

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)公開特許公報(A)

(11)公開番号  
特開2024-62200  
(P2024-62200A)

(43)公開日 令和6年5月9日(2024.5.9)

## (51)国際特許分類

G 0 2 B	15/20 (2006.01)	G 0 2 B	15/20
G 0 2 B	15/173 (2006.01)	G 0 2 B	15/173
G 0 2 B	15/22 (2006.01)	G 0 2 B	15/22
G 0 3 B	5/00 (2021.01)	G 0 3 B	5/00

F I

		テーマコード(参考)
		2 H 0 8 7
		2 K 0 0 5
		A
		J

審査請求 未請求 請求項の数 29 O L (全25頁)

(21)出願番号 特願2022-170052(P2022-170052)  
(22)出願日 令和4年10月24日(2022.10.24)

(71)出願人 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 100126240  
弁理士 阿部 琢磨  
(74)代理人 100223941  
弁理士 高橋 佳子  
(74)代理人 100159695  
弁理士 中辻 七郎  
(74)代理人 100172476  
弁理士 富田 一史  
(74)代理人 100126974  
弁理士 大朋 靖尚  
(72)発明者 木村 公平  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キ  
最終頁に続く

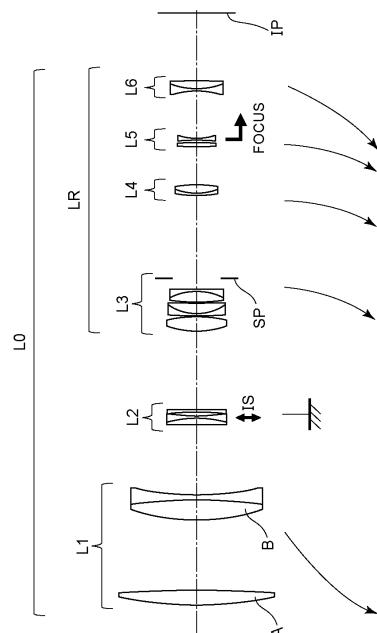
## (54)【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

## (57)【要約】

【課題】 高い光学性能を有し、高変倍比且つ小型軽量なズームレンズを提供すること。

【解決手段】 ズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、1つ以上のレンズ群から構成される後続レンズ群からなり、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、前記第1レンズ群は、広角端から望遠端へのズーミングに際して物体側に移動し、前記第2レンズ群は、2枚以上のレンズを有し、所定の条件式を満足する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、1つ以上のレンズ群から構成される後続レンズ群からなり、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記第1レンズ群は、広角端から望遠端へのズーミングに際して物体側に移動し、

前記第2レンズ群は、2枚以上のレンズを有し、

望遠端における前記第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第2レンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離をTD12t、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群に含まれるレンズの光軸上の厚みの総和をTG12、前記第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離をTD1、前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離をTD2とするとき、

$$4.3 < TD12t / TG12 < 12.0$$

$$3.6 < TD1 / TD2 < 30.0$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

## 【請求項 2】

前記第1レンズ群の広角端から望遠端へのズーミングに際しての移動量の絶対値をm1、前記第1レンズ群の焦点距離をf1とするとき、

$$0.1 < m1 / f1 < 0.5$$

なる条件式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】

前記第1レンズ群の焦点距離をf1、広角端における全系の焦点距離をfwとするとき、

$$1.0 < f1 / fw < 3.0$$

なる条件式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 4】

前記第2レンズ群の焦点距離をf2、広角端における全系の焦点距離をfwとするとき、

$$-1.0 < f2 / fw < -0.2$$

なる条件式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 5】

望遠端における全系の焦点距離をft、広角端における最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離をTTDwとするとき、

$$1.0 < ft / TTDw < 3.5$$

なる条件式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 6】

望遠端における全系の焦点距離をft、広角端におけるバックフォーカスをskwとするとき、

$$8.0 < ft / skw < 35.0$$

なる条件式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 7】

広角端における最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離をTTDw、広角端におけるバックフォーカスをskwとするとき、

$$5.0 < TTDw / skw < 20.0$$

なる条件式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 8】

光軸上において、前記第1レンズ群内の最も大きい空気間隔をD1maxとするとき、

$$0.4 < D1max / TD1 < 0.9$$

なる条件式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 9】

10

20

30

40

50

前記ズームレンズは、フォーカシングに際して移動するフォーカス群を有し、該フォーカス群の望遠端における横倍率を  $f_t$  、前記フォーカス群より像側に配置されたすべてのレンズ群の望遠端における合成横倍率を  $r_t$  とするとき、

$$4.0 < |(1 - f_t^2) \times r_t^2| < 20.0$$

なる条件式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 10】

前記第 1 レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの材料の比重を  $G_{1d}$  とするとき、

$$2.0 < G_{1d} < 3.0$$

なる条件式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 11】

前記第 1 レンズ群は最も物体側から順に配置された、正レンズ A、正レンズ B を有し、前記正レンズ A と前記正レンズ B は、光軸上において前記第 1 レンズ群内で最も大きい空気間隔を隔てて配置され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 12】

前記第 1 レンズ群は物体側から像側へ順に配置された、前記正レンズ A、前記正レンズ B、負レンズからなることを特徴とする請求項 11 に記載のズームレンズ。

【請求項 13】

前記第 2 レンズ群は、ズーミングに際して不動であ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 14】

前記後続レンズ群は、正の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群、負の屈折力の第 5 レンズ群、負の屈折力の第 6 レンズ群からな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 15】

前記後続レンズ群は、正の屈折力の第 3 レンズ群、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群、負の屈折力の第 6 レンズ群からな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 16】

前記後続レンズ群は、正の屈折力の第 3 レンズ群、負の屈折力の第 4 レンズ群、負の屈折力の第 5 レンズ群からな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 17】

前記後続レンズ群は、正の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群、負の屈折力の第 5 レンズ群からな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 18】

前記後続レンズ群は、正の屈折力の第 3 レンズ群からな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 19】

前記第 3 レンズ群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの間、あるいは前記第 3 レンズ群より像側に開口絞りを配置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 20】

前記ズームレンズを構成する全てのレンズの面は、球面形状であ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 21】

前記第 2 レンズ群の全体または一部が、像ぶれ補正に際して光軸と垂直方向の成分を含むように移動することを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 22】

前記第 1 レンズ群の広角端から望遠端へのズーミングに際しての移動量の絶対値を  $m_1$  、前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$  とするとき、

$$0.1 < m_1 / f_1 < 0.5$$

10

20

30

40

50

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 3 乃至 2 1 の何れか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 2 3】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  とするとき

$$1.0 < f_1 / f_w < 3.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 4 乃至 2 1 の何れか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 2 4】

前記第 2 レンズ群の焦点距離を  $f_2$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  とするとき

$$-1.0 < f_2 / f_w < -0.2$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 5 乃至 2 1 の何れか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 2 5】

前記第 1 レンズ群の広角端から望遠端へのズーミングに際しての移動量の絶対値を  $m_1$ 、前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  とするとき

$$0.1 < m_1 / f_1 < 0.5$$

$$1.0 < f_1 / f_w < 3.0$$

20

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 4 乃至 2 1 の何れか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 2 6】

前記第 1 レンズ群の広角端から望遠端へのズーミングに際しての移動量の絶対値を  $m_1$ 、前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$ 、前記第 2 レンズ群の焦点距離を  $f_2$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  とするとき、

$$0.1 < m_1 / f_1 < 0.5$$

$$-1.0 < f_2 / f_w < -0.2$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 5 乃至 2 1 の何れか一項に記載のズームレンズ。

30

【請求項 2 7】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$ 、前記第 2 レンズ群の焦点距離を  $f_2$  とするとき、

$$1.0 < f_1 / f_w < 3.0$$

$$-1.0 < f_2 / f_w < -0.2$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 5 乃至 2 1 の何れか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 2 8】

前記第 1 レンズ群の広角端から望遠端へのズーミングに際しての移動量の絶対値を  $m_1$ 、前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$ 、前記第 2 レンズ群の焦点距離を  $f_2$  とするとき、

40

$$0.1 < m_1 / f_1 < 0.5$$

$$1.0 < f_1 / f_w < 3.0$$

$$-1.0 < f_2 / f_w < -0.2$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 5 乃至 2 1 の何れか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 2 9】

請求項 1 乃至 2 1 の何れか一項に記載のズームレンズと、

該ズームレンズによって形成された像を受光する撮像素子を有することを特徴とする撮像装置。

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ズームレンズに関し、デジタルビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、放送用カメラ、銀塩フィルム用カメラ等の撮像装置に好適なものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、撮像装置に用いる撮像光学系としては、望遠端を長焦点距離化しながら、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有し、小型軽量なズームレンズであることが求められている。

