

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4839740号
(P4839740)

(45) 発行日 平成23年12月21日(2011.12.21)

(24) 登録日 平成23年10月14日(2011.10.14)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/20 (2006.01)

G02B 15/20

H04N 5/225 (2006.01)

H04N 5/225

G02B 13/18 (2006.01)

G02B 13/18

D

請求項の数 15 (全 17 頁)

(21) 出願番号

特願2005-259575 (P2005-259575)

(22) 出願日

平成17年9月7日(2005.9.7)

(65) 公開番号

特開2006-113555 (P2006-113555A)

(43) 公開日

平成18年4月27日(2006.4.27)

審査請求日

平成20年8月18日(2008.8.18)

(31) 優先権主張番号

特願2004-268952 (P2004-268952)

(32) 優先日

平成16年9月15日(2004.9.15)

(33) 優先権主張国

日本国(JP)

(73) 特許権者 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区有楽町1丁目12番1号

(74) 代理人 100077919

弁理士 井上 義雄

(72) 発明者 村谷 真美

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

審査官 原田 英信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群と、負屈折力の第2レンズ群と、正屈折力の第3レンズ群と、正屈折力の第4レンズ群とからなり、

広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との群間隔は広がり、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の群間隔は狭まり、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との群間隔が変化し、前記第4レンズ群が像側に凸形状の軌跡を描いて移動し、

以下の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.003 < 4b / (f_T - f_w) < 0.1$$

10

但し、

4b : 前記第4レンズ群が無限遠物体に位置付けられている状態において、前記第4レンズ群が最も像側に位置する焦点距離状態から望遠端状態まで移動する際の前記第4レンズ群の光軸上の移動量の絶対値

f_w : 広角端状態の前記ズームレンズの焦点距離

f_T : 望遠端状態の前記ズームレンズの焦点距離

【請求項2】

広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、前記第1レンズ群は物体側へ移動することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項3】

20

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

$$0.003 < (4a + 4b) / TLt < 0.1$$

但し、

4 a : 前記第 4 レンズ群が無限遠物体に位置付けられている状態において、広角端状態から前記第 4 レンズ群が最も像側に位置する焦点距離状態まで移動する際の前記第 4 レンズ群の光軸上の移動量の絶対値

4 b : 前記第 4 レンズ群が無限遠物体に位置付けられている状態において、前記第 4 レンズ群が最も像側に位置する焦点距離状態から望遠端状態まで移動する際の前記第 4 レンズ群の光軸上の移動量の絶対値

TLt : 望遠端状態の前記ズームレンズの全長

10

【請求項 4】

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

$$0.003 < 4a / (fT - fw) < 0.1$$

但し、

4 a : 前記第 4 レンズ群が無限遠物体に位置付けられている状態において、広角端状態から前記第 4 レンズ群が最も像側に位置する焦点距離状態まで移動する際の前記第 4 レンズ群の光軸上の移動量の絶対値

fw : 広角端状態の前記ズームレンズの焦点距離

fT : 望遠端状態の前記ズームレンズの焦点距離

20

【請求項 5】

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

$$0.005 < M \cdot (4a + 4b) / f4 < 2$$

但し、

4 a : 前記第 4 レンズ群が無限遠物体に位置付けられている状態において、広角端状態から前記第 4 レンズ群が最も像側に位置する焦点距離状態まで移動する際の前記第 4 レンズ群の光軸上の移動量の絶対値

4 b : 前記第 4 レンズ群が無限遠物体に位置付けられている状態において、前記第 4 レンズ群が最も像側に位置する焦点距離状態から望遠端状態まで移動する際の前記第 4 レンズ群の光軸上の移動量の絶対値

30

f4 : 前記第 4 レンズ群の焦点距離

M : 前記ズームレンズのズーム比

【請求項 6】

以下の条件を満足することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$0.5 < fM / (fw \cdot fT)^{1/2} < 1.4$$

但し、

fM : 前記第 4 レンズ群が最も像側に位置する際の焦点距離

【請求項 7】

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 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$0.3 < 4b / 4a < 3.0$$

但し、

4 a : 前記第 4 レンズ群が無限遠物体に位置付けられている状態において、広角端状態から前記第 4 レンズ群が最も像側に位置する焦点距離状態まで移動する際の前記第 4 レンズ群の光軸上の移動量の絶対値

4 b : 前記第 4 レンズ群が無限遠物体に位置付けられている状態において、前記第 4 レンズ群が最も像側に位置する焦点距離状態から望遠端状態まで移動する際の前記第 4 レンズ群の光軸上の移動量の絶対値

40

50

【請求項 8】

少なくとも 1 つの非球面を有することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

前記第 3 レンズ群は、少なくとも 1 つの非球面を有することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

前記第 3 レンズ群の最も物体側のレンズ面は、非球面であることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 11】

無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングは、前記第 4 レンズ群を移動させることにより行うことを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

10

【請求項 12】

前記第 4 レンズ群は、一つのレンズからなることを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 13】

前記第 4 レンズ群の像側にローパスフィルターが配置されていることを特徴とする請求項 1 から 12 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 14】

実質的にパワーを有さないレンズをさらに有することを特徴とする請求項 1 から 13 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

20

【請求項 15】

請求項 1 から 14 のいずれか 1 項に記載のズームレンズを備えることを特徴とする光学機器。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、CCD 等の固体撮像素子を用いた小型カメラなどに適したズームレンズに関し、特に屈折力が正負正正の 4 つのレンズ群からなるズームレンズに関する。

【背景技術】

30

【0002】

従来、固体撮像素子に適したズームレンズとして、最も物体側に正屈折力のレンズ群を配置した 4 つのレンズ群で構成し、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して全レンズ群を移動するものが開示されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【特許文献 1】特開 2003 - 241092 号公報**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

固体撮像素子の高集積化に伴い、より高い空間周波数に対しても高コントラストの得られるズームレンズが求められている。しかし、従来のズームレンズでは画質向上のためにレンズ構成枚数が多くなり、レンズの口径も大型化する等の問題が生じている。

40

【0004】

また、デジタルカメラが一般的になるに従い、携帯性（具体的には小型、軽量）と高いズーム比という、相反するニーズへの対応が求められている。

【0005】

また、特許文献 1 に開示のズームレンズでは、小型化、広画角化は達成されたものの、ズーム比が 4、5 倍程度であり、より高いズーム比に対する要求に答えられていなかった。

