

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6395360号  
(P6395360)

(45) 発行日 平成30年9月26日(2018.9.26)

(24) 登録日 平成30年9月7日(2018.9.7)

(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 5 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2013-208126 (P2013-208126)  
 (22) 出願日 平成25年10月3日 (2013.10.3)  
 (65) 公開番号 特開2015-72369 (P2015-72369A)  
 (43) 公開日 平成27年4月16日 (2015.4.16)  
 審査請求日 平成28年9月26日 (2016.9.26)

前置審査

(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 茂木 修一  
 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

審査官 小倉 宏之

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】

物体側より像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群からなり、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、負レンズと該負レンズの像側に配置された正レンズが接合された接合レンズからなり、前記第2レンズ群の焦点距離を  $f_2$ 、望遠端におけるバックフォーカスを  $B_f t$ 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の移動量を各々  $M_1$ ,  $M_2$ 、前記第1レンズ群の焦点距離を  $f_1$  とするとき、

$$\begin{aligned} 2.91 & | f_2 | / B_f t < 4.50 \\ -3.48 & < M_1 / M_2 < -0.01 \\ 3.26 & < f_1 / | f_2 | < 4.47 \end{aligned}$$

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】

前記第5レンズ群の焦点距離を  $f_5$  とするとき、

$$7.42 < f_5 / B_f t < 13.22$$

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】

広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第4レンズ群の移動量を  $M_4$  とするとき

10

20

、  
 $0.73 < |M4| / B_f t < 5.24$   
 なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記第 3 レンズ群と前記第 5 レンズ群の焦点距離を各々  $f_3, f_5$  とするとき、  
 $0.14 < f_3 / f_5 < 0.68$   
 なる条件式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】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成された像を受光する撮像素子を有することを特徴とする撮像装置。 10

【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するものであり、例えばデジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、監視カメラ、放送用カメラ、銀塩フィルム用カメラ等の撮像装置に用いる撮影レンズとして好適なものである。

【背景技術】

【0002】

近年、固体撮像素子を用いた撮像装置は、高機能化され、又装置全体が小型化されている。そしてそれに用いる撮影光学系として広画角かつ高ズーム比で、しかも全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有したズームレンズであること等が要求されている。 20

【0003】

これらの要求を満足するズームレンズの 1 つとして、物体側より像側へ順に、正、負、正、負、正の屈折力の第 1 レンズ群乃至第 5 レンズ群よりなる 5 群ズームレンズが知られている（特許文献 1 ~ 3）。特許文献 1、2 では各レンズ群を移動させてズーミングを行い、高ズーム比で全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有したズームレンズを開示している。特許文献 3 では第 1 レンズ群を固定とし、第 2 レンズ群乃至第 5 レンズ群を移動させてズーミングを行った小型のズームレンズを開示している。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2010-276655 号公報

【特許文献 2】特開 2011-81113 号公報

【特許文献 3】特開 2008-233161 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

前述した屈折力配置の 5 群ズームレンズは全系の小型化を図りつつ、高ズーム比化を図りつつ高い光学性能を得ることが比較的容易である。しかしながら望遠端での焦点距離を長くしつつ、更に高ズーム比化を図ろうとすると望遠側のズーム領域において球面収差、非点収差、そして色収差等の諸収差が増大してきて、高い光学性能を維持するのが難しくなってくる。また全系の小型化を図るために各レンズ群の屈折力を強めると望遠端において軸上色収差、倍率色収差及びコマ収差等が多く発生し、これらの諸収差の補正が困難となる。 40

【0006】

前述した 5 群ズームレンズにおいて、高ズーム比化を図りつつ全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得るには各レンズ群の屈折力や各レンズ群のズーミングに伴う移動条件等を適切に設定することが重要となる。例えば、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群のズーミングの際の移動条件や第 2 レンズ群の屈折力そしてバックフォーカス等を適切に設定することが

50

重要となる。これらの要素を適切に設定しないと全系の小型化を図り、かつ高ズーム比で、全ズーム範囲で高い光学性能を得るのが大変困難になってくる。

【0007】

本発明は、高ズーム比で全ズーム範囲にわたり高い光学性能が容易に得られる全系が小型の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、物体側より像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群からなり、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、負レンズと該負レンズの像側に配置された正レンズが接合された接合レンズからなり、前記第2レンズ群の焦点距離を $f_2$ 、望遠端におけるバックフォーカスを $B_f t$ 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の移動量を各々 $M_1$ 、 $M_2$ 、前記第1レンズ群の焦点距離を $f_1$ とするとき、

$$\begin{aligned} 2.91 & | f_2 | / B_f t < 4.50 \\ -3.48 & < M_1 / M_2 < -0.01 \\ 3.26 & < f_1 / | f_2 | < 4.47 \end{aligned}$$

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、高ズーム比で全ズーム範囲にわたり高い光学性能が容易に得られる全系が小型の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

【図2】(A)、(B)、(C) 実施例1のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における諸収差図

【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】(A)、(B)、(C) 実施例2のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における諸収差図

【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】(A)、(B)、(C) 実施例3のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における諸収差図

【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】(A)、(B)、(C) 実施例4のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における諸収差図

【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】(A)、(B)、(C) 実施例5のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における諸収差図

【図11】撮像装置の一例としての要部概略図

【発明を実施するための形態】

【0011】

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。本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群からなり、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。第1レンズ群は、負レンズと負レンズの像側に配置された正レンズが接合された接合レンズからなっている。

【0012】

10

20

30

40

50

図1は本発明での実施例1のズームレンズの広角端(短焦点距離端)におけるレンズ断面図、図2(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例1のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端(長焦点距離端)における収差図である。図3は本発明での実施例2のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図4(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例2のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0013】

図5は本発明での実施例3のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図6(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例3のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図7は本発明での実施例4のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図8(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例4のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

