

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4764051号  
(P4764051)

(45) 発行日 平成23年8月31日(2011.8.31)

(24) 登録日 平成23年6月17日(2011.6.17)

(51) Int.Cl. F 1  
**G 0 2 B 15/20 (2006.01)** G O 2 B 15/20  
**G 0 2 B 15/16 (2006.01)** G O 2 B 15/16

請求項の数 9 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2005-106353 (P2005-106353)	(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
(22) 出願日	平成17年4月1日(2005.4.1)	(74) 代理人	100086818 弁理士 高梨 幸雄
(65) 公開番号	特開2006-285021 (P2006-285021A)	(72) 発明者	猿渡 浩 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(43) 公開日	平成18年10月19日(2006.10.19)	審査官	森口 良子
審査請求日	平成20年3月17日(2008.3.17)		

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、ズームングのために光軸方向に移動する負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力のレンズ群を含む後群より構成されるズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は回折光学部を有し、前記後群の少なくとも1枚の正レンズL<sub>p</sub>の材料のアッベ数を  $p$ 、前記正レンズL<sub>p</sub>の材料の部分分散比を  $g_F$ 、前記第1レンズ群の回折光学部の屈折力を  $D$ 、前記正レンズL<sub>p</sub>の屈折力を  $\rho$ 、前記第1レンズ群の屈折力を  $1$  とするとき、

$$p \cdot g_F > 38$$

$$1 \times 10^{-3} < D / \rho < 1 \times 10^{-2}$$

$$9 \times 10^{-3} < D / 1 < 1.2 \times 10^{-2}$$

なる条件を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】

全系の望遠端における焦点距離を  $f_T$  とするとき、

$$0.5 < 1 \cdot f_T < 2.0$$

なる条件を満たす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】

前記後群は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第3レンズ群、前記正レンズL<sub>p</sub>を含むレンズ群を有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】

前記後群は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第3レンズ群、前記正レンズL<sub>p</sub>を含む正の屈折力の第4レンズ群より構成され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5】

前記後群は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、前記正レンズL<sub>p</sub>を含む正の屈折力の第5レンズ群より構成され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6】

前記第5レンズ群の屈折力を  $f_5$  とするとき、

$$0.9 < f_5 / f_4 < 2.2$$

なる条件を満たすことを特徴とする請求項5に記載のズームレンズ。

【請求項7】

前記回折光学部は、互いに分散の異なる材料より成る複数の回折格子が積層された構造であ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】

光電変換素子に像を形成す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】

請求項1乃至8のいずれか1項のズームレンズと、該ズームレンズによって形成された像を受光する固体撮像素子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】

【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、高ズーム比、大口径比で良好な光学性能を維持しつつレンズ系全体の小型化を図ったビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、銀塩写真用カメラ等に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

近年、固体撮像素子を用いたビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、放送用カメラ、そして銀塩フィルムを用いた銀塩写真用カメラ等の撮像装置に用いる撮影光学系として、コンパクト、広画角、しかも高解像力のズームレンズが要求されている。例えば、ビデオカメラにおいては、動画だけでなく、高画質な静止画像を記録することが望まれてきており、高い光学性能でありながら小型なレンズ系が要求されている。

【0003】

これらの要求を達成する一つ的手段として、物体側の第1レンズ群以外のレンズ群を移動させてフォーカス（焦点合わせ）を行う、所謂リアフォーカス式のズームレンズが知られている（特許文献1～3）。

【0004】

一般にリアフォーカス式のズームレンズは第1レンズ群を移動させてフォーカスを行うズームレンズに比べて第1レンズ群の有効径が小さくなり、レンズ系全体の小型化が容易になり、また近接撮影、特に極至近撮影が容易となり、さらに小型軽量のレンズ群を移動させているので、レンズ群の駆動力が小さくて済み迅速な焦点合わせが出来る等の特徴がある。

【0005】

特許文献1では、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、正の屈折力の第4レンズ群の4つのレンズ群を有し、第2レンズ群を移動させて変倍を行い、第4レンズ群を移動させて変倍に伴なう像面変動を補正するとともにフォーカスを行っている。

【0006】

特許文献2では、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

10

20

30

40

50

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 レンズ群の5 つのレンズ群を有し、第2 レンズ群を移動させて変倍を行い、第4 レンズ群を移動させて変倍に伴う像面変動を補正するとともにフォーカスを行っている。

【0007】

これらのズームレンズにおいては特に望遠側では軸上色収差や倍率色収差が大きくなり、特にデジタルスチルカメラのような高画素で高画質が要求されるものに利用しようとするときこれらの色収差が目立ってくる。

【0008】

これに対して特許文献3では、物体側より像側へ順に、正、負、正、正の屈折力の4群構成のズームレンズにおいて、第1 レンズ群に異常分散硝材のレンズを用いることで色収差を良好に補正している。

10

【0009】

一方、光学系の色収差の発生を抑制する方法として近年、光学系に回折光学素子を用いる方法が提案されている(特許文献4~7)。

【0010】

特許文献4では、単レンズに回折光学素子を応用することで色収差の低減を図っている。

【0011】

特許文献5では、ズームレンズを構成する第2 レンズ群または第3 レンズ群に回折光学素子を用いて、全系のレンズ枚数の削減やレンズ系の小型化を達成しつつ色収差を軽減している。

20

【0012】

特許文献6では、ズームレンズを構成する第1 レンズ群に回折光学面を設けることで第1 レンズ群のレンズ枚数の削減を達成しつつ色収差を補正している。

【0013】

特許文献7では、2枚のレンズの接合レンズ面(貼合せ面)に回折光学面を設けて色収差の低減を図った光学系を開示している。

【0014】

また回折光学素子を撮影系(光学系)に使用する場合は可視範囲全域に渡って十分な回折効率を得る必要がある。一般に単層の回折格子では設計波長以外の波長において回折効率が落ちて設計次数以外の回折光による不要回折光が生じ、これが色フレアの要因となってくる。これを考慮して、回折光学素子を複数の回折格子より構成し、このとき構成する各回折格子を3種の異なる材料と2種の異なる格子厚を最適に選ぶことによって可視範囲全域で高い回折効率を得る回折光学素子が提案されている(特許文献8)。

30

【特許文献1】特開平11-305124号公報

【特許文献2】特開平8-5913号公報

【特許文献3】特開2000-267005号公報

【特許文献4】特開平6-324262号公報

【特許文献5】米国特許第5,268,790号

【特許文献6】特開平11-52238号公報

40

【特許文献7】特開平11-305126号公報

【特許文献8】特開平9-127322号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

一般に、ズームレンズの各レンズ群の屈折力を強めると、ズーミングに際する各レンズ群の移動量が少なくなるためにレンズ系全体を小型化にしつつ高ズーム比を得ることができる。しかしながらズーミングや合焦(フォーカシング)の際の諸収差の変動量、特に色収差の変動量が大きくなるために高い光学性能を得るのが困難になる。

【0016】

50

例えば、ズーム比が10倍程度の高ズーム比のズームレンズにおいて、第1レンズ群に回折光学部を導入して色収差を補正しようとした場合、回折光学部に入射する光線角度が画角や焦点距離の変化によって大きく変化する場合がありますので、適切な導入位置を検討し、不要回折光を抑制する必要がある。

【0017】

また可視光全域で高い回折効率を得るためには、回折光学素子を複数の回折格子で構成する必要がある。複数の回折格子を前後にレンズを有する貼合せレンズ面に設定するときにも、回折格子への入射条件を考慮して設計する必要がある。

【0018】

また、回折光学部のみにより全系の色収差の補正を負担しようとする、高ズーム化を図りつつ全ズーム範囲において色収差を補正し、高画質化を図るのが難しくなる。

10

【0019】

高ズーム比を図りつつ、広角端から望遠端における全ズーム範囲にわたり色収差を良好に補正し、高い光学性能を得るには、回折光学部を設ける光学系中の位置や光学系中の光学素子を構成する材料の分散を適切に選ぶことが重要になってくる。

【0020】

本発明は、全ズーム範囲において高い光学性能を持った新規な構成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】

【0021】

20

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、ズームングのために光軸方向に移動する負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力のレンズ群を含む後群より構成されるズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は回折光学部を有し、前記後群の少なくとも1枚の正レンズL<sub>p</sub>の材料のA<sub>pp</sub>係数を  $\rho$ 、前記正レンズL<sub>p</sub>の材料の部分分散比を  $g_F$ 、前記第1レンズ群の回折光学部の屈折力を  $D$ 、前記正レンズL<sub>p</sub>の屈折力を  $n_p$ 、前記第1レンズ群の屈折力を  $n_1$ とするとき、

$$\frac{\rho \cdot g_F}{1 \times 10^{-3}} > 38$$

$$\frac{1 \times 10^{-3}}{9 \times 10^{-3}} < D / \rho < 1 \times 10^{-2}$$

$$\frac{1 \times 10^{-3}}{9 \times 10^{-3}} < D / n_1 < 1.2 \times 10^{-2}$$

なる条件を満たすことを特徴としている。

30

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、全ズーム範囲において高い光学性能を持った新規な構成のズームレンズ及びそれを有する撮像装置を得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置の実施例について説明する。

【0024】

図1は、本発明の実施例1のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図2、図3はそれぞれ実施例1のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。

40

【0025】

図4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、図5、図6はそれぞれ実施例2のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。

【0026】

図7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、図8、図9はそれぞれ実施例3のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。

【0027】

図10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、図11、図12はそれぞれ実施例4のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。

【0028】

50

図13、14は、各々本発明に係る回折光学素子の説明図である。

【0029】

図15は本発明のズームレンズを備えるデジタルカメラの要部概略図である。

【0030】

図16は本発明のズームレンズを備えるビデオカメラの要部概略図である。

【0031】

各実施例のズームレンズは撮像装置に用いられる撮影レンズ系であり、レンズ断面図において、左方が被写体側（前方）で、右方が像側（後方）である。

【0032】

各実施例のズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群L1、ズーミングのために光軸方向に移動する負の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力のレンズ群を含む後群Lrより成っている。

