

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4789349号
(P4789349)

(45) 発行日 平成23年10月12日(2011.10.12)

(24) 登録日 平成23年7月29日(2011.7.29)

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

請求項の数 5 (全 20 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2001-175881 (P2001-175881) (22) 出願日 平成13年6月11日(2001.6.11) (65) 公開番号 特開2002-365547 (P2002-365547A) (43) 公開日 平成14年12月18日(2002.12.18) 審査請求日 平成20年5月19日(2008.5.19)</p>	<p>(73) 特許権者 000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 (74) 代理人 100086818 弁理士 高梨 幸雄 (72) 発明者 三坂 誠 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 審査官 森内 正明 (56) 参考文献 特開平8-179213 (JP, A) 特開平9-304697 (JP, A)</p>
---	---

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光学機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、正の屈折力の第3レンズ群と、負の屈折力の第4レンズ群と、正の屈折力の第5レンズ群より構成され、広角端に比べて望遠端において前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が大きくなり、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が小さくなり、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間隔が大きくなり、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群の間隔が小さくなるようにレンズ群を移動させて変倍を行う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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ1 aと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ1 bで構成される接合レンズ1 a b、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ1 cで構成され、
 前記第3レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ3 aと両レンズ面が凸面の正レンズ3 bで構成される接合レンズ3 a b、両レンズ面が凸面の正レンズ3 cで構成され、
前記第1レンズ群の正レンズ1 bの材質のアッベ数を 1 b、前記第1レンズ群の正レンズ1 bの材質の屈折率を N 1 b、
 前記第3レンズ群の正レンズの材質の平均アッベ数を 3 p、前記第3レンズ群の正レンズの材質の平均屈折率を N 3 p、第nレンズ群の焦点距離を f n、ズームレンズの広角端の焦点距離を f w とするとき、
 $50 < 3p < 65$

10

20

$$-0.001x \quad 3p + 1.61 < N3p < -0.006x \quad 3p + 2.04$$

$$0.6 < f3 / fw < 0.9$$

$$4.9 < 1b < 6.2$$

$$-0.001x \quad 1b + 1.62 < N1b < -0.008x \quad 1b + 2.13$$

$$2.4 < f1 / fw < 2.9$$

の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】

前記第4レンズ群は、物体側から順に、正レンズ4a、負レンズ4bから成る接合レンズで構成されており、

前記第4レンズ群の負レンズ4bの材質のアッペ数を4b、前記第4レンズ群の負レンズ4bの材質の屈折率をN4b、前記第4レンズ群の正レンズ4aの材質のアッペ数を4aとすると、

$$3.6 < 4b < 6.1$$

$$-0.005x \quad 4b + 1.90 < N4b < -0.005x \quad 4b + 2.03$$

$$1.2 < 4b - 4a < 3.4$$

$$1.0 < |f4| / fw < 1.6$$

の条件を満足することを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項3】

前記第2レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ2a、負レンズ2b、正レンズ2c、負レンズ2dで構成され、

前記第2レンズ群の負レンズ2dの材質のアッペ数を2d、前記第2レンズ群の負レンズ2dの材質の屈折率をN2dとすると、

$$3.6 < 2d < 5.9$$

$$-0.008x \quad 2d + 2.11 < N2d < -0.005x \quad 2d + 2.03$$

$$0.4 < |f2| / fw < 0.6$$

の条件を満足することを特徴とする請求項1又は2のズームレンズ。

【請求項4】

前記第5レンズ群は、物体側から順に、物体側に比べて像面側に強い屈折力の凸面を向けた正レンズ5a、正レンズ5b、像面側に凸面を向けた負メニスカスレンズ5cで構成され、

前記第5レンズ群の正レンズ5bの材質のアッペ数を5b、前記第5レンズ群の正レンズ5bの材質の屈折率をN5bとすると、

$$3.6 < 5b < 6.4$$

$$-0.001x \quad 5b + 1.62 < N5b < -0.006x \quad 5b + 1.97$$

$$1.4 < f5 / fw < 2.1$$

の条件を満足することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項5】

請求項1乃至4のいずれか1項のズームレンズを有することを特徴とする光学機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ズームレンズ及びそれを有する光学機器に関し、例えば一眼レフカメラ、スチルビデオカメラ、デジタルカメラ等に好適な、広角域を含みかつコンパクト、高変倍のズームレンズ及びそれを有する光学機器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、写真用カメラやビデオカメラそしてデジタルカメラ等の光学機器には高変倍比で広画角で、しかも全変倍範囲にわたり高コントラストで高い光学性能を有したズームレンズが要求されている。

【0003】

10

20

30

40

50

このうち一眼レフカメラ用のズームレンズに好適なズームタイプとして、物体側より順に、正・負・正・負・正の屈折力の5つのレンズ群で構成される、所謂5群ズームレンズが知られている。

【0004】

このズームタイプは変倍時の各レンズ群の移動量が比較的少ないので、高変倍のズームレンズに好適であり、またバックフォーカスを確保しやすいことから短焦点側の広角化にも有利である。

【0005】

前記ズームタイプのズームレンズが例えば特公昭58-33531号公報、特公昭61-51291号公報、特公昭61-51294号公報等にて開示されている。本出願人も同様のズームレンズを特開平5-119260号公報、特開平6-230285号公報、特開平8-179213号公報、特開平9-304697号公報等にて開示している。

10

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ズームレンズの変倍比を高変倍化すると変倍にともなう収差変動のうち特に色収差の変動が大となる。この色収差を抑制するためには各レンズ群のレンズ枚数を増加する必要があり、この結果レンズ構成が複雑化及び光学系の大型化を招く傾向がある。逆に光学系を無理に小型化しようとするれば色収差の変動が大きくなり光学性能を良好に維持できなくなる。

【0007】

この為、高変倍比で小型の高い光学性能を有するズームレンズを設計する際、各レンズの硝材選択は重要な作業となっている。複数のレンズ群を含むズームレンズにおいて、正の屈折力のレンズ群の場合は、そのなかに含まれる正レンズの材質に高屈折率かつ低分散のガラスを用い、負の屈折力のレンズ群の場合はそのなかに含まれる負レンズの材質に、高屈折率かつ低分散のガラスを用いると良い。しかしながら、高屈折率かつ低分散の硝材は種類が少なく、又加工が難しく無計画に多用してしまうと、製作が難しくなってくる。逆に、低屈折率の硝材ばかり選択してしまうと、高い光学性能を維持するために、各レンズ群の屈折力が弱くなってしまい、光学系全系が大型化したり、十分な変倍比を確保できなくなってしまう。

20

【0008】

例えば前述の5群ズームレンズにおいて、変倍に伴う各レンズ群の移動条件や各レンズ群のレンズ構成及びそれらのレンズの材質を適切に設定しないと諸収差、特に色収差の発生が増大し、全変倍範囲にわたり良好なる画質の映像を得るのが難しくなってくる。

30

【0009】

本発明は、主に変倍に伴う各レンズ群の移動条件や各レンズ群のレンズ構成及びそれらのレンズの材質等を適切に設定することにより広画角、高変倍比で全変倍範囲にわたり、しかも全画面にわたり高い光学性能を有するズームレンズ及びそれを有する光学機器の提供を目的とする。

【0010】

この他本発明は、光学系を構成する各レンズの硝材を適切に選択し、かつ各レンズ群の構成を適切にすることでレンズ系全体が、コンパクトでありながら、良好なる光学性能を有した広角域を含むズーム比3.5倍程度のズームレンズ及びそれを有する光学機器の提供を目的とする。

40

【0011】

【課題を解決するための手段】

請求項1の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、負の屈折力の第2レンズ群と、正の屈折力の第3レンズ群と、負の屈折力の第4レンズ群と、正の屈折力の第5レンズ群より構成され、広角端に比べて望遠端において前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が大きくなり、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が小さくなり、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間隔が大きくなり、前記第4レ