10

【0014】

図9は本発明での実施例5のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図10(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例5のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図11は本発明の撮像装置の要部概略図である。

【0015】

各実施例のズームレンズは、ビデオカメラ、デジタルカメラ、監視用カメラ、TVカメラ等の撮像装置に用いられる撮像光学系である。レンズ断面図において、左方が被写体側(物体側)(前方)で、右方が像側(後方)である。レンズ断面図において、L1は正の屈折力(光学的パワー=焦点距離の逆数)の第1レンズ群、L2は負の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群、L4は負の屈折力の第4レンズ群、L5は正の屈折力の第5レンズ群である。

20

【0016】

各実施例のレンズ断面図において、SPは解放Fナンバーの光束を決定する開口絞りであり、第3レンズ群L3の物体側又は第3レンズ群L3中に位置している。Gは光学フィルター、フェースプレート等に相当する光学ブロックである。IPは像面であり、ビデオカメラやデジタルカメラの撮影光学系として使用する際にはCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子(光電変換素子)の撮像面に相当し、銀塩フィルム用カメラの撮像光学系として使用する際にはフィルム面に相当する。

30

【0017】

収差図において、FnoはFナンバー、 $\theta$ は半画角(度)である。球面収差において、dはd線(実線)、gはg線(点線)を表示し、非点収差において、Mはd線におけるメリジオナル像面、Sはd線におけるサジタル像面を表示し、歪曲収差においてはd線を表示し、倍率色収差においてはd線に対するg線を表示している。

【0018】

レンズ断面図において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と開口絞りの移動軌跡と無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングをするときの移動方向を示している。尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍レンズ群が機構上光軸上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。

40

【0019】

各実施例では、広角端から望遠端へのズーミングに際して矢印のように、第1レンズ群L1は、像側へ移動した後に物体側に移動し、広角端に比べて望遠端において物体側に位置する。第2レンズ群L2は像側に移動する。第3レンズ群L3は物体側に移動する。第4レンズ群L4は像側に凸状の軌跡又は物体側へ移動する。また、第5レンズ群L5は物体側に凸状の軌跡で移動する。また、第4レンズ群L4によって変倍に伴う像面変動を補正している。各実施例において撮像素子はズーミングに際して不動であるが、像面に対して相対的に移動しても良い。

【0020】

実施例1乃至実施例4では、第4レンズ群L4を光軸上、移動させてフォーカシングを行うリアフォーカス式を採用している。第4レンズ群L4に関する実線の曲線4aと点線

50

の曲線 4 b は、各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの変倍に伴う像面変動を補正するための移動軌跡である。また、望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合には、矢印 4 c に示すように第 4 レンズ群 L 4 を像側に繰り込むことで行っている。

#### 【 0 0 2 1 】

実施例 5 では第 5 レンズ群 L 5 を光軸上移動させてフォーカシングを行うリアフォーカス式を採用している。第 5 レンズ群 L 5 に関する実線の曲線 5 a と点線の曲線 5 b は各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの変倍に伴う像面変動を補正するための移動軌跡である。望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合には、矢印 5 c に示すように第 5 レンズ群 B 5 を物体側へ繰り出すことで行っている。また、各実施例において、第 4 レンズ群 B 4 は 1 つの負レンズ、第 5 レンズ群 B 5 は 1 つの正レンズで構成している。

10

#### 【 0 0 2 2 】

各実施例は、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有し、全系が小型のズームレンズである。各実施例では、物体側より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 、正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 、負の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 、正の屈折力の第 5 レンズ群 L 5 より構成して、高ズーム比化を図っている。また、第 1 レンズ群 L 1 は、負レンズと負レンズの像側に配置された正レンズが接合された接合レンズより構成することにより、望遠端における軸上色収差を良好に補正している。

20

#### 【 0 0 2 3 】

そして、第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離を  $f_2$  、望遠端におけるバックフォーカスを  $B_f t$  、広角端から望遠端へのズーミングにおける第 1 レンズ群 L 1 と第 2 レンズ群 L 2 の移動量を各々  $M_1$  ,  $M_2$  とする。このとき、

$$\begin{array}{l} 2.91 \quad | f_2 | / B_f t < 4.50 \quad \dots (1) \\ -3.48 < M_1 / M_2 < -0.01 \quad \dots (2) \end{array}$$

なる条件式を満足している。

#### 【 0 0 2 4 】

ここで広角端から望遠端へのズーミングにおけるレンズ群の移動量とは広角端と望遠端における光軸方向の位置の差をいう。移動量の符号は広角端に比べて望遠端においてレンズ群が像側に位置するときを正、物体側に位置するときを負とする。バックフォーカス  $B_f t$  は最終レンズ面から像面までの距離を空気換算長（ローパスフィルター等の光学プロックのない状態での長さ）により表したものである。

30

#### 【 0 0 2 5 】

次に各条件式の技術的意味について説明する。条件式 (1) は第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離と望遠端におけるバックフォーカスの比を適切に設定している。条件式 (1) の上限値を超えると、第 2 レンズ群 L 2 の負の焦点距離が長く（絶対値が大きく）なりすぎてしまう。そのため、高ズーム比化を達成する為には、ズーミングに際して第 2 レンズ群 L 2 の移動量が大きくなりすぎてしまい、前玉有効径が増大してくる。もしくは、望遠端におけるバックフォーカスが短くなりすぎてしまい、第 5 レンズ群 L 5 と光学フィルター等の光学部材が干渉してくるので良くない。

40

#### 【 0 0 2 6 】

また、条件式 (1) の下限値を超えると、第 2 レンズ群 L 2 の負の焦点距離が短く（絶対値が小さく）なりすぎてしまい、望遠端において倍率色収差、軸上色収差、球面収差等が増大し、これらの諸収差の補正が困難となる。もしくは、望遠端におけるバックフォーカスが長くなりすぎてしまい、望遠端におけるレンズ全長を短縮しつつ高ズーム比化を図ることが困難となる。

