

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6300577号
(P6300577)

(45) 発行日 平成30年3月28日(2018.3.28)

(24) 登録日 平成30年3月9日(2018.3.9)

(51) Int.Cl.

G02B 15/16 (2006.01)

F 1

G O 2 B 15/16

請求項の数 7 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2014-42356 (P2014-42356)
 (22) 出願日 平成26年3月5日 (2014.3.5)
 (65) 公開番号 特開2015-169689 (P2015-169689A)
 (43) 公開日 平成27年9月28日 (2015.9.28)
 審査請求日 平成29年3月1日 (2017.3.1)

(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 安部 大史
 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 森内 正明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像側へ順に配置された、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、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群から構成され、ズーミングに際して、前記第1レンズ群と前記第5レンズ群は不動で、前記第2レンズ群と前記第4レンズ群が移動し、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2レンズ群は、最も物体側に配置された負レンズと、該負レンズの像側に隣接して配置され、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズG p 1と、該正レンズG p 1の像側に隣接して配置された負レンズとを含む、3枚以上の負レンズと2枚以上の正レンズを有し、

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、前記正レンズG p 1の焦点距離をf p 1、前記第2レンズ群に含まれる正レンズの中で物体側から数えて2番目に配置された正レンズG p 2の焦点距離をf p 2とするとき、

$$\begin{aligned} 1.2 &< f p 1 / f p 2 < 3.0 \\ 2.5 &< | f p 1 / f 2 | < 5.0 \\ 0.9 &< | f 2 / f w | < 2.0 \end{aligned}$$

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】

$$1.3 < | f p 2 / f 2 | < 2.3$$

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2レンズ群の移動量を $B L 2 s t r$ とするとき、

$$4 . 0 < B L 2 s t r / | f 2 | < 1 0 . 0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1又は2に記載のズームレンズ。

【請求項4】

前記第2レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、像側の面が凹形状の負レンズ、前記正レンズ $G p 1$ 、両面が凹形状の負レンズ、物体側の面が凸形状の前記正レンズ $G p 2$ 、負レンズより構成されてい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。

10

【請求項5】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第2レンズ群は像側へ移動し、前記第4レンズ群は物体側に向かって凸状の軌跡で移動することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項6】

フォーカシングに際して前記第4レンズ群が移動することを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項7】

請求項1乃至6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。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はズームレンズ及びそれを有する撮像装置に関し、例えばビデオカメラ、電子スチルカメラ、放送用カメラ、監視カメラ等のように固体撮像素子を用いた撮像装置、或いは銀塩フィルムを用いたカメラ等の撮像装置に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

撮像装置に用いられる撮影光学系には、レンズ全長が短く、コンパクト（小型）であること、高ズーム比（高変倍比）であること、高解像力のズームレンズであることが要望されている。最も物体側に正の屈折力のレンズ群が配置されたポジティブリード型のズームレンズは高ズーム比を実現しやすいことが知られている。特許文献1，2では、物体側から像側へ順に、正、負、正、正、負の屈折力の第1レンズ群乃至第5レンズ群よりなる5群構成のズームレンズを開示している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2007-178598号公報

【特許文献2】特開2007-178769号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一般にズームレンズにおいて、高ズーム比を確保しつつ、全系の小型化を図るために各レンズ群の屈折力を強めつつ、レンズ枚数を削減すれば良い。しかしながら、このように構成したズームレンズは、各レンズ面の屈折力の増加に伴いレンズ肉厚が増してしまい、レンズ系の短縮効果が不十分になる。また、諸収差の発生が多くなり、諸収差の良好なる補正が困難になり、高い光学性能を得るのが困難になってくる。

【0005】

50

前述したポジティブリード型の5群ズームレンズにおいて、全系の小型化と、高ズーム比と、全ズーム範囲にわたる高い光学性能を同時に実現するためには、ズームレンズの各要素を適切に設定することが重要となってくる。例えばズーミングに際して移動する変倍用の第2レンズ群の屈折力、第2レンズ群のレンズ構成等を適切に設定することが重要になってくる。これらの構成が適切でないと、高ズーム比を実現しようとしたときに全系が大型化し、ズーミングに伴う諸収差の変動が増大し、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得るのが大変難しくなってくる。

【0006】

本発明は、高ズーム比で、全ズーム範囲にわたり良好なる光学性能を有し、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。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明のズームレンズは、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、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レンズ群から構成され、ズーミングに際して、前記第1レンズ群と前記第5レンズ群は不動で、前記第2レンズ群と前記第4レンズ群が移動し、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2レンズ群は、最も物体側に配置された負レンズと、該負レンズの像側に隣接して配置され、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズGp1と、該正レンズGp1の像側に隣接して配置された負レンズとを含む、3枚以上の負レンズと2枚以上の正レンズを有し、

20

広角端における全系の焦点距離をfw、前記第2レンズ群の焦点距離をf2、前記正レンズGp1の焦点距離をfp1、前記第2レンズ群に含まれる正レンズの中で物体側から数えて2番目に配置された正レンズGp2の焦点距離をfp2とするとき、

$$\begin{aligned} 1.2 &< fp1 / fp2 < 3.0 \\ 2.5 &< | fp1 / f2 | < 5.0 \\ 0.9 &< | f2 / fw | < 2.0 \end{aligned}$$

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】

【0008】

30

本発明によれば、高ズーム比で、全ズーム範囲にわたり良好なる光学性能を有す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】

【0009】

【図1】実施例1の広角端におけるレンズ断面図

【図2】(A), (B), (C) 実施例1の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図3】実施例2の広角端におけるレンズ断面図

【図4】(A), (B), (C) 実施例2の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

40

【図5】実施例3の広角端におけるレンズ断面図

【図6】(A), (B), (C) 実施例3の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図7】実施例4の広角端におけるレンズ断面図

