

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-247689

(P2012-247689A)

(43) 公開日 平成24年12月13日(2012.12.13)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G 0 2 B 15/20 (2006.01)	G O 2 B 15/20	2 H 0 8 7
G 0 2 B 13/18 (2006.01)	G O 2 B 13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 49 頁)

(21) 出願番号	特願2011-120495 (P2011-120495)	(71) 出願人	311015207
(22) 出願日	平成23年5月30日 (2011. 5. 30)		ペンタックス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
		(72) 発明者	加藤 浩司 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 HOYA株式会社内
		(72) 発明者	小織 雅和 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 HOYA株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ系及びこれを用いた光学機器

(57) 【要約】

【課題】変倍比が2.9程度でありながらコンパクトであり、フォーカス機構系の小型化と迅速なフォーカシングを達成でき、ワイド端におけるフォーカシング時に球面収差や歪曲収差を良好に補正できるズームレンズ系及びこれを用いた光学機器を得る。

【解決手段】物体側から順に、負の第1レンズ群、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正の第2レンズ群、及び正の第3レンズ群からなり、次の条件式(1)及び(2)を満足するズームレンズ系。

$$(1) 0.4 < |d12w / f1| < 1.0$$

$$(2) d12w < d23w$$

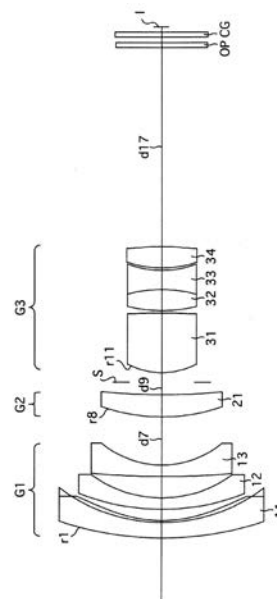
但し、

f1：第1レンズ群の焦点距離、

d12w：ワイド端における第1レンズ群の最も像側の面と第2レンズ群の最も物体側の面との空気間隔、

d23w：ワイド端における第2レンズ群の最も像側の面と第3レンズ群の最も物体側の面との空気間隔。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、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正の屈折力の第 2 レンズ群、及び正の屈折力の第 3 レンズ群からなるズームレンズ系において、

次の条件式 (1) 及び (2) を満足することを特徴とするズームレンズ系。

$$(1) 0 . 4 < | d 1 2 w / f 1 | < 1 . 0$$

$$(2) d 1 2 w < d 2 3 w$$

但し、

$f 1$: 第 1 レンズ群の焦点距離、

$d 1 2 w$: 短焦点距離端における第 1 レンズ群の最も像側の面と第 2 レンズ群の最も物体側の面との空気間隔、

$d 2 3 w$: 短焦点距離端における第 2 レンズ群の最も像側の面と第 3 レンズ群の最も物体側の面との空気間隔。

【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 (3) を満足するズームレンズ系。

$$(3) 1 . 5 < m 2 w < 2 . 3$$

但し、

$m 2 w$: 短焦点距離端における無限遠合焦時の第 2 レンズ群の横倍率。

【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 (4) を満足するズームレンズ系。

$$(4) - 1 < S F < 0$$

但し、

$$S F = (R 2 F - R 2 R) / (R 2 F + R 2 R)$$

$R 2 F$: 第 2 レンズ群中の最も物体側の面の曲率半径、

$R 2 R$: 第 2 レンズ群中の最も像側の面の曲率半径。

【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 レンズ群中、第 3 レンズ群中にそれぞれ少なくとも 1 枚の非球面レンズが含まれているズームレンズ系。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 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、少なくとも 2 枚の像側に凹の負レンズを有しているズームレンズ系。

【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、第 1 レンズ群は、3 枚の像側に凹の負レンズからなるズームレンズ系。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系において、第 3 レンズ群は、少なくとも 3 枚の正レンズを有しているズームレンズ系。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系において、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の間に絞りが位置しているズームレンズ系。

【請求項 9】

請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系によって形成される像を電氣的信号に変換する撮像素子を備えた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、デジタルカメラ等の光学機器に用いて好適なズームレンズ系に関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

近年、デジタルカメラ等の光学機器に用いられるズームレンズ系には、よりコンパクトで高性能であることが求められている。フォーカス機構系の小型化と迅速なフォーカシングの要望も強い。

【0003】

広角域を含んだ撮影レンズ系として、物体側から順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、及び正の屈折力の第3レンズ群からなる3群構成のものが知られている（特許文献1-6）。

【0004】

特許文献2、3では、第1レンズ群の全体を移動させてフォーカシングを行うフロントフォーカス方式を採用している。しかし、このフロントフォーカス方式では、フォーカスレンズ群である第1レンズ群の重量が大きいと（第1レンズ群のレンズ枚数が多いと）、フォーカス機構系であるモータやアクチュエータが大型化する。このため、鏡筒を含むレンズの最大径が大きくなってレンズ全系が大型化する。

【0005】

特許文献4、5では、第2レンズ群と第3レンズ群の双方を移動させてフォーカシングを行っている。しかし、フォーカスレンズ群を2群使っているため、フォーカスレンズ群が重量化し、フォーカス機構系であるモータやアクチュエータが大型化する。

【0006】

特許文献1、6では、第2レンズ群を移動させてフォーカシングを行うインナーフォーカス方式を採用している。しかし、フォーカス機構系であるモータやアクチュエータへの負担は依然として大きく、迅速なフォーカシングに十分に対応しているとは言えない。

【0007】

また特許文献1-3、6はズームレンズ系であるが、いずれもズーム比（変倍比）が2未満であり、変倍比が少ない。

【0008】

そして特許文献1-6のいずれも、最も焦点距離が短い状態で、第1レンズ群の最も像側の面と第2レンズ群の最も物体側の面との空気間隔が、第2レンズ群の最も像側の面と第3レンズ群の最も物体側の面との空気間隔よりも大きくなっている。このため、第1レンズ群から出た光線が発散した状態で第2レンズ群に入射して第2レンズ群内での軸上光線が高くなりすぎる結果、フォーカシング時の収差変動、特に球面収差や歪曲収差の変動が大きくなってしまう。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開平8-304704号公報

【特許文献2】特開2000-131611号公報

【特許文献3】特開2004-85600号公報

【特許文献4】特開2005-181851号公報

【特許文献5】特開2005-181852号公報

【特許文献6】特開2010-204647号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は、以上の問題意識に基づいて完成されたものであり、変倍比（ズーム比）が2.9程度でありながらコンパクトであり、フォーカス機構系の小型化と迅速なフォーカシングを達成でき、短焦点距離端におけるフォーカシング時に球面収差や歪曲収差を良好に補正できるズームレンズ系及びこれを用いた光学機器を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【0011】

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、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正の屈折力の第2レンズ群、及び正の屈折力の第3レンズ群からなるズームレンズ系において、次の条件式(1)及び(2)を満足することを特徴としている。

$$(1) 0.4 < |d_{12w} / f_1| < 1.0$$

$$(2) d_{12w} < d_{23w}$$

但し、

f_1 : 第1レンズ群の焦点距離[mm]、

d_{12w} : 短焦点距離端における第1レンズ群の最も像側の面と第2レンズ群の最も物体側の面との光軸上の空気間隔[mm]、

d_{23w} : 短焦点距離端における第2レンズ群の最も像側の面と第3レンズ群の最も物体側の面との光軸上の空気間隔[mm]、

である。

【0012】

本発明のズームレンズ系は、次の条件式(3)を満足することが好ましい。

$$(3) 1.5 < m_{2w} < 2.3$$

但し、

m_{2w} : 短焦点距離端における無限遠合焦時の第2レンズ群の横倍率、

である。

【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。

$$(4) -1 < SF < 0$$

但し、

$$SF = (R_{2F} - R_{2R}) / (R_{2F} + R_{2R})$$

R_{2F} : 第2レンズ群中の最も物体側の面の曲率半径[mm]、

R_{2R} : 第2レンズ群中の最も像側の面の曲率半径[mm]、

である。

【0014】

本発明のズームレンズ系は、条件式(4)の条件式範囲の中でも、次の条件式(4')を満足することがより好ましい。

$$(4') -0.8 < SF < -0.4$$

【0015】

諸収差を良好に補正するためには、第1レンズ群中、第3レンズ群中にそれぞれ少なくとも1枚の非球面レンズを含ませることが好ましい。

【0016】

第1レンズ群には、少なくとも2枚の像側に凹の負レンズを含ませることが好ましい。

例えば第1レンズ群は、3枚の像側に凹の負レンズで構成することができる。像側に凹の負レンズは、像側に凹の負メニスカスレンズまたは両凹負レンズである。

【0017】

第3レンズ群には少なくとも3枚の正レンズを含ませることが好ましい。

【0018】

絞りは第2レンズ群と第3レンズ群の間に位置させるのが実際的である。

【0019】

本発明の光学機器は、上述したいずれかのズームレンズ系によって形成される像を電気的信号に変換する撮像素子を備えたことを特徴としている。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、変倍比(ズーム比)が2.9程度でありながらコンパクトであり、フォーカス機構系の小型化と迅速なフォーカシングを達成でき、短焦点距離端におけるフォ

10

20

30

40

50

ーカシング時に球面収差や歪曲収差を良好に補正できるズームレンズ系及びこれを用いた光学機器が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【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の構成における縦収差図である。

【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の構成における縦収差図である。

10

【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の構成における縦収差図である。

【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。

【図11】図10の構成における縦収差図である。

【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。

20

【図14】図13の構成における縦収差図である。

【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の構成における縦収差図である。

【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。

【図20】図19の構成における縦収差図である。

【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。

30

【図23】図22の構成における縦収差図である。

【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の構成における縦収差図である。

【図27】図25の構成における横収差図である。

【図28】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の構成における縦収差図である。

【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。

40

【図32】図31の構成における縦収差図である。

【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の構成における縦収差図である。

【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の構成における縦収差図である。

【図39】図37の構成における横収差図である。

50

【図 4 0】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 4 1】図 4 0 の構成における縦収差図である。

【図 4 2】図 4 0 の構成における横収差図である。

【図 4 3】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】

【0022】

本実施形態のズームレンズ系は、図 4 3 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、正の屈折力の第 2 レンズ群 G 2、及び正の屈折力の第 3 レンズ群 G 3 からなる。第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 の間に位置する絞り S は、第 3 レンズ群 G 3 と一体に移動する。I は像面である。

10

【0023】

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 の間隔及び第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 の間隔がともに減少するように、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移動する。

より具体的には、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 は一旦像側に移動してから若干量だけ物体側に戻り (結果として像側に移動し)、第 2 レンズ群 G 2 は一旦像側に移動してから若干量だけ物体側に戻り (結果として像側に移動し)、第 3 レンズ群 G 3 は単調に物体側に移動する。

【0024】

20

第 1 レンズ群 G 1 は、数値実施例 1 - 4、6、7 では、3 枚の負レンズ (像側に凹の負レンズ) 1 1、1 2、1 3 からなる。最も物体側の負レンズ 1 1 は、ガラスレンズの像側の面に合成樹脂材料による非球面層が接着形成されたハイブリッドレンズである。

第 1 レンズ群 G 1 は、数値実施例 5 では、2 枚の負レンズ (像側に凹の負レンズ) 1 1'、1 2' からなる。像側の負レンズ 1 1' はその像側の面が非球面である。

【0025】

第 2 レンズ群 G 2 は、全数値実施例 1 - 7 を通じて、正単レンズ 2 1 からなる。正単レンズ 2 1 (第 2 レンズ群 G 2) は、フォーカシング時に移動するフォーカスレンズ (フォーカスレンズ群) である。つまり、無限遠物体から有限距離物体へ合焦させるに際し、正単レンズ 2 1 (第 2 レンズ群 G 2) を像側に移動してフォーカシングを行う。

30

【0026】

第 3 レンズ群 G 3 は、全数値実施例 1 - 7 を通じて、物体側から順に、正レンズ 3 1、物体側から順に位置する正レンズ 3 2 と負レンズ 3 3 の接合レンズ、及び正レンズ 3 4 の 4 枚のレンズからなる。正レンズ 3 1 と正レンズ 3 4 はともにその両面が非球面である。

【0027】

本実施形態では、歪曲収差の発生を抑えながら負の屈折力を得るために、第 1 レンズ群 G 1 を 3 枚の負レンズ (像側に凹の負レンズ) 1 1、1 2、1 3 または 2 枚の負レンズ (像側に凹の負レンズ) 1 1'、1 2' で構成し、第 2 レンズ群を正単レンズ 2 1 で構成している。

【0028】

40

歪曲収差を抑えるためには第 1 レンズ群の最も物体側に正レンズ (物体側に凸の正レンズ) を配置するのが効果的である。しかし第 1 レンズ群の最も物体側に正レンズ (物体側に凸の正レンズ) を配置すると、第 1 レンズ群の最大径が大きくなりすぎてレンズ全系が大型化してしまう。

そこで本実施形態では、第 1 レンズ群 G 1 を 3 枚の負レンズ (像側に凹の負レンズ) 1 1、1 2、1 3 または 2 枚の負レンズ (像側に凹の負レンズ) 1 1'、1 2' で構成した上で、第 1 レンズ群 G 1 中に非球面レンズを含ませることで、第 1 レンズ群 G 1 の大型化を防止するとともに、歪曲収差の発生を抑えることに成功している。

【0029】

第 1 レンズ群 G 1 中の非球面レンズは、製造コストの観点からは、レンズ径が最も小さ

50

い最も像側のレンズに配置すること、つまり負レンズ 1 3 または負レンズ 1 2 ' を非球面レンズとした方が良いが、その反面、レンズ径が小さいと収差補正が不十分となる。

そこで本実施形態では、第 1 レンズ群 G 1 中の最も物体側のレンズ（負レンズ 1 1 または負レンズ 1 1 '）を非球面レンズとして良好な収差補正を実現している。その場合の非球面レンズは、製造コストを考慮すると、ガラスレンズに合成樹脂材料による非球面層を接着形成したハイブリッドレンズとすることが好ましい。また第 1 レンズ群 G 1 中に含ませる非球面を、近軸球面に比して、光軸から離れるに従って負の屈折力を弱める（正の屈折力を強める）性質とすれば、その非球面で正の歪曲収差を発生させて、第 1 レンズ群 G 1 で発生が顕著である負の歪曲収差を良好に補正することができる。

【0030】

第 2 レンズ群 G 2 の正単レンズ 2 1 は、フォーカシング時に移動するフォーカスレンズであり、フォーカシング時に歪曲収差、球面収差、コマ収差が変動するのを十分に抑える。

本実施形態では、短焦点距離端において、フォーカスレンズである正単レンズ 2 1 を第 3 レンズ群 G 3（絞り S）から可能な限り離れた位置（第 1 レンズ群 G 1 に近い位置）に配置することで、移動による収差変動に対する感度、特に球面収差や歪曲収差の変動に対する感度を低く抑えることに成功している。

【0031】

またフォーカスレンズを正単レンズ 2 1 で構成することで、フォーカスレンズを軽量化してフォーカス機構系であるモータやアクチュエータを小型化することができる。このため、鏡筒を含むレンズの最大径を小さくしてレンズ全系をコンパクト化することができる。さらに迅速なフォーカシングも可能になる。

【0032】

本実施形態では、第 3 レンズ群 G 3 中に負の球面収差を発生させる少なくとも 1 枚の負レンズ（負レンズ 3 3）を含ませることで、軸外収差に与える影響を小さく保ったまま全系で発生する球面収差を良好に補正している。また、第 3 レンズ群 G 3 中に少なくとも 3 枚の正レンズ（正レンズ 3 1、3 2、3 4）を含ませることで、球面収差やコマ収差の発生を抑えている。さらに第 3 レンズ群 G 3 中の負レンズを他の正レンズと接合する（正レンズ 3 2 と負レンズ 3 3 を接合する）ことで高次の球面収差を良好に補正している。

【0033】

条件式（1）及び（2）はともに、第 1 レンズ群 G 1 から第 2 レンズ群 G 2 に入射する光線による収差補正に関するものである。条件式（1）及び（2）を満足することで、第 1 レンズ群 G 1 から出た光線をあまり発散させずに第 2 レンズ群 G 2 に入射させることができ、第 2 レンズ群 G 2 内での軸上光線を低くして、短焦点距離端におけるフォーカシング時に球面収差や歪曲収差を良好に補正することができる。

【0034】

条件式（1）は、第 1 レンズ群 G 1 の焦点距離と、短焦点距離端における第 1 レンズ群 G 1 の最も像側の面と第 2 レンズ群 G 2 の最も物体側の面との空気間隔との比を規定している。

条件式（1）の上限を超えると、第 1 レンズ群 G 1 の負の屈折力が強くなりすぎて、歪曲収差や非点収差の補正が困難となる。

条件式（1）の下限を超えると、第 1 レンズ群 G 1 の負の屈折力が弱くなりすぎて、フォーカスレンズである正単レンズ 2 1 が大径化し、レンズ全系が大型化する。

【0035】

条件式（2）は、短焦点距離端において、第 1 レンズ群 G 1 の最も像側の面と第 2 レンズ群 G 2 の最も物体側の面との空気間隔が、第 2 レンズ群 G 2 の最も像側の面と第 3 レンズ群 G 3 の最も物体側の面との空気間隔よりも小さいことを規定している。条件式（2）を満足することで、短焦点距離端において第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 が十分に離れていることになり、第 2 レンズ群 G 2 内での軸上光線を低くして、短焦点距離端におけるフォーカシング時に球面収差や歪曲収差を良好に補正することができる。

10

20

30

40

50

条件式(2)を満足しないと、第2レンズ群G2内での軸上光線が高くなりすぎて、短焦点距離端におけるフォーカシング時の球面収差が補正不足(アンダー)となる。

【0036】

条件式(3)は、短焦点距離端における無限遠合焦時の第2レンズ群G2の横倍率を規定している。条件式(3)を満足することで、第2レンズ群G2のフォーカシング移動量を小さく抑えてレンズ全系を小型化するとともに、フォーカシング時の球面収差やコマ収差を良好に補正することができる。

