

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4432153号
(P4432153)

(45) 発行日 平成22年3月17日(2010.3.17)

(24) 登録日 平成22年1月8日(2010.1.8)

(51) Int.Cl. F 1
GO 2 B 15/163 (2006.01) GO 2 B 15/163
GO 2 B 13/18 (2006.01) GO 2 B 13/18

請求項の数 5 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願平11-220000
 (22) 出願日 平成11年8月3日(1999.8.3)
 (65) 公開番号 特開2001-42218(P2001-42218A)
 (43) 公開日 平成13年2月16日(2001.2.16)
 審査請求日 平成18年6月27日(2006.6.27)

(73) 特許権者 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
 (74) 代理人 100109221
 弁理士 福田 充広
 (72) 発明者 芝山 敦史
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
 式会社ニコン内
 審査官 森内 正明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ

(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、正の屈折力を有する第3レンズ群とからなり、

前記第1レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1-1レンズユニットと、所定の空気間隔を隔てた正の屈折力を有する第1-2レンズユニットとからなり、

前記第2レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第2-1レンズユニットと、所定の空気間隔を隔てた負の屈折力を有する第2-2レンズユニットと、所定の空気間隔を隔てた正の屈折力を有する第2-3レンズユニットとからなり、

広角端状態から望遠端状態へのズームングに際して、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が縮小し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が拡大するように、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群とが移動し、前記第3レンズ群が固定され、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.7 < f2 / |f1| < 1.5 \quad (f1 < 0)$$

$$3 < f3 / fw < 10$$

$$1.311 \leq f12 / |f1| < 3 \quad (f1 < 0)$$

$$1.1 < |f22| / f2 < 5 \quad (f22 < 0)$$

$$1.6 < (D1w - D1t) / fw < 6$$

$$1.6 < (D2t - D2w) / fw < 6$$

但し、

f 1 : 前記第 1 レンズ群の焦点距離 ,
 f 2 : 前記第 2 レンズ群の焦点距離 ,
 f 3 : 前記第 3 レンズ群の焦点距離 ,
 f w : 広角端状態におけるズームレンズの焦点距離 ,
 f 1 2 : 前記第 1 - 2 レンズユニットの焦点距離 ,
 f 2 2 : 前記第 2 - 2 レンズユニットの焦点距離 ,
 D 1 w : 広角端状態における前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との空気間隔 ,
 D 1 t : 望遠端状態における前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との空気間隔 ,
 D 2 w : 広角端状態における前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との空気間隔 ,
 D 2 t : 望遠端状態における前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との空気間隔

10

【請求項 2】

前記第 1 - 1 レンズユニットは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凹負レンズとからなり、

前記第 1 - 2 レンズユニットは物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなることを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 3】

前記第 1 - 1 レンズユニットの最も物体側の面が非球面であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記第 2 - 2 レンズユニットは、物体側から順に、両凸正レンズと両凹負レンズとの接合レンズからなることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

20

【請求項 5】

前記第 3 レンズ群は、少なくとも 1 つの面が非球面の正の単レンズで構成されることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は固体撮像素子等を用いたビデオカメラ、電子スチルカメラ等に適したズームレンズ、特にズーム比が 2 . 5 倍以上で、広角端状態で 60 ° 以上の画角を有し、優れた結像性能を有するズームレンズに関する。

30

【0002】

【従来の技術】

従来より、固体撮像素子に適したズームレンズが特開平 6 - 9 4 9 9 6 号公報、特開平 7 - 2 6 1 0 8 3 号公報などに開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特開平 6 - 9 4 9 9 6 号公報に開示されたズームレンズは、いずれもズーム比が 2 倍程度と小さく不十分であった。

【0004】

また、特開平 7 - 2 6 1 0 8 3 号公報に開示されたレンズにおいても、ズーム比は 2 . 3 倍程度で不十分であった。さらに、当該公報の収差図から明らかなようにズーミングに伴う球面収差の変動が大きく、結像性能が不十分であった。

40

【0005】

本発明は上記問題に鑑みてなされたものであり、固体撮像素子等を用いたビデオカメラ、電子スチルカメラ等に適し、小型であり、ズーム比が 2 . 5 倍以上で、広角端状態で 60 ° 以上の画角を有し、優れた結像性能を有するズームレンズを提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】

50

上記目的を達成するために、本発明のズームレンズは、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、正の屈折力を有する第3レンズ群とからなり、

前記第1レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1-1レンズユニットと、所定の空気間隔を隔てた正の屈折力を有する第1-2レンズユニットとからなり、

前記第2レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第2-1レンズユニットと、所定の空気間隔を隔てた負の屈折力を有する第2-2レンズユニットと、所定の空気間隔を隔てた正の屈折力を有する第2-3レンズユニットとからなり、

広角端状態から望遠端状態へのズーム（変倍）に際して、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が縮小し、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が拡大するように、第1レンズ群と第2レンズ群とが移動し、第3レンズ群が固定され、以下の条件式を満足する構成である。

$$(1) \quad 0.7 < f_2 / |f_1| < 1.5 \quad (f_1 < 0)$$

$$(2) \quad 3 < f_3 / f_w < 10$$

$$(3) \quad \frac{1.311}{f_{12}} f_{12} / |f_1| < 3 \quad (f_1 < 0)$$

$$(4) \quad 1.1 < |f_{22}| / f_2 < 5 \quad (f_{22} < 0)$$

$$(5) \quad 1.6 < (D_{1w} - D_{1t}) / f_w < 6$$

$$(6) \quad 1.6 < (D_{2t} - D_{2w}) / f_w < 6$$

但し、 f_1 は第1レンズ群の焦点距離、 f_2 は第2レンズ群の焦点距離、 f_3 は第3レンズ群の焦点距離、 f_w は広角端状態におけるズームレンズの焦点距離、 f_{12} は第1-2レンズユニットの焦点距離、 f_{22} は第2-2レンズユニットの焦点距離、 D_{1w} は広角端状態における第1レンズ群と第2レンズ群との空気間隔、 D_{1t} は望遠端状態における第1レンズ群と第2レンズ群との空気間隔、 D_{2w} は広角端状態における第2レンズ群と第3レンズ群との空気間隔、 D_{2t} は望遠端状態における第2レンズ群と第3レンズ群との空気間隔をそれぞれ示している。

【0007】

本発明では、第1レンズ群を負屈折力、第2レンズ群を正屈折力の構成とすることにより、広角端状態で 60° 以上の画角を有し、かつ、第1レンズ群の小型化を図ることができる。また、正屈折力の第3レンズ群を設けることにより、固体撮像素子の使用に適するよう効果的に射出瞳位置を像面から遠く離すことができる。

【0008】

また、第1レンズ群を、物体側から順に、負の屈折力を有する第1-1レンズユニットと、該第1-1レンズユニットから所定の空気間隔を隔てて設けられている正の屈折力を有する第1-2レンズユニットとから構成することにより、ズームレンズの結像性能を良好とし、特に、倍率色収差と歪曲収差を良好に補正している。

【0009】

また、第2レンズ群を、物体側から順に、正の屈折力を有する第2-1レンズユニットと、該第2-1レンズユニットから所定の空気間隔を隔てて設けられている負の屈折力を有する第2-2レンズユニットと、該第2-2レンズユニットから所定の空気間隔を隔てて設けられている正の屈折力を有する第2-3レンズユニットとから構成することにより、ズーム時の球面収差と非点収差の変動を抑え、良好な結像性能を確保することができる。

