

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5631705号

(P5631705)

(45) 発行日 平成26年11月26日(2014.11.26)

(24) 登録日 平成26年10月17日(2014.10.17)

(51) Int.Cl.

F 1

G O 2 B 15/20 (2006.01)

G O 2 B 15/20

G O 2 B 13/18 (2006.01)

G O 2 B 13/18

請求項の数 5 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2010-257436 (P2010-257436)
 (22) 出願日 平成22年11月18日(2010.11.18)
 (65) 公開番号 特開2012-108333 (P2012-108333A)
 (43) 公開日 平成24年6月7日(2012.6.7)
 審査請求日 平成25年9月4日(2013.9.4)

(73) 特許権者 000113263
 H O Y A 株式会社
 東京都新宿区中落合2丁目7番5号
 (74) 代理人 100083286
 弁理士 三浦 邦夫
 (74) 代理人 100135493
 弁理士 安藤 大介
 (72) 発明者 金指 康雄
 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 H O
 Y A 株式会社内

審査官 吉川 陽吾

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、負の屈折力を持つ第1レンズ群、正の屈折力を持つ第2レンズ群、及び正の屈折力を持つ第3レンズ群から構成され、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と第2レンズ群のレンズ群間隔が減少し、第2レンズ群と第3レンズ群のレンズ群間隔が増加するように、第1レンズ群ないし第3レンズ群が光軸方向に移動するズームレンズ系において、

第1レンズ群は、物体側から順に、負レンズ及び正レンズの2枚のレンズからなり、第3レンズ群は、1枚の正レンズからなり、次の条件式(1)、(4)及び(5)を満足することを特徴とするズームレンズ系。

$$(1) (R2 + R1) / (R2 - R1) < -1.5$$

$$(4) 1.60 < 1 / (f_{g1} \cdot \{1 / (f_{1i} \cdot n_{1i})\}) \quad (i = 1, 2)$$

$$(5) 2.00 < ((f2 + f1) \cdot (1 - 2)) / (f2 \cdot 2 + f1 \cdot 1)$$

但し、

R1：第3レンズ群をなす正レンズの物体側の面の曲率半径、

R2：第3レンズ群をなす正レンズの像側の面の曲率半径、

f_{g1}：第1レンズ群の合成焦点距離、f_{1i}：第1レンズ群中のi番目のレンズの焦点距離、n_{1i}：第1レンズ群中のi番目のレンズのd線に対する屈折率、

f1：第1レンズ群中の負レンズの焦点距離、

10

20

f₂ : 第 1 レンズ群中の正レンズの焦点距離、
1 : 第 1 レンズ群中の負レンズの d 線に対するアッペ数、
2 : 第 1 レンズ群中の正レンズの d 線に対するアッペ数。

【請求項 2】

物体側から順に、負の屈折力を持つ第 1 レンズ群、正の屈折力を持つ第 2 レンズ群、及び正の屈折力を持つ第 3 レンズ群から構成され、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群のレンズ群間隔が減少し、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群のレンズ群間隔が増加するように、第 1 レンズ群ないし第 3 レンズ群が光軸方向に移動するズームレンズ系において、

第 3 レンズ群は、1 枚の正レンズからなり、次の条件式 (1)、(6) 及び (7) を満足することを特徴とするズームレンズ系。

$$(1) (R2 + R1) / (R2 - R1) < -1.5$$

$$(6) 1.00 < fg2 / Fw < 1.50$$

$$(7) 0.25 < fg2 / Ft < 0.35$$

但し、

R1 : 第 3 レンズ群をなす正レンズの物体側の面の曲率半径、

R2 : 第 3 レンズ群をなす正レンズの像側の面の曲率半径、

fg2 : 第 2 レンズ群の合成焦点距離、

Fw : 短焦点距離端における全系の焦点距離、

Ft : 長焦点距離端における全系の焦点距離。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載のズームレンズ系において、次の条件式 (2) を満足するズームレンズ系。

$$(2) -15.0^\circ < \theta < 5.0^\circ$$

但し、

θ : 第 3 レンズ群をなす正レンズの物体側の面の法線に対する、長焦点距離端における最大画角の主光線がなす角 (光軸に向かって回転する方向を正とし、光軸から離れる方向に向かって回転する方向を負とする) 。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系において、第 2 レンズ群は、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、及び正レンズの 3 枚のレンズからなるズームレンズ系。

【請求項 5】

請求項 4 記載のズームレンズ系において、次の条件式 (3) を満足するズームレンズ系。

$$(3) 1.70 < 1 / (fg2 \cdot \{1 / (f2i \cdot n2i)\}) < 5.10 \quad (i = 1, 2, 3)$$

但し、

fg2 : 第 2 レンズ群の合成焦点距離、

f2i : 第 2 レンズ群中の i 番目のレンズの焦点距離、

n2i : 第 2 レンズ群中の i 番目のレンズの d 線に対する屈折率。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、写真用カメラ、電子スチルカメラ、ビデオカメラ等に用いて好適なズームレンズ系に関する。

【背景技術】

【0002】

写真用カメラ、電子スチルカメラ及びビデオカメラのような製品分野では近年、ズーム

10

20

30

40

50

レンズ系が使用されることが一般化している。また従来にも増して高性能、高変倍、コンパクト性を市場から要求されることが多い。

【 0 0 0 3 】

ズームレンズ系の形式には倍率や用途によって様々なパワー配置を持つものが知られているが、例えば、物体側から負の屈折力を持つ第 1 レンズ群、正の屈折力を持つ第 2 レンズ群、及び正の屈折力を持つ第 3 レンズ群の 3 群からなるズームレンズ構成が知られている（特許文献 1、特許文献 2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 2 3 9 9 7 3 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 8 - 1 8 5 8 3 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

このような負正正の 3 群レンズ構成で高変倍化とコンパクト化を達成するためには、各レンズ群で収差の補正を行うことが必須である。特に主として変倍を受け持つ第 2 レンズ群の軸外光に対する収差補正が重要であり、この第 2 レンズ群の軸外光に対する収差補正状態を良好にすることで変倍時の収差変動を抑えることができ、変倍全域（ズーム全域）で良好な光学性能を得ることができる。また、第 2 レンズ群のパワーを強めることが可能になるため、変倍に伴う第 2 レンズ群の移動量が減少し、コンパクト性の達成に寄与する。

【 0 0 0 6 】

ところが、特許文献 1、2 に記載のズームレンズ系は、第 2 レンズ群の軸外光に対する収差補正状態が不適切であるため、下光線起因のフレアが大きく発生している。また第 2 レンズ群の軸外光に対する収差補正状態が良好でないため、第 2 レンズ群のパワーを強めることができず、そのため変倍時に第 2 レンズ群の移動量が大きくなり、レンズ全長が長くなってしまう。そして、第 2 レンズ群からの光が入射する最終レンズ群である第 3 レンズ群により、第 2 レンズ群で発生した下光線起因のフレアを補正しなければならないため、収差補正に占める第 3 レンズ群の負担が大きくなってしまふ。

【 0 0 0 7 】

このように、負正正の 3 群レンズ構成のズームレンズ系の設計にあたり、コンパクト性、高変倍、高性能を追及しようとしても、各レンズ群の収差補正を良好にしていないと変倍時の収差変化が大きくなるため、収差補正に占める第 3 レンズ群の負担が大きくなり、変倍全域（ズーム全域）で安定した光学性能を達成することが難しくなり、また高変倍化を達成することも困難になる。

