

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5678997号
(P5678997)

(45) 発行日 平成27年3月4日(2015.3.4)

(24) 登録日 平成27年1月16日(2015.1.16)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 2 B 15/16 (2006.01) G 0 2 B 15/16
G 0 2 B 13/18 (2006.01) G 0 2 B 13/18

請求項の数 6 (全 25 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2013-136070 (P2013-136070) (22) 出願日 平成25年6月28日 (2013.6.28) (65) 公開番号 特開2015-11156 (P2015-11156A) (43) 公開日 平成27年1月19日 (2015.1.19) 審査請求日 平成26年11月5日 (2014.11.5)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 311015207 リコーイメージング株式会社 東京都板橋区前野町二丁目35番7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 (74) 代理人 100166408 弁理士 三浦 邦陽 (72) 発明者 大石 崇彦 東京都板橋区前野町2丁目35番7号 ペ ンタックスリコーイメージング株式会社内 審査官 堀井 康司</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

(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、負の屈折力の第1レンズ群と、正の屈折力の第2レンズ群とからなり、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レンズ群の間隔が減少する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、正の屈折力の第2Aレンズ群と、開口絞りと、正の屈折力の第2Bレンズ群とからなり、

第2Aレンズ群は、1枚または2枚の正レンズと、正レンズと負レンズの接合レンズとからなり、

次の条件式(1)を満足することを特徴とするズームレンズ系。

$$(1) 0.65 < f_{2A} / f_{2B} < 1.0$$

但し、

f_{2A} : 第2Aレンズ群の焦点距離、

f_{2B} : 第2Bレンズ群の焦点距離。

【請求項2】

請求項1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。

$$(2) 0.5 < FP / RP < 1.5$$

但し、

FP : 短焦点距離端における開口絞りより物体側のレンズ群の焦点距離、

R P : 短焦点距離端における開口絞りより像側のレンズ群の焦点距離。

【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、第 2 B レンズ群は、1 枚または 2 枚の正レンズと、1 枚の負レンズとからなるズームレンズ系。

【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 1 レンズ群は、非球面レンズを有しており、次の条件式 (3) を満足するズームレンズ系。

$$(3) 1.6 < f_{asp} / f_1 < 5.0$$

但し、

f_{asp} : 第 1 レンズ群中の非球面レンズの焦点距離、

f_1 : 第 1 レンズ群の焦点距離。

10

【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 (4) を満足するズームレンズ系。

$$(4) A_d > 52.5$$

但し、

A_d : 第 1 レンズ群中の非球面レンズの d 線に対するアッベ数。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系において、次の条件式 (5) を満足するズームレンズ系。

$$(5) -0.92 < f_1 / f_2 < -0.8$$

但し、

f_1 : 第 1 レンズ群の焦点距離、

f_2 : 第 2 レンズ群の焦点距離。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、標準域から中望遠領域までを含むズームレンズ系に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、標準域から中望遠領域までを含むズームレンズ系として、負正負正の 4 群ズームレンズ系や負正の 2 群ズームレンズ系が用いられている。一般的に、負正負正の 4 群ズームレンズ系は、設計自由度が高く収差補正に有利という長所を持つ反面、レンズ群（レンズ枚数）が多いためメカ機構が大型かつ複雑になるという短所を持っており、負正の 2 群ズームレンズ系は、レンズ群（レンズ枚数）が少ないためメカ機構がシンプルでコストを抑えやすいという長所を持つ反面、設計自由度が低く収差補正に不利という短所を持っている。また、F 値の小さい明るいズームレンズ系を得ようとする場合、負正の 2 群ズームレンズ系では設計自由度の低さから収差補正（特にコマフレアの補正）が難しく光学性能が劣化しやすいため、設計自由度の高い負正負正の 4 群ズームレンズ系がよく用いられている。

30

【0003】

特許文献 1 ~ 3 には、負正の 2 群ズームレンズ系が開示されている。しかし、いずれも、F 値が 3.5 ~ 4 程度しかなく明るさが不十分であり、また、コマ収差、球面収差、非点収差、歪曲収差、色収差などの諸収差が大きく発生して光学性能が劣化してしまうという問題がある。特許文献 1 は、フレアカット絞りを設けてこれをズーミング時に移動させることにより光量確保を狙っているが、そもそものレンズ全系の収差補正が不十分であるため、コマ収差の補正にフレアカット絞りが効果的に機能していない。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

50

【特許文献1】特開2010-128145号公報

【特許文献2】特許第4654506号公報

【特許文献3】特開平5-88084号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、以上の問題意識に基づいてなされたものであり、負正の2群ズームレンズ系において、メカ機構がシンプルでコストを抑えやすいという長所を生かしつつ、F値の小さい十分な明るさを得るとともに、コマ収差、球面収差、非点収差、歪曲収差、色収差などの諸収差を良好に補正して優れた光学性能を達成することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明のズームレンズ系は、物体側から順に、負の屈折力の第1レンズ群と、正の屈折力の第2レンズ群とからなり、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レンズ群の間隔が減少する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、正の屈折力の第2Aレンズ群と、開口絞りと、正の屈折力の第2Bレンズ群とからなり、第2Aレンズ群は、1枚または2枚の正レンズと、正レンズと負レンズの接合レンズとからなり、次の条件式(1)を満足することを特徴としている。

$$(1) \quad 0.65 < f_{2A} / f_{2B} < 1.0$$

但し、

f_{2A} : 第2Aレンズ群の焦点距離、

f_{2B} : 第2Bレンズ群の焦点距離、

である。

20

【0007】

本発明のズームレンズ系は、次の条件式(2)を満足することが好ましい。

$$(2) \quad 0.5 < FP / RP < 1.5$$

但し、

FP : 短焦点距離端における開口絞りより物体側のレンズ群の焦点距離(短焦点距離端における第1レンズ群と第2Aレンズ群の合成焦点距離)、

RP : 短焦点距離端における開口絞りより像側のレンズ群の焦点距離(短焦点距離端における第2Bレンズ群の焦点距離)、

である。

30

【0008】

条件式(2)が規定する条件範囲の中でも、次の条件式(2')を満足することが好ましい。

$$(2') \quad 1.0 < FP / RP < 1.4$$

【0011】

第2Bレンズ群は、1枚または2枚の正レンズと、1枚の負レンズとから構成することができる。

【0012】

本発明のズームレンズ系は、第1レンズ群が、非球面レンズを有しており、次の条件式(3)を満足することが好ましい。

$$(3) \quad 1.6 < f_{asp} / f_1 < 5.0$$

但し、

f_{asp} : 第1レンズ群中の非球面レンズの焦点距離、

f_1 : 第1レンズ群の焦点距離、

である。

40

【0013】

本発明のズームレンズ系は、次の条件式(4)を満足することが好ましい。

$$(4) \quad Ad > 52.5$$

50

但し、

A d : 第 1 レンズ群中の非球面レンズの d 線に対するアッペ数、
である。

【 0 0 1 4 】

本発明のズームレンズ系は、次の条件式 (5) を満足することが好ましい。

$$(5) - 0 . 9 2 < f 1 / f 2 < - 0 . 8$$

但し、

f 1 : 第 1 レンズ群の焦点距離、

f 2 : 第 2 レンズ群の焦点距離、

である。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、負正の 2 群ズームレンズ系において、メカ機構がシンプルでコストを抑えやすいという長所を生かしつつ、F 値の小さい十分な明るさを得るとともに、コマ収差、球面収差、非点収差、歪曲収差、色収差などの諸収差を良好に補正して優れた光学性能を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【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。

20

【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 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】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 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】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。

30

【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】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 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 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 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 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。

40

【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 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 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】本発明によるズームレンズ系の数値実施例 5 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 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。

50

【図 28】同数値実施例 5 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 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】本発明によるズームレンズ系の数値実施例 6 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 32】図 31 の構成における諸収差図である。

【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 6 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。

10

【図 37】本発明によるズームレンズ系の数値実施例 7 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 38】図 37 の構成における諸収差図である。

【図 39】図 37 の構成における横収差図である。

【図 40】同数値実施例 7 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 41】図 40 の構成における諸収差図である。

【図 42】図 40 の構成における横収差図である。

【図 43】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。

【発明を実施するための形態】

【0017】

20

本実施形態のズームレンズ系は、全数値実施例 1 - 7 を通じて、図 43 の簡易移動図に示すように、物体側から順に、負の屈折力の第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力の第 2 レンズ群 G 2 とからなる。第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、正の屈折力の第 2 A レンズ群 G 2 A と、開口絞り S と、正の屈折力の第 2 B レンズ群 G 2 B とからなる。I は像面である。