10

【0033】

図1、図4、図7の実施例1～3では後群Lrは正の屈折力の第3レンズ群L3、負の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5より成っている。

【0034】

図10の実施例4では、後群Lrは、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より成っている。

【0035】

SPは開口絞りであり、各実施例では、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3との間に配置されている。

20

【0036】

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。

【0037】

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センサーやCMOSセンサー等の固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面、銀塩フィルム用のカメラのときはフィルム面等の感光面に相当する。

【0038】

実線の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を示している。

30

【0039】

尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用の第2レンズ群L2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。

【0040】

収差図において、d、gは各々d線、g線、M、Sはメリディオナル像面、サジタル像面、倍率色収差はg線によってあらわしている。FはFナンバー、 $\theta$ は半画角である。

【0041】

次に各実施例の特徴について説明する。

40

【0042】

第1レンズ群L1は、回折格子により構成される回折光学部が設けられており、後群Lr中の少なくとも1枚の正レンズLpの材料のアップベ数を $\rho$ 、該正レンズLpの材料の部分分散比を $\sigma_{gF}$ とするとき、

$$\rho \cdot \sigma_{gF} > 38 \cdots (1)$$

なる条件を満たしている。

【0043】

尚、g線、d線、F線、C線に対する材料の屈折率を各々、Ng、Nd、NF、NCとしたとき、アップベ数 $\rho$ と部分分散比 $\sigma_{gF}$ は、

【0044】

50

【数 1】

$$v d = \frac{n d - 1}{N F - N C}$$

【0045】

【数 2】

$$\theta_{g F} = \frac{N g - N F}{N F - N C}$$

10

【0046】

で表されるものである。

【0047】

尚、各実施例において回折光学部とは、基板（平板又はレンズ）上に設けた 1 以上の回折格子をいう。又回折光学素子とは 1 以上の回折格子より成る回折光学部を基板（平板又はレンズ）上に設けた素子をいう。

【0048】

各実施例では、第 1 レンズ群 L 1 に設けられた回折光学部よりも像側の後群 L r 中に、条件式 (1) を満たす、所謂異常分散性の硝材を用いた正レンズ L p を配置している。回折光学部を設けることにより望遠端での色収差の補正は容易となるが、軸上色収差と倍率色収差の補正を少ないレンズ枚数で両立させる事は難しい。例えば、第 1 レンズ群 L 1 の回折光学部で望遠端の軸上色収差を補正した場合、広角端と望遠端における短波長域と長波長域の倍率色収差は、一般的には補正過剰側にシフトする。その結果、補正不足傾向のズーム位置での倍率色収差は改善されるが、元来補正過剰傾向のズーム位置では悪化する。換言すれば、広角端が望遠端のどちらか一方のズーム位置で倍率色収差は補正できて、他方のズーム位置では回折光学部が無い場合よりも悪化する。

20

【0049】

そこで、各実施例では、条件式 (1) を満たす正レンズ L p を、絞り S P よりも像側のレンズ群に配置する事で、上記のように悪化する倍率色収差を補正している。

30

【0050】

好ましくは、上記条件式 (1) を満たす正レンズ L p は、一般的に軸外光線の入射高の大きい、最も像側のレンズ群中に配置する事が、色収差の補正上有効である。

【0051】

更に好ましくは、条件式 (1) の数値を次の如く設定するのが良い。

【0052】

$$p \cdot \theta_{g F} > 41 \cdots (1a)$$

第 1 レンズ群 L 1 の回折光学部の屈折力を D、正レンズ L p の屈折力を p とするとき、

$$1 \times 10^{-3} < D/p < 1 \times 10^{-2} \cdots (2)$$

40

なる条件を満たしている。

【0053】

ここで回折光学部の屈折力 D は次の如く求められる。

【0054】

回折光学部の回折格子の形状を、基準波長 (d 線) を d、光軸からの距離を h、位相を (h) とし、

$$(h) = (2 / d) \cdot (C2 \cdot h^2 + C4 \cdot h^4 + \cdots C2 \cdot i \cdot h^2 \cdot i)$$

なる式で表したとき、2 次項の係数 C2 より、屈折力 D は、

$$D = -2 \cdot C2$$

となる。条件式 (2) は回折光学部の屈折力 D と、異常分散性を有する正レンズ L p の

50

屈折力  $P$  との比率を限定したものである。

【0055】

前述のように、回折光学部による色収差の補正と異常分散ガラスによる色収差の補正とが適切なバランスにある場合には、ズーム全域での光学性能は良好に維持される。条件式(2)の下限を超えると回折光学部の補正力が不足するため、高ズーム比のズームレンズであると望遠端での軸上色収差の補正が不十分になる。逆に上限を超えると、特に広角端での倍率色収差の補正が不十分となる。

【0056】

更に好ましくは、条件式(2)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0057】

$$1.5 \times 10^{-3} < D / \rho < 8 \times 10^{-3} \dots (2a)$$

第1レンズ群L1の屈折力を  $\rho$ 、回折光学部の屈折力を  $D$  とするとき、

$$9 \times 10^{-3} < D / \rho < 1.2 \times 10^{-2} \dots (3)$$

なる条件を満たしている。

【0058】

条件式(3)は、回折光学部の屈折力  $D$  と第1レンズ群L1の屈折力  $\rho$  の比率を限定したものである。

【0059】

一般に色収差を補正するためには、第1レンズ群L1の屈折力は小さい方が好ましい。

【0060】

第1レンズ群L1中に回折光学部を導入する事により、第1レンズ群L1の屈折力を大きくする事ができるため、ズームレンズ全体のコンパクト化が容易となる。条件式(3)の下限を超えると、回折光学部の屈折力が小さすぎるため、同時に色収差の補正能力が不足する。逆に上限を超えると、第1レンズ群L1の屈折力が小さくなりすぎるため、高ズーム化を図ると光学系が増大してくるので良くない。

【0061】

更に好ましくは、条件式(3)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0062】

$$9.3 \times 10^{-3} < D / \rho < 1.15 \times 10^{-2} \dots (3a)$$

第1レンズ群L1の屈折力を  $\rho$ 、全系の望遠端における焦点距離を  $f_T$  とするとき

$$0.5 < \rho \cdot f_T < 2.0 \dots (4)$$

なる条件を満たしている。

【0063】

条件式(4)は、第1レンズ群L1の屈折力  $\rho$  と望遠端での焦点距離  $f_T$  の積を限定したものである。下限を超えると、第1レンズ群L1の屈折力が不十分となるため、回折光学部の屈折力を十分に確保する事が困難になり、色収差の補正が不足してくる。逆に上限を超えると、高ズーム比のズームレンズであると望遠端での焦点距離が長くなった上で第1レンズ群L1の屈折力が過剰に大きくなる。この結果、回折光学部による色収差の補正が過剰となり、別途、異常分散ガラスの正レンズを用いたことによる色収差の補正が困難になる。

【0064】

更に好ましくは、条件式(4)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0065】

$$0.7 < \rho \cdot f_T < 1.8 \dots (4a)$$

後群Lrを物体側から像側へ順に、正の屈折力の第3レンズ群L3、負の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5で構成するときには正レンズLpの屈折力を  $\rho$ 、第5レンズ群L5の屈折力を  $\rho$  とするとき、

$$0.9 < \rho / \rho_5 < 2.2 \dots (5)$$

なる条件を満たしている。

10

20

30

40

50

## 【0066】

条件式(5)は、条件式(1)を満たす異常分散性の正レンズL<sub>p</sub>の屈折力 $\phi_p$ と第5レンズ群L<sub>5</sub>の屈折力 $\phi_5$ の比を限定したものである。下限を超えると異常分散による色収差の補正の効果が不足するため、特に倍率色収差の補正が困難となる。上限を超えると第5レンズ群L<sub>5</sub>の屈折力が小さくなりすぎ、コマ収差や非点隔差といった他の収差の補正が不足してくる。

## 【0067】

更に好ましくは、条件式(5)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

## 【0068】

$$1.1 < \phi_p / \phi_5 < 2.0 \dots (5a)$$

回折光学部は互いに分散の異なる材料より成る複数の回折格子の積層構造により構成されている。

## 【0069】

これによって可視光全域にわたり、高い回折効率を得ている。

## 【0070】

次に各実施例の特徴について説明する。

## 【実施例1】

## 【0071】

図1の実施例1では、広角端から望遠端へのズーミングに際して、矢印に示すように第1レンズ群L<sub>1</sub>を物体側に移動させるとともに、第2レンズ群L<sub>2</sub>を像側に移動させて主たる変倍を行っている。第3レンズ群L<sub>3</sub>は物体側に配置された絞りSPとともに物体側に凸状の軌跡を描き移動し、第4レンズ群L<sub>4</sub>と第5レンズ群L<sub>5</sub>は、非線形な軌跡で移動させて変倍に伴う像面位置の変動を補正している。

## 【0072】

また第5レンズ群L<sub>5</sub>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変倍に伴う像面変動を補正するための移動軌跡を示している。このように第5レンズ群L<sub>5</sub>を物体側に凸状の軌跡を有するように移動させることにより、第4レンズ群L<sub>4</sub>と第5レンズ群L<sub>5</sub>の間の空間の有効利用を図りレンズ全長の短縮化を効果的に達成している。

## 【0073】

本実施例において、例えば望遠端において無限遠物体から近距離物体へのフォーカスは、同図の直線5cに示すように第5レンズ群L<sub>5</sub>を前方へ繰り出すことによって行っている。