【0010】

さらに、ズームに際しては、結像面に最も近い位置にある第3レンズ群が固定となるよう構成することにより、ズーム駆動機構を固体撮像素子に結合された電子回路から離して配置することができるので好ましい。

【0011】

次に、各条件式について説明する。条件式(1)は、2.5倍程度以上のズーム比を達成しつつ、小型化と、結像性能を良好にするための条件式である。条件式(1)の下限値を下回ると、所望のズーム比を達成するのが困難となる。あるいは、ズームに伴う第1

10

20

30

40

50

レンズ群と第2レンズ群との間隔変化が大きくなり、ズームレンズの小型化が困難となる。逆に、条件式(1)の上限値を上回ると、歪曲収差、倍率色収差、像面湾曲の補正が困難となり、簡素な構成で良好な結像性能を得るのが困難となる。なお、さらに好ましくは、条件式(1)の下限値を0.9、上限値を1.3とすると、より良好に諸収差の補正が可能となるので望ましい。

【0012】

条件式(2)は、射出瞳位置を適切にし、かつズームレンズの小型化を達成するための条件式である。条件式(2)の上限値を上回ると、広角端状態での射出瞳位置が像面に接近し、固体撮像素子に用いることが困難となる。逆に、条件式(2)の下限値を下回ると、第3レンズ群の構成の複雑化や、第1レンズ群と第2レンズ群の大型化を招きズームレンズ全体を小型にするのが困難となる。なお、さらに好ましくは、条件式(2)の下限値を4、上限値を6とすることが望ましい。

10

【0013】

条件式(3)は、第1-2レンズユニットの焦点距離の適切な範囲を規定する条件式である。条件式(3)の上限値を上回ると、第1-2レンズユニットの屈折力が弱くなり、球面収差や色収差の補正が困難となる。逆に、条件式(3)の下限値を下回ると、第1-2レンズユニットの屈折力が強くなり、第1-1レンズユニットとの間の空気間隔公差や偏心公差が厳しくなり好ましくない。なお、さらに好ましくは、条件式(3)の下限値を1.2、上限値を2.3とすることが望ましい。

【0014】

条件式(4)は、第2-2レンズユニットの焦点距離の適切な範囲を規定する条件式である。条件式(4)の上限値を上回ると、第2-2レンズユニットの屈折力が弱くなり、球面収差の補正が困難となる。逆に、条件式(4)の下限値を下回ると、第2-2レンズユニットの屈折力が強くなり、第2-2レンズユニットに隣接するレンズユニットとの間の空気間隔公差や偏心公差が厳しくなり好ましくない。なお、さらに好ましくは、条件式(4)の下限値を1.1、上限値を4とすることが望ましい。

20

【0015】

条件式(5)は、広角端状態から望遠端状態へのズームングの際の第1レンズ群と第2レンズ群との空気間隔の変化の適切な範囲を規定する条件式である。条件式(5)の上限値を上回ると、ズームングの際の第1レンズ群と第2レンズ群との空気間隔の変化が大きくなり、ズームレンズ全体が大型化し好ましくない。逆に、条件式(5)の下限値を下回ると、十分なズーム比を確保できなくなる。なお、さらに好ましくは、条件式(5)の下限値を1.9、上限値を5.5とすることが望ましい。

30

【0016】

条件式(6)は、広角端状態から望遠端状態へのズームングの際の第2レンズ群と第3レンズ群との空気間隔の変化の適切な範囲を規定する条件式である。条件式(6)の上限値を上回ると、ズームングの際の第2レンズ群と第3レンズ群との空気間隔の変化が大きくなり、ズームレンズ全体が大型化し好ましくない。逆に、条件式(6)の下限値を下回ると、十分なズーム比を確保できなくなる。なお、さらに好ましくは、条件式(6)の下限値を1.9、上限値を5.5とすることが望ましい。

40

【0017】

また、本発明は、上記の構成のもとで、第1-1レンズユニットを、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凹負レンズとから構成し、第1-2レンズユニットを物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなるよう構成する事が望ましい。これにより、少ないレンズ枚数で良好な結像性能を得ることができる。

【0018】

また、本発明は、前記第1-1レンズユニットの最も物体側の面に非球面を導入することが望ましい。これにより、ズームレンズの広角端状態での歪曲収差を効果的に補正できる。

【0019】

50

また、本発明は、第2 - 2 レンズユニットを、物体側から順に、両凸正レンズと両凹負レンズとの接合レンズからなる構成とすることが望ましい。これにより、第2 レンズ群内のレンズ偏心公差を緩和すること、及び良好な収差補正を行うことを効果的に両立できる。

【0020】

また、本発明は、前記第3 レンズ群を少なくとも1つの面が非球面の正の単レンズから構成することが望ましい。これにより、第3 レンズ群の構成を複雑化させることなく、良好にコマ収差を補正でき、ズームレンズの小型化と良好な収差補正との両立が可能となる。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下に、添付図面に基づいて本発明にかかるズームレンズの数値実施例を説明する。第1実施例乃至第6実施例のレンズ構成をそれぞれ図1乃至図6に示す。各実施例とも、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、絞りSと、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3から構成される。第1レンズ群G1は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1 - 1 レンズユニットU11と、正の屈折力を有する第1 - 2 レンズユニットU12とからなる。第2レンズ群G2は、物体側から順に、正の屈折力を有する第2 - 1 レンズユニットU21と、負の屈折力を有する第2 - 2 レンズユニットU22と、正の屈折力を有する第2 - 3 レンズユニットU23とからなる。そして、広角端状態から望遠端状態へのズームングに際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が縮小し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が拡大するように、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2が移動し、第3レンズ群G3が固定している構成である。

【0022】

また、各実施例とも、第1 - 1 レンズユニットU11は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凹負レンズとからなり、第1 - 2 レンズユニットU12は物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる。さらに、第1実施例乃至第3実施例の第1 - 1 レンズユニットU11の最も物体側の面は非球面である。

【0023】

また、各実施例とも、第2 - 2 レンズユニットU22は、物体側から順に、両凸正レンズと両凹負レンズとの接合レンズとからなる。

【0024】

また、各実施例とも、第3レンズ群G3は像側面が非球面である正の単レンズからなる。

【0025】

以下の表1に、第1実施例の諸元の値を掲げる。[全体諸元]中のfは焦点距離、Bfはバックフォーカス、FNOはFナンバー、 2θ は画角を表す。[レンズ諸元]中、第1カラムは物体側からのレンズ面の番号、第2カラムrはレンズ面の曲率半径、第3カラムdはレンズ面間隔、第4カラムKはアッベ数、第5カラムnはd線($\lambda = 587.6\text{nm}$)に対する屈折率をそれぞれ示している。[非球面データ]欄には、以下の式で非球面を表現した場合の非球面係数を示す。

【0026】

$$X(y) = y^2 / [r \cdot \{1 + (1 - K \cdot y^2 / r^2)^{1/2}\}] + C_4 \cdot y^4 + C_6 \cdot y^6 + C_8 \cdot y^8 + C_{10} \cdot y^{10}$$

【0027】

但し、 $X(y)$ は非球面の頂点における接平面から高さyにおける非球面上の位置までの光軸方向に沿った距離、rは近軸の曲率半径、Kは円錐定数、Ciは第i次の非球面係数である。また、[ズームングデータ]欄には、広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態の各状態での焦点距離、可変間隔の値を示す。なお、以下の第2～第6実施例の諸元値、非球面式等において本実施例と同様の符号を用いる。

