

(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2005-292348

(P2005-292348A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int.Cl.⁷

G02B 15/20

G02B 13/18

F I

G02B 15/20

G02B 13/18

テーマコード (参考)

2H087

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2004-105464 (P2004-105464)

(22) 出願日 平成16年3月31日 (2004.3.31)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(74) 代理人 100077919

弁理士 井上 義雄

(72) 発明者 佐藤 治夫

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

Fターム(参考) 2H087 KA02 LA02 PA07 PA20 PB10

QA02 QA07 QA17 QA22 QA26

QA37 QA39 QA41 QA46 RA05

RA12 RA36 SA14 SA16 SA20

SA62 SA63 SB05 SB16 SB22

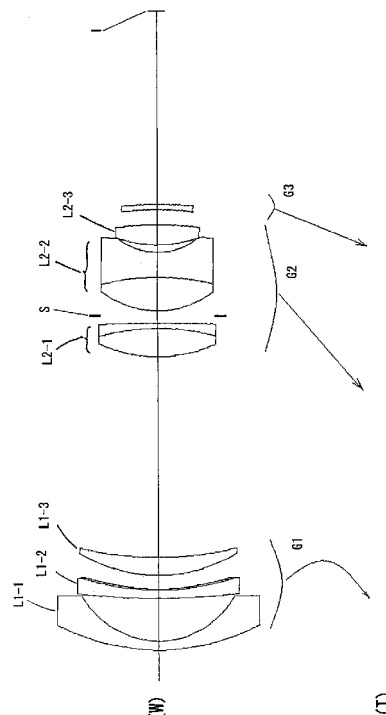
(54) 【発明の名称】ズームレンズ、該ズームレンズを備えた撮影装置

(57) 【要約】

【課題】少ないレンズ枚数で、小型小径で約3.2倍の高変倍比を実現した負・正・負の3群ズームレンズ、該ズームレンズを備えた撮影装置を提供することを目的とする。

【解決手段】物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3とを有し、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔が変化し、第3レンズ群G3が物体側へ移動するズームレンズにおいて、第1レンズ群G1は1つの非球面と1枚の負レンズ成分と1枚の正レンズ成分とを少なくとも有し、第2レンズ群G2は2枚の正レンズ成分と1枚の負レンズ成分とFナンバーを決定する開口絞りSとを少なくとも有し、第3レンズ群G3は1枚の負レンズのみからなり、所定の条件式を満足する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とを有し、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との空気間隔が変化し、前記第 3 レンズ群が物体側へ移動するズームレンズにおいて、

前記第 1 レンズ群は、1 つの非球面と、1 枚の負レンズ成分と、1 枚の正レンズ成分とを少なくとも有し、

前記第 2 レンズ群は、2 枚の正レンズ成分と、1 枚の負レンズ成分と、F ナンバーを決定する開口絞りとを少なくとも有し、

前記第 3 レンズ群は、1 枚の負レンズのみからなり、

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。

$$-3.2 < f_3 / f_t < -1.0$$

ただし、

f_3 : 前記第 3 レンズ群の焦点距離

f_t : 望遠端状態における前記ズームレンズ全系の焦点距離

【請求項 2】

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第 2 レンズ群が物体側へ移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

$$1.0 < X_2 / f_w < 2.0$$

ただし、

X_2 : 広角端状態から望遠端状態への変倍時の前記第 2 レンズ群の移動量

f_w : 広角端状態における前記ズームレンズ全系の焦点距離

【請求項 3】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のズームレンズ。

$$1.2 < X_2 / X_3 < 3.0$$

ただし、

X_3 : 広角端状態から望遠端状態への変倍時の前記第 3 レンズ群の移動量

【請求項 4】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$1.5 < B f_w / Y_{max} < 2.3$$

ただし、

$B f_w$: 広角端状態における前記ズームレンズ全系のバックフォーカス

Y_{max} : 結像面における最大像高

【請求項 5】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$4.5 < d_3 < 7.0$$

ただし、

d_3 : 前記第 3 レンズ群を構成する前記負レンズの媒質の d 線 ($\lambda = 587.6 \text{ nm}$) に対するアッベ数

【請求項 6】

前記第 2 レンズ群は、物体側から順に、接合正レンズと、接合負レンズとを有することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

前記開口絞りは、前記第 2 レンズ群における前記接合正レンズと前記接合負レンズとの間に配置されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズを備えていることを特徴とする撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、負・正・負の 3 つのレンズ群を有するズームレンズに関し、特に高変倍比を有する非常に安価なズームレンズ、該ズームレンズを備えた撮影装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、特に一眼レフカメラに装備されるいわゆる標準ズームレンズは、これまでの標準レンズに置き換わり、常用レンズとして定着してきている。従ってこの種のズームレンズは、常にカメラボディに装着されたまま持ち運ばれるため、小型軽量で十分な結像性能を有しかつ安価であることが必須の条件として求められている。また顧客満足の観点から日々高変倍比が進み、単純なズーム構成でありながらコンパクトで高変倍比の標準ズームレンズが求められている。このような条件を満足するためのレンズとして、負・正・負の 3 つのレンズ群を有する 3 群構成のズームレンズが適し、斯かる構成のズームレンズが多数提案されている（例えば、特許文献 1～4 を参照。）。 10

【特許文献 1】特開昭 58-79213 号公報

【特許文献 2】特開昭 62-112115 号公報 20

【特許文献 3】特開 2002-236254 号公報

【特許文献 4】特許第 3087303 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、上記特許文献 1 に開示のズームレンズは、第 3 レンズ群の構成が複雑であるため、全長が大きく大型である。また、上記特許文献 2 に開示のズームレンズは、第 3 レンズ群が効率よく移動する構成でないため、良好な光学性能を得ることができない。また、上記特許文献 3 に開示のズームレンズは、第 3 レンズ群の焦点距離の設定が適切でないため、全長が大きくその変化も比較的大きい。また、上記特許文献 4 に開示のズーム 30
レンズは、小型化とレンズ枚数の削減とを極限まで行ったことにより、十分な光学性能を得ることができていない。

【0004】

そこで本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、少ないレンズ枚数で、小型小径で約 3.2 倍の高変倍比を実現した負・正・負の 3 群ズームレンズ、該ズームレンズを備えた撮影装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するために本発明は、

物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とを有し、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との空気間隔が変化し、前記第 3 レンズ群が物体側へ移動するズームレンズにおいて、 40