## 【0074】

本実施例において、全てのレンズ群がズーミングに際して光軸上を移動している。特に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L<sub>1</sub>を物体側へ、直線的に第3レンズ群L<sub>3</sub>を物体側に凸状の軌跡を描くように移動させることで、第1レンズ群L<sub>1</sub>の有効径の縮小を図っているが、第1レンズ群L<sub>1</sub>と第3レンズ群L<sub>3</sub>とをズーミングの際に固定としても良い。フォーカスの際に第5レンズ群L<sub>5</sub>の代わりに、第4レンズ群L<sub>4</sub>を移動させても良い。また第3レンズ群L<sub>3</sub>を光軸と垂直な方向の成分を持つように移動させることで、手ブレ等に起因した撮影像のブレを安定化(防振)させるようにしても良い。

## 【0075】

実施例1では、第1レンズ群L<sub>1</sub>を、物体側から像側へ順に、物体側の面が凸面でメニスカス形状の負レンズG<sub>1</sub>と正レンズG<sub>2</sub>からなる貼合せレンズ、物体側の面が凸でメニスカス形状の正レンズG<sub>3</sub>で構成している。そして負レンズG<sub>1</sub>と正レンズG<sub>2</sub>の貼合わせ面に、光軸に対して回転対称な回折格子で構成される回折光学部を設け、貼合せレンズとともに回折光学素子を構成している。この回折光学部を設けた貼合せ面の曲率を適切に設定することで、各画角に基づく光線の回折光学部(回折光学面)への入射光線の角度を抑制してズーム領域全域及び全画角に渡り高い回折効率を維持している。

10

20

30

40

50



## 【0076】

更に実施例1では、第5レンズ群L5中に、異常分散性を有する正レンズLpを配置している。第1レンズ群L1に配置した回折光学素子と、第5レンズ群L5に配置した異常分散性の正レンズLpにより、軸上色収差と倍率色収差の補正分担が可能となるため、ズーム全域で良好なる収差補正が容易になる。

## 【0077】

ここで、本実施例及び後述する各実施例で用いる回折光学素子の構成について説明する。

## 【0078】

図13は回折光学素子1の回折光学部の一部分の拡大断面図である。基板(透明基板)2上に1つの層よりなる回折格子3を設けている。回折格子3の光学材料は、例えば紫外線硬化樹脂(屈折率 $n_d = 1.513$ 、アッペ数  $d = 51.0$ )を用い、格子厚 $d_1$ を設計位相量に合わせて適切な量に設定し、波長 $530\text{nm}$ で、+1次の回折光の回折効率が最も高くなるようにしている。すなわち設計次数が+1次で、設計波長が波長 $530\text{nm}$ である。一般に、設計次数での回折効率は設計波長近傍で最も高くなり、それ以外の波長では徐々に低くなる。この設計次数での回折効率の低下分が他の次数の回折光となり、フレアの要因となる。また、回折光学素子を光学系中の複数箇所を使用した場合には、設計波長以外の波長での回折効率の低下は透過率の低下にもつながることになる。

## 【0079】

次に、異なる材料よりなる複数の回折格子を基板上に積層した積層型の回折光学素子について説明する。図14は積層型の回折光学素子の一部分の拡大断面図である。図14の回折光学素子では、基板102上に紫外線硬化樹脂(屈折率 $n_d = 1.499$ 、アッペ数  $d = 54$ )からなる第1の回折格子104を形成し、その上に第2の回折格子105(屈折率 $n_d = 1.598$ 、アッペ数  $d = 28$ )を形成している。この材料の組み合わせにおいて、第1の回折格子104の格子厚 $d_1$ と第2の回折格子105の格子厚 $d_2$ は設計位相量から設定できる。

## 【0080】

なお、前述の積層構造の回折光学素子としては、回折格子を構成する材料を紫外線硬化樹脂に限定するものではなく、他のプラスチック材等も使用できるし、基材によっては第1の層を直接基材に形成しても良い。また各格子厚が必ずしも異なる必要はなく、材料の組み合わせによっては2つの層104と105の格子厚を等しくしても良い。この場合は表面に格子形状が形成されないことになるので、防塵性に優れ、回折光学素子の組立作業性を向上させることができる。更には2つの回折格子104と105を必ずしも密着させる必要はなく、空気層を隔てて2つの回折格子の層を配置しても良い。

## 【0081】

実施例1では、図13の基板2、図14の基板102を貼合せレンズを構成する少なくとも一方のレンズとし、そのレンズ面上に回折格子3(104、105)を設けている。例えば、図13に示すごとく回折格子3が単層のときは一方のレンズ面に回折格子を設ければよく、回折格子が2層以上の多層のときは貼合わせレンズの両方のレンズ面に回折格子を設けて位置合わせをしながら周辺部(有効径外)で接着すればよい。実施例1において、回折光学部が設けられている貼合せ面は球面であるが、平面でも良く、又回折格子が設けられるベース面を非球面にすれば、更に望遠端での球面収差やコマ収差の補正が良好に行うのが容易となる。

## 【0082】

これらの回折光学部の構成については後述する他の各実施例においても全く同様である。

## 【0083】

なお、上述のように回折光学部は少なくとも1層の位相型の回折格子によって構成されているので、実際には所定の厚みを持つことになるが、幾何光学的には無視できる程度の厚みなので、厚みを無視する場合には回折光学面(回折面)と呼ぶこともある。

## 【実施例 2】

## 【0084】

図4の実施例2では、広角端から望遠端へのズームングに際して、矢印に示すように第2レンズ群L2を像側に移動させて主たる変倍を行っている。第4レンズ群L4を像側に凸状の軌跡で移動させると同時に、第5レンズ群L5を物体側に凸状の軌跡で移動させる事で、変倍に伴う像面位置の変動を補正している。

## 【0085】

第5レンズ群L5をズームングに際して物体側に凸状の軌跡を有するように移動させることにより、第4レンズ群L4と第5レンズ群L5の間の空間の有効利用を図りレンズ全長の短縮化を効果的に達成している。

10

## 【0086】

第5レンズ群L5に関する曲線5a, 5b、直線5Cの技術的意味は実施例1と同じである。

## 【0087】

実施例2において、例えば望遠端において無限遠物体から近距離物体へのフォーカスは、第5レンズ群L5を前方に繰出すことによって行っているが、第4レンズ群L4を後方へ繰り込むことによって行っても良い。

## 【0088】

尚、実施例2では、第1レンズ群L1、第3レンズ群L3をズームング及びフォーカスのためには、移動させていないが、必要に応じて移動させても良い。また第3レンズ群L3を光軸と垂直な方向の成分を持つように移動させることで、手ブレ等に起因した撮影像のブレを安定化させるようにしても良い。

20

## 【0089】

実施例2において、第1レンズ群L1と第5レンズ群L5の構成は実施例1と同じである。

## 【実施例 3】

## 【0090】

図7の実施例3では、広角端から望遠端へのズームングに際して、矢印に示すように第2レンズ群L2を像側に移動させて、主たる変倍を行っている。第4レンズ群L4を非線形な軌跡で、そして第5レンズ群L5を物体側に凸状の軌跡で移動させて変倍に伴う像面位置の変動を補正している。

30

## 【0091】

第5レンズ群L5を光軸方向に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L5に関する曲線5a, 5b、直線5Cの技術的意味は実施例1と同じである。

## 【0092】

尚、実施例3では第1レンズ群L1、第3レンズ群L3はズームングのためには移動しないが必要に応じて移動させても良い。

## 【0093】

実施例3では第3レンズ群L3を光軸と垂直な方向の成分を持つように移動させることで、手ブレ等に起因した撮影像のブレを安定化させるようにしても良い。実施例3は実施例1、2と比較し、第3レンズ群L3と第5レンズ群L5の構成レンズ枚数を削減し、第3レンズ群L3による防振時の光学性能を確保している。

40

## 【0094】

ズームングに際して3つのレンズ群を移動させることで、全ズーム領域に渡って良好な光学性能を達成している。

## 【0095】

実施例3において第1レンズ群L1の構成は実施例1と同様である。

## 【0096】

又実施例3においても、第5レンズ群L5中に、異常分散性を有する正レンズLpを配

50

置して軸上色補正と倍率色収差をバランス良く補正している。

【実施例 4】

【0097】

図10の実施例4では、広角端から望遠端へのズーミングに際して、矢印に示すように第2レンズ群L2を像側に、第4レンズ群L4を物体側に凸状の軌跡で移動させている。

【0098】

また第4レンズ群L4を光軸方向に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変倍に伴う像面変動を補正するための移動軌跡である。このように第4レンズ群L4を物体側へ凸状の軌跡とすることで第3レンズ群L3と第4レンズ群L4との間の空気の有効利用を図り、レンズ全長の短縮化を効果的に達成している。

【0099】

又、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4cに示すように第4レンズ群L4を前方に繰り出すことで行っている。

【0100】

尚、実施例4では第1レンズ群L1、第3レンズ群L3はズーミングのためには移動しないが必要に応じて移動させても良い。

【0101】

また第3レンズ群L3を光軸と垂直な方向の成分を持つように移動させることで、手ブレ等に起因した撮影像のブレを安定化させるようにしても良い。

【0102】

実施例4では、このようなレンズ構成を採用することで、光学系の構成レンズ枚数を減らして全長をコンパクトにするとともに、全ズーム領域に渡って良好な光学性能を達成している。

【0103】

実施例4において、第1レンズ群L1の構成は実施例1と同じである。

【0104】

即ち負レンズG1と正レンズG2の貼合わせ面に光軸に対して回転対称な回折格子で構成される回折光学素子を設けている。

【0105】

又実施例4においては、第4レンズ群L4中に、異常分散性を有する正レンズLpを配置して軸上色収差をバランス良く補正している。

【0106】

以上のように、実施例1～4に示したズームレンズでは、第1レンズ群L1をメニスカス形状の負レンズと正レンズの貼合せレンズと物体側の面が凸でメニスカス形状の正レンズで構成し、貼合せレンズの貼合せ面に回折光学部を設け、それが透過波面に与える位相を適切に設定することで、第1レンズ群L1で発生する色収差を低減し、ズーム領域全域に渡って色収差を良好に補正している。

