

(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2006-301154

(P2006-301154A)

(43) 公開日 平成18年11月2日(2006.11.2)

(51) Int.C1.

F 1

テーマコード(参考)

|             |           |             |
|-------------|-----------|-------------|
| GO2B 15/163 | (2006.01) | GO2B 15/163 |
| GO2B 13/18  | (2006.01) | GO2B 13/18  |
| GO2B 15/20  | (2006.01) | GO2B 15/20  |

2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2005-120742 (P2005-120742)  
 (22) 出願日 平成17年4月19日 (2005.4.19)

(特許庁注: 以下のものは登録商標)

1. フロッピー

(71) 出願人 504371974  
 オリンパスイメージング株式会社  
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号  
 (74) 代理人 100097777  
 弁理士 菊澤 弘  
 (74) 代理人 100088041  
 弁理士 阿部 龍吉  
 (74) 代理人 100092495  
 弁理士 蝶川 昌信  
 (74) 代理人 100095120  
 弁理士 内田 亘彦  
 (74) 代理人 100095980  
 弁理士 菅井 英雄  
 (74) 代理人 100094787  
 弁理士 青木 健二

最終頁に続く

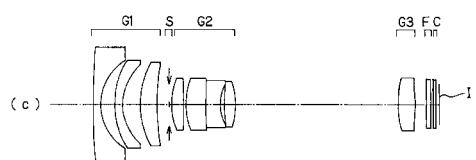
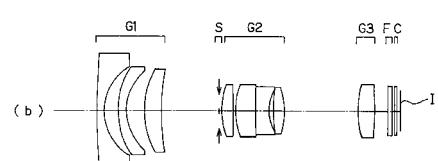
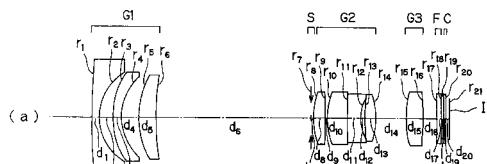
(54) 【発明の名称】ズームレンズとそれを用いた電子撮像装置

## (57) 【要約】

【課題】 十分な広角域を有し、コンパクトな構成をとり得る構成としながら、倍率が3倍以上の高変倍のズームレンズとそれを用いた撮像装置。

【解決手段】 物体側より順に、負屈折力の第1レンズ群、正屈折力の第2レンズ群、正屈折力の第3レンズ群を有し、変倍時各レンズ群の間隔を変化させ、4つの条件式(1)~(4)を満足することをズームレンズ。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体側より順に、負屈折力の第1レンズ群、正屈折力の第2レンズ群、正屈折力の第3レンズ群を有し、変倍時各レンズ群の間隔を変化させ、以下の条件式(1)乃至(4)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.80 < I_H / f_w < 1.5 \quad \dots (1)$$

$$2.7 < f_t / f_w < 1.2 \quad \dots (2)$$

$$0.05 < |d_a / f_{1G}| < 1.0 \quad \dots (3)$$

$$0 < d_b / f_{2G} < 3 \quad \dots (4)$$

ただし、 $I_H$ はズームレンズの撮影像高、

$f_w$ はズームレンズ全系の広角端での焦点距離、

$f_t$ はズームレンズ全系の望遠端での焦点距離、

$f_{1G}$ は第1レンズ群の焦点距離、

$f_{2G}$ は第2レンズ群の焦点距離、

$d_a$ は、ズームレンズ全系が以下の条件(a)を満足する何れかの焦点距離 $f_{ra}$ のときの第1レンズ群と第2レンズ群との軸上間隔、

$$I_H / 0.92 < f_{ra} < I_H / 0.8 \quad \dots (a)$$

$d_b$ は、ズームレンズ全系が以下の条件(b)を満足する何れかの焦点距離 $f_{rb}$ のときの第1レンズ群と第2レンズ群との軸上間隔、

$$2.7 < f_{rb} / f_{ra} < 5 \quad \dots (b)$$

である。

## 【請求項 2】

請求項1に記載のズームレンズにおいて、以下の条件式(5)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$-0.07 < I_H / r_1 < 0.07 \quad \dots (5)$$

ただし、 $r_1$ は第1レンズ群中の最も物体側のレンズ面の近軸曲率半径、

である。

## 【請求項 3】

請求項2に記載のズームレンズにおいて、条件式(5)に代えて以下の条件式(5')を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$-0.015 < I_H / r_1 < 0.04 \quad \dots (5')$$

## 【請求項 4】

請求項1から3の何れか1項に記載のズームレンズにおいて、広角端から望遠端への変倍時、前記第1レンズ群は移動し、前記第2レンズ群は物体側に移動し、かつ、変倍時に前記第2レンズ群と共に移動する開口絞りを有することを特徴とするズームレンズ。

## 【請求項 5】

請求項4に記載のズームレンズにおいて、前記開口絞りは前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間に配置されていることを特徴とするズームレンズ。

## 【請求項 6】

請求項1から5の何れか1項に記載のズームレンズにおいて、前記ズームレンズが、物体側より順に、屈折力を有するレンズ群を、前記負屈折力の第1レンズ群、前記正屈折力の第2レンズ群、前記正屈折力の第3レンズ群の3群ズームレンズとしたことを特徴とするズームレンズ。

## 【請求項 7】

請求項1から6の何れか1項に記載のズームレンズにおいて、前記第1レンズ群の最も物体側のレンズL11は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズであることを特徴とするズームレンズ。

## 【請求項 8】

請求項1から7の何れか1項に記載のズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は、物体側より負レンズと軸上の空気間隔を挟んで前記負レンズの像側に配された物体側に凸面を

10

20

30

40

50

向けた負メニスカスレンズを有することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 9】

請求項 1 から 8 の何れか 1 項に記載のズームレンズにおいて、前記第 1 レンズ群は、非球面を有することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 10】

請求項 1 から 9 の何れか 1 項に記載のズームレンズにおいて、前記第 1 レンズ群は、物体側より負レンズと軸上の空気間隔を挟んで前記負レンズの像側に配された負レンズを有し、前記像側に配された負レンズは非球面を有することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 11】

請求項 10 に記載のズームレンズにおいて、前記像側に配された負レンズは 2 面の非球面を有することを特徴とするズームレンズ。 10

【請求項 12】

請求項 1 から 11 の何れか 1 項に記載のズームレンズにおいて、前記第 1 レンズ群は、物体側から順に、負レンズ L 11、負レンズ L 12、正レンズ L 13 の 3 枚のレンズ素子からなることを特徴とするズームレンズ。

【請求項 13】

請求項 1 から 12 の何れか 1 項に記載のズームレンズにおいて、前記第 3 レンズ群は 1 枚の正レンズで構成したことを特徴とするズームレンズ。

【請求項 14】

請求項 1 から 13 の何れか 1 項に記載のズームレンズにおいて、前記第 3 レンズ群は少なくとも 1 面の非球面を有する 1 枚の正レンズを有することを特徴とするズームレンズ。 20

【請求項 15】

請求項 1 から 14 の何れか 1 項に記載のズームレンズにおいて、前記第 2 レンズ群は、物体側から順に、正レンズ成分、負レンズ成分、正レンズ成分を含むことを特徴とするズームレンズ。ただし、レンズ成分は、物体側面と像側面が空気に接触し、それらの面間に空間を持たないレンズ、つまり、単レンズ又は接合レンズとする。

【請求項 16】

請求項 1 から 15 の何れか 1 項に記載のズームレンズにおいて、前記第 2 レンズ群は最も物体側に正レンズ成分を有し、該正レンズ成分が、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。 30

$$-8 < (r_{21} + r_{22}) / (r_{21} - r_{22}) < 0 \quad \cdots (6)$$

ただし、レンズ成分は、物体側面と像側面が空気に接触し、それらの面間に空間を持たないレンズ、つまり、単レンズ又は接合レンズとし、

$r_{21}$  は前記正レンズ成分の物体側面の近軸曲率半径、

$r_{22}$  は前記正レンズ成分の像側面の近軸曲率半径、

である。

【請求項 17】

請求項 16 に記載のズームレンズにおいて、条件式 (6) に代えて以下の条件式 (6') を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$-2 < (r_{21} + r_{22}) / (r_{21} - r_{22}) < -0.5 \quad \cdots (6')$$

【請求項 18】

請求項 1 から 17 の何れか 1 項に記載のズームレンズにおいて、前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズ面が非球面であることを特徴とするズームレンズ。

【請求項 19】

請求項 15 から 18 の何れか 1 項に記載のズームレンズにおいて、前記第 2 レンズ群は、物体側から順に、正屈折力の単レンズ、正レンズと負レンズとの接合レンズ、正屈折力の単レンズから構成されることを特徴とするズームレンズ。

【請求項 20】

ズームレンズと、その像側に配され、光学像を電気信号に変換する電子撮像素子とを備えた電子撮像装置であって、前記ズームレンズが請求項 1 から 19 の何れか 1 項に記載のズ 50

ームレンズであることを特徴とする電子撮像装置。

。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズとそれを用いた電子撮像装置に関し、特に、画角の広い領域を含むズームレンズと電子撮像装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

所謂レンズ一体型デジタルカメラ等に適用可能な高い結像性能を有し、画角の広い領域を含むズームレンズへの要望が高まっている。また、これらのズームレンズは単に撮影範囲が広いだけでなく、所謂デジタルズームと呼ばれる撮影画像の一部を拡大する機能との組み合わせで、撮影範囲を変更できる自由度を広げることが期待されている。ただし、デジタルズームの場合、撮影画像の一部を拡大するので、撮影レンズ性能や撮像素子性能より画質が劣化するので、ある程度変倍比を持つズームレンズが望まれている。

【0003】

これまで、コンパクトでズーム倍率が3倍を越え、画角の広い領域を含むズームレンズ等は提案されていなかった。

【0004】

これまでの提案としては、ズーム倍率が3倍を越え、比較的画角が広くコンパクトな撮影用ズームレンズとして、特許文献1や特許文献2等のものがあるが、さらなる広角化が望まれている。

【特許文献1】特開2004-191599号公報

【特許文献2】特開2001-42218号公報

【特許文献3】特開2004-4533号公報

【特許文献4】特開2004-564343号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は従来技術のこのような状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、十分な広角域を有し、高変倍のズームレンズやそれを用いた撮像装置を提供することである。

