

(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2014-137483

(P2014-137483A)

(43) 公開日 平成26年7月28日(2014.7.28)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G 0 2 B 15/16 (2006.01)	G 0 2 B 15/16	2 H 0 4 2
G 0 2 B 13/18 (2006.01)	G 0 2 B 13/18	2 H 0 8 7
G 0 2 B 5/00 (2006.01)	G 0 2 B 5/00	B

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-6178 (P2013-6178)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成25年1月17日 (2013.1.17)		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	奥村 哲一朗
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		Fターム(参考)	2H042 AA03 AA09 AA15 AA22
			2H087 KA01 KA02 KA03 MA13 MA18
			NA18 PA11 PA20 PB14 QA02
			QA07 QA17 QA22 QA26 QA32
			QA41 QA46 RA05 RA13 RA36
			RA44 SA07 SA09 SA62 SA63
			SB06 SB11

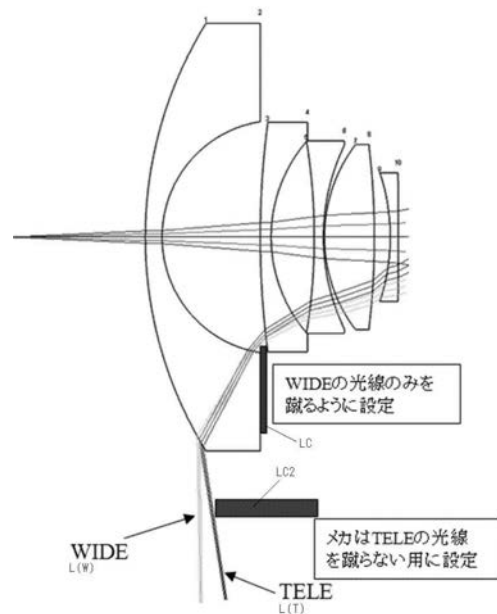
(54) 【発明の名称】ズームレンズ及び撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 単一の撮像素子において望遠側において対角線魚眼方式として必要なイメージサークルを確保し、広角側において円周魚眼方式とするために所望の撮影画角以上の光束を効果的に遮光することができるズームレンズ及び撮像装置を得ること。

【解決手段】 物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群を有し、広角端から望遠端へのズーミングに際して第1レンズ群と第2レンズ群が光軸上を移動するズームレンズとズームレンズによって結像される像を受光する撮像素子を有する撮像装置において、広角端と望遠端における撮像範囲は異なっており、ズームレンズは魚眼ズームレンズであり、第1レンズ群内に開口径が可変又は固定の遮光部材を有すること。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群を有し、

広角端から望遠端へのズーミングに際して前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群が光軸上を移動するズームレンズと該ズームレンズによって結像される像を受光する撮像素子を有する撮像装置において、

広角端と望遠端における撮像範囲は異なっており、無限遠物体において撮影半画角 θ_w で入射した光束の広角端と望遠端における結像像高を各々 Y_w 、 Y_t 、

至近距離物体において撮影半画角 θ_n で入射した光束の広角端と望遠端における結像像高を各々 Y_w 至近、 Y_t 至近、

無限遠物体にフォーカスしているときの広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々 f_w 、 f_t とするとき、焦点距離 f_i が

$$f_w < f_i < f_t$$

を満足するズーム位置において、

撮影半画角 θ_i で入射した光束の焦点距離 f_i における結像像高を Y_i とするとき、

$$1.80 \leq Y_t / Y_w \leq 2.5$$

$$1.60 \leq Y_t \text{ 至近} / Y_w \text{ 至近} < 1.80$$

$$\text{ただし、} Y_i = 2 * f_i * \sin(\theta_i / 2) \quad (85^\circ \leq \theta_i < 90^\circ)$$

なる条件式を満足し、前記第 1 レンズ群に開口径が可変又は固定の遮光部材を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

無限遠物体にフォーカスしているときの広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々 f_w 、 f_t とするとき、焦点距離 f_i が

$$f_w < f_i < f_t$$

を満足するズーム位置において、

無限遠物体にフォーカスしているときの結像像高 Y に結像する光束の撮影半画角を θ_w 、至近距離物体にフォーカスしているときの結像像高 Y に結像する光束の撮影半画角を θ_n とするとき、

$$0.67 < \theta_n / \theta_w < 1$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 の撮像装置。

【請求項 3】

前記遮光部材は最も物体側に位置するレンズの像側に位置することを特徴とする請求項 1 又は 2 の撮像装置。

【請求項 4】

最も物体側に位置するレンズの外周側に広角端において最大画角光束を遮光せず、望遠端において最大画角光束を遮光する第 2 遮光部材を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項の撮像装置。

【請求項 5】

前記遮光部材は広角端において最大軸外光束の一部を遮光し、望遠端において最大軸外光束を遮光しない開口径を有していることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項の撮像装置。

【請求項 6】

物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群を有し、

広角端から望遠端へのズーミングに際して前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群が光軸上を移動するズームレンズにおいて、

前記第 1 レンズ群は広角端において最大軸外光束の一部を遮光し、望遠端において最大軸外光束を遮光しない開口径が可変又は固定の遮光部材を有することを特徴とするズームレンズ。

