

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4880940号
(P4880940)

(45) 発行日 平成24年2月22日 (2012. 2. 22)

(24) 登録日 平成23年12月9日 (2011. 12. 9)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 B 15/20 (2006. 01)

G O 2 B 15/20

G O 2 B 7/10 (2006. 01)

G O 2 B 7/10

Z

G O 3 B 5/00 (2006. 01)

G O 3 B 5/00

J

H O 4 N 5/225 (2006. 01)

H O 4 N 5/225

D

G O 2 B 13/18 (2006. 01)

G O 2 B 13/18

請求項の数 7 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2005-222900 (P2005-222900)
 (22) 出願日 平成17年8月1日 (2005. 8. 1)
 (65) 公開番号 特開2006-85155 (P2006-85155A)
 (43) 公開日 平成18年3月30日 (2006. 3. 30)
 審査請求日 平成20年7月30日 (2008. 7. 30)
 (31) 優先権主張番号 特願2004-240085 (P2004-240085)
 (32) 優先日 平成16年8月19日 (2004. 8. 19)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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 100126240
 弁理士 阿部 琢磨
 (74) 代理人 100124442
 弁理士 黒岩 創吾
 (72) 発明者 西尾 彰宏
 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
 (72) 発明者 藤本 誠
 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 井上 信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズユニット、負の屈折力の第2レンズユニット、全ズーム範囲で全体として正の屈折力であり、ズーミングに際して移動する複数のレンズユニットを備えるリアレンズグループより構成されるズームレンズであって、前記リアレンズグループが備える複数のレンズユニットは、ズーミング中に隣接したレンズユニットとの間隔が変化する負の屈折力のレンズ成分を含み、該負の屈折力のレンズ成分は、負の屈折力のフロントレンズサブ成分と、負の屈折力のリアレンズサブ成分で構成され、前記フロントレンズサブ成分は、前記ズームレンズが形成する像を変位させるように、光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動可能であり、前記フロントレンズサブ成分から最も像側のレンズユニットまでの各レンズサブ成分及び各レンズユニットの望遠端での横倍率の積を R、前記負の屈折力のレンズ成分の広角端における焦点距離を F N、前記フロントレンズサブ成分の焦点距離を F B s、前記フロントレンズサブ成分の最も物体側の面の曲率半径と最も像側の面の曲率半径を各々 R a、R b とするとき、

$$0.6 < R < 1.6$$

$$0.54 \leq F N / F B s < 0.8$$

$$-1 < (R a + R b) / (R a - R b) < -0.15$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

前記リアレンズグループが備える複数のレンズユニットは、前記負の屈折力のレンズ成

分の物体側に配置された正の屈折力のレンズ成分と、前記負の屈折力のレンズ成分の像側に配置された正の屈折力のレンズ成分とを有することを特徴とする請求項 1 のズームレンズ。

【請求項 3】

前記第 2 レンズユニットと前記負の屈折力のレンズ成分との間に配置された開口絞りを有することを特徴とする請求項 1 又は 2 のズームレンズ。

【請求項 4】

前記リアレンズサブ成分は負レンズで構成されることを特徴とする請求項 3 のズームレンズ。

【請求項 5】

前記ズームレンズ全系の広角端における焦点距離を F_w 、前記ズームレンズ全系の望遠端における焦点距離を F_t として、 $F_m = (F_w \cdot F_t)$ とし、前記第 1 レンズユニットの焦点距離を F_1 、前記第 2 レンズユニットの焦点距離を F_2 、前記負の屈折力のレンズ成分の焦点距離を F_N 、焦点距離 F_m のズーム位置における前記リアレンズグループの合成焦点距離を F_{3m} とするとき、

$$\begin{aligned} 1.2 < F_1 / F_m < 2.5 \\ 0.2 < |F_2 / F_m| < 0.4 \\ 0.4 < |F_N / F_m| < 1.2 \\ 0.6 < F_{3m} / F_m < 1.2 \end{aligned}$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 4 いずれかのズームレンズ。

【請求項 6】

光電変換素子上に像を形成することを特徴とする請求項 1 ~ 5 いずれかのズームレンズ。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 いずれかのズームレンズと、該ズームレンズによって形成された像を受光する光電変換素子とを有することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はズームレンズに関し、例えば写真用カメラや、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等の撮影光学系として好適なものである。

