

(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2004-279489

(P2004-279489A)

(43) 公開日 平成16年10月7日(2004.10.7)

(51) Int. Cl.⁷

G02B 15/16

G02B 13/18

F I

G02B 15/16

G02B 13/18

テーマコード(参考)

2H087

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2003-67388 (P2003-67388)

(22) 出願日 平成15年3月13日(2003.3.13)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(74) 代理人 100113859

弁理士 板垣 孝夫

(74) 代理人 100068087

弁理士 森本 義弘

(72) 発明者 村松 昭宏

愛媛県温泉郡川内町南方2131番地1

松下寿電子工業株式会社内

(72) 発明者 北岡 泰久

愛媛県温泉郡川内町南方2131番地1

松下寿電子工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】少ないレンズ構成枚数で10～20倍のズーム比を有し、しかもビデオカメラやデジタルスチルカメラに好適な高画質で、小型化かつ低コスト化を行ったズームレンズを提供する。

【解決手段】物体側から像面側に向かって順に、第1レンズ群1～第4レンズ群4を有する。第2レンズ群2を構成している負レンズのうち最も屈折率の小さい負レンズの屈折率を n_{2min} 、第3レンズ群3の焦点距離を f_3 、第3レンズ群の正レンズの焦点距離を f_{3p} 、第3レンズ群の負レンズの焦点距離を f_{3n} としたときに

$$1.65 < n_{2min}$$

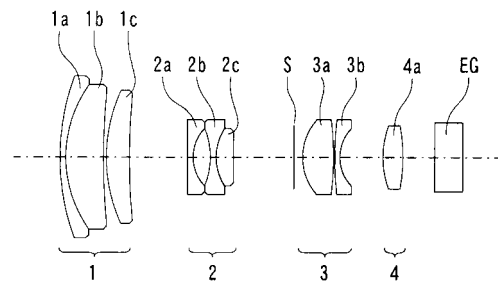
$$0.3 < f_{3p}/f_3 < 0.5$$

$$0.3 < |f_{3n}/f_3| < 0.6$$

$$0.75 < |f_{3p}/f_{3n}| < 1.1$$

なる条件を満足する。

【選択図】 図1



- 1…第1レンズ群
- 2…第2レンズ群
- 3…第3レンズ群
- 4…第4レンズ群

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像面側に向かって順に、正の屈折力を有しかつ固定構造とされた第 1 レンズ群と、光軸上を可動であることにより倍率を変倍する機能を備えかつ負の屈折力を有した第 2 レンズ群と、正の屈折力を有しかつ固定構造とされた第 3 レンズ群と、光軸上を可動であることにより変倍または物体距離の変化に伴う像面変動を補正する機能を備えかつ正の屈折力を有した第 4 レンズ群とを備え、

前記第 1 レンズ群は 1 枚の負レンズと 2 枚の正レンズとの 3 枚のレンズを有し、前記第 2 レンズ群は両凹の 2 枚の負レンズと 1 枚の正レンズとの 3 枚のレンズを有し、前記第 3 レンズ群は 1 枚の正レンズと 1 枚の負レンズとの 2 枚のレンズを有するとともに少なくとも 1 面の非球面を含み、前記第 4 レンズ群は少なくとも 1 面の非球面を含む 1 枚の正レンズを有し、

前記第 2 レンズ群を構成している負レンズのうち最も屈折率の小さい負レンズの屈折率を n_{2min} 、前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 、前記第 3 レンズ群の正レンズの焦点距離を f_{3p} 、前記第 3 レンズ群の負レンズの焦点距離を f_{3n} としたときに、

$$1.65 < n_{2min}$$

$$0.3 < f_{3p} / f_3 < 0.5$$

$$0.3 < |f_{3n} / f_3| < 0.6$$

$$0.75 < |f_{3p} / f_{3n}| < 1.1$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

全系の広角端での焦点距離を f_w としたときに、

$$3.5 < f_3 / f_w < 6.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 記載のズームレンズ。

【請求項 3】

第 3 レンズ群の負レンズにおける小さい方の曲率半径の絶対値を R_{3n2} としたときに、

$$0.25 < R_{3n2} / f_3 < 0.4$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 記載のズームレンズ。

【請求項 4】

第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 、全系の広角端での焦点距離を f_w としたときに、

$$2.0 < f_4 / f_w < 4.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 5】

第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 、全系の広角端での焦点距離を f_w としたときに、

$$0.9 < |f_2 / f_w| < 1.5$$

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

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はズームレンズに関し、特にビデオカメラなどに用いられるズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】

最近の民生用ビデオカメラとしては、高画質で小型かつズーム比の大きいものが強く求められている。このような要求に応えるものとして、例えば、特許文献 1、特許文献 2 に記載されているようなものがある。特許文献 1 によると、10 枚という少ない構成枚数で 17 倍程度の高ズーム比が達成されている。また、特許文献 2 によると、さらに 1 枚少ない 9 枚構成ながら、10 倍のズーム比が達成され、小型化をはかった光学系が提案されてい

10

20

30

40

50

る。

【0003】

【特許文献1】

特開平11-52241号公報(第5~8頁 第1図)

【0004】

【特許文献2】

特開2001-116999号公報(第5~7頁 第1図)