条件式(3)の上限を超えると、第2レンズ群G2の屈折力が強くなるため第2レンズ群G2のフォーカシング移動量を小さくできるが、その反面、フォーカシング時の収差変動、特に球面収差やコマ収差の変動が大きくなる。

条件式(3)の下限を超えると、第2レンズ群G2の屈折力が弱すぎて第2レンズ群G2のフォーカシング移動量を大きくせざるを得ず、レンズ全長が大きくなる、最短撮影距離が長くなるといった不都合が生じる。

【0037】

上述したように、フォーカスレンズ群である第2レンズ群G2は、全数値実施例1-7を通じて、正単レンズ21で構成されている。しかし、第2レンズ群G2は、最も物体側のレンズ面と最も像側のレンズ面に着目し、全体として物体側に凸の正メニスカス形状をしてさえいればよい。重量や製造コストの問題が回避できれば第2レンズ群G2を2枚以上で構成することはもちろん可能である。例えばレンズ設計に際して正単レンズ21を光軸方向のほぼ中央で2枚に分離し、製造条件を考慮して各レンズの厚みと両レンズ間の間隔を加えながら、分離面の曲率半径を調節することは当業者にとって容易なことなのである。第2レンズ群G2が全体として物体側凸のメニスカス形状を有していることが発明の本質で、レンズ枚数が1枚か2枚かは発明の本質ではない。

条件式(4)は、フォーカスレンズ群である第2レンズ群G2の最も物体側のレンズ面と最も像側のレンズ面に着目し、第2レンズ群G2が全体として物体側に凸の正メニスカスレンズであることを規定している。条件式(4)を満足することで、短焦点距離端における軸外の非点収差を良好に抑えることができる。

条件式(4)の上限を超えると、第2レンズ群G2の最も物体側のレンズ面の曲率半径が、最も像側のレンズ面の曲率半径より大きくなってしまい、フォーカシングによって変動するコマ収差の補正バランスが崩れてしまう。

条件式(4)の下限を超えると、第2レンズ群G2の最も物体側のレンズ面の曲率半径が無限大(平面)ないしマイナス値(像側に凸)となってしまい、短焦点距離端における非点収差の補正が難しくなる。また、像面湾曲が補正不足となる。

【0038】

さらに、第2レンズ群G2を全体として、条件式(4')を満たすような物体側に凸のメニスカス形状にすることで、フォーカシング、ズーミングによるコマ収差、非点収差、像面湾曲の変動を良好に補正することができる。

【実施例】

【0039】

次に具体的な数値実施例1-7を示す。縦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、 \bar{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。

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

(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)

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

[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 はその縦収差図、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 はその縦収差図、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 4 1 】

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 G 1、正の屈折力の第 2 レンズ群 G 2、及び正の屈折力の第 3 レンズ群 G 3 からなる。

10

【 0 0 4 2 】

第 1 レンズ群 G 1 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、物体側に凸の負メニスカスレンズ 1 2、及び物体側に凸の負メニスカスレンズ 1 3 からなる。最も物体側の負メニスカスレンズ 1 1 は、ガラスレンズの像側の面に合成樹脂材料による非球面層が接着形成されたハイブリッドレンズである。

【 0 0 4 3 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側に凸の正メニスカス単レンズ 2 1 からなる。正メニスカス単レンズ 2 1 (第 2 レンズ群 G 2) は、フォーカシング時に移動するフォーカスレンズ (フォーカスレンズ群) である。つまり、無限遠物体から有限距離物体へ合焦させるに際し、正メニスカス単レンズ 2 1 (第 2 レンズ群 G 2) を像側に移動してフォーカシングを行う。

20

【 0 0 4 4 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、両凸正レンズ 3 1、物体側から順に位置する両凸正レンズ 3 2 と両凹負レンズ 3 3 の接合レンズ、及び両凸正レンズ 3 4 からなる。両凸正レンズ 3 1 と両凸正レンズ 3 4 はともにその両面が非球面である。第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 の間に位置する絞り S は、第 3 レンズ群 G 3 と一体に移動する。第 3 レンズ群 G 3 (両凸正レンズ 3 4) の後方 (像面 I との間) には、光学フィルタ OP とカバーガラス CG が配置されている。

【 0 0 4 5 】

(表 1)

30

面データ

面番号	r	d	N(d)	d
1	35.132	1.637	1.77250	49.6
2	18.306	0.200	1.52972	42.7
3*	13.856	1.200		
4	24.439	1.200	1.80420	46.5
5	12.884	2.273		
6	88.391	1.200	1.74930	51.1
7	10.266	d7		
8	20.063	2.343	1.84666	23.8
9	67.827	d9		
10絞		1.000		
11*	7.723	6.242	1.49283	82.7
12*	-51.491	0.256		
13	15.679	2.216	1.49700	81.6
14	-14.245	2.020	1.83400	37.3
15	10.242	0.271		
16*	13.326	2.256	1.51885	65.8
17*	-19.493	d17		
18		0.500	1.51633	64.1

40

50

19	0.620		
20	0.500	1.51633	64.1
21	-		

* 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) 2.88

	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端	
FNO.	2.8	3.7	4.6	
f	5.14	10.00	14.83	10
W	45.9	25.5	17.6	
Y	4.65	4.65	4.65	
fB	0.53	0.53	0.53	
L	65.00	53.78	53.88	
d7	6.822	5.367	5.091	
d9	22.449	6.704	1.333	
d17	9.264	15.248	20.989	

(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	-0.8450E-04	-0.5227E-06	0.1614E-09	20
11	0.000	-0.6956E-04	-0.1346E-05		
12	0.000	0.3684E-03	-0.7856E-05	0.2109E-06	
16	0.000	0.5583E-03	-0.1339E-04		
17	0.000	0.6541E-03	0.7907E-05		

(表4)

レンズ群データ

群	始面	焦点距離	
1	1	-7.45	
2	8	32.91	30
3	11	14.48	

【0046】

[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はその縦収差図、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はその縦収差図、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。

【0047】

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。

40

【0048】

(表5)

面データ

面番号	r	d	N(d)	d	
1	31.338	1.637	1.77250	49.6	
2	17.683	0.200	1.52972	42.7	
3*	13.647	1.200			
4	22.448	1.100	1.80400	46.6	
5	11.991	2.493			
6	95.478	1.100	1.69680	55.5	50

7	10.000	d7		
8	18.210	2.333	1.84666	23.8
9	47.461	d9		
10	絞	1.000		
11*	7.409	5.525	1.49507	82.1
12*	-41.770	0.236		
13	15.675	2.146	1.49700	81.6
14	-14.431	2.020	1.83400	37.3
15	9.637	0.340		
16*	14.107	1.968	1.54939	62.3
17*	-19.604	d17		
18		0.500	1.51633	64.1
19		0.620		
20		0.500	1.51633	64.1
21		-		

* 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) 2.87

	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端	
FNO.	2.8	3.7	4.6	
f	5.14	10.00	14.74	
W	46.0	25.5	17.7	
Y	4.65	4.65	4.65	
fB	0.53	0.53	0.53	
L	62.06	51.66	51.77	
d7	6.497	5.020	4.786	
d9	21.017	6.322	1.248	
d17	9.095	14.874	20.293	

(表7)

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	-0.7579E-04	-0.4421E-06	-0.6869E-09
11	0.000	-0.7645E-04	-0.1958E-05	
12	0.000	0.4118E-03	-0.1118E-04	0.2984E-06
16	0.000	0.6414E-03	-0.2244E-04	
17	0.000	0.7262E-03	0.2979E-05	

(表8)

レンズ群データ

群	始面	焦点距離	
1	1	-7.61	
2	8	33.67	
3	11	13.83	

【0049】

[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はその縦収差図、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はその縦収差図、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。

【 0 0 5 0 】

この数値実施例 3 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。

【 0 0 5 1 】

(表 9)

面データ

面番号	r	d	N(d)	d	
1	26.132	1.637	1.80400	41.3	
2	21.174	0.200	1.52972	42.7	
3*	15.721	1.200			
4	27.380	1.349	1.80400	44.2	10
5	9.537	3.051			
6	120.978	1.100	1.69680	55.5	
7	10.544	d7			
8	16.317	2.510	1.84666	23.8	
9	49.115	d9			
10絞		1.000			
11*	7.355	4.857	1.49839	81.4	
12*	-36.948	0.177			
13	16.632	2.019	1.49700	81.6	
14	-17.275	2.020	1.83400	37.3	20
15	9.369	0.640			
16*	13.748	2.019	1.55200	68.6	
17*	-18.593	d17			
18		0.500	1.51633	64.1	
19		0.620			
20		0.500	1.51633	64.1	
21		-			

* は回転対称非球面である。

(表 10)

各種データ

ズーム比 (変倍比)	2.88		
	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端
FNO.	2.8	3.7	4.6
f	5.14	10.01	14.79
W	46.1	25.5	17.6
Y	4.65	4.65	4.65
fB	0.53	0.53	0.53
L	60.03	50.69	51.26
d7	4.828	3.577	3.373
d9	20.076	6.120	1.343
d17	9.198	15.067	20.615

(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	-0.7135E-04	-0.2976E-06	0.4932E-09
11	0.000	-0.7119E-04	-0.2973E-05	
12	0.000	0.4369E-03	-0.1219E-04	0.2646E-06
16	0.000	0.6438E-03	-0.1986E-04	
17	0.000	0.7189E-03	0.3582E-05	

(表 12)

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-7.05
2	8	27.88
3	11	13.43

【 0 0 5 2 】

[数値実施例 4]

図 1 9 ~ 図 2 4 と表 1 3 ~ 表 1 6 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 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 はその縦収差図、図 2 1 はその横収差図であり、図 2 2 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 3 はその縦収差図、図 2 4 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。

10

【 0 0 5 3 】

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。

【 0 0 5 4 】

(表 1 3)

面データ

面番号	r	d	N(d)	d
1	26.098	1.637	1.83481	37.1
2	23.574	0.200	1.52972	42.7
3*	16.883	1.200		
4	31.286	1.335	1.80400	45.8
5	8.865	3.198		
6	96.932	1.100	1.69680	55.5
7	11.568	d7		
8	16.474	2.484	1.84666	23.8
9	48.064	d9		
10絞		1.000		
11*	7.364	4.726	1.49856	81.3
12*	-37.019	0.199		
13	16.966	1.997	1.49700	81.6
14	-18.087	2.020	1.83400	37.3
15	9.341	0.614		
16*	13.652	2.035	1.55200	68.9
17*	-18.848	d17		
18		0.500	1.51633	64.1
19		0.620		
20		0.500	1.51633	64.1
21		-		

20

30

* は回転対称非球面である。

40

(表 1 4)

各種データ

ズーム比 (変倍比)	2.88		
	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端
FNO.	2.8	3.7	4.6
f	5.14	10.00	14.81
W	46.1	25.6	17.6
Y	4.65	4.65	4.65
fB	0.53	0.53	0.53
L	60.04	50.63	51.20

50

d7	4.721	3.491	3.274
d9	20.111	6.094	1.310
d17	9.314	15.153	20.720

(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	-0.7497E-04	-0.2593E-06	0.8860E-09
11	0.000	-0.7322E-04	-0.3192E-05	
12	0.000	0.4259E-03	-0.1230E-04	0.2503E-06
16	0.000	0.6298E-03	-0.1952E-04	
17	0.000	0.7105E-03	0.4132E-05	

10

(表16)

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-7.12
2	8	28.57
3	11	13.45

【0055】

[数値実施例5]

図25～図30と表17～表20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25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26はその縦収差図、図27はその横収差図であり、図28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29はその縦収差図、図30はその横収差図である。表17は面データ、表18は各種データ、表19は非球面データ、表20はレンズ群データである。

20

【0056】

この数値実施例5のレンズ構成は、以下の点を除き、数値実施例1のレンズ構成と同様である。

(1) 第1レンズ群G1が、物体側から順に、物体側に凸の負メニスカスレンズ11'、及び物体側に凸の負メニスカスレンズ12'の2枚のレンズで構成されている。負メニスカスレンズ11'はその像側の面が非球面である。

30

【0057】

(表17)

面データ

面番号	r	d	N(d)	d
1	73.182	1.100	1.80400	46.6
2*	10.719	4.324		
3	68.345	1.200	1.77250	42.8
4	10.000	d4		
5	17.611	2.618	1.84666	23.8
6	99.577	d6		
7絞		1.000		
8*	7.086	5.452	1.51103	78.7
9*	-22.847	0.224		
10	17.191	2.030	1.49700	81.6
11	-15.017	2.020	1.83400	37.3
12	6.410	0.748		
13*	9.558	2.296	1.55200	65.6
14*	-18.873	d14		
15		0.500	1.51633	64.1
16		0.620		

40

50

17 0.500 1.51633 64.1
 18 -

*は回転対称非球面である。

(表18)

各種データ

ズーム比(変倍比) 2.85

	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端
FNO.	2.8	3.7	4.6
f	5.14	10.01	14.66
W	45.9	25.4	17.8
Y	4.65	4.65	4.65
fB	0.53	0.53	0.53
L	60.00	48.62	48.64
d4	4.804	3.730	3.467
d6	21.942	5.943	0.915
d14	8.092	13.784	19.093

10

(表19)

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
2	0.000	-0.1322E-03	-0.2369E-06	-0.9911E-08
8	0.000	-0.1055E-03	-0.2717E-05	
9	0.000	0.6189E-03	-0.1329E-04	0.3035E-06
13	0.000	0.1117E-02	-0.1573E-04	
14	0.000	0.7728E-03	0.1441E-04	

20

(表20)

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-6.68
2	5	24.90
3	8	13.97

30

【0058】

[数値実施例6]

図31~図36と表21~表24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31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32はその縦収差図、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はその縦収差図、図36はその横収差図である。表21は面データ、表22は各種データ、表23は非球面データ、表24はレンズ群データである。

【0059】

この数値実施例6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。

【0060】

40

(表21)

面データ

面番号	r	d	N(d)	d
1	32.331	1.500	1.80420	46.5
2	16.659	0.200	1.52972	42.7
3*	12.789	0.852		
4	17.074	1.300	1.83481	42.7
5	8.652	3.959		
6	249.303	1.300	1.77250	49.6
7	13.217	d7		

50

8	17.004	2.612	1.84666	23.8
9	80.028	d9		
10	絞	1.000		
11*	8.333	4.719	1.49710	81.6
12*	-430.837	0.262		
13	18.580	3.702	1.49700	81.6
14	-14.042	2.020	1.83400	37.3
15	11.437	0.365		
16*	11.947	2.694	1.59891	65.2
17*	-20.235	d17		
18		0.500	1.51633	64.1
19		0.620		
20		0.500	1.51633	64.1
21		-		

10

* は回転対称非球面である。

(表 2 2)

各種データ

ズーム比 (変倍比) 2.89

	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端
FNO.	2.8	3.7	4.6
f	5.14	10.00	14.86
W	46.4	25.7	17.6
Y	4.65	4.65	4.65
fB	0.53	0.53	0.53
L	65.99	56.08	57.03
d7	3.500	2.638	2.473
d9	23.405	7.791	2.533
d17	10.447	17.013	23.390

20

(表 2 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	-0.8830E-04	-0.5035E-06	-0.7798E-09
11	0.000	-0.3384E-04	-0.8764E-06	
12	0.000	0.1846E-03	-0.2859E-05	0.7671E-07
16	0.000	0.1359E-03	-0.4273E-05	
17	0.000	0.3742E-03	0.4655E-05	

30

(表 2 4)

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-6.50
2	8	25.03
3	11	14.80

40

【 0 0 6 1 】

[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 はその縦収差図、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 はその縦収差図、図 4 2 はその横収差図である。表 2 5 は面データ、表 2 6 は各種データ、表 2 7 は非球面データ、表 2 8 はレンズ群データである。

【 0 0 6 2 】

50

この数値実施例 7 のレンズ構成は、以下の点を除き、数値実施例 1 のレンズ構成と同様である。

(1) 第 3 レンズ群 G 3 の正レンズ 3 1 が、物体側に凸の正メニスカスレンズである。

【 0 0 6 3 】

(表 2 5)

面データ

面番号	r	d	N(d)	d	
1	38.612	1.500	1.80420	46.5	
2	17.016	0.200	1.52972	42.7	
3*	12.435	0.806			10
4	17.370	1.300	1.83481	42.7	
5	7.946	4.755			
6	3687.143	1.300	1.77250	49.6	
7	18.154	d7			
8	17.059	2.685	1.84666	23.8	
9	105.104	d9			
10絞		1.000			
11*	8.303	4.667	1.49710	81.6	
12*	614.983	0.158			
13	20.363	3.239	1.49700	81.6	20
14	-14.892	2.020	1.83400	37.3	
15	11.710	0.510			
16*	11.005	3.273	1.59891	65.2	
17*	-21.331	d17			
18		0.500	1.51633	64.1	
19		0.620			
20		0.500	1.51633	64.1	
21		-			

* は回転対称非球面である。

(表 2 6)

各種データ

ズーム比 (変倍比)	2.88			
	短焦点距離端	中間焦点距離	長焦点距離端	
FNO.	2.8	3.7	4.6	
f	5.14	10.00	14.80	
W	47.1	25.8	17.7	
Y	4.65	4.65	4.65	
fB	0.53	0.53	0.53	
L	65.89	56.28	57.42	
d7	3.000	1.442	1.242	40
d9	22.715	7.586	2.431	
d17	10.612	17.692	24.185	

(表 2 7)

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	-0.1048E-03	-0.7507E-06	-0.7366E-09	
11	0.000	-0.2076E-04	-0.9827E-06		
12	0.000	0.1829E-03	-0.2536E-05	0.4266E-07	
16	0.000	0.9436E-04	-0.4178E-05		
17	0.000	0.3574E-03	0.3691E-05		50

(表 28)

