

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-78964  
(P2006-78964A)

(43) 公開日 平成18年3月23日(2006.3.23)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G02B 15/20 (2006.01)</b>	G02B 15/20	2H087
<b>G02B 13/18 (2006.01)</b>	G02B 13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2004-265375 (P2004-265375)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成16年9月13日(2004.9.13)	(74) 代理人	100086818 弁理士 高梨 幸雄
		(72) 発明者	浜野 博之 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【要約】

【課題】レンズ系全体を小型化し、ズーム範囲全体にわたり高い光学性能を有したズームレンズを得ること。

【解決手段】物体側より像側へ順に、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、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を有し、ズーミングに際して、各レンズ群が移動するズームレンズにおいて、第5レンズ群L5が、アッベ数を  $d$ 、部分分散比を  $gf$  とするとき、

$$d > 7.5$$

$$0.53 < gf < 0.545$$

なる条件を満足する正レンズを有し、

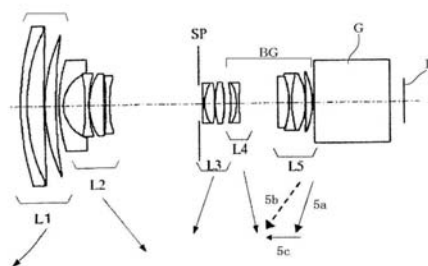
全系の広角端と望遠端における焦点距離を各々  $f_w$ 、 $f_t$ 、第2レンズ群L2の焦点距離を  $f_2$  とするとき、

$$1.1 < |f_2 / f_w| < 1.8$$

$$f_t / f_w > 4.0$$

なる条件を満足する。

【選択図】図1



## 【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、後群を有し、該後群は 1 以上のレンズ群を有し、かつ最も像側のレンズ群が正の屈折力のレンズ群であり、ズーミングに際して、該第 1 ~ 第 3 レンズ群がそれぞれ移動するズームレンズにおいて、

該後群中の最も像側のレンズ群は、アッベ数を  $d$ 、部分分散比を  $g f$  とするとき、

$$d > 7.5$$

$$0.53 < g f < 0.545$$

なる条件を満足する正レンズを有し、

全系の広角端と望遠端における焦点距離を各々  $f_w$ 、 $f_t$ 、該第 2 レンズ群の焦点距離を  $f_2$  とするとき、

$$1.1 < |f_2 / f_w| < 1.8$$

$$f_t / f_w > 4.0$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

10

## 【請求項 2】

前記後群は、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群で構成されることを特徴とする請求項 1 のズームレンズ。

## 【請求項 3】

前記後群は、正の屈折力の第 4 レンズ群で構成されることを特徴とする請求項 1 のズームレンズ。

20

## 【請求項 4】

ズーミングに際し、前記第 2 レンズ群は、広角端に比べ望遠端で像側に位置し、前記第 3 レンズ群は、広角端に比べ望遠端で物体側に位置するように移動することを特徴とする請求項 1、2 又は 3 のズームレンズ。

## 【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 3 レンズ群の光軸方向の最大の移動量を  $M_3$  とするとき、

$$0.1 < |M_3| / f_w < 1.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項のズームレンズ。

30

## 【請求項 6】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第 1 レンズ群の光軸方向の最大移動量を  $M_1$  とするとき、

$$1.1 < |M_1| / f_w < 2.5$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項のズームレンズ。

## 【請求項 7】

前記後群中の最も像側のレンズ群は、フォーカスに際して移動するレンズ群であることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項のズームレンズ。

## 【請求項 8】

ズーミングに際して前記第 3 レンズ群と一体的に移動する開口絞りを有することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項のズームレンズ。

40

## 【請求項 9】

前記後群中の最も像側のレンズ群の焦点距離を  $f_R$  とするとき、

$$2.0 < f_R / f_w < 4.8$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項のズームレンズ。

## 【請求項 10】

固体撮像素子上に像を形成するための光学系であることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

## 【請求項 11】

請求項 1 から 10 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

50

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、例えばビデオカメラやデジタルスチルカメラ等の固体撮像素子を用いた撮像装置に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

最近、ホームビデオカメラ等の小型軽量化に伴い、撮像用のズームレンズの小型化にも目覚ましい進歩が見られ、特にレンズ全長の短縮化や前玉径の小型化、レンズ構成の簡略化に力が注がれている。

10

【0003】

これらの目的を達成する1つの手段として、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。

【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る。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フォーカスを行っているので、レンズ群の駆動力が小さくて済み迅速な焦点合わせができる等の特徴がある。

20

【0005】

リアフォーカス式のズームレンズとして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う像面変動の補償とフォーカスを行うズームレンズが知られている（特許文献1，2）。

【0006】

一方、撮像装置として、CCD等の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等のカメラでは、レンズ最後部と撮像素子との間に、ローパスフィルター、色補正フィルターが配置されている。

30

【0007】

それ以外にもカメラの仕様により3CCD用の色分解プリズム、TTLファインダー系に光束を分岐させる為のプリズムなどの各種光学部材も配置される。特に色分解プリズムや光路分割プリズムを用いる光学系では、比較的バックフォーカスの長い撮影レンズ系が要求されている。

【0008】

一般にビデオカメラ等のCCDを用いた撮像装置に、使用されるズームレンズとして、最も物体側の第1レンズ群がズミング中固定された、正、負、正、正の屈折力のレンズ群より成り、バックフォーカスの長い4群ズームレンズが知られている（特許文献3）。

【0009】

また撮像素子の高画素化に伴って色収差を良好に補正したズームレンズが要望されている。色収差特に、2次スペクトルの補正には異常分散性を有する硝材を使用するのが効果的であり、それらに関するズームレンズが知られている（特許文献4）。

40

【0010】

特許文献4では、物体側より像側へ順に、正、負、負、正、負、正の屈折力のレンズ群より成る6群ズームレンズにおいて、最も物体側のレンズ群に異常分散硝材より成るレンズを使用することで望遠端のズーム位置付近での軸上色収差を補正し、又最も像面側のレンズ群に異常分散硝材より成るレンズを用いることで広角端のズーム位置における倍率色収差を補正している。

【特許文献1】特開平7-270684号公報

50

【特許文献2】特開平11-305124号公報

【特許文献3】特開平6-51199号公報等

【特許文献4】特開2002-62478号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

前述の4群ズームレンズにおいてズームングの際に、第1レンズ群が固定のズームレンズは、変倍作用を主に第2レンズ群の移動により行っている。このため、第1レンズ群と第3レンズ群の間隔は第2レンズ群で所望の変倍を行うために必要な移動ストローク以上を確保する必要がある。

10

【0012】

このようなレンズ構成では第3レンズ群の近傍に配置された開口絞りと第1レンズ群の間隔を短縮するのが困難なため、特に大型の固体撮像素子を用いた場合にはレンズ全長が長くなり、又、前玉径が大型化してくる。特にレンズ系を広角化した場合、前玉径の増加が著しくなるという問題があった。

【0013】

また特許文献4はレンズ群が全体として6つあるため、ズームングのためのメカ構造が複雑になる傾向がある。

【0014】

本発明は、レンズ系全体を小型化し、ズーム範囲全体にわたり高い光学性能を有した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。

20

【課題を解決するための手段】

【0015】

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、後群を有し、後群は1以上のレンズ群を有し、かつ最も像側のレンズ群が正の屈折力のレンズ群であり、ズームングに際して、第1～第3レンズ群がそれぞれ移動するズームレンズである。