【 0 0 0 8 】

本発明は従って、負正正の 3 群レンズ構成でありながら、コンパクト性及び高変倍比を維持しつつ、収差補正に占める第 3 レンズ群の負担を小さくして変倍時の収差変化を極小化した優れた光学性能のズームレンズ系を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明のズームレンズ系は、その一態様では、物体側から順に、負の屈折力を持つ第 1 レンズ群、正の屈折力を持つ第 2 レンズ群、及び正の屈折力を持つ第 3 レンズ群から構成され、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群のレンズ群間隔が減少し、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群のレンズ群間隔が増加するように、第 1 レンズ群ないし第 3 レンズ群が光軸方向に移動するズームレンズ系において、第 1 レンズ群は、物体側から順に、負レンズ及び正レンズの 2 枚のレンズからなり、第 3 レンズ群は、1 枚の正レンズからなり、次の条件式（ 1 ）、（ 4 ）及び（ 5 ）を満足することを特徴としている。

$$(1) (R2 + R1) / (R2 - R1) < -1.5$$

$$(4) 1.60 < 1 / (fg1 \cdot \{1 / (f1i \cdot n1i)\}) \quad (i = 1, 2)$$

$$(5) 2.00 < ((f2 + f1) \cdot (1 - 2)) / (f2 \cdot 2 + f1 \cdot 1)$$

但し、

$R1$ ：第3レンズ群をなす正レンズの物体側の面の曲率半径[mm]、

$R2$ ：第3レンズ群をなす正レンズの像側の面の曲率半径[mm]、

$fg1$ ：第1レンズ群の合成焦点距離[mm]、

$f1i$ ：第1レンズ群中の i 番目のレンズの焦点距離[mm]、

$n1i$ ：第1レンズ群中の i 番目のレンズの d 線に対する屈折率、

$f1$ ：第1レンズ群中の負レンズの焦点距離[mm]、

$f2$ ：第1レンズ群中の正レンズの焦点距離[mm]、

1：第1レンズ群中の負レンズの d 線に対するアッペ数、

2：第1レンズ群中の正レンズの d 線に対するアッペ数、

である。

【0010】

本発明のズームレンズ系は、別の態様では、物体側から順に、負の屈折力を持つ第1レンズ群、正の屈折力を持つ第2レンズ群、及び正の屈折力を持つ第3レンズ群から構成され、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と第2レンズ群のレンズ群間隔が減少し、第2レンズ群と第3レンズ群のレンズ群間隔が増加するように、第1レンズ群ないし第3レンズ群が光軸方向に移動するズームレンズ系において、第3レンズ群は、1枚の正レンズからなり、次の条件式(1)、(6)及び(7)を満足することを特徴としている。

$$(1) (R2 + R1) / (R2 - R1) < -1.5$$

$$(6) 1.00 < fg2 / Fw < 1.50$$

$$(7) 0.25 < fg2 / Ft < 0.35$$

但し、

$R1$ ：第3レンズ群をなす正レンズの物体側の面の曲率半径[mm]、

$R2$ ：第3レンズ群をなす正レンズの像側の面の曲率半径[mm]、

$fg2$ ：第2レンズ群の合成焦点距離[mm]、

Fw ：短焦点距離端における全系の焦点距離[mm]、

Ft ：長焦点距離端における全系の焦点距離[mm]、

である。

【0011】

本発明のズームレンズ系は、条件式(1)の範囲の中でも、さらに次の条件式(1)'を満足することが好ましい。

$$(1)' -3.5 < (R2 + R1) / (R2 - R1) < -1.5$$

【0012】

本発明のズームレンズ系は、さらに次の条件式(2)を満足することが好ましい。

$$(2) -15.0^\circ < \theta < 5.0^\circ$$

但し、

θ ：第3レンズ群をなす正レンズの物体側の面の法線に対する、長焦点距離端における最大画角の主光線がなす角（光軸に向かって回転する方向を正とし、光軸から離れる方向に向かって回転する方向を負とする）、

である。

【0013】

第2レンズ群は、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、及び正レンズの3枚のレンズから構成することができる。

【0014】

この場合、本発明のズームレンズ系は、さらに次の条件式(3)を満足することが好ましい。

10

20

30

40

50

$(3) 1.70 < 1 / (f_{g2} \cdot \{1 / (f_{2i} \cdot n_{2i})\}) < 5.10 \quad (i = 1, 2, 3)$

但し、

f_{g2} : 第2レンズ群の合成焦点距離[mm]、

f_{2i} : 第2レンズ群中の i 番目のレンズの焦点距離[mm]、

n_{2i} : 第2レンズ群中の i 番目のレンズの d 線に対する屈折率、

である。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、負正正の3群レンズ構成でありながら、コンパクト性及び高変倍比を維持しつつ、収差補正に占める第3レンズ群の負担を小さくして変倍時の収差変化を極小化した優れた光学性能のズームレンズ系を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明によるズームレンズ系の数値実施例1の長焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図2】図1の構成における諸収差図である。

【図3】図1の構成における横収差図である。

【図4】同数値実施例1の中間焦点距離における無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図5】図4の構成における諸収差図である。

【図6】図4の構成における横収差図である。

【図7】同数値実施例1の短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図8】図7の構成における諸収差図である。

【図9】図7の構成における横収差図である。

【図10】本発明によるズームレンズ系の数値実施例2の長焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図11】図10の構成における諸収差図である。

【図12】図10の構成における横収差図である。

【図13】同数値実施例2の中間焦点距離における無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図14】図13の構成における諸収差図である。

【図15】図13の構成における横収差図である。

【図16】同数値実施例2の短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図17】図16の構成における諸収差図である。

【図18】図16の構成における横収差図である。

【図19】本発明によるズームレンズ系の数値実施例3の長焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図20】図19の構成における諸収差図である。

【図21】図19の構成における横収差図である。

【図22】同数値実施例3の中間焦点距離における無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図23】図22の構成における諸収差図である。

【図24】図22の構成における横収差図である。

【図25】同数値実施例3の短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図26】図25の構成における諸収差図である。

【図27】図25の構成における横収差図である。

【図28】本発明によるズームレンズ系の数値実施例4の長焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図29】図28の構成における諸収差図である。

【図30】図28の構成における横収差図である。

【図31】同数値実施例4の中間焦点距離における無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図32】図31の構成における諸収差図である。

10

20

30

40

50

【図 3 3】図 3 1 の構成における横収差図である。

【図 3 4】同数値実施例 4 の短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図 3 5】図 3 4 の構成における諸収差図である。

【図 3 6】図 3 4 の構成における横収差図である。

【図 3 7】本発明によるズームレンズ系のズーム軌跡を示す簡易移動図である。

【図 3 8】第 3 レンズ群をなす正レンズの物体側の面の法線に対する、長焦点距離端における最大画角の主光線がなす角を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

本実施の形態のズームレンズ系は、図 3 7 の簡易移動図に示すように、物体側から順に、負の屈折力を持つ第 1 レンズ群 G 1、正の屈折力を持つ第 2 レンズ群 G 2、及び正の屈折力を持つ第 3 レンズ群 G 3 から構成されている。I は像面である。第 3 レンズ群 G 3 は、フォーカシング時に移動するフォーカスレンズ群である（無限遠物体から有限距離物体へ合焦させるに際し第 3 レンズ群を物体側に繰り出してフォーカシングを行う）。

【0019】

このズームレンズ系は、短焦点距離端（W）から長焦点距離端（T）への変倍（ズーム）に際し、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 のレンズ群間隔が減少し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 のレンズ群間隔が増加するように、第 1 レンズ群 G 1 ないし第 3 レンズ群 G 3 の全てのレンズ群が光軸方向に移動する。