【図8】(A), (B), (C) 実施例4の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図9】実施例5の広角端におけるレンズ断面図

【図10】(A), (B), (C) 実施例5の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図11】実施例6の広角端におけるレンズ断面図

50

【図12】(A)、(B)、(C) 実施例6の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図13】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】

【0010】

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置を図面に基づいて説明する。本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、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、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群より構成されている。ズーミングに際して第2レンズ群と第4レンズ群が移動し、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レンズ群と第3レンズ群と第5レンズ群はズーミングのために不動である。フォーカシングに際して第4レンズ群が移動する。

【0011】

図1は、本発明の実施例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である。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、中間ズーム位置、望遠端（長焦点距離端）における収差図である。実施例1はズーム比39.50、開口比(Fナンバー)1.65~5.60のズームレンズである。

【0012】

図3は、本発明の実施例2のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。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、中間ズーム位置、望遠端における収差図である。実施例2はズーム比39.49、開口比(Fナンバー)1.65~5.60のズームレンズである。

【0013】

図5は、本発明の実施例3のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。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、中間ズーム位置、望遠端における収差図である。実施例3はズーム比39.50、開口比(Fナンバー)1.65~5.60のズームレンズである。

【0014】

図7は、本発明の実施例4のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。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、中間ズーム位置、望遠端における収差図である。実施例4はズーム比45.10、開口比(Fナンバー)1.65~6.00のズームレンズである。

【0015】

図9は、本発明の実施例5のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。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、中間ズーム位置、望遠端における収差図である。実施例5はズーム比50.09、開口比(Fナンバー)1.65~6.50のズームレンズである。

【0016】

図11は、本発明の実施例6のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図12(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例6のズームレンズの広角端、中間ズーム位置、望遠端における収差図である。実施例6はズーム比34.09、開口比(Fナンバー)1.65~5.00のズームレンズである。図13は本発明の撮像装置の要部概略図である。

【0017】

本発明のズームレンズは、デジタルカメラ、ビデオカメラ、銀塩フィルムカメラ等の撮像装置に用いられるものである。レンズ断面図において左方が前方（物体側、拡大側）で右方が後方（像側、縮小側）である。レンズ断面図において、 i は物体側から像側への各レンズ群の順序を示し、 L_i は第*i*レンズ群である。

【0018】

各実施例のレンズ断面図において、 L_1 は正の屈折力の第1レンズ群、 L_2 は負の屈折

10

20

30

40

50

力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群、L4は正の屈折力の第4レンズ群、L5は負の屈折力の第5レンズ群である。SPは開放Fナンバー(Fno)光束を決定(制限)する開口絞りの作用をするFナンバー決定部材(以下「開口絞り」ともいう。)であり、第3レンズ群L3の物体側に位置している。

【0019】

GBは光学フィルター、フェースプレート、水晶ローパスフィルター、赤外カットフィルター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スチ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センサ等の撮像素子(光電変換素子)の撮像面が置かれる。

【0020】

又、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フィルム面に相当する感光面が置かれている。Gp1は第2レンズ群L2を構成する正レンズの中で最も物体側に配置された正レンズである。Gp2は第2レンズ群L2を構成する正レンズの中で物体側から数えて2番目に配置された正レンズである。

【0021】

球面収差図において実線はd線、2点鎖線はg線である。非点収差図において点線はメリディオナル像面、実線はサジタル像面である。倍率色収差はg線によって表している。FnoはFナンバー、 α は半画角(度)である。半画角 α は光線追跡値による値を示す。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おける各レンズ群の移動軌跡とフォーカシングにおける移動方向を示している。

【0022】

広角端と望遠端は、変倍レンズ群が可動範囲の両端に位置するときのズーム位置をいうものとする。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、第2レンズ群L2を像側に移動させて変倍を行い、第4レンズ群L4を物体側に凸状の軌跡で移動させて変倍に伴う像面変動を補正している。また、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方式を採用している。第4レンズ群L4に関する実線の曲線4aと点線の曲線4bは、それぞれ無限遠と近距離にフォーカスしているときのズーミング時の移動軌跡である。

【0023】

第4レンズ群L4を物体側へ凸状の軌跡で移動させることで第3レンズ群L3と第4レンズ群L4間の空間の有効利用を図り、レンズ全長(第1レンズ面から像面までの距離)を短縮することができる。望遠端において無限遠から近距離へフォーカスを行う場合には、矢印4cに示すように第4レンズ群L4を前方に移動させる。開口絞りSPはズーミングに際して不動である。

【0024】

各実施例のズームレンズは、物体側から像側へ順に、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、正の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4、負の屈折力の第5レンズ群L5より構成されている。この構成により、全系の小型化及び高ズーム比を確保している。

【0025】

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、第3レンズ群L3、第5レンズ群L5を不動としている。ズーミングとフォーカシングの少なくとも一方のために移動するレンズ群を2つのみとすることで、移動機構を簡素化して、装置全体を小型化することができる。特に、最もレンズ有効径が大きくなる第1レンズ群L1をズーミングに際して不動とすることで、全系の小型化を容易にしている。

【0026】

負の屈折力の第2レンズ群L2が、3つ以上の負レンズと2つ以上の正レンズを有する構成とすることで、各レンズが製造容易なレンズ形状となるようにしている。また、軸上色収差や倍率色収差、ズーミングによる色収差の変動などをそれぞれの正レンズに適切に分担させることにより、良好に補正することができる。

10

20

30

40

50

【0027】

第2レンズ群L2を構成する正レンズの中で最も物体側に配置された正レンズG1pを、物体側に凹面を向けたメニスカス形状としている。そして正レンズG1pを、第2レンズ群L2を構成する負レンズのうち最も物体側に配置された負レンズと物体側から数えて2番目に配置された負レンズとの間に配置している。これにより、色収差や像面湾曲を良好に補正しつつ第2レンズ群L2の小型化を容易にしている。

