

(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2004-245967  
(P2004-245967A)

(43) 公開日 平成16年9月2日(2004.9.2)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
G02B 13/04

F I  
G02B 13/04 C

テーマコード(参考)  
2H087

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2003-34144 (P2003-34144)	(71) 出願人	592171153 株式会社栃木ニコン 栃木県大田原市実取770番地
(22) 出願日	平成15年2月12日(2003.2.12)	(71) 出願人	000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
		(74) 代理人	100077919 弁理士 井上 義雄
		(72) 発明者	田中 要司 栃木県大田原市実取770番地 株式会社 栃木ニコン内
		Fターム(参考)	2H087 KA03 LA03 MA08 PA09 PA10 PA18 PB10 PB11 QA02 QA06 QA07 QA12 QA22 QA26 QA32 QA34 QA42 QA45 QA46 RA42 RA43

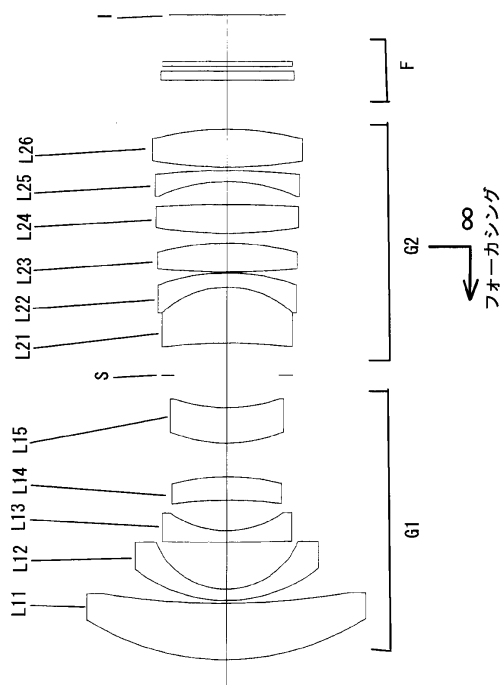
(54) 【発明の名称】 レトロフォーカス型レンズ

(57) 【要約】

【課題】 リアフォーカス方式を採用した小型で簡単な構成で、優れた結像性能を有し、迅速なフォーカシングを可能にしたレトロフォーカス型レンズを提供すること。

【解決手段】 物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2とからなり、前記第1レンズ群G1は最も物体側に正レンズL11を有し、無限遠物体から近距離物体に対してフォーカシングする際に、前記第1レンズ群G1は像面に対して固定され、前記第2レンズ群G2を光軸方向に移動し、所定の条件を満足すること。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群とからなり、

前記第 1 レンズ群は最も物体側に正レンズを有し、

無限遠物体から近距離物体に対してフォーカシングする際に、前記第 1 レンズ群は像面に対して固定され、前記第 2 レンズ群を光軸方向に移動し、

前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$ 、前記第 2 レンズ群の焦点距離を  $f_2$ 、レンズ全系の焦点距離を  $f$ 、としたとき、

$$-5.0 < f_1 / f < -1.5$$

$$1.4 < f_2 / f < 4.0$$

の条件を満足することを特徴とするレトロフォーカス型レンズ。

10

## 【請求項 2】

無限遠物体合焦時における前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の光軸上の距離を  $d_1$ 、としたとき、

$$0.3 < d_1 / f < 2.0$$

の条件を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のレトロフォーカス型レンズ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明はレトロフォーカス型レンズに関し、特にリアフォーカス方式のレトロフォーカス型レンズに関するものである。

20

## 【0002】

## 【従来技術】

近年、CCD (Charge Coupled Device) 等の撮像素子の高精細化に伴い、撮像レンズには像側にテレセントリックで明るくコンパクトで広画角でありながらバックフォーカスの長い高性能なレンズが望まれている。その要求に応えるために多くのレトロフォーカス型レンズが提案されている。

## 【0003】

一般に、レトロフォーカス型レンズのフォーカシング方式は、全体繰り出しが採用されている。しかし、レトロフォーカス型は、結像性能の近距離変動が比較的多くあり、その補正にリアフォーカス方式やフローティング方式を採用したレンズが提案されている。例えば、リアフォーカス方式のレトロフォーカス型レンズの開示例として、特許文献 1、特許文献 2、特許文献 3、および特許文献 4 がある。また、フローティング方式のレトロフォーカス型レンズの開示例として、特許文献 5 がある。

30

## 【0004】

## 【特許文献 1】

特開 2000 - 147373 号公報 (例えば、第 5 実施例)

## 【特許文献 2】

特開平 2 - 167515 号公報

40

## 【特許文献 3】

特開昭 63 - 149618 号公報 (例えば、第 2 実施例)

## 【特許文献 4】

特開昭 62 - 249119 号公報

## 【特許文献 5】

特開昭 62 - 291613 号公報 (例えば、第 1 実施例)

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献 1 に開示されているレトロフォーカス型レンズでは、F ナンバーが 2.8 と暗く、回折光学素子を用いているためレンズの加工も困難となり加工にかかる

50

コストが高いという問題がある。

【0006】

また、特許文献2に開示されているレトロフォーカス型レンズでは、無限遠物体から近距離物体までの合焦時における各収差の近距離変動の補正が不十分である。さらに、フォーカシングに際して移動するレンズ構成枚数も多くフォーカス部を移動させる駆動装置に負担がかかり迅速なフォーカシングが出来ないという問題がある。

【0007】

また、特許文献3に開示されているレトロフォーカス型レンズでは、各撮影距離における収差補正が不十分であるという問題がある。

【0008】

また、特許文献4に開示されているレトロフォーカス型レンズでは、Fナンバーが2.8と暗く、さらに、各撮影距離における収差補正が不十分であり近年の撮像レンズの要求に十分に答えられていないという問題がある。

【0009】

また、特許文献5に開示されているレトロフォーカス型レンズでは、歪曲収差が大きく、また、フォーカシングに際して移動するレンズ構成枚数も多くフォーカス部を移動させる駆動装置に負担がかかり迅速なフォーカシングが出来ないという問題がある。さらに、フローティング方式を採用しているため、レンズ鏡筒の機構も複雑になり加工にかかるコストが高いという問題がある。

【0010】

本発明は上記問題にかんがみてなされたものであり、リアフォーカス方式を採用した小型で簡単な構成で、優れた結像性能を有し、迅速なフォーカシングを可能にしたレトロフォーカス型レンズを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明のレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とからなり、前記第1レンズ群は最も物体側に正レンズを有し、無限遠物体から近距離物体に対してフォーカシングする際に、前記第1レンズ群は像面に対して固定され、前記第2レンズ群を光軸方向に移動し、以下の条件式を満足することを特徴としている。

【0012】

$$-5.0 < f_1 / f < -1.5 \quad (f_1 < 0)$$

$$1.4 < f_2 / f < 4.0$$

ここで、

f : 前記レトロフォーカス型レンズ全系の焦点距離、

f<sub>1</sub> : 前記第1レンズ群の焦点距離、

f<sub>2</sub> : 前記第2レンズ群の焦点距離である。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0014】

本発明に係るレトロフォーカス型レンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とからなり、第1レンズ群は最も物体側に正レンズを有し、無限遠物体から近距離物体に対してフォーカシングする際に、第1レンズ群は像面に対して固定で、第2レンズ群を光軸方向に移動するように構成されている。