【0107】

例えば、第1レンズ群L1を正レンズのみで構成し、第1レンズ群L1中に回折光学部を設けても、d線とg線といった2波長のみの色収差を考えたときは色収差を抑えることができる。しかし、回折光学部は大きな異常分散性を有しているため、特に望遠端ではそれ以外の波長に対する色収差いわゆる2次スペクトルが大きくなってしまい、全可視波長範囲内で色収差を補正することができない。

【0108】

そこで本発明では、屈折系の色消し条件と回折光学部の色消し条件を最適に組み合わせることで、特に望遠端での2次スペクトルまで含めた全可視域において色収差を良好に補正して高い光学性能を得ている。

【0109】

10

20

30

40

50

本発明のズームレンズにおいて、第1レンズ群の色消し効果を回折光学部に分担させるには、回折による光学的パワーが正の値を持つことが望ましい。回折光学部の光学的パワーが負の値になってしまうと、通常の屈折光学系と発生する色収差の方向が同じになってしまい、回折光学部による色消し効果が出ず、光学系全域で十分な色収差の補正が行えない。

【0110】

また一般に、ズーム比10倍程度以上の高ズーム比を有するズームレンズでは、第1レンズ群に入射する光線の角度がズーム位置や画角によって大きく変化する。回折光学部への入射光線の角度が変動すると、回折効率が低下して色フレアーの原因となる。そこで、実施例1～4で示したズームレンズでは、回折光学部を設けるレンズ面の位置やその曲率半径を適切な値とし、又各レンズ群を適切に設定することで全ズーム域、全画角で高い回折効率が得られるようにしている。

10

【0111】

更に、回折光学部の領域を分割して、例えば中心領域と周辺領域で回折光学部への想定入射角を変えて領域ごとに回折格子の形状を最適化すると、回折光学部への入射角の変動による回折効率の低下を更に抑制することができる。特に実施例1～4で示したズームレンズの場合には、周辺領域での格子厚を中心領域より薄く設定するのが好ましい。

【0112】

以上の各実施例から明らかなように、本発明のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群と、ズーミングに際して光軸方向に移動する負の屈折力の第2レンズ群とその像側に配置された正の屈折力のレンズ群を含む後群を有することを基本構成としている。

20

【0113】

そして、この基本構成の基で、前述の如く、各レンズ群を構成して色収差を良好に補正し、高い光学性能を得ている。

【0114】

以下に本発明の数値実施例1～4を示す。各数値実施例において、 $i$ は物体側からの面の順序を示し、 $r_i$ は物体側より第 $i$ 番目の面の曲率半径、 $d_i$ は物体側より第 $i$ 番目と第 $i+1$ 番目の間隔、 $n_i$ と  $i$ は第 $i$ 番目の光学部材の屈折率とアッペ数である。 $f$ 、 $F$ 、 $2$  はそれぞれ無限遠物体に焦点を合わせたときの全系の焦点距離、 $F$ ナンバー、画角を表わしている。

30

【0115】

最後の2つの面は、フィルター等のガラスブロックである。

【0116】

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、 $R$ を近軸曲率半径、 $k$ を離心率、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ を各々非球面係数としたとき  

$$X = (1/R)H^2 / (1 + (1 - (1+k)(H/R)^2)^{1/2}) + BH^4 + CH^6 + DH^8$$
 なる式で表わしている。

【0117】

回折光学面（回折面）は前述の位相関数、

40

$$(h) = (2 / d) \cdot (C_2 \cdot h^2 + C_4 \cdot h^4 + \dots + C_{2 \cdot i} \cdot h^{2 \cdot i})$$

の位相係数を与えることで表している。

また、例えば「E-Z」の表示は「 $10^{-2}$ 」を意味する。

そして、前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表1に示す。

【0118】

【数 3】

[数值实施例 1]

f=7.4-84.2      F/2.5-3.6      2ω=73.2°-7.5°

r 1=	117.014	d 1=	3.30	n 1=	1.84666	v 1=	23.9
r 2=	67.954	d 2=	10.05	n 2=	1.58313	v 2=	59.4
r 3=	88605.750	d 3=	0.20				
r 4=	60.430	d 4=	5.60	n 3=	1.69680	v 3=	55.5
r 5=	142.262	d 5=	可变□				
r 6=	77.329	d 6=	1.50	n 4=	1.83481	v 4=	42.7
r 7=	12.497	d 7=	7.80				
r 8=	-71.361	d 8=	1.10	n 5=	1.77250	v 5=	49.6
r 9=	36.361	d 9=	0.70				
r10=	22.203	d10=	4.40	n 6=	1.84666	v 6=	23.9
r11=	-112.205	d11=	1.10	n 7=	1.83481	v 7=	42.7
r12=	52.863	d12=	可变□				
r13=	絞り	d13=	可变□				
r14=	57.241	d14=	2.60	n 8=	1.69680	v 8=	55.5
r15=	-34.175	d15=	0.50				
r16=	51.161	d16=	3.40	n 9=	1.60311	v 9=	60.6
r17=	-17.579	d17=	0.80	n10=	1.84666	v10=	23.9
r18=	-55.240	d18=	可变□				
r19=	-17.833	d19=	2.50	n11=	1.68893	v11=	31.1
r20=	-11.454	d20=	1.00	n12=	1.51633	v12=	64.1
r21=	76.358	d21=	可变□				
r22=	19.185	d22=	4.00	n13=	1.69680	v13=	55.5
r23=	-40.169	d23=	0.20				
r24=	17.351	d24=	4.60	n14=	1.49700	v14=	81.5
r25=	-18.487	d25=	0.80	n15=	1.80610	v15=	33.3
r26=	14.733	d26=	1.30				
r27=	178.936	d27=	2.40	n16=	1.58313	v16=	59.4
r28=	-46.409	d28=	3.70				
r29=	∞	d29=	3.50	n17=	1.51633	v17=	64.2
r30=	∞						

10

20

焦点距離□			
可变間隔□	7.40	24.97	84.17
d 5	1.00	34.84	61.86
d 12	38.56	14.15	1.80
d 13	2.85	2.85	2.85
d 18	1.59	9.55	12.04
d 21	12.00	9.09	5.54

30

非球面

(第 19 面) k=8.99200E-1    B=2.62797E-5    C=3.09437E-7    D=-5.07043E-9

(第 28 面) k=-42.9980    B=6.28356E-5    C=1.39198E-6    D=-1.14535E-8

回折光学面

(第 2 面) C2=-5.33758E-5    C4= 7.48487E-9

【 0 1 1 9 】

【数4】

[数值实施例2]

	$f=9.2-100.0$	$F/2.8-3.6$	$2\omega=62.0^{\circ}-6.3^{\circ}$	
r 1=	97.425	d 1= 2.20	n 1=1.84666	v 1= 23.8
r 2=	51.790	d 2= 7.70	n 2=1.58313	v 2= 59.4
r 3=	-337.801	d 3= 0.20		
r 4=	39.622	d 4= 4.50	n 3=1.69680	v 3= 55.5
r 5=	93.620	d 5=可变□		
r 6=	84.813	d 6= 1.30	n 4=1.83481	v 4= 42.7
r 7=	11.452	d 7= 6.40		
r 8=	-47.912	d 8= 1.00	n 5=1.69680	v 5= 55.5
r 9=	83.540	d 9= 0.68		
r10=	19.644	d10= 4.20	n 6=1.84666	v 6= 23.8
r11=	-240.877	d11= 0.95	n 7=1.83481	v 7= 42.7
r12=	29.620	d12=可变□		
r13=	絞り	d13=可变□		
r14=	65.082	d14= 2.60	n 8=1.69680	v 8= 55.5
r15=	-74.312	d15= 0.50		
r16=	102.862	d16= 3.40	n 9=1.60311	v 9= 60.6
r17=	-20.549	d17= 0.75	n10=1.84666	v10= 23.8
r18=	-41.507	d18=可变□		
r19=	-27.312	d19= 2.50	n11=1.68893	v11= 31.1
r20=	-18.177	d20= 0.90	n12=1.51633	v12= 64.1
r21=	137.391	d21=可变□		
r22=	21.569	d22= 4.20	n13=1.69680	v13= 55.5
r23=	-45.146	d23= 0.20		
r24=	24.087	d24= 4.20	n14=1.49700	v14= 81.5
r25=	-20.564	d25= 0.80	n15=1.80610	v15= 33.3
r26=	24.009	d26= 1.20		
r27=	-100.664	d27= 2.10	n16=1.58313	v16= 59.4
r28=	-41.983	d28= 5.00		
r29=	$\infty$	d29= 3.50	n17=1.51633	v17= 64.2
r30=	$\infty$			

10

20

焦点距離□			
可变間隔□	9.15	30.30	100.07
d 5	1.00	23.24	38.00
d 12	38.86	16.62	1.86
d 13	2.86	2.86	2.86
d 18	3.57	9.60	13.20
d 21	16.49	7.14	10.93

30

非球面

(第19面)  $k=-2.92775$      $B=-1.87712E-5$      $C=-1.54444E-8$      $D=2.72154E-10$

(第28面)  $k=-14.7336$      $B=1.93355E-5$      $C=6.38056E-8$      $D=-5.57371E-10$