【0028】

【表1】

10

20

30

40

[全体諸元]

 $f = 1.000 \sim 2.034 \sim 4.768$
 $Bf = 0.424$
 $FNO = 1.86 \sim 2.45 \sim 4.00$
 $2\omega = 80.78 \sim 42.61 \sim 18.15^\circ$

[レンズ諸元]

	r	d	ν	n		
1	4.4814	0.2203	52.32	1.75500	非球面	10
2	1.7086	1.0685				
3	-5.4095	0.1864	70.24	1.48749		
4	3.1858	0.0254				
5	2.8000	0.5179	23.78	1.84666		
6	6.7296	(d 6)				20
7	∞	0.1695			絞り面	
8	6.3456	0.4568	52.32	1.75500		
9	-5.0365	0.1695	23.78	1.84666		
10	-8.5438	0.0254				
11	1.9093	0.7975	60.69	1.56384		
12	-4.4635	1.3384	34.96	1.80100		30
13	1.4288	0.2560				
14	10.6870	0.3775	70.24	1.48749		
15	-5.6077	0.0254				
16	2.0229	0.4397	54.84	1.69100		
17	4.8291	(d17)				
18	2.9661	0.4008	55.18	1.66547		40
19	18.3950	0.1525			非球面	

20 ∞ 0.5661 64.20 1.51680
 21 ∞

[非球面データ]

(1面)

K = 1.00000
 C4 = 4.98350 × 10⁻³ 10
 C6 = -7.25320 × 10⁻⁵
 C8 = 6.12790 × 10⁻⁵
 C10 = 0.00000

(19面)

K = 1.00000
 C4 = 3.28620 × 10⁻²
 C6 = -1.77130 × 10⁻² 20
 C8 = 6.61900 × 10⁻³
 C10 = 0.00000

[ズームングデータ]

	広角端状態	中間焦点距離	望遠端状態	
f	1.00000	2.03388	4.76775	
d6	5.60273	2.21683	0.33898	30
d17	0.33898	1.78337	5.60273	

【0029】

図7, 8, 9は第1実施例の広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態の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、 ω は画角、dはd線(λ=587.6nm)及びgはg線(λ=435.6nm)を示している。非点収差図において、実線はサジタル像面を、破線はメリジオナル像面をそれぞれ示す。なお、以下の第2～第6実施例の諸収差図において本実施例と同様の符号を用いる。各収差図から、各実施例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。

【0030】

(第2実施例)

以下の表2に第2実施例にかかるズームレンズの諸元値を掲げる。

【0031】

【表2】

[全体諸元]

f = 1.0000 ~ 2.034 ~ 4.768

Bf = 0.424

FNO = 1.97 ~ 2.58 ~ 4.20

2ω = 80.79 ~ 42.49 ~ 18.14°

[レンズ諸元]

	r	d	n		
1	4.5213	0.2203	52.32	1.75500	非球面
2	1.6930	1.0212			
3	-5.1258	0.1864	60.69	1.56384	
4	3.6093	0.0254			
5	3.0746	0.5285	23.78	1.84666	
6	11.3974	(d 6)			
7		0.1695			絞り
8	9.1185	0.3782	52.32	1.75500	
9	-10.4597	0.0254			10
10	2.7302	0.3876	47.82	1.75700	
11	5.2755	0.0254			
12	2.7963	0.5268	56.32	1.56883	
13	-9.2484	1.3584	23.78	1.84666	
14	1.5499	0.3615			
15	-36.6490	0.3380	64.14	1.51633	
16	-5.4324	0.0254			
17	2.4970	0.4117	34.96	1.80100	
18	7.4341	(d18)			
19	2.9661	0.3999	55.18	1.66547	20
20	17.6272	0.1525			非球面
21		0.5661	64.20	1.51680	
22					

[非球面データ]

(1 面)

$$\begin{aligned}
 K &= 1.00000 \\
 C4 &= 5.62654 \times 10^{-3} \\
 C6 &= -2.26951 \times 10^{-4} \\
 C8 &= 7.18615 \times 10^{-5} \\
 C10 &= 0.00000
 \end{aligned}$$

30

(2 0 面)

$$\begin{aligned}
 K &= 1.00000 \\
 C4 &= 3.09998 \times 10^{-2} \\
 C6 &= -1.20857 \times 10^{-2} \\
 C8 &= 2.53168 \times 10^{-3} \\
 C10 &= 0.00000
 \end{aligned}$$

[ズーミングデータ]

	広角端状態	中間焦点距離	望遠端状態	
f	1.00000	2.03390	4.76779	
d 6	5.68836	2.24738	0.33899	40
d18	0.33898	1.80687	5.68835	

【 0 0 3 2 】

図 10, 11, 12 は第 2 実施例の広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態の諸収差図をそれぞれ示している。各収差図から、各実施例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。

【 0 0 3 3 】

(第 3 実施例)

以下の表 3 に第 3 実施例にかかるズームレンズの諸元値を掲げる。

【 0 0 3 4 】

【 表 3 】

50

[全体諸元]

 $f = 1.000 \sim 2.034 \sim 3.559$
 $Bf = 0.589$
 $FNO = 2.14 \sim 2.92 \sim 4.09$
 $2\omega = 80.78 \sim 42.22 \sim 24.26^\circ$

[レンズ諸元]

	r	d	ν	n		
1	7.1958	0.2203	46.54	1.80411	非球面	10
2	1.7074	0.8474				
3	-9.4057	0.1864	46.54	1.80411		
4	2.9519	0.1695				
5	3.1662	0.5423	23.78	1.84666		
6	-29.2772	(d 6)				20
7	∞	0.1695			絞り	
8	6.2712	0.5084	42.97	1.83500		
9	-9.6191	0.0339				
10	1.9296	0.6779	47.19	1.67003		
11	-4.1119	0.7627	23.78	1.84666		
12	1.5233	0.2542				30
13	6.7094	0.4237	32.17	1.67270		
14	-8.8116	0.0339				
15	5.2908	0.4237	53.93	1.71300		
16	12.3765	(d16)				
17	6.7793	0.4237	55.18	1.66547		
18	-5.7643	0.1695			非球面	40
19	∞	0.5661	67.85	1.45850		

20 ∞

[非球面データ]

(1面)

$$K = 1.00000$$

$$C4 = 1.07998 \times 10^{-2}$$

$$C6 = -1.44312 \times 10^{-3}$$

$$C8 = 1.80087 \times 10^{-4}$$

$$C10 = 0.00000$$

10

(18面)

$$K = 1.00000$$

$$C4 = 3.85952 \times 10^{-2}$$

$$C6 = -2.16490 \times 10^{-2}$$

$$C8 = 9.41230 \times 10^{-3}$$

$$C10 = 0.00000$$

20

[ズームングデータ]

	広角端状態	中間焦点距離	望遠端状態
f	1.00000	2.03378	3.55912
d6	4.45305	1.60239	0.42060
d16	0.55151	2.15459	4.51993

30

【0035】

図13, 14, 15は第3実施例の広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態の諸収差図をそれぞれ示している。各収差図から、各実施例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4実施例)

以下の表4に第4実施例にかかるズームレンズの諸元値を掲げる。

【0037】

【表4】

40

[全体諸元]

 $f = 1.000 \sim 1.456 \sim 2.837$
 $Bf = 0.306$
 $FNO = 2.57 \sim 2.96 \sim 4.14$
 $2\omega = 62.20 \sim 43.03 \sim 22.01^\circ$