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-6.33
2	8	23.72
3	11	14.99

【0064】

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)					10
d 1 2 w / f 1	0.92	0.85	0.68	0.66	
条件式 (2)					
d 1 2 w	6.822	6.497	4.828	4.721	
d 2 3 w	23.449	22.017	21.076	21.111	
条件式 (3)					
m 2 w	1.84	1.78	1.74	1.83	
条件式 (4)					
S F	-0.54	-0.45	-0.50	-0.49	20
	実施例 5	実施例 6	実施例 7		
条件式 (1)					
d 1 2 w / f 1	0.72	0.54	0.47		
条件式 (2)					
d 1 2 w	4.804	3.500	3.000		
d 2 3 w	22.942	24.405	23.715		
条件式 (3)					
m 2 w	2.13	1.92	2.08		
条件式 (4)					
S F	-0.70	-0.65	-0.72		

【0065】

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) ~ (4) 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。

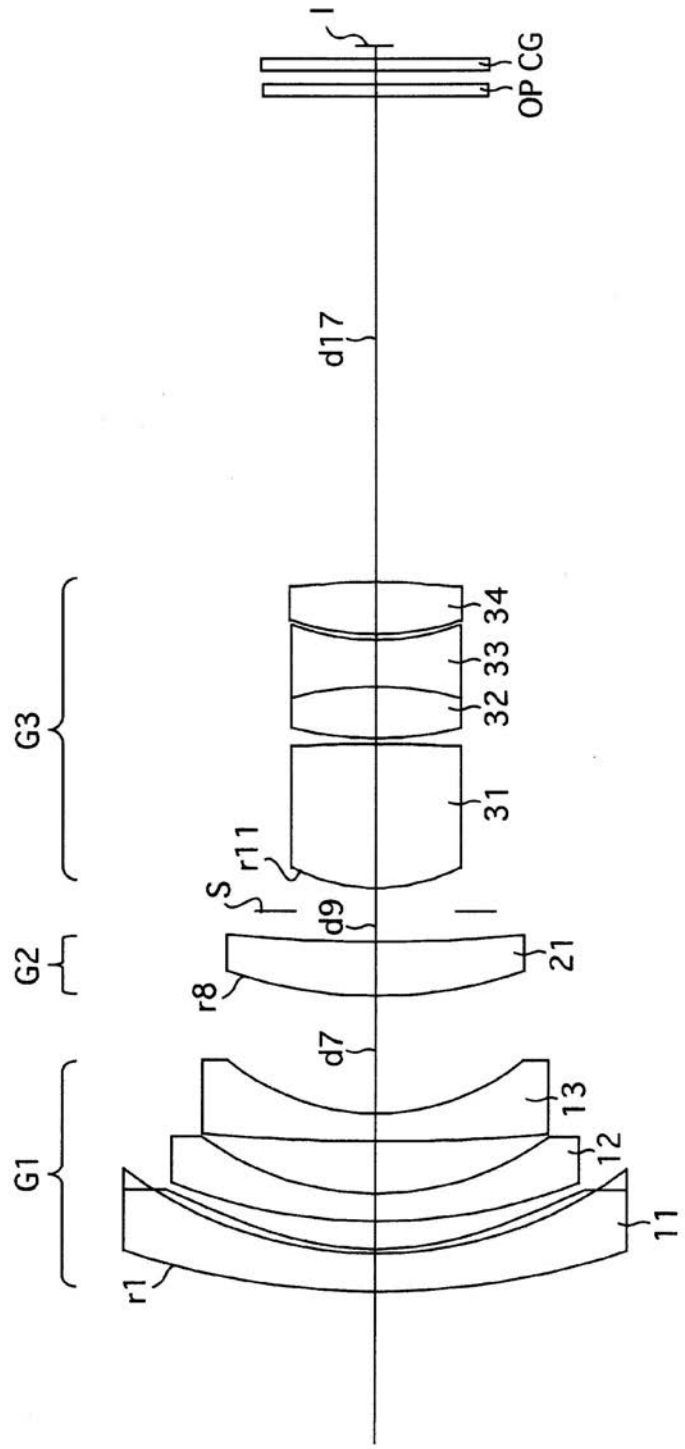
【符号の説明】

【0066】

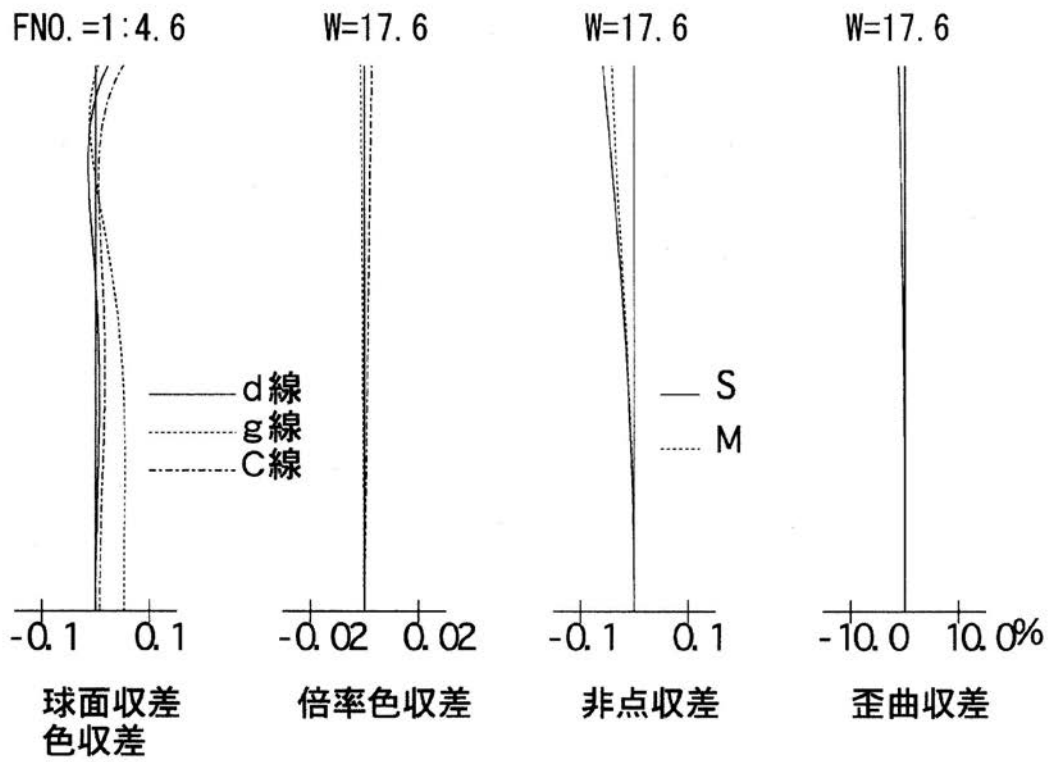
G 1	負の屈折力の第 1 レンズ群	
1 1	負レンズ (像側に凹の負レンズ)	
1 2	負レンズ (像側に凹の負レンズ)	
1 3	負レンズ (像側に凹の負レンズ)	
1 1'	負レンズ (像側に凹の負レンズ)	
1 2'	負レンズ (像側に凹の負レンズ)	40
G 2	正の屈折力の第 2 レンズ群	
2 1	正単レンズ	
G 3	正の屈折力の第 3 レンズ群	
3 1	正レンズ	
3 2	正レンズ	
3 3	負レンズ	
3 4	正レンズ	
S	絞り	
OP	光学フィルタ	
CG	カバーガラス	50