回折光学面

(第2面)  $C2=-7.76394E-5$      $C4= 2.14038E-8$

【0120】

40

【数5】

[数值实例3]

	f=9.2-80.0	F/2.8-3.6	2ω=62.0°-7.9°	
r 1=	115.646	d 1= 2.20	n 1=1.84666	v 1= 23.8
r 2=	59.742	d 2= 7.30	n 2=1.58313	v 2= 59.4
r 3=	-248.933	d 3= 0.20		
r 4=	41.203	d 4= 4.50	n 3=1.69680	v 3= 55.5
r 5=	85.467	d 5=可变□		
r 6=	71.824	d 6= 1.30	n 4=1.83481	v 4= 42.7
r 7=	12.220	d 7= 7.40		
r 8=	-35.861	d 8= 1.00	n 5=1.69680	v 5= 55.5
r 9=	119.468	d 9= 0.68		
r10=	27.704	d10= 4.20	n 6=1.84666	v 6= 23.8
r11=	-112.122	d11= 0.95	n 7=1.83481	v 7= 42.7
r12=	81.449	d12=可变□		
r13=	絞り	d13=可变□		
r14=	33.122	d14= 4.00	n 8=1.69680	v 8= 55.5
r15=	-18.085	d15= 0.75	n 9=1.84666	v 9= 23.8
r16=	-42.262	d16=可变□		
r17=	-54.422	d17= 2.20	n10=1.68893	v10= 31.1
r18=	-20.627	d18= 0.90	n11=1.51633	v11= 64.1
r19=	61.442	d19=可变□		
r20=	18.551	d20= 4.00	n12=1.69680	v12= 55.5
r21=	-27.787	d21= 0.20		
r22=	22.967	d22= 4.00	n13=1.49700	v13= 81.5
r23=	-15.154	d23= 0.80	n14=1.80610	v14= 33.3
r24=	14.939	d24= 3.00		
r25=	∞	d25= 3.50	n15=1.51633	v15= 64.2
r26=	∞			

10

20

焦点距離□			
可变間隔□	9.15	27.04	79.99
d 5	1.00	24.83	42.02
d 12	42.88	19.05	1.86
d 13	2.86	2.86	2.86
d 16	5.01	7.22	3.06
d 19	9.72	4.60	12.95

30

非球面

(第14面) k= 2.61606E-1 B=-1.48069E-5 C= 1.48880E-7 D=-4.37835E-9

(第20面) k=-2.22282 B= 1.49499E-5 C=-2.31194E-8 D=-3.35305E-10

回折光学面

(第2面) C2= 8.05918E-5 C4= 3.14820E-8

【0 1 2 1】

【数 6】

[数值实施例 4]

	$f=7.7-76.0$	$F/2.8-4.0$	$2\omega=71.1^{\circ}-8.3^{\circ}$	
r 1=	64.596	d 1= 2.00	n 1=1.84666	v 1= 23.9
r 2=	39.414	d 2= 7.10	n 2=1.60311	v 2= 60.7
r 3=	2248.791	d 3= 0.20		
r 4=	37.531	d 4= 4.20	n 3=1.69680	v 3= 55.5
r 5=	100.107	d 5=可变□		
r 6=	54.492	d 6= 1.00	n 4=1.83400	v 4= 37.2
r 7=	8.639	d 7= 5.00		
r 8=	-24.999	d 8= 0.90	n 5=1.74400	v 5= 44.8
r 9=	398.607	d 9= 0.45		
r10=	16.137	d10= 3.30	n 6=1.84666	v 6= 23.9
r11=	-63.799	d11= 0.70	n 7=1.66672	v 7= 48.3
r12=	20.892	d12=可变□		
r13=	絞り	d13= 2.70		
r14=	14.535	d14= 2.80	n 8=1.58313	v 8= 59.4
r15=	52.821	d15= 3.48		
r16=	43.730	d16= 0.75	n 9=1.76182	v 9= 26.5
r17=	17.234	d17= 0.58		
r18=	39.522	d18= 2.40	n10=1.51633	v10= 64.1
r19=	-24.141	d19=可变□		
r20=	15.727	d20= 2.60	n11=1.77250	v11= 49.6
r21=	726.830	d21= 0.60	n12=1.84666	v12= 23.8
r22=	24.662	d22= 2.00		
r23=	135.404	d23= 2.80	n13=1.49700	v13= 81.5
r24=	-45.268	d24=可变□		
r25=	$\infty$	d25= 3.10	n14=1.51633	v14= 64.1
r26=	$\infty$			

10

20

焦点距離□			
可变间隔□	7.70	24.19	76.05
d 5	0.90	20.86	32.34
d 12	33.30	13.33	1.86
d 19	14.47	9.04	13.39
d 24	5.00	10.44	6.08

30

非球面

(第 14 面)  $k=-5.61521$      $B= 1.87360E-4$      $C=-1.86775E-6$      $D= 1.48225E-8$

(第 24 面)  $k=-63.5658$      $B=-3.19215E-5$      $C= 8.78270E-7$      $D=-6.60232E-9$

回折光学面

(第 2 面)  $C2=-9.44391E-5$      $C4= 1.02953E-8$

【 0 1 2 2 】



【表 1】

[表 1]

条件式		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
1	$\nu_p \cdot \theta_{gF}$	43.9	43.9	43.9	43.9
2	$\phi D / \phi_p$	2.0E-03	3.6E-03	2.7E-03	5.5E-03
3	$\phi D / \phi_1$	1.1E-02	9.8E-03	1.1E-02	9.5E-03
4	$\phi_1 \cdot fT$	0.85	1.58	1.15	1.49
5	$\phi_p / \phi_5$	1.30	1.22	1.98	—

10

## 【0123】

各実施例では、高ズーム比でありながらコンパクトで、かつ色収差が良好に補正されたデジタルカメラ、ビデオカメラに対応可能な高性能なズームレンズを達成している。

## 【0124】

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カメラ（撮像装置）の実施例を図15を用いて説明する。

## 【0125】

図15において、20はデジタルカメラ本体、21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、22は撮影光学系21によって被写体像を受光するCCD等の固体撮像素子（光電変換素子）、23は撮像素子22が受光した被写体像に対応する情報を記録するメモリ、24は不図示の表示素子に表示された被写体像を観察する為のファインダーである。

20

## 【0126】

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22上に形成された被写体像が表示される。

## 【0127】

このように本発明のズームレンズをデジタ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を実現している。

30

## 【0128】

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）の実施形態を図16を用いて説明する。

## 【0129】

図16において10はビデオカメラ本体、11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等の固体撮像素子、13は撮像素子12が受光した被写体像に対応する情報を記録するメモリ、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為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。

40

## 【0130】

このように本発明のズームレンズをビデオカメラ等の光学素子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。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0131】