前記第 1 レンズ群は、1 つの非球面と、1 枚の負レンズ成分と、1 枚の正レンズ成分とを少なくとも有し、

前記第 2 レンズ群は、2 枚の正レンズ成分と、1 枚の負レンズ成分と、F ナンバーを決定する開口絞りとを少なくとも有し、

前記第 3 レンズ群は、1 枚の負レンズのみからなり、

以下の条件式 (1) を満足することを特徴とするズームレンズを提供する。

$$(1) \quad -3.2 \leq f_3 / f_t \leq -1.0$$

ただし、

f_3 : 前記第 3 レンズ群の焦点距離

f_t : 望遠端状態における前記ズームレンズ全系の焦点距離

【0006】

また本発明のズームレンズは、

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第 2 レンズ群が物体側へ移動し、
以下の条件式 (2) を満足することが望ましい。

$$(2) \quad 1.0 < X_2 / f_w < 2.0$$

ただし、

X_2 : 広角端状態から望遠端状態への変倍時の前記第 2 レンズ群の移動量

10

f_w : 広角端状態における前記ズームレンズ全系の焦点距離

【0007】

また本発明のズームレンズは、

以下の条件式 (3) を満足することが望ましい。

$$(3) \quad 1.2 < X_2 / X_3 < 3.0$$

ただし、

X_3 : 広角端状態から望遠端状態への変倍時の前記第 3 レンズ群の移動量

【0008】

また本発明のズームレンズは、

以下の条件式 (4) を満足することが望ましい。

20

$$(4) \quad 1.5 < B f_w / Y_{\max} < 2.3$$

ただし、

$B f_w$: 広角端状態における前記ズームレンズ全系のバックフォーカス

Y_{\max} : 結像面における最大像高

【0009】

また本発明のズームレンズは、

以下の条件式 (5) を満足することが望ましい。

$$(5) \quad 45.0 < d_3 < 70.0$$

ただし、

d_3 : 前記第 3 レンズ群を構成する前記負レンズの媒質の d 線 ($\lambda = 587.6 \text{ nm}$) に対するア
ッペ数

30

【0010】

また本発明のズームレンズは、

前記第 2 レンズ群は、物体側から順に、接合正レンズと、接合負レンズとを有することが望ましい。

【0011】

また本発明のズームレンズは、

前記開口絞りは、前記第 2 レンズ群における前記接合正レンズと前記接合負レンズとの間に配置されていることが望ましい。

【0012】

また本発明は、

前述のズームレンズを備えている撮影装置を提供する。

40

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、少ないレンズ枚数で、小型小径で約 3.2 倍の高変倍比を実現した負・正・負の 3 群ズームレンズ、該ズームレンズを備えた撮影装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

はじめに、本発明のズームレンズの基本的な構造から説明する。

50

本発明のズームレンズは基本的に、物体側から順に、負の屈折力を有するレンズ群と、正の屈折力を有するレンズ群と、負の屈折力を有するレンズ群とからなる３群構成のズームレンズである。そして本発明のズームレンズは、実用的な大きさ、重量、及び外径を維持したまま、少ないレンズ枚数で高変倍比化を実現したものである。

【００１５】

ズームレンズにおいて、変倍比が３倍を越えさらには約３．２倍に達するこのスペックを、良好な光学性能を保ちながら非常に少ないレンズ枚数で設計するためには、数々の条件がある。

まず、第１レンズ群と第２レンズ群とを比較的強い屈折力配置とすることによって小型化を図る。この小型化のためには、第１レンズ群の屈折力を大きくし、第２レンズ群と第３レンズ群の合成の使用倍率が丁度中間の焦点距離位置で等倍を挟むような屈折力配置にすることが望ましい。また、特に広角側の周辺性能（例えば、コマ収差、像面歪曲収差、及び非点収差の補正等）、歪曲等の良好な収差補正を行うためには、第１レンズ群に非球面レンズを導入することが必要である。また、低コスト化を図る上では、第１レンズ群に導入する非球面レンズとして、樹脂とガラスの複合によるいわゆる複合型非球面レンズを使用することが望ましい。

【００１６】

また本発明のズームレンズでは、第３レンズ群を負レンズ群として第２レンズ群と合わせ、いわゆるテレフォトタイプのマスターレンズを構成している。このとき、第３レンズ群の焦点距離が短いほどテレ比が大きくなり、全長や変倍による全長の変化を小さくすることができ

る。しかしながら、第３レンズ群の焦点距離が最適な値から逸脱して短くなると、広角端状態におけるバックフォーカスが著しく小さくなり、一眼レフカメラ用の光学系として使用することができなくなる。また、広角端状態及び望遠端状態において、上方コマ収差を補正することが困難になる。一方、第３レンズ群の焦点距離が最適な値から逸脱して長くなると、小型化と全長の変化の短縮化とを図ることができなくなり、鏡筒の設計上実現することが困難になる。

【００１７】

また本発明のズームレンズでは、第３レンズ群を１枚の負レンズ（凹レンズ）で構成することが好ましい。第３レンズ群を複数枚のレンズで構成すれば、収差補正上は有利である。しかしながら、著しい小型化を目指す場合にバックフォーカスを確保することが困難となるため、十分に小型化を図ることができない。また、特にレンズの小型化を図るため、第３レンズ群を比較的短い焦点距離で使うことが望ましい。しかしながら、第３レンズ群を像面に対して固定すれば、レンズ設計の自由度が失われ、特に望遠端状態における周辺性能や上方コマ収差が悪化してしまうため好ましくない。従って、本発明のズームレンズのように第３レンズ群を変倍時に線形若しくは非線形に移動させることが、良好に収差を補正するために必要である。このため本発明のズームレンズは、変倍時に移動する第３レンズ群を１枚のレンズのみで構成し、その焦点距離を最適に設定したことを最大の特徴としている。

【００１８】

以下、本発明のズームレンズの条件式について説明する。

上記条件式（１）は、負の屈折力を有する第３レンズ群の焦点距離について最適な範囲を規定する条件式である。上述のように条件式（１）の上限値を上回ると、第３レンズ群の負の屈折力が著しく大きいため、テレフォトの屈折力配置が極端に強くなる。従って、広角端状態におけるバックフォーカスが著しく小さくなり、一眼レフカメラ用の光学系として使用することができなくなってしまう。また、広角端状態及び望遠端状態において上方コマ収差を補正することが困難になってしまう。また、良好に収差補正を行うためには、第３レンズ群を複数枚のレンズで構成しなければならず、その結果としてコストアップや大型化を招いてしまうため好ましくない。

