

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-76830

(P2021-76830A)

(43) 公開日 令和3年5月20日(2021.5.20)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
G 0 2 B 15/20 (2006.01) G 0 2 B 15/20 2 H 0 8 7
 G 0 2 B 13/18 (2006.01) G 0 2 B 13/18

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2020-164075 (P2020-164075)	(71) 出願人	314012076
(22) 出願日	令和2年9月29日 (2020.9.29)		パナソニックIPマネジメント株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2019-199522 (P2019-199522)	(74) 代理人	110002527
(32) 優先日	令和1年11月1日 (2019.11.1)		特許業務法人北斗特許事務所
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(72) 発明者	西岡 毅洋
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		(72) 発明者	伊井 寿幸
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

最終頁に続く

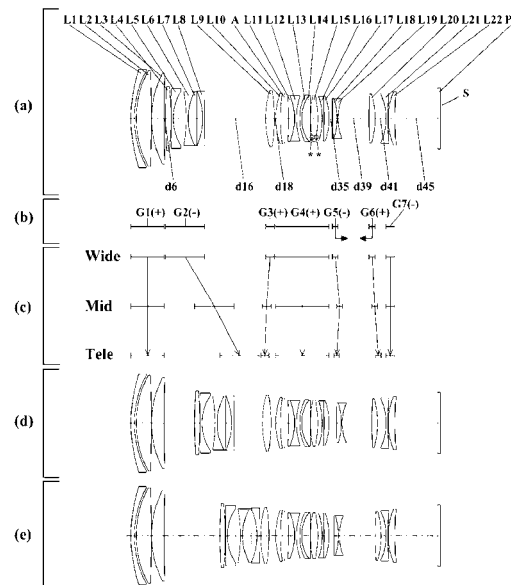
(54) 【発明の名称】ズームレンズ系とそれを備えるレンズ鏡筒、撮像装置およびカメラシステム

(57) 【要約】

【課題】ズーム全域での諸収差を良好に補正できるズームレンズ系と、それを備える撮像装置およびカメラシステムと、を提供することを目的とする。

【解決手段】ズームレンズ系は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、負のパワーを有する第2レンズ群と、後続レンズ群とからなる。後続レンズ群は、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に光軸に沿って移動する、負のパワーを有する第1フォーカスレンズ群と、第1フォーカスレンズ群の像側に隣接し、正のパワーを有する第2フォーカスレンズ群と、を備える。広角端から望遠端へのズームングの際に、第1レンズ群は像面に対して固定されており、各レンズ群の間隔が変化する。そして、条件(1) $-0.23 < f2/TTL < -0.15$ を満足する。ここで、TTL：望遠端の光学全長、 $f2$ ：第2レンズ群の焦点距離、である。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像側へと順に、

正のパワーを有する第 1 レンズ群と、

負のパワーを有する第 2 レンズ群と、

後続レンズ群とからなり、

前記後続レンズ群は、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に光軸に沿って移動する、

負のパワーを有する第 1 フォーカスレンズ群と、

前記第 1 フォーカスレンズ群の像側に隣接し、正のパワーを有する第 2 フォーカスレンズ群と、を備え、

広角端から望遠端へのズーミングの際に、各レンズ群の間隔が変化し、前記第 1 レンズ群は像面に対して固定されており、

下記条件 (1) を満足し、

$$-0.23 < f2 / TTL < -0.15 \cdots (1)$$

ここで、

TTL：望遠端の光学全長、

f2：前記第 2 レンズ群の焦点距離、

である、

ズームレンズ系。

20

【請求項 2】

前記第 2 レンズ群は、最も物体側から順に、

正のパワーを有するレンズ素子と、

負のパワーを有するレンズ素子と、

負のパワーを有するレンズ素子と、

正のパワーを有するレンズ素子と、

負のパワーを有するレンズ素子と、

からなる、

請求項 1 に記載のズームレンズ系。

30

【請求項 3】

前記第 1 フォーカスレンズ群が、以下の条件 (2) を満足し、

$$-3.2 < (1 - \beta 1 \times \beta 1) \times (\beta 2 \times \beta 2) < -2.4 \cdots (2)$$

ここで、

$\beta 1$ ：前記第 1 フォーカスレンズ群の望遠端における横倍率、

$\beta 2$ ：前記第 1 フォーカスレンズ群より像側光学系の望遠端における横倍率、

である、

請求項 1 または請求項 2 に記載のズームレンズ系。

【請求項 4】

前記第 1 フォーカスレンズ群は、正のパワーを有するレンズ素子と負のパワーを有するレンズ素子を有し、

40

前記第 2 フォーカスレンズ群は、正のパワーを有するレンズ素子 1 枚からなる、

請求項 1 から 3 のいずれかに記載のズームレンズ系。

【請求項 5】

前記後続レンズ群は、開口絞りを備え、

前記開口絞りの物体側に隣接するレンズ素子、および前記開口絞りの像側に隣接するレンズ素子は、正のパワーを有し、

下記条件 (3)、(4) を満足し、

$$vd1 > 65 \cdots (3)$$

$$vd2 > 65 \cdots (4)$$

ここで、

50

v d 1 : 前記開口絞りの物体側に隣接するレンズ素子のアッペ数、

v d 2 : 前記開口絞りの像側に隣接するレンズ素子のアッペ数、

である、

請求項 1 から 4 のいずれかに記載のズームレンズ系。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれかに記載のズームレンズ系と、

レンズマウント部と、を備え、

光学的な像を受光して電氣的な画像信号に変換する撮像素子を含むカメラ本体と前記レンズマウント部を介して着脱自在に接続され、

前記光学的な像を前記撮像素子に形成する、

レンズ鏡筒。

10

【請求項 7】

物体の光学的な像を電氣的な画像信号に変換し、変換された前記画像信号の表示および記憶の少なくとも一方を行う撮像装置であって、

前記物体の光学的な像を形成する請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ系と、

前記ズームレンズ系により形成された前記光学的な像を、前記電氣的な画像信号に変換する撮像素子と、を備える、

撮像装置。

【請求項 8】

20

請求項 1 から 5 のいずれかに記載のズームレンズ系を含む交換レンズ装置と、前記交換レンズ装置とカメラマウント部を介して着脱自在に接続され、前記ズームレンズ系が形成する光学的な像を受光して電氣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、

前記交換レンズ装置は、前記光学的な像を前記撮像素子に形成する、カメラシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ズーム全域での諸収差が良好に補正されており、かつ、高い近接撮影能力を備えたズームレンズ系とそれを備えるレンズ鏡筒、撮像装置およびカメラシステムに関する。

30

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 は、物体側より像側へ順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、負の屈折力を有する第 4 レンズ群と、正の屈折力を有する第 5 レンズ群と、負の屈折力を有する第 6 レンズ群と、から構成されるズームレンズを開示する。このズームレンズは、広角端状態から望遠端状態へのズーミングの際に、隣接する各レンズ群の間隔がすべて変化し、第 1 レンズ群が像面に対して物体側に移動する。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2004-212612 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本開示は、ズーム全域での諸収差を良好に補正できるズームレンズ系と、それを備えるレンズ鏡筒、撮像装置およびカメラシステムと、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】

50

【0005】

本開示におけるズームレンズ系は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、負のパワーを有する第2レンズ群と、後続レンズ群とからなり、前記後続レンズ群は、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に光軸に沿って移動する、負のパワーを有する第1フォーカスレンズ群と、前記第1フォーカスレンズ群の像側に隣接し、正のパワーを有する第2フォーカスレンズ群と、を備え、広角端から望遠端へのズーミングの際に、前記第1レンズ群は像面に対して固定で、各レンズ群の間隔が変化し、下記条件(1)を満足し、

$$-0.23 < f_2 / TTL < -0.15 \cdots (1)$$

ここで、TTL：望遠端の光学全長、 f_2 ：前記第2レンズ群の焦点距離、である。

10

【発明の効果】

【0006】

本開示によれば、ズーム全域での諸収差を良好に補正できるズームレンズ系と、それを備える撮像装置およびカメラシステムを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】実施の形態1に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図

【図2】同実施の形態の数値実施例1に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

【図3】図3は、実施の形態2に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図

20

【図4】図4は、同実施の形態の数値実施例2に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

【図5】図5は、実施の形態3に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図

【図6】図6は、同実施の形態の数値実施例3に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

【図7】図7は、実施の形態4に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図

【図8】図8は、同実施の形態の数値実施例4に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

30

【図9】図9は、実施の形態1に係るズームレンズ系を備える撮像装置の概略構成図

【図10】実施の形態1に係るズームレンズ系を備えるカメラシステムの概略構成図

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、図面を参照しながら、実施の形態を詳細に説明する。但し、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既に良く知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。

【0009】

なお、添付図面および以下の説明は、当業者が本開示を十分に理解するために提供されるのであって、これらにより請求の範囲に記載の主題を限定することは意図されていない。

40

【0010】

(実施の形態1～4)

以下に、実施の形態1から実施の形態4に係るズームレンズ系について、図面を用いて、個別に説明する。

【0011】

なお、実施の形態1～3のズームレンズ系は、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、および後続レンズ群を構成する第3レンズ群G3、第4レンズ群G4、第5レンズ群G5、第6レンズ群G6、第7レンズ群G7、を備える。実施の形態4のズームレンズ系は、

50

第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、および後続レンズ群を構成する第3レンズ群G3、第4レンズ群G4、第5レンズ群G5、第6レンズ群G6、を備える。

【0012】

図1、図3、図5、図7は、無限遠合焦状態にあるズームレンズ系を示すレンズ配置図である。

【0013】

図1、図3、図5、図7の(a)は、広角端(最短焦点距離状態:焦点距離 f_W)におけるレンズ配置図を示す。各図の(d)は、中間位置(中間焦点距離状態:焦点距離 $f_M = \sqrt{(f_W * f_T)}$)におけるレンズ配置図を示す。各図の(e)は、望遠端(最長焦点距離状態:焦点距離 f_T)におけるレンズ配置図を示す。なお、各図の(a)、(d)、(e)において、縦横比は一致している。

10

【0014】

また、各図の(c)に示す折れ線の矢印は、上から順に、広角端(Wide)、中間位置(Mid)、望遠端(Tele)の各状態におけるレンズ群の位置を結んで示している。なお、矢印は、広角端と中間位置との間、中間位置と望遠端との間を、単純に線で接続しているだけで、実際の各レンズ群の動きを示しているものではない。

【0015】

また、各図の(b)では、(a)に示す各レンズ群の位置に対応して各レンズ群に、G1からG6またはG1からG7の符号を記している。

【0016】

各図の(a)に示す、特定のレンズ素子の面に付されたアスタリスク*は、その面が非球面であることを示している。

20

【0017】

また、各図の(b)に示す各レンズ群(G1からG6またはG1からG7)の符号に付された記号(+)および記号(-)は、各レンズ群のパワーに対応する。つまり、記号(+)は正のパワー、記号(-)は負のパワーを示す。なお、実施の形態1から3における第5レンズ群G5と第6レンズ群G6に示すレンズ群に付された矢印および実施の形態4における第4レンズ群G4と第5レンズ群G5に示すレンズ群に付された矢印は、無限遠合焦状態から近接合焦状態へのフォーカシング時の、当該レンズ群の移動方向を、便宜的に示している。具体的に移動するレンズ素子、およびレンズ群とその移動方向については、実施の形態ごとに、後で具体的に説明する。

30

【0018】

各図の(a)、(d)、(e)において、最も右側に記載された直線は、像面S(撮像素子の物体側の面)の位置を示す。そのため、図面の左側は、物体側に相当する。さらに、像面Sと対向する最後段のレンズ群と、像面Sとの間には、例えばローパスフィルターやカバーガラスなどの平行平板Pが配置される。

【0019】

(実施の形態1)