#### 【 0 0 2 7 】

条件式 (2) は広角端から望遠端へのズーミングにおける第 1 レンズ群 L 1 と第 2 レンズ群 L 2 の移動量の比を適切に設定している。条件式 (2) の下限値を超えると、第 1 レ

50

ンズ群 L 1 の移動量の絶対値が第 2 レンズ群 L 2 の移動量の絶対値に比べて大きくなりすぎてしまい、望遠端におけるレンズ全長を短縮しつつ高ズーム比化を図ることが困難となる。もしくは、第 2 レンズ群 L 2 の移動量の絶対値が第 1 レンズ群 L 1 の移動量の絶対値に比べて小さくなりすぎてしまい、所定のズーム比を確保するため第 2 レンズ群 L 2 の屈折力を強くしなければならない。

#### 【 0 0 2 8 】

この結果、望遠端において倍率色収差、軸上色収差、球面収差等が増大し、これらの諸収差の補正が困難となる。また、上限値を超えると、第 1 レンズ群 L 1 の移動量の絶対値が第 2 レンズ群 L 2 の移動量の絶対値に比べて小さくなりすぎてしまう。このため、高ズーム比化を達成するには、第 1 レンズ群 L 1 の屈折力を強くせねばならず、この結果望遠端において軸上色収差および倍率色収差が増大し、これらの諸収差の補正が困難となる。10

#### 【 0 0 2 9 】

もしくは、第 2 レンズ群 L 2 の移動量の絶対値が第 1 レンズ群 L 1 の移動量の絶対値に比べて大きくなりすぎてしまい、前玉有効径を縮小しつつ高ズーム比化を図ることが困難となる。更に好ましくは条件式(1)、(2)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

#### 【 0 0 3 0 】

$$\frac{2.91}{-3.23} < M_1 / M_2 < -0.01 \quad \dots (1a)$$

$$2.91 | f_2 | / B f_t < 4.40 \quad \dots (2a)$$

更に好ましくは条件式(1a)、(2a)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

#### 【 0 0 3 1 】

$$\frac{2.91}{-2.98} < M_1 / M_2 < -0.02 \quad \dots (1b)$$

$$2.91 | f_2 | / B f_t < 4.10 \quad \dots (2b)$$

以上のように構成することにより、各実施例により、高画角、高ズーム比でレンズ系全体が小型化で、望遠端のレンズ全長を抑制しながらも広角端から望遠端までの全ズーム域において色収差や像面湾曲などを良好に補正することができるズームレンズが得られる。

#### 【 0 0 3 2 】

本発明のズームレンズは、以上のような構成を満足することにより実現されるが、高ズーム比及び小型化を維持しつつ更に光学性能を良好に維持するためには、以下の条件式のうち1つ以上を満足することが望ましい。第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離を f 1 とする。第 3 レンズ群 L 3 と第 5 レンズ群 L 5 の焦点距離を各々 f 3 , f 5 とする。広角端から望遠端へのズーミングにおける第 4 レンズ群 L 4 の移動量を M 4 とする。このとき、次の条件式のうち1つ以上を満足するのが良い。30

#### 【 0 0 3 3 】

$$7.42 < f_5 / B f_t < 13.22 \quad \dots (3)$$

$$0.73 < | M_4 | / B f_t < 5.24 \quad \dots (4)$$

$$0.14 < f_3 / f_5 < 0.68 \quad \dots (5)$$

$$3.26 < f_1 / | f_2 | < 4.47 \quad \dots (6)$$

次に前述した各条件式の技術的意味について説明する。

#### 【 0 0 3 4 】

条件式(3)は第 5 レンズ群 L 5 の焦点距離と望遠端におけるバックフォーカスの比を適切に設定している。条件式(3)の上限値を超えると、第 5 レンズ群 L 5 の焦点距離が長くなりすぎてしまい、第 5 レンズ群 L 5 の変倍効果が小さくなる。この結果、望遠端におけるレンズ全長を短縮しつつ高ズーム比化を図ることが困難となる。もしくは望遠端におけるバックフォーカスが短くなりすぎてしまい、第 5 レンズ群 L 5 と像面との間に光学フィルター等の光学部材を配置することが困難となる。40

#### 【 0 0 3 5 】

また、下限値を超えると、第 5 レンズ群 L 5 の焦点距離が短くなりすぎてしまい、広角端においてコマ収差及び倍率色収差等が増大し、これらの諸収差の補正が困難となる。もしくは望遠端におけるバックフォーカスが長くなりすぎてしまい、望遠端におけるレンズ全長を短縮しつつ、高ズーム比化を図ることが困難となる。50

## 【0036】

条件式(4)は広角端から望遠端へのズーミングにおける第4レンズ群L4の移動量と望遠端におけるバックフォーカスの比を適切に設定している。条件式(4)の上限値を超えると、第4レンズ群L4の移動量が大きくなりすぎてしまい、望遠端におけるレンズ全長を短縮しつつ高ズーム比化を図ることが困難となる。もしくは、望遠端におけるバックフォーカスが小さくなりすぎてしまい、第5レンズ群L5と像面との間に光学フィルターを配置することが困難となる。

## 【0037】

また、下限値を超えると、第4レンズ群L4の移動量が小さくなりすぎてしまう。そのため、高ズーム比化を達成するには、第4レンズ群L4の屈折力を強くせねばならず、この結果、広角端において非点収差が増大し、この収差補正が困難になる。もしくは、望遠端におけるバックフォーカスが長くなりすぎてしまい、望遠端におけるレンズ全長を短縮しつつ高ズーム比化を図ることが困難となる。