50

レンズ群と前記第5レンズ群が間隔が小さくなるようにレンズ群を移動させて変倍を行う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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ1 aと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ1 bで構成される接合レンズ1 a b、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ1 cで構成され、

前記第3レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ3 aと両レンズ面が凸面の正レンズ3 bで構成される接合レンズ3 a b、両レンズ面が凸面の正レンズ3 cで構成され、

前記第1レンズ群の正レンズ1 bの材質のアッベ数を $1 b$ 、前記第1レンズ群の正レンズ1 bの材質の屈折率を $N 1 b$ 、

前記第3レンズ群の正レンズの材質の平均アッベ数を $3 p$ 、前記第3レンズ群の正レンズの材質の平均屈折率を $N 3 p$ 、第nレンズ群の焦点距離を $f n$ 、ズームレンズの広角端の焦点距離を $f w$ とするとき、

$$5.0 < 3 p < 6.5$$

$$-0.001 \times 3 p + 1.61 < N 3 p < -0.006 \times 3 p + 2.04$$

$$0.6 < f 3 / f w < 0.9$$

$$4.9 < 1 b < 6.2$$

$$-0.001 \times 1 b + 1.62 < N 1 b < -0.008 \times 1 b + 2.13$$

$$2.4 < f 1 / f w < 2.9$$

の条件を満足することを特徴としている。

【0012】

請求項2の発明は請求項1の発明において前記第4レンズ群は物体側から順に正レンズ4 a、負レンズ4 bから成る接合レンズで構成されており、

第4レンズ群中の負レンズ4 bの材質のアッベ数を $4 b$ 、

第4レンズ群中の負レンズ4 bの材質の屈折率を $N 4 b$ 、

第4レンズ群中の正レンズ4 aの材質のアッベ数を $4 a$ 、

とするとき

$$3.6 < 4 b < 6.1$$

$$-0.005 \times 4 b + 1.90 < N 4 b < -0.005 \times 4 b + 2.03$$

$$1.2 < 4 b - 4 a < 3.4$$

$$1.0 < |f 4| / f w < 1.6$$

の条件を満足することを特徴としている。

【0013】

請求項3の発明は請求項1又は2の発明において前記第2レンズ群は物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ2 a、負レンズ2 b、正レンズ2 c、負レンズ2 dで構成され、

第2レンズ群中の負レンズ2 dの材質のアッベ数を $2 d$

第2レンズ群中の負レンズ2 dの材質の屈折率を $N 2 d$

とするとき

$$3.6 < 2 d < 5.9$$

$$-0.008 \times 2 d + 2.11 < N 2 d < -0.005 \times 2 d + 2.03$$

$$0.4 < |f 2| / f w < 0.6$$

の条件を満足することを特徴としている。

【0014】

請求項4の発明は、前記第5レンズ群は物体側から順に、物体側に比べ像面側に強い屈折力の凸面を向けた正レンズ5 a、正レンズ5 b、像面側に凸面を向けた負メニスカスレンズ5 cで構成され、

第5レンズ群中の正レンズ5 bの材質のアッベ数を $5 b$

第5レンズ群中の正レンズ5 bの材質の屈折率を $N 5 b$

とするとき

10

20

30

40

50

$$3.6 < 5b < 6.4$$

$$-0.001 \times 5b + 1.62 < N5b < -0.006 \times 5b + 1.97$$

$$1.4 < f5 / fw < 2.1$$

の条件を満足することを特徴としている。

【0015】

請求項5の発明の光学機器は、請求項1乃至4のいずれか1項のズームレンズを有していることを特徴としている。

【0017】

【発明の実施の形態】

図1(A)、(B)、(C)は数値実施例1の広角端、中間のズーム位置そして望遠端のレンズ断面図である。図2～図4は本発明の数値実施例1の広角端、中間のズーム位置、望遠端の収差図である。

10

【0018】

図5は数値実施例2の広角端におけるレンズ断面図、図6～図8は本発明の数値実施例2の広角端、中間のズーム位置、望遠端の収差図である。

【0019】

図9は数値実施例3の広角端におけるレンズ断面図、図10～図12は本発明の数値実施例3の広角端、中間のズーム位置、望遠端の収差図である。

【0020】

レンズ断面図においてL1は正の第1レンズ群、L2は負の第2レンズ群、L3は正の第3レンズ群、L4は負の第4レンズ群、L5は正の第5レンズ群、SPは絞り、IPは像面である。広角端から望遠端への変倍の際、矢印の如く第1レンズ群L1は物体側へ移動し、第2レンズ群L2は第1レンズ群L1との間隔を大にしつつ物体側へ移動し、第3レンズ群L3は第2レンズ群L2との間隔を小にしつつ物体側へ移動し、第4レンズ群L4は第3レンズ群L3との間隔を大にしつつ物体側へ移動し、第5レンズ群L5は第4レンズ群L4との間隔を小にしつつ第3レンズ群L3と一体に物体側へ移動し、絞りSPは第3レンズ群L3と一体に物体側へ移動している。

20

【0021】

なお、本実施形態において無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングは全体或いは単体及び複数のレンズ群を移動させて行ってもよいが、第2レンズ群で行えば、良好なる光学性能が得やすく、またレンズ群が比較的小さいことから、メカ機構が簡単になって良い。

30

【0022】

尚、第5レンズ群は第3レンズ群と一体的に移動しているが、独立に移動させても良い。また、絞りSPは第3レンズ群と一体的に移動させているが、独立に移動させても良い。

【0023】

本実施形態のズームレンズは第3レンズ群は物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ3aと両レンズ面が凸面の正レンズ3bで構成される接合レンズ3ab、両レンズ面が凸面の正レンズ3cで構成され、

第3レンズ群中の正レンズの材質の平均アッベ数を $3p$ 、

第3レンズ群中の正レンズの材質の平均屈折率を $N3p$ 、

第nレンズ群の焦点距離を fn 、

ズームレンズの広角端の焦点距離を fw 、

とするとき

$$5.0 < 3p < 6.5 \quad \dots (1)$$

$$-0.001 \times 3p + 1.61 < N3p < -0.006 \times 3p + 2.04$$

$$\dots (2)$$

$$0.6 < f3 / fw < 0.9 \quad \dots (3)$$

の条件を満足することを特徴としている。

【0024】

40

50

以下、上記内容について説明する。

【0025】

一般にズームレンズを高変倍化すると、変倍に伴う収差変動が大きくなりやすくなる。このうちとりわけ色収差変動の抑制は、良好なる光学性能を満足するうえで重要である。本実施形態のズームレンズでは、第3レンズ群に物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ3aと両レンズ面が凸面の正レンズ3bで構成される接合レンズを配置することで、特に変倍に伴う軸上収差の変動を補正しやすくしている。そして、その像面側に両レンズ面が凸面の正レンズ3cを配置することで変倍に必要な正の屈折力も確保しやすくしている。さらに、前記2つの正レンズの材質を適切な硝材とすることで、良好なる光学性能を達成している

10

条件式 1 は第3レンズ群の正レンズ(3bと3c)の材質の平均アッペ数を適切に設定するための条件であり、上限を越えると、燐酸クラウンや、フッケイクラウンといったレンズ製作が難しく高価な硝材となってしまう、下限を越えると、変倍に伴う軸上色収差の変動を補正することが困難となる。

【0026】

条件式 2 は第3レンズ群の正レンズ(3bと3c)の材質の平均屈折率とアッペ数を適切に設定する条件であり、上限を越えるとレンズ製作が難しく高価な高屈折率ランタン系硝材となってしまう、下限を越えると特に望遠側における球面収差の補正が困難となる。

