	
4	-618.379	25.89			201.13	
5	356.821	20.91	1.43387	95.1	198.08	
6	-1329.433	0.25			197.67	
7	236.536	19.07	1.43387	95.1	191.67	
8	1070.694	1.20			190.36	
9	205.936	12.71	1.49700	81.5	180.55	
10	378.914	(可変)			178.79	50

11*	-2273.125	2.20	2.00330	28.3	52.25
12	49.262	9.71			45.69
13	-88.036	1.40	1.88300	40.8	44.93
14	51.969	7.67	1.95906	17.5	44.36
15	-459.266	(可変)			44.15
16	-115.354	1.40	1.83400	37.2	37.02
17	105.644	4.25	1.92286	18.9	38.49
18	952.225	(可変)			39.24
19	305.884	11.18	1.60311	60.6	74.14
20*	-140.794	0.50			75.30
21	104.878	12.66	1.59201	67.0	77.38
22	-391.835	0.20			76.74
23	118.906	2.50	1.84666	23.8	73.35
24	57.325	17.97	1.43875	94.9	68.98
25	-443.118	0.65			67.55
26*	459.962	5.39	1.60311	60.6	66.00
27	-620.084	(可変)			64.84
28(絞り)		1.30			34.21
29	-981.746	1.40	1.88300	40.8	33.44
30	52.609	4.18	1.80518	25.4	32.13
31	4947.801	4.50			31.61
32	-64.379	1.85	1.81600	46.6	30.07
33	75.378	1.22			29.69
34	36.566	4.06	1.80809	22.8	30.27
35	203.197	4.15			29.88
36	-150.964	1.58	1.88300	40.8	28.64
37	67.008	10.00			28.16
38	-125.315	1.91	1.71736	29.5	29.22
39	76.114	15.00	1.65160	58.5	29.98
40	-72.158	3.57			32.37
41	-403.126	6.45	1.54814	45.8	32.56
42	-55.387	3.12			32.79
43	-240.425	3.07	1.88300	40.8	31.44
44	41.762	7.82	1.51742	52.4	30.93
45	-80.743	0.20			31.26
46	104.922	7.21	1.49700	81.5	31.09
47	-28.804	2.50	1.83481	42.7	30.88
48	-99.435	1.18			31.59
49	188.946	5.33	1.54814	45.8	31.46
50	-47.537	14.45			31.29
51		33.00	1.60859	46.4	60.00
52		13.20	1.51633	64.2	60.00
53		10.00			60.00

像面

【 0 0 6 6 】

非球面データ

第11面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.34324e-007 A 6= 1.67264e-010 A 8=-1.08493e-012 A10= 2.02231e-015 A12=-1.34075e-018

第20面

K = -1.65695e+001 A 4=-4.04553e-007 A 6= 1.97577e-010 A 8=-6.53791e-014 A10= 2.42904e-017 A12=-5.25875e-021

第26面

K = 1.17483e+002 A 4= 3.98604e-008 A 6=-2.31833e-010 A 8= 9.49033e-014 A10= -1.43520e-017 A12=-2.00365e-020

各種データ

10

ズーム比	100.00		
	広角	中間	望遠
焦点距離	8.50	85.00	850.00
Fナンバー	1.85	1.85	4.40
画角	32.91	3.70	0.37
像高	5.50	5.50	5.50
レンズ全長	642.18	642.18	642.18
BF	10.00	10.00	10.00

d10	2.94	148.23	197.14
d15	31.49	19.01	30.00
d18	250.22	89.43	2.20
d27	3.00	30.97	58.30

入射瞳位置	132.00	922.93	9508.22
射出瞳位置	272.25	272.25	272.25
前側主点位置	140.78	1035.48	13113.12
後側主点位置	1.50	-75.00	-840.00

ズームレンズ群データ

30

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	256.86	114.60	66.15	-18.50
2	11	-35.33	20.98	2.84	-12.37
3	16	-135.64	5.65	0.30	-2.65
4	19	64.53	51.04	11.64	-23.50
5	28	49.90	152.26	62.15	19.01

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

40

1	1	-446.65
2	3	525.90
3	5	649.20
4	7	693.21
5	9	883.43
6	11	-47.64
7	13	-36.62
8	14	48.39
9	16	-65.51
10	17	126.88
11	19	160.75

50

12	21	140.59			
13	23	-131.92			
14	24	116.68			
15	26	436.96			
16	29	-56.19			
17	30	65.41			
18	32	-42.08			
19	34	54.02			
20	36	-52.08			
21	38	-65.23			10
22	39	58.98			
23	41	115.77			
24	43	-39.86			
25	44	54.14			
26	46	46.17			
27	47	-49.10			
28	49	69.49			
29	51	0.00			
30	52	0.00			