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

このように、従来のものにおいては、レンズ枚数が10枚以上の構成では、ある程度の高ズーム比が達成されているが、レンズ枚数に対応して光学全長をより大きくする必要があり、また、レンズ枚数が9枚の構成では、小型化は計られているが、ズーム比は約10倍に留まっている。このように、9枚という少ないレンズ構成枚数では、高画質を維持しつつ小型・高ズーム比を実現することはできないという問題点がある。

10

【0006】

本発明は、以上の点に鑑みてなされたものであり、少ないレンズ構成枚数で10~20倍のズーム比を有し、しかもビデオカメラやデジタルスチルカメラに好適な高画質で、小型化かつ低コスト化を行ったズームレンズを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

20

前記課題を解決するために、本発明のズームレンズは、物体側から像面側に向かって順に、正の屈折力を有しかつ固定構造とされた第1レンズ群と、光軸上を可動であることにより倍率を変倍する機能を備えかつ負の屈折力を有した第2レンズ群と、正の屈折力を有しかつ固定構造とされた第3レンズ群と、光軸上を可動であることにより変倍または物体距離の変化に伴う像面変動を補正する機能を備えかつ正の屈折力を有した第4レンズ群とを備え、

前記第1レンズ群は1枚の負レンズと2枚の正レンズとの3枚のレンズを有し、前記第2レンズ群は両凹の2枚の負レンズと1枚の正レンズとの3枚のレンズを有し、前記第3レンズ群は1枚の正レンズと1枚の負レンズとの2枚のレンズを有するとともに少なくとも1面の非球面を含み、前記第4レンズ群は少なくとも1面の非球面を含む1枚の正レンズ

30

を有し、前記第2レンズ群を構成している負レンズのうち最も屈折率の小さい負レンズの屈折率を n_{2min} 、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、前記第3レンズ群の正レンズの焦点距離を f_{3p} 、前記第3レンズ群の負レンズの焦点距離を f_{3n} としたときに、

$$1.65 < n_{2min} \cdots (1)$$

$$0.3 < f_{3p}/f_3 < 0.5 \cdots (2)$$

$$0.3 < |f_{3n}/f_3| < 0.6 \cdots (3)$$

$$0.75 < |f_{3p}/f_{3n}| < 1.1 \cdots (4)$$

なる条件を満足するようにしたものである。

【0008】

40

このようなズームレンズの構成によれば、第1レンズ群が3枚、第2レンズ群が3枚、第3レンズ群が2枚、そして第4レンズ群が1枚と合計9枚のレンズからなり、また、上記の式(2)~(4)に示されるように第3レンズ群に最適なパワー配置を採用することにより、少ないレンズ構成で、10~20倍の高ズーム比を有し、かつ収差が良好に補正された小型のズームレンズを実現することができる。

【0009】

上記のズームレンズの構成においては、全系の広角端での焦点距離を f_w としたときに、以下の条件式を満足するのが好ましい。

$$3.5 < f_3/f_w < 6.0 \cdots (5)$$

この好ましい例によれば、最適なバックフォーカスを確保しつつ、第3レンズ群を射出す

50

る軸上マージナル光線のアフォーカル性が保たれて、小型のズームレンズが実現される。

【0010】

また上記ズームレンズの構成においては、第3レンズ群の負レンズにおける小さい方の曲率半径の絶対値を R_{3n2} としたときに、以下の条件式を満足するのが好ましい。

【0011】

$$0.25 < R_{3n2} / f_3 < 0.4 \dots (6)$$

この好ましい例によれば、コマ収差および像面湾曲が良好に補正されたズームレンズが実現される。

【0012】

また、上記ズームレンズの構成においては、第4レンズ群の焦点距離を f_4 としたときに、以下の条件式を満足するのが好ましい。 10

$$2.0 < f_4 / f_w < 4.0 \dots (7)$$

この好ましい例によれば、最適なバックフォーカスを確保しつつ、広角端において画角 60° 程度の広角なズームレンズを実現できる。

【0013】

また、上記ズームレンズの構成においては、第2レンズ群の焦点距離を f_2 としたときに、以下の条件式を満足するのが好ましい。

$$0.9 < |f_2 / f_w| < 1.5 \dots (8)$$

この好ましい例によれば、像面湾曲が小さく補正された小型のズームレンズを実現できる。 20

【0014】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態について、図1～図12を用いて説明する。

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1のズームレンズを示す。具体的には、図1のズームレンズにおいて、1は第1レンズ群であり、2は第2レンズ群であり、3は第3レンズ群であり、4は第4レンズ群であり、Sは絞りであり、EGは撮像素子のカバー硝子とローパスフィルター等の等価硝子である。これらは、物体側から像面側に向かって、第1レンズ群1、第2レンズ群2、絞りS、第3レンズ群3、第4レンズ群4、等価ガラスEGの順に配置されている。このうち、第2レンズ群2と第4レンズ群4とが可動で光軸上を移動する。 30

【0015】

本実施の形態においては、図1に示すように、第1レンズ群1は、1枚の負レンズ1aと2枚の正レンズ1b、1cとの3枚のレンズ1a、1b、1cにて構成されることで正の屈折力を有し、かつ固定構造とされている。第2レンズ群2は、両凹の2枚の負レンズ2a、2bと1枚の正レンズ2cとの3枚のレンズ2a、2b、2cにて構成されることで負の屈折力を有し、かつ上述のように光軸上を移動することにより倍率の変倍を行うように構成されている。第3レンズ群3は、1枚の正レンズ3aと1枚の負レンズ3bとの2枚のレンズ3a、3bにて構成されることで正の屈折力を有し、かつ固定構造とされている。この第3レンズ群3は、少なくとも1面の非球面を含む。第4レンズ群4は、少なくとも1面の非球面を含む1枚の正レンズ4aにて構成されることで正の屈折力を有し、かつ上述のように光軸上を移動することにより変倍または物体距離の変化に伴う像面変動を補正する機能を備えている。 40