[レンズ諸元]

	r	d	ν	n	
1	2.9394	0.1578	54.66	1.72916	
2	1.0611	0.3519			
3	-5.0841	0.1335	70.24	1.48749	
4	2.2896	0.0789			
5	1.5413	0.2791	23.78	1.84666	
6	2.5303	(d 6)			20
7	∞	0.1214			絞り
8	4.0796	0.2670	46.58	1.80400	
9	-4.0796	0.0243			
10	1.0805	0.4005	38.02	1.60342	
11	-3.3901	0.4248	23.78	1.84666	
12	0.9223	0.1092			30
13	3.7115	0.2184	70.24	1.48749	
14	36.4061	0.6250			
15	2.5702	0.3883	46.58	1.80400	
16	34.6151	(d16)			
17	7.7356	0.3034	55.18	1.66547	
18	-5.1578	0.1214			非球面
19	∞	0.4053	64.20	1.51680	40

20 ∞

[非球面データ]

(18面)

$$K = 1.00000$$

$$C4 = 1.21469 \times 10^{-1}$$

$$C6 = -1.82268 \times 10^{-1}$$

$$C8 = 4.21168 \times 10^{-1}$$

$$C10 = -3.89534 \times 10^{-1}$$

10

[ズームングデータ]

	広角端状態	中間焦点距離	望遠端状態
f	1.00000	1.45631	2.83737
d6	2.48829	1.46045	0.36407
d16	0.32269	0.90441	2.66504

20

【0038】

図16, 17, 18は第4実施例の広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態の諸収差図をそれぞれ示している。各収差図から、各実施例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。

【0039】

(第5実施例)

以下の表5に第5実施例にかかるズームレンズの諸元値を掲げる。

【0040】

【表5】

30

[全体諸元]

 $f = 1.000 \sim 1.456 \sim 2.837$
 $Bf = 0.306$
 $FNO = 2.59 \sim 3.00 \sim 4.22$
 $2\omega = 62.20 \sim 43.05 \sim 22.03^\circ$

[レンズ諸元]

	r	d	ν	n	
1	2.9586	0.1578	46.58	1.80400	
2	1.0963	0.3337			
3	-7.7454	0.1335	60.29	1.62041	
4	2.0308	0.0728			
5	1.6103	0.3034	23.78	1.84666	
6	3.7716	(d 6)			20
7	∞	0.1214			絞り
8	3.1513	0.2670	46.58	1.80400	
9	-6.3690	0.0243			
10	1.3178	0.4733	44.89	1.63930	
11	-1.9806	0.4854	26.30	1.78470	
12	1.0076	0.1092			30
13	13.6664	0.2366	70.24	1.48749	
14	-3.6716	0.5400			
15	2.0634	0.2731	39.59	1.80440	
16	5.0199	(d16)			
17	15.3344	0.3034	55.18	1.66547	
18	-5.0113	0.1214			非球面
19	∞	0.4053	64.10	1.51680	40

20 ∞

[非球面データ]

(18面)

$$K = 1.00000$$

$$C4 = 9.21138 \times 10^{-2}$$

$$C6 = 1.07397 \times 10^{-2}$$

$$C8 = 2.28032 \times 10^{-3}$$

$$C10 = -3.03751 \times 10^{-2}$$

10

[ズームングデータ]

	広角端状態	中間焦点距離	望遠端状態
f	1.00000	1.45631	2.83737
d6	2.45187	1.44190	0.36459
d16	0.31041	0.85279	2.49435

20

【0041】

図19, 20, 21は第5実施例の広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態の諸収差図をそれぞれ示している。各収差図から、各実施例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。

【0042】

(第6実施例)

以下の表6に第6実施例にかかるズームレンズの諸元値を掲げる。

【0043】

【表6】

30

[全体諸元]

 $f = 1.000 \sim 1.456 \sim 2.837$
 $Bf = 0.306$
 $FNO = 2.07 \sim 2.38 \sim 3.32$
 $2\omega = 62.24 \sim 42.97 \sim 21.99^\circ$

[レンズ諸元]

	r	d	ν	n	
1	3.3344	0.1578	46.58	1.80400	
2	1.1990	0.3398			
3	-3.8574	0.1335	55.34	1.67790	
4	2.5779	0.0850			
5	2.1254	0.3155	23.78	1.84666	
6	11.1743	(d 6)			20
7	∞	0.1214			絞り
8	3.1547	0.3155	46.58	1.80400	
9	-6.3777	0.0243			
10	1.7098	0.4794	44.89	1.63930	
11	-2.0650	0.8495	26.30	1.78470	
12	1.1352	0.1153			30
13	3.6297	0.2366	70.24	1.48749	
14	-111.3138	0.4794			
15	2.4154	0.2609	46.58	1.80400	
16	20.2529	(d16)			
17	14.4541	0.3034	57.44	1.60602	
18	-4.2949	0.1214			非球面
19	∞	0.4053	64.20	1.51680	40

20 ∞

[非球面データ]

(18面)

$$K = 1.00000$$

$$C4 = 2.01885 \times 10^{-1}$$

$$C6 = -5.75443 \times 10^{-1}$$

$$C8 = 1.44367 \times 10^{+0}$$

$$C10 = -1.43251 \times 10^{+0}$$

10

[ズームングデータ]

	広角端状態	中間焦点距離	望遠端状態
f	1.00000	1.45631	2.83737
d6	2.64248	1.54004	0.36408
d16	0.31278	0.89799	2.66920

20

【0044】

図22, 23, 24は第6実施例の広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態の諸収差図をそれぞれ示している。各収差図から、各実施例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。

【0045】

また、上記第1～第6実施例の条件式対応値を表7に掲げる。

【0046】

【表7】

30

	第1実施例	第2実施例	第3実施例
(1) f 2 / f 1	1.069	1.089	1.137
(2) f 3 / f w	5.259	5.301	4.746
(3) f 1 2 / f 1	1.872	1.697	1.311
(4) f 2 2 / f 2	2.692	1.226	3.537
(5) (D 1 w - D 1 t) / f w	5.264	5.349	4.032
(6) (D 2 t - D 2 w) / f w	5.264	5.349	3.968

10

	第4実施例	第5実施例	第6実施例
(1) f 2 / f 1	1.066	1.035	1.110
(2) f 3 / f w	4.694	5.710	5.497
(3) f 1 2 / f 1	2.017	1.648	1.595
(4) f 2 2 / f 2	2.597	3.227	2.329
(5) (D 1 w - D 1 t) / f w	2.124	2.087	2.278
(6) (D 2 t - D 2 w) / f w	2.342	2.184	2.356

20

【 0 0 4 7 】

【 発明の効果 】

以上説明したように、本発明によれば、固体撮像素子等を用いたビデオカメラ、電子スチルカメラ等に好適な、小型で、ズーム比が2.5倍以上で、広角端状態で60°以上の画角を有し、優れた結像性能を有するズーム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実施例のレンズ構成を示す図である。