【背景技術】

【0002】

撮影系に手振れ等の偶発的な振動が伝わると撮影画像にブレが生じる。従来、この偶発的な振動による画像のブレを補償する機構（防振機構）を具備し、高画質化を図ったズームレンズが種々と提案されている。

【0003】

例えば光学系（ズームレンズ）を構成するレンズ群の一部を光軸と略垂直な方向に移動させて振動による画像ブレを補償する光学系が知られている（特許文献 1 ~ 4）。

【0004】

特許文献 1 では、物体側から像側へ順に、正、負、正、正の屈折力のレンズ群より成る 4 群ズームレンズを開示している。このズームレンズにおいて、第 3 レンズ群を正、正の屈折力のレンズ群に分離し、後方のレンズ群を光軸と垂直方向に移動させることにより、像ぶれ補正（防振）を行うことを提案している。

【0005】

特許文献 2 では、物体側から像側へ順に、正、負、正、正の屈折力のレンズ群の 4 群ズームレンズ、もしくは正、負、正、正、負の屈折力のレンズ群の 5 群ズームレンズを開示している。これらのいずれかのズームレンズにおいて、第 2 レンズ群を前群、後群に分離して、どちらか一方のレンズ群を光軸と垂直方向に移動させて像ブレを補正している。

【0006】

10

20

30

40

50

また、特許文献3では主にビデオ用のズームレンズとして物体側から像側へ順に、正、負、正、正の屈折力のレンズ群より成る4群ズームレンズを開示している。このズームレンズにおいて、ズーミングに際して第1レンズ群と第3レンズ群を固定とし、第3レンズ群を正、負の屈折力のレンズ群に分離してどちらか一方のレンズ群を光軸と垂直方向に移動させることにより像ぶれ補正している。

【0007】

特許文献4では、物体側から像側へ順に、正、負、正、負、正の屈折力のレンズ群より構成される5群ズームレンズを開示している。このズームレンズにおいて、負の屈折力の第4レンズ群を光軸と略垂直方向に移動させることによって画像のブレを補償する構成を開示している。

10

【特許文献1】特開平9-230236号公報

【特許文献2】特開平9-230237号公報

【特許文献3】特開平10-232420号公報

【特許文献4】特開平10-90601号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

一般に、撮影系の一部のレンズ群を防振レンズ群とし、光軸に対して垂直方向に平行偏心させて画像ぶれの補正を行う光学系においては、比較的容易に画像ぶれを補正することができる利点はある。

20

【0009】

しかしながら、移動させる防振レンズ群の為の駆動手段を必要とし、又防振時においては偏心収差の発生量が多くなってくるといった問題点がある。

【0010】

例えば、画像ぶれの補正を行う防振レンズ群のレンズ構成枚数が多く、高重量であると、電氣的駆動を行う際に大きなトルクを必要とする。又、画像ぶれを補正する為の、防振レンズ群の屈折力等を適切に設定しないと一定量の画像ぶれの補正効果を得るために防振レンズ群の移動量が多くなり、光学系全体が大型化する。

【0011】

また、防振レンズ群にズーミングの際の変倍作用を持たせたズームレンズにおいて、変倍作用の効率化のために防振レンズ群に強い屈折力を与えると、偏心時の光学性能の劣化を招く。

30

【0012】

防振レンズ群に強い屈折力を与えた場合、一定量の補正効果を得るための偏心量が小さくなりすぎる。その結果、防振レンズ群の電氣的又は機械的な駆動制御が困難になってくる問題もある。

【0013】

よって、画像ぶれの補正時に光学的な性能劣化が無く、同時に良好な補正特性を得るためには防振レンズ群の光学的配置の工夫が必要となってくる。

【0014】

本発明は、防振レンズ群に適切な屈折力を与えることが可能な、ズームレンズの提供を目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明の例示的なズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズユニット、負の屈折力の第2レンズユニット、全ズーム範囲で全体として正の屈折力のリアレンズグループより構成される。このリアレンズグループは、ズーミングに際して移動する複数のレンズユニットを有する。この複数のレンズユニットは、ズーミング中に隣接したレンズユニットとの間隔が変化する負の屈折力のレンズ成分を含んでいる。この負の屈折力のレンズ成分は、負の屈折力のフロントレンズサブ成分と、負の屈折力のリアレンズ