I 像面

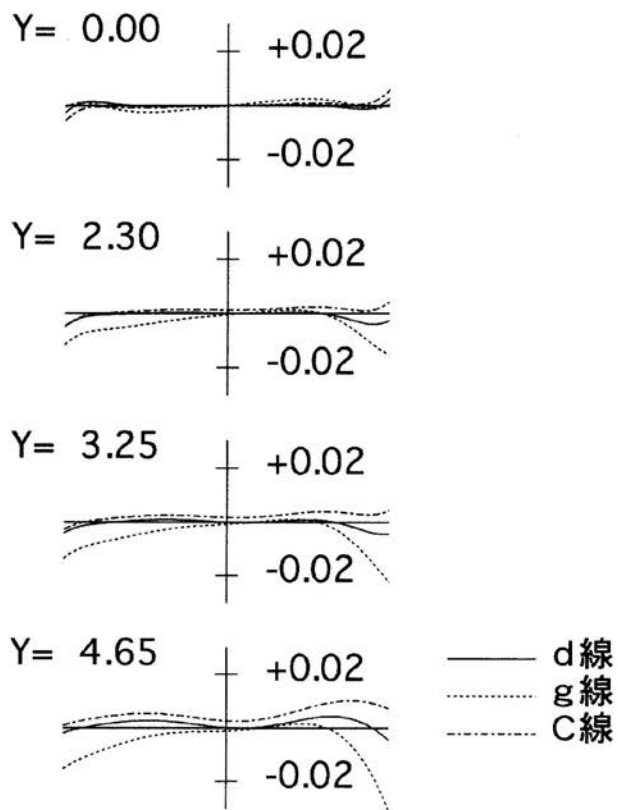
【図 1】



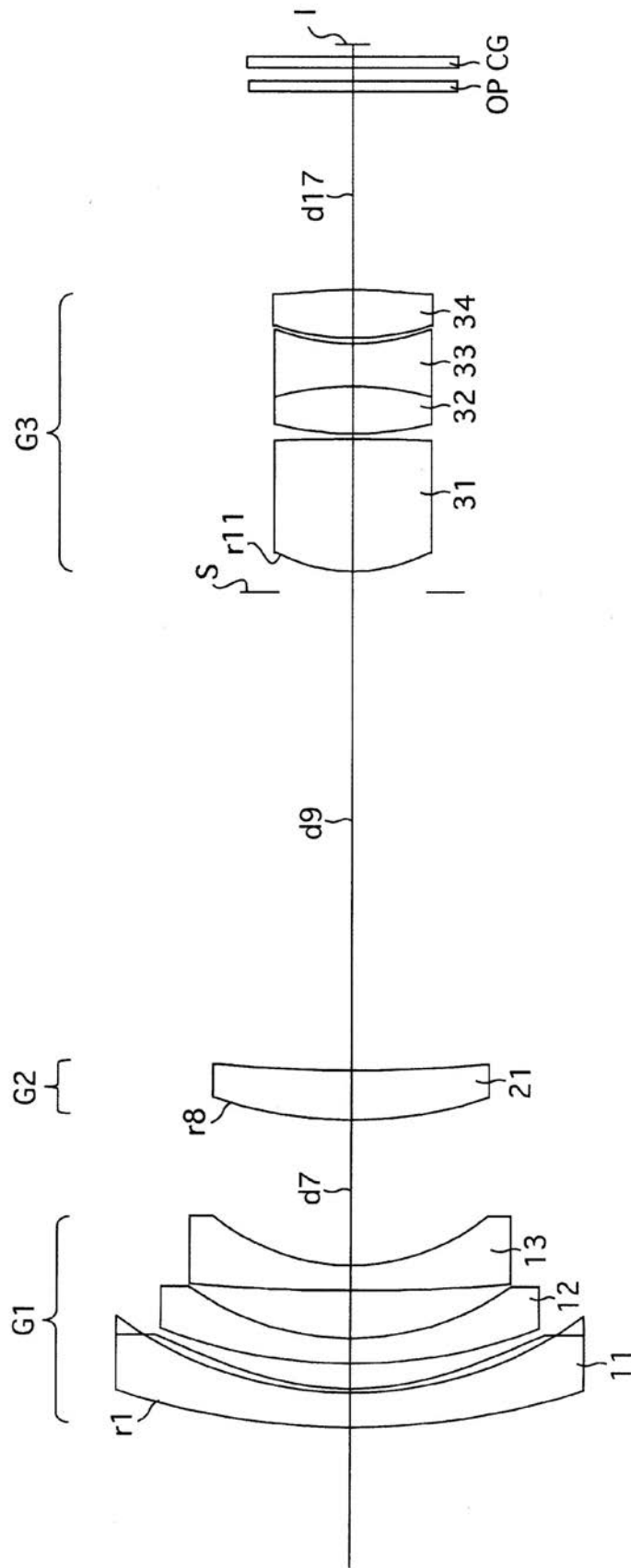
【 図 2 】



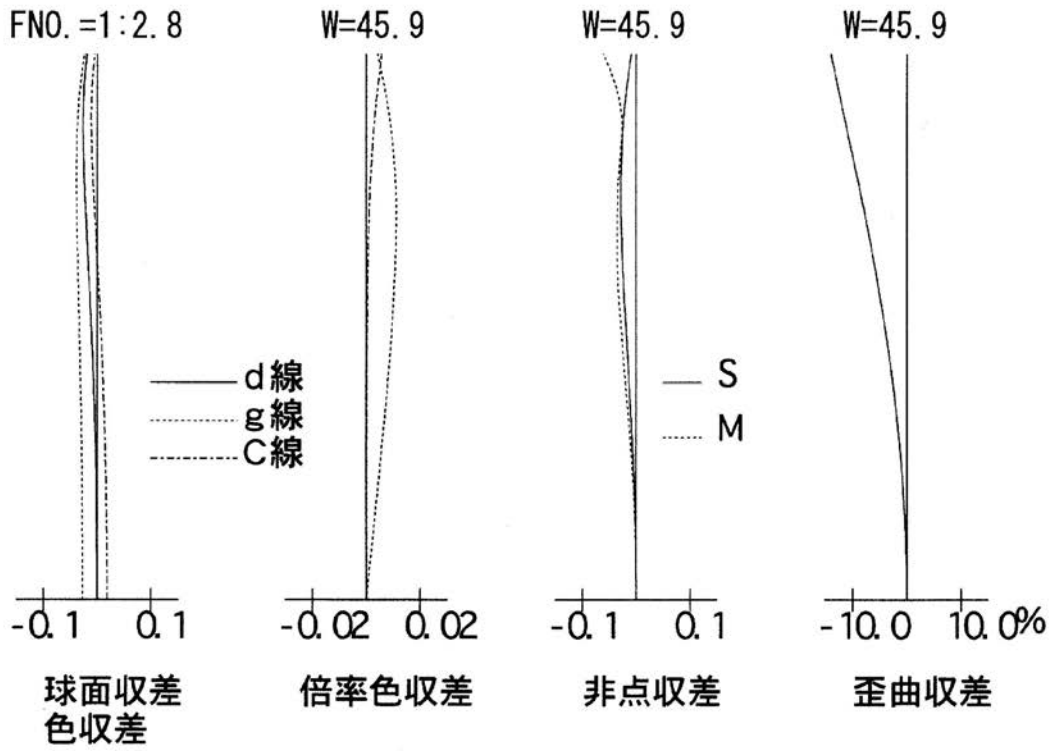
【 図 3 】



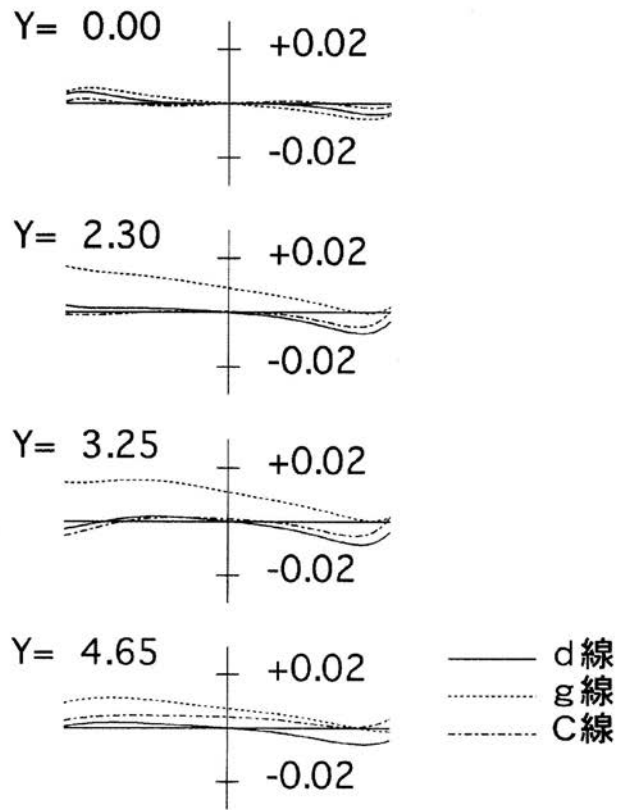
【 図 4 】



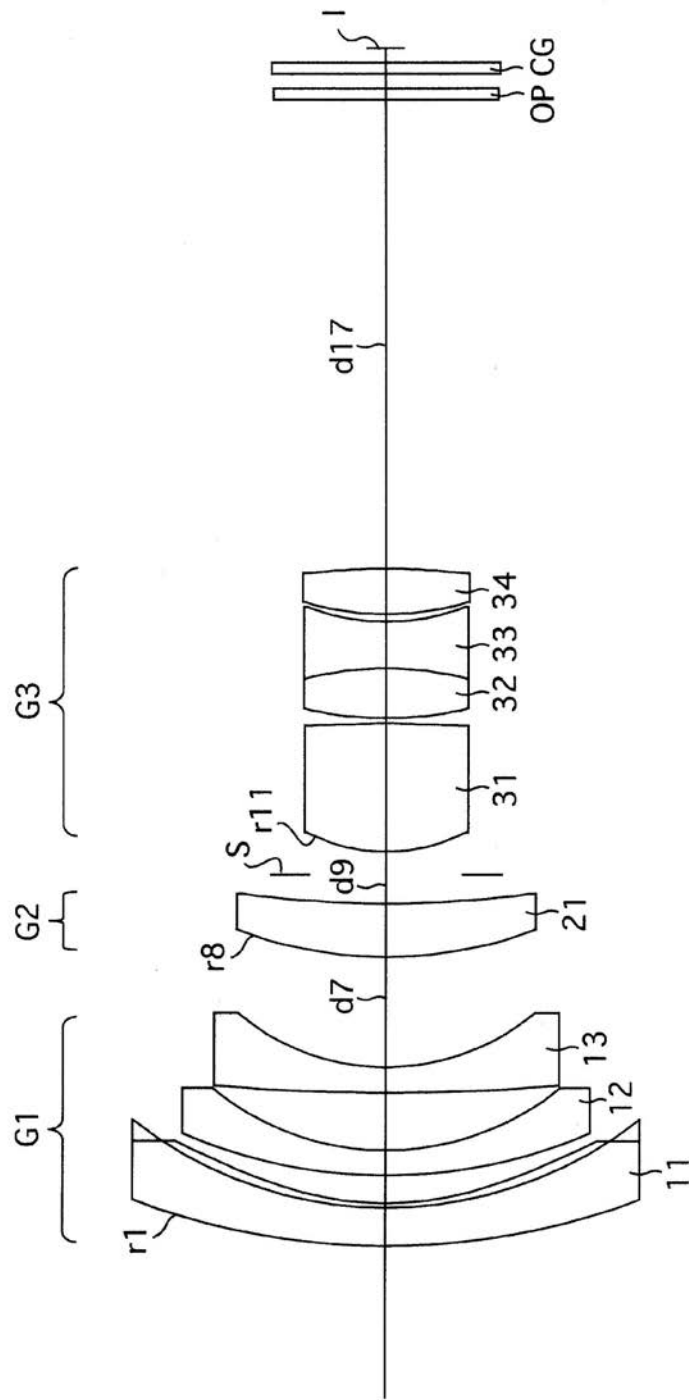
【 図 5 】



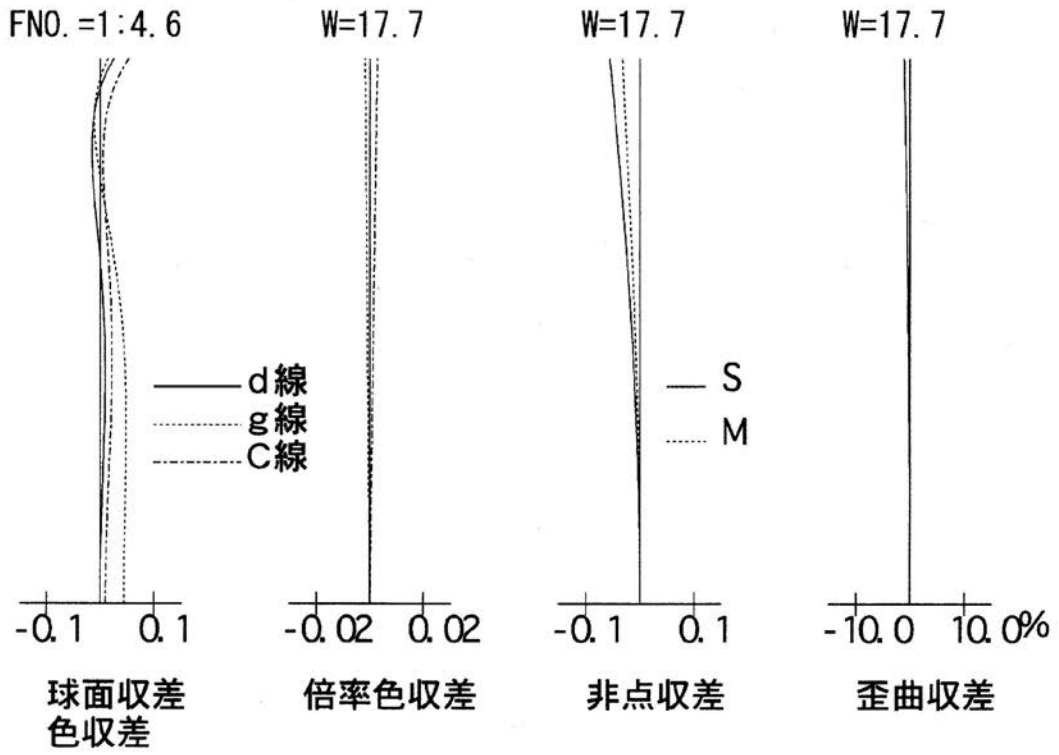
【 図 6 】



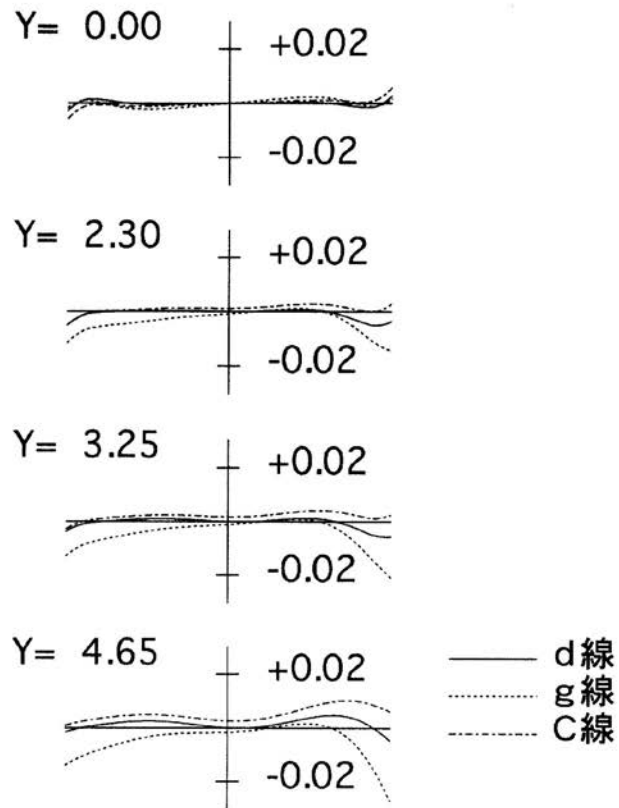
【 図 7 】



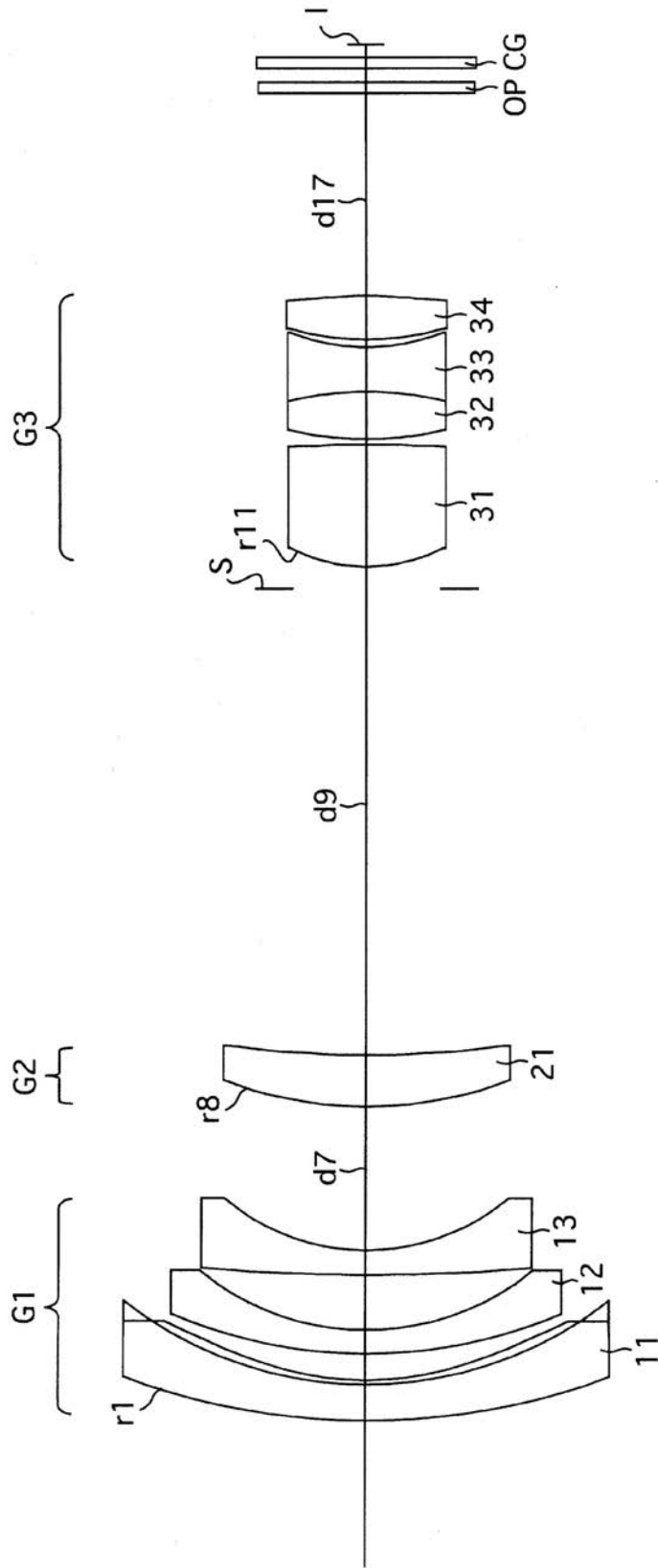
【 図 8 】



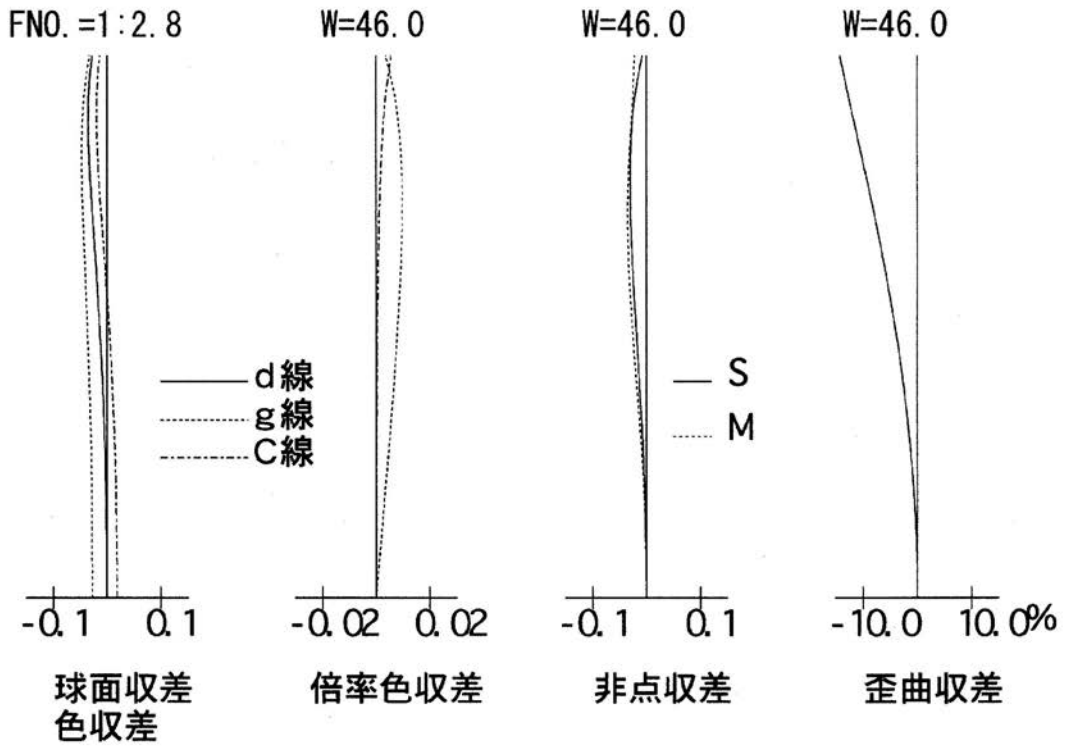
【 図 9 】



