

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3564014号

(P3564014)

(45) 発行日 平成16年9月8日(2004.9.8)

(24) 登録日 平成16年6月11日(2004.6.11)

(51) Int.Cl.⁷

G O 2 B 15/16

G O 2 B 27/64

F I

G O 2 B 15/16

G O 2 B 27/64

請求項の数 3 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平11-274596
 (22) 出願日 平成11年9月28日(1999.9.28)
 (65) 公開番号 特開2001-100099(P2001-100099A)
 (43) 公開日 平成13年4月13日(2001.4.13)
 審査請求日 平成15年8月6日(2003.8.6)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100086818
 弁理士 高梨 幸雄
 (72) 発明者 塗師 隆治
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内

審査官 吉野 公夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】防振機能を有したズームレンズ及びそれを有するテレビカメラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側より順に変倍の際に固定の正の屈折力の第1群、変倍用の負の屈折力の第2群、変倍に伴う像面変動を補正する正の屈折力の第3群、そして変倍の際に固定の正の屈折力の第4群からなるズームレンズであって、前記第4群を構成する一部のレンズ群より成る負の屈折力の第4S群を光軸と略垂直な平面内を移動させて前記ズームレンズが振動したときの撮影画像のブレを補正しており、

前記第4群は物体側より順に前記第4S群を含む負の屈折力の第4F群と正の屈折力の第4R群からなり、

前記第4S群及び第4R群は、少なくとも1枚の負レンズと少なくとも1枚の正レンズを共に有し、

前記第4S群を構成する負レンズの材質の平均アッペ数を $n(4S)$ 、前記第4S群を構成する正レンズの材質の平均アッペ数を $p(4S)$ とし、

前記第4R群を構成する正レンズの材質のアッペ数の平均を $p(4R)$ 、負レンズの材質のアッペ数の平均値を $n(4R)$ とし、

前記第4S群を構成する最も物体側のレンズ面への入射換算傾角を、前記第4S群を構成する最も像側のレンズ面からの射出換算傾角を、としたとき

$$n(4S) - p(4S) > 10$$

$$p(4R) - n(4R) > 10$$

$$- < -0.45$$

なる条件式を満たすことを特徴とする防振機能を有したズームレンズ。

【請求項 2】

前記第 2 群は変倍の際に結像倍率が - 1 倍を含む領域内で変化し、その横倍率の変化を Z とし、前記第 3 群は変倍の際に結像倍率が - 1 倍を含む領域内で変化し、ズーム比を Z としたとき

$$5 < Z^2, \quad 0.15 < Z^2 / Z$$

なる条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 記載の防振機能を有したズームレンズ。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載のズームレンズを備えたことを特徴とするテレビカメラ。

【発明の詳細な説明】

10

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、防振機能を有したズームレンズ及びそれを有するテレビカメラに関し、レンズ系中の一部のレンズ群と垂直方向に移動させることにより、ズームレンズが振動したときの画像ブレを補正して静止画像を得るとき、全系の屈折力配置及び変倍移動群の配置等の構成を適切に規定することにより、全変倍範囲にわたり、特に防振時も良好なる光学性能を有した、テレビカメラや写真用カメラ、そしてビデオカメラ等に好適な防振機能を有したズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

20

従来よりテレビカメラや写真用カメラ、そしてビデオカメラ等には大口径、高変倍でしかも高い光学性能を有したズームレンズが要求されている。

【0003】

このことに加えて、特に放送用のカラーテレビカメラでは操作性、機動性が重視され、その要求に答えて撮像デバイスも 2 / 3 インチや 1 / 2 インチの小型の CCD (固体撮像素子) が主流となってきた。

【0004】

この CCD は撮像範囲全体が略均一の解像力を有しているため、これを用いるズームレンズに対しては、画面中心から画面周辺まで解像力が略均一であることが要求されている。

【0005】

30

例えばコマ収差や非点収差、歪曲収差等の諸収差が良好に補正され、画面全体が高い光学性能を有していることが要望されている。更に大口径、広角、高変倍比でしかも小型軽量であること、そして撮像手段の前方に色分解光学系や各種のフィルターを配置するため、長いバックフォーカスを有していること等が要望されている。

【0006】

更に、特に焦点距離の長い撮影系を使用したときに生じる振動や手ぶれによる画像ぶれの抑制が大きな問題となっており、画像ぶれの生じない防振機能の要望が高まっている。このような現状において、従来より様々なタイプの防振方式が提案されている。

【0007】

特開昭 61 - 223819 号公報ではもっとも被写体側に屈折型可変頂角プリズムを配置した撮影系において、撮影系の振動に対応させて前記屈折型可変頂角プリズムを配置した撮影系の振動に対応させて前記屈折型可変頂角プリズムのプリズム頂角を変化させて画像の安定化を図っている。

40

【0008】

特開平 1 - 116619 号公報や特開平 2 - 124521 号公報では加速度センサー等を利用して撮影系の振動を検知し、このとき得られる信号に応じ、撮影系の一部のレンズ群を光軸と直交させる方向に振動させることにより静止画像を得る方法が行なわれている。

【0009】

特開平 7 - 92431 号公報は、物体側より順に正の屈折力の第 1 群、負の屈折力の第 2 群、正の屈折力の第 3 群、正の屈折力の第 4 群の 4 つのレンズ群を有するズームレンズで

50

あって、前記第4群は正の屈折力の前群と正の屈折力の後群の2つのレンズ群よりなり、前記前群を光軸と垂直方向に移動させて前記ズームレンズが振動したときの撮影画像のブレを補正している。

【0010】

特開平10-90601号公報は、物体側より順に正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群、負の屈折力の第4群、正の屈折力の第5群の5つのレンズ群を有するズームレンズであって、前記第4群を光軸と垂直方向に移動させて前記ズームレンズが振動したときの撮影画像のブレを補正している。

【0011】

特開平5-232410号公報では、物体側より順に正、負、正、そして正の屈折力の第1～第4群の4つのレンズ群を有した望遠型のズームレンズにおいて、第2群を光軸と垂直方向に移動させて防振を行っている。

10

【0012】

特開平7-152002号公報では、物体側より順に負、正、負、そして正の屈折力の第1～第4群の4つのレンズ群を有したズームレンズにおいて第3群を光軸と垂直方向に移動させて防振を行っている。

【0013】

特開平7-199124号公報では正、負、正、そして正の屈折力の4つのレンズ群より成る4群構成の変倍光学系において、第3群全体を光軸と垂直方向に移動させて防振を行っている。

20

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

一般に防振光学系を撮影系の前方に配置し、前記防振光学系の一部の可動レンズ群を駆動制御して撮影画像のブレをなくし、静止画像を得る方法は装置全体が大型化し、かつ前記可動レンズ群を移動させるための移動機構が複雑化してくるという問題点があった。

【0015】

可変頂角プリズムを用いて防振を行う光学系では特に望遠側において防振時に偏心倍率色収差の発生量が多くなるという問題点があった。

【0016】

一方、撮影系の一部のレンズを光軸に対して垂直な方向に偏心させて防振を行う光学系においては、防振のために特別な光学系は要しないという利点はあるが、移動させるレンズのための空間を必要とし、また防振時における偏心収差の発生量が多くなってくるという問題点があった。

30

【0017】

特開平7-92431号公報の正、負、正、正の屈折力のレンズ群の4つのレンズ群よりなる4群構成の変倍光学系において第4群の正の前群を光軸に対して垂直な方向に移動させて防振を行うズームレンズにおいては、防振レンズ群が比較的有效径の大きい正の群であることから、結果として防振レンズ群が大きく重くなって駆動機構が大型化する傾向があった。

【0018】

特開平10-90601号公報の、正、負、正、負、正の屈折力のレンズ群の5つのレンズ群よりなる5群構成のズームレンズにおいて第4群を光軸と垂直方向に移動させて防振を行うズームレンズにおいては、前記第4群が変倍中光軸方向に移動する群であるために、駆動制御機構が複雑になる傾向があった。

40

【0019】

本発明は、光学系の一部のレンズ群を光軸と垂直な方向に偏心駆動させて撮影画像のブレを補正する際、各レンズ要素を適切に配置することによって、特に防振レンズ群の小型化を可能とし、各種の収差及び偏心収差を良好に補正した、いわゆる4群ズームレンズに好適な防振機能を有したズームレンズ及びそれを有するテレビカメラの提供を目的とする。

【0020】

50

【課題を解決するための手段】

請求項 1 の発明の防振機能を有したズームレンズは、物体側より順に変倍の際に固定の正の屈折力の第 1 群、変倍用の負の屈折力の第 2 群、変倍に伴う像面変動を補正する正の屈折力の第 3 群、そして変倍の際に固定の正の屈折力の第 4 群からなるズームレンズであって、前記第 4 群を構成する一部のレンズ群より成る負の屈折力の第 4 S 群を光軸と略垂直な平面内を移動させて前記ズームレンズが振動したときの撮影画像のブレを補正しており、

