

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5773796号  
(P5773796)

(45) 発行日 平成27年9月2日(2015.9.2)

(24) 登録日 平成27年7月10日(2015.7.10)

(51) Int.Cl.

G02B 15/20 (2006.01)

F 1

G O 2 B 15/20

請求項の数 13 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2011-173809 (P2011-173809)  
 (22) 出願日 平成23年8月9日 (2011.8.9)  
 (65) 公開番号 特開2013-37220 (P2013-37220A)  
 (43) 公開日 平成25年2月21日 (2013.2.21)  
 審査請求日 平成26年7月28日 (2014.7.28)

(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 藤崎 豊克  
 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

(56) 参考文献 特開2007-47538 (JP, A)

特開2009-139701 (JP, A)

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、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、1以上のレンズ群を含む後群を有し、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群は、広角端に比べ望遠端において物体側に位置し、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ズームレンズにおいて、

前記第1レンズ群は正レンズと負レンズからなり、前記第3レンズ群は正レンズを有し

広角端から望遠端までのズーミングにおける前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群の移動量をそれぞれM1、M2、M3、広角端における全系の焦点距離をfwとするとき、

$$0.5 < M_2 / fw < 5.0$$

$$0.1 < M_1 / M_3 < 1.0$$

なる条件式を満足し、前記第3レンズ群を構成する正レンズの材料の屈折率およびアッペ  
数をそれぞれNd3p、d3pとして、前記第3レンズ群を構成する少なくとも1つの  
正レンズは、

$$1.553 \quad Nd3p < 2.50$$

$$4.5.0 < d3p < 7.2.0$$

なる条件式を満足するレンズであることを特徴とするズームレンズ。

## 【請求項 2】

10

20

前記第1レンズ群を構成する負レンズの材料の屈折率およびアッベ数をそれぞれ、 $N_d$   
 $d_1 n$ 、 $d_1 p$ とするとき、

$$1.85 < N_d 1 n < 2.50$$

$$5.0 < d_1 n < 21.0$$

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3】

前記第1レンズ群を構成する負レンズと正レンズの材料のアッベ数を各々 $d_1 n$ 、 $d_1 p$ とするとき、

$$15.0 < d_1 p - d_1 n < 40.0$$

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。 10

#### 【請求項4】

前記後群の中で最も像側に配置されたレンズ群はフォーカシングに際して移動するフォーカスレンズ群であり、広角端と望遠端における前記フォーカスレンズ群の横倍率をそれぞれ $f_w$ 、 $f_t$ とするとき、

$$0.7 < f_t / f_w < 1.3$$

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】

前記第3レンズ群の広角端と望遠端における横倍率をそれぞれ $3_w$ 、 $3_t$ とするとき、 20

$$2.0 < 3_t / 3_w < 10.0$$

なる条件式を満足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】

前記第3レンズ群は1枚の負レンズを有し、前記第3レンズ群を構成する正レンズの中で、光軸方向の厚さが最も大きい正レンズの厚さを $D_3 p$ 、前記第3レンズ群を構成する負レンズの厚さを $D_3 n$ とするとき、

$$2.0 < D_3 p / D_3 n < 8.0$$

なる条件式を満足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。 30

#### 【請求項7】

前記第1レンズ群を構成する正レンズの焦点距離を $f_1 p$ 、前記第1レンズ群の焦点距離を $f_1$ とするとき、

$$0.2 < f_1 p / f_1 < 1.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載のズームレンズ。

#### 【請求項8】

前記第2レンズ群は、物体側より像側へ順に、負レンズ、負レンズ、正レンズよりなることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載のズームレンズ。

#### 【請求項9】

前記第3レンズ群は、物体側より像側へ順に、正レンズ、負レンズよりなることを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載のズームレンズ。 40

#### 【請求項10】

前記後群は正の屈折力の第4レンズ群からなり、前記第4レンズ群はズーミングに際して移動することを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項のズームレンズ。

#### 【請求項11】

前記後群は、物体側から像側へ順に、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、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群はズーミングに際して移動することを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項のズームレンズ。

#### 【請求項12】

固体撮像素子に像を形成することを特徴とする請求項 1 乃至 1\_1 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 3】

請求項 1 乃至 1\_2 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る像を受光する固体撮像素子とを有することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明はズームレンズに関するものであり、特に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、銀塩写真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。 10

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、固体撮像素子を用いたビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、TV カメラ、そして銀塩フィルムを用いたカメラ等の撮像装置は高機能化され、かつ装置全体が小型化されている。そして、それらに用いる撮影レンズとしては、レンズ全長が短く、小型で広画角、高ズーム比のズームレンズであること等が要求されている。これらの要求に応えるズームレンズとして、物体側より像側へ順に正、負、正の屈折力を有する第 1、第 2、第 3 レンズ群と、それに続く 1 つ以上のレンズ群を含む後群を有するポジティブリード型のズームレンズが知られている。 20

【0 0 0 3】

ポジティブリード型のズームレンズとして、物体側より像側へ順に正、負、正、正の屈折力の第 1 乃至第 4 レンズ群の 4 つのレンズ群より成り、ズーミングに際して全てのレンズ群が移動する 4 群ズームレンズが知られている。この 4 群ズームレンズにおいて第 1 レンズ群を負レンズと正レンズの 2 つのレンズより構成したズーム比 4 ~ 10 程度の小型のズームレンズが知られている（特許文献 1、2）。また、ポジティブリード型のズームレンズ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 乃至第 5 レンズ群の 5 つのレンズ群より成る 5 群ズームレンズが知られている（特許文献 3）。 30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 4】

【特許文献 1】特開 2010 - 002684 号公報

【特許文献 2】特開 2008 - 102166 号公報

【特許文献 3】特開 2002 - 62478 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

従来、多くのカメラでは非撮影時にカメラを薄型化するために、鏡筒（レンズ鏡筒）を数段に分けてズームレンズを構成する各レンズ群を光軸方向に畳んで収納する、所謂沈胴方式が多く用いられている。この沈胴方式において、カメラの薄型化を効果的に行うには、ズームレンズを構成する各レンズ群の屈折力を強めつつ、各レンズ群を構成するレンズ枚数を削減し、レンズ群の厚さを小さくすれば良い。 40

【0 0 0 6】

しかしながら、このようにしたズームレンズは、各レンズ面の屈折力が増加し、それに伴いレンズコバ厚を確保するためにレンズ肉厚が増してしまい、特に前玉径（前玉有効径）が増大し、レンズの削減による小型化が困難になる。また、同時に望遠端において色収差などの諸収差の発生が多くなり、これらの補正が困難になってくる。

【0 0 0 7】

前述した 4 群ズームレンズや 5 群ズームレンズにおいて、高ズーム比とレンズ系全体の小型化を図りつつ、良好な光学性能を得るには各レンズ群のレンズ構成、そして各レンズ 50

群のズーミングに伴う移動条件などを適切に設定することが重要となる。特に第1乃至第3レンズ群のズーミングに際しての移動量を適切に設定することが重要になってくる。

#### 【0008】

特許文献1のズームレンズでは、構成レンズ枚数を少なくし、ズームレンズの沈胴時の薄型化にも有利なレンズ構成を開示している。しかしながら、ズーミングに際して第3レンズ群に比べ第1レンズ群の移動量が大きく、望遠端におけるレンズ全長が増大する傾向がある。また、第1レンズ群の移動量の増大に伴い沈胴時にカメラを薄型化をする際の沈胴段数が増え、レンズ鏡筒の構成が複雑化してくる。また、径方向に大型化する傾向がある。

#### 【0009】

特許文献2のズームレンズでは、第1レンズ群の移動量を抑え、望遠端におけるレンズ全長の短縮化を図りつつ、ズーム比10倍程度のズームレンズを開示している。しかしながら、ズーミングに際しての第2レンズ群の移動量と広角端における焦点距離の比が原因となって、沈胴した際にカメラの薄型化が難しい。また、第1レンズ群の屈折力の増加に伴い、望遠端において軸上色収差、倍率色収差等が多く発生し、これらの補正が困難になる傾向がある。

#### 【0010】

本発明は、沈胴時の光軸方向の長さが薄く、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が得られる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】

#### 【0011】

本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、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、1以上のレンズ群を含む後群を有し、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群は、広角端に比べ望遠端において物体側に位置し、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ズームレンズにおいて、

前記第1レンズ群は正レンズと負レンズからなり、前記第3レンズ群は正レンズを有し、  
広角端から望遠端までのズーミングにおける前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群の移動量をそれぞれM1、M2、M3、広角端における全系の焦点距離をfwとするとき、

$$0.5 < M_2 / fw < 5.0$$

$$0.1 < M_1 / M_3 < 1.0$$

なる条件式を満足し、前記第3レンズ群を構成する正レンズの材料の屈折率およびアッペ数をそれぞれNd3p、d3pとして、前記第3レンズ群を構成する少なくとも1つの正レンズは、

$$1.553 \quad Nd3p < 2.50$$

$$45.0 < d3p < 72.0$$

なる条件式を満足するレンズであることを特徴としている。

#### 【発明の効果】

#### 【0012】

本発明によれば、沈胴時の光軸方向の長さが薄く、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が得られるズームレンズが得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0013】

【図1】本発明の実施例1の広角端におけるレンズ断面図

【図2】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例1に対応する数値実施例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】本発明の実施例2の広角端におけるレンズ断面図

【図4】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例2に対応する数値実施例1の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図5】本発明の実施例3の広角端におけるレンズ断面図

【図6】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例3に対応する数値実施例1の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図7】本発明の実施例4の広角端におけるレンズ断面図

【図8】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例4に対応する数値実施例1の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図9】本発明の実施例5の広角端におけるレンズ断面図

【図10】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例5に対応する数値実施例1の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図 10

【図11】本発明の実施例6の広角端におけるレンズ断面図

【図12】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例6に対応する数値実施例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】

【0014】

本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、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、1以上のレンズ群を含む後群を有している。第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群は広角端に比べ、望遠端において物体側に位置し、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。

【0015】

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、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0016】

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、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0017】

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、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。 40

【0018】

図13は本発明のズームレンズを備えるカメラ（撮像装置）の要部概略図である、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、TVカメラ、監視用カメラ、そして銀塩フィルムカメラ等の撮像装置に用いられる撮影レンズ系である。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、 $i$ は物体側からのレンズ群の順番を示し、 $L_i$ は第*i*レンズ群である。 $L_R$ は1以上のレンズ群を有する後群である。

【0019】

実施例1～5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、 $L_2$ は負の屈折力の第2レンズ群、 $L_3$ は正の屈折力の第3レンズ群、 $L_4$ は正の屈折力の第4レン 50

ズ群である。実施例 1 ~ 5 は 4 群ズームレンズである。

#### 【 0 0 2 0 】

実施例 6 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 は負の屈折力の第 2 レンズ群、 L 3 は正の屈折力の第 3 レンズ群、 L 4 は負の屈折力の第 4 レンズ群、 L 5 は正の屈折力の第 5 レンズ群である。実施例 6 は 5 群ズームレンズである。実施例 1 乃至 5 では後群 L R は 1 つのレンズ群よりなり、実施例 6 では 2 つのレンズ群よりなっている。

#### 【 0 0 2 1 】

レンズ断面図において、 S P は開口絞りであり、第 3 レンズ群 L 3 のレンズ中に配置している。または開口絞り S P は光軸方向に関して、第 3 レンズ群 L 3 の最も物体側のレンズ G 3 1 の物体側頂点 G 3 1 a とレンズ G 3 1 の物体側の面と外周部（コバ部）との交点との間に配置されている。レンズ断面図において F P はフレアー絞り（フレアカット絞り）であり、第 3 レンズ群 L 3 の像側に配置しており、不要光（フレアー）を遮光している。 F P a は固定絞りであり、第 3 レンズ群 L 3 中に配置されている。10