10

20

30

40

50

【請求項 7】

最も物体側に位置するレンズの外周側に広角端において最大画角光束を遮光せず、望遠端において最大画角光束を遮光する第 2 遮光部材を有することを特徴とする請求項 6 のズームレンズ。

【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・監視用カメラ等に好適なものである。

【背景技術】

10

【0002】

広画角の撮像光学系としての魚眼光学系は、特殊な射影方式で定義される撮影レンズであって、その特殊なデフォルメを活かした撮影や測定等を目的とした科学技術用等に多く用いられている。魚眼光学系の代表的な射影方式として、被写体の作る立体角と像面上の面積が比例する等立体角射影方式、光線入射角と像高が比例する等距離射影方式、その他に正射影方式、立体射影方式などがある。また魚眼光学系として撮像素子対角方向の撮影画角が略 180 度となる対角線魚眼方式や全方向で撮影画角が略 180 度となる円周魚眼方式などの撮像光学系が知られている。

【0003】

一般的に写真撮影用の魚眼光学系は、特殊な要請がない限り撮影画角 180° 程度を最大撮影範囲としている。それは、撮影画角 180° を越える視野は、撮影レンズを保持する鏡筒の一部や、撮影者をもその撮影視野に捉える可能性がある。このため被写体を捉えることで作画とする一般向け撮影レンズにとって、撮影レンズ自身や撮影者が不本意に写り込む事は好ましくないと考えられているからである。従って魚眼光学系ではこの所望の撮影画角以上の画角の光束を遮光する構造が必要とされている。

20

【0004】

対角線魚眼方式の撮像光学系を構成するには、光学的に撮像素子の対角線長を直径とするイメージサークルで撮影画角が略 180 度となる像を作る光学系が必要となる。そして撮像素子により所望の撮影画角以上を遮光している。円周魚眼方式の撮像光学系を構成するには、光学的に撮像素子の短辺以下の長さを直径とするイメージサークルの全方向で撮影画角が略 180 度となる像を作る光学系が必要となる。そして所望の撮影画角以上の撮影画角の光束を遮光するようなメカ的な構造が必要となる。

30

【0005】

一般的な単一焦点距離で円周魚眼方式を用いた撮像光学系では、撮影画角以上の光束を最も物体側にあるレンズの有効径外での鏡筒部材によって遮光することが多い。近年、円周魚眼方式から対角線魚眼方式を含む焦点距離領域を達成する魚眼ズームレンズが知られている（特許文献 1）。特許文献 1 では単一の撮像素子において円周魚眼方式から対角線魚眼方式を含むズームレンズが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0006】

【特許文献 1】特開 2012 - 22109 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献 1 では単一の撮像素子において円周魚眼方式から対角線魚眼方式までを含む良好なる光学性能を有する魚眼ズームレンズを開示している。特許文献 1 は望遠側において対角線魚眼方式とするために、撮像素子の対角線長を直径とするイメージサークルを確保しつつ、広角側において円周魚眼方式とするために所望の撮影画角以上の光束を遮光するような鏡筒構造を必要としている。

50

【 0 0 0 8 】

本発明は、特許文献 1 の光学系を更に改良し、単一の撮像素子において望遠側において対角線魚眼方式として必要なイメージサークルを確保している。そして広角側において円周魚眼方式とするために所望の撮影画角以上の光束を効果的に遮光することができるズームレンズ及び撮像装置の提供を目的としている。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明の撮像装置は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群を有し、広角端から望遠端へのズームングに際して前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群が光軸上を移動するズームレンズと該ズームレンズによって結像される像を受光する撮像素子を有する撮像装置において、広角端と望遠端における撮像範囲は異なり、無限遠物体において撮影半画角 θ_w で入射した光束の広角端と望遠端における結像像高を各々 Y_w 、 Y_t 、至近距離物体において撮影半画角 θ_w で入射した光束の広角端と望遠端における結像像高を各々 $Y_{w\text{至近}}$ 、 $Y_{t\text{至近}}$ 、無限遠物体にフォーカスしているときの広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々 f_w 、 f_t とするとき、焦点距離 f_i が $f_w < f_i < f_t$ を満足するズーム位置において、撮影半画角 θ_w で入射した光束の焦点距離 f_i における結像像高を Y_i とするとき、

$$\begin{aligned} 1.80 < Y_{t\text{至近}} / Y_w < 2.5 \\ 1.60 < Y_{t\text{至近}} / Y_{w\text{至近}} < 1.80 \end{aligned}$$

ただし、 $Y_i = 2 * f_i * \sin(\theta_w / 2)$ ($85^\circ < \theta_w < 90^\circ$)

なる条件式を満足し、前記第 1 レンズ群に開口径が可変又は固定の遮光部材を有することを特徴としている。

【 0 0 1 0 】

この他、本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群を有し、広角端から望遠端へのズームングに際して第 1 レンズ群と第 2 レンズ群が光軸上を移動するズームレンズにおいて、第 1 レンズ群は広角端において最大軸外光線の一部を遮光し、望遠端において最大軸外光線を遮光しない開口径が可変又は固定の遮光部材を有することを特徴としている。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、単一の撮像素子において望遠側において対角線魚眼方式として必要なイメージサークルを確保し、広角側において円周魚眼方式とするために所望の撮影画角以上の光束を効果的に遮光することができるズームレンズ及び撮像装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】(a)、(b) 本発明の撮像装置に用いる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) ~ (e) 本発明に係る遮光部材による光線の遮光状態の説明図