前記第 4 群は物体側より順に前記第 4 S 群を含む負の屈折力の第 4 F 群と正の屈折力の第 4 R 群からなり、

前記第 4 S 群及び第 4 R 群は、少なくとも 1 枚の負レンズと少なくとも 1 枚の正レンズを共に有し、

前記第 4 S 群を構成する負レンズの材質の平均アッベ数を $n(4S)$ 、前記第 4 S 群を構成する正レンズの材質の平均アッベ数を $p(4S)$ とし、

前記第 4 R 群を構成する正レンズの材質のアッベ数の平均を $p(4R)$ 、負レンズの材質のアッベ数の平均値を $n(4R)$ とし、

前記第 4 S 群を構成する最も物体側のレンズ面への入射換算傾角を θ_1 、前記第 4 S 群を構成する最も像側のレンズ面からの射出換算傾角を θ_2 、としたとき

$$n(4S) - p(4S) > 10 \quad \cdots \cdots (2)$$

$$p(4R) - n(4R) > 10 \quad \cdots \cdots (3)$$

$$- \theta_1 < -0.45 \quad \cdots \cdots (1)$$

10

20

なる条件式を満たすことを特徴としている。

【0021】

請求項 2 の発明は請求項 1 の発明において、前記第 2 群は変倍の際に結像倍率が - 1 倍を含む領域内で変化し、その横倍率の変化を Z_2 、前記第 3 群は変倍の際に結像倍率が - 1 倍を含む領域内で変化し、ズーム比を Z としたとき

$$5 < Z_2$$

$$0.15 < Z_2 / Z$$

なる条件式を満たすことを特徴としている。

【0022】

請求項 3 の発明のテレビカメラは、請求項 1 又は 2 記載のズームレンズを備えたことを特徴としている。 30

【0027】

【発明の実施の形態】

まず本発明の防振機能を有したズームレンズにおいて、光学系内の部分系が光軸と直交方向に偏心した場合の偏心収差の発生について、収差論的な立場より、第 23 回応用物理学講演会（1962 年）に松居より示された方法に基づいて説明する。

【0028】

撮影レンズの一部のレンズ群 p を E だけ平行偏心させたときの全系の収差量 ΔY は (a) 式に示すように偏心前の収差量 Y と偏心によって発生した偏心収差量 $Y(E)$ との和になる。ここで、偏心収差 $Y(E)$ は (b) 式に示すように 1 次の偏心コマ収差 (IIE)、1 次の偏心非点収差 (IIIIE)、1 次の偏心像面湾曲 (PE)、1 次の偏心歪曲収差 (VE1)、1 次の偏心歪曲付加収差 (VE2)、1 次の原点移動 E で表される。

40

【0029】

また、(c) 式から (h) 式の (IIE) ~ (E) までの収差は全系の焦点距離を 1 に規格化したとき近軸光線の偏心レンズ群への軸上マージナル光線の入射角と出射角を各々

p 、 p' とし、瞳中心を通る主光線の入射角を

【0030】

【数 1】

$$\overline{\alpha_p}$$

【 0 0 3 1 】

としたときに偏心レンズ群の収差係数 I_p 、 II_p 、 III_p 、 P_p 、 V_p 及び、偏心レンズ群より像側のレンズ系の収差係数 I_q 、 II_q 、 III_q 、 P_q 、 V_q を用いて表される。

【 0 0 3 2 】

同様に、レンズ群 P を E だけ平行偏心させたときの全系の色収差量 cY_a は、(i) 式に示すように平行偏心させる前の収差 cY と、偏心によって発生した収差 $cY(E)$ の和になる。 10

【 0 0 3 3 】

ここで平行偏心させる前の収差 cY 、及び偏心収差 $cY(E)$ は、軸上色収差 L、倍率色収差 T、1 次の偏心色収差 T_e を用いてそれぞれ (j) 式、(k) 式のように表すことができる。

【 0 0 3 4 】

また、(1) 式の 1 次の偏心色収差係数 (TE) はレンズ群 P の色収差係数 L_p 、 T_p と、平行偏心させるレンズ群より像面側に配置されるレンズ群全体の色収差係数を L_q 、 T_q を用いて表すことができる。

【 0 0 3 5 】

20

【 式 1 】

$$\Delta'Y = \Delta Y + \Delta Y(E) \quad (a)$$

$$\begin{aligned} \Delta Y(E) = & -\frac{E}{2\alpha_k} [R^2(2 + \cos 2\phi_R)(IIE) \\ & + 2R(N_1 \tan \omega) \{2\cos(\phi_R - \phi_\omega) + \cos(\phi_R + \phi_\omega)\}(IIIE) + \cos \phi_R \phi_\omega (PE)] \\ & + (N_1 \tan \omega)^2 \{(2 + 2\cos \phi_\omega)(VE1) - (VE2)\} \\ & - \frac{1}{2\alpha_k} \{E(\Delta E)\} \end{aligned} \quad (b)$$

30

$$(IIE) = \alpha_p' II_q - \alpha_p (II_p + II_q) - \overline{\alpha_p}' I_q + \overline{\alpha_p} (I_p + I_q) \quad (c)$$

$$(IIIE) = \alpha_p' III_q - \alpha_p (III_p + III_q) - \overline{\alpha_p}' II_q + \overline{\alpha_p} (II_p + II_q) \quad (d)$$

$$(PE) = \alpha_p' P_q - \alpha_p (P_p + P_q) \quad (e)$$

$$(VE1) = \alpha_p' V_q - \alpha_p (V_p + V_q) - \overline{\alpha_p}' III_q + \overline{\alpha_p} (III_p + III_q) \quad (f)$$

$$(VE2) = \overline{\alpha_p}' P_q - \overline{\alpha_p} (P_p + P_q) \quad (g)$$

$$(\Delta E) = -2(\alpha_p' - \overline{\alpha_p}) \quad (h)$$

40

$$\Delta cY_a = \Delta cY + \Delta cY(E) \quad (i)$$

$$\Delta cY = -\frac{1}{\alpha_k} \{LR \cos \phi_R + TN \tan \omega \cos \phi_\omega\} \quad (j)$$

$$\Delta cY(E) = -\frac{E}{\alpha_k} (TE) \quad (k)$$

$$(TE) = \alpha_p' T_q - \alpha_p (T_p + T_q) - \overline{\alpha_p}' L_q + \overline{\alpha_p} (L_p + L_q) \quad (l)$$

【 0 0 3 6 】

このうち、偏心による像移動を表すのが 1 次の原点移動 (E) であり、結像性能に影響 50

するのは (I I E)、(I I I E)、(P E)、(T E) である。

【 0 0 3 7 】

偏心収差の発生を小さくするためには、第 1 に (b) 式に示すようにレンズ群 P の偏心量 E を小さくすることが必要である。

【 0 0 3 8 】

(c) 式 ~ (g) 式に示すレンズ群 P の偏心収差係数を微小とするために、レンズ群 P の諸収差係数 I_p 、 $I I_p$ 、 $I I I_p$ 、 P_p 、 V_p を小さな値とするか、もしくは諸収差係数を互いに打ち消し合うようにバランスよく設定することが必要となってくる。

【 0 0 3 9 】

特に上記の (c) 式 ~ (g) 式に示される偏心収差係数が小さな値となるように、平行偏心させるレンズ群 p へ入射し、このレンズ群 p から射出する近軸光線の換算傾角、3 次収差係数、及びレンズ群 p より像面側に配置されるレンズ群全体 q の 3 次収差係数の値をそれぞれ適切に設定することが必要となる。 10

【 0 0 4 0 】

すなわち、レンズ群を光軸と垂直な方向に平行偏心させたときに発生する中心画像の劣化を除去するため、主として (c) 式に示される 1 次の偏心コマ収差を良好に補正し、また同時に平行偏心させたときに発生する片ボケを良好に補正するため、主として (d) 式に示される 1 次の偏心像面湾曲を良好に補正することが必要となる。

【 0 0 4 1 】

もちろんこの他の諸収差もそれぞれ良好に補正することも当然のことながら必要である。 20

【 0 0 4 2 】

(1) 式に示される偏心色収差係数 (T E) を微小とするために、レンズ群 p とその像面側に配置されるレンズ群全体 q の色収差係数をそれぞれ適切に設定する必要がある。

【 0 0 4 3 】

本発明の防振機能を有したズームレンズは以上の点を考慮して構成している。

【 0 0 4 4 】

次に本発明の防振機能を有したズームレンズの特徴について説明する。

【 0 0 4 5 】

本発明は、ズーム全域で防振時も高い光学性能とし、防振装置全体の小型化を図るための全系の構成および防振レンズ群の配置を適切に設定している。 30

【 0 0 4 6 】

図 2 7 に防振機能を有したズームレンズの概念図を示す。ここで F は第 1 群としての正の屈折力のフォーカス群 (前玉レンズ群) である。

【 0 0 4 7 】

V は第 2 群としての変倍用の負の屈折力のバリエータであり、光軸上を像面側へ単調に移動させることにより、広角端 (ワイド) から望遠端 (テレ) への変倍を行っている。

【 0 0 4 8 】

C は正の屈折力のコンペンセータであり、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を物体側へ非直線的に移動している。バリエータ V とコンペンセータ C とで変倍系を構成している。S P は絞り、R は第 4 群としての全体として正の屈折力の固定のリレー群である。リレー群 R は負の屈折力の第 4 F 群と正の屈折力の第 4 R 群で構成されている。 40