【0016】

このようなズームレンズにおいて、後群に含まれる最も像側のレンズ群が、アッペ数を  $d$ 、部分分散比を  $g f$  とするとき、

30

$$d > 7.5$$

$$0.53 < g f < 0.545$$

なる条件を満足する正レンズを有し、

また、全系の広角端と望遠端における焦点距離を各々  $f_w$ 、 $f_t$ 、第2レンズ群の焦点距離を  $f_2$  とするとき、

$$1.1 < |f_2 / f_w| < 1.8$$

$$f_t / f_w > 4.0$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0017】

なお、アッペ数  $d$  と部分分散比  $g f$  は、 $g$  線、 $d$  線、 $F$  線、 $C$  線に対するその材料の屈折率を各々  $N_g$ 、 $N_d$ 、 $N_F$ 、 $N_C$  とするとき、

40

【0018】

【数1】

$$\nu_d = \frac{N_d - 1}{N_F - N_C}$$

$$\theta_{g f} = \frac{N_g - N_F}{N_F - N_C}$$

【0019】

50

で定義される値である。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、レンズ系全体を小型化し、ズーム範囲全体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。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

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。

【0022】

図1は、本発明の実施例1のズームレンズのレンズ断面図、図2～図4は本発明の実施例1のズームレンズの広角端、中間焦点距離、望遠端における収差図である。 10

【0023】

図5～図7は本発明の実施例2のズームレンズの広角端、中間焦点距離、望遠端における収差図である。

【0024】

尚、実施例2のズームレンズのレンズ断面図は図1と略同じであるので省略している。

【0025】

図8は本発明の実施例3のレンズ断面図、図9～図11は本発明の実施例3のズームレンズの広角端、中間焦点距離、望遠端における収差図である。

【0026】

尚、収差図において、 $d$ 、 $g$ は $d$ 線及び $g$ 線、 $M$ 、 $S$ はメリジオナル像面、サジタル像面、倍率色収差は $g$ 線によって表している。 20

【0027】

図12は本発明の撮像装置の概略図である。

【0028】

まず図1の実施例1について説明する。尚、実施例2は実施例1と略同様である。

【0029】

図1のレンズ断面図において、 $L1$ は正の屈折力の第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。第4レンズ群 $L4$ と第5レンズ群 $L5$ は後群BGを構成している。 $SP$ は開口絞りであり、第3レンズ群 $L3$ の前方(物体側)に位置し、ズームングに際して、第3レンズ群 $L3$ とともに移動している。 30

【0030】

尚、開口絞り $SP$ は、第3レンズ群 $L3$ 中又は第3レンズ群 $L3$ の後方(像側)に配置しても良い。

【0031】

$G$ は光学フィルター、フェースプレート等に相当し、設計上設けられた光学ブロックである。 $IP$ は像面であり、 $CCD$ センサや $CMOS$ センサ等の固体撮像素子(光電変換素子)の撮像面が位置している。

【0032】

実施例1では、広角端から望遠端へのズームングに際して矢印のように、開口絞り $SP$ と各レンズ群 $L1$ ～ $L5$ を移動させている。 40

【0033】

尚、広角端と望遠端とは変倍用のレンズ群(第2レンズ群 $L2$ )が機構上、光軸方向に移動可能な範囲の両端に位置した時のズーム位置をいう。

【0034】

実施例1では、広角端から望遠端へのズームングに際して、第1レンズ群 $L1$ を物体側へ、第2レンズ群 $L2$ を像側へ移動させている。又、第3レンズ群 $L3$ を開口絞り $SP$ と一体的に移動させている。第4レンズ群 $L4$ を像側へ、第5レンズ群を物体側へ移動させている。 50

## 【0035】

実施例1では、第5レンズ群L5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。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同図矢印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。第5レンズ群L5の実線の曲線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際の像面変動を補正するための移動軌跡を示している。

## 【0036】

実施例1では、軽量の第5レンズ群L5をフォーカスに用いることで迅速な自動焦点検出を容易にしている。

10

## 【0037】

なお、実施例2のズームレンズもズーム動作やレンズ構成等の基本構成は図1の実施例1と同じである。

## 【0038】

実施例1では第5レンズ群L5をフォーカスのために用いることで無限遠物体から数cmの至近距離物体まで連続的にフォーカスを行うことを可能としている。

## 【0039】

ズームングに際して第1レンズ群L1と第3レンズ群L3を物体側へ、第4レンズ群L4を像側へ移動させる事で変倍に必要な第2レンズ群L2の移動量を小さくすることができて第1レンズ群L1と絞りSPまでの距離を短縮することができる。これによって前玉径の小型化を達成している。

20

## 【0040】

また実施例1では、ズームングに際して開口絞りSPを第3レンズ群L3と一体で移動させることでメカ構造の簡素化を図っている。

## 【0041】

実施例1の第1レンズ群L1は、物体側から像側に順に、像側が凹面でメニスカス形状の負レンズと正レンズの貼合せレンズ、物体側が凸面でメニスカス形状の正レンズで構成している。

## 【0042】

第1レンズ群L1に負レンズを配置することで、特に、望遠側のズーム位置で発生する球面収差やコマ収差、軸上色収差等を良好に補正している。

30

## 【0043】

第2レンズ群L2は、物体側から像側に順に、像側が凹面でメニスカス形状の負レンズ、両レンズ面が凹形状の負レンズ、物体側の面が凸形状の正レンズ、そして両レンズ面が凹形状の負レンズで構成している。

## 【0044】

特に像側に負レンズを配置する構成とすることで、第2レンズ群L2の非対称性を緩めて主点の色収差の色消し効果を高めることでズームングに伴う色収差の変動を低減している。第2レンズ群L2の面に非球面形状を導入すると広角端のズーム位置での歪曲収差と中間領域のズーム位置でのコマ収差を更に良好に補正することができる。

40

## 【0045】

第3レンズ群L3は、物体側から像側に順に、像側が凹面でメニスカス形状の負レンズと正レンズの貼合せレンズ、正レンズで構成している。

## 【0046】

第3レンズ群L3を負の屈折力のレンズが先行する負先行型のレトロフォーカス型のレンズ配置とすることで十分長いバックフォーカスを確保し、プリズム等の光学部品の挿入を可能としている。

## 【0047】

また、第3レンズ群L3の正レンズ成分を二つ以上に分割することで、大口径としながら球面収差の発生を抑制している。第3レンズ群L3の面に非球面形状を導入すれば更に

50

球面収差を補正することができて、更なる大口径化も容易となる。

【0048】

第4レンズ群L4は、物体側から像側に順に、像側の面が凸形状の正レンズと両レンズ面が凹形状の負レンズで構成している。

【0049】

正レンズを有する構成とすることでズーミングに伴う軸上色収差や球面収差の変動を良好に補正している。第4レンズ群L4の面に非球面形状を導入すれば更に球面収差の変動を改善することができて大口径化も容易となる。

【0050】

第5レンズ群L5は物体側から像側に順に、像側の面が凸形状の正レンズと、両レンズ面が凹形状の負レンズと、両レンズ面が凸形状の正レンズからなる貼合せレンズ、そして正レンズで構成している。

10

【0051】

特に最も物体側の正レンズの面を非球面形状とすることで、非点収差を良好に補正している。さらに接合レンズを構成する正レンズの材料に低分散な硝材を用いることで広角端のズーム位置における倍率色収差を良好に補正している。

