

(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

G02B 15/20 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)G02B 15/20
G02B 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
 HOYA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 HO
 YA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。

$$(1) (R_2 + R_1) / (R_2 - R_1) < -1.5$$

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

$$(5) 200 < ((f_2 + f_1) \cdot (1 \cdot 2)) / (f_2 \cdot 2 + f_1 \cdot 1)$$

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線に対するアッベ数、
2 : 第1レンズ群中の正レンズのd線に対するアッベ数。

【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。 10

$$(1) (R_2 + R_1) / (R_2 - R_1) < -1.5$$

$$(6) 1.00 < f_{g2} / F_w < 1.50$$

$$(7) 0.25 < f_{g2} / F_t < 0.35$$

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、

f_{g2} : 第2レンズ群の合成焦点距離、

F_w : 短焦点距離端における全系の焦点距離、

F_t : 長焦点距離端における全系の焦点距離。 20

【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。

$$(2) -15.0^\circ < \text{angle} < 5.0^\circ$$

但し、

：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。 30

【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。

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

但し、

f_{g2} : 第2レンズ群の合成焦点距離、

f_{2i} : 第2レンズ群中のi番目のレンズの焦点距離、 40

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。

【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

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。

【0003】

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】

【0004】

10

【特許文献1】特開2004-239973号公報

【特許文献2】特開2008-185837号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

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でき、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。

20

【0006】

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う。

30

【0007】

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。

【0008】

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。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

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。

50

$$(1) (R_2 + R_1) / (R_2 - R_1) < -1.5$$

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

$$(5) 200 < ((f_2 + f_1) \cdot (1 \cdot 2)) / (f_2 \cdot 2 + f_1 \cdot 1)$$

但し、

R 1 : 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]、

R 2 : 第3レンズ群をなす正レンズの像側の面の曲率半径[mm]、

f g 1 : 第1レンズ群の合成焦点距離[mm]、

f 1 i : 第1レンズ群中の i 番目のレンズの焦点距離[mm]、

n 1 i : 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、

f 1 : 第1レンズ群中の負レンズの焦点距離[mm]、

f 2 : 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 線に対するアッベ数、

2 : 第1レンズ群中の正レンズの d 線に対するアッベ数、

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。

$$(1) (R_2 + R_1) / (R_2 - R_1) < -1.5$$

$$(6) 1.00 < f_{g2} / F_w < 1.50$$

$$(7) 0.25 < f_{g2} / F_t < 0.35$$

但し、

R 1 : 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]、

R 2 : 第3レンズ群をなす正レンズの像側の面の曲率半径[mm]、

f g 2 : 第2レンズ群の合成焦点距離[mm]、

F w : 短焦点距離端における全系の焦点距離[mm]、

F t : 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。

$$(1)' -3.5 < (R_2 + R_1) / (R_2 - R_1) < -1.5$$

【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。

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

但し、

：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 . 7 0 < 1 / (f g 2 + { 1 / (f 2 i + n 2 i) }) < 5 . 1 0 (i = 1 , 2 , 3)

但し、

f g 2 : 第 2 レンズ群の合成焦点距離 [mm]、

f 2 i : 第 2 レンズ群中の i 番目のレンズの焦点距離 [mm]、

n 2 i : 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。 10

【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。 20

【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。 30

【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。 40

【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。 50

【図33】図31の構成における横収差図である。

【図34】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35】図34の構成における諸収差図である。

【図36】図34の構成における横収差図である。

【図37】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38】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37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G1、正の屈折力を持つ第2レンズ群G2、及び正の屈折力を持つ第3レンズ群G3から構成されている。Iは像面である。第3レンズ群G3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）。

10

【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（ズーミング）に際し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2のレンズ群間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3のレンズ群間隔が増加するように、第1レンズ群G1ないし第3レンズ群G3の全てのレンズ群が光軸方向に移動する。

【0020】

20

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G1は単調に物体側に移動し、第2レンズ群G2は単調に物体側に移動し、第3レンズ群G3は単調に像側に移動する。

【0021】

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枚のレンズで構成される。負レンズ11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12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12は、その両面が非球面である。