#### 【 0 0 2 2 】

G 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。 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）の像面に、銀塩フィルム用カメラのときはフィルム面に相当する感光面が置かれる。20

#### 【 0 0 2 3 】

収差図のうち球面収差において、実線と 2 点鎖線は各々 d 線及び g 線、非点収差図において M (点線) , S (実線) はメリディオナル像面, 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。  $\alpha$  は半画角（撮影画角の半分の値）(度)、 F n o は F ナンバーである。尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用レンズ群が機構上光軸上を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。

#### 【 0 0 2 4 】

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各レンズ群を移動させている。具体的には、実施例 1 乃至 5 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 L 1 を像側へ凸状の軌跡を描いて移動させている。第 2 レンズ群 L 2 を像側へ凸状の軌跡を描いて移動させている。第 3 レンズ群 L 3 を物体側へ移動させている。第 4 レンズ群 L 4 は物体側へ凸状の軌跡を描いて移動させている。30

#### 【 0 0 2 5 】

実施例 6 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 L 1 を像側へ凸状の軌跡を描いて移動させている。第 2 レンズ群 L 2 を像側へ凸状の軌跡を描いて移動させている。第 3 レンズ群 L 3 を物体側へ移動させている。第 4 レンズ群 L 4 は物体側へ移動させている。また第 5 レンズ群 L 5 は物体側へ凸状の軌跡を描いて移動させている。

#### 【 0 0 2 6 】

各実施例では、ズーミングに際し、広角端に比べて望遠端において第 1 レンズ群 L 1 と第 3 レンズ群 L 3 がいずれも物体側に位置する様に移動させている。これにより広角端におけるレンズ全長（第 1 レンズ面から像面までの長さ）を短くし、前玉（第 1 レンズ群 L 1 ）の小型化を図りつつ、高いズーム比（変倍比）が得られるようにしている。40

#### 【 0 0 2 7 】

特に、各実施例では、ズーミングに際して第 3 レンズ群 L 3 を物体側に移動させることにより、第 3 レンズ群 L 3 に変倍機能を持たせて、第 1 レンズ群 L 1 、第 2 レンズ群 L 2 の屈折力をあまり大きくすることなく高ズーム比を容易に得ている。また、最も像側のレンズ群をフォーカスレンズ群としている。実施例 1 乃至 5 においては第 4 レンズ群 L 4 を、実施例 6 においては第 5 レンズ群 L 5 をフォーカスレンズ群とし、光軸上移動させてフォーカシングを行うリヤーフォーカス式を採用している。50

## 【0028】

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実施例1乃至5では、レンズ断面図の矢印4cに示すように第4レンズ群L4を前方に繰り出すことによって行っている。またレンズ断面図における第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広角端から望遠端へのズーミングに伴う際の像面変動を補正するための移動軌跡を示している。

## 【0029】

実施例6ではレンズ断面の矢印5cに示すように第5レンズ群L5を前方に繰り出すことによって行っている。またレンズ断面図における第5レンズ群L5に関する実線の曲線5aと点線の曲線5b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広角端から望遠端へのズーミングに伴う際の像面変動を補正するための移動軌跡を示している。但し、実施例6において負の屈折力の第4レンズ群L4でフォーカシングを行っても良い。

10

## 【0030】

このとき、第4レンズ群L4の移動軌跡は実施例1乃至5と比べると次のとおりである。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、第4レンズ群L4は矢印4cと逆の像側へ移動する。また第4レンズ群L4の無限遠物体と近距離物体にフォーカスしている場合の移動軌跡は4b、4aとなり、実施例1乃至5の場合と逆となる。

## 【0031】

20

各実施例では、ズーミング（変倍）に際し、広角端に比べて望遠端において第1、第2、第3レンズ群L1、L2、L3がいずれも物体側に位置する様に移動させている。これにより、前玉径（第1レンズ群の有効径）の小型化を図りつつ、高いズーム比が得られるようになっている。また、第1レンズ群を正レンズと負レンズの2枚で構成することにより、前玉径を縮小し、カメラを小型化しつつ、ズーム全域における軸上・倍率色収差を良好に補正している。

## 【0032】

特に、広角端から望遠端へズーミングする際の各レンズ群の移動量を適切に設定することにより、沈胴鏡筒のスペースを効率よく使い、高ズーム比化と沈胴時におけるカメラの薄型化・小型化を図っている。

30

## 【0033】

各実施例において、広角端から望遠端までのズーミングにおける第1レンズ群L1、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3の移動量（広角端と望遠端におけるレンズ群の位置の差）をそれぞれM1、M2、M3とする。但し、移動量の符号は物体側への移動する場合を正とする。広角端における全系の焦点距離をfwとする。このとき、

$$0.5 < M2 / fw < 5.0 \quad \dots (1)$$

$$0.1 < M1 / M3 < 1.0 \quad \dots (2)$$

なる条件式を満足している。

## 【0034】

40

条件式(1)は沈胴時におけるレンズ鏡筒の薄型化および、広画角化かつ高ズーム比化するために、広角端における全系の焦点距離fwと広角端から望遠端へのズーミングの際の第2レンズ群L2の移動量を適切に定めた条件式である。条件式(1)の下限値を超えて、第2レンズ群L2の移動量が広角端における全系の焦点距離fwよりも小さくなると、広画角かつ高ズーム比化をしようとすると第2レンズ群L2のパワー（以下、焦点距離の逆数と定義する。）を強めなければならない。この結果、主に広角端付近において像面湾曲、倍率色収差の補正が困難になる。

## 【0035】

条件式(1)の上限値を超えて、第2レンズ群L2の移動量が広角端における全系の焦点距離fwよりも大きくなると、沈胴時に第2レンズ群L2の移動量が制約になり、カメラの薄型化が困難になる。

50

## 【0036】

条件式(2)は沈胴時におけるレンズ鏡筒の薄型化および前玉径の小型化のために、広角端から望遠端へのズーミングの際の第1レンズ群L1と第3レンズ群L3の移動量を適切に定めた条件式である。条件式(2)の下限値を超えると、第3レンズ群L3の移動量を確保する為に、広角端において第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間隔を広げる必要がある。その結果、広角端において第3レンズ群L3に入射する光束径が広がり、広角端においてコマ収差および倍率色収差を補正することが困難になる。さらに第3レンズ群L3の有効径が増大し、レンズ鏡筒の小型化が困難になる。

## 【0037】

また、第1レンズ群L1の移動量が小さくなりすぎてしまい、第1レンズ群L1による10  
変倍効果が小さくなるため、高ズーム比化が困難となる。また、高ズーム比化しようとすると第1レンズ群L1のパワーが強くなり、製造上、レンズコバの確保のために第1レンズ群の厚みが大きくなり、それにつれ前玉径も大きくなりカメラのコンパクト化が困難になる。

## 【0038】

条件式(2)の上限値を超えると、第1レンズ群L1の移動量が大きくなりすぎてしまい、光学全長(第1レンズ面から最終レンズ面までの長さ)を抑制しつつ高ズーム比化することが困難となる。また、第3レンズ群L3の移動量が小さくなりすぎてしまい、高ズーム比化するためには、第3レンズ群L3の屈折力を強くする必要がある。その結果、ズーム全域におけるコマ収差および像面湾曲を良好に補正することが困難となる。尚、更に20  
好みしくは条件式(1)、(2)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

## 【0039】

$$0.5 < M_2 / f_w < 4.0 \quad \dots (1a)$$

$$0.30 < M_1 / M_3 < 0.99 \quad \dots (2a)$$

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

## 【0040】

$$0.5 < M_2 / f_w < 3.5 \quad \dots (1b)$$

$$0.40 < M_1 / M_3 < 0.99 \quad \dots (2b)$$

以上の如く構成することにより、広画角かつ高ズーム比でズーム全域にわたり高い光学性能を有した薄型・コンパクトなズームレンズを得ることができる。

## 【0041】

本発明において、好みしくは第3レンズ群L3は正レンズを有し、第3レンズ群L3を構成する正レンズの材料の屈折率およびアッベ数をそれぞれN<sub>d3p</sub>、d<sub>3p</sub>とする。  
このとき第3レンズ群L3を構成する少なくとも1つの正レンズは次の条件式(5)、(6)を満足するのが良い。この他、第1レンズ群L1を構成する負レンズの材料の屈折率およびアッベ数をそれぞれ、N<sub>d1n</sub>、d<sub>1n</sub>とする。第1レンズ群L1を構成する正レンズの材料のアッベ数をd<sub>1p</sub>とする。ズームレンズの後群LRの中で最も像側に配置されたレンズ群はフォーカシングに際して移動するフォーカスレンズ群であり、広角端と望遠端におけるフォーカスレンズ群の横倍率をそれぞれf<sub>w</sub>、f<sub>t</sub>とする。

## 【0042】

第3レンズ群L3の広角端と望遠端における横倍率をそれぞれ3<sub>w</sub>、3<sub>t</sub>とする。  
第3レンズ群L3は負レンズを有する。第3レンズ群L3を構成する正レンズの中で光軸方向の厚さが最も大きい正レンズの厚さをD<sub>3p</sub>、第3レンズ群L3を構成する負レンズの厚さをD<sub>3n</sub>とする。第1レンズ群L1を構成する正レンズの焦点距離をf<sub>1p</sub>、第1レンズ群L1の焦点距離をf<sub>1</sub>とする。このとき、以下の条件式(3)、(4)、(7)乃至(11)のうち1以上を満足するのが良い。

## 【0043】

$$1.85 < N_{d1n} < 2.50 \quad \dots (3)$$

$$5.0 < d_{1n} < 21.0 \quad \dots (4)$$

$$1.553 < N_{d3p} < 2.50 \quad \dots (5)$$

10

20

30

40

50

$45.0 < d_3 p < 72.0$	• • • ( 6 )
$15.0 < d_1 p - d_1 n < 40.0$	• • • ( 7 )
$0.7 < f_t / f_w < 1.3$	• • • ( 8 )
$2.0 < 3t / 3w < 10.0$	• • • ( 9 )
$2.0 < D_3 p / D_3 n < 8.0$	• • • ( 10 )
$0.2 < f_1 p / f_1 < 1.0$	• • • ( 11 )

条件式(3)、(4)は全系を小型、薄型化しつつ、高ズーム比化するために、第1レンズ群L1を構成する負レンズの材料の屈折率Nd1nおよび、アッベ数d1nを適切に定めたものである。

#### 【0044】

条件式(3)の下限を超えて第1レンズ群L1を構成する負レンズの材料の屈折率Nd1nが小さくなると前玉径が大型化するため良くない。条件式(3)の上限を超えて第1レンズ群L1を構成する負レンズの材料の屈折率Nd1nが大きくなるとまた、正の屈折力の第1レンズ群L1のペツツバール和(レンズ群内のレンズの焦点距離×屈折率の逆数の総和)が正の方向に大きくなる。このため、像面湾曲の補正が困難となる。また、ズーム全域における色収差の補正が困難になる。

#### 【0045】

条件式(4)の下限を超えて第1レンズ群L1を構成する負レンズの材料のアッベ数d1nが小さくなると望遠端付近において軸上色収差を打ち消すためには、一般に第1レンズ群L1中の正レンズの材料の屈折率が大きい硝材になる。そうすると、正の屈折力の第1レンズ群L1のペツツバール和が小さくなりすぎてしまい、像面湾曲の補正が困難になる。