【0006】

さらには、コンパクトな構成をとり得る構成としながらも、変倍比が3倍以上のズームレンズであって、電子撮像素子を用いる撮影用のズームレンズ、電子撮像装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成する本発明の第1のズームレンズは、物体側より順に、負屈折力の第1レンズ群、正屈折力の第2レンズ群、正屈折力の第3レンズ群を有し、変倍時各レンズ群の間隔を変化させ、以下の条件式(1)乃至(4)を満足することを特徴とするものである。

【0008】

$$0.80 < I_H / f_w < 1.5 \quad \dots (1)$$

$$2.7 < f_t / f_w < 1.2 \quad \dots (2)$$

$$0.05 < |d_a / f_{1G}| < 1.0 \quad \dots (3)$$

$$0 < d_b / f_{2G} < 3 \quad \dots (4)$$

ただし、 $I_H$ はズームレンズの撮影像高、

$f_w$ はズームレンズ全系の広角端での焦点距離、

$f_t$ はズームレンズ全系の望遠端での焦点距離、

$f_{1G}$ は第1レンズ群の焦点距離、

10

20

30

40

50

$f_{2G}$  は第 2 レンズ群の焦点距離、

$d_a$  は、ズームレンズ全系が以下の条件 (a) を満足する何れかの焦点距離  $f_{ra}$  のときの第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との軸上間隔、

$$IH/0.92 < f_{ra} < IH/0.8 \quad \dots (a)$$

$d_b$  は、ズームレンズ全系が以下の条件 (b) を満足する何れかの焦点距離  $f_{rb}$  のときの第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との軸上間隔、

$$2.7 < f_{rb} / f_{ra} < 5 \quad \dots (b)$$

である。

### 【0009】

以下に、本発明の第 1 のズームレンズにおいて上記構成をとる理由と作用を説明する。

10

### 【0010】

物体側より順に、負の第 1 レンズ群、可変間隔を挟んで第 1 レンズ群よりも像側に配された正の第 2 レンズ群とを含む構成として、大きい画角で入射する光束に対して負の屈折力にて光束を屈折させ、正屈折力の第 2 レンズ群に導く構成となる。

### 【0011】

そのため、条件式 (1) を満足することにより、広角端での焦点距離による広い撮影画角を維持しつつも、第 1 レンズ群の外径を小さくすることが可能となる。第 1 レンズ群の外径を小さくすることにより、第 1 レンズ群の構成長コンパクト化や第 1 レンズ群のパワーを強くするのに有利となる。

20

### 【0012】

そして、本発明では、さらに正の第 2 レンズ群の像面側に正の第 3 レンズ群を配置することにより、条件式 (2) で規定する変倍比を満足しながら、光束の像面への入射角度の変化を低減させることができる。

### 【0013】

特に、ズームレンズの像側に光学像を電気信号に変換する電子撮像素子を配する構成とした場合、本発明のズームレンズでは、テレセントリック性の確保ができるため、光線が撮像素子へ斜めに入射することによる悪影響を低減できる。

### 【0014】

条件式 (1) の下限の 0.80 を越えると、撮影範囲が狭くなり、画像処理等でも撮影範囲がカバーできなくなる。一方、条件式 (1) の上限の 1.5 を越えると、光学系全体の屈折力が強くなりすぎ、条件式 (2) を満足する変倍比を確保しようとすると、変倍に伴う各群での収差補正が難しくなる。

30

### 【0015】

条件式 (2) の上限の 1.2 を越えると、負の第 1 レンズ群への屈折力分担の負荷が大きくなり、収差変動の補正を行いながらのコンパクト性の確保が難しくなる。条件式 (2) の下限の 2.7 を越えると、コンパクト性の向上程度に対して、遠景の被写体を大きく撮影するときの画質の劣化度が大きくなり好ましくない。

### 【0016】

また、条件式 (2) の上限を越えると、第 2 レンズ群の移動量が大きくなりやすく、コンパクト性を損なう。

40

### 【0017】

条件式 (3) は、第 1 レンズ群におけるパワーを、式 (a) で規定する任意の焦点距離  $f_{ra}$  における第 1、2 レンズ群間隔にて規定したものである。

### 【0018】

条件式 (3) の下限の 0.05 を越えると、第 1 レンズ群のパワーが弱くなりすぎ、望遠端使用時の全長が長くなる。一方、条件式 (3) の上限の 1.0 を越えると、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間隔が広くなりすぎコンパクト化に反する。

### 【0019】

条件式 (4) は、第 2 レンズ群におけるパワーを、式 (b) で規定する変倍比を確保し

50

た任意の焦点距離  $f_{rb}$  における第 1、2 レンズ群間隔にて規定したものである。

【0020】

条件式(4)の下限の 0 を越えると、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群が干渉する。条件式(4)の上限の 3 を越えると、第 2 レンズ群のパワーが強くなる等、第 2 レンズ群以降の構成が複雑になる。

【0021】

なお、条件式(1)について撮影範囲をより広くして、下限値を 0.85、さらには 0.87 とするとより好ましい。

【0022】

各群での収差をより低減しやすくするため、上限値を 1.3、さらには 1.1 とすると 10 より好ましい。

【0023】

条件式(2)について、遠景撮影時の画質をより良好にするため、下限値を 3.5、さらには 4.0 とするとより好ましい。

【0024】

よりコンパクトにしやすくするため、上限値を 7.0、さらには 6.0 とするとより好ましい。

【0025】

条件式(3)について、全長短縮のため、下限値を 1.0、さらには 2.0 とするとより好ましい。

【0026】

上限値を 7.0、さらには 5.0 とするとより好ましい。

【0027】

条件式(4)について、上限値を 1.0、さらには 0.2 とすると、第 2 レンズ群以降の構成がより簡略化できるので、より好ましい。

【0028】

また、第 1 レンズ群での外径の大型化を抑えつつ、ズームレンズ全系での光線の射出角を小さくし、系全体の収差補正を行いやすくするために、第 1 レンズ群よりも像面側で第 2 レンズ群の最も像側のレンズよりも物体側に、明るさ絞り(開口絞り)を配することが好ましい。

【0029】

また、さらには、 $f_{ra} = f_w$ 、 $f_{rb} = f_t$  としてもよい。

【0030】

その場合、条件式(1)は条件式(a)に、条件式(2)は条件式(b)に置き換わる。

【0031】

本発明の第 2 のズームレンズは、第 1 のズームレンズにおいて、以下の条件式(5)を満足することを特徴とするものである。

【0032】

$$-0.07 < IH/r_1 < 0.07 \quad \dots (5) \quad 40$$

ただし、 $r_1$  は第 1 レンズ群中の最も物体側のレンズ面の近軸曲率半径である。

【0033】

本発明の第 3 のズームレンズは、第 2 のズームレンズにおいて、条件式(5)に代えて以下の条件式(5')を満足することを特徴とするものである。

【0034】

$$-0.015 < IH/r_1 < 0.04 \quad \dots (5') \quad 40$$

以下に、本発明の第 2、第 3 のズームレンズにおいて上記構成をとる理由と作用を説明する。

【0035】

第 1 レンズ群中の最も物体側のレンズ面(第 1 面)の近軸曲率半径を大きくすると、入

射瞳位置を浅くすることができるので、レンズ外径の小型化が可能となる。また、軸外での入射光束を構成する各光線と第1面とのなす角の差が小さくなり、コマ収差の補正に有利となる。また、結像性能を維持しつつ撮影範囲を広くすることができる。また、軸上光束径の変化が大きい第1面が光軸付近にて曲率が小さいので、変倍による球面収差の変化を小さくでき、第2レンズ群での収差補正負担を小さくでき、好ましい。

【0036】

条件式(5)の下限の-0.07を越えると、第1面で軸外光束の入射角が大きくなり、結像性能の維持が難しくなる。上限の0.07を越えると、入射瞳位置が浅くなり、レンズの外径が大きくなりコンパクト性を損なうと共に、画角の確保のため第1レンズ群のレンズ構成を複雑しなければならなくなる。又は、コマ収差の補正に不利となる。そのため、レンズ系全体の構成が複雑になり好ましくない。又は、画角を小さくし、撮影範囲を小さくしなければならなくなる。

10

【0037】

条件式(5)において、下限値を-0.015、さらには0.0とすることがより好ましい。

【0038】

若しくは、上限値を0.04、さらには0.033とすることがより好ましい。

【0039】

例えば、条件式(5)の上下限の双方を縮減し、条件式(5')とするとより好ましい。レンズ外径の小型化、結像性能の維持、広い撮影範囲の確保により有利となる。

20

【0040】

さらには、第1レンズ群の最も物体側のレンズ成分が像側に凹面を持つ構成とすると、その凹面の曲率半径が小さくなりすぎることを防止でき、球面収差、コマ収差の補正が良好にできる。

【0041】

本発明の第4のズームレンズは、第1～第3のズームレンズにおいて、広角端から望遠端への変倍時、前記第1レンズ群は移動し、前記第2レンズ群は物体側に移動し、かつ、変倍時に前記第2レンズ群と共に移動する開口絞りを有することを特徴とするものである。

30

【0042】

以下に、本発明の第4のズームレンズにおいて上記構成をとる理由と作用を説明する。

【0043】

変倍を行う第2レンズ群と共に開口絞りを移動させることで、第2レンズ群への入射光束の範囲の変化を小さくできる。そのため、第2レンズ群の移動に伴う収差変動を抑えることができる。

【0044】

また、より好ましくは、第1レンズ群を広角端から望遠端への変倍時に像側に移動後、物体側に移動させることで、鏡筒構造を含めコンパクトなズームレンズとし得る。

40

【0045】

本発明の第5のズームレンズは、第4のズームレンズにおいて、前記開口絞りは前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間に配置されていることを特徴とするものである。

【0046】

以下に、本発明の第5のズームレンズにおいて上記構成をとる理由と作用を説明する。

【0047】

このような構成により、入射瞳を浅くでき、第1レンズ群の外径を小さくできる。また、第2レンズ群内の製造誤差によるレンズ素子の偏心の影響を小さくしやすくなり、鏡枠構造やレンズ構成を簡易にしやすくできる。