20

【 0 0 6 7 】

(数値実施例 3)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	7000.000	6.00	1.83400	37.2	210.28
2	356.263	2.27			199.45
3	362.915	25.88	1.43387	95.1	198.78
4	-584.849	24.53			197.88
5	343.102	20.81	1.43387	95.1	196.49
6	-1482.603	0.25			196.06
7	239.275	18.22	1.43387	95.1	190.15
8	996.003	1.20			188.85
9	200.376	13.52	1.49700	81.5	179.14
10	392.384	(可変)			177.39
11*	-795.547	2.20	2.00330	28.3	53.73
12	45.768	10.22			46.49
13	-96.693	1.40	1.83481	42.7	45.94
14	46.285	7.95	1.92286	18.9	45.59
15	-426.845	(可変)			45.47
16	-114.770	1.40	1.83400	37.2	40.05
17	142.140	4.27	1.92286	18.9	41.62
18	-2999.244	(可変)			42.43
19	551.909	9.86	1.60311	60.6	69.14
20*	-135.666	0.50			70.56
21	98.070	11.82	1.59201	67.0	73.34
22	-348.797	0.20			72.90
23	121.306	2.50	1.84666	23.8	70.13
24	57.540	16.24	1.43875	94.9	66.34

50

25	-815.265	1.41			65.13	
26*	425.218	6.25	1.60311	60.6	63.84	
27	-337.921	(可变)			62.80	
28(絞り)		1.69			32.73	
29	-248.272	1.40	1.88300	40.8	32.00	
30	142.418	2.90	1.92286	18.9	31.29	
31	-358.613	3.57			30.86	
32	-85.303	1.85	1.81600	46.6	29.29	
33	55.704	0.15			28.55	
34	30.377	3.47	1.80809	22.8	28.86	10
35	49.659	7.07			28.15	
36	-77.766	1.58	1.88300	40.8	27.30	
37	-2959.427	35.20			27.44	
38	-762.104	3.07	1.83400	37.2	30.60	
39	44.541	9.28	1.51742	52.4	31.01	
40	-39.572	0.20			31.78	
41	55.502	8.31	1.43875	94.9	31.33	
42	-29.886	2.50	1.88300	40.8	30.93	
43	-162.236	1.18			31.62	
44	116.223	7.77	1.54814	45.8	31.76	20
45	-45.331	14.45			31.50	
46		33.00	1.60859	46.4	60.00	
47		13.20	1.51633	64.2	60.00	
48		10.16			60.00	

像面

【 0 0 6 8 】

非球面データ

第11面

K = 0.00000e+000 A 4= 5.12010e-007 A 6= 2.85064e-010 A 8=-1.65263e-012 A10= 30
 2.88943e-015 A12=-1.75465e-018

第20面

K = -1.68786e+001 A 4=-4.69074e-007 A 6= 2.48017e-010 A 8=-1.33276e-013 A10= 8.10905e-017 A12=-2.19325e-020

第26面

K = 9.27743e+001 A 4= 6.95897e-008 A 6=-3.08870e-010 A 8= 1.12117e-013 A10= 1.45809e-017 A12=-3.25773e-020

40

各種データ

ズーム比	80.00		
	広角	中間	望遠
焦点距離	8.40	75.00	672.00
Fナンバー	1.85	1.85	3.50
画角	33.22	4.19	0.47
像高	5.50	5.50	5.50
レンズ全長	628.68	628.68	628.68
BF	10.16	10.16	10.16

50

d10	3.01	138.59	190.67
d15	37.24	30.01	39.99
d18	234.51	78.09	2.21
d27	3.00	31.07	44.88

入射瞳位置	130.82	825.33	7538.93
射出瞳位置	133.21	133.21	133.21
前側主点位置	139.80	946.05	11880.85
後側主点位置	1.76	-64.84	-661.84

10

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	250.41	112.68	64.11	-18.96
2	11	-35.06	21.77	2.17	-13.90
3	16	-158.14	5.67	-0.23	-3.20
4	19	63.76	48.78	11.81	-22.14
5	28	39.49	151.86	59.18	14.49

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
-----	----	------

1	1	-447.41
2	3	519.17
3	5	642.79
4	7	718.81
5	9	802.70
6	11	-42.72
7	13	-37.12
8	14	45.06
9	16	-75.47
10	17	145.35
11	19	180.83
12	21	130.12
13	23	-130.37
14	24	122.89
15	26	311.93
16	29	-101.73
17	30	109.41
18	32	-40.85
19	34	88.65
20	36	-89.95
21	38	-50.05
22	39	41.90
23	41	45.52
24	42	-41.62
25	44	60.22
26	46	0.00
27	47	0.00