【００１９】

一方、条件式(1)の下限値を下回ると、第3レンズ群の焦点距離が最適な値から逸脱して長くなるため、負の屈折力が小さくなる。このため、テレフォットの屈折力配置の効果が薄れ、小型化と全長の変化の短縮化とを図ることができなくなり、鏡筒の設計上実現することが困難になってしまう。

なお、条件式(1)の下限値を-3.0に設定することにより、テレ比をより適切に設定することができ、本発明の効果を最大限に発揮することができる。

【0020】

上記条件式(2)は、第2レンズ群の移動量を適切に設定するための条件式である。ここで、第2レンズ群の移動量とは、第2レンズ群が物体側へ移動する場合を正とし、広角端状態における第2レンズ群の位置と望遠端状態における第2レンズ群の位置との差をいう。 10

条件式(2)の上限値を上回ると、第2レンズ群の移動量が著しく増加し、カム軌道の展開長を維持することができなくなる。このため、鏡筒の設計が困難となってしまうので好ましくない。一方、条件式(2)の下限値を下回ると、第2レンズ群の屈折力を実質的に大きくすることとなる。このため、本発明のような小型で低コストのズームレンズでは特に望遠側の球面収差やコマ収差を補正することが困難になり、収差補正のためにレンズ枚数を増やせば、結果的にコストアップや大型化を招いてしまうため好ましくない。

なお、条件式(2)の下限値を1.47に設定することにより、収差の補正を最適に行うことが可能になり、本発明の効果を最大限に発揮することができる。さらに、該条件式(2)の下限値を1.50に設定することにより、本発明の効果をより最大限に発揮する 20

【0021】

上記条件式(3)は、広角端状態から望遠端状態への変倍時の第2レンズ群の移動量と第3レンズ群の移動量との比を設定する条件式である。ここで、第3レンズ群の移動量とは、第3レンズ群が物体側へ移動する場合を正とし、広角端状態における第3レンズ群の位置と望遠端状態における第3レンズ群の位置との差をいう。

条件式(3)の上限値を上回ると、第2レンズ群の移動量に対して第3レンズ群の移動量が著しく小さくなる。このため、レンズ設計の自由度が失われ、その結果特に望遠端状態における周辺性能や上方コマ収差が悪化することになってしまうため好ましくない。また、第2レンズ群のレンズ室を用いたカムの場合、カム軌道の展開長を維持することができなくなる。このため、鏡筒の設計が複雑になり、高コスト化してしまうので好ましくない。 30

【0022】

一方、条件式(3)の下限値を下回ると、第2レンズ群の移動量と第3レンズ群の移動量との差が小さくなる。このため、光学設計的には第3レンズ群の移動時に各像高に対する斜光線の入射高に差がなくなり、特に望遠側のレンズ設計の自由度が著しく低下してしまう。従って、特に第3レンズ群に非球面レンズを用いない場合、条件式(3)の設定範囲を満たすことが収差を良好に補正するための条件となる。

なお、条件式(3)の下限値を1.33に設定することにより、本発明の効果を最大限に発揮することができる。 40

【0023】

上記条件式(4)は、バックフォーカスを適切に規定するための条件式である。条件式(3)の上限値を上回ると、バックフォーカスが著しく大きくなり、大型化を招いてしまうため好ましくない。

一方、条件式(4)の下限値を下回ると、十分なバックフォーカスを確保することができないため、本発明のズームレンズを一眼レフカメラ用の光学系として使用することができなくなってしまう。

なお、条件式(4)の下限値を1.6に設定することにより、本発明の効果を最大限に発揮することができる。

【0024】

上記条件式(5)は、第3レンズ群を構成する負レンズ(凹レンズ)の媒質のd線($\lambda = 587.56\text{nm}$)に対するアッペ数の最適な範囲を規定する条件式である。条件式(5)の上限值を上回ると、前記負レンズを構成する材料(媒質)は、実質的に屈折率が著しく小さい材料かプラスチック材料となる。前者はベッツパール和の最適化に不利となり、後者は耐久性の問題上使用者の容易に触れる箇所に設置することが好ましくない。

一方、条件式(5)の下限値を下回ると、本発明のズームレンズでは第3レンズ群を負レンズ1枚のみで構成しているため、分散値の増大が色収差の補正に影響を及ぼし、特に倍率色収差の変倍による差が増大してしまうため好ましくない。

【0025】

また本発明のズームレンズの場合、第2レンズ群中に接合正レンズと接合負レンズとを有する構成とすることが望ましい。この構成により、少ないレンズ枚数で厚肉化を極力抑え、色収差や球面収差を良好に補正し、最適な値のベッツパール和を達成することができる。また、Fナンバーを決定する開口絞りは、接合正レンズと接合負レンズとの間に設置されることにより、フィルターサイズの小径化と像面湾曲収差の補正とを良好に行うことができる。

【0026】

以下、添付図面に基づいて本発明の各実施例に係るズームレンズを詳細に説明する。

(第1実施例)

図1は、本発明の第1実施例に係るズームレンズのレンズ構成と各レンズ群の移動軌跡を示す図である。

本実施例に係るズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3との負・正・負の3つのレンズ群から構成されている。

【0027】

第1レンズ群G1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L1-1と、負メニスカス非球面レンズL1-2と、正メニスカスレンズL1-3とから構成されている。なお、前記負メニスカス非球面レンズL1-2は、樹脂とガラスの複合によるいわゆる複合型非球面レンズであり、該レンズの像面I側レンズ面が非球面で構成されている。

第2レンズ群G2は、物体側から順に、両凸形状の正レンズと像面I側に凸面を向けた負メニスカスレンズと接合からなる接合正レンズL2-1と、開口絞りSと、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合からなる接合負レンズL2-2と、両凸形状の正レンズL2-3とから構成されている。

第3レンズ群G3は、像面I側に凸面を向けた負メニスカスレンズのみで構成されている。

【0028】

本実施例に係るズームレンズの広角端状態(W)から望遠端状態(T)への変倍は、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔が縮小し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔が拡大するように、全てのレンズ群を物体側へ移動させることによって行われる。