【0006】

本発明は、上記課題を鑑みて行われたものであり、小型化と高変倍比を実現しながら、

50

諸収差を良好に補正した高画質のズームレンズ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ために、本発明は、物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群と、負屈折力の第2レンズ群と、正屈折力の第3レンズ群と、正屈折力の第4レンズ群とからなり、

広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との群間隔は広がり、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の群間隔は狭まり、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との群間隔が変化し、前記第4レンズ群が像側に凸形状の軌跡を描いて移動し、

10

以下の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.003 < 4b / (f_T - f_W) < 0.1$$

但し、

4b：前記第4レンズ群が無限遠物体に位置付けられている状態において、前記第4レンズ群が最も像側に位置する焦点距離状態から望遠端状態まで移動する際の前記第4レンズ群の光軸上の移動量の絶対値

f_W：広角端状態の前記ズームレンズの焦点距離

f_T：望遠端状態の前記ズームレンズの焦点距離

【発明の効果】

【0008】

20

本発明によれば、小型化と高変倍比を実現しながら、諸収差を良好に補正した高画質のズームレンズ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】

【0009】

以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0010】

本発明の実施の形態にかかるズームレンズは、物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群と、負屈折力の第2レンズ群と、正屈折力の第3レンズ群と、正屈折力の第4レンズ群とを備え、第3レンズ群の物体側に開口絞りを有する構成であり、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、第1レンズ群と第2レンズ群と第3レンズ群と第4レンズ群が光軸上を移動し、第4レンズ群は一旦像側へ移動し中間焦点距離付近から物体側に向かって像側に凸形状の軌跡を描いて移動する構成である。

30

【0011】

従来の第4レンズ群が固定されているズームレンズは、ズーム比が増大するにつれてズームレンズ全系が増大し、レンズ径や全長に制約を設けるとズームレンズの結像性能に破綻をきたしてしまう。

【0012】

一方、本発明の実施の形態にかかるズームレンズでは、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、第4レンズ群を像側に凸形状の軌跡を描いて移動させることで、ズームレンズの全長と前玉径を大幅に縮小することができ、高い性能を保ったまま、鏡筒の小型化と高変倍比化とを同時に達成することができる。

40

【0013】

また、本発明の実施の形態にかかるズームレンズは、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、前記第1レンズ群は物体側へ移動する構成が望ましい。

【0014】

ズーム比が高くなると、広角端状態から望遠端状態までの画角の変化が大きくなるため、第1レンズ群を固定して全長を同じにした場合、広角端状態での画角を確保しようとすると前玉径が大きくなり小型化が困難となる。

【0015】

一方、本発明の実施の形態にかかるズームレンズでは、第1レンズ群を移動可能にして

50

全長を変化させることで、鏡筒の小型化を可能にしている。

【0016】

また、本発明の実施の形態にかかるズームレンズでは、以下の条件式(1)を満足する構成が望ましい。

$$(1) \quad 0.003 < (4a + 4b) / TLt < 0.1$$

但し、 $4a$ は第4レンズ群が無限遠物体に位置付けられている状態において、広角端状態から第4レンズ群が最も像側に位置する焦点距離状態まで移動する際の第4レンズ群の光軸上の移動量の絶対値、 $4b$ は前記第4レンズ群が無限遠物体に位置付けられている状態において、第4レンズ群が最も像側に位置する焦点距離状態から望遠端状態まで移動する際の第4レンズ群の光軸上の移動量の絶対値、 TLt は望遠端状態のズームレンズの全長である。なお、全長とは、第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離とする。

10

【0017】

条件式(1)は、第4レンズ群の光軸上の移動量と望遠端状態のズームレンズの全長との比を規定するものである。条件式(1)の下限値を超えると、全長が増大し鏡筒の小型化を達成できない。条件式(1)の上限値を超えると、第4レンズ群の光軸上の移動量が増大するため全長を短く維持することができず小型化を達成できないと共に、ズームスピードにも影響を与えてしまう。なお、本発明の効果を確実にする為に、条件式(1)の下限値を0.006にすることが好ましい。また、条件式(1)の上限値を0.07にすることが好ましい。

20

【0018】

また、本発明の実施の形態にかかるズームレンズでは、以下の条件(2)を満足する構成が望ましい。

$$(2) \quad 0.003 < 4a / (fT - fw) < 0.1$$

但し、 fw は広角端状態のズームレンズの焦点距離、 fT は望遠端状態のズームレンズの焦点距離である。

【0019】

条件式(2)は、第4レンズ群が無限遠物体に位置付けられている状態において、広角端状態から第4レンズ群が最も像側に位置する焦点距離状態まで移動する際の前記第4レンズ群の光軸上の移動量を規定するものである。条件式(2)の下限値を超えると、中間焦点距離状態での結像性能に破綻をきたす。条件式(2)の上限値を超えると、第4レンズ群の光軸上の移動量が増大し鏡筒の構成上好ましくない。なお、本発明の効果を確実にする為に、条件式(2)の下限値を0.005にすることが好ましい。また、条件式(2)の上限値を0.07にすることが好ましい。

30

【0020】

また、本発明の実施の形態にかかるズームレンズでは、以下の条件式(3)を満足する構成が望ましい。

$$(3) \quad 0.003 < 4b / (fT - fw) < 0.1$$

【0021】

条件式(3)は、第4レンズ群が無限遠物体に位置付けられている状態において、第4レンズ群が最も像側に位置する焦点距離状態から望遠端状態まで移動する際の第4レンズ群の光軸上の移動量を規定するものである。条件式(3)の下限値を超えると、中間焦点距離状態や望遠端状態での結像性能に破綻をきたす。条件式(3)の上限値を超えると、第4レンズ群の光軸上の移動量が増大し鏡筒の構成上好ましくない。なお、本発明の効果を確実にする為に、条件式(3)の下限値を0.005にすることが好ましい。また、条件式(3)の上限値を0.07にすることが好ましい。

40

【0022】

また、本発明の実施の形態にかかるズームレンズでは、以下の条件式(4)を満足する構成が望ましい。

$$(4) \quad 0.005 < M \cdot (4a + 4b) / f4 < 2$$

50

但し、 f_4 は第 4 レンズ群の焦点距離、M はズームレンズのズーム比である。

【0023】

条件式(4)は、第 4 レンズ群の光軸上の移動量を第 4 レンズ群の焦点距離とズーム比で規定したものである。条件式(4)の下限値を超えると、広角端状態から望遠端状態までの全てのズーム域において結像性能を維持することが困難となり、高いズーム比を達成できない。条件式(4)の上限値を超えると、第 4 レンズ群の光軸上の移動量が増大し鏡筒の構成上好ましくない。なお、本発明の効果を確実にする為に、条件式(4)の下限値を 0.1 にすることが好ましい。また、条件式(4)の上限値を 1.4 にすることが好ましい。