【0018】

本実施形態のズームレンズ系は、全数値実施例 1 - 7 を通じて、図 43 の簡易移動図に示すように、短焦点距離端 (Wide) から長焦点距離端 (Tele) への変倍に際し、第 1 レンズ群 G 1 が一旦像側に移動した後に物体側に移動し (Uターンし)、第 2 レンズ群 G 2 (第 2 A レンズ群 G 2 A、開口絞り S、第 2 B レンズ群 G 2 B) が単調に物体側に移動し、その結果、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の間隔が減少する。なお、無限遠物体から有限距離物体へのフォーカシングは、第 1 レンズ群 G 1 を物体側に移動させる (繰り出す) ことによつて行う。

30

【0019】

第 1 レンズ群 G 1 は、全数値実施例 1 - 7 を通じて、物体側から順に、負レンズ 1 1 と、負レンズ 1 2 と、正レンズ 1 3 とからなる。負レンズ 1 2 は、その像側の面が非球面からなる。

【0020】

第 2 A レンズ群 G 2 A は、数値実施例 1、2、4 では、物体側から順に、正レンズ 2 1 と、物体側から順に位置する正レンズ 2 2 と負レンズ 2 3 の接合レンズとからなる。

40

第 2 A レンズ群 G 2 A は、数値実施例 3、5 - 7 では、物体側から順に、正レンズ 2 1' と、正レンズ 2 2' と、物体側から順に位置する正レンズ 2 3' と負レンズ 2 4' の接合レンズとからなる。

【0021】

第 2 B レンズ群 G 2 B は、数値実施例 1 - 6 では、物体側から順に、正レンズ 2 5 と、負レンズ 2 6 と、正レンズ 2 7 とからなる。

第 2 B レンズ群 G 2 B は、数値実施例 7 では、物体側から順に、負レンズ 2 5' と、正レンズ 2 6' とからなる。

【0022】

従来一般的な負正の 2 群ズームレンズ系は、正の屈折力の第 2 レンズ群をトリプレッ

50

トの前側凸と凹の間に凸メニスカスレンズを挿入したいいわゆるエルノスター構成としたものが多く採用されているが、収差補正、特にコマフレアの補正が困難であり、光学性能が劣化しやすいという問題がある。

【 0 0 2 3 】

そこで本実施形態のズームレンズ系は、第 2 レンズ群 G 2 を、開口絞り S を境にして、それより物体側の第 2 A レンズ群 G 2 A と像側の第 2 B レンズ群 G 2 B とに分け、主として第 2 A レンズ群 G 2 A によって結像を行い、主として第 2 B レンズ群 G 2 B によってコマフレアを良好に補正することで、優れた光学性能を達成している。

【 0 0 2 4 】

さらに本実施形態のズームレンズ系は、第 2 レンズ群 G 2 (第 2 A レンズ群 G 2 A、第 2 B レンズ群 G 2 B) のレンズ構成を工夫し、且つ、第 2 A レンズ群 G 2 A と第 2 B レンズ群 G 2 B のパワーバランスを最適設定することで、F 値の小さい十分な明るさを得るとともに、コマ収差、球面収差、非点収差、歪曲収差、色収差などの諸収差を良好に補正して優れた光学性能を達成している。

【 0 0 2 5 】

第 2 A レンズ群 G 2 A は、全数値実施例 1 - 7 を通じて、1 枚または 2 枚の正レンズ (正レンズ 2 1、または正レンズ 2 1' と正レンズ 2 2') と、正レンズと負レンズの接合レンズ (正レンズ 2 2 と負レンズ 2 3 の接合レンズ、または正レンズ 2 3' と負レンズ 2 4' の接合レンズ) とからなる。

第 2 B レンズ群 G 2 B は、全数値実施例 1 - 7 を通じて、1 枚または 2 枚の正レンズ (正レンズ 2 5 と正レンズ 2 7、または正レンズ 2 6') と、1 枚の負レンズ (負レンズ 2 6 または負レンズ 2 5') とからなる。

第 2 B レンズ群 G 2 B 中に、負の球面収差を発生させる負レンズ (負レンズ 2 6 または負レンズ 2 5') を設けることで、F 値の小さい十分な明るさを得たときであっても、球面収差を良好に補正することができる。

また、第 2 A レンズ群 G 2 A 中の開口絞り S の直前位置に、正レンズと負レンズの接合レンズ (正レンズ 2 2 と負レンズ 2 3 の接合レンズ、または正レンズ 2 3' と負レンズ 2 4' の接合レンズ) を設けることで、色収差を良好に補正することができる。

【 0 0 2 6 】

第 1 レンズ群 G 1 は、歪曲収差を抑えつつ負の屈折力を得るために、少なくとも 1 枚の正レンズ (本実施形態では正レンズ 1 3) を含む複数枚のレンズから構成されている。

歪曲収差をより効果的に補正するためには、第 1 レンズ群 G 1 の最も物体側に正レンズを配置するのが良い。

しかし、F 値が大きく明るさが不十分な従来品のズームレンズ系でさえ、最も物体側に配置する正レンズの最大径が大きすぎるため、該正レンズひいてはレンズ全系を小径化しつつ、F 値の小さい十分な明るさを得るのは、極めて困難な技術課題である。

この技術課題を解決するために、本実施形態のズームレンズ系は、第 1 レンズ群 G 1 中に非球面レンズ (本実施形態では負レンズ 1 2) を配置している。この非球面レンズによって、歪曲収差を良好に補正することができ、さらに非球面の光学素材の選択を増やすことで、第 1 レンズ群 G 1 内のパワー配置をより適切にし、色収差などの諸収差を効果的に補正することができる。

第 1 レンズ群 G 1 は、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して物体側に移動するフォーカスレンズ群である。第 1 レンズ群 G 1 に少なくとも 1 枚の正レンズ (本実施形態では正レンズ 1 3) を含ませることで、フォーカシングに際して、球面収差、歪曲収差、コマ収差が大きく変動するのを抑えることができる。

【 0 0 2 7 】

条件式 (1) は、第 2 A レンズ群 G 2 A の焦点距離と、第 2 B レンズ群 G 2 B の焦点距離との比を規定している。条件式 (1) を満足することで、コマ収差や球面収差を良好に補正して、優れた光学性能を達成することができる。

条件式 (1) の上限を超えると、開口絞り S の前で光線を強く曲げることになり、コマ

10

20

30

40

50

収差の補正が不十分になる。

条件式(1)の下限を超えると、開口絞りSより像側の第2Bレンズ群G2Bの正のパワーが弱くなりすぎて、球面収差の補正が不十分になる。

【0028】

条件式(2)は、短焦点距離端における開口絞りSより物体側のレンズ群の焦点距離(短焦点距離端における第1レンズ群G1と第2Aレンズ群G2Aの合成焦点距離)と、短焦点距離端における開口絞りSより像側のレンズ群の焦点距離(短焦点距離端における第2Bレンズ群G2Bの焦点距離)との比を規定している。条件式(2)を満足することで、短焦点距離端から長焦点距離端までの変倍全域に亘って、収差の発生量を抑えて、優れた光学性能を達成することができる。特に、非点収差の補正には効果的であり、短焦点距離端から長焦点距離端までの変倍全域に亘って、良好なボケ味や点像を得ることができる。

10

条件式(2)の上限を超えると、物体側の光学系のパワーが強い為、非点収差だけでなく歪曲収差の補正も不十分になってしまう。

条件式(2)の下限を超えると、像側の光学系のパワーが強い為、球面収差が過剰に出してしまう。また、絞り後に光線を急激に曲げる為コマ収差も発生してしまう。

【0029】

本実施形態のズームレンズ系は、第1レンズ群G1が、その像側の面が非球面からなる負レンズ12を有している。負レンズ12は、その物体側の面のみまたはその両面を非球面としてもよい。また、第1レンズ群G1中の他のレンズ(負レンズ11、正レンズ13)の少なくとも1面を非球面としてもよい。

20

【0030】

条件式(3)は、第1レンズ群G1を上記のように構成した上で、第1レンズ群G1中の非球面レンズ(本実施形態では負レンズ12)の焦点距離と、第1レンズ群G1の焦点距離との比を規定している。条件式(3)を満足することで、第1レンズ群G1を少ないレンズ枚数で構成した上で、諸収差を良好に補正して優れた光学性能を達成することができる。

条件式(3)の上限を超えると、第1レンズ群G1中の非球面レンズ(本実施形態では負レンズ12)の負のパワーが弱く(焦点距離 f_{asp} が長く)なりすぎて、従来品のズームレンズ系よりもF値の小さい十分な明るさを得ようとしたときに、球面収差の補正が不十分となってしまう。

30

条件式(3)の下限を超えると、第1レンズ群G1中の非球面レンズ(本実施形態では負レンズ12)の負のパワーが強(焦点距離 f_{asp} が短く)なりすぎて、レンズ組み立て時の誤差許容値が極めて少なくなり、量産過程に多大な影響を及ぼす。また非球面形状に求められる精度も高く、成型困難となり、安定した光学性能を得る事が難しくなる。