【0027】

条件式 3 は上記条件(1)、(2)で設定された硝材を第3レンズ群の正レンズに使用した際の第3レンズ群の焦点距離を適切に設定するものであり、上限を越えると変倍比の確保が困難となり、下限を越えると望遠側における球面収差の補正が困難となったり、広角側でレトロタイプの屈折力配置をとりづらくなることなることから、広角側における像面湾曲の補正が困難となる。

20

【0028】

更に望ましくは条件式 1 2 3 を以下の数値範囲とすると良い。

【0029】

$$5.5 < 3p < 6.2 \dots (1a)$$

$$-0.007x - 3p + 2.01 < N3p < -0.006x - 3p + 1.98 \dots (2a)$$

$$0.68 < f3 / fw < 0.83 \dots (3a)$$

以上説明した構成をとることにより本実施形態ではコンパクトかつ良好なる光学性能を有した、半画角約37度の広角域を含みズーム比3.5倍程度ズームレンズを達成している。

30

【0030】

本発明に係るズームレンズは、以上の諸条件を満足することにより初期の目的を達成されるが、更に高変倍化を図る際の収差変動を良好に補正し、また画面全体にわたり高い光学性能を得るには次の諸条件のうち少なくとも1つを満足させるのが良い。

【0031】

(ア-1)前記第4レンズ群は物体側から順に正レンズ4a、負レンズ4bから成る接合レンズで構成されており、

第4レンズ群中の負レンズ4bの材質のアッペ数を ν_{4b}

第4レンズ群中の負レンズ4bの材質の屈折率を N_{4b}

第4レンズ群中の正レンズ4aの材質のアッペ数を ν_{4a}

とするとき

$$3.6 < \nu_{4b} < 6.1 \dots (4)$$

$$-0.005x - \nu_{4b} + 1.90 < N_{4b} < -0.005x - \nu_{4b} + 2.03$$

$$\dots (5)$$

$$1.2 < \nu_{4b} - \nu_{4a} < 3.4 \dots (6)$$

$$1.0 < |f_{4b}| / fw < 1.6 \dots (7)$$

40

50

の条件を満足することである。

【0032】

条件式(4)～(7)は第4レンズ群を物体側から順に正レンズ4aと負レンズ4bから成る接合レンズで構成することで、コンパクト化と変倍に伴う軸上色収差の変動の補正がしやすくし、良好なる光学性能とローコスト化を達成する為のものである。

【0033】

条件式(4)は第4レンズ群の負レンズ4bの材質のアッペ数を適切に設定するための条件であり、この範囲に硝材を設定すれば、ローコスト化と変倍に伴う軸上色収差の変動を補正することがさらに容易となる。

【0034】

条件式(5)は第4レンズ群の負レンズ4bの材質の屈折率とアッペ数を適切に設定する条件であり、この範囲に硝材を設定すれば、ローコスト化と望遠側におけるオーバ方向の像面湾曲の補正がさらに容易となる。

【0035】

条件式(6)は第4レンズ群の正レンズ4aと負レンズ4bの材質のアッペ数を適切に設定するための条件であり、この範囲に硝材を設定すれば、変倍に伴う軸上色収差の変動を補正することがさらに容易となる。

【0036】

条件式(7)は上記条件で設定された硝材を第4レンズ群の正レンズ4aと負レンズ4bに使用した際の第4レンズ群の焦点距離を適切に設定するものであり、条件を満足すれば変倍比の確保と、中間のズーム領域における軸外光束の上光線のフレアー補正がさらに容易となる。

【0037】

さらに望ましくは条件式(4)、(5)、(6)、(7)を以下の数値範囲とすると良い。

【0038】

$$49 < 4b < 59 \quad \dots (4a)$$

$$-0.008x \quad 4b + 2.11 < N4b < -0.008x \quad 4b + 2.15 \quad \dots (5a)$$

$$19 < 4b - 4a < 24 \quad \dots (6a)$$

$$1.15 < |f4| / fw < 1.5 \quad \dots (7a)$$

(ア-2)前記第2レンズ群は物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ2a、負レンズ2b、正レンズ2c、負レンズ2dで構成され、

第2レンズ群中の負レンズ2dの材質のアッペ数を $2d$ 、

第2レンズ群中の負レンズ2dの材質の屈折率を $N2d$ 、

とするとき

$$36 < 2d < 59 \quad \dots (8)$$

$$-0.008x \quad 2d + 2.11 < N2d < -0.005x \quad 2d + 2.03$$

$$\dots (9)$$

$$0.4 < |f2| / fw < 0.6 \quad \dots (10)$$

の条件を満足することである。

【0039】

一般に、前玉径(第1レンズ群の有効径)を小型化するためには、絞りから物体側へ離れた位置に強い負の屈折力のレンズ群を配置すると良い。本条件は以上の理由を鑑みたものであり、第2レンズ群において絞りに近いレンズである負レンズ2dの硝材の屈折率を比較的屈折率とし、かつ所定の条件を満足することで、良好なる光学性能を維持しつつローコスト化をおこない、さらに前玉径の大型化を抑制しやすくするものである。

【0040】

条件式(8)は第2レンズ群の負レンズ2dの材質のアッペ数を適切に設定するための条件であり、この範囲に硝材を設定すれば、変倍に伴う軸上色収差の変動を補正することがさらに容易となる。

10

20

30

40

50

【0041】

条件式(9)は第2レンズ群の負レンズ2dの材質の屈折率とアッペ数を適切に設定する条件であり、この範囲に硝材を設定すれば、ローコスト化と広角側におけるコマ収差を補正することがさらに容易となる。

【0042】

条件式(10)は上記条件で設定された硝材を第2レンズ群の負レンズ2dに使用した際の第2レンズ群の焦点距離を適切に設定するものであり、条件を満足すれば変倍比の確保と、特に広角側における負の歪曲収差の補正がさらに容易となる。

【0043】

さらに望ましくは条件式(8)、(9)、(10)を以下の数値範囲とすると良い。

【0044】

$$4.4 < 2d < 5.6 \dots (8a)$$

$$-0.008 \times 2d + 2.13 < N2d < -0.005 \times 2d + 2.03 \dots (9a)$$

$$0.45 < |f2| / fw < 0.55 \dots (10a)$$

(ア-3)前記第1レンズ群は物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ1aと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ1bで構成される接合レンズ1ab、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ1cで構成され、第1レンズ群中の正レンズ1bの材質のアッペ数を1b第1レンズ群中の正レンズ1bの材質の屈折率をN1bとするとき

$$4.9 < 1b < 6.2 \dots (11)$$

$$-0.001 \times 1b + 1.62 < N1b < -0.008 \times 1b + 2.13 \dots (12)$$

$$2.4 < f1 / fw < 2.9 \dots (13)$$

の条件を満足することである。

【0045】

前玉径を小型化するためには、絞りから物体側へ離れた位置に強い負の屈折力のレンズ群を配置すると良いことは前述したが、第1レンズ群は正の屈折力のレンズ群であるので、絞りから物体側へ離れた位置のレンズを弱い正の屈折力とし、絞りに近いレンズを強い正の屈折力とすれば同様の効果が得られる。

【0046】

本条件は以上の理由を鑑みたものであり、第1レンズ群において比較的絞りにから物体側へ離れたレンズである負レンズ1bの硝材の屈折率を比較的低屈折率とし、かつ所定の条件を満足することで、良好なる光学性能を維持しつつローコスト化をおこない、さらに前玉径の大型化を抑制しやすくするものである。

【0047】

条件式(11)は第1レンズ群の正レンズ1bの材質のアッペ数を適切に設定するための条件であり、この範囲に硝材を設定すれば、変倍に伴う軸上色収差の変動を補正することがさらに容易となる。