【 0 0 4 9 】

図 2 7 に示すように、変倍に際し、レンズ群 F ~ C までは形成する像点 1' は変化しないので、リレー群 R だけの結像関係を考えると、その配置および近軸追跡値は変倍に関わらず不変である。したがって、変倍移動群より像側の、変倍に際し固定の群に防振レンズ群を配置することにより、変倍に伴う各偏心収差係数の変動を防止できる。

【 0 0 5 0 】

また、防振レンズ群を正の屈折力の群の像側の負の屈折力の群とすることにより、防振レンズ群の有効径を小さくして小型軽量化を図り、防振装置全体の小型化を図っている。

【 0 0 5 1 】

本発明では、第4S群が小型軽量でかつ光学性能上も防振レンズ群として最適となる条件を規制している。像面上で所定の画像ブレ補正量 Y を得るために必要な防振レンズ群の偏心量 E_{4s} は、(b)式から、 $R = 0$ 、 $\theta = 0$ 、 $k' = 1$ として以下の式で表される。

【0052】

$$E_{4s} = -Y / \{2(\theta)\} \quad (m)$$

一次の原点移動 (θ) は (h) 式で表されることから、必要な画像ブレ補正量 Y を得るための偏心量 E_{4s} は防振レンズ群に対する軸上マージナル光線の入射換算傾角 θ と出射換算傾角 θ' で規定される。

【0053】

したがって (1) 式を満足しないと、偏心量 E_{4s} の増大によって防振レンズ群の移動量が急激に増加することに加え、偏心を考慮した防振レンズ群の有効径が増大することから、必要な駆動力が急激に増大して機構全体が大型化する。また、偏心量 E_{4s} の増大に伴って偏心収差の発生が大きくなるので防振時の光学性能上も良くない。

【0054】

(c) ~ (g) 式の関係から、防振レンズ群による偏心収差を補正するためには、防振レンズ群の各収差係数分担値を適切に制御する必要がある。したがって防振レンズ群を少なくとも1枚ずつの正レンズと負レンズで構成しないと、防振レンズ群の各収差係数分担値の制御が困難となり、偏心収差の補正が困難になって、防振時に偏心コマ、偏心像面湾曲等の偏心諸収差が発生しやすくなる。

【0055】

また、(1 (エル)) 式の関係から、防振レンズ群による偏心色収差を補正するためには、防振レンズ群の各色収差係数分担値を適切に制御する必要がある。

【0056】

したがって防振レンズ群を構成する正レンズのアップ数の平均値 $p(4S)$ と、負レンズのアップ数の平均値 $n(4S)$ の関係が (2) 式を満足しないと、防振レンズ群の各色収差係数の制御が困難になり、偏心色収差の補正が困難になって、防振時に色の非対称が発生しやすくなる。

【0057】

本発明は、防振機能を有したズームレンズとして光学性能上適切な第4R群としての条件を規定している。

【0058】

(c) 式 ~ (g) 式の関係から、防振レンズ群 (第4S群) による偏心収差を補正するためには、防振レンズ群の像面側の群の各収差係数分担値を適切に制御する必要がある。

【0059】

したがって防振レンズ群の像面側に配置される第4R群を少なくとも1枚の正レンズと少なくとも1枚の負レンズで構成しないと、各収差係数の制御が困難となり、偏心収差の抑制が困難になって、防振時に偏心コマ、偏心像面湾曲等の偏心諸収差が発生しやすくなる。

【0060】

また、(1 (エル)) 式の関係から、防振レンズ群による偏心色収差を補正するためには、防振レンズ群の像面側の群の各色収差係数分担値を適切に制御する必要がある。

【0061】

したがって $p(4R)$ と $n(4R)$ が (3) 式を満足しないと、防振レンズ群の像面側に配置される第4R群の各色収差係数の制御が困難になり、防振レンズ群の偏心色収差の抑制が困難になって、防振時に色の非対称が発生しやすくなる。

【0062】

本発明は、第2群だけでなく、第3群でも横倍率の変化を稼ぐことにより効率よく変倍比40倍以上の高いズーム比を達成するための条件である。

【0063】

10

20

30

40

50

条件式(4)、(5)を満足させないと、高変倍比のズームレンズを得るのが難しくなってくる。

【0064】

本発明は、内蔵エクステンダー等、ユニット切り替えなどの方法により、変倍域を望遠側または広角側にシフトする光学系を、防振レンズ群の像側に有することを規定しており、変換の前後で防振レンズ群の制御の変更を不要にしている。第4E群による焦点距離変換の前後で、防振レンズ群の物体側の配置は変化しないため、所定の補正角を得るための防振レンズ群の偏心量Eは変化せず、防振レンズ群の制御を変える必要がない。

【0065】

本発明の防振機能を有したズームレンズは、全系の屈折力配置と変倍移動群の規定、防振レンズ群およびその像側のレンズ群の構成を適切に設定することにより、防振レンズ群の小型軽量化を図りつつ、防振レンズ群の偏心による光学性能への影響を変倍時も含め微小として、防振時も光学性能を良好に維持している。

【0066】

次に本発明の防振機能を有したズームレンズの具体的な構成について説明する。

【0067】

図1は本発明の数値実施例1の広角端におけるレンズ断面図である。図1において、Fは第1群としての正の屈折力のフォーカス群(前玉レンズ群)である。Vは第2群としての変倍用の負の屈折力のバリエータであり、光軸上を像面側へ単調に移動させることにより、広角端(ワイド)から望遠端(テレ)への変倍を行っている。

【0068】

Cは正の屈折力のコンペンセータであり、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を物体側へ非直線的に移動している。バリエータVとコンペンセータCとで変倍系を構成している。

【0069】

SPは絞り、Rは第4群としての正の屈折力の固定のリレー群である。Pは色分解プリズムや光学フィルター等であり、同図ではガラスブロックとして示している。

【0070】

次に本発明における防振機能を有したズームレンズの第4群の特徴について説明する。第4群は負の屈折力の第4F群と正の屈折力の第4R群で構成されており、前記第4F群全体が負の屈折力の第4S群として、防振用に光軸に対し垂直な方向に移動する機能をもつ。

【0071】

前記第4S群は1枚の負レンズと1枚の正レンズで構成されており、前記第4S群への光束の換算入射傾角を α 、光束の換算出射傾角を α' とし、前記負レンズの材質のアッペ数の平均値を $n(4S)$ 、前記正レンズの材質のアッペ数の平均値を $p(4S)$ としたとき、各式の値は下記のようになり、先の条件式(1)、(2)を満たす。

【0072】

$$\alpha' - \alpha = -0.503$$

$$v_n(4S) - v_p(4S) = 22.7 \quad (v_n(4S) = 46.6)$$

$$v_p(4S) = 23.9$$

また、前記第4R群は5枚の正レンズと3枚の負レンズで構成されており、正レンズの材質のアッペ数の平均値を $p(4R)$ 、前記負レンズの材質のアッペ数の平均値を $n(4R)$ としたとき、各式の値は下記のようになり、先の条件式(3)を満たす。

【0073】

$$v_n(4R) - v_p(4R) = 12.1 \quad (v_p(4R) = 53.5)$$

$$v_n(4R) = 41.4$$

また、(c)～(h)、(1)式に対応する各偏心収差係数を、防振レンズ群（本実施形態では第4S群）をp、防振レンズ群の像側のレンズ群をqとして、表1に示す。

【0074】

防振レンズ群の入出射換算傾角と、防振レンズ群と防振レンズ群の像側のレンズ群の各収差係数の分担値を適切に設定することにより、防振レンズ群の各偏心収差係数を微小としている。

【0075】

【表1】

表1

αp	1.0492	L_p	0.0201	L_q	-0.0233	TE	-0.0037
$\alpha p'$	0.5167	T_p	0.0008	T_q	-0.0025	IIE	-0.0140
$/\alpha p$	-0.1917	l_p	-7.6750	l_q	0.7828	IIIE	0.0015
$/\alpha p'$	-0.2024	ll_p	1.3426	ll_q	0.1600	PE	0.0017
		Ill_p	-0.0682	Ill_q	-0.3485	VE1	0.0198
		P_p	-0.0636	P_q	0.1221	VE2	-0.0135
		V_p	-0.0053	V_q	-0.00919	dE	1.0651

10

【0076】

第2群の横倍率の変化 Z_2 は9.21であり、又ズーム比は44.1であり、条件式(4)、(5)を満足している。

【0077】

図2～図5に数値実施例1の広角端、 $f = 69.79\text{ mm}$ 、 $f = 257.37\text{ mm}$ 、望遠端の縦収差図を示す。

【0078】

図6～図9に数値実施例1の広角端、 $f = 69.79\text{ mm}$ 、 $f = 257.37\text{ mm}$ 、望遠端における像高0 mm、 $\pm 4\text{ mm}$ の横収差図を示す。

【0079】

図10～図13に数値実施例1の広角端、 $f = 69.79\text{ mm}$ 、 $f = 257.37\text{ mm}$ 、望遠端において、防振レンズ群をシフトさせたときの像高0 mm、 $\pm 4\text{ mm}$ の横収差図を示す。

30

【0080】

なお、本実施形態では防振用のレンズ群として第4S群を第4F群全体で構成したが、第4F群の構成枚数を増やし複数に分割して一部のレンズ群を第4S群とすることも容易である。

【0081】

このように、本実施形態では全系の屈折力配置及び変倍移動群の配置と第4群における防振用のレンズ群の配置を適切に設定し、かつ防振用のレンズ群のレンズ構成を適切に設定して全変倍範囲で防振時も高め高い光学性能を得ている。