以下に、実施の形態1に係るズームレンズ系について、図1を用いて、説明する。

【0020】

図1は、実施の形態1に係るズームレンズ系のレンズ配置図およびその動作を示している。

40

【0021】

図1に示すように、本実施の形態のズームレンズ系は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群G1と、負のパワーを有する第2レンズ群G2と、正のパワーを有する第3レンズ群G3と、正のパワーを有する第4レンズ群G4と、負のパワーを有する第5レンズ群G5と、正のパワーを有する第6レンズ群G6と、負のパワーを有する第7レンズ群G7と、で構成される。第3レンズ群G3から第7レンズ群G7までのレンズ群は後続レンズ群の例示である。

【0022】

50

第1レンズ群G1は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第1レンズ素子L1と、正のパワーを有する第2レンズ素子L2と、正のパワーを有する第3レンズ素子L3と、で構成される。

【0023】

第2レンズ群G2は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第4レンズ素子L4と、負のパワーを有する第5レンズ素子L5と、負のパワーを有する第6レンズ素子L6と、正のパワーを有する第7レンズ素子L7と、負のパワーを有する第8レンズ素子L8とで構成される。第6レンズ素子L6と第7レンズ素子L7は、例えば紫外線硬化型樹脂などの接着剤で接着される接合レンズを構成する。

【0024】

第3レンズ群G3は、正のパワーを有する第9レンズ素子L9で構成される。

【0025】

第4レンズ群G4は、正のパワーを有する第10レンズ素子L10と、開口絞りAと、正のパワーを有する第11レンズ素子L11と、負のパワーを有する第12レンズ素子L12と、負のパワーを有する第13レンズ素子L13と、正のパワーを有する第14レンズ素子L14と、正のパワーを有する第15レンズ素子L15と、負のパワーを有する第16レンズ素子L16と、正のパワーを有する第17レンズ素子L17と、で構成される。第11レンズ素子L11と第12レンズ素子L12、および、第13レンズ素子L13と第14レンズ素子L14、および、第16レンズ素子L16と第17レンズ素子L17は、例えば紫外線硬化型樹脂などの接着剤で接着される接合レンズを構成する。

【0026】

第5レンズ群G5は、正のパワーを有する第18レンズ素子L18と、負のパワーを有する第19レンズ素子L19で構成される。第18レンズ素子L18と第19レンズ素子L19は、例えば紫外線硬化型樹脂などの接着剤で接着される接合レンズを構成する。第5レンズ群G5は、第1フォーカスレンズ群の例示である。

【0027】

第6レンズ群G6は、正のパワーを有する第20レンズ素子L20で構成される。第6レンズ群G6は、第2フォーカスレンズ群の例示である。

【0028】

第7レンズ群G7は、負のパワーを有する第21レンズ素子L21と、正のパワーを有する第22レンズ素子L22と、とで構成される。

【0029】

開口絞りAは、第4レンズ群G4の第10レンズ素子L10と、第11レンズ素子L11との間に配置される。

【0030】

以下に、本実施の形態のズームレンズ系の各レンズ群を構成するレンズ素子について、説明する。

【0031】

まず、第1レンズ群G1内における各レンズ素子について、説明する。

【0032】

第1レンズ素子L1は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。第2レンズ素子L2は、両凸レンズである。第3レンズ素子L3は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。

【0033】

つぎに、第2レンズ群G2内における各レンズ素子について、説明する。

【0034】

第4レンズ素子L4は、両凸レンズである。第5レンズ素子L5は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。第6レンズ素子L6は、両凹レンズである。第7レンズ素子L7は、両凸レンズである。第8レンズ素子L8は、両凹レンズである。

【0035】

10

20

30

40

50

つぎに、第3レンズ群G3内における各レンズ素子について、説明する。

【0036】

第9レンズ素子L9は、両凸レンズである。

【0037】

つぎに、第4レンズ群G4内におけるレンズ素子について、説明する。

【0038】

第10レンズ素子L10は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。第11レンズ素子L11は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。第12レンズ素子L12は、両凹レンズである。第13レンズ素子L13は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。第14レンズ素子L14は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。第15レンズ素子L15は、両凸レンズである。第16レンズ素子L16は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。第17レンズ素子L17は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。

10

【0039】

さらに、第5レンズ群G5内におけるレンズ素子について、説明する。

【0040】

第18レンズ素子L18は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。第19レンズ素子L19は、両凹レンズである。

【0041】

さらに、第6レンズ群G6内におけるレンズ素子について、説明する。

20

【0042】

第20レンズ素子L20は、両凸レンズである。

【0043】

さらに、第7レンズ群G7内におけるレンズ素子について、説明する。

【0044】

第21レンズ素子L21は両凹レンズである。第22レンズ素子L22は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。

【0045】

以上のように、本実施の形態のズームレンズ系は、7群のレンズ群で構成される。

【0046】

30

そして、本実施の形態のズームレンズ系の各レンズ群は、撮像時の広角端(Wide)から望遠端(Tele)へのズーミングの際に、図1の(c)の矢印で示すように移動する。

【0047】

具体的には、第1レンズ群G1は固定で、第2レンズ群G2は物体側から像面S側に移動する。第3レンズ群G3は物体側に移動する。開口絞りAと第4レンズ群G4は、一体となって固定する。そして、第5レンズ群G5は像面S側に凸の軌跡を描くように移動する。第6レンズ群G6は像面S側に移動する。第7レンズ群は固定である。この移動により、ズーミングに際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔は減少する。第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔は増大する。第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との望遠端の間隔は、広角端に比べて、増大する。第5レンズ群G5と第6レンズ群G6との望遠端の間隔は、広角端に比べて、増大する。第6レンズ群G6と第7レンズ群G7との間隔は減少する。そして、第7レンズ群G7と像面Sとの間隔は、固定である。

40

【0048】

以上のように、各レンズ群は、図1の(c)の矢印で示すように、光軸Lに沿って移動する。そして、図1の(a)、(d)、(e)に示すように、広角端、中間位置および望遠端において、各レンズ群が配置される。

【0049】

つまり、本実施の形態のズームレンズ系は、相対的に移動する。言い換えると、各レン

50

ズ群の間隔が変化する。これにより、広角端から望遠端までのズーミング動作が行われる。

【0050】

なお、フォーカスレンズ群を構成する第5レンズ群G5および第6レンズ群G6は、無限遠合焦状態から近接合焦状態へのフォーカシングの際に、図1の(b)の矢印で示すように、第5レンズ群G5は光軸Lに沿って像側へ移動し、第6レンズ群G6は物体側へ移動する。

【0051】

(実施の形態2)

以下に、実施の形態2に係るズームレンズ系について、図3を用いて、説明する。

10

【0052】

図3は、実施の形態2に係るズームレンズ系のレンズ配置図およびその動作を示している。

【0053】

図3に示すように、本実施の形態のズームレンズ系は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群G1と、負のパワーを有する第2レンズ群G2と、正のパワーを有する第3レンズ群G3と、正のパワーを有する第4レンズ群G4と、負のパワーを有する第5レンズ群G5と、正のパワーを有する第6レンズ群G6と、負のパワーを有する第7レンズ群G7と、で構成される。第3レンズ群G3から第7レンズ群G7までのレンズ群は後続レンズ群の例示である。

20

【0054】

第1レンズ群G1は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第1レンズ素子L1と、正のパワーを有する第2レンズ素子L2と、正のパワーを有する第3レンズ素子L3と、で構成される。

【0055】

第2レンズ群G2は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第4レンズ素子L4と、負のパワーを有する第5レンズ素子L5と、負のパワーを有する第6レンズ素子L6と、正のパワーを有する第7レンズ素子L7と、負のパワーを有する第8レンズ素子L8とで構成される。第6レンズ素子L6と第7レンズ素子L7は、例えば紫外線硬化型樹脂などの接着剤で接着される接合レンズを構成する。

30

【0056】

第3レンズ群G3は、正のパワーを有する第9レンズ素子L9で構成される。

【0057】

第4レンズ群G4は、正のパワーを有する第10レンズ素子L10と、開口絞りAと、正のパワーを有する第11レンズ素子L11と、負のパワーを有する第12レンズ素子L12と、負のパワーを有する第13レンズ素子L13と、正のパワーを有する第14レンズ素子L14と、正のパワーを有する第15レンズ素子L15と、負のパワーを有する第16レンズ素子L16と、正のパワーを有する第17レンズ素子L17と、で構成される。第11レンズ素子L11と第12レンズ素子L12、および、第13レンズ素子L13と第14レンズ素子L14、および、第16レンズ素子L16と第17レンズ素子L17は、例えば紫外線硬化型樹脂などの接着剤で接着される接合レンズを構成する。

40

【0058】

第5レンズ群G5は、正のパワーを有する第18レンズ素子L18と、負のパワーを有する第19レンズ素子L19で構成される。第18レンズ素子L18と第19レンズ素子L19は、例えば紫外線硬化型樹脂などの接着剤で接着される接合レンズを構成する。第5レンズ群G5は、第1フォーカスレンズ群の例示である。

【0059】

第6レンズ群G6は、正のパワーを有する第20レンズ素子L20で構成される。第6レンズ群G6は、第2フォーカスレンズ群の例示である。

【0060】

50

第7レンズ群G7は、負のパワーを有する第21レンズ素子L21と、正のパワーを有する第22レンズ素子L22、とで構成される。

【0061】

開口絞りAは、第4レンズ群G4の第10レンズ素子L10と、第11レンズ素子L11との間に配置される。

【0062】

以下に、本実施の形態のズームレンズ系の各レンズ群を構成するレンズ素子について、説明する。

【0063】

まず、第1レンズ群G1内における各レンズ素子について、説明する。

10

【0064】

第1レンズ素子L1は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。第2レンズ素子L2は、両凸レンズである。第3レンズ素子L3は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。

【0065】

つぎに、第2レンズ群G2内における各レンズ素子について、説明する。

【0066】

第4レンズ素子L4は、両凸レンズである。第5レンズ素子L5は、両凹レンズである。第6レンズ素子L6は、両凹レンズである。第7レンズ素子L7は、両凸レンズである。第8レンズ素子L8は、両凹レンズである。

20

【0067】

つぎに、第3レンズ群G3内における各レンズ素子について、説明する。

【0068】

第9レンズ素子L9は、両凸レンズである。

【0069】

つぎに、第4レンズ群G4内におけるレンズ素子について、説明する。

【0070】

第10レンズ素子L10は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。第11レンズ素子L11は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。第12レンズ素子L12は、両凹レンズである。第13レンズ素子L13は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。第14レンズ素子L14は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。第15レンズ素子L15は、両凸レンズである。第16レンズ素子L16は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。第17レンズ素子L17は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。

30

【0071】

さらに、第5レンズ群G5内におけるレンズ素子について、説明する。

【0072】

第18レンズ素子L18は、両凸レンズである。第19レンズ素子L19は、両凹レンズである。

【0073】

さらに、第6レンズ群G6内におけるレンズ素子について、説明する。

40

【0074】

第20レンズ素子L20は、両凸レンズである。

【0075】

さらに、第7レンズ群G7内におけるレンズ素子について、説明する。

【0076】

第21レンズ素子L21は両凹レンズである。第22レンズ素子L22は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。

【0077】

以上のように、本実施の形態のズームレンズ系は、7群のレンズ群で構成される。

50

【0078】

そして、本実施の形態のズームレンズ系の各レンズ群は、撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、図3の(c)の矢印で示すように移動する。

【0079】

具体的には、第1レンズ群G1は固定で、第2レンズ群G2は物体側から像面S側に移動する。第3レンズ群G3は物体側に移動する。開口絞りAと第4レンズ群G4は、一体となって固定する。そして、第5レンズ群G5は像面S側に凸の軌跡を描くように移動する。第6レンズ群G6は像面S側に移動する。第7レンズ群は固定である。この移動により、ズーミングに際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔は減少する。第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔は増大する。第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔は、広角端と望遠端とで同じである。第5レンズ群G5と第6レンズ群G6との望遠端の間隔は、広角端に比べて、増大する。第6レンズ群G6と第7レンズ群G7との間隔は減少する。そして、第7レンズ群G7と像面Sとの間隔は、固定である。