【0020】

より具体的には、全数値実施例 1 - 4 を通じて、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第 1 レンズ群 G 1 は単調に物体側に移動し、第 2 レンズ群 G 2 は単調に物体側に移動し、第 3 レンズ群 G 3 は単調に像側に移動する。

【0021】

第 1 レンズ群 G 1 は、全数値実施例 1 - 4 を通じて、物体側から順に、負レンズ 1 1 及び正レンズ 1 2 の 2 枚のレンズで構成される。負レンズ 1 1 は、数値実施例 1、3 では、物体側に凸の負メニスカスレンズであり、数値実施例 2、4 では、両凹負レンズである。正レンズ 1 2 は、全数値実施例 1 - 4 を通じて、物体側に凸の正メニスカスレンズである。正レンズ 1 2 は、その両面が非球面である。

【0022】

第 2 レンズ群 G 2 は、全数値実施例 1 - 4 を通じて、物体側から順に、正レンズ 2 1、負レンズ 2 2、及び正レンズ 2 3 の 3 枚のレンズで構成される。正レンズ 2 1 は、数値実施例 1、4 では、物体側に凸の正メニスカスレンズであり、数値実施例 2、3 では、両凸正レンズである。負レンズ 2 2 は、全数値実施例 1 - 4 を通じて、物体側に凸の負メニスカスレンズである。正レンズ 2 3 は、全数値実施例 1 - 4 を通じて、両凸正レンズである。正レンズ 2 1 は、その両面が非球面である。

【0023】

第 3 レンズ群 G 3 は、全数値実施例 1 - 4 を通じて、1 枚の像側に凸の正メニスカスレンズ 3 1 からなる。この正メニスカスレンズ 3 1 は、その両面が非球面である。

【0024】

本実施形態のズームレンズ系は、第 2 レンズ群 G 2 を正負正のトリプレット構成として像側の 2 枚のレンズを物体側から負正のパワー配置とすることで、第 2 レンズ群 G 2 の単体での収差補正状態、特に軸外光に対するフレアに関する補正状態を良好にしている。そして、第 2 レンズ群 G 2 からの光を受ける第 3 レンズ群 G 3 を 1 枚の像側に凸の正メニスカスレンズとすることで、第 3 レンズ群 G 3 で新たな収差が発生しないようにしている。このように、各レンズ群の収差補正状態を良好にすることで、第 2 レンズ群 G 2 のパワーを最適化して変倍全域（ズーム全域）での光学性能の安定化とコンパクト性を実現している。

【0025】

条件式（1）及び（1）' は、第 3 レンズ群 G 3 の形状（シェーピングファクター）を

10

20

30

40

50

規定するもので、軸外光に対する収差、すなわち軸外光に対する光学性能を規定するものである。

条件式(1)及び(1)'の上限を超えると、軸外光に対するフレアの補正状態が不足して軸外性能の悪化を招く。

条件式(1)'の下限を超えると、軸外光に対するフレアの補正状態が過剰となり軸外性能の悪化を招く。

【0026】

条件式(2)は、第3レンズ群G3への第2群レンズ群G2からの軸外光の入射状態を規定するもので、軸外性能、特に長焦点距離端での光学性能を規定するものである。

具体的に条件式(2)は、図38に示すように、第3レンズ群G3をなす正メニスカスレンズ31の物体側の面の法線に対する、長焦点距離端における最大画角の主光線がなす角の大きさを規定している。ここで角の正負の向きは、光軸に向かって回転する方向を正とし、光軸から離れる方向に向かって回転する方向を負とする。

条件式(2)の上限を超えると、下光線の上向きのフレアが大きく発生して光学性能を損なう。

条件式(2)の下限を超えると、下光線の下向きのフレアが大きく発生して光学性能を損なう。

条件式(2)の上下限のいずれを超えた場合も、ある程度の光学性能を達成するためには第2レンズ群G2に収差を残さなければならず、第2レンズ群G2に収差を残すと、変倍に伴う収差変化量が大きくなり、変倍全域(ズーム全域)での高いレベルでの光学性能の安定化が難しくなる。

【0027】

条件式(3)は、第2レンズ群G2を構成するレンズの各硝材の屈折率及び各焦点距離を規定するものである。

条件式(3)の上限を超えると、第2レンズ群G2全体のパワーが減少するため小型化を達成することが困難になる。

条件式(3)の下限を超えると、第2レンズ群G2の各レンズのパワーが増加するため小型化には好都合であるが、主に球面収差が増加するため光学性能が劣化する。

【0028】

上述したように、第1レンズ群G1は、全数値実施例1-4を通じて、物体側から順に、負レンズ11及び正レンズ12の2枚のレンズから構成されている。

条件式(4)はこの構成において、第1レンズ群G1を構成するレンズの各硝材の屈折率及び各焦点距離を規定するものである。

条件式(4)の下限を超えると、第1レンズ群G1の各レンズのパワーが増加するため、特に短焦点距離端での軸外光学性能が悪化する。あるいは短焦点距離端での画角が狭くなる。

【0029】

上述したように、第1レンズ群G1は、全数値実施例1-4を通じて、物体側から順に、負レンズ11及び正レンズ12の2枚のレンズから構成されている。

条件式(5)はこの構成において、第1レンズ群G1を構成するレンズの各硝材のアッベ数及び各焦点距離を規定するものである。

条件式(5)の下限を超えると、特に短焦点距離端で大きく倍率色収差が発生し、短焦点距離端での光学性能が悪化する。

【0030】

条件式(6)は、第2レンズ群の合成焦点距離と、短焦点距離端における全系の焦点距離との比を規定するものである。

条件式(6)の上限を超えると、光学性能の向上には有利になるが、変倍に伴う第2レンズ群G2の移動量が増加するためコンパクト性が阻害される。

条件式(6)の下限を超えると、第2レンズ群G2のパワーが増加するため、収差発生量が増加し、光学性能が劣化する。あるいは短焦点距離端での焦点距離が長くなるため、

10

20

30

40

50

目的とする変倍比が得られなくなる。

【 0 0 3 1 】

条件式 (7) は、第 2 レンズ群の合成焦点距離と、長焦点距離端における全系の焦点距離との比を規定するものである。

条件式 (7) の上限を超えると、変倍に伴う第 2 レンズ群の移動量が増加するため、特に長焦点距離端でのコンパクト性が阻害される。

条件式 (7) の下限を超えると、特に球面収差が増加し、光学性能が劣化する。

【実施例】

【 0 0 3 2 】

次に具体的な数値実施例を示す。以下の数値実施例は、本発明のズームレンズ系を、写真用カメラ、電子スチルカメラ、ビデオカメラ等に用いる場合に対応している。諸収差図及び横収差図並びに表中において、d 線、g 線、C 線、F 線、e 線はそれぞれの波長に対する収差、S はサジタル、M はメリディオナル、FN0. は F ナンバー、f は全系の焦点距離、W は半画角 (°)、Y は像高、fB はバックフォーカス、L はレンズ全長、r は曲率半径、d はレンズ厚またはレンズ間隔、N(d) は d 線に対する屈折率、 n_d は d 線に対するアッベ数、「E-a」は「 $\times 10^{-a}$ 」を示す。F ナンバー、焦点距離、半画角、像高、バックフォーカス、レンズ全長及び変倍に伴って間隔が変化するレンズ間隔 d は、短焦点距離端 - 中間焦点距離 - 長焦点距離端の順に示している。

