

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2006 年 1 月 5 日 (05.01.2006)

PCT

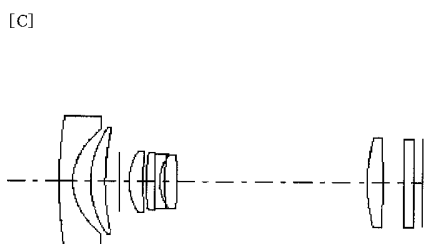
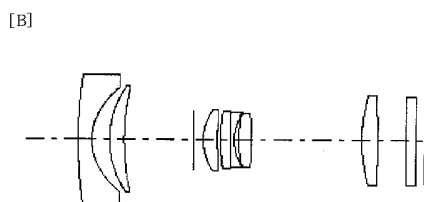
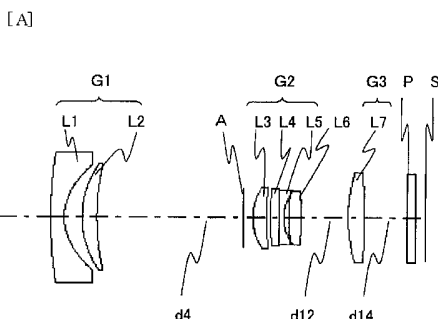
(10) 国際公開番号  
WO 2006/001431 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: G02B 15/20
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/011761
- (22) 国際出願日: 2005 年 6 月 27 日 (27.06.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2004-191992 2004 年 6 月 29 日 (29.06.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1006 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 吉次 慶記 (YOSHITSUGU, Keiki).
- (74) 代理人: 小笠原 史朗 (OGASAWARA, Shiro); 〒5640053 大阪府吹田市江の木町 3 番 1 1 号 第 3 ロンヂェビル Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,

/ 続葉有 /

(54) Title: ZOOM LENS SYSTEM, IMAGING DEVICE, AND CAMERA

(54) 発明の名称: ズームレンズ系、撮像装置及びカメラ



(57) Abstract: It is possible to provide a zoom lens system having a short entire length during imaging and non-imaging and a high resolution, an imaging device using the zoom lens system, and a camera including the imaging device. The zoom lens system forms an optical image of an object which can be magnified and includes a first lens group (G1) of negative power, a second lens group (G2) of positive power, and a third lens group (G3) of positive power in this order from the object side. The zoom lens system moves each of the lens groups along the optical axis to change the distance between the respective lens groups to perform magnification. The second lens group (G2) is formed by at least three lens elements including an object side lens element of the second lens group which is a positive lens element arranged at the object side and having a surface of strong curvature toward the object and an image side lens element of the second lens group which is a positive lens element arranged at the image side and having a convex surface toward the object.

(57) 要約: 撮影時及び非撮影時の全長が短く、解像度が高いズームレンズ系、該ズームレンズ系を用いる撮像装置及び該撮像装置を備えるカメラを提供することを目的とし、該ズームレンズ系は、物体の光学的な像を変倍可能に形成するためのものであって、物体側から順に、負パワーの第 1 レンズ群 (G1) と、正パワーの第 2 レンズ群 (G2) と、正パワーの第 3 レンズ群 (G3) とを備え、各レンズ群を光軸に沿ってそれぞれ移動させることにより、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行い、該第 2 レンズ群 (G2) は、最も物体側に配置された曲率の強い面を物体側に向けた正レンズ素子である第 2 レンズ群物体側レンズ素子と、最も像側に配置された物体側に凸面に向けた正レンズ素子である第 2 レンズ群像側レンズ素子を含む、少なくとも 3 枚のレンズ素子から構成されている。



IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),  
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

## 明 細 書

### ズームレンズ系、撮像装置及びカメラ

### 技術分野

- [0001] 本発明はズームレンズ系、撮像装置及びカメラに関し、特にデジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ等に好適な小型で高画質のズームレンズ系、そのズームレンズ系を備える撮像装置、及びその撮像装置を備えるカメラに関する。

### 背景技術

- [0002] CCD(Charge Coupled Device)やCMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)等の固体撮像素子を用いたデジタルスチルカメラは、レンズ素子の最後部と固体撮像素子との間に光学的ローパスフィルタなどの部材を配置するため、比較的バックフォーカスの長いレンズ系を必要とする。また、デジタルスチルカメラの撮影光学系は、像面における周辺光量低下の要因となるシェーディングを避けるため、良好なテレセントリック特性が要求される。
- [0003] デジタルスチルカメラには多くの形態が考えられるが、その1つの形態としてコンパクトタイプがある。コンパクトタイプのデジタルスチルカメラに適したズームレンズ系として、従来から、物体側から順に、負パワーを有する第1レンズ群と、正パワーを有する第2レンズ群と、正パワーを有する第3レンズ群とで構成した3群ズームレンズ系が提案されている。本願発明者らは、コンパクトタイプのデジタルスチルカメラに適した、3群ズームレンズ系を提案している(特許文献1)。

特許文献1:国際公開第03/085440号パンフレット

### 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

- [0004] しかしながら、前記特許文献1に記載されたズームレンズ系は、光学的な性能の点では満足がいくものであるが、撮影時及び、非撮影時(沈胴時ともいう)の全長の点で改良の余地を残していた。特許文献1に記載されたズームレンズ系の全長をそのまま短縮すると、全系での収差バランスが崩れてしまうため、光学性能を維持することができない。

[0005] 本発明の目的は、撮影時及び非撮影時の全長が短く、解像度が高いズームレンズ系及び該ズームレンズ系を用いる撮像装置を提供することである。また本発明の目的は、前記撮像装置を備えるカメラを提供することである。

#### 課題を解決するための手段

[0006] 上記目的の1つは、以下のズームレンズ系により達成される。物体の光学的な像を変倍可能に形成するためのズームレンズ系であって、物体側から順に、負パワーの第1レンズ群と、正パワーの第2レンズ群と、正パワーの第3レンズ群とを備え、各レンズ群を光軸に沿ってそれぞれ移動させることにより、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行い、第1レンズ群は、物体側から順に、曲率の強い面を像側に向けた負メニスカス形状である第1レンズ素子と、曲率の強い面を物体側に向けた正レンズ素子である第2レンズ素子とからなり、第2レンズ群は、最も物体側に配置された曲率の強い面を物体側に向けた正レンズ素子である第2レンズ群物体側レンズ素子と、最も像側に配置された物体側に凸面を向けた正レンズ素子である第2レンズ群像側レンズ素子とを含む、少なくとも3枚のレンズ素子から構成され、第3レンズ群は、1枚の正レンズ素子のみからなり、広角端から望遠端への変倍に際して第1レンズ群は像側に凸の軌跡を描きながら移動し、第2レンズ群は物体側に単調に移動し、以下の条件を満足する。

$$\left| \frac{L_w - L_T}{L_w} \right| / L_w < 0.1 \cdots (1)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_w > 2.5$ である)

ここで、 $L_w$  は広角端における光学全長、 $L_T$  は望遠端における光学全長、 $f_T$  はレンズ系全体の望遠端における焦点距離、 $f_w$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離である。

[0007] 好ましくは、第2レンズ群は、物体側から順に、曲率の強い面を物体側に向けた正レンズ素子である第3レンズ素子と、正レンズ素子である第4レンズ素子と、負レンズ素子である第5レンズ素子と、物体側に凸面を向けた正レンズ素子である第6レンズ素子とからなる。

[0008] 好ましくは、第2レンズ群は、物体側から順に、曲率の強い面を物体側に向けた正レンズ素子である第3レンズ素子と、負レンズ素子である第4レンズ素子と、物体側に

凸面を向けた正レンズ素子である第5レンズ素子とからなる。

[0009] 好ましくは、以下の条件を満足する。

$$1. 9 < f_{G2} / f_W < 2.4 \cdots (2)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 2.5$ である)

ここで、 $f_{G2}$  は前記第2レンズ群の焦点距離、 $f_T$  はレンズ系全体の望遠端における焦点距離、 $f_W$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離である。

[0010] 好ましくは、以下の条件を満足する。

$$3. 2 < f_{G3} / f_W < 4.0 \cdots (3)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 2.5$ である)

ここで、 $f_{G3}$  は前記第3レンズ群の焦点距離、 $f_T$  はレンズ系全体の望遠端における焦点距離、 $f_W$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離である。

[0011] 好ましくは、以下の条件を満足する。

$$0.4 < f_F / f_{G2} < 1.1 \cdots (4)$$

ここで、 $f_{G2}$  は前記第2レンズ群の焦点距離、 $f_F$  は前記第2レンズ群最物体側レンズ素子の焦点距離である。

[0012] 好ましくは、以下の条件を満足する。

$$0.9 < f_R / f_{G2} < 1.5 \cdots (5)$$

ここで、 $f_{G2}$  は前記第2レンズ群の焦点距離、 $f_R$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の焦点距離である。

[0013] 好ましくは、以下の条件を満足する。

$$3 < r_{1F} / f_W < 10 \cdots (6)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 2.5$ である)

ここで、 $r_{1F}$  は前記第1レンズ素子の物体側面の曲率、 $f_W$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離、 $f_T$  はレンズ系全体の望遠端における焦点距離である。

[0014] 好ましくは、以下の条件を満足する。

$$2.0 < r_{2R} / f_W < 3.8 \cdots (7)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 2.5$ である)

ここで、 $r_{2R}$  は前記第2レンズ素子の像側面の曲率、 $f_W$  はレンズ系全体の広角端にお

ける焦点距離、 $f_T$  はレンズ系全体の望遠端における焦点距離である。

[0015] 好ましくは、以下の条件を満足する。

$$0.20 < d_R / f_{G2} \times L_W / f_W < 0.29 \cdots (8)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 2.5$ である)

ここで、 $d_R$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子と物体側において隣接するレンズ面との間の軸上間隔、 $f_{G2}$  は前記第2レンズ群の焦点距離、 $L_W$  は広角端における光学全長、 $f_W$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離である。

[0016] 好ましくは、以下の条件を満足する。

$$1.0 < r_{RF} / f_{G2} < 4.0 \cdots (9)$$

ここで、 $f_{G2}$  は前記第2レンズ群の焦点距離、 $r_{RF}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の物体側面の曲率半径である。

[0017] 好ましくは、以下の条件を満足する。

$$-1.8 < (|r_{RF}| - |r_{RR}|) / f_W < -0.2 \cdots (10)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 2.5$ である)

ここで、 $r_{RR}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の像側面の曲率半径、 $r_{RF}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の物体側面の曲率半径、 $f_W$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離、 $f_T$  はレンズ系全体の望遠端における焦点距離である。

[0018] 好ましくは、以下の条件を満足する。

$$2 < r_{RF} / f_W < 5 \cdots (11)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 2.5$ である)

ここで、 $r_{RF}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の物体側面の曲率半径、 $f_W$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離、 $f_T$  はレンズ系全体の望遠端における焦点距離である。

[0019] 好ましくは、以下の条件を満足する。

$$0.01 < (r_{RR} + r_{RF}) / (r_{RR} - r_{RF}) < 0.3 \cdots (12)$$

ここで、 $r_{RR}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の像側面の曲率半径、 $r_{RF}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の物体側面の曲率半径である。

[0020] 好ましくは、以下の条件を満足する。

$$1.2 < (r_{RF} + r_{NR}) / (r_{RF} - r_{NR}) < 1.8 \cdots (13)$$

ここで、 $r_{NR}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子と物体側において隣接するレンズ面の曲率半径、 $r_{RF}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の物体側面の曲率半径である。

[0021] 好ましくは、第2レンズ群を、光軸に垂直な方向に移動することにより、ズームレンズ系の振動によって発生する像ぶれを補正可能に構成し、以下の条件を満足する。

$$1.7 < (1 - m_{G2T}) m_{G3T} < 2.1 \cdots (14)$$

ここで、 $m_{G2T}$  は撮影距離が $\infty$ で広角端における第2レンズ群の倍率、 $m_{G3T}$  は撮影距離が $\infty$ で広角端における第3レンズ群の倍率である。

[0022] 上記目的の1つは、以下の撮像装置により達成される。被写体の光学的な像を電氣的な画像信号に変換して出力可能な撮像装置であって、被写体の光学的な像を変倍可能に形成するズームレンズ系と、ズームレンズ系が形成した被写体の光学的な像を、電氣的な信号に変換する撮像素子とを備え、ズームレンズ系は、物体側から順に、負パワーの第1レンズ群と、正パワーの第2レンズ群と、正パワーの第3レンズ群とを備え、各レンズ群を光軸に沿ってそれぞれ移動させることにより、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行い、第1レンズ群は、物体側から順に、曲率の強い面を像側に向けた負メニスカス形状である第1レンズ素子と、曲率の強い面を物体側に向けた正レンズ素子である第2レンズ素子とからなり、第2レンズ群は、最も物体側に配置された曲率の強い面を物体側に向けた正レンズ素子である第2レンズ群物体側レンズ素子と、最も像側に配置された物体側に凸面に向けた正レンズ素子である第2レンズ群像側レンズ素子とを含む、少なくとも3枚のレンズ素子から構成され、第3レンズ群は、1枚の正レンズ素子のみからなり、広角端から望遠端への変倍に際して第1レンズ群は像側に凸の軌跡を描きながら移動し、第2レンズ群は物体側に単調に移動し、上記条件(1)を満足する。

[0023] 上記目的の1つは、以下のカメラにより達成される。被写体を撮影して、電氣的な画像信号として出力可能なカメラであって、前記被写体の光学的な像を変倍可能に形成するズームレンズ系と、ズームレンズ系が形成した被写体の光学的な像を、電氣的な信号に変換する撮像素子とを含む撮像装置とを備え、ズームレンズ系は、物体側

から順に、負パワーの第1レンズ群と、正パワーの第2レンズ群と、正パワーの第3レンズ群とを備え、各レンズ群を光軸に沿ってそれぞれ移動させることにより、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行い、第1レンズ群は、物体側から順に、曲率の強い面を像側に向けた負メニスカス形状である第1レンズ素子と、曲率の強い面を物体側に向けた正レンズ素子である第2レンズ素子とからなり、第2レンズ群は、最も物体側に配置された曲率の強い面を物体側に向けた正レンズ素子である第2レンズ群物体側レンズ素子と、最も像側に配置された物体側に凸面に向けた正レンズ素子である第2レンズ群像側レンズ素子とを含む、少なくとも3枚のレンズ素子から構成され、第3レンズ群は、1枚の正レンズ素子のみからなり、広角端から望遠端への変倍に際して第1レンズ群は像側に凸の軌跡を描きながら移動し、第2レンズ群は物体側に単調に移動し、上記条件(1)を満足する。

#### 発明の効果

- [0024] 本発明によれば、撮影時及び非撮影時の全長が短く、解像度が高いズームレンズ系及び該ズームレンズ系を用いる撮像装置を提供することができる。また本発明によれば、前記撮像装置を備えるカメラを提供することができる。

#### 図面の簡単な説明

- [0025] [図1A]図1Aは、実施の形態1(実施例1)に係るズームレンズ系の構成図である。  
[図1B]図1Bは、実施の形態1(実施例1)に係るズームレンズ系の構成図である。  
[図1C]図1Cは、実施の形態1(実施例1)に係るズームレンズ系の構成図である。  
[図2A]図2Aは、実施例1に係るズームレンズ系の縦収差図である。  
[図2B]図2Bは、実施例1に係るズームレンズ系の縦収差図である。  
[図2C]図2Cは、実施例1に係るズームレンズ系の縦収差図である。  
[図2D]図2Dは、実施例1に係るズームレンズ系の縦収差図である。  
[図2E]図2Eは、実施例1に係るズームレンズ系の縦収差図である。  
[図2F]図2Fは、実施例1に係るズームレンズ系の縦収差図である。  
[図2G]図2Gは、実施例1に係るズームレンズ系の縦収差図である。  
[図2H]図2Hは、実施例1に係るズームレンズ系の縦収差図である。  
[図2I]図2Iは、実施例1に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図3A]図3Aは、実施の形態2(実施例2)に係るズームレンズ系の構成図である。

[図3B]図3Bは、実施の形態2(実施例2)に係るズームレンズ系の構成図である。

[図3C]図3Cは、実施の形態2(実施例2)に係るズームレンズ系の構成図である。

[図4A]図4Aは、実施例2に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図4B]図4Bは、実施例2に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図4C]図4Cは、実施例2に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図4D]図4Dは、実施例2に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図4E]図4Eは、実施例2に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図4F]図4Fは、実施例2に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図4G]図4Gは、実施例2に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図4H]図4Hは、実施例2に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図4I]図4Iは、実施例2に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図5A]図5Aは、実施の形態3(実施例3)に係るズームレンズ系の構成図である。

[図5B]図5Bは、実施の形態3(実施例3)に係るズームレンズ系の構成図である。

[図5C]図5Cは、実施の形態3(実施例3)に係るズームレンズ系の構成図である。

[図6A]図6Aは、実施例3に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図6B]図6Bは、実施例3に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図6C]図6Cは、実施例3に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図6D]図6Dは、実施例3に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図6E]図6Eは、実施例3に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図6F]図6Fは、実施例3に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図6G]図6Gは、実施例3に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図6H]図6Hは、実施例3に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図6I]図6Iは、実施例3に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図7A]図7Aは、実施の形態4(実施例4)に係るズームレンズ系の構成図である。

[図7B]図7Bは、実施の形態4(実施例4)に係るズームレンズ系の構成図である。

[図7C]図7Cは、実施の形態4(実施例4)に係るズームレンズ系の構成図である。

[図8A]図8Aは、実施例4に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図8B]図8Bは、実施例4に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図8C]図8Cは、実施例4に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図8D]図8Dは、実施例4に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図8E]図8Eは、実施例4に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図8F]図8Fは、実施例4に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図8G]図8Gは、実施例4に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図8H]図8Hは、実施例4に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図8I]図8Iは、実施例4に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図9A]図9Aは、実施の形態5(実施例5)に係るズームレンズ系の構成図である。

[図9B]図9Bは、実施の形態5(実施例5)に係るズームレンズ系の構成図である。

[図9C]図9Cは、実施の形態5(実施例5)に係るズームレンズ系の構成図である。

[図10A]図10Aは、実施例5に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図10B]図10Bは、実施例5に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図10C]図10Cは、実施例5に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図10D]図10Dは、実施例5に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図10E]図10Eは、実施例5に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図10F]図10Fは、実施例5に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図10G]図10Gは、実施例5に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図10H]図10Hは、実施例5に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図10I]図10Iは、実施例5に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[図11A]図11Aは、実施例1に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である。  
。

[図11B]図11Bは、実施例1に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である。  
。

[図11C]図11Cは、実施例1に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である。  
。

[図11D]図11Dは、実施例1に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である。  
。

[図11E]図11Eは、実施例1に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である

。

[図11F]図11Fは、実施例1に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である

。

[図12A]図12Aは、実施例2に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である

。

[図12B]図12Bは、実施例2に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である

。

[図12C]図12Cは、実施例2に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である

。

[図12D]図12Dは、実施例2に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である。

[図12E]図12Eは、実施例2に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である

。

[図12F]図12Fは、実施例2に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である

。

[図13A]図13Aは、実施例3に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である

。

[図13B]図13Bは、実施例3に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である

。

[図13C]図13Cは、実施例3に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である

。

[図13D]図13Dは、実施例3に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である。

[図13E]図13Eは、実施例3に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である

。

[図13F]図13Fは、実施例3に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である

。

[図14A]図14Aは、実施例4に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である

。

[図14B]図14Bは、実施例4に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である

。

[図14C]図14Cは、実施例4に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である

。

[図14D]図14Dは、実施例4に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である。

[図14E]図14Eは、実施例4に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である

。

[図14F]図14Fは、実施例4に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である

。

[図15A]図15Aは、実施例5に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である

。

[図15B]図15Bは、実施例5に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である

。

[図15C]図15Cは、実施例5に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である

。

[図15D]図15Dは、実施例5に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である。

[図15E]図15Eは、実施例5に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である

。

[図15F]図15Fは、実施例5に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である

。

[図16]図16は、実施の形態6に係るデジタルスチルカメラの構成断面図である。

## 符号の説明

[0026] G1 第1レンズ群

G2 第2レンズ群

G3 第3レンズ群

L1 第1レンズ素子

L2 第2レンズ素子

L3 第3レンズ素子

L4 第4レンズ素子

L5 第5レンズ素子

L6 第6レンズ素子

L7 第7レンズ素子

A 絞り

P 平行平板

S 像面

1 ズームレンズ系

2 固体撮像素子

3 液晶モニタ

4 筐体

5 主鏡筒

6 移動鏡筒

7 円筒カム

発明を実施するための最良の形態

[0027] (実施の形態1～5)

図1A～1Cは、実施の形態1に係るズームレンズ系の構成図である。図3A～3Cは、実施の形態2に係るズームレンズ系の構成図である。図5A～5Cは、実施の形態3に係るズームレンズ系の構成図である。図7A～7Cは、実施の形態4に係るズームレンズ系の構成図である。図9A～9Cは、実施の形態5に係るズームレンズ系の構成図である。各図は、いずれも無限遠合焦状態にあるズームレンズ系を表している。図1A、3A、5A、7A及び9Aは、広角端(最短焦点距離状態:焦点距離 $f_w$ )のレンズ構成、図1B、3B、5B、7B及び9Bは、中間位置(中間焦点距離状態:焦点距離 $f_M = \sqrt{(f_w * f_T)}$ )のレンズ構成、図1C、3C、5C、7C及び9Cは、望遠端(最長焦点距離

状態:焦点距離 $f_T$ )のレンズ構成をそれぞれ表している。

- [0028] 実施の形態1～5に係るズームレンズ系は、いずれも物体側から順に、負パワーの第1レンズ群G1と、絞りAと、正パワーの第2レンズ群G2と、正パワーの第3レンズ群G3とを備える。実施の形態1～5に係るズームレンズ系は、広角端から望遠端への変倍に際し、第1レンズ群は像側に凸の軌跡を描きながら移動し、第2レンズ群及び絞りは単調に物体側に移動し、第3レンズ群は物体側に凸あるいは凹の軌跡で像側へ移動している。なお、各図において、図中最も左側に記載された直線は、像面Sの位置を表し、その物体側には光学的ローパスフィルタや撮像素子のフェースプレート等と等価な平行平板Pを設けている。実施の形態1～5に係るズームレンズ系は、これらの各レンズ群を所望のパワー配置にすることにより、光学性能を保ちつつレンズ系全体の小型化を可能にしている。
- [0029] 実施の形態1～5に係るズームレンズ系において、第1レンズ群G1は、物体側から順に、曲率の強い面を像側に向けた負メニスカス形状である第1レンズ素子L1と、曲率の強い面を物体側に向けた正レンズ素子である第2レンズ素子L2とから構成されている。また、実施の形態1～5に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2は、最も物体側に配置された曲率の強い面を物体側に向けた正レンズ素子である第2レンズ群物体側レンズ素子と、最も像側に配置された物体側に凸面を向けた正レンズ素子である第2レンズ群像側レンズ素子とを含む、少なくとも3枚のレンズ素子から構成されている。実施の形態1～5に係るズームレンズ系は、上記構成を有しているので、各レンズ群を構成しているレンズ素子の枚数が少なく、非使用時にコンパクトに収納することができる光学系になっている。
- [0030] 特に、実施の形態1～4に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2は、物体側から順に、曲率の強い面を物体側に向けた正レンズ素子である第3レンズ素子L3(第2レンズ群最物体側レンズ素子)と、正レンズ素子である第4レンズ素子L4と、負レンズ素子である第5レンズ素子L5と、物体側に凸面を向けた正レンズ素子である第6レンズ素子L6(第2レンズ群最像側レンズ素子)とから構成されている。
- [0031] 実施の形態1～4に係るズームレンズ系は、このように第2レンズ群G2を構成することにより、十分な収差補正を行うことができる。特に、第2レンズ群最像側レンズ素子

が、物体側に凸面を向けた正レンズ素子により構成されているので、第2レンズ群G2の全長を短縮することができる。

[0032] また、実施の形態5に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2は、物体側から順に、曲率の強い面を物体側に向けた正レンズ素子である第3レンズ素子L3と、負レンズ素子である第4レンズ素子L4と、物体側に凸面を向けた正レンズ素子である第5レンズ素子L5とから構成されている。

[0033] 実施の形態5に係るズームレンズ系は、このように第2レンズ群G2を構成することにより、十分な収差補正を行うことができる。特に、第2レンズ群最像側レンズ素子が、物体側に凸面を向けた正レンズ素子により構成されているので、第2レンズ群G2の全長を短縮することができる。また、実施の形態5に係るズームレンズ系は、実施の形態1～4に係るズームレンズ系と比較して、第2レンズ群G2を構成するレンズの枚数を削減できているので、組立に際して偏芯収差の発生の原因を減少させることができ、組立調整の容易なズームレンズ系を実現している。