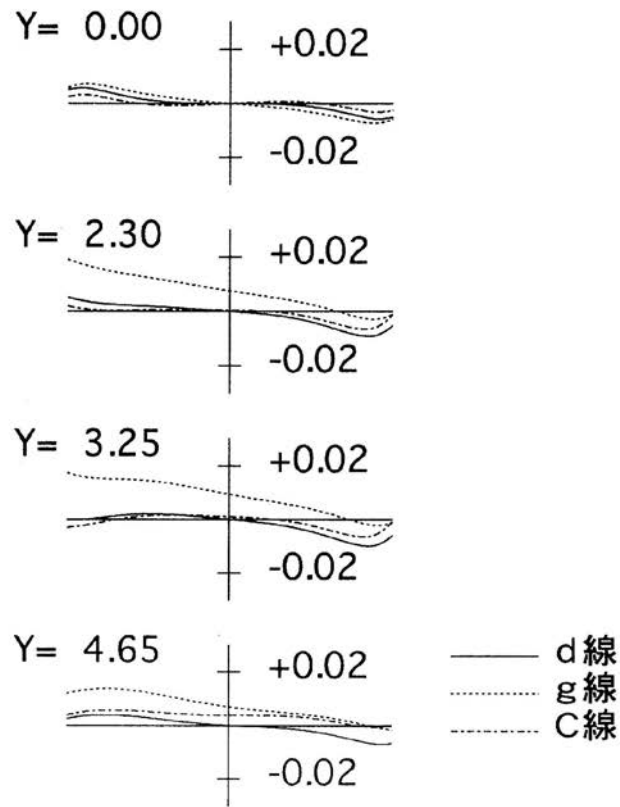
【図10】



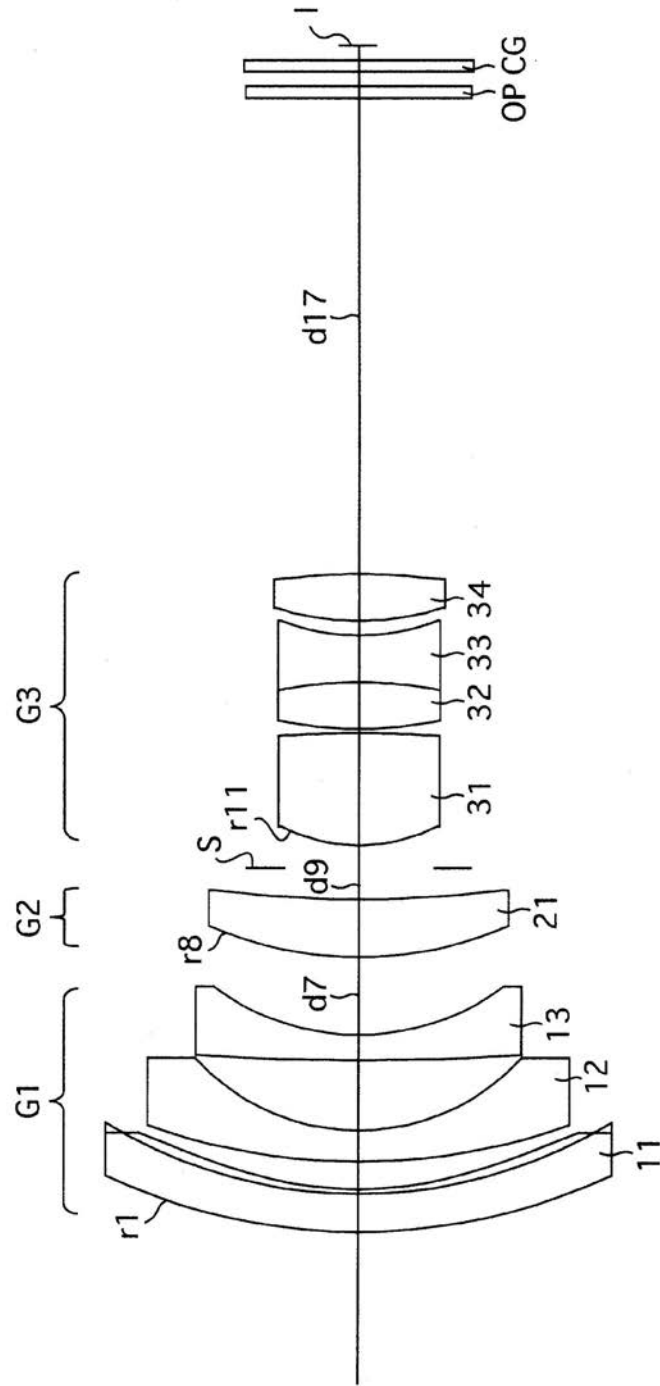
【 図 1 1 】



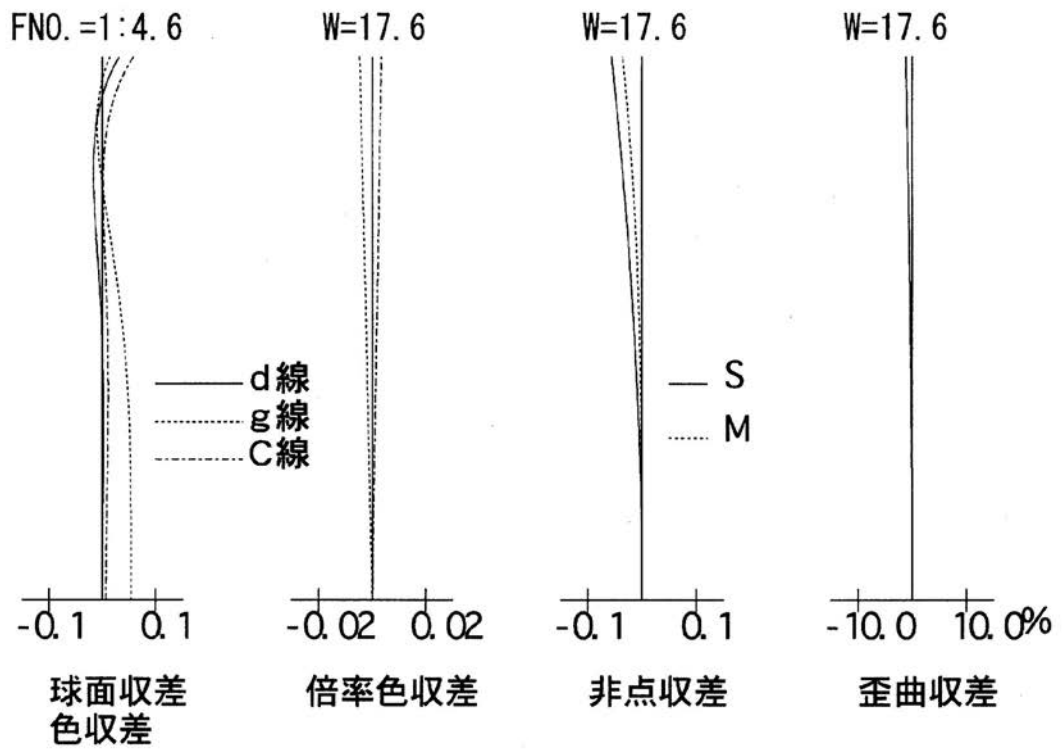
【 図 1 2 】



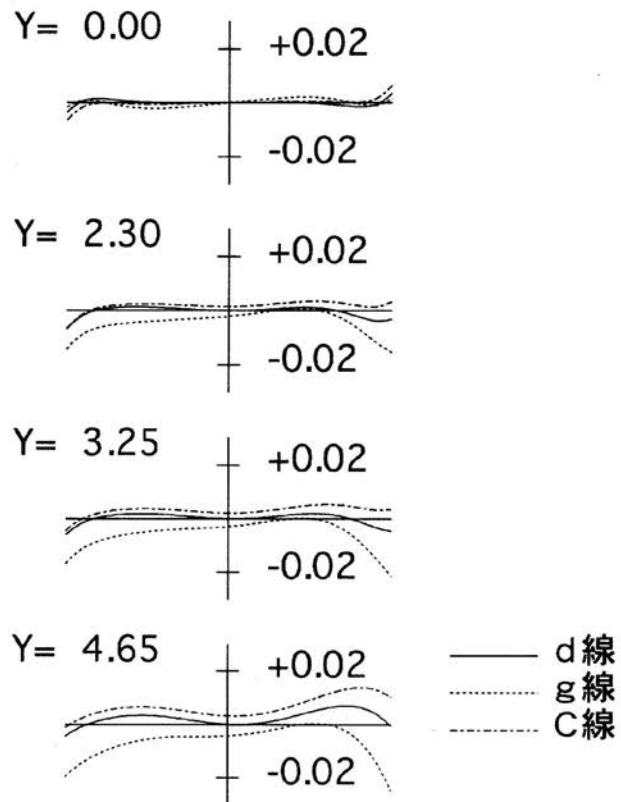
【 図 1 3 】



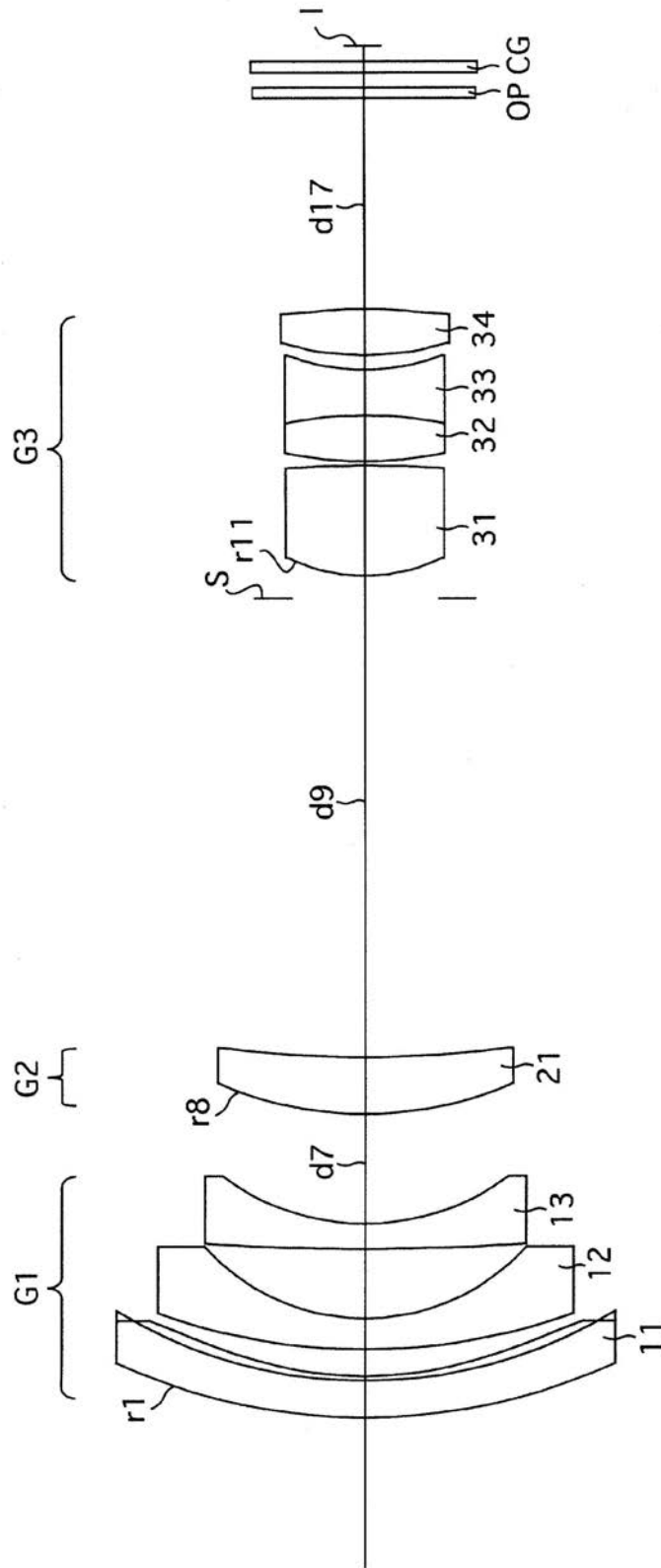
【 図 1 4 】



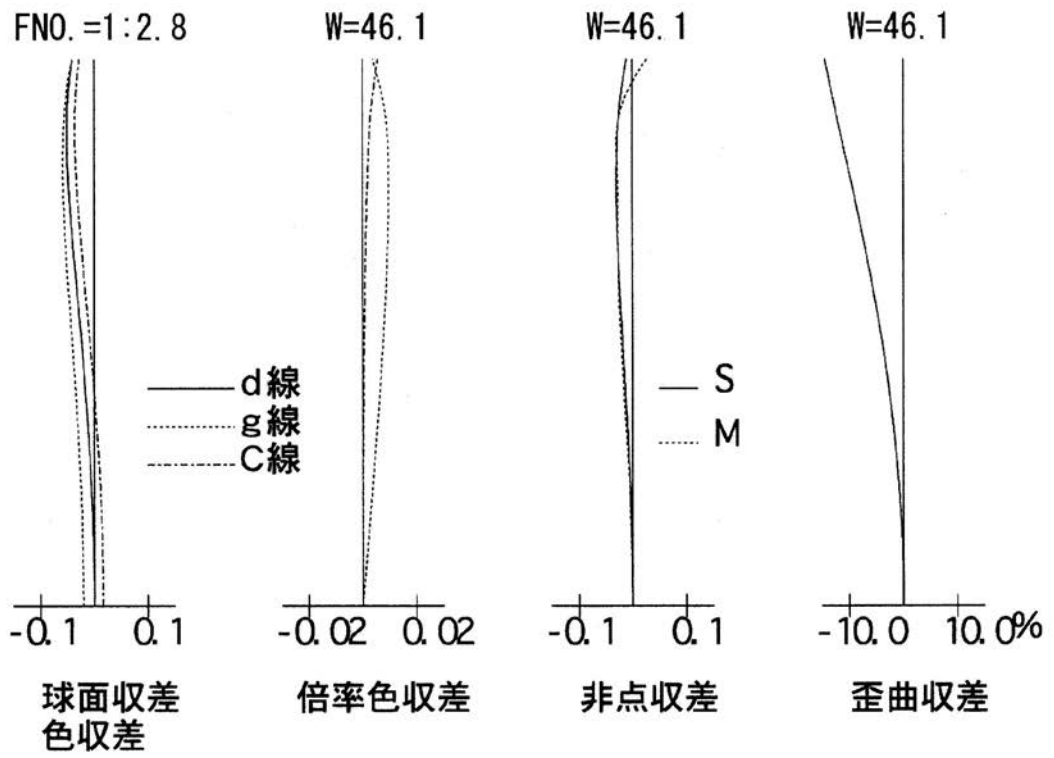
【 図 1 5 】



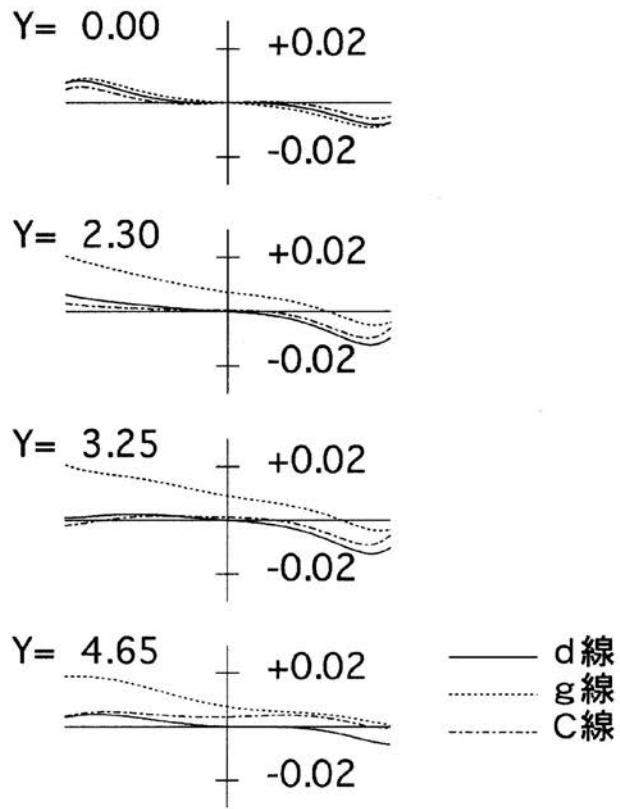
【図 16】



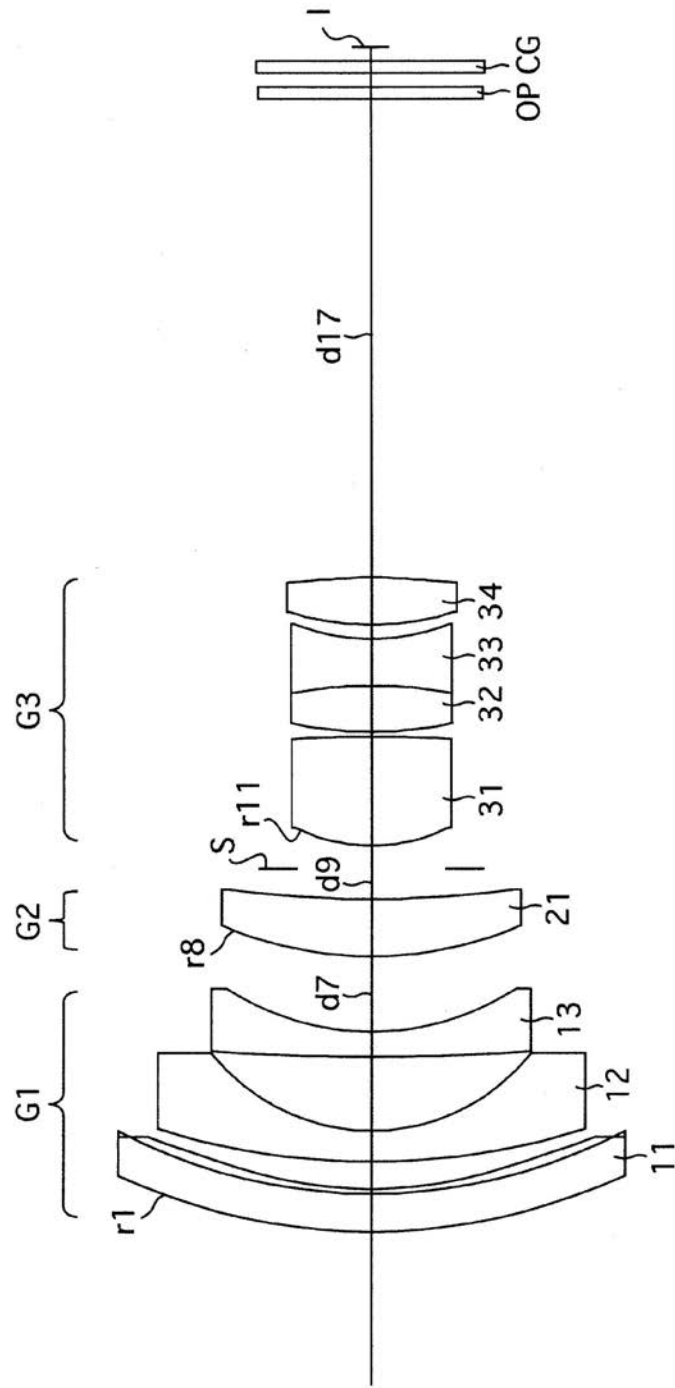
【 図 1 7 】



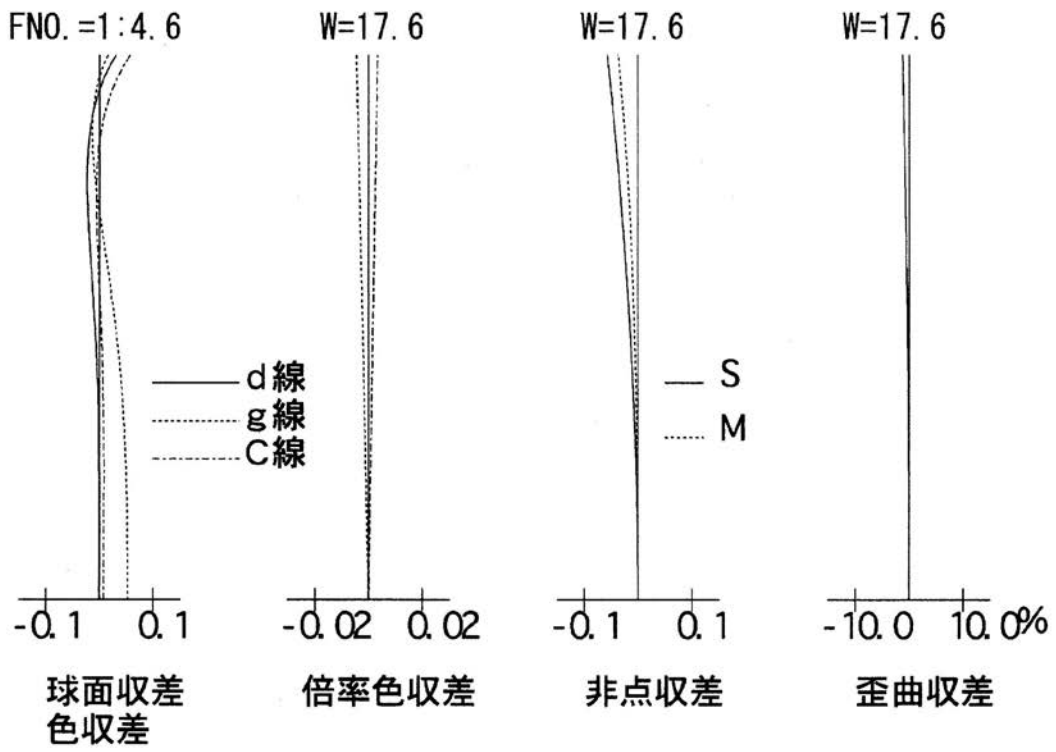
【 図 1 8 】



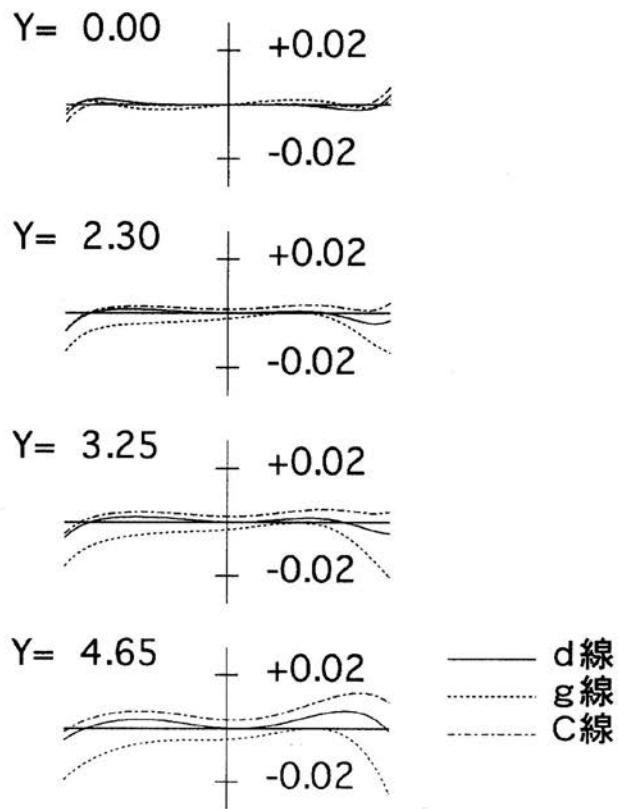