また本実施例に係るズームレンズの近距離合焦は、第1レンズ群G1を物体側へ移動させることによって行われる。

【0029】

以下の表1に、本発明の第1実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

[全体諸元]において、fは焦点距離、 2θ は画角、FはFナンバーをそれぞれ示す。

[レンズデータ]において、面番号は物体側から数えたレンズ面の順番、 r_i は物体側からi番目のレンズ面 R_i の曲率半径、 d_i はレンズ面 R_i とレンズ面 R_{i+1} との光軸上の面間隔、 n_i はレンズ面 R_i とレンズ面 R_{i+1} との間の媒質のd線($\lambda = 587.56\text{nm}$)に対するアッペ数、 n_i はレンズ面 R_i とレンズ面 R_{i+1} との間の媒質のd線($\lambda = 587.56\text{nm}$)に対する屈折率をそれぞれ示す。また、BFはバックフォーカスを示す。

【0030】

10

20

30

40

50

ここで、本実施例に係るズームレンズ中の非球面は、光軸から垂直方向の高さ y における各非球面の頂点の接平面から光軸方向に沿った距離（サグ量）を $S(y)$ 、基準球面の曲率半径（近軸曲率半径）を R 、円錐係数を $C4$ 、 $C6$ 、 $C8$ 、 $C10$ 、 $C12$ 、 n 次の非球面係数を Cn とするとき、以下の非球面式で表される。

$$S(y) = (y^2 / R) / \{ 1 + (1 - C4 \cdot y^4 + C6 \cdot y^6 + C8 \cdot y^8 + C10 \cdot y^{10} + C12 \cdot y^{12})^{1/2} \}$$

以上のように表される非球面は、（レンズデータ）において面番号に星印（*）を付して曲率半径 r の欄に近軸曲率半径を掲載し、（非球面データ）において n および各非球面係数を掲載している。

【0031】

10

（非球面データ）において、「E-n」は「 $\times 10^{-n}$ 」を示す。

（レンズ間隔データ）において、 f は焦点距離を示し、1-POSは広角端状態における無限遠合焦時、2-POSは中間焦点距離状態における無限遠合焦時、3-POSは望遠端状態における無限遠合焦時をそれぞれ示す。

【0032】

ここで、以下の全ての諸元値において掲載されている焦点距離 f 、曲率半径 r 、その他長さの単位は一般に「mm」が使われる。しかし光学系は、比例拡大または比例縮小しても同等の光学性能が得られるため、これに限られるものではない。

尚、以下の全実施例の諸元値においても、本実施例と同様の符号を用いる。

【0033】

20

[表1]

（全体諸元）

$f = 29.04 \sim 91.66$

$2 = 76.6 \sim 26.3^\circ$

$F = 4.1 \sim 5.9$

（レンズデータ）

面番号	r	d	n
1)	47.4383	1.8000	42.72
2)	18.9579	8.5000	1.834810
3)	152.8374	1.6000	49.61
4)	52.8000	0.2000	49.96
5)	43.1816	2.7500	1.514600
6)	33.4723	3.5000	22.76
7)	72.2735	D7	1.808090
8)	30.3087	5.7000	60.29
9)	-48.3352	1.0000	34.96
10)	-330.0293	1.5000	1.620410
11> 開口絞り S	1.0000		1.801000
12)	19.7012	6.7500	58.54
13)	-49.6391	5.0000	37.17
14)	14.3150	1.5000	1.651600
15)	27.7472	4.0000	40.75
16)	-69.1905	D16	1.834000
17)	-56.0849	1.0000	64.14
18)	-99.7776	BF	1.581440

30

40

（非球面データ）

50

第 5 面

	C4	C6	C8	C10	C12	
	-2.4454	1.00000E-10	-3.08880E-09	-1.37260E-10	6.23240E-13	-0.13887E-14

(レンズ間隔データ)

	1-POS	2-POS	3-POS
f	29.04170	50.00000	91.66000
D0			
D7	39.97279	15.99922	0.84226
D16	3.03254	7.37690	15.70389
BF	38.39907	50.76378	74.46371

10

(条件式対応値)

条件式 (1) $f_3 / f_t = -2.73$
 条件式 (2) $X_2 / f_w = 1.68$
 条件式 (3) $X_2 / X_3 = 1.35$
 条件式 (4) $B f_w / Y_{max} = 1.85$
 条件式 (5) $d_3 = 64.1$

【 0 0 3 4 】

図 2、図 3、図 4 はそれぞれ、本実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。 20

各収差図において、FNOはFナンバー、Aは半画角（単位：度）、をそれぞれ示す。尚、球面収差図においては最大口径に対応するFナンバーの値を示し、非点収差図および歪曲収差図においては半画角Aの最大値をそれぞれ示す。また、コマ収差図においては各半画角の値を示す。また、d、gはそれぞれ、d線（ $= 587.56 \text{ nm}$ ）、g線（ $= 435.84 \text{ nm}$ ）の収差曲線を示す。さらに、非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリジオナル像面をそれぞれ示す。

なお、以下に示す全実施例の諸収差図において、本実施例と同様の符号を用いる。

【 0 0 3 5 】

図 2、図 3、図 4 より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態の各状態において、諸収差を良好に補正していることがわかる。 30

【 0 0 3 6 】

(第 2 実施例)

図 5 は、本発明の第 2 実施例に係るズームレンズのレンズ構成と各レンズ群の移動軌跡を示す図である。

本実施例に係るズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 との負・正・負の 3 つのレンズ群から構成されている。

【 0 0 3 7 】

第 1 レンズ群 G 1 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 L 1-1 と、負メニスカス非球面レンズ L 1-2 と、正メニスカスレンズ L 1-3 とから構成されている。なお、前記負メニスカス非球面レンズ L 1-2 は、樹脂とガラスの複合によるいわゆる複合型非球面レンズであり、該レンズの像面 I 側レンズ面が非球面で構成されている。 40

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、両凸形状の正レンズと像面 I 側に凸面を向けた負メニスカスレンズと接合からなる接合正レンズ L 2-1 と、開口絞り S と、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合からなる接合負レンズ L 2-2 と、両凸形状の正レンズ L 2-3 とから構成されている。

第 3 レンズ群 G 3 は、像面 I 側に凸面を向けた負メニスカスレンズのみで構成されている。

【 0 0 3 8 】

50

本実施例に係るズームレンズの広角端状態から望遠端状態への変倍は、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との空気間隔が縮小し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との空気間隔が拡大するように、全てのレンズ群を物体側へ移動させることによって行われる。

また本実施例に係るズームレンズの近距離合焦は、第 1 レンズ群 G 1 を物体側へ移動させることによって行われる。

以下の表 2 に、本発明の第 2 実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

【 0 0 3 9 】

[表 2]

(全体諸元)