10

## 【0003】

望遠端が長焦点距離であるズームレンズとして、特許文献1は、ポジティブリード型の光学系を開示している。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

## 【特許文献1】特開2009-86537号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

特許文献1のズームレンズは、第1レンズ群がズーミングに際して不動であり、第2レンズ群を負の屈折力とし、広角端から望遠端にかけて像側へ移動させている。このズームレンズにおいて、望遠端の長焦点距離化を図ろうとすると、ズーミングに際しての第2レンズ群の移動量を確保するために、広角端のレンズ全長を長くする必要がある。

20

## 【0006】

そこで本発明は、高い光学性能を有し、高変倍比且つ小型軽量なズームレンズ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】

## 【0007】

本発明の光学系は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、1つ以上のレンズ群から構成される後続レンズ群からなり、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、前記第1レンズ群は、広角端から望遠端へのズーミングに際して物体側に移動し、前記第2レンズ群は、2枚以上のレンズを有し、望遠端における前記第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第2レンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離をTD12t、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群に含まれるレンズの光軸上の厚みの総和をTG12、前記第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離をTD1、前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離をTD2とするとき、

30

$$4.3 < TD12t / TG12 < 1.2 . 0$$

40

$$3.6 < TD1 / TD2 < 3.0 . 0$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0008】

本発明によれば、高い光学性能を有し、高変倍比且つ小型軽量なズームレンズを提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0009】

## 【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

## 【図2】実施例1のズームレンズの(A)広角端、(B)望遠端における収差図

50

- 【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  
 【図4】実施例2のズームレンズの(A)広角端、(B)望遠端における収差図  
 【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  
 【図6】実施例3のズームレンズの(A)広角端、(B)望遠端における収差図  
 【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  
 【図8】実施例4のズームレンズの(A)広角端、(B)望遠端における収差図  
 【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  
 【図10】実施例5のズームレンズの(A)広角端、(B)望遠端における収差図  
 【図11】撮像装置を示す概略図

## 【発明を実施するための形態】

10

## 【0010】

以下、本発明の光学系及びそれを有する撮像装置の実施例について、添付の図面に基づいて説明する。

## 【0011】

図1、3、5、7、9は、それぞれ実施例1から5のズームレンズL0の断面図である。各実施例のズームレンズL0はデジタルビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、放送用カメラ、銀塩フィルム用カメラ、監視用カメラ、車載用カメラ等の撮像装置に用いられるズームレンズである。

## 【0012】

各レンズ断面図において左方が物体側で、右方が像側である。尚、各実施例のズームレンズL0をプロジェクターなどの投射レンズとして用いても良い。このときは左方がスクリーン側、右方が被投射画像側となる。

## 【0013】

各実施例のズームレンズL0は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、1つ以上のレンズ群から構成される後群レンズ群LRからなる。そして、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化する。各レンズ群は1枚のレンズから構成されていてもよいし、複数のレンズから構成されていてもよい。また、レンズ群は、開口絞りを含んでいてもよい。

## 【0014】

各レンズ断面図の下方に向けて示した実線の矢印は、広角端から望遠端へのズーミングに際しての各レンズ群の移動軌跡を表している。また、無限遠から近距離へのフォーカシングに際してFOCUSと記載された矢印で示すようにフォーカス群が移動する。また、像ぶれ補正に際して、ISと記載された矢印で示すように防振群が移動する。

## 【0015】

各レンズ断面図において、SPは開口絞りである。IPは像面であり、各実施例のズームレンズをデジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラに使用する際にはCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面が配置される。各実施例のズームレンズを銀塩フィルム用カメラの撮影光学系として使用する際には像面IPにはフィルム面に相当する感光面が置かれる。

## 【0016】

図2、4、6、8、10は、それぞれ実施例1から5のズームレンズの広角端及び望遠端において、物体距離無限遠に合焦したときの収差図である。

## 【0017】

球面収差図においてFnoはFナンバーであり、d線（波長587.6nm）、g線（波長435.8nm）に対する球面収差量を示している。非点収差図においてSはサジタル像面における収差量、Mはメリディオナル像面における収差量を示している。歪曲収差図ではd線に対する歪曲収差量を示している。色収差図ではg線における倍率色収差量を示している。は撮像半画角（°）である。

## 【0018】

次に、各実施例のズームレンズにおける特徴的な構成について述べる。

20

30

40

50

## 【0019】

各実施例のズームレンズL0において、第1レンズ群L1の屈折力を正とすることで、主点を物体側に配置し、レンズ全長（ズームレンズL0の最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離）を短くしている。また、第2レンズ群L2の屈折力を負とすることで、特に広角端において第1レンズ群L1で発生する倍率色収差を補正している。さらに、第2レンズ群L2の1つ以上のレンズ群から構成される後続レンズ群LRを配置することで、ズーミング時に発生する諸収差の変動を抑制している。

## 【0020】

また、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L1は物体側に移動することで、広角端におけるレンズ全長を短くしている。

10

## 【0021】

また、第2レンズ群L2は2枚以上のレンズを有することで、第2レンズ群で発生するズーミング時の諸収差の変動を抑制している。

## 【0022】

また、各実施例のズームレンズL0は以下の条件式を満足するように構成している。

$$4.3 < TD_{12t} / TG_{12} < 12.0 \dots (1)$$

$$3.6 < TD_1 / TD_2 < 30.0 \dots (2)$$

## 【0023】

ここで $TD_{12t}$ は、望遠端における第1レンズ群L1の最も物体側のレンズ面から第2レンズ群L2の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離である。 $TG_{12}$ は、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2に含まれるレンズの光軸上の厚みの総和である。 $TD_1$ は、第1レンズ群L1の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離である。 $TD_2$ は、第2レンズ群L2の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離である。

20

## 【0024】

条件式(1)及び条件式(2)は諸収差の補正、高変倍比、及び小型軽量化を実現するためのものである。

## 【0025】

条件式(1)の上限を超えると、望遠端における第1レンズ群L1の最も物体側のレンズ面から第2レンズ群L2の最も像側のレンズ面までの距離が長くなる。その結果、レンズ全長が長くなり、好ましくない。条件式(1)の下限を下回ると、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2に配置されたレンズの光軸上の厚みの総和が厚くなる。その結果、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2に含まれる各レンズの重量が重くなり好ましくない。

30

## 【0026】

条件式(2)の上限を超えると、第1レンズ群L1の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離が長くなる。その結果、特に最も物体側のレンズの径が大きくなり好ましくない。条件式(2)の下限を下回ると、第2レンズ群L2の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離が長くなる。その結果、第2レンズ群L2及び後続レンズ群のズーミングに際しての移動量を確保することが困難となり、所望の変倍比を得るために、特に広角端のレンズ全長を長くする必要があり好ましくない。

40

## 【0027】

以上の構成により、高い光学性能を有し、高変倍比且つ小型軽量なズームレンズを実現することが可能となる。

## 【0028】

なお、条件式(1)、(2)のいずれかの数値範囲の上限または下限の少なくとも一方を以下の条件式(1a)、(2a)の数値とすることが好ましい。

$$4.5 < TD_{12t} / TG_{12} < 11.0 \dots (1a)$$

$$3.8 < TD_1 / TD_2 < 20.0 \dots (2a)$$

## 【0029】

50

さらに好ましくは、条件式(1)、(2)のいずれかの数値範囲の上限または下限の少なくとも一方を、以下の条件式(1b)、(2b)の範囲とすることが好ましい。

$$4.7 < T D 1 2 t / T G 1 2 < 10.5 \dots (1b)$$

$$4.0 < T D 1 / T D 2 < 16.0 \dots (2b)$$

#### 【0030】

次に、各実施例のズームレンズL0の好ましい構成について述べる。

#### 【0031】

第1レンズ群L1は、最も物体側から順に配置された、正レンズA、正レンズBを有し、正レンズAと正レンズBは、第1レンズ群L1内で最も大きい空気間隔を隔てて配置されることが好ましい。正レンズAと正レンズBとの間の空気間隔を大きくすることで、正レンズB及び正レンズBより像側に配置されたレンズに入射する軸上光束が小さくなる。その結果、正レンズB及び正レンズBより像側に配置されたレンズの径を小さくすることができ、軽量化することができる。