20

30

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	7000.000	6.00	1.83400	37.2	190.22	
2	354.934	1.95			190.00	
3	353.874	25.13	1.43387	95.1	191.00	
4	-560.624	26.43			191.53	
5	411.580	18.69	1.43387	95.1	193.93	10
6	-1196.359	0.25			193.57	
7	212.195	19.09	1.43387	95.1	187.56	
8	762.349	1.20			186.24	
9	211.539	11.87	1.49700	81.5	178.03	
10	382.669	(可変)			176.35	
11*	2629.115	2.20	2.00330	28.3	48.43	
12	44.692	9.36			42.69	
13	-81.300	1.40	1.88300	40.8	42.12	
14	51.530	8.00	1.95906	17.5	42.16	
15	-188.135	(可変)			42.09	20
16	-70.796	1.70	1.43875	94.9	39.48	
17	552.855	(可変)			41.45	
18	421.445	10.64	1.60311	60.6	75.21	
19*	-141.276	0.50			76.53	
20	88.319	13.88	0.00000	67.0	79.94	
21	-404.249	0.20			79.39	
22	128.305	2.50	1.84666	23.8	75.42	
23	57.049	17.67	1.43875	94.9	70.42	
24	-534.756	0.29			69.10	
25*	404.245	5.22	1.60311	60.6	67.74	30
26	-622.350	(可変)			66.67	
27(絞り)		2.64			32.90	
28	-206.579	1.40	1.88300	40.8	31.54	
29	115.045	3.06	1.92286	18.9	30.74	
30	-312.974	5.42			30.30	
31	-73.200	1.85	1.81600	46.6	27.50	
32	51.917	1.50			26.77	
33	31.331	2.53	1.80809	22.8	27.25	
34	50.260	6.50			26.84	
35	-66.843	1.58	1.88300	40.8	26.30	40
36	-172.448	29.46			26.55	
37	-243.768	3.07	1.83400	37.2	28.33	
38	32.328	8.02	1.51742	52.4	28.92	
39	-35.001	0.20			29.38	
40	163.644	6.79	1.43875	94.9	29.52	
41	-24.919	2.50	1.88300	40.8	29.48	
42	-64.062	1.18			31.16	
43	135.605	6.56	1.54814	45.8	31.97	
44	-37.173	14.45			32.19	
45		33.00	1.60859	46.4	60.00	50

46	13.20	1.51633	64.2	60.00
47	9.98			60.00

像面

【 0 0 7 0 】

非球面データ

第11面

K = 0.00000e+000 A 4= 5.30417e-007 A 6= 1.03445e-010 A 8=-1.11094e-012 A10= 2.61286e-015 A12=-2.16029e-018

10

第19面

K = -1.58427e+001 A 4=-3.87735e-007 A 6= 1.92726e-010 A 8=-8.25735e-014 A10= 3.83843e-017 A12=-8.36552e-021

第25面

K = 8.10569e+001 A 4=-7.97052e-008 A 6=-1.95779e-010 A 8=-3.95742e-014 A10= 9.37276e-017 A12=-4.83418e-020

各種データ

ズーム比	90.00			20
	広角	中間	望遠	
焦点距離	9.30	90.00	837.00	
Fナンバー	1.85	1.85	4.40	
画角	30.60	3.50	0.38	
像高	5.50	5.50	5.50	
レンズ全長	626.70	626.70	626.70	
BF	9.98	9.98	9.98	
d10	2.65	150.20	196.77	
d15	23.00	12.56	15.01	30
d17	257.10	93.46	2.20	
d26	4.87	31.42	73.65	
入射瞳位置	129.36	925.52	8916.22	
射出瞳位置	126.20	126.20	126.20	
前側主点位置	139.40	1085.22	15780.93	
後側主点位置	0.68	-80.03	-827.01	

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	40
1	1	260.54	110.61	63.62	-18.68	
2	11	-37.94	20.96	1.50	-14.03	
3	16	-142.56	1.70	0.13	-1.05	
4	18	64.49	50.90	11.35	-23.50	
5	27	37.95	144.92	58.14	16.89	

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	50
1	1	-445.65	
2	3	502.94	

3	5	706.53			
4	7	668.98			
5	9	927.59			
6	11	-44.96			
7	13	-35.34			
8	14	42.32			
9	16	-142.56			
10	18	176.00			
11	20	122.90			
12	22	-122.11			10
13	23	118.28			
14	25	405.52			
15	28	-83.03			
16	29	90.35			
17	31	-36.79			
18	33	96.11			
19	35	-123.77			
20	37	-33.84			
21	38	33.71			
22	40	49.71			20
23	41	-47.34			
24	43	53.68			
25	45	0.00			
26	46	0.00			

【 0 0 7 1 】

(数値実施例 5)