10

f = 29.04 ~ 91.66

2 = 76.6 ~ 26.2°

F = 4.1 ~ 5.9

(レンズデータ)

面番号	r	d	n
1)	32.2530	1.8000	42.72 1.834810
2)	18.1506	10.5000	
3)	303.6895	1.6000	49.61 1.772500
4)	45.0000	0.3000	49.96 1.514600
5)	39.9327	3.5763	
6)	32.5517	3.0000	22.76 1.808090
7)	60.4384	D7	
8)	30.8424	5.3000	60.29 1.620410
9)	-50.1997	1.0000	34.96 1.801000
10)	-212.0570	1.5000	
11>	開口絞り S	1.0000	
12)	20.3707	7.1000	58.54 1.651600
13)	-41.2249	5.0000	37.17 1.834000
14)	14.7023	1.3000	
15)	28.6288	4.0000	40.75 1.581440
16)	-52.1653	D16	
17)	-59.0386	1.0000	64.14 1.516330
18)	-493.0181	BF	

20

30

(非球面データ)

第 5 面

40

C4	C6	C8	C10	C12	
4.0061	-9.89220E-06	-1.41230E-08	-1.23440E-10	5.07280E-13	-0.13887E-14

(レンズ間隔データ)

	1-POS	2-POS	3-POS
f	29.04170	50.00000	91.66000
D0			
D7	40.85521	16.41814	0.86114
D16	2.27269	6.31494	13.86477
BF	38.39137	49.89623	71.38420

50

(条件式対応値)

$$\text{条件式 (1)} \quad f_3 / f_t = -1.42$$

$$\text{条件式 (2)} \quad X_2 / f_w = 1.54$$

$$\text{条件式 (3)} \quad X_2 / X_3 = 1.35$$

$$\text{条件式 (4)} \quad B f_w / Y_{\max} = 1.78$$

$$\text{条件式 (5)} \quad d_3 = 64.1$$

【0040】

図6、図7、図8はそれぞれ、本実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

図6、図7、図8より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態の各状態において、諸収差を良好に補正していることがわかる。

【0041】

(第3実施例)

図9は、本発明の第3実施例に係るズームレンズのレンズ構成と各レンズ群の移動軌跡を示す図である。

本実施例に係るズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3との負・正・負の3つのレンズ群から構成されている。

【0042】

第1レンズ群G1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L1-1と、両凹形状の負非球面レンズL1-2と、正メニスカスレンズL1-3とから構成されている。なお、前記負非球面レンズL1-2は、樹脂とガラスの複合によるいわゆる複合型非球面レンズであり、該レンズの像面I側レンズ面が非球面で構成されている。

第2レンズ群G2は、物体側から順に、両凸形状の正レンズと像面I側に凸面を向けた負メニスカスレンズと接合からなる接合正レンズL2-1と、開口絞りSと、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合からなる接合負レンズL2-2と、両凸形状の正レンズL2-3とから構成されている。

第3レンズ群G3は、両凹形状の負レンズのみで構成されている。

【0043】

本実施例に係るズームレンズの広角端状態から望遠端状態への変倍は、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔が縮小し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔が拡大するように、全てのレンズ群を物体側へ移動させることによって行われる。

また本実施例に係るズームレンズの近距離合焦は、第1レンズ群G1を物体側へ移動させることによって行われる。

以下の表3に、本発明の第3実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

【0044】

[表3]

(全体諸元)

$$f = 29.04 \sim 91.66$$

$$2 = 76.6 \sim 26.1^\circ$$

$$F = 4.1 \sim 5.9$$

(レンズデータ)

面番号	r	d	n
1)	29.5451	1.8000	42.72
2)	17.1956	11.5000	1.834810
3)	-772.3054	1.6000	43.35
4)	53.0000	0.3000	49.96
5)	44.2379	2.5355	1.514600

6)	35.4107	3.5000	22.76	1.808090
7)	95.5310	D7		
8)	29.5700	5.3000	65.42	1.603001
9)	-41.9252	1.0000	34.96	1.801000
10)	-122.1738	1.5000		
11>	開口絞り S	1.0000		
12)	20.9078	7.1000	60.03	1.640000
13)	-43.2147	5.0000	37.17	1.834000
14)	14.0339	1.3000		
15)	23.4930	4.0000	38.03	1.603420
16)	-72.3848	D16		
17)	-450.8519	1.0000	64.14	1.516330
18)	65.0316	BF		

10

(非球面データ)

第5面

	C4	C6	C8	C10	C12
1.8846	-6.63410E-06	-1.76060E-08	-2.96490E-11	3.40650E-13	-0.13887E-14

20

(レンズ間隔データ)

	1-POS	2-POS	3-POS
f	29.04170	50.00000	91.66000
D0			
D7	40.89091	16.44169	0.83380
D16	1.56577	5.48842	12.75642
BF	38.13168	49.29613	69.98204

(条件式対応値)

30

条件式(1) $f_3 / f_t = -1.20$
 条件式(2) $X_2 / f_w = 1.48$
 条件式(3) $X_2 / X_3 = 1.35$
 条件式(4) $B_{fw} / Y_{max} = 1.77$
 条件式(5) $d_3 = 64.1$

【0045】

図10、図11、図12はそれぞれ、本実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

図10、図11、図12より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態の各状態において、諸収差を良好に補正していることがわかる。

40

【0046】

以上各実施例によれば、少ないレンズ枚数で、 $2\theta = 76^\circ \sim 26^\circ$ 程度の画角を有し、 $F_4 \sim F_{5.6}$ 程度の口径を有し、約3.2倍の変倍比を実現し、さらに小型軽量かつ小径で、コストパフォーマンスに優れた標準ズームレンズを実現することができる。

【0047】

次に、上記第1～第3実施例に係るズームレンズを備えた一眼レフカメラについて説明する。図13は、本発明の第1～第3実施例に係るズームレンズを備えた一眼レフカメラの構成を示す図である。

上記第1～第3実施例に係るズームレンズを備えた一眼レフカメラは、図13に示すように上記第1～第3実施例に係るズームレンズを撮影光学系1としてカメラ本体2に備え

50

ている。そしてカメラ本体 2 内には被写体（不図示）側から順に、撮影光学系 1 を介し、ミラー 3 と、焦点板 4 と、プリズム 5 と接眼レンズ 6 とがファインダー光学系として配置されており、また、ミラー 3 の背後には撮像素子 7 が配置されている。