【0048】

50

本発明の第6のズームレンズは、第1～第5のズームレンズにおいて、前記ズームレンズが、物体側より順に、屈折力を有するレンズ群を、前記負屈折力の第1レンズ群、前記正屈折力の第2レンズ群、前記正屈折力の第3レンズ群の3群ズームレンズとしたことを特徴とするものである。

【0049】

以下に、本発明の第6のズームレンズにおいて上記構成をとる理由と作用を説明する。

【0050】

このような構成により、レンズ系全体として少ない群数で広角レンズ系に有利なレトロフォーカスシステムとし、電子撮像素子に適した射出瞳のコントロールを行うことができる。

【0051】

また、より好ましくは、第3レンズ群を変倍時に移動させることで、射出瞳のコントロールにより有利となる。

【0052】

本発明の第7のズームレンズは、第1～第6のズームレンズにおいて、前記第1レンズ群の最も物体側のレンズL11は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズであることを特徴とするものである。

【0053】

以下に、本発明の第7のズームレンズにおいて上記構成をとる理由と作用を説明する。

【0054】

このような構成により、広角端の画角を大きくしつつ、負の歪曲収差の過剰な発生を抑えやすくなる。

【0055】

本発明の第8のズームレンズは、第1～第7のズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は、物体側より負レンズと軸上の空気間隔を挟んで前記負レンズの像側に配された物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズを有することを特徴とするものである。

【0056】

以下に、本発明の第8のズームレンズにおいて上記構成をとる理由と作用を説明する。

【0057】

このような構成により、軸外光線を徐々に曲げることができるので、軸外収差の発生を抑えられる。

【0058】

本発明の第9のズームレンズは、第1～第8のズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は、非球面を有する負レンズを有することを特徴とするものである。

【0059】

以下に、本発明の第9のズームレンズにおいて上記構成をとる理由と作用を説明する。

【0060】

このような構成により、像面湾曲等の軸外収差を効率良く補正してレンズを小さくできる。

【0061】

本発明の第10のズームレンズは、第1～第9のズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は、物体側より負レンズと軸上の空気間隔を挟んで前記負レンズの像側に配された負レンズを有し、前記像側に配された負レンズは非球面を有することを特徴とするものである。

【0062】

以下に、本発明の第10のズームレンズにおいて上記構成をとる理由と作用を説明する

10

20

30

40

50

。

## 【0063】

像側の負レンズは物体側の負レンズより外径が小さく製造コスト面で非球面を用いるのに有利である。また、この負レンズに非球面を配することにより、他の収差の補正とのバランスの面でも効果を得ることができる。

## 【0064】

本発明の第11のズームレンズは、第10のズームレンズにおいて、前記像側に配された負レンズは2面の非球面を有することを特徴とするものである。

## 【0065】

以下に、本発明の第11のズームレンズにおいて上記構成をとる理由と作用を説明する 10

。

## 【0066】

このような構成にすることで、軸外光束へ徐々に非球面による効果を与えることができるので、収差補正上好ましい。また、1つのレンズにて非球面の面数を複数としているので、非球面を有するレンズを少なくし得る。それにより、製造コスト等の製造面で有利にすることができる。具体的には、第1レンズ群中のレンズの中、前記像側に配された負レンズのみが非球面レンズである構成とすると、製造コスト上より好ましい。

## 【0067】

本発明の第12のズームレンズは、第1～第11のズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は、物体側から順に、負レンズL11、負レンズL12、正レンズL13の3枚のレンズ素子からなることを特徴とするものである。 20

## 【0068】

以下に、本発明の第12のズームレンズにおいて上記構成をとる理由と作用を説明する

。

## 【0069】

このような構成にすると、2つの負レンズL11とL12で軸外光線を徐々に曲げるので、軸外収差の発生を抑えられる。さらに、その像面側に正レンズL13を配置することで、色収差の補正を行うことができる。第1レンズ群全体で、L11とL12の負レンズ2枚、L13の正レンズ1枚とすることで、主点を物体側に配置し、レンズの外径をコンパクトにすることができる。 30

## 【0070】

本発明の第13のズームレンズは、第1～第12のズームレンズにおいて、前記第3レンズ群は1枚の正レンズで構成したことを特徴とするものである。

## 【0071】

以下に、本発明の第13のズームレンズにおいて上記構成をとる理由と作用を説明する

。

## 【0072】

変倍と収差補正は主に第1レンズ群と第2レンズ群で行い、第3レンズ群を1枚の正レンズにすれば、薄型化が実現できる。

## 【0073】

本発明の第14のズームレンズは、第1～第13のズームレンズにおいて、前記第3レンズ群は少なくとも1面の非球面を有する1枚の正レンズを有することを特徴とするものである。 40

## 【0074】

以下に、本発明の第14のズームレンズにおいて上記構成をとる理由と作用を説明する

。

## 【0075】

非球面を設けることで、軸外の収差の補正と、テレセントリック性の確保の両立が容易になり、第3レンズ群の薄型化を実現できる。

## 【0076】

50

本発明の第15のズームレンズは、第1～第14のズームレンズにおいて、前記第2レンズ群は、物体側から順に、正レンズ成分、負レンズ成分、正レンズ成分を含むことを特徴とするものである。ただし、レンズ成分は、物体側面と像側面が空気に接触し、それらの面間に空間を持たないレンズ、つまり、単レンズ又は接合レンズとする。

【0077】

以下に、本発明の第15のズームレンズにおいて上記構成をとる理由と作用を説明する。

【0078】

このような構成をとることで、群の移動に伴う収差変動を抑えることができる。すなわち、第2レンズ群に主となる変倍を負担させることができ、光学系全体の構成を簡易にでき望ましい。

【0079】

本発明の第16のズームレンズは、第1～第15のズームレンズにおいて、前記第2レンズ群は最も物体側に正レンズ成分を有し、該正レンズ成分が、以下の条件式を満足することを特徴とするものである。

【0080】

$$-8 < (r_{21} + r_{22}) / (r_{21} - r_{22}) < 0 \quad \dots (6)$$

ただし、レンズ成分は、物体側面と像側面が空気に接触し、それらの面間に空間を持たないレンズ、つまり、単レンズ又は接合レンズとし、

$r_{21}$ は前記正レンズ成分の物体側面の近軸曲率半径、

$r_{22}$ は前記正レンズ成分の像側面の近軸曲率半径、

である。

【0081】

本発明の第17のズームレンズは、第16のズームレンズにおいて、条件式(6)に代えて以下の条件式(6')を満足する足することを特徴とするものである。

【0082】

$$-2 < (r_{21} + r_{22}) / (r_{21} - r_{22}) < -0.5 \quad \dots (6')$$

以下に、本発明の第16、第17のズームレンズにおいて上記構成をとる理由と作用を説明する。

【0083】

第2レンズ群は、最も物体側に物体側に強い凸面を有する正レンズを配置することで、第2レンズ群の主点を物体側寄りにして、高変倍を達成しやすくなる。特に、先述の(第12のズームレンズ等)のように、第1レンズ群がその外径をコンパクトにするため、第1レンズ群の主点を物体側に配置する構成をとる場合、この構成は有効である。

【0084】

条件式(6)の下限の-8を越えると、レンズのパワーが弱くなり、結果として第2レンズ群の構成を簡易にするのが困難になる。条件式(6)の上限の0を越えると、主点を物体側に配置する効果が小さくなる。

【0085】

条件式(6)において、下限値を-2、さらには-1.5とすることが、レンズ成分のパワーの確保のためより好ましい。

【0086】

若しくは、上限値を-0.5、さらには-0.8とすることが、変倍比を確保しやすくなる上でより好ましい。

【0087】

例えば、条件式(6)の上下限の双方を縮減し、条件式(6')とするとより好ましい。

【0088】

本発明の第18のズームレンズは、第1～第17のズームレンズにおいて、第2レンズ群の最も物体側のレンズ面が非球面であることを特徴とするものである。

10

20

30

40

50

## 【0089】

以下に、本発明の第18のズームレンズにおいて上記構成をとる理由と作用を説明する。

## 【0090】

このように構成することで、軸上光束の収差を良く補正できる。特に開口絞りを第2レンズ群の物体側に配置した場合、その効果が高まる。また、第2レンズ群の最も物体側のレンズが、物体側に凸面の正レンズとするとい。第2レンズ群に入射する軸上光束に収斂作用を持たせ、第2レンズ群のレンズ径を小さくしやすくなる。この凸面を強いパワーとすると、第2レンズ群の径を小さく構成するのに有利であるが、球面収差も出やすいので、この面を非球面とすることで、球面収差の補正を行うことができる。

10

## 【0091】

本発明の第19のズームレンズは、第15～第18のズームレンズにおいて、第2レンズ群は、物体側から順に、正屈折力の単レンズ、正レンズと負レンズとの接合レンズ、正屈折力の単レンズから構成されることを特徴とするものである。

## 【0092】

以下に、本発明の第19のズームレンズにおいて上記構成をとる理由と作用を説明する。

## 【0093】

正負の接合レンズを取り入れることで、負レンズの正レンズに対する相対的偏心による性能の劣化を抑えることができる。また、第2レンズ群内で略対称的なパワー配置となり、第2レンズ群自体の収差補正に有利となり、また、物体側にて2つの正レンズが並ぶことで、第2レンズ群の主点を物体寄りに構成でき、条件(2)を満足する変倍比の確保に有利となる。

20

## 【0094】

本発明の電子撮像装置は、ズームレンズと、その像側に配され、光学像を電気信号に変換する電子撮像素子とを備えた電子撮像装置であって、前記ズームレンズが第1～第19の何れかのズームレンズであることを特徴とするものである。

## 【0095】

以下に、本発明の電子撮像装置において上記構成をとる理由と作用を説明する。

## 【0096】

本発明の何れかのズームレンズの像側に、光学像を電気信号に変換する電子撮像素子を配した電子撮像装置とすることが好ましい。

30

## 【0097】

本発明のズームレンズでは、テレセントリック性の確保ができるため、光線が撮像素子へ斜めに入射することによる悪影響を低減できる。その場合、ズームレンズの撮影像高IHは、電子撮像素子上での有効撮像領域の対角長の半分を意味する。有効撮像領域は、電子撮像素子の光電変換面の内、受光した画像について表示、印刷等に使用する撮像領域の最大範囲を意味する。