[0034] また、実施の形態1～5のズームレンズ系において、第3レンズ群G3は、両凸正レンズ素子1枚(実施の形態1～4において第7レンズ素子L7、実施の形態5において第6レンズ素子L6)で構成されている。各実施の形態のズームレンズ系は、以上の構成により沈胴時の小型化を可能にしている。さらに、各実施の形態のズームレンズ系は、第3レンズ群G3を光軸に沿って移動させることにより、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングを行うことができる。

[0035] 以下、各実施の形態に係るズームレンズ系が満足すべき条件を説明する。なお、各実施の形態に係るズームレンズ系において、複数の満足すべき条件が規定されるが、各条件をすべてを満足するズームレンズ系の構成が最も望ましい。しかしながら、個別の条件を満足することにより、それぞれ対応する効果を奏するズームレンズ系を得ることも可能である。

[0036] 各実施の形態のズームレンズ系は、以下の条件(1)を満足する。

$$\left| \frac{L_w - L_T}{L_w} \right| < 0.1 \cdots (1)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_w > 2.5$ である)

ここで、 $L_w$  は広角端における光学全長、 $L_T$  は望遠端における光学全長、 $f_T$  はレンズ

系全体の望遠端における焦点距離、 $f_w$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離である。

- [0037] 条件(1)は、使用時光学全長の最大値を短くするとともに良好な結像特性を確保するための条件である。使用時光学全長の最大値を短くするには、広角端における光学全長と望遠端における光学全長とを等しくするのが理想である。ただし、広角端における光学全長と望遠端における光学全長を完全に等しくしようとすると、結像特性を犠牲にする場合もある。条件(1)はこれらを考慮して得られた条件である。条件(1)が満足されない場合には、使用時の光学全長を短くするとともに良好な結像特性を確保することが困難となる。

- [0038] 各実施の形態のズームレンズ系は、以下の条件(2)を満足することが望ましい。

$$1. \ 9 < f_{G2} / f_w < 2.4 \cdots (2)$$

$$(\text{ただし、} Z = f_T / f_w > 2.5 \text{ である})$$

ここで、 $f_{G2}$  は前記第2レンズ群の焦点距離、 $f_T$  はレンズ系全体の望遠端における焦点距離、 $f_w$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離である。

- [0039] 条件(2)は、使用時光学全長を極力短くすると同時に諸収差の発生をバランス良く補正するための条件である。条件式の値が上限を越えると、第2レンズ群G2の物像間距離が長くなるために、使用時光学全長が長くなってしまう。この場合、第3レンズ群G3の倍率を小さくすれば光学全長が短くなるが、第3レンズ群G3のパワーが大きくなるために第3レンズ群G3で発生する像面湾曲がアンダーになり、この像面湾曲を第1レンズ群G1と第2レンズ群G2とで補正することが困難となる。一方、条件式の値が下限を越えると、使用時光学全長は短くなるものの、望遠端において第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間に絞りを配置できるだけの空気間隔を確保することが困難となる。

- [0040] なお、各実施の形態のズームレンズ系は、条件(2)の範囲を以下のように規定することにより上述の効果をさらに奏功させることができる。

$$1. \ 95 < f_{G2} / f_w \cdots (2)'$$

$$f_{G2} / f_w < 2.2 \cdots (2)''$$

- [0041] 各実施の形態のズームレンズ系は、以下の条件(3)を満足することが望ましい。

$$3. 2 < f_{G3} / f_w < 4. 0 \cdots (3)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_w > 2. 5$ である)

ここで、 $f_{G3}$  は前記第3レンズ群の焦点距離、 $f_T$  はレンズ系全体の望遠端における焦点距離、 $f_w$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離である。

[0042] 条件(3)は、固体撮像素子に入射する最大像高における主光線の傾斜角を小さく、つまりテレセントリック性を良好にするとともに、像面湾曲を低減するための条件である。条件式の値が下限を超えると、テレセントリック性は良好となるものの、レンズ系全体の像面湾曲を補正しきれなくなる。一方、条件式の値上限を超えると、像面湾曲は低減するものの、テレセントリック性が不十分となる。

[0043] なお、各実施の形態のズームレンズ系は、条件(3)の範囲を以下のように規定することにより上述の効果をさらに奏功させることができる。

$$3. 5 < f_{G3} / f_w \cdots (3)'$$

$$f_{G3} / f_w < 3. 7 \cdots (3)''$$

[0044] 各実施の形態のズームレンズ系は、以下の条件(4)を満足することが望ましい。

$$0. 4 < f_F / f_{G2} < 1. 1 \cdots (4)$$

ここで、 $f_{G2}$  は前記第2レンズ群の焦点距離、 $f_F$  は前記第2レンズ群最物体側レンズ素子の焦点距離である。

[0045] 条件(4)は、第2レンズ群G2で発生する諸収差をバランス良く補正するとともに、使用時のレンズ系全体の光学全長を短くするための条件である。条件式の値が上限を超える場合、第2レンズ群G2の物体側主点の物体側への偏りが不十分であるために、望遠端において第1レンズ群G1の像側主点から第2レンズ群G2の物体側主点までの間隔を所望の長さにしようとすると、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間に絞りを配置できる空間を確保できなくなる。一方、条件式の値が下限を超える場合、第2レンズ群G2の物体側主点の物体側への偏りは十分となり、望遠端において第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間に絞りを配置する空間を確保するとともに、使用時光学全長を短くすることができる。しかしながら、第2レンズ群最物体側レンズ素子に隣接して設けられるレンズ素子のパワーが過大となるため、これらのレンズ素子で発生する球面収差、コマ収差を他のレンズでバランス良く補正することが困難となる。

- [0046] なお、各実施の形態のズームレンズ系は、条件(4)の範囲を以下のように規定することにより上述の効果をさらに奏功させることができる。

$$0.5 < f_F / f_{G2} \cdots (4)'$$

$$f_F / f_{G2} < 0.8 \cdots (4)''$$

- [0047] 各実施の形態のズームレンズ系は、以下の条件(5)を満足することが望ましい。

$$0.9 < f_R / f_{G2} < 1.5 \cdots (5)$$

ここで、 $f_{G2}$  は前記第2レンズ群の焦点距離、 $f_R$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の焦点距離である。

- [0048] 条件(5)も、第2レンズ群G2で発生する諸収差をバランス良く補正するとともに、使用時のレンズ系全体の光学全長を短くするための条件である。条件式の値が下限を超える場合、第2レンズ群G2の物体側主点の物体側への偏りが不十分であるために、望遠端において第1レンズ群G1の像側主点から第2レンズ群G2の物体側主点までの間隔を所望の長さにしようとすると、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間に絞りを配置できる空間を確保できなくなる。一方、条件式の値が上限を超える場合、第2レンズ群G2の物体側主点の物体側への偏りは十分となり、望遠端において第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間に絞りを配置する空間を確保するとともに、使用時光学全長を短くすることができる。しかしながら、第2レンズ群最像側レンズ群に隣接して設けられるレンズ素子のパワーが過大となるため、これらのレンズ素子で発生する球面収差、コマ収差を他のレンズでバランス良く補正することが困難となる。

- [0049] なお、各実施の形態のズームレンズ系は、条件(5)の範囲を以下のように規定することにより上述の効果をさらに奏功させることができる。

$$1.1 < f_R / f_{G2} \cdots (5)'$$

$$f_R / f_{G2} < 1.3 \cdots (5)''$$

- [0050] 各実施の形態のズームレンズ系は、以下の条件(6)を満足することが望ましい。

$$3 < r_{1F} / f_W < 10 \cdots (6)$$

$$(\text{ただし、} Z = f_T / f_W > 2.5 \text{である})$$

ここで、 $r_{1F}$  は前記第1レンズ素子の物体側面の曲率、 $f_W$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離、 $f_T$  はレンズ系全体の望遠端における焦点距離である。

[0051] 条件(6)は、第1レンズ素子L1の物体側面の曲率半径を規制することにより、広角端における負の歪曲収差を小さくするための条件である。条件式の値が下限を超える場合には、広角端における負の歪曲収差は小さくなるが、コマ収差、非点収差が過大となるため、撮影画像の周辺部の結像特性を良好にすることができない。一方、条件式の値が上限を超える場合には、後続のレンズ面で広角端における負の歪曲収差を小さくすることができない。

[0052] なお、各実施の形態のズームレンズ系は、条件(6)の範囲を以下のように規定することにより上述の効果をさらに奏功させることができる。

$$6 < r_{1F} / f_w \cdots (6)'$$

$$r_{1F} / f_w < 7 \cdots (6)''$$

[0053] 各実施の形態のズームレンズ系は、以下の条件(7)を満足することが望ましい。

$$2. 0 < r_{2R} / f_w < 3. 8 \cdots (7)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_w > 2. 5$ である)

ここで、 $r_{2R}$  は前記第2レンズ素子の像側面の曲率、 $f_w$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離、 $f_T$  はレンズ系全体の望遠端における焦点距離である。

[0054] 条件(7)は、第2レンズ素子L2の像側面の曲率半径を規制することにより、広角端における負の歪曲収差を小さくするための条件である。条件式の値が下限を超える場合には、広角端における歪曲収差の絶対値は小さくなるが、コマ収差、非点収差が過大となるために、撮影画像の周辺部の結像特性を良好にすることができない。一方、条件式の値が上限を超える場合には、後続のレンズ面で広角端における負の歪曲収差を小さくすることができない。

[0055] なお、各実施の形態のズームレンズ系は、条件(7)の範囲を以下のように規定することにより上述の効果をさらに奏功させることができる。

$$2. 8 < r_{2R} / f_w \cdots (7)'$$

[0056] 各実施の形態のズームレンズ系は、以下の条件(8)を満足することが望ましい。

$$0. 20 < d_R / f_{G2} \times L_w / f_w < 0. 29 \cdots (8)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_w > 2. 5$ である)

ここで、 $d_R$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子と物体側において隣接するレンズ面

との間の軸上間隔、 $f_{G2}$  は前記第2レンズ群の焦点距離、 $L_W$  は広角端における光学全長、 $f_W$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離である。

[0057] 条件(8)は、第2レンズ群G2の全長と収差補正とのバランスをとる条件である。条件式の値が下限を超える場合、第2レンズ群G2で発生する球面収差、コマ収差を他のレンズでバランス良く補正することが困難となる。一方、条件式の値が上限を超える場合、第2レンズ群最像側レンズ素子と物体側において隣接するレンズ面との間の軸上面間隔が大きくなり、使用時光学全長及び非使用時の全長を短くすることができない。

[0058] なお、各実施の形態のズームレンズ系は、条件(8)の範囲を以下のように規定することにより上述の効果をさらに奏功させることができる。

$$0.25 < d_R / f_{G2} \times L_W / f_W \cdots (8)'$$

$$d_R / f_{G2} \times L_W / f_W < 0.27 \cdots (8)''$$

[0059] 各実施の形態のズームレンズ系は、以下の条件(9)を満足することが望ましい。

$$1. 0 < r_{RF} / f_{G2} < 4.0 \cdots (9)$$

ここで、 $f_{G2}$  は前記第2レンズ群の焦点距離、 $r_{RF}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の物体側面の曲率半径である。

[0060] 条件(9)も、第2レンズ群G2の全長と収差補正とのバランスをとる条件である。条件式の値が下限を超える場合、第2レンズ群G2で発生する球面収差、コマ収差を他のレンズでバランス良く補正することが困難となる。一方、条件式の値が上限を超える場合、第2レンズ群最像側レンズ素子と物体側において隣接するレンズ面との間の軸上面間隔が大きくなり、使用時光学全長及び非使用時の全長を短くすることができない。

[0061] なお、各実施の形態のズームレンズ系は、条件(9)の範囲を以下のように規定することにより上述の効果をさらに奏功させることができる。

$$1.5 < r_{RF} / f_{G2} \cdots (9)'$$

$$r_{RF} / f_{G2} < 1.7 \cdots (9)''$$

[0062] 各実施の形態のズームレンズ系は、以下の条件(10)を満足することが望ましい。

$$-1.8 < (|r_{RF}| - |r_{RR}|) / f_W < -0.2 \cdots (10)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 2.5$ である)

ここで、 $r_{RR}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の像側面の曲率半径、 $r_{RF}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の物体側面の曲率半径、 $f_W$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離、 $f_T$  はレンズ系全体の望遠端における焦点距離である。

[0063] 条件(10)も、第2レンズ群G2の全長と収差補正とのバランスをとる条件である。条件式の値が下限を超える場合、第2レンズ群G2で発生する球面収差、コマ収差を他のレンズでバランス良く補正することが困難となる。一方、条件式の値が上限を超える場合、第2レンズ群最像側レンズ素子と物体側において隣接するレンズ面との間の軸上面間隔が大きくなり、使用時光学全長及び非使用時の全長を短くすることができない。

[0064] なお、各実施の形態のズームレンズ系は、条件(10)の範囲を以下のように規定することにより上述の効果をさらに奏功させることができる。

$$-1 < (|r_{RF}| - |r_{RR}|) / f_W \cdot (10)'$$

$$(|r_{RF}| - |r_{RR}|) / f_W < -0.5 \cdot (10)''$$

[0065] 各実施の形態のズームレンズ系は、以下の条件(11)を満足することが望ましい。

$$2 < r_{RF} / f_W < 5 \cdot (11)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 2.5$ である)

ここで、 $r_{RF}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の物体側面の曲率半径、 $f_W$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離、 $f_T$  はレンズ系全体の望遠端における焦点距離である。

[0066] 条件(11)も、第2レンズ群G2の全長と収差補正とのバランスをとる条件である。条件式の値が下限を超える場合、第2レンズ群G2で発生する球面収差、コマ収差を他のレンズでバランス良く補正することが困難となる。一方、条件式の値が上限を超える場合、第2レンズ群最像側レンズ素子と物体側において隣接するレンズ面との間の軸上面間隔が大きくなり、使用時光学全長及び非使用時の全長を短くすることができない。

[0067] なお、各実施の形態のズームレンズ系は、条件(11)の範囲を以下のように規定することにより上述の効果をさらに奏功させることができる。

$$3 < r_{RF} / f_W \cdots (11)'$$

$$r_{RF} / f_W < 4 \cdots (11)''$$

[0068] 各実施の形態のズームレンズ系は、以下の条件(12)を満足することが望ましい。

$$0.01 < (r_{RR} + r_{RF}) / (r_{RR} - r_{RF}) < 0.3 \cdots (12)$$

ここで、 $r_{RR}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の像側面の曲率半径、 $r_{RF}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の物体側面の曲率半径である。

[0069] 条件(12)も、第2レンズ群G2の全長と収差補正とのバランスをとる条件である。条件式の値が下限を超える場合、第2レンズ群G2で発生する球面収差、コマ収差を他のレンズでバランス良く補正することが困難となる。一方、条件式の値が上限を超える場合、第2レンズ群最像側レンズ素子と物体側において隣接するレンズ面との間の軸上面間隔が大きくなり、使用時光学全長及び非使用時の全長を短くすることができない。

[0070] なお、各実施の形態のズームレンズ系は、条件(12)の範囲を以下のように規定することにより上述の効果をさらに奏功させることができる。

$$(r_{RR} + r_{RF}) / (r_{RR} - r_{RF}) < 0.2 \cdots (12)'$$

[0071] 各実施の形態のズームレンズ系は、以下の条件(13)を満足することが望ましい。

$$1.2 < (r_{RF} + r_{NR}) / (r_{RF} - r_{NR}) < 1.8 \cdots (13)$$

ここで、 $r_{NR}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子と物体側において隣接するレンズ面の曲率半径、 $r_{RF}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の物体側面の曲率半径である。

[0072] 条件(13)も、第2レンズ群G2の全長と収差補正とのバランスをとる条件である。条件式の値が下限を超える場合、第2レンズ群G2で発生する球面収差、コマ収差を他のレンズでバランス良く補正することが困難となる。一方、条件式の値が上限を超える場合、第2レンズ群最像側レンズ素子と物体側において隣接するレンズ面との間の軸上面間隔が大きくなり、使用時光学全長及び非使用時の全長を短くすることができない。

[0073] 各実施の形態のズームレンズ系は、第2レンズ群を、光軸に垂直な方向に移動することにより、ズームレンズ系の振動によって発生する像ぶれを補正可能に構成し、以

下の条件(14)を満足することが望ましい。

$$1.7 < (1 - m_{G2T}) m_{G3T} < 2.1 \cdots (14)$$

ここで、 $m_{G2T}$ 、 $m_{G3T}$  は、それぞれ撮影距離が $\infty$ で広角端における第2レンズ群の倍率、第3レンズ群の倍率である。

[0074] 条件(14)は、像ぶれ補正時の結像特性を良好にするための条件式である。条件式の値が下限を下回ると、像を所定の量だけ偏心させるのに必要な第2レンズ群G2の偏心量が過大となるために、第2レンズ群G2の平行移動による収差の変化が大きくなり、画像周辺部の結像特性が劣化してしまう。一方、条件式の値が上限を超えると、像を所定の量だけ偏心させるのに必要な第2レンズ群G2の偏心量が過小となるために、第2レンズ群G2を精度良く平行移動させることが困難となる。その結果、撮影中の画素ずれを十分に小さくすることができないため、像ぶれ補正時の結像特性を良好にすることが困難となる。

[0075] なお、結像特性をさらに良好にするには、条件(14)の範囲を以下のように規定することにより上述の効果をさらに奏功させることができる。

$$1.8 < (1 - m_{G2T}) m_{G3T} \cdots (14)'$$

$$(1 - m_{G2T}) m_{G3T} < 2.0 \cdots (14)''$$

[0076] なお、各実施の形態を構成している各レンズ群は、入射光線を屈折により偏向させる屈折型レンズ(つまり、異なる屈折率を有する媒質同士の界面で偏向が行われるタイプのレンズ)のみで構成されているが、これに限らない。例えば、回折により入射光線を偏向させる回折型レンズ、回折作用と屈折作用との組み合わせで入射光線を偏向させる屈折・回折ハイブリッド型レンズ、入射光線を媒質内の屈折率分布により偏向させる屈折率分布型レンズ等で、各レンズ群を構成してもよい。

[0077] また各実施の形態において、反射面を光路中に配置することにより、ズームレンズ系の前、後又は途中で光路を折り曲げてもよい。折り曲げ位置は必要に応じて設定すればよく、光路の適正な折り曲げにより、カメラの見かけ上の薄型化を達成することが可能である。

[0078] さらに各実施の形態では、ズームレンズ系の最終面と撮像素子との間に配置される光学的ローパスフィルタを含む平板を配置する構成を示したが、このローパスフィル

タとしては、所定の結晶軸方向が調整された水晶等を材料とする複屈折型ローパスフィルタや、必要とされる光学的な遮断周波数の特性を回折効果により達成する位相型ローパスフィルタ等が適用可能である。また、各実施の形態において、ズームレンズ系の光学的な像を受光する固体撮像素子の特性に応じてローパスフィルタを省略してもよい。

[0079] (実施の形態6)

図16は、実施の形態6に係るデジタルスチルカメラの構成断面図である。図16において、デジタルスチルカメラは、ズームレンズ系1と、CCDである固体撮像素子2とを含む撮像装置と、液晶モニタ3と、筐体4等から構成される。ズームレンズ系1として、実施の形態1に係るズームレンズ系が用いられる。図16において、ズームレンズ系1は、第1レンズ群G1と、第2レンズ群G2と、絞りAと、第3レンズ群G3とから構成されている。筐体4は、前側にズームレンズ系1が配置され、ズームレンズ系1の後側には、CCDである固体撮像素子2が配置されている。筐体4の後側に液晶モニタ3が配置されている。ズームレンズ系1による被写体の光学的な像が像面Sに形成される。

[0080] 固体撮像素子2は、記録画素数が水平2304×垂直1728(約400万画素)、画素ピッチが水平 $2.5\mu\text{m}$ ×垂直 $2.5\mu\text{m}$ 、記録画面サイズが水平5.76mm×垂直4.32mm(対角7.2mm)であり、各画素に微小正レンズが設けられている。

[0081] 鏡筒は、主鏡筒5、移動鏡筒6、円筒カム7で構成されている。円筒カム7を回転させると、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2と第3レンズ群G3とが固体撮像素子2を基準にした所定の位置に移動し、広角端から望遠端までの変倍を行うことができる。第3レンズ群G3はフォーカス調整用モータにより光軸方向に移動可能である。

[0082] こうして、デジタルスチルカメラに実施の形態1のズームレンズ系を用いることにより、ズーム比が3倍程度、かつ広角端における画角が $65^\circ$ 程度で、解像度が高く、非使用時の奥行きが薄いデジタルスチルカメラを提供することができる。なお、図16に示したデジタルスチルカメラには、実施例1のズームレンズ系の代わりに実施例2～実施例5のいずれかのズームレンズ系を用いてもよい。また、図16に示したデジタルスチルカメラの光学系は、動画を対象とするデジタルビデオカメラに用いることもできる。この場合、静止画だけでなく、解像度の高い動画を撮影することができる。

- [0083] また、以上に説明した実施の形態1～5のズームレンズ系と、CCDやCMOS等の撮像素子とから構成される撮像装置を、携帯電話機器、PDA(Personal Digital Assistance)、監視システムにおける監視カメラ、Webカメラ、車載カメラ等に適用してもよい。
- [0084] また、以上に説明したデジタルスチルカメラに像ぶれ補正機能を搭載する場合、第2レンズ群G2を光軸に垂直な方向に移動させる機構と像ぶれ補正モータ等を追加し、像ぶれ補正モータを像ぶれ補正信号により制御すればよい。像ぶれ補正信号は、公知の角速度センサにより検出されるデジタルスチルカメラの振動検出結果から生成する方法や、固体撮像素子に形成された画像信号から画像処理により生成する方法などの公知の方法を用いることができる。
- [0085] さらに、以上に説明したデジタルスチルカメラには、固体撮像素子の中央部に形成される画像を信号処理回路によって画面全体に拡大するデジタルズーム機能を搭載することもでき、デジタルズーム機能を用いる場合には、以下に説明するように、ぶれ補正機能による効果が顕著に得られる。
- [0086] 像ぶれによってズームレンズが傾斜した場合のぶれぼけの程度は、固体撮像素子の対角長に対する像偏心量の比(像偏心量比)を用いて評価することができる。この比は、撮影画像の信号からどのような大きさに印刷しても一定である。デジタルズーム機能を用いない場合の撮影画像の対角長は、固体撮像素子の有効領域の対角長と一致するが、デジタルズーム機能を用いる場合の撮影画像の対角長は、固体撮像素子の対角長よりも小さくなる。従って、像偏心量が一定の場合には、デジタルズーム機能を用いると、像偏心量比が大きくなって、ぶれぼけの程度が大きくなる。
- [0087] 像ぶれ補正機能を用いると、像偏心量が非常に小さくなるので、デジタルズーム機能を用いても、像偏心量比が小さくなって、像ぶれぼけが大幅に改善される。
- [0088] 図16に示したデジタルスチルカメラでは、第2レンズ群G2の平行移動量が同一でも、第2レンズ群G2の方位により結像特性に差を生じることがある。この場合には、固体撮像素子の傾斜調整を行うことにより、結像特性の差を小さくすることができる。
- [0089] また、図16に示したデジタルスチルカメラには、実施の形態1のズームレンズ系の代わりに実施の形態2～5のズームレンズ系を用いることもできる。また、固体撮像素

子は上述の400万画素の固体撮像素子の代わりに、記録画素数が水平2560×垂直1920(約500万画素)、画素ピッチが水平2.2 $\mu$ m×垂直2.2 $\mu$ m、記録画面サイズが水平5.632mm×垂直4.224mm(対角7.04mm)の固体撮像素子を用いることもできる。

[0090] また、図16に示したデジタルスチルカメラの構成は、動画を対象としたビデオカメラに用いることもできる。この場合には、動画だけでなく、解像度の高い静止画像を撮影することができる。

[0091] 以下、実施の形態1～5に係るズームレンズ系を具体的に実施した数値実施例を説明する。なお、各数値実施例において、表中の長さの単位はすべてmmである。また、各数値実施例において、rは曲率半径、dは面間隔、ndはd線における屈折率、 $v_d$ はアッベ数である。また、各数値実施例において、\*印を付した面は非球面であり、非球面形状は次式で定義している。

$$Z = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/r)^2}} + Dh^4 + Eh^6 + Fh^8 + Gh^{10} + Hh^{12} + Ih^{14} + Jh^{16}$$

ここで、 $\kappa$ は円錐定数、D, E, F, G, H, I, Jはそれぞれ4次、6次、8次、10次、12次、14次、16次の非球面係数である。

[0092] (実施例1)