50

サブ成分で構成されている。また、フロントレンズサブ成分は、ズームレンズが形成する像を変位させるように、光軸に対し垂直方向の成分を持つように移動可能である。そして、前記フロントレンズサブ成分から最も像側のレンズユニットまでの各レンズサブ成分及び各レンズユニットの望遠端での横倍率の積を R 、負の屈折力のレンズ成分の広角端における焦点距離を F_N 、フロントレンズサブ成分の焦点距離を F_{Bs} 、前記フロントレンズサブ成分の最も物体側の面の曲率半径と最も像側の面の曲率半径を各々 R_a 、 R_b とするとき、

$$\begin{aligned} 0.6 < \frac{R}{F_N / F_{Bs}} < 1.6 \\ 0.54 < \frac{R}{F_N / F_{Bs}} < 0.8 \\ -1 < (R_a + R_b) / (R_a - R_b) < -0.15 \end{aligned}$$

10

なる条件を満足する。

【0016】

なお、本発明及び明細書において「レンズユニット」とは、少なくとも1つのレンズで構成され、ズーミングに際して変化する間隔で分けられる単位を意味する。一方、「レンズ成分」は、機能的に分けられる単位である。「レンズ成分」は、後述の実施例で説明するように、1つのレンズユニットで構成される場合と、複数のレンズユニットで構成される場合とが存在する。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、防振レンズ群に適切な屈折力を与えることが可能なズームレンズを提供できる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置の実施例および参考例について説明する。

図1(A)、(B)、(C)は、実施例1のズームレンズの広角端（短焦点距離）、中間のズーム位置、望遠端（長焦点距離）におけるレンズ断面図である。

図2(A)、(B)、(C)は、実施例1のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における横収差図である。

図3(A)、(B)、(C)は、実施例1のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における基準状態（防振レンズ群が変位していない状態）での縦収差図である。

30

図4(A)、(B)、(C)は、実施例1のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における画角の0.3°分に相当する防振を行った状態（像位置変位を行った状態）での縦収差図である。

図5(A)、(B)、(C)は、実施例2のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図である。

図6(A)、(B)、(C)は、実施例2のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における横収差図である。

図7(A)、(B)、(C)は、実施例2のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における基準状態での縦収差図である。

40

図8(A)、(B)、(C)は、実施例2のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における画角の0.3°分に相当する防振を行った状態での縦収差図である。

図9(A)、(B)、(C)は、参考例のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図である。

図10(A)、(B)、(C)は、参考例のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における横収差図である。

図11(A)、(B)、(C)は、参考例のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における基準状態での縦収差図である。

図12(A)、(B)、(C)は、参考例のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における画角の0.3°分に相当する防振を行った状態での縦収差図である。

50

図 1 3 (A) , (B) , (C) は、実施例 3 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図である。

図 1 4 (A) , (B) , (C) は、実施例 3 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における横収差図である。

図 1 5 (A) , (B) , (C) は、実施例 3 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における基準状態での縦収差図である。

図 1 6 (A) , (B) , (C) は、実施例 3 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における画角の 0.3° 分に相当する防振を行った状態での縦収差図である。

【 0 0 1 9 】

図 4 , 8 , 1 2 , 1 6 に示した防振状態での縦収差図は、防振レンズ群をレンズ断面図上で下方向に垂直に移動した状態での収差図である。

図 1 7 は、本発明のズームレンズを備える一眼レフカメラ（撮像装置）の要部概略図である。

図 1 8 は、実施例 1 のズームレンズの広角端から望遠端へのズーミングの際の各レンズユニットの移動軌跡を示している。

図 1 9 は、実施例 2 のズームレンズの広角端から望遠端へのズーミングの際の各レンズユニットの移動軌跡を示している。

図 2 0 は、参考例 のズームレンズの広角端から望遠端へのズーミングの際の各レンズユニットの移動軌跡を示している。

図 2 1 は、実施例 3 のズームレンズの広角端から望遠端へのズーミングの際の各レンズユニットの移動軌跡を示している。

【 0 0 2 0 】

レンズ断面図において、左方が物体側（前方）で、右方が像側（後方）である。各実施例および参考例のズームレンズは撮像装置に用いられる撮影レンズ系である。レンズ断面図において L_i は、ズーミングの際に一体的に移動するレンズの単位である第 i レンズユニットである。ここで、 i は物体側から数えたレンズユニットの順番である。 L_G は、複数のレンズユニットを有し、全ズーム範囲で全体として正の屈折力のレンズグループである。