10

#### 【0032】

さらに、第1レンズ群L1内において、正レンズBより像側に負レンズを配置することが好ましい。負レンズを配置することで、特に望遠端における球面収差や軸上色収差等を良好に補正することができる。

#### 【0033】

第2レンズ群L2は、ズーミングに際して不動であることが好ましい。ズーミングに際して発生する第2レンズ群L2の偏心を低減し、第2レンズ群L2で発生する諸収差の変動を抑制することができる。

20

#### 【0034】

第3レンズ群L3の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの間、あるいは第3レンズ群L3より像側に開口絞りを配置することが好ましい。第3レンズ群L3或いは、第3レンズ群より像側は比較的軸上光束が小さいため、開口絞りの径を小さくすることができる。

#### 【0035】

ズームレンズL0を構成する全てのレンズの面は、球面形状であることが好ましい。球面形状とすることで製造時のバラつきを抑えることができ、光学性能の劣化を抑制することができる。

30

#### 【0036】

第2レンズ群L2の全体または一部が、像ぶれ補正に際して光軸と垂直方向の成分を含むように移動することが好ましい。第2レンズ群L2は負の屈折力が比較的強いため、偏心敏感度の絶対値を大きくすることが可能であり、防振に際して移動するレンズの大型化を抑制することができる。なお、偏心敏感度とは、光軸に対して垂直な方向における、レンズの移動量<sub>1</sub>と像面上の結像点の移動量<sub>2</sub>の比(2/1)である。

#### 【0037】

次に、各実施例のズームレンズL0において満足されることが好ましい条件式について述べる。

#### 【0038】

各実施例のズームレンズL0は、以下の条件式のうちの1つ以上を満足することが好ましい。

$$0.1 < m 1 / f 1 < 0.5 \dots (3)$$

$$1.0 < f 1 / f w < 3.0 \dots (4)$$

$$-1.0 < f 2 / f w < -0.2 \dots (5)$$

$$1.0 < f t / T T D w < 3.5 \dots (6)$$

$$8.0 < f t / s k w < 35.0 \dots (7)$$

$$5.0 < T T D w / s k w < 20.0 \dots (8)$$

$$0.4 < D 1 m a x / T D 1 < 0.9 \dots (9)$$

$$4.0 < |(1 - f t^2) / r t^2| < 20.0 \dots (10)$$

40

50

2 . 0 &lt; G 1 d &lt; 3 . 0

· · · ( 1 1 )

## 【 0 0 3 9 】

ここで、 $m_1$  は第 1 レンズ群  $L_1$  の広角端から望遠端へのズーミングに際しての移動量の絶対値、 $f_1$  は第 1 レンズ群  $L_1$  の焦点距離である。 $f_w$  は広角端における全系の焦点距離である。 $f_2$  は第 2 レンズ群  $L_2$  の焦点距離である。 $f_t$  は望遠端における全系の焦点距離、 $TTD_w$  は広角端における最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離である。 $s_{kw}$  は広角端におけるバックフォーカスである。

## 【 0 0 4 0 】

$D_{1max}$  は光軸上において、第 1 レンズ群  $L_1$  内の最も大きい空気間隔である。 $f_t$  はフォーカシングに際して移動するフォーカス群の望遠端における横倍率である。 $r_t$  はフォーカス群より像側に配置されたすべてのレンズ群の望遠端における合成横倍率である。 $G_1 d$  は第 1 レンズ群  $L_1$  に配置された最も物体側のレンズの材料の比重である。

10

## 【 0 0 4 1 】

次に前述の条件式 (3) ~ (11) の技術的意味について説明する。

## 【 0 0 4 2 】

条件式 (3) の上限を超えて第 1 レンズ群  $L_1$  の広角端から望遠端へのズーミングに際しての移動量の絶対値が大きくなると、望遠端での周辺光量を確保するため、第 1 レンズ群  $L_1$  内に配置されたレンズの有効径が大きくなり、重量が重くなる。条件式 (3) の下限を下回って第 1 レンズ群  $L_1$  の屈折力が弱くなると、主点が像側に配置されレンズ全長が長くなる。

20

## 【 0 0 4 3 】

条件式 (4) の上限を超えて第 1 レンズ群  $L_1$  の屈折力が弱くなると、主点が像側に配置されレンズ全長が長くなる。条件式 (4) の下限を下回って第 1 レンズ群  $L_1$  の屈折力が強くなると、第 1 レンズ群  $L_1$  で発生する諸収差が大きくなる。

## 【 0 0 4 4 】

条件式 (5) の上限を超えて第 2 レンズ群  $L_2$  の屈折力が強くなると、第 2 レンズ群  $L_2$  においてズーミングに際して発生する諸収差の変動が大きくなる。条件式 (5) の下限を下回って第 2 レンズ群  $L_2$  の屈折力が弱くなると、所望の変倍比を得るために、第 2 レンズ群  $L_2$  のズーミングに際しての移動量が大きくなる。すなわち第 2 レンズ群  $L_2$  のズーミングに際しての移動量の空間を確保するためにレンズ全長が長くなる。

30

## 【 0 0 4 5 】

条件式 (6) の上限を超えて望遠端における全系の焦点距離が長くなると、レンズ全長が長くなることを抑制するために、第 1 レンズ群  $L_1$  等の屈折力が強くなり、諸収差の補正が困難となる。条件式 (6) の下限を下回ると、広角端における最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離が長くなり大型化する。

## 【 0 0 4 6 】

条件式 (7) の上限を超えて望遠端における全系の焦点距離が長くなると、レンズ全長が長くなることを抑制するために、第 1 レンズ群  $L_1$  等の屈折力が強くなり、諸収差の補正が困難となる。条件式 (7) の下限を下回ると、広角端におけるバックフォーカスが長くなる。その結果、レンズ全長が長くなる。

40

## 【 0 0 4 7 】

条件式 (8) の上限を超えると、広角端における最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離が長くなり大型化する。条件式 (8) の下限を下回って広角端における最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離が短くなると、第 1 レンズ群  $L_1$  等の屈折力が強くなり、諸収差の補正が困難となる。

## 【 0 0 4 8 】

条件式 (9) の上限を超えて、光軸上において第 1 レンズ群  $L_1$  内の最も大きい空気間隔が大きくなると、周辺光量を確保するために最も物体側のレンズの径が大きくなり重量が重くなる。条件式 (9) の下限を下回って、光軸上において第 1 レンズ群  $L_1$  内の最も大きい空気間隔が小さくなると、特に最も物体側のレンズの屈折力が強くなり、諸収差の

50

補正が困難となる。

【0049】

条件式(10)はフォーカス群の望遠端における位置敏感度である。位置敏感度とは、フォーカス群の光軸方向への移動量  $d$  と、フォーカス群が移動したことによる結像位置の光軸方向への移動量  $L$  の比 ( $L / d$ ) のことである。

【0050】

条件式(10)の上限を超えてフォーカス群の望遠端における位置敏感度が高くなると、フォーカス群の屈折力が強まり、フォーカス群が移動した際に発生する諸収差の変動が大きくなる。条件式(10)の下限を下回って、フォーカス群の望遠端における位置敏感度が小さくなると、フォーカシングに際してフォーカス群が移動する移動量が増える。すなわちフォーカシングに際してフォーカス群が移動する移動量の空間を確保するためにレンズ全長が長くなる。

【0051】

条件式(11)の上限を超えて第1レンズ群  $L_1$  に配置された最も物体側のレンズの材料の比重が大きくなると、重量が重くなる。条件式(11)の下限を下回って第1レンズ群  $L_1$  に配置された最も物体側のレンズの材料の比重が小さくなる材料は比較的高分散であり、色収差の補正が困難となる。

【0052】

なお、条件式(3)～(11)の上限と下限の少なくとも一方を以下の数値範囲のように設定することがより好ましい。

0.2 < $m_1 / f_1 < 0.4$	… (3a)
1.2 < $f_1 / f_w < 2.7$	… (4a)
-0.8 < $f_2 / f_w < -0.25$	… (5a)
1.2 < $f_t / TTD_w < 3.0$	… (6a)
12.0 < $f_t / sk_w < 30.0$	… (7a)
6.0 < $TTD_w / sk_w < 15.0$	… (8a)
0.5 < $D_{1max} / TD_1 < 0.8$	… (9a)
$4.1 <  (1 - f_t^2) \times r_t^2  < 15.0$	… (10a)
2.35 < $G_1 d < 2.55$	… (11a)