40

【0082】

図14は本発明の数値実施例2の広角端におけるレンズ断面図である。図14において、Fは第1群としての正の屈折力のフォーカス群（前玉レンズ群）である。

【0083】

Vは第2群としての変倍用の負の屈折力のバリエータであり、光軸上を像面側へ単調に移動させることにより、広角端（ワイド）から望遠端（テレ）への変倍を行っている。Cは正の屈折力のコンペンセータであり、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を物体側へ非直線的に移動している。バリエータVとコンペンセータCとで変倍系を構成している。

【0084】

50

S Pは絞り、Rは第4群としての正の屈折力の固定のリレー群である。Pは色分解プリズムや光学フィルター等であり、同図ではガラスブロックとして示している。

【0085】

次に本発明における防振機能を有したズームレンズの第4群の特徴について説明する。第4群は負の屈折力の第4F群と正の屈折力の第4R群で構成されており、前記第4F群全体が負の屈折力の第4S群として、防振用に光軸に対し垂直な方向に移動する機能をもつ。前記第4S群は2枚の負レンズと1枚の正レンズで構成されており、光束の換算入射傾角を α 、光束の換算出射傾角を α' とし、前記負レンズの材質のアッペ数の平均値を $n(4S)$ 、前記正レンズの材質のアッペ数を $p(4S)$ としたとき、各式の値は下記のようになり、先の条件式(1)、(2)を満たす。

10

【0086】

$$\alpha' - \alpha = -0.848$$

$$v_n(4S) - v_p(4S) = 12.5 \quad (v_n(4S) = 40.8$$

$$v_p(4S) = 28.3)$$

また、前記第4R群は5枚の正レンズと3枚の負レンズで構成されており、正レンズの材質のアッペ数の平均値を $p(4R)$ 、前記負レンズの材質のアッペ数の平均値を $n(4R)$ としたとき、各式の値は下記のようになり、先の条件式(3)を満たす。

【0087】

20

$$v_n(4R) - v_p(4R) = 11.9 \quad (v_p(4R) = 53.3$$

$$v_n(4R) = 41.4)$$

また、(c)～(h)、(1)式に対応する各偏心収差係数を、防振レンズ群(本実施形態では第4S群)をp、防振レンズ群の像側のレンズ群をqとして、表2に示す。

【0088】

防振レンズ群の入出射換算傾角と、防振レンズ群と防振レンズ群の像側のレンズ群の各収差係数の分担値を適切に設定することにより、防振レンズ群の各偏心収差係数を微小としている。

【0089】

30

【表2】

表2

α_p	1.0492	L_p	0.0244	L_q	-0.0270	TE	-0.0036
$\alpha_{p'}$	0.2007	T_p	0.0021	T_q	-0.0048	II E	0.0237
$/\alpha_p$	-0.1917	l_p	-8.2768	l_q	1.7561	III E	0.0114
$/\alpha_{p'}$	-0.2211	ll_p	1.8845	ll_q	-0.4273	PE	-0.0547

		III_p	-0.1049	III_q	-0.3243	VE1	0.0283
		P_p	-0.0796	P_q	0.1628	VE2	-0.0200
		V_p	-0.0155	V_q	-0.0018	dE	1.6971

40

【0090】

第2群の横倍率の変化 Z_2 は9.21であり、又ズーム比は44.1であり、条件式(4)、(5)を満足している。

【0091】

図15～図18に数値実施例2の広角端、 $f = 69.79\text{ mm}$ 、 $f = 257.37\text{ mm}$ 、望遠端の縦収差図を示す。

【0092】

50

図 19 ~ 図 22 に数値実施例 2 の広角端、 $f = 69.79 \text{ mm}$ 、 $f = 257.37 \text{ mm}$ 、望遠端における像高 0 mm 、 $\pm 4 \text{ mm}$ の横収差図を示す。

【0093】

図 23 ~ 図 26 に数値実施例 2 の広角端、 $f = 69.79 \text{ mm}$ 、 $f = 257.37 \text{ mm}$ 、望遠端において、防振レンズ群をシフトさせたときの像高 0 mm 、 $\pm 4 \text{ mm}$ の横収差図を示す。

【0094】

なお、本実施形態では第 4 S 群を第 4 F 群全体で構成したが、第 4 F 群の構成枚数を増やし複数に分割して一部のレンズ群を第 4 S 群とすることも容易である。

【0095】

このように、本実施形態では全系の屈折力配置及び変倍移動群の配置と第 4 群における防振群の配置を適切に設定し、かつ防振群の構成を適切に設定して全変倍範囲で防振時も含め高い光学性能を得ている。

【0096】

次に本発明の数値実施例を示す。数値実施例において r_i は物体側より順に第 i 番目のレンズ面の曲率半径、 d_i は物体側より順に第 i 番目のレンズ厚又は空気間隔、 n_i と i は各々物体側より順に第 i 番目のレンズのガラスの屈折率とアッベ数である。

【0097】

数値実施例において最終の 2 つのレンズ面はフェースプレートやフィルター等のガラスブロックである。

【0098】

【外 1】

10

20

数値実施例 1

f= 9.99978 fno=1:1.8~3.3 2w= 57.6° ~1.4°

r 1=	262.527	d 1=	5.50	n 1=	1.83932	v 1=	37.2
r 2=	148.600	d 2=	0.20				
r 3=	146.720	d 3=	19.47	n 2=	1.43496	v 2=	95.1
r 4=	1711.919	d 4=	11.35				
r 5=	446.535	d 5=	12.04	n 3=	1.43496	v 3=	95.1
r 6=	-528.168	d 6=	0.07				
r 7=	-522.929	d 7=	5.00	n 4=	1.77621	v 4=	49.6
r 8=	-7601.809	d 8=	0.30				
r 9=	189.702	d 9=	18.57	n 5=	1.43496	v 5=	95.1
r10=	-890.210	d10=	0.30				
r11=	150.001	d11=	11.18	n 6=	1.49845	v 6=	81.6
r12=	393.239	d12=	可変				
r13=	521.146	d13=	2.00	n 7=	1.77621	v 7=	49.6
r14=	53.105	d14=	4.73				
r15=	-148.563	d15=	1.80	n 8=	1.77621	v 8=	49.6
r16=	51.373	d16=	6.72				
r17=	-66.261	d17=	1.80	n 9=	1.79025	v 9=	50.0
r18=	47.388	d18=	7.80	n10=	1.93306	v10=	21.3
r19=	-366.607	d19=	可変				
r20=	633.050	d20=	6.36	n11=	1.43985	v11=	95.0
r21=	-113.045	d21=	0.30				
r22=	201.150	d22=	2.50	n12=	1.65223	v12=	33.8
r23=	53.110	d23=	13.60	n13=	1.59143	v13=	61.2
r24=	-155.230	d24=	0.20				
r25=	131.701	d25=	13.00	n14=	1.62032	v14=	63.4
r26=	-75.433	d26=	2.50	n15=	1.85501	v15=	23.9
r27=	-155.034	d27=	0.20				
r28=	95.626	d28=	4.25	n16=	1.48915	v16=	70.2
r29=	293.766	d29=	可変				
r30=	(絞り)	d30=	3.29				
r31=	-106.669	d31=	1.80	n17=	1.82017	v17=	46.6
r32=	47.175	d32=	0.18				
r33=	38.336	d33=	3.81	n18=	1.85501	v18=	23.9
r34=	100.002	d34=	5.39				
r35=	-30.196	d35=	1.60	n19=	1.73234	v19=	54.7
r36=	26.193	d36=	17.64	n20=	1.57047	v20=	42.8
r37=	-28.031	d37=	19.00				
r38=	-99.571	d38=	5.20	n21=	1.51977	v21=	52.4
r39=	-27.773	d39=	0.20				
r40=	-36.155	d40=	2.20	n22=	1.79013	v22=	44.2
r41=	35.022	d41=	7.02	n23=	1.55099	v23=	45.8
r42=	-61.501	d42=	1.10				
r43=	78.384	d43=	7.60	n24=	1.48915	v24=	70.2
r44=	-32.064	d44=	2.20	n25=	1.81265	v25=	25.4
r45=	-69.443	d45=	0.20				
r46=	73.620	d46=	4.59	n26=	1.50349	v26=	56.4
r47=	-82.081	d47=	5.00				
r48=	∞	d48=	50.00	n27=	1.51825	v27=	64.2
r49=	∞						

焦点距離 可変間隔	10.00	69.79	257.36	441.09
d 12	2.37	92.37	115.87	121.38
d 19	176.20	67.02	19.71	0.14
d 29	3.30	22.48	46.29	60.36