## 【0038】

条件式(5)は第3レンズ群L3の焦点距離と第5レンズ群L5の焦点距離との比を適切に設定している。条件式(5)上限値を超えると、第3レンズ群L3の焦点距離が長くなりすぎてしまい、望遠端におけるレンズ全長を短縮しつつ高ズーム比化を図ることが困難となる。もしくは、第5レンズ群L5の焦点距離が短くなりすぎてしまい、広角端においてコマ収差及び倍率色収差等が増大し、これらの諸収差を補正することが困難となる。

## 【0039】

また、下限値を超えると、第3レンズ群L3の焦点距離が短くなりすぎてしまい、広角端においてコマ収差及び球面収差が増大し、これらの諸収差を補正することが困難となる。もしくは、第5レンズ群L5の焦点距離が長くなりすぎてしまい、第5レンズ群L5の変倍効果が小さくなることから、望遠端におけるレンズ全長を短縮しつつ高ズーム比化を図ることが困難となる。

## 【0040】

条件式(6)は第1レンズ群L1の焦点距離と第2レンズ群L2の焦点距離の比を適切に設定している。条件式(6)の上限値を超えると第1レンズ群L1の焦点距離が長くなりすぎてしまい、望遠端におけるレンズ全長を短縮しつつ高ズーム比化を図ることが困難となる。もしくは第2レンズ群L2の焦点距離の絶対値が小さくなりすぎてしまい、望遠端におけるレンズ全長を短縮しつつ高ズーム比化を図ることが困難となる。

## 【0041】

また、下限値を超えると、第1レンズ群L1の焦点距離が短くなりすぎてしまい、望遠端において軸上色収差および倍率色収差が増大し、これらの諸収差の補正が困難となる。もしくは、第2レンズ群L2の焦点距離の絶対値が大きくなりすぎてしまい、前玉有効径を縮小しつつ高ズーム比化を図ることが困難となる。更に好ましくは、各条件式(3)乃至条件式(6)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

## 【0042】

$$7.92 < f_5 / B_{f t} < 12.72 \quad \dots (3a)$$

$$1.23 < |M_4| / B_{f t} < 4.74 \quad \dots (4a)$$

$$0.24 < f_3 / f_5 < 0.58 \quad \dots (5a)$$

$$3.36 < f_1 / |f_2| < 4.37 \quad \dots (6a)$$

更に好ましくは、各条件式(3a)乃至条件式(6a)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

## 【0043】

$$8.42 < f_5 / B_{f t} < 12.22 \quad \dots (3b)$$

$$1.73 < |M_4| / B_{f t} < 4.73 \quad \dots (4b)$$

$$0.34 < f_3 / f_5 < 0.48 \quad \dots (5b)$$

$$3.46 < f_1 / |f_2| < 4.27 \quad \dots (6b)$$

各実施例において好ましくは次の構成をとっても良い。

10

20

30

40

50

## 【0044】

広角端から望遠端へのズーミングに際して開口絞りSPを独立で移動するようにしても良い。広角端に比べ望遠端でレンズ全長が長くなるように第1レンズ群L1が移動してズーミングを行うのが良い。第3レンズ群L3全体、あるいはその一部を光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動して像ぶれを補正するのが良い。各実施例のズームレンズを有する撮像装置において、諸収差のうち歪曲収差及び倍率色収差の補正を電気的な画像処理によって補正しても良い。

## 【0045】

第3レンズ群L3に非球面を用いるのが良く、これによればズーム全域の球面収差を良好に補正することが容易になる。第2レンズ群L2を物体側より像側へ順に配置された、負レンズ、負レンズ、正レンズにより構成するのが収差補正上、好ましい。

10

## 【0046】

次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたデジタルスチルカメラの実施例を図11を用いて説明する。図11において、10はカメラ本体、11は実施例1乃至5で説明したいずれか1つのズームレンズによって構成された撮影光学系である。12はカメラ本体に内蔵され、撮影光学系11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。

## 【0047】

13は固体撮像素子12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。14は液晶ディスプレイパネル等によって構成され、固体撮像素子12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。

20

## 【0048】

本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたビデオカメラ(撮像装置)にも同様に適用することができる。このように本発明のズームレンズをデジタルスチルカメラやビデオカメラ等の撮像装置に適用することにより、小型で高い光学性能を有する撮像装置を実現している。

## 【0049】

以下に本発明の各実施例に対応する数値実施例を示す。各数値実施例においてiは物体側からの光学面の順序を示す。riは第i番目の光学面の曲率半径、diは第i番目の面間隔、ndiとdi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とアッペ数を示す。バックフォーカス(BF)は、最終レンズ面から近軸像面までの空気換算での距離である。レンズ全長は、第1レンズ面から最終レンズ面までの距離にバックフォーカス(BF)を加えた値である。

30

## 【0050】

数値実施例において最後の2つの面はフィルター、フェースプレート等の光学ブロックの面である。またKを離心率、A4、A6、A8、A10を非球面係数、光軸からの高さHの位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にしてxとするとき、非球面形状は、

## 【0051】

## 【数1】

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + A4H^4 + A6H^6 + A8H^8 + A10H^{10}$$

40

## 【0052】

で表示される。但しRは曲率半径である。また例えば「e-Z」の表示は「10-Z」を意味する。また、各数値実施例における上述した条件式との対応を表1に示す。半画角は光線トレースにより求めた値である。非球面は面番号の後に\*を付加して示す。前述の各条件式と数値実施例における諸数値の関係を表1に示す。