【0016】

本実施の形態においては、図1に示すように、第1のレンズ群1が3枚、第2のレンズ群2が3枚、第3のレンズ群3が2枚、第4のレンズ群4が1枚の合計9枚という少ないレンズ数の構成で、ズーム比を大きくすることができ、かつ小型化を図ることができる。特に第2レンズ群2では、2枚の両凹の負レンズ2a、2bを用いることにより、この第2レンズ群2の前側主点位置を可能な限り物体側に配置し、第1レンズ群1との主点間隔を小さくとり、これによって、前玉径の小型化や全長の小型化に寄与する構成としている。 50

【0017】

一般にズームレンズの小型化のためには、可動レンズ群の屈折力を増大してその移動量を最小にする。しかし、本発明に用いられる4群構成においては、第2レンズ群の屈折力を増大することは、負のペッツパール和の増大につながり、像面特性を平坦にすることが困難になる。そこでこの実施の形態のズームレンズでは、第2レンズ群2を構成している負レンズ2a、2bのうち最も屈折率の小さい負レンズの屈折率を n_{2min} として、下記の条件式(1)を満足するように構成している。

【0018】

$$1.65 < n_{2min} \cdots (1)$$

この第2レンズ群2中の2枚の負レンズ2a、2bは、屈折率が比較的高いものを用いることが望ましい。(1)式をはずれると、全長をコンパクトに抑えるために第2レンズ群2の屈折力を増大させたときに、全系のペッツパール和が負の方向に大きくなり、像面湾曲の補正が困難になる。また、第2レンズ群2を構成するレンズの曲率が小さくなり、コマが大きくなる。

10

【0019】

また、本実施の形態のズームレンズは、第3レンズ群3の焦点距離を f_3 、第3レンズ群3における正レンズ3aの焦点距離を f_{3p} 、第3レンズ群3における負レンズ3bの焦点距離を f_{3n} としたときに、下記(2)~(4)の条件式を満足することが必要である。

【0020】

$$0.3 < f_{3p} / f_3 < 0.5 \cdots (2)$$

$$0.3 < |f_{3n} / f_3| < 0.6 \cdots (3)$$

$$0.75 < |f_{3p} / f_{3n}| < 1.1 \cdots (4)$$

ここで、条件式(2)、(3)は、それぞれ第3レンズ群3の正レンズ3aと負レンズ3bとの屈折力に関するものであり、条件式(4)はその正レンズ3aと負レンズ3bとの屈折力の比に関するものである。

20

【0021】

小型化のためには、第3レンズ群3の前側主点および後側主点は、可能な限り物体側に配置したい。第3レンズ群3の前側主点を物体側空間に位置させることにより、望遠側での第2レンズ群2と第3レンズ群3との主点間隔を小さくすることができるので、変倍のための第2レンズ群2の移動領域の長大化を防ぐことができる。また、近軸領域において光線高さの低い位置に第3レンズ群3を配することができるので、第4レンズ群4のパワーを強くすることが可能で、小型化した場合のペッツパール和の改善に貢献することができる。また、第3レンズ群3と第4レンズ群4との空気間隔の短縮が肝要であるが、第3レンズ群3の前方に絞りSを配置した場合、第3レンズ群3と第4レンズ群4との主点間隔はテレセントリック性の条件を決定付けるためのものであり、この間隔を短くして射出瞳位置が像面に近づきすぎると、第4レンズ群4を射出する主光線の角度が大きくなり、シェーディング等の色再現性が悪くなる好ましくない現象が起こってしまう。この問題を解決する為に、第3レンズ群3の後側主点を可能な限り物体側に配置して、第3レンズ群3と第4レンズ群4の空気間隔は短くし、主点間隔を大きくとる必要がある。

30

40

【0022】

条件式(2)、(3)、(4)は、小型化を達成する為に上記の内容を満足させるためのものである。条件式(2)、(3)の下限を下回って屈折力が強くなりすぎると、曲率が強くなりすぎてコマ収差の発生量が大きくなる。逆に上限値を超えて屈折力が弱くなると、光線の収束が弱くなり、バックフォーカスが長くなったり、主点位置を物体側に配置できなくなったりする等の事態が生じる。条件式(4)は、条件式(2)、(3)と関連しているが、上限値を超えると、第3レンズ群3の屈折力が弱くなり、バックフォーカスが長くなり、小型化できない。また、下限値を下回ると、主点位置が物体側に配置されず射出瞳位置が像面に近づいたり、変倍のための第2レンズ群2の移動領域が大きくなってレンズシステムを小型化することができなくなるなどの弊害が生じる。

50

【0023】

また、本実施の形態のズームレンズは、第3レンズ群3の焦点距離を f_3 、全系の広角端での焦点距離を f_w としたときに、下記(5)の条件式を満足することが望ましい。