10

【0080】

以上のように、各レンズ群は、図3の(c)の矢印で示すように、光軸に沿って移動する。そして、図3の(a)、(d)、(e)に示すように、広角端、中間位置および望遠端において、各レンズ群が配置される。

【0081】

つまり、本実施の形態のズームレンズ系は、相対的に移動する。言い換えると、各レンズ群の間隔が変化する。これにより、広角端から望遠端までのズーミング動作が行われる。

20

【0082】

なお、フォーカスレンズ群を構成する第5レンズ群G5および第6レンズ群G6は、無限遠合焦状態から近接合焦状態へのフォーカシングの際に、図3の(b)の矢印で示すように、第5レンズ群G5は光軸Lに沿って像側へ移動し、第6レンズ群G6は物体側へ移動する。

【0083】

(実施の形態3)

以下に、実施の形態3に係るズームレンズ系について、図5を用いて、説明する。

30

【0084】

図5は、実施の形態3に係るズームレンズ系のレンズ配置図およびその動作を示している。

【0085】

図5に示すように、本実施の形態のズームレンズ系は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群G1と、負のパワーを有する第2レンズ群G2と、正のパワーを有する第3レンズ群G3と、正のパワーを有する第4レンズ群G4と、負のパワーを有する第5レンズ群G5と、正のパワーを有する第6レンズ群G6と、負のパワーを有する第7レンズ群G7と、で構成される。第3レンズ群G3から第7レンズ群G7までのレンズ群は後続レンズ群の例示である。

40

【0086】

第1レンズ群G1は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第1レンズ素子L1と、正のパワーを有する第2レンズ素子L2と、正のパワーを有する第3レンズ素子L3と、で構成される。

【0087】

第2レンズ群G2は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第4レンズ素子L4と、負のパワーを有する第5レンズ素子L5と、負のパワーを有する第6レンズ素子L6と、正のパワーを有する第7レンズ素子L7と、負のパワーを有する第8レンズ素子L8とで構成される。第6レンズ素子L6と第7レンズ素子L7は、例えば紫外線硬化型樹脂などの接着剤で接着される接合レンズを構成する。

50

【0088】

第3レンズ群G3は、正のパワーを有する第9レンズ素子L9で構成される。

【0089】

第4レンズ群G4は、正のパワーを有する第10レンズ素子L10と、開口絞りAと、正のパワーを有する第11レンズ素子L11と、負のパワーを有する第12レンズ素子L12と、負のパワーを有する第13レンズ素子L13と、正のパワーを有する第14レンズ素子L14と、正のパワーを有する第15レンズ素子L15と、負のパワーを有する第16レンズ素子L16と、正のパワーを有する第17レンズ素子L17と、で構成される。第11レンズ素子L11と第12レンズ素子L12、および、第13レンズ素子L13と第14レンズ素子L14、および、第16レンズ素子L16と第17レンズ素子L17は、例えば紫外線硬化型樹脂などの接着剤で接着される接合レンズを構成する。

10

【0090】

第5レンズ群G5は、正のパワーを有する第18レンズ素子L18と、負のパワーを有する第19レンズ素子L19で構成される。第18レンズ素子L18と第19レンズ素子L19は、例えば紫外線硬化型樹脂などの接着剤で接着される接合レンズを構成する。第5レンズ群G5は、第1フォーカスレンズ群の例示である。

【0091】

第6レンズ群G6は、正のパワーを有する第20レンズ素子L20で構成される。第6レンズ群G6は、第2フォーカスレンズ群の例示である。

【0092】

20

第7レンズ群G7は、負のパワーを有する第21レンズ素子L21と、正のパワーを有する第22レンズ素子L22と、とで構成される。

【0093】

開口絞りAは、第4レンズ群G4の第10レンズ素子L10と、第11レンズ素子L11との間に配置される。

【0094】

以下に、本実施の形態のズームレンズ系の各レンズ群を構成するレンズ素子について、説明する。

【0095】

まず、第1レンズ群G1内における各レンズ素子について、説明する。

30

【0096】

第1レンズ素子L1は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。第2レンズ素子L2は、物体側に凸面を有する平凸レンズである。第3レンズ素子L3は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。

【0097】

つぎに、第2レンズ群G2内における各レンズ素子について、説明する。

【0098】

第4レンズ素子L4は、両凸レンズである。第5レンズ素子L5は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。第6レンズ素子L6は、両凹レンズである。第7レンズ素子L7は、両凸レンズである。第8レンズ素子L8は、両凹レンズである。

40

【0099】

つぎに、第3レンズ群G3内における各レンズ素子について、説明する。

【0100】

第9レンズ素子L9は、両凸レンズである。

【0101】

つぎに、第4レンズ群G4内におけるレンズ素子について、説明する。

【0102】

第10レンズ素子L10は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。第11レンズ素子L11は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。第12レンズ素子L12は、両凹レンズである。第13レンズ素子L13は、物体側に凸面を有するメニスカス

50

レンズである。第 14 レンズ素子 L 14 は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。第 15 レンズ素子 L 15 は、両凸レンズである。第 16 レンズ素子 L 16 は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。第 17 レンズ素子 L 17 は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。

【0103】

さらに、第 5 レンズ群 G 5 内におけるレンズ素子について、説明する。

【0104】

第 18 レンズ素子 L 18 は、像面 S 側に凸面を有する平凸レンズである。第 19 レンズ素子 L 19 は、両凹レンズである。

【0105】

さらに、第 6 レンズ群 G 6 内におけるレンズ素子について、説明する。

【0106】

第 20 レンズ素子 L 20 は、両凸レンズである。

【0107】

さらに、第 7 レンズ群 G 7 内におけるレンズ素子について、説明する。

【0108】

第 21 レンズ素子 L 21 は両凹レンズである。第 22 レンズ素子 L 22 は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。

【0109】

以上のように、本実施の形態のズームレンズ系は、7 群のレンズ群で構成される。

【0110】

そして、本実施の形態のズームレンズ系の各レンズ群は、撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、図 5 の (c) の矢印で示すように移動する。

【0111】

具体的には、第 1 レンズ群 G 1 は固定で、第 2 レンズ群 G 2 は物体側から像面 S 側に移動する。第 3 レンズ群 G 3 は物体側に移動する。開口絞り A と第 4 レンズ群 G 4 は、一体となって固定する。そして、第 5 レンズ群 G 5 は像面 S 側に凸の軌跡を描くように移動する。第 6 レンズ群 G 6 は像面 S 側に移動する、第 7 レンズ群は固定である。この移動により、ズーミングに際して、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔は増大し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔は減少する。第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との間隔は増大する。第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 との望遠端の間隔は、広角端に比べて、増大する。第 5 レンズ群 G 5 と第 6 レンズ群 G 6 との望遠端の間隔は、広角端に比べて、増大する。第 6 レンズ群 G 6 と第 7 レンズ群 G 7 との間隔は減少する。そして、第 7 レンズ群 G 7 と像面 S との間隔は、固定である。

【0112】

以上のように、各レンズ群は、図 5 の (c) の矢印で示すように、光軸 L に沿って移動する。そして、図 5 の (a)、(d)、(e) に示すように、広角端、中間位置および望遠端において、各レンズ群が配置される。

【0113】

つまり、本実施の形態のズームレンズ系は、相対的に移動する。言い換えると、各レンズ群の間隔が変化する。これにより、広角端から望遠端までのズーミング動作が行われる。

【0114】

なお、フォーカスレンズ群を構成する第 5 レンズ群 G 5 および第 6 レンズ群 G 6 は、無限遠合焦状態から近接合焦状態へのフォーカシングの際に、図 5 の (b) の矢印で示すように、第 5 レンズ群 G 5 は光軸 L に沿って像側へ移動し、第 6 レンズ群 G 6 は物体側へ移動する。

【0115】

(実施の形態 4)

以下に、実施の形態 4 に係るズームレンズ系について、図 7 を用いて、説明する。

【0116】

図7は、実施の形態4に係るズームレンズ系のレンズ配置図およびその動作を示している。

【0117】

図7に示すように、本実施の形態のズームレンズ系は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群G1と、負のパワーを有する第2レンズ群G2と、正のパワーを有する第3レンズ群G3と、負のパワーを有する第4レンズ群G4と、正のパワーを有する第5レンズ群G5と、負のパワーを有する第6レンズ群G6と、で構成される。第3レンズ群G3から第6レンズ群G6までのレンズ群は後続レンズ群の例示である。

【0118】

第1レンズ群G1は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第1レンズ素子L1と、正のパワーを有する第2レンズ素子L2と、正のパワーを有する第3レンズ素子L3と、で構成される。

【0119】

第2レンズ群G2は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第4レンズ素子L4と、負のパワーを有する第5レンズ素子L5と、負のパワーを有する第6レンズ素子L6と、正のパワーを有する第7レンズ素子L7と、負のパワーを有する第8レンズ素子L8とで構成される。第6レンズ素子L6と第7レンズ素子L7は、例えば紫外線硬化型樹脂などの接着剤で接着される接合レンズを構成する。

【0120】

第3レンズ群G3は、正のパワーを有する第9レンズ素子L9と、正のパワーを有する第10レンズ素子L10と、開口絞りAと、正のパワーを有する第11レンズ素子L11と、負のパワーを有する第12レンズ素子L12と、負のパワーを有する第13レンズ素子L13と、正のパワーを有する第14レンズ素子L14と、正のパワーを有する第15レンズ素子L15と、負のパワーを有する第16レンズ素子L16と、正のパワーを有する第17レンズ素子L17と、で構成される。第11レンズ素子L11と第12レンズ素子L12、および、第13レンズ素子L13と第14レンズ素子L14、および、第16レンズ素子L16と第17レンズ素子L17は、例えば紫外線硬化型樹脂などの接着剤で接着される接合レンズを構成する。

【0121】

第4レンズ群G4は、正のパワーを有する第18レンズ素子L18と、負のパワーを有する第19レンズ素子L19で構成される。第18レンズ素子L18と第19レンズ素子L19は、例えば紫外線硬化型樹脂などの接着剤で接着される接合レンズを構成する。第4レンズ群G4は、第1フォーカスレンズ群の例示である。

【0122】

第5レンズ群G5は、正のパワーを有する第20レンズ素子L20で構成される。第5レンズ群G5は、第2フォーカスレンズ群の例示である。

【0123】

第6レンズ群G6は、負のパワーを有する第21レンズ素子L21と、正のパワーを有する第22レンズ素子L22、とで構成される。

【0124】

開口絞りAは、第3レンズ群G3の第10レンズ素子L10と、第11レンズ素子L11との間に配置される。

【0125】

以下に、本実施の形態のズームレンズ系の各レンズ群を構成するレンズ素子について、説明する。

【0126】

まず、第1レンズ群G1内における各レンズ素子について、説明する。

【0127】

第1レンズ素子L1は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。第2レンズ素

10

20

30

40

50

子 L 2 は、両凸レンズである。第 3 レンズ素子 L 3 は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。

【0128】

つぎに、第 2 レンズ群 G 2 内における各レンズ素子について、説明する。

【0129】

第 4 レンズ素子 L 4 は、両凸レンズである。第 5 レンズ素子 L 5 は、両凹レンズである。第 6 レンズ素子 L 6 は、両凹レンズである。第 7 レンズ素子 L 7 は、物側に凸面を有するメニスカスレンズである。第 8 レンズ素子 L 8 は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。