【 0 0 2 1 】

IP は像面である。本発明のズームレンズをビデオカメラやデジタルスチルカメラの撮影光学系として使用する際は、 IP は CCD センサや $CMOS$ センサ等の固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面に相当する。銀塩フィルム用のカメラの撮影光学系として使用する際は、フィルム面等の感光面に相当する。

【 0 0 2 2 】

SP は開口絞りである。開口絞り SP は、全ての実施例および参考例において第 3 レンズユニット群 L_3 の物体側に位置している。開口絞り SP は、ズーミングに際して、第 3 レンズユニット L_3 と一体に、又は独立に移動する。

【 0 0 2 3 】

収差図において、 d , g は各々 d 線及び g 線、 $S.C$ は正弦条件、 M , S はメリディオナル像面、サジタル像面である。倍率色収差は g 線によって表わしている。

【 0 0 2 4 】

Fno は F ナンバー、 ω は半画角、 Y は像高である。

【 0 0 2 5 】

各実施例および参考例のズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力（光学的パワー＝焦点距離の逆数）の第 1 レンズユニット L_1 、負の屈折力の第 2 レンズユニット L_2 、複数のレンズユニットを有した全ズーム範囲で全体として正の屈折力のリアレンズグループ L_G で構成されている。リアレンズグループ L_G は、ズーミングに際して隣接したレンズユニットとの間隔が変化する負の屈折力のレンズ成分 L_N を有している。レンズ成分 L_N は、負の屈折力のフロントレンズサブ成分 L_{N1} と負の屈折力のリアレンズサブ成分 L_{N2} で構成されている。そして、フロントレンズサブ成分 L_{N1} とリアレンズサブ

10

20

30

40

50

成分 $L N 2$ のいずれか一方の少なくとも一部を光軸に対し少なくとも垂直方向の成分を持つように変位させることにより、ズームレンズ全系が形成する像の変位（防振）を行っている。

【0026】

実施例 1, 2 においては、第 4 レンズユニット $L 4$ がレンズ成分 $L N$ に相当する。参考例においては、第 5 レンズユニット $L 5$ がレンズ成分 $L N$ に相当する。実施例 3においては、第 5 レンズユニット $L 5$ がフロントレンズサブ成分 $L N 1$ に相当し、第 6 レンズユニット $L 6$ がリアレンズサブ成分 $L N 2$ に相当する。そして、第 5 レンズユニット $L 5$ と第 6 レンズユニット $L 6$ を合わせたレンズ成分がレンズ成分 $L N$ に相当する。

【0027】

一般的に正、負、正の屈折力のレンズ群より成る 3 群ズームレンズでは、ズーミングに際して第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の空気間隔を変化させることにより、主に第 2 レンズ群で変倍を行い、第 3 レンズ群の移動にて変倍に伴う像面補正を行っている。

【0028】

各実施例および参考例では、一般的な 3 群ズームレンズの第 3 レンズ群を更にズーミング中それぞれ独立に光軸上移動する複数のレンズユニット（リアレンズグループ $L G$ ）より構成している。これにより、高いズーム比を持つズームレンズでありながら、レンズ全長の小型化と同時に高画質化を図っている。すなわち、リアレンズグループ $L G$ 内で、第 2 レンズユニット $L 2$ での変倍作用に加えて、更なる変倍作用を行っている。それと同時に、変倍に伴って変化する像面位置の細かな補償も、リアレンズグループ $L G$ 内で行っている。

【0029】

全体として正の屈折力のリアレンズグループ $L G$ における効率的な変倍の観点からは、リアレンズグループ $L G$ 中の負の屈折力のレンズ成分 $L N$ は、強い負の屈折力を持つことが好ましい。