【0024】

$$3.5 < f_3 / f_w < 6.0 \quad \dots (5)$$

この(5)式は、第3レンズ群3の屈折力に関する条件式である。下限値を下回って屈折力が強くなると、小型化の方向とはなるが、水晶フィルター等を挿入するためのバックフォーカスを確保しにくくなる。逆に上限値を超えて屈折力が弱くなれば、バックフォーカスが伸び、それによって第4レンズ群4の肥大化を招き、全体として大型化する傾向となる。

10

【0025】

また、本実施の形態のズームレンズは、第3レンズ群3の焦点距離を f_3 、第3レンズ群3における負レンズ3bの小さい方の曲率半径の絶対値を R_{3n2} としたときに、下記(6)の条件式を満足することが望ましい。

【0026】

$$0.25 < R_{3n2} / f_3 < 0.4 \quad \dots (6)$$

(6)式は、コマ収差及び像面湾曲が良好に補正される範囲を規定したものである。下限値を下回って曲率が小さくなると、ズーム中間位置付近で外向きのコマ収差が発生し、像面湾曲がオーバー側に倒れて補正しきれなくなるおそれがある。逆に上限値を超えて曲率が大きくなれば、ズーム中間位置付近で内向きの補正しきれないコマ収差が発生しやすく、その場合は像面湾曲がアンダーに倒れやすくなる。

20

【0027】

また、本実施の形態のズームレンズは、第4レンズ群4の焦点距離を f_4 、全系の広角端での焦点距離を f_w としたときに、下記(7)の条件式を満足することが望ましい。

【0028】

$$2.0 < f_4 / f_w < 4.0 \quad \dots (7)$$

(7)式は、第4レンズ群4の屈折力に関する条件式である。下限値を下回って屈折力が強くなると、小型化の方向ではあるが、水晶フィルター等を挿入するためのバックフォーカスの確保が困難となる傾向がある。逆に上限値を超えて屈折力が弱くなれば、バックフォーカスが伸び、第4レンズ群4の移動領域の肥大化を招き、全体として大型化する傾向となる。

30

【0029】

また、本実施の形態のズームレンズは、第2レンズ群の焦点距離を f_2 、全系の広角端での焦点距離を f_w としたときに、下記(8)の条件式を満足することが望ましい。

【0030】

$$0.9 < |f_2 / f_w| < 1.5 \quad \dots (8)$$

(8)式は、変倍時の第2レンズ群の屈折力に関するものである。強い屈折力で小さい移動量そして高ズーム比を達成することがのぞましいが、下限値を下回ると、小型化の方向ではあるが、ペッツバル和が大きくなって、像面湾曲の補正が困難となる傾向が生じる。逆に上限値を超えると、第2レンズ群2の移動量が大きくなり、全系の小型化が困難となる傾向が生じる。

40

【0031】

実施の形態1の数値実施例を、表1に示す。表中、 r_1 、 r_2 、...は物体側から順に数えたレンズ各面の曲率半径、 d_1 、 d_2 、...は各レンズの肉厚及び空気間隔、 n_1 、 n_2 、...は各レンズのd線における屈折率、 γ_1 、 γ_2 、...はd線を基準にするアッペ数である。また、図2～図4は、この数値実施例の収差図であって、広角端(図2)、中間(図3)、望遠端(図4)におけるものを示している。また、全系の焦点距離を f 、Fナンバーを $F\#$ 、そして画角を ω と表している。表1の実施例中、*印を付した面は非球面となっており、その非球面形状は次の式で表される。

【0032】

50

$$x = (h^2 / r) / (1 + (1 - (K+1) h^2 / r^2)^{1/2}) + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8 + Dh^{10} + Eh^{12}$$

但し光軸方向を x 軸、光軸からの距離を h、基準球面の曲率半径を r とし、非球面係数 K、A、B、C、D、E は表 1 に示されるとおりである。

【 0 0 3 3 】

【 表 1 】

f=3.24~31.4		F/1.86~F/2.98					
r1	17.298	d1	0.550	n1	1.84666	ν 1	23.8
r2	9.570	d2	2.793	n2	1.62041	ν 2	60.3
r3	124.810	d3	0.120				
r4	11.230	d4	1.743	n3	1.71300	ν 3	54.1
r5	52.914	d5	可変				
r6	-148.677	d6	0.450	n4	1.83500	ν 4	43.0
r7	3.490	d7	1.260				
r8	-7.222	d8	0.450	n5	1.67790	ν 5	55.5
r9	3.653	d9	1.220	n6	1.84666	ν 6	23.8
r10	199.860	d10	可変				
r11	絞り	d11	0.80				
r12*	3.712	d12	2.220	n7	1.66547	ν 7	55.2
r13*	-18.840	d13	0.120				
r14	19.427	d14	0.450	n8	1.84666	ν 8	23.8
r15	3.671	d15	可変				
r16*	5.088	d16	1.600	n9	1.48749	ν 9	70.4
r17	-9.533	d17	可変				
r18	∞	d18	2.000	n10	1.51633	ν 10	64.1
r19	∞						

可変間隔 : f	d5	d10	d15	d17
3.24	0.586	8.535	3.200	2.500
11.2	5.586	3.535	1.903	3.798
31.4	8.307	0.814	5.600	0.100