【0015】

そして、レトロフォーカス型レンズ全系の焦点距離をf、第1レンズ群の焦点距離をf<sub>1</sub>、第2レンズ群の焦点距離をf<sub>2</sub>としたとき、以下の条件式(1)および(2)を満足している。

【0016】

10

20

30

40

50

$$(1) \quad -5.0 < f_1 / f < -1.5 \quad (f_1 < 0)$$

$$(2) \quad 1.4 < f_2 / f < 4.0$$

条件式(1)は、第1レンズ群の焦点距離 $f_1$ とレトロフォーカス型レンズ全系の焦点距離 $f$ との比について適切な範囲を規定している。

【0017】

条件式(1)の下限値を下回ると、レトロフォーカス型レンズ全系の屈折力に比べ第1レンズ群が弱い屈折力を有することになってしまう。その結果、第2レンズ群の担う結像倍率を小さくしなければならず、所望のバックフォーカスの確保が困難となり、CCD等の撮像素子に必要なローパスフィルタや赤外カットフィルタ等を第2レンズ群と像面との間に入れるスペースが無くなるので好ましくない。

10

【0018】

条件式(1)の上限値を上回ると、レトロフォーカス型レンズ全系の屈折力に比べ第1レンズ群が著しく強い屈折力を有することになってしまう。その結果、歪曲収差をはじめ、像面湾曲などの軸外収差の補正が困難となるので好ましくない。

【0019】

条件式(2)は、第2レンズ群の焦点距離 $f_2$ とレトロフォーカス型レンズ全系の焦点距離 $f$ との比について適切な範囲を規定している。

【0020】

条件式(2)の下限値を下回ると、レトロフォーカス型レンズ全系の屈折力に比べ第2レンズ群が強い屈折力を有することになってしまう。その結果、所望のバックフォーカスの確保が困難となり、CCD等の撮像素子に必要なローパスフィルタや赤外カットフィルタ等を第2レンズ群と像面との間に入れるスペースが無くなるので好ましくない。

20

【0021】

条件式(2)の上限値を上回ると、レトロフォーカス型レンズ全系の屈折力に比べ第2レンズ群が弱い屈折力を有することになってしまう。その結果、フォーカシング時にフォーカシング群の移動量が増大し、フォーカシング群の第2レンズ群と固定群の第1レンズ群とが干渉してしまい近距離物体への合焦が困難になってしまう。また、フォーカシングのスペースを確保しようとするレトロフォーカス型レンズ全系の大型化に繋がるので好ましくない。

【0022】

また、本発明のレトロフォーカス型レンズは、以下の条件式(3)を満足している。

30

【0023】

$$(3) \quad 0.3 < d_1 / f < 2.0$$

ここで、

$f$  : レトロフォーカス型レンズ全系の焦点距離、

$d_1$  : 無限遠物体合焦時における第1レンズ群と第2レンズ群の光軸上の距離である。

【0024】

条件式(3)は、無限遠物体合焦時における第1レンズ群と第2レンズ群の光軸上の距離 $d_1$ とレトロフォーカス型レンズ全系の焦点距離 $f$ との比について適切な範囲を規定している。

40

【0025】

条件式(3)の下限値を下回ると、レトロフォーカス型レンズ全系の屈折力に対して第1レンズ群と第2レンズ群の光軸上の距離が短くなってしまふ。その結果、フォーカシング時に第2レンズ群の移動スペースを十分確保できなくなるので好ましくない。

【0026】

条件式(3)の上限値を上回ると、レトロフォーカス型レンズ全系の屈折力に対して第1レンズ群と第2レンズ群の光軸上の距離が長くなってしまふ。その結果、レトロフォーカス型レンズの前玉径の大型化に繋がり、さらに、レトロフォーカス型レンズ全長が大きくなり過ぎ好ましくない。

【0027】

50

また、本発明のレトロフォーカス型レンズでは、第2レンズ群は最も物体側から順に正レンズと負レンズとの貼り合わせ正レンズを有している。開口絞り近傍に貼り合わせレンズを配置すると軸上色収差の補正に有効である。

【0028】

以上の条件式を満足することにより、リアフォーカス方式を採用した小型で簡単な構成でありFナンバーが小さく、広画角でありながら歪曲収差を良好に補正し、無限遠物体から近距離物体までのフォーカシング時における収差変動を抑え優れた結像性能を有し、フォーカシング群の重量、大きさ、移動量を小さくすることによりフォーカス部を移動させる駆動装置の負荷を軽減させ、迅速なフォーカシングを可能にするレトロフォーカス型レンズが提供できる。

10

【0029】

「実施例」

以下、本発明の各実施例を添付図面に基づいて説明する。以下のすべての実施例は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1、正の屈折力を有する第2レンズ群G2とからなり、第1レンズ群G1は最も物体側に正レンズを有し、無限遠物体から近距離物体に対してフォーカシングする際に、第1レンズ群G1は像面Iに対して固定され、第2レンズ群G2を光軸方向に移動する構成としている。

【0030】

(第1実施例)

図1は、本発明の第1実施例にかかるレトロフォーカス型レンズのレンズ構成を示す図である。

20

【0031】

本第1実施例のレトロフォーカス型レンズでは、物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL11と物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL13と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL14と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL15とから構成されている。第2レンズ群G2は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL21と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL22との貼り合わせ正レンズと、両凸形状の正レンズL23と、両凸形状の正レンズL24と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL25と、両凸形状の正レンズL26とから構成されている。そして、第2レンズ群G2と像面Iとの間に平行平板からなるフィルターFが設けられている。

30

【0032】

表1に本第1実施例の諸元値を掲げる。表1において、 $f$ は焦点距離を、FNOはFナンバーを、 $2\theta$ は画角を、 $Bf$ はバックフォーカスを、 $M$ は撮影倍率を、 $d_0$ は物体からレンズ第1面までの距離をそれぞれ表している。さらに、面番号は光線の進行する方向に沿った物体側からレンズ面の順序を、屈折率およびアッペ数はそれぞれ $d$ 線( $n_d = 1.5876$ )に対する値を示している。なお、空気の屈折率1.000000は記載を省略している。

【0033】

なお、以下の全ての諸元値において、掲載されている焦点距離 $f$ 、曲率半径、面間隔その他の長さ等は、特記の無い場合一般に「mm」が使われるが、光学系は比例拡大または比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。また、単位は「mm」に限定されること無く他の適当な単位を用いることもできる。さらに、これらの記号の説明は、以降の他の実施例においても同様とする。

40

【0034】

【表1】

## (全体諸元)

f = 9.0

FNO = 1.4

2 $\omega$  = 63.7

## (レンズデータ)

面番号	曲率半径	面間隔	アッペ数	屈折率	
1	28.5840	5.8000	42.24	1.799520	10
2	80.7087	0.3000			
3	15.6530	1.2000	51.47	1.734000	
4	8.1114	5.0000			
5	288.4021	1.2000	49.61	1.772500	
6	10.6421	3.1000			
7	-47.9189	2.5000	40.94	1.806100	
8	-21.6452	3.6000			20
9	15.1966	3.8000	25.43	1.805180	
10	17.7237	3.3000			
11	開口絞り	d11=可変			
12	-58.0000	6.0000	54.66	1.729160	
13	-10.0000	1.5000	23.78	1.846660	
14	-22.1098	0.1000			
15	86.0000	3.0000	46.58	1.804000	30
16	-28.4150	1.0000			
17	48.7780	3.0000	49.61	1.772500	
18	-136.4779	2.5000			
19	-17.5082	1.2000	23.78	1.846660	
20	-71.7921	0.3500			
21	46.5551	4.0000	44.20	1.785900	
22	-31.7523	5.0000			40
23	$\infty$	1.0000	64.14	1.516330	
24	$\infty$	0.5000			
25	$\infty$	0.5000	55.06	1.527440	
26	$\infty$	Bf			