実施例1のズームレンズ系は、図1A～1Cに示した実施の形態1に対応する。実施例1のズームレンズ系のレンズデータを表1に、非球面データを表2に、撮影距離が $\infty$ の場合の、焦点距離、Fナンバー、画角、光学全長および可変面間隔データを表3に示す。

表 1

| レンズ群 | レンズ素子 | 面  | r        | d        | nd      | $\nu$ d |
|------|-------|----|----------|----------|---------|---------|
| G1   | L1    | 1  | 41.370   | 1.300    | 1.80470 | 40.97   |
|      |       | 2  | 5.089 *  | 1.700    |         |         |
|      | L2    | 3  | 8.630    | 1.400    | 1.84666 | 23.78   |
|      |       | 4  | 21.558   | 可変       |         |         |
| 絞り   |       | 5  | $\infty$ | 0.900    |         |         |
| G2   | L3    | 6  | 4.905 *  | 1.350    | 1.80431 | 40.87   |
|      |       | 7  | 37.490   | 0.300    |         |         |
|      | L4    | 8  | 17.166   | 0.900    | 1.69680 | 55.48   |
|      | L5    | 9  | -258.388 | 0.400    | 1.80518 | 25.46   |
|      |       | 10 | 4.024    | 0.491    |         |         |
|      | L6    | 11 | 18.693   | 1.200    | 1.72916 | 54.66   |
|      |       | 12 | -21.749  | 可変       |         |         |
|      | G3    | L7 | 13       | 14.894 * | 1.500   | 1.60602 |
| 14   |       |    | -92.171  | 可変       |         |         |
| P    |       | 15 | $\infty$ | 0.900    | 1.51680 | 64.20   |
|      |       | 16 | $\infty$ |          |         |         |

表 2

| 面間隔       | 広角端    | 中間状態   | 望遠端    |
|-----------|--------|--------|--------|
| d4        | 14.046 | 6.681  | 1.372  |
| d12       | 4.484  | 10.535 | 18.188 |
| d14       | 4.089  | 2.746  | 2.061  |
| f         | 5.95   | 10.05  | 17.34  |
| F         | 2.87   | 3.77   | 5.17   |
| $2\omega$ | 63.39  | 39.55  | 23.26  |
| L         | 35.857 | 33.189 | 34.827 |

表 3

| 面  | $\kappa$     | D            | E            | F            | G            |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 2  | -3.23771E-01 | -2.71367E-04 | -7.36449E-06 | 6.64887E-08  | -1.04739E-08 |
| 6  | -4.29404E-01 | 6.07130E-06  | -9.25169E-06 | 1.68485E-06  | -8.85496E-08 |
| 13 | 0.00000E+00  | -2.08234E-04 | 2.88562E-05  | -1.86680E-06 | 4.45764E-08  |

[0093] (実施例2)

実施例2のズームレンズ系は、図3A～3Cに示した実施の形態2に対応する。実施例2のズームレンズ系のレンズデータを表4に、非球面データを表5に、撮影距離が

$\infty$ の場合の、焦点距離、Fナンバー、画角、光学全長および可変面間隔データを表6に示す。

表 4

| レンズ群 | レンズ素子 | 面  | r        | d     | nd      | $\nu$ d |
|------|-------|----|----------|-------|---------|---------|
| G1   | L1    | 1  | 40.710   | 1.300 | 1.80470 | 40.97   |
|      |       | 2  | 5.082 *  | 1.700 |         |         |
|      | L2    | 3  | 8.639    | 1.350 | 1.84666 | 23.78   |
|      |       | 4  | 21.603   | 可変    |         |         |
| 絞り   |       | 5  | $\infty$ | 0.900 |         |         |
| G2   | L3    | 6  | 4.908 *  | 1.350 | 1.80431 | 40.87   |
|      |       | 7  | 37.616   | 0.300 |         |         |
|      | L4    | 8  | 17.169   | 0.900 | 1.69680 | 55.48   |
|      | L5    | 9  | -259.359 | 0.400 | 1.80518 | 25.46   |
|      |       | 10 | 4.023    | 0.491 |         |         |
|      | L6    | 11 | 18.361   | 1.200 | 1.72916 | 54.66   |
|      |       | 12 | -22.195  | 可変    |         |         |
| G3   | L7    | 13 | 15.375 * | 1.500 | 1.60602 | 57.44   |
|      |       | 14 | -92.171  | 可変    |         |         |
| P    |       | 15 | $\infty$ | 1.700 | 1.51680 | 64.20   |
|      |       | 16 | $\infty$ |       |         |         |

表 5

| 面間隔       | 広角端    | 中間状態   | 望遠端    |
|-----------|--------|--------|--------|
| d4        | 14.012 | 6.724  | 1.372  |
| d12       | 4.134  | 10.332 | 18.007 |
| d14       | 3.573  | 2.130  | 1.452  |
| f         | 5.95   | 10.04  | 17.35  |
| F         | 2.88   | 3.79   | 5.19   |
| $2\omega$ | 63.40  | 39.58  | 23.26  |
| L         | 35.931 | 33.392 | 35.017 |

表 6

| 面  | $\kappa$     | D            | E            | F            | G            |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 2  | -3.30774E-01 | -2.62911E-04 | -7.62645E-06 | 9.85542E-08  | -1.10157E-08 |
| 6  | -4.26592E-01 | 6.37515E-06  | -9.09813E-06 | 1.63787E-06  | -8.66525E-08 |
| 13 | 0.00000E+00  | -2.18482E-04 | 3.25922E-05  | -2.31617E-06 | 6.00396E-08  |

## [0094] (実施例3)

実施例3のズームレンズ系は、図5A～5Cに示した実施の形態3に対応する。実施例3のズームレンズ系のレンズデータを表7に、非球面データを表8に、撮影距離が $\infty$ の場合の、焦点距離、Fナンバー、画角、光学全長および可変面間隔データを表9に示す。

表 7

| レンズ群 | レンズ素子 | 面       | r        | d      | nd      | $\nu$ d |
|------|-------|---------|----------|--------|---------|---------|
| G1   | L1    | 1       | 41.644   | 1.350  | 1.75016 | 45.05   |
|      |       | 2       | 4.924 *  | 1.700  |         |         |
|      | L2    | 3       | 8.464    | 1.350  | 1.84666 | 23.78   |
|      |       | 4       | 18.924   | 可変     |         |         |
| 絞り   |       | 5       | $\infty$ | 0.900  |         |         |
| G2   | L3    | 6       | 5.113 *  | 1.250  | 1.80431 | 40.87   |
|      |       | 7       | 9.677    | 0.300  |         |         |
|      | L4    | 8       | 7.409    | 1.000  | 1.72916 | 54.66   |
|      |       | L5      | 9        | 19.573 |         |         |
|      | 10    |         | 4.303    | 0.500  |         |         |
|      | L6    | 11      | 18.981   | 0.800  | 1.77250 | 49.65   |
| 12   |       | -20.696 | 可変       |        |         |         |
| G3   | L7    | 13      | 14.734 * | 1.450  | 1.66547 | 55.18   |
|      |       | 14      | $\infty$ | 可変     |         |         |
| P    |       | 15      | $\infty$ | 2.040  | 1.51680 | 64.20   |
|      |       | 16      | $\infty$ |        |         |         |

表 8

| 面間隔       | 広角端    | 中間状態   | 望遠端    |
|-----------|--------|--------|--------|
| d4        | 13.936 | 5.938  | 1.417  |
| d12       | 4.456  | 9.702  | 18.884 |
| d14       | 3.653  | 3.175  | 1.523  |
| f         | 5.95   | 10.04  | 17.35  |
| F         | 2.88   | 3.67   | 5.18   |
| $2\omega$ | 63.43  | 39.79  | 23.24  |
| L         | 36.303 | 33.074 | 36.065 |

表 9

| 面  | $\kappa$     | D            | E            | F            | G            |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 2  | -5.80250E-01 | -6.08937E-05 | 2.71922E-06  | -2.04421E-07 | 2.41794E-09  |
| 6  | -4.59131E-01 | 8.20384E-05  | -1.42292E-06 | 7.67524E-07  | -2.13672E-08 |
| 13 | 0.00000E+00  | -1.88297E-04 | 2.18481E-05  | -1.33504E-06 | 3.12118E-08  |

[0095] (実施例4)

実施例4のズームレンズ系は、図7A～7Cに示した実施の形態4に対応する。実施例4のズームレンズ系のレンズデータを表10に、非球面データを表11に、撮影距離が $\infty$ の場合の、焦点距離、Fナンバー、画角、光学全長および可変面間隔データを表12に示す。

表 10

| レンズ群 | レンズ素子 | 面  | r        | d     | nd      | $\nu$ d |
|------|-------|----|----------|-------|---------|---------|
| G1   | L1    | 1  | 37.743   | 1.220 | 1.75016 | 45.05   |
|      |       | 2  | 4.896 *  | 1.700 |         |         |
|      | L2    | 3  | 8.112    | 1.350 | 1.84666 | 23.78   |
|      |       | 4  | 16.474   | 可変    |         |         |
| 絞り   |       | 5  | $\infty$ | 0.900 |         |         |
| G2   | L3    | 6  | 5.075 *  | 1.250 | 1.80431 | 40.87   |
|      |       | 7  | 15.000   | 0.300 |         |         |
|      | L4    | 8  | 8.701    | 1.000 | 1.72916 | 54.66   |
|      | L5    | 9  | 21.624   | 0.400 | 1.84666 | 23.78   |
|      |       | 10 | 4.080    | 0.500 |         |         |
|      | L6    | 11 | 17.789   | 1.200 | 1.77250 | 49.65   |
|      |       | 12 | -27.903  | 可変    |         |         |
| G3   | L7    | 13 | 16.588 * | 1.450 | 1.66547 | 55.18   |
|      |       | 14 | -94.091  | 可変    |         |         |
| P    |       | 15 | $\infty$ | 1.800 | 1.51680 | 64.20   |
|      |       | 16 | $\infty$ |       |         |         |

表 11

| 面間隔       | 広角端    | 中間状態   | 望遠端    |
|-----------|--------|--------|--------|
| d4        | 13.752 | 6.381  | 1.498  |
| d12       | 4.436  | 10.126 | 18.382 |
| d14       | 3.519  | 2.635  | 1.847  |
| f         | 5.95   | 10.03  | 17.35  |
| F         | 2.87   | 3.73   | 5.17   |
| $2\omega$ | 63.44  | 39.60  | 23.23  |
| L         | 35.892 | 33.320 | 35.877 |

表 12

| 面  | $\kappa$     | D            | E            | F            | G            |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 2  | -5.68539E-01 | -2.20900E-05 | 1.75179E-06  | -1.40480E-07 | 1.50825E-09  |
| 6  | -4.61647E-01 | 7.53395E-05  | -2.09075E-06 | 7.17890E-07  | -2.38277E-08 |
| 13 | 0.00000E+00  | -1.87866E-04 | 2.07145E-05  | -1.30562E-06 | 3.21645E-08  |

[0096] (実施例5)

実施例5のズームレンズ系は、図9A～9Cに示した実施の形態5に対応する。実施例5のズームレンズ系のレンズデータを表13に、非球面データを表14に、撮影距離が $\infty$ の場合の、焦点距離、Fナンバー、画角、光学全長および可変面間隔データを表15に示す。

表 13

| レンズ群 | レンズ素子 | 面  | r        | d     | nd      | $\nu$ d |
|------|-------|----|----------|-------|---------|---------|
| G1   | L1    | 1  | 29.600   | 1.220 | 1.75016 | 45.05   |
|      |       | 2  | 4.975 *  | 1.700 |         |         |
|      | L2    | 3  | 8.020    | 1.350 | 1.84666 | 23.78   |
|      |       | 4  | 15.523   | 可変    |         |         |
| 絞り   |       | 5  | $\infty$ | 0.900 |         |         |
| G2   | L3    | 6  | 4.534 *  | 2.250 | 1.80431 | 40.87   |
|      |       | 7  | -140.533 | 0.400 |         |         |
|      | L4    | 8  | 3.918    | 0.500 | 1.80518 | 25.46   |
|      | L5    | 9  | 15.679   | 1.200 | 1.77250 | 49.65   |
|      |       | 10 | -22.930  | 可変    |         |         |
| G3   | L6    | 11 | 14.578 * | 1.450 | 1.66547 | 55.18   |
|      |       | 12 | -466.464 | 可変    |         |         |
| P    |       | 13 | $\infty$ | 1.800 | 1.51680 | 64.20   |
|      |       | 14 | $\infty$ |       |         |         |

表 14

| 面間隔       | 広角端    | 中間状態   | 望遠端    |
|-----------|--------|--------|--------|
| d4        | 14.340 | 6.332  | 1.535  |
| d12       | 3.951  | 9.581  | 18.423 |
| d14       | 3.978  | 3.181  | 1.561  |
| f         | 2.87   | 3.73   | 5.17   |
| F         | 5.95   | 10.03  | 17.35  |
| $2\omega$ | 63.44  | 39.60  | 23.23  |
| L         | 35.892 | 33.320 | 35.877 |

表 15

| 面  | $\kappa$     | D            | E            | F            | G            |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 2  | -5.78473E-01 | 4.49113E-05  | -8.66896E-07 | 1.95693E-07  | -6.36070E-09 |
| 6  | -4.65891E-01 | 2.03271E-04  | 1.17108E-06  | 1.15298E-06  | -2.31007E-08 |
| 11 | 0.00000E+00  | -1.97263E-04 | 2.58869E-05  | -1.67202E-06 | 3.97910E-08  |

[0097] 以下の表16に、実施例1～5における各条件式の対応値を示す。

表 16

|                                       | 実施例1   | 実施例2   | 実施例3   | 実施例4   | 実施例5   |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $ L_W - L_T /L_W$                     | 0.028  | 0.025  | 0.007  | 0.000  | 0.000  |
| $f_{G2}/f_W$                          | 1.939  | 1.940  | 1.973  | 1.932  | 1.993  |
| $f_{G3}/f_W$                          | 3.575  | 3.674  | 3.723  | 3.583  | 3.577  |
| $f_3/f_{G2}$                          | 0.597  | 0.597  | 1.023  | 0.786  | 0.464  |
| $f_R/f_{G2}$                          | 1.210  | 1.209  | 1.102  | 1.238  | 1.031  |
| $r_{1F}/f_W$                          | 6.954  | 6.843  | 7.003  | 6.348  | 4.978  |
| $r_{2R}/f_W$                          | 3.623  | 3.631  | 3.182  | 2.771  | 2.611  |
| $d_R/f_{G2} * L_W/f_W$                | 0.256  | 0.257  | 0.260  | 0.263  | 0.255  |
| $r_{RF}/f_{G2}$                       | 1.620  | 1.591  | 1.618  | 1.548  | 1.323  |
| $( r_{RF}  -  r_{RR} )/f_W$           | -0.514 | -0.644 | -0.288 | -1.701 | -1.220 |
| $r_{RF}/f_W$                          | 3.142  | 3.086  | 3.192  | 2.992  | 2.637  |
| $(r_{RR} + r_{RF})/(r_{RR} - r_{RF})$ | 0.076  | 0.095  | 0.043  | 0.221  | 0.188  |
| $(r_{RF} + r_{NR})/(r_{RF} - r_{NR})$ | 1.549  | 1.561  | 1.586  | 1.595  | 1.666  |
| $(1 - m_{G2T})m_{G3T}$                | 1.929  | 1.927  | 1.920  | 1.940  | 1.853  |

[0098] 図2A～2Iは、実施例1に係るズームレンズ系の縦収差図である。図4A～4Iは、実施例2に係るズームレンズ系の縦収差図である。図6A～6Iは、実施例3に係るズームレンズ系の縦収差図である。図8A～8Iは、実施例4に係るズームレンズ系の縦収差図である。図10A～10Iは、実施例5に係るズームレンズ系の縦収差図である。

[0099] 図2A～2C、図4A～4C、図6A～6C、図8A～8C及び図10A～10Cは、広角端における収差を表す。図2D～2F、図4D～4F、図6D～6F、図8D～8F及び図10D～10Fは、中間位置における収差を表す。図2G～2I、図4G～4I、図6G～6I、図8G～8I及び図10G～10Iは、望遠端における収差を表す。図2A、2D、2G、4A、4D、4G、6A、6D、6G、8A、8D、8G、10A、10D及び10Gは、球面収差を示す。図2B、2E、2H、4B、4E、4H、6B、6E、6H、8B、8E、8H、10B、10E及び10Hは、非点収差を示す。図2C、2F、2I、4C、4F、4I、6C、6F、6I、8C、8F、8I、10C、10F及び10Iは、歪曲収差を示す。球面収差図において、縦軸はFナンバーを表し、実線はd線、短破線はF線、長破線はC線の特性である。非点収差図において、縦軸は半画角を表し、実線はサジタル平面、破線はメリディオナル平面の特性である。歪曲収差図において、縦軸は半画角を表す。

[0100] また、図11A～11Fは、実施例1に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である。図12A～12Fは、実施例2に係るズームレンズ系の望遠端における横収

差図である。図13A～13Fは、実施例3に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である。図14A～14Fは、実施例4に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である。図15A～15Fは、実施例5に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である。

[0101] 図11A～11C、12A～12C、13A～13C、14A～14C及び15A～15Cは、望遠端における像ぶれ補正を行っていない基本状態に対応する横収差図である。また、図11D～11F、12D～12F、13D～13F、14D～14F及び15D～15Fは、第2レンズ群G2全体を光軸と垂直な方向に所定量移動させた望遠端における像ぶれ補正状態に対応する横収差図である。基本状態の各横収差図のうち、図11A、12A、13A、14A及び15Aは、最大像高の75%の像点における横収差に対応する。また図11B、12B、13B、14B及び15Bは、軸上像点における横収差に対応する。さらに図11C、12C、13C、14C及び15Cは、最大像高の－75%の像点における横収差に対応する。像ぶれ補正状態の各横収差図のうち、図11D、12D、13D、14D及び15Dは、最大像高の75%の像点における横収差に対応する。また図11E、12E、13E、14E及び15Eは、軸上像点における横収差に対応する。さらに図11F、12F、13F、14F及び15Fは、最大像高の－75%の像点における横収差に対応する。なお、各横収差図において、メリディオナル平面を、第1レンズ群G1の光軸と第2レンズ群G2の光軸とを含む平面としている。

[0102] なお、像ぶれ補正状態での第2レンズ群G2の光軸と垂直な方向への移動量は、実施例1が0.094mm、実施例2が0.094mm、実施例3が0.095mm、実施例4が0.094mm、実施例5が0.098mmである。なお、撮影距離が $\infty$ で望遠端において、ズームレンズ系が $0.6^\circ$ だけ傾いた場合の像偏心量は、第2レンズ群G2全体が光軸と垂直な方向に上記の各値だけ平行移動するときの像偏心量に等しい。

[0103] 各横収差図から明らかなように、軸上像点における横収差の対称性は良好であることがわかる。また、+75%像点における横収差と－75%像点における横収差とを基本状態で比較すると、いずれも湾曲度が小さく、収差曲線の傾斜がほぼ等しいことから、偏心コマ収差、偏心非点収差が小さいことがわかる。このことは、像ぶれ補正状態であっても十分な結像性能が得られていることを意味している。また、ズームレンズ系

の像ぶれ補正角が同じ場合には、レンズ系全体の焦点距離が短くなるにつれて、像ぶれ補正に必要な平行移動量が減少する。従って、いずれのズーム位置であっても、 $0.6^{\circ}$  までの像ぶれ補正角に対して、結像特性を低下させることなく十分な像ぶれ補正を行うことが可能である。

#### 産業上の利用可能性

- [0104] 本発明に係るズームレンズ系は、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、携帯電話機器、PDA(Personal Digital Assistance)、監視システムにおける監視カメラ、Webカメラ、車載カメラ等のデジタル入力装置に適用可能であり、特にデジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ等の高画質が要求される撮影光学系に好適である。

## 請求の範囲

- [1] 物体の光学的な像を変倍可能に形成するためのズームレンズ系であって、物体側から順に、
- 負パワーの第1レンズ群と、正パワーの第2レンズ群と、正パワーの第3レンズ群とを備え、
- 前記各レンズ群を光軸に沿ってそれぞれ移動させることにより、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行い、
- 前記第1レンズ群は、物体側から順に、曲率の強い面を像側に向けた負メニスカス形状である第1レンズ素子と、曲率の強い面を物体側に向けた正レンズ素子である第2レンズ素子とからなり、
- 前記第2レンズ群は、最も物体側に配置された曲率の強い面を物体側に向けた正レンズ素子である第2レンズ群物体側レンズ素子と、最も像側に配置された物体側に凸面に向けた正レンズ素子である第2レンズ群像側レンズ素子とを含む、少なくとも3枚のレンズ素子から構成され、
- 前記第3レンズ群は、1枚の正レンズ素子のみからなり、
- 広角端から望遠端への変倍に際して前記第1レンズ群は像側に凸の軌跡を描きながら移動し、前記第2レンズ群は物体側に単調に移動し、
- 以下の条件を満足する、ズームレンズ系：
- $$\left| \frac{L_w - L_T}{L_w} \right| / L_w < 0.1 \cdots (1)$$
- (ただし、 $Z = f_T / f_w > 2.5$ である)
- ここで、 $L_w$  は広角端における光学全長、 $L_T$  は望遠端における光学全長、 $f_T$  はレンズ系全体の望遠端における焦点距離、 $f_w$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離である。
- [2] 前記第2レンズ群は、物体側から順に、曲率の強い面を物体側に向けた正レンズ素子である第3レンズ素子と、正レンズ素子である第4レンズ素子と、負レンズ素子である第5レンズ素子と、物体側に凸面に向けた正レンズ素子である第6レンズ素子とからなる、請求項1に記載のズームレンズ系。
- [3] 前記第2レンズ群は、物体側から順に、曲率の強い面を物体側に向けた正レンズ素

子である第3レンズ素子と、負レンズ素子である第4レンズ素子と、物体側に凸面を向けた正レンズ素子である第5レンズ素子とからなる、請求項1に記載のズームレンズ系。

[4] 以下の条件を満足する、請求項1に記載のズームレンズ系：

$$1. \quad 9 < f_{G2} / f_W < 2.4 \cdots (2)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 2.5$ である)

ここで、 $f_{G2}$  は前記第2レンズ群の焦点距離、 $f_T$  はレンズ系全体の望遠端における焦点距離、 $f_W$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離である。

[5] 以下の条件を満足する、請求項1に記載のズームレンズ系：

$$3. \quad 2 < f_{G3} / f_W < 4.0 \cdots (3)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 2.5$ である)

ここで、 $f_{G3}$  は前記第3レンズ群の焦点距離、 $f_T$  はレンズ系全体の望遠端における焦点距離、 $f_W$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離である。

[6] 以下の条件を満足する、請求項1に記載のズームレンズ系：

$$0.4 < f_F / f_{G2} < 1.1 \cdots (4)$$

ここで、 $f_{G2}$  は前記第2レンズ群の焦点距離、 $f_F$  は前記第2レンズ群最物体側レンズ素子の焦点距離である。

[7] 以下の条件を満足する、請求項1に記載のズームレンズ系：

$$0.9 < f_R / f_{G2} < 1.5 \cdots (5)$$

ここで、 $f_{G2}$  は前記第2レンズ群の焦点距離、 $f_R$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の焦点距離である。

[8] 以下の条件を満足する、請求項1に記載のズームレンズ系：

$$3 < r_{IF} / f_W < 10 \cdots (6)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 2.5$ である)

ここで、 $r_{IF}$  は前記第1レンズ素子の物体側面の曲率、 $f_W$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離、 $f_T$  はレンズ系全体の望遠端における焦点距離である。

[9] 以下の条件を満足する、請求項1に記載のズームレンズ系：

$$2. \quad 0 < r_{2R} / f_W < 3.8 \cdots (7)$$

(ただし、 $Z=f_T/f_W > 2.5$ である)

ここで、 $r_{2R}$  は前記第2レンズ素子の像側面の曲率、 $f_W$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離、 $f_T$  はレンズ系全体の望遠端における焦点距離である。

[10] 以下の条件を満足する、請求項1に記載のズームレンズ系：

$$0.20 < d_R / f_{G2} \times L_W / f_W < 0.29 \cdots (8)$$

(ただし、 $Z=f_T/f_W > 2.5$ である)

ここで、 $d_R$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子と物体側において隣接するレンズ面との間の軸上間隔、 $f_{G2}$  は前記第2レンズ群の焦点距離、 $L_W$  は広角端における光学全長、 $f_W$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離である。

[11] 以下の条件を満足する、請求項1に記載のズームレンズ系：

$$1.0 < r_{RF} / f_{G2} < 4.0 \cdots (9)$$

ここで、 $f_{G2}$  は前記第2レンズ群の焦点距離、 $r_{RF}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の物体側面の曲率半径である。