【0052】

次に図8の実施例3について説明する。

【0053】

図8のレンズ断面図において、L1は正の屈折力の第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は正の屈折力の第4レンズ群である。第4レンズ群L4は単独で後群BGを構成している。SPは開口絞りであり、第3レンズ群L3の前方に位置している。

20

【0054】

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、CCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子(光電変換素子)の撮像面が位置している。

【0055】

実施例3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、開口絞りSPと各レンズ群L1~L4を移動させている。

30

【0056】

実施例3では、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を物体側へ、第2レンズ群L2を像側へ移動させている。又、第3レンズ群L3を物体側に移動させている。又、第4レンズ群L4を物体側へ凸状の軌跡に沿って移動させている。

【0057】

実施例3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。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、同図矢印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。第4レンズ群L4の実線の曲線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変倍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。実施例3では、軽量の第4レンズ群L4をフォーカスに使うことで迅速な自動焦点検出を容易にしている。

40

【0058】

第4レンズ群L4をフォーカスのために用いることで、無限遠物体から数cmの至近距離物体まで連続的にフォーカスを行うことが可能となっている。

【0059】

実施例3では、第3レンズ群L3を、物体側から順に、物体側が凹面でメニスカス形状の負レンズと正レンズとを貼り合せた全体として負の屈折力の接合レンズ、両レンズ面が凸形状の正レンズとメニスカス形状の負レンズとを貼り合せた全体として正の屈折力の接合レンズ、像側の面が凸形状の正レンズで構成している。第3レンズ群L3の最も物体側

50

のレンズ面を凹形状として、第3レンズ群L3を負の屈折力のレンズが先行する負先行型のレトロフォーカス型のレンズ配置とすることで十分長いバックフォーカスを確保し、プリズム等の光学部品の挿入を可能としている。

【0060】

なお、第3レンズ群L3の正レンズ成分を二つ以上に分割することで、大口径としながら球面収差の発生を抑制している。さらに第3レンズ群L3の最も像側のレンズ面は像側に凸形状とし、球面収差の発生を抑えている。

【0061】

また第3レンズ群L3の最も像側の面を非球面形状とすることにより、第3レンズ群L3で発生する球面収差をさらに良好に補正するとともに、軸外のコマ収差の補正を良好に行っている。

10

【0062】

また第3レンズ群L3を、全体として負の屈折力の接合レンズと、全体として正の屈折力の接合レンズで構成することで、色収差を良好に補正している。第3レンズ群L3をこのように構成することで軸上色収差を良好に補正しながら、バックフォーカスを十分長く確保することができるレトロフォーカス配置としての負、正の屈折力のレンズ群配置を強めている。

【0063】

また第4レンズ群L4を、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、正レンズで構成することにより、比較的少ないレンズ構成にて色収差の補正と、像面の補正を良好に行っている。

20

【0064】

特に最も物体側の正レンズの面を非球面形状とすることにより、像面湾曲を良好に補正している。さらに最も像側の正レンズの材料に低分散な硝材を用いることで倍率色収差を良好に補正している。

【0065】

このように各実施例では、物体側より像側へ順に、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、1以上のレンズ群で構成され、最も像側のレンズ群が正の屈折力のレンズ群である後群を有し、ズームに際して、第1～第3レンズ群L1～L3がそれぞれ移動する基本構成の基で、次の条件式の1

30

【0066】

すなわち、後群中の最も像側のレンズ群（実施例1, 2では第5レンズ群L5、実施例3では第4レンズ群L4）が、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、

【0067】

【数2】

$$\nu_d = \frac{N_d - 1}{N_F - N_C}$$

$$\theta_{gf} = \frac{N_g - N_F}{N_F - N_C}$$

40

【0068】

とするとき、アッペ数 d と部分分散比 gf とが、

$$d > 7.5 \quad (1)$$

$$0.53 < gf < 0.545 \quad (2)$$

なる条件を満足する正レンズを有している。

【0069】

また、全系の広角端と望遠端における焦点距離を各々fw, ft、第2レンズ群L2の

50



焦点距離を  $f_2$  とするとき、

$$1.1 < |f_2 / f_w| < 1.8 \quad (3)$$

$$f_t / f_w > 4.0 \quad (4)$$

なる条件を満足している。

【0070】

また、広角端から望遠端へのズーム位置へのズームングに際して、第1レンズ群L1と第3レンズ群L3の光軸方向の最大の移動量を各々M1、M3とするとき（符号は像側へ向かう移動量を正）、

$$0.1 < |M_3| / f_w < 1.0 \quad (5)$$

$$1.1 < |M_1| / f_w < 2.5 \quad (6)$$

なる条件を満足している。

【0071】

また、後群に含まれる最も像側のレンズ群（実施例1、2では第5レンズ群L5、実施例3では第4レンズ群L4）の焦点距離を  $f_R$  とするとき、

$$2.0 < f_R / f_w < 4.8 \quad (7)$$

なる条件を満足している。

【0072】

次に前述の各条件式の技術的な意味について説明する。

【0073】

条件式(1)、(2)は、各実施例において広角端での倍率色収差を良好に補正するためのものである。

【0074】

条件式(1)の下限を超えてしまうと、広角端で倍率色収差を補正するために各レンズの屈折力が強くなりすぎて高次の球面収差が発生して良くない。

【0075】

また条件式(2)の下限を超えると、広角端付近で倍率色収差の2次スペクトルが大きくなりすぎて、短波長側と長波長側の倍率色収差をバランスよく補正することが困難になる。又上限を超えようとすると分散を大きくしないと硝材の選択が無くなってしまう。

【0076】

条件式(3)、(4)は、ズーム全域に渡って良好な光学性能を達成するためのものである。

【0077】

条件式(4)のズーム比を維持した状態で、条件式(3)の下限を超えて第2レンズ群L2の屈折力が強くなり過ぎると、ズームングに伴う歪曲収差や非点収差の補正が困難になる。また条件式(3)の上限を超えて第2レンズ群L2の屈折力が弱くなり過ぎると、変倍に必要な第2レンズ群L2の移動量が大きくなりすぎて、レンズ系全体の小型化が難しくなる。

【0078】

条件式(5)、(6)は、ズームングに際して、第1、第3レンズ群L1、L3の移動量を適切に設定するためのものである。

【0079】

条件式(5)の下限を超えて第3レンズ群L3の移動量が小さくなると、前玉径の小型化が難しくなる。又上限を超えてしまうとズームングに伴う球面収差の補正が困難になる。

【0080】

条件式(6)の上限を超えて第1レンズ群L1の移動量M1が大きすぎると、第1レンズ群L1の移動軌跡を決めるカム環の光軸方向の寸法が大きくなり、メカ部材の大型化を招くのがよくない。特に非撮影時に各レンズ群を沈胴させて全長方向の小型化を図るのが難しくなってくる。

【0081】

10

20

30

40

50

また下限を越えて第1レンズ群L1の移動量が小さすぎる場合、所望のズーム比を確保するには第2レンズ群L2の移動量を大きくする必要がある。このようにすると結果的に広角端のズーム位置における第1レンズ群L1の移動軌跡を決めるカム環の光軸方向の寸法が大きくなり、メカ部材の大型化を招くのがよくない。特に非撮影時に各レンズ群を沈胴させて全長方向の小型化を図るのが難しくなってくる。