【0130】

つぎに、第 3 レンズ群 G 3 内における各レンズ素子について、説明する。

【0131】

第 9 レンズ素子 L 9 は、両凸レンズである。第 10 レンズ素子 L 10 は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。第 11 レンズ素子 L 11 は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。第 12 レンズ素子 L 12 は、両凹レンズである。第 13 レンズ素子 L 13 は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。第 14 レンズ素子 L 14 は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。第 15 レンズ素子 L 15 は、両凸レンズである。第 16 レンズ素子 L 16 は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。第 17 レンズ素子 L 17 は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。

【0132】

さらに、第 4 レンズ群 G 4 内におけるレンズ素子について、説明する。

【0133】

第 18 レンズ素子 L 18 は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。第 19 レンズ素子 L 19 は、両凹レンズである。

【0134】

さらに、第 5 レンズ群 G 5 内におけるレンズ素子について、説明する。

【0135】

第 20 レンズ素子 L 20 は、両凸レンズである。

【0136】

さらに、第 6 レンズ群 G 6 内におけるレンズ素子について、説明する。

【0137】

第 21 レンズ素子 L 21 は両凹レンズである。第 22 レンズ素子 L 22 は、物体側に凸面を有するメニスカスレンズである。

【0138】

以上のように、本実施の形態のズームレンズ系は、6 群のレンズ群で構成される。

【0139】

そして、本実施の形態のズームレンズ系の各レンズ群は、撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、図 7 の (c) の矢印で示すように移動する。

【0140】

具体的には、第 1 レンズ群 G 1 は固定で、第 2 レンズ群 G 2 は物体側から像面 S 側に移動する。開口絞り A と第 3 レンズ群 G 3 は、一体となって固定する。そして、第 4 レンズ群 G 4 は像面 S 側に凸の軌跡を描くように移動する。第 5 レンズ群 G 5 は物体側に凸の軌跡を描くように移動する。第 6 レンズ群は固定である。この移動により、ズーミングに際して、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔は増大し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔は減少する。第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との望遠端の間隔は、広角端に比べて、増大する。第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 との望遠端の間隔は、広角端に比べて、増大する。第 5 レンズ群 G 5 と第 6 レンズ群 G 6 との望遠端の間隔は、広角端に比べて、減少する。そして、第 6 レンズ群 G 6 と像面 S との間隔は、固定である。

【0141】

10

20

30

40

50

以上のように、各レンズ群は、図 7 の (c) の矢印で示すように、光軸 L に沿って移動する。そして、図 7 の (a)、(d)、(e) に示すように、広角端、中間位置および望遠端において、各レンズ群が配置される。

【0142】

つまり、本実施の形態のズームレンズ系は、相対的に移動する。言い換えると、各レンズ群の間隔が変化する。これにより、広角端から望遠端までのズーミング動作が行われる。

【0143】

なお、フォーカスレンズ群を構成する第 4 レンズ群 G 4 および第 5 レンズ群 G 5 は、無限遠合焦状態から近接合焦状態へのフォーカシングの際に、図 7 の (b) の矢印で示すように、第 4 レンズ群 G 4 は光軸 L に沿って像側へ移動し、第 5 レンズ群 G 5 は物体側へ移動する。

10

【0144】

(条件および効果等)

以下に、実施の形態 1 から実施の形態 4 に係るズームレンズ系の構成を満足することが可能な条件について、説明する。

【0145】

つまり、各実施の形態に係るズームレンズ系に対しては、複数の可能な条件が規定される。この場合、複数の条件のすべてを満足するズームレンズ系の構成が最も効果的である。

20

【0146】

しかしながら、以下で述べる個別の条件を満足することにより、それぞれに対応する効果を奏するズームレンズ系を得ることも可能である。

【0147】

例えば、実施の形態 1 から実施の形態 4 に係るズームレンズ系は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第 1 レンズ群と、負のパワーを有する第 2 レンズ群と、後続レンズ群と、を備える。後続レンズ群は、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に光軸に沿って移動する、負のパワーを有する第 1 フォーカスレンズ群と、第 1 フォーカスレンズ群の像側に隣接し正のパワーを有する第 2 フォーカスレンズ群と、を備える。広角端から望遠端へのズーミングの際に、各レンズ群の間隔が変化し、第 1 レンズ群は像面に対して固定されている。

30

【0148】

そして例えば、下記の条件 (1) を満足することが望ましい。

【0149】

$$-0.23 < f2 / TTL < -0.15 \quad \cdots (1)$$

ここで、

TTL：望遠端の光学全長、

f2：前記第 2 レンズ群の焦点距離、

である。

【0150】

つまり、条件 (1) は、光学全長に対する第 2 レンズ群の焦点距離を規定する条件である。

40

【0151】

f2 / TTL の比率が条件 (1) を満たすことで、全長を短くしつつ、収差の発生量を抑えることができる。f2 / TTL の比率が条件 (1) の下限値である (-0.23) を下回ると、第 2 レンズ群の移動量が大きくなり、レンズ系が大型化するため好ましくない。逆に、f2 / TTL の比率が条件 (1) の上限値である (-0.15) を上回ると、諸収差の補正が困難となり、好ましくない。

【0152】

このとき、以下の条件 (1a) または条件 (1b) のいずれか一方を満足すれば、より

50

好ましい。

【0153】

$$-0.22 < f2/TTL \cdots (1a)$$

$$f2/TTL < -0.17 \cdots (1b)$$

これにより、前述の効果が、より向上する。

【0154】

また、以下の条件(1c)を満足すれば、さらに好ましい。

【0155】

$$f2/TTL < -0.18 \cdots (1c)$$

これにより、前述の効果が、さらに向上する。

10

【0156】

また、例えば、下記の条件(2)を満足することが望ましい。

【0157】

$$-3.2 < (1 - \beta 1 \times \beta 1) \times (\beta 2 \times \beta 2) < -2.4 \cdots (2)$$

ここで、

$\beta 1$ ：第1フォーカスレンズ群の望遠端における横倍率、

$\beta 2$ ：第1フォーカスレンズ群より像側光学系の望遠端における横倍率、

である。

【0158】

つまり、条件(2)は、第1フォーカスレンズ群のフォーカス位置敏感度を規定する条件である。

20

【0159】

$(1 - \beta 1 \times \beta 1) \times (\beta 2 \times \beta 2)$ が条件(2)の下限值である(-3.2)を下回ると、フォーカスレンズ群の位置敏感度が高くなり、フォーカスレンズ群の制御が困難になり好ましくない。

【0160】

逆に、 $(1 - \beta 1 \times \beta 1) \times (\beta 2 \times \beta 2)$ が条件(2)の上限値である(-2.4)を上回ると、フォーカスレンズ群の移動量が大きくなり、レンズ系が大型化するため好ましくない。

【0161】

このとき、以下の条件(2a)または条件(2b)のいずれか一方を満足すれば、より好ましい。

30

【0162】

$$-3.10 < (1 - \beta 1 \times \beta 1) \times (\beta 2 \times \beta 2) \cdots (2a)$$

$$(1 - \beta 1 \times \beta 1) \times (\beta 2 \times \beta 2) < -2.45 \cdots (2b)$$

これにより、前述の効果が、より向上する。

【0163】

また、以下の条件(2c)または条件(2d)のいずれか一方を満足すれば、さらに好ましい。

【0164】

$$-3.0 < (1 - \beta 1 \times \beta 1) \times (\beta 2 \times \beta 2) \cdots (2c)$$

$$(1 - \beta 1 \times \beta 1) \times (\beta 2 \times \beta 2) < -2.50 \cdots (2d)$$

これにより、前述の効果が、さらに向上する。

40

【0165】

また、例えば、第1フォーカスレンズ群は、正のパワーを有するレンズ素子と負のパワーを有するレンズ素子を有し、第2フォーカスレンズ群は、正のパワーを有するレンズ素子1枚からなるのが望ましい。

【0166】

第1フォーカスレンズ群は、正のパワーを有するレンズ素子と負のパワーを有するレンズ素子を有することで、フォーカス変動による軸上色収差の発生を抑制することができる

50

。第2フォーカスレンズ群は、1枚から構成することで、フォーカスレンズ群の軽量化を図ることができる。

【0167】

また、例えば後続レンズ群は、開口絞りを備え、前記開口絞りの物体側に隣接するレンズ素子、および開口絞りの像側に隣接するレンズ素子は、正のパワーを有し、下記条件(3)、(4)を満足する。

【0168】

$$v d 1 > 65 \cdots (3)$$

$$v d 2 > 65 \cdots (4)$$

ここで、

$v d 1$ ：開口絞りの物体側に隣接するレンズ素子のアッベ数、 $v d 2$ ：開口絞りの像側に隣接するレンズ素子のアッベ数、

である。

【0169】

開口絞りの物体側に隣接するレンズ素子のアッベ数が条件(3)の下限值である65以下になり、かつ、開口絞りの像側に隣接するレンズ素子のアッベ数が条件(4)の下限值である65以下になると、ズーム全域で倍率色収差が大きくなり、性能確保ができなくなる。

【0170】

このとき、以下の条件(3a)または条件(4a)のいずれか一方を満足すれば、より好ましい。

【0171】

$$v d 1 > 75 \cdots (3a)$$

$$v d 2 > 75 \cdots (4a)$$

これにより、前述の効果が、より向上する。

【0172】

また、以下の条件(3b)または条件(4b)のいずれか一方を満足すれば、さらに好ましい。

【0173】

$$v d 1 > 80 \cdots (3b)$$

$$v d 2 > 80 \cdots (4b)$$

これにより、前述の効果が、さらに向上する。

【0174】

(実施の形態1を適用した撮像装置の概略構成)

以下に、実施の形態1に係るズームレンズ系を適用した撮像装置の概略構成について、図9を用いて、説明する。

【0175】

図9は、実施の形態1に係るズームレンズ系を備える撮像装置の概略構成図である。なお、図9では、実施の形態1のズームレンズ系を撮像装置に適用する例で説明するが、実施の形態2から4のズームレンズ系を撮像装置に適用する構成としてもよく、同様の効果が得られる。

【0176】

図9に示すように、撮像装置100は、筐体104と、筐体104と接続される鏡筒302などで構成される。筐体104は、内部に、撮像素子102を有する。鏡筒302は、内部に、ズームレンズ系101を備える。なお、撮像装置100は、例えばデジタルカメラで例示される。

【0177】

ズームレンズ系101は、第1レンズ群G1と、第2レンズ群G2と、第3レンズ群G3と、開口絞りAと、第4レンズ群G4と、第5レンズ群G5、第6レンズ群G6、第7レンズ群G7などを備え、鏡筒302内に収納される。

【0178】

鏡筒302は、ズームレンズ系101を構成する各レンズ群と、開口絞りAを保持する。

【0179】

撮像素子102は、本実施の形態のズームレンズ系における像面Sの位置に配置される。

【0180】

また、筐体104は、内部に、アクチュエータやレンズ枠などを備える。アクチュエータやレンズ枠には、ズームレンズ系101を構成する、各レンズ群と、開口絞りAなどが、ズーミングの際に移動可能に取り付け又は結合される。

10

【0181】

以上のように、撮像装置100が構成される。これにより、諸収差が良好に補正される撮像装置100を実現できる。

【0182】

なお、上記では、ズームレンズ系をデジタルカメラに適用した例で説明したが、これに限られない。例えば、監視カメラ、スマートフォンなどの撮像装置に適用してもよい。

【0183】

(実施の形態1を適用したカメラシステムの概略構成)

以下に、実施の形態1に係るズームレンズ系を適用したカメラシステムの概略構成について、図10を用いて、説明する。

20

【0184】

図10は、実施の形態1に係るズームレンズ系を備えるカメラシステムの概略構成図である。なお、図10では、実施の形態1のズームレンズ系をカメラシステムに適用する例で説明するが、実施の形態2から4のズームレンズ系をカメラシステムに適用する構成としてもよく、同様の効果が得られる。また、カメラシステム200は、例えばレンズ交換式デジタルカメラシステムなどで例示される。