【0048】

斯かる構成の下、ファインダー観察時には、被写体光は、撮影レンズ 1、ミラー 3、焦点板 4、プリズム 5、接眼レンズ 6 を介して観察者の眼に導かれ肉眼観察される。そして撮影時には、ミラー 3 が光路外へ退避し、被写体光は撮像素子 7 へ導かれて被写体の撮影がなされる。

以上より、少ないレンズ枚数で、小型小径で約 3 . 2 倍の高変倍比を実現した負・正・負の 3 群ズームレンズを備えた撮影装置を実現することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図 1】本発明の第 1 実施例に係るズームレンズのレンズ構成と各レンズ群の移動軌跡を示す図である。

【図 2】本発明の第 1 実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図 3】本発明の第 1 実施例に係るズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図 4】本発明の第 1 実施例に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

20

【図 5】本発明の第 2 実施例に係るズームレンズのレンズ構成と各レンズ群の移動軌跡を示す図である。

【図 6】本発明の第 2 実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図 7】本発明の第 2 実施例に係るズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図 8】本発明の第 2 実施例に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図 9】本発明の第 3 実施例に係るズームレンズのレンズ構成と各レンズ群の移動軌跡を示す図である。

30

【図 10】本発明の第 3 実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図 11】本発明の第 3 実施例に係るズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図 12】本発明の第 3 実施例に係るズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