【図 3】(a)、(b) 本発明に係るズームレンズの広角端と望遠端における画面周辺光量の説明図

【図 4】(a) ~ (c) ズームングに伴うイメージサークルと撮像素子との関係を示す説明図

【図 5】本発明に係るズームレンズにおける光線の遮光部材の説明図

【図 6】(a)、(b) 本発明のズームレンズの実施例の広角端と望遠端における収差図

【図 7】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】

【 0 0 1 3 】

以下に、本発明の好ましい実施の形態を、添付の図面に基づいて詳細に説明する。本発明の撮像素子は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2

10

20

30

40

50

レンズ群を有し、広角端から望遠端へのズームングに際して第 1 レンズ群と第 2 レンズ群が光軸上を移動するズームレンズを有する。更にズームレンズによって結像される像を受光する撮像素子を有する。

【0014】

図 1 (a)、(b) は本発明の撮像装置で用いるズームレンズの実施例 1 の広角端と望遠端におけるレンズ断面図である。図 6 (a)、(b) は本発明の実施例 1 のズームレンズの広角端と望遠端における収差図である。図 1 において L A はズームレンズである。本発明のズームレンズ L A は魚眼ズームレンズである。本発明のズームレンズ L A は広角端において空気間隔が最大のところで分けられる負の屈折力 (光学的パワー = 焦点距離の逆数) の第 1 レンズ群 L 1 と正の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 から構成されている。

10

【0015】

S は開口絞り、S S は開口径一定の副絞りである。L C は遮光部材であり、第 1 レンズ群 L 1 の最も物体側のレンズ G 1 の像側に設けられている。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 C C D センサや C M O S センサ等の固体撮像素子 (光電変換素子) の撮像面が銀塩フィルム用カメラのときはフィルム面に相当する。

【0016】

広角端から望遠端へのズームングに際して、第 1 レンズ群 L 1 は一旦像面側に移動してから物体側に移動する。それと同時に、第 2 レンズ群 L 2 は第 1 レンズ群 L 1 との間隔が単調に減少するように物体側に移動する。

20

【0017】

第 1 レンズ群 L 1 は、物体側から像側へ順に負の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 1 とフォーカス用の負の屈折力の第 2 レンズ群 L 1 2 から構成されている。第 1 レンズ群 L 1 1 は物体側から像側へ順に、物体側の面が凸でメニスカス形状の負レンズ G 1、遮光部材 L C、物体側の面が凸でメニスカス形状の負レンズ G 2、負レンズ、正レンズから構成されている。

【0018】

第 2 レンズ群 L 2 はフォーカス用の負レンズからなる。第 2 レンズ群 L 2 は、物体側から像側へ順に、副絞り S S、正レンズ、開口絞り S、負レンズと正レンズを接合した接合レンズ、正レンズと負レンズを接合した接合レンズ、正レンズ、負レンズと正レンズを接合した接合レンズ、正レンズから構成される。ズームングに際して、第 1 レンズ群 L 1 と第 2 レンズ群 L 2 の光軸上の間隔が変化する。無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングは、第 2 レンズ群 L 2 を光軸方向に像側へ動かして行う。

30

【0019】

それぞれの収差図は、左から順に球面収差 (S p h)、非点収差 (A s)、歪曲 (D s t)、倍率色収差 (C h r o) を表わしている。球面収差と倍率色収差を示す図において、実線は d 線 (587.6nm)、一点鎖線は C 線 (656.3nm)、破線は F 線 (486.1nm)、二点鎖線は g 線 (435.8nm) を表わしている。また非点収差を示す図において、実線は d 線のサジタル方向 S、破線は d 線のメリディオナル方向 M を表わしている。また、歪曲を示す図は d 線における歪曲を表わしている。F n o は F ナンバー、 ω は半画角 (度) である。

40

【0020】

本発明の撮像装置は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、正の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 を有し、広角端から望遠端へのズームングに際して第 1 レンズ群 L 1 と第 2 レンズ群 L 2 が光軸上を移動するズームレンズを有する。ズームレンズによって結像される像を受光する撮像素子を有する。広角端と望遠端における撮像範囲は異なっている。無限遠物体において撮影半画角 ω で入射した光束の広角端と望遠端における結像像高を各々 Y_w 、 Y_t とする。至近距離物体において撮影半画角 ω で入射した光束の広角端と望遠端における結像像高を各々 Y_w 至近、 Y_t 至近とする。

【0021】

50

無限遠物体にフォーカスしているときの広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々 f_w 、 f_t とする。このとき、焦点距離 f_i が

$$f_w < f_i < f_t$$

を満足するズーム位置において、撮影半画角 θ_i で入射した光線の焦点距離 f_i における結像像高を Y_i とする。このとき、

$$1.80 \leq Y_t / Y_w \leq 2.5 \quad \dots (1)$$

$$1.60 \leq Y_{t \text{ 至近}} / Y_{w \text{ 至近}} < 1.80 \quad \dots (2)$$

$$\text{ただし、} Y_i = 2 * f_i * \sin(\theta_i / 2) \quad (85^\circ \leq \theta_i \leq 90^\circ)$$