【0028】

広角端における全系の焦点距離をfw、第2レンズ群L2の焦点距離をf2、正レンズGp1の焦点距離をfp1、第2レンズ群L2に含まれる正レンズの中で、物体側から数えて2番目に配置された正レンズGp2の焦点距離をfp2とする。このとき、

$$1.2 < fp1 / fp2 < 3.0 \quad \dots (1)$$

$$2.5 < | fp1 / f2 | < 5.0 \quad \dots (2)$$

$$0.9 < | f2 / fw | < 2.0 \quad \dots (3)$$

なる条件式を満足している。

【0029】

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。条件式(1)は、正レンズG2pの焦点距離と正レンズG1pの焦点距離との比を規定している。条件式(1)の上限を超えて、正レンズG1pのパワー（屈折力）が弱くなると、広角端において倍率色収差の補正が困難になると共に、ズーミングに伴う色収差の変動を補正することが困難となる。条件式(1)の下限を超えて、正レンズG2pのパワーが弱くなると、軸上色収差の補正や像面湾曲の補正が困難となる。

【0030】

条件式(2)は、第2レンズ群L2の焦点距離と正レンズG1pの焦点距離の比の絶対値を規定している。条件式(2)の上限を超えて、正レンズG1pのパワーが弱くなると、広角端における倍率色収差の補正やズーミングに伴う色収差の変動の補正が困難となる。条件式(2)の下限を超えて、第2レンズ群L2の負の屈折力が弱くなると（負の屈折力の絶対値が小さくなると）、所望のズーム比を得るためにズーミング時の第2レンズ群L2の移動量が大きくなる。その結果レンズ全長（第1レンズ面から像面までの長さ）が長くなってくるので良くない。

【0031】

条件式(3)は、広角端における全系の焦点距離と第2レンズ群L2の焦点距離の比の絶対値を規定している。条件式(3)の上限を超えて、第2レンズ群L2の負の屈折力が弱くなると、所望のズーム比を得るためにズーミング時の第2レンズ群L2の移動量が大きくなり、レンズ全長が増大してくる。条件式(3)の下限を超えて、第2レンズ群L2の屈折力が強くなると（負の屈折力の絶対値が大きくなると）、ペツツバール和が負方向に増大し、像面湾曲の補正が困難となる。更に好ましくは条件式(1)乃至(3)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0032】

$$1.5 < fp1 / fp2 < 2.8 \quad \dots (1a)$$

$$3.0 < | fp1 / f2 | < 4.5 \quad \dots (2a)$$

$$1.2 < | f2 / fw | < 1.5 \quad \dots (3a)$$

【0033】

以上の構成をとることにより、全系がコンパクトかつ全ズーム域にわたって高い光学性能を有する、高いズーム比のズームレンズが得られるが、更に好ましくは次の条件式のうち1以上を満足するのが良い。

【0034】

広角端から望遠端へのズーミングにおける第2レンズ群L2の移動量をBL2strとする。ここで移動量とは広角端におけるレンズ群の光軸上の位置と望遠端におけるレンズ群の光軸上の位置との差をいう。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している。すなわち、広角端か

10

20

30

40

50

ら望遠端へのズーミングにおいて像側へ移動するときを正、物体側へ移動するときを負としている。このとき、次の条件式のうち 1 以上を満足するのが良い。

【0035】

$$\begin{aligned} 1.3 < |f_{p2}/f_2| < 2.3 & \cdots (4) \\ 4.0 < B_{L2str}/|f_2| < 10.0 & \cdots (5) \end{aligned}$$

【0036】

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。条件式(4)は、第2レンズ群 L 2 の焦点距離と正レンズ G 2 p の焦点距離との比の絶対値を規定している。条件式(4)の上限を超えて、正レンズ G 2 p のパワーが弱くなりすぎると、軸上色収差の補正や像面湾曲の補正が困難となる。条件式(4)の下限を超えて、第2レンズ群 L 2 の負の屈折力 10
が弱くなりすぎると、所望のズーム比を得るためにズーミング時の第2レンズ群 L 2 の移動量が大きくなり、レンズ全長が増大してくる。

【0037】

条件式(5)は、第2レンズ群 L 2 の焦点距離とズーミングにおける第2レンズ群 L 2 の移動量との比を規定している。条件式(5)の上限を超えて、第2レンズ群 L 2 の移動量が長くなると、レンズ全長が増大してくる。条件式(5)の下限を超えて、第2レンズ群 L 2 の移動量が短くなると、所望のズーム比を得ることが困難となる。なお、条件式(4), (5)の数値範囲を以下のように設定することが更に望ましい。

【0038】

$$\begin{aligned} 1.5 < |f_{p2}/f_2| < 2.1 & \cdots (4a) \\ 4.2 < B_{L2str}/|f_2| < 8.0 & \cdots (5a) \end{aligned}$$

【0039】

以上のように、各実施例によれば、全系がコンパクトかつ全ズーム範囲にわたって高い光学性能を有するとともに、より大きな撮像素子への対応が容易な高ズーム比のズームレンズが得られる。

【0040】

各実施例において、第2レンズ群 L 2 は、最も物体側に配置された負レンズと、該負レンズの像側に隣接して配置され、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ G p 1 と、該正レンズ G p 1 の像側に隣接して配置された負レンズを含む、3枚以上の負レンズと2枚以上の正レンズを有している。具体的には、第2レンズ群 L 2 は、物体側から像側へ順に配置された、像側の面が凹形状の負レンズ、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ G p 1、両面が凹形状の負レンズ、物体側の面が凸形状の正レンズ G p 2、負レンズより構成されている。このような構成とすることで、第2レンズ群 L 2 のレンズ総厚が過剰に長くならず、像面湾曲、軸上色収差、倍率色収差の補正、そしてズーミングに際しての色収差の変動等を良好に補正しつつ、全系の小型化を容易にしている。