第 1 2 面非球面係数		第 1 3 面非球面係数	
K	-0.38895	K	0.0
A	-9.55764×10^{-4}	A	6.07508×10^{-4}
B	-1.90218×10^{-5}	B	-1.90987×10^{-5}
C	-2.01491×10^{-6}	C	1.56058×10^{-6}
D	5.48316×10^{-8}	D	-5.57657×10^{-8}
第 1 6 面非球面係数			
K	-1.3069		
A	-6.70920×10^{-4}		
B	-2.54438×10^{-5}		
C	-7.12281×10^{-7}		
D	9.73008×10^{-8}		

図 2 ~ 図 4 の球面収差図において、F は F 線を表し、C は C 線を表す。また非点収差図における S はサジタル像面を表し、M はメリディオナル像面を表す。これらの収差図からわ

10

20

30

40

50

かるように、収差の小さい良好な光学性能を実現することができる。

【0034】

ズーム比は10倍、 n_{2min} の値は1.68、 f_{3p}/f_3 の値は0.40、 $|f_{3n}/f_3|$ は0.44、 $|f_{3p}/f_{3n}|$ は0.90、 f_3/f_w は3.8、 R_{3n2}/f_3 は0.30、 f_4/f_w は2.18、 $|f_2/f_w|$ は1.0となっており、条件式(1)~(8)をそれぞれ満たしている。

(実施の形態2)

図5は本発明の実施の形態2のズームレンズを示し、この図5において、第1レンズ群1、第2レンズ群2、第3レンズ群3、第4レンズ群4とも、図1の構成と同様なものである。ここでは、実施の形態1と比べて、表2に示すように数値実施例が異なっている。表2において、各記号などの示す意味は、表1の場合と同じである。

10

【0035】

また、ここでは、ズーム比は16倍、 n_{2min} の値は1.68、 f_{3p}/f_3 の値は0.45、 $|f_{3n}/f_3|$ の値は0.57、 $|f_{3p}/f_{3n}|$ の値は0.80、 f_3/f_w の値は4.5、 R_{3n2}/f_3 の値は0.35、 f_4/f_w の値は3.09、 $|f_2/f_w|$ の値は1.3となっており、条件式(1)~(8)をそれぞれ満たしている。

【0036】

【表2】

f = 3.03~48.0		F/1.74~F/2.92					
r1	32.844	d1	0.700	n1	1.84666	v	1 23.8
r2	15.923	d2	4.200	n2	1.62041	v	2 60.3
r3	-243.208	d3	0.120				
r4	15.277	d4	2.400	n3	1.71300	v	3 54.1
r5	52.775	d5	可変				
r6	-277.830	d6	0.450	n4	1.83500	v	4 43.0
r7	4.411	d7	1.824				
r8	-8.959	d8	0.450	n5	1.67790	v	5 55.5
r9	4.704	d9	1.550	n6	1.84666	v	6 23.8
r10	143.846	d10	可変				
r11	絞り	d11	0.80				
r12*	4.840	d12	2.950	n7	1.66547	v	7 55.2
r13*	-21.427	d13	0.120				
r14	18.570	d14	0.450	n8	1.84666	v	8 23.8
r15	4.811	d15	可変				
r16*	6.660	d16	1.650	n9	1.48749	v	9 70.4
r17	-13.200	d17	可変				
r18	∞	d18	2.200	n10	1.51633	v	10 64.1
r19	∞						

10

20

可変間隔 : f	d5	d10	d15	d17
3.03	0.568	13.815	4.721	2.550
15.7	9.988	4.395	2.207	5.064
48.0	13.567	0.817	7.171	0.100

第1 2面非球面係数		第1 3面非球面係数	
K	-0.3327	K	0.0
A	-6.30381×10^{-4}	A	2.29170×10^{-4}
B	-7.71067×10^{-6}	B	-3.76139×10^{-6}
C	-5.09706×10^{-7}	C	1.60460×10^{-7}
D	1.82301×10^{-8}	D	-2.99354×10^{-9}
E	-7.34332×10^{-10}		

30

第1 6面非球面係数	
K	-1.5165
A	-2.90581×10^{-4}
B	-6.32423×10^{-6}
C	-9.44985×10^{-7}
D	1.00715×10^{-7}
E	-3.37766×10^{-9}

40

このレンズの収差性能を、図6～図8の、広角端(図6)、中間(図7)、望遠端(図8)における収差図に示す。実施の形態1の場合と同様に収差の小さい良好な光学性能が実現できる。

(実施の形態3)

図9は本発明の実施の形態3のズームレンズを示し、この図9において、第1レンズ群1、第2レンズ群2、第3レンズ群3、第4レンズ群4とも、図1の構成と同様なものである。ここでは、実施の形態1と比べて、表3に示すように数値実施例が異なっている。表

50

3において、各記号などの示す意味は、表1の場合と同じである。

【0037】

また、ここでは、ズーム比は20倍、 n_{2min} の値は1.68、 f_{3p}/f_3 の値は0.44、 $|f_{3n}/f_3|$ の値は0.55、 $|f_{3p}/f_{3n}|$ の値は0.80、 f_3/f_w の値は5.0、 R_{3n2}/f_3 の値は0.35、 f_4/f_w の値は3.35、 $|f_2/f_w|$ の値は1.4となっており、条件式(1)~(8)をそれぞれ満たしている。