条件式(12)は第1レンズ群の正レンズ1bの材質の屈折率とアッペ数を適切に設定する条件であり、この範囲に硝材を設定すれば、ローコスト化と望遠側における球面収差を補正することがさらに容易となる。

【0048】

条件式(13)は上記条件で設定された硝材を第1レンズ群の正レンズ1bに使用した際の第1レンズ群の焦点距離を適切に設定するものであり、条件を満足すれば望遠側におけるFナンバーの確保と球面収差の補正するがさらに容易となる。

【0049】

さらに望ましくは条件式(11)、(12)を以下の範囲とすると良い。

【0050】

$$5.5 < 1b < 6.2 \dots (11a)$$

10

20

30

40

50

$$-0.007 \times 1b + 2.01 < N1b < -0.006 \times 1b + 1.98 \dots (12a)$$

(ア-4) 前記第5レンズ群は物体側から順に、物体側に比べ像面側に強い屈折力の凸面を向けた正レンズ5a、正レンズ5b、像面側に凸面を向けた負メニスカスレンズ5cで構成され、

第5レンズ群中の正レンズ5bの材質のアッペ数を 5b

第5レンズ群中の正レンズ5bの材質の屈折率をN5b

とするとき

$$36 < 5b < 64 \dots (14)$$

$$-0.001 \times 5b + 1.62 < N5b < -0.006 \times 5b + 1.97 \dots (15)$$

$$1.4 < f5 / fw < 2.1 \dots (16)$$

の条件を満足することである。

【0051】

一般に、後玉径を小型化するためには、絞りから像側へ離れた位置に強い負の屈折力のレンズ群を配置すると良い。本条件は以上の理由を鑑みたものであり、第5レンズ群の最も像側のレンズ5cを負レンズとし、第5レンズ群において像面に近い正レンズ5bの硝材の屈折率を比較的低屈折率とし、かつ所定の条件を満足することで、良好なる光学性能を維持しつつローコスト化をおこない、さらに後玉径の大型化を抑制しやすくするものである。さらに本条件では、最も物体側の正レンズ5aを物体側に比べて像面側に強い屈折力の凸面を向けたレンズ形状にすることで、広角側におけるコマ収差の補正を容易にしている。

【0052】

条件式(14)は、第5レンズ群の正レンズ5bの材質のアッペ数を適切に設定するための条件であり、この範囲に硝材を設定すれば、変倍に伴う倍率色収差の変動を補正することがさらに容易となる。

【0053】

条件式(15)は第5レンズ群の正レンズ5bの材質の屈折率とアッペ数を適切に設定する条件であり、この範囲に硝材を設定すれば、ローコスト化と広角側における歪曲収差を補正することがさらに容易となる。

【0054】

条件式(16)は上記条件で設定された硝材を第5レンズ群の正レンズ5bに使用した際の第5レンズ群の焦点距離を適切に設定するものであり、条件を満足すれば広角側におけるバックフォーカス確保と歪曲収差の補正がさらに容易となる。

【0055】

さらに望ましくは条件式(14)、(15)、(16)を以下の範囲とすると良い。

$$55 < 5b < 62 \dots (14a)$$

$$-0.007 \times 5b + 2.01 < N5b < -0.006 \times 5b + 1.98 \dots (15a)$$

$$1.6 < f5 / fw < 1.9 \dots (16a)$$

次に本発明のズームレンズを有する一眼レフ用のカメラ(光学機器)の実施形態を図17を用いて説明する。

【0056】

図17において10はカメラ本体、11は本発明のズームレンズ、12は撮像手段であり、フィルム、CCD等から成っている。13はファインダー系であり、被写体像が形成される焦点板15、像反転手段としてのペンタプリズム16、焦点板15上の被写体像を観察する為の接眼レンズ17を有している。14はクイックリターンミラーである。

【0057】

このように本発明のズームレンズをビデオカメラやデジタルスチルカメラ等の電子カメラやフィルムカメラに適用することにより、小型で高い光学性能を有する光学機器を実現している。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 8 】

次に本発明のズームレンズの数値実施例を示す。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 i は第 i 番目の光学面 (第 i 面) の曲率半径、D i は第 i 面と第 i + 1 面との間の間隔、n i と i はそれぞれ d 線に対する第 i 番目の光学部材の材質の屈折率、アッペ数を示す。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、

$$x = (h^2 / R) / [1 + [1 - (1 + k) (h / R)^2]^{1/2}] + B h^4 + C h^6 + D h^8 + E h^{10} . . .$$

で表示される。但し R は曲率半径である。又、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。

10

【 0 0 5 9 】

【 外 1 】

数値実施例 1

$$f = 28.90 \sim 101.37 \quad F n o = 3.63 \sim 4.67 \quad 2 \omega = 73.6 \sim 24.1$$

R 1 = 92.120	D 1 = 1.50	N 1 = 1.846660	v 1 = 23.8
R 2 = 48.944	D 2 = 6.14	N 2 = 1.622992	v 2 = 58.2
R 3 = 288.630	D 3 = 0.12		
R 4 = 45.314	D 4 = 5.05	N 3 = 1.712995	v 3 = 53.9
R 5 = 137.567	D 5 = 可変		
R 6 = 62.216	D 6 = 1.20	N 4 = 1.834000	v 4 = 37.2
R 7 = 12.967	D 7 = 5.23		
R 8 = -73.291	D 8 = 1.05	N 5 = 1.804000	v 5 = 46.6
R 9 = 28.965	D 9 = 0.10		
R10 = 21.363	D10 = 5.16	N 6 = 1.846660	v 6 = 23.9
R11 = -57.228	D11 = 0.63		
R12 = -28.337	D12 = 1.00	N 7 = 1.772499	v 7 = 49.6
R13 = 1052.655	D13 = 可変		
R14 = 絞り	D14 = 0.07		
R15 = 25.369	D15 = 0.90	N 8 = 1.846660	v 8 = 23.9
R16 = 13.484	D16 = 5.35	N 9 = 1.622992	v 9 = 58.2
R17 = -63.416	D17 = 0.12		
R18 = 35.055	D18 = 2.66	N10 = 1.603112	v 10 = 60.6
R19 = -141.558	D19 = 可変		
R20 = -40.005	D20 = 3.63	N11 = 1.698947	v 11 = 30.1
R21 = -12.178	D21 = 1.55	N12 = 1.712995	v 12 = 53.9
R22 = 105.139	D22 = 可変		
R23 = 780.731	D23 = 4.99	N13 = 1.487490	v 13 = 70.2
R24 = -17.767	D24 = 0.12		
R25 = 58.656	D25 = 2.83	N14 = 1.589130	v 14 = 61.1
R26 = -93.652	D26 = 3.06		
R27 = -17.953	D27 = 1.40	N15 = 1.846660	v 15 = 23.9
R28 = -50.156			

20

30

40

＼焦点距離	28.90	50.00	101.37
可変間隔＼			
D 5	1.95	13.77	28.64
D13	14.66	8.32	1.96
D19	1.71	4.65	7.60
D22	7.34	4.40	1.45