【0082】

この他下限を越えて第1レンズ群L1の移動量が小さすぎる場合、所望のズーム比を確保するには第2レンズ群L2の移動量を大きくする必要がある。このようにすると結果的に広角端のズーム位置における第1レンズ群L1と第3レンズ群L3の間隔が大きくなる。開口絞りSPが第3レンズ群L3の近傍にある場合は広角端のズーム位置における第1レンズ群L1と開口絞りSPとの間隔が増大するため前玉径の大型化を招くためよくない。

10

【0083】

条件式(7)は各実施例で後群に含まれる最も像側のレンズ群でフォーカスを行なっているときの、最も像側のレンズ群の焦点距離fRを規定するものである。

【0084】

条件式(7)の下限を超えてフォーカス用のレンズ群の屈折力が大きくなってしまうと、フォーカスの際の歪曲収差や非点収差の変動が補正しきれなくなる。逆に上限を超えてフォーカス用のレンズ群の屈折力が弱くなりすぎるとフォーカスに必要なレンズ群の移動量が大きくなりすぎて望ましくない。

20

【0085】

各実施例において更に好ましくは、条件式(1)~(7)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0086】

$$\begin{aligned} d &> 80 && (1a) \\ 0.532 < g f < 0.54 && (2a) \\ 1.2 < |f_2 / f_w| < 1.6 && (3a) \\ f_t / f_w > 4.3 && (4a) \\ 0.15 < |M_3| / f_w < 0.7 && (5a) \\ 1.4 < |M_1| / f_w < 2.0 && (6a) \\ 2.5 < f_R / f_W < 4.1 && (7a) \end{aligned}$$

30

以上のように各実施例によれば、3CCD用の色分解プリズムやTTLファインダー用に光束を分岐させるためのプリズム等の光学部材を挿入することのできる長いバックフォーカスを有し、かつ広角端のズーム位置においてレンズ全長および前玉径の小型化を図るとともに、高画素のデジタルカメラ、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。

【0087】

次に、本発明の数値実施例1~3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し、R<sub>i</sub>は第i番目の光学面(第i面)の曲率半径、D<sub>i</sub>は第i面と第i+1面との間の間隔、N<sub>i</sub>と*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。

40

【0088】

またkを離心率、B, C, D, E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とするととき、非球面形状は、

$$x = (h^2 / R) / [1 + [1 - (1 + k)(h / R)^2]^{1/2}] + B h^4 + C h^4 + D h^8 + E h^{10}$$

で表わされる。

【0089】

但しRは曲率半径である。また例えば「e-Z」の表示は「10<sup>-2</sup>」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。fは焦点距離、Fno

50

は F ナンバー、 は半画角を示す。

【 0 0 9 0 】

数値実施例 1 ~ 3 において、R 3 0 , R 3 1 は光学ブロック G を構成する面である。

【 0 0 9 1 】

#### 数値実施例 1

$$f = 7.36 \sim 33.32 \quad F n o = 2.47 \sim 3.05 \quad 2 = 73.6^\circ \sim 18.7^\circ$$

R 1 = 69.304	D 1 = 1.51	N 1 = 1.846660	1 = 23.9	
R 2 = 45.156	D 2 = 4.26	N 2 = 1.487490	2 = 70.2	10
R 3 = 487.781	D 3 = 0.14			
R 4 = 41.864	D 4 = 2.61	N 3 = 1.696797	3 = 55.5	
R 5 = 116.231	D 5 = 可変			
R 6 = 41.387	D 6 = 1.03	N 4 = 1.743997	4 = 44.8	
R 7 = 8.717	D 7 = 5.27			
R 8 = -46.431	D 8 = 0.82	N 5 = 1.696797	5 = 55.5	
R 9 = 26.937	D 9 = 0.14			
R10 = 14.566	D10 = 3.85	N 6 = 1.805181	6 = 25.4	
R11 = -361.891	D11 = 0.48			
R12 = -49.961	D12 = 0.72	N 7 = 1.603420	7 = 38.0	20
R13 = 26.174	D13 = 可変			
R14 = 絞リ	D14 = 0.96			
R15 = -141.268	D15 = 0.48	N 8 = 1.806100	8 = 33.3	
R16 = 10.185	D16 = 2.61	N 9 = 1.693501	9 = 53.2	
R17 = -24.560	D17 = 0.08			
R18 = 19.394	D18 = 2.20	N10 = 1.719995	10 = 50.2	
R19 = -33.434	D19 = 可変			
R20 = -20.682	D20 = 1.41	N11 = 1.846660	11 = 23.9	
R21 = -10.347	D21 = 0.52	N12 = 1.638539	12 = 55.4	
R22 = 33.636	D22 = 可変			30
R23 = 102.024 (非球面)	D23 = 2.75	N13 = 1.583126	13 = 59.4	
R24 = -21.152	D24 = 0.10			
R25 = -17.585	D25 = 0.62	N14 = 1.761821	14 = 26.5	
R26 = 29.256	D26 = 3.30	N15 = 1.496999	15 = 81.5	
R27 = -15.034	D27 = 0.14			
R28 = -90.592	D28 = 1.51	N16 = 1.696797	16 = 55.5	
R29 = -19.083	D29 = 可変			
R30 =	D30 = 18.56	N17 = 1.516330	17 = 64.1	
R31 =				40

\ 焦点距離 7.36 20.95 33.32

可変間隔 \

D 5	0.87	22.46	31.24
D13	22.17	6.63	2.75
D19	1.66	5.95	7.88
D22	9.72	4.57	1.85
D29	0.50	2.75	3.42

#### 非球面係数

R23 k = -2.70471e+02 B = -7.22077e-05 C = -8.98595e-08 D = -2.50692e-09

E =7.64238e-11

## 数值实施例 2

f = 7.36 ~ 33.32 F n o = 2.47 ~ 3.18 2 = 73.6° ~ 18.7°

R 1 =	63.035	D 1 =	1.51	N 1 =	1.846660	1 =	23.9	
R 2 =	41.982	D 2 =	4.26	N 2 =	1.487490	2 =	70.2	
R 3 =	316.274	D 3 =	0.14					
R 4 =	36.774	D 4 =	2.75	N 3 =	1.696797	3 =	55.5	10
R 5 =	84.125	D 5 =	可変					
R 6 =	36.711	D 6 =	1.03	N 4 =	1.743997	4 =	44.8	
R 7 =	8.336	D 7 =	5.13					
R 8 =	-46.858	D 8 =	0.82	N 5 =	1.696797	5 =	55.5	
R 9 =	23.149	D 9 =	0.14					
R10 =	13.733	D10 =	3.71	N 6 =	1.805181	6 =	25.4	
R11 =	150.998	D11 =	0.48					
R12 =	-69.647	D12 =	0.72	N 7 =	1.603420	7 =	38.0	
R13 =	27.846	D13 =	可変					
R14 =	絞リ	D14 =	0.96					20
R15 =	-212.096	D15 =	0.48	N 8 =	1.806100	8 =	33.3	
R16 =	10.899	D16 =	2.61	N 9 =	1.693501	9 =	53.2	
R17 =	-23.514	D17 =	0.08					
R18 =	20.460	D18 =	2.20	N10 =	1.719995	10 =	50.2	
R19 =	-35.018	D19 =	可変					
R20 =	-20.526	D20 =	1.41	N11 =	1.846660	11 =	23.8	
R21 =	-10.552	D21 =	0.52	N12 =	1.638539	12 =	55.4	
R22 =	34.046	D22 =	可変					
R23 =	294.400(非球面)	D23 =	2.54	N13 =	1.583126	13 =	59.4	
R24 =	-20.473	D24 =	0.10					30
R25 =	-21.284	D25 =	0.62	N14 =	1.761821	14 =	26.5	
R26 =	21.726	D26 =	3.30	N15 =	1.438750	15 =	95.0	
R27 =	-20.656	D27 =	0.14					
R28 =	95.350	D28 =	3.09	N16 =	1.696797	16 =	55.5	
R29 =	-18.840	D29 =	可変					
R30 =		D30 =	18.56	N17 =	1.516330	17 =	64.1	
R31 =								