【 図 2 】 本発明の第2実施例のレンズ構成を示す図である。

30

【 図 3 】 本発明の第3実施例のレンズ構成を示す図である。

【 図 4 】 本発明の第4実施例のレンズ構成を示す図である。

【 図 5 】 本発明の第5実施例のレンズ構成を示す図である。

【 図 6 】 本発明の第6実施例のレンズ構成を示す図である。

【 図 7 】 本発明の第1実施例の広角端状態での諸収差図である。

【 図 8 】 本発明の第1実施例の中間焦点距離での諸収差図である。

【 図 9 】 本発明の第1実施例の望遠端状態での諸収差図である。

【 図 10 】 本発明の第2実施例の広角端状態での諸収差図である。

【 図 11 】 本発明の第2実施例の中間焦点距離での諸収差図である。

【 図 12 】 本発明の第2実施例の望遠端状態での諸収差図である。

40

【 図 13 】 本発明の第3実施例の広角端状態での諸収差図である。

【 図 14 】 本発明の第3実施例の中間焦点距離での諸収差図である。

【 図 15 】 本発明の第3実施例の望遠端状態での諸収差図である。

【 図 16 】 本発明の第4実施例の広角端状態での諸収差図である。

【 図 17 】 本発明の第4実施例の中間焦点距離での諸収差図である。

【 図 18 】 本発明の第4実施例の望遠端状態での諸収差図である。

【 図 19 】 本発明の第5実施例の広角端状態での諸収差図である。

【 図 20 】 本発明の第5実施例の中間焦点距離での諸収差図である。

【 図 21 】 本発明の第5実施例の望遠端状態での諸収差図である。

【 図 22 】 本発明の第6実施例の広角端状態での諸収差図である。

50

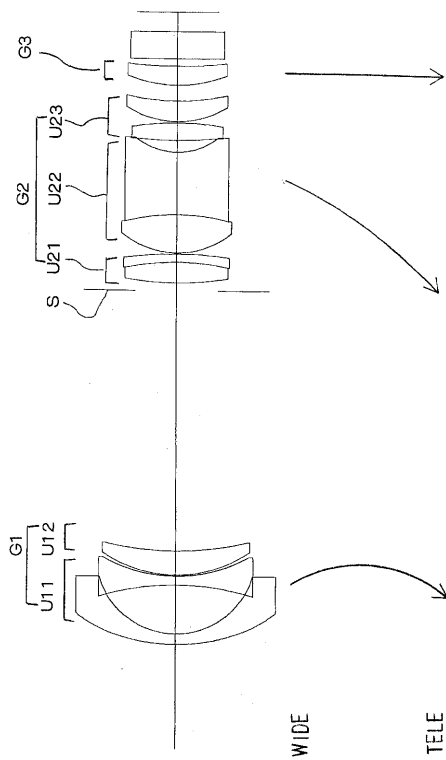
【図23】本発明の第6実施例の中間焦点距離での諸収差図である。

【図24】本発明の第6実施例の望遠端状態での諸収差図である。

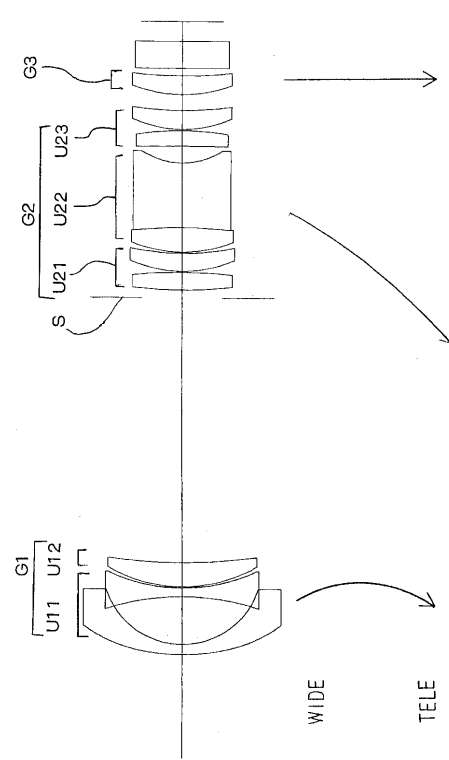
【符合の説明】

- G 1 . . . 第1レンズ群
- G 2 . . . 第2レンズ群
- G 3 . . . 第3レンズ群
- U 1 1 . . . 第1 - 1レンズユニット
- U 1 2 . . . 第1 - 2レンズユニット
- U 2 1 . . . 第2 - 1レンズユニット
- U 2 2 . . . 第2 - 2レンズユニット
- U 2 3 . . . 第2 - 3レンズユニット
- S . . . 絞り