回転対称非球面は次式で定義される。

$$x = cy^2 / [1 + \{1 - (1 + K)c^2y^2\}^{1/2}] + A_4y^4 + A_6y^6 + A_8y^8 + A_{10}y^{10} + A_{12}y^{12} \dots$$

(但し、c は曲率 ($1 / r$)、y は光軸からの高さ、K は円錐係数、A 4、A 6、A 8、 \dots は各次数の非球面係数、x はサグ量)

【 0 0 3 3 】

[数値実施例 1]

図 1 ~ 図 9 と表 1 ~ 表 4 は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例 1 を示している。図 1 は長焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図、図 2 はその諸収差図、図 3 はその横収差図であり、図 4 は中間焦点距離における無限遠合焦時のレンズ構成図、図 5 はその諸収差図、図 6 はその横収差図であり、図 7 は短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図、図 8 はその諸収差図、図 9 はその横収差図である。表 1 は面データ、表 2 は各種データ、表 3 は非球面データ、表 4 はレンズ群データである。

【 0 0 3 4 】

本数値実施例 1 のズームレンズ系は、物体側から順に、負の屈折力を持つ第 1 レンズ群 G 1、正の屈折力を持つ第 2 レンズ群 G 2、及び正の屈折力を持つ第 3 レンズ群 G 3 から構成されている。第 3 レンズ群 G 3 は、フォーカシング時に移動するフォーカスレンズ群である (無限遠物体から有限距離物体へ合焦させるに際し第 3 レンズ群 G 3 を物体側に繰り出してフォーカシングを行う)。

【 0 0 3 5 】

第 1 レンズ群 G 1 (面番号 1 から 4) は、物体側から順に、物体側に凸の負メニスカスレンズ 1 1、及び物体側に凸の正メニスカスレンズ 1 2 からなる。正メニスカスレンズ 1 2 は、その両面が非球面である。

【 0 0 3 6 】

第 2 レンズ群 G 2 は (面番号 5 から 1 1) は、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ 2 1、物体側に凸の負メニスカスレンズ 2 2、及び両凸正レンズ 2 3 からなる。正メニスカスレンズ 2 1 は、その両面が非球面である。正メニスカスレンズ 2 1 と負メニスカスレンズ 2 2 の間には、第 2 レンズ群 G 2 と一体に移動する絞り S が位置している。

【 0 0 3 7 】

第 3 レンズ群 G 3 (面番号 1 2 から 1 3) は、1 枚の像側に凸の正メニスカスレンズ 3 1 からなる。この正メニスカスレンズ 3 1 は、その両面が非球面である。第 3 レンズ群 G 3 (正メニスカスレンズ 3 1) の後方 (像面 I との間) には、光学フィルタ OP (面番号

14 から 15) とカバーガラスCG (面番号 16 から 17) が配置されている。

【 0 0 3 8 】

(表 1)

面データ

面番号	r	d	N(d)	d	
1	1877.527	1.300	1.70000	59.3	
2	12.824	2.961			
3*	17.224	2.422	1.84666	23.8	
4*	25.423	d4			
5*	12.033	3.221	1.80000	49.0	10
6*	370.633	0.100			
7絞		1.000			
8	30.758	1.757	1.91000	21.2	
9	10.097	1.766			
10	49.579	3.000	1.75257	32.3	
11	-55.315	d11			
12*	-92.710	3.167	1.54358	55.7	
13*	-35.672	d13			
14		1.102	1.51680	64.2	
15		2.058			20
16		1.837	1.51680	64.2	
17		-			

* は回転対称非球面である。

(表 2)

各種データ

ズーム比 (変倍比) 3.92

	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端	
FNO.	3.60	4.88	6.95	
f	18.071	29.001	70.840	
W	45.7	11.7	11.7	30
Y	14.24	28.0	14.24	
fB	2.17	2.17	2.17	
L	70.23	74.2	100.0	
d4	21.443	12.577	1.200	
d11	3.129	25.540	69.425	
d13	17.296	7.680	1.017	

(表 3)

非球面データ (表示していない非球面係数は0.00である)

面番号	K	A4	A6	A8	
3	0.000	-0.3242E-04	-0.3027E-06	0.1275E-09	40
4	0.000	-0.5388E-04	-0.3347E-06	0.2812E-09	
5	0.000	-0.6336E-04	-0.4071E-06	0.1359E-08	
6	0.000	-0.2291E-04	-0.9398E-07	0.3364E-08	
12	0.000	-0.1216E-04			
13	0.000	-0.1079E-04			

(表 4)

レンズ群データ

群	始面	焦点距離	
1	1	-28.026	
2	5	23.856	50

3 12 104.623

【 0 0 3 9 】

[数値実施例 2]

図 1 0 ~ 図 1 8 と表 5 ~ 表 8 は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例 2 を示している。図 1 0 は長焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図、図 1 1 はその諸収差図、図 1 2 はその横収差図であり、図 1 3 は中間焦点距離における無限遠合焦時のレンズ構成図、図 1 4 はその諸収差図、図 1 5 はその横収差図であり、図 1 6 は短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図、図 1 7 はその諸収差図、図 1 8 はその横収差図である。表 5 は面データ、表 6 は各種データ、表 7 は非球面データ、表 8 はレンズ群データである。

10

【 0 0 4 0 】

この数値実施例 2 のレンズ構成は、第 1 レンズ群 G 1 の負レンズ 1 1 が両凹負レンズであること、及び第 2 レンズ群 G 2 の正レンズ 2 1 が両凸正レンズであることを除き、数値実施例 1 のレンズ構成と同様である。

【 0 0 4 1 】

(表 5)

面データ

面番号	r	d	N(d)	d
1	-116.771	1.300	1.70000	59.3
2	15.025	1.883		
3*	16.503	2.136	1.84666	23.8
4*	24.073	d4		
5*	12.216	3.451	1.80000	49.0
6*	-278.689	0.100		
7絞		1.000		
8	33.667	1.540	1.90864	21.2
9	10.175	1.487		
10	35.329	3.000	1.80000	27.8
11	-171.963	d11		
12*	-76.050	3.167	1.54358	55.7
13*	-30.338	d13		
14		1.102	1.51680	64.2
15		2.058		
16		1.837	1.51680	64.2
17		-		

20

30

* は回転対称非球面である。

(表 6)

各種データ

ズーム比 (変倍比) 3.92

	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端
FNO.	3.60	4.62	6.95
f	19.582	28.999	76.761
W	44.6	28.4	10.9
Y	14.24	14.24	14.24
fB	2.17	2.17	2.17
L	67.47	68.41	97.83
d4	19.712	12.459	1.200
d11	6.263	22.120	71.071
d13	14.766	9.269	1.000

40

(表 7)

50

非球面データ（表示していない非球面係数は0.00である）

面番号	K	A4	A6	A8
3	0.000	-0.5827E-04	-0.5666E-06	-0.2213E-08
4	0.000	-0.6861E-04	-0.6788E-06	-0.1386E-09
5	0.000	-0.5353E-04	-0.6008E-06	0.5057E-08
6	0.000	-0.7364E-05	-0.2299E-06	0.5451E-08
12	0.000	-0.7531E-05		
13	0.000	-0.4924E-05		

（表 8）

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-28.71
2	5	23.164
3	12	90.643

【 0 0 4 2 】

[数値実施例 3]