【0031】

条件式(4)は、第1レンズ群G1を上記のように構成した上で、第1レンズ群G1中の非球面レンズ(本実施形態では負レンズ12)のd線に対するアッペ数を規定している。条件式(4)を満足することで、倍率色収差などの諸収差を良好に補正して、優れた光学性能を達成することができる。

40

条件式(4)の下限を超えると、倍率色収差などの諸収差の補正が不十分となる。

【0032】

条件式(5)は、第1レンズ群G1の焦点距離と、第2レンズ群G2の焦点距離との比を規定している。条件式(5)を満足することで、レンズ全系をコンパクトに保ちつつ、球面収差やコマ収差を良好に補正して優れた光学性能を達成することができる。

条件式(5)の上限を超えると、第1レンズ群G1の負のパワーが強くなりすぎて、負の球面収差が大きくなり、1枚の正レンズ13だけでは、この負の球面収差を補正しきれなくなる。その結果、第1レンズ群G1に必要なレンズ枚数が増えて、第1レンズ群G1ひいてはレンズ全系が大型化してしまう。

条件式(5)の下限を超えると、第2レンズ群G2の正のパワーが強くなりすぎて、軸

50

外の光線を強く集光することになる結果、コマ収差の補正が困難になる。

【実施例】

【0033】

次に具体的な数値実施例1-7を示す。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、(d)はd線に対するアッペ数を示す。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。長さの単位は[mm]である。

10

回転対称非球面は次式で定義される。

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

(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)

【0034】

全数値実施例1-7を通じて、第2レンズ群G2(第2Bレンズ群G2B)と像面Iとの間には、図示を省略した固定絞り(フレアカット絞り)が設けられており、この固定絞りがレンズデータの最終面となっている。固定絞りは、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、像面Iに対して固定されており(光軸方向に移動せず)、周辺光量を最適化する(有害な余剰光束をカットする)機能を持つ。このため、バックフォーカスfBは、固定絞りと像面Iとの間の光軸上の距離であり、一定値となっている。

20

【0035】

[数値実施例1]

図1~図6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は短焦点距離端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る。表1は面データ、表2は非球面データ、表3は各種データ、表4はレンズ群データである。

【0036】

本数値実施例1のズームレンズ系は、物体側から順に、負の屈折力の第1レンズ群G1と、正の屈折力の第2レンズ群G2とからなる。

30

【0037】

第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸の負メニスカスレンズ11と、物体側に凸の負メニスカスレンズ12と、物体側に凸の正メニスカスレンズ13とからなる。負メニスカスレンズ12は、その像側の面が非球面からなる。

【0038】

第2レンズ群G2は、物体側から順に、正の屈折力の第2Aレンズ群G2Aと、開口絞りSと、正の屈折力の第2Bレンズ群G2Bとからなる。

第2Aレンズ群G2Aは、物体側から順に、両凸正レンズ21と、物体側から順に位置する両凸正レンズ22と両凹負レンズ23の接合レンズとからなる。

40

第2Bレンズ群G2Bは、物体側から順に、物体側に凸の正メニスカスレンズ25と、物体側に凸の負メニスカスレンズ26と、両凸正レンズ27とからなる。

【0039】

(表1)

面データ

面番号	R	d	N(d)	(d)
1	47.867	1.562	1.72916	54.7
2	17.097	6.060		
3	46.121	3.240	1.68900	52.8
4*	19.326	8.761		

50

5	33.188	3.660	1.76182	26.5
6	69.829	d6		
7	64.514	3.060	1.74320	49.3
8	-175.121	0.100		
9	30.912	5.753	1.49700	81.6
10	-30.274	1.340	1.78800	47.4
11	201.409	2.900		
12絞		1.650		
13	62.059	1.993	1.71700	47.9
14	441.646	5.123		
15	42.455	1.483	1.84666	23.8
16	20.899	1.267		
17	64.749	3.166	1.60300	65.5
18	-37.958	d18		
19				

(表2)

非球面データ

面番号	K	A4	A6	A8	A10
4	0.000	-0.1834E-04	-0.7423E-07	0.8340E-10	-0.8259E-12

(表3)

各種データ

ズーム比(変倍比)	1.89			
短焦点距離端		中間焦点距離		長焦点距離端
FNO.	2.9	2.9		4.0
f	20.60	30.00		39.00
W	35.7	25.7		20.2
Y	14.24	14.24		14.24
fB	37.02	37.02		37.02
L	117.24	111.39		113.09
d6	27.117	10.964		2.796
d18	1.980	12.287		22.155

(表4)

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-31.12
2	7	34.12

【0040】

[数値実施例2]

図7～図12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7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8はその諸収差図、図9はその横収差図であり、図10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11はその諸収差図、図12はその横収差図である。表5は面データ、表6は非球面データ、表7は各種データ、表8はレンズ群データである。

【0041】

この数値実施例2のレンズ構成は、数値実施例1のレンズ構成と同様である。

【0042】

(表5)

面データ

面番号	R	d	N(d)	(d)
1	49.778	1.566	1.74131	53.5

10

20

30

40

50

2	16.620	5.824		
3	43.044	3.022	1.68900	52.8
4*	19.268	8.658		
5	33.549	2.976	1.74498	27.2
6	75.431	d6		
7	62.066	3.091	1.74120	45.0
8	-156.112	0.100		
9	32.585	5.632	1.49700	81.6
10	-30.923	1.340	1.78800	47.4
11	180.404	2.900		
12絞		2.363		
13	60.924	2.010	1.68002	56.1
14	432.231	4.959		
15	47.435	2.101	1.84999	23.7
16	21.481	1.131		
17	54.555	3.253	1.60300	65.5
18	-38.073	d18		
19				

10

(表6)

非球面データ

20

面番号	K	A4	A6	A8	A10
4	0.000	-0.2028E-04	-0.8080E-07	0.8643E-10	-0.9806E-12

(表7)

各種データ

ズーム比(変倍比) 1.89

	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端
FNO.	2.9	2.9	4.0
f	20.60	30.00	39.00
W	35.7	25.8	20.2
Y	14.24	14.24	14.24
fB	37.13	37.13	37.13
L	116.60	111.28	113.36
d6	26.570	10.684	2.650
d18	1.980	12.542	22.654

30

(表8)

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-30.49
2	7	34.26

【0043】

40

[数値実施例3]

図13~図18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13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9は面データ、表10は非球面データ、表11は各種データ、表12はレンズ群データである。

【0044】

この数値実施例3のレンズ構成は、以下の点を除いて、数値実施例1のレンズ構成と同様である。

(1) 第2Aレンズ群G2Aが、物体側から順に、両凸正レンズ21'と、物体側に凸の

50

正メニスカスレンズ 2 2' と、物体側から順に位置する両凸正レンズ 2 3' と両凹負レンズ 2 4' の接合レンズとからなる。

(2) 第 2 B レンズ群 G 2 B の正レンズ 2 5 が、両凸正レンズとからなる。

【 0 0 4 5 】

(表 9)

面データ

面番号	R	d	N(d)	(d)	
1	51.646	1.512	1.79799	47.6	
2	16.830	5.572			
3	38.967	1.900	1.71299	53.9	10
4*	19.125	7.396			
5	32.357	3.713	1.76307	27.7	
6	82.972	d6			
7	78.939	2.577	1.80000	41.9	
8	-1027.312	0.600			
9	107.949	2.582	1.76000	43.3	
10	289.084	0.713			
11	31.892	5.702	1.49700	81.6	
12	-28.374	1.340	1.79990	46.5	
13	4542.080	2.700			20
14絞		3.510			
15	66.811	2.011	1.78102	48.2	
16	-4706.309	2.426			
17	48.729	1.480	1.83982	23.6	
18	21.145	1.547			
19	77.164	3.085	1.60300	65.5	
20	-38.128	d20			
21					

(表 10)

非球面データ

面番号	K	A4	A6	A8	A10	A12	
4	0.000	-0.2024E-04	-0.6888E-07	-0.2165E-10	-0.3632E-12	-0.1248E-14	30

(表 11)

各種データ

ズーム比 (変倍比)	1.89		
	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端
FNO.	2.9	2.9	4.0
f	20.60	30.00	39.00
W	35.7	25.8	20.2
Y	14.24	14.24	14.24
fB	37.02	37.02	37.02
L	117.32	110.90	112.29
d6	27.956	11.301	2.878
d20	1.980	12.222	22.028

(表 12)

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-31.70
2	7	34.54

【 0 0 4 6 】

[数値実施例 4]