【図 13】本発明の第 1 ~ 第 3 実施例に係るズームレンズを備えた一眼レフカメラの構成を示す図である。

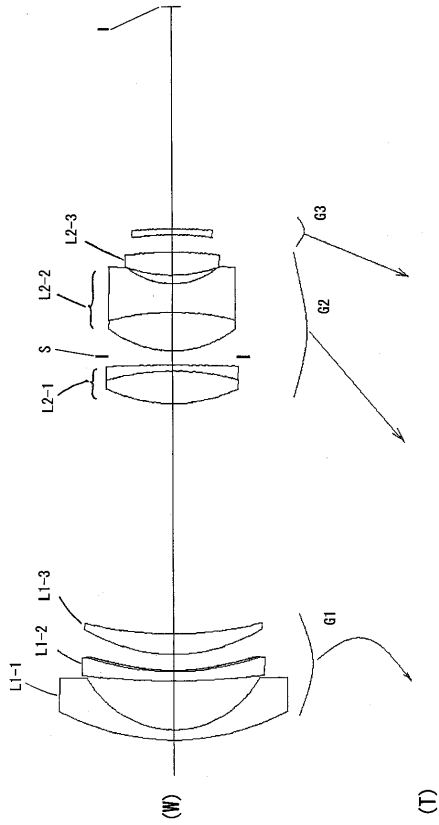
【符号の説明】

【0050】

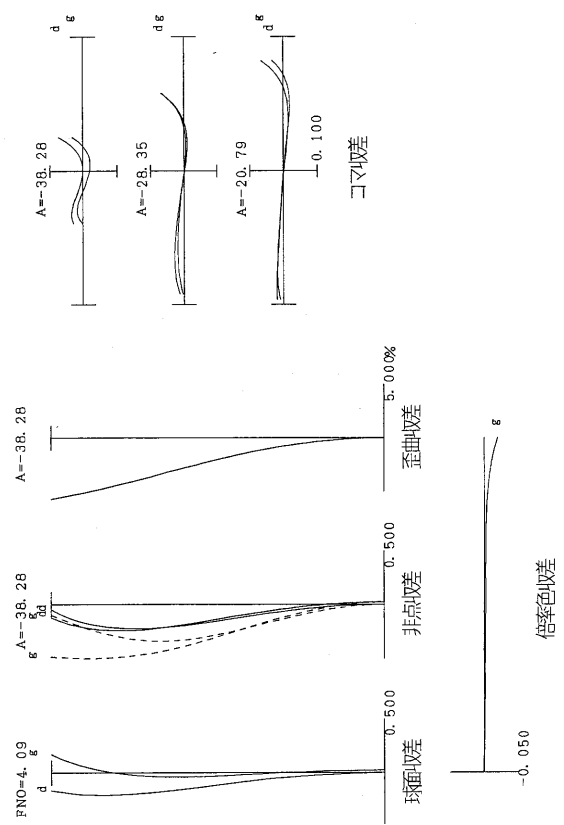
40

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
I	像面
W	広角端状態
T	望遠端状態

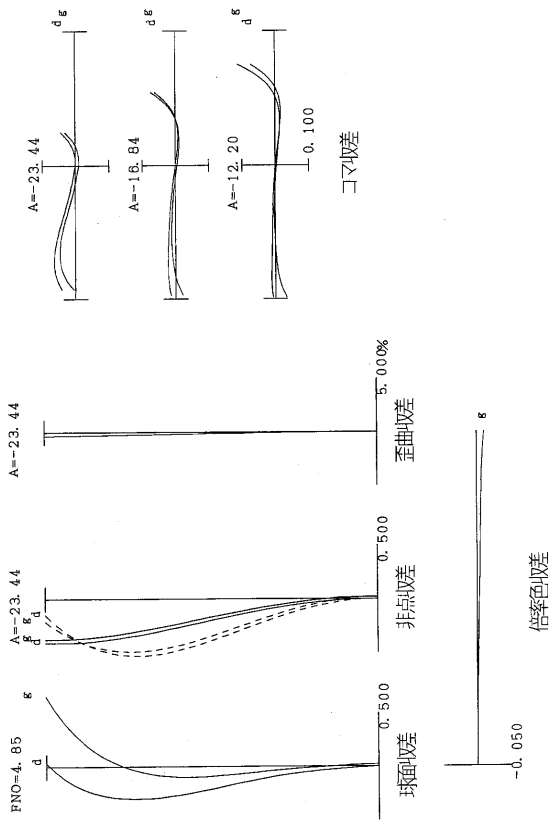
【図 1】



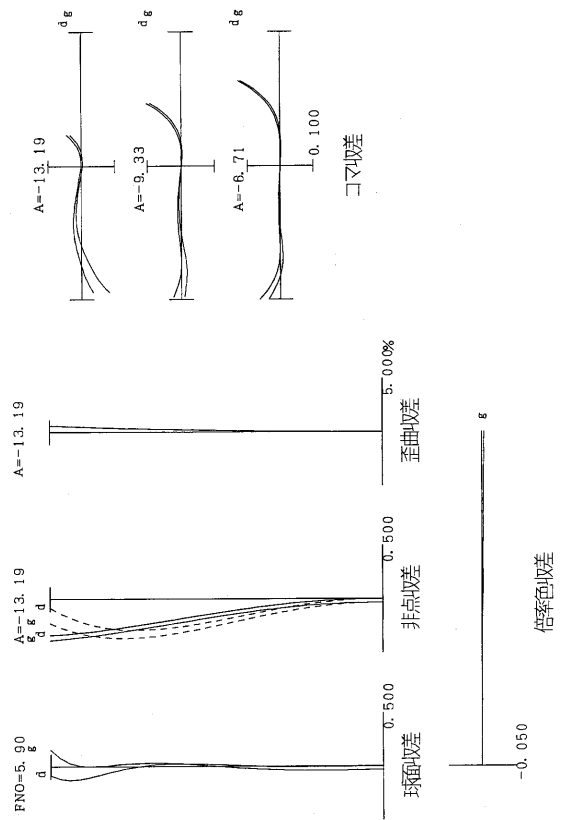
【図 2】



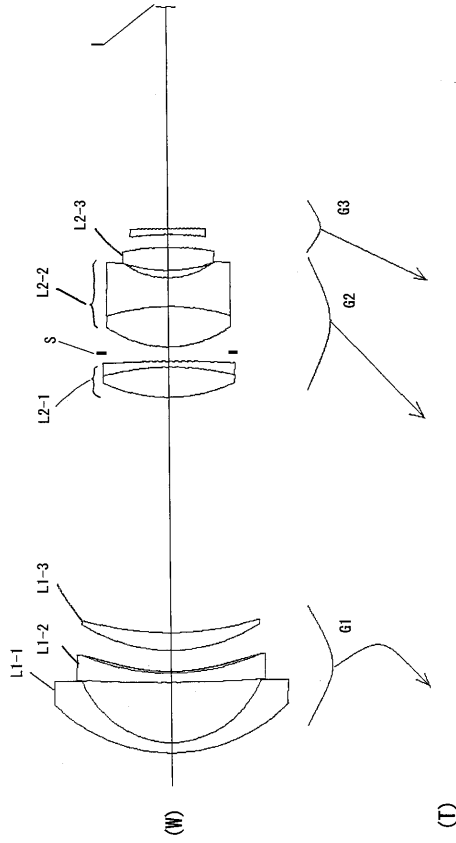
【図 3】