【0030】

その一方で、防振レンズ群に対し、あまり強い負の屈折力を与えると、高次の収差が大きく発生する。その結果、像ぶれ補正時に光学性能の劣化が生じる。また、防振レンズ群の移動量制御に高い精度が要求されるため、電氣的や機械的制御が困難になってくる。

【0031】

そこで各実施例および参考例では、レンズ成分 $L N$ を負の屈折力の 2 つのサブレンズ成分に分け、そのどちらか片方のサブレンズ成分（例えばフロントレンズサブ成分 $L N 1$ ）を防振レンズ群としている。これにより、レンズ成分 $L N$ 全体では強い負の屈折力を保ちつつ、防振レンズ群には光学性能と、駆動制御性の点で適切な屈折力を与えることが可能になる。

【0032】

各実施例および参考例では、レンズ成分 $L N$ の物体側と像側のそれぞれに、正の屈折力のレンズ成分 $L P F$, $L P R$ を配置している。

【0033】

具体的に、実施例 1 及び実施例 2 では、レンズ成分 $L N$ である第 4 レンズユニット $L 4$ の物体側に正の屈折力のレンズ成分 $L P F$ を配置し、像側に正の屈折力のレンズ成分 $L P R$ を配置している。実施例 1 及び実施例 2 において、レンズ成分 $L P F$ は正の屈折力の第 3 レンズユニット $L 3$ で構成されている。更に正の屈折力のレンズ成分 $L P R$ は正の屈折力の第 5 レンズユニット $L 5$ で構成されている。

【0034】

なお、レンズ成分 $L P F$ は、更に 2 つのレンズサブ成分 $L P F 1$ と $L P F 2$ で構成されている。レンズ成分 $L P R$ も、更に 2 つのレンズサブ成分 $L P R 1$ と $L P R 2$ で構成されている。レンズサブ成分 $L P F 1$, $L P F 2$, $L P R 1$, $L P R 2$ は、いずれも正の屈折力である。

【0035】

10

20

30

40

50

参考例では、レンズ成分L Nである第5レンズユニットL 5の物体側に正の屈折力のレンズ成分L P Fを配置し、像側に正の屈折力のレンズ成分L P Rを配置している。参考例において、レンズ成分L P Fは、レンズサブ成分L P F 1である正の屈折力の第3レンズユニットL 3及びレンズサブ成分L P F 2である正の屈折力の第4レンズユニットL 4で構成されている。レンズ成分L P Rは正の屈折力の第6レンズユニットL 6で構成されている。レンズ成分L P Rは、更に2つのレンズサブ成分L P R 1とL P R 2で構成されている。レンズサブ成分L P R 1, L P R 2は、いずれも正の屈折力である。

【0036】

実施例3では、レンズ成分L Nである第5レンズユニットL 5及び第6レンズユニットL 6の物体側に正の屈折力のレンズ成分L P Fを配置し、像側に正の屈折力のレンズ成分L P Rを配置している。実施例3において、レンズ成分L P Fは、レンズサブ成分L P F 1である正の屈折力の第3レンズユニットL 3及びレンズサブ成分L P F 2である正の屈折力の第4レンズユニットL 4で構成されている。レンズ成分L P Rは、レンズサブ成分L P R 1である正の屈折力の第7レンズユニットL 7及びレンズサブ成分L P R 2である正の屈折力の第8レンズユニットL 8で構成されている。

10

【0037】

正の屈折力のレンズ成分L P Fの収斂作用により、レンズ成分L Nのレンズ径の小型化を図っている。

【0038】

なお、広角端から望遠端へのズーミングに際し、レンズ成分L Nとレンズ成分L P Fとの間隔は大きく、レンズ成分L Nとレンズ成分L P Rとの間隔は小さくなっている。このように各レンズ成分の間隔を変化させることで、高い変倍効果を得ている。

20

【0039】

各実施例および参考例において、ズーミングに際する各レンズユニットの移動状態は次のとおりである。

【0040】

図1, 図5の実施例1, 2は、第1レンズユニットL 1、第2レンズユニットL 2、第3レンズユニットL 3、第4レンズユニットL 4、第5レンズユニットL 5が、ズーミングに際して独立に移動する5群ズームレンズである。