単位 mm

面データ						30
面番号	r	d	nd	d	有効径	
1	7000.000	6.00	1.83400	37.2	200.11	
2	356.376	1.92			193.65	
3	354.498	25.09	1.43387	95.1	193.64	
4	-604.712	26.01			194.17	
5	365.238	19.93	1.43387	95.1	197.14	
6	-1528.069	0.25			196.73	
7	236.158	19.60	1.43387	95.1	191.10	
8	1240.318	1.20			189.81	
9	208.601	12.42	1.49700	81.5	179.89	40
10	381.767	(可変)			178.14	
11*	4604.939	2.20	2.00330	28.3	57.13	
12	56.758	10.61			50.54	
13	-90.754	1.40	1.78800	47.4	49.68	
14	60.346	6.37	1.95906	17.5	48.60	
15	2822.205	(可変)			48.36	
16	-77.611	1.40	1.83400	37.2	38.61	
17	76.868	4.27	1.92286	18.9	40.95	
18*	3094.419	(可変)			41.45	
19	288.163	12.15	1.60311	60.6	82.43	50

20*	-129.586	0.50			83.25	
21	88.724	15.26	1.49700	81.5	85.32	
22	-483.672	0.20			84.62	
23	111.193	2.50	1.84666	23.8	79.68	
24	57.537	19.13	1.43875	94.9	74.18	
25	-443.098	0.16			72.66	
26*	446.000	3.99	1.49700	81.5	70.88	
27	-1480.372	(可変)			69.82	
28(絞り)		1.64			36.65	
29	-961.357	1.40	1.88300	40.8	35.59	10
30	54.169	4.35	1.80518	25.4	34.11	
31	-32540.640	4.59			33.58	
32	-68.810	1.85	1.81600	46.6	31.90	
33	83.462	0.32			31.39	
34	37.894	4.29	1.80809	22.8	31.70	
35	143.041	3.78			31.14	
36	-150.325	1.58	1.88300	40.8	30.21	
37	78.201	10.00			29.74	
38	-90.545	1.91	1.71736	29.5	30.52	
39	97.481	14.91	1.65160	58.5	31.44	20
40	-74.406	3.20			34.10	
41	-403.126	6.68	1.54814	45.8	34.44	
42	-56.456	3.12			34.77	
43	-257.236	3.07	1.88300	40.8	33.48	
44	40.035	9.25	1.51742	52.4	33.00	
45	-64.123	0.20			33.48	
46	1267.155	8.18	1.49700	81.5	33.31	
47	-30.062	2.50	1.83481	42.7	33.14	
48	-88.524	1.18			34.27	
49	120.705	5.78	1.54814	45.8	34.39	30
50	-51.632	14.45			34.26	
51		33.00	1.60859	46.4	60.00	
52		13.20	1.51633	64.2	60.00	
53		15.05			60.00	

像面

【 0 0 7 2 】

非球面データ

第11面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.75251e-007 A 6= 3.10090e-010 A 8=-9.85937e-013 A10= 40
 1.36448e-015 A12=-6.91934e-019

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.04444e-007 A 6= 4.62610e-010 A 8=-1.17218e-012 A10= 40
 1.72458e-015 A12=-1.12858e-018

第20面

K = -1.34149e+001 A 4=-5.55821e-007 A 6= 2.30199e-010 A 8=-7.33321e-014 A10= 40
 1.72749e-017 A12=-2.05035e-021

第26面

K = 1.15333e+002 A 4=-2.25415e-007 A 6=-1.06849e-010 A 8=-7.70580e-014 A10=8.17951e-017 A12=-4.81179e-020

各種データ

ズーム比	120.00				
	広角	中間	望遠		
焦点距離	9.00	100.00	1080.00		
Fナンバー	1.85	1.85	5.60		
画角	31.43	3.15	0.29	10	
像高	5.50	5.50	5.50		
レンズ全長	651.95	651.95	651.95		
BF	15.05	15.05	15.05		
d10	2.78	151.02	192.71		
d15	53.98	12.08	5.00		
d18	230.13	98.26	1.98		
d27	3.00	28.53	90.20		
入射瞳位置	137.18	1014.67	11559.15	20	
射出瞳位置	326.98	326.98	326.98		
前側主点位置	146.44	1146.73	16378.42		
後側主点位置	6.05	-84.95	-1064.95		

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	257.79	112.41	64.51	-18.88	
2	11	-40.33	20.58	3.67	-11.57	
3	16	-101.22	5.67	-0.00	-2.97	
4	19	65.57	53.89	11.49	-26.02	30
5	28	54.09	154.45	66.09	28.96	

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離			
1	1	-447.56			
2	3	517.91			
3	5	679.89			
4	7	666.69			
5	9	901.13			
6	11	-56.82			
7	13	-45.58			
8	14	63.38			
9	16	-45.82			
10	17	84.31			
11	19	149.27			
12	21	151.75			
13	23	-142.51			
14	24	117.14			
15	26	688.08			
16	29	-57.70			50

17	30	66.55			
18	32	-45.73			
19	34	62.00			
20	36	-57.73			
21	38	-64.64			
22	39	66.79			
23	41	118.34			
24	43	-38.82			
25	44	48.90			
26	46	59.04			10
27	47	-55.30			
28	49	66.42			
29	51	0.00			
30	52	0.00			