【図1】数値実施例1のレンズ断面図

【図2】数値実施例1の広角端の収差図

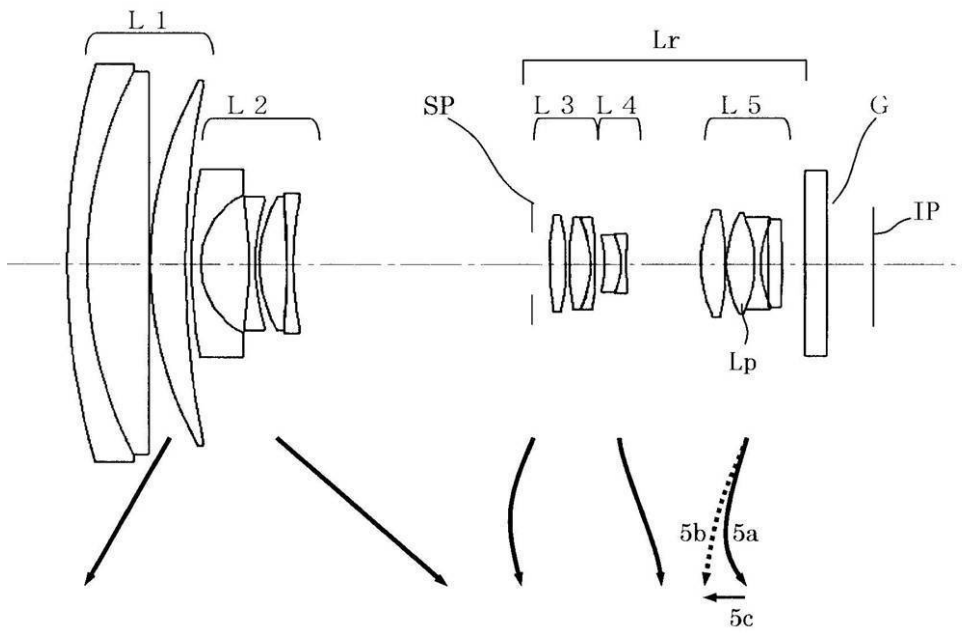
【図3】数値実施例1の望遠端の収差図

【図4】数値実施例2のレンズ断面図

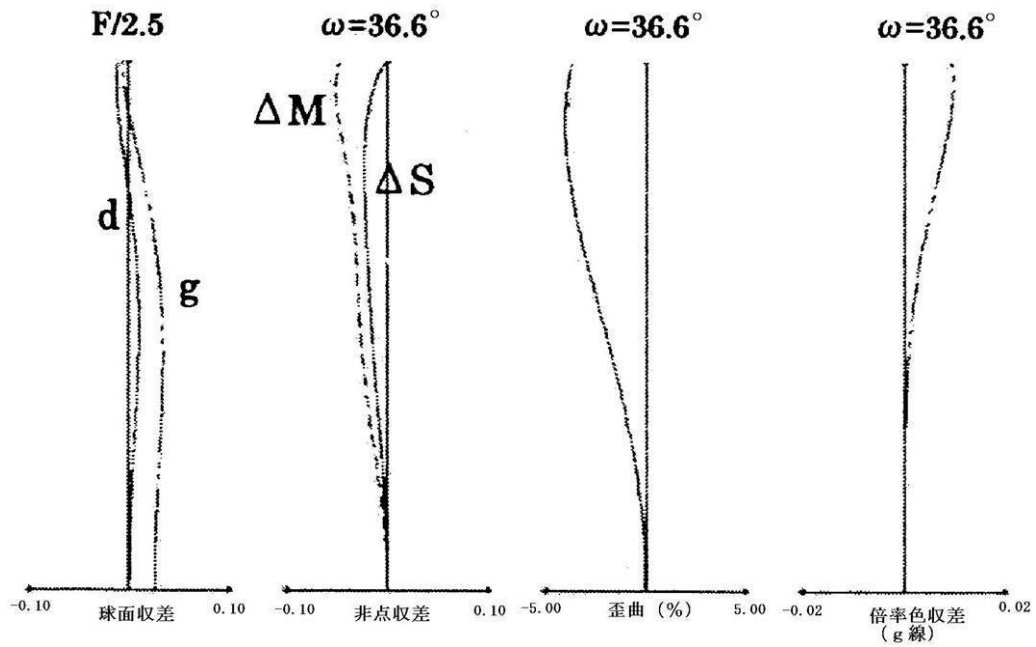
50

【図 5】数値実施例 2 の広角端の収差図	
【図 6】数値実施例 2 の望遠端の収差図	
【図 7】数値実施例 3 のレンズ断面図	
【図 8】数値実施例 3 の広角端の収差図	
【図 9】数値実施例 3 の望遠端の収差図	
【図 10】数値実施例 4 のレンズ断面図	
【図 11】数値実施例 4 の広角端の収差図	
【図 12】数値実施例 4 の望遠端の収差図	
【図 13】本発明に係る回折光学素子の説明図	
【図 14】本発明に係る回折光学素子の説明図	10
【図 15】本発明のズームレンズをデジタルカメラに適用したときの概略図	
【図 16】本発明のズームレンズをビデオカメラに適用したときの概略図	
【符号の説明】	
【 0 1 3 2 】	
L 1 ... 第 1 レンズ群	
L 2 ... 第 2 レンズ群	
L 3 ... 第 3 レンズ群	
L 4 ... 第 4 レンズ群	
L 5 ... 第 5 レンズ群	
L r ... 後群	20
S P ... 絞り	
I P ... 像面	
d ... d 線	
g ... g 線	
C ... C 線	
F ... F 線	
M ... メリディオナル像面	
S ... サジタル像面	
G ... ガラスブロック	