【0053】

また、条件式(3)～(11)の上限と下限の少なくとも一方を以下の数値範囲のように設定することがさらに好ましい。

0.25 < $m_1 / f_1 < 0.35$	… (3b)
1.4 < $f_1 / f_w < 2.5$	… (4b)
-0.6 < $f_2 / f_w < -0.3$	… (5b)
1.4 < $f_t / TTD_w < 2.8$	… (6b)
13.0 < $f_t / sk_w < 25.0$	… (7b)
8.0 < $TTD_w / sk_w < 12.0$	… (8b)
0.60 < $D_{1max} / TD_1 < 0.75$	… (9b)
$4.2 <  (1 - f_t^2) \times r_t^2  < 13.0$	… (10b)
2.4 < $G_1 d < 2.5$	… (11b)

【0054】

次に、各実施例のズームレンズ  $L_0$  の構成の詳細について述べる。

【0055】

[実施例1]

実施例1のズームレンズ  $L_0$  は、物体側から像側へ順に配置された正の屈折力の第1レンズ群  $L_1$ 、負の屈折力の第2レンズ群  $L_2$ 、後群  $L_R$  から構成される。後群  $L_R$  は物体側から像側へ順に配置された正の屈折力の第3レンズ  $L_3$ 、正の屈折力の第4レンズ  $L_4$ 、負の屈折力の第5レンズ  $L_5$ 、負の屈折力の第6レンズ  $L_6$  で構成される。負の屈折力のレンズ群と正の屈折力のレンズ群を適切に配置することで、ズーム全域における諸収差

10

20

30

40

50

を良好に補正している。

【0056】

第2レンズ群L2をズーミングに際して不動とすることで、第2レンズ群L2の偏心による収差の発生を抑制している。第2レンズ群L2は物体側から像側へ順に配置された正レンズ、負レンズ、負レンズの3枚で構成され、光軸に対して略垂直方向に移動させることで、像ブレ補正を行っている。第2レンズ群L2を3枚で構成することで、像ブレ補正に際しての偏心収差を抑制している。

【0057】

また、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して第5レンズ群L5が像側へ移動する。比較的径の小さい第5レンズ群L5をフォーカシングに際して移動させることで、高速なフォーカシングが可能となる。Fnoを決定する開口絞りは第3レンズ群の最も像側に配置される。比較的径の小さい第3レンズ群の最も像側に配置されることで、開口絞りの径を小さくすることができる。

10

【0058】

[実施例2]

実施例2のズームレンズL0は、物体側から像側へ順に配置された正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、後群LRから構成される。後群LRは物体側から像側へ順に配置された正の屈折力の第3レンズL3、負の屈折力の第4レンズL4、正の屈折力の第5レンズL5、負の屈折力の第6レンズL6で構成される。

20

【0059】

実施例2では、実施例1に対して第1レンズ群L1の最も像側に正レンズを追加している。正レンズを追加することで、特に望遠端における球面収差を良好に補正している。

【0060】

[実施例3]

実施例3のズームレンズL0は、物体側から像側へ順に配置された正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、後群LRから構成される。後群LRは物体側から像側へ順に配置された正の屈折力の第3レンズL3、負の屈折力の第4レンズL4、負の屈折力の第5レンズL5で構成される。

30

【0061】

実施例3では、第2レンズ群L2のレンズ枚数を2枚とすることで軽量化している。

【0062】

[実施例4]

実施例4のズームレンズL0は、物体側から像側へ順に配置された正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、後群LRから構成される。後群LRは物体側から像側へ順に配置された正の屈折力の第3レンズL3、正の屈折力の第4レンズL4、負の屈折力の第5レンズL5で構成される。

40

【0063】

実施例4では、第2レンズ群L2のレンズ枚数を5枚、第5レンズ群L5のレンズ枚数を4枚とすることでズーミングに際して第2レンズ群L2、第5レンズ群L5で発生する諸収差の変動を抑制している。また、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して第4レンズ群L4が物体側へ移動する。

【0064】

[実施例5]

実施例5のズームレンズL0は、物体側から像側へ順に配置された正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、後群LRから構成される。後群LRは正の屈折力の第3レンズL3で構成される。

50

【0065】

実施例5では、実施例1に対してレンズ群の数を減らし、3群構成とすることでズーミングに際して発生する各レンズ群の偏心を抑え光学性能を向上している。

【0066】

以下に、実施例 1 から 5 にそれぞれ対応する数値実施例 1 ~ 5 を示す。

【 0 0 6 7 】

各数値実施例の面データにおいて、 $r$  は各光学面の曲率半径、 $d$  (mm) は第  $m$  面と第  $(m + 1)$  面との間の軸上間隔 (光軸上の距離) を表わしている。ただし、 $m$  は光入射側から数えた面の番号である。また、 $n_d$  は各光学部材の  $d$  線に対する屈折率、 $d$  は光学部材のアッベ数を表わしている。なお、ある材料のアッベ数  $d$  は、フラウンホーファ線の  $d$  線 (波長 587.6 nm)、F 線 (波長 486.1 nm)、C 線 (波長 656.3 nm)、g 線 (波長 435.8 nm) における屈折率を  $N_d$ 、 $N_F$ 、 $N_C$  とするとき、

$$d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

で表される。

10

【 0 0 6 8 】

[ 数値実施例 1 ]

単位 mm

面データ

面番号	$r$	$d$	$n_d$	$d$
1	208.140	8.30	1.48749	70.2
2	-575.227	39.20		
3	117.400	11.35	1.49700	81.5
4	-270.733	2.70	1.61340	44.3
5	154.413	(可変)		
6	-1313.396	3.50	1.80518	25.4
7	-65.332	1.40	1.77250	49.6
8	114.681	2.08		
9	-137.293	1.40	1.83481	42.7
10	893.658	(可変)		
11	48.839	8.05	1.49700	81.5
12	-79.168	0.55		
13	301.466	1.35	1.77250	49.6
14	27.972	5.77	1.54072	47.2
15	776.993	0.48		
16	93.677	6.14	1.51823	58.9
17	-33.663	1.30	1.77250	49.6
18	-558.826	6.04		
19(絞り)	(可変)			
20	71.179	1.30	2.00069	25.5
21	35.239	4.65	1.61340	44.3
22	-67.501	(可変)		
23	112.661	2.56	1.51742	52.4
24	-88.341	1.22		
25	-100.206	0.90	1.59522	67.7
26	29.728	(可変)		
27	-43.800	1.30	1.49700	81.5
28	43.800	4.30	1.72047	34.7
29	-576.993	(可変)		

像面

各種データ

ズーム比	3.82
広角	中間
焦点距離	203.00
Fナンバー	6.42
	7.30
	9.18

20

30

40

50

半画角	6.08	3.17	1.60	
像高	21.64	21.64	21.64	
レンズ全長	331.63	390.98	421.61	
BF	37.98	61.62	96.27	
d5	39.49	98.84	129.47	
d10	43.89	32.37	3.29	
d19	46.32	45.47	47.31	
d22	21.38	12.89	3.01	
d26	26.74	23.95	26.42	
d29	37.98	61.62	96.27	

10

## ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

L1	1	302.68	
L2	6	-71.48	
L3	11	99.38	
L4	20	82.71	
L5	23	-66.78	
L6	27	-203.48	

【0069】

[ 数値実施例 2 ]

20

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	n	d	d
1	144.748	9.32	1.48749	70.2	
2		48.43			
3	89.287	10.89	1.49700	81.6	
4	-847.726	3.00	1.61340	44.3	
5	74.191	1.97			
6	100.080	4.93	1.51823	58.9	
7	174.640	(可変)			
8		4.76	1.65412	39.7	
9	-63.154	2.00	1.58913	61.1	
10	767.732	3.37			
11	682.775	1.50	1.72916	54.7	
12	82.889	2.86			
13	-101.488	1.50	1.69680	55.5	
14	101.488	3.53	1.78472	25.7	
15		(可変)			
16	49.739	7.15	1.49700	81.6	
17	-138.331	0.19			
18	64.996	1.70	1.72916	54.7	
19	27.598	9.12	1.53775	74.7	
20	-231.045	0.97			
21	-86.744	1.90	1.90525	35.0	
22	1464.098	16.96			
23(絞り)		24.36			
24	64.330	4.61	1.61340	44.3	
25	-43.939	1.30	1.89190	37.1	
26	-157.290	(可変)			
27	271.506	2.33	1.85478	24.8	

30

40

50

28	-74.228	1.00	1.83481	42.7
29	39.368	(可变)		
30	67.122	1.70	1.92286	20.9
31	38.251	6.33	1.65412	39.7
32	-60.563	(可变)		
33	-76.617	1.30	1.59522	67.7
34	166.663	1.15		
35	-165.426	1.50	1.59522	67.7
36	23.838	6.86	1.61340	44.3
37	181.816	(可变)		