【 0 0 7 3 】

(数値実施例 6)

単位 mm

20

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径	
1	7000.000	6.00	1.83400	37.2	188.70	
2	364.040	1.51			188.48	
3	350.866	25.54	1.43387	95.1	189.44	
4	-519.819	25.35			189.92	
5	490.733	17.92	1.43387	95.1	190.96	
6	-855.009	0.25			190.62	
7	205.350	16.97	1.43387	95.1	183.83	
8	543.579	1.20			182.45	30
9	197.656	12.82	1.49700	81.5	175.15	
10	373.593	(可変)			173.43	
11*	-1586.096	2.20	2.00330	28.3	52.04	
12	47.555	10.91			45.77	
13	-68.039	1.40	1.88300	40.8	45.22	
14	57.622	7.73	1.95906	17.5	46.20	
15	-163.533	(可変)			46.27	
16	-85.736	1.70	1.43875	94.9	40.00	
17	-3294.065	(可変)			41.60	
18	395.258	10.66	1.60311	60.6	71.10	40
19*	-132.287	0.50			72.33	
20	85.476	12.68	1.59201	67.0	74.51	
21	-464.841	0.20			73.83	
22	116.971	2.50	1.84666	23.8	70.15	
23	53.812	15.49	1.43875	94.9	65.46	
24	6560.382	0.95			64.00	
25*	308.808	4.92	1.60311	60.6	62.88	
26	-1604.987	(可変)			61.77	
27(絞り)		0.85			34.64	
28	235.250	1.40	1.88300	40.8	33.75	50

29	80.496	3.57	1.92286	18.9	32.78	
30	836.152	5.34			31.99	
31	-84.028	1.85	1.81600	46.6	29.06	
32	73.063	0.19			28.08	
33	26.566	2.68	1.80809	22.8	27.87	
34	31.528	5.90			26.87	
35	-115.361	1.58	1.88300	40.8	26.26	
36	153.852	31.99			26.14	
37	-258.335	3.07	1.83400	37.2	28.39	
38	29.722	8.36	1.51742	52.4	29.04	10
39	-38.281	0.20			29.62	
40	157.674	6.69	1.43875	94.9	30.14	
41	-27.270	2.50	1.88300	40.8	30.18	
42	-67.370	1.18			31.86	
43	112.278	6.90	1.54814	45.8	32.67	
44	-37.696	14.45			32.70	
45		33.00	1.60859	46.4	60.00	
46		13.20	1.51633	64.2	60.00	
47		11.38			60.00	
像面						20

【 0 0 7 4 】

非球面データ

第11面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.37115e-007 A 6= 1.06216e-010 A 8=-8.78096e-013 A10= 1.67797e-015 A12=-1.10768e-018

第19面

K = -1.29980e+001 A 4=-4.39306e-007 A 6= 1.81695e-010 A 8=-8.89472e-014 A10= 4.73968e-017 A12=-1.13684e-020

30

第25面

K = 1.73345e+001 A 4=-2.24032e-008 A 6=-1.62677e-010 A 8=-3.43521e-014 A10= 9.97369e-017 A12=-4.51601e-020

各種データ

ズーム比	70.00			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	9.30	80.00	651.00	
Fナンバー	1.85	1.85	3.45	40
画角	30.60	3.93	0.48	
像高	5.50	5.50	5.50	
レンズ全長	608.09	608.09	608.09	
BF	11.38	11.38	11.38	
d10	2.96	139.03	191.62	
d15	91.94	23.15	29.46	
d17	174.48	82.58	2.21	
d26	3.00	27.63	49.10	

50

入射瞳位置	131.23	799.77	6236.46
射出瞳位置	130.04	130.04	130.04
前側主点位置	141.25	933.70	10459.13
後側主点位置	2.08	-68.61	-639.62

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	256.08	107.56	60.40	-19.70	
2	11	-35.86	22.24	2.12	-14.71	
3	16	-200.16	1.70	-0.03	-1.21	10
4	18	64.70	47.90	9.40	-23.02	
5	27	40.51	144.91	62.65	15.38	

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	
1	1	-457.71	
2	3	485.92	
3	5	719.72	
4	7	747.38	
5	9	822.09	20
6	11	-45.61	
7	13	-34.95	
8	14	44.61	
9	16	-200.16	
10	18	164.95	
11	20	122.58	
12	22	-118.72	
13	23	123.26	
14	25	428.14	
15	28	-138.37	30
16	29	95.12	
17	31	-47.40	
18	33	166.37	
19	35	-74.03	
20	37	-31.60	
21	38	33.60	
22	40	53.45	
23	41	-53.14	
24	43	52.07	
25	45	0.00	40
26	46	0.00	