【 0 0 9 9 】

【 外 2 】

10

20

30

40

数値実施例2

f= 10.00000 fno=1:1.8~3.1 2w= 57.6° ~1.4°

r 1=	262.527	d 1=	5.50	n 1=	1.83932	v 1=	37.2
r 2=	148.600	d 2=	0.20				
r 3=	146.720	d 3=	19.47	n 2=	1.43496	v 2=	95.1
r 4=	1711.919	d 4=	11.35				
r 5=	446.535	d 5=	12.04	n 3=	1.43496	v 3=	95.1
r 6=	-528.168	d 6=	0.07				
r 7=	-522.929	d 7=	5.00	n 4=	1.77621	v 4=	49.6
r 8=	-7601.809	d 8=	0.30				
r 9=	189.702	d 9=	18.57	n 5=	1.43496	v 5=	95.1
r10=	-890.210	d10=	0.30				
r11=	150.001	d11=	11.18	n 6=	1.49845	v 6=	81.6
r12=	393.239	d12=可変					
r13=	521.146	d13=	2.00	n 7=	1.77621	v 7=	49.6
r14=	53.105	d14=	4.73				
r15=	-148.563	d15=	1.80	n 8=	1.77621	v 8=	49.6
r16=	51.373	d16=	6.72				
r17=	-66.261	d17=	1.80	n 9=	1.79025	v 9=	50.0
r18=	47.388	d18=	7.80	n10=	1.93306	v10=	21.3
r19=	-366.607	d19=可変					
r20=	633.050	d20=	6.36	n11=	1.43985	v11=	95.0
r21=	-113.045	d21=	0.30				
r22=	201.150	d22=	2.50	n12=	1.65223	v12=	33.8
r23=	53.110	d23=	13.60	n13=	1.59143	v13=	61.2
r24=	-155.230	d24=	0.20				
r25=	131.701	d25=	13.00	n14=	1.62032	v14=	63.4
r26=	-75.433	d26=	2.50	n15=	1.85501	v15=	23.9
r27=	-155.034	d27=	0.20				
r28=	95.626	d28=	4.25	n16=	1.48915	v16=	70.2
r29=	293.766	d29=可変					
r30=	(絞り)	d30=	3.29				
r31=	-98.009	d31=	1.80	n17=	1.88814	v17=	40.8
r32=	42.998	d32=	0.20				
r33=	30.611	d33=	9.58	n18=	1.74618	v18=	28.3
r34=	-32.609	d34=	1.80	n19=	1.88814	v19=	40.8
r35=	96.858	d35=	7.48				
r36=	-42.629	d36=	1.60	n20=	1.73234	v20=	54.7
r37=	27.958	d37=	15.00	n21=	1.57047	v21=	42.8
r38=	-33.727	d38=	19.00				
r39=	-166.259	d39=	4.99	n22=	1.48915	v22=	70.2
r40=	-28.835	d40=	0.20				
r41=	-36.826	d41=	2.20	n23=	1.79013	v23=	44.2°
r42=	63.095	d42=	6.18	n24=	1.50349	v24=	56.4
r43=	-47.677	d43=	1.10				
r44=	81.999	d44=	8.25	n25=	1.55099	v25=	45.8
r45=	-29.154	d45=	2.20	n26=	1.81265	v26=	25.4°
r46=	-92.720	d46=	0.20				
r47=	73.620	d47=	5.00	n27=	1.51977	v27=	52.4
r48=	-82.081	d48=	5.00				
r49=	∞	d49=	50.00	n28=	1.51825	v28=	64.2
r50=	∞						

10

20

30

焦点距離 可変間隔	10.00	19.49	69.79	257.37	441.10
d 12	2.37	44.37	92.37	115.87	121.38
d 19	176.20	129.14	67.02	19.71	0.14
d 29	3.30	8.36	22.48	46.29	60.36

40

【 0 1 0 0 】

【 発明の効果 】

本発明によれば以上のように、光学系の一部のレンズ群を光軸と垂直な方向に偏心駆動させて撮影画像のブレを補正する際、各レンズ要素を適切に配置することによって、特に防振レンズ群の小型化を可能とし、各種の収差及び偏心収差を良好に補正した、いわゆる4群ズームレンズに好適な防振機能を有したズームレンズ及びそれを有するテレビカメラを達成することができる。

【 0 1 0 1 】

50

この他本発明によれば、所謂4群ズームレンズにおいて、全系の屈折力配置及び変倍移動群の配置を規定し、第4群の構成を規定することにより、全変倍範囲にわたり防振時についても高い光学性能を有し、機構全体が小型軽量の防振機能を有したズームレンズを達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の数値実施例1の広角端のレンズ断面図