#### 【0046】

条件式(4)の上限を超えて第1レンズ群L1を構成する負レンズの材料のアッベ数d1nが大きくなると望遠端付近において軸上色収差を打ち消すためには、一般に第1レンズ群L1中の正レンズの材料の屈折率の小さい硝材になる。そうすると、正レンズのレンズコバ厚を確保するためには肉厚を大きくしなければならず、それにつれ、有効径も増大化するため、小型化が困難になる。

#### 【0047】

条件式(5)、(6)は全系を小型、薄型化しつつ、高ズーム比化するために、第3レンズ群L3を構成する正レンズの材料の屈折率Nd3pおよび、アッベ数d3pを適切に定めたものである。条件式(5)の下限を超えて第3レンズ群L3を構成する正レンズの材料の屈折率Nd3pが小さくなるとレンズコバ厚を確保するために、肉厚を大きくしなければならず、第3レンズ群L3が厚くなり、薄型化が困難になる。また、レンズ面の曲率が大きくなるため、主に望遠端付近において球面収差の補正が困難になる。

#### 【0048】

条件式(5)の上限を超えて第3レンズ群L3を構成する正レンズの材料の屈折率Nd3pが大きくなるとまた、正の屈折力の第3レンズ群L3のペツツバール和が小さくなりすぎてしまうため、像面湾曲の補正が困難となる。また、ズーム全域における色収差の補正が困難になる。

#### 【0049】

条件式(6)の下限を超えて第3レンズ群L3を構成する正レンズの材料のアッベ数d3pが小さくなると主に望遠端付近において軸上色収差の補正が困難になる。条件式(6)の上限を超えて第3レンズ群L3を構成する正レンズの材料のアッベ数d3pが大きくなると一般に屈折率の小さい硝材になり、レンズコバ厚を確保するために、肉厚を大きくしなければならず、第3レンズ群L3が厚くなり、薄型化が困難になる。

#### 【0050】

また、レンズ面の曲率が大きくなるため、主に望遠端付近において球面収差の補正が困難になる。さらに、一般に望遠端付近において軸上色収差、色の球面収差を打ち消すためには第3レンズ群L3中の負レンズの材料はアッベ数の小さい硝材になり、少ないレンズ

10

20

30

40

50

枚数で第3レンズ群L3を構成しようとした場合には色消しが困難になる。

#### 【0051】

条件式(7)は全系を小型、薄型化しつつ、高ズーム比化するために、第1レンズ群L1を構成する正レンズの材料のアッベ数d1pおよび負レンズの材料のアッベ数d1nを適切に定めたものである。

#### 【0052】

条件式(7)の下限を超えて第1レンズ群L1を構成する正レンズの材料のアッベ数d1pと負レンズの材料のアッベ数d1nとの差が小さくなると一般に望遠端付近において軸上色収差を消すことが困難になる。また、正レンズおよび負レンズのレンズ面の曲率が大きくなるため、正レンズのコバ厚の確保のため、レンズの肉厚が大きくなり、前玉径も増大化し、小型化が困難になる。10

#### 【0053】

条件式(7)の上限を超えて第1レンズ群L1を構成する正レンズの材料のアッベ数d1pと負レンズの材料のアッベ数d1nとの差が大きくなると望遠端付近において軸上色収差を消すためには、一般に正レンズの材料の屈折率が小さい硝材になる。このため、レンズコバ厚の確保のため、レンズの肉厚が大きくなり、前玉径も増大化し、小型化が困難になる。

#### 【0054】

尚、アッベ数d1pは

$$30 < d1p < 55 \quad \dots (7x)$$

なる条件を満足するのが良い。

20

#### 【0055】

条件式(8)は全系を小型、薄型化しつつ、高ズーム比化するために、広角端と望遠端におけるフォーカスレンズ群の横倍率f<sub>t</sub>、f<sub>w</sub>の比を適切に定めたものである。条件式(8)の下限を超えて望遠端におけるフォーカスレンズ群の横倍率f<sub>t</sub>が広角端における横倍率f<sub>w</sub>に比べて小さくなると、高ズーム比化しようとするとバックフォーカスの確保のためにレンズ全長が伸びるため、薄型化が困難になる。

#### 【0056】

条件式(8)の上限を超えて望遠端における横倍率f<sub>t</sub>が広角端における横倍率f<sub>w</sub>に比べて大きくなると、フォーカスレンズ群の移動量が大きくなる。このため、沈胴した際にフォーカスレンズ群の移動量が制約になり、薄型化が困難になる。30

#### 【0057】

条件式(9)は全系を小型、薄型化しつつ、高ズーム比化するために、広角端と望遠端における第3レンズ群L3の横倍率3<sub>t</sub>、3<sub>w</sub>の比を適切に定めたものである。条件式(9)の下限を超えて望遠端における横倍率3<sub>t</sub>が広角端における横倍率3<sub>w</sub>に比べて小さくなると、第3レンズ群L3の変倍分担が小さくなるため、小型化しつつ高変倍比化するのが困難になる。

#### 【0058】

条件式(9)の上限を超えて望遠端における横倍率3<sub>t</sub>が広角端における横倍率3<sub>w</sub>に比べて大きくなると、第3レンズ群L3の変倍分担が大きくなり、それに伴いズームングに際しての第3レンズ群L3の移動量が大きくなる。このため、移動量が制約になり沈胴時の薄型化が困難になる。また、主にズーム中間域においてコマ収差が増大する。40

#### 【0059】

条件式(10)は全系を小型、薄型化しつつ、高ズーム比化するために、第3レンズ群L3中の1つの正レンズの最大肉厚をD<sub>3p</sub>、1つの負レンズの最少肉厚をD<sub>3n</sub>の肉厚を適切に定めたものである。条件式(10)の下限を超えて第3レンズ群L3中の正レンズの最大肉厚D<sub>3p</sub>が負レンズの最少肉厚D<sub>3n</sub>に比べて小さくなると、ズーム全域における色収差の補正が困難になる。また、一般に負レンズの肉厚D<sub>3n</sub>が厚くなり、第3レンズ群L3の厚みが厚くなり、沈胴時の薄型化が困難になる。

#### 【0060】

50

条件式(10)の上限を超えて第3レンズ群L3中の正レンズの最大肉厚D3pが負レンズの最少肉厚D3nに比べて大きくなると主にズーム中間域から望遠端においてコマ収差の補正が困難になる。また一般に負レンズの肉厚D3nが薄くなりすぎると、製造が困難になり、光学性能を良好に維持するための肉厚公差、面精度を満たすことが困難になる。

#### 【0061】

条件式(11)は全系を小型、薄型化しつつ、高ズーム比化するために、第1レンズ群L1を構成する正レンズの焦点距離をf1pおよび第1レンズ群L1の焦点距離をf1との比を適切に定めたものである。

#### 【0062】

条件式(11)の下限を超えて第1レンズ群L1を構成する正レンズの焦点距離をf1pが第1レンズ群L1の焦点距離をf1よりも小さくなると正レンズのコバ厚を確保するために、肉厚を厚くしなければならない。この結果、第1レンズ群L1の厚みおよび有効径が大きくなり、小型化が困難になる。また、主に広角端付近において倍率色収差、望遠端付近において軸上色収差が悪化するため良くない。

#### 【0063】

条件式(11)の上限を超えて第1レンズ群L1を構成する正レンズの焦点距離をf1pが第1レンズ群L1の焦点距離をf1よりも大きくなると主に望遠端付近において球面収差の補正が困難になり、良くない。また一般に望遠端におけるレンズ全長が伸びるため、小型化が困難になる。

#### 【0064】

尚、更に収差補正及びズーミングの際の収差変動を小さくしつつレンズ系全体の小型化を図るには、条件式(3)乃至(11)の数値範囲を次の如く設定するのが好ましい。

1.90 < Nd1n < 2.50	・・・(3a)
10.0 < d1n < 20.8	・・・(4a)
<u>1.553</u> Nd3p < 2.10	・・・(5a)
45.0 < d3p < 71.8	・・・(6a)
18.0 < d1p - d1n < 35.0	・・・(7a)
0.75 < ft / fw < 1.20	・・・(8a)
2.2 < 3t / 3w < 5.0	・・・(9a)
2.2 < D3p / D3n < 6.0	・・・(10a)
0.4 < f1p / f1 < 0.9	・・・(11a)

更に好ましくは第2レンズ群L2は物体側より像側へ順に、負レンズ、負レンズ、正レンズで構成することが良い。

#### 【0065】

更に好ましくは第3レンズ群L3は物体側より像側へ順に、正レンズ、負レンズで構成することが良い。各実施例において、正の屈折力の第3レンズ群L3を光軸に対し垂直方向の成分を持つように移動させて、光軸に対し垂直方向に像を変移させている。これにより光学系(ズームレンズ)全体が振動(傾動)したときの撮影画像のぶれを補正している(防振を行っている)。

#### 【0066】

各実施例では、可変頂角プリズム等の光学部材や防振のためのレンズ群を新たに付加することなく防振を行うようにし、これによって光学系全体が大型化するのを防止している。

#### 【0067】

なお、各実施例では第3レンズ群L3を光軸に対して垂直方向に移動させて防振を行っているが、移動方式は第3レンズ群L3を光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動させれば、画像のぶれを補正することができる。例えば鏡筒構造の複雑化を許容すれば、光軸上に回転中心を持つように第3レンズ群L3を回動させて防振を行っても良い。また防振を第3レンズ群L3の一部のレンズで行っても良い。

10

20

30

40

50

## 【0068】

第1レンズ群L1の有効レンズ径を小型化し、各レンズ群を沈胴した際にカメラを薄型化するためには、第1レンズ群L1を薄くするのが良く、このためには第1レンズ群L1を構成するレンズの数が少ない方が好ましい。このため各実施例において第1レンズ群L1は物体側から像側へ順に、負レンズと、正レンズの接合レンズにより構成している。

## 【0069】

これにより各レンズ群の収納時のズームレンズの厚みを短くし、カメラを薄型化している。さらに第1レンズ群L1をこのように構成することにより、望遠端付近における色収差を良好に補正している。

## 【0070】

第2レンズ群L2は少なくとも1つの負レンズと1つの正レンズを有する。具体的には第1乃至4、6の実施例においては第2レンズ群L2を物体側から順に負レンズ、負レンズ、正レンズの独立した3つのレンズにより構成している。実施例5においては第2レンズ群L2を物体側から順に負レンズ、正レンズの独立した2つのレンズにより構成している。

## 【0071】

第3レンズ群L3は1つの正レンズと1つの負レンズを有している。具体的には第1乃至3、5、6の実施例においては第3レンズ群L3を物体側から像側へ順に、正レンズ、メニスカス形状の負レンズにより構成している。これにより主に、防振時およびズーミングに伴う中間のズーム位置におけるコマ収差を良好に補正している。

## 【0072】

実施例4の実施例においては第3レンズ群L3を物体側から像側へ順に、正レンズ、正レンズとメニスカス形状の負レンズとの接合レンズにより構成している。第3レンズ群L3は1以上の非球面を有している。これによって主にズーミングに伴う球面収差変動を良好に補正している。

## 【0073】

実施例1乃至5においては第4レンズ群L4を1つの正レンズで構成している。実施例6においては第4レンズ群L4を1つの負レンズ、第5レンズ群L5を1つの正レンズで構成している。これにより、沈胴した際の薄型化および簡素化を図っている。