## 【0053】

## 数値実施例1

単位 mm

50

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	31.978	0.85	1.92286	18.9	
2	20.704	3.20	1.80400	46.6	
3	-870.799	(可変)			
4	-217.169	0.50	1.91082	35.3	
5	12.086	3.75			
6	-24.545	0.50	1.71300	53.9	
7	47.606	0.10			10
8	26.447	2.05	1.95906	17.5	
9	-280.339	(可変)			
10(絞り)		(可変)			
11*	12.811	3.50	1.69350	53.2	
12*	-74.530	0.12			
13	12.030	3.39	1.77250	49.6	
14	44.846	0.40	2.00069	25.5	
15	8.397	1.71			
16	16.169	2.84	1.59282	68.6	
17	-31.602	(可変)			20
18	19.988	0.56	1.71300	53.9	
19	8.992	(可変)			
20*	26.244	2.47	1.55332	71.7	
21	-66.560	(可変)			
22		2.33	1.51633	64.1	
23					

## 【0 0 5 4】

## 非球面データ

## 第11面

K = -1.11243e+000 A 4= 2.31962e-005 A 6= 2.24491e-007 A 8= 2.10389e-009

30

## 第12面

K = 0.00000e+000 A 4= 5.49747e-005 A 6= 9.78223e-008 A 8= 1.22053e-009

## 第20面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.10245e-004

## 各種データ

ズーム比	4.75			40
	広角	中間	望遠	
焦点距離	9.14	11.71	43.42	
Fナンバー	2.06	2.56	4.01	
画角	35.76	33.03	10.35	
像高	6.58	7.61	7.93	
レンズ全長	62.53	57.16	63.11	
BF	7.05	7.48	3.55	
d 3	0.42	1.37	11.45	
d 9	21.97	16.15	1.44	50

d10	1.24	-0.17	-0.10
d17	1.16	2.63	5.49
d19	3.98	2.99	14.57
d21	4.49	4.92	0.99

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	
1	1	41.55	
2	4	-11.96	
3	11	13.25	10
4	18	-23.42	
5	20	34.34	

## 【0055】

## 数値実施例 2

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	50.691	1.26	1.92286	18.9	20
2	30.738	5.57	1.79433	41.8	
3	-682.314	(可変)			
4	-170.757	0.55	1.88202	37.2	
5*	15.773	6.88			
6	-52.183	0.89	1.71899	55.2	
7	48.289	0.10			
8	35.593	3.93	1.95906	17.5	
9	2372.508	(可変)			
10(絞り)		(可変)			
11*	24.915	7.13	1.76401	42.9	30
12*	-76.731	0.10			
13	16.458	4.15	1.68873	57.0	
14	68.176	0.55	2.00069	25.5	
15	13.299	6.73			
16*	33.570	4.65	1.55323	70.5	
17*	-34.400	(可変)			
18	56.802	2.70	1.85135	40.1	
19*	21.645	(可変)			
20*	24.592	6.43	1.49721	81.5	
21	100.051	(可変)			40
22		1.55	1.51633	64.1	
23					

## 【0056】

## 非球面データ

第5面

K = 1.01663e-001 A 4=-8.90871e-006 A 6=-3.62998e-008 A 8= 3.60633e-011

A10=-2.47133e-012

K = -2.25259e+000 A 4= 1.30820e-005 A 6=-1.92111e-008 A 8= 5.54476e-011

## 第12面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.43383e-005 A 6=-3.69823e-008 A 8= 1.21866e-010

## 第16面

K = -1.14532e+001 A 4= 4.80810e-005 A 6=-2.50269e-007 A 8= 3.89319e-010

## 第17面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.04118e-005 A 6=-5.00545e-008 A 8=-3.99784e-010

10

## 第19面

K = -5.53042e+000 A 4= 9.63905e-005 A 6=-2.03260e-007 A 8= 5.85035e-010

A10=-4.82348e-013

## 第20面

K = -6.55201e+000 A 4= 5.80662e-005 A 6=-1.13098e-007 A 8= 1.96797e-010

## 各種データ

ズーム比	5.50			20
	広角	中間	望遠	
焦点距離	13.09	17.34	72.02	
Fナンバー	2.06	2.56	4.01	
画角	36.36	31.07	9.27	
像高	9.63	10.45	11.75	
レンズ全長	106.31	100.60	121.28	
BF	10.11	13.26	5.42	
d 3	0.86	1.91	20.87	
d 9	35.36	24.60	2.83	30
d10	-0.10	-0.10	0.20	
d17	1.48	2.43	11.35	
d19	6.47	6.37	28.47	
d21	5.78	8.93	1.09	

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	40
1	1	65.90	
2	4	-15.75	
3	11	23.51	
4	18	-42.58	
5	20	63.77	

## 【0057】

## 数値実施例3

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	50
1	50.710	1.26	1.92286	18.9	

2	30.738	5.83	1.79411	42.0	
3	-822.630	(可変)			
4	-213.531	0.55	1.88202	37.2	
5*	15.476	6.90			
6	-52.433	0.92	1.71764	53.0	
7	48.187	0.11			
8	35.722	4.00	1.95906	17.5	
9	35758.634	(可変)			
10(絞り)		(可変)			
11*	24.963	7.03	1.76440	43.3	10
12*	-74.455	0.26			
13	16.523	4.16	1.68916	57.0	
14	67.391	0.56	2.00069	25.5	
15	13.300	5.49			
16*	33.874	4.49	1.55359	70.4	
17*	-33.927	(可変)			
18	58.267	2.71	1.85135	40.1	
19*	21.760	(可変)			
20*	30.404	6.05	1.49700	81.5	
21	471.830	(可変)			20
22		1.55	1.51633	64.1	
23					

## 【 0 0 5 8 】

非球面データ

第5面

$K = -3.67634e-002$   $A_4 = -4.32234e-006$   $A_6 = -2.07152e-008$   $A_8 = 1.11729e-010$   
 $A_{10} = -1.85422e-012$

第11面

$K = -2.32423e+000$   $A_4 = 1.28787e-005$   $A_6 = -1.91259e-008$   $A_8 = 8.66195e-011$