## (可変間隔データ)

fまたは $\beta$	9.00000	-0.03333	-0.06091
d0	$\infty$	254.1615	132.0567
d11	3.37162	3.02655	2.73561
Bf	4.92420	5.26933	5.56038

(条件対式応値)

(1)  $f_1 / f = -2.86$

(2)  $f_2 / f = 1.53$

(3)  $d_1 / f = 0.74$

図2から図4は、本第1実施例にかかるレトロフォーカス型レンズのd線( $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ )およびg線( $\lambda = 435.8 \text{ nm}$ )に対する諸収差図である。図2は無遠物体に対する諸収差図を、図3は  $\beta = -0.03333$  に対する諸収差図を、図4は  $\beta = -0.06091$  に対する諸収差図をそれぞれ示している。各収差図において、FNOはFナンバーを、NAは開口数を、Yは像高を、dはd線を、gはg線をそれぞれ示している。また、非点収差図において実線はサジタル像面を示し、破線はメリディオナル像面を示している。球面収差図では、最大口径に対応するFナンバー値またはNAの最大値を示し、非点収差図、歪曲収差図では像高Yの最大値をそれぞれ示し、コマ収差図では各像高の値を示す。なお、以上の収差図の説明は、他の実施例においても同様であり、以後の説明を省略する。

10

20

## 【0035】

各収差図から、本第1実施例のレトロフォーカス型レンズは、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

## 【0036】

(第2実施例)

図5は、本発明の第2実施例にかかるレトロフォーカス型レンズのレンズ構成を示す図である。

## 【0037】

本第2実施例のレトロフォーカス型レンズでは、物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL11と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL13と、両凸形状の正レンズL14とから構成されている。第2レンズ群G2は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL21と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL22との貼り合わせ正レンズと、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL23と、両凸形状の正レンズL24と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL25と、両凸形状の正レンズL26とから構成されている。そして、第2レンズ群G2と像面Iとの間に平行平板からなるフィルターFが設けられている。

30

## 【0038】

表2に本第2実施例の諸元値を掲げる。

40

## 【0039】

【表2】

## (全体諸元)

$f = 9.0$

$FNO = 1.4$

$2\omega = 63.8$

## (レンズデータ)

面番号	曲率半径	面間隔	アッペ数	屈折率	
1	21.4137	4.5000	34.96	1.801000	
2	51.7710	0.2000			
3	13.7700	1.0000	58.54	1.651600	
4	6.3257	3.5000			
5	32.0809	1.0000	49.61	1.772500	10
6	9.0443	2.4000			
7	83.0962	7.5000	40.94	1.806100	
8	-58.9465	2.3000			
9	開口絞り	d9=可変			
10	-946.1016	5.6000	52.67	1.741000	
11	-9.8487	1.5000	23.78	1.846660	
12	-20.6350	0.1000			20
13	-124.2584	2.8000	40.94	1.806100	
14	-21.3598	0.1000			
15	36.7945	2.8000	51.47	1.734000	
16	-90.0383	2.3000			
17	-20.1470	1.1000	23.78	1.846660	
18	-73.6453	0.3000			
19	56.2965	3.7697	58.54	1.651600	30
20	-70.8309	5.0000			
21	$\infty$	1.0000	64.14	1.516330	
22	$\infty$	0.5000			
23	$\infty$	0.5000	55.06	1.527440	
24	$\infty$	Bf			

## (可変間隔データ)

fまたは $\beta$	9.00000	-0.03333	-0.05977	40
d0	$\infty$	260.1351	140.9434	
d9	5.43461	5.05211	4.73914	
Bf	4.79551	5.17794	5.49078	

## (条件式対応値)

- (1)  $f_1 / f = -2.22$   
(2)  $f_2 / f = 1.44$   
(3)  $d_1 / f = 0.86$

図 6 から図 8 は、本第 2 実施例にかかるレトロフォーカス型レンズの d 線 ( $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ) および g 線 ( $\lambda = 435.8 \text{ nm}$ ) に対する諸収差図である。図 6 は無限遠物体に対する諸収差図を、図 7 は  $\theta = -0.0333$  に対する諸収差図を、図 8 は  $\theta = -0.0597$  に対する諸収差図をそれぞれ示している。

【0040】

各収差図から、本第 2 実施例のレトロフォーカス型レンズは、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

【0041】

(第 3 実施例)

図 9 は、本発明の第 3 実施例にかかるレトロフォーカス型レンズのレンズ構成を示す図である。 10

【0042】

本第 3 実施例のレトロフォーカス型レンズでは、物体側から順に、第 1 レンズ群 G 1 は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 1 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 2 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 3 と、両凸形状の正レンズ L 1 4 と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 1 5 とから構成されている。第 2 レンズ群 G 2 は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L 2 1 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 2 2 との貼り合わせ正レンズと、両凸形状の正レンズ L 2 3 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 2 4 と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 2 5 と、両凸形状の正レンズ L 2 6 とから構成されている。そして、第 2 レンズ群 G 2 と像面 I との間に平行平板からなるフィルター F が設けられている。 20

【0043】

表 3 に本第 3 実施例の諸元値を掲げる。

【0044】

【表 3】

(全体諸元)

$$f = 9.0$$

$$FNO = 1.4$$

$$2\omega = 63.8$$

## (レンズデータ)

面番号	曲率半径	面間隔	アッベ数	屈折率	
1	29.1126	5.6000	34.96	1.801000	
2	118.0261	0.2500			
3	23.0237	1.1000	51.47	1.734000	
4	8.6156	4.8000			
5	279.3996	1.1000	49.61	1.772500	10
6	10.9906	3.0000			
7	20.7958	3.3000	40.94	1.806100	
8	-37.4455	3.4000			
9	-23.0548	1.4000	53.85	1.713000	
10	-61.3020	3.3000			
11	開口絞り	d11=可変			
12	-40.6336	5.8000	52.67	1.741000	20
13	-9.0959	1.4000	23.78	1.846660	
14	-21.9366	0.1000			
15	87.5599	2.9000	40.94	1.806100	
16	-26.3384	1.0000			
17	27.9169	2.9000	49.61	1.772500	
18	1487.0438	2.4000			
19	-20.3986	1.1000	23.78	1.846660	30
20	-86.1461	0.3000			
21	224.2072	3.9000	44.20	1.785900	
22	-29.4884	5.0000			
23	$\infty$	1.0000	64.14	1.516330	
24	$\infty$	0.5000			
25	$\infty$	0.5000	55.06	1.527440	
26	$\infty$	Bf			40