【 0 0 7 5 】

【表1】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
Z	125.00	100.00	80.00	90.00	120.00	70.00
f _w	8.70	8.50	8.40	9.30	9.00	9.30
z _{1a} 倍率	1.43	1.34	1.39	1.25	1.37	1.54
z _{2a} 倍率	21.87	32.80	33.57	27.19	20.82	27.74
L _{2z1a}	1.55	1.74	1.44	2.05	21.67	0.10
L _{2z2a}	2.26	2.60	8.77	2.28	4.76	0.14
f ₁	257.85	256.66	247.75	260.54	257.81	256.08
f ₂	-37.79	-35.27	-33.56	-37.94	-40.40	-35.86
f ₃	-102.17	-135.95	-170.09	-142.56	-101.05	-200.16
f ₄	63.84	64.68	64.40	64.49	65.51	64.70
L _{2w}	38.24	31.10	37.52	23.00	53.99	91.94
L _{2t}	20.75	30.00	39.64	15.01	4.99	29.46
L _{3w}	247.59	250.12	231.52	257.10	230.12	174.48
f _{23w}	-20.11	-22.31	-22.48	-24.85	-19.71	-20.95
β_{4W}	-0.26	-0.26	-0.27	-0.25	-0.28	-0.31
β_{4T}	-1.33	-1.11	-0.91	-1.32	-1.61	-1.03
条件式(1) L _{2w} /L _{2z1a}	24.65	17.83	26.03	11.21	2.49	919.44
条件式(2) L _{2w} /L _{3w}	0.15	0.12	0.16	0.09	0.23	0.53
条件式(3) f ₁ /f _{23w}	-12.82	-11.50	-11.02	-10.48	-13.08	-12.22
条件式(4) L _{2w} /L _{2t}	1.84	1.04	0.95	1.53	10.82	3.12
条件式(5) L _{2w} /L _{2z2a}	16.93	11.98	4.28	10.10	11.33	675.07
条件式(6) L _{2w} /f ₂	-1.01	-0.88	-1.12	-0.61	-1.34	-2.56
条件式(7) f ₂ /f ₃	0.37	0.26	0.20	0.27	0.40	0.18
条件式(8) f ₁ /f ₄	4.04	3.97	3.85	4.04	3.94	3.96
条件式(9) β_{4t}/β_{4w}	5.15	4.31	3.40	5.25	5.72	3.27