【0041】

第4レンズ群 L 4 は、物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズと正レンズとを接合した接合レンズより構成している。又は正レンズと負レンズとを接合した接合レンズ、正レンズより構成している。これによりズーミング及びフォーカシングに際しての収差変動を容易に軽減している。第1レンズ群 L 1 は物体側から像側へ順に、負レンズと正レンズとを接合した接合レンズ、正レンズ、正レンズより構成している。第3レンズ群 L 3 は物体側から像側へ順に正レンズ、正レンズ、負レンズより構成している。第5レンズ群 L 5 は物体側から像側へ順に負レンズ、正レンズより構成している。各実施例において第5レンズ群 L 5 は負の屈折力を有する。

【0042】

以上のように各レンズ群を構成することにより、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得ている。

【0043】

次に、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）の実施例について図13を用いて説明する。図13において、10はビデオカメラ本体、11

10

20

30

40

50

は本発明のズームレンズによって構成された撮影光学系、12は撮影光学系11によって被写体像を受光するCCD等の撮像素子、13は撮像素子12が受光した被写体像を記録する記録手段である。14は不図示の表示素子に表示された被写体像を観察するためのファインダーである。上記表示素子は液晶パネル等によって構成され、撮像素子12上に形成された被写体像が表示される。

【0044】

この様に本発明のズームレンズをビデオカメラ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が実現できる。なお、撮像素子にCCD等の固体撮像素子を用いれば、電子的に収差補正をする事で出力画像を更に高画質化する事ができる。

【0045】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限らず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。以上のように各実施例によれば、全系がコンパクトで、かつ全ズーム域にわたって高い光学性能を有するとともに、高いズーム比を有するズームレンズ及びそれを有する、より大きな撮像素子へ対応した撮像装置を得ることができる。

【0046】

次に本発明の実施例1乃至6に対応する数値実施例1乃至6を示す。数値実施例において i は物体からの面の順番を示す。 r_i は物体側より順に第*i*番目の面の曲率半径、 d_i は物体側より順に第*i*番目と第*i*+1番目間のレンズ厚及び空気間隔、 n_{di} と d_{di} は各々物体側より順に第*i*番目の光学部材の材質の屈折率とアッベ数である。また最も像側の2つの面はフェースプレート等のガラス材である。非球面形状は光軸方向にX軸、光軸と垂直方向にH軸、光の進行方向を正としRを近軸曲率半径、Kを円錐定数、A4,A6,A8,A10を各々非球面係数としたとき、

【0047】

【数1】

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

【0048】

なる式で表している。 $*$ は非球面形状を有する面を意味している。「e-x」は 10^{-x} を意味している。BFはバックフォーカスであり、最終レンズ面から像面までの空気変換長で表している。各数値実施例に基づく各条件式の計算結果を表1に示す。

【0049】

[数値実施例1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	65.262	1.30	1.85478	24.8
2	39.039	5.29	1.49700	81.5
3	880.122	0.10		
4	41.278	3.36	1.49700	81.5
5	152.845	0.10		
6	28.647	3.25	1.58694	71.0
7	69.803 (可変)			
8	88.111	0.45	2.00100	29.1
9	6.140	2.90		
10	-18.672	1.42	1.95796	17.3
11	-9.198	0.40	2.00102	29.8
12	33.629	0.10		

10

20

30

40

50

13	16.312	2.07	1.95906	17.5	
14	-24.890	0.40	2.00455	29.1	
15	13419.812	(可変)			
16(絞り)		1.50			
17*	15.180	3.04	1.69350	53.2	
18*	-1969.691	0.10			
19	24.045	2.01	1.49672	81.5	
20	441.654	0.10			
21	32.050	0.60	1.98036	21.9	
22	18.046	(可変)			10
23*	31.212	1.22	1.55332	71.7	
24	-98.288	0.10			
25	16.868	0.50	1.95906	17.5	
26	12.489	2.81	1.49700	81.5	
27	-24.060	(可変)			
28	-32.610	0.50	1.94026	35.6	
29	10.653	2.02			
30	29.525	1.07	1.80897	22.6	
31	-26.791	0.50			
32		2.20	1.51600	64.2	20
33		3.89			

像面

【 0 0 5 0 】

非球面データ

第17面

K = 0.00000e+000 A 4=-4.38453e-005 A 6=-2.40441e-007 A 8= 2.40506e-010 A10=-1.16249e-011

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 8.67343e-006 A 6=-1.80311e-007

第23面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.13076e-004 A 6=-4.92731e-007 A 8= 1.22044e-008 A10=4.38368e-011

各種データ

ズーム比	39.50			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	4.28	62.64	168.90	40
Fナンバー	1.65	5.13	5.60	
半画角(度)	35.05	2.74	1.02	
像高	3.00	3.00	3.00	
レンズ全長	85.53	85.53	85.53	
BF	5.84	5.84	5.84	
d 7	0.65	26.53	30.06	
d15	30.40	4.53	1.00	
d22	8.28	3.00	11.41	
d27	3.62	8.90	0.49	50

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	41.56
2	8	-5.36
3	16	21.76
4	23	16.19
5	28	-22.47