【 0 0 6 0 】

【 外 2 】

数值实施例 2

f = 28.91 ~ 101.38 F n o = 3.63 ~ 4.67 2 ω = 73.6 ~ 24.1

R 1 = 92.291	D 1 = 1.50	N 1 = 1.846660	ν 1 = 23.8
R 2 = 48.828	D 2 = 6.14	N 2 = 1.622992	ν 2 = 58.2
R 3 = 285.685	D 3 = 0.12		
R 4 = 45.205	D 4 = 5.10	N 3 = 1.712995	ν 3 = 53.9
R 5 = 140.018	D 5 = 可変		
R 6 = 62.609	D 6 = 1.20	N 4 = 1.834000	ν 4 = 37.2
R 7 = 12.984	D 7 = 5.25		
R 8 = -73.709	D 8 = 1.10	N 5 = 1.804000	ν 5 = 46.6
R 9 = 28.675	D 9 = 0.10		
R10 = 21.364	D10 = 5.00	N 6 = 1.846660	ν 6 = 23.9
R11 = -56.414	D11 = 0.58		
R12 = -28.760	D12 = 1.00	N 7 = 1.772499	ν 7 = 49.6
R13 = 718.197	D13 = 可変		
R14 = 絞り	D14 = 0.00		
R15 = 23.896	D15 = 0.90	N 8 = 1.846660	ν 8 = 23.9
R16 = 13.366	D16 = 5.40	N 9 = 1.603112	ν 9 = 60.6
R17 = -64.050	D17 = 0.12		
R18 = 33.330	D18 = 2.55	N10 = 1.622992	ν10 = 58.2
R19 = -178.940	D19 = 可変		
R20 = -38.588	D20 = 3.90	N11 = 1.698947	ν11 = 30.1
R21 = -12.280	D21 = 1.20	N12 = 1.712995	ν12 = 53.9
R22 = 79.658	D22 = 可変		
R23 = 451.007	D23 = 5.15	N13 = 1.487490	ν13 = 70.2
R24 = -17.582	D24 = 0.12		
R25 = 53.857	D25 = 2.95	N14 = 1.589130	ν14 = 61.1
R26 = -96.102	D26 = 3.08		
R27 = -18.001	D27 = 1.40	N15 = 1.846660	ν15 = 23.9
R28 = -50.770			

10

20

\ 焦点距離	28.91	50.00	101.38
可変間隔\			
D 5	1.97	13.11	28.38
D13	14.92	8.45	2.18
D19	1.71	4.26	6.90
D22	6.74	4.19	1.55

30

【 0 0 6 1 】

【 外 3 】

数值实施例 3

$$f = 28.91 \sim 101.41 \quad F \# = 3.63 \sim 4.67 \quad 2\omega = 73.6 \sim 24.1$$

R 1 = 91.895	D 1 = 1.50	N 1 = 1.846660	v 1 = 23.8
R 2 = 48.513	D 2 = 6.14	N 2 = 1.622992	v 2 = 58.2
R 3 = 280.487	D 3 = 0.12		
R 4 = 45.051	D 4 = 5.10	N 3 = 1.712995	v 3 = 53.9
R 5 = 139.283	D 5 = 可変		
R 6 = 62.889	D 6 = 1.20	N 4 = 1.834000	v 4 = 37.2
R 7 = 12.935	D 7 = 5.26		
R 8 = -71.569	D 8 = 1.10	N 5 = 1.804000	v 5 = 46.6
R 9 = 28.965	D 9 = 0.10		
R10 = 21.423	D10 = 5.02	N 6 = 1.846660	v 6 = 23.9
R11 = -54.284	D11 = 0.58		
R12 = -28.551	D12 = 1.00	N 7 = 1.772499	v 7 = 49.6
R13 = 702.221	D13 = 可変		
R14 = 絞り	D14 = 0.00		
R15 = 23.824	D15 = 0.90	N 8 = 1.846660	v 8 = 23.9
R16 = 13.366	D16 = 5.46	N 9 = 1.603112	v 9 = 60.6
R17 = -59.643	D17 = 0.12		
R18 = 33.681	D18 = 2.52	N10 = 1.622992	v10 = 58.2
R19 = -212.295	D19 = 可変		
R20 = -38.450	D20 = 3.93	N11 = 1.698947	v11 = 30.1
R21 = -12.280	D21 = 1.20	N12 = 1.712995	v12 = 53.9
R22 = 79.931	D22 = 可変		
R23 = 461.652	D23 = 5.13	N13 = 1.487490	v13 = 70.2
R24 = -17.582	D24 = 0.12		
R25 = 55.803	D25 = 2.95	N14 = 1.589130	v14 = 61.1
R26 = -91.364	D26 = 3.05		
R27 = -18.001	D27 = 1.40	N15 = 1.846660	v15 = 23.9
R28 = -50.401			

10

20

可変間隔 \ 焦点距離	28.91	50.00	101.41
D 5	1.96	13.65	28.45
D13	14.90	8.54	2.14
D19	1.73	4.28	6.89
D22	6.72	4.17	1.56

30

【 0 0 6 2 】

【 外 4 】

数值実施例 4

f = 28.90 ~ 101.36 Fno = 3.62 ~ 4.67 2ω = 73.6 ~ 24.1

R 1 = 126.319	D 1 = 2.00	N 1 = 1.846660	ν 1 = 23.8
R 2 = 60.688	D 2 = 6.32	N 2 = 1.622992	ν 2 = 58.2
R 3 = -560.816	D 3 = 0.15		
R 4 = 39.000	D 4 = 4.74	N 3 = 1.622992	ν 3 = 58.2
R 5 = 87.662	D 5 = 可変		
R 6 = 64.111	D 6 = 1.20	N 4 = 1.834000	ν 4 = 37.2
R 7 = 12.876	D 7 = 5.26		
R 8 = -45.956	D 8 = 1.00	N 5 = 1.799516	ν 5 = 42.2
R 9 = 31.774	D 9 = 0.09		
R10 = 22.893	D10 = 4.04	N 6 = 1.846660	ν 6 = 23.8
R11 = -35.103	D11 = 0.46		
R12 = -24.379	D12 = 1.00	N 7 = 1.785896	ν 7 = 44.2
R13 = -797.202	D13 = 可変		
R14 = 絞り	D14 = 0.00		
R15 = 25.638	D15 = 1.00	N 8 = 1.846660	ν 8 = 23.8
R16 = 13.640	D16 = 5.62	N 9 = 1.603112	ν 9 = 60.6
R17 = -75.684	D17 = 0.15		
R18 = 33.413	D18 = 2.80	N10 = 1.603112	ν10 = 60.6
R19 = -104.553	D19 = 可変		
R20 = -46.004	D20 = 3.65	N11 = 1.688931	ν11 = 31.1
R21 = -12.430	D21 = 1.00	N12 = 1.712995	ν12 = 53.9
R22 = 121.143	D22 = 可変		
R23 = 4698.640	D23 = 5.08	N13 = 1.516330	ν13 = 64.1
R24 = -18.196	D24 = 0.15		
R25 = 57.993	D25 = 2.59	N14 = 1.603112	ν14 = 60.6
R26 = -124.726	D26 = 3.23		
R27 = -17.793	D27 = 1.40	N15 = 1.846660	ν15 = 23.8
R28 = -52.667			

10

20

焦点距離	28.90	50.00	101.36
可変間隔			
D 5	1.75	13.45	28.43
D13	14.59	8.26	1.95
D19	1.54	4.92	8.22
D22	8.08	4.70	1.40

30

【 0 0 6 3 】

【表 1】

		数值実施例			
条件式		1	2	3	4
(1)	ν 3b	58.2	60.6	60.6	60.6
(2)	N3b	1.622992	1.603112	1.603112	1.603112
(1)	ν 3c	60.6	58.2	58.2	60.6
(2)	N3c	1.60311	1.622992	1.622992	1.603112
(3)	f3/fw	0.756955	0.7455206	0.7444137	0.7776125
(4)	ν 4b	53.9	53.9	53.9	53.9
(5)	N4b	1.712995	1.712995	1.712995	1.712995
(6)	ν 4b-ν 4a	23.8	23.8	23.8	22.8
(7)	f4 /fw	1.3402422	1.2031823	1.2016257	1.4973702
(8)	ν 2d	49.6	49.6	49.6	44.2
(9)	N2d	1.772499	1.72499	1.72499	1.785896
(10)	f2 /fw	0.5099654	0.5109997	0.5108959	0.5092388
(11)	ν 1b	58.2	58.2	58.2	58.2
(12)	N1b	1.622992	1.622992	1.622992	1.622992
(13)	f1/fw	2.6397578	2.6239709	2.6242823	2.6141869
(14)	ν 5b	61.1	61.1	61.1	60.6
(15)	N5b	1.58913	1.58913	1.58913	1.603112
(16)	f5/fw	1.753045	1.6152888	1.6219647	1.8914533