10

像面

各種データ

ズーム比	3.7		
		広角	中間
			望遠
焦点距離	206.00	384.91	778.20
Fナンバー	5.71	6.70	9.18
半画角	6.00	3.22	1.59
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	330.11	387.57	420.11
BF	40.03	58.26	96.02
d7	7.95	65.40	97.95
d15	41.76	29.34	2.97
d26	15.09	8.51	3.09
d29	17.80	24.37	29.79
d32	18.99	13.18	1.79
d37	40.03	58.26	96.02

20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
L1	1	298.92
L2	8	-73.88
L3	16	72.61
L4	27	-56.61
L5	30	58.15
L6	33	-55.76

30

【0070】

[ 数値実施例 3 ]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n	d	d
1	276.825	6.18	1.48749	70.2	
2	-600.775	39.20			
3	119.101	7.36	1.49700	81.5	
4	-496.322	2.70	1.61340	44.3	
5	164.850	(可变)			
6	-189.115	2.24	1.80518	25.4	
7	-66.169	1.40	1.77250	49.6	
8	121.138	(可变)			
9	51.485	7.45	1.49700	81.5	
10	-90.684	1.12			
11	380.120	1.35	1.77250	49.6	

40

50

1 2	3 0 . 2 9 6	5 . 1 3	1 . 5 4 0 7 2	4 7 . 2	
1 3	4 4 3 . 8 3 6	0 . 7 3			
1 4	1 1 0 . 8 9 1	5 . 5 3	1 . 5 1 8 2 3	5 8 . 9	
1 5	- 3 7 . 0 7 2	1 . 3 0	1 . 7 7 2 5 0	4 9 . 6	
1 6	- 2 9 6 . 7 0 6	9 . 3 2			
1 7 (絞り)		4 1 . 1 5			
1 8	6 6 . 5 9 1	1 . 3 0	2 . 0 0 0 6 9	2 5 . 5	
1 9	3 4 . 6 5 0	3 . 9 4	1 . 6 1 3 4 0	4 4 . 3	
2 0	- 8 3 . 9 6 6	(可変)			
2 1	9 3 . 2 5 0	2 . 6 1	1 . 5 1 7 4 2	5 2 . 4	10
2 2	- 7 1 . 2 5 8	1 . 8 8			
2 3	- 6 9 . 9 9 4	0 . 9 0	1 . 5 9 5 2 2	6 7 . 7	
2 4	2 8 . 5 8 2	(可変)			
2 5	- 1 7 9 . 8 0 6	1 . 3 0	1 . 4 9 7 0 0	8 1 . 5	
2 6	3 0 . 6 6 9	3 . 6 5	1 . 7 2 0 4 7	3 4 . 7	
2 7	7 5 . 0 3 6	(可変)			

像面

各種データ

ズーム比	2 . 4 6				
		広角	中間	望遠	
焦点距離	2 0 3 . 0 1	3 9 5 . 0 8	5 0 0 . 0 4		20
Fナンバー	6 . 4 3	8 . 0 4	9 . 1 8		
半画角	6 . 0 8	3 . 1 3	2 . 4 8		
像高	2 1 . 6 4	2 1 . 6 4	2 1 . 6 4		
レンズ全長	3 2 1 . 3 7	4 0 4 . 1 7	4 2 0 . 3 9		
B F	3 7 . 9 9	6 2 . 2 7	7 4 . 9 8		
d 5	3 9 . 4 0	1 2 2 . 1 9	1 3 8 . 4 2		
d 8	4 9 . 9 9	4 1 . 0 2	3 2 . 9 0		
d 2 0	1 7 . 2 5	6 . 9 6	3 . 0 0		
d 2 4	2 8 . 9 9	2 3 . 9 7	2 3 . 3 4		30
d 2 7	3 7 . 9 9	6 2 . 2 7	7 4 . 9 8		

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離			
L 1	1	3 4 2 . 3 8			
L 2	6	- 9 8 . 1 3			
L 3	9	7 6 . 0 9			
L 4	2 1	- 6 4 . 3 0			
L 5	2 5	- 2 0 0 . 3 1			

【 0 0 7 1 】

[ 数値実施例 4 ]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n	d	d
1	1 4 1 . 6 2 9	9 . 1 5	1 . 5 1 8 2 3	5 8 . 9	
2	7 6 8 3 . 0 5 3	4 6 . 3 8			
3	1 1 4 . 7 9 6	9 . 8 6	1 . 4 9 7 0 0	8 1 . 5	
4	- 3 9 5 . 6 5 6	2 . 7 0	1 . 6 1 3 4 0	4 4 . 3	
5	8 0 . 1 8 3	1 . 4 5			
6	1 0 1 . 4 7 5	5 . 7 1	1 . 4 9 7 0 0	8 1 . 5	
7	1 9 3 . 8 8 8	(可変)			

40

50

8	5 6 . 9 1 5	5 . 4 7	1 . 5 9 2 7 0	3 5 . 3	
9	2 3 1 0 . 6 2 2	0 . 9 7			
10	2 4 5 . 2 8 3	1 . 6 5	1 . 8 3 4 8 1	4 2 . 7	
11	5 9 . 4 4 8	3 . 2 9			
12	1 1 9 . 1 4 6	1 . 6 5	1 . 7 1 9 8 9	5 5 . 4	
13	7 4 . 5 9 9	3 . 3 1			
14	- 1 0 8 . 5 9 1	1 . 6 5	1 . 6 5 3 9 4	6 0 . 9	
15	8 9 . 5 2 8	2 . 6 6	1 . 8 4 6 6 6	2 3 . 8	
16	1 8 5 . 2 6 6	(可変)			
17	8 1 . 5 8 0	5 . 7 2	1 . 4 9 7 0 0	8 1 . 5	10
18	- 1 0 3 . 3 3 3	0 . 2 0			
19	6 1 . 9 5 9	6 . 9 5	1 . 4 9 7 0 0	8 1 . 5	
20	- 7 0 . 3 1 0	1 . 8 0	1 . 9 0 0 4 3	3 7 . 4	
21	2 5 2 . 9 6 7	3 0 . 6 2			
22(絞り)		4 . 9 3			
23	- 3 5 . 6 3 4	1 . 3 0	1 . 6 0 3 1 1	6 0 . 6	
24	4 4 . 9 3 9	6 . 7 6	1 . 5 2 5 8 4	4 9 . 7	
25	- 3 2 . 9 0 9	0 . 2 0			
26	- 4 3 . 5 1 0	1 . 9 5	1 . 4 8 7 4 9	7 0 . 2	
27	- 3 7 . 8 6 0	(可変)			20
28	1 5 5 . 0 1 7	5 . 7 0	1 . 5 7 7 1 4	4 2 . 3	
29	- 2 3 . 9 6 7	1 . 2 0	1 . 9 5 3 7 5	3 2 . 3	
30	- 6 0 . 5 0 4	2 . 4 3			
31	- 3 1 . 1 3 3	2 . 5 6	1 . 5 8 8 9 6	3 5 . 9	
32	- 2 6 . 4 8 6	(可変)			
33	- 1 0 6 . 4 6 9	1 . 0 0	1 . 5 3 7 7 5	7 4 . 7	
34	1 9 . 9 3 2	5 . 8 1	1 . 5 1 6 5 3	5 2 . 8	
35	1 2 2 . 6 3 1	3 . 4 4			
36	- 5 0 . 3 8 3	1 . 5 0	1 . 4 9 7 0 0	8 1 . 5	
37	3 0 . 8 6 7	5 . 4 6	1 . 5 1 2 5 7	5 4 . 7	30
38	- 2 9 4 . 6 7 3	(可変)			

像面

各種データ

ズーム比	3 . 7 7				
		広角	中間	望遠	
焦点距離	2 0 6 . 0 2	3 8 4 . 9 5	7 7 5 . 8 9		
Fナンバー	5 . 7 7	6 . 8 0	9 . 2 0		
半画角	5 . 9 9	3 . 2 2	1 . 6 0		
像高	2 1 . 6 4	2 1 . 6 4	2 1 . 6 4		
レンズ全長	3 2 6 . 8 1	3 8 0 . 4 4	4 1 9 . 3 6		40
BF	3 1 . 5 7	5 3 . 5 6	9 1 . 8 9		
d 7	8 . 6 2	6 2 . 2 5	1 0 1 . 1 8		
d 1 6	4 4 . 1 9	2 8 . 1 4	2 . 2 1		
d 2 7	1 8 . 1 6	2 6 . 3 3	3 5 . 7 6		
d 3 2	3 8 . 8 6	2 4 . 7 6	2 . 9 3		
d 3 8	3 1 . 5 7	5 3 . 5 6	9 1 . 8 9		