[12] 以下の条件を満足する、請求項1に記載のズームレンズ系：

$$-1.8 < (|r_{RF}| - |r_{RR}|) / f_W < -0.2 \cdots (10)$$

(ただし、 $Z=f_T/f_W > 2.5$ である)

ここで、 $r_{RR}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の像側面の曲率半径、 $r_{RF}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の物体側面の曲率半径、 $f_W$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離、 $f_T$  はレンズ系全体の望遠端における焦点距離である。

[13] 以下の条件を満足する、請求項1に記載のズームレンズ系：

$$2 < r_{RF} / f_W < 5 \cdots (11)$$

(ただし、 $Z=f_T/f_W > 2.5$ である)

ここで、 $r_{RF}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の物体側面の曲率半径、 $f_W$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離、 $f_T$  はレンズ系全体の望遠端における焦点距離である。

[14] 以下の条件を満足する、請求項1に記載のズームレンズ系：

$$0.01 < (r_{RR} + r_{RF}) / (r_{RR} - r_{RF}) < 0.3 \cdots (12)$$

ここで、 $r_{RR}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の像側面の曲率半径、 $r_{RF}$  は前記第

2レンズ群最像側レンズ素子の物体側面の曲率半径である。

- [15] 以下の条件を満足する、請求項1に記載のズームレンズ系：

$$1.2 < (r_{RF} + r_{NR}) / (r_{RF} - r_{NR}) < 1.8 \cdots (13)$$

ここで、 $r_{NR}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子と物体側において隣接するレンズ面の曲率半径、 $r_{RF}$  は前記第2レンズ群最像側レンズ素子の物体側面の曲率半径である。

- [16] 前記第2レンズ群を、光軸に垂直な方向に移動することにより、ズームレンズ系の振動によって発生する像ぶれを補正可能であり、以下の条件を満足する、請求項1に記載のズームレンズ系：

$$1.7 < (1 - m_{G2T}) m_{G3T} < 2.1 \cdots (14)$$

ここで、 $m_{G2T}$  は撮影距離が $\infty$ で広角端における第2レンズ群の倍率、 $m_{G3T}$  は撮影距離が $\infty$ で広角端における第3レンズ群の倍率である。

- [17] 被写体の光学的な像を電氣的な画像信号に変換して出力可能な撮像装置であって、

前記被写体の光学的な像を変倍可能に形成するズームレンズ系と、

前記ズームレンズ系が形成した前記被写体の光学的な像を、前記電氣的な信号に変換する撮像素子とを備え、

前記ズームレンズ系は、物体側から順に、負パワーの第1レンズ群と、正パワーの第2レンズ群と、正パワーの第3レンズ群とを備え、前記各レンズ群を光軸に沿ってそれぞれ移動させることにより、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行い、

前記第1レンズ群は、物体側から順に、曲率の強い面を像側に向けた負メニスカス形状である第1レンズ素子と、曲率の強い面を物体側に向けた正レンズ素子である第2レンズ素子とからなり、

前記第2レンズ群は、最も物体側に配置された曲率の強い面を物体側に向けた正レンズ素子である第2レンズ群物体側レンズ素子と、最も像側に配置された物体側に凸面に向けた正レンズ素子である第2レンズ群像側レンズ素子とを含む、少なくとも3枚のレンズ素子から構成され、

前記第3レンズ群は、1枚の正レンズ素子のみからなり、

広角端から望遠端への変倍に際して前記第1レンズ群は像側に凸の軌跡を描きながら移動し、前記第2レンズ群は物体側に単調に移動し、以下の条件を満足する、撮像装置：

$$\left| \frac{L_w - L_T}{L_w} \right| < 0.1 \cdots (1)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_w > 2.5$ である)

ここで、 $L_w$  は広角端における光学全長、 $L_T$  は望遠端における光学全長、 $f_T$  はレンズ系全体の望遠端における焦点距離、 $f_w$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離である。

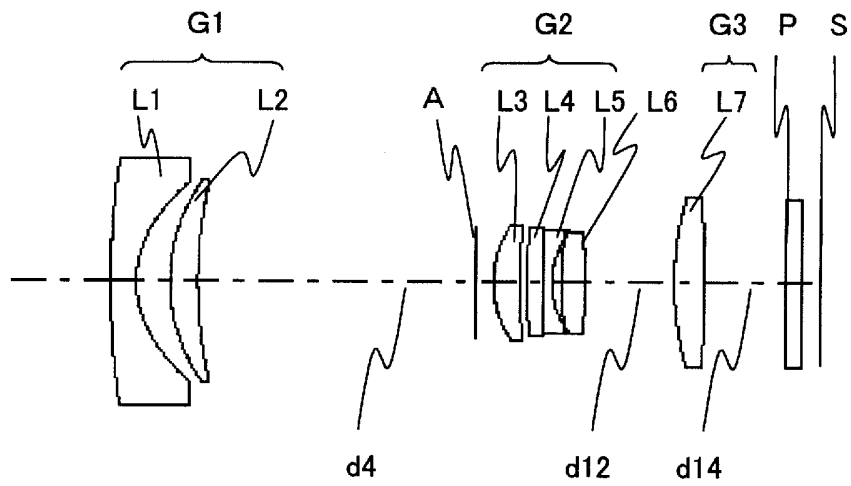
- [18] 被写体を撮影して、電気的な画像信号として出力可能なカメラであって、
- 前記被写体の光学的な像を変倍可能に形成するズームレンズ系と、前記ズームレンズ系が形成した前記被写体の光学的な像を、前記電気的な信号に変換する撮像素子とを含む撮像装置とを備え、
- 前記ズームレンズ系は、物体側から順に、負パワーの第1レンズ群と、正パワーの第2レンズ群と、正パワーの第3レンズ群とを備え、前記各レンズ群を光軸に沿ってそれぞれ移動させることにより、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行い、
- 前記第1レンズ群は、物体側から順に、曲率の強い面を像側に向けた負メニスカス形状である第1レンズ素子と、曲率の強い面を物体側に向けた正レンズ素子である第2レンズ素子とからなり、
- 前記第2レンズ群は、最も物体側に配置された曲率の強い面を物体側に向けた正レンズ素子である第2レンズ群物体側レンズ素子と、最も像側に配置された物体側に凸面に向けた正レンズ素子である第2レンズ群像側レンズ素子とを含む、少なくとも3枚のレンズ素子から構成され、
- 前記第3レンズ群は、1枚の正レンズ素子のみからなり、
- 広角端から望遠端への変倍に際して前記第1レンズ群は像側に凸の軌跡を描きながら移動し、前記第2レンズ群は物体側に単調に移動し、以下の条件を満足する、カメラ：

$$\left| \frac{L_w - L_T}{L_w} \right| < 0.1 \cdots (1)$$

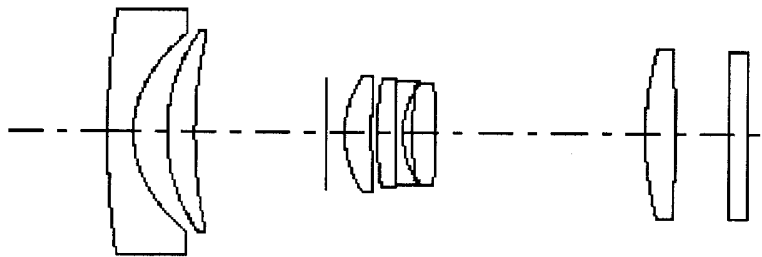
(ただし、 $Z = f_T / f_w > 2.5$ である)

ここで、 $L_w$  は広角端における光学全長、 $L_t$  は望遠端における光学全長、 $f_t$  はレンズ系全体の望遠端における焦点距離、 $f_w$  はレンズ系全体の広角端における焦点距離である。

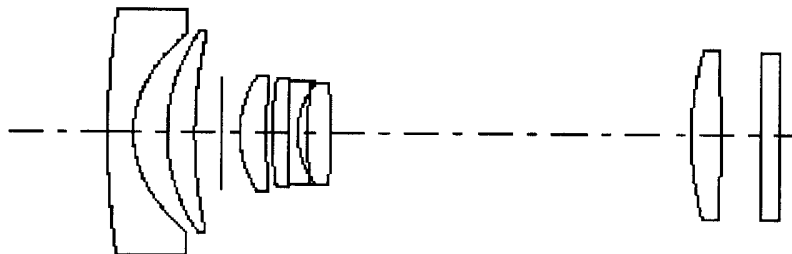
[図1A]



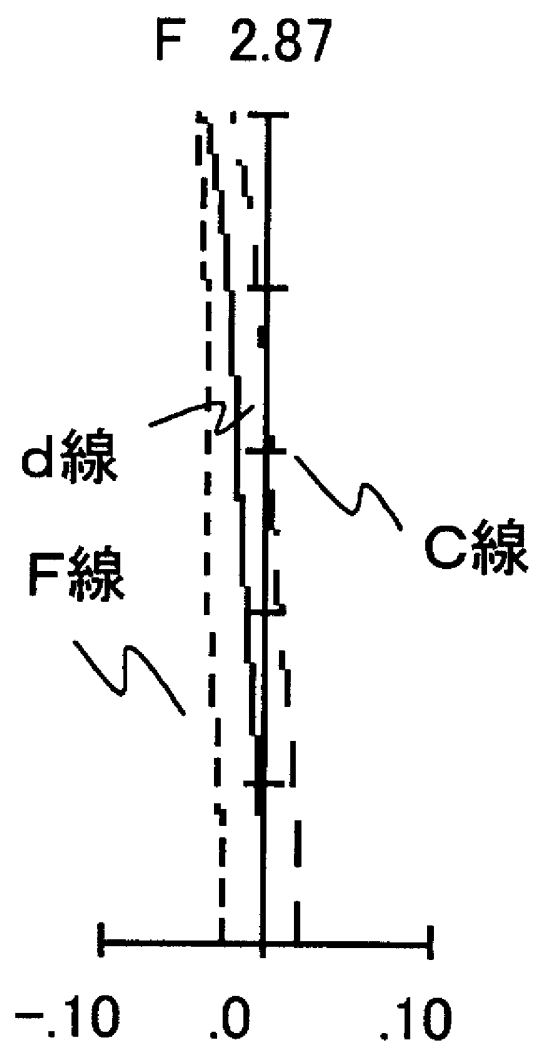
[図1B]



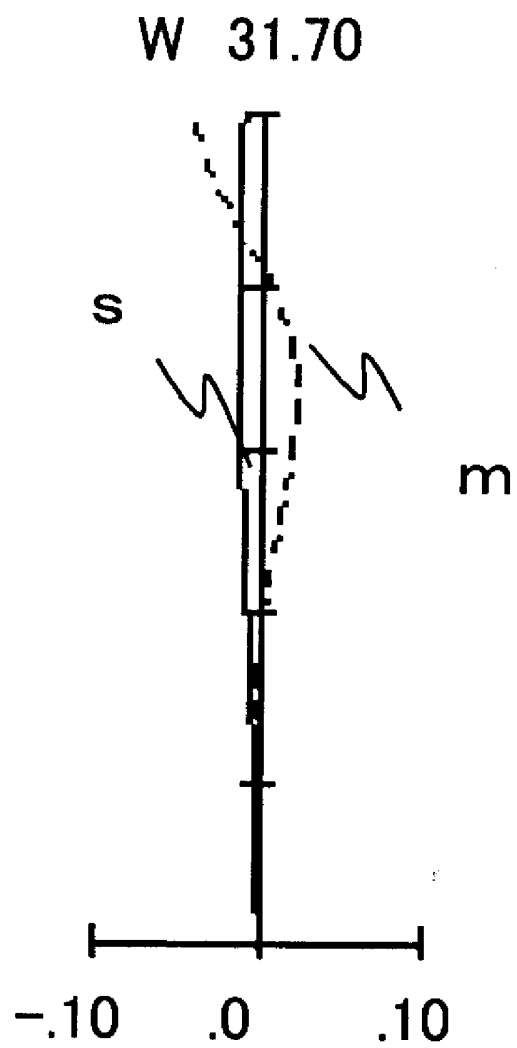
[図1C]



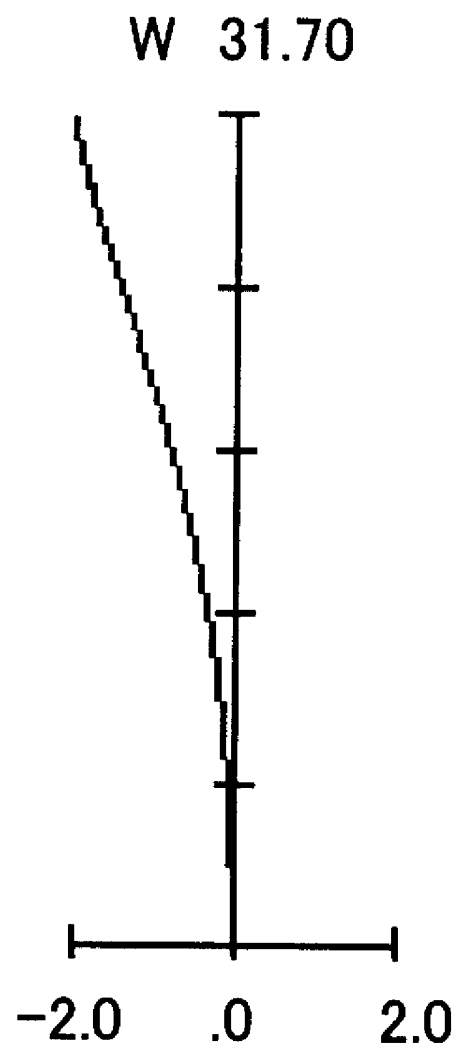
[図2A]



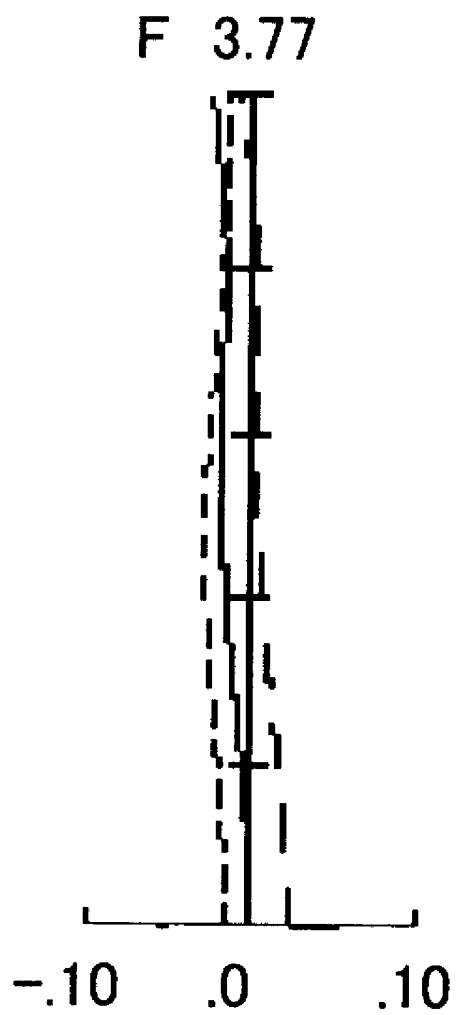
[図2B]



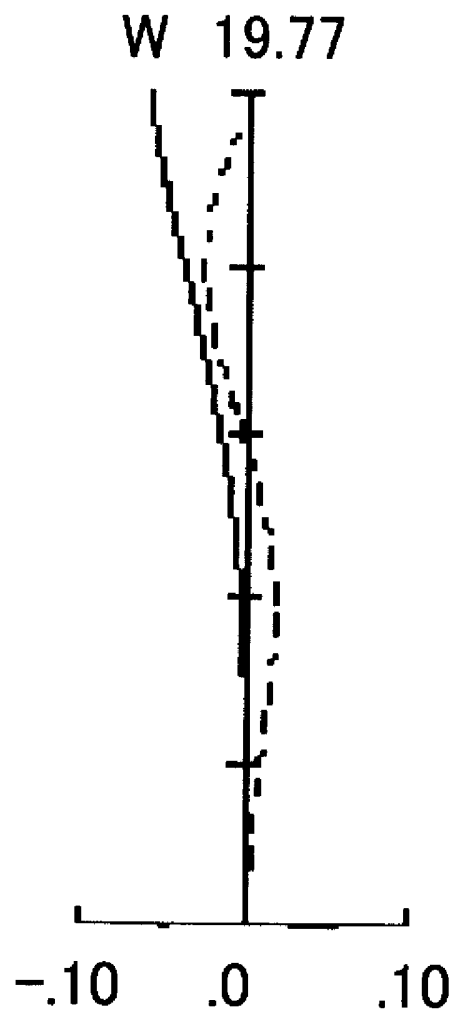
[図2C]



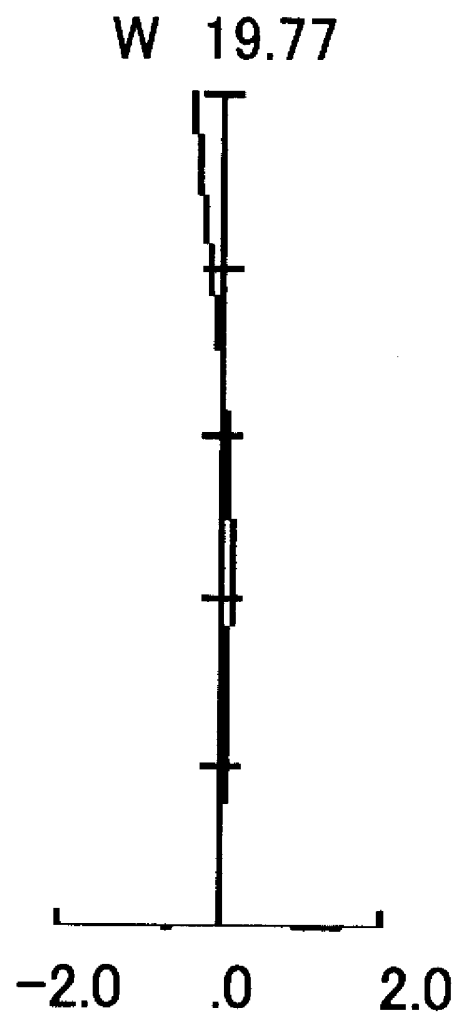
[図2D]



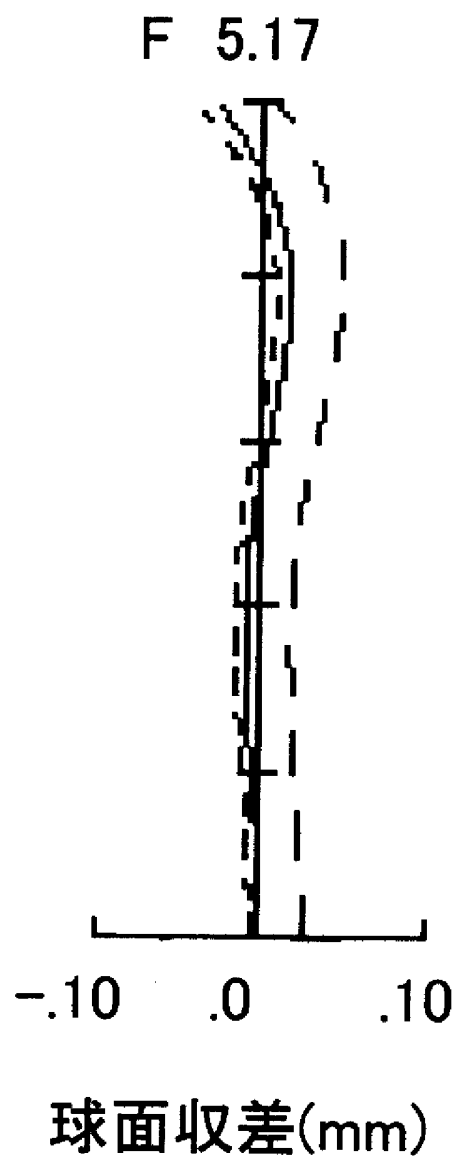
[図2E]



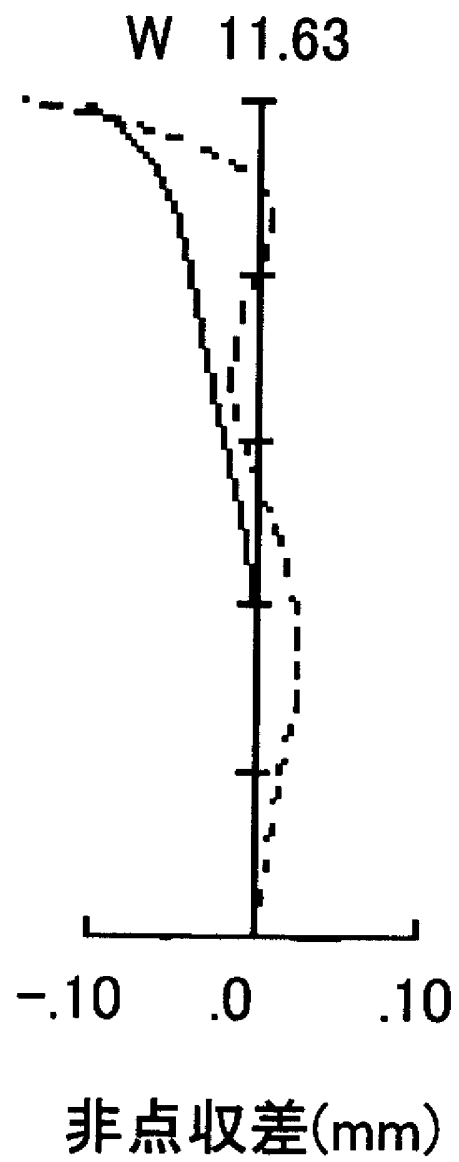
[図2F]



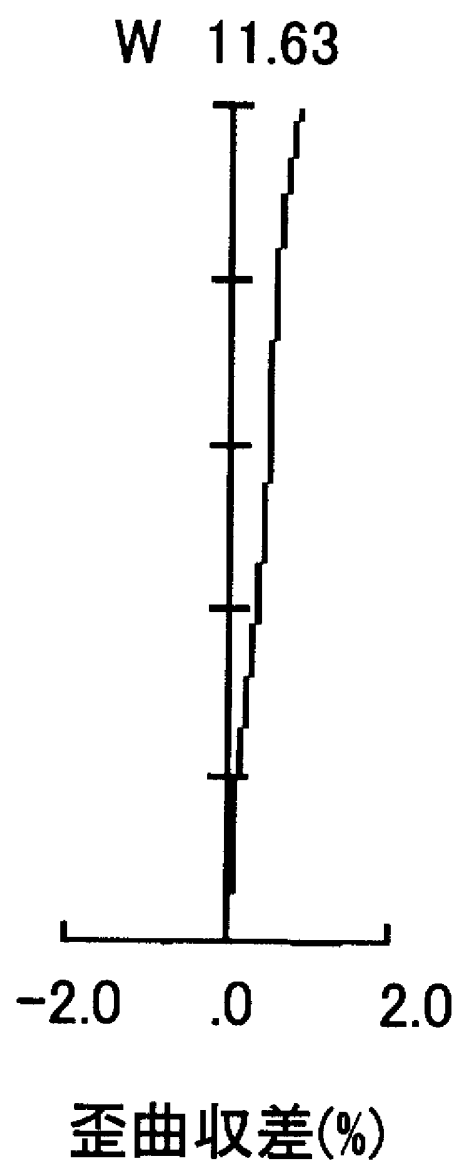
[図2G]



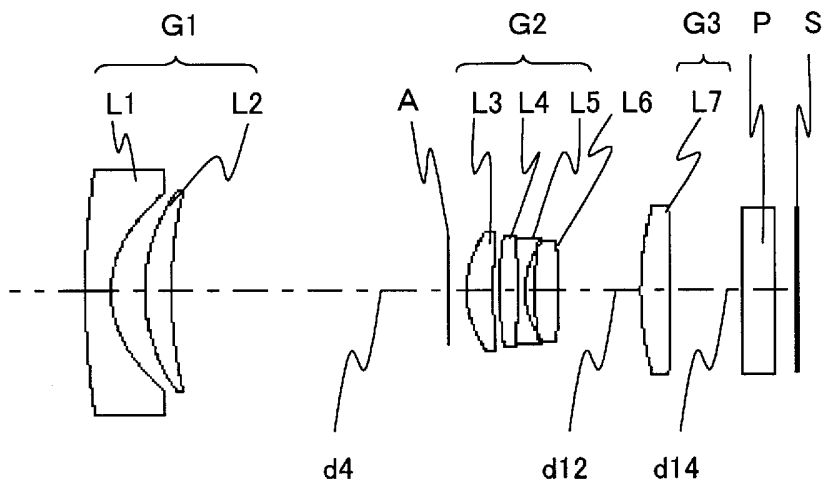
[図2H]