10

20

【符号の説明】

【0076】

U 1 : 第1レンズ群

U 2 : 第2レンズ群

U 3 : 第3レンズ群

U 4 : 第4レンズ群

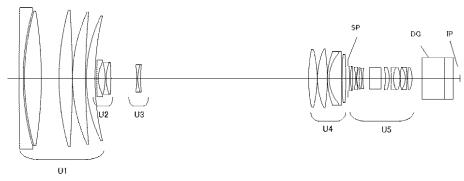
U 5 : 第5レンズ群

S P : 絞り

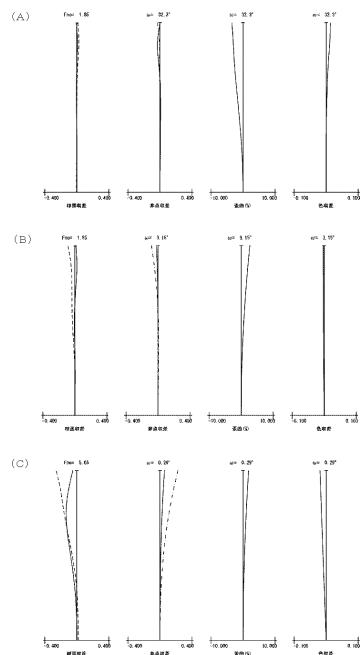
D G : ガラスブロック

I P : 撮像面

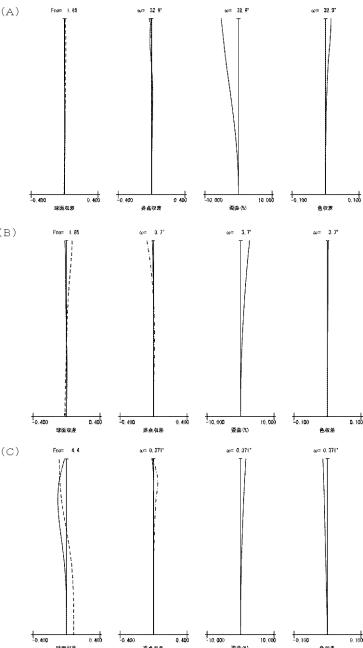
【図1】



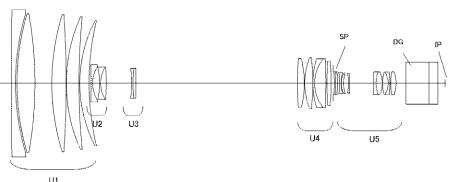
【図2】



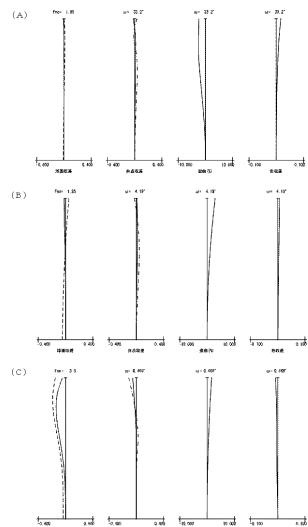
【図4】



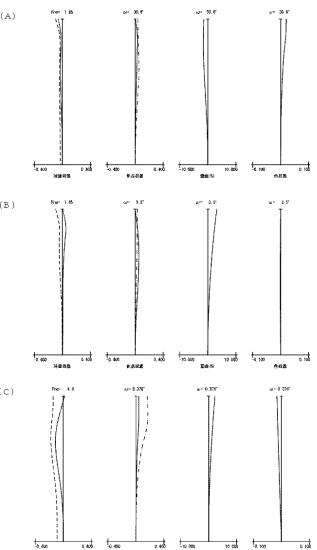
【図5】



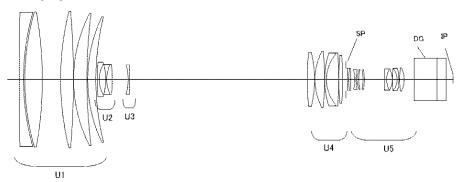
【図6】



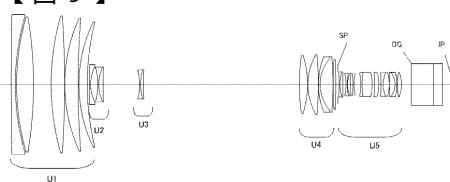
【図8】

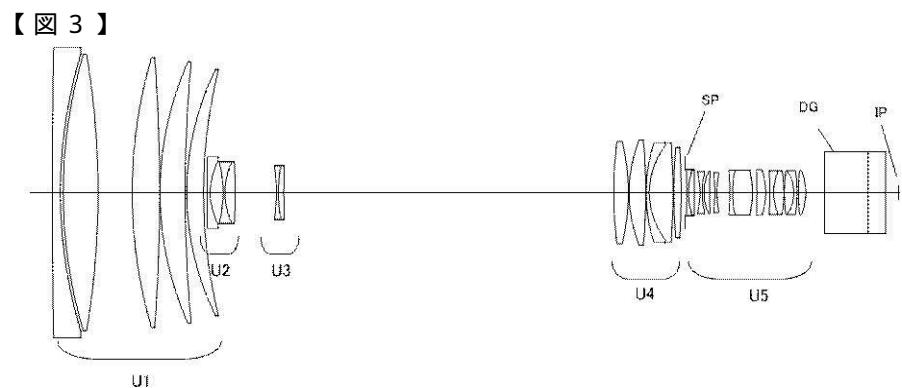
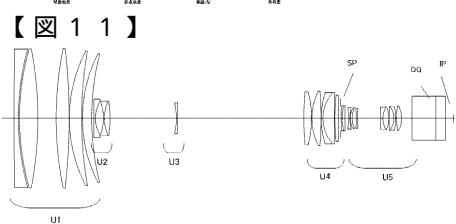
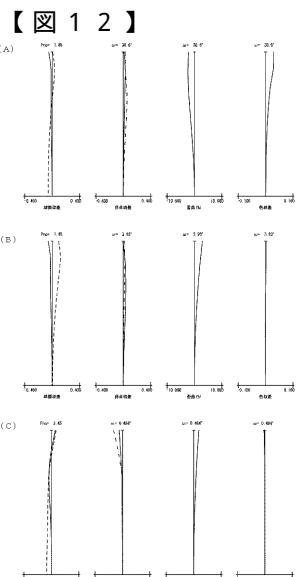
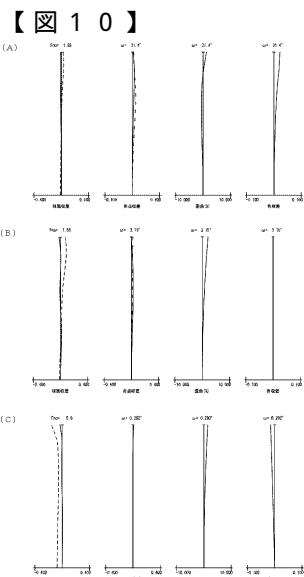