【図2】本発明の数値実施例1の広角端の収差図

【図3】本発明の数値実施例1の $f = 66.68 \text{ mm}$ における収差図

【図4】本発明の数値実施例1の $f = 360.00 \text{ mm}$ における収差図

【図5】本発明の数値実施例1の望遠端における収差図

10

【図6】本発明の数値実施例1の広角端における横収差図

【図7】本発明の数値実施例1の $f = 66.68 \text{ mm}$ における横収差図

【図8】本発明の数値実施例1の $f = 360.00 \text{ mm}$ における横収差図

【図9】本発明の数値実施例1の望遠端における横収差図

【図10】本発明の数値実施例1の広角端において、防振レンズ群を 3.0 mm シフトしたときの横収差図

【図11】本発明の数値実施例1の $f = 66.68 \text{ mm}$ において、防振レンズ群を 3.0 mm シフトしたときの横収差図

【図12】本発明の数値実施例1の $f = 360.00 \text{ mm}$ において、防振レンズ群を 3.0 mm シフトしたときの横収差図

20

【図13】本発明の数値実施例1の望遠端において、防振レンズ群を 3.0 mm シフトしたときの横収差図

【図14】本発明の数値実施例2の広角端のレンズ断面図

【図15】本発明の数値実施例2の広角端の収差図

【図16】本発明の数値実施例2の $f = 69.8 \text{ mm}$ における収差図

【図17】本発明の数値実施例2の $f = 257.4 \text{ mm}$ における収差図

【図18】本発明の数値実施例2の望遠端における収差図

【図19】本発明の数値実施例2の広角端における横収差図

【図20】本発明の数値実施例2の $f = 69.8 \text{ mm}$ における横収差図

【図21】本発明の数値実施例2の $f = 257.4 \text{ mm}$ における横収差図

30

【図22】本発明の数値実施例2の望遠端における横収差図

【図23】本発明の数値実施例2の広角端において、防振レンズ群を 1.8 mm シフトしたときの横収差図