## (可変間隔データ)

fまたは $\beta$	9.00000	-0.03333	-0.06045
d0	$\infty$	256.2015	135.1860
d11	3.80661	3.45804	3.16874
Bf	4.95746	5.30603	5.59533

$$(1) \quad f_1 / f = -2.78$$

$$(2) \quad f_2 / f = 1.50$$

$$(3) \quad d_1 / f = 0.79$$

図10から図12は、本第3実施例にかかるレトロフォーカス型レンズのd線( $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ )およびg線( $\lambda = 435.8 \text{ nm}$ )に対する実施例3の諸収差図である。図10は無遠物体に対する諸収差図を、図11は  $\lambda = -0.0333$  に対する諸収差図を、図12は  $\lambda = -0.0604$  に対する諸収差図をそれぞれ示している。

【0045】

各収差図から、本第3実施例のレトロフォーカス型レンズは、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

10

【0046】

(第4実施例)

図13は、本発明の第4実施例にかかるレトロフォーカス型レンズのレンズ構成を示す図である。

【0047】

本第4実施例のレトロフォーカス型レンズでは、物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL11と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL13と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL14と、両凸形状の正レンズL15とから構成されている。第2レンズ群G2は、両凸形状の正レンズL21と物体側に凹面を向けた負メニスカスレン 20  
ズL22との貼り合わせ正レンズと、両凸形状の正レンズL23と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL24と、両凸形状の正レンズL25と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL26とから構成されている。そして、第2レンズ群G2と像面Iとの間に平行平板からなるフィルターFが設けられている。

【0048】

表4に本第4実施例の諸元値を掲げる。

【0049】

【表4】

(全体諸元)

$$f = 9.0$$

$$FNO = 1.4$$

$$2\omega = 63.9$$

30

## (レンズデータ)

面番号	曲率半径	面間隔	アッベ数	屈折率	
1	35.5084	5.0000	25.43	1.805180	
2	110.6247	0.2700			
3	17.4607	1.2000	54.66	1.729160	
4	7.8282	4.0000			
5	24.2465	1.0000	49.61	1.772500	10
6	11.2813	2.0000			
7	60.0610	1.8000	34.96	1.801000	
8	17.6131	4.5000			
9	35.9499	3.6000	25.43	1.805180	
10	-47.9725	4.0000			
11	開口絞り	d11=可変			
12	70.5045	6.0000	58.54	1.651600	20
13	-10.9396	1.5000	23.78	1.846660	
14	-24.5938	0.1000			
15	150.2022	3.5000	51.47	1.734000	
16	-32.0070	2.2000			
17	39.2426	1.2000	25.43	1.805180	
18	13.7306	2.5000			
19	73.5173	3.5000	49.61	1.772500	30
20	-53.8459	0.3500			
21	13.4646	4.0000	49.61	1.772500	
22	24.6446	5.0000			
23	$\infty$	1.0000	64.14	1.516330	
24	$\infty$	0.5000			
25	$\infty$	0.5000	55.06	1.527440	
26	$\infty$	Bf			40

## (可変間隔データ)

fまたは $\beta$	9.00000	-0.03333	-0.06265
d0	$\infty$	255.1678	128.8744
d11	3.61373	3.27344	2.96960
Bf	6.31428	6.65705	6.96725

$$(1) \quad f_1 / f = -3.00$$

$$(2) \quad f_2 / f = 1.82$$

$$(3) \quad d_1 / f = 0.85$$

図14から図16は、本第4実施例にかかるレトロフォーカス型レンズのd線( $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ )およびg線( $\lambda = 435.8 \text{ nm}$ )に対する実施例4の諸収差図である。図14は無遠物体に対する諸収差図を、図15は  $\lambda = -0.0336$  に対する諸収差図を、図16は  $\lambda = -0.0636$  に対する諸収差図をそれぞれ示している。

【0050】

各収差図から、本第4実施例のレトロフォーカス型レンズは、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

10

【0051】

(第5実施例)

図17は、本発明の第5実施例にかかるレトロフォーカス型レンズのレンズ構成を示す図である。

【0052】

本第5実施例のレトロフォーカス型レンズでは、物体側から順に、第1レンズ群G1は、両凸形状の正レンズL11と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL13と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL14と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL15とから構成されている。第2レンズ群G2は、両凸形状の正レンズL21と両凹形状の負レンズL22との貼り合わせ正レンズと、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL23と、両凸形状の正レンズL24と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL25と、両凸形状の正レンズL26とから構成されている。そして、第2レンズ群G2と像面Iとの間に平行平板からなるフィルターFが設けられている。

20

【0053】

表5に本実施例5の諸元値を掲げる。

【0054】

【表5】

(全体諸元)

$$f = 9.0$$

$$FNO = 2.0$$

$$2\omega = 63.8$$

30

## (レンズデータ)

面番号	曲率半径	面間隔	アッベ数	屈折率	
1	84.3137	5.0000	34.96	1.801000	
2	-242.5557	0.5000			
3	24.9499	1.5000	51.47	1.734000	
4	7.7222	6.5000			
5	53.7078	1.5000	49.61	1.772500	10
6	10.9931	4.0000			
7	-90.8397	2.0000	49.61	1.772500	
8	-23.0147	4.5000			
9	-11.3983	4.0000	25.43	1.805180	
10	-11.0535	3.0000			
11	開口絞り	d11=可変			
12	23.2228	5.5000	58.54	1.651600	20
13	-30.0000	2.0000	23.78	1.846660	
14	42.9975	3.0000			
15	-119.1526	3.0000	49.61	1.772500	
16	-28.0361	1.5000			
17	98.8284	3.0000	49.61	1.772500	
18	-56.4795	4.5000			
19	-16.8597	1.8000	23.78	1.846660	30
20	-28.0773	0.5000			
21	97.0684	2.5000	44.20	1.785900	
22	-57.2170	5.0000			
23	$\infty$	1.0000	64.14	1.516330	
24	$\infty$	0.5000			
25	$\infty$	0.5000	55.06	1.527440	
26	$\infty$	Bf			40

## (可変間隔データ)

fまたは $\beta$	9.00000	-0.03333	-0.06000
d0	$\infty$	256.4886	136.5002
d11	12.45224	12.12989	11.87028
Bf	13.27934	13.60170	13.86131

(条件式対応値)

$$(1) \quad f_1 / f = -3.89$$

$$(2) \quad f_2 / f = 2.78$$

$$(3) \quad d_1 / f = 1.72$$

図18から図20は、本第5実施例にかかるレトロフォーカス型レンズのd線(  $\lambda = 587.6 \text{ nm}$  )およびg線(  $\lambda = 435.8 \text{ nm}$  )に対する実施例5の諸収差図である。図18は無遠物体に対する諸収差図を、図19は  $\lambda = -0.0333$  に対する諸収差図を、図20は  $\lambda = -0.0600$  に対する諸収差図をそれぞれ示している。

#### 【0055】

各収差図から、本第5実施例のレトロフォーカス型レンズは、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

10

#### 【0056】

##### 【発明の効果】

以上のように本発明によれば、リアフォーカス方式を採用した小型で簡単な構成で、優れた結像性能を有し、迅速なフォーカシングを可能にしたレトロフォーカス型レンズが実現でき、広範な利用目的に適うレトロフォーカス型レンズを提供することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例にかかるレトロフォーカス型レンズのレンズ構成図。