【図7】



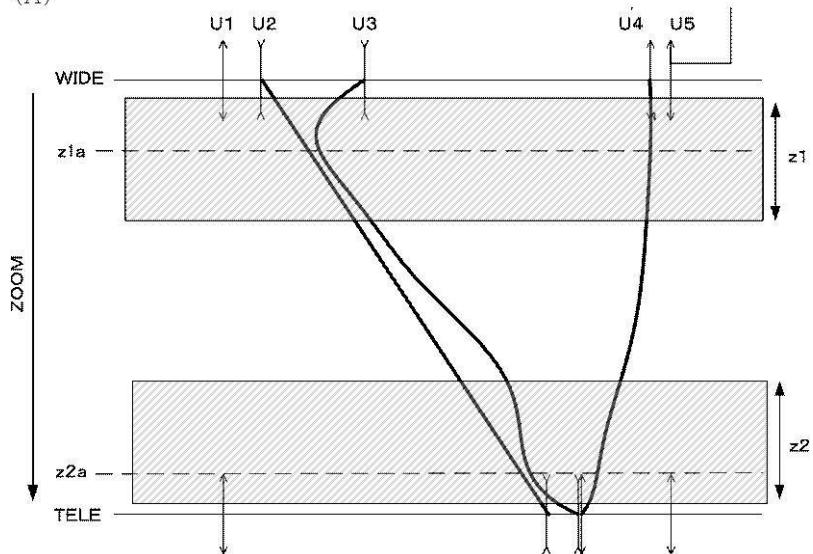
【図9】



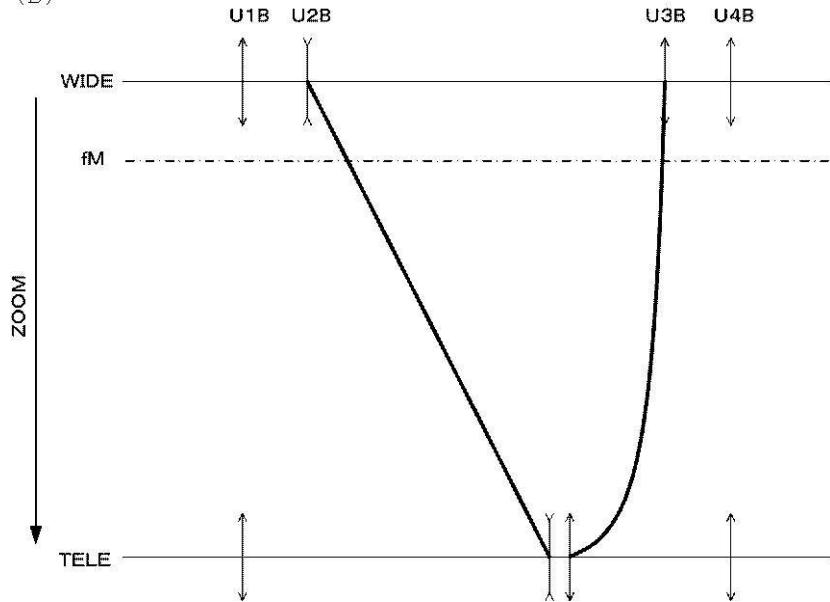


【図13】

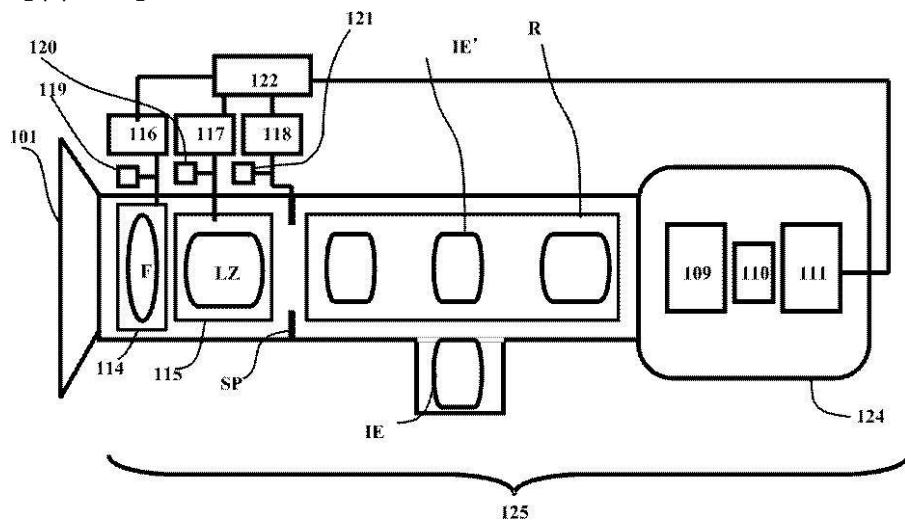
(A)



(B)



【図14】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-219473(JP,A)
特開昭61-270717(JP,A)
特開2005-309061(JP,A)
特開平08-234105(JP,A)
特開平01-126614(JP,A)
特開平03-006509(JP,A)
特開平03-006510(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 9 / 0 0 - 1 7 / 0 8
G 02 B 2 1 / 0 2 - 2 1 / 0 4
G 02 B 2 5 / 0 0 - 2 5 / 0 4