なる条件式を満足する。

【0022】

そして、第1レンズ群 L_1 内にズーミング又はフォーカシングに際して開口径が可変又は固定の遮光部材を有する。また、本発明の撮像装置において無限遠物体にフォーカスしているときの結像像高 Y に結像する光束の撮影半画角を θ 、至近距離物体にフォーカスしているときの結像像高 Y に結像する光束の撮影半画角を θ_{mod} とする。このとき、

$$0.67 < \theta / \theta_{mod} \leq 1 \quad \dots (3)$$

なる条件式を満足する。また遮光部材は最も物体側に位置するレンズの像側に位置している。

【0023】

この他、本発明の撮像装置では広角端において最大画角光束（最大画角光線）を遮光せず、望遠端において最大画角光束を遮光する第2遮光部材が最も物体側に位置するレンズの外周側に配置されている。

【0024】

条件式(1)は、広角端での最大像高と望遠端での最大像高について規定する。条件式(1)の上限を超えると、所定のズーム比を得るのにズーミングに際しての各レンズ群の移動量が増加または各レンズ群の屈折力が強くなるために、ズーミングに際しての諸収差の変動が大きくなる。条件式(1)の下限を超えると円周魚眼から始まり対角線魚眼までを含んだズームレンズを構成することが困難になる。更に好ましくは、条件式(1)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0025】

$$1.80 \leq Y_t / Y_w \leq 2.2 \quad \dots (1a)$$

$$\text{ただし、} Y = 2 * f * \sin(\theta / 2) \quad (85^\circ \leq \theta \leq 90^\circ)$$

一般的な画面サイズは、縦横比が2:3であるものが多い。この比率の画面サイズにおいて円周魚眼から対角線魚眼までを包括するには少なくとも条件式(1)の数値は1.8以上とするのが良い。

【0026】

また、条件式(2)はフォーカシングに伴い至近距離端における広角端での最大像高と望遠端での最大像高について規定する。このようなレンズ径の場合は至近距離端でのイメージサークルが大きくなり、円周魚眼となくなってしまう。そこで、本発明に係る遮光部材 LC を使用することで所望の光学性能を得ている。更に好ましくは条件式(2)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0027】

$$1.70 \leq Y_{t \text{ 至近}} / Y_{w \text{ 至近}} < 1.80 \quad \dots (2a)$$

条件式(3)は、フォーカシングに際しての画角変動について規定する。条件式(3)の上限値はフォーカシングに際しての画角変動がない状態であり、無限遠物体から至近距離物体まで遮光部材を使用することができ、撮像画面に明瞭なエッジが得られる。下限値はフォーカシングに際しての画角変動があり至近距離端に行くにつれて画角が大きくなる状態である。

【0028】

条件式(3)の下限値以下では至近距離端だけしか遮蔽効果が得られなくなり、無限遠距離側では所望の像高しか得られなくなる。更に好ましくは、条件式(3)の数値範囲を

10

20

30

40

50

次の如く設定するのが良い。

【0029】

$$0.77 < \quad / \quad \text{mod} \quad 1 \quad \cdots (3a)$$

遮光部材の光路中の配置位置はより物体側に配置すればするほどイメージサークルのエッジ部において、周辺光量の落ちが急になり明暗のコントラストがはっきりする。最も物体側において画角が大きくなる望遠端での最大画角光束は、最も物体側に位置するレンズ外径より物体側に位置する鏡筒により遮光することが好ましい。一方、光線遮光部材が像側に寄ってくると周辺光量の落ちがなだらかになり明暗のコントラストがボケてきてしまう。したがって、遮光部材はなるべく物体側に配置することが好ましい。

【0030】

本発明では遮光部材を第1レンズ群内に配置している。更には、遮光部材は最も物体側に位置するレンズの像側に位置することが好ましい。なお、遮光部材の開口径はズームまたはフォーカシングにおいて可変であれば各状態において最適な像高とすることが容易となる。

【0031】

図2(a)～図2(d)は本発明に係るズームレンズの物体側の負の屈折力の第11レンズ群L11を通過する光束の光路説明図である。図2(e)は図2(d)の一部分の拡大説明図である。

【0032】

図2(a)、(b)は本発明に係る遮光部材を用いないときの広角端と望遠端での光線SIM(光線シミュレーション)の光路説明図である。図2(c)、(d)は本発明に係る遮光部材を用いたときの広角端と望遠端での光線SIMの説明図である。図2(c)、(d)では、最も物体側に位置するレンズG1と物体側から2番目に位置するレンズG2との間隔に、光束を遮光する遮光部材LCが入っている。ズームレンズへの入射光は開口絞りSより物体側では望遠側のほうが広角側より同じ画角の光束では光軸から離れたところを通過するという特徴がある。

【0033】

本発明に係る遮光部材LCはその特徴を活かし、図2(e)に示すように望遠側においての光束L(T)にはあまり影響を与えず、広角側の光束L(W)のみを多く遮光するように配置している。図2(e)に示すように、遮光部材LCは望遠端において最大軸外光束(半画角90度)の光束を遮光しなく、広角端において最大軸外光束(半画角90度)の光束の一部を遮光する開口径よりなっている。また、広角端から望遠端におけるズームに際して、同じ画角の入射光が通過する光軸からの距離(高さ)は変動する。このため本発明で用いる遮光部材LCの内径を可変としても良い。