【 0 0 5 1 】

10

[数値実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号 r d nd d

1	64.743	1.30	1.85478	24.8
2	39.039	5.31	1.49700	81.5
3	1082.905	0.10		
4	41.036	3.37	1.49700	81.5
5	155.293	0.10		
6	28.575	3.23	1.57595	73.2
7	70.577	(可変)		
8	107.817	0.45	2.00100	29.1
9	6.284	2.86		
10	-17.096	1.38	1.96260	17.2
11	-9.005	0.40	1.99702	30.2
12	38.879	0.10		
13	17.364	2.08	1.95906	17.5
14	-21.471	0.40	1.99947	29.7
15	64286.794	(可変)		

20

16(絞り)		1.50		
17*	15.571	2.97	1.69350	53.2
18*	-1612.945	0.10		
19	25.010	1.94	1.53826	75.9
20	357.658	0.10		
21	30.103	0.60	1.98074	21.8
22	18.142	(可変)		
23*	28.511	1.31	1.55332	71.7
24	-105.864	0.10		
25	17.838	0.50	1.95906	17.5
26	12.863	2.69	1.49700	81.5
27	-25.752	(可変)		
28	-20.696	0.50	1.97085	33.1
29	9.557	2.24		
30	16.480	1.74	1.71139	29.5
31	-14.202	0.50		
32		2.20	1.51600	64.2
33		3.89		

30

像面

50

【 0 0 5 2 】

非球面データ

第17面

K = 0.00000e+000 A 4=-4.05207e-005 A 6=-2.89504e-007 A 8= 1.24205e-009 A10=-1.81816e-011

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 9.69470e-006 A 6=-1.98038e-007

第23面

10

K = 0.00000e+000 A 4=-1.08769e-004 A 6= 4.01759e-007 A 8=-2.93577e-008 A10=6.47990e-010

各種データ

ズーム比	39.49			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	4.28	63.65	168.87	
Fナンバー	1.65	5.13	5.60	
半画角(度)	35.05	2.70	1.02	
像高	3.00	3.00	3.00	20
レンズ全長	85.79	85.79	85.79	
BF	5.84	5.84	5.84	
d 7	0.69	26.25	29.74	
d15	30.05	4.48	1.00	
d22	8.06	2.56	11.23	
d27	3.78	9.28	0.61	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離		
1	1	41.19		
2	8	-5.27		
3	16	21.24		
4	23	16.71		
5	28	-51.61		

【 0 0 5 3 】

[数値実施例 3]

単位 mm

40

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	55.318	1.30	2.00069	25.5
2	36.090	5.65	1.43875	94.9
3	615.719	0.10		
4	40.208	3.31	1.57424	71.3
5	130.202	0.10		
6	30.004	3.39	1.59522	67.7
7	84.292	(可変)		
8	64.552	0.45	2.00100	29.1

50

9	6.402	3.08			
10	-29.516	1.54	1.95906	17.5	
11	-11.005	0.40	2.00100	29.1	
12	30.958	0.10			
13	14.236	2.35	1.95906	17.5	
14	-27.994	0.40	1.99851	29.5	
15	42.469	(可变)			
16*	14.891	2.85	1.76802	49.2	
17	-87732.959	1.00			
18(絞り)		1.50			10
19*	24.274	1.15	1.55332	71.7	
20	86.770	0.60	2.00108	25.5	
21	22.150	(可变)			
22	20.578	2.18	1.49700	81.5	
23	-30.515	0.50	1.97380	20.2	
24	250.872	0.10			
25*	22.341	2.21	1.76802	49.2	
26*	-21.274	(可变)			
27	-17.195	0.50	2.00100	29.1	
28	11.648	1.45			20
29	21.034	1.50	1.82115	24.1	
30*	-15.279	0.50			
31		2.20	1.51600	64.2	
32		3.89			

像面

【 0 0 5 4 】

非球面データ

第16面

K = -1.41886e+000 A 4= 4.53385e-005 A 6=-3.73336e-007 A 8= 9.91428e-011 A10= 30
 2.73869e-011

第19面

K = -5.19472e+000 A 4=-5.69575e-005 A 6= 1.13763e-006 A 8= 1.15575e-008 A10= -3.74154e-010

第25面

K = -4.64870e+000 A 4= 8.09062e-005 A 6=-1.01317e-005 A 8=-1.19226e-007

第26面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.70910e-004 A 6=-1.49125e-005 A 8= 5.11242e-008

第30面

K = -2.20777e+001 A 4=-9.66161e-004 A 6= 4.40442e-005 A 8=-2.03621e-006 A10= 6.01770e-008

各種データ

ズーム比	39.50
広角	中間
焦点距離	4.32 64.11 170.55

10

20

40

50

Fナンバー	1.65	5.13	5.60
半画角(度)	34.79	2.68	1.01
像高	3.00	3.00	3.00
レンズ全長	85.33	85.33	85.33
BF	5.84	5.84	5.84

d 7	0.50	25.93	29.40
d15	29.60	4.17	0.70
d21	6.86	1.91	11.20
d26	4.83	9.79	0.50

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	41.15
2	8	-5.55
3	16	24.36
4	22	14.00
5	27	-36.42

【0055】

20

[数値実施例4]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	51.137	1.30	2.00069	25.5
2	35.673	6.14	1.43875	94.9
3	940.518	0.10		
4	37.403	3.52	1.49700	81.5
5	113.809	0.10		
6	30.837	3.20	1.58008	69.9
7	77.739	(可変)		
8	93.819	0.45	2.00100	29.1
9	6.025	2.93		
10	-20.462	1.20	1.95906	17.5
11	-10.850	0.40	2.00100	29.1
12	31.307	0.10		
13	15.574	2.42	1.95906	17.5
14	-17.018	0.40	2.00100	29.1
15	303.514	(可変)		
16(絞り)		1.50		
17*	19.521	2.62	1.76802	49.2
18*	-262.374	0.10		
19	31.981	2.09	1.43875	94.9
20	-125.498	0.10		
21	62.338	0.60	2.00085	27.0
22	28.231	(可変)		
23*	27.479	2.00	1.55332	71.7
24	-36.135	0.10		
25	19.362	0.50	1.95906	17.5