【図2】第1実施例の無限遠物体に対する諸収差図。

【図3】第1実施例の  $\lambda = -0.0333$  に対する諸収差図。

【図4】第1実施例の  $\lambda = -0.0609$  に対する諸収差図。

20

【図5】本発明の第2実施例にかかるレトロフォーカス型レンズのレンズ構成図。

【図6】第2実施例の無限遠物体に対する諸収差図。

【図7】第2実施例の  $\lambda = -0.0333$  に対する諸収差図。

【図8】第2実施例の  $\lambda = -0.0597$  に対する諸収差図。

【図9】本発明の第3実施例にかかるレトロフォーカス型レンズのレンズ構成図。

【図10】第3実施例の無限遠物体に対する諸収差図。

【図11】第3実施例の  $\lambda = -0.0333$  に対する諸収差図。

【図12】第3実施例の  $\lambda = -0.0604$  に対する諸収差図。

【図13】本発明の第4実施例にかかるレトロフォーカス型レンズのレンズ構成図。

【図14】第4実施例の無限遠物体に対する諸収差図。

30

【図15】第4実施例の  $\lambda = -0.0336$  に対する諸収差図。

【図16】第4実施例の  $\lambda = -0.0636$  に対する諸収差図。

【図17】本発明の第5実施例にかかるレトロフォーカス型レンズのレンズ構成図。

【図18】第5実施例の無限遠物体に対する諸収差図。

【図19】第5実施例の  $\lambda = -0.0333$  に対する諸収差図。

【図20】第5実施例の  $\lambda = -0.0600$  に対する諸収差図。

##### 【符号の説明】

G1 : 第1レンズ群

G2 : 第2レンズ群

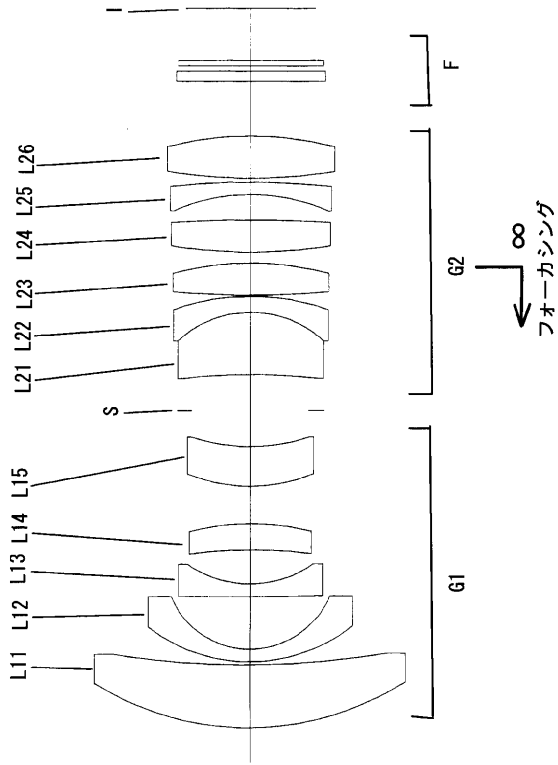
F : フィルタ

S : 開口絞り

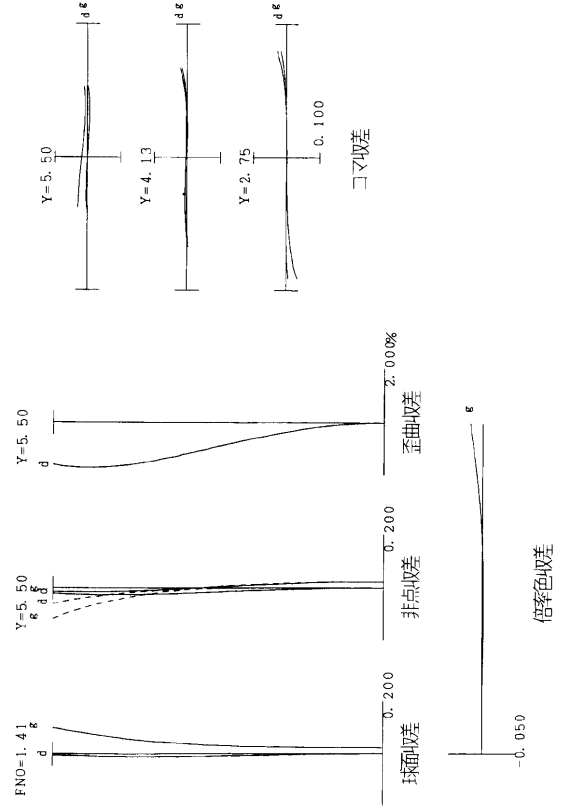
I : 像面

40