【0024】

また、本発明の実施の形態にかかるズームレンズでは、以下の条件式(5)を満足する構成が望ましい。

$$(5) \quad 0.5 < f_M / (f_w \cdot f_T)^{1/2} < 1.4$$

但し、 f_M は第 4 レンズ群が最も像側に位置する際の焦点距離である。

【0025】

条件式(5)は、第 4 レンズ群が無限遠物体に位置付けられている状態において、前記第 4 レンズ群が最も像側に位置する焦点距離状態の範囲を規定するものである。条件式(5)の下限値を超えると、中間焦点距離状態において球面収差と非点収差特性が劣化し、ズーム全域にわたって良好な結像性能を確保できない。条件式(5)の上限値を超えると高いズーム比が達成できない。なお、本発明の効果を確実にする為に、条件式(5)の下限値を 0.6 にすることが好ましい。また、条件式(5)の上限値を 1.2 にすることが好ましい。

【0026】

また、本発明の実施の形態にかかるズームレンズでは、以下の条件式(6)を満足することが望ましい。

$$(6) \quad 0.3 < 4b / 4a < 3.0$$

【0027】

条件式(6)は、第 4 レンズ群が無限遠物体に位置付けられている状態において、広角端状態から前記第 4 レンズ群が最も像側に位置する焦点距離状態まで移動する際の第 4 レンズ群の光軸上の移動量と第 4 レンズ群が最も像側に位置する焦点距離状態から望遠端状態まで移動する際の第 4 レンズ群の光軸上の移動量の割合を規定するものである。条件式(6)の上限値または下限値を超えると、ズームレンズの全長が増大し鏡筒の小型化を達成できない。なお、本発明の効果を確実にする為に、条件式(6)の下限値を 0.6 にすることが好ましい。また、条件式(6)の上限値を 1.5 にすることが好ましい。

【0028】

また、本発明の実施の形態にかかるズームレンズでは、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングは第 4 レンズ群を物体側に移動することで行っている。なお、第 1 レンズ群または第 2 レンズ群または第 4 レンズ群の移動によってフォーカスが可能である。また第 1 レンズ群から第 4 レンズ群まで全てのレンズを移動させる全体繰り出しでもよい。また像面によるフォーカスでも構わない。レンズの鏡筒の構成上は、第 4 レンズ群の移動によるフォーカスが有利である。

【0029】

(実施例)

以下、本発明の実施の形態にかかるズームレンズの各実施例について図面を参照しつつ説明する。

【0030】

図 1 は、本発明の各実施例に係るズームレンズの屈折力配分を示している。

【0031】

図 1 において、本発明の各実施例に係るズームレンズは、物体側より順に、正屈折力の第 1 レンズ群 G1 と、負屈折力の第 2 レンズ群 G2 と、正屈折力の第 3 レンズ群 G3 と、

10

20

30

40

50

正屈折力の第4レンズ群G4とを備え、広角端状態Wから望遠端状態Tへの変倍に際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との群間隔は広がり、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の群間隔は狭まり、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との群間隔が変化するように移動し、第4レンズ群G4は像面I側に凸形状の軌跡を描いて移動するよう構成されている。

【0032】

(第1実施例)

図2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を示す図であり、(a)は広角端状態W、(b)は第1中間焦点距離状態、(c)は第2中間焦点距離状態、(d)は望遠端状態Tをそれぞれ示している。なお、以下の説明に使用するレンズを示す符号は(a)の広角端状態Wにのみ記載し、他の状態については記載を省略する。他の実施例についても同様とする。10

【0033】

本第1実施例にかかるズームレンズは、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1と、負屈折力の第2レンズ群G2と、開口絞りSと、正屈折力の第3レンズ群G3と、正屈折力の第4レンズ群G4とから構成されている。

【0034】

第1レンズ群G1は、全体として正の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と両凸形状の正レンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とから成る。20

【0035】

第2レンズ群G2は、全体として負の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レンズL23とから成る。20

【0036】

第3レンズ群G3は、両凸形状の正レンズL31と、両凸形状の正レンズL32と両凹形状の負レンズL33との接合レンズと、両凸形状の正レンズL34とから成る。

【0037】

第4レンズ群G4は両凸形状の正レンズL41から成る。

【0038】

開口絞りSは第3レンズ群G3の物体側に配置され、第3レンズ群G3と一体に移動するよう構成されている。30

【0039】

また、本第1実施例及び以下に示す全ての実施例において、第4レンズ群G4と像面Iとの間に、像面Iに配設されるCCD等の固体撮像素子Dの限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルターP1と、固体撮像素子Dを保護するカバー硝子P2とを有する。

【0040】

以下の表1に本第1実施例のズームレンズの諸元の値を掲げる。表において、(全体諸元)中、fは焦点距離、Bfはバックフォーカス、FNOはFナンバー、 \angle は画角(単位:度)をそれぞれ表す。(レンズ諸元)中、第1カラムは物体側からのレンズ面の順番、rは曲率半径、dは面間隔、 α はd線($\alpha = 587.6 \text{ nm}$)に対するアッペ数、nはd線($\alpha = 587.6 \text{ nm}$)に対する屈折率をそれぞれ表す。なお、 $r = 0$ は平面を、 $r = \infty$ は開口をそれぞれ表す。(非球面データー)には、以下の式で非球面を表現した場合の非球面係数を示す。40

$$\begin{aligned} X(y) = & y^2 / [r \cdot \{ 1 + (1 - K \cdot y^2 / r^2)^{1/2} \}] \\ & + C_4 \cdot y^4 + C_6 \cdot y^6 + C_8 \cdot y^8 + C_{10} \cdot y^{10} \end{aligned}$$

但し、X(y)は非球面の頂点における接平面から高さyにおける非球面上の位置までの光軸方向に沿った距離、rは基準球面の曲率半径(近軸曲率半径)、Kは円錐定数、C i は第*i*次の非球面係数である。なお、データ中の「E-n」(n:整数)は、「10-50