【図24】本発明の数値実施例2の $f = 69.8 \text{ mm}$ において、防振レンズ群を 1.8 mm シフトしたときの横収差図

【図25】本発明の数値実施例2の $f = 257.4 \text{ mm}$ において、防振レンズ群を 1.8 mm シフトしたときの横収差図

【図26】本発明の数値実施例2の望遠端において、防振レンズ群を 1.8 mm シフトしたときの横収差図

【図27】本発明の防振ズームレンズの概念図

40

【符号の説明】

F フォーカス群

V バリエータ

C コンペンセータ

R リレー群

4 F 第4 F 群

4 S 第4 S 群（防振レンズ群）

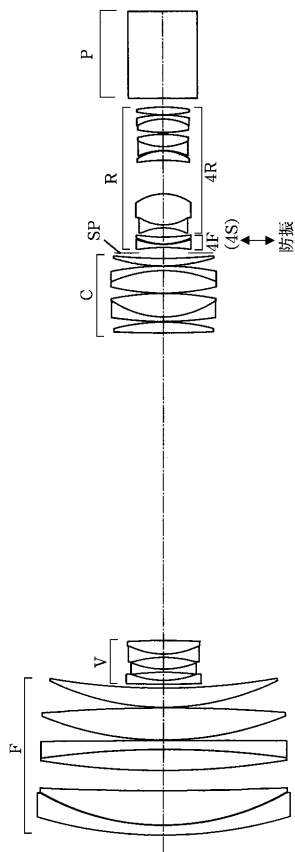
4 R 第4 R 群

P ガラスブロック

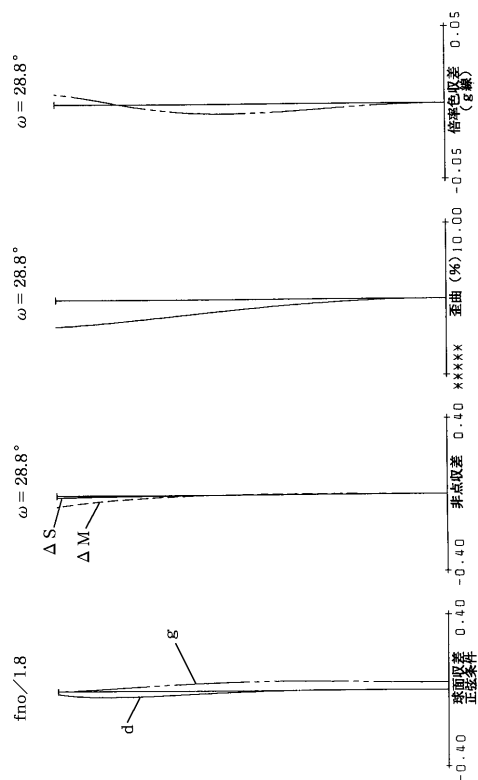
S P 絞り

50

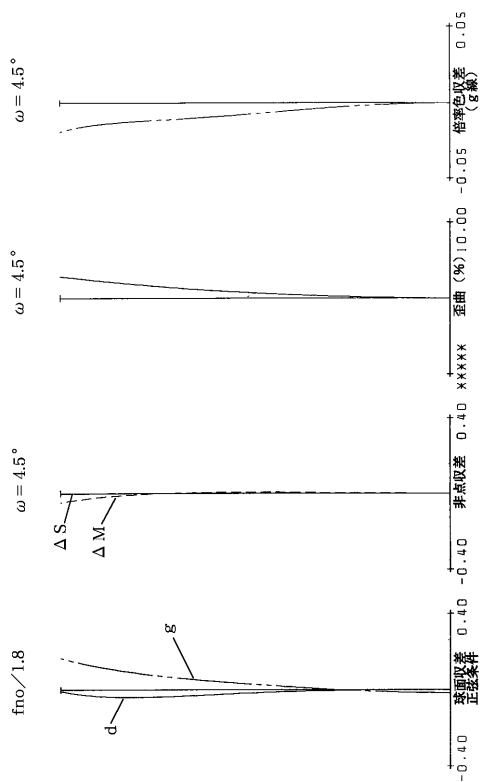
【 図 1 】



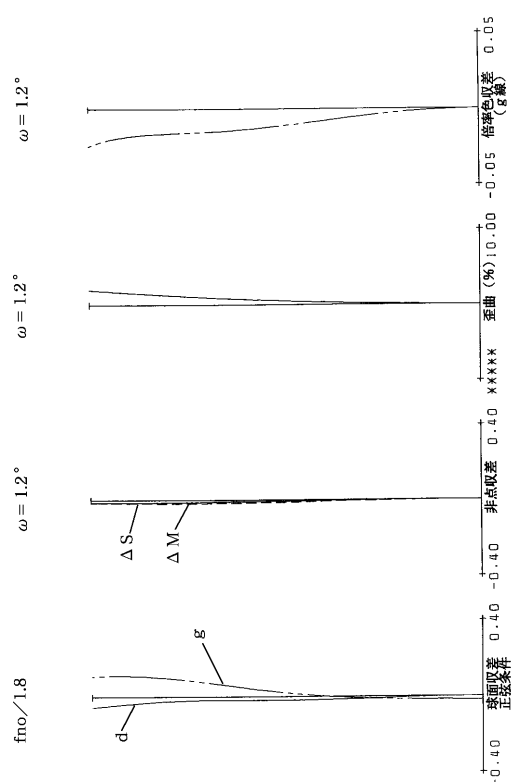
【 図 2 】



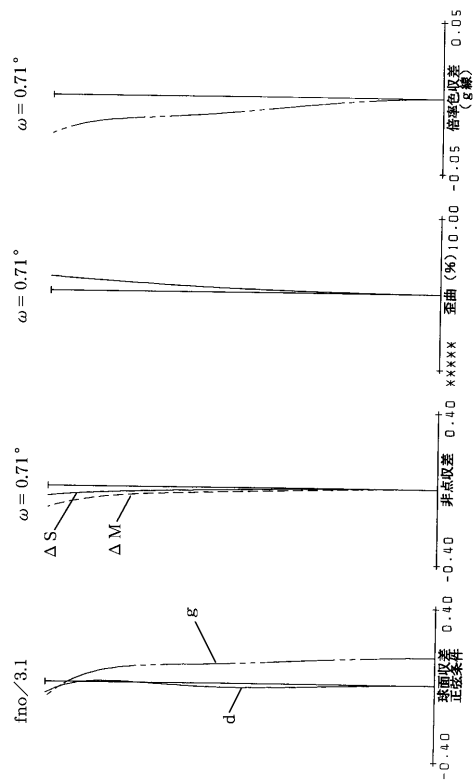
【 図 3 】



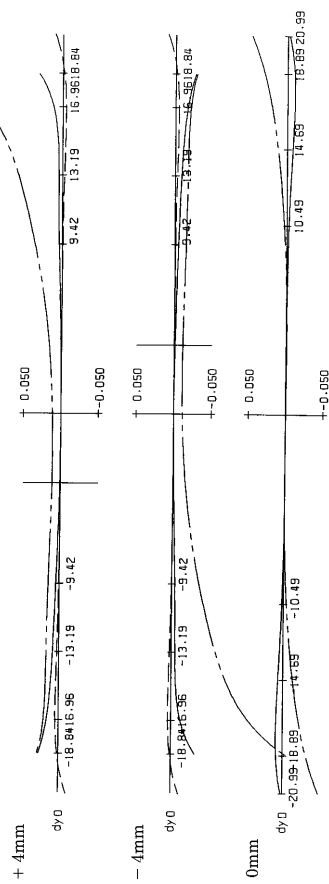
【 図 4 】



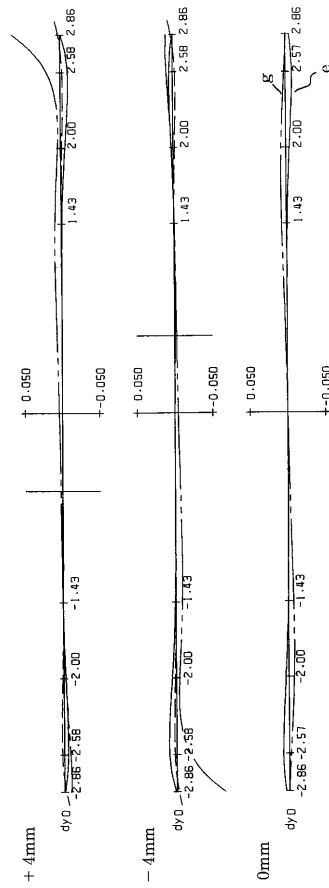
【図 5】



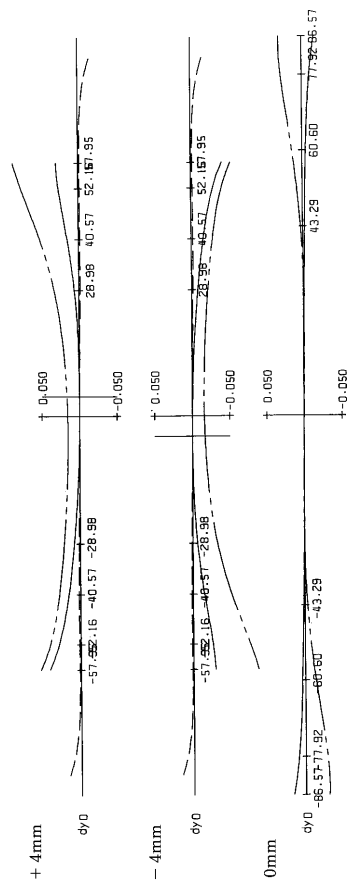
【図 7】



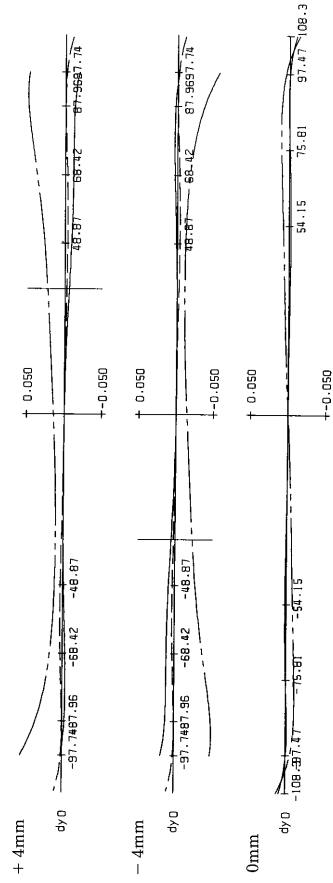
【図 6】



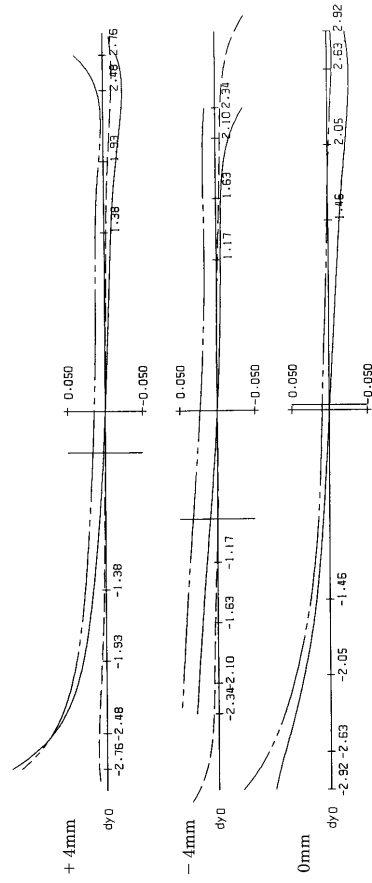
【図 8】



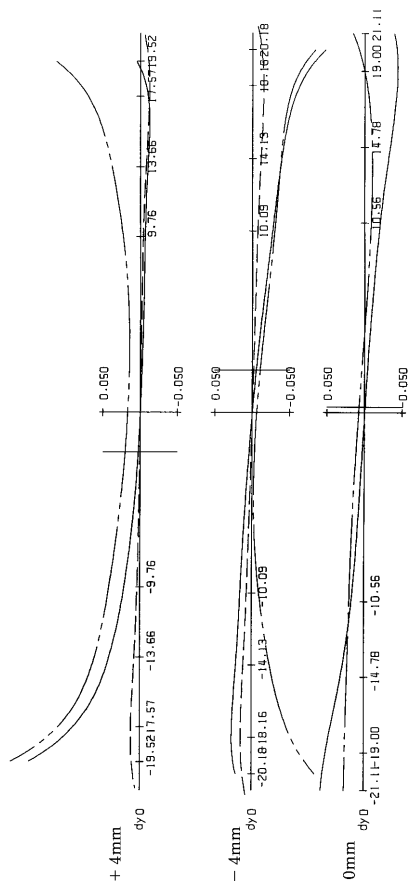
【図 9】



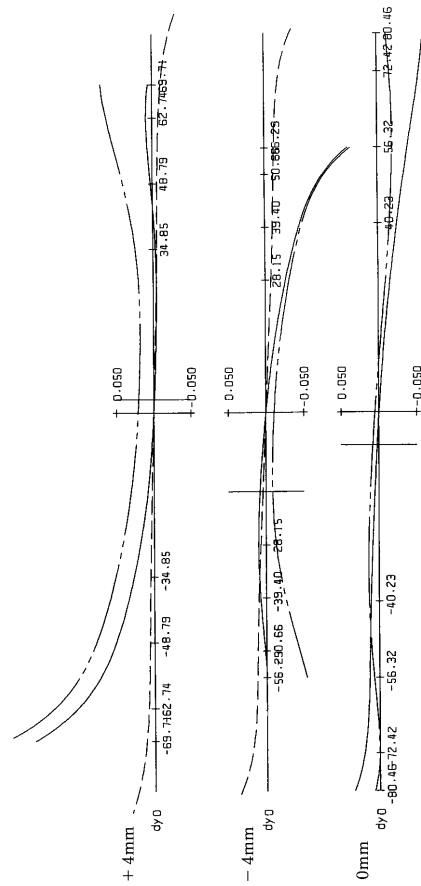
【図 10】



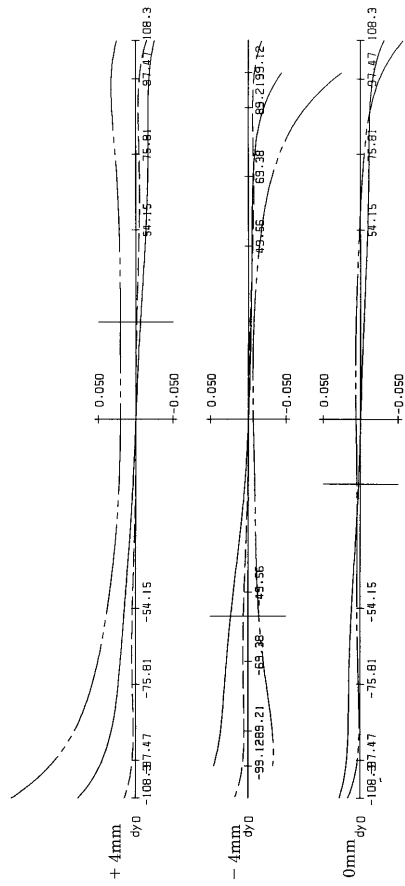
【図 11】