図 19 ~ 図 24 と表 13 ~ 表 16 は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例 4 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 は短焦点距離端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る。表 13 は面データ、表 14 は非球面データ、表 15 は各種データ、表 16 はレンズ群データである。

【 0047 】

この数値実施例 4 のレンズ構成は、数値実施例 1 のレンズ構成と同様である。

【 0048 】

(表 13)

10

面データ

面番号	R	d	N(d)	(d)
1	47.976	1.550	1.72916	54.7
2	17.096	6.720		
3	46.686	2.710	1.68900	52.8
4*	19.513	8.620		
5	33.152	3.660	1.76182	26.5
6	69.323	d6		
7	63.103	3.060	1.74320	49.3
8	-167.160	0.100		
9	30.519	5.760	1.49700	81.6
10	-30.519	1.340	1.78800	47.4
11	216.000	2.900		
12絞		2.070		
13	63.948	1.950	1.71700	47.9
14	342.890	4.470		
15	42.360	1.480	1.84666	23.8
16	20.828	1.360		
17	67.524	3.150	1.60300	65.5
18	-37.634	d18		
19				

20

30

(表 14)

非球面データ

面番号	K	A4	A6	A8	A10
4	0.000	-0.1770E-04	-0.6850E-07	0.5050E-10	-0.6878E-12

(表 15)

各種データ

ズーム比 (変倍比) 1.89

	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端
FNO.	2.9	2.9	4.0
f	20.59	30.00	39.00
W	35.8	25.8	20.2
Y	14.24	14.24	14.24
fB	37.02	37.02	37.02
L	116.95	111.18	112.94
d6	27.056	10.946	2.805
d18	1.980	12.320	22.215

40

(表 16)

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
---	----	------

50

1 1 -31.03
2 7 34.11

【 0 0 4 9 】

[数値実施例 5]

図 2 5 ~ 図 3 0 と表 1 7 ~ 表 2 0 は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例 5 を示している。図 2 5 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 6 はその諸収差図、図 2 7 はその横収差図であり、図 2 8 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 9 はその諸収差図、図 3 0 はその横収差図である。表 1 7 は面データ、表 1 8 は非球面データ、表 1 9 は各種データ、表 2 0 はレンズ群データである。

【 0 0 5 0 】

この数値実施例 5 のレンズ構成は、数値実施例 3 のレンズ構成と同様である。

【 0 0 5 1 】

(表 1 7)

面データ

面番号	R	d	N(d)	(d)
1	55.395	1.722	1.77787	47.8
2	16.822	5.237		
3	39.094	2.673	1.71299	53.9
4*	18.892	7.258		
5	32.407	3.273	1.74077	27.8
6	92.638	d6		
7	73.007	2.618	1.80000	40.1
8	-1842.033	0.100		
9	96.495	2.674	1.73000	42.9
10	313.394	1.340		
11	34.867	5.524	1.49700	81.6
12	-27.524	1.340	1.79999	44.3
13	539.709	2.700		
14絞		3.598		
15	62.501	2.116	1.75999	51.3
16	-459.755	2.500		
17	47.505	1.480	1.84666	23.8
18	21.335	1.347		
19	84.112	3.056	1.60300	65.5
20	-37.920	d20		

21

(表 1 8)

非球面データ

面番号	K	A4	A6	A8	A10
4	0.000	-0.2145E-04	-0.7588E-07	0.3377E-10	-0.8685E-12

(表 1 9)

各種データ

ズーム比 (変倍比)	1.89		
	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端
FNO.	2.8	3.5	4.1
f	20.60	30.00	39.00
W	36.7	26.5	20.8
Y	14.70	14.70	14.70
fB	37.03	37.03	37.03
L	117.12	110.84	112.30

10

20

30

40

50

d6	27.550	11.012	2.648
d20	1.980	12.238	22.059

(表 2 0)

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-31.57
2	7	34.45

【 0 0 5 2 】

[数値実施例 6]

図 3 1 ~ 図 3 6 と表 2 1 ~ 表 2 4 は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例 6 を示している。図 3 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 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 2 1 は面データ、表 2 2 は非球面データ、表 2 3 は各種データ、表 2 4 はレンズ群データである。

10

【 0 0 5 3 】

この数値実施例 6 のレンズ構成は、数値実施例 3 のレンズ構成と同様である。

【 0 0 5 4 】

(表 2 1)

面データ

面番号	R	d	N(d)	(d)
1	54.869	1.918	1.79513	47.8
2	16.800	5.480		
3	38.176	1.900	1.71299	53.9
4*	19.302	7.457		
5	32.778	3.282	1.75332	27.5
6	86.558	d6		
7	79.637	2.632	1.78309	45.7
8	-517.700	0.400		
9	110.583	2.547	1.75871	32.7
10	261.030	0.900		
11	32.450	5.701	1.49700	81.6
12	-28.208	1.340	1.79999	44.9
13	1082.321	2.700		
14絞		3.481		
15	64.538	2.050	1.78958	47.6
16	-1595.871	2.697		
17	48.360	1.536	1.83733	23.6
18	21.187	1.357		
19	78.886	3.075	1.60300	65.5
20	-38.173	d20		
21				

20

30

40

(表 2 2)

非球面データ

面番号	K	A4	A6	A8	A10	A12
4	0.000	-0.2023E-04	-0.7262E-07	0.3586E-10	-0.6599E-12	-0.6902E-15

(表 2 3)

各種データ

ズーム比 (変倍比)	1.89		
	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端
FNO.	2.9	3.5	4.0

50

f	20.60	30.00	39.00
W	36.7	26.5	20.8
Y	14.70	14.70	14.70
fB	37.02	37.02	37.02
L	117.32	110.92	112.31
d6	27.868	11.227	2.813
d20	1.980	12.220	22.021

(表 2 4)

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-31.69
2	7	34.52

10

【 0 0 5 5 】

[数値実施例 7]

図 3 7 ~ 図 4 2 と表 2 5 ~ 表 2 8 は、本発明によるズームレンズ系の数値実施例 7 を示している。図 3 7 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 3 8 はその諸収差図、図 3 9 はその横収差図であり、図 4 0 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 4 1 はその諸収差図、図 4 2 はその横収差図である。表 2 5 は面データ、表 2 6 は非球面データ、表 2 7 は各種データ、表 2 8 はレンズ群データである。

【 0 0 5 6 】

20

この数値実施例 7 のレンズ構成は、以下の点を除いて、数値実施例 3 のレンズ構成と同様である。

(1) 第 2 B レンズ群 G 2 B が、物体側から順に、物体側に凸の負メニスカスレンズ 2 5 ' と、両凸正レンズ 2 6 ' とからなる。

【 0 0 5 7 】

(表 2 5)

面データ

面番号	R	d	N(d)	(d)
1	49.052	3.403	1.77250	49.6
2	17.274	5.782		
3	50.424	2.314	1.72916	54.7
4*	20.431	9.715		
5	34.822	2.875	1.78898	24.4
6	71.256	d6		
7	43.505	3.495	1.61161	40.2
8	-191.247	0.100		
9	71.252	2.384	1.48749	70.2
10	293.490	0.250		
11	31.095	5.782	1.49700	81.6
12	-31.095	1.340	1.78436	38.0
13	77.387	3.072		
14絞		4.329		
15	43.041	4.269	1.78616	25.1
16	21.316	0.968		
17	44.553	3.303	1.61800	63.4
18	-33.551	d18		
19				

30

40

(表 2 6)

非球面データ

面番号	K	A4	A6	A8	A10
-----	---	----	----	----	-----

50

4 0.000 -0.1570E-04 -0.5803E-07 0.6728E-10 -0.6190E-12

(表 27)

各種データ

ズーム比(変倍比) 1.89

	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端
FNO.	2.8	3.4	4.0
f	20.60	30.00	39.00
W	36.7	26.5	20.8
Y	14.70	14.70	14.70
fB	37.02	37.02	37.02
L	117.92	113.00	115.32
d6	25.538	9.976	2.106
d18	1.980	12.625	22.818

(表 28)

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-30.06
2	7	34.04

【0058】

各数値実施例の各条件式に対する値を表 29 に示す。

(表 29)

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
条件式(1)	0.749	0.769	0.652	0.667
条件式(2)	1.114	1.039	1.482	1.382
条件式(3)	1.716	1.751	1.731	1.635
条件式(4)	52.8	52.8	53.9	52.8
条件式(5)	-0.912	-0.890	-0.918	-0.910
	実施例 5	実施例 6	実施例 7	
条件式(1)	0.790	0.720	0.658	
条件式(2)	1.026	1.240	1.379	
条件式(3)	1.719	1.803	1.62	
条件式(4)	53.87	53.87	54.68	
条件式(5)	-0.916	-0.918	-0.883	