【0185】

図10に示すように、カメラシステム200は、カメラ本体201と、カメラ本体201に着脱自在に接続される交換レンズ装置300などを備える。

【0186】

カメラ本体201は、撮像素子202と、モニタ203と、画像信号を記憶するメモリ(図示せず)と、カメラマウント部204と、ファインダ205などを含む。撮像素子202は、例えばCMOSイメージセンサで構成され、交換レンズ装置300のズームレンズ系によって形成される光学像を受光して、電気的な画像信号に変換する。モニタ203は、例えばLCDで構成され、撮像素子202によって変換された画像信号を表示する。

30

【0187】

交換レンズ装置300は、第1レンズ群G1と、第2レンズ群G2と、第3レンズ群G3と、第4レンズ群G4と、開口絞りAと、第5レンズ群G5、第6レンズ群G6、第7レンズ群G7などから構成されるズームレンズ系301を備える。

【0188】

鏡筒302は、ズームレンズ系301の各レンズ群と、開口絞りAを保持する。さらに、鏡筒302は、カメラ本体201のカメラマウント部204に接続されるレンズマウント部304を含む。

40

【0189】

カメラ本体201のカメラマウント部204と鏡筒302のレンズマウント部304とは、例えばバヨネット機構などにより物理的に接続される。そして、カメラ本体201内のコントローラ(図示せず)と交換レンズ装置300内のコントローラ(図示せず)とが、電氣的に接続される。つまり、カメラマウント部204およびレンズマウント部304は、相互の信号のやり取りを可能とするインターフェースとして、機能する。

【0190】

50

ズームレンズ系 301 は、交換レンズ装置 300 の鏡筒 302 内に保持される各レンズ群と、カメラ本体 201 内の平行平板 P などから構成される。

【0191】

ズームレンズ系 301 は、内部に、コントローラによって制御されるアクチュエータやレンズ枠を備える。アクチュエータやレンズ枠には、ズームレンズ系 301 を構成する各レンズ群と、開口絞り A などが、ズーミングの際に移動可能に取り付け又は結合される。

【0192】

以上のように、カメラシステム 200 が構成される。これにより、諸収差が良好に補正されるカメラシステム 200 を実現できる。

【0193】

(他の実施の形態)

以上、本出願に開示する技術について、実施の形態 1 から実施の形態 4 を例に説明した。

【0194】

しかしながら、本開示における技術は、これに限定されず、変更、置き換え、付加、省略などを行った実施の形態にも適用可能である。

【0195】

上記実施の形態 1 から実施の形態 4 に係るズームレンズ系では、広角端から望遠端までの全てのズーミング域を使用する例で説明したが、必ずしも、ズーミング域の全てを使用する必要はない。例えば、所望のズーミング域に応じて、光学性能が確保されている範囲を切り出して、ズームレンズ系として使用してもよい。つまり、以下で、実施の形態 1 から実施の形態 4 に対応する数値実施例 1 から数値実施例 4 で説明するズームレンズ系よりも、低倍率のズームレンズ系として使用してもよい。また、所望のズーミング位置に応じて、光学性能が確保されている焦点距離を切り出して、単焦点レンズ系として使用してもよい。

【0196】

また、実施の形態 1 から実施の形態 4 では、ズームレンズ系を構成する各レンズ群は、入射光線を屈折により偏向させる屈折型レンズ素子（すなわち、異なる屈折率を有する媒質同士の界面で偏向が行われるタイプのレンズ素子）のみで構成する例で説明したが、これに限られない。例えば、回折により入射光線を偏向させる回折型レンズ素子や、回折作用と屈折作用との組み合わせで入射光線を偏向させる屈折・回折ハイブリッド型レンズ素子で構成してもよい。さらに、入射光線を媒質内の屈折率分布により偏向させる屈折率分布型レンズ素子などで、各レンズ群を構成してもよい。特に、屈折・回折ハイブリッド型レンズ素子において、屈折率の異なる媒質の界面に回折構造を形成すると、回折効率の波長依存性が改善されるので、より好ましい。なお、倍率色収差補正といった、光学的な収差をカメラ本体側で補正しても構わない。これにより、ズーム全域での諸収差が良好に補正されており、かつ、高い近接撮影能力を備えたカメラシステムなどを実現できる。

【0197】

(数値実施例)

以下、実施の形態 1 から実施の形態 4 に係るズームレンズ系の構成において、具体的に実施した数値実施例について、図 2、図 4、図 6、図 8 を参照しながら説明する。

【0198】

なお、各数値実施例において、表中の長さの単位は「mm」で、画角の単位は「°」である。また、各数値実施例において、 r は曲率半径、 d は面間隔、 n_d は d 線に対する屈折率、 v_d (v_d とも記す) は d 線に対するアッペ数である。さらに、各数値実施例において、* 印を付した面は非球面である。そして、非球面形状は、次式で定義される。

【0199】

10

20

30

40

【数 1】

$$Z = \frac{h^2 / r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/r)^2}} + \sum A_n h^n$$

【0200】

ここで、Zは光軸からの高さhの非球面上の点から、非球面頂点の接平面までの距離、hは光軸からの高さ、rは頂点曲率半径、κは円錐定数、Anはn次の非球面係数である。

10

【0201】

図2、図4、図6、および図8は、実施の形態1から4に対応する数値実施例1から4に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図である。

【0202】

ここで、各縦収差図において、(a)は広角端、(b)は中間位置、(c)は望遠端における各縦収差を表している。各縦収差図の(a)から(c)は、左側から順に、球面収差(SA:Spherical Aberration(mm))、非点収差(AST:Astigmatism(mm))、歪曲収差(DIS:Distortion(%))を示している。

20

【0203】

球面収差図において、縦軸はFナンバー(図中、「F」で示す)を表し、実線はd線(d-line)、短破線はF線(F-line)、長破線はC線(C-line)に対する特性を示している。非点収差図において、縦軸は像高(図中、「H」で示す)を表し、実線はサジタル平面(図中、「s」で示す)、破線はメリディオナル平面(図中、「m」で示す)に対する特性を示している。さらに、歪曲収差図において、縦軸は像高(図中、「H」で示す)を表している。

【0204】

(数値実施例1)

以下に、図1に示す実施の形態1に対応するズームレンズ系の数値実施例1を示す。具体的には、数値実施例1として、面データを(表1)、非球面データを(表2)、無限遠合焦状態での各種データを(表3A)～(表3D)に示す。

30

【0205】

(表1:面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面	∞			
1	113.88640	2.40000	1.90366	31.3
2	73.34300	1.40000		
3	73.26970	10.93870	1.43700	95.1
4	-1099.60980	0.20000		
5	73.01210	9.06240	1.43700	95.1
6	1427.78470	可変		
7	325.23860	3.81730	1.75520	27.5
8	-237.64580	0.20000		
9	1883.85250	1.50000	1.70154	41.1
10	36.62590	9.35040		
11	-106.80870	1.50000	1.49700	81.6
12	41.55010	0.01000	1.56732	42.8
13	41.55010	6.19030	1.90366	31.3
14	-2919.09450	4.34720		

40

50

15	-47.29410	1.50000	1.62299	58.1	
16	1090.46650	可変			
17	72.89840	6.20430	1.83400	37.3	
18	-125.91930	可変			
19	54.15970	3.50000	1.49700	81.6	
20	129.18630	2.70000			
21(絞リ)	∞	3.00000			
22	-306.68430	4.46560	1.43700	95.1	
23	-41.65960	0.01000	1.56732	42.8	
24	-41.65960	1.20000	1.84666	23.8	10
25	50.74240	2.40000			
26	38.51610	1.50000	1.84666	23.8	
27	29.55610	0.01000	1.56732	42.8	
28	29.55610	6.00000	1.49700	81.6	
29	446.83420	0.30000			
30*	85.84360	5.40000	1.58699	59.5	
31*	-66.56740	3.00000			
32	-55.00390	1.40000	1.58144	40.9	
33	-317.62630	0.01000	1.56732	42.8	
34	-317.62630	3.70000	1.84666	23.8	20
35	-47.99260	可変			
36	-3242.45700	3.30340	1.86966	20.0	
37	-45.68510	0.01000	1.56732	42.8	
38	-45.68510	0.70000	1.70154	41.1	
39	37.66840	可変			
40	328.89510	4.21710	1.72825	28.3	
41	-62.10320	可変			
42	-44.10590	1.40000	1.84666	23.8	
43	238.35540	0.20000			
44	47.99790	4.81740	1.65844	50.9	30
45	198.71610	31.00000			
46	∞	2.10000	1.51680	64.2	
47	∞	BF			
像面	∞				

(表2：非球面データ)

第30面

K= 1.00141E+01, A4=-3.83964E-06, A6=-9.27978E-09, A8= 9.80778E-11
A10=-3.00132E-13, A12= 3.69143E-16, A14= 8.53756E-19

第31面

K=-1.56601E+00, A4= 2.33763E-06, A6=-4.63015E-09, A8= 5.44291E-11
A10= 9.02742E-15, A12=-6.65900E-16, A14= 2.27920E-18

(無限遠合焦状態での各種データ)

(表3 A：各種データ)

ズーム比	2.66791		
	広角	中間	望遠
焦点距離	72.4503	120.0005	193.2912
Fナンバー	2.85653	2.91267	2.92713
画角	16.8530	10.1321	6.2907
像高	21.6300	21.6300	21.6300
レンズ全長	225.0000	224.9999	224.9998

B F	1.0900	1.0900	1.0900
d6	1.0000	21.9842	40.3077
d16	44.0729	20.6237	1.0000
d18	1.0000	3.4650	4.7651
d35	2.4000	5.5734	3.4440
d39	22.5695	21.2927	26.0456
d41	7.9035	6.0068	3.3833
入射瞳位置	82.1783	134.7646	197.2441
射出瞳位置	-92.4390	-92.1079	-96.4288
前側主点位置	97.8562	98.4306	2.9755
後側主点位置	152.5684	105.0025	31.6817

10

(表 3 B : 単レンズデータ)

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-234.5765
2	3	157.6379
3	5	175.7220
4	7	182.3560
5	9	-53.2606
6	11	-59.9868
7	13	45.3796
8	15	-72.7218
9	17	56.1560
10	19	184.7774
11	22	109.7534
12	24	-26.8606
13	26	-162.5374
14	28	63.3790
15	30	64.7224
16	32	-114.6371
17	34	66.3563
18	36	53.2571
19	38	-29.3273
20	40	72.0600
21	42	-43.8597
22	44	94.9073

20

30

(表 3 C : ズームレンズ群データ)

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	130.46702	24.00110	8.13223	15.21362
2	7	-43.27443	28.41520	11.62516	19.61717
3	17	56.15597	6.20430	1.25824	4.03091
4	19	88.74426	38.59560	33.82281	43.74123
5	36	-65.82216	4.01340	2.24797	4.07731
6	40	72.06001	4.21710	2.06190	3.82776
7	42	-81.42384	39.51740	0.18261	3.49061

40

(表 3 D : ズームレンズ群倍率)

群	始面	広角	中間	望遠
1	1	0.00000	0.00000	0.00000
2	7	-0.65787	-0.96604	-1.63471
3	17	-0.80549	-0.94216	-0.81485
4	19	0.57951	0.56044	0.59203

50

5	36	2.35010	2.23205	2.18216
6	40	0.52846	0.55488	0.59149
7	42	1.45608	1.45588	1.45552

(数値実施例 2)

以下に、図 3 に示す実施の形態 2 に対応するズームレンズ系の数値実施例 2 を示す。具体的には、数値実施例 2 として、面データを (表 4)、非球面データを (表 5)、無限遠合焦状態での各種データを (表 6 A) ~ (表 6 D) に示す。

【0206】

(表 4 : 面データ)