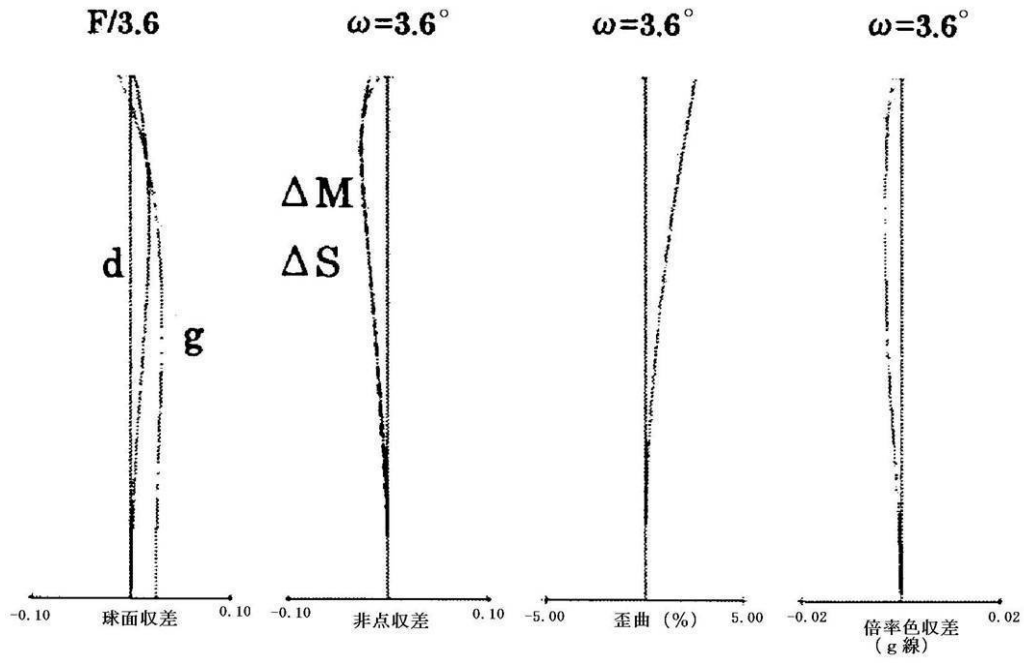
【 図 1 】



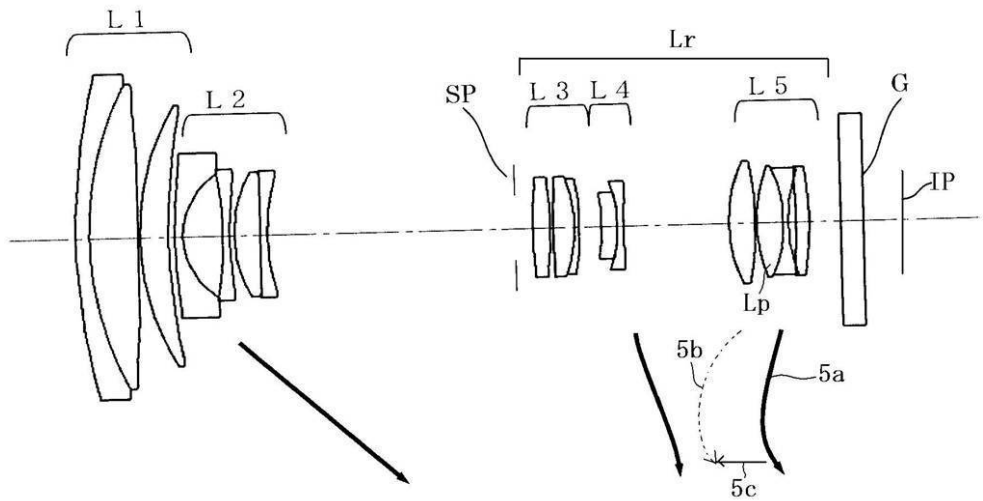
【 図 2 】



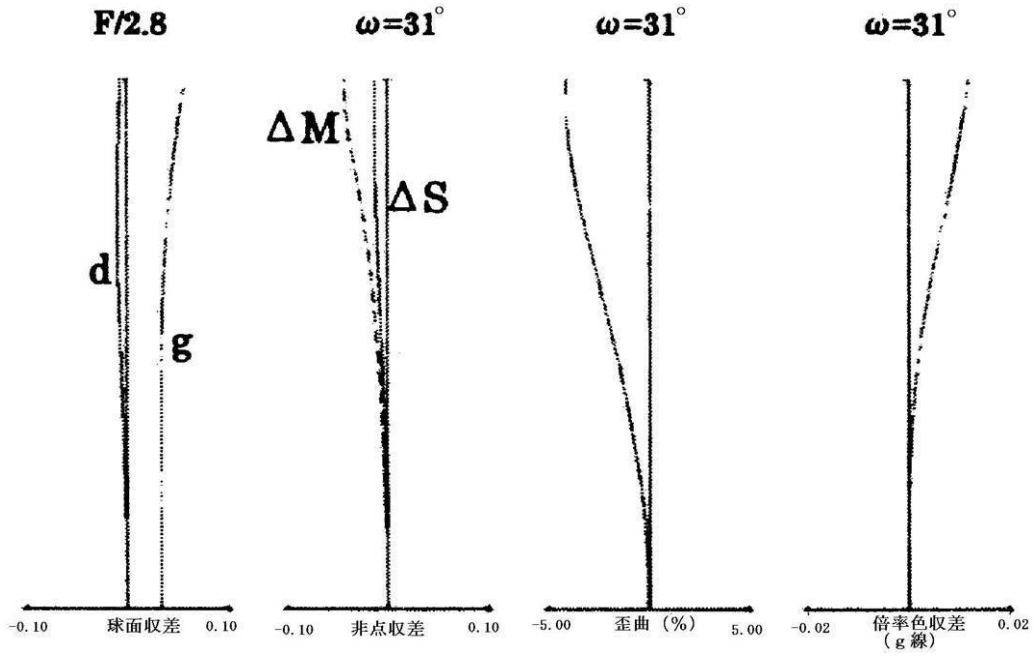
【 図 3 】



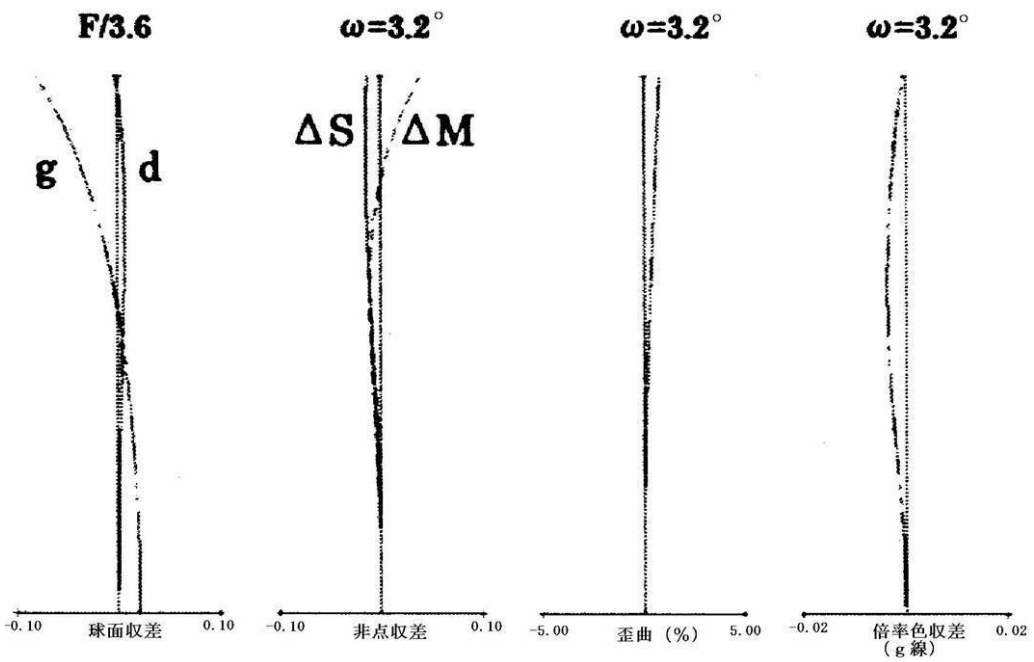
【 図 4 】



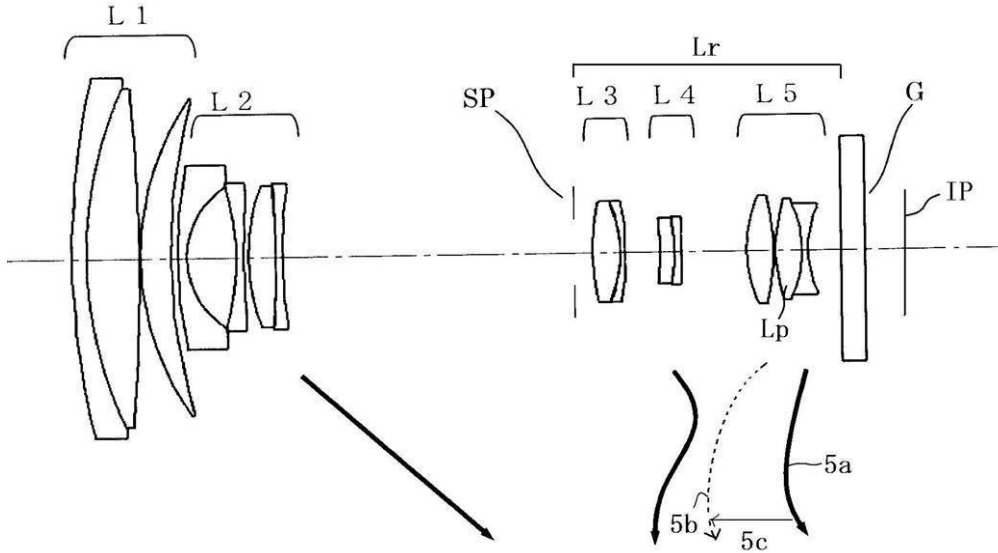
【 図 5 】



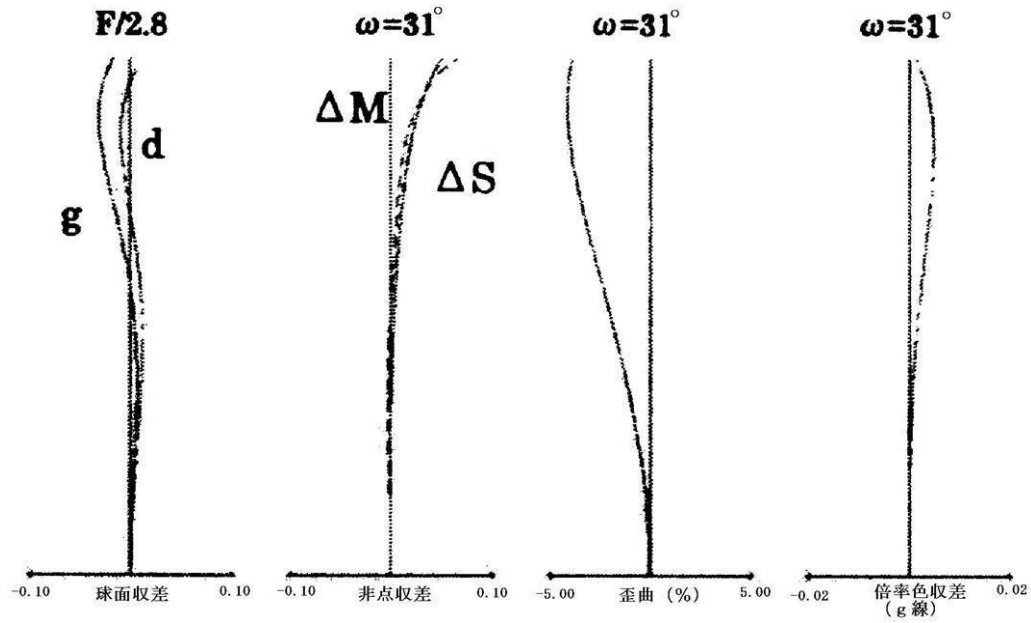
【 図 6 】



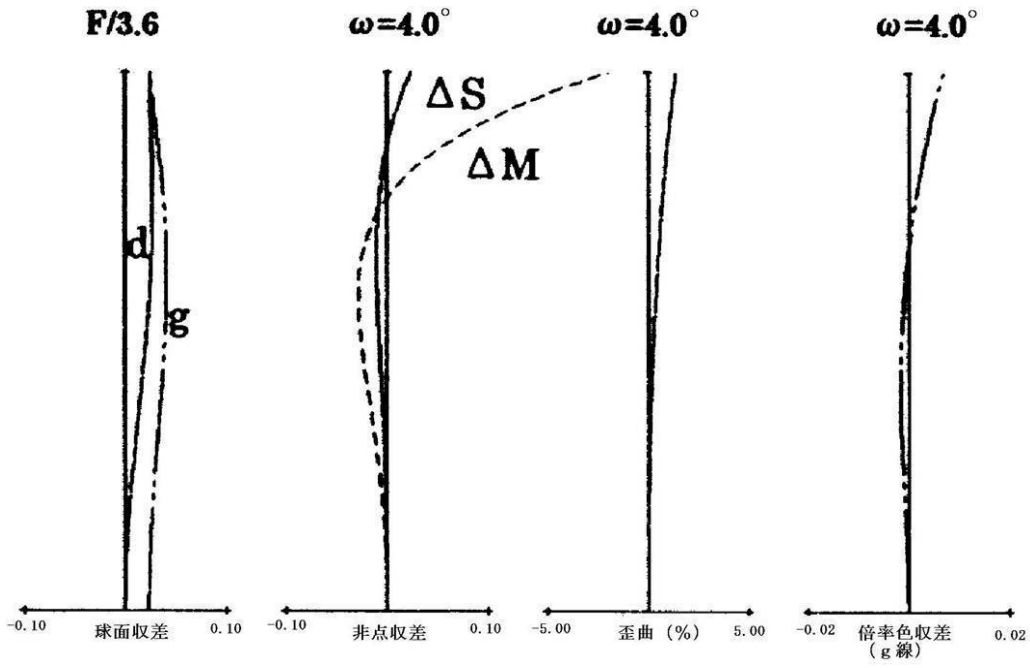
【図7】



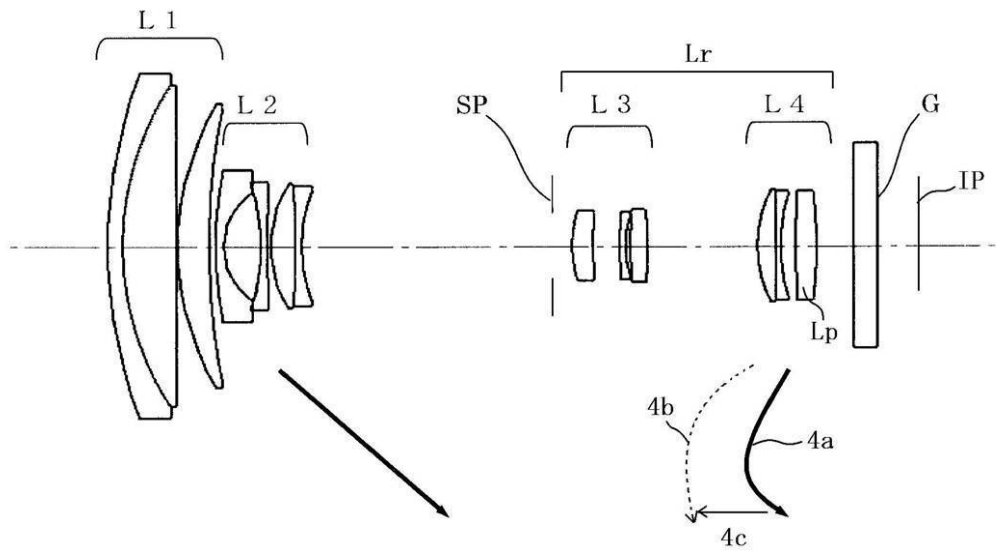
【図8】



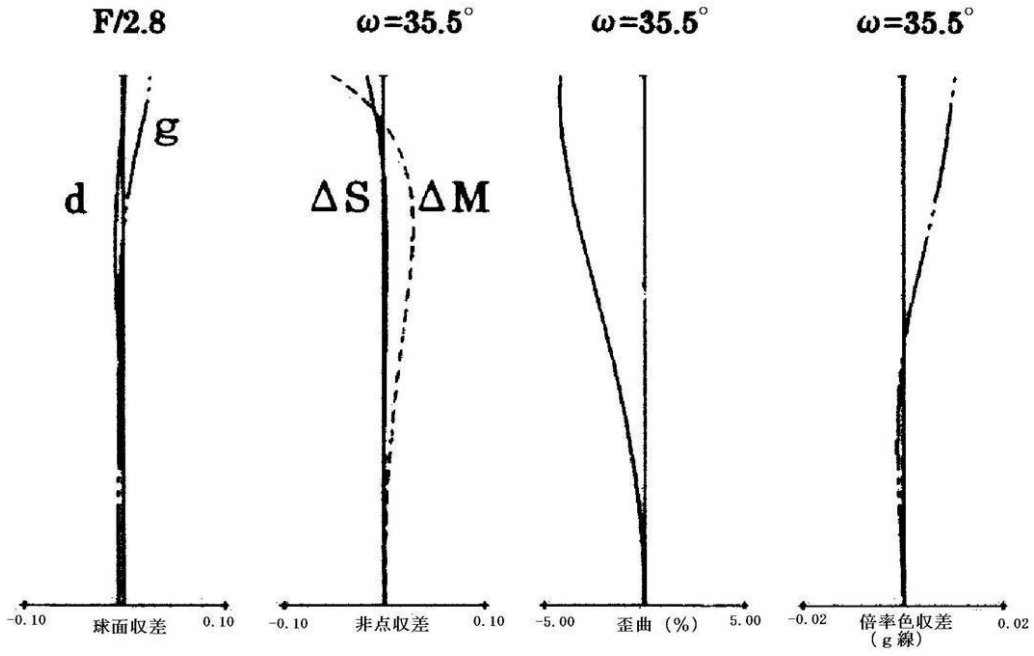
【 図 9 】



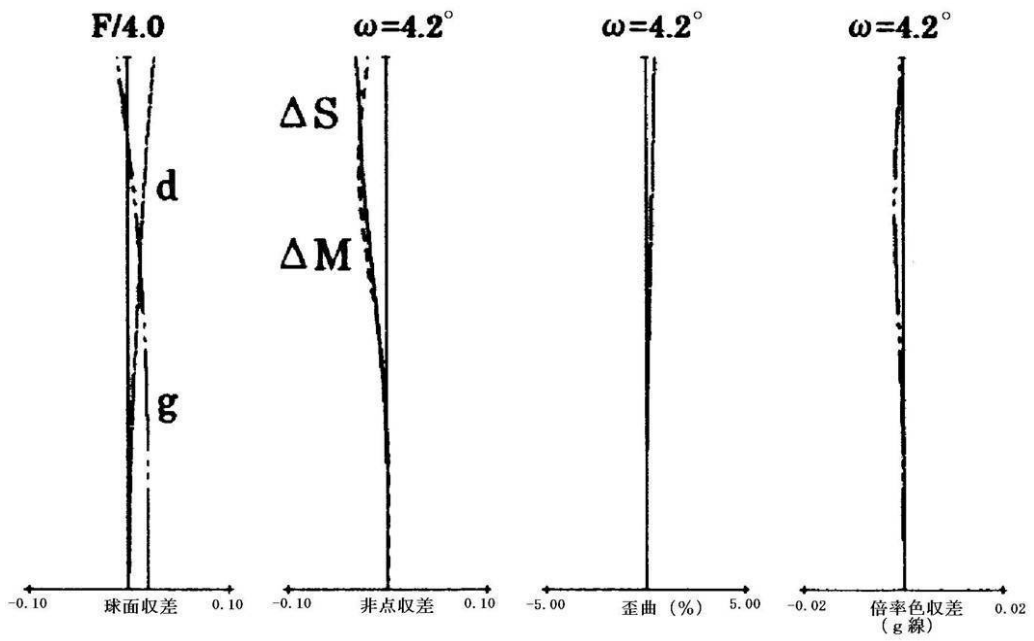
【 図 10 】