## 【0098】

以上の本発明において、特許文献3、特許文献4で提案されているような画像処理による歪曲収差の補正を行ってもよい。画像処理による収差補正では、コマ収差や球面収差より歪曲収差の方が容易である旨も特許文献3～4で報告されている。当然、撮影後、撮影したカメラ機材以外の機材で画像処理を行ってもよい。

40

## 【0099】

また、以下の条件式(7)～(11)の何れかの条件式を個別若しくは複数を同時に満足するように構成してもよい。

## 【0100】

$$I\ H / H\ B_1 < 0.5 \quad \dots (7)$$

$$0.2 < I\ H / H\ B_1 < 0.5 \quad \dots (7')$$

ただし、HB<sub>1</sub>は第1レンズ群の像側レンズ面頂から後側主点までの距離であり、物体側

50

方向を正とする。

【0101】

条件式(7)、(7')の上限の0.5を越えると、第1レンズ群の後側主点位置(第1レンズ群の像側レンズ面頂から後側主点までの距離)が短くなり、1枚目のレンズに入射する光線高が高くなり、結果として1枚目のレンズ径の小型化に不利となる。条件式(7')の下限の0.2を越えて第1レンズ群の主点位置が物体側に寄りすぎると、第1レンズ群のパワーが強くなりすぎ、収差の補正が困難となる。

【0102】

また、条件式(7')にて、下限値を0.3、さらには0.35とするとより好ましい。

10

【0103】

また、条件式(7)若しくは(7')にて、上限値を0.47、さらには0.45とするとより好ましい。

【0104】

また、

$$3.2 < f_{2G} / f_w \quad \dots (8)$$

$$3.2 < f_{2G} / f_w < 5.5 \quad \dots (8')$$

ただし、 $f_{2G}$ は第2レンズ群の焦点距離、

である。

【0105】

条件式(8)の下限の3.2を越えると、第2レンズ群のパワーが強くなりすぎるため、変倍のための群移動に伴う収差変動を抑えることが困難となる。

20

【0106】

条件式(8)に上限値を設け、条件式(8')を満足する構成とすると、さらによい。

【0107】

この条件式(8')の上限の5.5を越えると、主に変倍を行う第2レンズ群のパワーが弱くなり、変倍機能が下がり、結果として高変倍比を実現し難くなる。

【0108】

また、条件式(8')にて、下限値を3.3、さらには3.5とするとより好ましい。

30

【0109】

また、条件式(8')にて、上限値を5.0、さらには4.0とするとより好ましい。

【0110】

また、

$$IH / HD_{12w} < 0.13 \quad \dots (9)$$

ただし、 $HD_{12w}$ は、広角端における第1レンズ群の後側主点から第2レンズ群の前側主点までの距離であり、像側方向を正とする。

【0111】

この条件式(9)の上限の0.13を越えると、第1、第2レンズ群の主点間距離が短くなる。そのため、望遠端時に第1レンズ群と第2レンズ群の主点間距離をさらに狭くすることが困難となり、高変倍比が得難くなる。

40

【0112】

また、条件式(9)にて、上限値を0.12、さらには0.11とするとより好ましい。

【0113】

また、

$$TL_w / f_w > 13.5 \quad \dots (10)$$

ただし、 $TL_w$ は広角端におけるズームレンズの入射面から像面までの軸上距離、である。

【0114】

50

この条件式(10)の下限の13.5を越えると、広画角を維持しつつ十分に収差補正を行うことが困難となる。

【0115】

また、条件式(10)にて、下限値を14.0、さらには15.0とするとより好ましい。

【0116】

また、条件式(10)にて上限値を設け、25.0より小さくし、広角端でのズームレンズ全長の短縮を行うことが好ましい。

【0117】

また、

$$2.0 < |f_{1G} / f_w| < 3.5 \quad \dots (11)$$

この条件式(11)の上限の3.5を越えて第1レンズ群の焦点距離が長くなると、広角端におけるレンズ全長が長くなり、小型化に不利となる。下限の2.0を越えて第1レンズ群の焦点距離が短くなると、望遠端での第2レンズ群の倍率が大きくなりすぎ、製造誤差による性能劣化が大きくなりやすくなる。

【0118】

また、条件式(11)にて、下限値を2.4、さらには2.7とするとより好ましい。

【0119】

また、条件式(11)にて、上限値を3.4、さらには3.3とするとより好ましい。

【0120】

上述の各構成や条件式は、適宜組み合わせることで、それぞれの効果を奏するので、より効果的である。

【発明の効果】

【0121】

以上の本発明によると、十分な広角域を有し、コンパクト化にも有利でありながら、高変倍のズームレンズとそれを用いた電子撮像装置を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0122】

以下、本発明のズームレンズの実施例1～4について説明する。実施例1～4の無限遠物点合焦時の広角端(a)、中間状態(b)、望遠端(c)のレンズ断面図をそれぞれ図1～図4に示す。図1～図4中、第1レンズ群はG1、開口絞りはS、第2レンズ群はG2、第3レンズ群はG3、赤外光を制限する波長域制限コートを施したローパスフィルタを構成する平行平板はF、CCD、CMOS等の電子撮像素子のカバーガラスの平行平板はC、像面はIで示してある。なお、カバーガラスCの表面に波長域制限用の多層膜を施してもよい。また、そのカバーガラスCにローパスフィルタ作用を持たせるようにしてもよい。

【0123】

実施例1のズームレンズは、図1に示すように、物体側から順に、負の屈折力の第1レンズ群G1と、開口絞りSと、正屈折力の第2レンズ群G2と、正屈折力の第3レンズ群G3とから構成されており、広角端から望遠端への変倍をする際に、第1レンズ群G1は、物体側に凹の軌跡で移動し、望遠端では広角端の位置より若干像面側に位置し、開口絞りSと第2レンズ群G2は一体に物体側へ単調に移動し、第3レンズ群G3は像面側へ移動する。

【0124】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ2枚と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2レンズ群G2は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズと、両凸正レンズとからなり、第3レンズ群G3は、両凸正レンズ1枚からなる。

10

20

30

40

50

## 【0125】

非球面は、第1レンズ群G1の物体側から2番目の負メニスカスレンズの両面、第2レンズ群G2の物体側の両凸正レンズの物体側の面、第3レンズ群G3の両凸正レンズの両面の5面に用いている。

## 【0126】

実施例2のズームレンズは、図2に示すように、物体側から順に、負の屈折力の第1レンズ群G1と、開口絞りSと、正屈折力の第2レンズ群G2と、正屈折力の第3レンズ群G3とから構成されており、広角端から望遠端への変倍をする際に、第1レンズ群G1は、物体側に凹の軌跡で移動し、望遠端では広角端の位置より若干像面側に位置し、開口絞りSと第2レンズ群G2は一体に物体側へ単調に移動し、第3レンズ群G3は広角端から中間状態まで像面側へ移動し、中間状態から望遠端までは略固定である。10

## 【0127】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ2枚と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2レンズ群G2は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズと、両凸正レンズとからなり、第3レンズ群G3は、両凸正レンズ1枚からなる。

## 【0128】

非球面は、第1レンズ群G1の物体側から2番目の負メニスカスレンズの両面、第2レンズ群G2の物体側の両凸正レンズの物体側の面、第3レンズ群G3の両凸正レンズの両面の5面に用いている。20

## 【0129】

実施例3のズームレンズは、図3に示すように、物体側から順に、負の屈折力の第1レンズ群G1と、開口絞りSと、正屈折力の第2レンズ群G2と、正屈折力の第3レンズ群G3とから構成されており、広角端から望遠端への変倍をする際に、第1レンズ群G1は、物体側に凹の軌跡で移動し、望遠端では広角端の位置より像面側に位置し、開口絞りSと第2レンズ群G2は一体に物体側へ単調に移動し、第3レンズ群G3は像面側へ移動する。

## 【0130】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ2枚と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズと、両凸正レンズとからなり、第3レンズ群G3は、両凸正レンズ1枚からなる。30

## 【0131】

非球面は、第1レンズ群G1の物体側から2番目の負メニスカスレンズの両面、第2レンズ群G2の正メニスカスレンズの物体側の面、第3レンズ群G3の両凸正レンズの両面の5面に用いている。

## 【0132】

実施例4のズームレンズは、図4に示すように、物体側から順に、負の屈折力の第1レンズ群G1と、開口絞りSと、正屈折力の第2レンズ群G2と、正屈折力の第3レンズ群G3とから構成されており、広角端から望遠端への変倍をする際に、第1レンズ群G1は、物体側に凹の軌跡で移動し、望遠端では広角端の位置より像面側に位置し、開口絞りSと第2レンズ群G2は一体に物体側へ単調に移動し、第3レンズ群G3は像面側へ移動する。40

## 【0133】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ2枚と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2レンズ群G2は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズと、両凸正レンズとからなり、第3レンズ群G3は、両凸正レンズ50

1枚からなる。

【0134】

非球面は、第1レンズ群G1の物体側から2番目の負メニスカスレンズの両面、第2レンズ群G2の物体側の両凸正レンズの物体側の面、第3レンズ群G3の両凸正レンズの両面の5面に用いている。

【0135】

以上の各ズームレンズ共、近距離合焦をレンズ全体若しくは特定のレンズ群の移動にて行うようにしてもよい。また、第3レンズ群のみを移動させると、倍率の変化が抑えられ、移動するレンズも少なく好ましい。

【0136】

なお、上記実施例1～4の広角端から望遠端の実画角2 の範囲は次の通りである。

【0137】

実施例1 実画角2 91.7°～21.8°

実施例2 実画角2 91.7°～21.7°

実施例3 実画角2 91.6°～22.3°

実施例4 実画角2 82.9°～21.9°

10

20

以下に、上記各実施例の数値データを示すが、記号は上記の外、 $f$ は全系焦点距離、 $F_{N_0}$ は $F$ ナンバー、WEは広角端、STは中間状態、TEは望遠端、 $r_1, r_2, \dots$ は各レンズ面の曲率半径、 $d_1, d_2, \dots$ は各レンズ面間の間隔、 $n_{d1}, n_{d2}, \dots$ は各レンズのd線の屈折率、 $d_1, d_2, \dots$ は各レンズのアッベ数である。なお、非球面形状は、 $x$ を光の進行方向を正とした光軸とし、 $y$ を光軸と直交する方向にとると、下記の式にて表される。