「」を示す。（ズーミングデーター）には、広角端状態、第1中間焦点距離状態、第2中間焦点距離状態、望遠端状態の各状態での焦点距離、可変間隔の値をそれぞれ示す。（条件式対応値）には、それぞれの条件式に対応する値を示す。

【0041】

なお、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 、面間隔 d その他の長さ等は、特記の無い場合一般に「mm」が使われるが、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ので、これに限られるものではない。また、単位は「mm」に限定されること無く他の適当な単位を用いることもできる。なお、以下の全実施例において、本実施例と同様の符号を用い説明を省略する。

【0042】

(表1)

(全体諸元)

$f = 6.3 \sim 19 \sim 30 \sim 47.9$

$Bf = 0.69473$ (一定)

$FNO = 2.6 \sim 3.35 \sim 3.97 \sim 5.09$

$2 = 61.28 \sim 20.16 \sim 13.1 \sim 8.38^\circ$

(レンズ諸元)

| 面 | r | d | n | |
|---|----------|------|-------|---------|
| 1 | 50.7928 | 0.8 | 23.78 | 1.84666 |
| 2 | 29.1817 | 3.2 | 65.47 | 1.603 |
| 3 | -99.7222 | 0.1 | | 1 |
| 4 | 27.5451 | 1.5 | 52.32 | 1.755 |
| 5 | 46.2007 | (d5) | | 1 |

| | | | | |
|----|-----------|--------|-------|---------|
| 6 | 1540.7477 | 0.8 | 54.66 | 1.72916 |
| 7 | 6.173 | 2.5 | | 1 |
| 8 | -13.4291 | 0.8 | 52.32 | 1.755 |
| 9 | 44.8085 | 0.5709 | | 1 |
| 10 | 16.6858 | 1.4 | 23.78 | 1.84666 |
| 11 | -109.8483 | (d11) | | 1 |

| | | | | |
|----|-----------|-------|-------|-------------|
| 12 | | 0.4 | 1 | 開口絞り S |
| 13 | 10.3942 | 1.6 | 61.3 | 1.58913 非球面 |
| 14 | -36.1395 | 0.1 | | 1 |
| 15 | 5.0319 | 2.8 | 81.61 | 1.497 |
| 16 | -14777.27 | 0.8 | 34.96 | 1.801 |
| 17 | 4.3296 | 0.8 | | 1 |
| 18 | 11.9583 | 1.3 | 81.61 | 1.497 非球面 |
| 19 | -63.0093 | (d19) | | 1 |

| | | | | |
|----|----------|-------|-------|--------|
| 20 | 45 | 1.5 | 55.52 | 1.6968 |
| 21 | -23.7314 | (d21) | | 1 |

| | | | | |
|----|---|------|-------|---------|
| 22 | 0 | 2.62 | 64.14 | 1.51633 |
| 23 | 0 | 1 | | 1 |
| 24 | 0 | 0.75 | 64.14 | 1.51633 |
| 25 | 0 | (Bf) | | 1 |

(非球面データー)

10

20

30

40

50

| 面 | K | C 4 | C 6 | C 8 | C10 |
|----|---------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| 13 | 0.3146 | 1.00000E-10 | 2.45500E-07 | 1.00000E-14 | 2.80780E-09 |
| 18 | -2.4380 | -3.28540E-04 | 1.00000E-12 | -3.36790E-06 | 1.00000E-16 |

(ズーミングデーター)

| | 広角端状態 | 第1中間焦点距離状態 | 第2中間焦点距離状態 | 望遠端状態 | |
|-----|---------|------------|------------|---------|----|
| f | 6.3000 | 19.0000 | 30.0000 | 47.9000 | |
| d 5 | 1.2792 | 14.1146 | 16.3701 | 17.6261 | |
| d11 | 15.0028 | 7.0057 | 3.4784 | 0.5110 | |
| d19 | 6.0133 | 11.1419 | 15.2478 | 22.7085 | 10 |
| d21 | 0.9257 | 0.6354 | 0.8620 | 0.9257 | |

(条件式対応値)

| | |
|--|-----------|
| (1) (4 a + 4 b) / T L t | 0 . 0 0 9 |
| (2) 4 a / (f T - f w) | 0 . 0 0 7 |
| (3) 4 b / (f T - f w) | 0 . 0 0 7 |
| (4) M (4 a + 4 b) / f 4 | 0 . 1 9 6 |
| (5) f M / (f w · f T) ^{1 / 2} | 1 . 0 9 4 |
| (6) 4 b / 4 a | 0 . 9 1 6 |

【0043】

20

図3及び図4は、第1実施例に係るズームレンズの諸収差図をそれぞれ示しており、図3(a)は広角端状態、図3(b)は第1中間焦点距離状態、図4(a)は第2中間焦点距離状態、図4(b)は望遠端状態における諸収差図をそれぞれ示している。

【0044】

各収差図において、FNOはFナンバー、Yは像高、CはC線($= 656.3 \text{ nm}$)、dはd線($= 587.6 \text{ nm}$)、FはF線($= 486.1 \text{ nm}$)、gはg線($= 435.8 \text{ nm}$)の収差曲線をそれぞれ示している。球面収差図では最大口径に対応するFナンバーを示し、非点収差図、歪曲収差図では像高Yの最大値を示し、コマ収差図では各像高の値を示す。球面収差図において、実線は球面収差を、破線はサインコンディションをそれぞれ示している。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している。なお。以下の全実施例の収差図において、本実施例と同様の符号を用い説明を省略する。

30

【0045】

各収差図から、本第1実施例にかかるズームレンズは広角端状態から望遠端状態に亘って諸収差が良好に補正され、優れた結像特性を有していることがわかる。

【0046】

(第2実施例)

図5は本発明の第2実施例にかかるズームレンズのレンズ構成を示す図であり、(a)は広角端状態W、(b)は第1中間焦点距離状態、(c)は第2中間焦点距離状態、(d)は望遠端状態Tをそれぞれ示している。

40

【0047】

図5において、本第2実施例にかかるズームレンズは、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1と、負屈折力の第2レンズ群G2と、開口絞りSと、正屈折力の第3レンズ群G3と、正屈折力の第4レンズ群G4とから構成されている。

【0048】

第1レンズ群G1は、全体として正の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凸形状の正レンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とから成る。