【 図 1 9 】



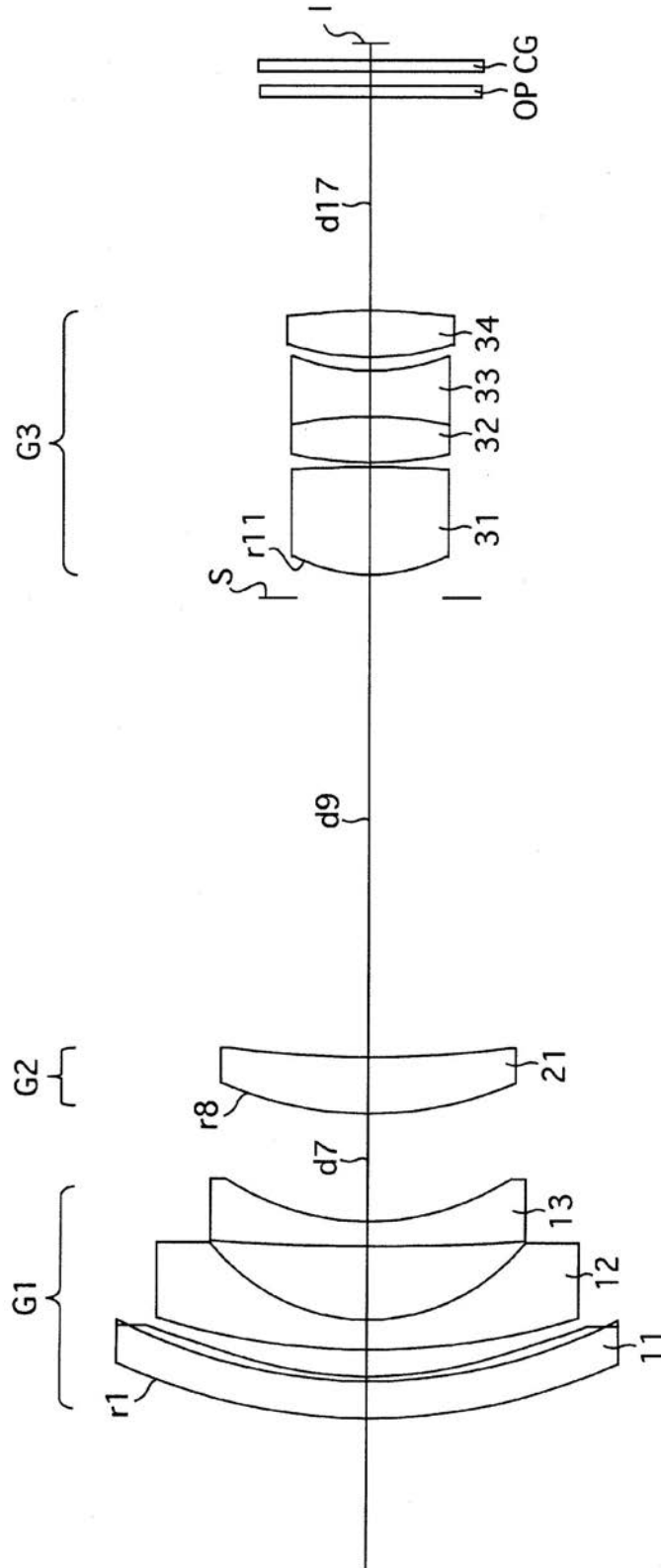
【 図 2 0 】



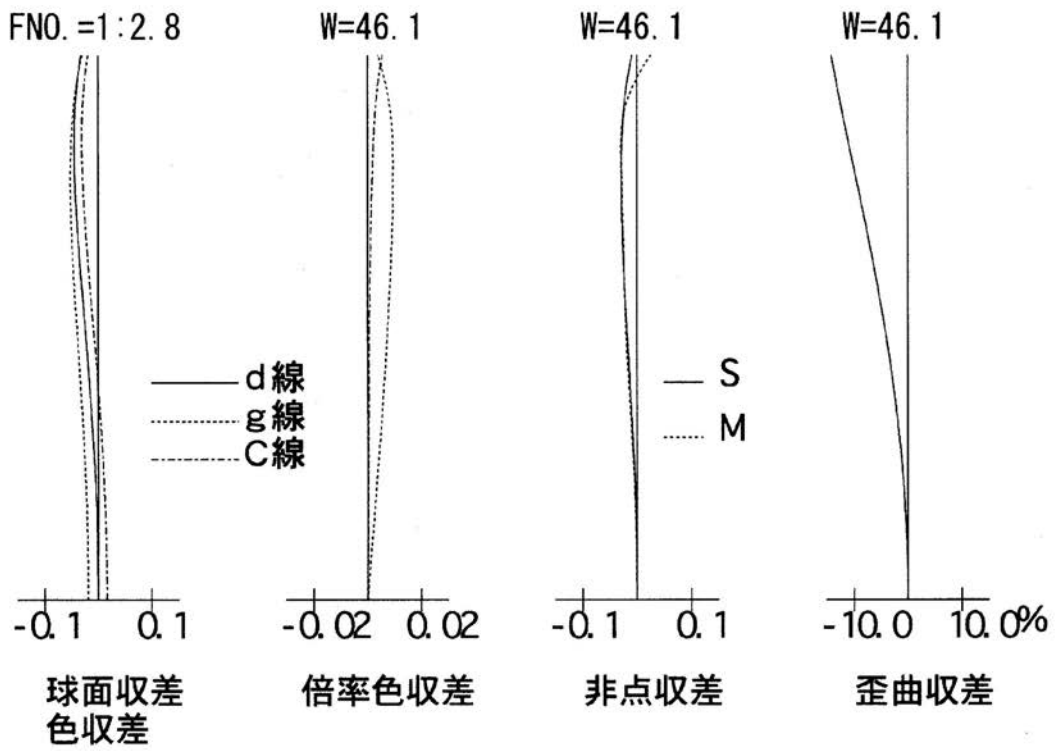
【 図 2 1 】



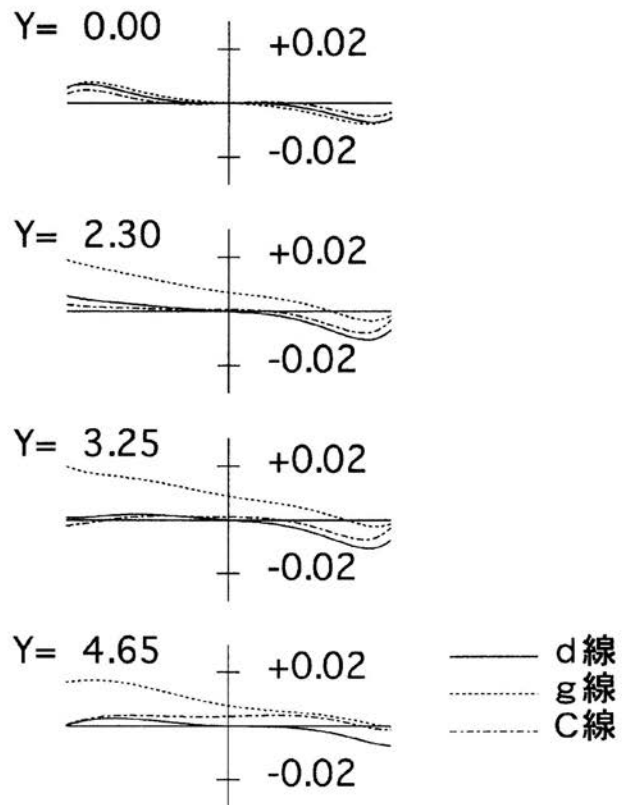
【 図 2 2 】



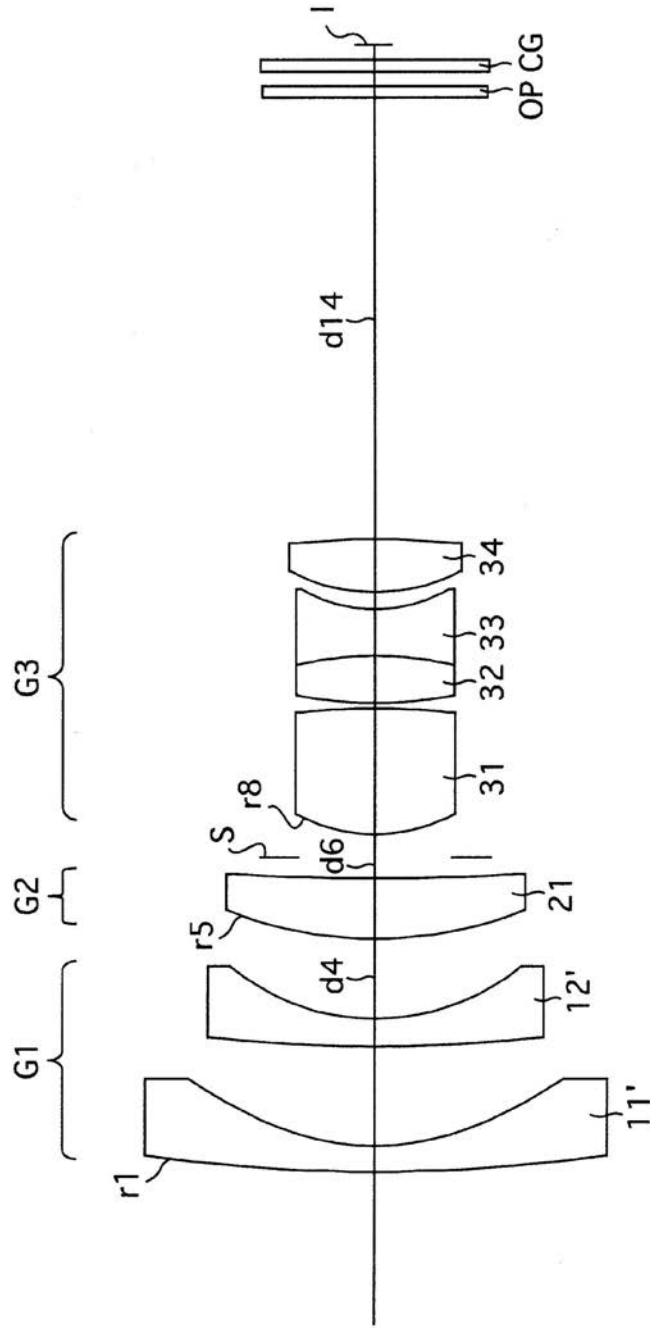
【 図 2 3 】



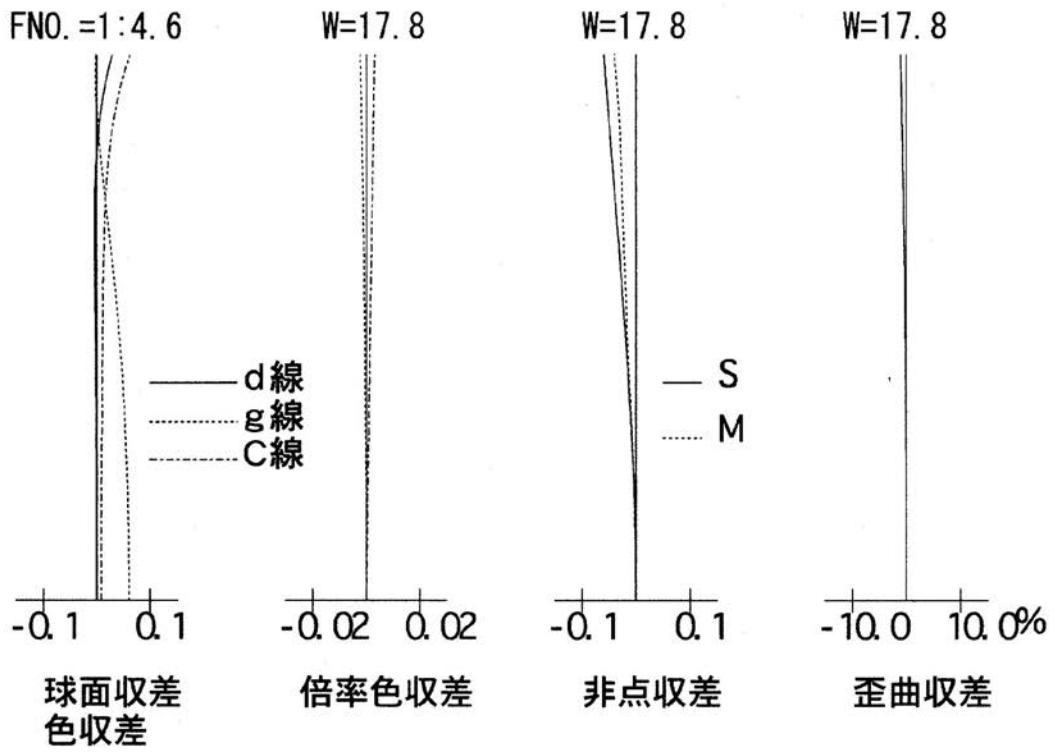
【 図 2 4 】



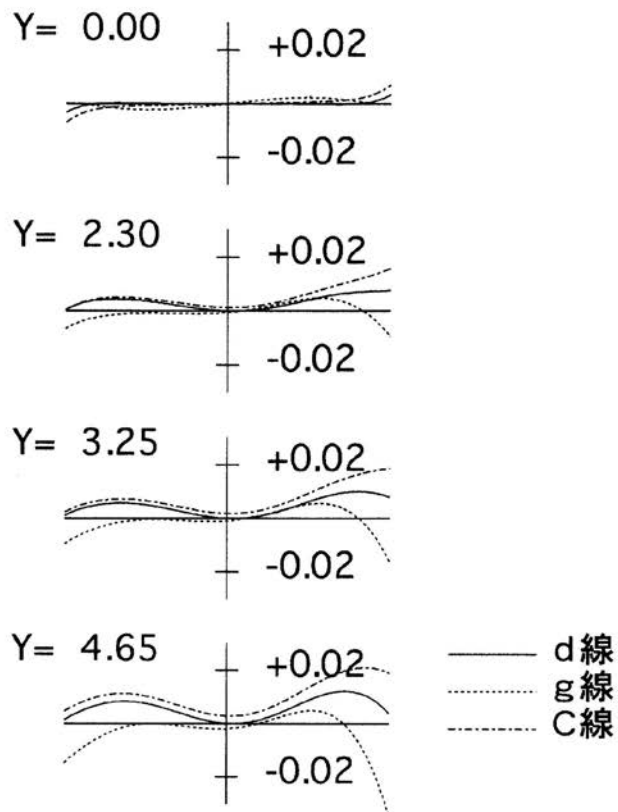
【 図 2 5 】



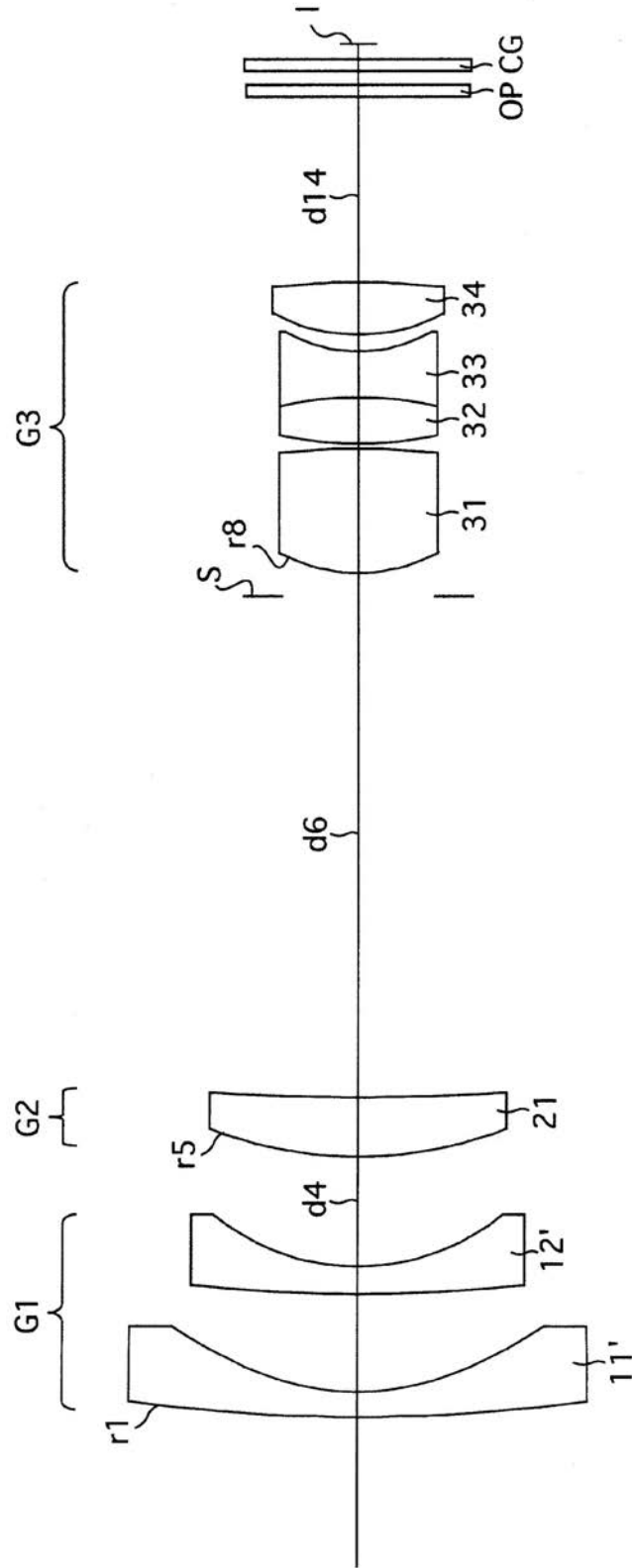
【 図 2 6 】



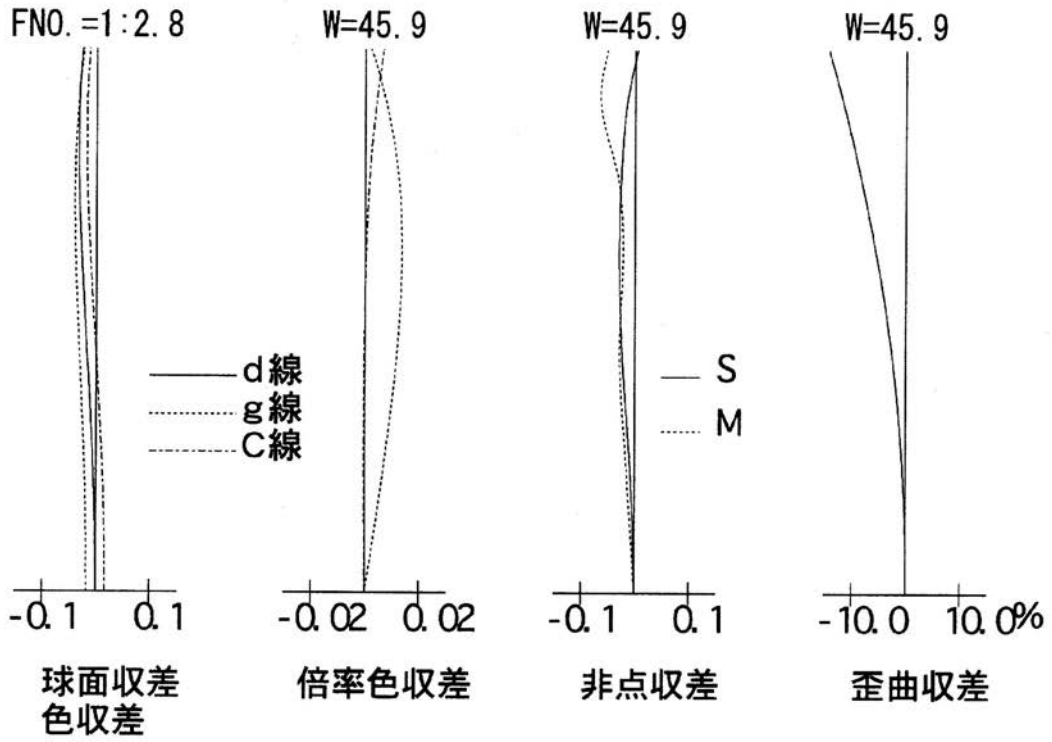
【 図 2 7 】



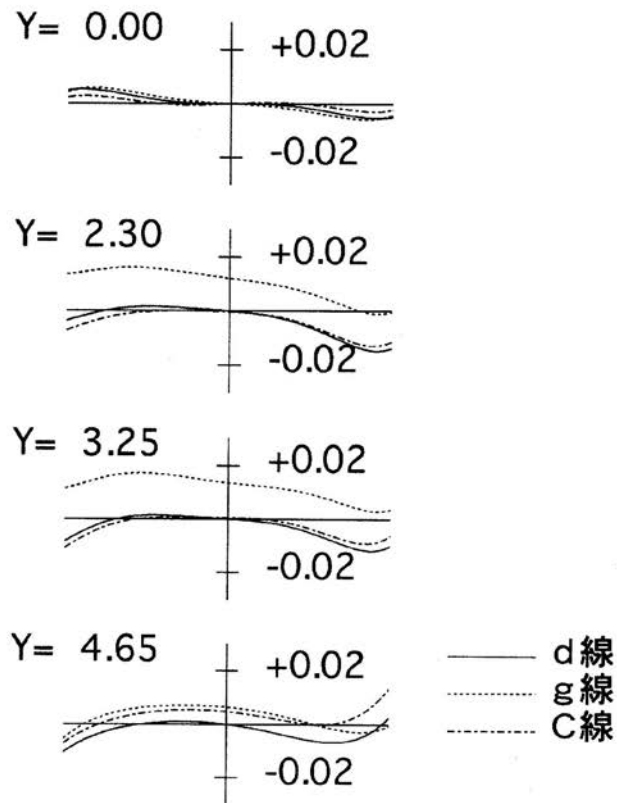