面番号	r	d	nd	vd	
物面	∞				10
1	115.01390	2.40000	1.90366	31.3	
2	74.87220	1.40000			
3	74.63720	10.95010	1.43700	95.1	
4	-823.61540	0.19990			
5	74.02740	8.89300	1.43700	95.1	
6	1409.09570	可変			
7	365.06730	3.82440	1.75520	27.5	
8	-208.54950	0.20000			
9	-1032.78640	1.50000	1.70154	41.1	20
10	38.85370	8.98180			
11	-106.88720	1.50000	1.49700	81.6	
12	43.12630	0.01000	1.56732	42.8	
13	43.12630	5.96460	1.90366	31.3	
14	-954.05210	3.81390			
15	-50.87530	1.50000	1.62299	58.1	
16	337.11630	可変			
17	69.94050	6.00630	1.83400	37.3	
18	-130.24940	可変			
19	54.68330	3.50000	1.49700	81.6	30
20	158.96810	2.70000			
21(絞り)	∞	3.00000			
22	-180.40520	4.02720	1.43700	95.1	
23	-41.07040	0.01000	1.56732	42.8	
24	-41.07040	1.20000	1.84666	23.8	
25	49.55530	2.40000			
26	36.99620	1.50000	1.84666	23.8	
27	28.45760	0.01000	1.56732	42.8	
28	28.45760	6.00000	1.49700	81.6	
29	453.26390	0.30000			40
30*	85.01880	5.40000	1.58699	59.5	
31*	-61.96600	3.00000			
32	-49.36100	1.40000	1.58144	40.9	
33	-241.88390	0.01000	1.56732	42.8	
34	-241.88390	3.70000	1.84666	23.8	
35	-44.20610	可変			
36	2185.63770	3.30000	1.86966	20.0	
37	-47.71770	0.01000	1.56732	42.8	
38	-47.71770	0.70000	1.70154	41.1	
39	34.86430	可変			50

40	1195.45410	3.61240	1.72825	28.3
41	-63.58010	可変		
42	-44.56940	1.40000	1.84666	23.8
43	816.00560	0.20000		
44	47.24300	4.39000	1.65844	50.9
45	161.73960	31.00000		
46	∞	2.10000	1.51680	64.2
47	∞	BF		
像面	∞			

(表 5 : 非球面データ)

10

第30面

K= 9.70174E+00, A4=-4.09298E-06, A6=-7.92148E-09, A8= 9.96901E-11
A10=-3.04923E-13, A12= 3.79913E-16, A14= 1.15209E-18

第31面

K=-1.83440E+00, A4= 2.46038E-06, A6=-3.85122E-09, A8= 6.35691E-11
A10=-2.67590E-14, A12=-6.15399E-16, A14= 2.63822E-18

(無限遠合焦状態での各種データ)

(表 6 A : 各種データ)

ズーム比	2.66390		
	広角	中間	望遠
焦点距離	72.4500	120.0900	192.9994
F ナンバー	2.87323	2.92041	2.92669
画角	16.9028	10.1283	6.3000
像高	21.6300	21.6300	21.6300
レンズ全長	219.9998	219.9997	219.9996
B F	1.0900	1.0900	1.0900
d6	1.0000	22.1603	40.7544
d16	43.6861	20.3406	0.9998
d18	1.0000	3.1851	3.9316
d35	2.4000	5.2067	2.4000
d39	19.5014	19.6036	25.9734
d41	9.3087	6.3998	2.8368
入射瞳位置	81.6010	134.5298	196.7852
射出瞳位置	-90.1095	-90.6963	-96.4174
前側主点位置	95.8066	95.5910	3.3483
後側主点位置	147.5606	99.8989	26.9732

20

(表 6 B : 単レンズデータ)

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-244.3290
2	3	157.1853
3	5	178.4301
4	7	176.2568
5	9	-53.3445
6	11	-61.6232
7	13	45.7902
8	15	-70.8494
9	17	55.3174
10	19	165.8736
11	22	120.6245
12	24	-26.3650

30

40

50

13	26	-158.3894
14	28	60.8097
15	30	61.9028
16	32	-106.9464
17	34	63.3446
18	36	53.7338
19	38	-28.6158
20	40	82.9968
21	42	-49.8777
22	44	99.8359

10

(表 6 C : 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	128.73845	23.84300	8.09431	15.12369
2	7	-43.71450	27.29470	11.24886	18.97663
3	17	55.31743	6.00630	1.16001	3.84603
4	19	84.18946	38.15720	33.55825	43.43835
5	36	-61.89696	4.01000	2.33158	4.15592
6	40	82.99682	3.61240	1.98706	3.50672
7	42	-99.36182	39.09000	0.19601	3.33607

(表 6 D : ズームレンズ群倍率)

20

群	始面	広角	中間	望遠
1	1	0.00000	0.00000	0.00000
2	7	-0.68244	-1.01909	-1.79885
3	17	-0.77482	-0.88134	-0.71367
4	19	0.57803	0.56368	0.60422
5	36	2.39708	2.25732	2.20847
6	40	0.56030	0.59549	0.63852
7	42	1.37091	1.37070	1.37053

(数値実施例 3)

以下に、図 5 に示す実施の形態 3 に対応するズームレンズ系の数値実施例 3 を示す。具体的には、数値実施例 3 として、面データを (表 7)、非球面データを (表 8)、無限遠合焦状態での各種データを (表 9 A) ~ (表 9 D) に示す。

30

【0207】

(表 7 : 面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面	∞			
1	131.22820	2.40000	1.90366	31.3
2	79.03970	1.40000		
3	80.37000	9.50000	1.49700	81.6
4	∞	0.20000		
5	76.83580	8.90000	1.43700	95.1
6	1898.65470	可変		
7	487.43250	3.80000	1.60562	43.7
8	-192.02740	0.20000		
9	856.43360	1.50000	1.69680	55.5
10	40.43500	9.62500		
11	-84.65890	1.50000	1.48749	70.4
12	47.18280	0.01000	1.56732	42.8
13	47.18280	6.20000	1.90366	31.3
14	-305.28090	3.41310		

40

50

15	-53.25870	1.50000	1.60311	60.7	
16	319.52970	可変			
17	64.04950	6.40000	1.80450	39.6	
18	-141.71410	可変			
19	60.12400	3.50000	1.49700	81.6	
20	171.57080	2.70000			
21(絞リ)	∞	3.00000			
22	-173.76030	3.79000	1.43700	95.1	
23	-44.77020	0.01000	1.56732	42.8	
24	-44.77020	1.20000	1.84666	23.8	10
25	50.14780	2.40000			
26	35.43740	1.50000	1.84666	23.8	
27	27.25420	0.01000	1.56732	42.8	
28	27.25420	6.00000	1.49700	81.6	
29	342.12900	0.30000			
30*	82.95250	5.40000	1.58578	59.5	
31*	-60.73600	3.00000			
32	-43.73030	1.40000	1.69350	53.2	
33	-320.32490	0.01000	1.56732	42.8	
34	-320.32490	3.70000	1.85883	30.0	20
35	-43.18870	可変			
36	∞	3.30000	1.86966	20.0	
37	-46.45840	0.01000	1.56732	42.8	
38	-46.45840	0.70000	1.70154	41.1	
39	35.13270	可変			
40	491.75140	4.20000	1.84666	23.8	
41	-61.65070	可変			
42	-46.98310	1.40000	1.84666	23.8	
43	117.64710	0.20000			
44	49.62630	5.00000	1.71700	47.9	30
45	464.32830	31.00000			
46	∞	2.10000	1.51680	64.2	
47	∞	BF			
像面	∞				

(表 8 : 非球面データ)

第30面

K= 9.97221E+00, A4=-3.94139E-06, A6=-6.42008E-09, A8= 9.84655E-11
A10=-2.27304E-13, A12=-2.10054E-17, A14= 2.31090E-18

第31面

K=-5.11777E+00, A4= 9.64000E-07, A6=-3.12961E-09, A8= 9.40918E-11
A10=-1.49427E-13, A12=-4.27405E-16, A14= 3.25178E-18

(無限遠合焦状態での各種データ)

(表 9 A : 各種データ)

ズーム比	2.66392		
	広角	中間	望遠
焦点距離	72.4497	120.0003	193.0002
F ナンバー	2.83239	2.89398	2.92822
画角	16.8306	10.1115	6.2985
像高	21.6300	21.6300	21.6300
レンズ全長	224.9999	224.9998	224.9998

B F	1.0900	1.0900	1.0900
d6	1.0000	24.4387	44.9034
d16	47.7393	22.3112	1.0000
d18	1.0000	2.9893	3.8358
d35	2.4000	5.2518	3.0651
d39	20.1578	20.0419	26.0482
d41	9.2347	6.4988	2.6792
入射瞳位置	82.3122	137.1747	199.6044
射出瞳位置	-92.4947	-93.3909	-100.2250
前側主点位置	98.0167	102.9370	20.8829
後側主点位置	152.5560	104.9713	31.9815

10

(表 9 B : 単レンズデータ)

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-224.8428
2	3	161.7111
3	5	182.9689
4	7	227.9454
5	9	-60.9509
6	11	-61.9187
7	13	45.6044
8	15	-75.5762
9	17	55.6028
10	19	184.3168
11	22	136.7847
12	24	-27.7761
13	26	-152.1896
14	28	59.2097
15	30	60.7000
16	32	-73.1785
17	34	57.7680
18	36	53.4213
19	38	-28.4149
20	40	64.9300
21	42	-39.5014
22	44	77.1079

20

30

(表 9 C : ズームレンズ群データ)

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	140.56785	22.40000	7.18213	14.08919
2	7	-49.01584	27.74810	11.11715	18.65388
3	17	55.60279	6.40000	1.11953	3.92297
4	19	101.72930	37.92000	34.91726	45.25012
5	36	-61.27816	4.01000	2.27736	4.10377
6	40	64.93002	4.20000	2.02806	3.94574
7	42	-81.84831	39.70000	-0.20157	3.25714

40

(表 9 D : ズームレンズ群倍率)

群	始面	広角	中間	望遠
1	1	0.00000	0.00000	0.00000
2	7	-0.68916	-1.02790	-1.80069
3	17	-0.65303	-0.72853	-0.59859
4	19	0.65527	0.64608	0.68098

50

5	36	2.60136	2.40563	2.28332
6	40	0.46061	0.50299	0.56174
7	42	1.45864	1.45822	1.45835

(数値実施例 4)

以下に、図 7 に示す実施の形態 4 に対応するズームレンズ系の数値実施例 4 を示す。具体的には、数値実施例 4 として、面データを (表 1 0)、非球面データを (表 1 1)、無限遠合焦状態での各種データを (表 1 2 A) ~ (表 1 2 D) に示す。

【0 2 0 8】

(表 1 0 : 面データ)

面番号	r	d	nd	vd	
物面	∞				10
1	112.14470	2.40000	1.90366	31.3	
2	81.82260	1.40000			
3	81.60250	9.50720	1.43700	95.1	
4	-3497.51790	0.20000			
5	99.50410	10.51410	1.43700	95.1	
6	1686.59580	可変			
7	182.85300	6.00010	1.75520	27.5	
8	-256.98530	0.32110			
9	-574.84080	1.50000	1.70154	41.1	20
10	38.86560	8.96550			
11	-284.44910	1.50000	1.49700	81.6	
12	41.26090	0.01000	1.56732	42.8	
13	41.26090	4.46010	1.90366	31.3	
14	162.74970	4.61500			
15	-49.82840	1.50000	1.62299	58.1	
16	-271.91750	可変			
17	79.61000	5.00900	1.83400	37.3	
18	-155.95020	1.00000			
19	46.62130	3.50000	1.49700	81.6	30
20	106.00950	2.70000			
21(絞り)	∞	3.00000			
22	-545.78210	6.60380	1.43700	95.1	
23	-44.29830	0.01000	1.56732	42.8	
24	-44.29830	1.20000	1.84666	23.8	
25	53.63890	2.40000			
26	40.47650	1.50000	1.84666	23.8	
27	30.58110	0.01000	1.56732	42.8	
28	30.58110	6.00000	1.49700	81.6	
29	247.48790	0.30000			40
30*	88.75590	5.40000	1.58699	59.5	
31*	-61.48970	3.00000			
32	-51.39790	1.40000	1.58144	40.9	
33	-279.49130	0.01000	1.56732	42.8	
34	-279.49130	3.70000	1.84666	23.8	
35	-45.55050	可変			
36	-1582.98910	3.37950	1.86966	20.0	
37	-43.84120	0.01000	1.56732	42.8	
38	-43.84120	0.70000	1.70154	41.1	
39	38.76340	可変			50