【0038】

【表3】

f = 2.58~50.1		F/1.76~F/3.09					
r1	37.231	d1	0.700	n1	1.84666	v	1 23.8
r2	16.687	d2	4.150	n2	1.62041	v	2 60.3
r3	-105.700	d3	0.120				
r4	14.517	d4	2.450	n3	1.71300	v	3 54.1
r5	42.032	d5	可変				
r6	-162.930	d6	0.450	n4	1.83500	v	4 43.0
r7	4.195	d7	1.690				
r8	-8.850	d8	0.450	n5	1.67790	v	5 55.5
r9	4.300	d9	1.600	n6	1.84666	v	6 23.8
r10	58.438	d10	可変				
r11	絞り	d11	0.80				
r12*	4.403	d12	2.500	n7	1.66547	v	7 55.2
r13*	-20.898	d13	0.120				
r14	19.286	d14	0.450	n8	1.84666	v	8 23.8
r15	4.525	d15	可変				
r16*	6.105	d16	1.650	n9	1.48749	v	9 70.4
r17	-12.410	d17	可変				
r18	∞	d18	2.000	n10	1.51633	v	10 64.1
r19	∞						

10

20

可変間隔 : f	d5	d10	d15	d17
2.58	0.591	14.010	4.707	2.400
15.8	10.524	4.077	2.159	4.949
50.1	13.795	0.805	7.107	0.000

第1 2面非球面係数		第1 3面非球面係数	
K	-0.40185	K	0.0
A	-6.74897×10^{-4}	A	2.58525×10^{-4}
B	-1.41079×10^{-5}	B	-4.59823×10^{-6}
C	1.03661×10^{-7}	C	2.12571×10^{-7}
D	-5.46717×10^{-8}	D	-4.29754×10^{-9}
E	1.94934×10^{-9}		
第1 6面非球面係数			
K	-1.3764		
A	-4.56848×10^{-4}		
B	-1.34436×10^{-5}		
C	-2.71604×10^{-6}		
D	3.91389×10^{-7}		
E	-1.77473×10^{-8}		

30

40

このレンズの収差性能を、図10～図12の、広角端（図10）、中間（図11）、望遠端（図12）における収差図に示す。実施の形態1と同様に収差の小さい良好な光学性能が実現できる。

【0039】

以上に説明した実施の形態1～3は、いずれもあくまでも本発明の技術的内容を明らかにする意図のものであって、本発明はこのような具体的な実施の形態のみに限定して解釈されるものではなく、その発明の精神と請求の範囲内でいろいろと変更して実施することが

50

でき、本発明は広義に解釈すべきものである。

【0040】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、第3レンズ群に独特のパワー配置を採用し、そして各レンズ群の屈折力を最適に設定することにより、9枚という少ないレンズ構成で、10～20倍の高倍率を有し、収差が良好に補正された小型で低コストのズームレンズを提供することが可能となる。このため、ビデオカメラやデジタルスチルカメラに好適な、高倍率でありながらコンパクトで高性能かつ低コストなズームレンズを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