【0059】

表 29 から明らかなように、数値実施例 1 ~ 数値実施例 7 は、条件式(1) ~ (5) を満足しており、諸収差図及び横収差図から明らかなように諸収差及び横収差は比較的良好に補正されている。

【0060】

本発明の特許請求の範囲に含まれるズームレンズ系に、実質的なパワーを有さないレンズまたはレンズ群を追加したとしても、本発明の技術的範囲に含まれる(本発明の技術的範囲を回避したことはない)。

【符号の説明】

【0061】

G 1 負の屈折力の第 1 レンズ群

1 1 負レンズ

1 2 負レンズ

1 3 正レンズ

G 2 正の屈折力の第 2 レンズ群

G 2 A 正の屈折力の第 2 A レンズ群

2 1 正レンズ

10

20

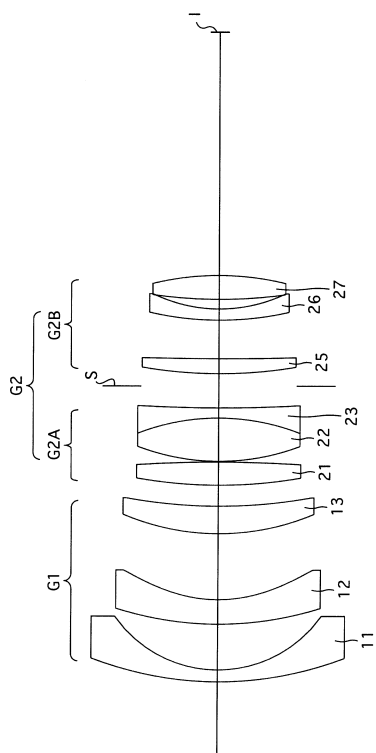
30

40

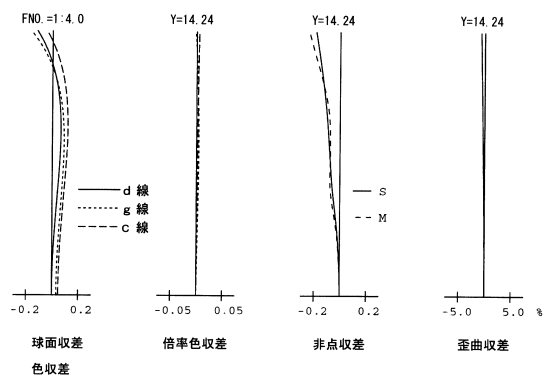
50

- 2 2 正レンズ
- 2 3 負レンズ
- 2 1' 正レンズ
- 2 2' 正レンズ
- 2 3' 正レンズ
- 2 4' 負レンズ
- G 2 B 正の屈折力の第 2 B レンズ群
- 2 5 正レンズ
- 2 6 負レンズ
- 2 7 正レンズ
- 2 5' 負レンズ
- 2 6' 正レンズ
- S 開口絞り
- I 像面