40	96.79470	4.73480	1.72825	28.3
41	-87.12640	可変		
42	-48.64120	1.40000	1.84666	23.8
43	125.55010	0.20000		
44	43.22890	4.31970	1.65844	50.9
45	114.19170	31.00000		
46	∞	2.10000	1.51680	64.2
47	∞	BF		
像面	∞			

(表 1 1 : 非球面データ)

10

第30面

K= 1.25623E+01, A4=-3.63281E-06, A6=-8.21499E-09, A8= 9.56442E-11
A10=-2.82844E-13, A12= 4.08799E-16, A14= 9.50559E-19

第31面

K=-1.84110E+00, A4= 2.47963E-06, A6=-4.00963E-09, A8= 6.19911E-11
A10=-2.42940E-14, A12=-5.02635E-16, A14= 2.32780E-18

(無限遠合焦状態での各種データ)

(表 1 2 A : 各種データ)

ズーム比	2.67241		
	広角	中間	望遠
焦点距離	72.4498	119.9979	193.6156
F ナンバー	2.89921	2.91360	2.92705
画角	16.8894	10.1319	6.2809
像高	21.6300	21.6300	21.6300
レンズ全長	229.9997	229.9996	229.9996
B F	1.0900	1.0900	1.0900
d6	1.3025	28.0338	49.8241
d16	49.5216	22.7904	1.0000
d35	2.4000	4.7354	2.6403
d39	23.4616	20.5600	24.6055
d41	4.7441	5.3101	3.3598
入射瞳位置	89.6041	153.2780	216.6798
射出瞳位置	-91.4492	-89.2564	-92.7287
前側主点位置	104.6632	111.9143	6.2153
後側主点位置	157.5609	109.9827	36.4265

20

(表 1 2 B : 単レンズデータ)

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-347.9529
2	3	182.6231
3	5	241.4868
4	7	142.3023
5	9	-51.8395
6	11	-72.3927
7	13	60.1195
8	15	-98.1816
9	17	63.8124
10	19	164.2327
11	22	109.8832
12	24	-28.4954
13	26	-158.7797

30

40

50

14	28	69.5680
15	30	62.7166
16	32	-108.5618
17	34	63.8126
18	36	51.7947
19	38	-29.2234
20	40	63.6541
21	42	-41.2560
22	44	103.1558

(表 1 2 C :ズームレンズ群データ)

10

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	151.01504	24.02130	5.89093	12.98879
2	7	-48.29943	28.87180	13.30140	20.72990
3	17	47.40103	46.74280	21.79787	20.96308
4	36	-67.56068	4.08950	2.25037	4.11657
5	40	63.65407	4.73480	1.45765	3.42275
6	42	-67.87039	39.01970	0.74047	3.86678

(表 1 2 D :ズームレンズ群倍率)

群	始面	広角	中間	望遠
1	1	0.00000	0.00000	0.00000
2	7	-0.62662	-0.95931	-1.69130
3	17	-0.42848	-0.47419	-0.41753
4	36	2.23126	2.21887	2.17666
5	40	0.52198	0.51329	0.54352
6	42	1.53416	1.53372	1.53463

20

なお、上述の実施の形態は、本開示における技術を例示するためのものであるから、請求の範囲またはその均等の範囲において種々の変更、置き換え、付加、省略などを行うことができる。

(条件の対応値)

以上のように、実施の形態 1 から実施の形態 4 に係るズームレンズ系について、数値実施例 1 から数値実施例 4 で、具体的に実施した。

30

【0209】

以下に、各数値実施例における上記条件 (1) ~ 条件 (4) に対応する値を (表 1 3) に示す。

【0210】

(表 1 3 : 条件の対応値)

【0211】

【表 1 3】

	条件 (1)	条件 (2)	条件 (3)	条件 (4)
数値実施例 1	-0.192	-2.79	81.6	95.1
数値実施例 2	-0.199	-2.97	81.6	95.1
数値実施例 3	-0.218	-2.83	81.6	95.1
数値実施例 4	-0.210	-2.60	81.6	95.1

40

【産業上の利用可能性】

【0212】

本開示に係るズームレンズ系は、デジタルスチルカメラ、交換レンズ式デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、携帯電話機器のカメラ、PDA (Personal Digital

50

t a l A s s i s t a n t) のカメラ、監視システムにおける監視カメラ、Webカメラ、車載カメラなどに適用可能である。特に、本開示は、デジタルスチルカメラシステム、デジタルビデオカメラシステムなどの高画質が要求されるズームレンズ系に好適である。

【符号の説明】

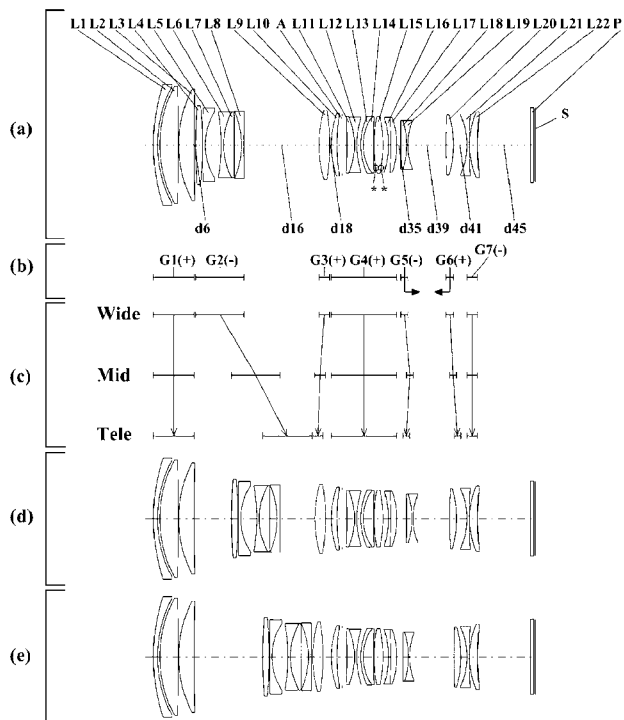
【0213】

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	10
G 5	第 5 レンズ群	
G 6	第 6 レンズ群	
G 7	第 7 レンズ群	
L 1	第 1 レンズ素子	
L 2	第 2 レンズ素子	
L 3	第 3 レンズ素子	
L 4	第 4 レンズ素子	
L 5	第 5 レンズ素子	
L 6	第 6 レンズ素子	
L 7	第 7 レンズ素子	20
L 8	第 8 レンズ素子	
L 9	第 9 レンズ素子	
L 1 0	第 1 0 レンズ素子	
L 1 1	第 1 1 レンズ素子	
L 1 2	第 1 2 レンズ素子	
L 1 3	第 1 3 レンズ素子	
L 1 4	第 1 4 レンズ素子	
L 1 5	第 1 5 レンズ素子	
L 1 6	第 1 6 レンズ素子	
L 1 7	第 1 7 レンズ素子	30
L 1 8	第 1 8 レンズ素子	
L 1 9	第 1 9 レンズ素子	
L 2 0	第 2 0 レンズ素子	
L 2 1	第 2 1 レンズ素子	
L 2 2	第 2 2 レンズ素子	
A	開口絞り	
P	平行平板	
S	像面	
1 0 0	撮像装置	
1 0 1	ズームレンズ系	40
1 0 2	撮像素子	
1 0 4	筐体	
2 0 0	カメラシステム	
2 0 1	カメラ本体	
2 0 2	撮像素子	
2 0 3	モニタ	
2 0 4	カメラマウント部	
2 0 5	ファインダ	
3 0 0	交換レンズ装置	
3 0 1	ズームレンズ系	50