\ 焦点距離 7.36 20.69 33.31

可変間隔 \

D 5	0.89	21.52	30.25
D13	20.23	6.36	2.75
D19	1.66	7.04	9.65
D22	10.72	5.09	2.07
D29	1.00	2.56	3.03

## 非球面係数

R23 k = -4.54515e+01 B = -8.57589e-05 C = 1.38659e-08 D = 1.37270e-09  
 E = -1.34690e-12

## 数值实施例 3

f = 9.17 ~ 52.31 Fno= 2.06 ~ 2.55 2 = 61.9° ~ 12.0°

R 1 = 91.824	D 1 = 1.86	N 1 = 1.846660	1 = 23.9	
R 2 = 52.464	D 2 = 0.14			
R 3 = 52.464	D 3 = 7.01	N 2 = 1.438750	2 = 95.0	
R 4 = -153.137	D 4 = 0.14			
R 5 = 40.506	D 5 = 4.12	N 3 = 1.712995	3 = 53.9	
R 6 = 104.531	D 6 = 可变			
R 7 = 61.479	D 7 = 1.24	N 4 = 1.712995	4 = 53.9	10
R 8 = 11.379	D 8 = 6.05			
R 9 = -34.960	D 9 = 0.96	N 5 = 1.603112	5 = 60.6	
R10 = 19.777	D10 = 0.21			
R11 = 16.630	D11 = 5.16	N 6 = 1.800999	6 = 35.0	
R12 = -28.759	D12 = 0.96			
R13 = -19.772	D13 = 0.89	N 7 = 1.696797	7 = 55.5	
R14 = 85.090	D14 = 可变			
R15 = 絞り	D15 = 2.18			
R16 = -12.997	D16 = 0.76	N 8 = 1.516330	8 = 64.1	
R17 = -96.803	D17 = 2.20	N 9 = 1.805181	9 = 25.4	20
R18 = -31.520	D18 = 0.14			
R19 = 57.143	D19 = 3.44	N10 = 1.487490	10 = 70.2	
R20 = -22.054	D20 = 0.89	N11 = 1.805181	11 = 25.4	
R21 = -45.181	D21 = 0.14			
R22 = 126.882	D22 = 2.61	N12 = 1.583126	12 = 59.4	
R23 = -28.042(非球面)	D23 = 可变			
R24 = 30.351(非球面)	D24 = 3.44	N13 = 1.583126	13 = 59.4	
R25 = -130.364	D25 = 0.14			
R26 = 47.961	D26 = 0.96	N14 = 1.846660	14 = 23.9	
R27 = 19.626	D27 = 0.14			30
R28 = 19.626	D28 = 4.12	N15 = 1.438750	15 = 95.0	
R29 = -53.414	D29 = 可变			
R30 =	D30 = 20.63	N16 = 1.516330	16 = 64.1	
R31 =				

\ 焦点距離	9.17	29.10	52.31
可变間隔 \			
D 6	1.09	24.82	34.64
D14	26.39	7.28	2.06
D23	7.50	7.96	10.82
D29	2.75	6.30	4.40

40

## 非球面係数

R23 K=-2.01645 B=-3.82429e-06 C=6.08325e-08 D=-1.82298e-10  
E=-1.21333e-12

R24 K=-5.07410 B=2.44222e-06 C=9.56324e-09 D=-2.18449e-10  
E=3.76684e-13

【 0 0 9 2 】

【表 1】

条件式	実施例 1	実施例 2	実施例 3
(1) $\nu d$	81.5	95.0	95.0
(2) $\theta g f$	0.538	0.534	0.534
(3) $ f_2/f_w $	1.423	1.331	1.514
(4) $f_t/f_w$	4.529	4.529	5.704
(5) $ M_3 /f_w$	0.173	0.187	0.543
(6) $ M_1 /f_w$	1.660	1.802	1.549
(7) $f_R/f_w$	3.033	2.857	3.877

10

## 【0093】

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形態を図12を用いて説明する。

## 【0094】

図12において、20はカメラ本体、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素子（光電変換素子）、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、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。

20

## 【0095】

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。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0096】

【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

30

【図2】実施例1のズームレンズの広角端における諸収差図

【図3】実施例1のズームレンズの中間のズーム位置における諸収差図

【図4】実施例1のズームレンズの望遠端における諸収差図

【図5】実施例2のズームレンズの広角端における諸収差図

【図6】実施例2のズームレンズの中間のズーム位置における諸収差図

【図7】実施例2のズームレンズの望遠端における諸収差図

【図8】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9】実施例3のズームレンズの広角端における諸収差図

【図10】実施例3のズームレンズの中間のズーム位置における諸収差図

【図11】実施例3のズームレンズの望遠端における諸収差図

40

【図12】デジタルスチルカメラの要部概略図

## 【符号の説明】

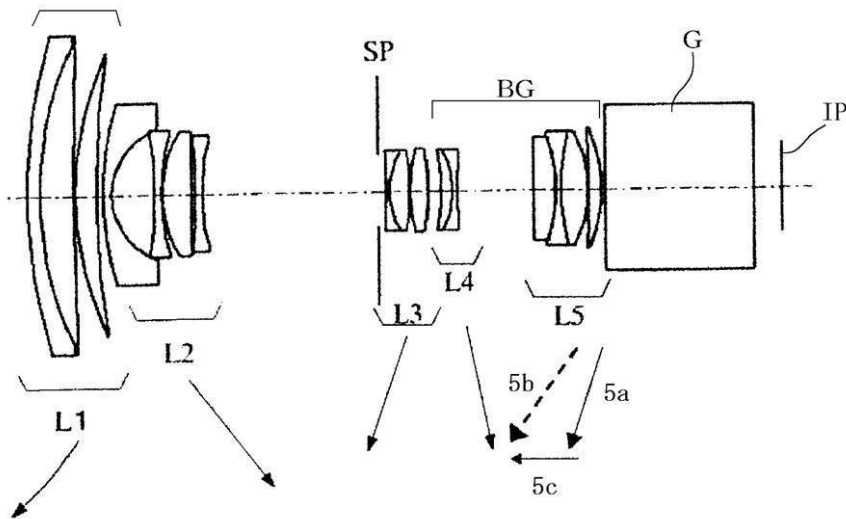
## 【0097】

- 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
- S P 絞り
- F P フレアー絞り
- I P 像面