【 図 1 1 】

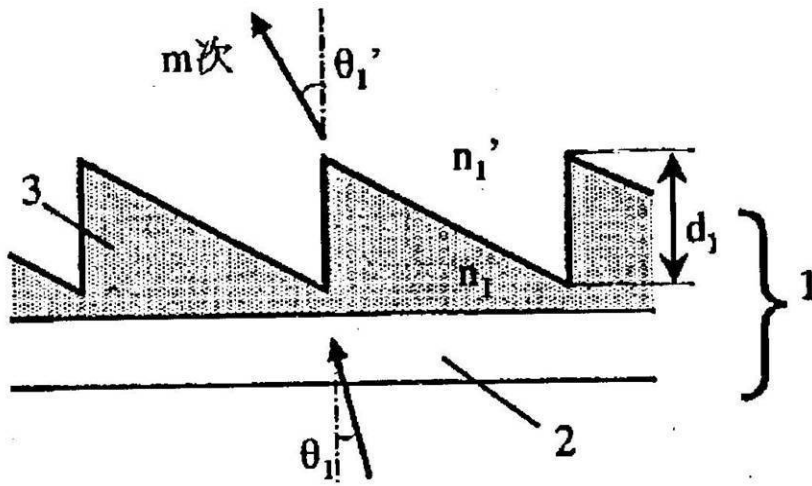


【 図 1 2 】

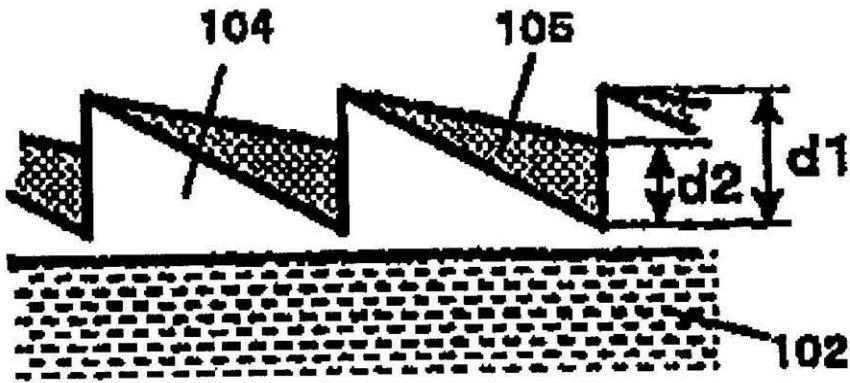




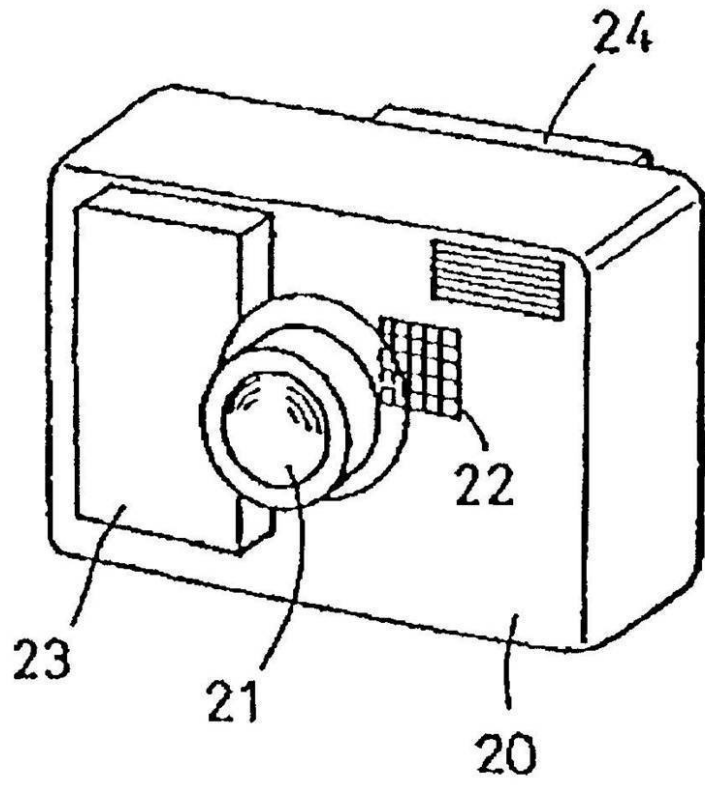
【図13】



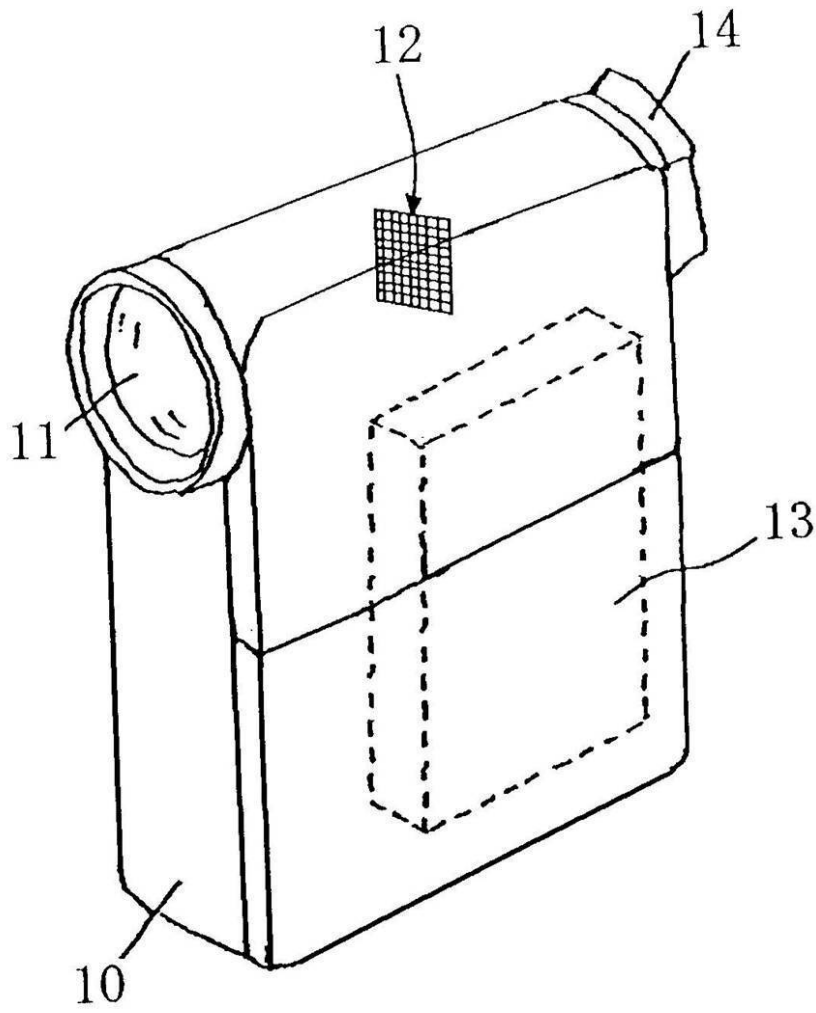
【図14】



【図15】



【図16】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004 - 126396 (JP, A)  
特開2000 - 121940 (JP, A)  
特開2003 - 215452 (JP, A)  
特開2003 - 255228 (JP, A)  
特開2003 - 241091 (JP, A)  
特開2004 - 258239 (JP, A)  
特開2003 - 287678 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 15/20  
G02B 15/16