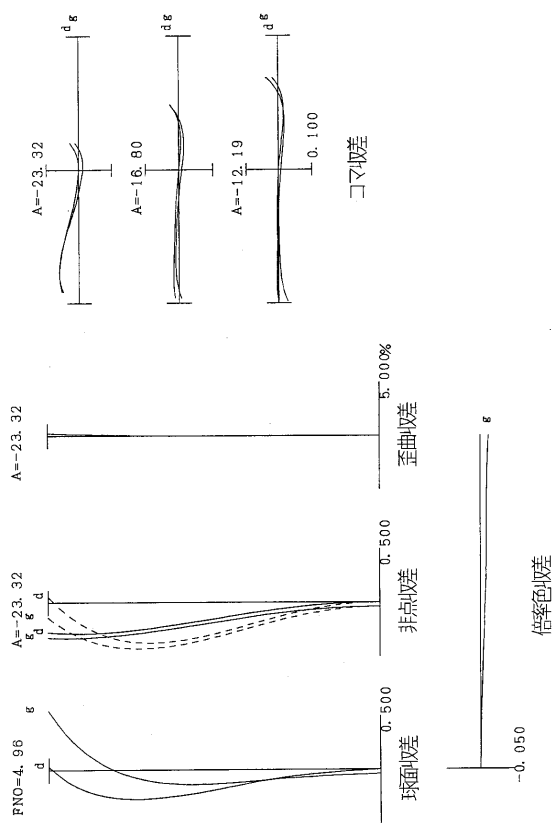
【図 4】



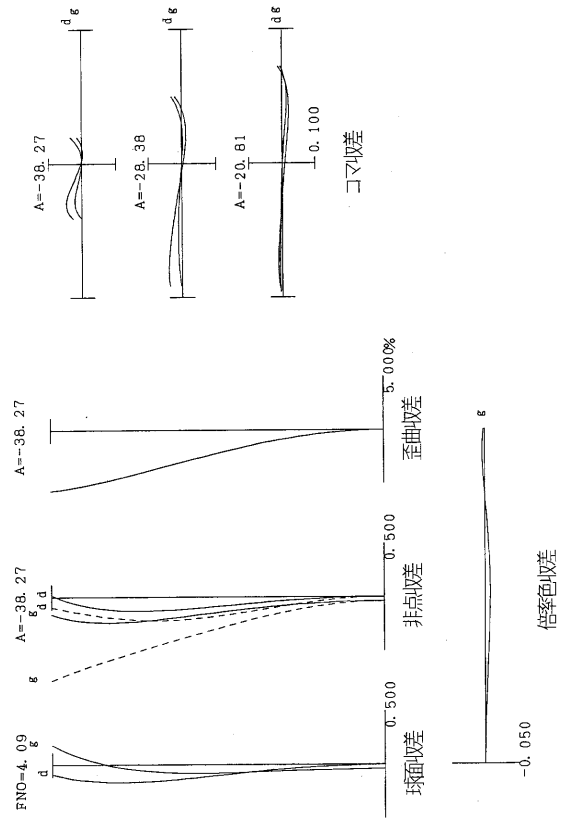
【図 5】



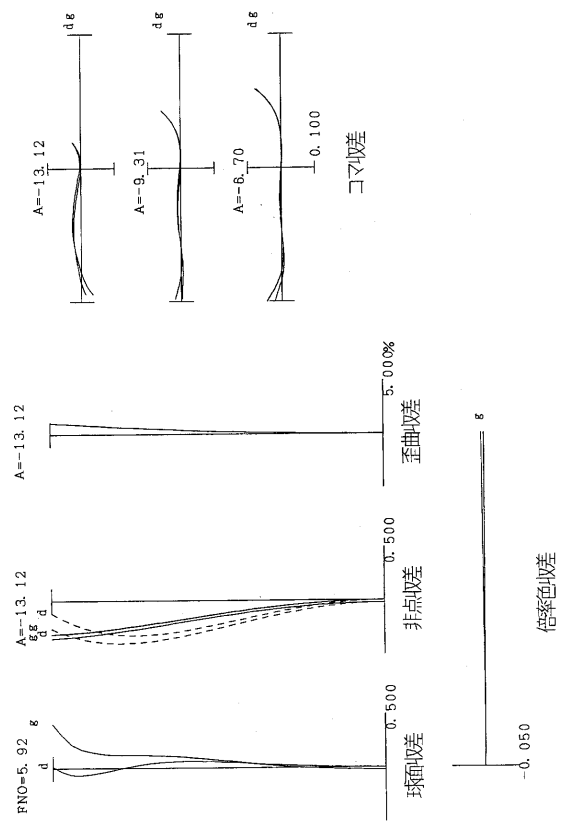
【図 7】



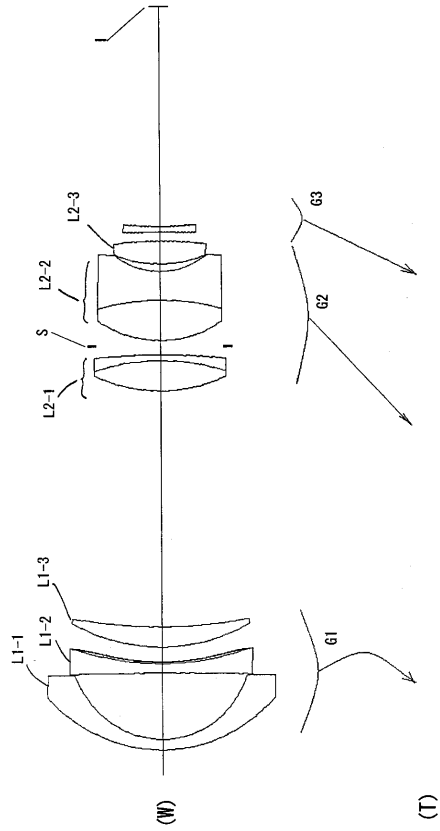
【図 6】



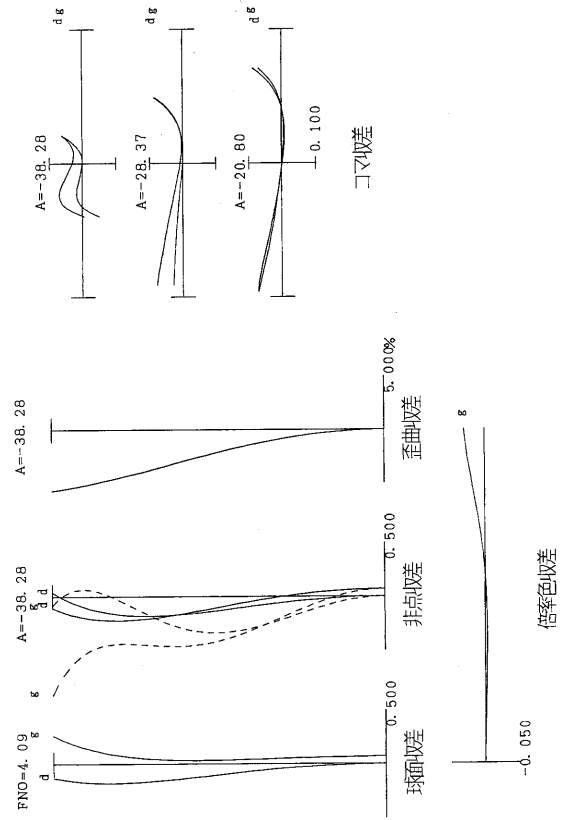
【図 8】



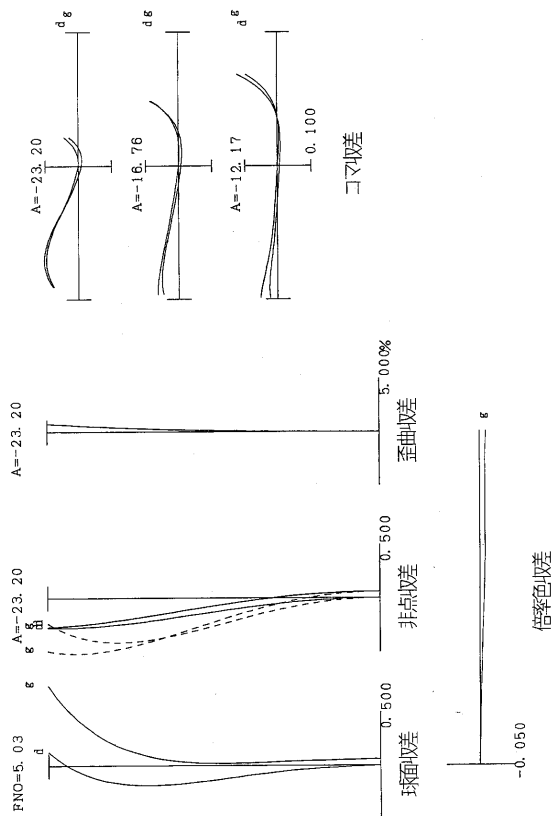
【図 9】



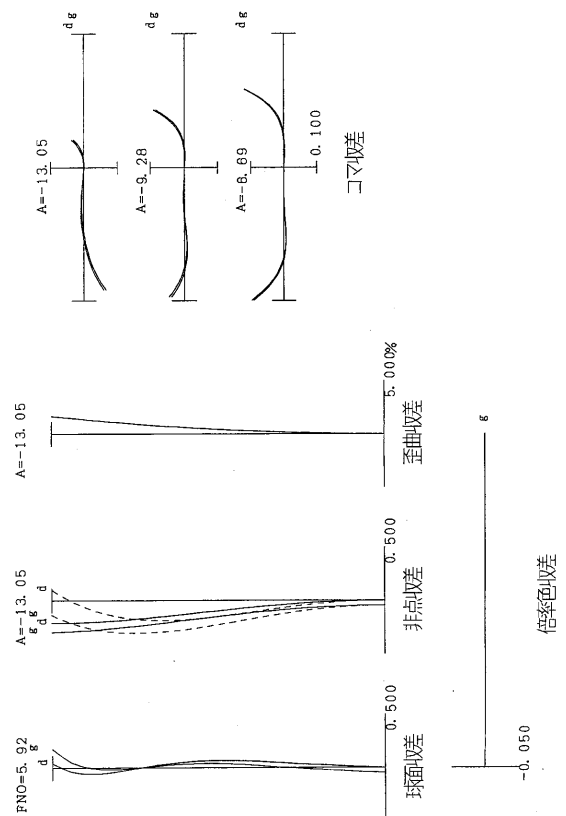
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【図 13】