40

50

26	13.275	3.31	1.43875	94.9
27	-20.685	(可变)		
28	-19.242	0.50	1.99470	29.8
29	9.713	2.73		
30	63.453	1.54	1.79967	23.4
31	-10.703	0.50		
32		2.20	1.51600	64.2
33		3.89		

像面

10

【 0 0 5 6 】

非球面データ

第17面

K = 0.00000e+000 A 4=-5.03953e-005 A 6=-4.92406e-008 A 8=-1.05869e-009 A10=5.12446e-012

第18面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.73548e-005 A 6= 2.77479e-008

第23面

20

K = 0.00000e+000 A 4=-1.17013e-004 A 6=-2.47915e-007 A 8= 2.15325e-008 A10=-2.20682e-010

各種データ

ズーム比	45.10		
	広角	中間	望遠
焦点距離	4.24	66.70	191.14
Fナンバー	1.65	5.49	6.00
半画角(度)	35.29	2.58	0.90
像高	3.00	3.00	3.00
レンズ全長	89.38	89.38	89.38
BF	5.84	5.84	5.84
d 7	0.64	27.37	31.01
d15	31.57	4.84	1.20
d22	7.36	2.38	10.82
d27	4.01	8.99	0.55

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	42.76
2	8	-5.26
3	16	23.70
4	23	15.67
5	28	-47.21

40

【 0 0 5 7 】

[数値実施例 5]

単位 mm

50

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	48.337	1.30	2.00069	25.5	
2	35.864	7.13	1.43875	94.9	
3	-2962.152	0.10			
4	38.914	3.00	1.49700	81.5	
5	81.708	0.10			
6	31.764	3.49	1.49741	81.5	
7	82.659	(可変)			
8	74.736	0.45	2.00100	29.1	10
9	6.188	3.00			
10	-26.341	1.52	1.95906	17.5	
11	-10.361	0.40	2.00100	29.1	
12	27.305	0.10			
13	15.129	2.29	1.95906	17.5	
14	-23.933	0.40	2.00100	29.1	
15	99.734	(可変)			
16(絞り)		1.50			
17*	28.642	2.05	1.76802	49.2	
18*	-146.610	0.10			20
19	35.035	3.18	1.43875	94.9	
20	-32.705	0.10			
21	83.358	0.60	2.00100	28.5	
22	34.579	(可変)			
23*	27.633	2.31	1.55332	71.7	
24	-35.860	0.10			
25	19.785	0.50	1.95906	17.5	
26	13.686	2.87	1.43875	94.9	
27	-35.518	(可変)			
28	-28.785	0.50	1.97454	31.7	30
29	8.686	3.03			
30	37.804	1.50	1.77271	25.4	
31	-12.366	0.50			
32		2.20	1.51600	64.2	
33		3.89			
像面					

【 0 0 5 8 】

非球面データ

第17面

K = 0.00000e+000 A 4=-3.07742e-005 A 6= 3.73797e-008 A 8=-9.05237e-010 A10= 3.99687e-012

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.08386e-005 A 6= 2.62614e-008

第23面

K = 0.00000e+000 A 4=-4.39913e-005 A 6=-2.61254e-007 A 8= 1.43198e-008 A10= -1.35657e-010

各種データ

ズーム比	50.09			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	4.25	71.59	213.01	
Fナンバー	1.65	5.95	6.50	
半画角(度)	35.20	2.40	0.81	
像高	3.00	3.00	3.00	
レンズ全長	94.99	94.99	94.99	
BF	5.84	5.84	5.84	
				10
d7	0.55	30.02	34.04	
d15	35.09	5.62	1.60	
d22	7.59	1.81	11.31	
d27	4.32	10.10	0.60	

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	46.95		
2	8	-5.45		
3	16	24.04		20
4	23	17.71		
5	28	-49.37		

【0059】

[数値実施例6]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	52.530	1.30	2.00069	25.5	
2	33.828	5.14	1.43875	94.9	
3	508.759	0.10			
4	39.119	2.88	1.49700	81.5	
5	115.074	0.10			
6	29.746	3.15	1.67776	57.9	
7	87.210	(可変)			
8	96.118	0.45	2.00100	29.1	
9	6.362	2.92			
10	-22.400	1.20	1.95906	17.5	
11	-11.647	0.40	2.00100	29.1	40
12	29.403	0.10			
13	15.877	2.30	1.95906	17.5	
14	-21.598	0.40	2.00100	29.1	
15	-11361.397	(可変)			
16(絞り)		1.50			
17*	17.560	2.22	1.76802	49.2	
18*	324.482	0.10			
19	27.159	1.92	1.43875	94.9	
20	-190.306	0.10			
21	72.053	0.60	1.94436	23.6	50

22	31.983	(可变)		
23*	30.396	1.71	1.55332	71.7
24	-36.711	0.10		
25	19.678	0.50	1.95906	17.5
26	13.484	2.92	1.43875	94.9
27	-21.276	(可变)		
28	-21.221	0.50	1.99960	29.3
29	9.841	1.37		
30	45.847	1.33	1.80816	22.8
31	-12.172	0.50		10
32		2.20	1.51600	64.2
33		3.89		

像面

【 0 0 6 0 】

非球面データ

第17面

K = 0.00000e+000 A 4=-3.39995e-005 A 6= 6.36518e-008 A 8= 9.11597e-010 A10=-6.90885e-012

20

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 8.91588e-006 A 6= 2.52342e-007

第23面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.25889e-004 A 6= 7.07707e-007 A 8=-1.12887e-008 A10=1.35577e-010