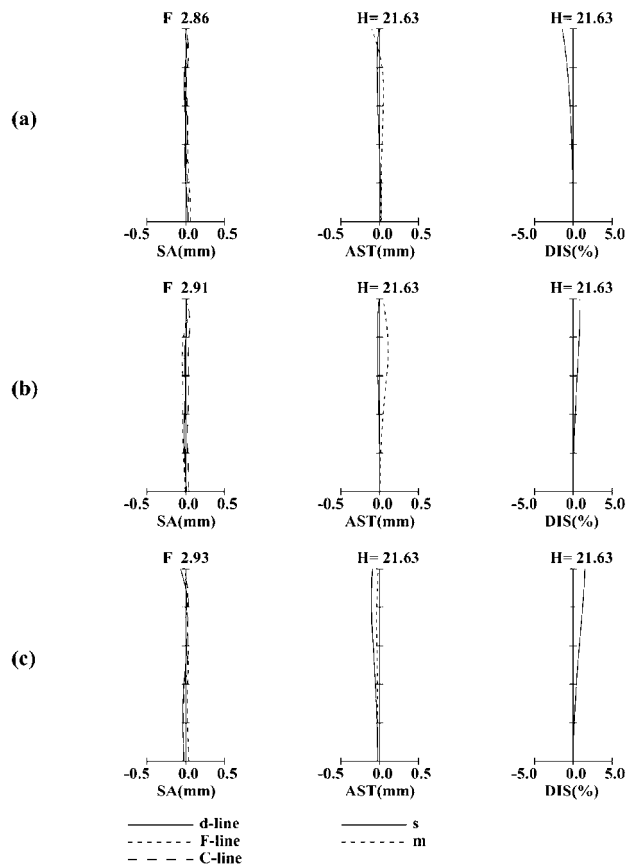
3 0 2 鏡筒

3 0 4 レンズマウント部

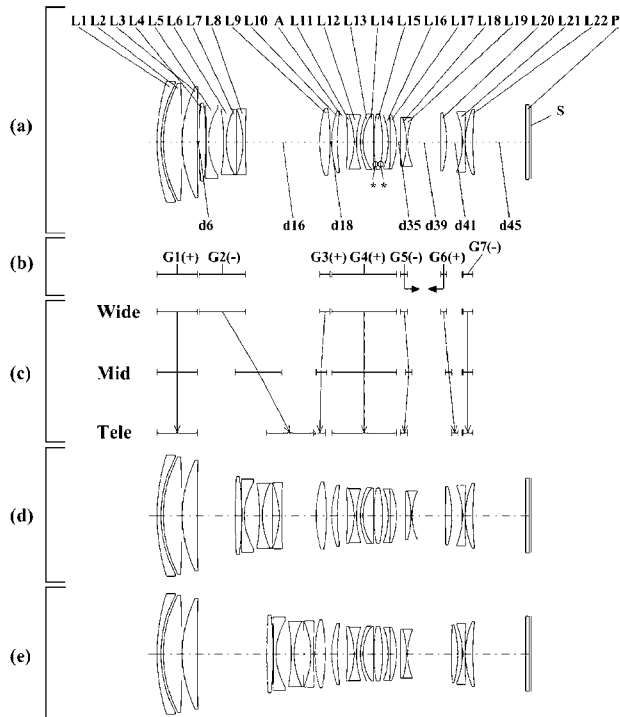
【図 1】



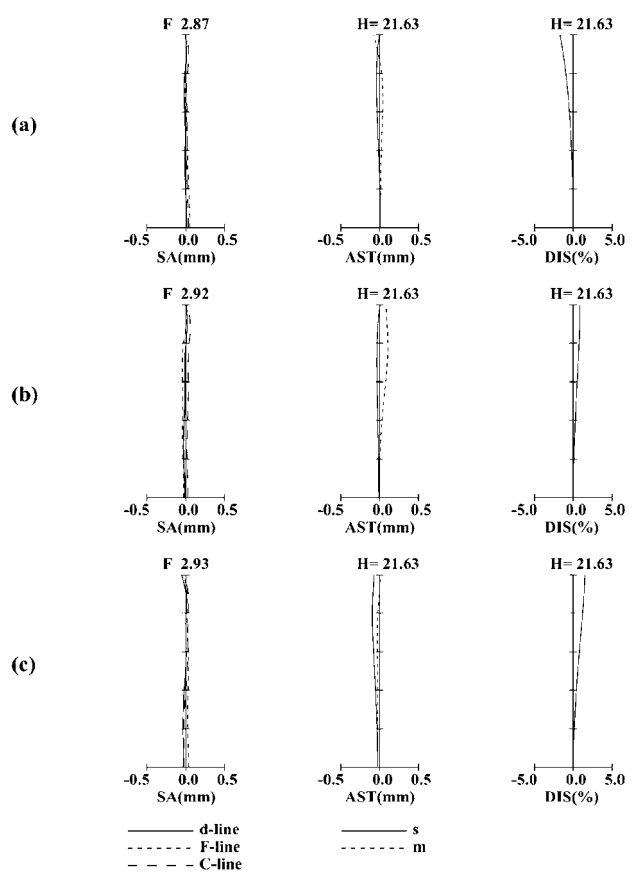
【図 2】



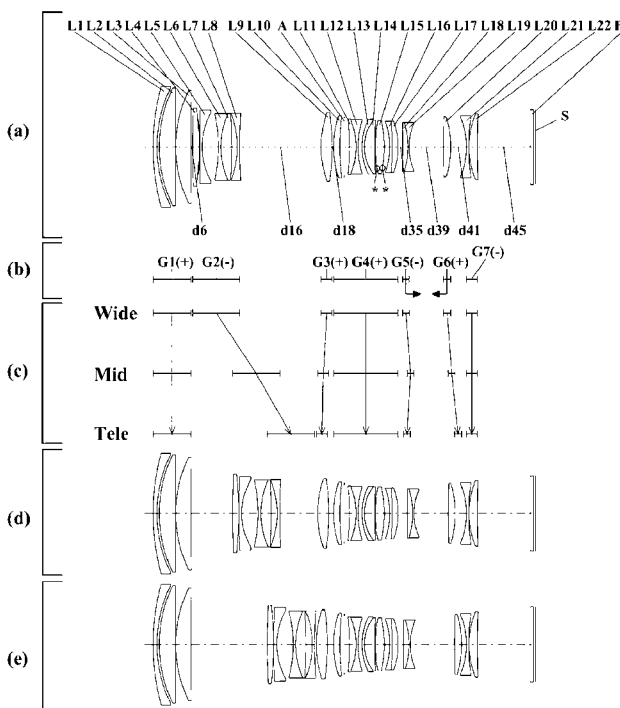
【図 3】



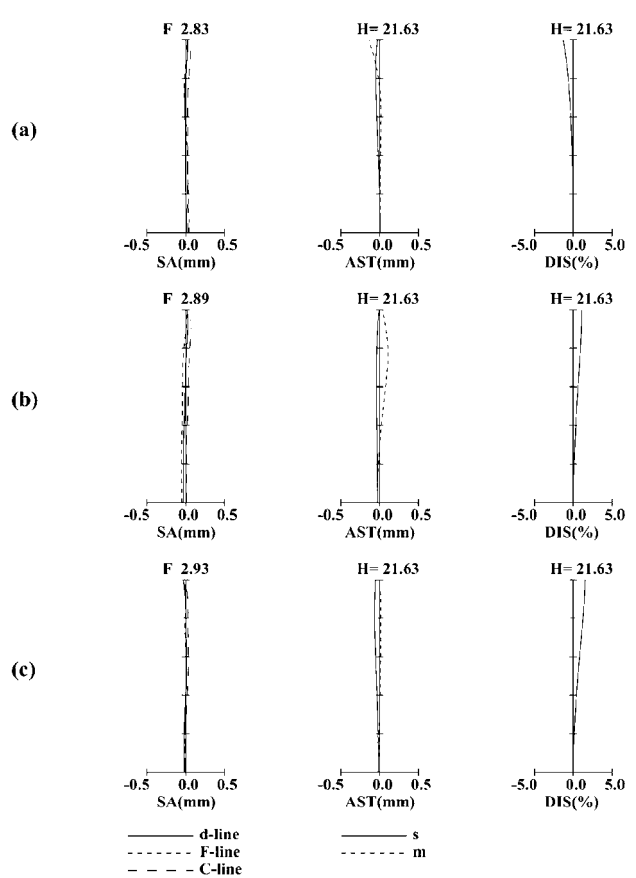
【図 4】



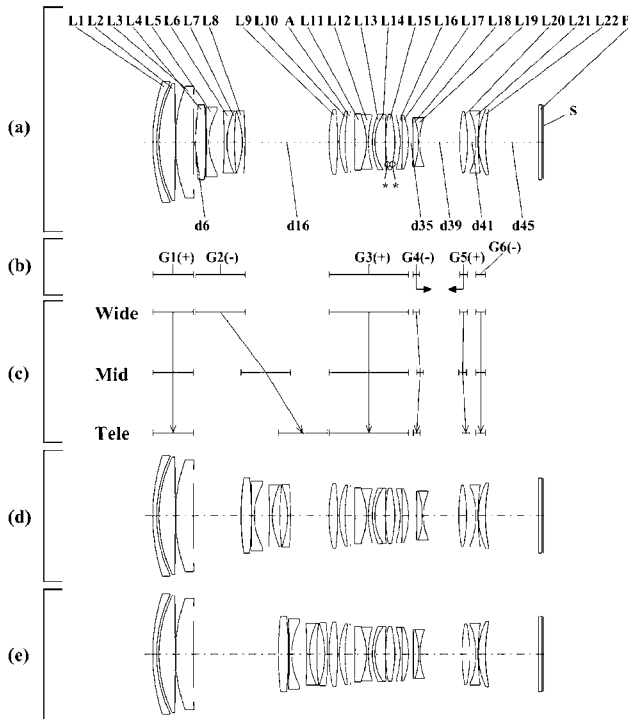
【図 5】



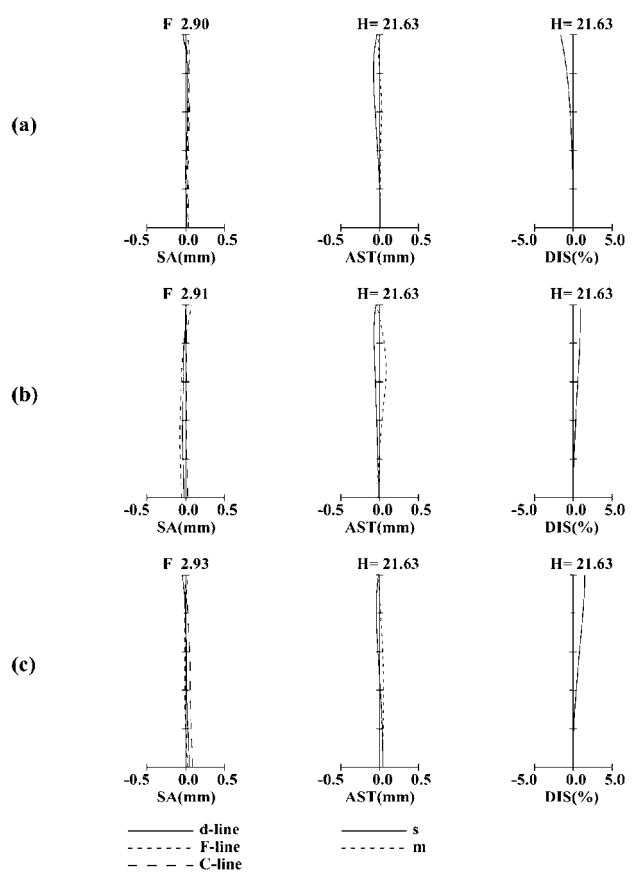
【図 6】



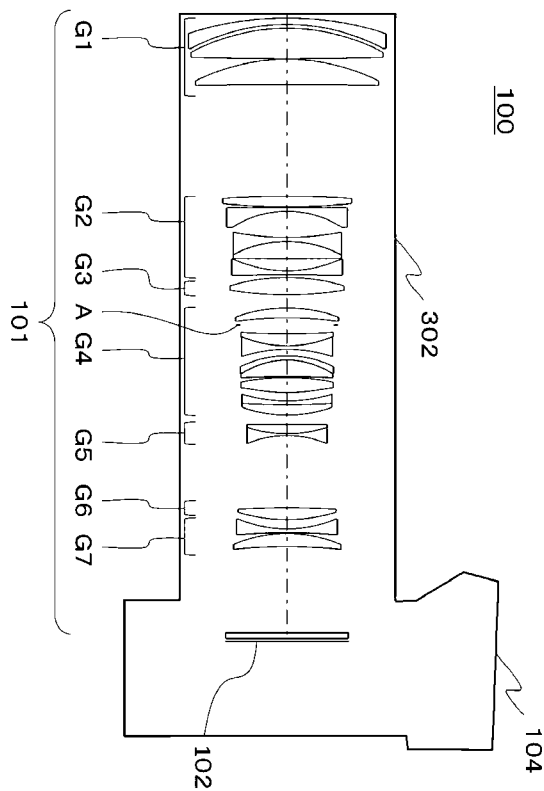
【図 7】



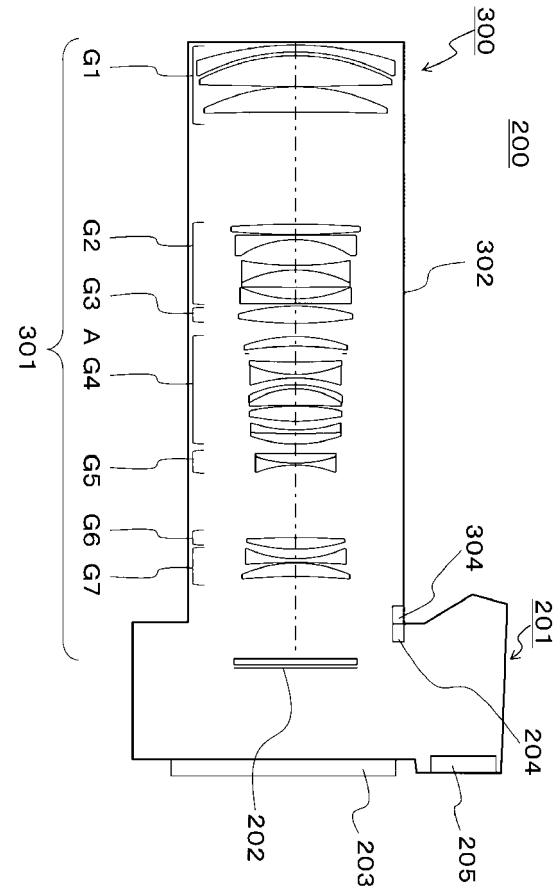
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

Fターム(参考)	2H087	KA01	MA15	MA16	MA17	MA19	PA15	PA16	PB20	QA02	QA06
		QA17	QA21	QA25	QA32	QA42	QA45	RA04	RA05	RA12	RA13
		RA32	RA42	RA43	RA44	SA57	SA63	SA64	SA65	SA66	SA72
		SA74	SA75	SB04	SB16	SB21	SB22	SB31	SB33	SB42	SB43