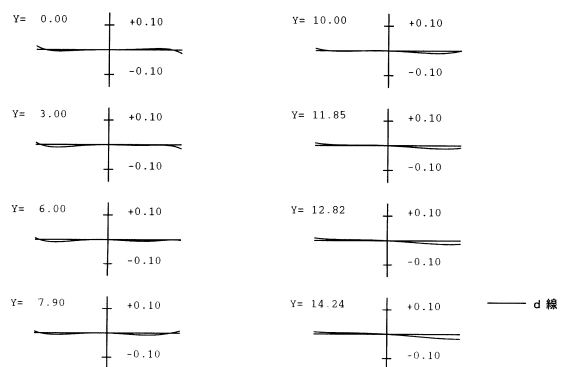
【 図 1 】



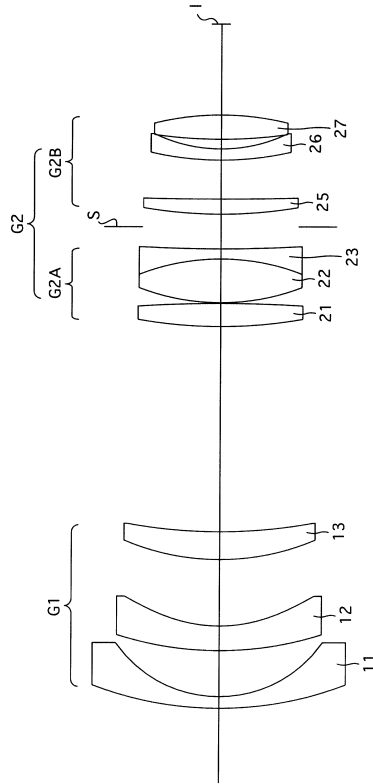
【 図 2 】



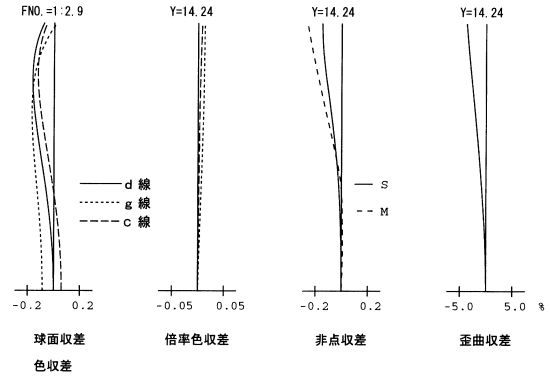
【 図 3 】



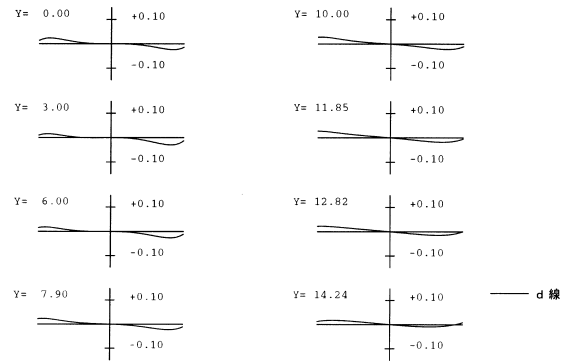
【 図 4 】



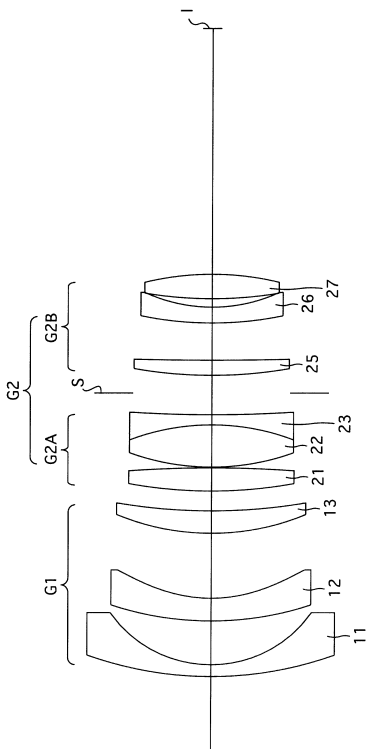
【 図 5 】



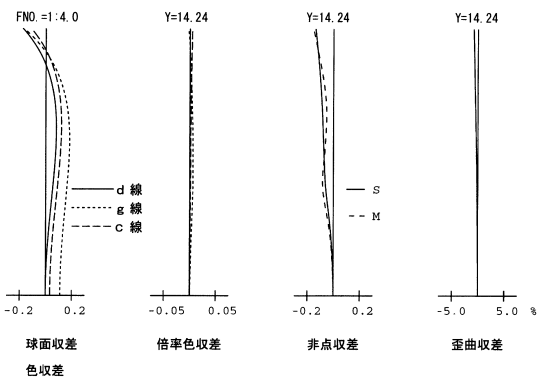
【 図 6 】



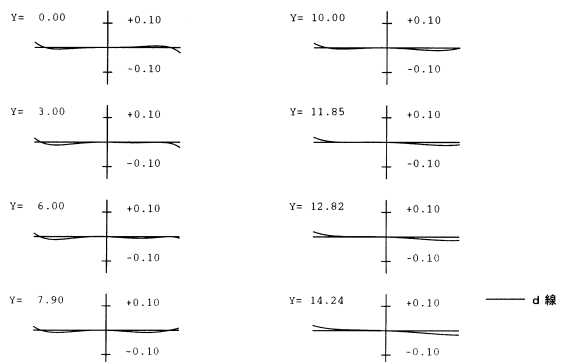
【 図 7 】



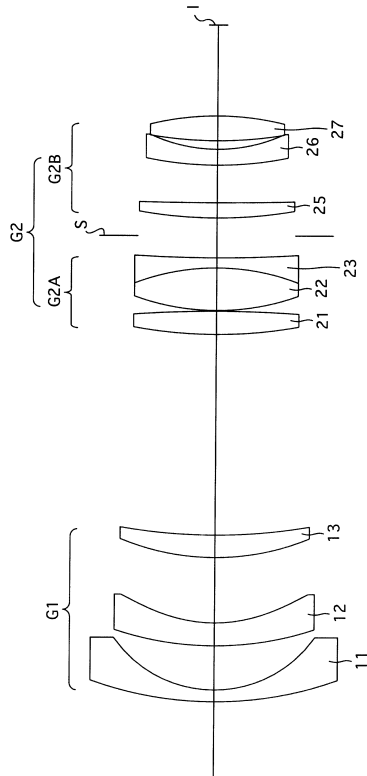
【 図 8 】



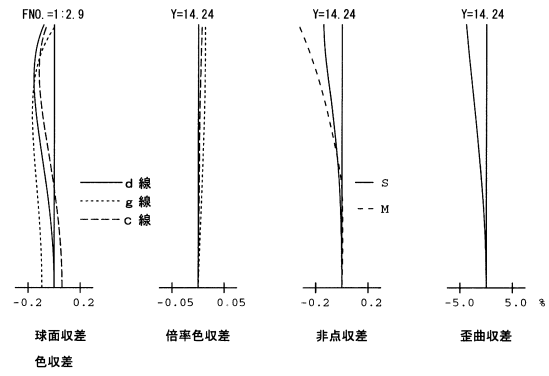
【 図 9 】



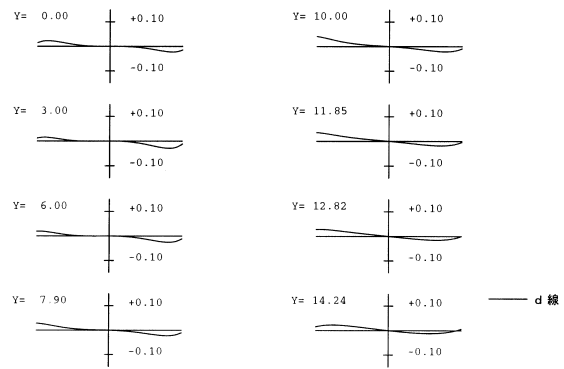
【 10 】



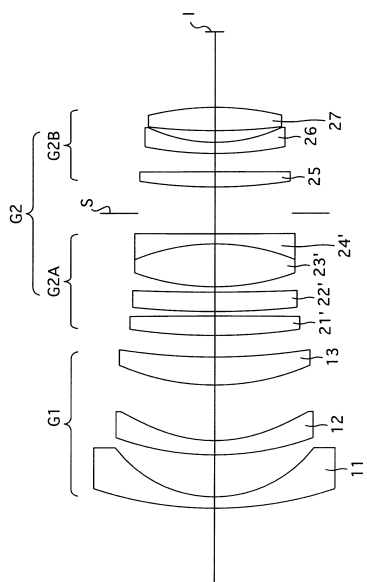
【 11 】



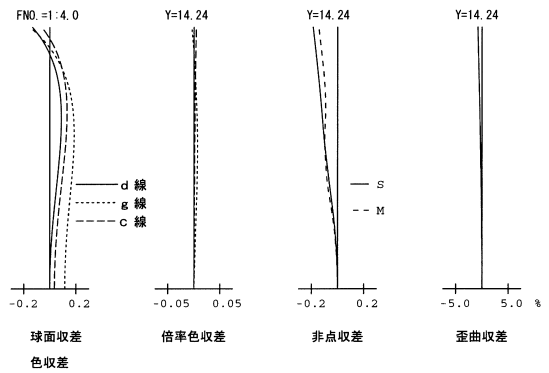
【 12 】



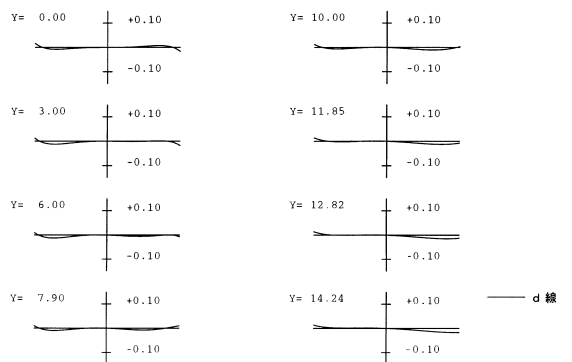
【 13 】



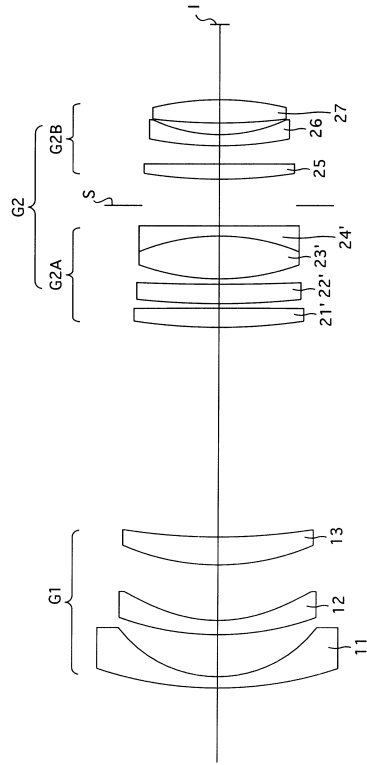
【 14 】



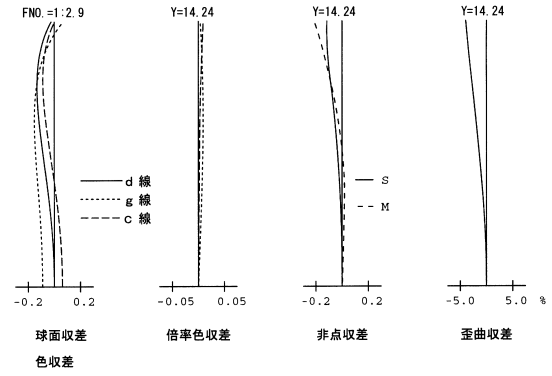
【 15 】