第12面

$K = 0.00000e+000$   $A_4 = 1.50250e-005$   $A_6 = -3.97389e-008$   $A_8 = 1.91157e-010$

第16面

$K = -1.24766e+001$   $A_4 = 5.34207e-005$   $A_6 = -3.24934e-007$   $A_8 = 7.59893e-010$

第17面

$K = 0.00000e+000$   $A_4 = -1.45116e-005$   $A_6 = -7.48482e-008$   $A_8 = -4.14353e-010$

40

第19面

$K = -5.40989e+000$   $A_4 = 1.01997e-004$   $A_6 = -1.65022e-007$   $A_8 = 5.70819e-011$   
 $A_{10} = 1.59333e-012$

第20面

$K = -1.20357e+001$   $A_4 = 6.15523e-005$   $A_6 = -1.46899e-007$   $A_8 = 2.75919e-010$

各種データ

ズーム比 5.57

50

	広角	中間	望遠
焦点距離	12.74	17.34	70.92
Fナンバー	2.06	2.56	4.01
画角	37.10	31.06	9.41
像高	9.63	10.45	11.75
レンズ全長	106.14	99.99	118.24
BF	10.10	13.38	4.80

d 3	0.62	2.00	20.75
d 9	36.00	24.76	2.85
d10	0.45	-0.03	0.23
d17	1.50	2.42	11.34
d19	6.61	6.60	27.41
d21	5.77	9.05	0.47

10

## ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	66.80	
2	4	-15.91	
3	11	22.79	
4	18	-42.23	
5	20	65.09	20

## 【0059】

## 数値実施例 4

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d
1	51.953	1.26	1.92286	18.9
2	30.738	6.62	1.78581	36.7
3	1022.044	(可変)		
4	-214.301	0.55	1.88202	37.2
5*	16.629	6.76		
6	-34.442	1.41	1.68934	32.8
7	62.456	0.29		
8	55.343	4.00	1.95906	17.5
9	-73.249	(可変)		
10(絞り)		(可変)		
11*	21.874	6.00	1.75954	48.4
12*	-125.100	0.94		
13	16.558	4.30	1.68538	57.3
14	70.760	0.81	2.00069	25.5
15	12.980	4.00		
16*	27.751	4.00	1.54803	59.2
17*	-32.624	(可変)		
18	-53.535	2.00	1.82240	40.0
19*	46.748	(可変)		
20*	34.272	5.00	1.65617	59.3
21	-210.584	(可変)		50

22 1.55 1.51633 64.1

23

【 0 0 6 0 】

非球面データ

第5面

K = 3.54260e-001 A 4=-1.49830e-005 A 6=-1.12963e-007 A 8= 5.30473e-010  
 A10=-5.46681e-012

10

第11面

K = -1.46963e+000 A 4= 1.40726e-005 A 6=-4.72523e-009 A 8= 4.57564e-013

第12面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.55904e-005 A 6=-3.44819e-008 A 8= 3.05720e-011

第16面

K = -1.21707e+000 A 4= 3.10664e-005 A 6=-4.16467e-008 A 8=-2.80985e-010

第17面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.03627e-005 A 6= 3.54066e-008 A 8=-4.05187e-010

20

第19面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.07550e-005 A 6= 4.12635e-008 A 8=-8.18318e-010

A10= 3.34498e-012

第20面

K = -1.23417e+001 A 4= 3.35917e-005 A 6=-7.57630e-008 A 8= 1.09525e-010

各種データ

ズーム比	4.83	広角	中間	望遠
焦点距離	13.43	17.34	64.87	
Fナンバー	2.06	2.56	4.01	
画角	35.66	31.07	10.27	
像高	9.63	10.45	11.75	
レンズ全長	103.58	99.76	114.49	
BF	11.93	13.89	4.63	

30

d 3	0.79	3.50	15.43	
d 9	35.45	25.91	2.73	
d10	-0.10	-0.10	0.11	
d17	2.03	2.42	8.97	
d19	4.99	5.65	34.14	
d21	7.60	9.56	0.30	

40

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	79.15
2	4	-18.59
3	11	21.46

50

4	18	-30.07
5	20	45.29

## 【 0 0 6 1 】

数值実施例 5

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	52.171	1.26	1.92286	18.9	10
2	30.738	6.09	1.78431	38.6	
3	4804.354	(可変)			
4	-198.020	0.55	1.88202	37.2	
5*	16.596	7.15			
6	-35.602	1.49	1.69221	32.4	
7	60.995	0.27			
8	51.815	4.00	1.95906	17.5	
9	-87.301	(可変)			
10(絞り)		(可変)			
11*	23.030	6.00	1.76007	48.3	20
12*	-81.537	1.26			
13	17.206	4.30	1.69004	57.0	
14	68.069	0.83	2.00069	25.5	
15	13.115	4.00			
16*	29.840	4.00	1.55460	58.0	
17*	-25.930	(可変)			
18	-71.666	2.00	1.82811	39.5	
19*	29.756	(可変)			
20*	27.273	5.00	1.49927	81.0	
21	-248.453	(可変)			30
22		1.55	1.51633	64.1	

23

## 【 0 0 6 2 】

## 非球面データ

## 第5面

K = 2.05789e-001 A 4=-1.00333e-005 A 6=-6.09277e-008 A 8= 1.98618e-010  
 A10=-2.77829e-012

40

## 第11面

K = -1.80407e+000 A 4= 1.12130e-005 A 6=-1.60650e-008 A 8= 4.73307e-011

## 第12面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.43492e-005 A 6=-3.59901e-008 A 8= 1.27081e-010

## 第16面

K = -1.51472e+000 A 4= 1.83016e-005 A 6=-6.03381e-008 A 8=-1.35372e-009

## 第17面

50

K = 0.00000e+000 A 4=-1.51853e-006 A 6= 1.34916e-008 A 8=-2.17558e-009

第19面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.43284e-005 A 6=-1.27902e-008 A 8=-2.45410e-010  
A10= 2.40405e-012