【0022】

30

第2レンズ群G2は、全数値実施例1-4を通じて、物体側から順に、正レンズ21、負レンズ22、及び正レンズ23の3枚のレンズで構成される。正レンズ21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22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23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21は、その両面が非球面である。

【0023】

第3レンズ群G3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31からなる。この正メニスカスレンズ31は、その両面が非球面である。

【0024】

40

本実施形態のズームレンズ系は、第2レンズ群G2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G2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G2からの光を受ける第3レンズ群G3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G3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G2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G3の形状（シェーピングファクター）を

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ペ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。

【0031】

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】

【0032】

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、FNO.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、dはd線に対するアッペ数、「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。

$$x = cy^2 / [1 + [1 - (1+K)c^2 y^2]^{1/2}] + A4y^4 + A6y^6 + A8y^8 + A10y^{10} + A12y^{12} \dots$$

(但し、cは曲率(1/r)、yは光軸からの高さ、Kは円錐係数、A4、A6、A8、...は各次数の非球面係数、xはサグ量)

【0033】

【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。

【0034】

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G1、正の屈折力を持つ第2レンズ群G2、及び正の屈折力を持つ第3レンズ群G3から構成されている。第3レンズ群G3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G3を物体側に繰り出してフォーカシングを行う)。

【0035】

第1レンズ群G1(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11、及び物体側に凸の正メニスカスレンズ12からなる。正メニスカスレンズ12は、その両面が非球面である。

【0036】

第2レンズ群G2は(面番号5から11)は、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ21、物体側に凸の負メニスカスレンズ22、及び両凸正レンズ23からなる。正メニスカスレンズ21は、その両面が非球面である。正メニスカスレンズ21と負メニスカスレンズ22の間には、第2レンズ群G2と一緒に移動する絞りSが位置している。

【0037】

第3レンズ群G3(面番号12から13)は、1枚の像側に凸の正メニスカスレンズ31からなる。この正メニスカスレンズ31は、その両面が非球面である。第3レンズ群G3(正メニスカスレンズ31)の後方(像面Iとの間)には、光学フィルタOP(面番号

10

20

30

40

50

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。

【0038】

(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

【0039】

[数値実施例2]

図10～図18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10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11はその諸収差図、図12はその横収差図であり、図13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14はその諸収差図、図15はその横収差図であり、図16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17はその諸収差図、図18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

【0040】

この数値実施例2のレンズ構成は、第1レンズ群G1の負レンズ11が両凹負レンズであること、及び第2レンズ群G2の正レンズ21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。

【0041】

(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		-		

*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

(表7)

20

30

40

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

10

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

【0042】

[数値実施例3]

図19～図27と表9～表12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19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20はその諸収差図、図21はその横収差図であり、図22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23はその諸収差図、図24はその横収差図であり、図25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26はその諸収差図、図27はその横収差図である。表9は面データ、表10は各種データ、表11は非球面データ、表12はレンズ群データである。

20

【0043】

この数値実施例3のレンズ構成は、第2レンズ群G2の正レンズ21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。

【0044】

(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10)

各種データ

50

ズーム比(変倍比)		3.50	長焦点距離端	
	短焦点距離端	中間焦点距離		
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	10
d13	14.178	12.593	1.129	

(表11)

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12)

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

【0045】

[数値実施例4]

図28～図36と表13～表16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28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29はその諸収差図、図30はその横収差図であり、図31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32はその諸収差図、図33はその横収差図であり、図34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35はその諸収差図、図36はその横収差図である。表13は面データ、表14は各種データ、表15は非球面データ、表16はレンズ群データである。

【0046】

この数値実施例4のレンズ構成は、第1レンズ群G1の負レンズ11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。

【0047】

(表13)

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14)

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

(表15)

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		

(表16)

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

【0048】

各数値実施例の各条件式に対する値を表17に示す。

40

(表17)