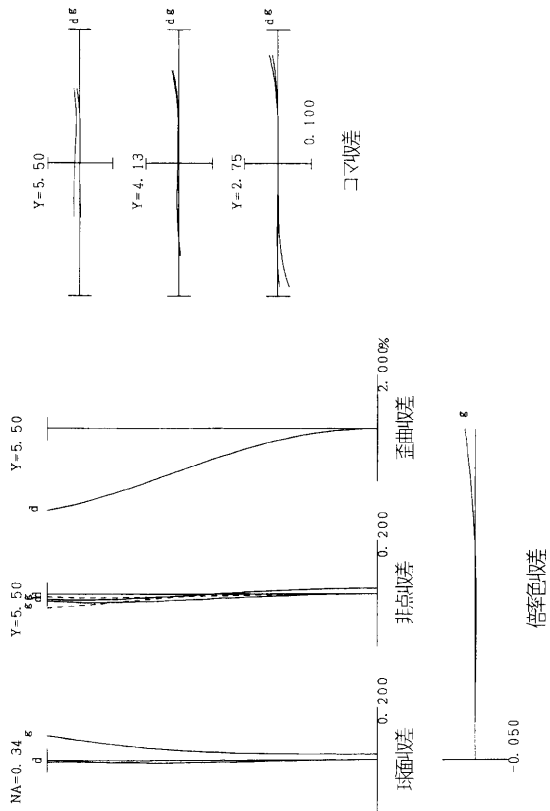
【 図 1 】



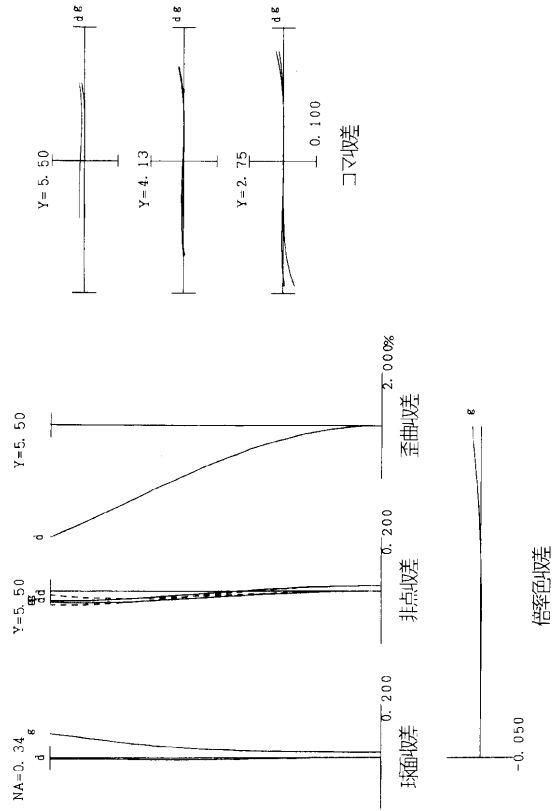
【 図 2 】



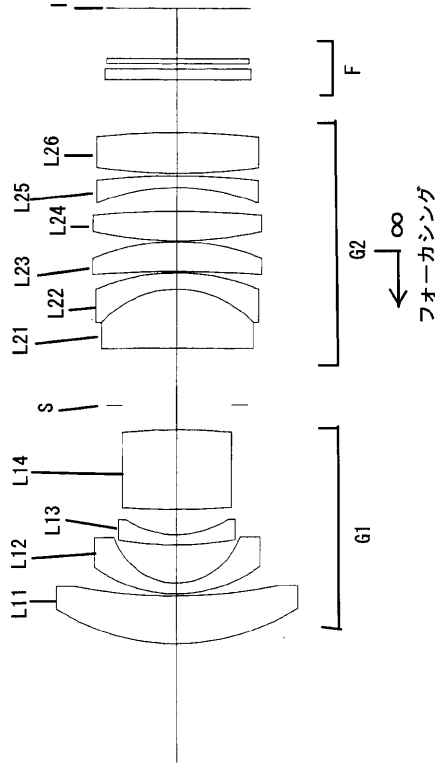
【 図 3 】



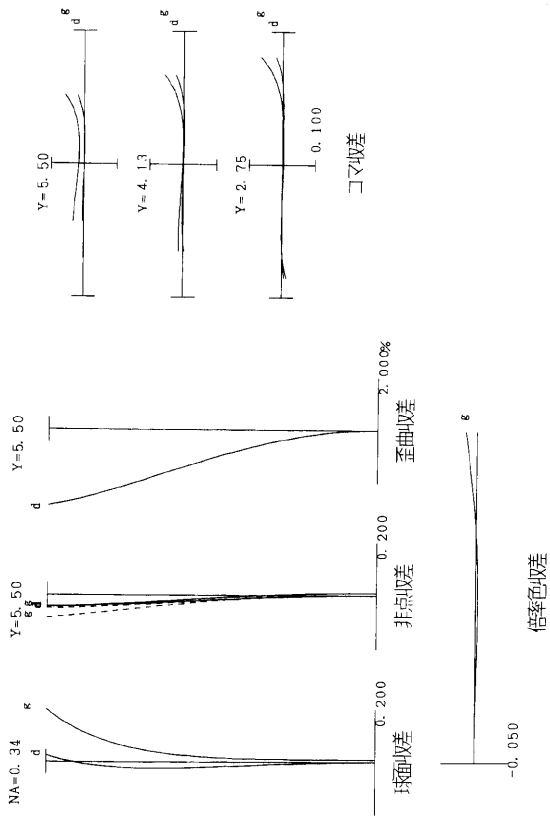
【 図 4 】



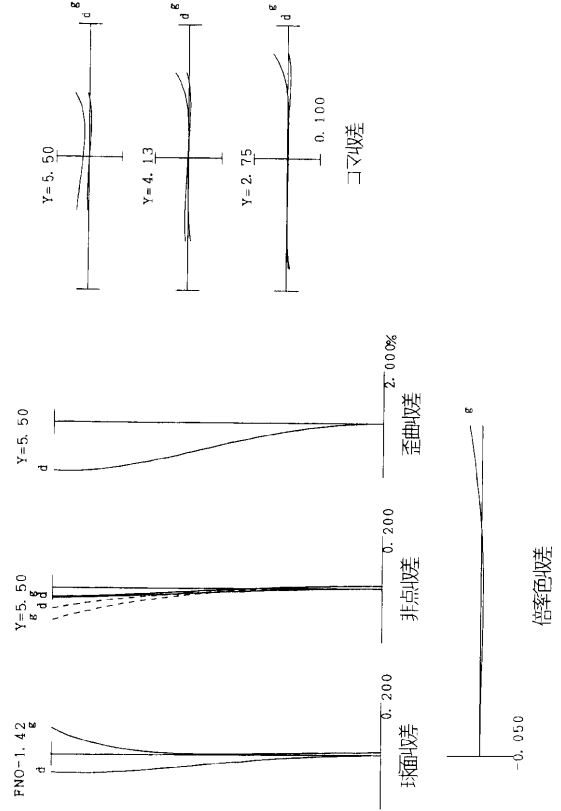
【 図 5 】



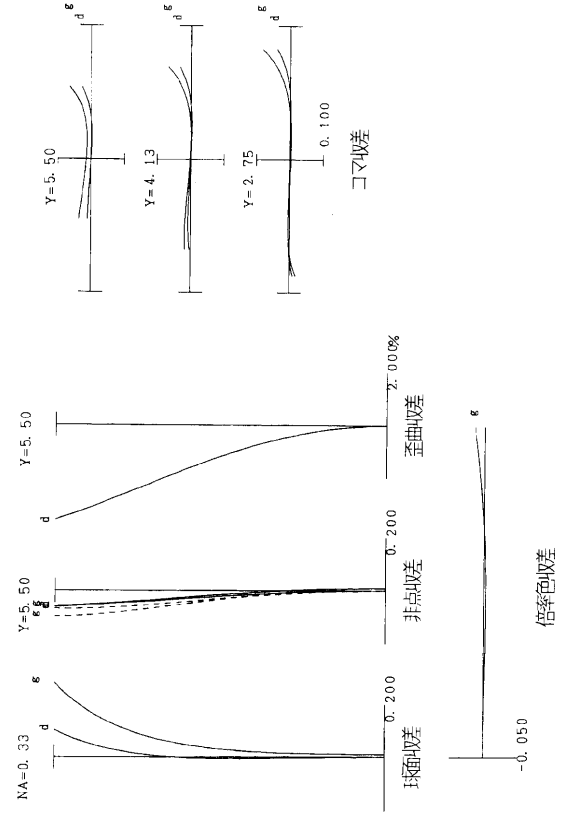
【 図 7 】



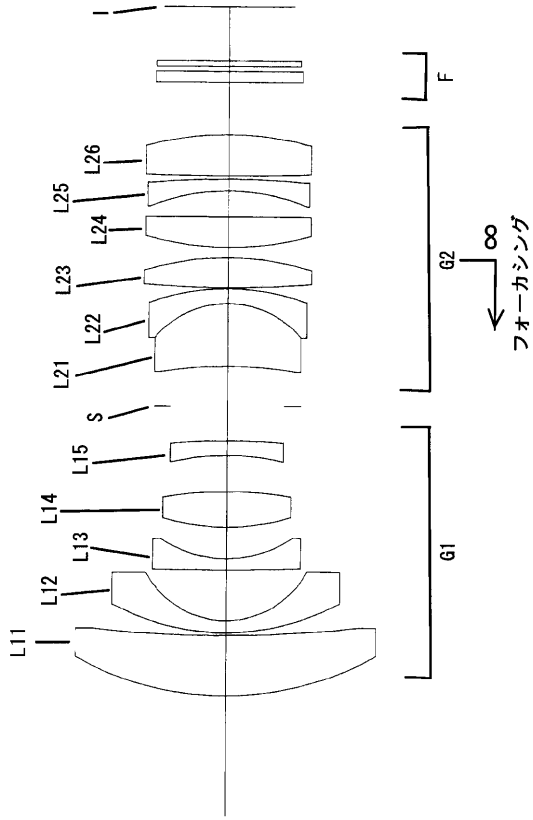
【 図 6 】



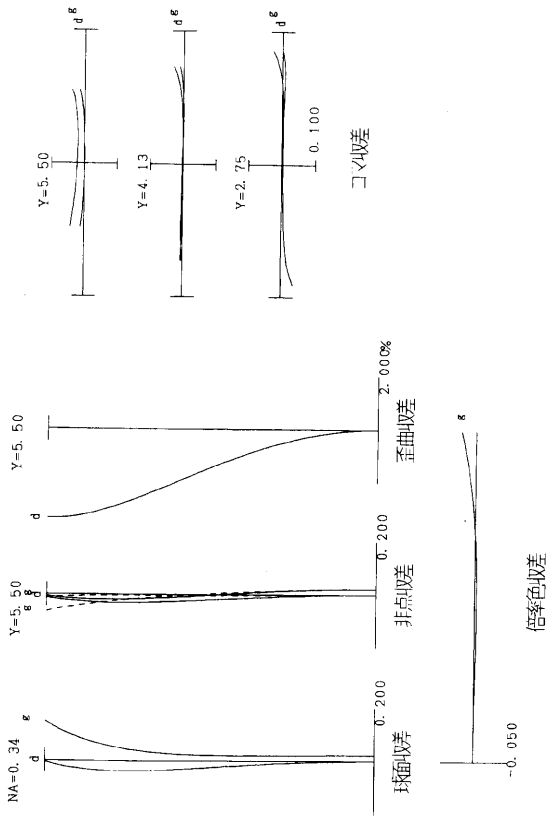
【 図 8 】



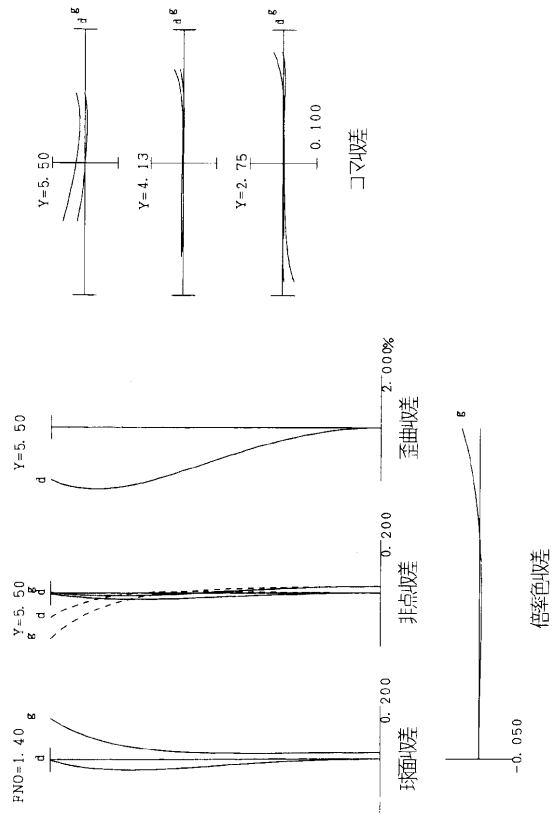
【 図 9 】