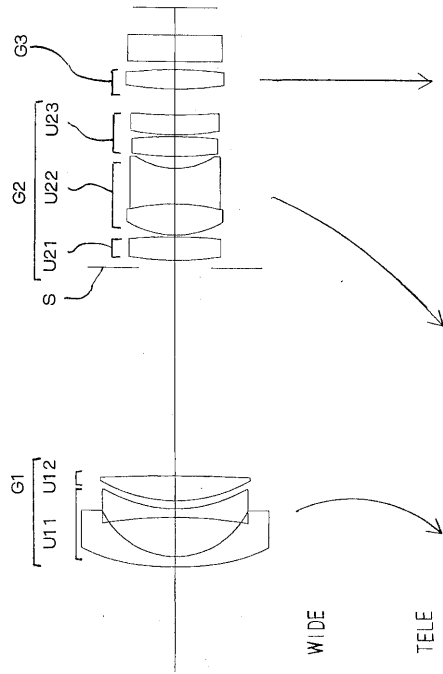
【図1】



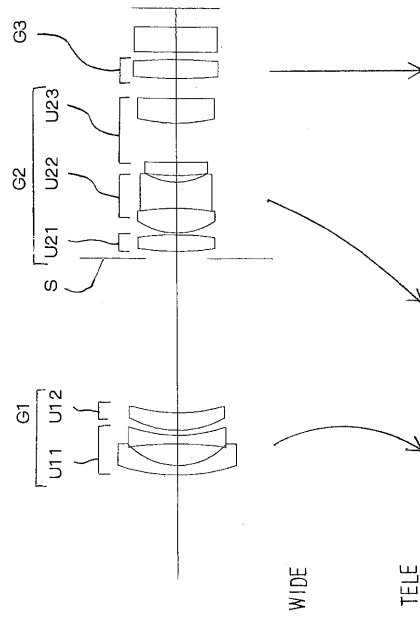
【図2】



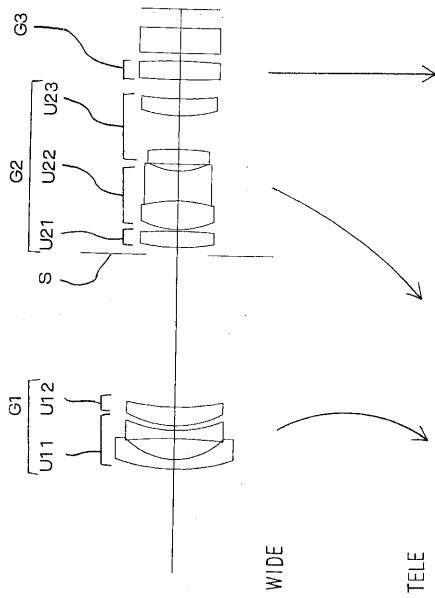
【 図 3 】



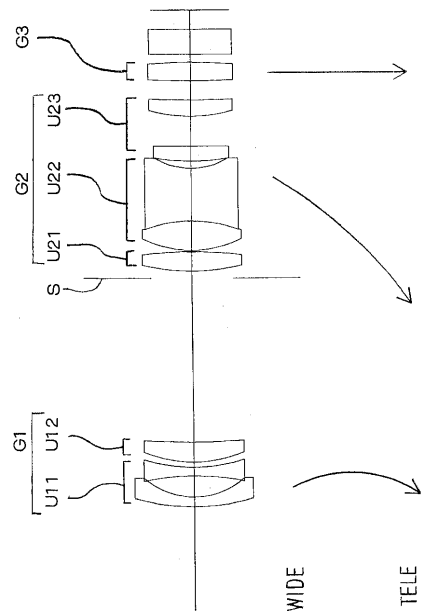
【 図 4 】



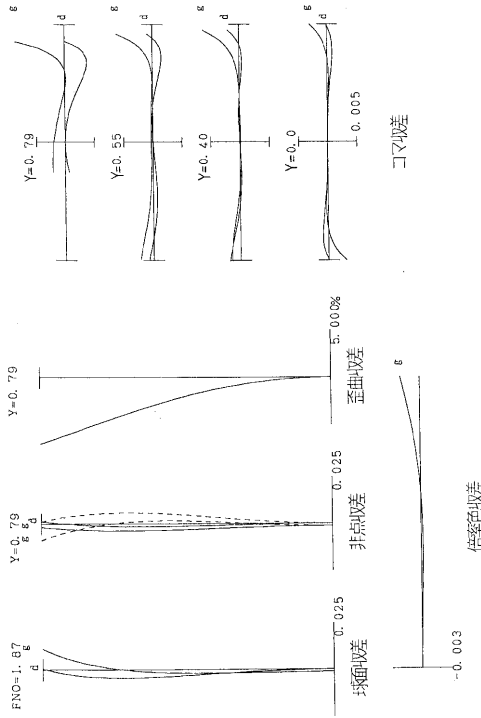
【 図 5 】



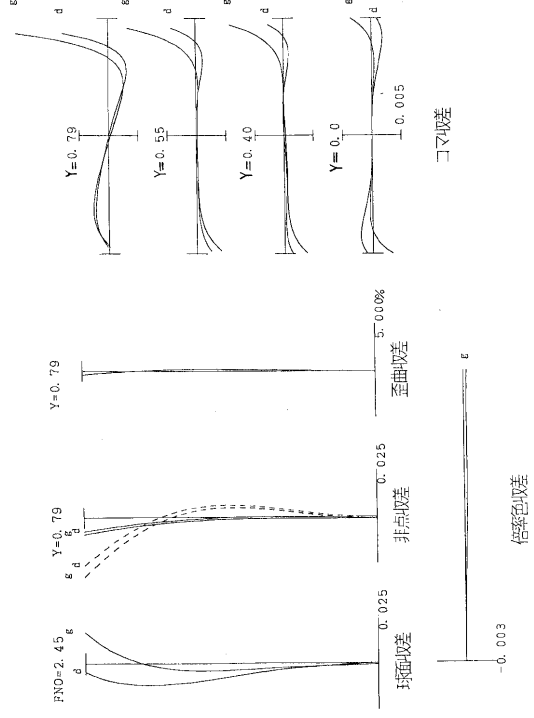
【 図 6 】



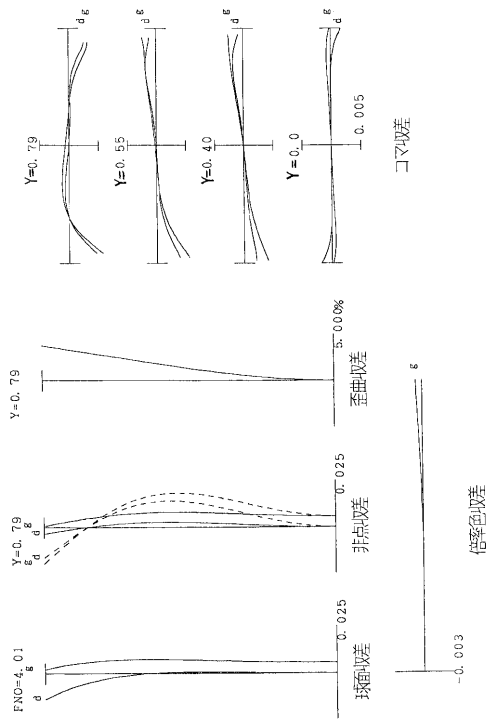
【图 7】



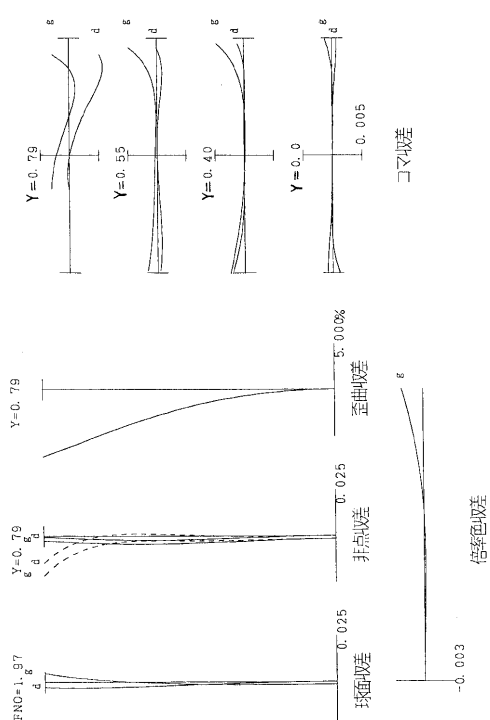
【图 8】



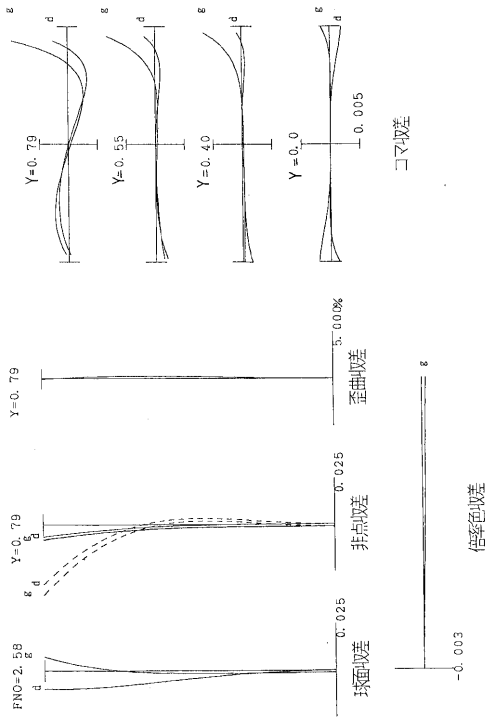
【图 9】