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離			
L 1	1	3 4 2 . 3 2			
L 2	8	- 8 9 . 1 6			50

L3 17 102.74  
 L4 28 130.20  
 L5 33 -54.45

## 【0072】

[ 数値実施例 5 ]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n	d	d	
1	218.302	5.89	1.48749	70.2		10
2	-738.944	39.20				
3	251.266	6.97	1.49700	81.5		
4	-222.883	2.70	1.61340	44.3		
5	337.588	(可変)				
6	453.827	3.22	1.80518	25.4		
7	-79.739	1.40	1.77250	49.6		
8	100.533	2.43				
9	-89.220	1.40	1.83481	42.7		
10	-393.480	(可変)				
11	44.461	7.61	1.49700	81.5		20
12	-88.855	0.55				
13	216.893	1.35	1.77250	49.6		
14	25.104	5.51	1.54072	47.2		
15	200.999	0.45				
16	61.022	6.50	1.51823	58.9		
17	-32.801	1.30	1.77250	49.6		
18	912.404	11.86				
19(絞り)		23.62				
20	134.867	1.30	2.00069	25.5		
21	50.424	4.79	1.61340	44.3		30
22	-57.225	14.54				
23	-67.250	1.98	1.51742	52.4		
24	-38.172	10.00				
25	-33.025	0.90	1.59522	67.7		
26	-6071.683	29.02				
27	-40.861	1.30	1.49700	81.5		
28	49.832	3.84	1.72047	34.7		
29	-471.630	(可変)				

像面

各種データ

ズーム比	3.93			40
	広角	中間	望遠	
焦点距離	152.68	299.59	600.00	
Fナンバー	6.34	8.05	9.18	
半画角	8.07	4.13	2.07	
像高	21.64	21.64	21.64	
レンズ全長	331.63	386.74	427.64	
BF	39.31	65.54	82.78	
d5	35.90	93.92	153.22	
d10	66.79	37.64	2.00	
d29	39.31	65.54	82.78	50

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
L1	1	379.81
L2	6	-78.52
L3	11	62.16

## 【0073】

以下の表に各実施例における種々の値を示す。

## 【0074】

## 【表1】

表1

10

	条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
条件式(1)	$TD12t / TG12$	6.960	4.731	9.936	4.867	10.030
条件式(2)	$TD1 / TD2$	7.348	4.022	15.245	3.645	6.479
条件式(3)	$m1 / f1$	0.297	0.301	0.289	0.270	0.253
条件式(4)	$f1 / fw$	1.491	1.451	1.686	1.662	2.488
条件式(5)	$f2 / fw$	-0.352	-0.359	-0.483	-0.433	-0.514
条件式(6)	$f_t / TT Dw$	2.340	2.357	1.556	2.374	1.809
条件式(7)	$f_t / skw$	20.433	19.439	13.164	24.576	15.265
条件式(8)	$TT Dw / skw$	8.733	8.246	8.460	10.351	8.437
条件式(9)	$D1max / TD1$	0.637	0.617	0.707	0.616	0.716
条件式(10)	$  (1 - \beta f t^2) \beta_r t^2  $	10.261	10.400	7.447	4.299	6.023
条件式(11)	$G1d$	2.460	2.460	2.460	2.480	2.460
	$TD12t$	199.399	196.009	197.496	197.065	216.434
	$TG12$	28.650	41.427	19.878	40.491	21.579
	$TD1$	61.550	78.536	55.441	75.245	54.762
	$TD2$	8.377	19.526	3.637	20.644	8.452
	$m1$	89.979	90.001	99.021	92.553	96.003
	$f1$	302.680	298.915	342.378	342.325	379.811
	$f2$	-71.481	-73.881	-98.129	-89.157	-78.520
	$fw$	203.002	206.000	203.012	206.021	152.679
	$ft$	775.996	778.200	500.042	775.890	599.999
	$TT Dw$	331.633	330.112	321.374	326.807	331.633
	$skw$	37.977	40.033	37.987	31.572	39.306
	$D1max$	39.200	48.433	39.200	46.385	39.200
	$\beta f t$	2.360	4.184	2.233	0.685	1.891
	$\beta_r t$	1.498	0.794	1.367	2.845	1.529

20

30

## 【0075】

40

## [撮像装置]

次に、本発明のズームレンズを撮像光学系として用いたデジタルスチルカメラ（撮像装置）の実施例について、図11を用いて説明する。図11において、11は実施例1～5で説明したいずれかのズームレンズによって構成された撮像光学系である。12はカメラ本体10に内蔵され、撮像光学系11によって形成された光学像を受光して光電変換するCCDセンサやCMOSセンサ等の像素子（光電変換素子）である。カメラ本体10はクイックターンミラーを有する所謂一眼レフカメラでもよいし、クイックターンミラーを有さない所謂ミラーレスカメラでもよい。

## 【0076】

50

このように、本発明のズームレンズL0をデジタルスチルカメラなどの撮像装置に適用

することにより、高解像度で広画角な画像を得ることができる。

【0077】

各実施例の開示は、以下の構成を含む。

【0078】

(構成1)

物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、1つ以上のレンズ群から構成される後続レンズ群からなり、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記第1レンズ群は、広角端から望遠端へのズーミングに際して物体側に移動し、

前記第2レンズ群は、2枚以上のレンズを有し、

10

望遠端における前記第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第2レンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離をTD12t、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群に含まれるレンズの光軸上の厚みの総和をTG12、前記第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離をTD1、前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離をTD2とするとき、

$$4.3 < TD12t / TG12 < 12.0$$

$$3.6 < TD1 / TD2 < 30.0$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【0079】

(構成2)

前記第1レンズ群の広角端から望遠端へのズーミングに際しての移動量の絶対値をm1、前記第1レンズ群の焦点距離をf1とするとき、

$$0.1 < m1 / f1 < 0.5$$

20

なる条件式を満足することを特徴とする構成1に記載のズームレンズ。

【0080】

(構成3)

前記第1レンズ群の焦点距離をf1、広角端における全系の焦点距離をfwとするとき、

$$1.0 < f1 / fw < 3.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成1または2に記載のズームレンズ。

【0081】

(構成4)

前記第2レンズ群の焦点距離をf2、広角端における全系の焦点距離をfwとするとき、

$$-1.0 < f2 / fw < -0.2$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成1乃至3の何れか一構成に記載のズームレンズ。

【0082】

(構成5)

望遠端における全系の焦点距離をft、広角端における最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離をTTDwとするとき、

$$1.0 < ft / TTDw < 3.5$$

40

なる条件式を満足することを特徴とする構成1乃至4の何れか一構成に記載のズームレンズ。

【0083】

(構成6)

望遠端における全系の焦点距離をft、広角端におけるバックフォーカスをskwとするとき、

$$8.0 < ft / skw < 35.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成1乃至5の何れか一構成に記載のズームレン

50

ズ。

【0084】

(構成7)

広角端における最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離をTTDw、広角端におけるバックフォーカスをskwとするとき、

$$5.0 < TTDw / skw < 20.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成1乃至6の何れか一構成に記載のズームレンズ。

【0085】

(構成8)

光軸上において、前記第1レンズ群内の最も大きい空気間隔をD1maxとするとき、

$$0.4 < D1max / TDI < 0.9$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成1乃至7の何れか一構成に記載のズームレンズ。

【0086】

(構成9)

前記ズームレンズは、フォーカシングに際して移動するフォーカス群を有し、該フォーカス群の望遠端における横倍率をft、前記フォーカス群より像側に配置されたすべてのレンズ群の望遠端における合成横倍率をrtとするとき、

$$4.0 < |(1 - ft^2) \times rt^2| < 20.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成1乃至8の何れか一構成に記載のズームレンズ。

【0087】

(構成10)

前記第1レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの材料の比重をG1dとするとき、

$$2.0 < G1d < 3.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成1乃至9の何れか一構成に記載のズームレンズ。

【0088】

(構成11)

前記第1レンズ群は最も物体側から順に配置された、正レンズA、正レンズBを有し、前記正レンズAと前記正レンズBは、光軸上において前記第1レンズ群内で最も大きい空気間隔を隔てて配置されることを特徴とする構成1乃至10の何れか一構成に記載のズームレンズ。

【0089】

(構成12)