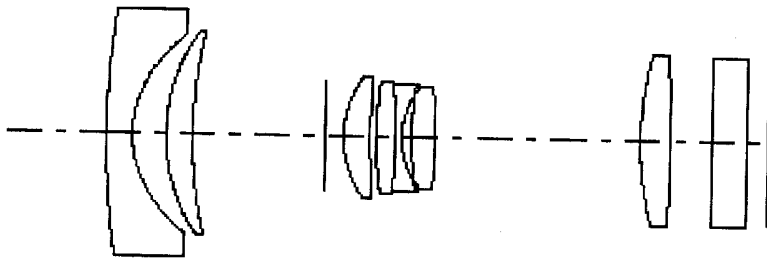
[図2]



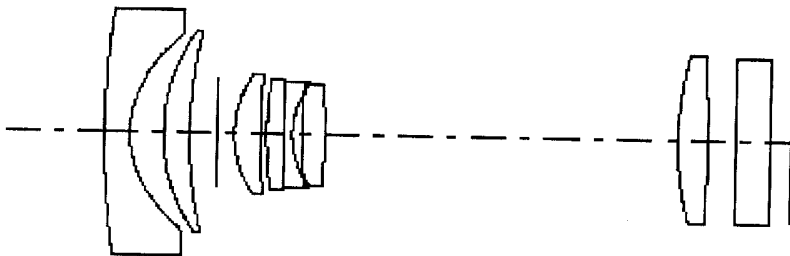
[図3A]



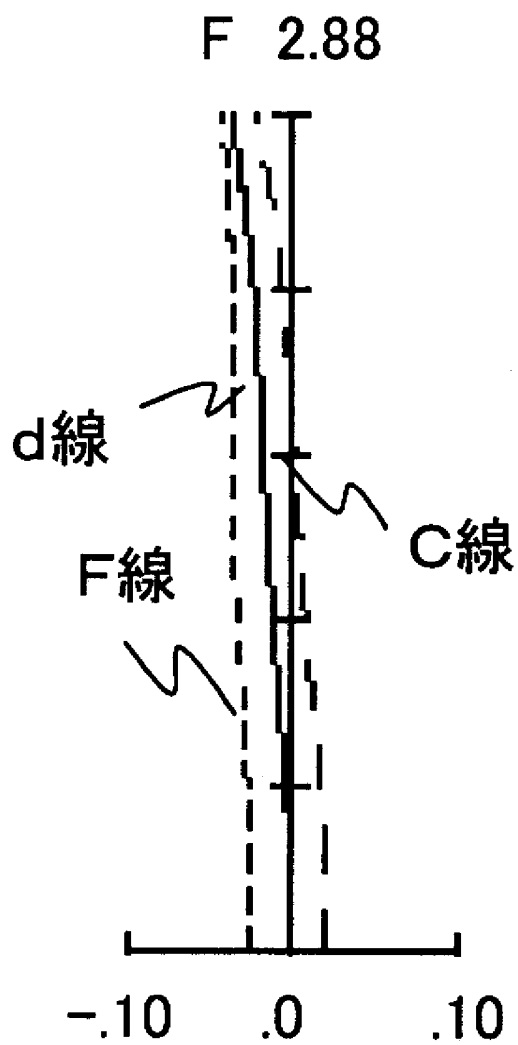
[図3B]



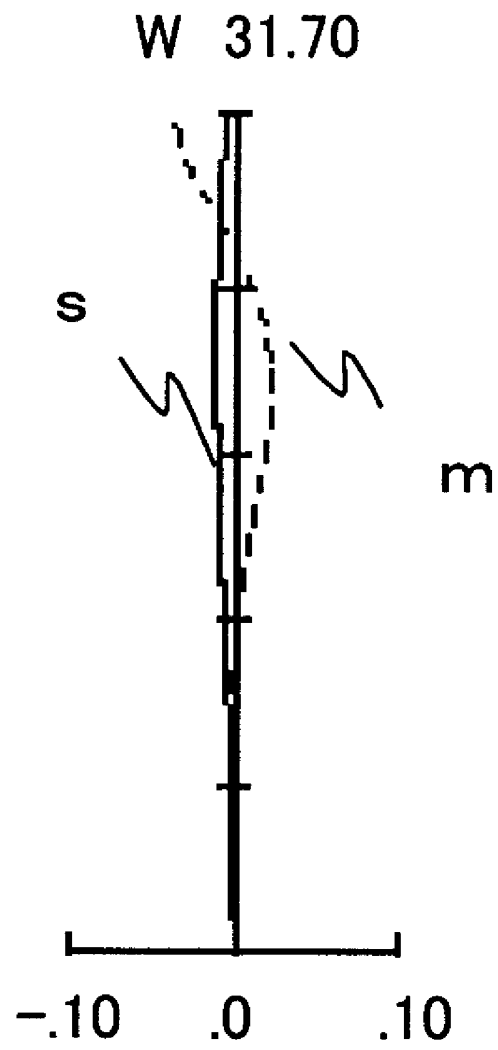
[図3C]



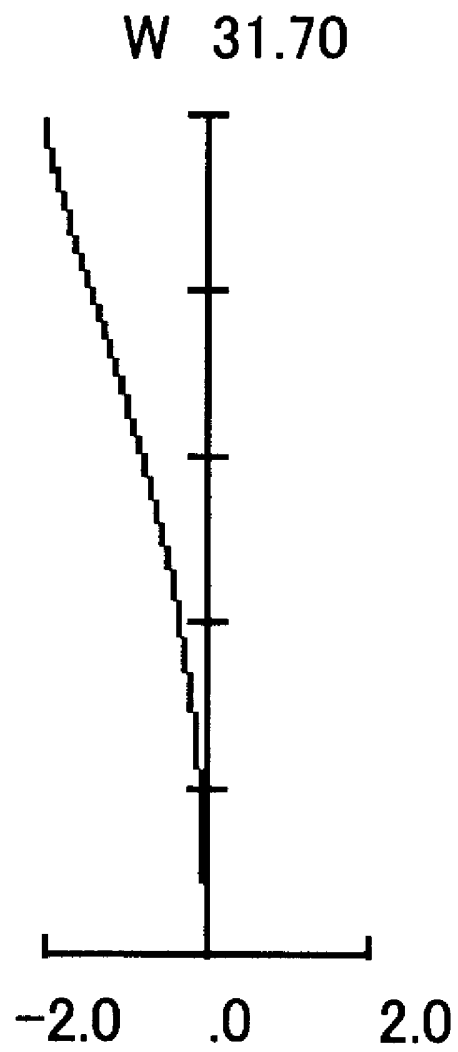
[図4A]



[図4B]



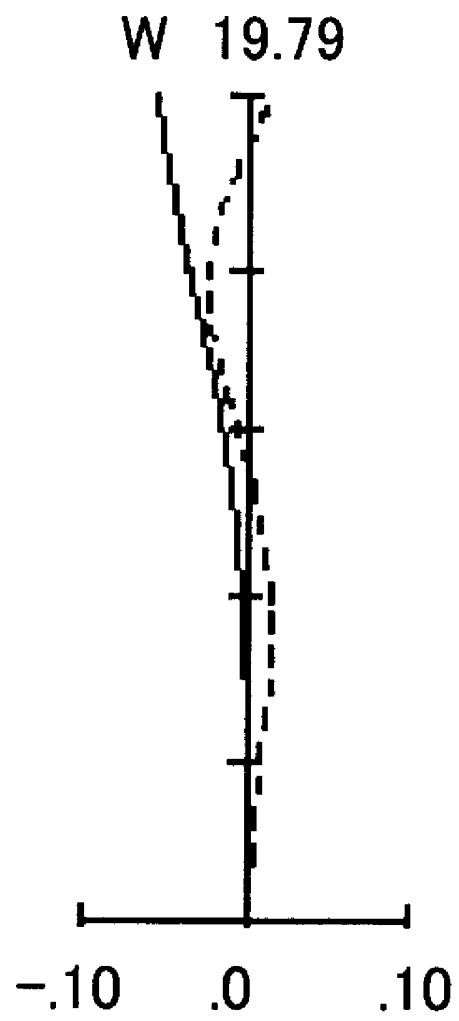
[図4C]



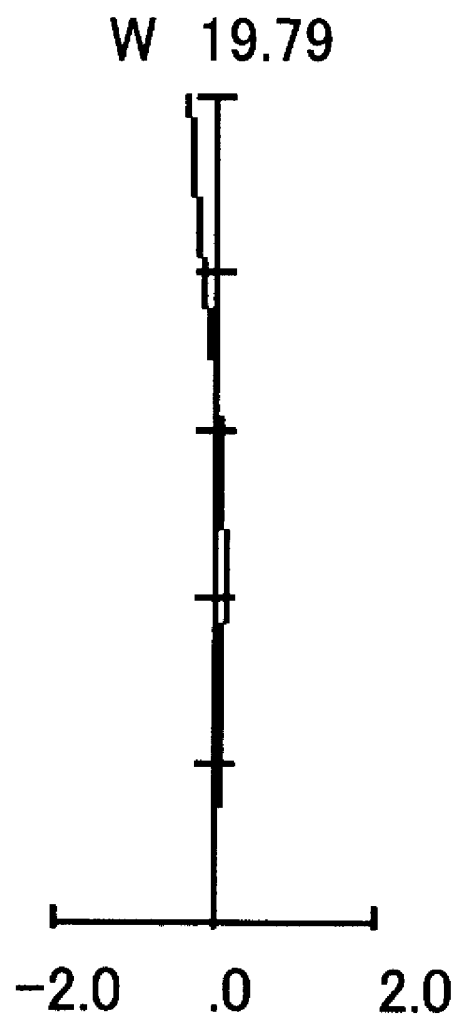
[図4D]



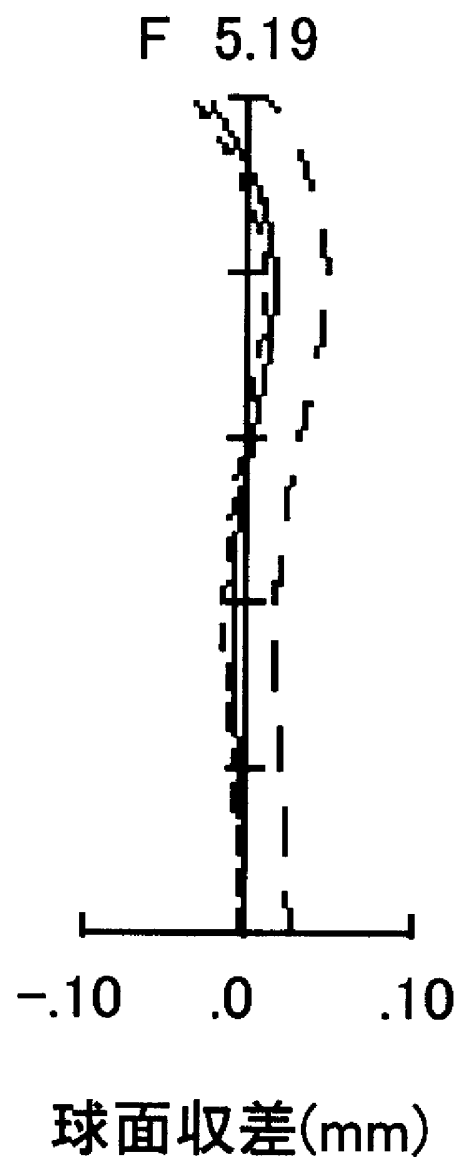
[図4E]



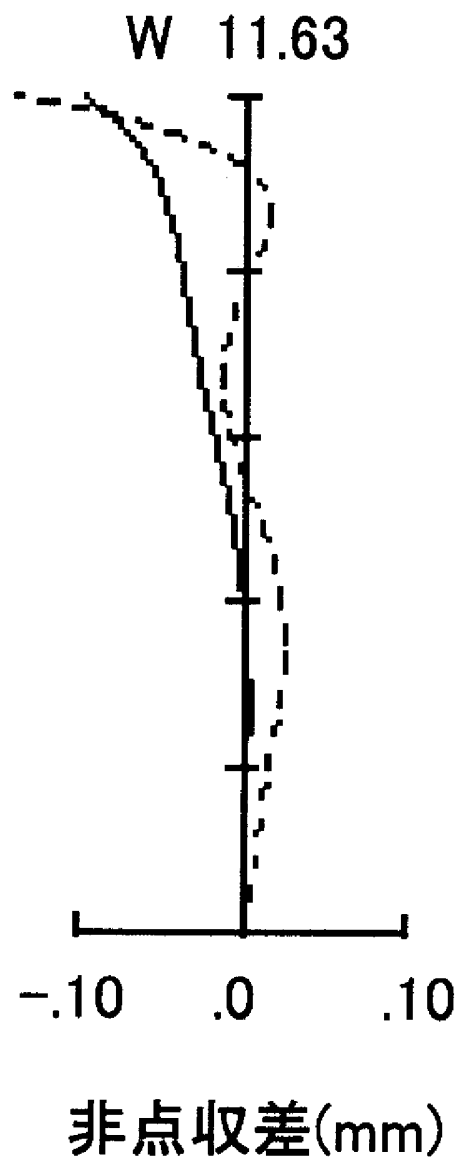
[図4F]



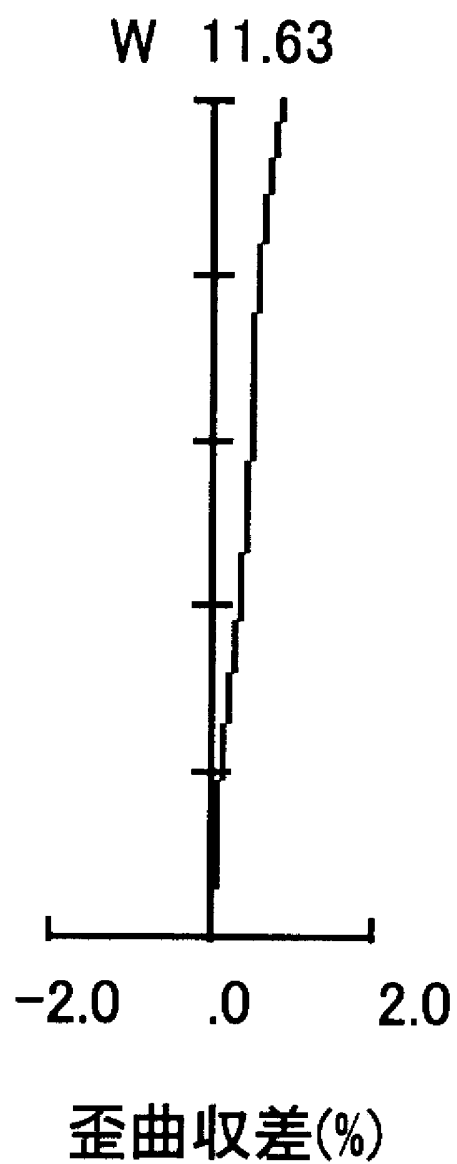
[図4G]



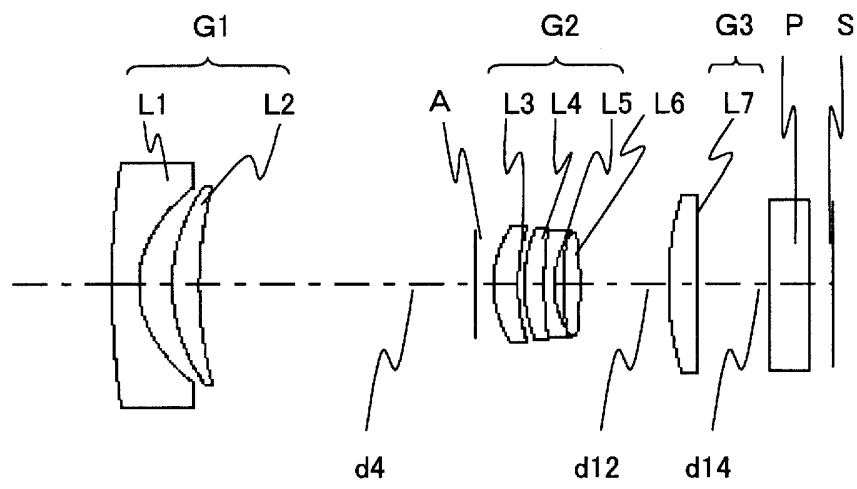
[図4H]



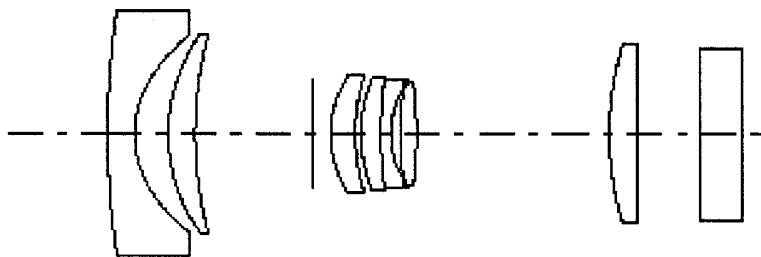
[図4]



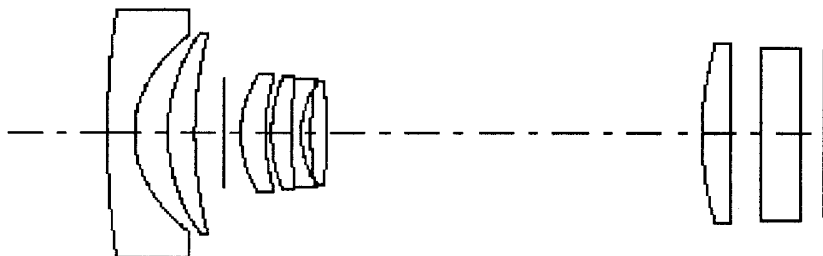
[図5A]



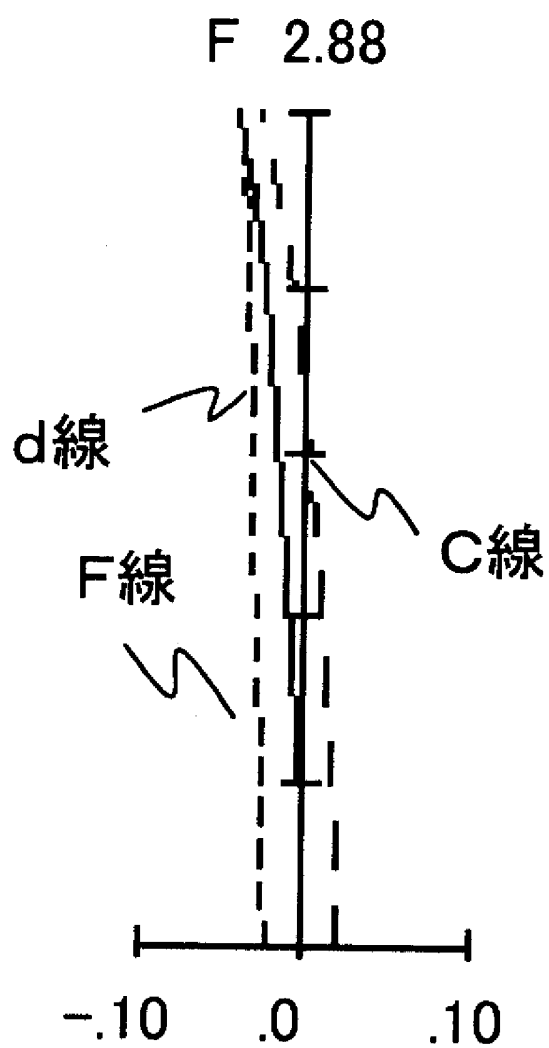
[図5B]



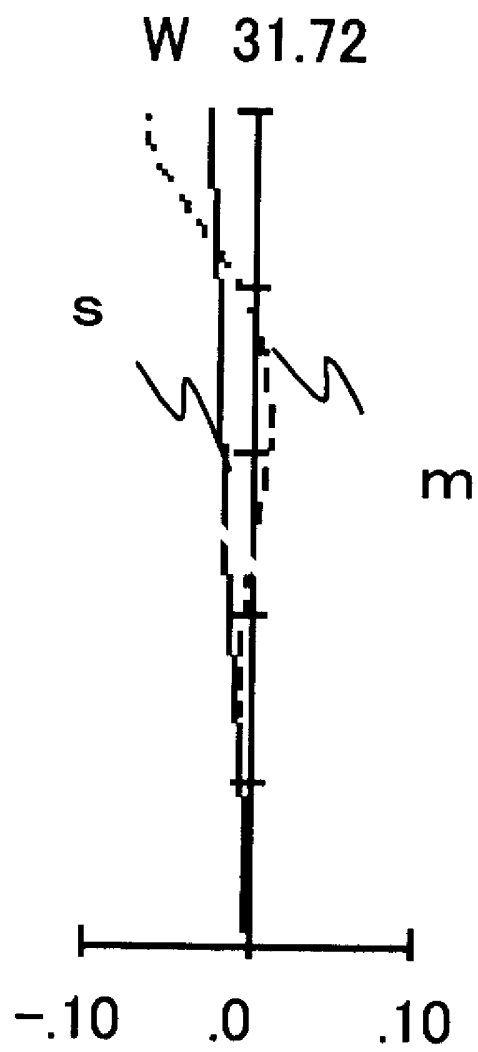
[図5C]



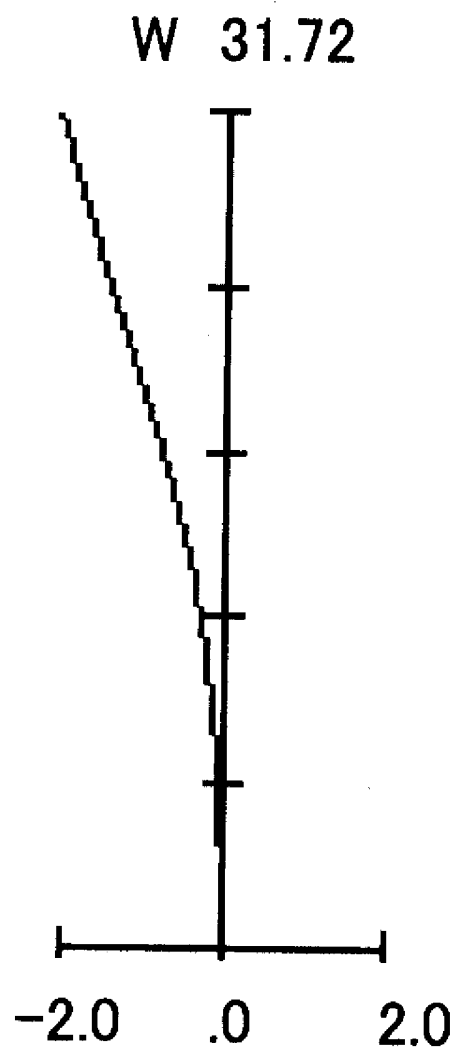
[図6A]



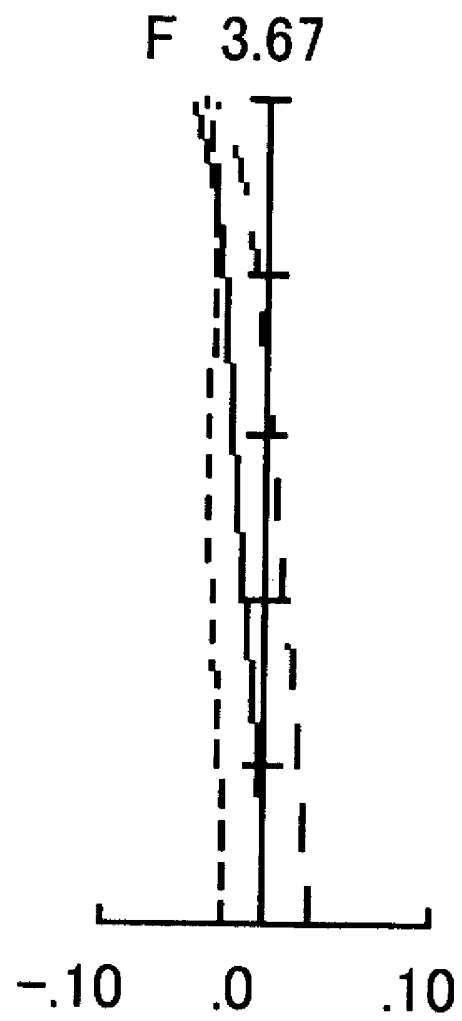
[図6B]