40

【 0 0 6 4 】

【発明の効果】

50

本発明によれば、主に変倍に伴う各レンズ群の移動条件や各レンズ群のレンズ構成及びそれらのレンズの材質等を適切に設定することにより広画角、高変倍比で全変倍範囲にわたり、しかも全画面にわたり高い光学性能を有するズームレンズ及びそれを有する光学機器を達成することができる。

【 0 0 6 5 】

この他本発明によれば光学系を構成する各レンズの硝材を適切に選択し、かつ各レンズ群の構成を適切にすることでレンズ系全体が、コンパクトでありながら、良好なる光学性能を有した広角域を含むズーム比 3 . 5 倍程度のズームレンズ及びそれを有する光学機器を達成することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 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 の中間のズーム位置の収差図

【 図 4 】 数値実施例 1 の望遠端の収差図

【 図 5 】 数値実施例 2 のレンズ断面図

【 図 6 】 数値実施例 2 の広角端の収差図

【 図 7 】 数値実施例 2 の中間のズーム位置の収差図

【 図 8 】 数値実施例 2 の望遠端の収差図

【 図 9 】 数値実施例 3 のレンズ断面図

【 図 1 0 】 数値実施例 3 の広角端の収差図

【 図 1 1 】 数値実施例 3 の中間のズーム位置の収差図