【0138】

$$x = (y^2 / r) / [1 + \{1 - (K + 1)(y / r)^2\}^{1/2}] + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10}$$

ただし、 $r$ は近軸曲率半径、 $K$ は円錐係数、 $A_4, A_6, A_8, A_{10}$ はそれぞれ4次、6次、8次、10次の非球面係数である。

【0140】

実施例1

$r_1 = 120.490$   $d_1 = 1.31$   $n_{d1} = 1.77250$   $d_1 = 49.60$

$r_2 = 8.803$   $d_2 = 2.41$

$r_3 = 18.045$  (非球面)  $d_3 = 1.43$   $n_{d2} = 1.74330$   $d_2 = 49.33$

$r_4 = 8.094$  (非球面)  $d_4 = 3.05$

$r_5 = 14.990$   $d_5 = 2.92$   $n_{d3} = 1.84666$   $d_3 = 23.78$

$r_6 = 40.520$   $d_6 = (\text{可変})$

$r_7 = (\text{絞り})$   $d_7 = 0.50$

$r_8 = 14.360$  (非球面)  $d_8 = 1.96$   $n_{d4} = 1.74330$   $d_4 = 49.33$

$r_9 = -331.278$   $d_9 = 0.37$

$r_{10} = 12.927$   $d_{10} = 3.50$   $n_{d5} = 1.77250$   $d_5 = 49.60$

$r_{11} = 115.263$   $d_{11} = 2.37$   $n_{d6} = 1.84666$   $d_6 = 23.78$

$r_{12} = 7.486$   $d_{12} = 0.69$

$r_{13} = 33.417$   $d_{13} = 1.95$   $n_{d7} = 1.48749$   $d_7 = 70.23$

$r_{14} = -13.786$   $d_{14} = (\text{可変})$

$r_{15} = 21.995$  (非球面)  $d_{15} = 2.97$   $n_{d8} = 1.49700$   $d_8 = 81.54$

$r_{16} = -21.106$  (非球面)  $d_{16} = (\text{可変})$

$r_{17} =$   $d_{17} = 0.76$   $n_{d9} = 1.54771$   $d_9 = 62.84$

$r_{18} =$   $d_{18} = 0.44$

$r_{19} =$   $d_{19} = 0.40$   $n_{d10} = 1.51633$   $d_{10} = 64.14$

$r_{20} =$   $d_{20} = 0.60$

30

40

50

$r_{21} =$  (像面)

非球面係数

第3面

$$\begin{aligned} K &= -2.076 \\ A_4 &= 6.45927 \times 10^{-5} \\ A_6 &= 6.49359 \times 10^{-6} \\ A_8 &= -8.75295 \times 10^{-8} \\ A_{10} &= 3.45632 \times 10^{-10} \end{aligned}$$

第4面

$$\begin{aligned} K &= -0.123 \\ A_4 &= -2.45406 \times 10^{-4} \\ A_6 &= 6.68743 \times 10^{-6} \\ A_8 &= -1.43236 \times 10^{-7} \\ A_{10} &= -2.58394 \times 10^{-10} \end{aligned}$$

第8面

$$\begin{aligned} K &= -2.842 \\ A_4 &= 5.45802 \times 10^{-5} \\ A_6 &= -8.40498 \times 10^{-7} \\ A_8 &= 3.93728 \times 10^{-8} \\ A_{10} &= -8.90443 \times 10^{-10} \end{aligned}$$

10

第15面

$$\begin{aligned} K &= 17.207 \\ A_4 &= -4.08931 \times 10^{-4} \\ A_6 &= 3.36877 \times 10^{-5} \\ A_8 &= -1.34835 \times 10^{-6} \\ A_{10} &= 1.83688 \times 10^{-8} \end{aligned}$$

20

第16面

$$\begin{aligned} K &= -5.667 \\ A_4 &= -2.68421 \times 10^{-4} \\ A_6 &= 8.59656 \times 10^{-5} \\ A_8 &= -4.00016 \times 10^{-6} \\ A_{10} &= 9.20195 \times 10^{-8} \end{aligned}$$

30

ズームデータ( )

|          | WE    | ST    | TE     |
|----------|-------|-------|--------|
| $f$ (mm) | 3.991 | 8.545 | 18.189 |
| $F_{N0}$ | 2.80  | 3.67  | 4.80   |
| $d_6$    | 26.79 | 9.98  | 2.08   |
| $d_{14}$ | 5.33  | 12.90 | 28.33  |
| $d_{16}$ | 2.41  | 2.20  | 1.98   |
| .        |       |       |        |

40

実施例2

|                      |              |                    |               |
|----------------------|--------------|--------------------|---------------|
| $r_1 = 118.807$      | $d_1 = 1.31$ | $n_{d1} = 1.77250$ | $d_1 = 49.60$ |
| $r_2 = 8.809$        | $d_2 = 2.41$ | $n_{d2} = 1.74330$ | $d_2 = 49.33$ |
| $r_3 = 18.035$ (非球面) | $d_3 = 1.39$ | $n_{d3} = 1.84666$ | $d_3 = 23.78$ |
| $r_4 = 7.941$ (非球面)  | $d_4 = 3.10$ |                    |               |
| $r_5 = 15.161$       | $d_5 = 3.00$ |                    |               |
| $r_6 = 44.116$       | $d_6 = (可変)$ |                    |               |
| $r_7 = (絞り)$         | $d_7 = 0.50$ |                    |               |
| $r_8 = 12.553$ (非球面) | $d_8 = 2.00$ | $n_{d4} = 1.74330$ | $d_4 = 49.33$ |

50

|                          |                        |                     |                  |
|--------------------------|------------------------|---------------------|------------------|
| $r_9 = -1072.915$        | $d_9 = 0.47$           |                     |                  |
| $r_{10} = 14.652$        | $d_{10} = 2.88$        | $n_{d5} = 1.77250$  | $d_5 = 49.60$    |
| $r_{11} = 116.690$       | $d_{11} = 2.58$        | $n_{d6} = 1.84666$  | $d_6 = 23.78$    |
| $r_{12} = 7.579$         | $d_{12} = 0.66$        |                     |                  |
| $r_{13} = 28.801$        | $d_{13} = 1.98$        | $n_{d7} = 1.48749$  | $d_7 = 70.23$    |
| $r_{14} = -13.779$       | $d_{14} = (\text{可变})$ |                     |                  |
| $r_{15} = 25.196$ (非球面)  | $d_{15} = 3.23$        | $n_{d8} = 1.49700$  | $d_8 = 81.54$    |
| $r_{16} = -20.772$ (非球面) | $d_{16} = (\text{可变})$ |                     |                  |
| $r_{17} =$               | $d_{17} = 0.76$        | $n_{d9} = 1.54771$  | $d_9 = 62.84$    |
| $r_{18} =$               | $d_{18} = 0.44$        |                     |                  |
| $r_{19} =$               | $d_{19} = 0.40$        | $n_{d10} = 1.51633$ | $d_{10} = 64.14$ |
| $r_{20} =$               | $d_{20} = 0.60$        |                     |                  |
| $r_{21} =$ (像面)          |                        |                     |                  |

## 非球面係数

## 第3面

|                                    |  |  |  |
|------------------------------------|--|--|--|
| $K = -2.753$                       |  |  |  |
| $A_4 = 5.55177 \times 10^{-5}$     |  |  |  |
| $A_6 = 6.78542 \times 10^{-6}$     |  |  |  |
| $A_8 = -8.75312 \times 10^{-8}$    |  |  |  |
| $A_{10} = 3.00839 \times 10^{-10}$ |  |  |  |

10

## 第4面

|                                     |  |  |  |
|-------------------------------------|--|--|--|
| $K = -0.154$                        |  |  |  |
| $A_4 = -2.78544 \times 10^{-4}$     |  |  |  |
| $A_6 = 7.01729 \times 10^{-6}$      |  |  |  |
| $A_8 = -1.42051 \times 10^{-7}$     |  |  |  |
| $A_{10} = -3.59350 \times 10^{-10}$ |  |  |  |

20

## 第8面

|                                    |  |  |  |
|------------------------------------|--|--|--|
| $K = -2.029$                       |  |  |  |
| $A_4 = 4.38908 \times 10^{-5}$     |  |  |  |
| $A_6 = -2.45433 \times 10^{-7}$    |  |  |  |
| $A_8 = -8.67387 \times 10^{-9}$    |  |  |  |
| $A_{10} = 4.57999 \times 10^{-10}$ |  |  |  |

30

## 第15面

|                                   |  |  |  |
|-----------------------------------|--|--|--|
| $K = 26.077$                      |  |  |  |
| $A_4 = -4.19155 \times 10^{-4}$   |  |  |  |
| $A_6 = 3.06327 \times 10^{-5}$    |  |  |  |
| $A_8 = -1.13473 \times 10^{-6}$   |  |  |  |
| $A_{10} = 3.54518 \times 10^{-9}$ |  |  |  |

40

## 第16面

|                                   |  |  |  |
|-----------------------------------|--|--|--|
| $K = -3.248$                      |  |  |  |
| $A_4 = -2.66612 \times 10^{-4}$   |  |  |  |
| $A_6 = 8.09076 \times 10^{-5}$    |  |  |  |
| $A_8 = -3.64091 \times 10^{-6}$   |  |  |  |
| $A_{10} = 7.64667 \times 10^{-8}$ |  |  |  |

## ズームデータ( )

|          | W E   | S T   | T E    |
|----------|-------|-------|--------|
| $f$ (mm) | 3.990 | 8.545 | 18.288 |
| $F_{N0}$ | 2.80  | 3.67  | 4.80   |
| $d_6$    | 26.74 | 9.60  | 1.50   |
| $d_{14}$ | 5.18  | 12.57 | 28.03  |