	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

【0049】

50

表13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よく補正されている。

【符号の説明】

【0050】

G1 負の屈折力を持つ第1レンズ群

11 負レンズ

12 正レンズ

G2 正の屈折力を持つ第2レンズ群

21 正レンズ

22 負レンズ

23 正レンズ

G3 正の屈折力を持つ第3レンズ群

31 正レンズ

OP 光学フィルタ

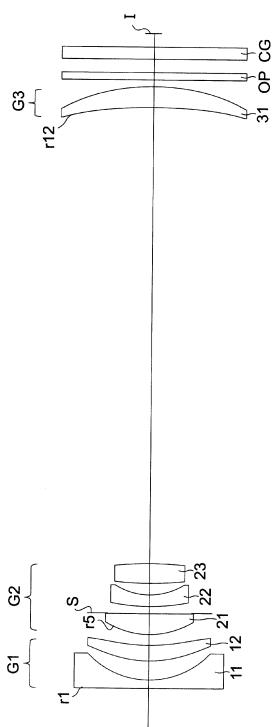
CG カバーガラス

S 紋り

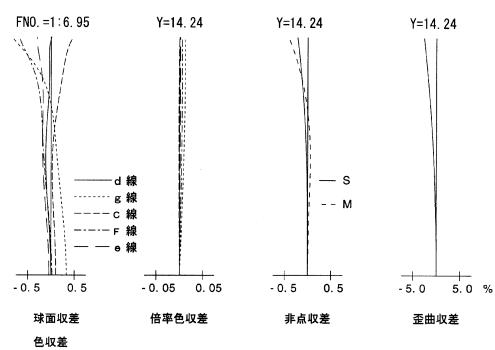
I 像面

10

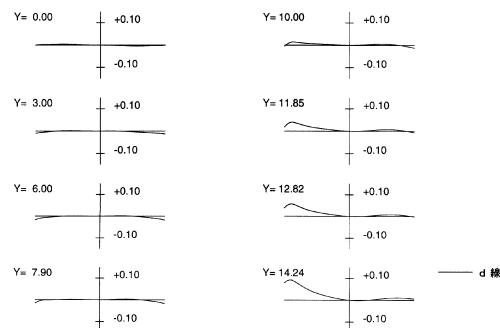