【0041】

図9の参考例は、第1レンズユニットL 1、第2レンズユニットL 2、第3レンズ群L 3、第4レンズユニットL 4、第5レンズユニットL 5、第6レンズユニットL 6がズーミングに際して独立に移動する、6群ズームレンズである。

30

【0042】

図13の実施例3は、第1レンズユニットL 1、第2レンズユニットL 2、第3レンズユニットL 3、第4レンズユニットL 4、第5レンズユニットL 5、第6レンズユニットL 6、第7レンズユニットL 7、第8レンズユニットL 8がズーミングに際して独立に移動する、8群ズームレンズである。

【0043】

なお、開口絞りS Pは、第2レンズ群L 2とレンズ成分L Nの間に配置するのが良い。このような開口絞りS Pの配置の場合、レンズ成分L Nを構成する2つのレンズサブ成分のうち、瞳位置により近い物体側のフロントレンズサブ成分L N 1を防振レンズ群とするのが好ましい。なぜならば、リアレンズサブ成分L N 2を防振レンズ群に選定した場合に比して、防振レンズ群のレンズ外径を小さくすることができるため、駆動トルク低減のため有利だからである。各実施例および参考例では、リアレンズサブ成分L N 1を防振レンズ群として採用している。

40

【0044】

防振レンズ群をフロントレンズサブ成分L N 1に選定した場合、リアレンズサブ成分L N 2は、負の屈折力の単一レンズで構成するのが、光学系の小型化とレンズコストの低減のため良い。

50

【 0 0 4 5 】

各実施例においては、次の諸条件式のうち 1 以上を満足している。それによって各条件式を満足することによって得られる効果をそれぞれ得ている。

【 0 0 4 6 】

$$1.2 < F1 / Fm < 2.5 \quad \dots (1)$$

$$0.2 < |F2 / Fm| < 0.4 \quad \dots (2)$$

$$0.4 < |FN / Fm| < 1.2 \quad \dots (3)$$

$$0.6 < F3m / Fm < 1.2 \quad \dots (4)$$

$$0.6 < R < 1.6 \quad \dots (5)$$

$$0.54 \leq FN / FBs < 0.8 \quad \dots (6)$$

10

【 0 0 4 7 】

$$-1 < (Ra + Rb) / (Ra - Rb) < -0.15 \quad \dots (7)$$

【 0 0 4 8 】

ここで、全系の広角端と望遠端における焦点距離を各々 F_w 、 F_t とし、ズーム領域の中間での焦点距離を $F_m = (F_w \cdot F_t)$ と定義する。

【 0 0 4 9 】

$F1$ は第 1 レンズユニット $L1$ の焦点距離、 $F2$ は第 2 レンズユニット $L2$ の焦点距離、 FN はリアレンズグループ LG 中のレンズ成分 LN の広角端における焦点距離、 $F3m$ はリアレンズグループ LG の焦点距離 Fm における合成焦点距離、 R は防振レンズ群から最も像側のレンズユニットまでの各レンズユニット（各レンズサブ成分）の望遠端（無限遠物体合焦時）での横倍率の積、 FBs はフロントレンズサブ成分 $LN1$ の焦点距離、 Ra 、 Rb はそれぞれ、防振レンズ群の最も物体側の面の曲率半径と最も像側の面の曲率半径である。

20

【 0 0 5 0 】

次に各条件式の技術的意味について説明する。

【 0 0 5 1 】

条件式 (1) ~ (4) は、主に高画質でコンパクトなズームレンズを得るためのものである。

【 0 0 5 2 】

条件式 (1) の上限値を越えると、第 1 レンズユニット $L1$ の屈折力が弱くなりすぎて、レンズ外径の増大やレンズ全長の増加を招く。

30

【 0 0 5 3 】

他方、下限値を越えると、第 1 レンズユニット $L1$ の屈折力が強くなりすぎ、高次の球面収差の補正が困難となる。

【 0 0 5 4 】

条件式 (2) の上限値を越えると、第 2 レンズユニット $L2$ の屈折力が弱まり、一定のズーム比を得るためには、各レンズユニットの移動量を大きくせねばならなくなる。結果としてレンズ系のコンパクト化が困難となってくる。