【0034】

図2(c)、(d)においてLC2は第2遮光部材である。第2遮光部材LC2は例えばレンズ鏡筒等からなり、望遠側(図2(d))において最大軸外光束を遮光している。広角端(図2(c))において最大軸外光束を遮光しないようにしている。

【0035】

図3(a)、(b)は図2(a)～図2(d)における画面周辺での周辺光量の説明図である。図3(a)において曲線P1は図2(a)の構成の光学系を用いたときに相当し、曲線P3は図2(c)の構成の光学系を用いたときに相当する。図3(b)において曲線P2(P4)は図2(b)、図2(d)の構成の光学系を用いたときに相当している。図2、図3より本発明に係る遮光部材LCは望遠側の最周辺の光束にはあまり影響を与えずに、広角側の光束を遮光することができていることが分かる。この効果によって円周魚眼として必要なイメージサークル径を制御している。

【0036】

図5は本発明に係るズームレンズの第11レンズ群L11近傍の広角端と望遠端における遮光部材LCと第2遮光部材LC2による光束の遮光状態を示している。図5は広角端(WIDE)と望遠端(TELE)で撮影画角が異なる光束の状態を示している。遮光部材LCは

10

20

30

40

50

広角端側においてのみ最大軸外光束 $L(W)$ を遮光する。遮光部材 LC は望遠端側における最大軸外光束 $L(T)$ は遮光しない。第2遮光部材 $LC2$ は望遠端側において最大軸外光束 $L(T)$ を遮光する。第2遮光部材 $LC2$ は広角端において最大軸外光束 $L(W)$ を遮光しない。

【0037】

尚、本発明のズームレンズでは広角端においてズーミング動作を固定すれば35mmフィルム画面サイズにおいて単焦点距離の円周魚眼レンズとして使用することができる。同様に、ズーミング動作を任意のズーム位置で固定することでAPS-C、APS-H、35mmフィルムサイズ等での単焦点距離の対角魚眼レンズとして使用することもできる。魚眼レンズの射影方式には大きく以下の4種類が存在する。

10

【0038】

- i) 等立体角射影方式 $Y=2f \sin(\theta/2)$
- ii) 等距離射影方式 $Y=f$
- iii) 正射影方式 $Y=f \sin \theta$
- iv) 立体射影方式 $Y=2f \tan(\theta/2)$

ただし、像高を Y 、焦点距離を f 、撮影半画角を θ としている。

【0039】

一般的なズームレンズは、像高 Y がズーム全域において一定であるため、ズーミングにより全系の焦点距離 f を変えると撮影画角 2θ が変化する。一方で魚眼ズームレンズにおいて、変倍全域において撮影画角を略 180° ($180^\circ \pm 10^\circ$) を保つようにする。

20

【0040】

本発明では、撮影画角が略 180° のときの像高を最大像高としている。なぜならば、一般的な魚眼レンズは画角 180° なるようにガラス形状やメカ鏡筒を配置しているからである。

【0041】

図4はズーミングによる撮影画角が略 180° の光線が作るイメージサークル径の変化の様子を示している。図4(a)、(b)、(c)は各々広角端、中間のズーム位置、望遠端を示している。図4(a)は広角端における画面サイズ $A1$ のイメージサークル $B1$ を示し、円周魚眼に相当する。図4(b)は中間のズーム位置で画面サイズ $A2$ でのイメージサークル $B2$ (対角線魚眼) を示している。図4(c)は望遠端における画面サイズ $A1$ でのイメージサークル $B3$ を示し、対角線魚眼に相当する。

30

【0042】

図4において例えば、 $A1$ は35mm版画面サイズ、 $A2$ はAPS-C画面サイズ、 $B1$ 、 $B2$ 、 $B3$ はイメージサークルを示している。

【0043】

以上のように、本発明によれば単一の撮像素子において望遠側で対角線魚眼として必要なイメージサークルを確保し、広角側で円周魚眼とするために所望の画角以上を遮光するようなズームレンズ及び撮像装置が得られる。

40

【0044】

次に本発明の撮像装置の一実施例としてのデジタルスチルカメラを図7を用いて説明する。図7において、20はカメラ本体である。21は実施例1で説明したズームレンズによって構成された撮影光学系である。22はカメラ本体に内蔵され、撮影光学系21によって形成された被写体像を受光するCCDセンサやCMOSセンサ等の撮像素子(光電変換素子)である。

【0045】

23は撮像素子22によって光電変換された被写体像に対応する情報を記録するメモリである。24は液晶ディスプレイパネル等によって構成され、撮像素子22上に形成された被写体像を観察するためのファインダである。このように本発明をデジタルスチルカメ

50

ラに適用することにより、良好なる光学性能を有する画像が容易に得られる。

【 0 0 4 6 】

以下、実施例 1 に対応する数値実施例 1 の具体的な数値データを示す。各数値実施例において、 i は物体側から数えた面の番号を示す。 r_i は第 i 番目の光学面（第 i 面）の曲率半径である。 d_i は第 i 面と第 $(i + 1)$ 面との間の軸上間隔である。 n_i と k_i はそれぞれ d 線に対する第 i 番目の光学部材の材料の屈折率、アッペ数である。また、非球面形状は X を光軸方向の面頂点からの変位量、 h を光軸と垂直な方向の光軸からの高さ、 R を近軸曲率半径、 k を円錐定数、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} を各時数の非球面係数とするとき、