50

$d_{16}$  2.52 2.40 2.40 .  
 【 0 1 4 2 】

## 実施例 3

|                          |                        |                     |                  |    |
|--------------------------|------------------------|---------------------|------------------|----|
| $r_1 = 4500.383$         | $d_1 = 1.32$           | $n_{d1} = 1.77250$  | $d_1 = 49.60$    |    |
| $r_2 = 9.359$            | $d_2 = 2.41$           | $n_{d2} = 1.74330$  | $d_2 = 49.33$    |    |
| $r_3 = 24.524$ (非球面)     | $d_3 = 1.39$           | $n_{d3} = 1.84666$  | $d_3 = 23.78$    |    |
| $r_4 = 8.963$ (非球面)      | $d_4 = 2.41$           |                     |                  | 10 |
| $r_5 = 17.943$           | $d_5 = 2.89$           |                     |                  |    |
| $r_6 = 284.297$          | $d_6 = (\text{可変})$    |                     |                  |    |
| $r_7 = (\text{絞り})$      | $d_7 = 0.50$           |                     |                  |    |
| $r_8 = 19.436$ (非球面)     | $d_8 = 1.53$           | $n_{d4} = 1.74330$  | $d_4 = 49.33$    |    |
| $r_9 = 137.997$          | $d_9 = 0.18$           | $n_{d5} = 1.77250$  | $d_5 = 49.60$    |    |
| $r_{10} = 11.381$        | $d_{10} = 3.19$        | $n_{d6} = 1.84666$  | $d_6 = 23.78$    |    |
| $r_{11} = 4390.531$      | $d_{11} = 3.25$        |                     |                  |    |
| $r_{12} = 8.260$         | $d_{12} = 0.69$        |                     |                  |    |
| $r_{13} = 26.872$        | $d_{13} = 2.09$        | $n_{d7} = 1.48749$  | $d_7 = 70.23$    |    |
| $r_{14} = -12.935$       | $d_{14} = (\text{可変})$ | $n_{d8} = 1.49700$  | $d_8 = 81.54$    |    |
| $r_{15} = 24.500$ (非球面)  | $d_{15} = 1.90$        | $n_{d9} = 1.54771$  | $d_9 = 62.84$    |    |
| $r_{16} = -24.796$ (非球面) | $d_{16} = (\text{可変})$ | $n_{d10} = 1.51633$ | $d_{10} = 64.14$ | 20 |
| $r_{17} =$               | $d_{17} = 0.76$        |                     |                  |    |
| $r_{18} =$               | $d_{18} = 0.44$        |                     |                  |    |
| $r_{19} =$               | $d_{19} = 0.40$        |                     |                  |    |
| $r_{20} =$               | $d_{20} = 0.60$        |                     |                  |    |
| $r_{21} = (\text{像面})$   |                        |                     |                  |    |

## 非球面係数

## 第 3 面

|                                    |  |  |  |    |
|------------------------------------|--|--|--|----|
| $K = 0.000$                        |  |  |  |    |
| $A_4 = -1.09346 \times 10^{-22}$   |  |  |  |    |
| $A_6 = 7.42289 \times 10^{-6}$     |  |  |  | 30 |
| $A_8 = -8.34361 \times 10^{-8}$    |  |  |  |    |
| $A_{10} = 2.82193 \times 10^{-10}$ |  |  |  |    |

## 第 4 面

|                                     |  |  |  |  |
|-------------------------------------|--|--|--|--|
| $K = -0.145$                        |  |  |  |  |
| $A_4 = -2.76977 \times 10^{-4}$     |  |  |  |  |
| $A_6 = 8.02851 \times 10^{-6}$      |  |  |  |  |
| $A_8 = -1.22644 \times 10^{-7}$     |  |  |  |  |
| $A_{10} = -8.03256 \times 10^{-13}$ |  |  |  |  |

## 第 8 面

|                                   |  |  |  |    |
|-----------------------------------|--|--|--|----|
| $K = -4.326$                      |  |  |  | 40 |
| $A_4 = 3.58731 \times 10^{-6}$    |  |  |  |    |
| $A_6 = 1.37882 \times 10^{-6}$    |  |  |  |    |
| $A_8 = -1.18290 \times 10^{-7}$   |  |  |  |    |
| $A_{10} = 3.57210 \times 10^{-9}$ |  |  |  |    |

## 第 15 面

|                                     |  |  |  |    |
|-------------------------------------|--|--|--|----|
| $K = 27.818$                        |  |  |  |    |
| $A_4 = -5.16300 \times 10^{-4}$     |  |  |  |    |
| $A_6 = -6.63410 \times 10^{-7}$     |  |  |  |    |
| $A_8 = -1.73194 \times 10^{-6}$     |  |  |  |    |
| $A_{10} = -5.52968 \times 10^{-10}$ |  |  |  | 50 |

## 第 1 6 面

$$\begin{aligned}
 K &= 0.000 \\
 A_4 &= -2.87839 \times 10^{-4} \\
 A_6 &= 4.85820 \times 10^{-5} \\
 A_8 &= -5.34160 \times 10^{-6} \\
 A_{10} &= 1.27186 \times 10^{-7}
 \end{aligned}$$

ズームデータ( )

|          | W E   | S T   | T E    |    |
|----------|-------|-------|--------|----|
| $f$ (mm) | 3.995 | 8.550 | 17.995 |    |
| $F_{N0}$ | 2.77  | 3.36  | 4.83   | 10 |
| $d_6$    | 27.65 | 10.79 | 2.05   |    |
| $d_{14}$ | 3.80  | 13.22 | 27.89  |    |
| $d_{16}$ | 4.77  | 3.08  | 1.86   | .  |

【0 1 4 3】

## 実施例 4

|                          |                 |                     |                  |    |
|--------------------------|-----------------|---------------------|------------------|----|
| $r_1 = 121.056$          | $d_1 = 1.43$    | $n_{d1} = 1.77250$  | $d_1 = 49.60$    |    |
| $r_2 = 9.380$            | $d_2 = 2.15$    | $n_{d2} = 1.74330$  | $d_2 = 49.33$    |    |
| $r_3 = 16.015$ (非球面)     | $d_3 = 1.44$    | $n_{d3} = 1.84666$  | $d_3 = 23.78$    | 20 |
| $r_4 = 8.193$ (非球面)      | $d_4 = 2.98$    | $n_{d4} = 1.74330$  | $d_4 = 49.33$    |    |
| $r_5 = 16.120$           | $d_5 = 2.94$    | $n_{d5} = 1.77250$  | $d_5 = 49.60$    |    |
| $r_6 = 45.014$           | $d_6 = (可変)$    | $n_{d6} = 1.84666$  | $d_6 = 23.78$    |    |
| $r_7 = (絞り)$             | $d_7 = 0.47$    | $n_{d7} = 1.48749$  | $d_7 = 70.23$    |    |
| $r_8 = 14.773$ (非球面)     | $d_8 = 1.86$    | $n_{d8} = 1.49700$  | $d_8 = 81.54$    |    |
| $r_9 = -994.295$         | $d_9 = 0.33$    | $n_{d9} = 1.54771$  | $d_9 = 62.84$    |    |
| $r_{10} = 13.147$        | $d_{10} = 2.82$ | $n_{d10} = 1.51633$ | $d_{10} = 64.14$ |    |
| $r_{11} = 72.079$        | $d_{11} = 2.42$ |                     |                  |    |
| $r_{12} = 8.130$         | $d_{12} = 0.66$ |                     |                  |    |
| $r_{13} = 29.342$        | $d_{13} = 1.71$ |                     |                  |    |
| $r_{14} = -16.090$       | $d_{14} = (可変)$ |                     |                  | 30 |
| $r_{15} = 25.866$ (非球面)  | $d_{15} = 2.62$ |                     |                  |    |
| $r_{16} = -21.997$ (非球面) | $d_{16} = (可変)$ |                     |                  |    |
| $r_{17} =$               | $d_{17} = 0.76$ |                     |                  |    |
| $r_{18} =$               | $d_{18} = 0.44$ |                     |                  |    |
| $r_{19} =$               | $d_{19} = 0.40$ |                     |                  |    |
| $r_{20} =$               | $d_{20} = 0.60$ |                     |                  |    |
| $r_{21} = (像面)$          |                 |                     |                  |    |

## 非球面係数

## 第 3 面

$$\begin{aligned}
 K &= -8.593 \\
 A_4 &= -5.21721 \times 10^{-5} \\
 A_6 &= 1.35472 \times 10^{-5} \\
 A_8 &= -1.60073 \times 10^{-7} \\
 A_{10} &= 8.18893 \times 10^{-10}
 \end{aligned}$$

40

## 第 4 面

$$\begin{aligned}
 K &= -0.267 \\
 A_4 &= -5.36622 \times 10^{-4} \\
 A_6 &= 1.87785 \times 10^{-5} \\
 A_8 &= -2.34186 \times 10^{-7} \\
 A_{10} &= 6.47476 \times 10^{-10}
 \end{aligned}$$

50

## 第 8 面

$$\begin{aligned}
 K &= -2.764 \\
 A_4 &= 3.65365 \times 10^{-5} \\
 A_6 &= 1.70796 \times 10^{-6} \\
 A_8 &= -1.47291 \times 10^{-7} \\
 A_{10} &= 4.47653 \times 10^{-9}
 \end{aligned}$$

## 第 15 面

$$\begin{aligned}
 K &= 31.103 \\
 A_4 &= -5.88505 \times 10^{-4} \\
 A_6 &= 5.86985 \times 10^{-6} \\
 A_8 &= -6.62903 \times 10^{-7} \\
 A_{10} &= 3.27987 \times 10^{-9}
 \end{aligned}$$

10

## 第 16 面

$$\begin{aligned}
 K &= -3.969 \\
 A_4 &= -6.53373 \times 10^{-4} \\
 A_6 &= 9.42874 \times 10^{-5} \\
 A_8 &= -6.79301 \times 10^{-6} \\
 A_{10} &= 1.91081 \times 10^{-7}
 \end{aligned}$$

20

## ズームデータ( )

|          | W E   | S T   | T E    |
|----------|-------|-------|--------|
| $f$ (mm) | 4.460 | 9.095 | 18.274 |
| $F_{N0}$ | 2.80  | 3.67  | 4.80   |
| $d_6$    | 26.31 | 10.64 | 2.46   |
| $d_{14}$ | 5.71  | 13.58 | 26.94  |
| $d_{16}$ | 3.41  | 2.53  | 2.23   |
|          |       |       | 。      |

## 【0144】

以上の実施例 1 ~ 4 の無限遠物点合焦時の収差図をそれぞれ図 5 ~ 図 8 に示す。これらの収差図において、(a) は広角端、(b) は中間状態、(c) は望遠端における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す。各図中、“F I Y” は最大像高を示す。