図 1 9 ~ 図 2 7 と表 9 ~ 表 1 2 は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例 3 を示している。図 1 9 は長焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図、図 2 0 はその諸収差図、図 2 1 はその横収差図であり、図 2 2 は中間焦点距離における無限遠合焦時のレンズ構成図、図 2 3 はその諸収差図、図 2 4 はその横収差図であり、図 2 5 は短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図、図 2 6 はその諸収差図、図 2 7 はその横収差図である。表 9 は面データ、表 1 0 は各種データ、表 1 1 は非球面データ、表 1 2 はレンズ群データである。

【 0 0 4 3 】

この数値実施例 3 のレンズ構成は、第 2 レンズ群 G 2 の正レンズ 2 1 が両凸正レンズであることを除き、数値実施例 1 のレンズ構成と同様である。

【 0 0 4 4 】

（表 9）

面データ

面番号	r	d	N(d)	d
1	431.781	1.300	1.70000	59.3
2	15.263	2.489		
3*	15.086	2.161	1.84666	23.8
4*	19.237	d4		
5*	12.137	3.401	1.80000	49.0
6*	-161.216	0.100		
7絞		1.000		
8	42.588	1.500	1.85906	26.6
9	10.025	1.579		
10	38.377	3.000	1.69680	55.5
11	-134.852	d11		
12*	-76.002	2.887	1.54358	55.7
13*	-31.753	d13		
14		1.102	1.51680	64.2
15		2.058		
16		1.837	1.51680	64.2
17		-		

* は回転対称非球面である。

（表 1 0）

各種データ

ズーム比（変倍比） 3.50

	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端
FNO.	3.60	3.73	8.38
f	21.883	23.002	76.614
W	38.0	36.1	10.9
Y	14.24	14.24	14.24
fB	2.17	2.17	2.21
L	72.68	67.47	97.04
d4	22.003	21.084	1.253
d11	9.413	12.430	67.538
d13	14.178	12.593	1.129

10

（表 1 1）

非球面データ（表示していない非球面係数は0.00である）

面番号	K	A4	A6	A8
3	0.000	-0.6247E-04	-0.5256E-06	-0.2115E-08
4	0.000	-0.6967E-04	-0.6902E-06	0.1841E-09
5	0.000	-0.4684E-04	-0.5988E-06	0.2359E-08
6	0.000	0.2124E-05	-0.2909E-06	0.3746E-08
12	0.000	0.5412E-05		
13	0.000	0.6824E-05		

20

（表 1 2）

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-33.522
2	5	25.184
3	12	98.081

【 0 0 4 5 】

[数値実施例 4]

図 2 8 ~ 図 3 6 と表 1 3 ~ 表 1 6 は、本発明による高変倍ズームレンズ系の数値実施例 4 を示している。図 2 8 は長焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図、図 2 9 はその諸収差図、図 3 0 はその横収差図であり、図 3 1 は中間焦点距離における無限遠合焦時のレンズ構成図、図 3 2 はその諸収差図、図 3 3 はその横収差図であり、図 3 4 は短焦点距離端における無限遠合焦時のレンズ構成図、図 3 5 はその諸収差図、図 3 6 はその横収差図である。表 1 3 は面データ、表 1 4 は各種データ、表 1 5 は非球面データ、表 1 6 はレンズ群データである。

30

【 0 0 4 6 】

この数値実施例 4 のレンズ構成は、第 1 レンズ群 G 1 の負レンズ 1 1 が両凹負レンズであることを除き、数値実施例 1 のレンズ構成と同様である。

【 0 0 4 7 】

（表 1 3）

40

面データ

面番号	r	d	N(d)	d
1	-5364.541	1.300	1.70000	59.3
2	12.914	2.895		
3*	17.362	2.427	1.84666	23.8
4*	25.787	d4		
5*	11.837	3.238	1.80000	49.0
6*	202.265	0.100		
7絞		1.000		
8	28.391	1.716	1.91000	21.2

50

9	9.868	1.963		
10	42.721	3.000	1.67503	33.2
11	-51.157	d11		
12*	-62.915	3.167	1.54358	55.7
13*	-31.232	d13		
14		1.102	1.51680	64.2
15		2.058		
16		1.837	1.51680	64.2
17		-		

* は回転対称非球面である。

10

(表 1 4)

各種データ

ズーム比 (変倍比) 3.92

	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端
FNO.	3.60	4.88	6.95
f	18.195	29.002	71.324
W	45.5	28.0	11.62
Y	14.24	14.24	14.24
fB	2.17	2.17	2.18
L	70.22	74.30	100.02
d4	21.378	12.840	1.200
d11	1.912	25.551	69.331
d13	18.454	7.434	1.000

20

(表 1 5)

非球面データ (表示していない非球面係数は0.00である)

面番号	K	A4	A6	A8
3	0.000	-0.3618E-04	-0.2683E-06	-0.9242E-10
4	0.000	-0.5776E-04	-0.3004E-06	0.6899E-10
5	0.000	-0.6269E-04	-0.3807E-06	0.1206E-08
6	0.000	-0.2134E-04	-0.5983E-07	0.3252E-08
12	0.000	-0.2078E-04		
13	0.000	-0.1807E-04		

30

(表 1 6)

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-27.926
2	5	23.845
3	12	110.215

【 0 0 4 8 】

各数値実施例の各条件式に対する値を表 1 7 に示す。

40

(表 1 7)

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
条件式 (1)	-2.25	-2.33	-2.44	-2.97
条件式 (2)	-3.69 °	-3.51 °	3.54 °	-11.0 °
条件式 (3)	1.93	4.96	2.18	1.86
条件式 (4)	1.61	1.64	1.67	1.61
条件式 (5)	231.0	279.2	255.7	230.4
条件式 (6)	1.32	1.18	1.15	1.31
条件式 (7)	0.34	0.30	0.33	0.33

【 0 0 4 9 】

50

表 1 3 から明らかなように、数値実施例 1 ～数値実施例 4 は、条件式 (1) ～ (7) を満足しており、また諸収差図から明らかなように諸収差は比較的良好に補正されている。

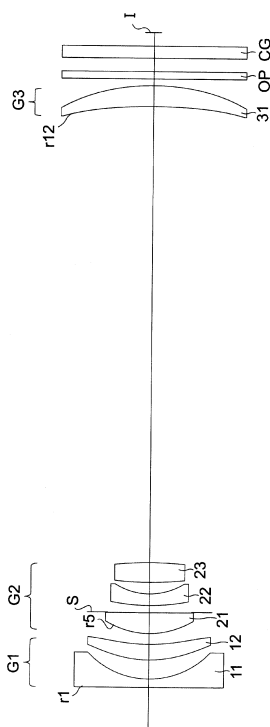
【符号の説明】

【 0 0 5 0 】

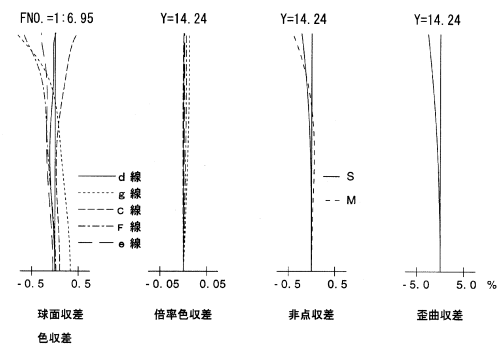
- G 1 負の屈折力を持つ第 1 レンズ群
- 1 1 負レンズ
- 1 2 正レンズ
- G 2 正の屈折力を持つ第 2 レンズ群
- 2 1 正レンズ
- 2 2 負レンズ
- 2 3 正レンズ
- G 3 正の屈折力を持つ第 3 レンズ群
- 3 1 正レンズ
- O P 光学フィルタ
- C G カバーガラス
- S 絞り
- I 像面