【図1】



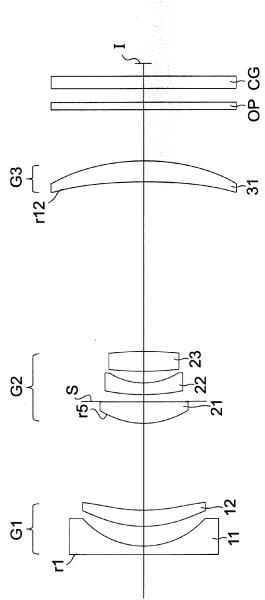
【図2】



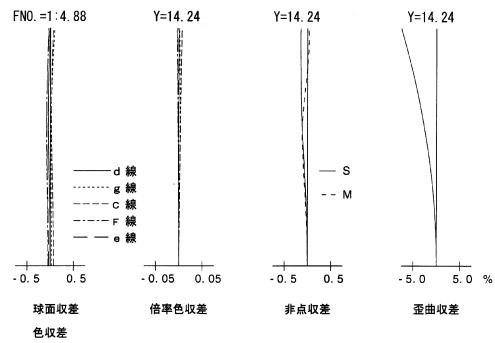
【図3】



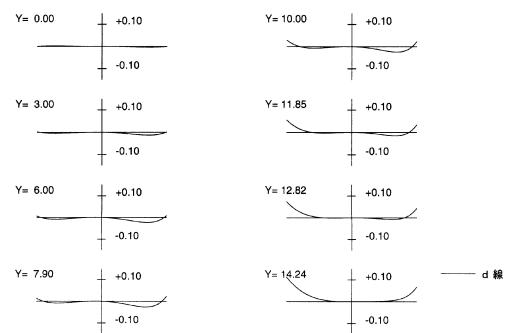
【図4】



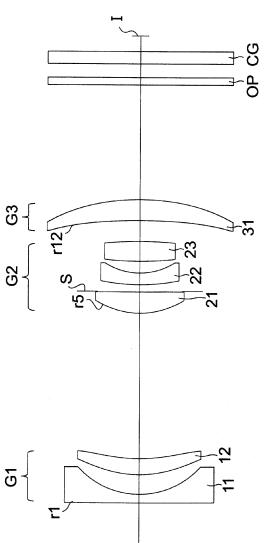
【図5】



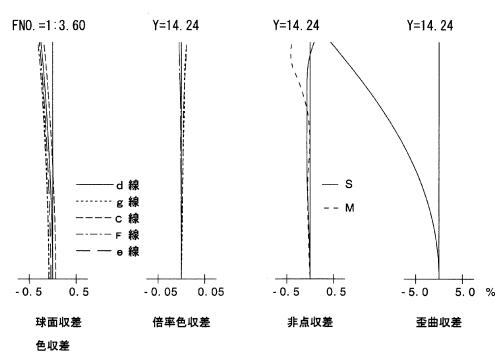
【図6】



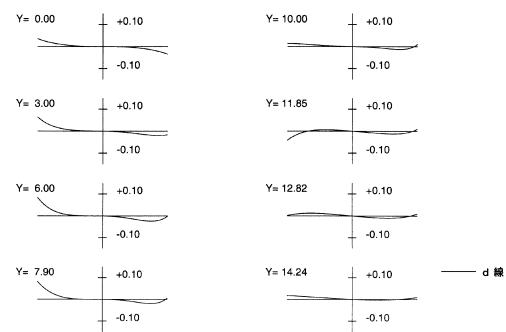
【図7】



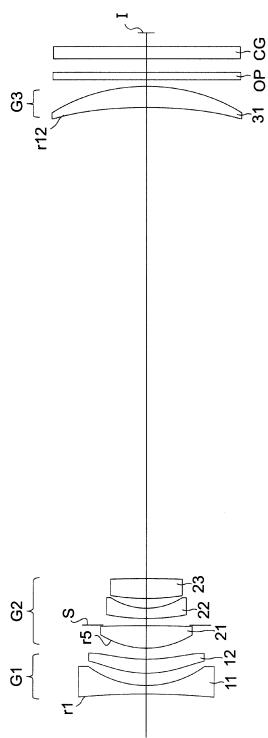
【図8】



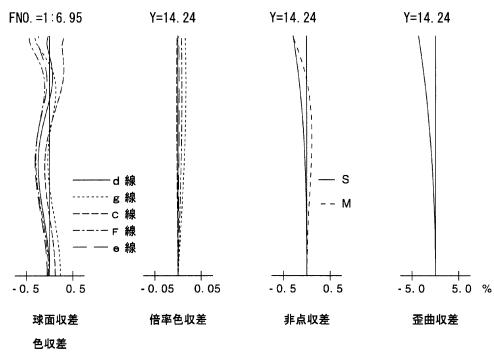
【図9】



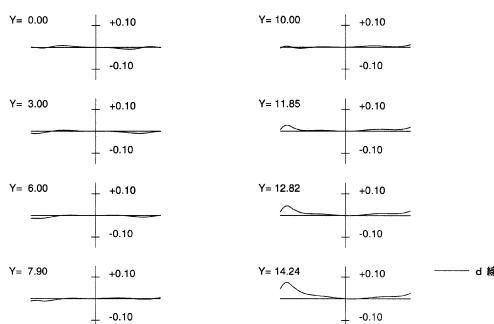