## 【0074】

各実施例によれば以上のように構成することにより、光学系全体が小型で、沈胴した際にカメラが薄型化し、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が得られる。

## 【0075】

次に、本発明の実施例1～6に各々対応する数値実施例1～6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。 $r_i$ は第*i*番目の光学面(第*i*面)の曲率半径、 $d_i$ は第*i*面と第*i+1*面との間の間隔、 $n_{d,i}$ と $d_i$ 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、アッペ数を示す。

## 【0076】

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、

$$x = (h^2 / R) / [1 + [1 - (1 + k)(h / R)^2]^{1/2}] + A4 h^4 + A6 h^6 + A8 h^8 + A10 h^{10}$$

で表示される。但し*R*は近軸曲率半径である。また例えば「E-Z」の表示は「10-Z」を意味する。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。

## 【0077】

実施例1乃至4、6における*d*10、実施例5における*d*8の値が負になっているのは物体側から像側へ絞りSP(SPa)、第3レンズ群L3の物体側のレンズG31と数えたためである。実施例6において第16面( $r_{16}$ )は設計上用いたダミー面であり、レ

10

20

30

40

50

ンズを構成するものではない。

【0078】

各実施例において、画角は半画角(度)の値を示している。 バックフォーカス(BF)はレンズ最終面から近軸像面までの距離を空気換算長により表したものである。レンズ全長は最も物体側の面から最終レンズ面までの距離にバックフォーカスを加えたものである。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。

【0079】

[数値実施例1]

単位 mm

10

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	15.849	0.50	1.95906	17.5	
2	11.331	2.40	1.88300	40.8	
3	76.277	(可変)			
4	104.702	0.40	1.88300	40.8	
5	5.139	2.50			
6	-13.411	0.40	1.77250	49.6	
7	51.374	0.10			
8	12.872	1.10	1.95906	17.5	20
9	115.965	(可変)			
10(絞り)		-0.40			
11*	4.548	1.55	1.76802	49.2	
12*	-38.972	0.20			
13(絞り)		0.00			
14	5.907	0.40	1.92286	18.9	
15	3.299	1.00			
16		(可変)		(フレアーカット絞り)	
17	10.381	1.75	1.60311	60.6	
18	76.104	(可変)			30
19		1.00	1.51633	64.1	
20		1.0			
像面					

非球面データ

第11面

K = -7.30686e-001 A 4=-1.41734e-004 A 6=-2.78678e-005 A 8=-1.53266e-006

第12面

K = -2.51101e+000 A 4= 2.11418e-004 A 6=-5.24388e-005

40

各種データ

ズーム比 7.53

焦点距離	5.15	13.89	38.80	7.29	30.65	
Fナンバー	3.24	4.14	7.00	3.57	6.06	
画角	32.91	15.44	5.70	26.49	7.21	
像高	3.33	3.84	3.88	3.63	3.88	
レンズ全長	34.89	37.04	48.54	33.94	45.11	
BF	4.54	7.03	4.08	5.75	4.16	50

d 3	0.35	5.48	8.53	1.59	8.23
d 9	12.34	4.42	0.70	8.45	1.73
d16	5.75	8.21	23.34	6.24	19.10
d18	2.88	5.37	2.42	4.09	2.51

## ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	23.09	10
2	4	-5.94	
3	10	9.68	
4	17	19.73	
5	19		

【 0 0 8 0 】

[ 数値実施例 2 ]

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	20
1	28.042	0.50	1.95906	17.5	
2	18.220	2.25	1.88300	40.8	
3	-939.842	(可変)			
4	-104.934	0.40	1.88300	40.8	
5	6.209	2.10			
6	-13.225	0.40	1.88300	40.8	
7	-248.387	0.10			
8	16.949	1.20	1.95906	17.5	
9	-72.219	(可変)			
10(絞り)		-0.40			30
11*	4.606	1.58	1.76802	49.2	
12*	-90.883	0.20			
13(絞り)		0.00			
14	5.400	0.45	1.95906	17.5	
15	3.241	1.00			
16		(可変)		(フレアーカット絞り)	
17*	10.191	1.80	1.58313	59.4	
18	45.715	(可変)			
19		1.00	1.51633	64.1	
20		1.0			40

像面

## 非球面データ

第11面

K = -4.67580e-001 A 4=-4.10547e-004 A 6=-2.45809e-005 A 8=-2.88449e-006

第12面

K = 5.51109e+000 A 4= 8.06241e-005 A 6=-5.24388e-005

第17面

50

K = -2.73940e+000 A 4= 2.05539e-004 A 6= 1.83181e-006 A 8=-6.77982e-008

## 各種データ

ズーム比 7.52

焦点距離	5.16	9.78	38.80	7.79	20.01	31.37	14.10	
Fナンバー	3.49	4.09	7.00	3.88	5.11	6.37	4.50	
画角	32.87	20.95	5.70	24.99	10.96	7.04	15.13	
像高	3.33	3.74	3.88	3.63	3.88	3.88	3.81	
レンズ全長	35.79	36.39	51.58	35.22	43.38	48.84	39.49	10
BF	4.43	6.46	5.20	5.80	6.49	5.23	6.95	
d 3	0.35	4.92	13.52	2.93	10.63	12.66	8.14	
d 9	13.67	6.83	0.20	8.69	3.03	1.21	4.61	
d16	5.75	6.59	21.08	6.21	11.66	18.16	8.21	
d18	2.77	4.80	3.54	4.15	4.83	3.57	5.29	

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離						20
1	1	32.30						
2	4	-7.38						
3	10	10.10						
4	17	22.08						
5	19							

## 【0081】

[ 数値実施例 3 ]

単位 mm

面データ								30
面番号	r	d	nd	d				
1	16.619	0.50	2.00170	20.6				
2	11.022	2.40	1.88300	40.8				
3	112.230	(可変)						
4	115.971	0.40	1.88300	40.8				
5	5.180	2.50						
6	-13.000	0.40	1.77250	49.6				
7	102.672	0.10						
8	13.306	1.10	1.95906	17.5				
9	91.334	(可変)						40
10(絞り)		-0.40						
11*	3.927	1.55	1.55332	71.7				
12*	-24.688	0.20						
13(絞り)		0.00						
14	4.106	0.40	2.00170	20.6				
15	2.927	1.00						
16		(可変)			(フレアーカット絞り)			
17	11.917	1.75	1.60311	60.6				
18	34.456	(可変)						
19		1.00	1.51633	64.1				50

20 1.0  
像面

## 非球面データ

第11面

K = -8.22170e-001 A 4= 3.44309e-004 A 6=-2.34187e-005 A 8=-1.39388e-006

第12面

K = 4.08303e+000 A 4= 5.15933e-004 A 6=-5.24388e-005

## 各種データ

ズーム比 7.56

焦点距離	5.14	14.51	38.80	7.49	31.73	36.51	16.56
Fナンバー	3.19	4.24	7.00	3.57	6.34	6.86	4.42
画角	32.98	14.46	5.70	25.86	6.96	6.06	12.97
像高	3.33	3.74	3.88	3.63	3.88	3.88	3.81
レンズ全長	36.02	37.92	48.66	34.96	45.54	47.64	38.95
BF	4.54	7.22	4.08	5.85	2.72	3.29	7.01
d 3	0.35	5.54	8.28	1.73	7.96	8.12	6.24
d 9	13.47	4.96	0.91	9.23	2.06	1.31	4.37
d16	5.75	8.30	23.48	6.26	20.90	23.01	9.42
d18	2.88	5.56	2.42	4.19	1.06	1.63	5.35

## ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	23.58
2	4	-6.01
3	10	9.65
4	17	29.35
5	19	

## 【 0 0 8 2 】

[ 数値実施例 4 ]

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d
1	17.026	0.60	1.95906	17.5
2	12.614	3.60	1.83481	42.7
3	70.767	(可変)		
4	56.641	0.50	1.85135	40.1
5*	4.804	3.10		
6	-17.563	0.40	1.88300	40.8
7	28.246	0.10		
8	12.527	1.35	1.95906	17.5
9	171.495	(可変)		
10(絞り)		-0.40		
11*	5.473	1.75	1.67790	54.9

10

20

30

40

50

12*	-20.905	0.10					
13(絞り)		0.00					
14	4.154	0.70	1.48749	70.2			
15	7.047	0.40	1.84666	23.9			
16	<u>3.166</u>	<u>1.00</u>					
17		(可変)				<u>-(フレアーカット絞り)</u>	
18	9.707	1.70	1.48749	70.2			
19	447.932	(可変)					
20		1.00	1.51633	64.1			
21		1.0					10

像面

## 非球面データ

## 第5面

K = -4.35183e-002 A 4=-4.40142e-005 A 6= 5.03252e-006 A 8=-3.49994e-007

## 第11面

K = 9.09382e-002 A 4=-9.92836e-004 A 6=-1.65820e-005 A 8=-4.67887e-006

## 第12面

K = 3.86664e+001 A 4= 5.00792e-004

20

## 各種データ

ズーム比 9.55

焦点距離	4.43	16.24	42.28	6.90	26.24	32.35	14.11
Fナンバー	2.87	4.27	7.46	3.34	5.32	6.16	4.09
画角	36.98	12.98	5.24	28.32	8.40	6.83	15.12
像高	3.33	3.74	3.88	3.72	3.88	3.88	3.81
レンズ全長	37.19	41.57	55.25	36.35	47.53	50.63	40.24
BF	3.77	7.12	3.99	4.76	6.07	4.89	6.95
d 3	0.30	7.24	10.13	1.99	9.39	9.79	6.39
d 9	13.48	3.44	0.80	8.69	1.96	1.50	4.05
d17	4.74	8.86	25.44	6.01	15.21	19.55	7.95
d19	2.11	5.46	2.33	3.10	4.41	3.23	5.29

## ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	27.67					
2	4	-5.75					
3	10	9.11					
4	18	20.33					
5	20						

【0 0 8 3】

[ 数値実施例 5 ]

単位 mm

40

## 面データ

面番号 r d nd d

50

1	17.175	0.60	1.92286	18.9	
2	12.839	2.45	1.77250	49.6	
3	79.705	(可変)			
4	-219.342	0.50	1.98852	52.5	
5*	5.053	1.68			
6*	8.465	1.38	2.00178	19.3	
7*	13.487	(可変)			
8(絞り)		-0.40			
9*	4.873	1.58	1.76802	49.2	
10*	-67.554	0.20			10
11(絞り)		0.00			
12	5.568	0.45	1.92286	18.9	
13	3.390	1.00			
14		(可変)		(フレアーカット絞り)	
15*	9.485	1.72	1.58313	59.4	
16	36.724	(可変)			
17		1.00	1.51633	64.1	
18		1.0			
像面					20