10

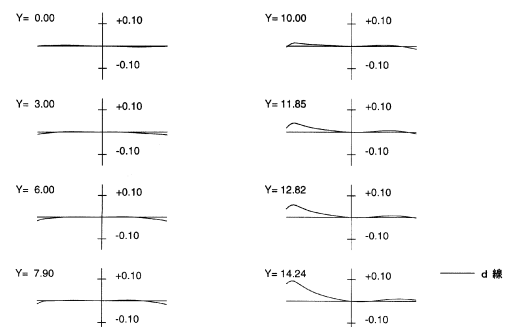
【図 1】



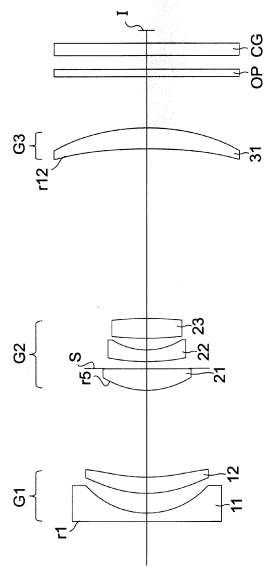
【図 2】



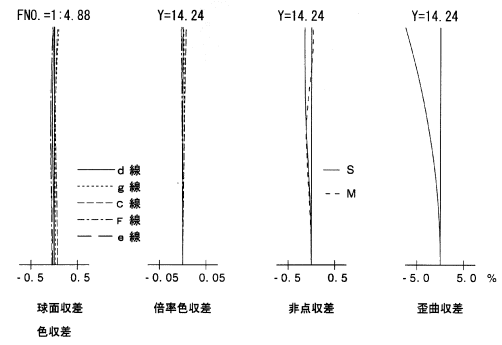
【図 3】



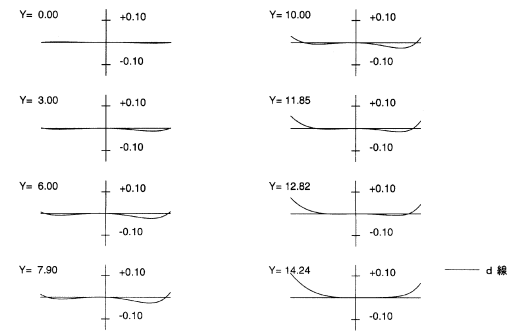
【図 4】



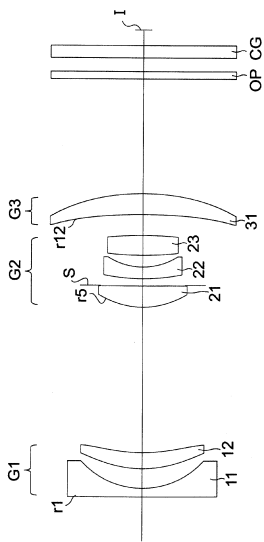
【図 5】



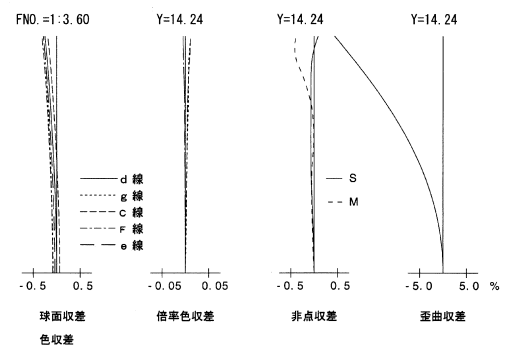
【図 6】



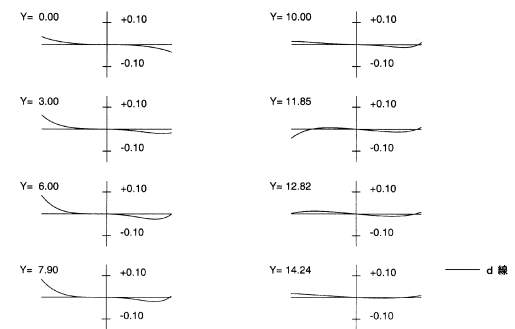
【図 7】



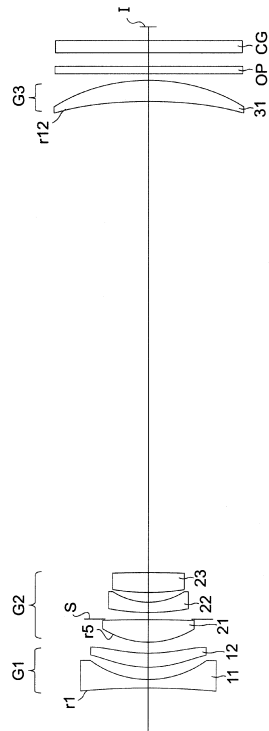
【図 8】



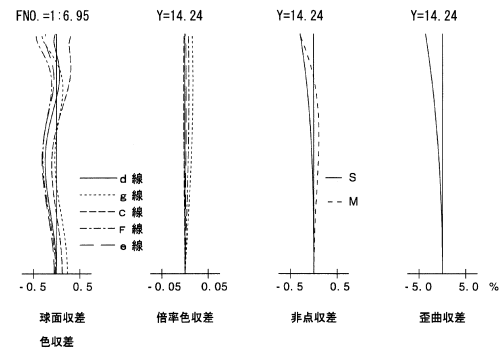
【図 9】



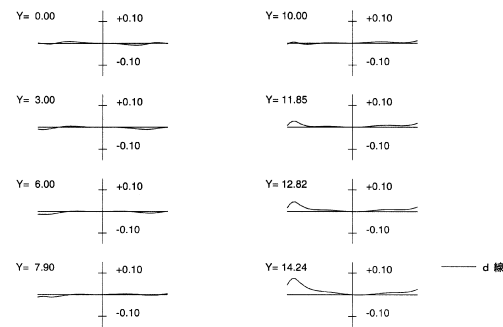
【図 10】



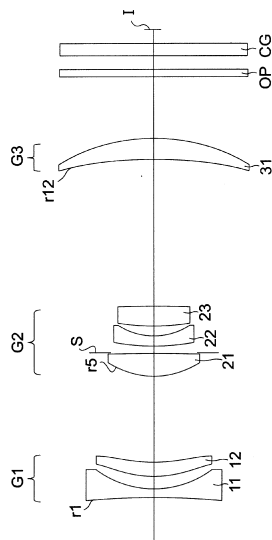
【図 11】



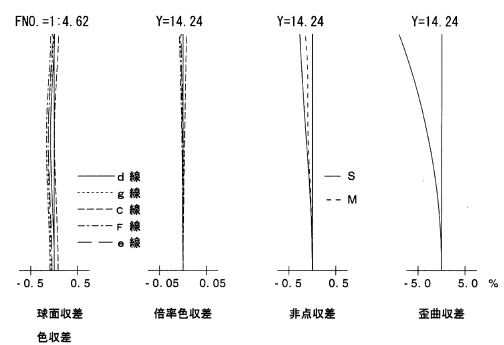
【図 12】



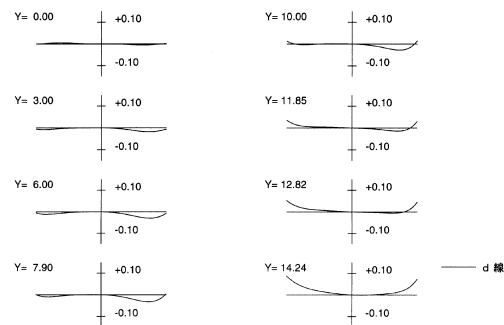
【図 13】



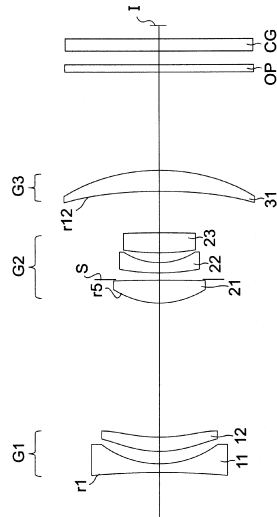
【図 14】