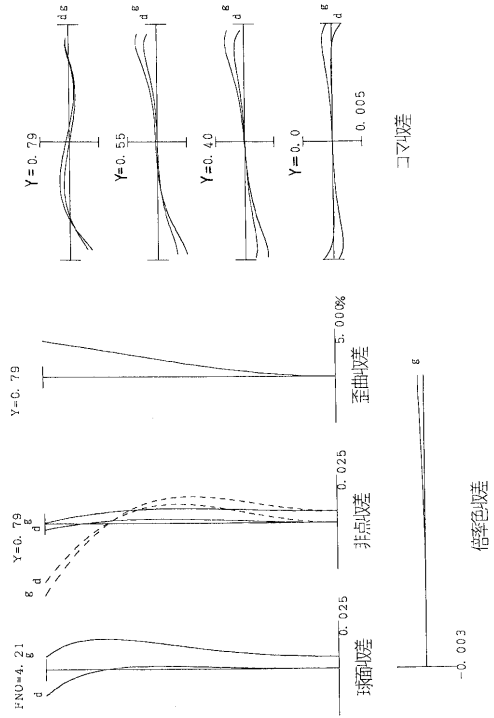
【图 10】



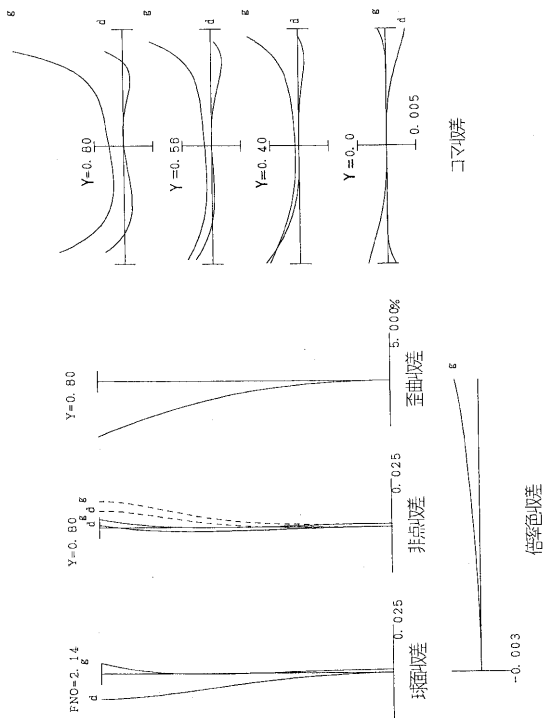
【图 1 1】



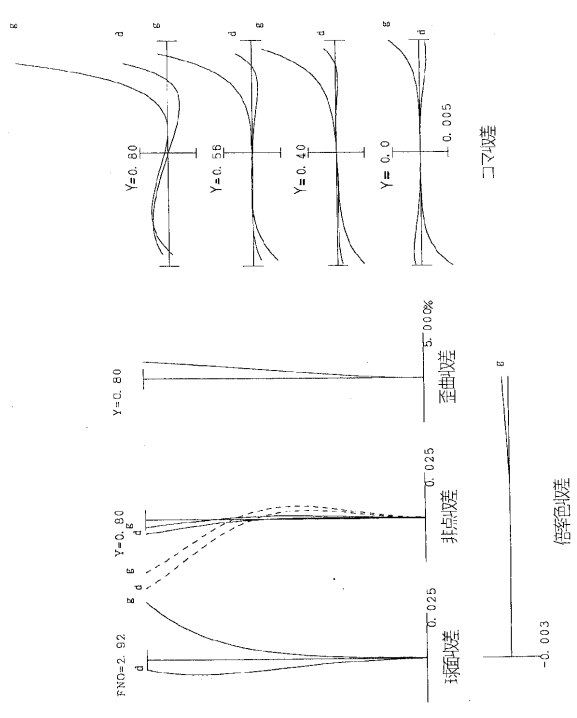
【图 1 2】



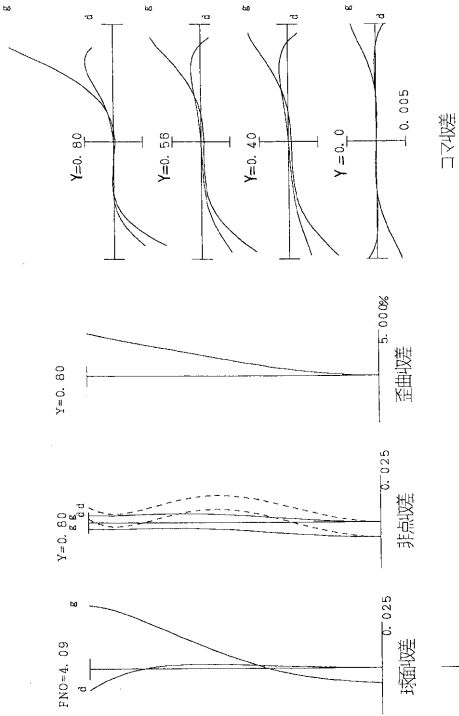
【图 1 3】



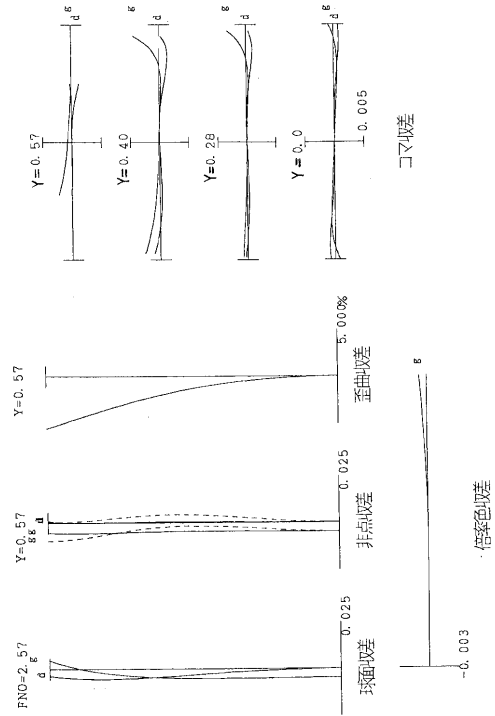
【图 1 4】



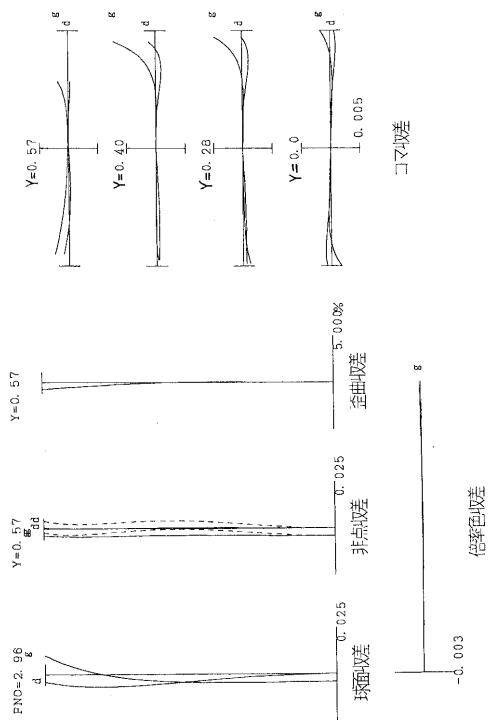
【 図 15 】



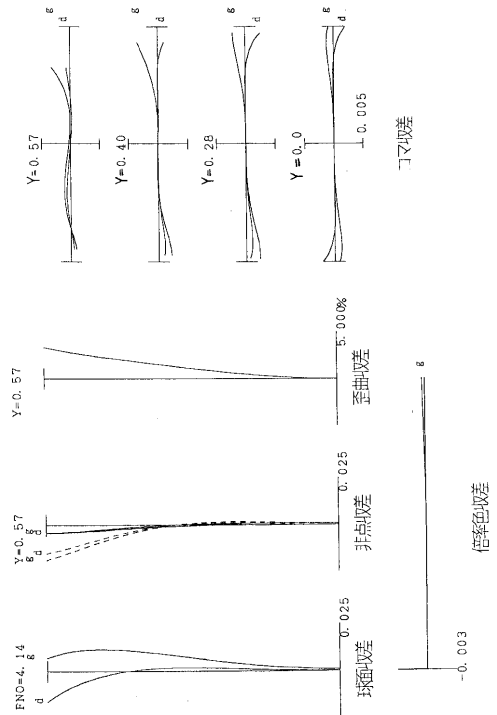
【 図 16 】



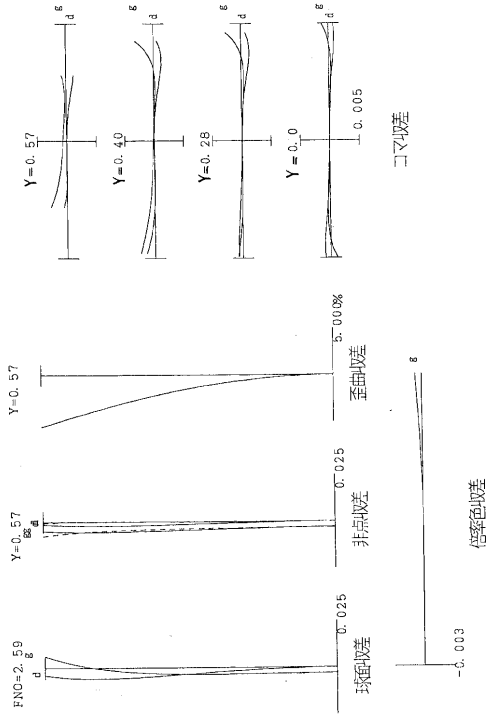
【 図 17 】



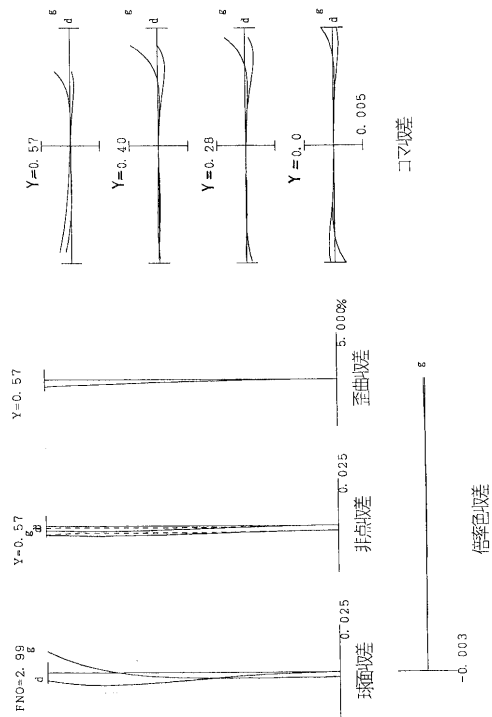
【 図 18 】