【 0 0 5 5 】

また下限値を越えると、負の屈折力が大きくなるため、ペッツバール和が負の方向に大となり、像面湾曲が大きくなる。

40

【 0 0 5 6 】

条件式 (3) は、防振レンズ群を有するレンズ成分 LN の屈折力に関するもので、高いズーム比を達成しつつ、光学性能を維持するためのものである。

【 0 0 5 7 】

条件式 (3) の上限を越えてレンズ成分 LN の負の屈折力が弱くなってくると、一定の変倍作用を行うために、レンズ成分 LN の移動量が増加し、その結果レンズ全長が増大する。

【 0 0 5 8 】

他方、下限値を越えて、レンズ成分 LN の負の屈折力が大きくなってくると、高次の球

50

面収差やコマ収差が大きく発生し、その補正が困難となってくる。

【0059】

条件式(4)はリアレンズグループLGのズーム領域中間での合成屈折力($1/F_3m$)とレンズ系全体の中間のズーム位置における焦点距離 F_m の比を表しており、レンズ系を小型にしつつ高画質を維持するための条件である。

【0060】

条件式(4)の上限値を超えると、リアレンズグループLGの正の屈折力が小さくなりすぎ、レンズ全長(最も物体側のレンズ面から像面までの長さ)が増大してくるため良くない。

【0061】

また条件式(4)の下限値を超えると、レンズ全長の短縮には有利となるが、一定の焦点距離を得るために負の屈折力の第2レンズ群の屈折力を大きくせねばならない。その結果、高次の諸収差が大きく発生してきてこれを補正することが困難になってくる。

【0062】

条件式(5)は、電氣的・機械的制御が容易な範囲で、防振レンズ群の変位量をなるべく少なくするための条件である。もっとも像ブレの影響を受けやすい望遠端にて、防振レンズ群から最も像側のレンズユニットまでの各レンズユニットの横倍率の積 R を適切に設定したものである。

【0063】

条件式(5)の上限値を超えると、少ない変位量にて像ブレ補正が可能となるが、細かな像ブレ補正を行うための電氣的、機械的制御が困難となる。結果として良好な画質を得るのが難しくなってくる。

【0064】

条件式(5)の下限値を超えると、像ブレ補正を行うために必要な防振レンズ群の変位量を大きくしなければならなくなる。その結果、防振動作時の光線のケラレを防止するため、防振レンズ群のレンズ径を大きくせねばならず、防振レンズ群のレンズ重量が増加する。

【0065】

そのため、レンズ系の大型化だけでなく、防振レンズ群を駆動するために大きな駆動トルクが必要となり、駆動機構の大型化を招いてしまう。

【0066】

条件式(6)は防振レンズ群であるフロントレンズ成分LN1の屈折力に関するものである。この条件式を満足することにより、防振時のフロントレンズサブ成分LN1の変位量を抑えつつ、高画質を維持することができる。

【0067】

条件式(6)の上限を越えてフロントレンズ成分LN1の負の屈折力が弱くなってくると、防振作用を行うためのフロントレンズ成分LN1の変位量が増加してくる。また、防振動作時に一定の周辺光量を確保するため、フロントレンズ成分LN1のレンズ径が増大する。

【0068】

下限値を越えると、フロントレンズ成分LN1の負の屈折力が大きくなってくため、高次の球面収差やコマ収差が大きく発生し、防振時の収差補正が困難となってくる。

【0069】

なお、防振レンズ群は、像ブレ補正中に発生する色収差と球面収差の低減のために、メニスカス形状の正レンズと両凹形状の負レンズで構成するのが良い。更にこれら2つのレンズを接合レンズとすると、より色収差と球面収差の低減のために効果的である。

【0070】

条件式(7)は更なる高画質を得るために、防振レンズ群のレンズ面形状を適切に設定するためのものである。

【0071】

10

20

30

40

50

条件式(7)で設定した範囲を越えると、防振レンズ群を像ブレ補正のために変位させた状態と、変位させていない状態とで、2つのレンズ面における球面収差とコマ収差のキャンセル関係が崩れてしまうため良くない。