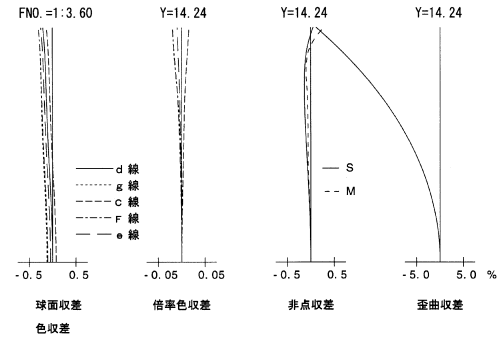
【図 15】



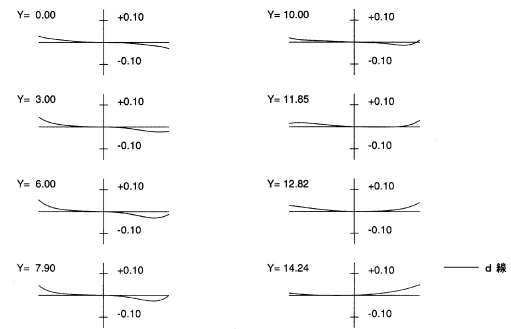
【図 16】



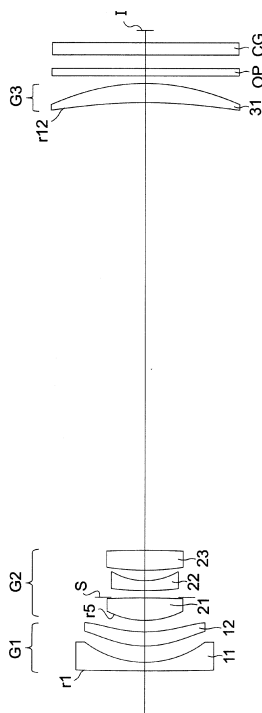
【図 17】



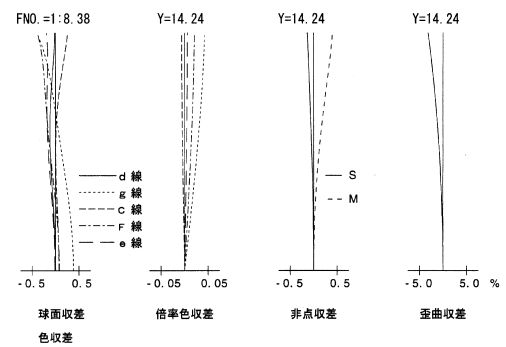
【図 18】



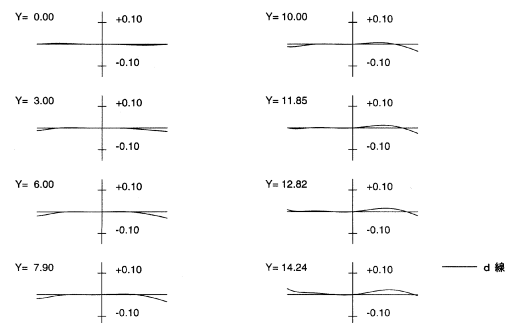
【図 19】



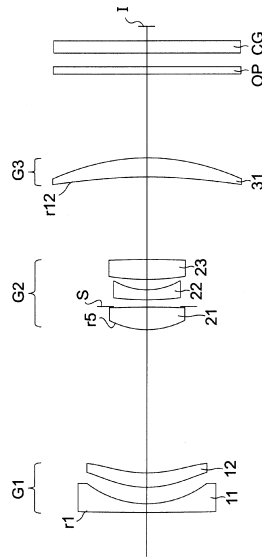
【図 20】



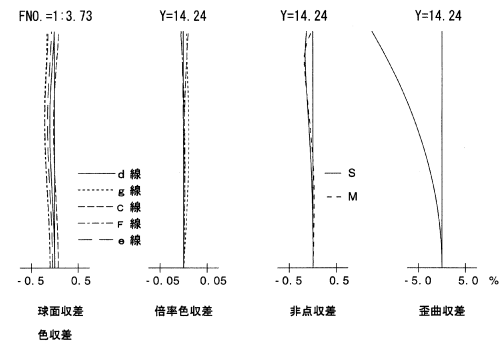
【図 21】



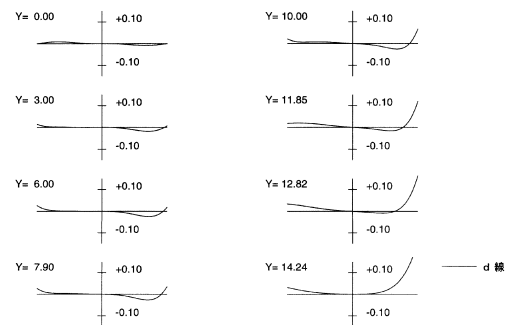
【図 2 2】



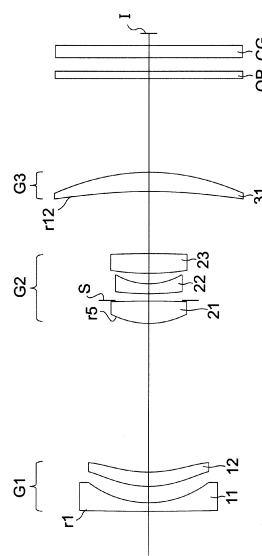
【図 2 3】



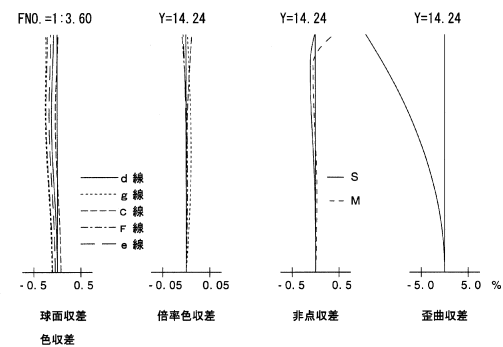
【図 2 4】



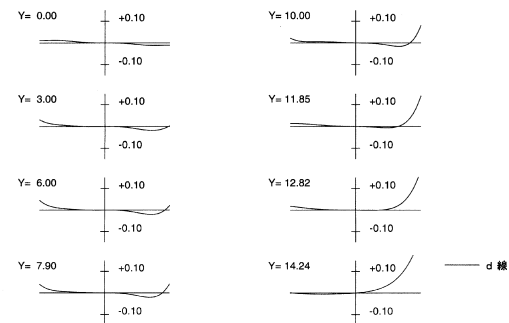
【図 2 5】



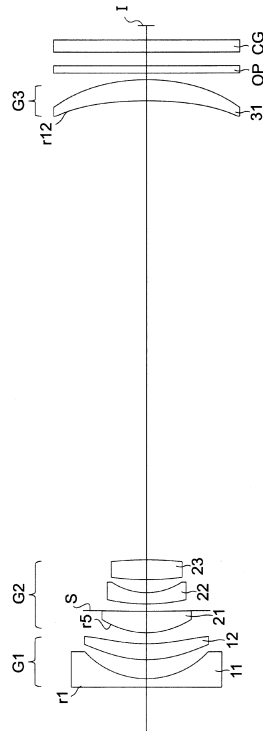
【図 2 6】



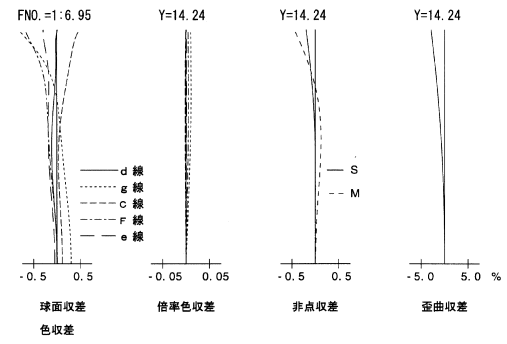
【図 2 7】



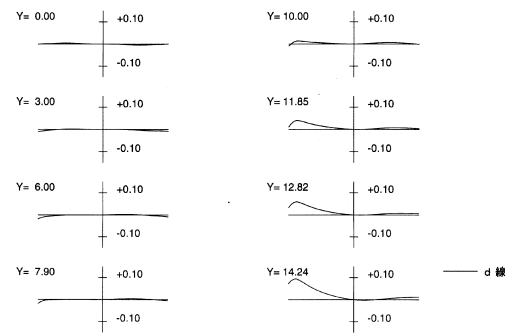