各種データ

ズーム比	34.09		
	広角	中間	望遠
焦点距離	4.29	59.58	146.39
Fナンバー	1.65	4.58	5.00
半画角(度)	34.94	2.88	1.17
像高	3.00	3.00	3.00
レンズ全長	81.53	81.53	81.53
BF	5.84	5.84	5.84
d 7	0.60	25.78	29.21
d15	29.60	4.42	0.99
d22	5.88	2.01	9.67
d27	4.29	8.16	0.49

30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	40.26
2	8	-5.78
3	16	22.11
4	23	16.24
5	28	-24.22

40

50

【 0 0 6 1 】

【表1】

条件式	数值实施例					
	1	2	3	4	5	6
(1)	1.67	1.77	1.74	2.58	1.71	2.44
(2)	3.29	3.46	3.17	4.32	3.12	4.15
(3)	1.25	1.23	1.29	1.24	1.28	1.35
(4)	1.96	1.95	1.82	1.67	1.83	1.70
(5)	5.49	5.51	5.20	5.77	6.14	4.95

10

【符号の説明】

【 0 0 6 2 】

L 1 第1レンズ群

L 4 第4レンズ群

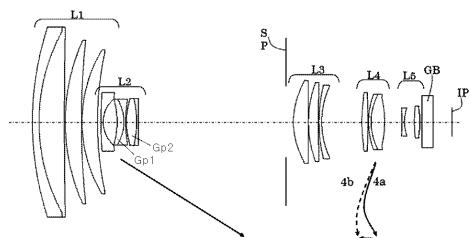
L 2 第 2 レンズ群

L 5 第5レンズ群

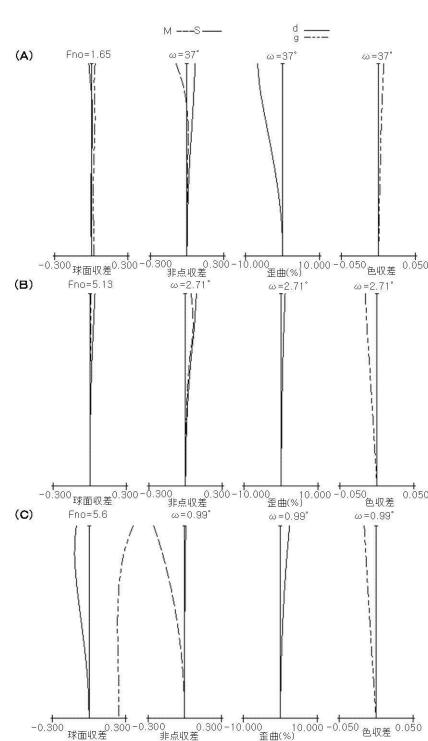
L 3 第3レンズ群

S P 絞り