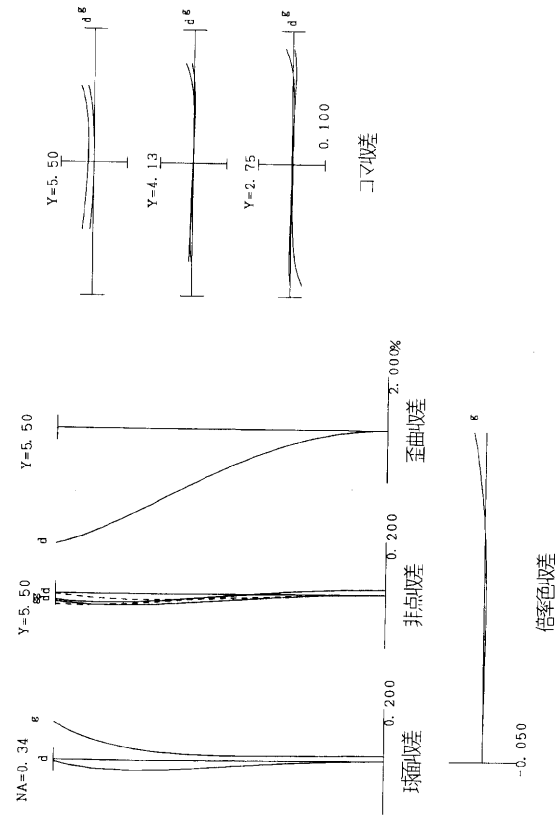
【 図 1 1 】



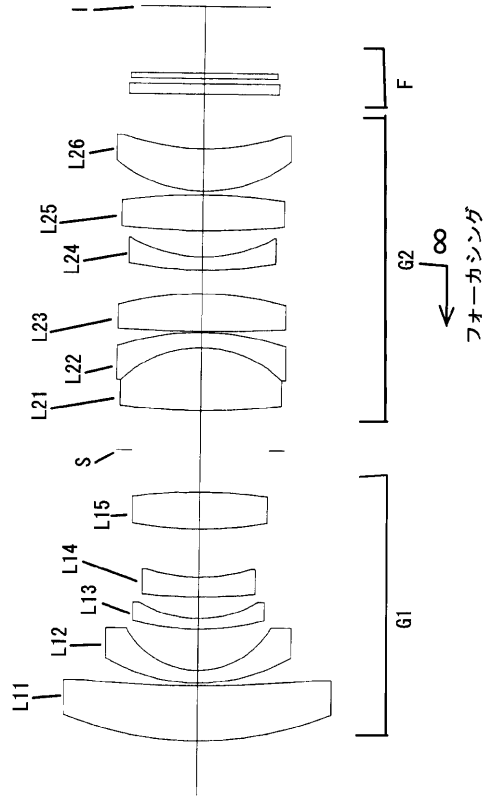
【 図 1 0 】



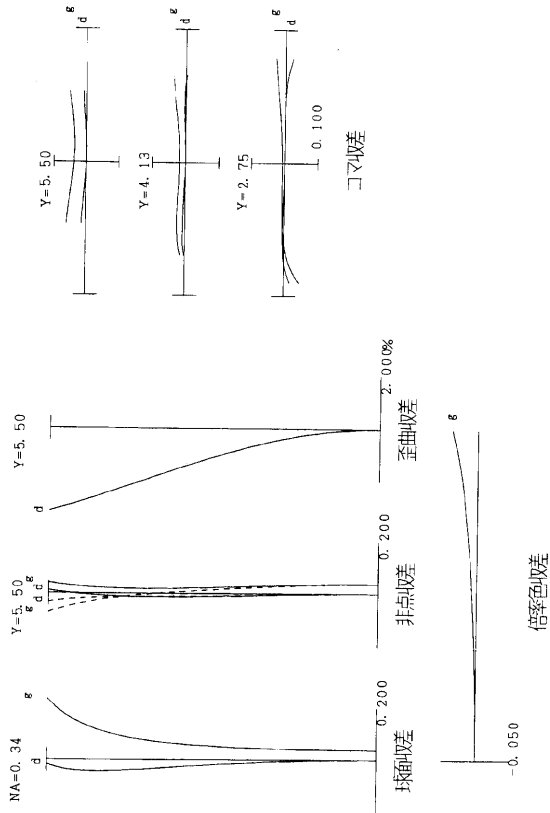
【 図 1 2 】



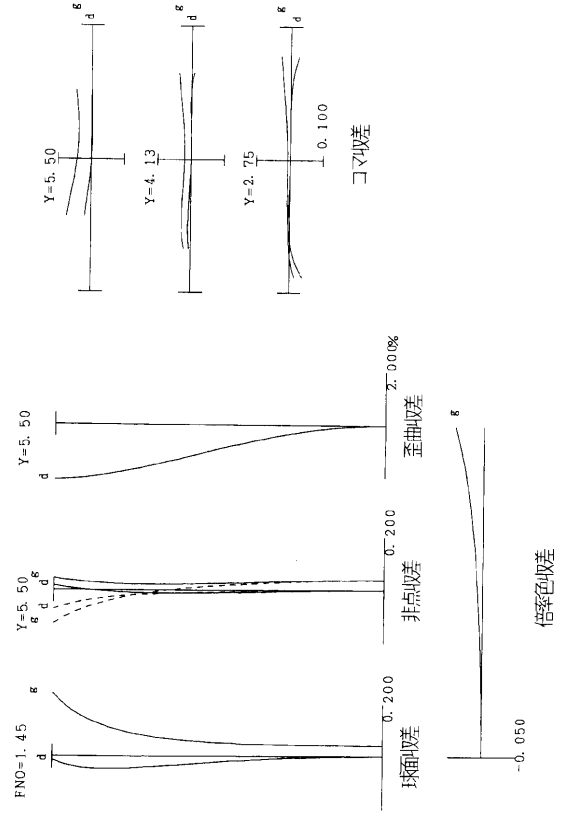
【 図 1 3 】



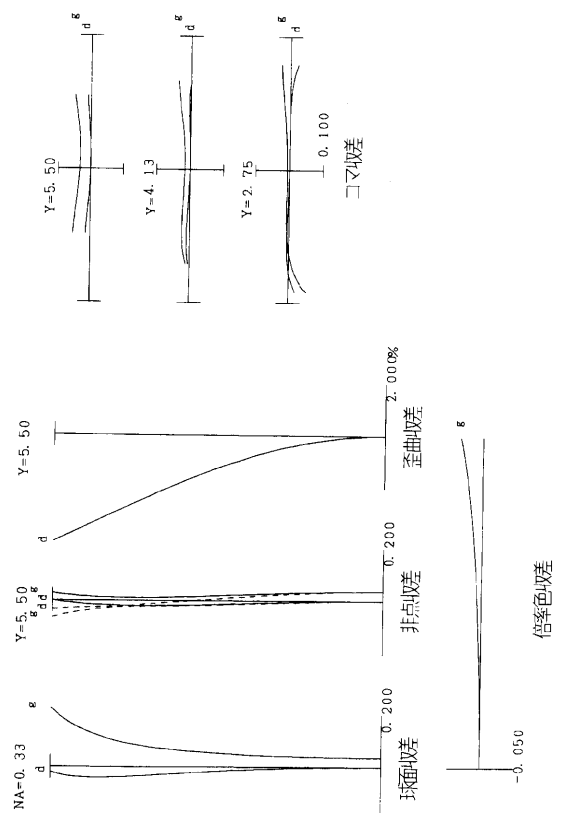
【 図 1 5 】



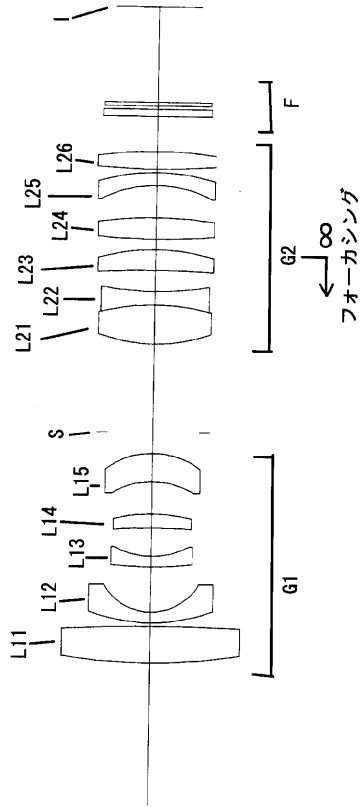
【 図 1 4 】



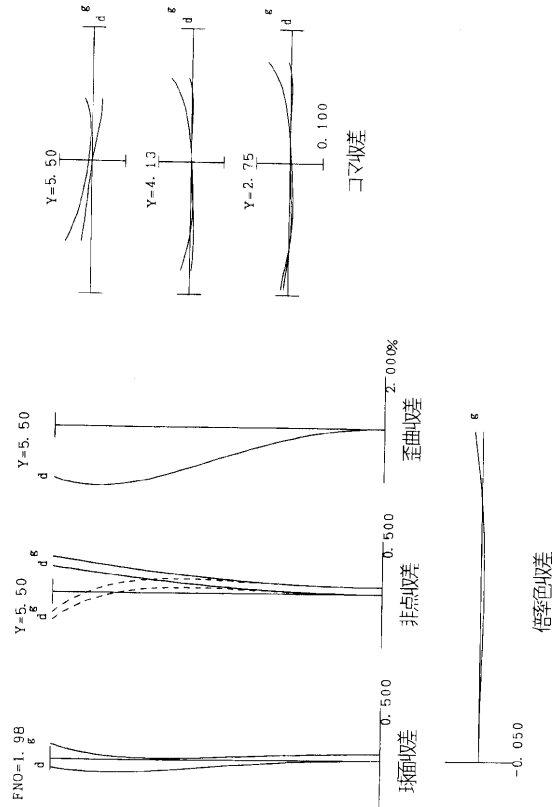
【 図 1 6 】



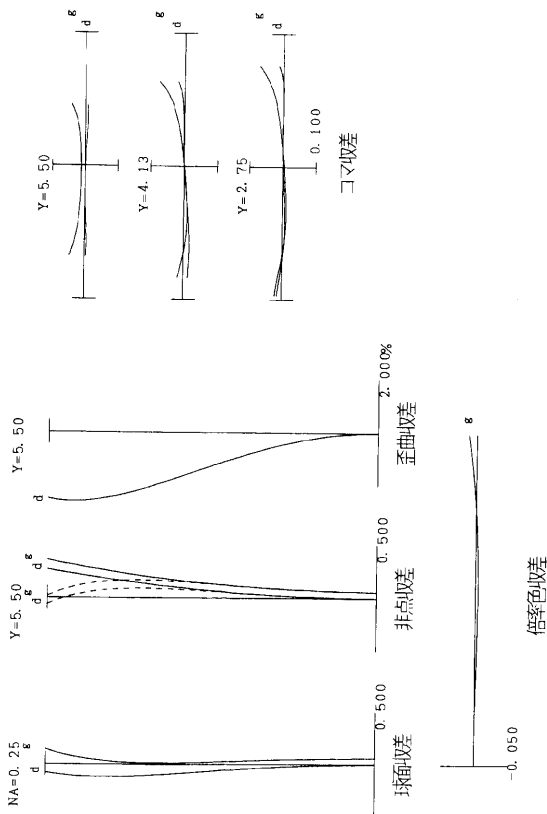
【 図 17 】



【 図 18 】



【 図 19 】



【 図 20 】