【 0 0 4 7 】

【 数 1 】

$$X = \frac{h^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(h/R)^2}} + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10} + A_{12} h^{12}$$

【 0 0 4 8 】

で表す。なお、各非球面係数における「 $e + X X$ 」は「 $\times 10^{\pm X X}$ 」を意味している。 $B F$ はバックフォーカス値を示す。 F ナンバー、焦点距離、半画角、 $B F$ 及び変倍に伴って変化するレンズ間隔（ d 値）は、広角端、中間のズーム位置、望遠端の順に示している。

【 0 0 4 9 】

(数値実施例 1)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	59.840	2.50	1.80400	46.6	61.87
2	17.282	14.64			34.15
3		0.00			32.50
4	129.723	1.61	1.59282	68.6	32.59
5	21.610	6.44			27.39
6	-86.935	1.36	1.59282	68.6	27.10
7	31.102	0.15			25.84
8	22.525	7.45	1.80518	25.4	26.07
9	-110.226	5.82			24.72
10*	-31.089	1.20	1.85135	40.1	17.80
11	-844.340	(可変)			17.08
12		1.46			10.26
13	43.413	1.62	1.88300	40.8	10.87
14	-94.260	1.85			10.94
15(絞り)		1.70			10.95
16	-19.292	0.75	1.88300	40.8	10.96
17	32.493	3.22	1.51823	58.9	11.53
18	-20.261	0.20			12.31
19	194.716	4.25	1.48749	70.2	12.74
20	-12.377	0.80	1.88300	40.8	13.21
21	-27.182	0.20			13.96
22	712.893	3.28	1.59270	35.3	14.77
23	-21.620	0.35			15.87
24	-60941.798	0.93	1.83400	37.2	16.91
25	28.231	4.77	1.49700	81.5	17.60
26	-34.279	0.20			18.70

27 -80910.795 1.68 1.48749 70.2 19.49
28 -87.072 (可変) 19.87
像面

【 0 0 5 0 】

非球面データ

第10面

K = 0.00000e+000 A 4=-6.64162e-006 A 6= 2.58871e-008
A 8=-8.99837e-010 A10= 1.12233e-011 A12=-5.07106e-014

10

各種データ

ズーム比 1.88

焦点距離	8.05	11.85	15.14
Fナンバー	4.12	4.12	4.12
半画角(度)	87.5	87.5	87.5
像高	11.15	16.77	21.64
レンズ全長	129.57	127.26	129.98
BF	40.25	49.58	57.66

20

d11	20.89	9.25	3.89
d28	40.25	49.58	57.66

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	-10.91	41.17	10.51	-15.41
2	12	26.80	27.26	15.90	-6.32