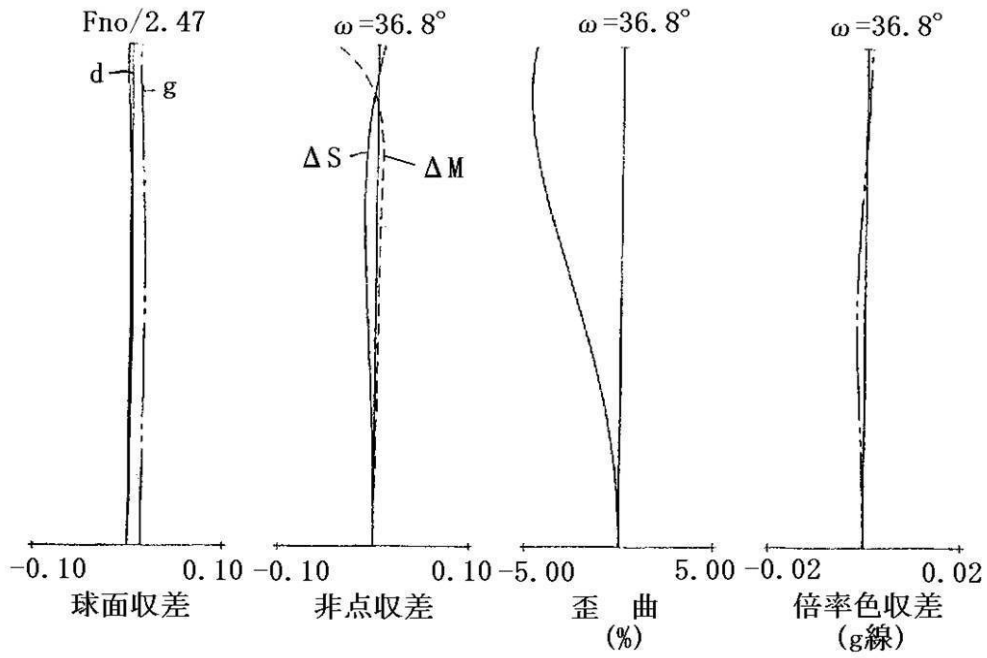
50

- d d 線
- g g 線
- M メリジオナル像面
- S サジタル像面
- G ガラスブロック

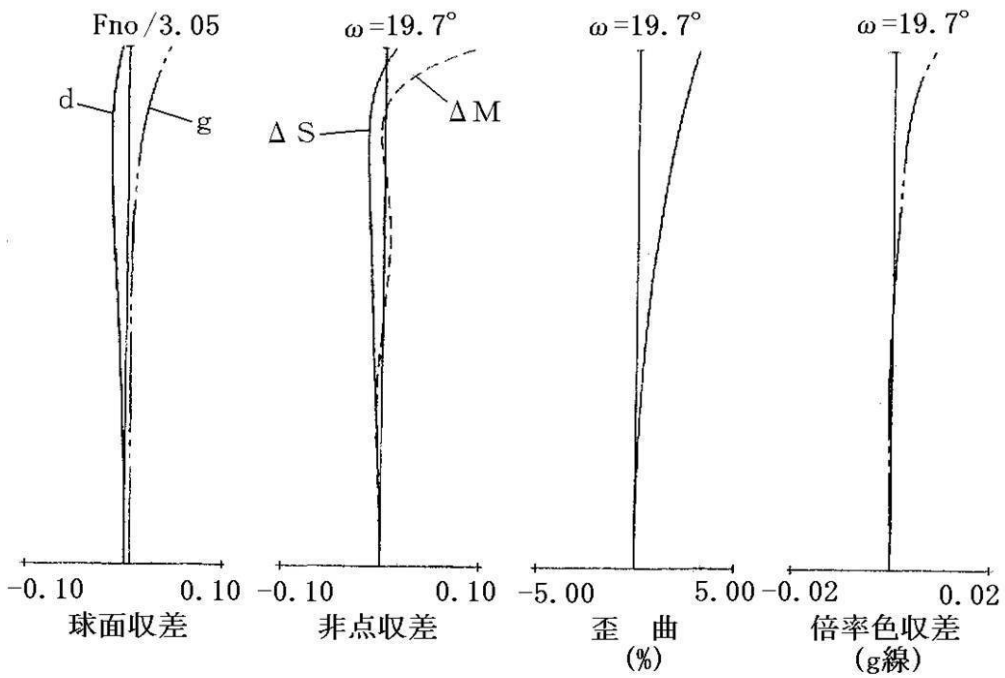
【 図 1 】



【 図 2 】

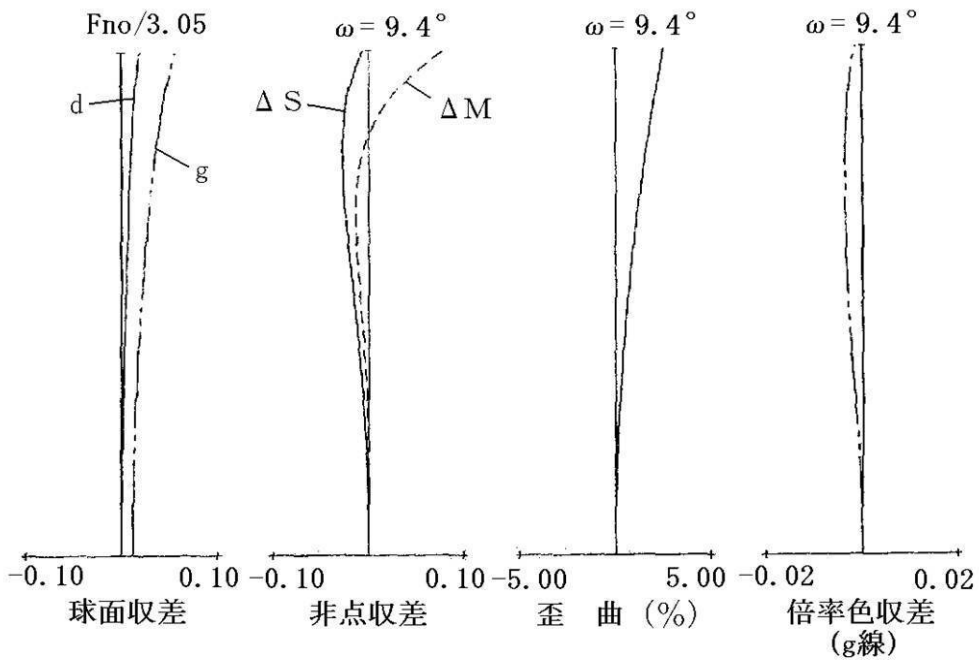


【 図 3 】

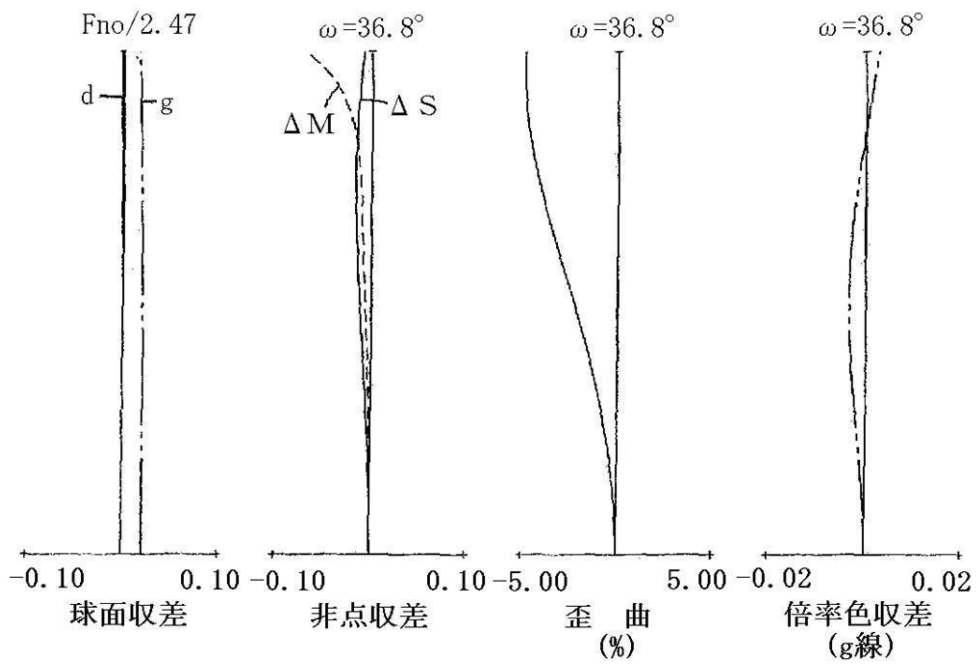




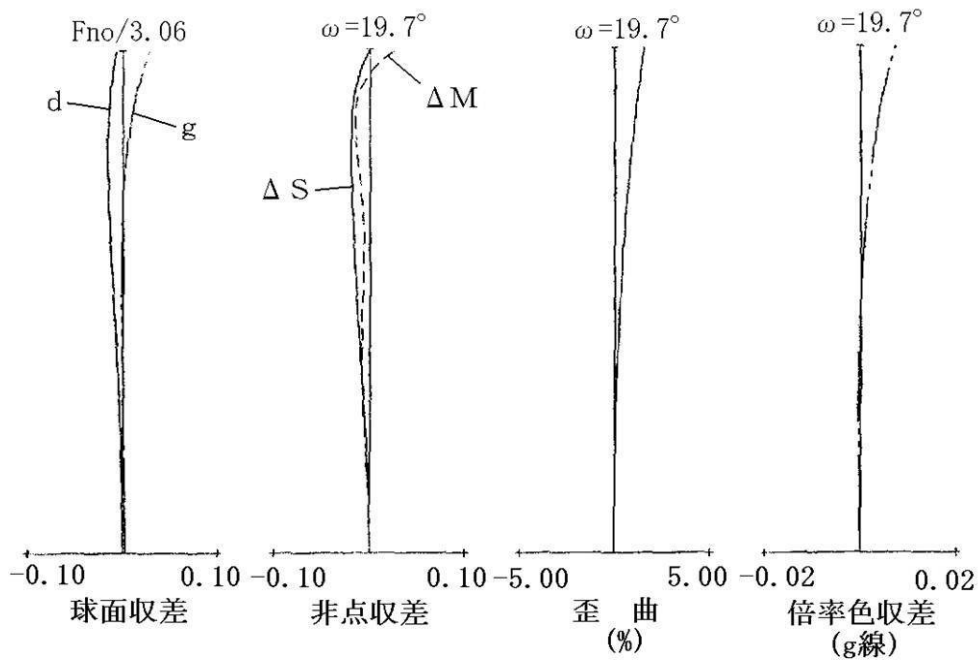
【 图 4 】