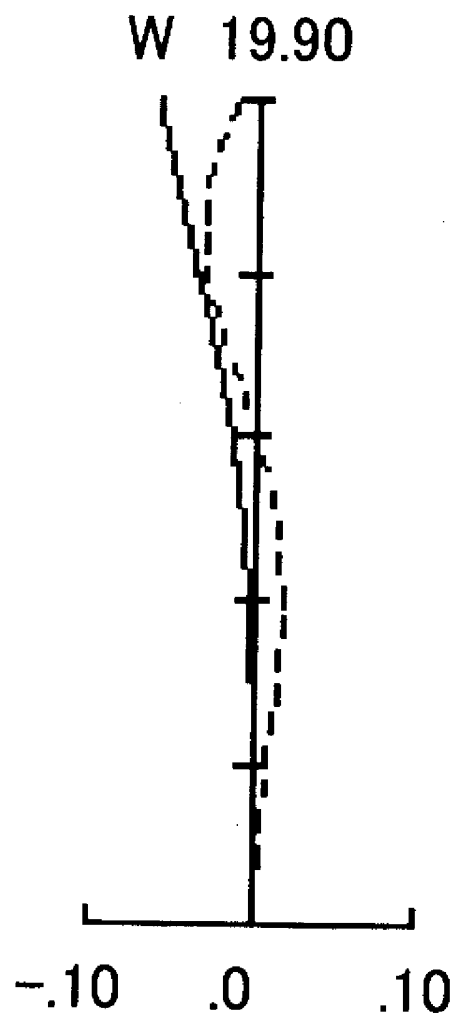
[図6C]



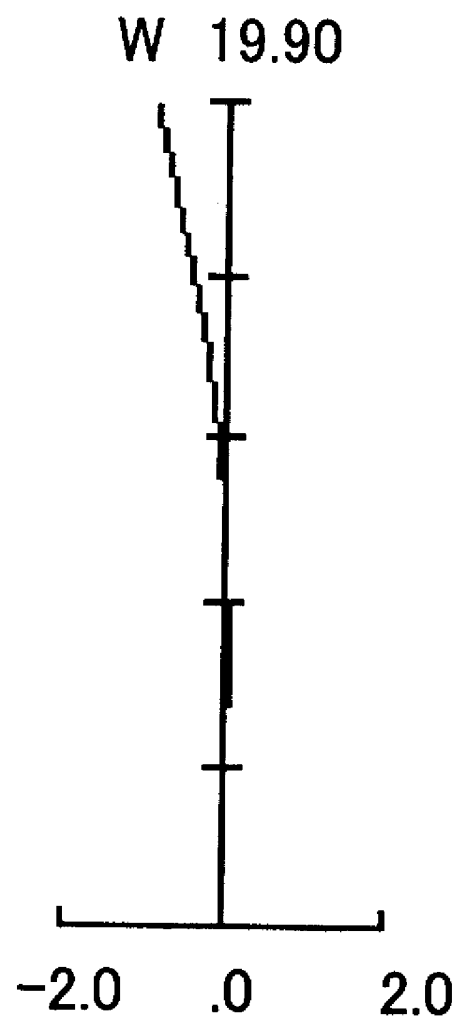
[図6D]



[図6E]

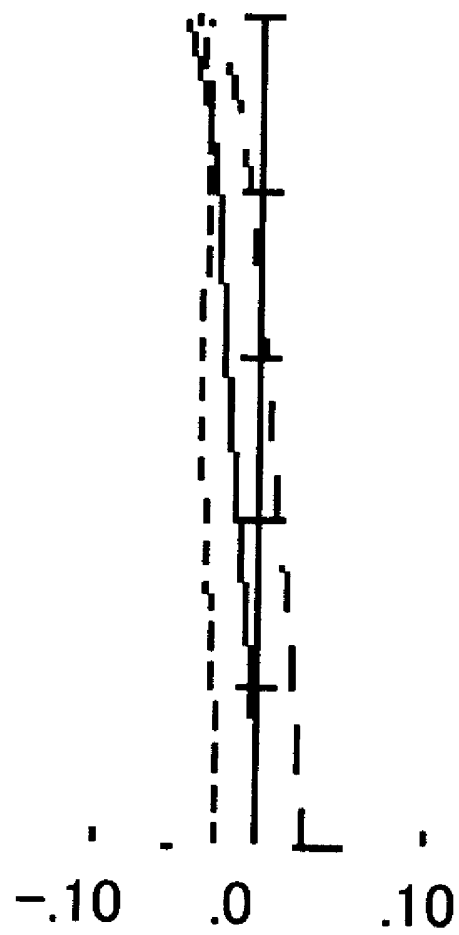


[図6F]



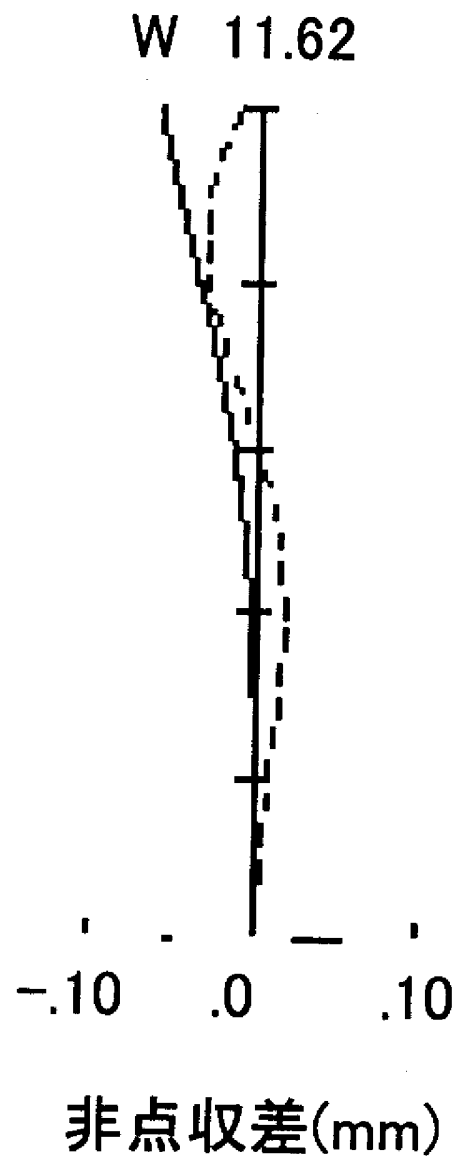
[図6G]

F 5.18

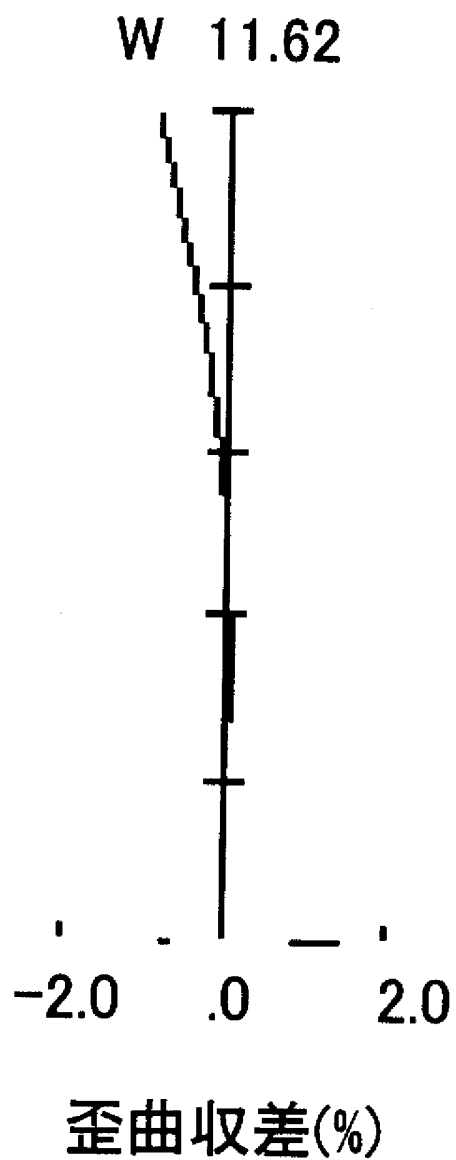


球面収差(mm)

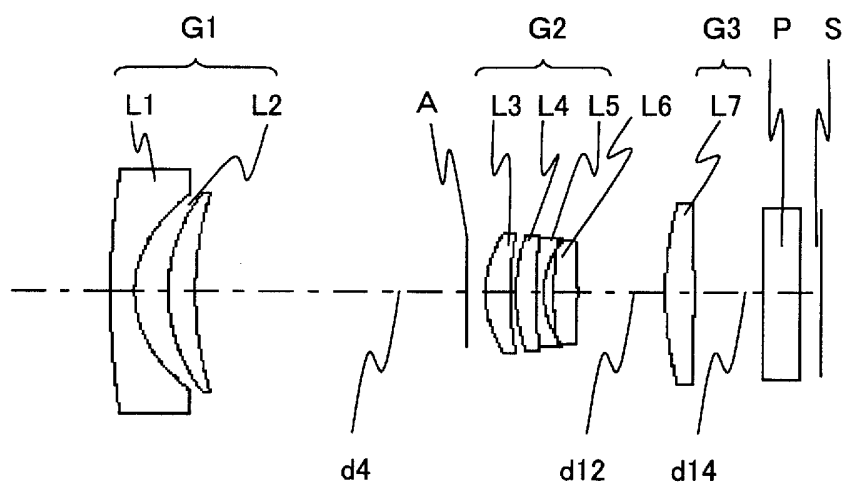
[図6H]



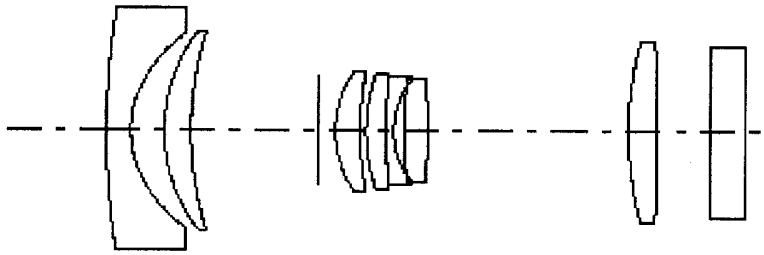
[図6I]



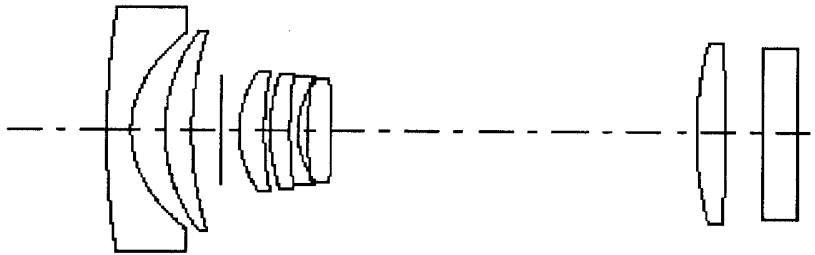
[図7A]



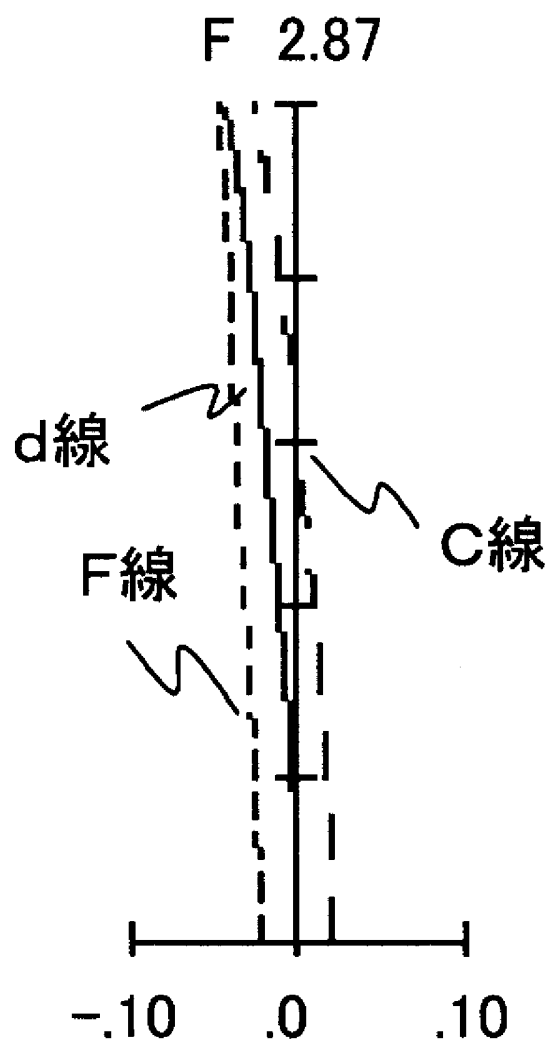
[図7B]



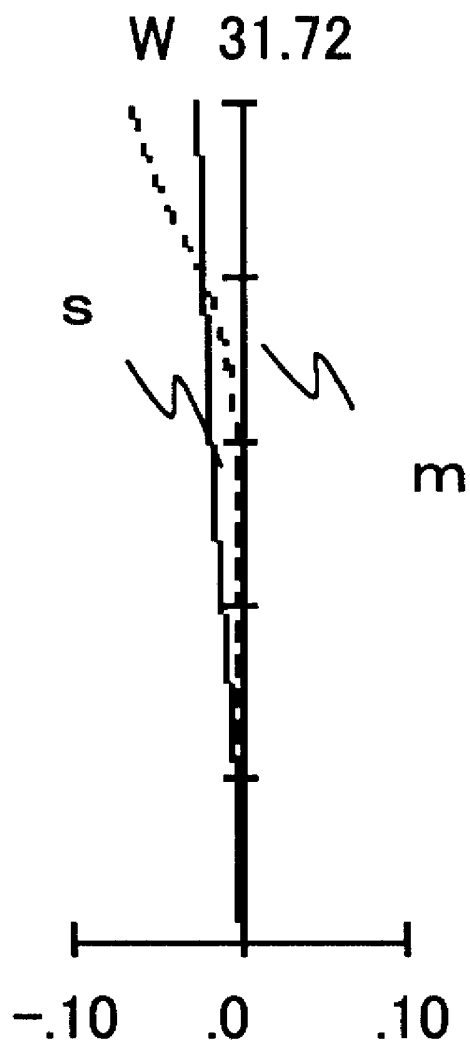
[図7C]



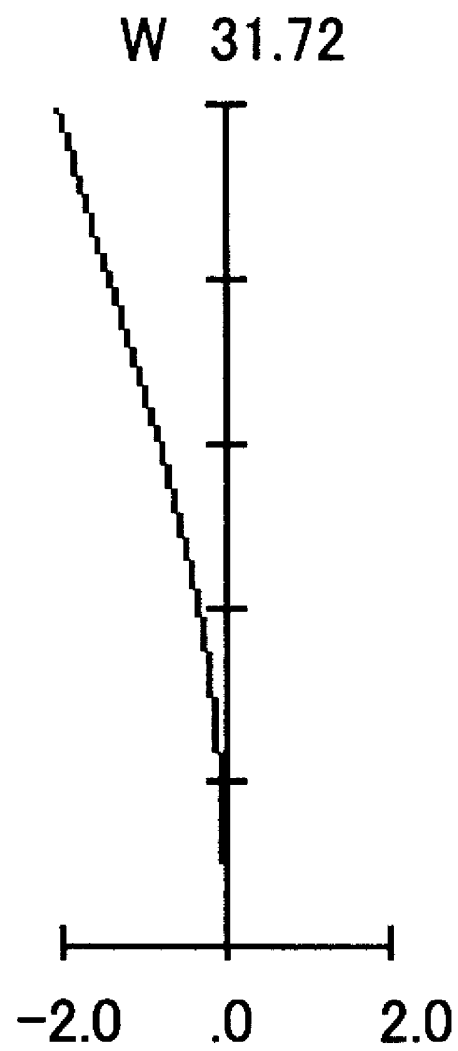
[図8A]



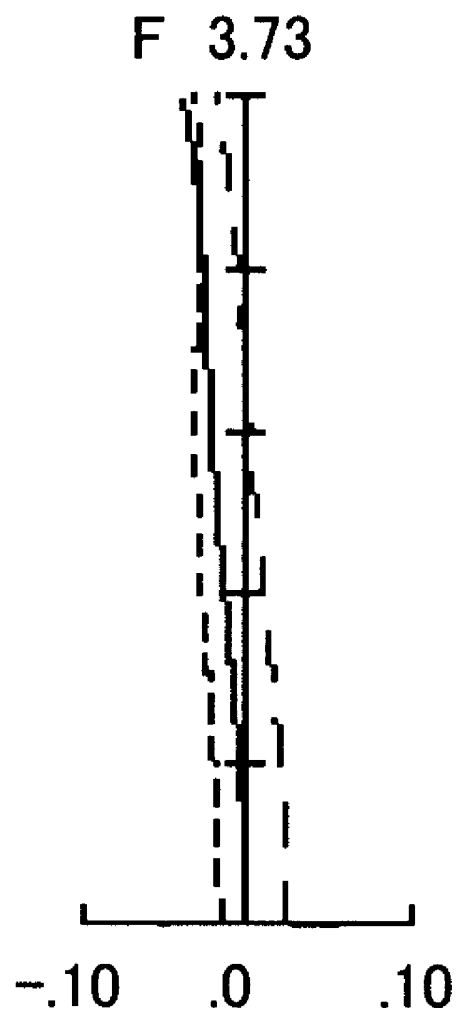
[図8B]



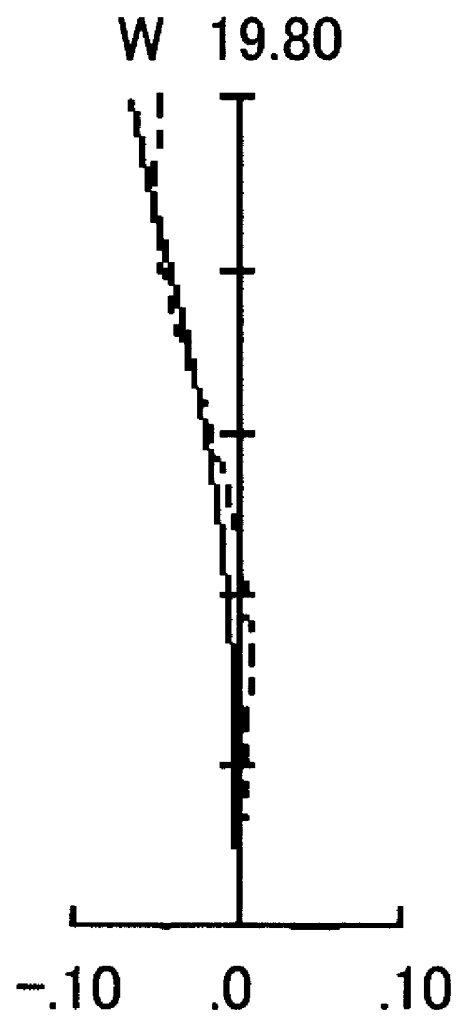
[図8C]



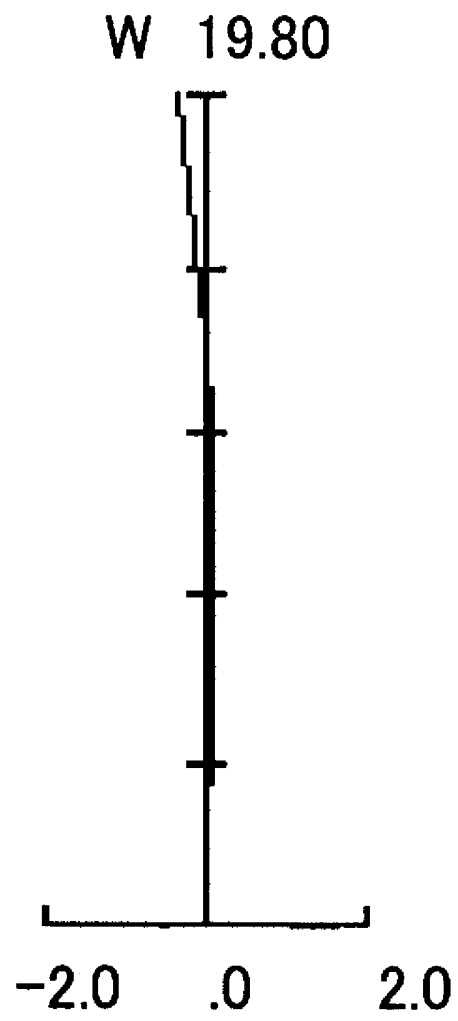
[図8D]



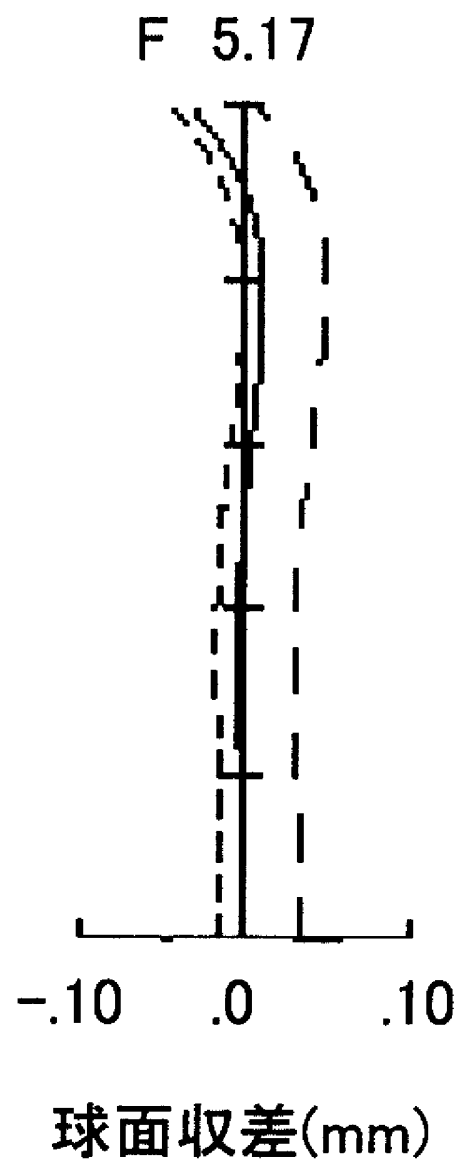
[図8E]



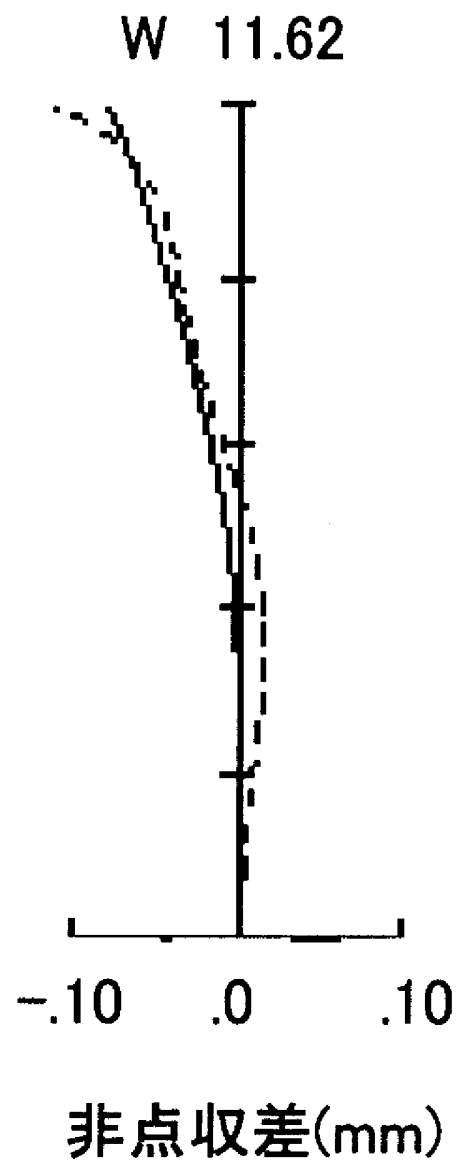
[図8F]



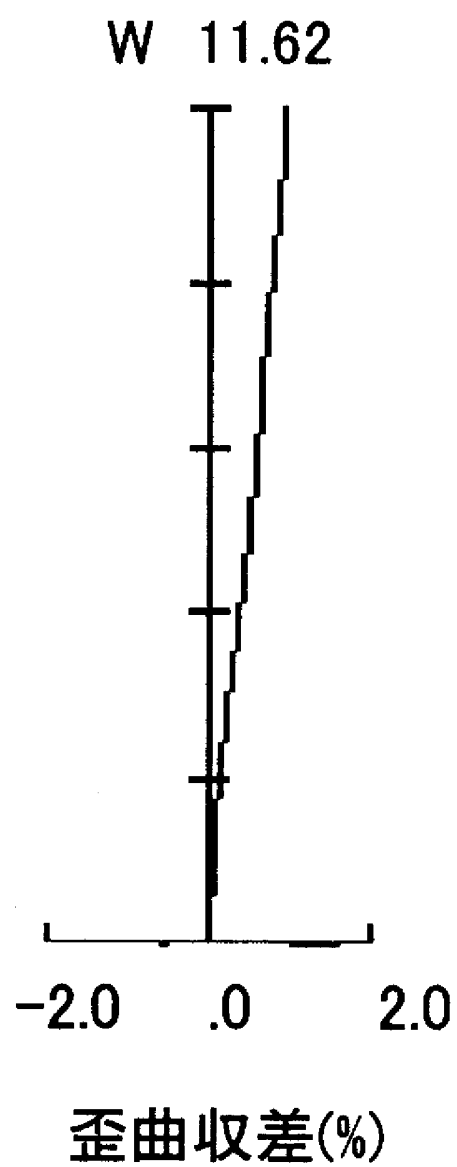
[図8G]