【 図 1 2 】 数値実施例 3 の望遠端の収差図

【 図 1 3 】 数値実施例 4 のレンズ断面図

【 図 1 4 】 数値実施例 4 の広角端の収差図

【 図 1 5 】 数値実施例 4 の中間のズーム位置の収差図

【 図 1 6 】 数値実施例 4 の望遠端の収差図

【 図 1 7 】 本発明の光学機器の要部概略図

【 符号の説明 】

L 1 第 1 群

L 2 第 2 群

L 3 第 3 群

L 4 第 4 群

L 5 第 5 群

S P 絞り

I P 像面

d d 線

g g 線

S サジタル像面

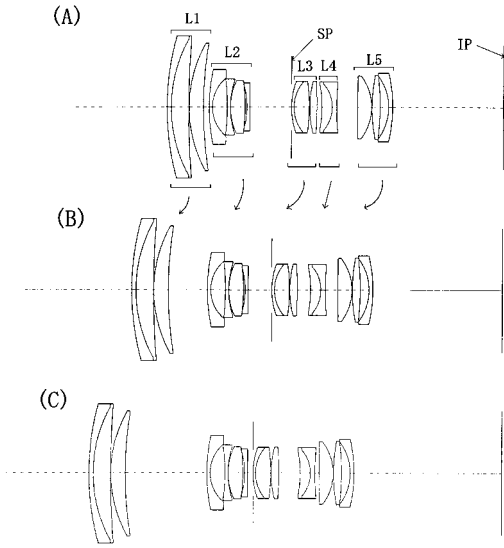
M メリディオナル像面

10

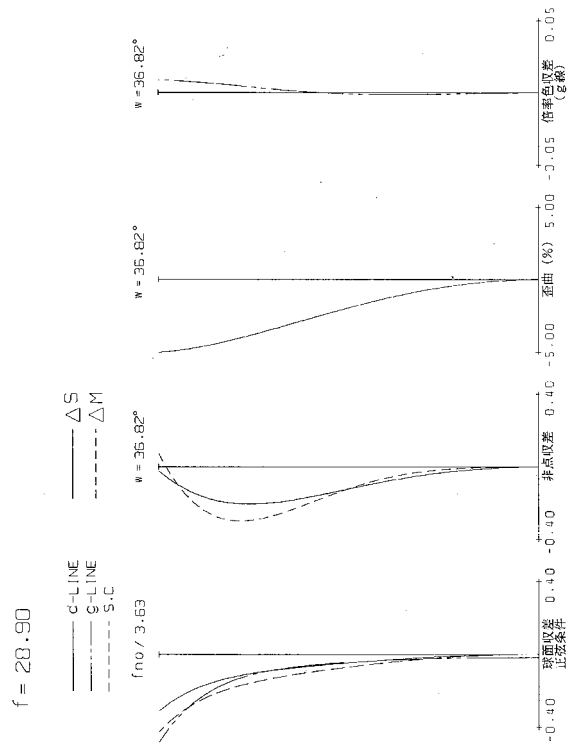
20

30

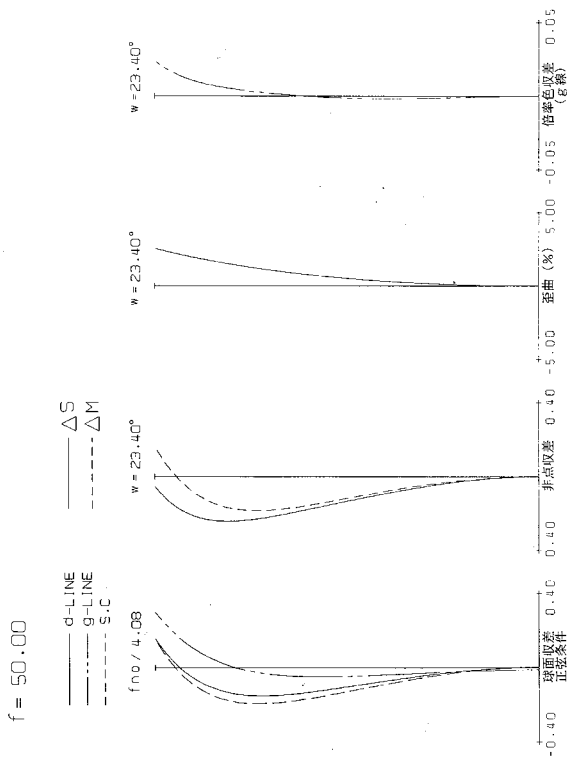
【 図 1 】



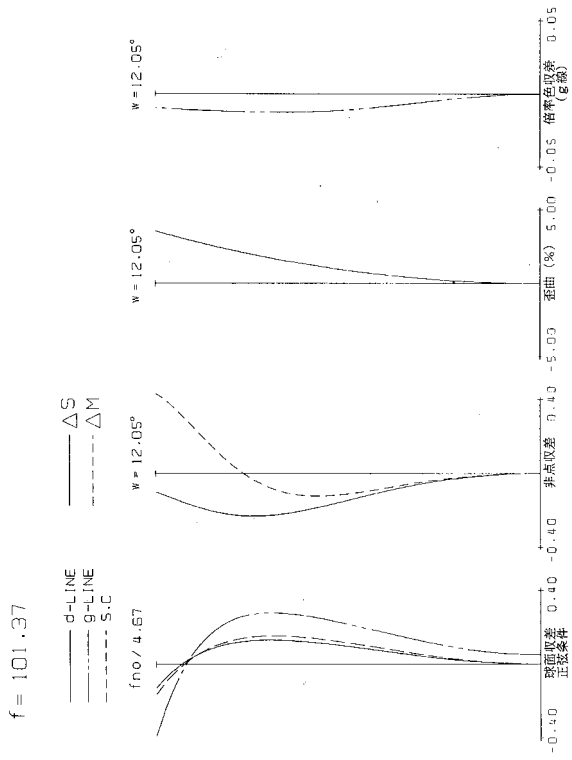
【 図 2 】



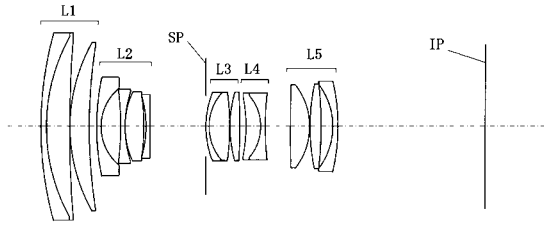
【 図 3 】



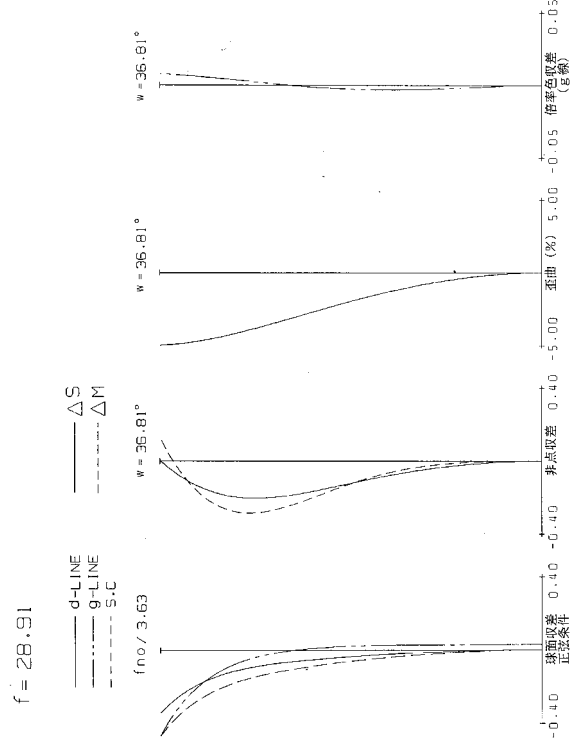
【 図 4 】



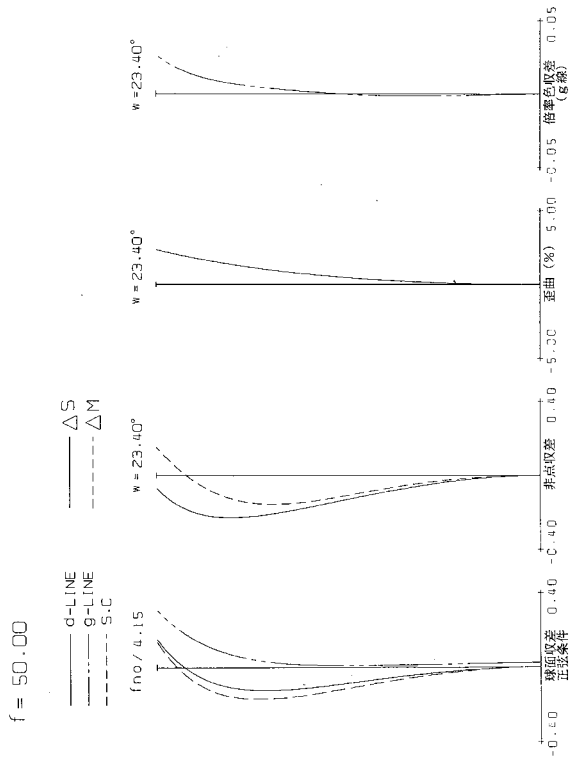
【 図 5 】