【図 28】



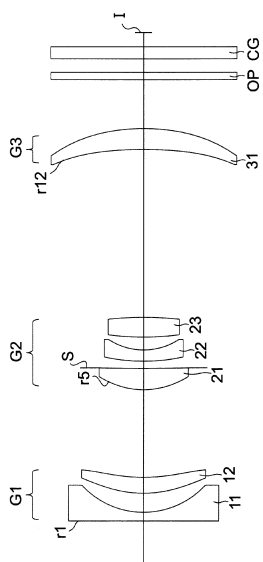
【図 29】



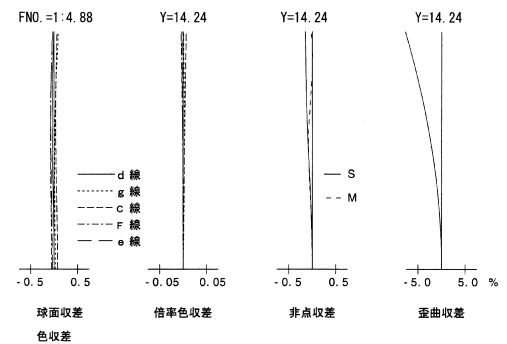
【図 30】



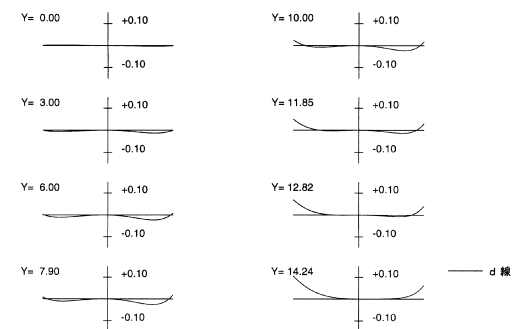
【図 31】



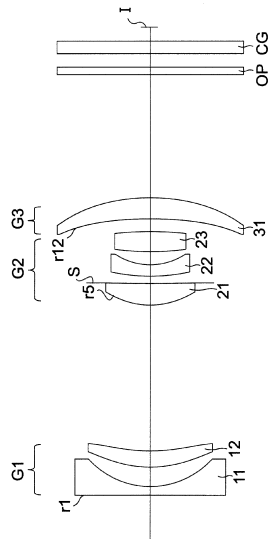
【図 32】



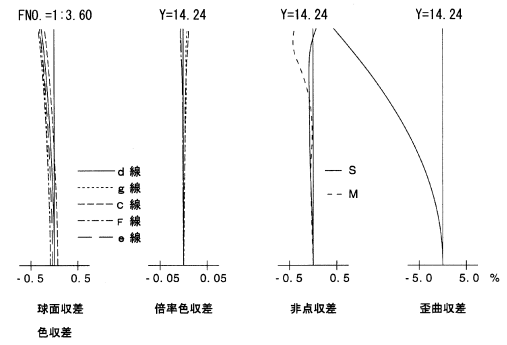
【図 33】



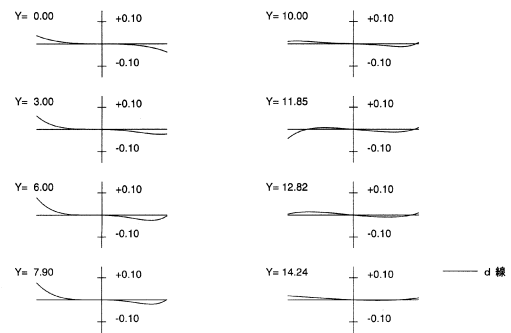
【図 3 4】



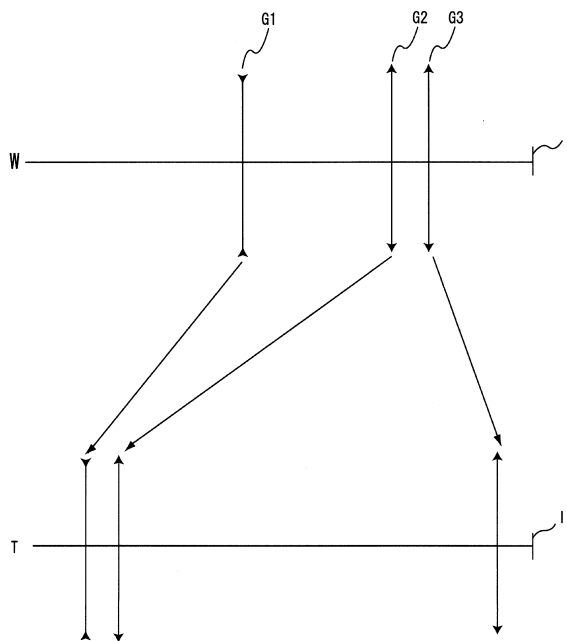
【図 3 5】



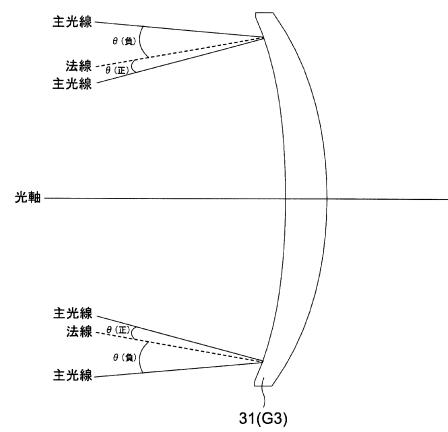
【図 3 6】



【図 3 7】



【図 3 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2009/096151(WO, A1)

特開2006-227040(JP, A)

特開2005-258059(JP, A)

特開2008-233871(JP, A)

特開2005-156830(JP, A)

特開2006-178242(JP, A)

特表平03-500582(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 15/00 - 15/28