## 非球面データ

## 第5面

K = -3.38770e-001 A 4=-4.42797e-005 A 6= 3.05911e-006 A 8=-1.56916e-008

## 第6面

K = 9.08978e-001 A 4=-5.83938e-004

## 第7面

K = 2.19435e+000 A 4=-6.35313e-004 A 6= 1.14956e-006 A 8=-4.42220e-008

30

## 第9面

K = -3.84049e-001 A 4=-4.10059e-004 A 6=-3.79913e-005 A 8=-1.87872e-006

## 第10面

K = -2.14859e+002 A 4= 3.23872e-005 A 6=-5.24388e-005

## 第15面

K = -9.82655e-001 A 4= 6.41585e-005 A 6= 2.49422e-006 A 8=-1.99592e-008

## 各種データ

ズーム比 8.41

40

焦点距離	5.12	11.06	43.10	8.51	33.06	36.51	14.55
Fナンバー	3.00	3.61	6.21	3.41	5.33	5.66	3.84
画角	33.04	18.71	5.14	23.12	6.68	6.06	14.68
像高	3.33	3.74	3.88	3.63	3.88	3.88	3.81
レンズ全長	36.67	37.49	51.58	36.26	48.11	49.30	39.45
BF	4.53	6.84	4.47	6.04	5.01	4.59	7.33

d 3	0.40	5.51	12.70	3.41	12.16	12.37	7.74	50
-----	------	------	-------	------	-------	-------	------	----

d 7	14.83	7.11	1.01	9.12	2.17	1.79	5.46
d14	5.75	6.87	22.24	6.52	17.61	19.39	7.76
d16	2.87	5.18	2.81	4.39	3.35	2.93	5.67

## ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	30.07	10
2	4	-6.97	
3	8	10.12	
4	15	21.43	
5	17		

【 0 0 8 4 】

[ 数値実施例 6 ]

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	18.060	0.50	1.95906	17.5	
2	12.975	2.35	1.88300	40.8	20
3	120.887	(可変)			
4	306.722	0.40	1.88300	40.8	
5	5.309	2.40			
6	-12.543	0.40	1.88300	40.8	
7	5104.418	0.10			
8	14.646	1.20	1.95906	17.5	
9	7265.468	(可変)			
10(絞り)		-0.40			
11*	5.014	1.58	1.76802	49.2	
12*	-37.378	0.20			30
13(絞り)		0.00			
14	5.466	0.45	1.95906	17.5	
15	3.426	1.00			
16		0.00			
17		(可変)		(フレアーカット絞り)	
18	-36.020	0.50	1.53172	48.8	
19	128.808	(可変)			
20*	9.048	2.50	1.58313	59.4	
21	-324.687	(可変)			
22		1.00	1.51633	64.1	40
23		1.0			
像面					

## 非球面データ

第11面

K = -3.88939e-001 A 4=-5.30085e-004 A 6=-2.31130e-005 A 8=-4.34309e-006

第12面

K = 1.00426e+002 A 4= 3.92419e-004 A 6=-5.24388e-005

第20面

K = -7.07680e-001 A 4=-7.40386e-006 A 6= 1.37239e-006 A 8=-1.81904e-008

## 各種データ

ズーム比 7.54

焦点距離	5.14	10.78	38.80	8.43	22.12	32.73	15.78	
Fナンバー	3.50	4.13	7.00	3.94	5.11	6.42	4.51	
画角	32.94	19.15	5.70	23.30	9.94	6.75	13.59	
像高	3.33	3.74	3.88	3.63	3.88	3.88	3.81	10
レンズ全長	36.97	37.37	50.88	36.29	43.80	48.58	40.25	
BF	3.17	5.92	5.20	5.04	6.04	5.03	6.54	
d 3	0.35	4.22	9.65	2.59	8.42	9.32	6.74	
d 9	13.27	5.99	0.67	7.77	2.82	1.49	4.03	
d17	5.15	6.29	13.69	6.00	8.09	11.17	6.92	
d19	1.84	1.78	8.48	1.72	5.25	8.39	2.84	
d21	1.51	4.26	3.54	3.38	4.38	3.37	4.88	

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	24.66
2	4	-6.05
3	10	9.56
4	18	-52.88
5	20	15.14
6	22	

【0085】

30

【表1】

表1

条件式	実施例					
	1	2	3	4	5	6
(1) 0.5 < M2/fw < 5.0	1.063	0.507	0.917	1.859	0.507	0.896
(2) 0.1 < M1/M3 < 1.0	0.797	0.981	0.732	0.863	0.908	0.808
(3) 1.85 < Nd1n < 2.50	1.959	1.959	2.002	1.959	1.923	1.959
(4) 5 < v d1n < 21	17.47	17.47	20.60	17.47	18.90	17.47
(5) 1.50 < Nd3p < 2.50	1.768	1.768	1.553	1.678	1.768	1.768
(6) 40 < v d3p < 72	49.24	49.24	71.68	54.89	49.24	49.24
(7) X 30 < v d1p < 55	40.76	40.76	40.76	42.71	49.60	40.76
(7) 15 < v d1p - v d1n < 40	23.29	23.29	20.16	25.24	30.70	23.29
(8) 0.7 < β4t / β4w < 1.3	1.033	0.953	1.020	0.986	0.893	1.193
(9) 2.0 < β3t / β3w < 8.0	3.217	3.428	3.533	4.461	3.237	3.376
(10) 2.0 < D3p/D3n < 8.0	3.875	3.511	3.875	2.500	3.511	3.511
(11) 0.2 < f1p/f1 < 1.0	0.642	0.627	0.581	0.646	0.648	0.661

次に各実施例に示したような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形態を図13を用いて説明する。

【0086】

図13において、20はカメラ本体、21は実施例1～6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センサ等の固体撮像

40

50

素子（光電変換素子）である。23は固体撮像素子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、固体撮像素子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。