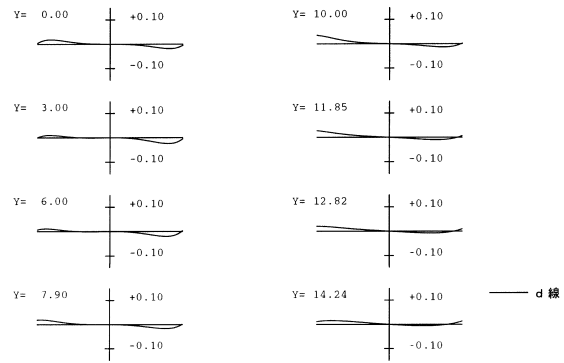
【 16 】



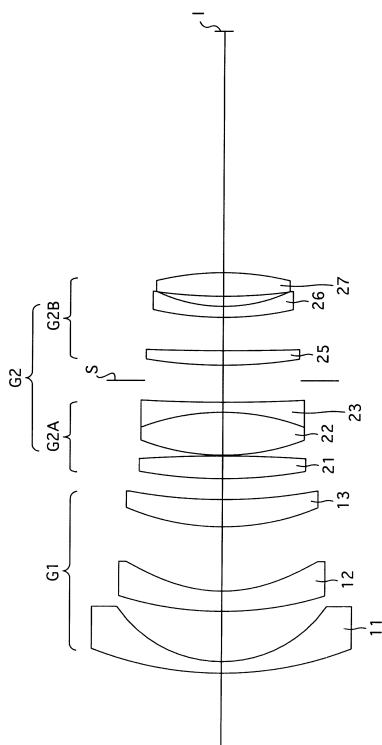
【 17 】



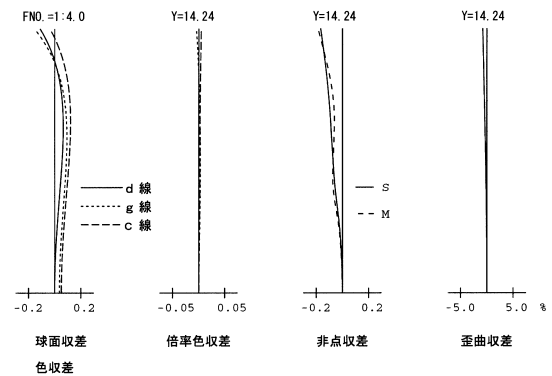
【 18 】



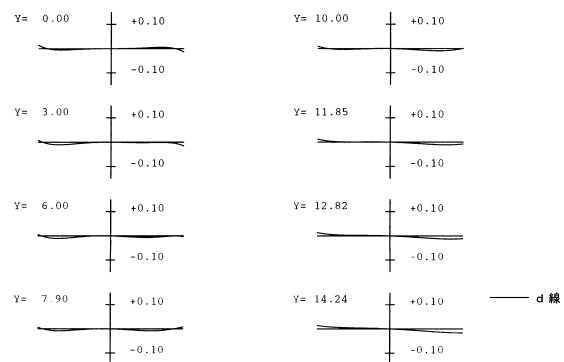
【 19 】



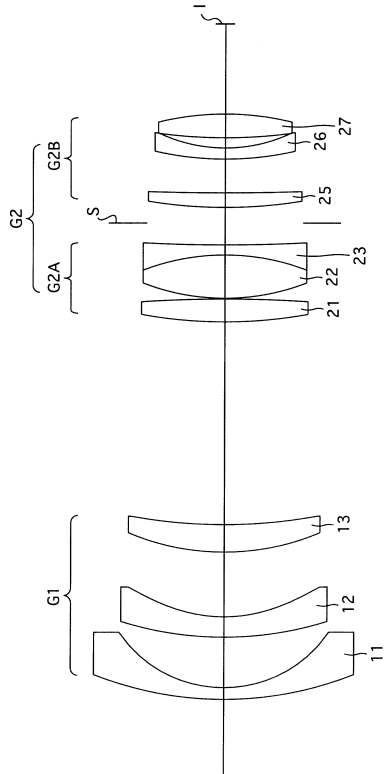
【 20 】



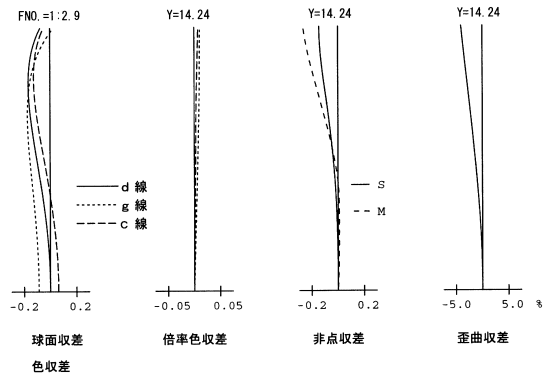
【 21 】



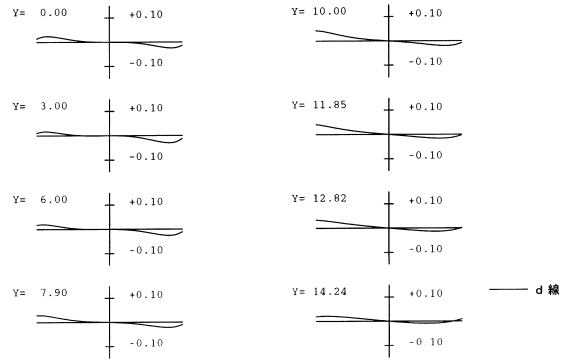
【 2 2 】



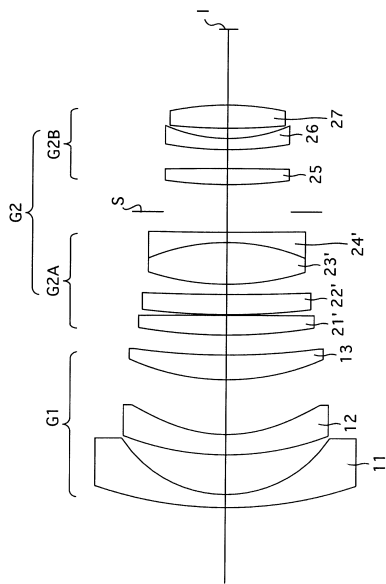
【 2 3 】



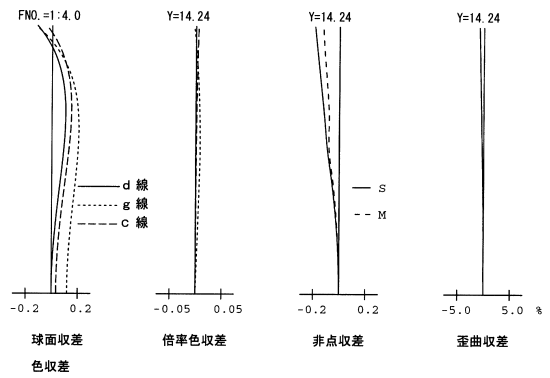
【 2 4 】



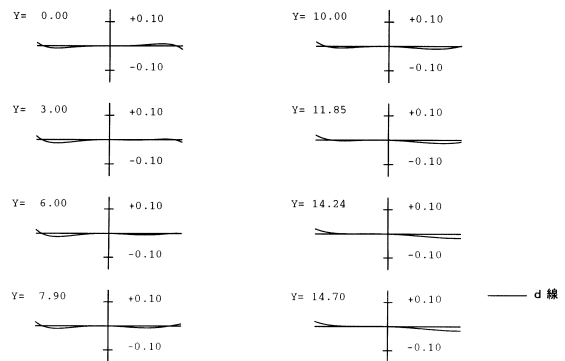
【 2 5 】



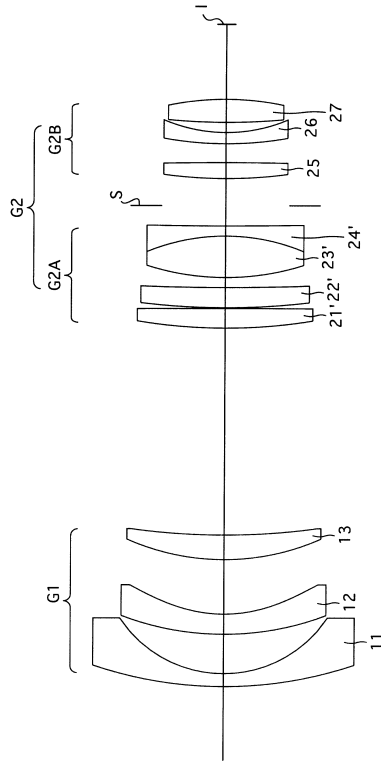
【 2 6 】



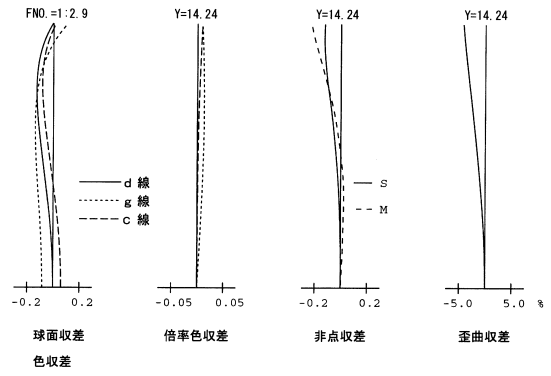
【 2 7 】



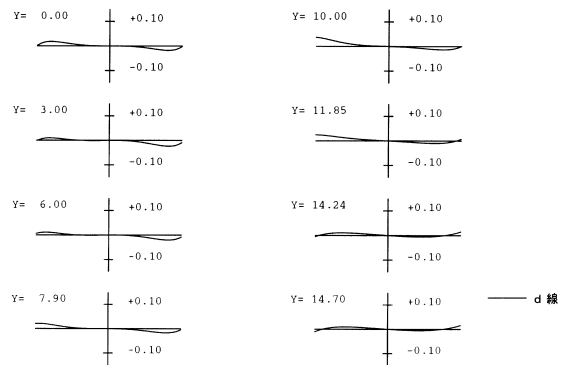
【 28 】



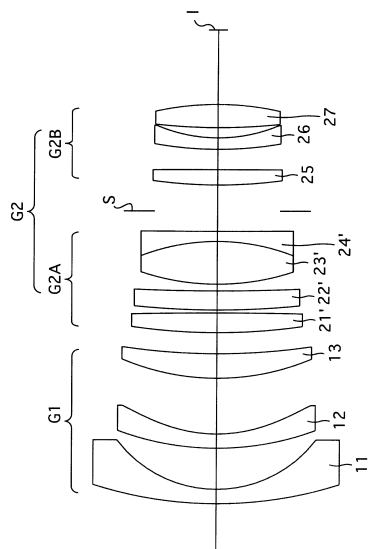
【 29 】



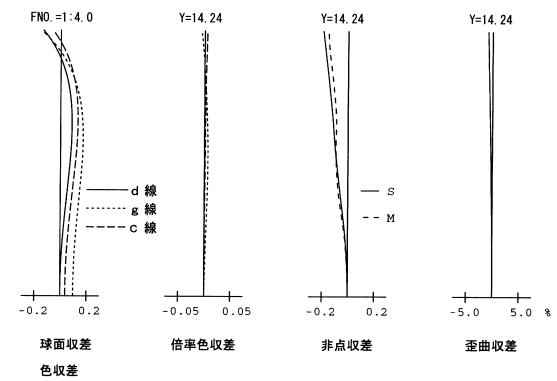
【 30 】