## 【0145】

30

次に、上記各実施例における画角、条件式(1) ~ (10)の値、及び、 $I H$ 、 $f_w$ 、 $f_t$ 、 $d_a$ 、 $d_b$ 、 $f_{ra}$ 、 $f_{ra}/I H$ 、 $f_{rb}$ 、 $f_{rb}/f_{ra}$ 、 $f_{1G}$ 、 $f_{2G}$ 、 $r_1$ 、 $r_{21}$ 、 $r_{22}$ 、 $H B_1$ 、 $H D_{12w}$ 、 $T L_w$  の値を示す。

## 【0146】

|         | 実施例 1  | 実施例 2  | 実施例 3  | 実施例 4  |    |
|---------|--------|--------|--------|--------|----|
| 条件式(1)  | 0.902  | 0.902  | 0.901  | 0.807  |    |
| 条件式(2)  | 4.558  | 4.583  | 4.504  | 4.097  |    |
| 条件式(3)  | 2.315  | 2.301  | 2.169  | 2.035  |    |
| 条件式(4)  | 0.145  | 0.104  | 0.135  | 0.167  |    |
| 条件式(5)  | 0.0299 | 0.0303 | 0.0008 | 0.0297 | 40 |
| 条件式(6)  | -0.917 | -0.977 | -1.328 | -0.971 |    |
| 条件式(7)  | 0.424  | 0.412  | 0.399  | 0.440  |    |
| 条件式(8)  | 3.598  | 3.599  | 3.797  | 3.309  |    |
| 条件式(9)  | 0.104  | 0.103  | 0.098  | 0.106  |    |
| 条件式(10) | 15.57  | 15.58  | 15.56  | 13.78  |    |
| 条件式(11) | 2.899  | 2.912  | 3.191  | 2.899  |    |
| $I H$   | 3.60   | 3.60   | 3.60   | 3.60   |    |
| $f_w$   | 3.991  | 3.990  | 3.995  | 4.460  |    |
| $f_t$   | 18.189 | 18.288 | 17.995 | 18.274 |    |
| $d_a$   | 26.79  | 26.74  | 27.65  | 26.31  | 50 |

|                          |          |           |          |          |    |
|--------------------------|----------|-----------|----------|----------|----|
| $d_b$                    | 2.08     | 1.50      | 2.05     | 2.46     |    |
| $f_{ra}$ ( 広角端時焦点距離を選択 ) | 3.991    | 3.990     | 3.995    | 4.460    |    |
| $f_{ra} / IH$            | 1.109    | 1.108     | 1.110    | 1.239    |    |
| $f_{rb}$ ( 望遠端時焦点距離を選択 ) | 18.189   | 18.288    | 17.995   | 18.274   |    |
| $f_{rb} / f_{ra}$        | 4.557    | 4.583     | 4.504    | 4.097    |    |
| $f_{1G}$                 | -11.57   | -11.62    | -12.75   | -12.93   |    |
| $f_{2G}$                 | 14.36    | 14.36     | 15.17    | 14.76    |    |
| $r_1$                    | 120.490  | 118.807   | 4500.383 | 121.056  |    |
| $r_{21}$                 | 14.36    | 12.553    | 19.436   | 14.773   |    |
| $r_{22}$                 | -331.278 | -1072.915 | 137.997  | -994.295 | 10 |
| $HB_1$                   | 8.49     | 8.73      | 9.02     | 8.18     |    |
| $HD_{12W}$               | 34.68    | 35.08     | 36.92    | 34.06    |    |
| $TL_w$                   | 62.15    | 62.15     | 62.17    | 61.45    |    |

。

## 【 0 1 4 7 】

図 9 ~ 図 11 は、以上のようなズームレンズを撮影光学系 4 1 に組み込んだ本発明によるデジタルカメラの構成の概念図を示す。図 9 はデジタルカメラ 4 0 の外観を示す前方斜視図、図 10 は同後方正面図、図 11 はデジタルカメラ 4 0 の構成を示す模式的な断面図である。ただし、図 9 と図 11 においては、撮影光学系 4 1 の非沈胴時を示している。デジタルカメラ 4 0 は、この例の場合、撮影用光路 4 2 を有する撮影光学系 4 1 、ファインダー用光路 4 4 を有するファインダー光学系 4 3 、シャッターボタン 4 5 、フラッシュ 4 6 、液晶表示モニター 4 7 、焦点距離変更ボタン 6 1 、設定変更スイッチ 6 2 等を含み、撮影光学系 4 1 の沈胴時には、カバー 6 0 をスライドすることにより、撮影光学系 4 1 とファインダー光学系 4 3 とフラッシュ 4 6 はそのカバー 6 0 で覆われる。そして、カバー 6 0 を開いてカメラ 4 0 を撮影状態に設定すると、撮影光学系 4 1 は図 11 の非沈胴状態になり、カメラ 4 0 の上部に配置されたシャッターボタン 4 5 を押圧すると、それに連動して撮影光学系 4 1 、例えば実施例 1 のズームレンズを通して撮影が行われる。撮影光学系 4 1 によって形成された物体像が、波長域制限コートを施したローパスフィルタ F とカバーガラス C を介して CCD 4 9 の撮像面（光電変換面）上に形成される。この CCD 4 9 で受光された物体像は、処理手段 5 1 を介し、電子画像としてカメラ背面に設けられた液晶表示モニター 4 7 に表示される。また、この処理手段 5 1 には記録手段 5 2 が接続され、撮影された電子画像を記録することもできる。なお、この記録手段 5 2 は処理手段 5 1 と別体に設けてもよいし、フロッピーディスクやメモリーカード、MO 等により電子的に記録書込を行うように構成してもよい。また、CCD 4 9 に代わって銀塩フィルムを配置した銀塩カメラとして構成してもよい。

## 【 0 1 4 8 】

さらに、ファインダー用光路 4 4 上にはファインダー用対物光学系 5 3 が配置してある。ファインダー用対物光学系 5 3 は、複数のレンズ群（図の場合は 3 群）と 2 つのプリズムからなり、撮影光学系 4 1 のズームレンズに連動して焦点距離が変化するズーム光学系からなり、このファインダー用対物光学系 5 3 によって形成された物体像は、像正立部材である正立プリズム 5 5 の視野枠 5 7 上に形成される。この正立プリズム 5 5 の後方には、正立正像にされた像を観察者眼球 E に導く接眼光学系 5 9 が配置されている。なお、接眼光学系 5 9 の射出側にカバー部材 5 0 が配置されている。

## 【 0 1 4 9 】

このように構成されたデジタルカメラ 4 0 は、撮影光学系 4 1 が、本発明により、十分な広角域を有し、コンパクトな構成としながら、高変倍で全変倍域で結像性能を極めて安定的であるので、高性能・小型化・広角化が実現できる。

## 【 0 1 5 0 】

本発明は、以上のような一般的な被写体を撮影する所謂コンパクトデジタルカメラだけでなく、広い画角が必要な監視カメラや、レンズ交換式のカメラに適用してもよい。

10

20

30

40

50

## 【図面の簡単な説明】

## 【0 1 5 1】

【図1】本発明のズームレンズの実施例1の無限遠物点合焦時の広角端(a)、中間状態(b)、望遠端(c)でのレンズ断面図である。

【図2】本発明のズームレンズの実施例2の図1と同様の図である。

【図3】本発明のズームレンズの実施例3の図1と同様の図である。

【図4】本発明のズームレンズの実施例4の図1と同様の図である。

【図5】実施例1の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図6】実施例2の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図7】実施例3の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図8】実施例4の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図9】本発明によるデジタルカメラの外観を示す前方斜視図である。

【図10】図9のデジタルカメラの後方斜視図である。

【図11】図9のデジタルカメラの断面図である。

## 【符号の説明】

## 【0 1 5 2】

G 1 ... 第1レンズ群

G 2 ... 第2レンズ群

G 3 ... 第3レンズ群

S ... 開口絞り

F ... ローパスフィルタ

C ... カバーガラス

I ... 像面

E ... 観察者眼球

4 0 ... デジタルカメラ

4 1 ... 撮影光学系

4 2 ... 撮影用光路

4 3 ... ファインダー光学系

4 4 ... ファインダー用光路

4 5 ... シャッターボタン

4 6 ... フラッシュ

4 7 ... 液晶表示モニター

4 9 ... C C D

5 0 ... カバー部材

5 1 ... 処理手段

5 2 ... 記録手段

5 3 ... ファインダー用対物光学系

5 5 ... 正立プリズム

5 7 ... 視野枠

5 9 ... 接眼光学系

6 0 ... カバー

6 1 ... 焦点距離変更ボタン

6 2 ... 設定変更スイッチ

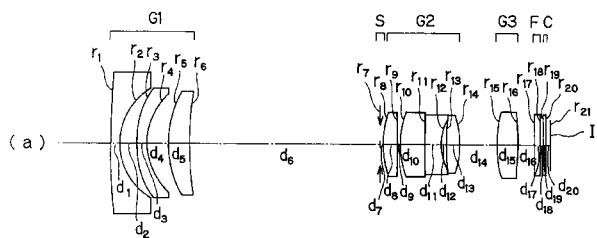
10

20

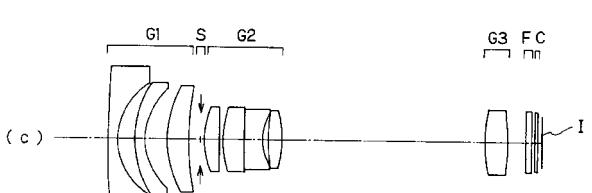
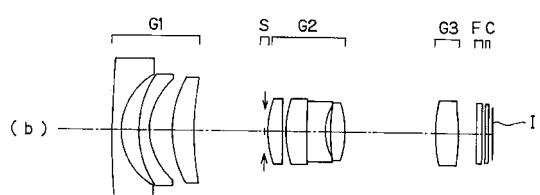
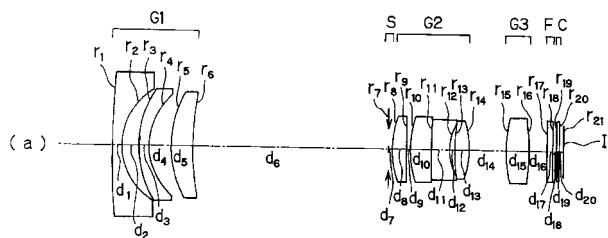
30