【0049】

第2レンズ群G2は、全体として負の屈折力を有し、両凹形状の負レンズL21と、両

50

凹形状の負レンズ L 2 2 と、両凸形状の正レンズ L 2 3 とから成る。

【 0 0 5 0 】

第3レンズ群 G 3 は、両凸形状の正レンズ L 3 1 と、両凸形状の正レンズ L 3 2 と両凹形状の負レンズ L 3 3 との接合レンズと、両凸形状の正レンズ L 3 4 とから成る。

【 0 0 5 1 】

第4レンズ群 G 4 は両凸形状の正レンズ L 4 1 から成る。

【 0 0 5 2 】

開口絞り S は第3レンズ群 G 3 の物体側に配置され、第3レンズ群 G 3 と一緒に移動するように構成されている。

【 0 0 5 3 】

以下の表 2 に本第2実施例にかかるズームレンズの諸元の値を掲げる。

【 0 0 5 4 】

(表 2)

(全体諸元)

$f = 6.3 \sim 11.98 \sim 26.88 \sim 48$
 $Bf = 0.61 \sim 0.59 \sim 0.578 \sim 0.588$
 $FNO = 2.77 \sim 3.41 \sim 3.97 \sim 4.62$
 $2 = 64.04 \sim 33.27 \sim 15.12 \sim 8.66^{\circ}$

(レンズ諸元)

| 面 | r | d | n | |
|---|----------------|------|-------|--------|
| 1 | 34.1194 | 0.95 | 27.51 | 1.7552 |
| 2 | 21.333 | 4 | 81.61 | 1.497 |
| 3 | -84.5256 | 0.1 | | 1 |
| 4 | 27.3623 | 1.4 | 46.58 | 1.804 |
| 5 | 39.1831 (d5) | | | 1 |

| | | | | |
|----|-------------------|-----|-------|---------|
| 6 | -198.4493 | 0.8 | 46.63 | 1.816 |
| 7 | 6.0301 | 2.3 | | 1 |
| 8 | -17.2496 | 0.8 | 54.66 | 1.72916 |
| 9 | 23.9597 | 0.1 | | 1 |
| 10 | 12.3105 | 1.7 | 23.78 | 1.84666 |
| 11 | -133.3487 (d11) | | | 1 |

| | | | | |
|----|-------------------|-----|-------|-------------|
| 12 | | 0.4 | 1 | 開口絞り S |
| 13 | 6.171 | 2.5 | 63.4 | 1.51606 非球面 |
| 14 | -17.8808 | 0.1 | | 1 非球面 |
| 15 | 6.6043 | 2.4 | 81.61 | 1.497 |
| 16 | -12.2878 | 0.8 | 34.96 | 1.801 |
| 17 | 4.4511 | 0.8 | | 1 |
| 18 | 16.55 | 1.3 | 43.69 | 1.72 |
| 19 | -107.2453 (d19) | | | 1 |

| | | | | |
|----|------------------|-----|-------|---------|
| 20 | 65.8729 | 1.8 | 42.72 | 1.83481 |
| 21 | -33.8068 (d21) | | | 1 |

| | | | | |
|----|---|------|-------|---------|
| 22 | 0 | 1.65 | 64.14 | 1.51633 |
| 23 | 0 | 0.4 | | 1 |
| 24 | 0 | 0.5 | 64.14 | 1.51633 |

10

20

30

40

50

25 0 (Bf)

1

(非球面データー)

| | K | C 4 | C 6 | C 8 | C10 |
|----|---------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| 13 | 0.3524 | 1.00000E-10 | 1.89790E-06 | -3.88810E-08 | 1.00000E-16 |
| 14 | -5.3055 | 1.00000E-10 | 2.22080E-06 | -1.37750E-07 | 1.00000E-16 |

(ズーミングデーター)

| | 広角端状態 | 第1中間焦点距離状態 | 第2中間焦点距離状態 | 望遠端状態 | 10 |
|-----|---------|------------|------------|---------|----|
| f | 6.3018 | 11.9795 | 26.8764 | 48.0147 | |
| d 5 | 1.4040 | 8.5770 | 17.0200 | 20.4410 | |
| d11 | 15.3660 | 10.8010 | 5.6710 | 1.5920 | |
| d19 | 4.8830 | 9.5350 | 12.4690 | 15.9910 | |
| d21 | 2.5593 | 1.1192 | 1.6840 | 2.4411 | |

(条件式対応値)

| | |
|--|-----------|
| (1) (4 a + 4 b) / T L t | 0 . 0 4 1 |
| (2) 4 a / (f T - f w) | 0 . 0 3 4 |
| (3) 4 b / (f T - f w) | 0 . 0 3 1 |
| (4) M (4 a + 4 b) / f 4 | 0 . 7 6 5 |
| (5) f M / (f w · f T) ^{1 / 2} | 0 . 6 8 9 |
| (6) 4 b / 4 a | 1 . 0 0 0 |

【0055】

図6及び図7はそれぞれ、第2実施例に係るズームレンズの諸収差図をそれぞれ示して居り、図6(a)は広角端状態、図6(b)は第1中間焦点距離状態、図7(a)は第2中間焦点距離状態、図7(b)は望遠端状態における諸収差図をそれぞれ示している。

【0056】

各収差図から、本第2実施例にかかるズームレンズは広角端状態から望遠端状態に亘って諸収差が良好に補正され、優れた結像特性を有していることがわかる。

【0057】

(第3実施形態)

図8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を示す図であり、(a)は広角端状態W、(b)は第1中間焦点距離状態、(c)は第2中間焦点距離状態、(d)は望遠端状態Tをそれぞれ示している。

【0058】

図8において、本第3実施例にかかるズームレンズは、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1と、負屈折力の第2レンズ群G2と、開口絞りSと、正屈折力の第3レンズ群G3と、正屈折力の第4レンズ群G4とから構成されている。

【0059】

第1レンズ群G1は、全体として正の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、両凸形状の正レンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とから成る。

【0060】

第2レンズ群G2は、全体として負の屈折力を有し、両凹形状の負レンズL21と、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レンズL23とから成る。

【0061】

第3レンズ群G3は、両凸形状の正レンズL31と、両凸形状の正レンズL32と両凹形状の負レンズL33との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL34とから成る。

10

20

30

40

50

【0062】

第4レンズ群は両凸形状の正レンズL41から成る。

【0063】

開口絞りSは第3レンズ群G3の物体側に配置され、第3レンズ群G3と一体に移動するように構成されている。

【0064】

以下の表3に本第3実施例にかかるズームレンズの諸元の値を掲げる。

【0065】

(表3)