### 【0087】

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が実現できる。

### 【符号の説明】

### 【0088】

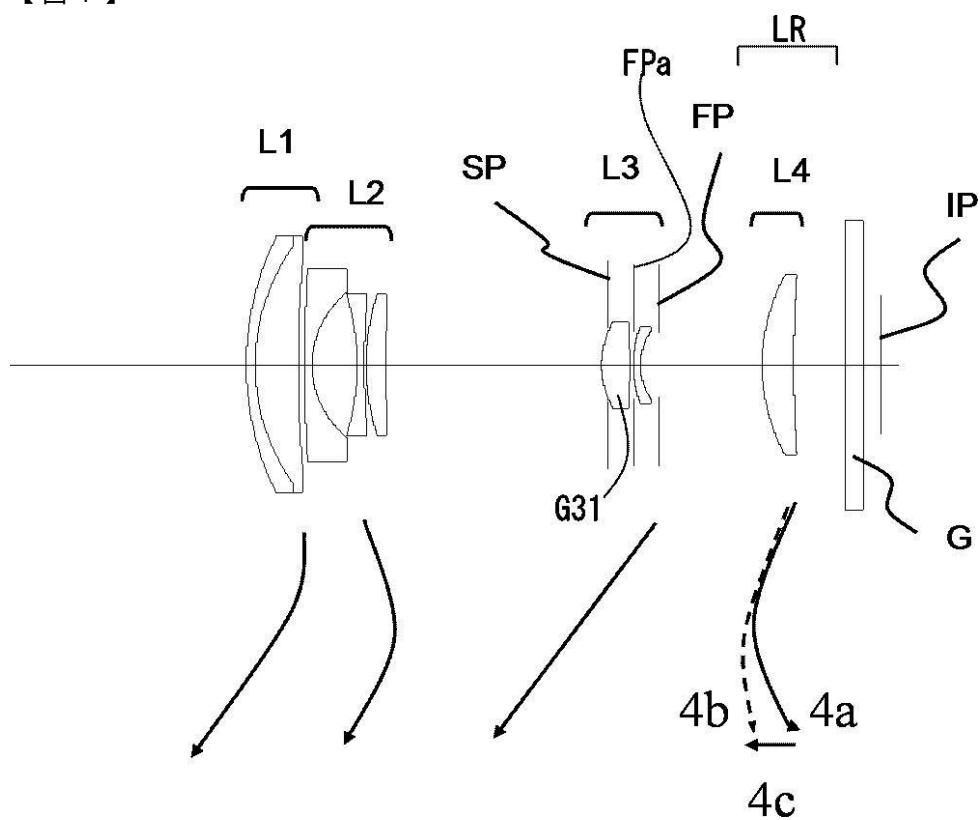
L1 第1レンズ群  
L4 第4レンズ群

L2 第2レンズ群  
L5 第5レンズ群

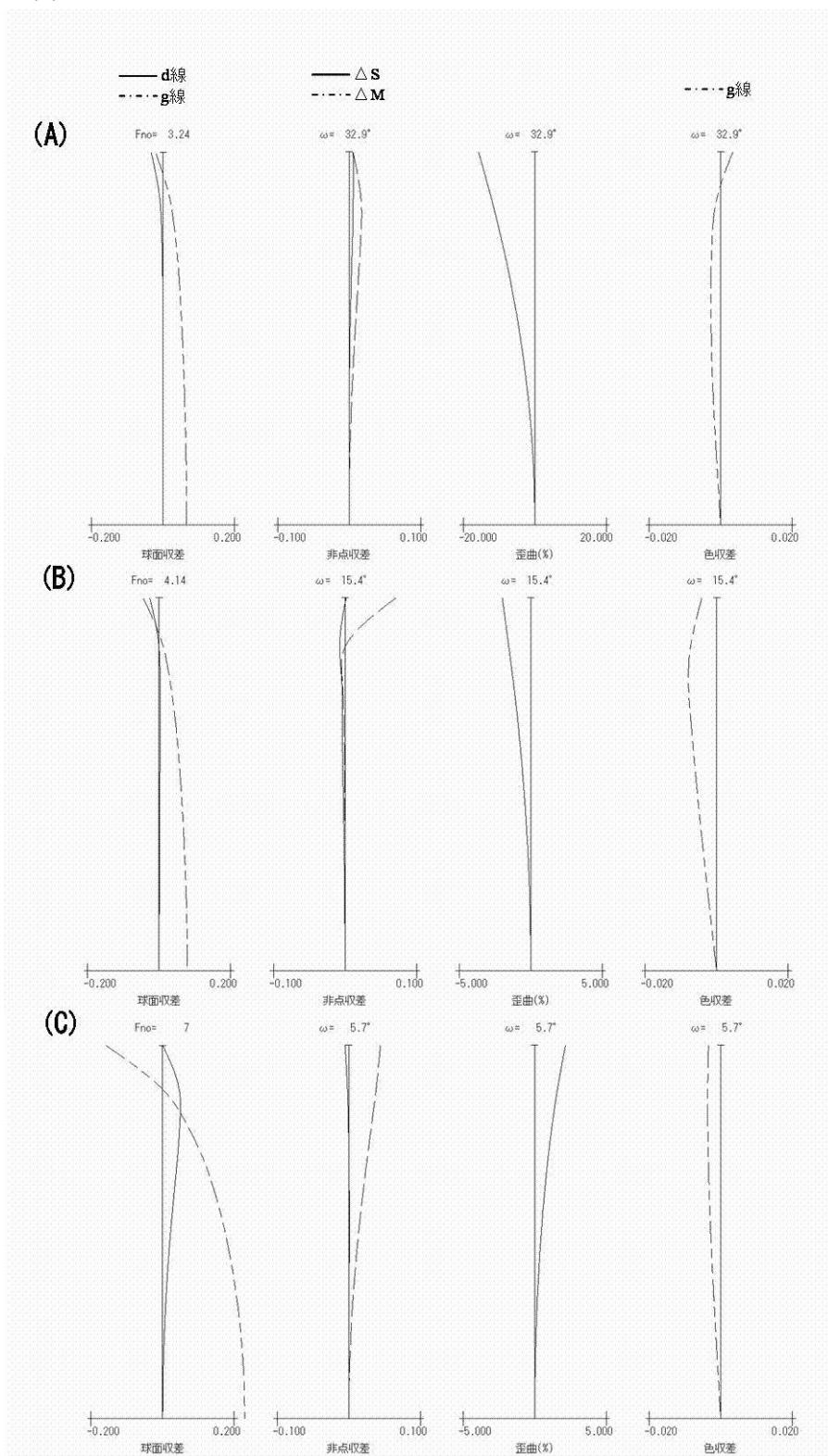
L3 第3レンズ群

10

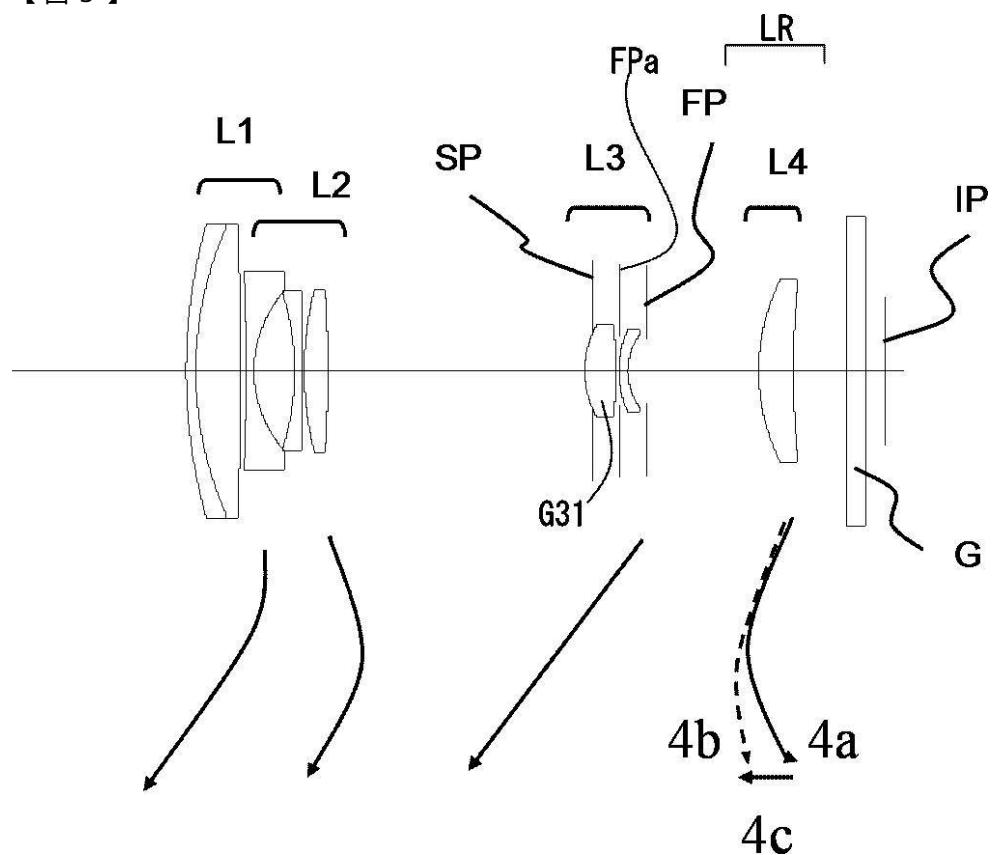
【図1】



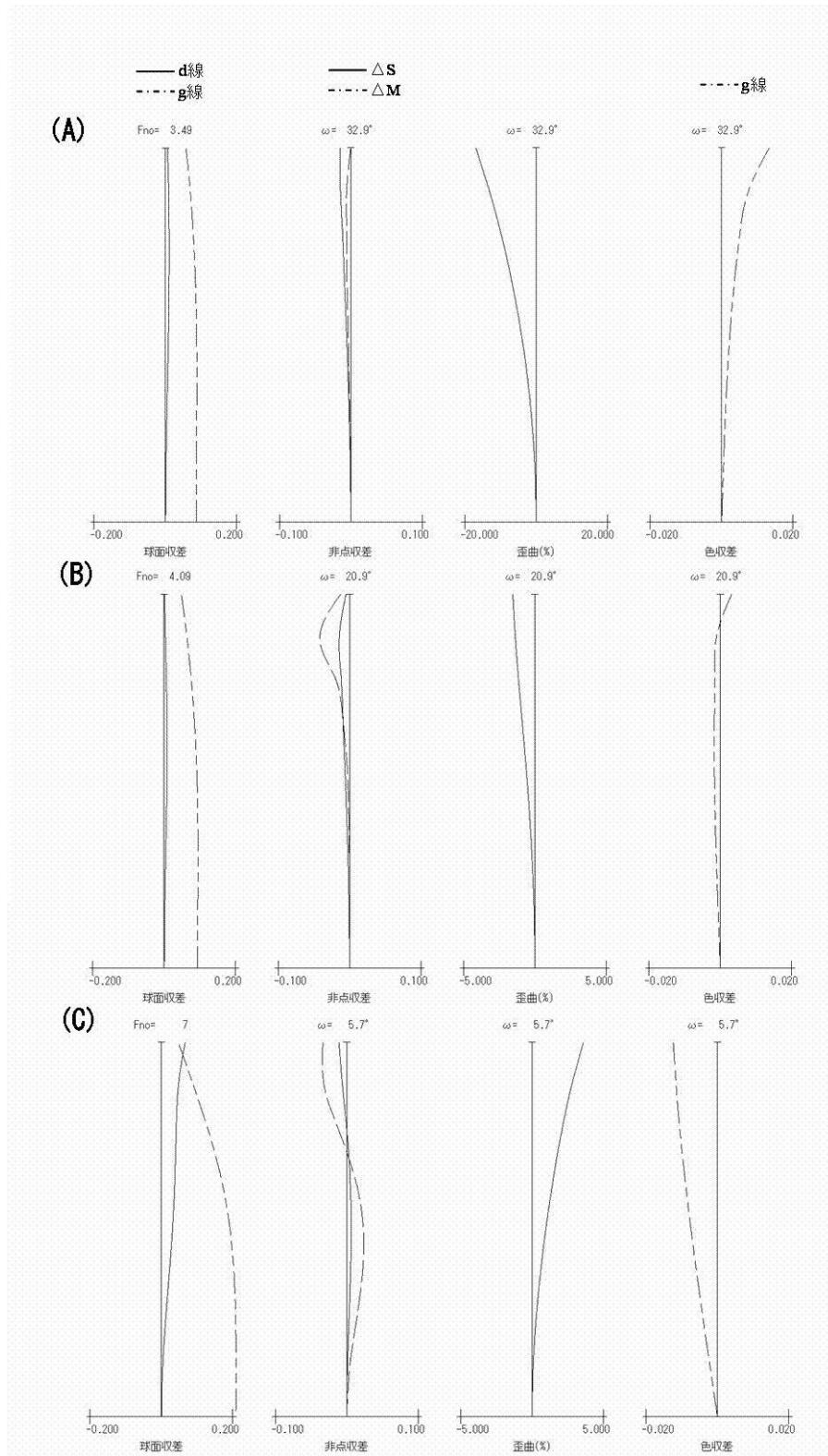