40

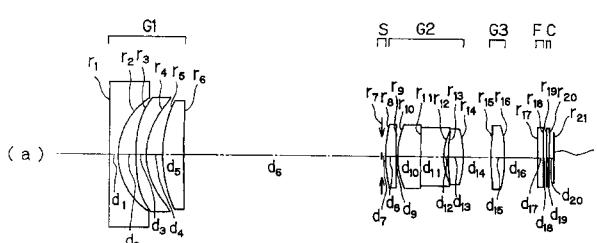
【図1】



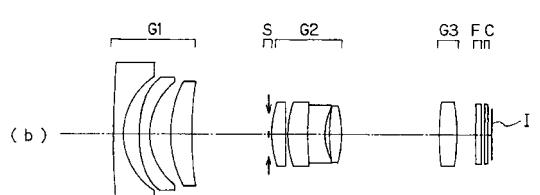
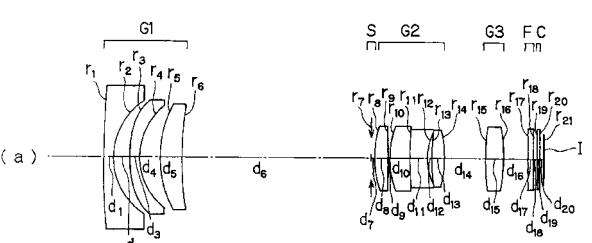
【図2】



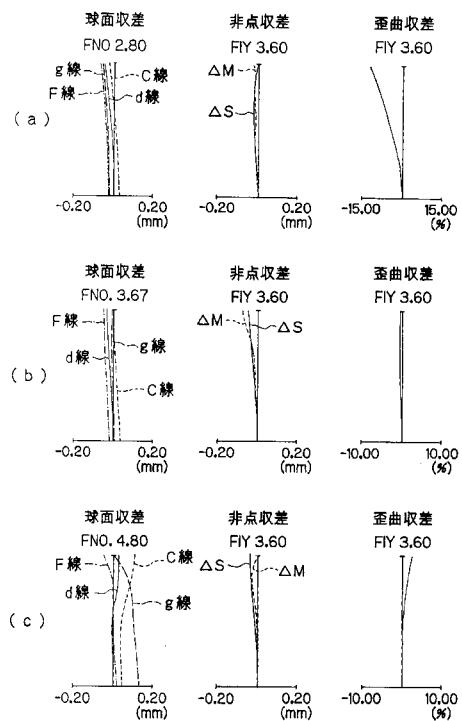
( 3 )



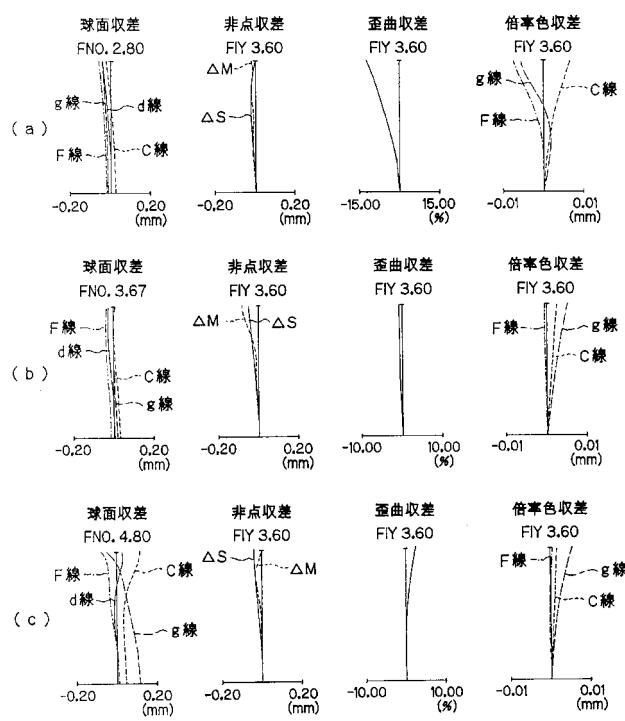
〔 4 〕



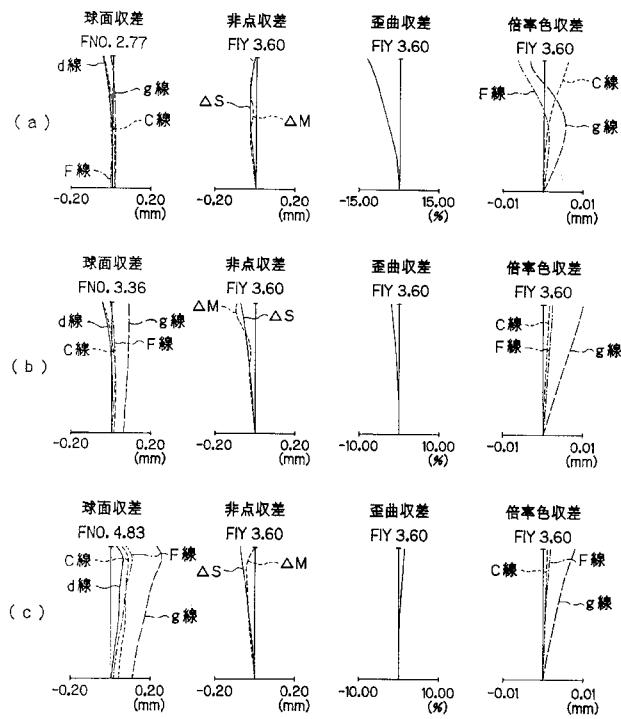
【図5】



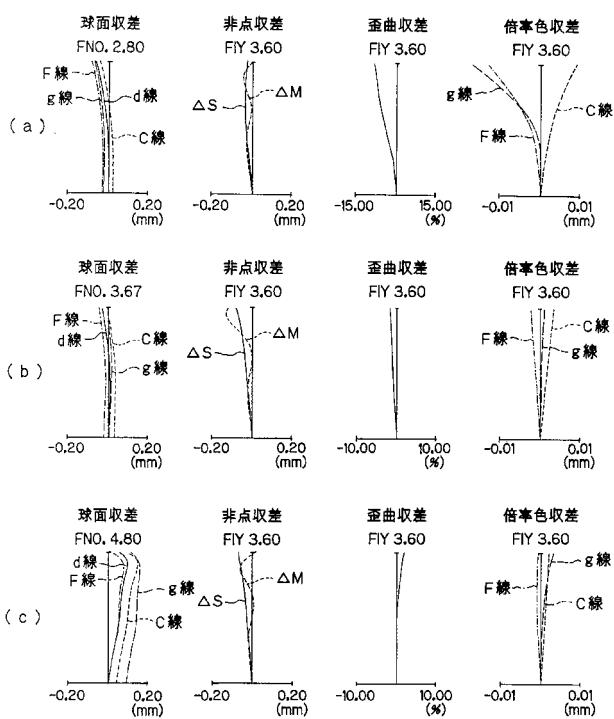
【図6】



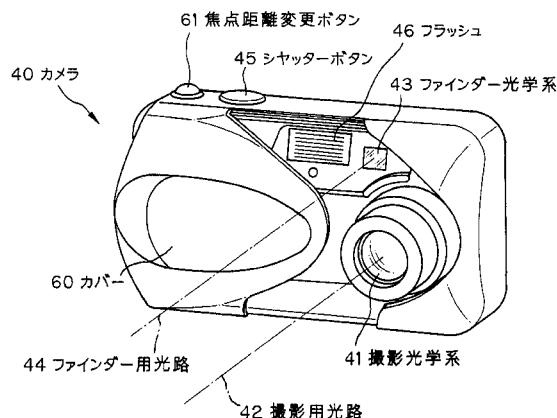
【図7】



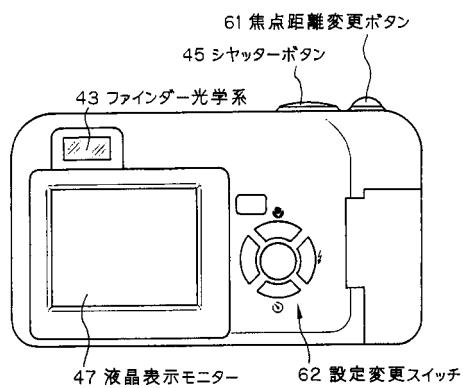
【図8】



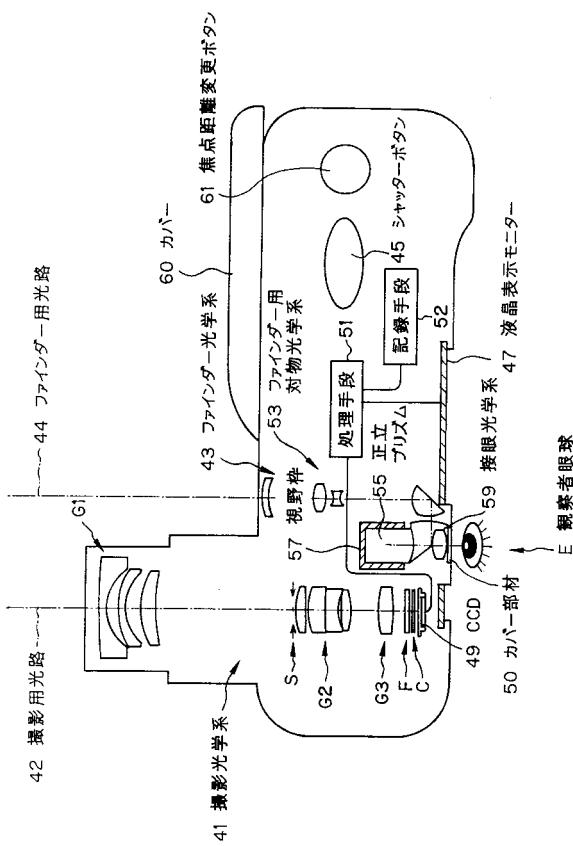
【 図 9 】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100091971

弁理士 米澤 明

(72)発明者 清利 麻耶

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパスイメージング株式会社内

F ターム(参考) 2H087 KA01 MA14 PA07 PA18 PB08 QA02 QA07 QA17 QA22 QA25

QA34 QA41 QA46 RA05 RA12 RA13 RA32 RA42 RA43 SA14

SA16 SA19 SA62 SA63 SA64 SB04 SB15 SB22