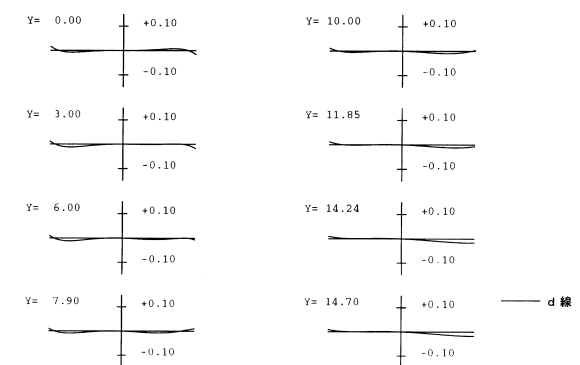
【 31 】



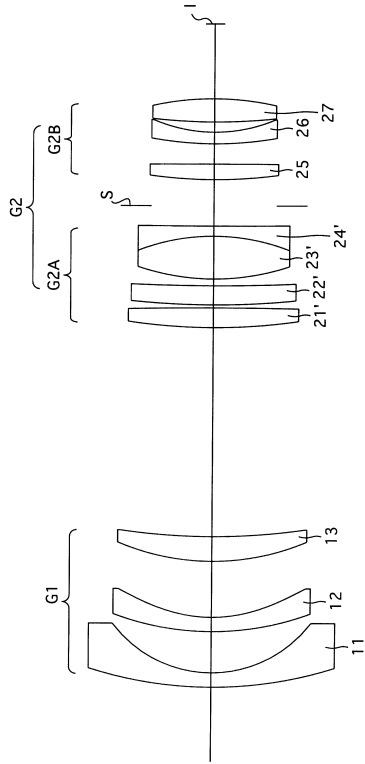
【 32 】



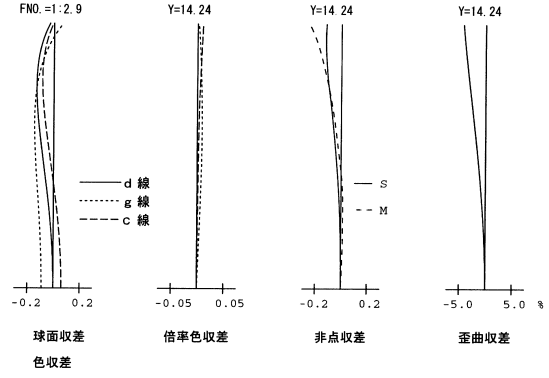
【 33 】



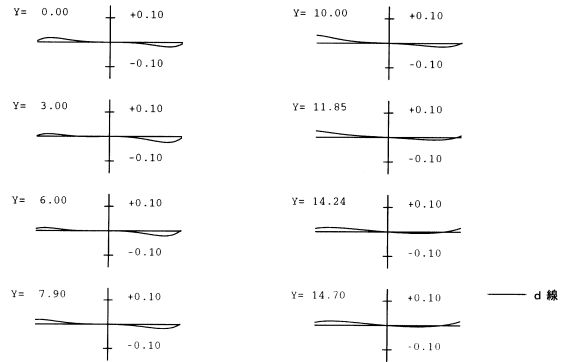
【 34 】



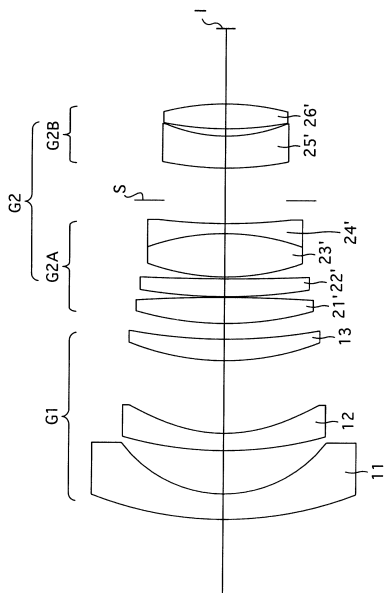
【 35 】



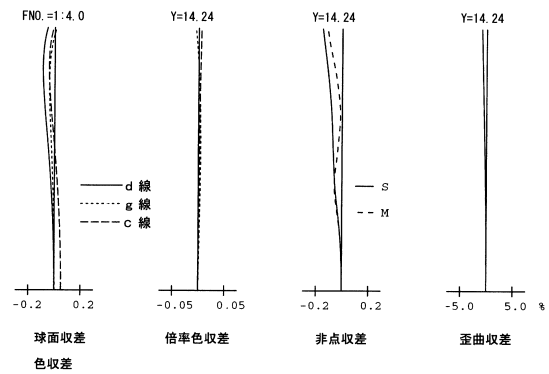
【 36 】



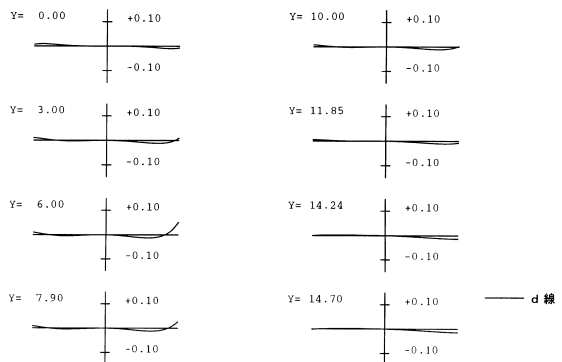
【 37 】



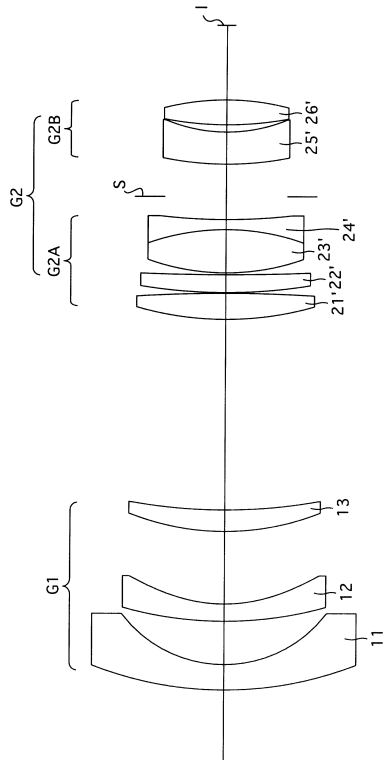
【 38 】



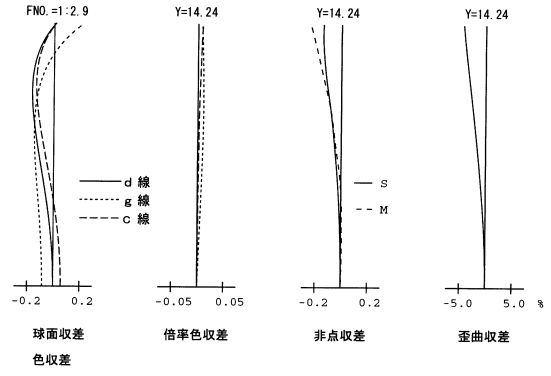
【 39 】



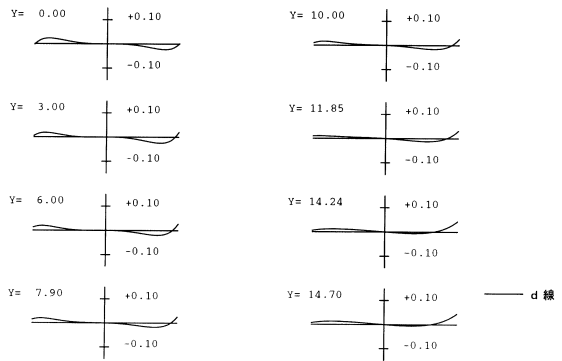
【 図 4 0 】



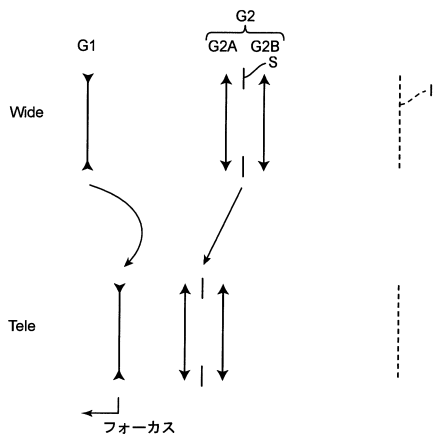
【 図 4 1 】



【 図 4 2 】



【 図 4 3 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-53437(JP,A)
特開2011-107269(JP,A)
特開2011-107267(JP,A)
特開2010-44228(JP,A)
特開平10-161024(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 15/16

G02B 13/18