【図2】



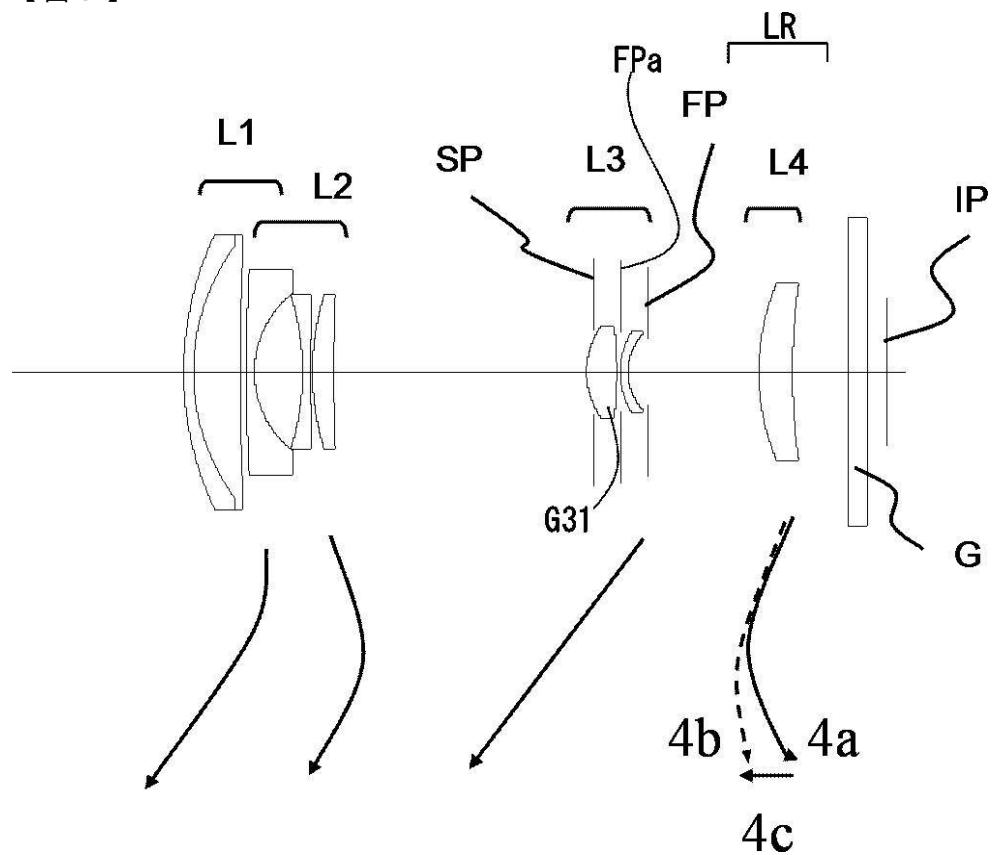
【図3】



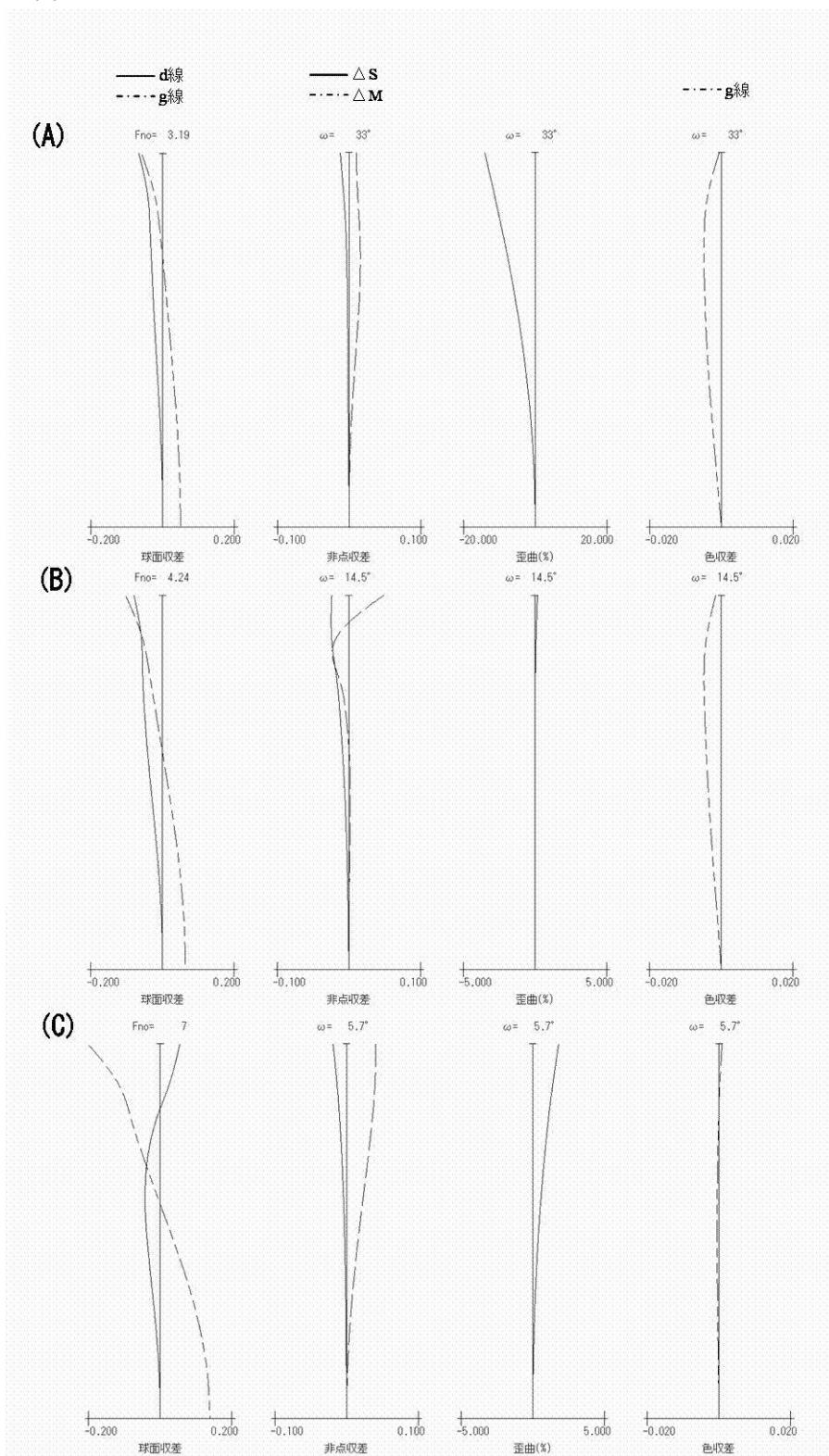
【図4】



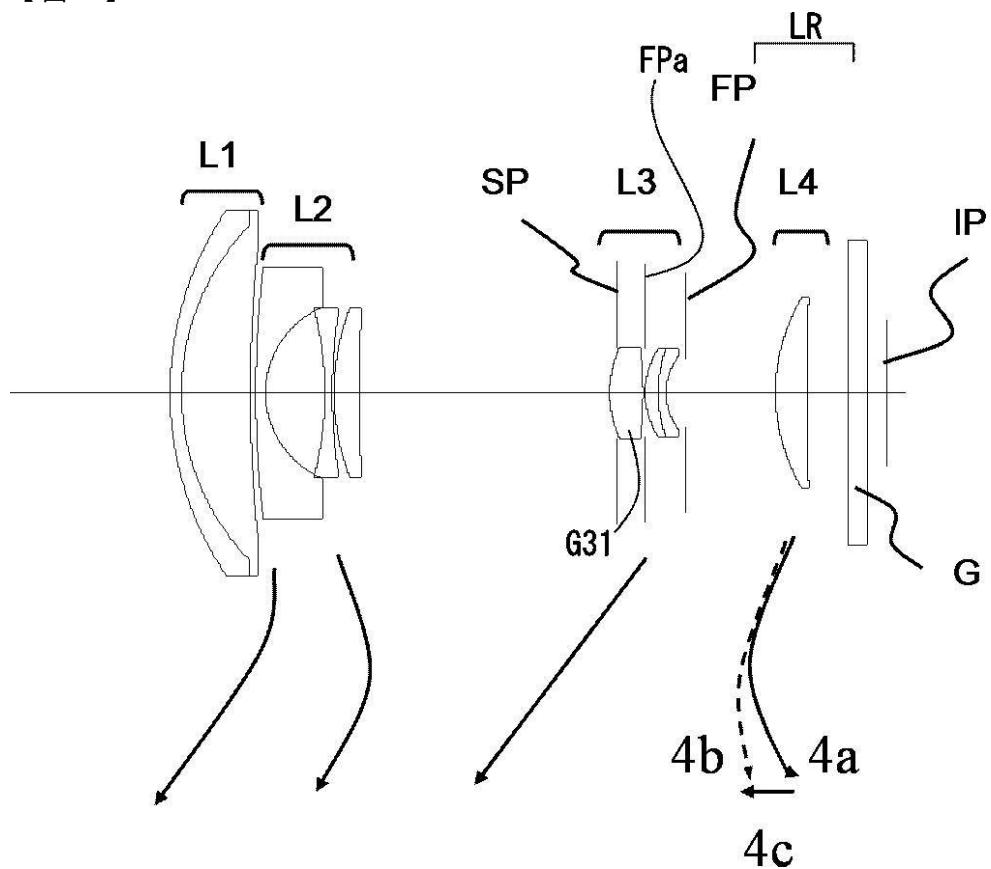
【図5】



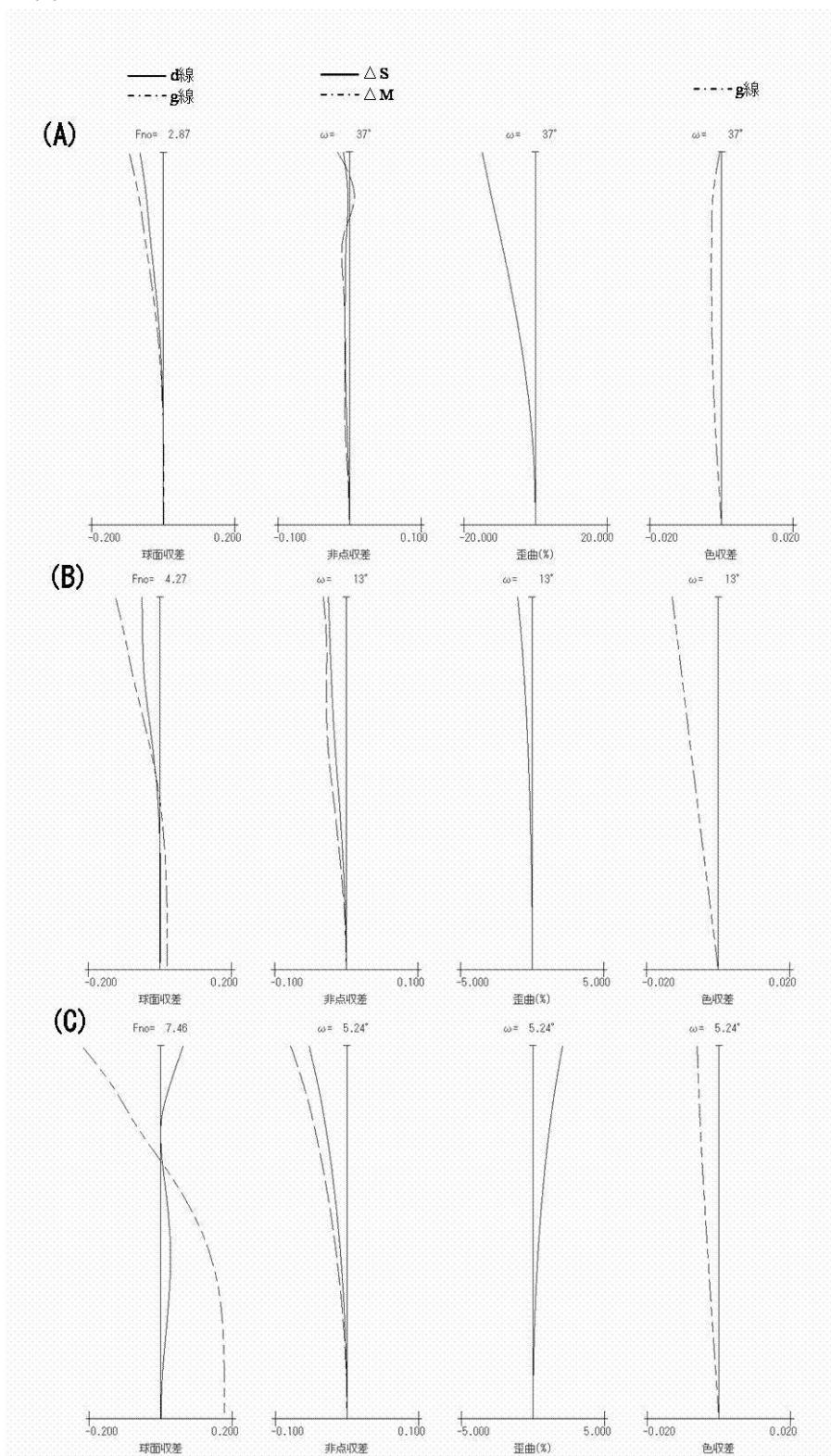
【図6】



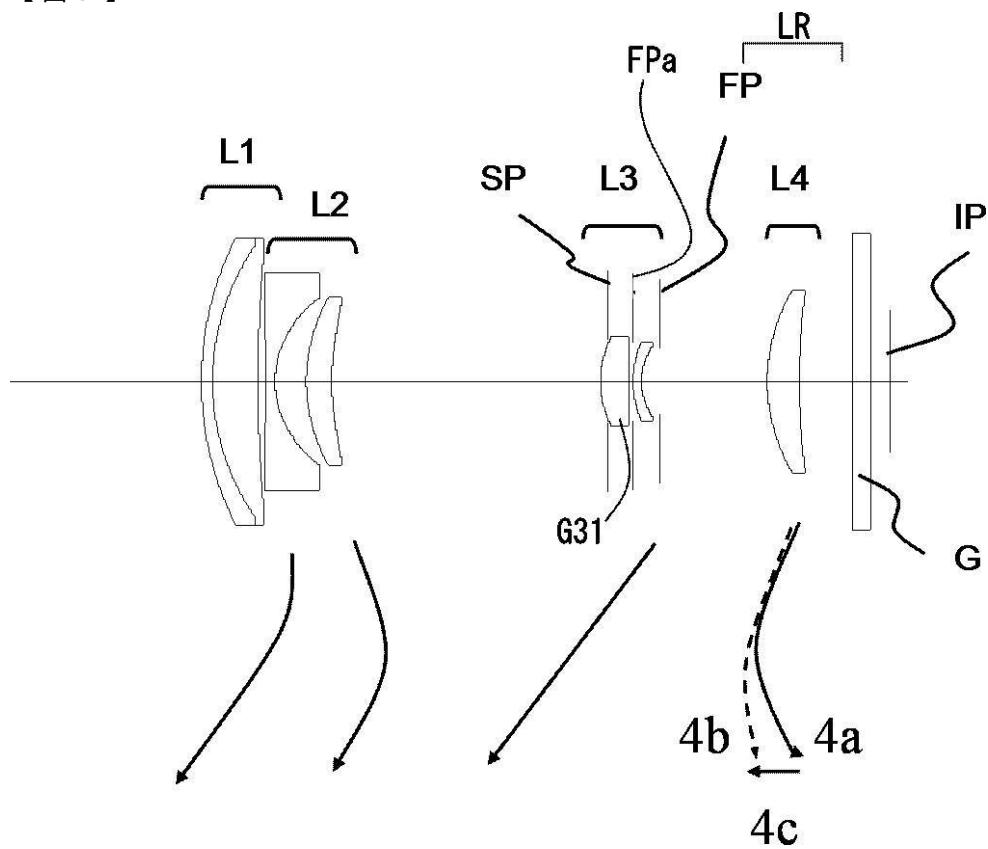
【図7】



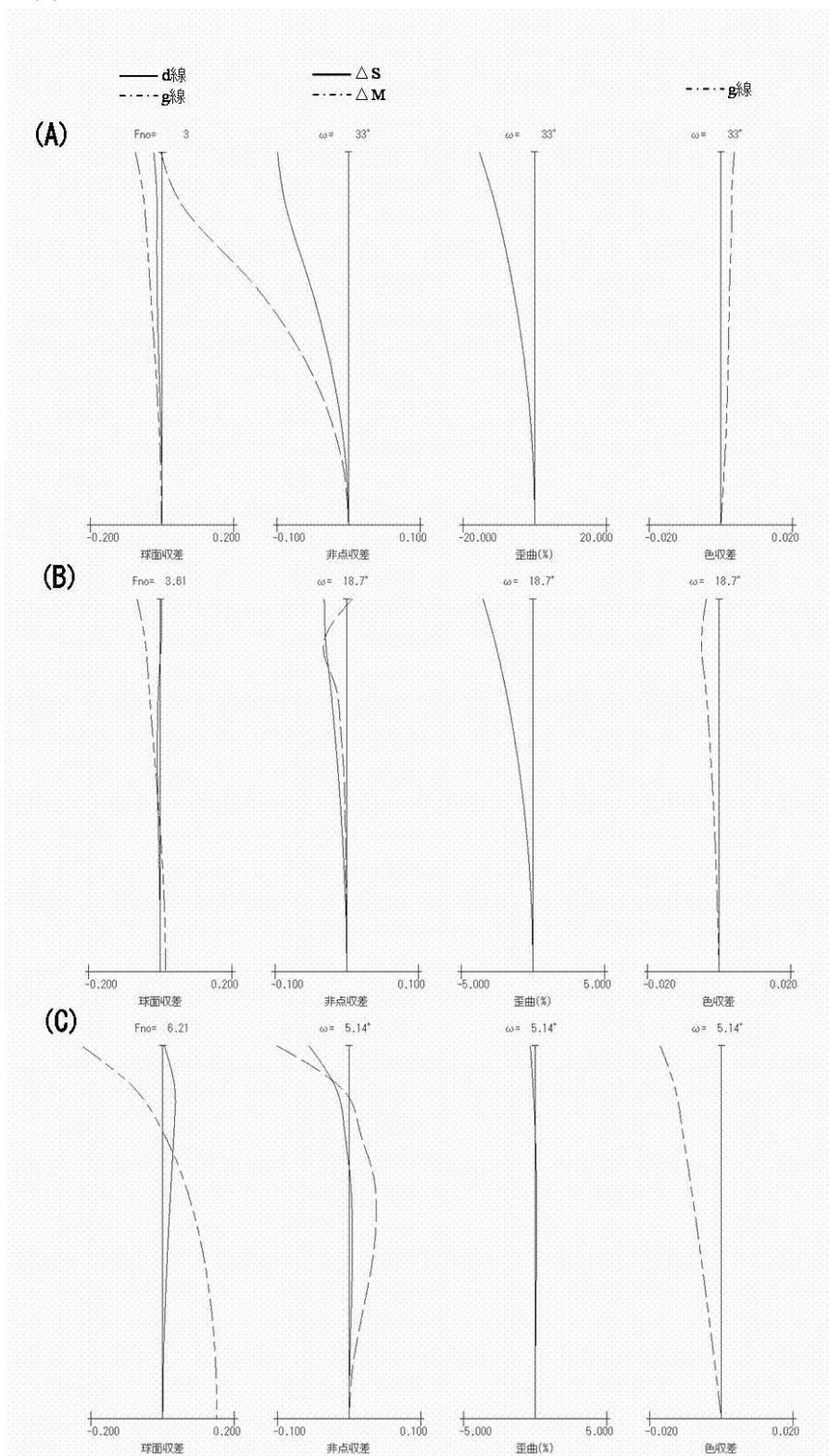