前記第1レンズ群は物体側から像側へ順に配置された、前記正レンズA、前記正レンズB、負レンズからなることを特徴とする構成11に記載のズームレンズ。

【0090】

(構成13)

前記第2レンズ群は、ズーミングに際して不動であることを特徴とする構成1乃至12の何れか一構成に記載のズームレンズ。

【0091】

(構成14)

前記後続レンズ群は、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群、負の屈折力の第6レンズ群からなることを特徴とする構成1乃至13の何れか一構成に記載のズームレンズ。

【0092】

(構成15)

前記後続レンズ群は、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈

10

20

30

40

50

折力の第 5 レンズ群、負の屈折力の第 6 レンズ群からなること特徴とする構成 1 乃至 1 3 の何れか一構成に記載のズームレンズ。

【 0 0 9 3 】

( 構成 1 6 )

前記後続レンズ群は、正の屈折力の第 3 レンズ群、負の屈折力の第 4 レンズ群、負の屈折力の第 5 レンズ群からなることを特徴とする構成 1 乃至 1 3 の何れか一構成に記載のズームレンズ。

【 0 0 9 4 】

( 構成 1 7 )

前記後続レンズ群は、正の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群、負の屈折力の第 5 レンズ群からなることを特徴とする構成 1 乃至 1 3 の何れか一構成に記載のズームレンズ。

【 0 0 9 5 】

( 構成 1 8 )

前記後続レンズ群は、正の屈折力の第 3 レンズ群からなること特徴とする構成 1 乃至 1 3 の何れか一構成に記載のズームレンズ。

【 0 0 9 6 】

( 構成 1 9 )

前記第 3 レンズ群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの間、あるいは前記第 3 レンズ群より像側に開口絞りを配置することを特徴とする構成 1 乃至 1 8 の何れか一構成に記載のズームレンズ。

【 0 0 9 7 】

( 構成 2 0 )

前記ズームレンズを構成する全てのレンズの面は、球面形状であることを特徴とする構成 1 乃至 1 9 の何れか一構成に記載のズームレンズ。

【 0 0 9 8 】

( 構成 2 1 )

前記第 2 レンズ群の全体または一部が、像ぶれ補正に際して光軸と垂直方向の成分を含むように移動することを特徴とする構成 1 乃至 2 0 の何れか一構成に記載のズームレンズ。

【 0 0 9 9 】

( 構成 2 2 )

構成 1 乃至 2 1 の何れか一構成に記載のズームレンズに記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成された像を受光する撮像素子を有することを特徴とする撮像装置。

【 0 1 0 0 】

以上、本発明に好ましい実施形態及び実施例について説明したが、本発明はこれらの実施形態及び実施例に限定されず、その要旨の範囲内で種々の組合せ、変形及び変更が可能である。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 1 】