(全体諸元)

$f = 7.5 \sim 22.22 \sim 37.5 \sim 66.53$
 $Bf = 1.63127$ (一定)
 $FNO = 2.61 \sim 3.54 \sim 3.81 \sim 4.84$
 $2 = 67.83 \sim 23.14 \sim 13.84 \sim 7.95$ 。

10

(レンズ諸元)

| 面 | r | d | n | |
|----|-----------|--------|-------|-------------|
| 1 | 45.2848 | 1 | 23.78 | 1.84666 |
| 2 | 31.9444 | 6.3 | 81.61 | 1.497 |
| 3 | -134.5167 | 0.1 | | 1 |
| 4 | 31.8511 | 1.9 | 47.82 | 1.757 |
| 5 | 43.7941 | (d5) | | 1 |
| 6 | -1314.022 | 1 | 46.63 | 1.816 |
| 7 | 8.3694 | 3.19 | | 1 |
| 8 | -20.07 | 1 | 52.32 | 1.755 |
| 9 | 61.8785 | 0.15 | | 1 |
| 10 | 19.536 | 2.2 | 23.78 | 1.84666 |
| 11 | -102.5759 | (d11) | | 1 |
| 12 | | 0.5 | | 1 開口絞りS |
| 13 | 8.3333 | 3.2 | 61.3 | 1.58913 非球面 |
| 14 | -32.4601 | 0.1 | | 1 非球面 |
| 15 | 14.7517 | 3.5 | 65.47 | 1.603 |
| 16 | -12.7614 | 1.1 | 34.96 | 1.801 |
| 17 | 6.0825 | 1 | | 1 |
| 18 | 13.3827 | 1.8056 | 48.31 | 1.66672 |
| 19 | 104.4609 | (d19) | | 1 |
| 20 | 83.3333 | 2.2222 | 54.66 | 1.72916 |
| 21 | -35.958 | (d21) | | 1 |
| 22 | 0 | 2 | 64.14 | 1.51633 |
| 23 | 0 | 0.5 | | 1 |
| 24 | 0 | 0.5 | 64.14 | 1.51633 |
| 25 | 0 | (Bf) | | 1 |

20

(非球面データー)

| 面 | K | C4 | C6 | C8 | C10 | |
|----|--------|-------------|-------------|--------------|-------------|----|
| 13 | 0.3036 | 3.73250E-11 | 1.15480E-06 | -4.03990E-09 | 5.19990E-18 | 50 |

14 -10.8985 3.73250E-11 1.42300E-06 -2.18410E-08 5.19990E-18

(ズーミングデーター)

| | 広角端状態 | 第1中間焦点距離状態 | 第2中間焦点距離状態 | 望遠端状態 | |
|-----|---------|------------|------------|---------|----|
| f | 7.5000 | 22.2222 | 37.5000 | 66.5278 | |
| d5 | 1.7063 | 16.8330 | 23.8501 | 26.6560 | |
| d11 | 26.2279 | 13.0031 | 7.8690 | 1.6326 | |
| d19 | 6.3952 | 14.5234 | 16.1915 | 23.6761 | |
| d21 | 2.0482 | 0.4746 | 1.3436 | 2.1096 | 10 |

(条件式対応値)

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| (1) (4a + 4b) / TLt | 0 . 0 3 6 |
| (2) 4a / (fT - fw) | 0 . 0 2 7 |
| (3) 4b / (fT - fw) | 0 . 0 2 8 |
| (4) M (4a + 4b) / f4 | 0 . 8 2 0 |
| (5) fM / (fw · fT) ^{1 / 2} | 0 . 9 9 5 |
| (6) 4b / 4a | 1 . 0 3 9 |

【0066】

図9及び図10はそれぞれ、第3実施例に係るズームレンズの諸収差図をそれぞれ示して居り、図9(a)は広角端状態、図9(b)は第1中間焦点距離状態、図10(a)は第2中間焦点距離状態、図10(b)は望遠端状態における諸収差図をそれぞれ示している。

20

【0067】

各収差図から、本第3実施例にかかるズームレンズは広角端状態から望遠端状態に亘って諸収差が良好に補正され、優れた結像特性を有していることがわかる。

【0068】

なお、本発明の実施例として、4群構成のレンズ系を示したが、該4群を含む5群およびそれ以上の群構成のレンズ系も本発明の効果を内在した同等のレンズ系であることは言うまでもない。また、各レンズ群内の構成においても、実施例の構成に付加レンズを加えただけのレンズ群も本発明の効果を内在した同等のレンズ群であることは言うまでもない。

30

【0069】

なお、上述の実施の形態は例に過ぎず、上述の構成や形状に限定されるものではなく、本発明の範囲内において適宜修正、変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図1】本発明の第1実施例から第3実施例に係るズームレンズの屈折力配分を示している。

【図2】本発明の第1実施例に係るズームレンズのレンズ構成を示す図であり、(a)は広角端状態W、(b)は第1中間焦点距離状態、(c)は第2中間焦点距離状態、(d)は望遠端状態Tをそれぞれ示している。

40

【図3】第1実施例に係るズームレンズの諸収差図を示し、(a)は広角端状態における諸収差図、(b)は第1中間焦点距離状態における諸収差図をそれぞれ示している。

【図4】第1実施例に係るズームレンズの諸収差図を示し、(a)は第2中間焦点距離状態における諸収差図、(b)は望遠端状態における諸収差図をそれぞれ示している。

【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を示す図であり、(a)は広角端状態W、(b)は第1中間焦点距離状態、(c)は第2中間焦点距離状態、(d)は望遠端状態Tをそれぞれ示している。

【図6】第2実施例に係るズームレンズの諸収差図を示し、(a)は広角端状態における

50

諸収差図、(b)は第1中間焦点距離状態における諸収差図をそれぞれ示している。

【図7】第2実施例に係るズームレンズの諸収差図を示し、(a)は第2中間焦点距離状態における諸収差図、(b)は望遠端状態における諸収差図をそれぞれ示している。

【図8】本発明の第3実施例に係るズームレンズのレンズ構成を示す図であり、(a)は広角端状態W、(b)は第1中間焦点距離状態、(c)は第2中間焦点距離状態、(d)は望遠端状態Tをそれぞれ示している。