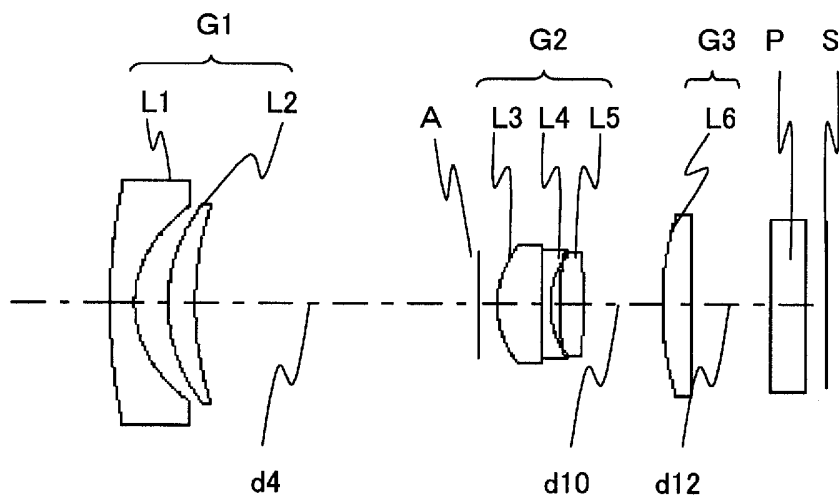
[図8H]



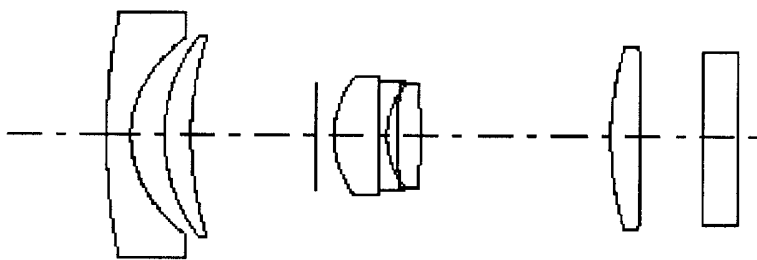
[図8I]



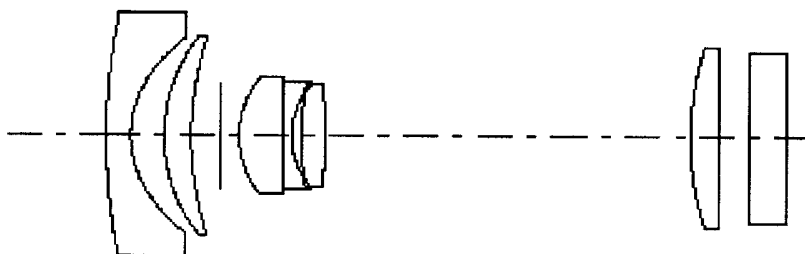
[図9A]



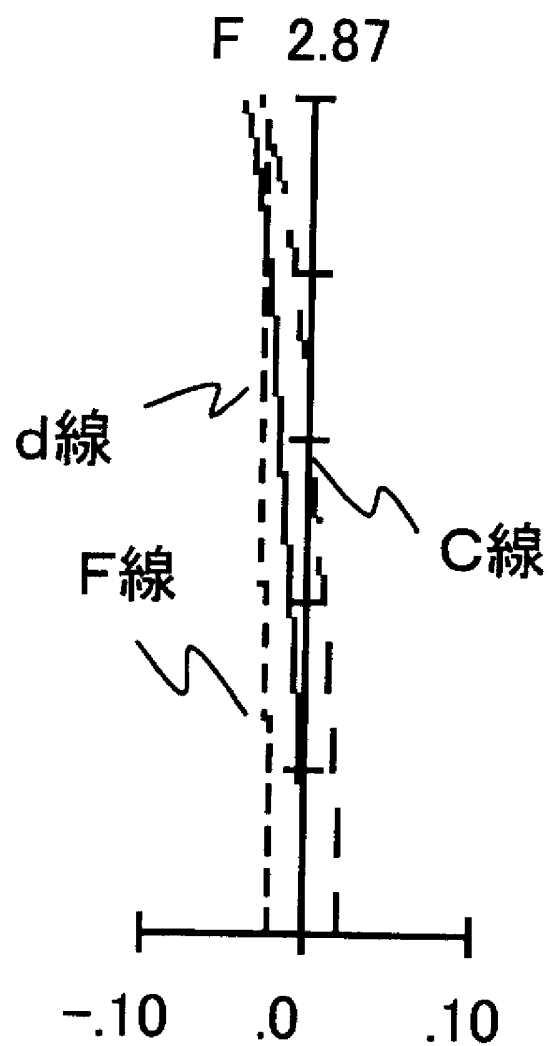
[図9B]



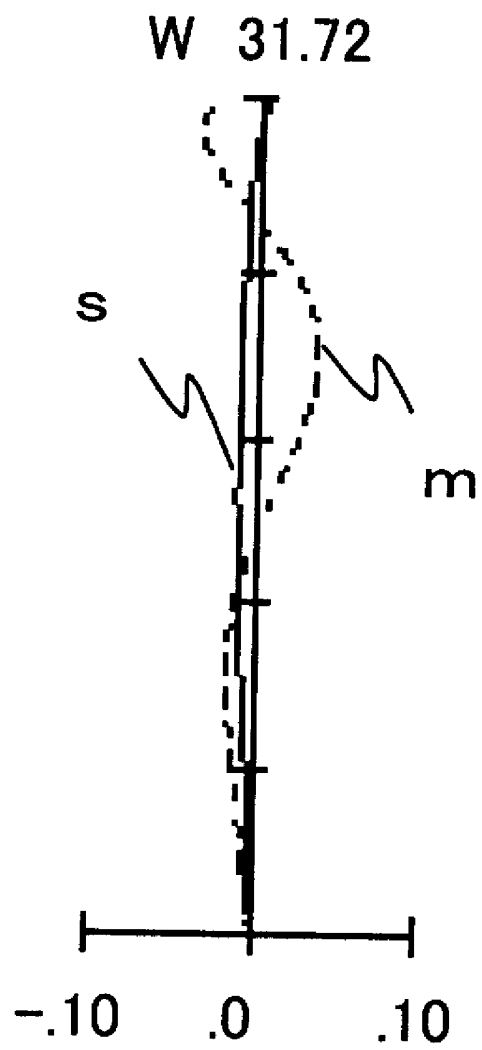
[図9C]



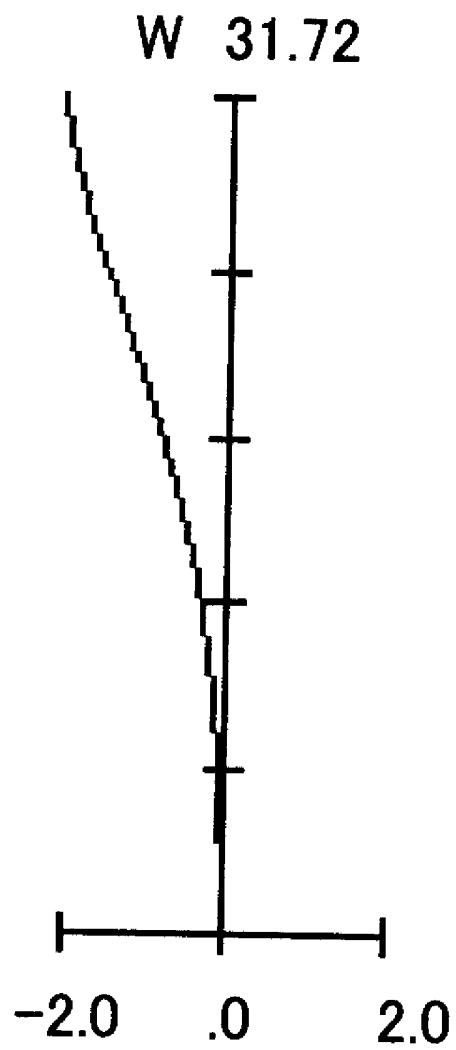
[図10A]



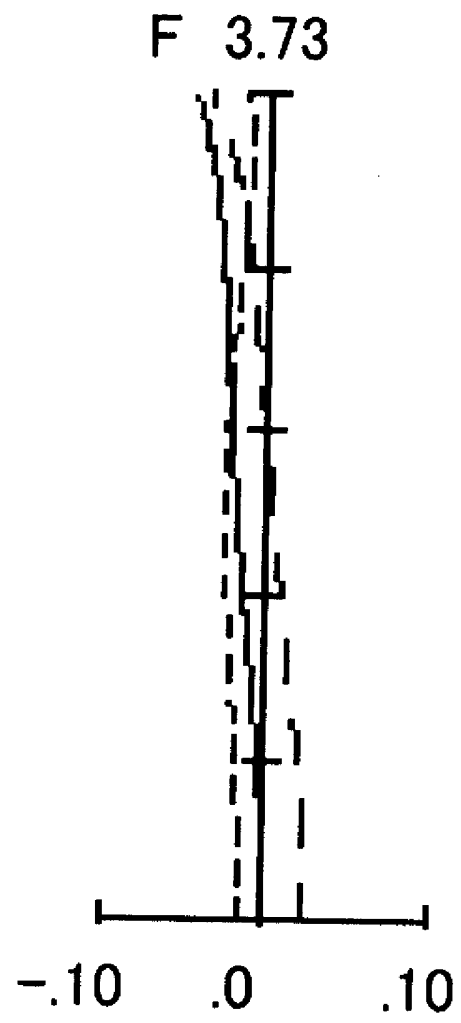
[図10B]



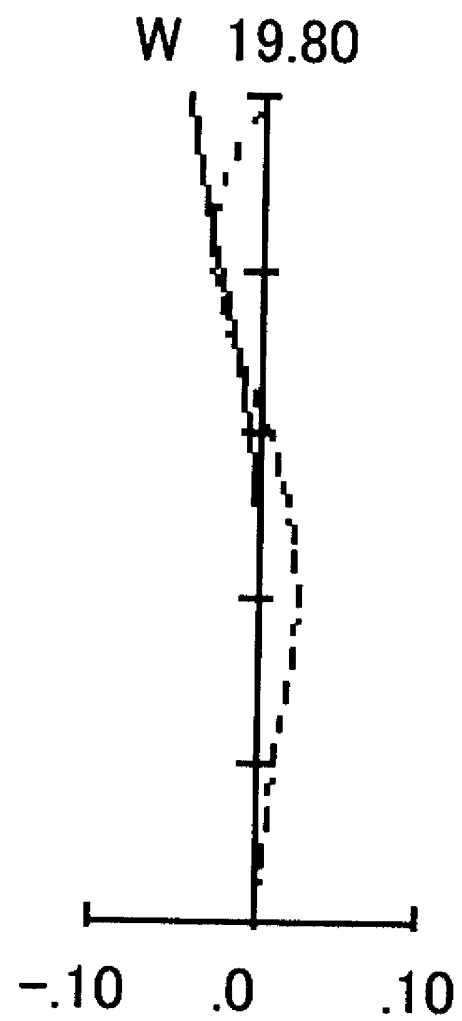
[図10C]



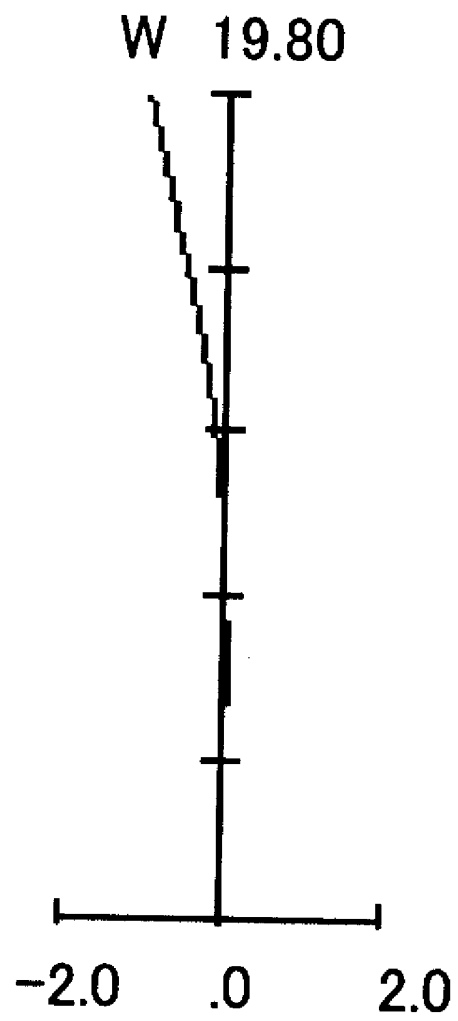
[図10D]



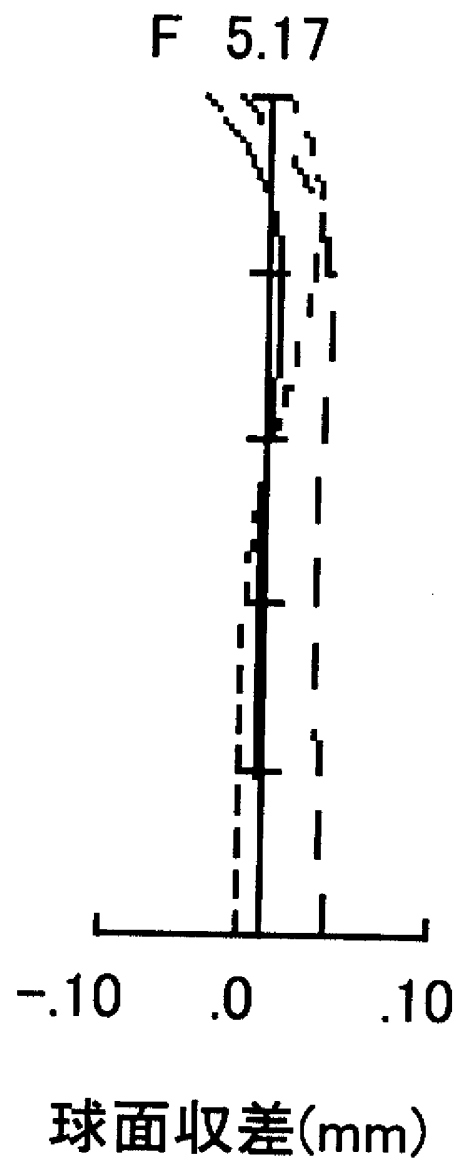
[図10E]



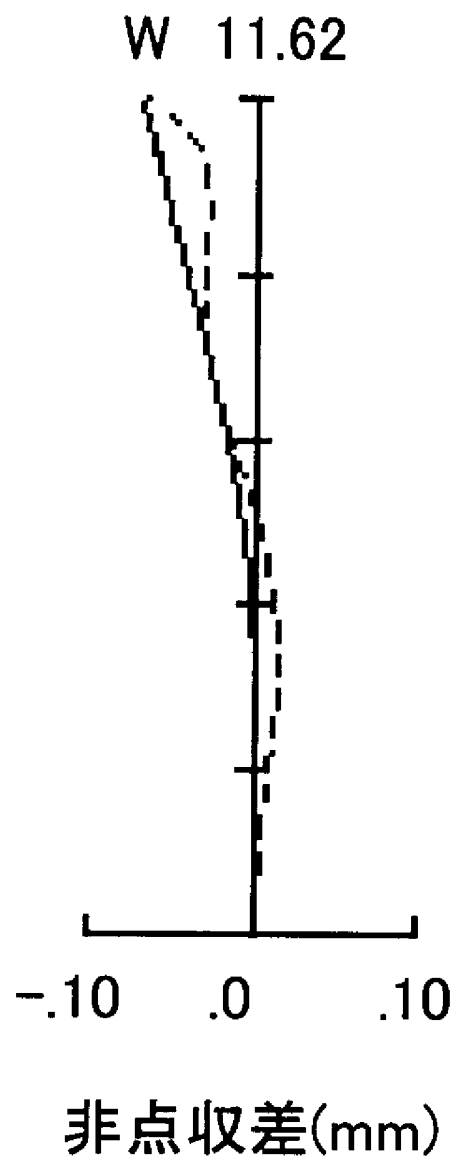
[図10F]



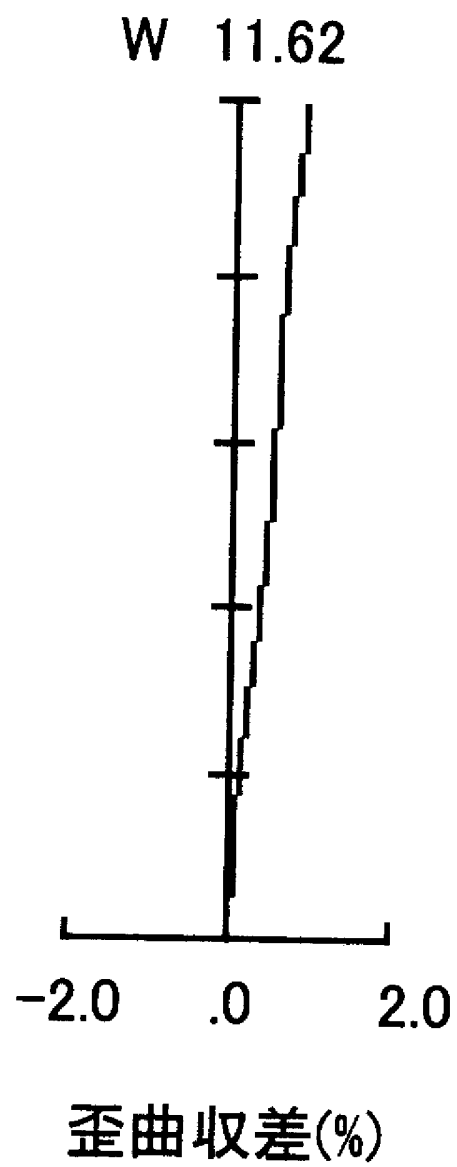
[図10G]



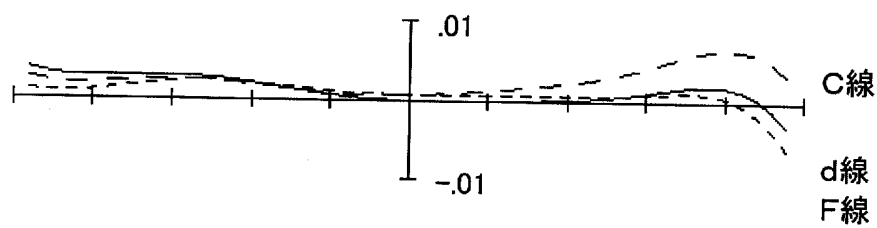
[図10H]



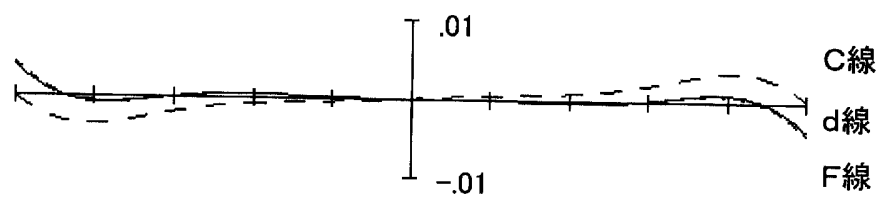
[図10]



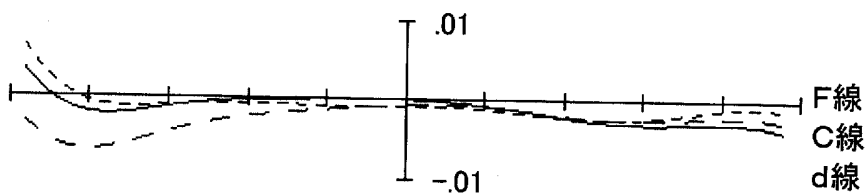
[図11A]



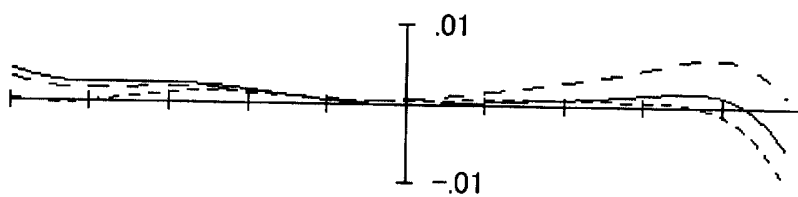
[図11B]



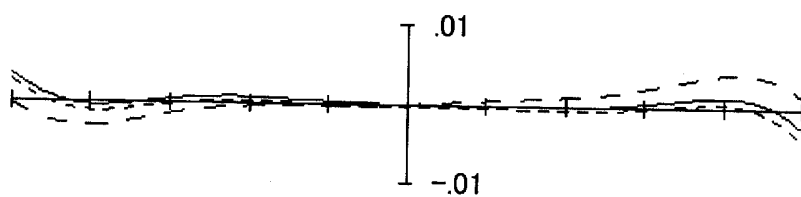
[図11C]



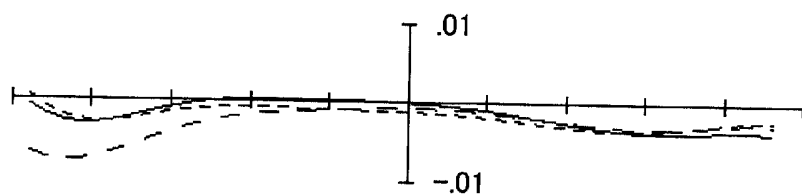
[図11D]



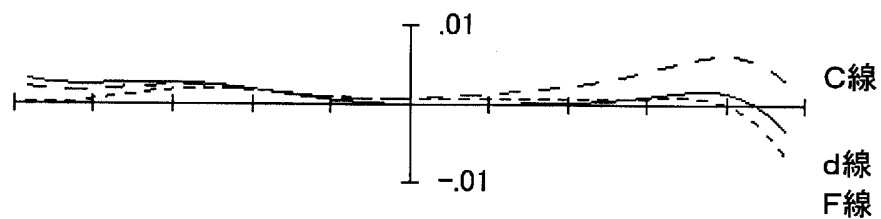
[図11E]



[図11F]



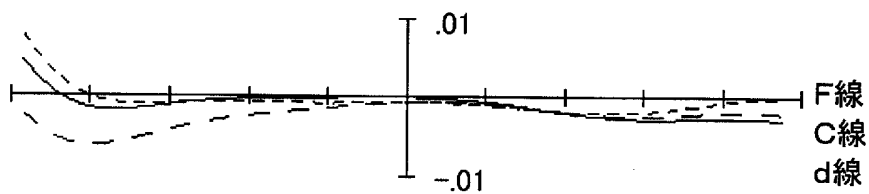
[図12A]



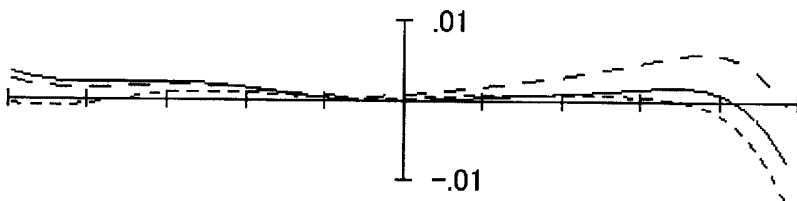
[図12B]



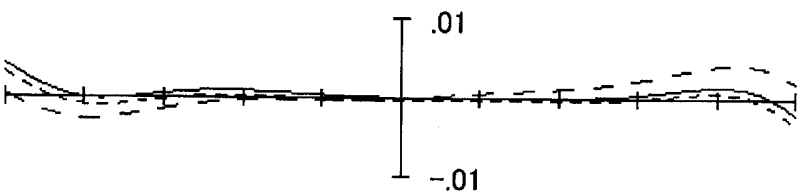
[図12C]