第20面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.40885e-006 A 6= 2.50659e-008 A 8=-3.12434e-011

各種データ

10

ズーム比	4.59	広角	中間	望遠
焦点距離	13.43	17.34	61.62	
Fナンバー	2.06	2.56	4.01	
画角	35.66	31.07	10.80	
像高	9.63	10.45	11.75	
レンズ全長	104.82	99.14	110.66	
BF	10.72	13.32	4.46	

d 3	1.16	2.70	18.72
d 9	36.67	26.28	2.92
d10	-0.10	-0.10	0.30
d17	2.14	2.51	8.29
d19	5.51	5.71	27.25
d21	7.69	10.29	1.43

20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	76.45
2	4	-17.96
3	11	20.70
4	18	-25.17
5	20	49.52

30

【0 0 6 3】

【表1】

条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
(1) $ f_2 /BF_t$	3.36	2.91	3.31	4.02	4.03
(2) $M_1/M_2$	-0.056	-2.972	-1.507	-2.930	-0.499
(3) $f_5/BF_t$	9.67	11.77	11.48	9.78	11.10
(4) $ M_4 /BF_t$	2.00	3.20	3.22	4.72	3.47
(5) $f_3/f_5$	0.386	0.369	0.350	0.474	0.418
(6) $f_1/ f_2 $	3.473	4.184	4.200	4.258	4.256

40

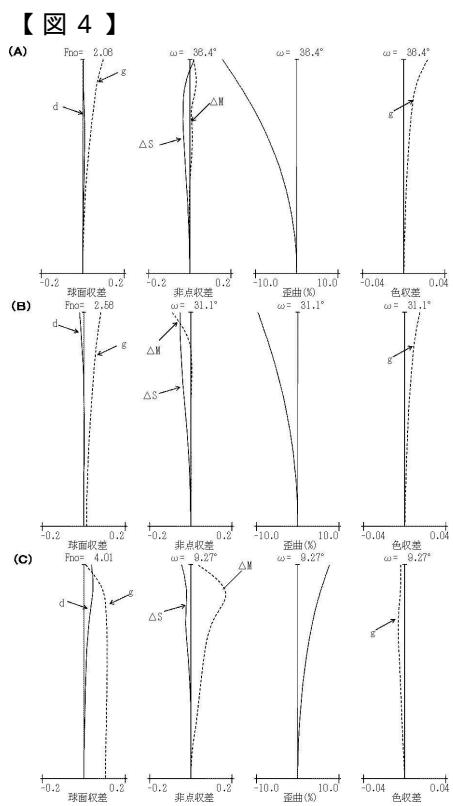
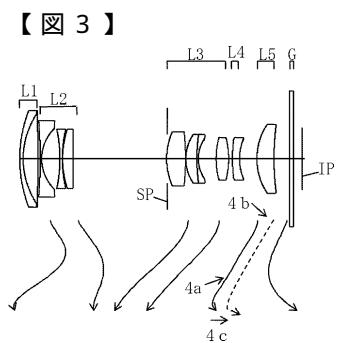
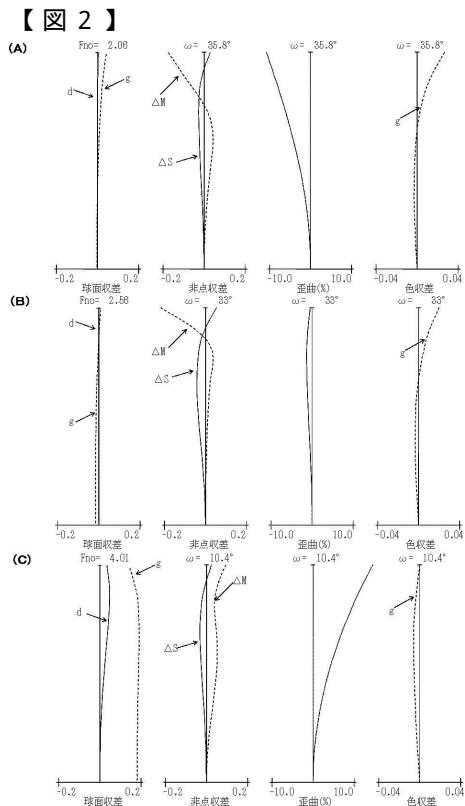
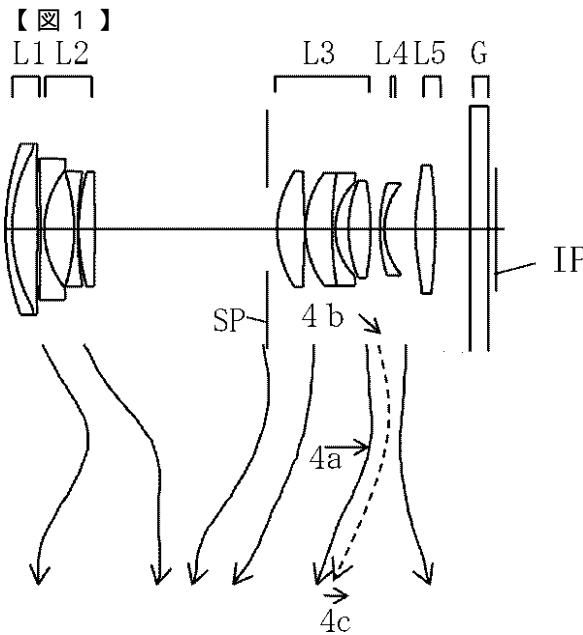
【符号の説明】