【図8】



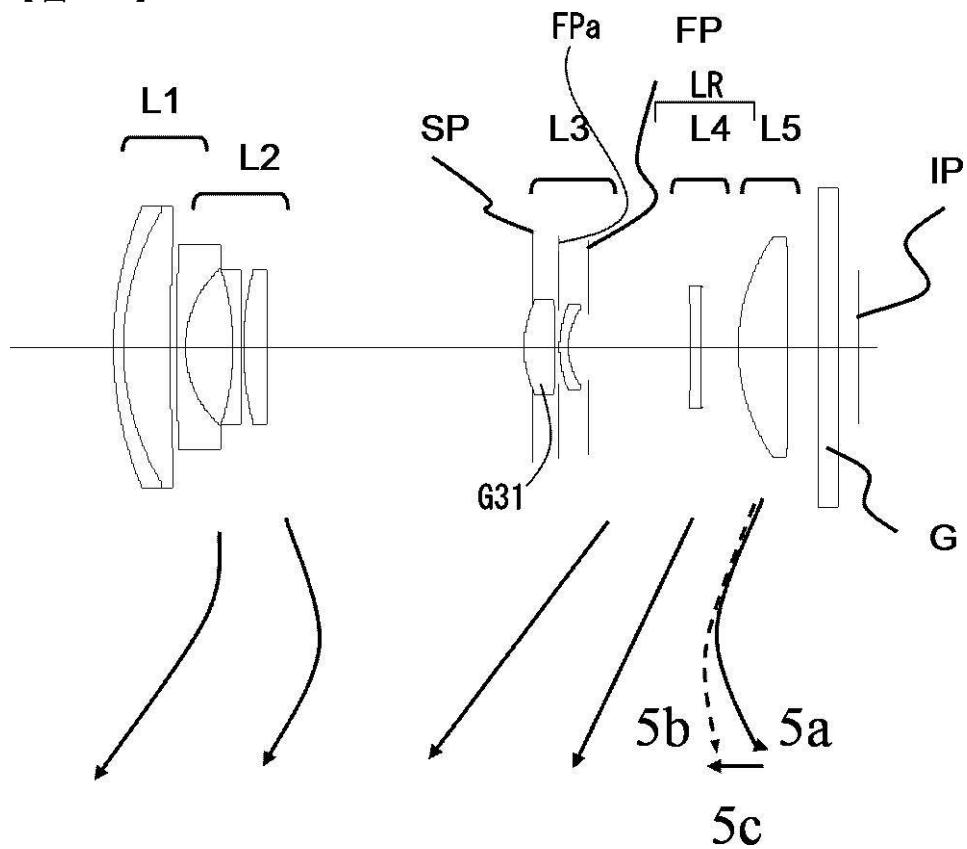
【図9】



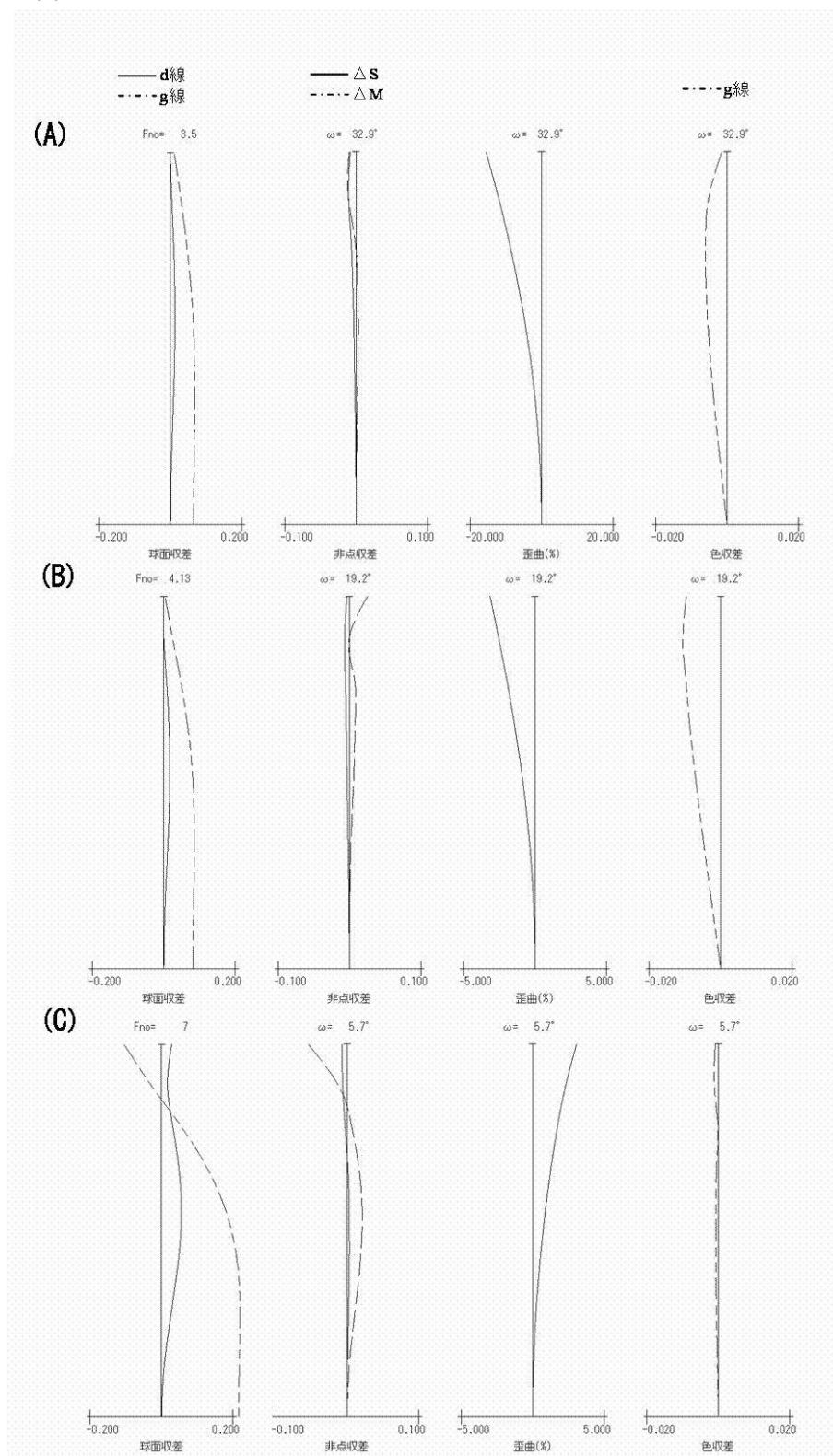
【図10】



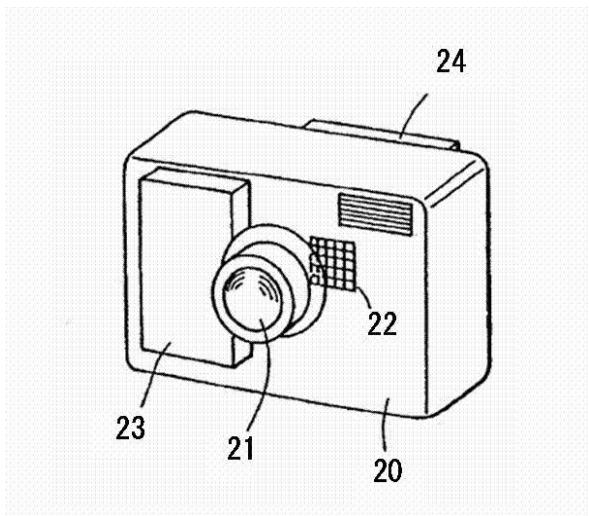
【図11】



【図 1 2】



【図13】



---

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 B	9 / 0 0	- 1 7 / 0 8
G 0 2 B	2 1 / 0 2	- 2 1 / 0 4
G 0 2 B	2 5 / 0 0	- 2 5 / 0 4