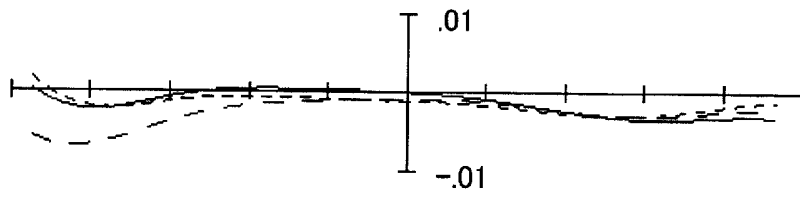
[図12D]



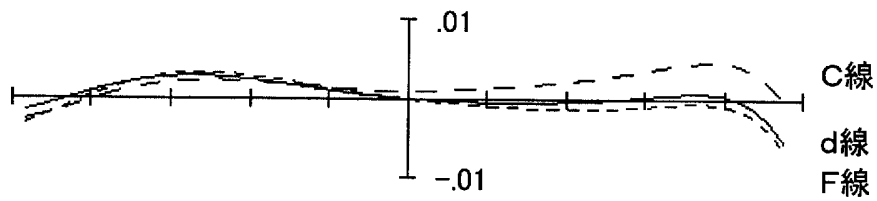
[図12E]



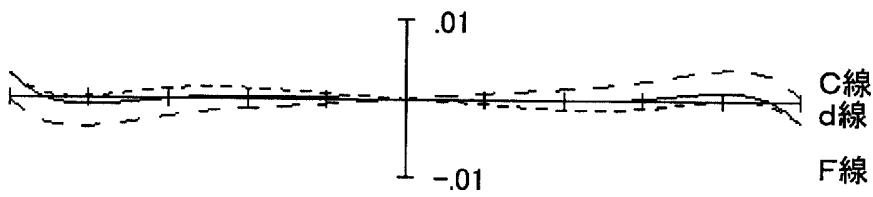
[図12F]



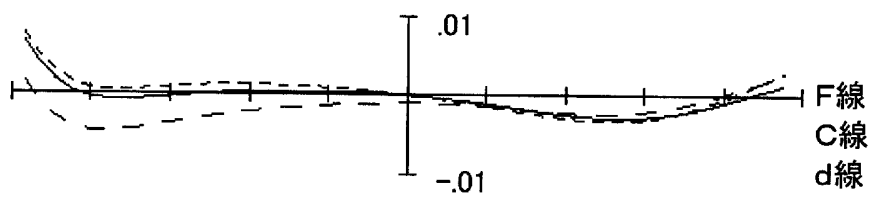
[図13A]



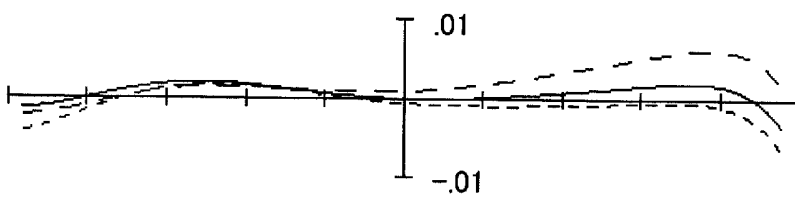
[図13B]



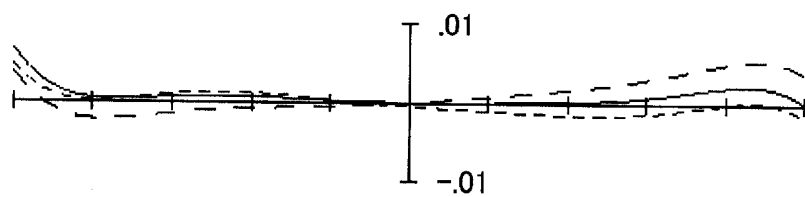
[図13C]



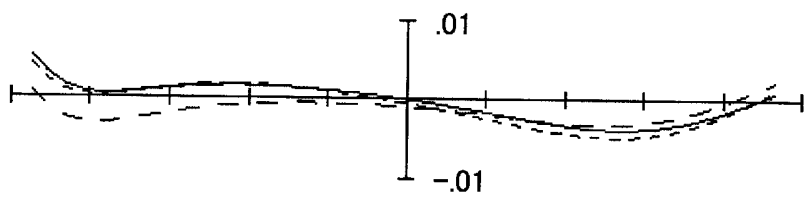
[図13D]



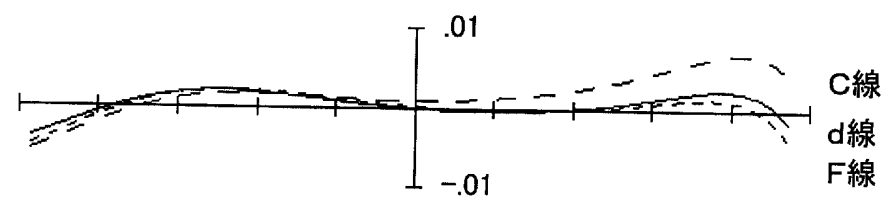
[図13E]



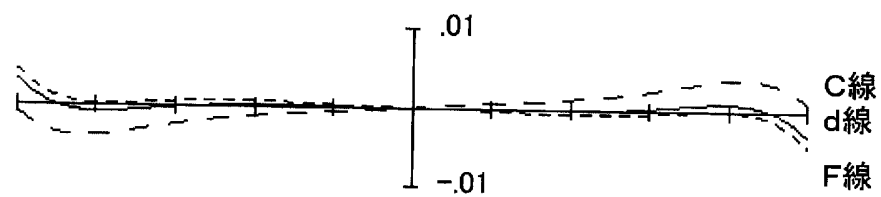
[図13F]



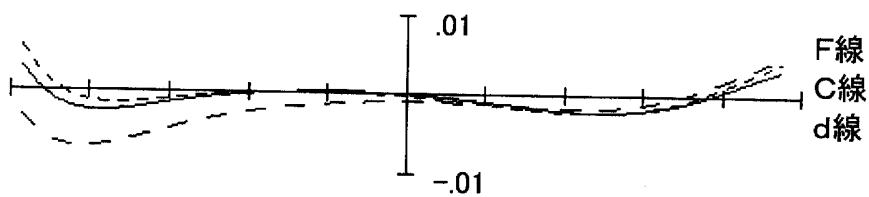
[図14A]



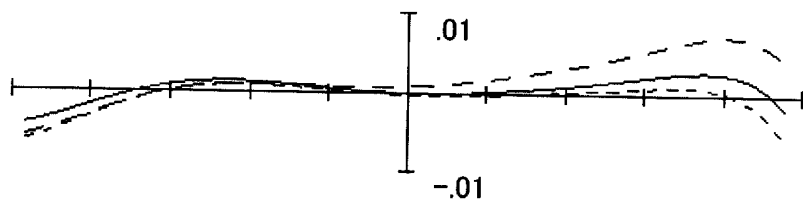
[図14B]



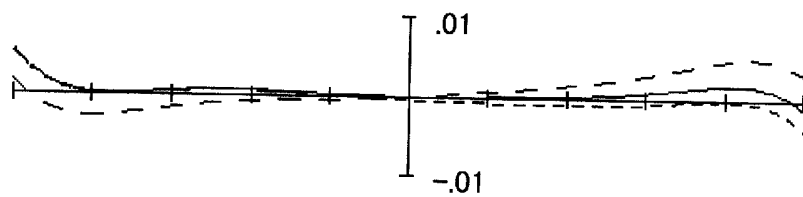
[図14C]



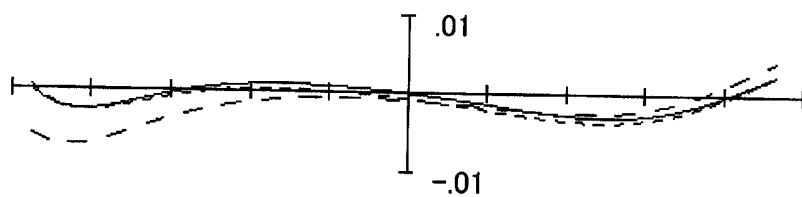
[図14D]



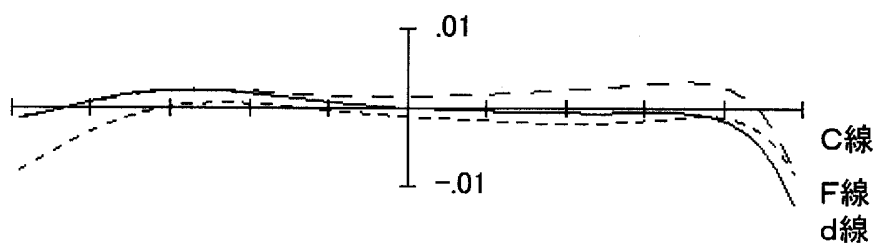
[図14E]



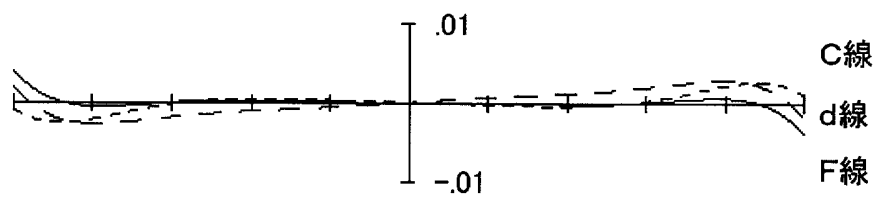
[図14F]



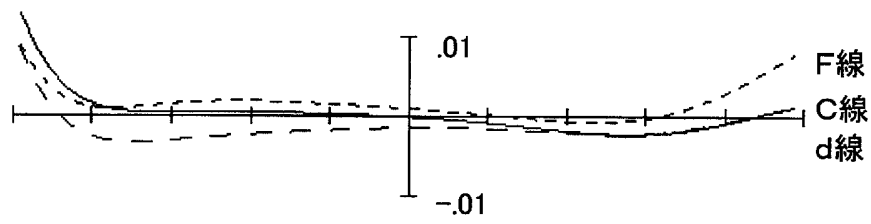
[図15A]



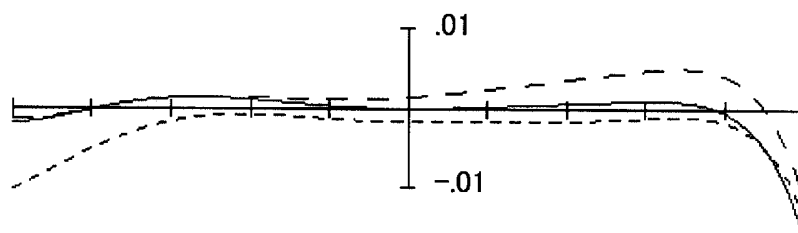
[図15B]



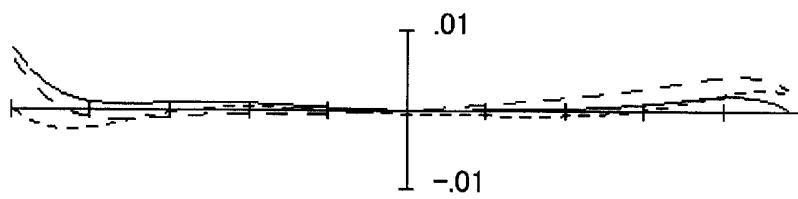
[図15C]



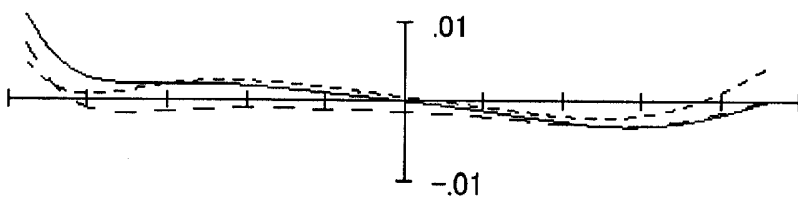
[図15D]



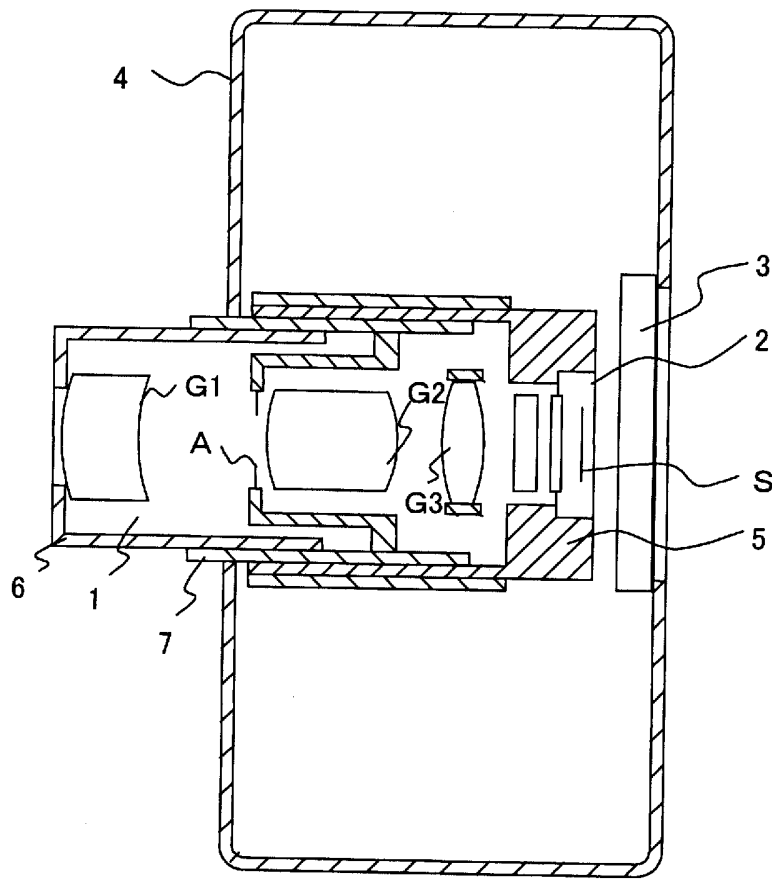
[図15E]



[図15F]



[図16]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/011761

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl.<sup>7</sup> G02B15/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl.<sup>7</sup> G20B15/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2005 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2005 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2005 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                  | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | JP 2004-170664 A (Olympus Corp.),<br>17 June, 2004 (17.06.04),<br>Examples 12, 13, 14<br>& US 2004/0136089 A        | 1, 2, 4-18            |
| X         | JP 2004-102211 A (Olympus Corp.),<br>02 April, 2004 (02.04.04),<br>Example 8<br>& US 2003/0210471 A1                | 1, 3-18               |
| X         | JP 2003-177316 A (Olympus Optical Co., Ltd.),<br>27 June, 2003 (27.06.03),<br>Examples 4, 5<br>& US 2003/0138245 A1 | 1, 3-18               |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
26 September, 2005 (26.09.05)Date of mailing of the international search report  
11 October, 2005 (11.10.05)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/011761

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                   | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | JP 2003-149556 A (Olympus Optical Co., Ltd.),<br>21 May, 2003 (21.05.03),<br>Examples 1 to 7<br>& US 2003/0165018 A1 | 1,3-18                |
| X         | JP 2003-140043 A (Olympus Optical Co., Ltd.),<br>14 May, 2003 (14.05.03),<br>Examples 1 to 4<br>& US 2004/0076416 A1 | 1,3-18                |
| X         | JP 2003-131132 A (Olympus Optical Co., Ltd.),<br>08 May, 2003 (08.05.03),<br>Examples 1 to 3<br>(Family: none)       | 1,3-18                |
| X         | JP 2003-121743 A (Olympus Optical Co., Ltd.),<br>23 April, 2003 (23.04.03),<br>Examples 1 to 4<br>(Family: none)     | 1,3-18                |
| X         | JP 2003-121741 A (Olympus Optical Co., Ltd.),<br>23 April, 2003 (23.04.03),<br>Examples 1 to 3<br>(Family: none)     | 1,3-18                |
| X         | JP 2003-121740 A (Olympus Optical Co., Ltd.),<br>23 April, 2003 (23.04.03),<br>Examples 1, 3, 4, 5<br>(Family: none) | 1,3-18                |
| X         | JP 2003-114386 A (Olympus Optical Co., Ltd.),<br>18 April, 2003 (18.04.03),<br>Examples 6, 10<br>(Family: none)      | 1,3-18                |
| P,X       | JP 2005-99091 A (Olympus Corp.),<br>14 April, 2005 (14.04.05),<br>Examples 6, 7<br>& US 2005/0063070 A1              | 1,2,4-18              |
| P,X       | JP 2004-246141 A (Olympus Corp.),<br>02 September, 2004 (02.09.04),<br>Examples 1, 9<br>& US 2004/0179245 A1         | 1,3-18                |
| P,X       | JP 2004-333767 A (Canon Inc.),<br>25 November, 2004 (25.11.04),<br>Examples 1, 3<br>& US 2004/0223231 A1             | 1,3-18                |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/011761

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| P, X      | JP 2004-318105 A (Konica Minolta Photo Imaging Kabushiki Kaisha),<br>11 November, 2004 (11.11.04),<br>Example 2<br>(Family: none) | 1, 3-18               |
| P, X      | JP 2005-164653 A (Kyocera Corp.),<br>23 June, 2005 (23.06.05),<br>Examples 1 to 3<br>(Family: none)                               | 1, 3-18               |
| E, X      | JP 2005-234460 A (Canon Inc.),<br>02 September, 2005 (02.09.05),<br>Examples 1 to 3<br>(Family: none)                             | 1, 3-18               |
| X         | JP 2001-296475 A (Canon Inc.),<br>26 October, 2001 (26.10.01),<br>Example 10<br>& US 2003/0133201 A1 & EP 1093000 A2              | 1, 4-18               |
| X         | JP 2001-296476 A (Canon Inc.),<br>26 October, 2001 (26.10.01),<br>Examples 1, 2<br>& US 2003/0133201 A1 & EP 1093000 A3           | 1, 4-18               |
| X         | JP 2001-281545 A (Canon Inc.),<br>10 October, 2001 (10.10.01),<br>Example 3<br>& US 6498687 B1 & EP 1093000 A2                    | 1, 4-18               |
| X         | JP 2003-149553 A (Canon Inc.),<br>21 May, 2003 (21.05.03),<br>Example 4<br>& US 2003/0099042 A1                                   | 1, 4-18               |
| X         | JP 2003-57547 A (Canon Inc.),<br>26 February, 2003 (26.02.03),<br>Example 1<br>(Family: none)                                     | 1, 4-18               |
| X         | JP 2002-244043 A (Canon Inc.),<br>28 August, 2002 (28.08.02),<br>Example 4<br>& US 6671103 B2 & EP 1220002 A2                     | 1, 4-18               |
| X         | JP 2002-48975 A (Olympus Optical Co., Ltd.),<br>15 February, 2002 (15.02.02),<br>Examples 8, 17<br>& US 6538824 B1                | 1, 4-18               |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/011761

## Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Main group of inventions "claims 1, 2, 17, 18", second group of inventions "claim 3", third group of inventions "claim 4", fourth group of inventions "claim 5", fifth group of inventions "claim 6", sixth group of inventions "claim 7", seventh group of inventions "claim 8", eighth group of inventions "claim 9", ninth group of inventions "claim 10", tenth group of inventions "claim 11", eleventh group of inventions "claim 12", twelfth group of inventions "claim 13", thirteenth group of inventions "claim 14", fourteenth group of inventions "claim 15", and fifteenth group of inventions "claim 16".

(Continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

### Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/011761

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

The search has revealed that the technical feature of claim 1 is not novel since it is disclosed in JP 2004-170664 A (Olympus Corp.), 17 June, 2004 (17.06.04) as a prior art. Accordingly, the technical feature of the main group of inventions cannot be "a special technical feature" within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence.

Consequently, there is no technical relationship between the main group and the second to the fifteenth group of inventions involving one or more of the same or corresponding special technical feature.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> G02B15/20

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> G02B15/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2005年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2005年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2005年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                              | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| X               | JP 2004-170664 A (オリンパス株式会社) 2004.06.17, 実施例<br>12, 13, 14 & US 2004/0136089 A | 1, 2, 4-18       |
| X               | JP 2004-102211 A (オリンパス株式会社) 2004.04.02, 実施例 8 & US<br>2003/0210471 A1         | 1, 3-18          |
| X               | JP 2003-177316 A (オリンパス光学工業株式会社) 2003.06.27, 実<br>施例 4, 5 & US 2003/0138245 A1 | 1, 3-18          |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26.09.2005

国際調査報告の発送日 11.10.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山村 浩

2 V

9219

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                     |                  |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                   | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
| X                     | JP 2003-149556 A (オリンパス光学工業株式会社) 2003.05.21, 実施例 1-7 & US 2003/0165018 A1           | 1, 3-18          |
| X                     | JP 2003-140043 A (オリンパス光学工業株式会社) 2003.05.14, 実施例 1-4 & US 2004/0076416 A1           | 1, 3-18          |
| X                     | JP 2003-131132 A (オリンパス光学工業株式会社) 2003.05.08, 実施例 1-3 (ファミリーなし)                      | 1, 3-18          |
| X                     | JP 2003-121743 A (オリンパス光学工業株式会社) 2003.04.23, 実施例 1-4 (ファミリーなし)                      | 1, 3-18          |
| X                     | JP 2003-121741 A (オリンパス光学工業株式会社) 2003.04.23, 実施例 1-3 (ファミリーなし)                      | 1, 3-18          |
| X                     | JP 2003-121740 A (オリンパス光学工業株式会社) 2003.04.23, 実施例 1, 3, 4, 5 (ファミリーなし)               | 1, 3-18          |
| X                     | JP 2003-114386 A (オリンパス光学工業株式会社) 2003.04.18, 実施例 6, 10 (ファミリーなし)                    | 1, 3-18          |
| P, X                  | JP 2005-99091 A (オリンパス株式会社) 2005.04.14, 実施例 6, 7 & US 2005/0063070 A1               | 1, 2, 4-18       |
| P, X                  | JP 2004-246141 A (オリンパス株式会社) 2004.09.02, 実施例 1, 9 & US 2004/0179245 A1              | 1, 3-18          |
| P, X                  | JP 2004-333767 A (キヤノン株式会社) 2004.11.25, 実施例 1, 3 & US 2004/0223231 A1               | 1, 3-18          |
| P, X                  | JP 2004-318105 A (コニカミノルタフォトイメージング株式会社) 2004.11.11, 実施例 2 (ファミリーなし)                 | 1, 3-18          |
| P, X                  | JP 2005-164653 A (京セラ株式会社) 2005.06.23, 実施例 1-3 (ファミリーなし)                            | 1, 3-18          |
| E, X                  | JP 2005-234460 A (キヤノン株式会社) 2005.09.02, 実施例 1-3 (ファミリーなし)                           | 1, 3-18          |
| X                     | JP 2001-296475 A (キヤノン株式会社) 2001.10.26, 実施例 10 & US 2003/0133201 A1 & EP 1093000 A2 | 1, 4-18          |

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                         |                  |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                       | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
| X                     | JP 2001-296476 A (キヤノン株式会社) 2001. 10. 26, 実施例 1, 2 & US 2003/0133201 A1 & EP 1093000 A3 | 1, 4-18          |
| X                     | JP 2001-281545 A (キヤノン株式会社) 2001. 10. 10, 実施例 3 & US 6498687 B1 & EP 1093000 A2         | 1, 4-18          |
| X                     | JP 2003-149553 A (キヤノン株式会社) 2003. 05. 21, 実施例 4 & US 2003/0099042 A1                    | 1, 4-18          |
| X                     | JP 2003-57547 A (キヤノン株式会社) 2003. 02. 26, 実施例 1 (ファミリーなし)                                | 1, 4-18          |
| X                     | JP 2002-244043 A (キヤノン株式会社) 2002. 08. 28, 実施例 4 & US 6671103 B2 & EP 1220002 A2         | 1, 4-18          |
| X                     | JP 2002-48975 A (オリンパス光学工業株式会社) 2002. 02. 15, 実施例 8, 17 & US 6538824 B1                 | 1, 4-18          |

## 第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

主発明「クレーム1, 2, 17, 18」 第2発明「クレーム3」 第3発明「クレーム4」  
第4発明「クレーム5」 第5発明「クレーム6」 第6発明「クレーム7」  
第7発明「クレーム8」 第8発明「クレーム9」 第9発明「クレーム10」  
第10発明「クレーム11」 第11発明「クレーム12」 第12発明「クレーム13」  
第13発明「クレーム14」 第14発明「クレーム15」 第15発明「クレーム16」

請求の範囲1の技術的特徴は、先行技術として、JP 2004-170664 A(オリンパス株式会社)、2004.06.17に開示されているから新規でないことが明らかになった。従って、主発明の技術的特徴はPCT規則13.2の第2文の意味において「特別な技術的特徴」とは認められない。

従って、主発明、第2発明～第15発明の間に一又は二以上の対応する特別な技術的特徴を含む技術的関係が存在するとは認められない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。