【0 0 6 4】

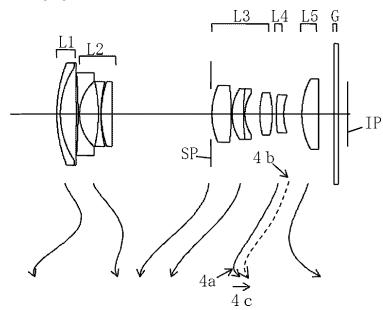
B 1 : 第1レンズ群  
B 4 : 第4レンズ群

B 2 : 第2レンズ群  
B 5 : 第5レンズ群

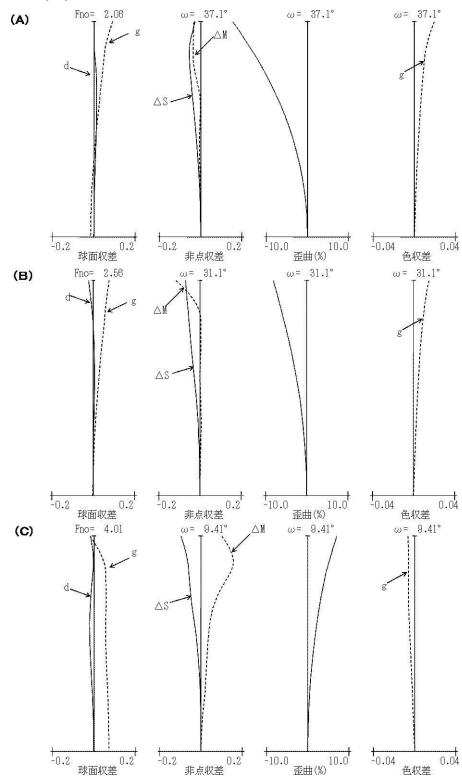
B 3 : 第3レンズ群



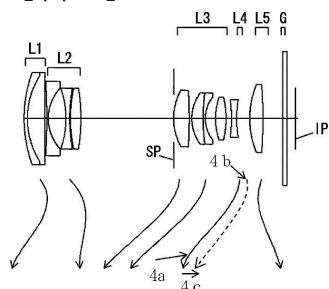
【図5】



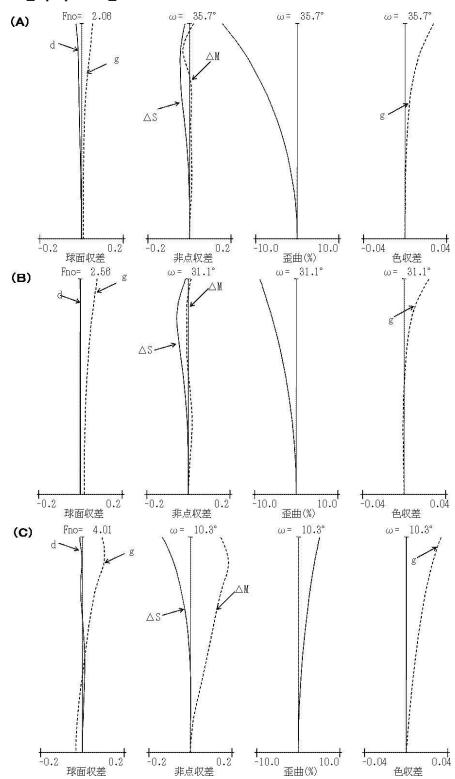
【図6】



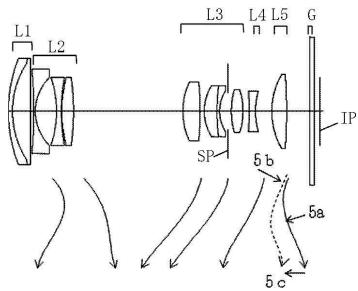
【図7】



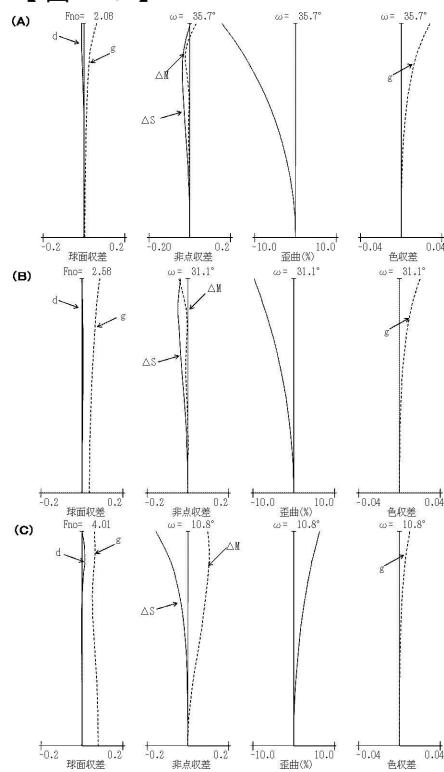
【図8】



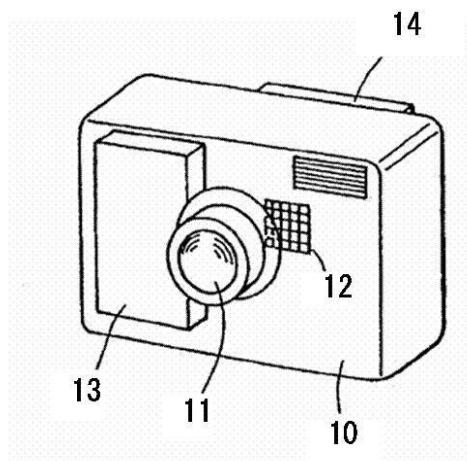
【図9】



【図10】



【図11】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-279587(JP,A)  
特開2013-137464(JP,A)  
特開2008-076493(JP,A)  
特開2012-083472(JP,A)  
特開2013-190534(JP,A)  
特開2011-232542(JP,A)  
特開2013-140307(JP,A)  
特開2013-210571(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 15/20  
G02B 13/18