【 図 2 8 】



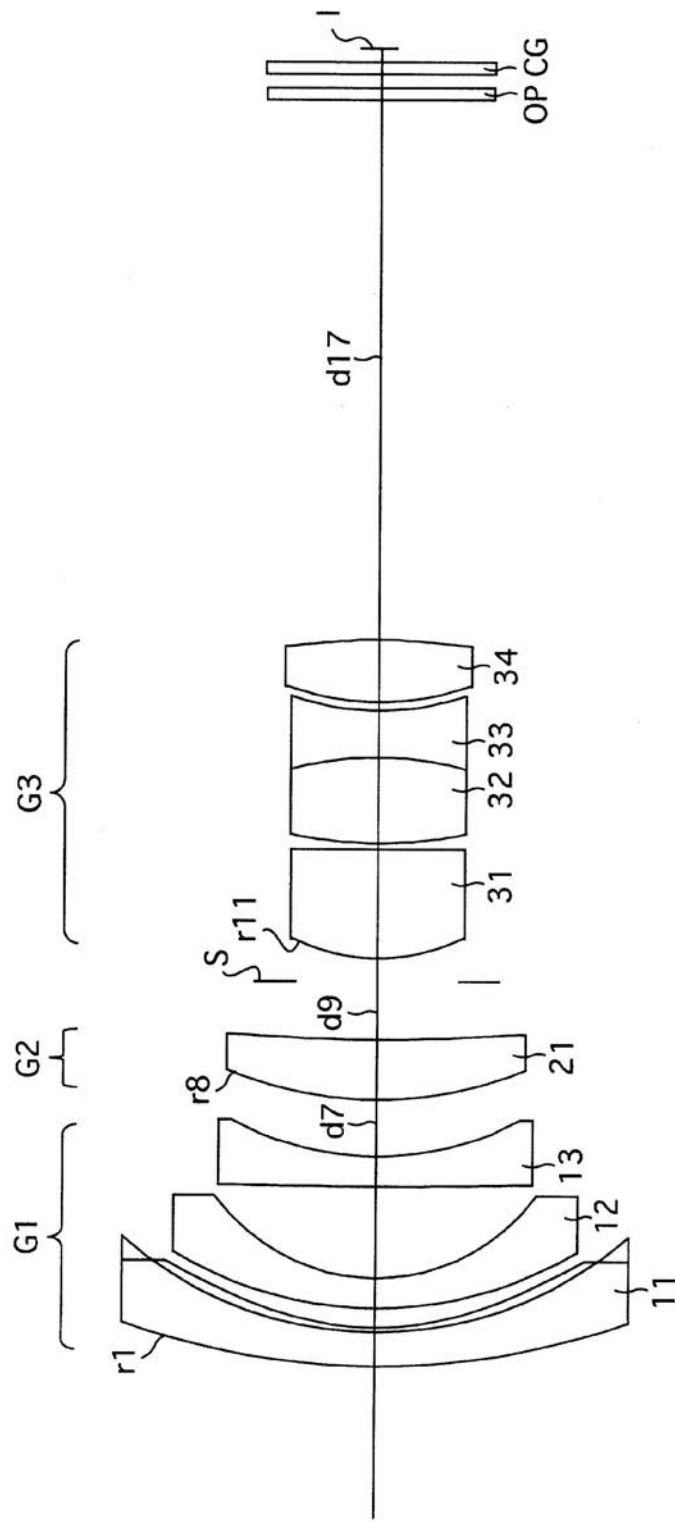
【 図 2 9 】



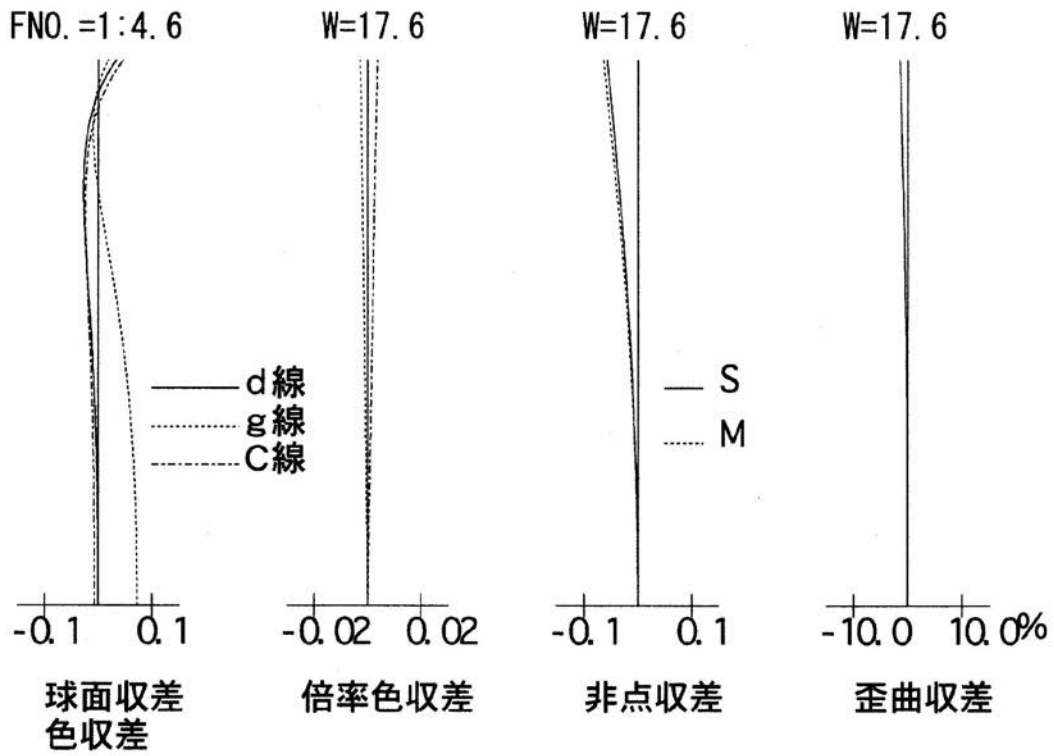
【 図 3 0 】



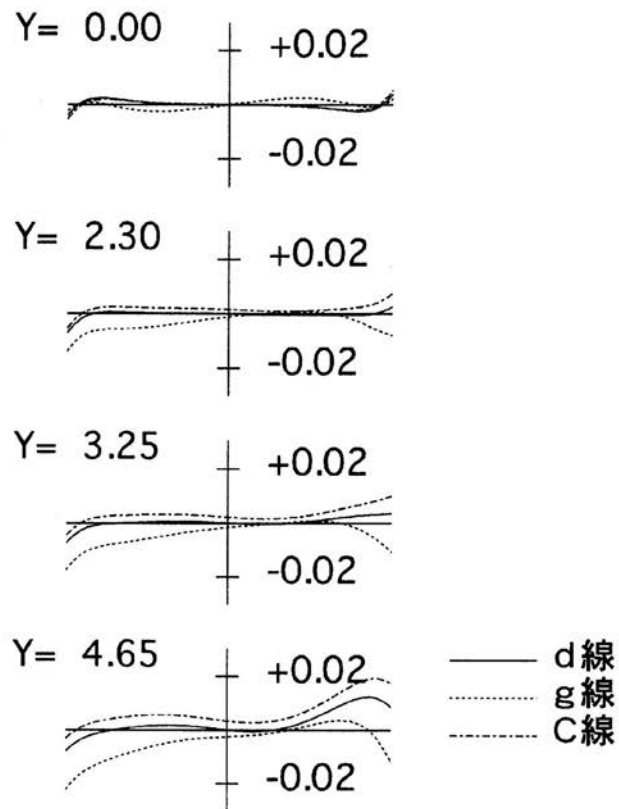
【 図 3 1 】



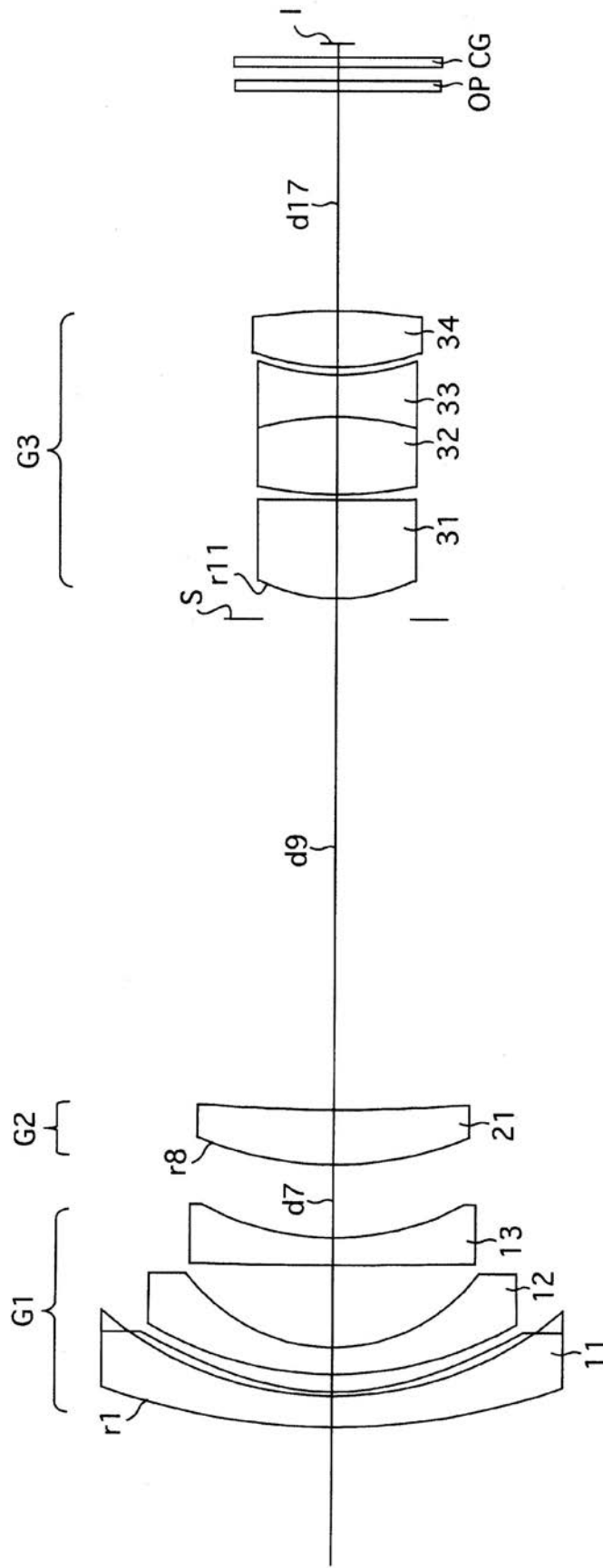
【 図 3 2 】



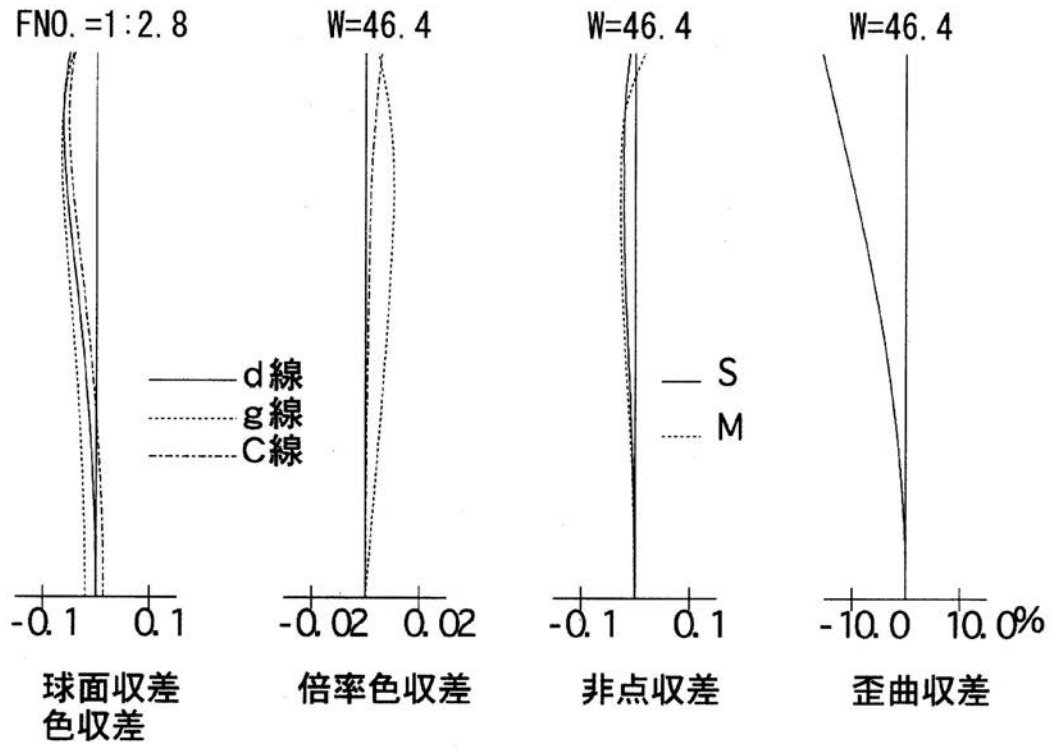
【 図 3 3 】



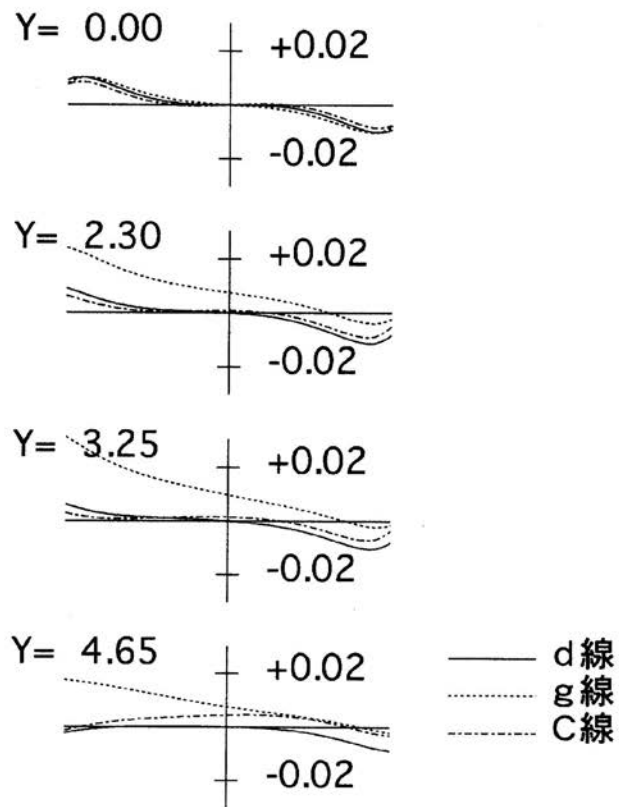
【 図 3 4 】



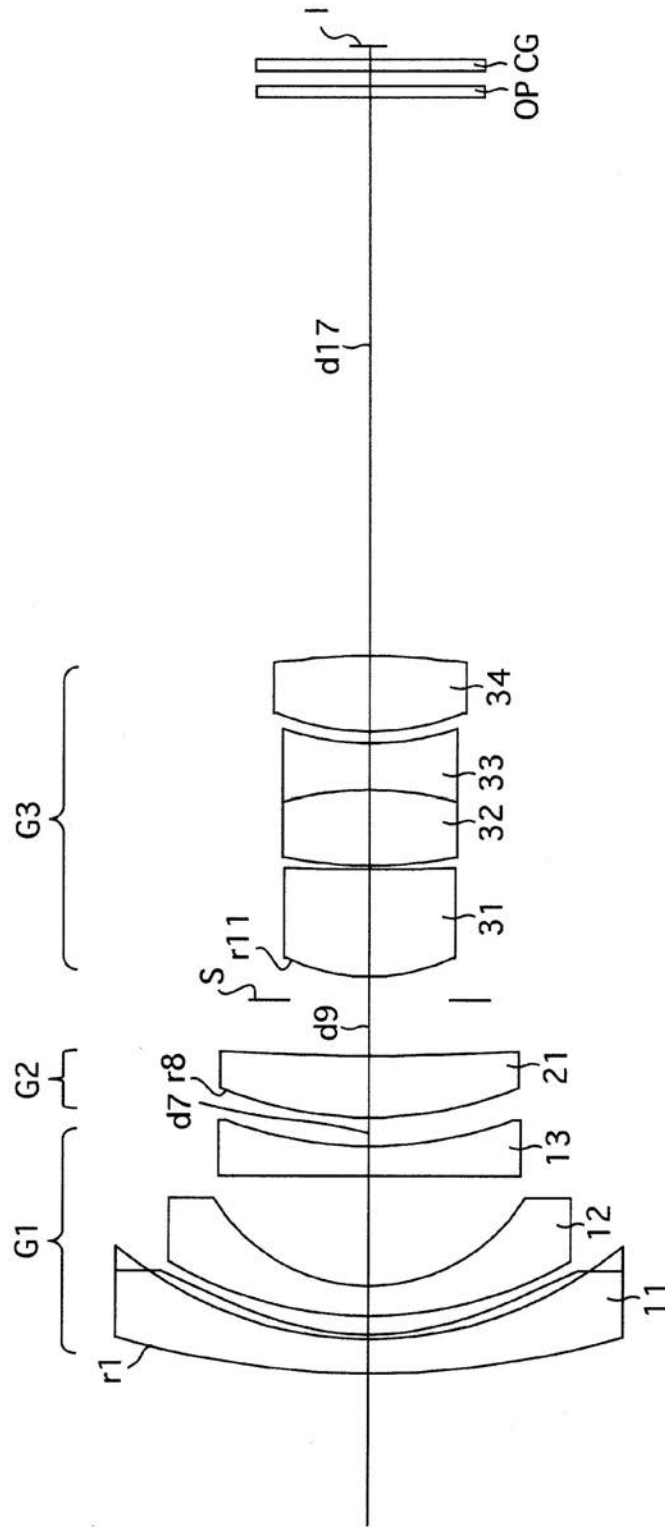
【 図 3 5 】



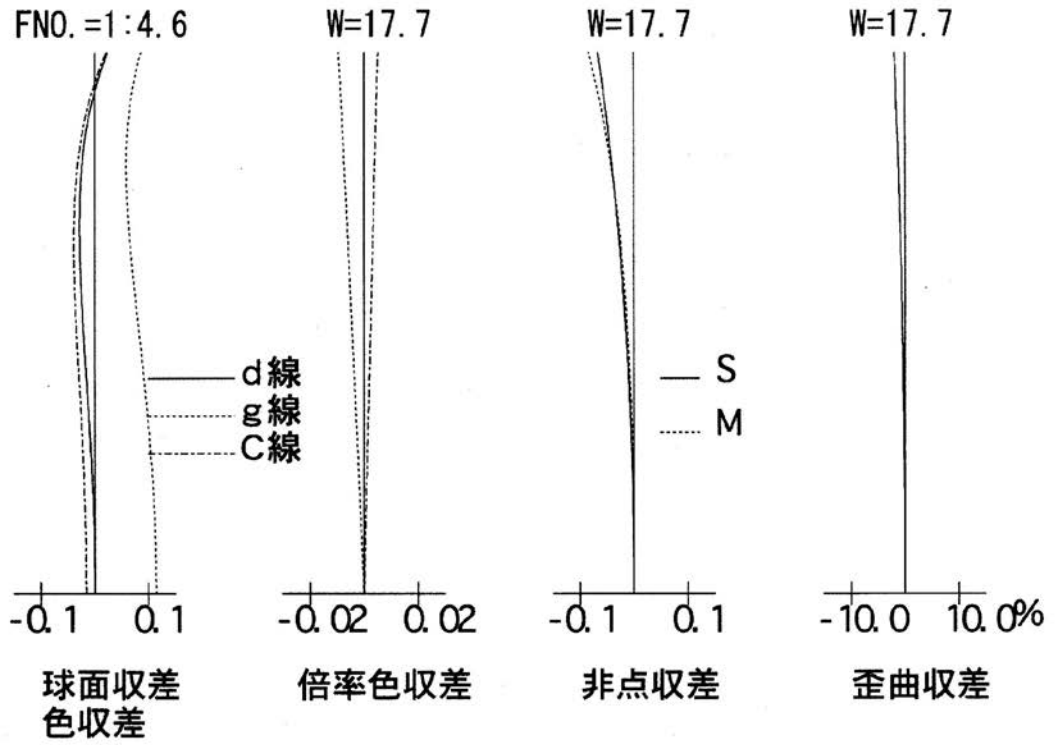
【 図 3 6 】



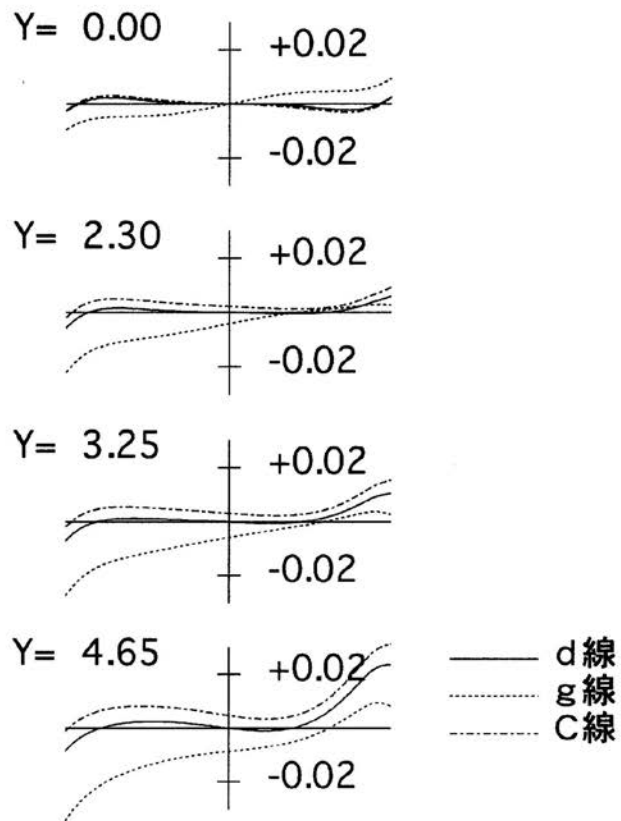