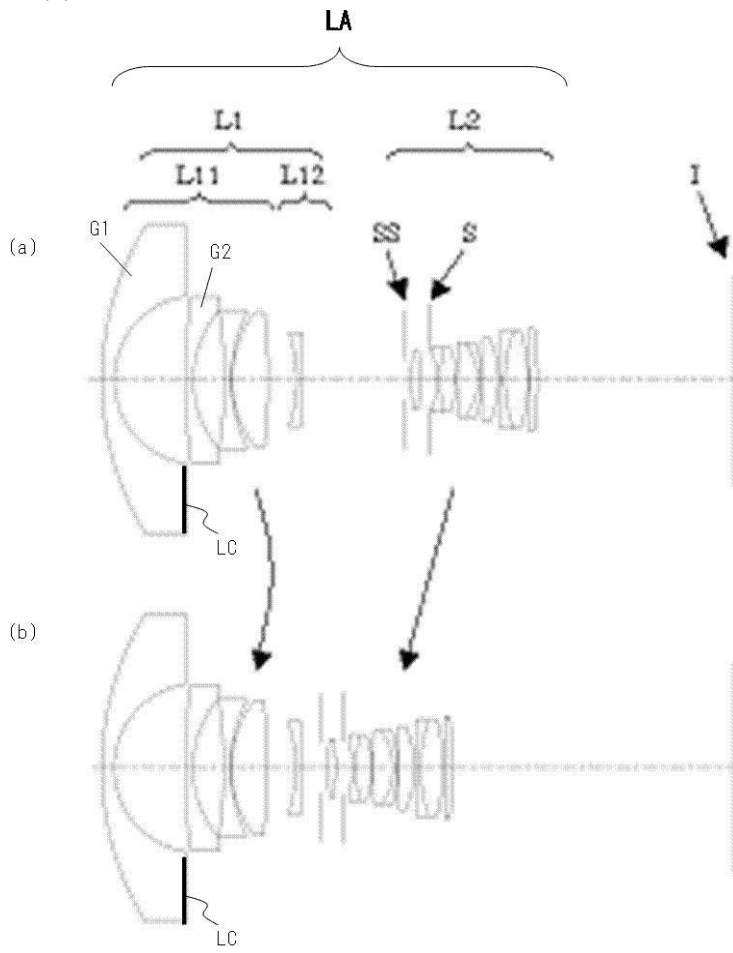
【 符号の説明 】

【 0 0 5 1 】

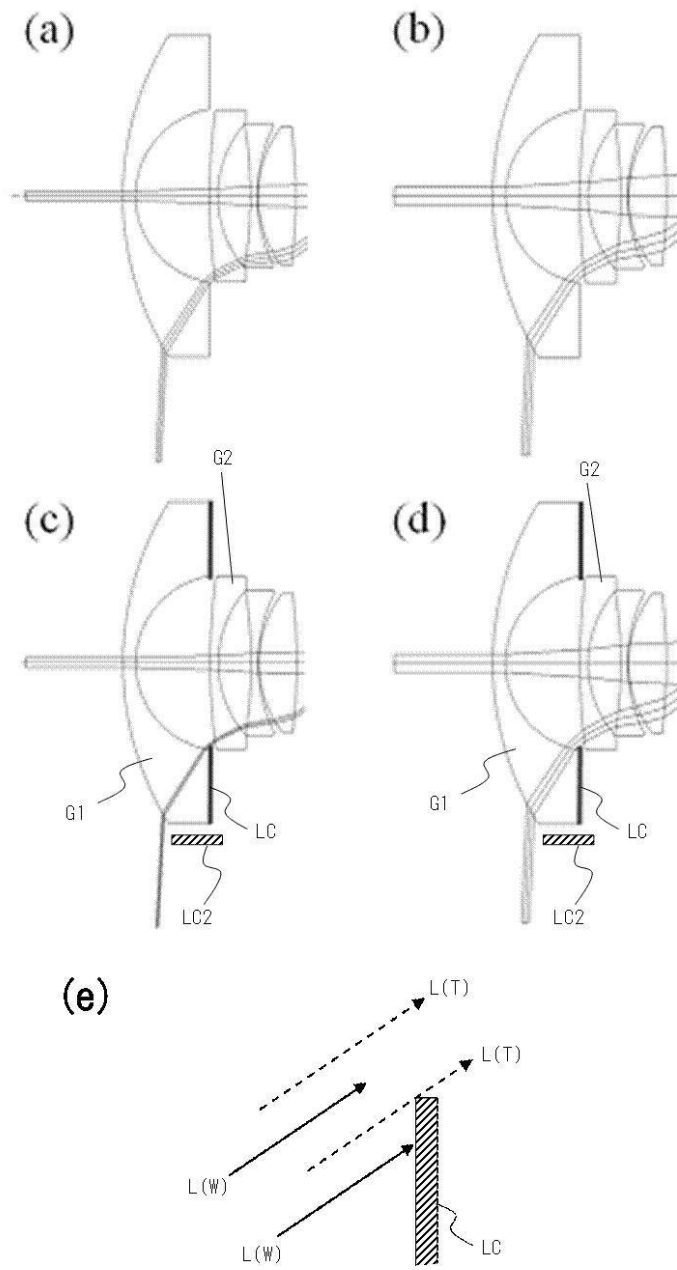
30

L A	ズームレンズ	L 1	第1レンズ群	L 2	第2レンズ群
L C	遮光部材	L C 2	第2遮光部材	I	像面
A 1	撮像素子	B 1 , B 2 , B 3	イメージサークル		