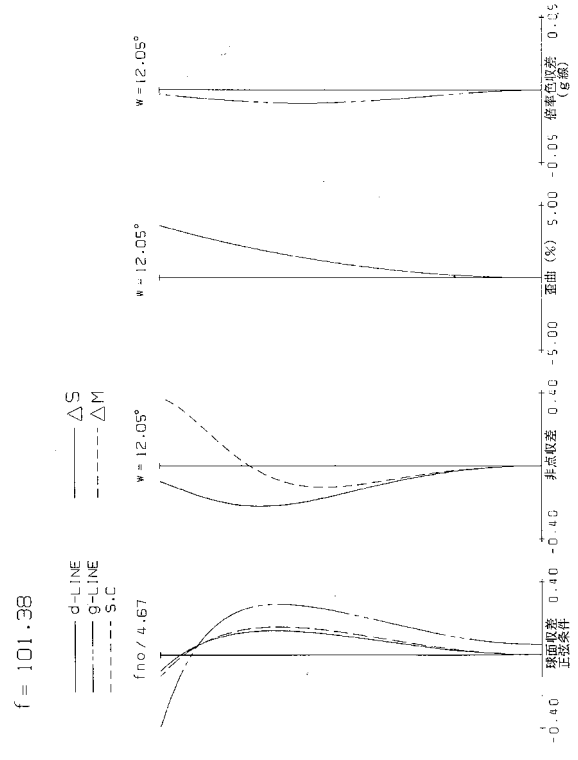
【 図 6 】



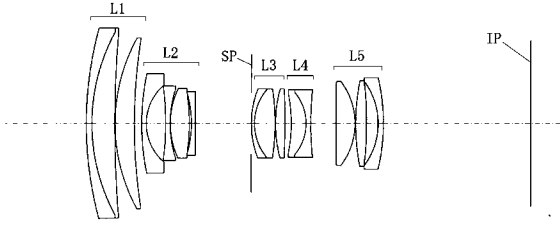
【 図 7 】



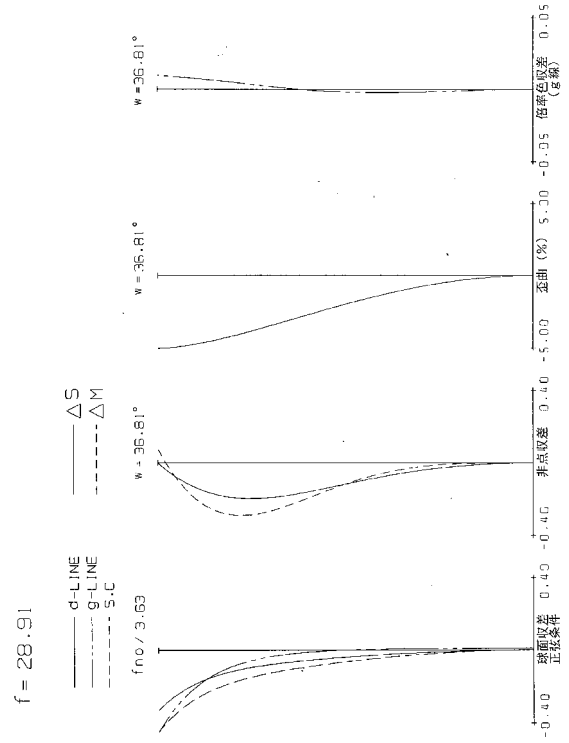
【 図 8 】



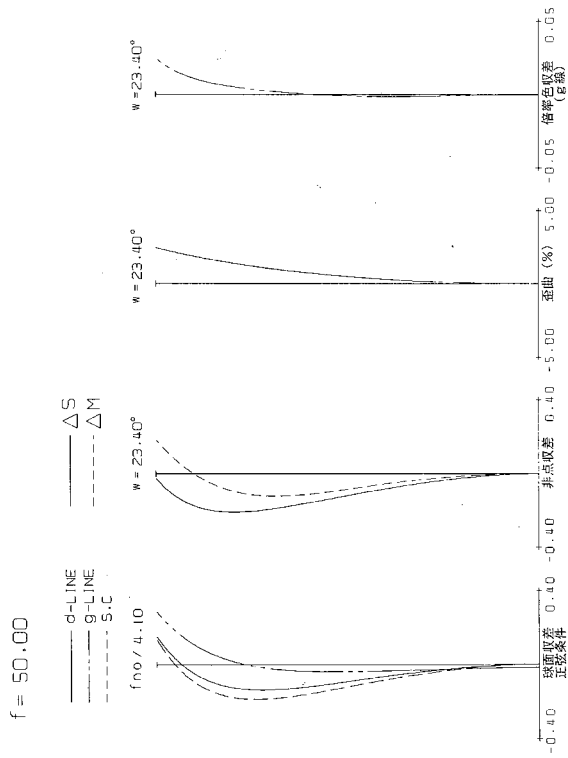
【 9 】



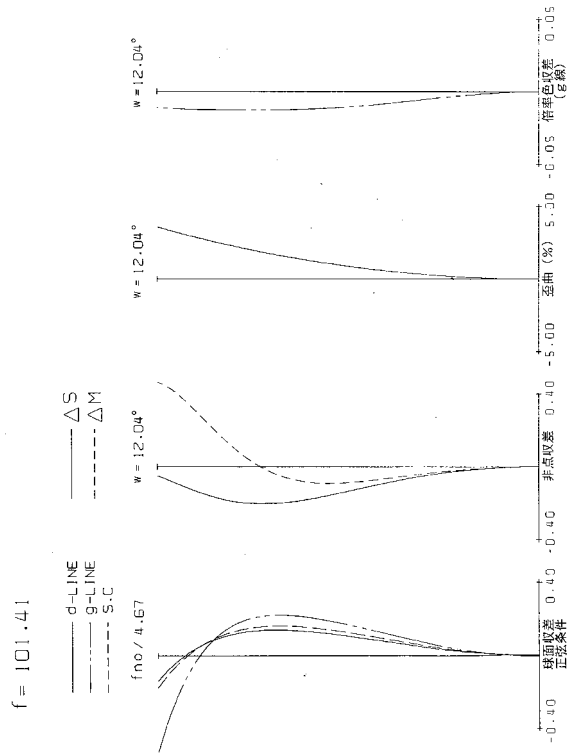
【 10 】



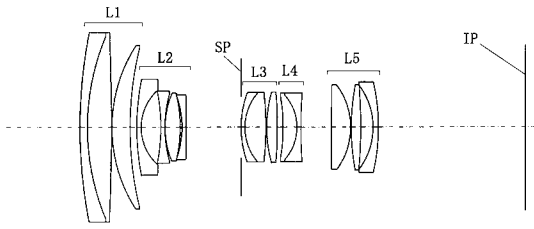
【 11 】



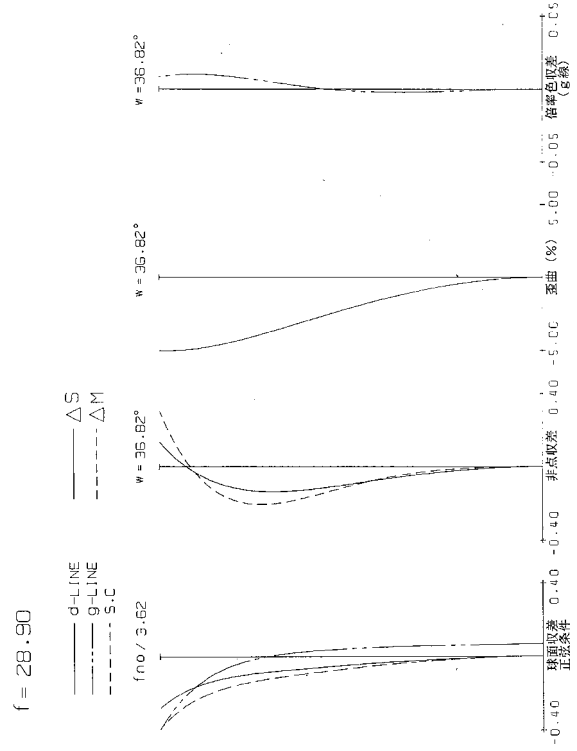
【 12 】



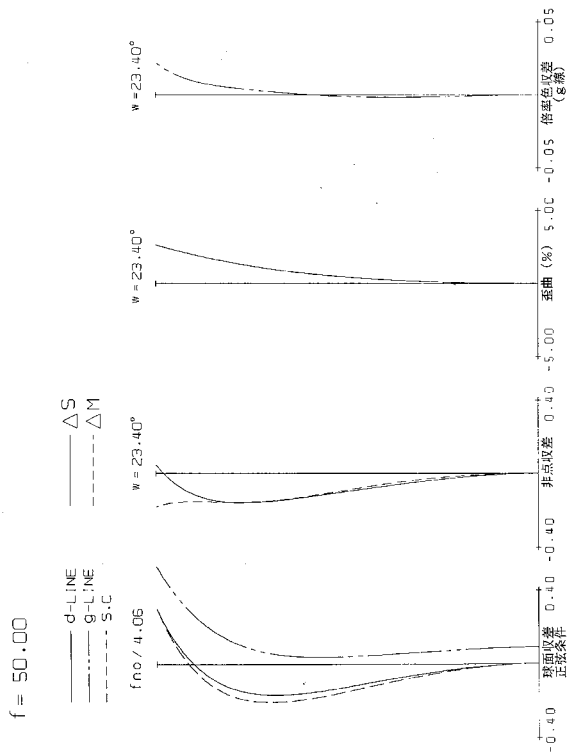
【 13 】



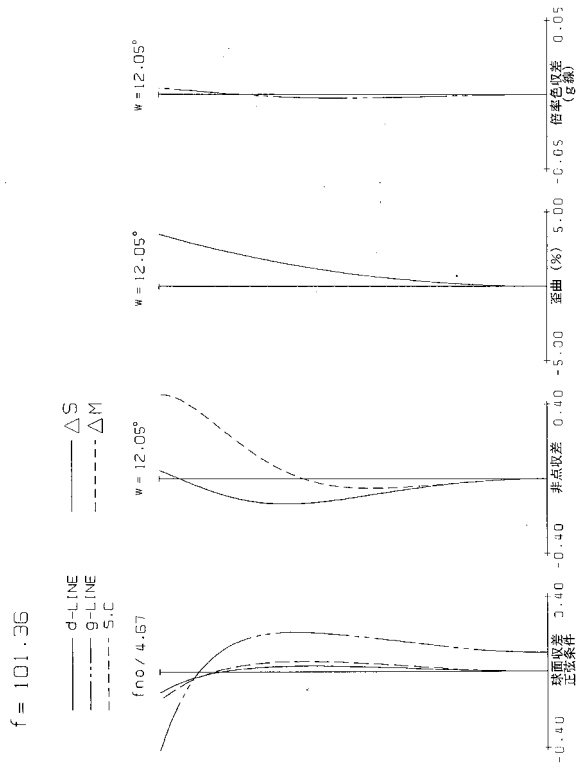
【 14 】



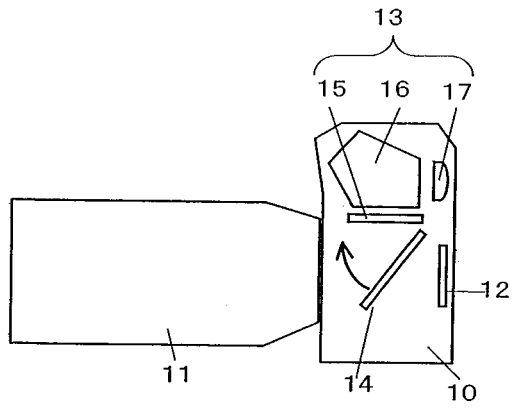
【 15 】



【 16 】



【図17】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

G02B 9/00 - 17/08

G02B 21/02 - 21/04

G02B 25/00 - 25/04