【図9】第3実施例に係るズームレンズの諸収差図を示し、(a)は広角端状態における諸収差図、(b)は第1中間焦点距離状態における諸収差図をそれぞれ示している。

【図10】第3実施例に係るズームレンズの諸収差図を示し、(a)は第2中間焦点距離状態における諸収差図、(b)は望遠端状態における諸収差図をそれぞれ示している。 10

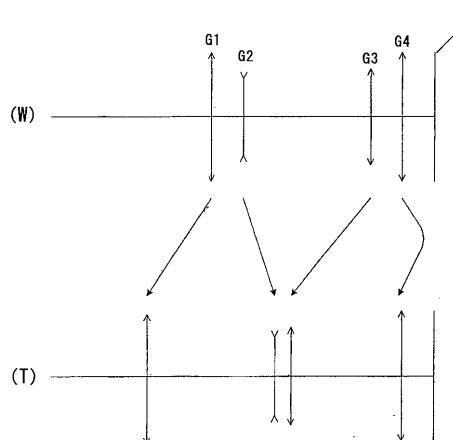
【符号の説明】

【0071】

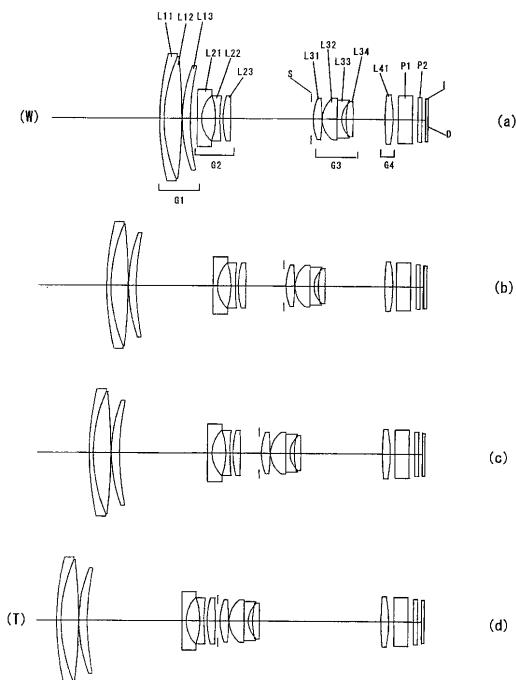
| | |
|-----|-----------|
| G 1 | 第1レンズ群 |
| G 2 | 第2レンズ群 |
| G 3 | 第3レンズ群 |
| G 4 | 第4レンズ群 |
| S | 開口絞り |
| P 1 | ローパスフィルター |
| P 2 | カバーガラス |
| D | 固体撮像素子 |
| I | 像面 |

20

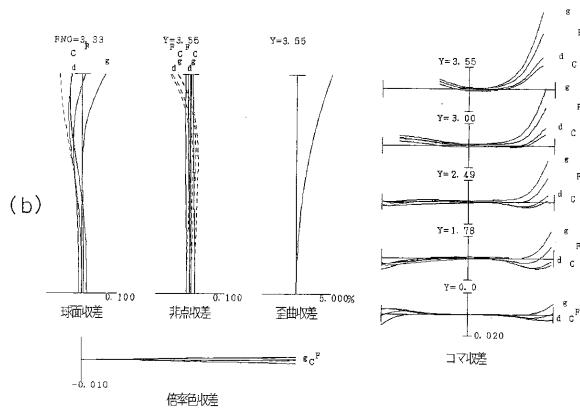
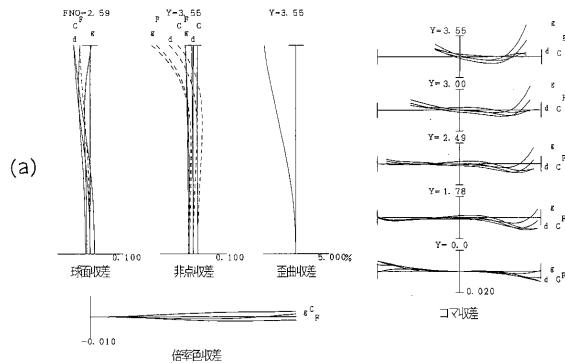
【図1】



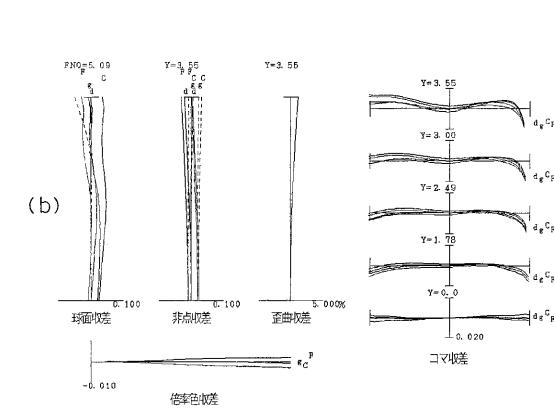
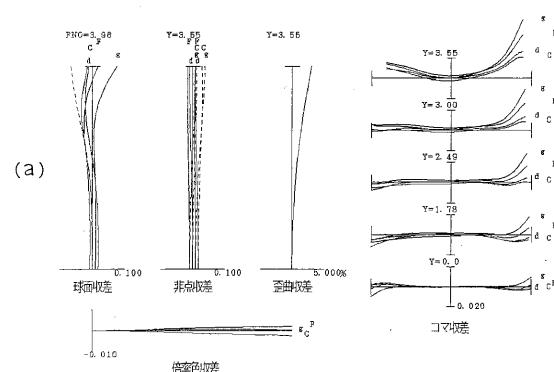
【図2】



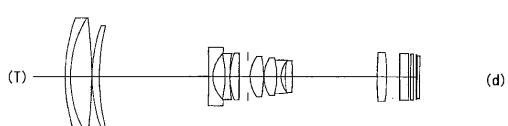
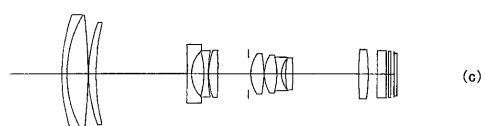
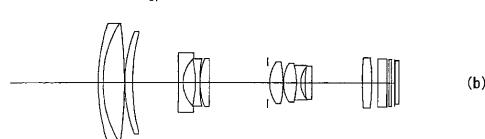
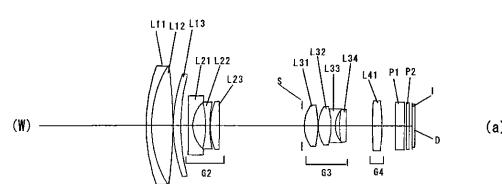
【図3】