【図 1 0】



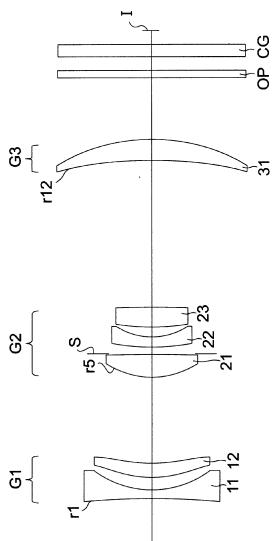
【図 1 1】



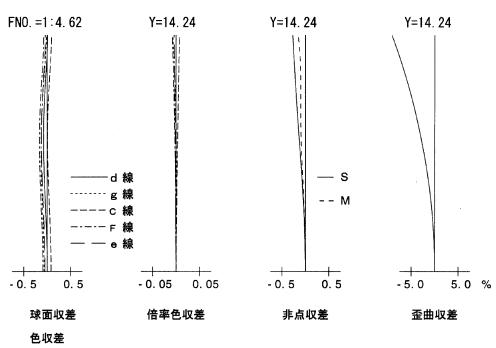
【図 1 2】



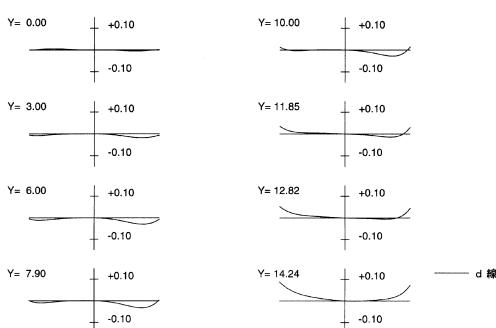
【図 1 3】



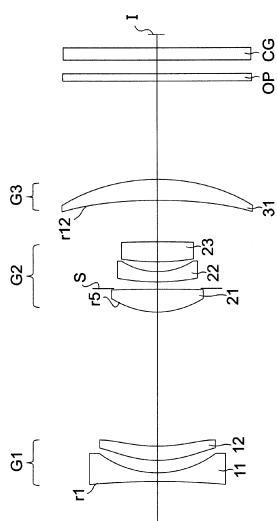
【図 1 4】



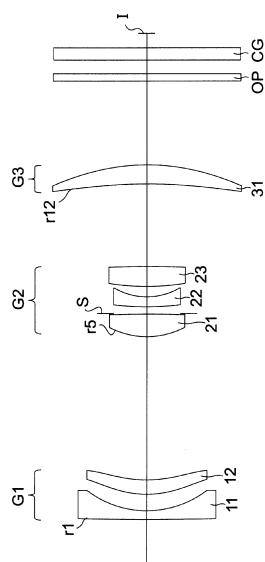
【図 1 5】



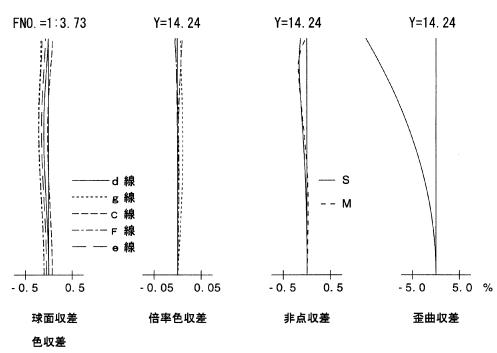
【図16】



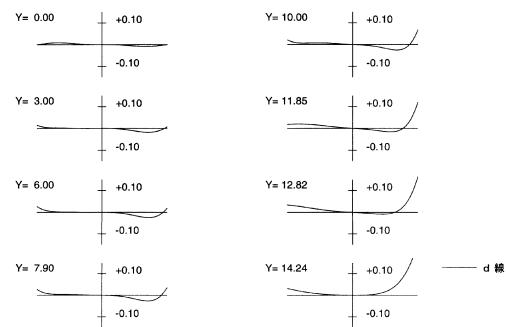
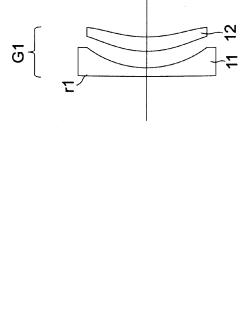
【図22】