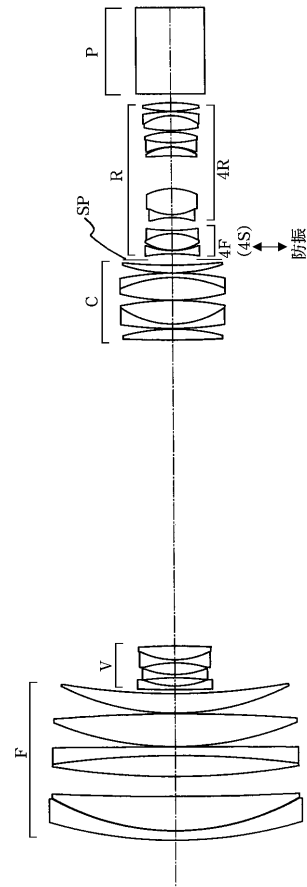
【図 12】



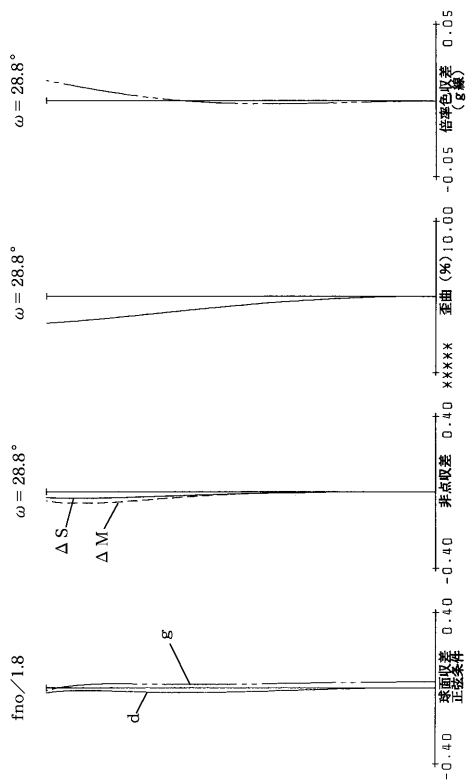
【図 13】



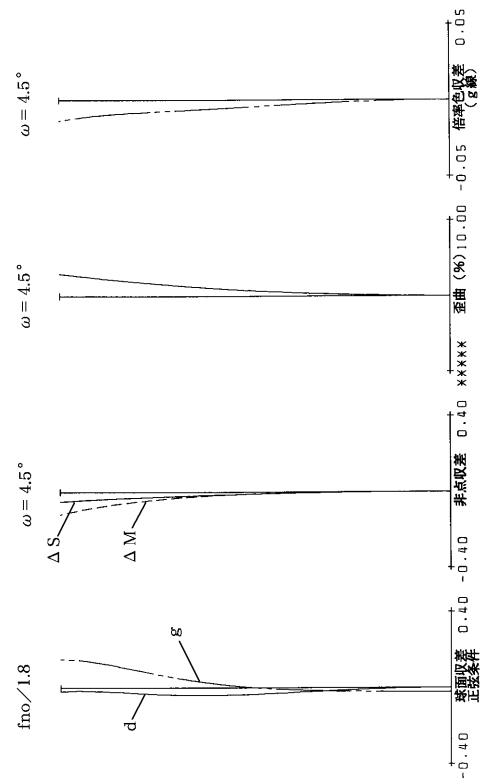
【図 14】



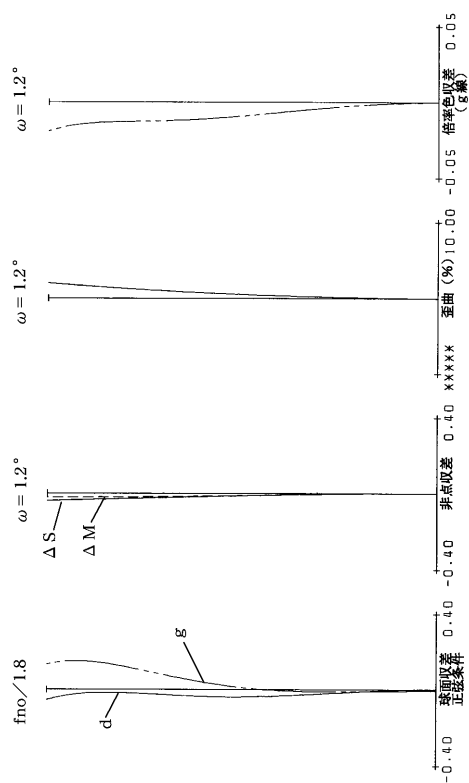
【図 15】



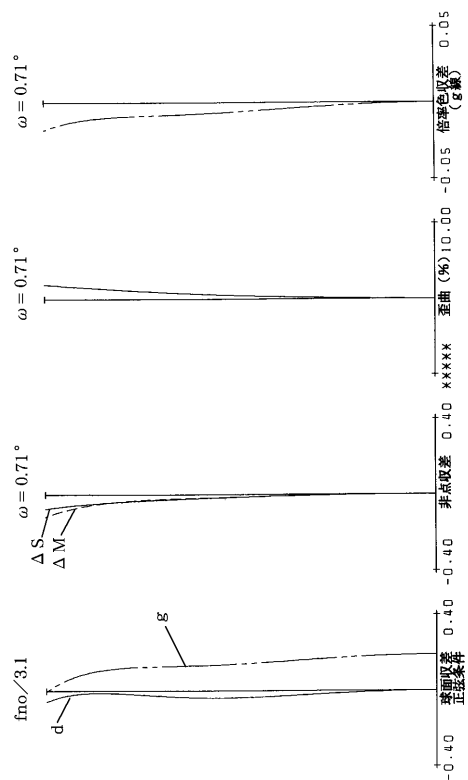
【図 16】



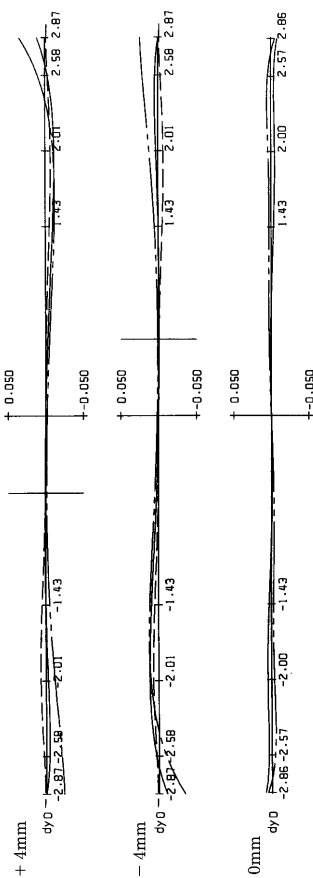
【図 17】



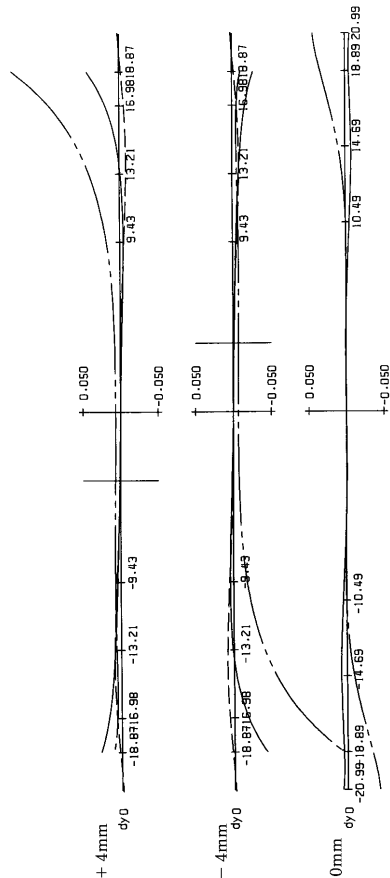
【図 18】



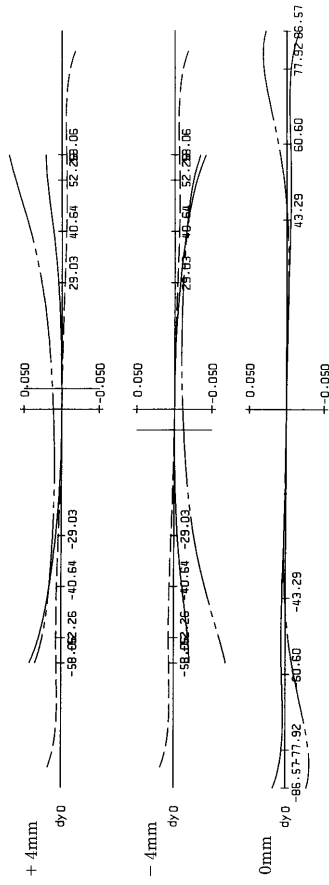
【図 19】



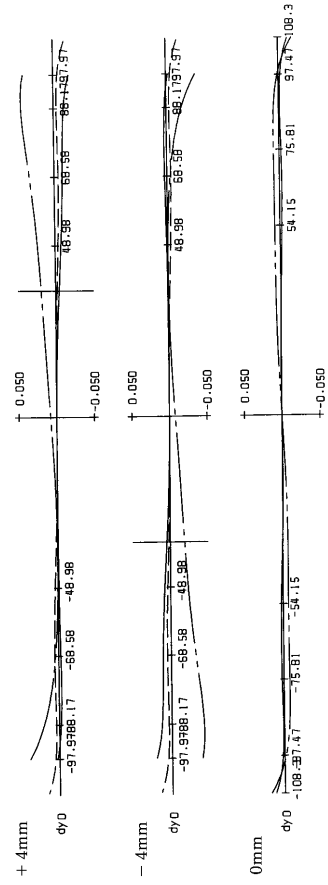
【図 20】



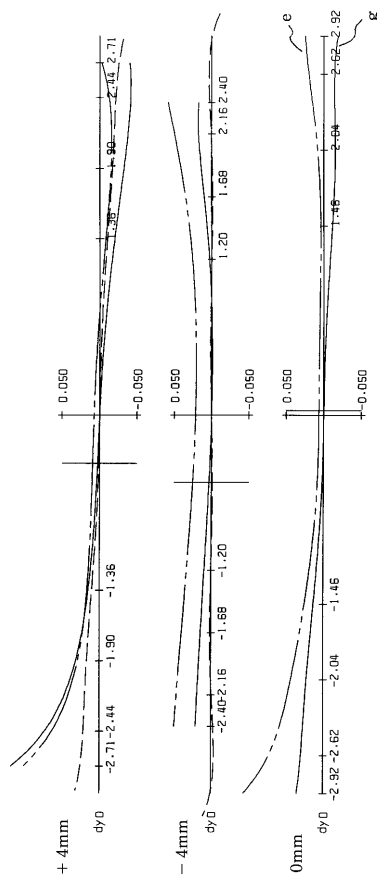
【図 2 1】



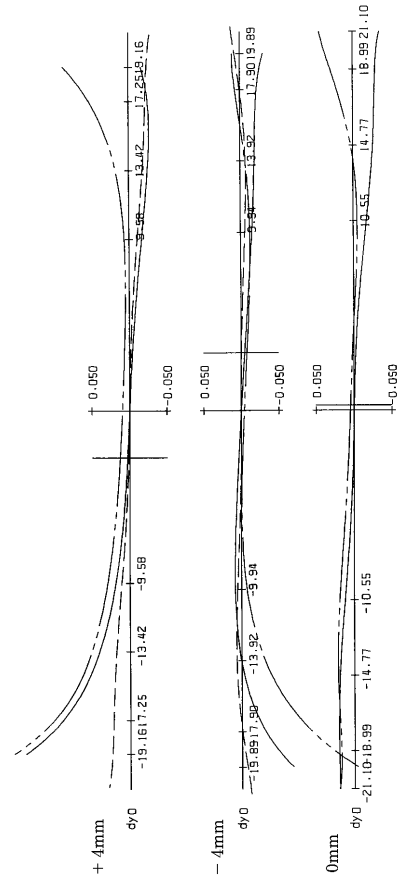
【図 2 2】



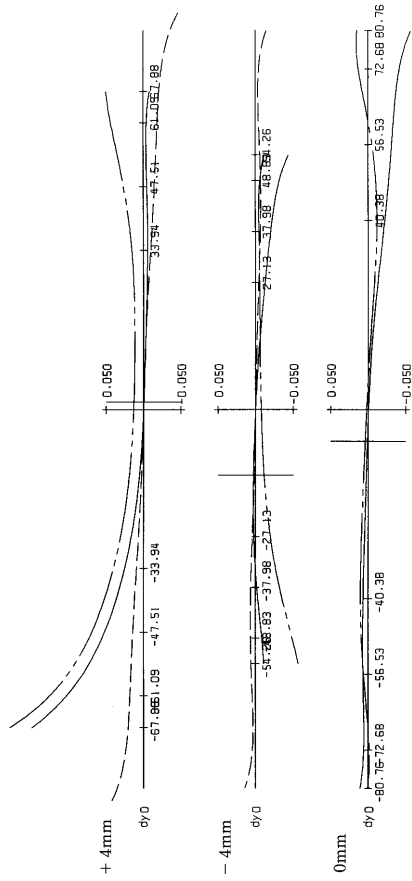
【図 2 3】



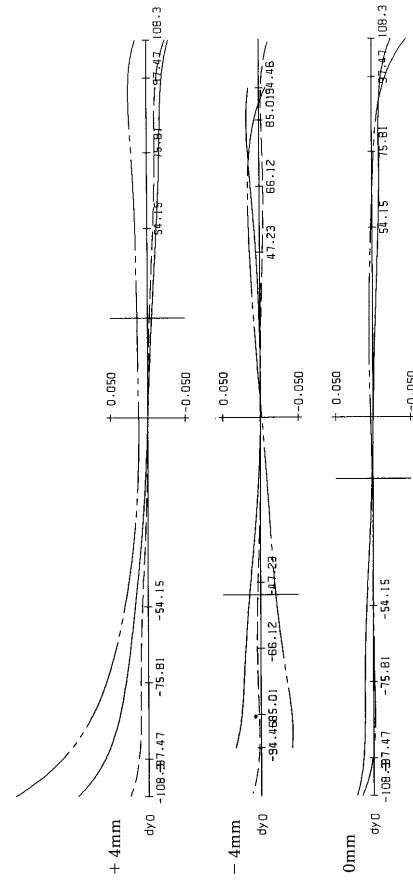
【図 2 4】



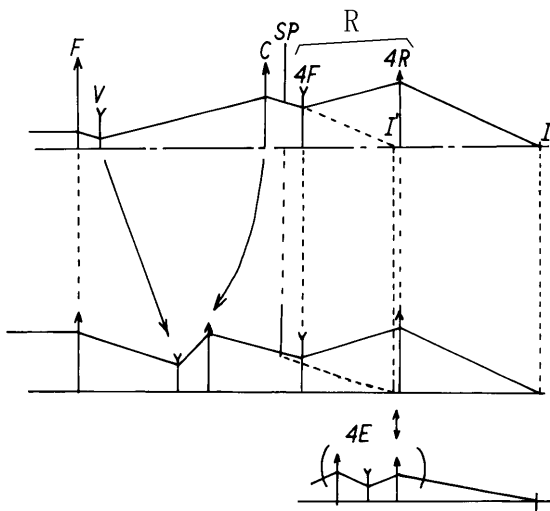
【図 25】



【図 26】



【図 27】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07-092431(JP,A)
特開平10-090599(JP,A)
特開平02-100009(JP,A)
特開平07-092431(JP,A)
特開平10-090599(JP,A)
特開平02-100009(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G02B 15/16

G02B 27/64