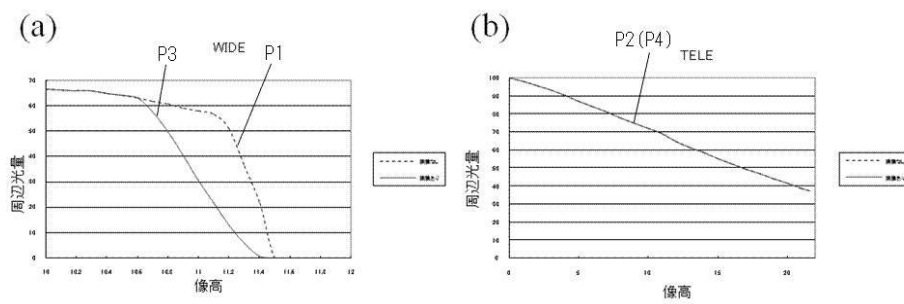
【図 1】



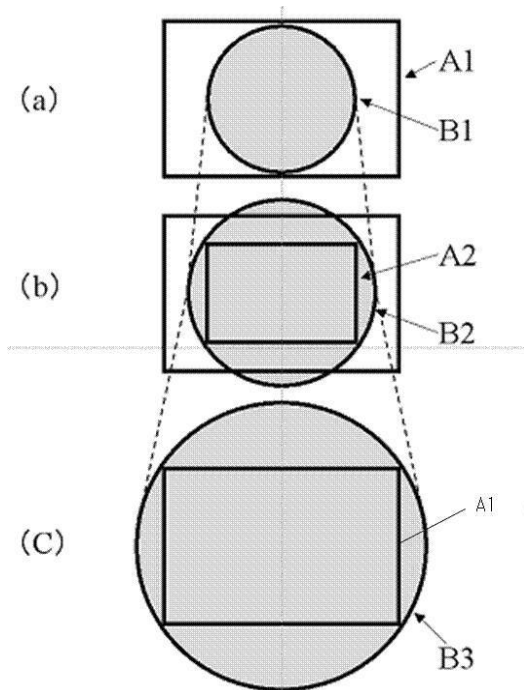
【図 2】



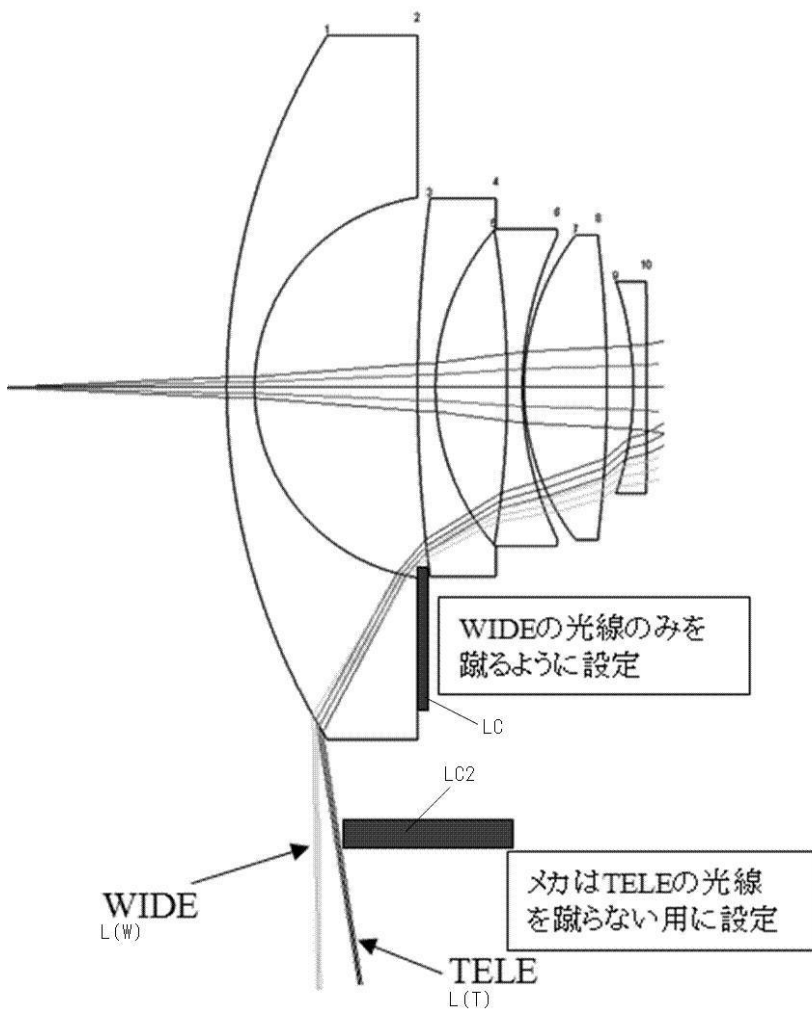
【図 3】



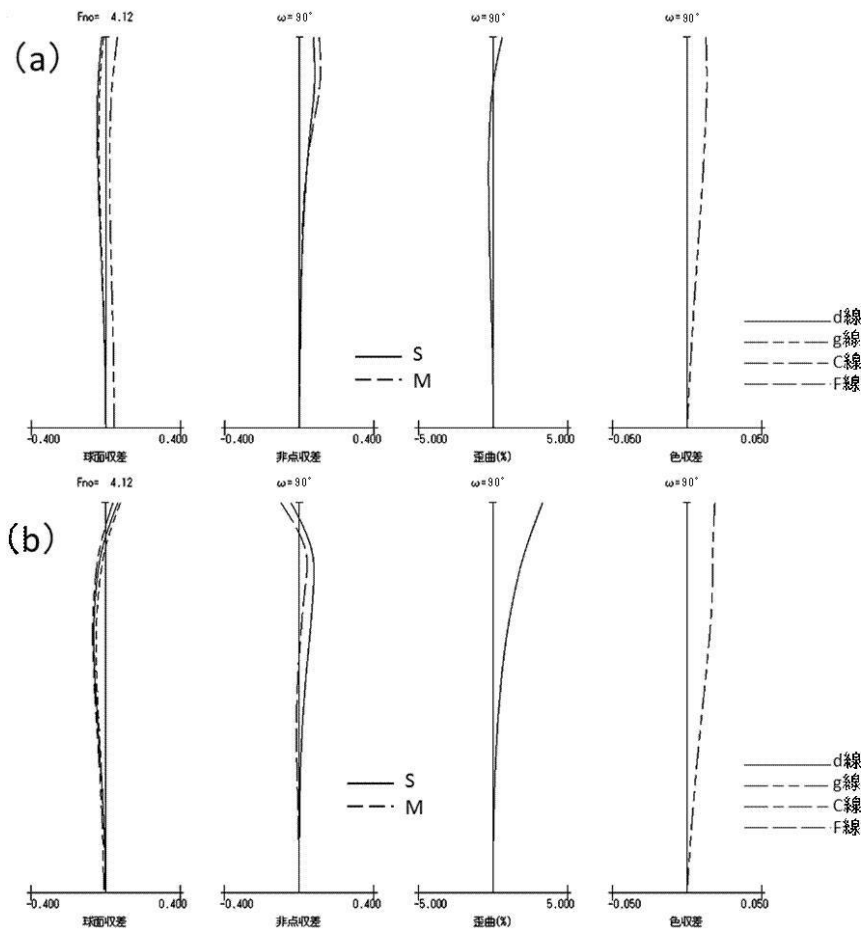
【図4】



【図5】



【図 6】



【図 7】