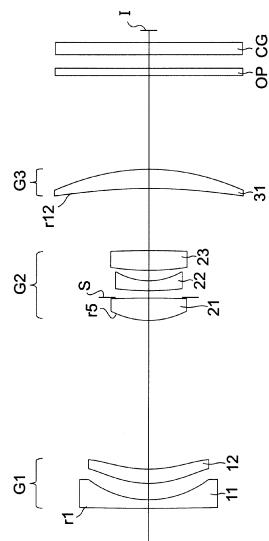
【図23】



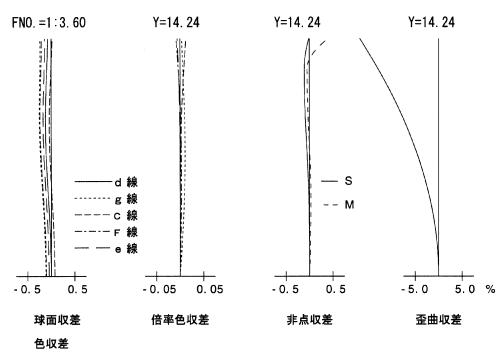
【図24】



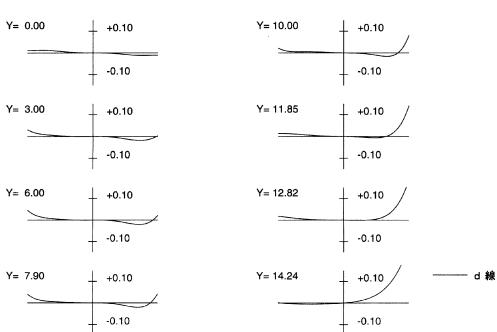
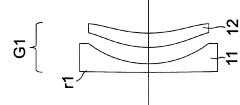
【図25】