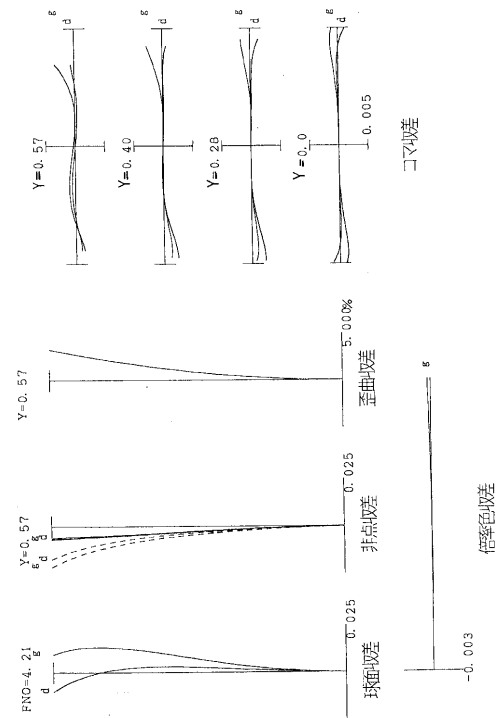
【图 19】



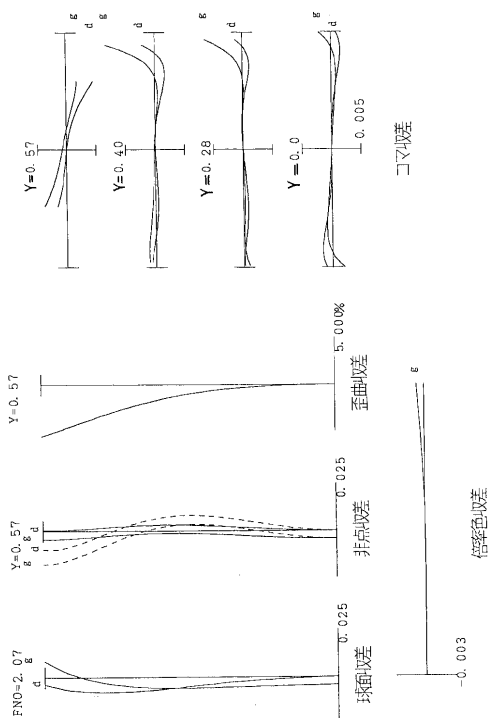
【图 20】



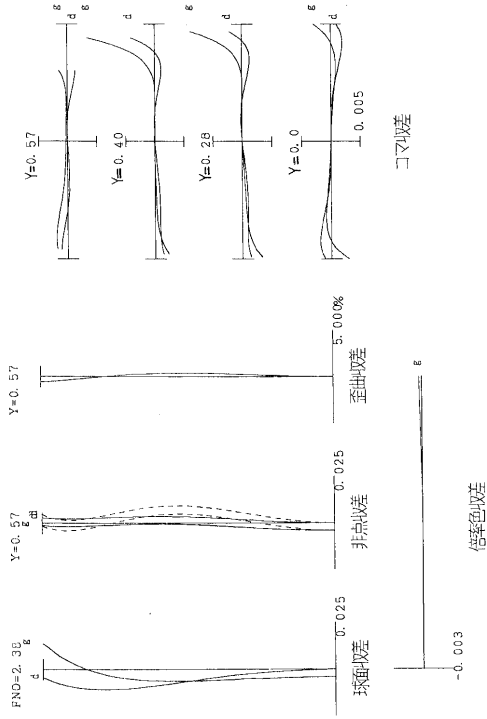
【图 21】



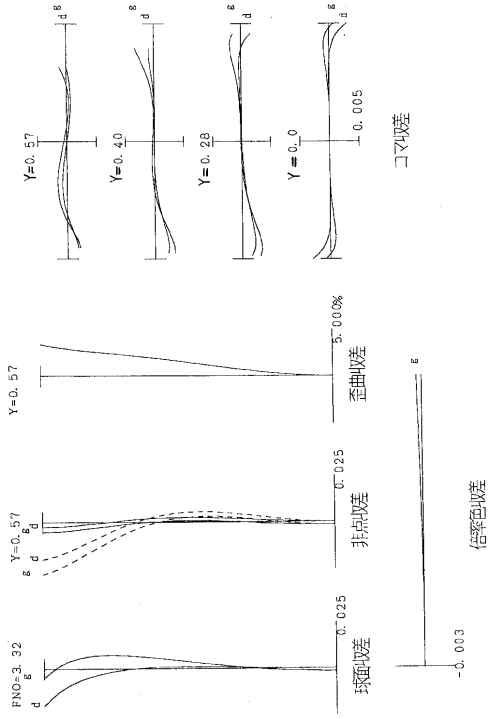
【图 22】



【 2 3 】



【 2 4 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 0 - 3 9 2 1 4 (J P , A)
特開平 1 1 - 5 2 2 4 6 (J P , A)
特開平 9 - 2 1 9 5 0 (J P , A)
特開昭 6 2 - 2 0 0 3 1 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G02B 9/00 - 17/08
G02B 21/02 - 21/04
G02B 25/00 - 25/04