10

【図1】本発明の実施の形態1のズームレンズの構成図

【図2】図1のズームレンズにおける広角端での収差性能を示す図

【図3】図1のズームレンズにおける中間位置での収差性能を示す図

【図4】図1のズームレンズにおける望遠端での収差性能を示す図

【図5】本発明の実施の形態2のズームレンズの構成図

【図6】図5のズームレンズにおける広角端での収差性能を示す図

【図7】図5のズームレンズにおける中間位置での収差性能を示す図

【図8】図5のズームレンズにおける望遠端での収差性能を示す図

【図9】本発明の実施の形態3のズームレンズの構成図

20

【図10】図9のズームレンズにおける広角端での収差性能を示す図

【図11】図9のズームレンズにおける中間位置での収差性能を示す図

【図12】図9のズームレンズにおける望遠端での収差性能を示す図

【符号の説明】

1 第1レンズ群

2 第2レンズ群

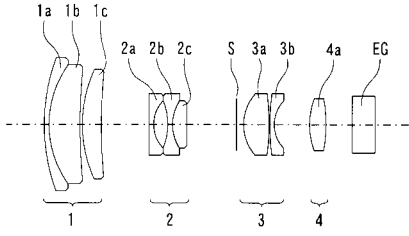
3 第3レンズ群

4 第4レンズ群

S 絞り

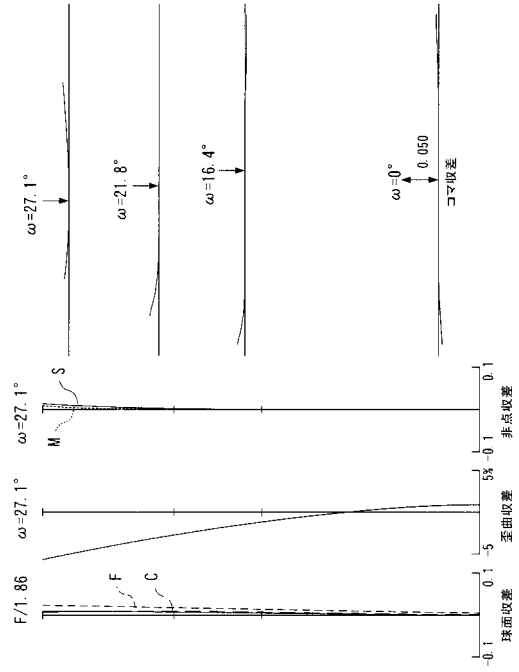
E G 撮像素子のカバー硝子、ローパスフィルター等の等価硝子

【図1】

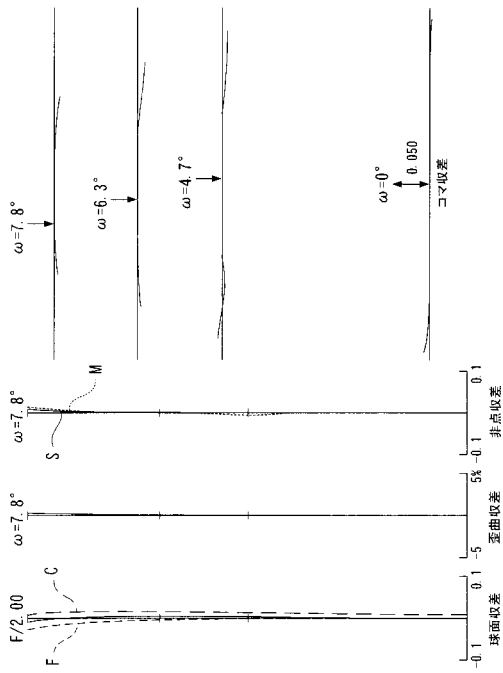


- 1...第1レンズ群
- 2...第2レンズ群
- 3...第3レンズ群
- 4...第4レンズ群