【 図 3 7 】



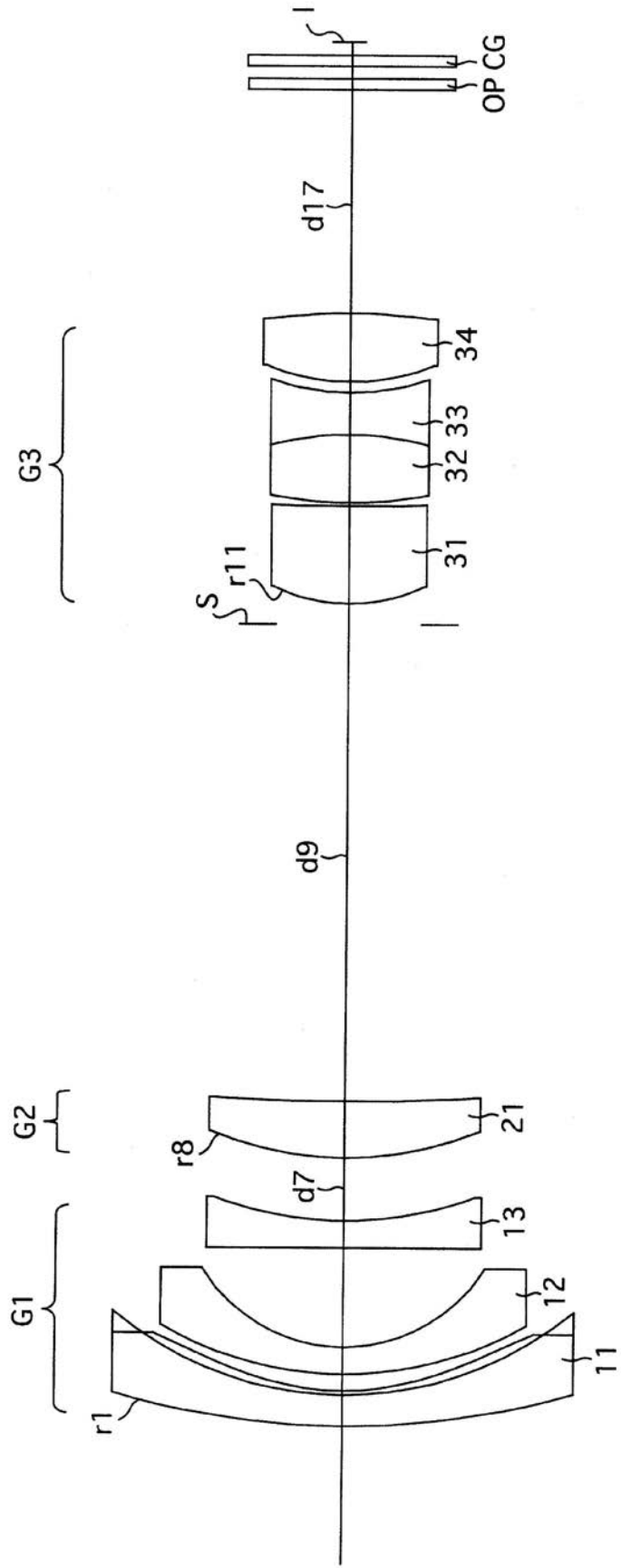
【 図 3 8 】



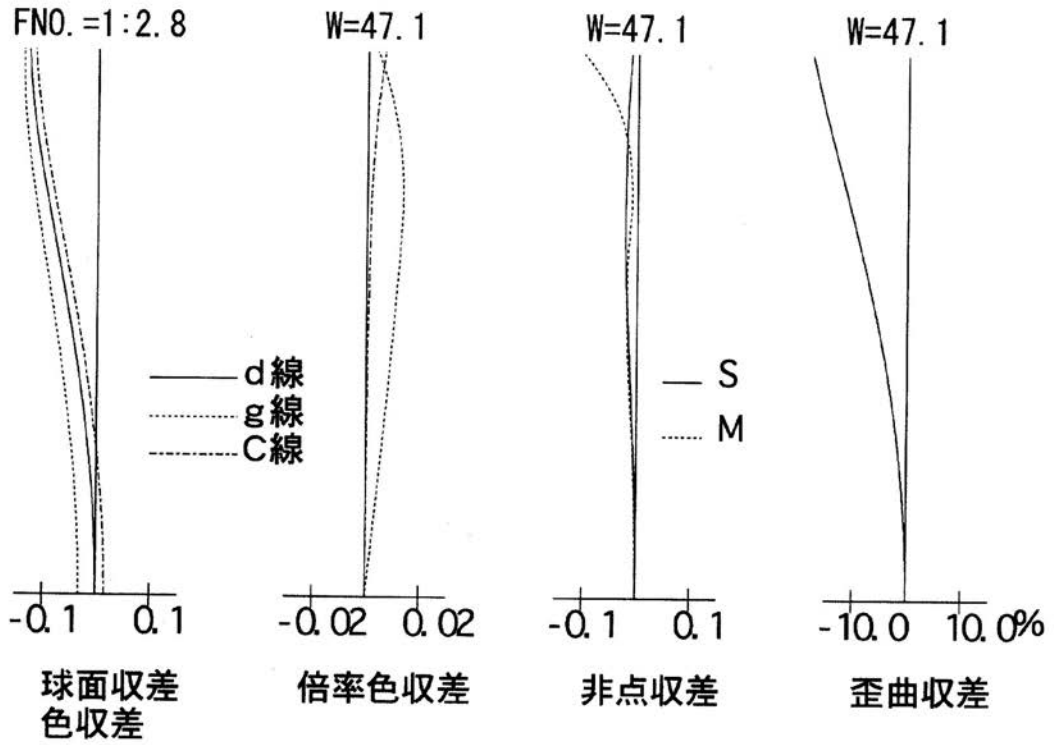
【 図 3 9 】



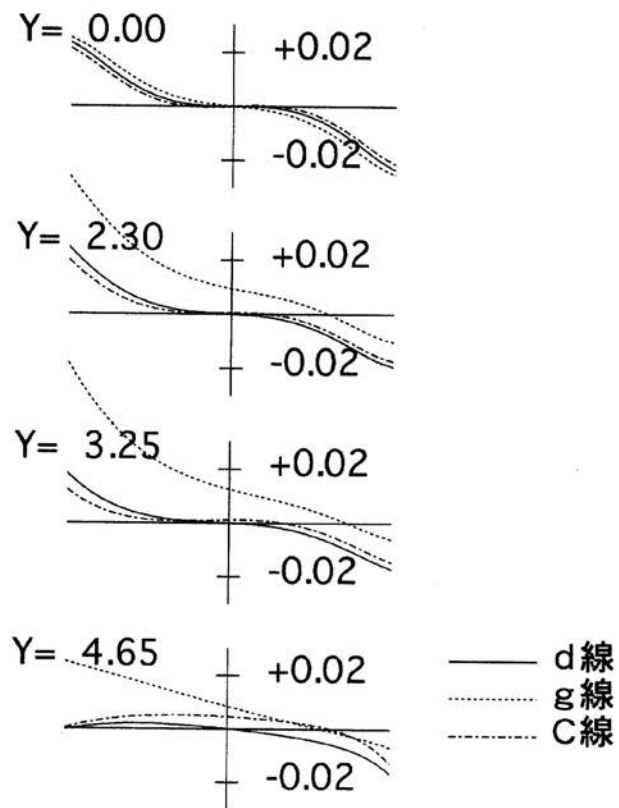
【 図 4 0 】



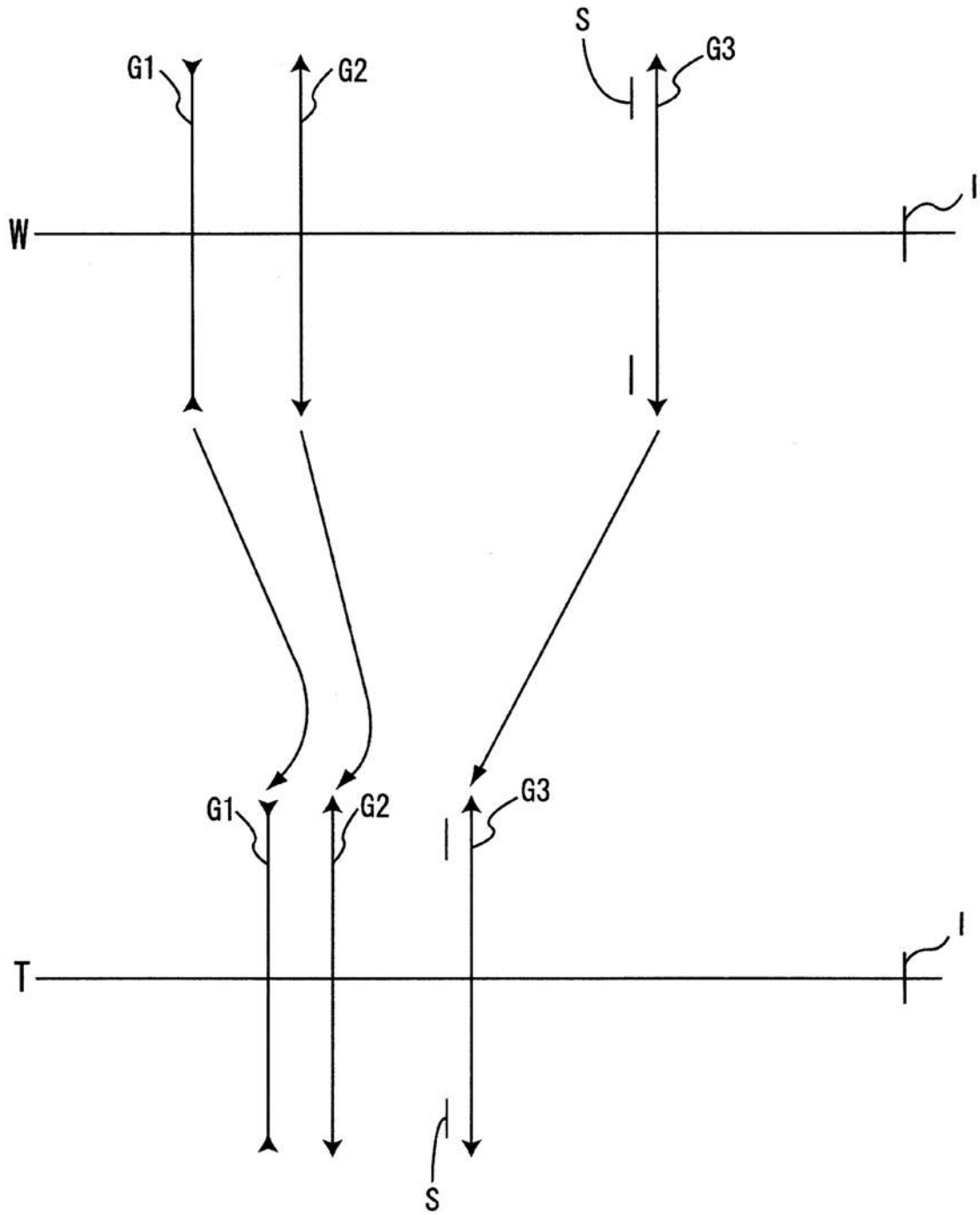
【 図 4 1 】



【 図 4 2 】



【 図 4 3 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA01 MA13 PA06 PA07 PA18 PA19 PB07 PB08 PB09 QA02
QA07 QA17 QA22 QA25 QA26 QA34 QA42 QA45 RA05 RA12
RA13 RA36 RA42 RA43 RA44 SA14 SA16 SA19 SA62 SA63
SA64 SB03 SB04 SB05 SB12 SB25 UA01