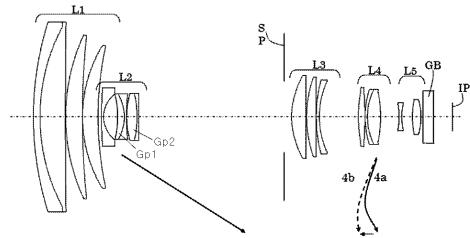
【 図 1 】



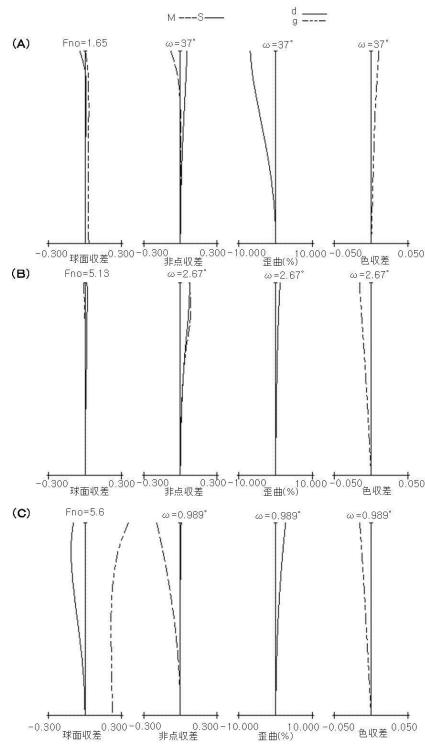
【図2】



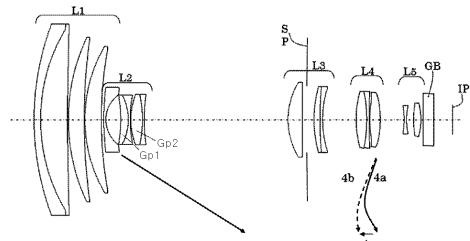
【図3】



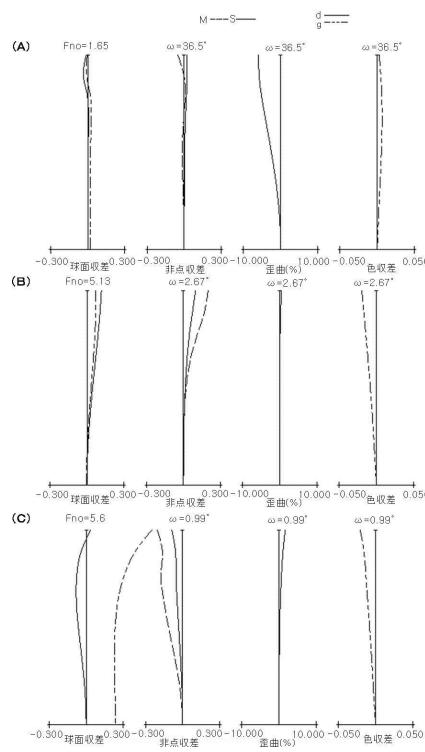
【図4】



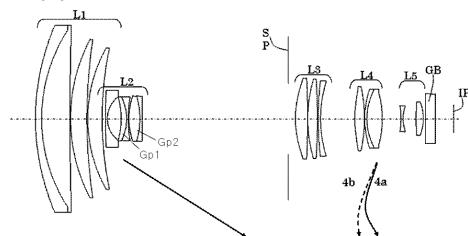
【図5】



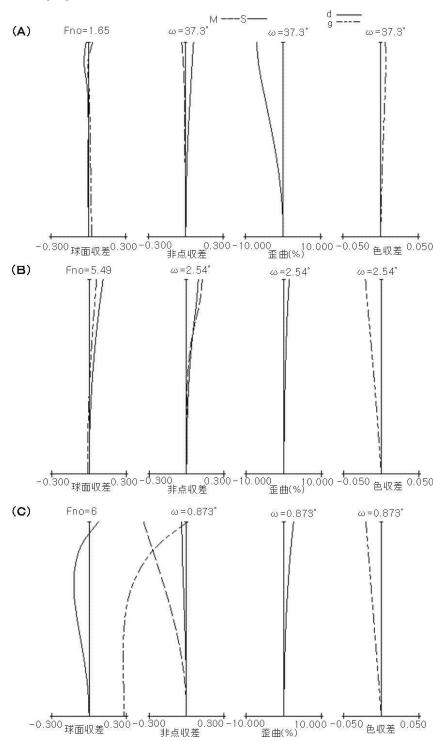
【図6】



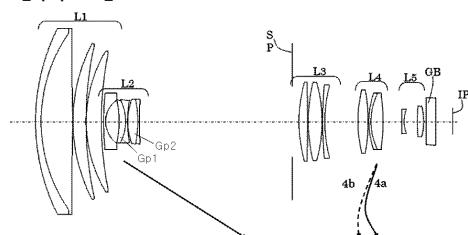
【図7】



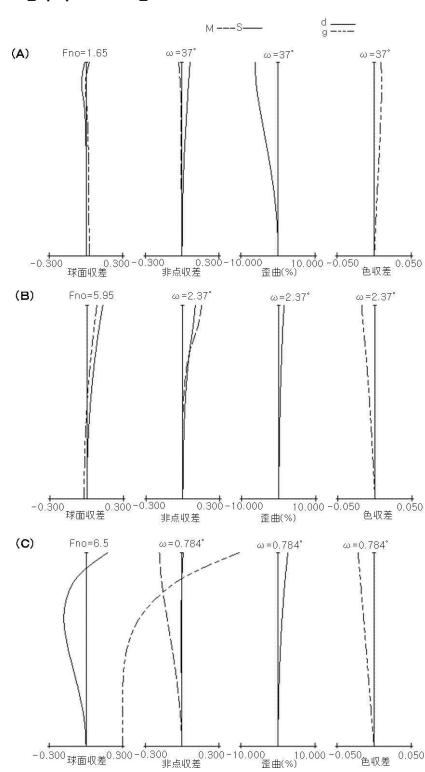
【図8】



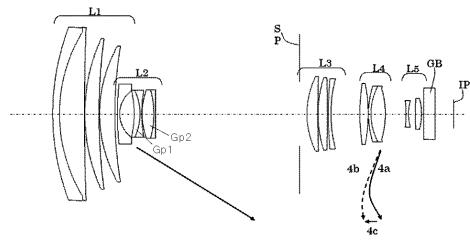
【図9】



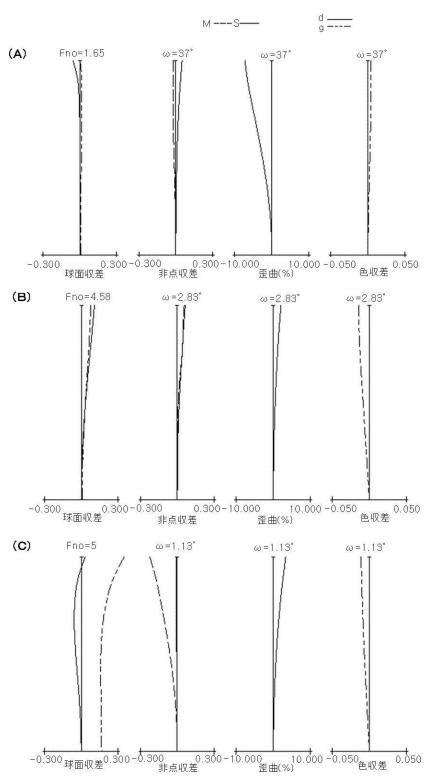
【図10】



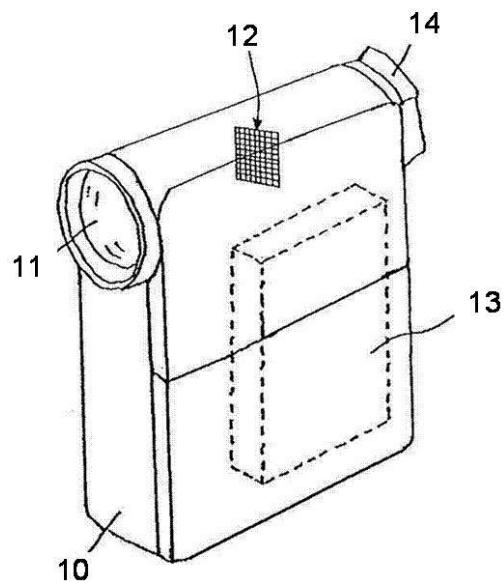
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-10903(JP,A)

特開2007-316287(JP,A)

特開2007-318288(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 9 / 00 - 17 / 08

G 02 B 21 / 02 - 21 / 04

G 02 B 25 / 00 - 25 / 04