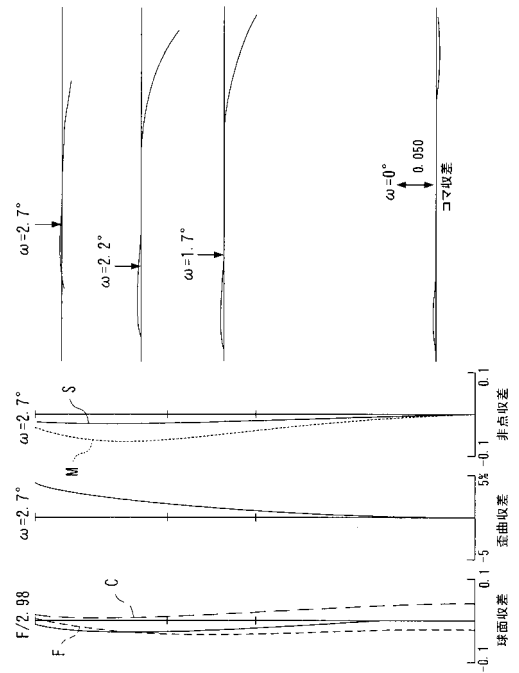
【図2】



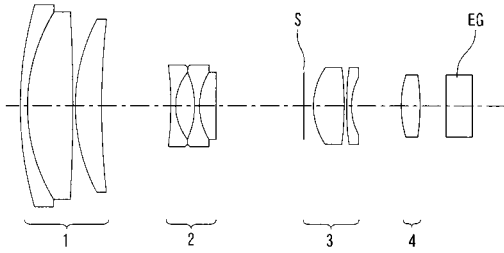
【図3】



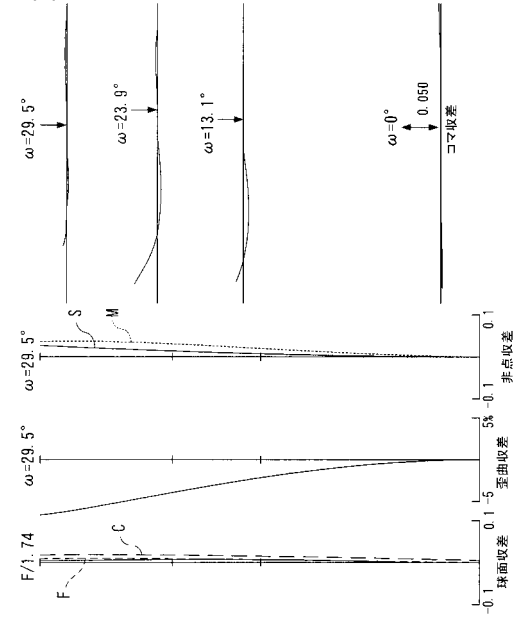
【図4】



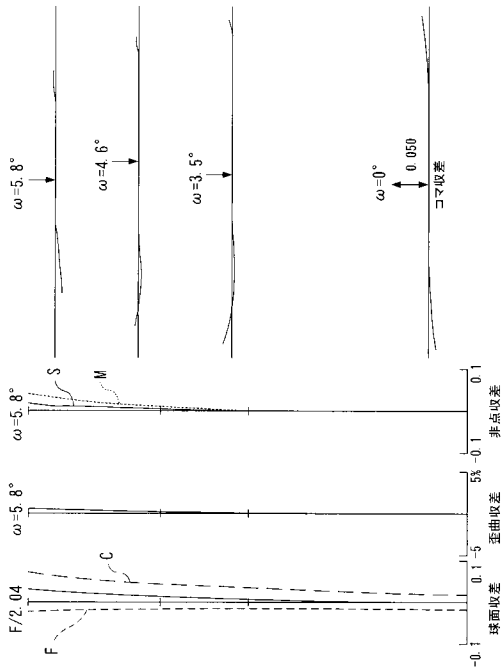
【 図 5 】



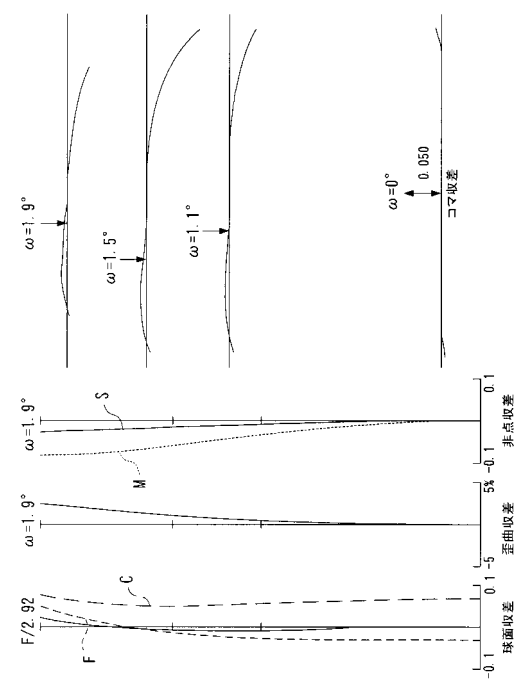
【 図 6 】



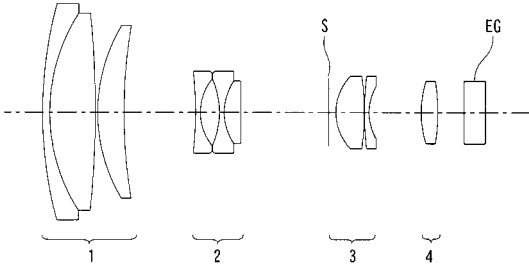
【 図 7 】



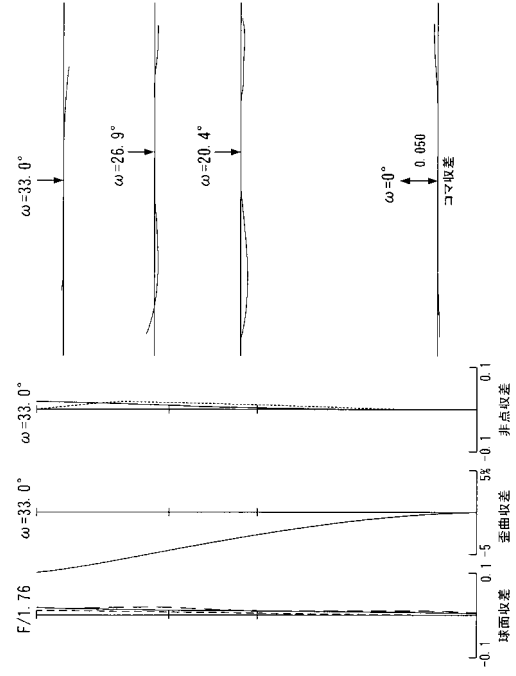
【 図 8 】



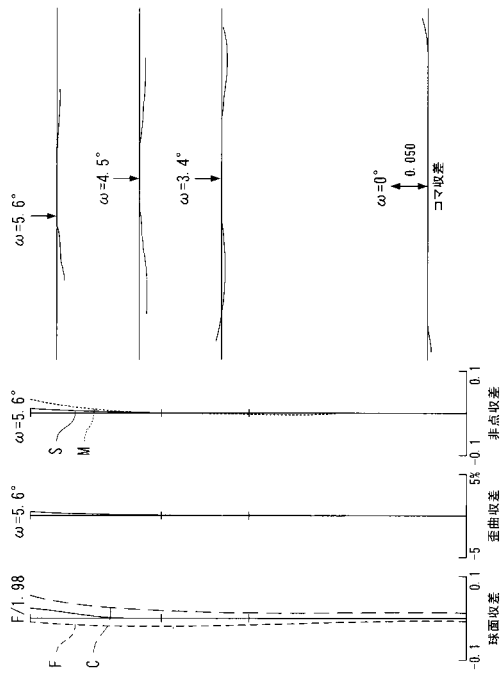
【 図 9 】



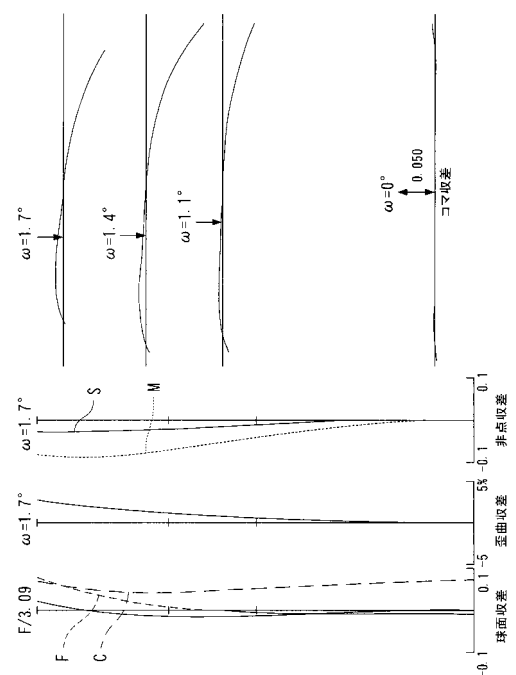
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA03 MA15 PA07 PA19 PB09 QA02 QA07 QA17 QA21 QA25
QA34 QA42 QA45 RA05 RA12 RA13 RA32 RA42 SA23 SA27
SA29 SA32 SA63 SA65 SA72 SA74 SB04 SB14 SB23 SB32