L 0 ズームレンズ

L 1 第 1 レンズ群

L 2 第 2 レンズ群

L R 後群

10

20

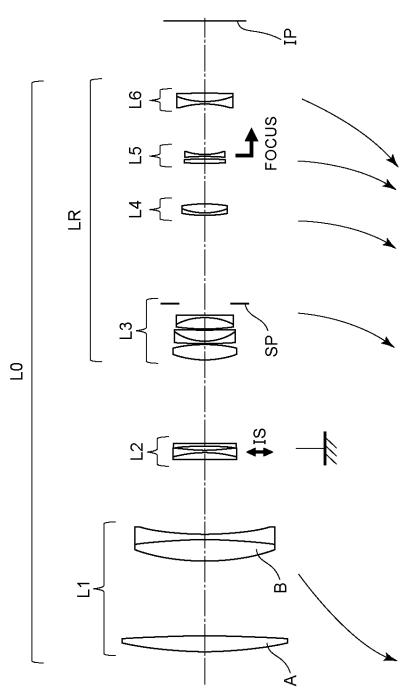
30

40

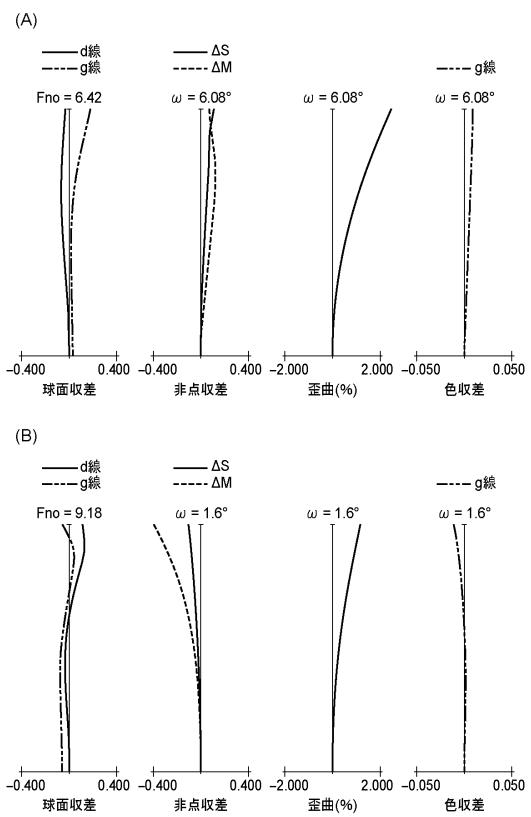
50

【図面】

【図1】



【図2】



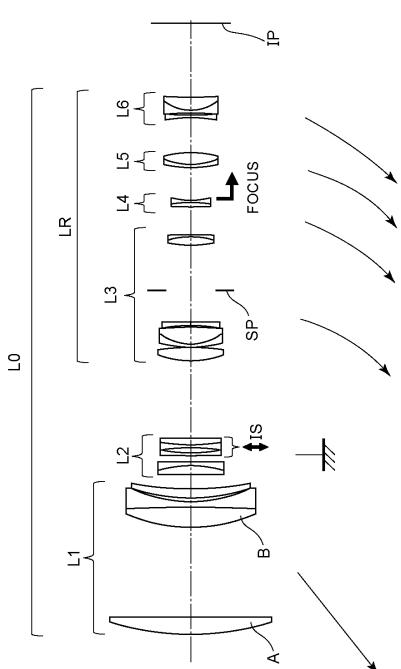
10

20

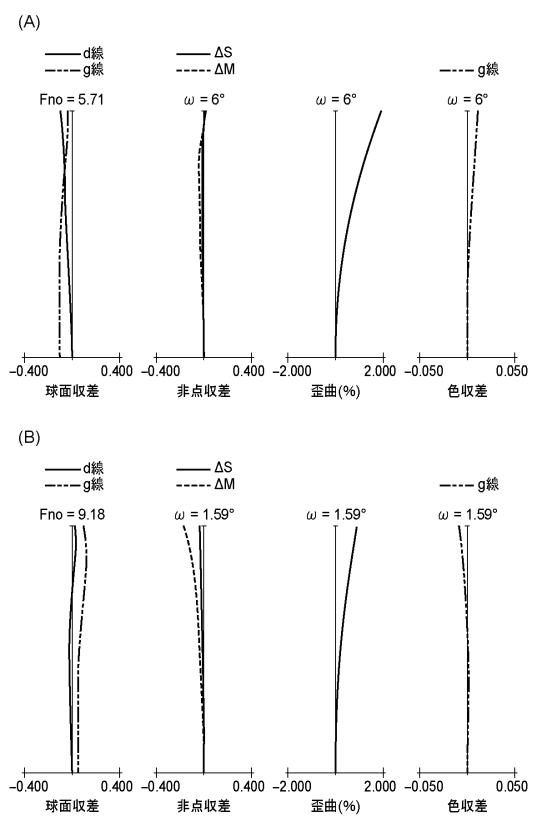
30

40

【図3】

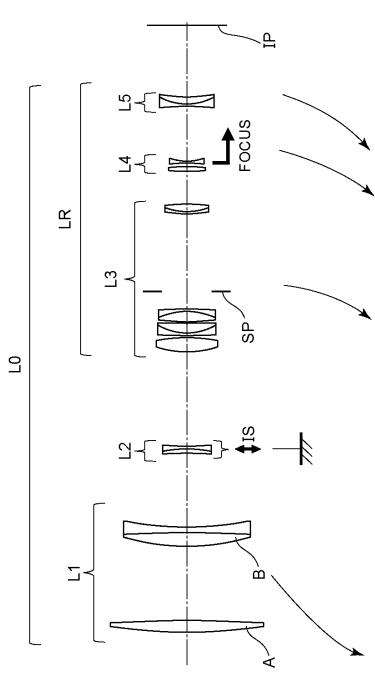


【図4】

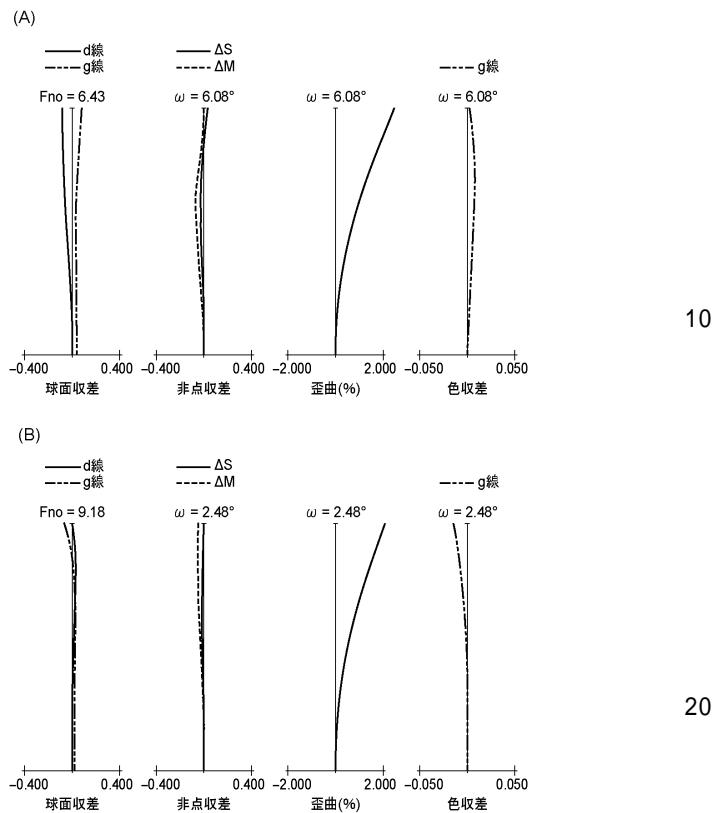


50

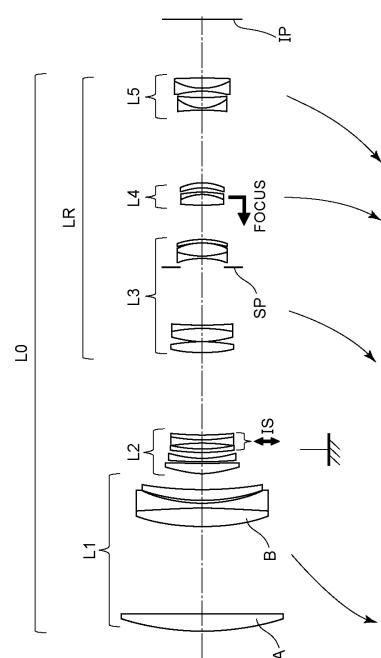
【図5】



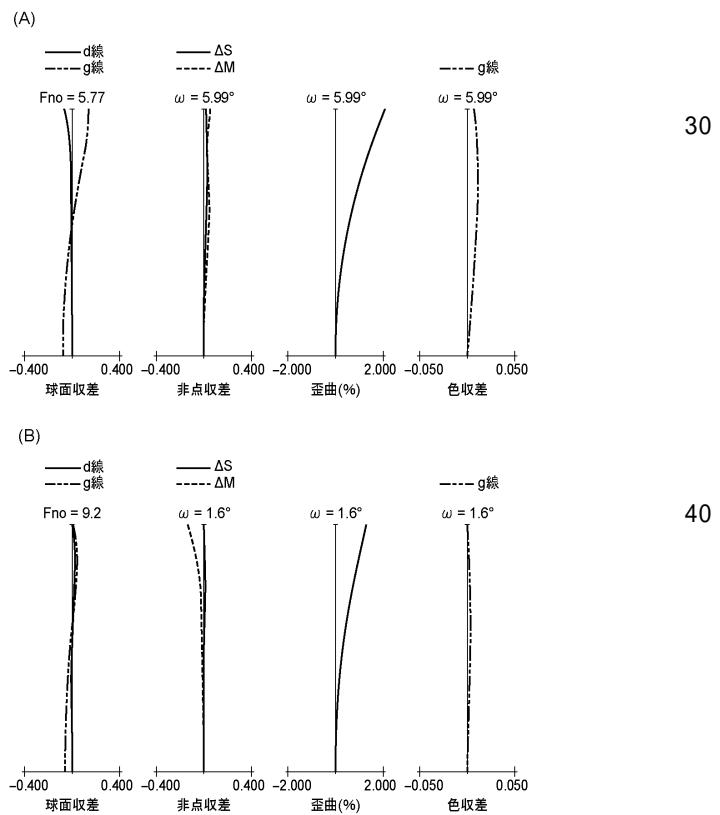
【図6】



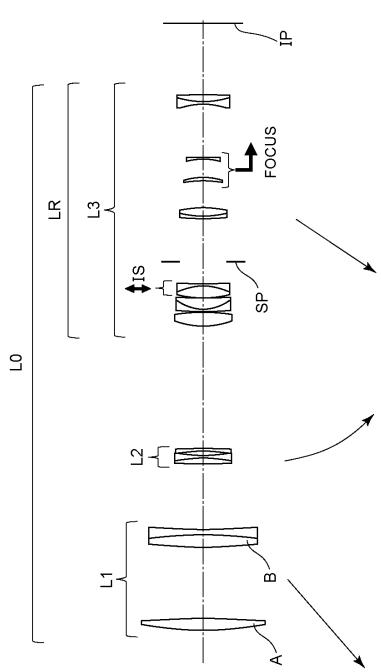
【図7】



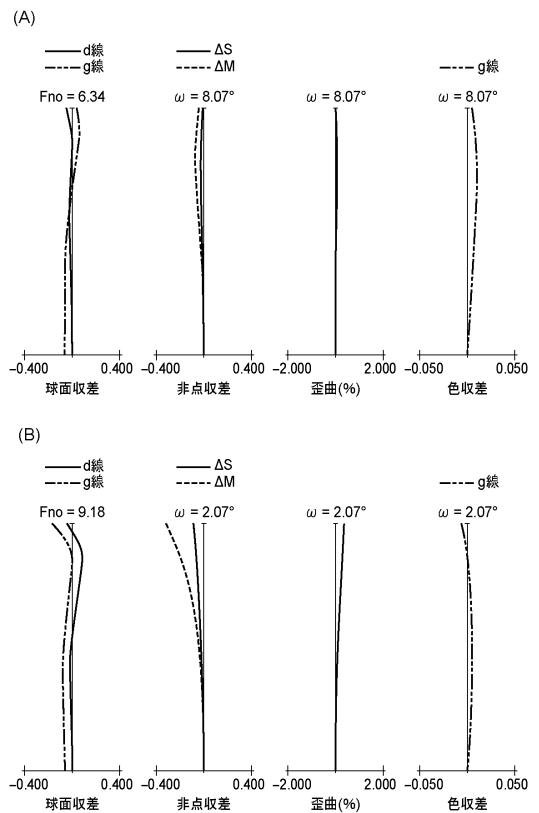
【図8】



【図9】



【図10】



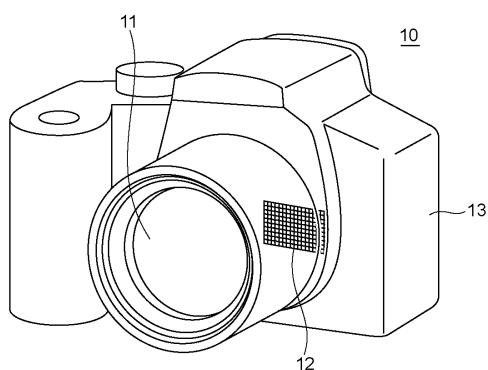
10

20

30

40

【図11】



50

---

フロントページの続き

ヤノン株式会社内

F ターム（参考） 2H087 KA01 KA02 LA01 MA15 MA18 NA07 PA10 PA11 PA14 PA15  
PA16 PB16 PB17 PB20 QA02 QA07 QA12 QA13 QA14 QA21 QA26  
QA32 QA34 QA42 QA46 RA44 SA13 SA17 SA19 SA43 SA47 SA49  
SA52 SA53 SA56 SA57 SA61 SA62 SA63 SA64 SA65 SA66 SA73  
SB04 SB05 SB13 SB14 SB16 SB21 SB26 SB27 SB33 SB34 SB43  
SB44 SB45  
2K005 CA23