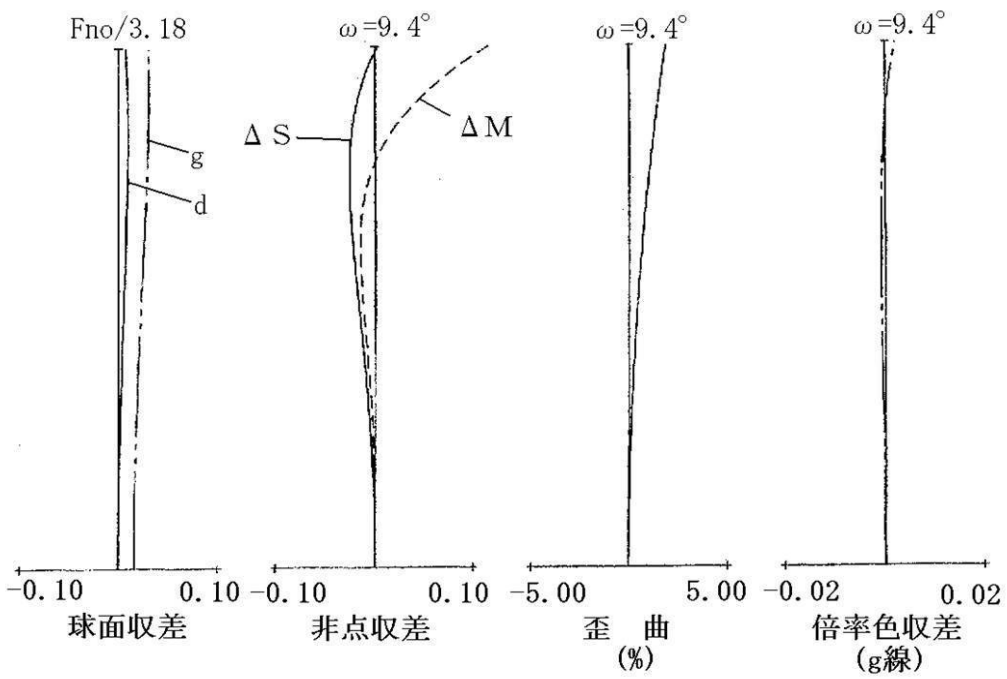
【 图 5 】



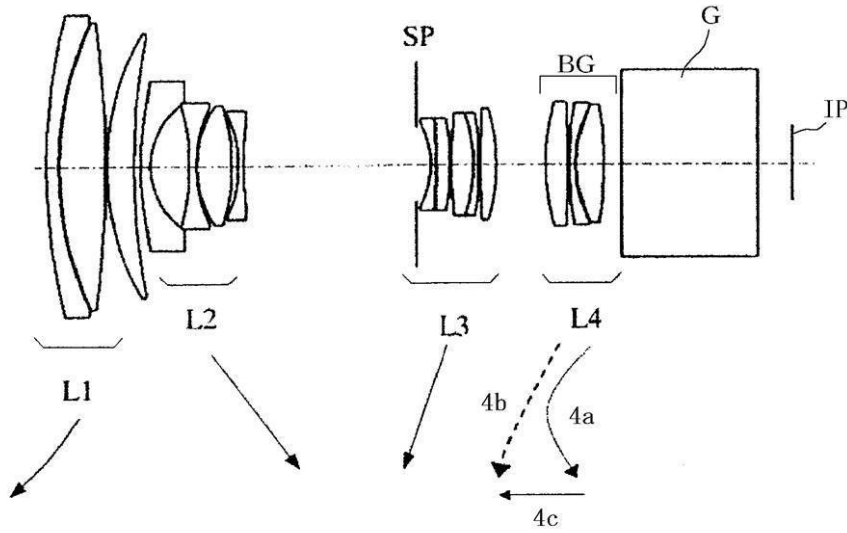
【 图 6 】



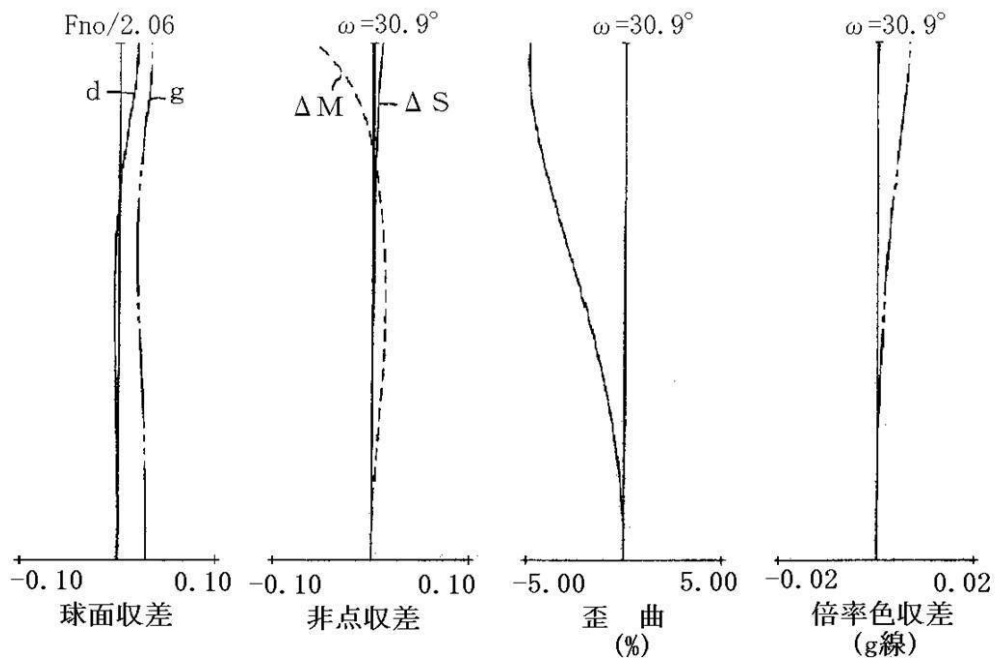
【 图 7 】



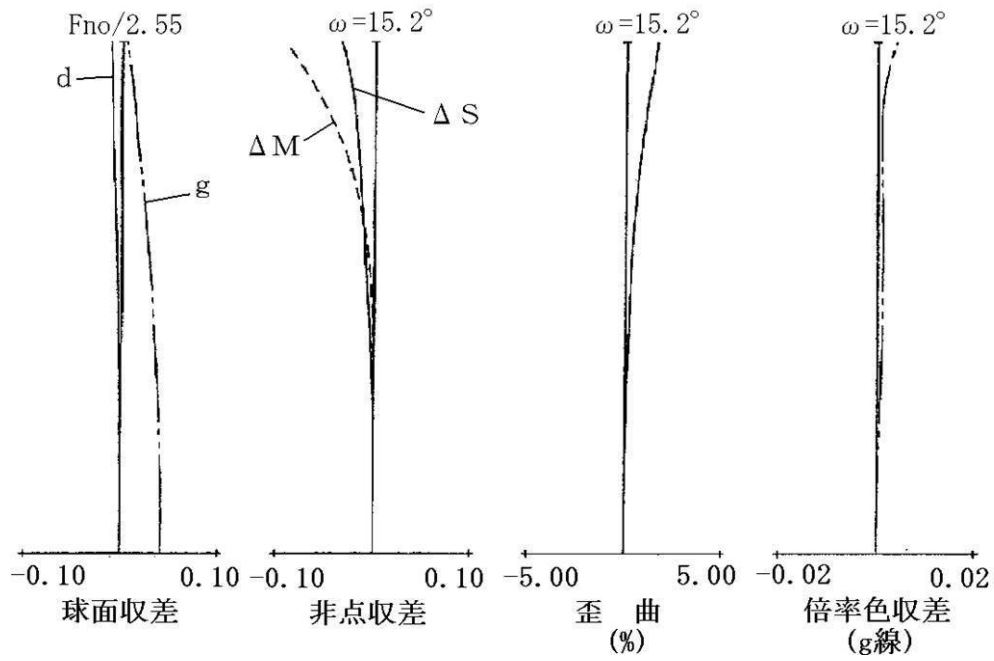
【 図 8 】



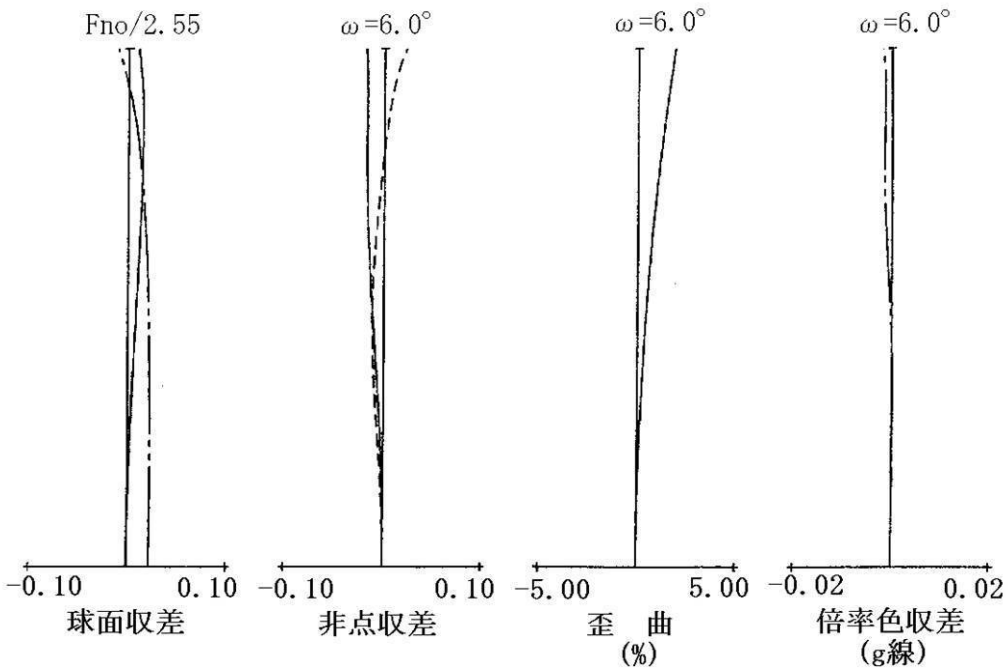
【 図 9 】



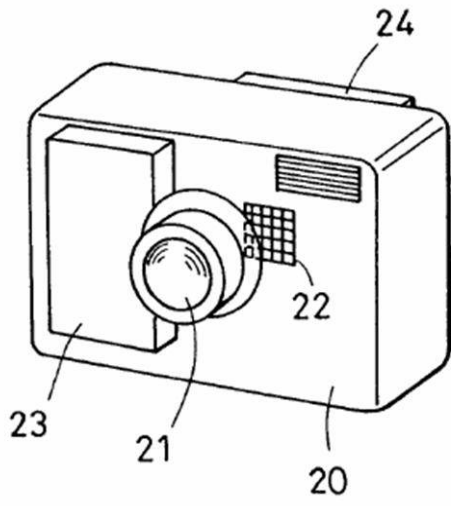
【 图 1 0 】



【 图 1 1 】



【 図 1 2 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA01 MA15 MA16 PA12 PA13 PA16 PA19 PB16 QA02 QA07  
QA17 QA21 QA25 QA32 QA34 QA41 QA42 QA45 QA46 RA05  
RA12 RA13 RA36 RA42 RA43 SA23 SA27 SA29 SA32 SA41  
SA43 SA47 SA49 SA53 SA55 SA62 SA63 SA64 SA65 SA66  
SB04 SB15 SB24 SB26 SB33 SB34 SB45