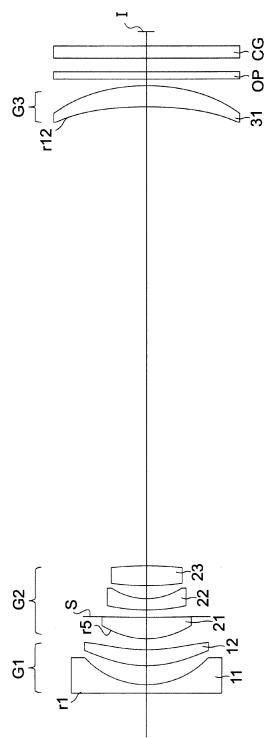
【図26】



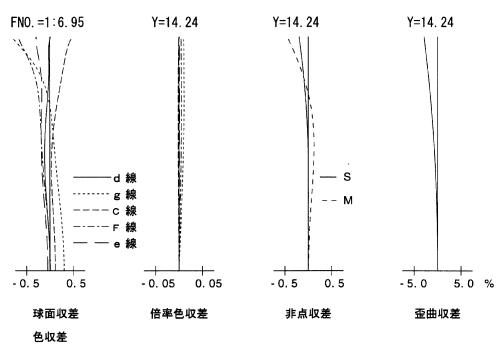
【図27】



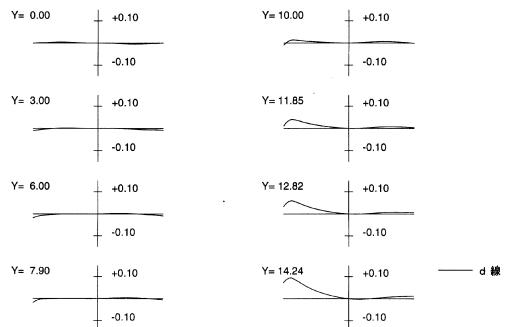
【図28】



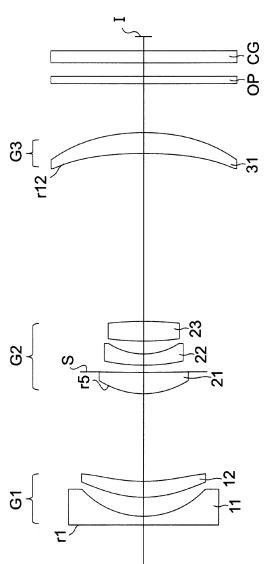
【図29】



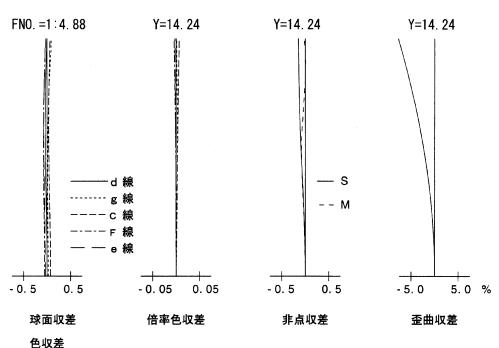
【図30】



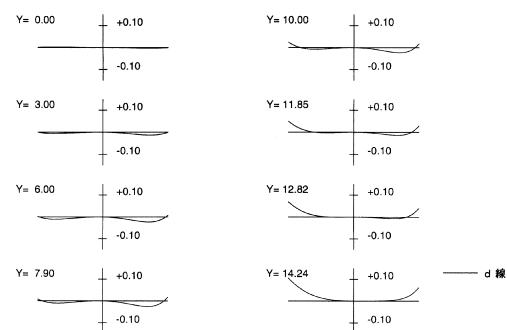
【図31】



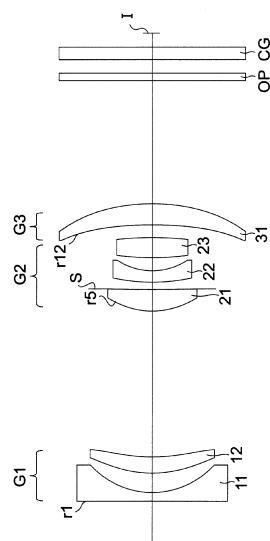
【図32】



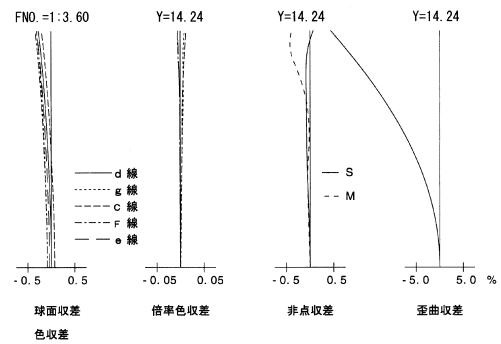
【図33】



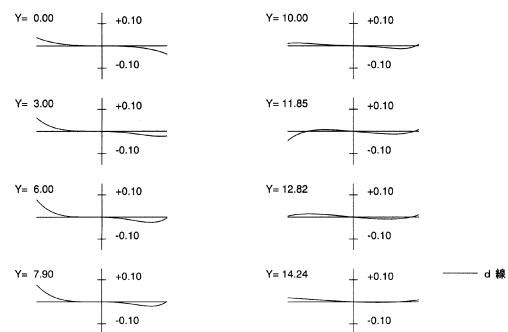
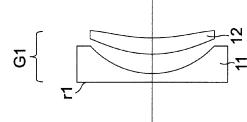
【図34】



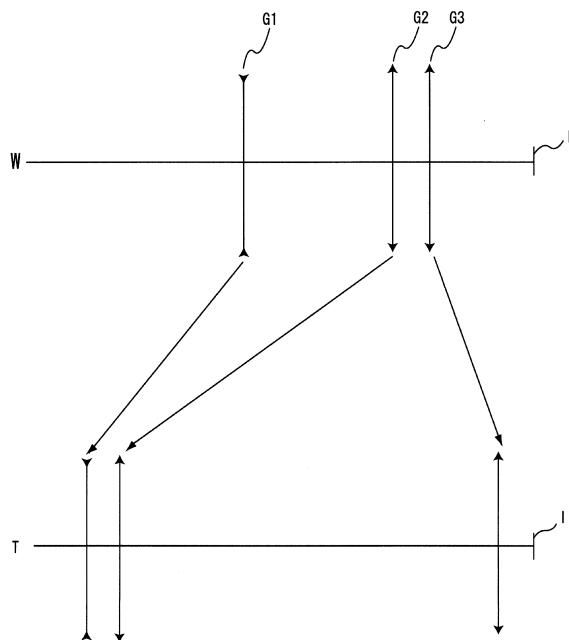
【図35】



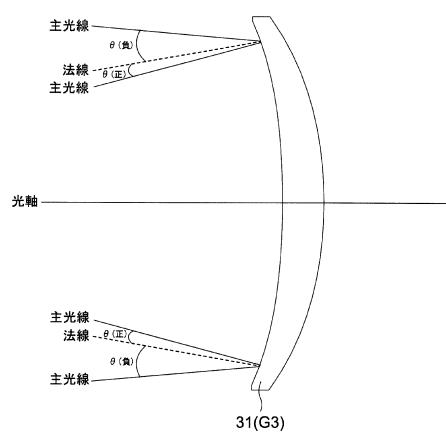
【図36】



【図37】



【図38】



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