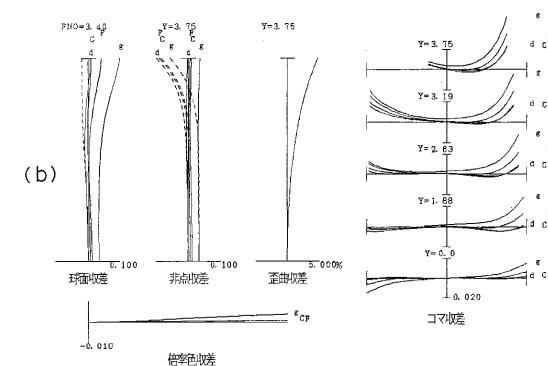
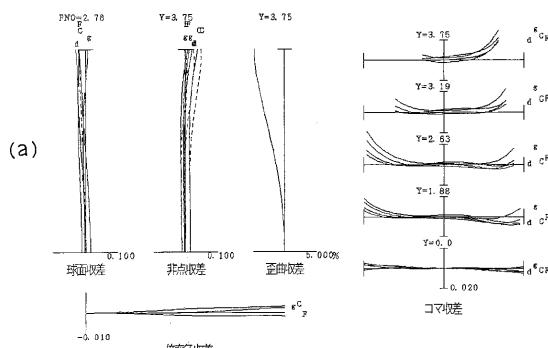
【図4】



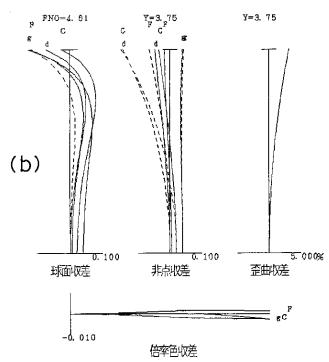
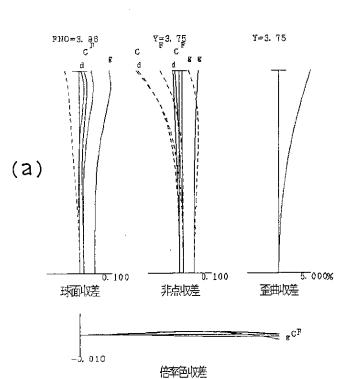
【図5】



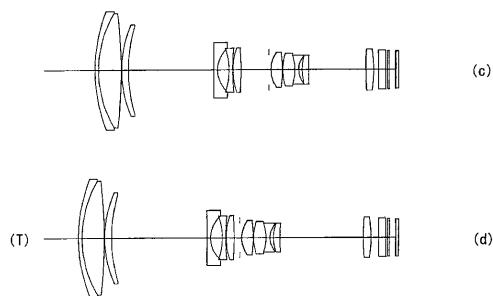
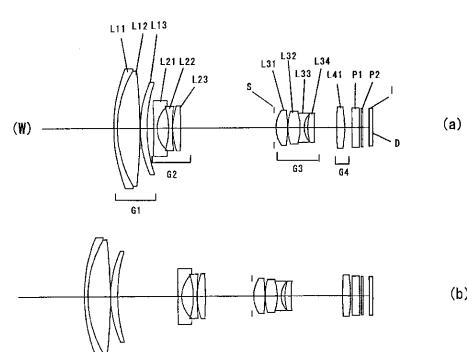
【図6】



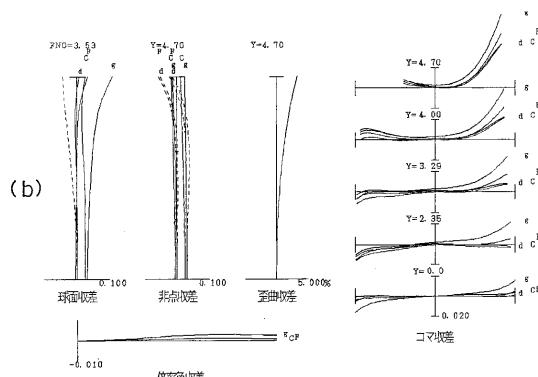
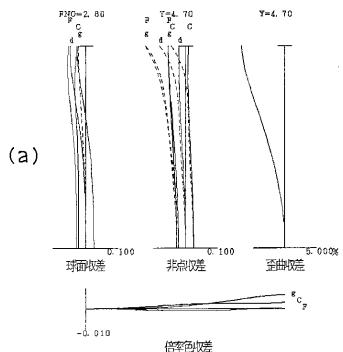
【図7】



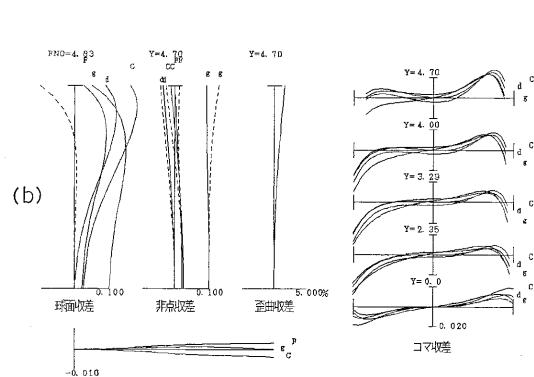
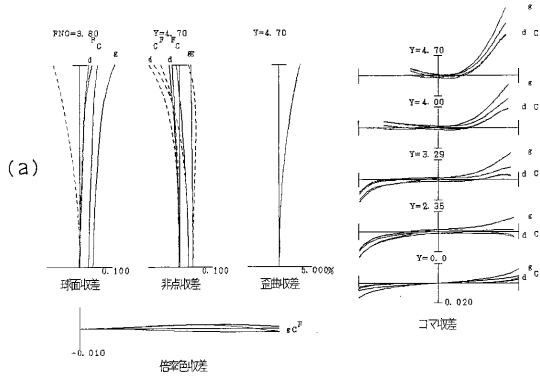
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平04-158326(JP,A)
特開2002-006216(JP,A)
特開2004-012639(JP,A)
特開2004-212512(JP,A)
特開2004-264585(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 9 / 0 0 - 1 7 / 0 8
G 02 B 2 1 / 0 2 - 2 1 / 0 4
G 02 B 2 5 / 0 0 - 2 5 / 0 4