【0072】

尚、更に好ましくは条件式(1)～(7)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$\begin{aligned} 1.4 < F1/Fm < 2.2 & \dots (1a) \\ 0.25 < |F2/Fm| < 0.38 & \dots (2a) \\ 0.5 < |FN/Fm| < 1.0 & \dots (3a) \\ 0.7 < F3m/Fm < 1.0 & \dots (4a) \\ 0.7 < R < 1.4 & \dots (5a) \\ 0.54 < FN/FBs < 0.65 & \dots (6a) \end{aligned}$$

10

【0073】

$$-0.9 < (Ra + Rb) / (Ra - Rb) < -0.2 \dots (7a)$$

【0074】

各実施例および参考例において、無限遠物体から近距離物体へのフォーカスは、第1レンズユニットL1または第2レンズユニットL2を物体側に移動させることにより行う。特に第2レンズユニットL2を移動させてフォーカスを行うほうが、第1レンズユニットL1のレンズ外径を増大させないためには良い。

【0075】

なお、第1、第2レンズユニットL1、L2を共に移動させることによってフォーカスをおこなっても良い。

20

【0076】

次に各レンズユニット、レンズ成分のレンズ構成について説明する。第1レンズユニットL1は、物体側より像側へ順に、像側のレンズ面が凹形状の負レンズ、正レンズ、物体側のレンズ面が凸形状の正レンズで構成している。この第1レンズユニットL1の構成が収差補正上好ましい。

【0077】

第2レンズユニットL2は、物体側より像側へ順に、像側のレンズ面が凹形状の負レンズ、両凹形状の負レンズ、物体側のレンズ面が凸形状の正レンズ、物体側のレンズ面が凹形状の負レンズで構成している。この第2レンズユニットL2の構成が収差補正上好ましい。

30

【0078】

リアレンズグループLGは、物体側より像側へ順に、全体として正の屈折力のレンズ成分LPF、全体として負の屈折力のレンズ成分LN、全体として正の屈折力のレンズ成分LPRで構成されている。更にレンズ成分LPFは、物体側より像側へ順に、正の屈折力のレンズサブ成分LPF1、正の屈折力のレンズサブ成分LPF2で構成されている。レンズ成分LNは、物体側より像側へ順に、負の屈折力のレンズサブ成分LN1、負の屈折力のレンズサブ成分LN2で構成されている。レンズ成分LRは、物体側より像側へ順に、正の屈折力のレンズサブ成分LPR1、正の屈折力のレンズサブ成分LPR2で構成されている。

40

【0079】

レンズ成分LPF1は、像側が凹面のメニスカス形状の負レンズと、正レンズとを接合した全体として正の屈折力の接合レンズで構成している。レンズ成分LPF2は、正の屈折力の単一レンズ、または正レンズと負レンズとを接合した全体として正の屈折力の接合レンズで構成している。このレンズ成分LPFの構成が、収差補正上好ましい。

【0080】

レンズ成分LN1は、像側の面が凸形状の正レンズと物体側のレンズ面が凹形状の負レンズとを接合した全体として負の屈折力の接合レンズで構成している。レンズ成分LN2は、物体側の面が凹形状の負レンズで構成している。

【0081】

50

レンズ成分 L P R 1 は、像側の面が凸形状の正レンズで構成している。レンズ成分 L P R 2 は、物体側より像側へ順に、像側の面が凸形状の正レンズ、物体側の面が凹形状の負レンズで構成している。

【 0 0 8 2 】

更なる光学性能向上のために、回折光学素子、屈折分布型光学材料を導入してもよい。

【 0 0 8 3 】

以下に、実施例 1、実施例 2、参考例、実施例 3 に各々対応する 数値実施例 1、数値実施例 2、参考例、数値実施例 3 を示す。各数値実施例および参考例において、 i は物体側からの面の順番を示し、 R_i は各面の曲率半径、 D_i は第 i 面と第 $(i + 1)$ 面との間の間隔、 N_i 、 i はそれぞれ d 線を基準とした屈折率、アッペ数を示す。

10

【 0 0 8 4 】

又、非球面形状は、光軸からの高さ h の位置での光軸方向の変位を、面頂点を基準にして X とするとき、

【 0 0 8 5 】

【 数 1 】

$$X = \frac{(1/R) h^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k) (h/R)^2}} + A h^2 + B h^4 + C h^6 + D h^8 + E h^{10}$$

【 0 0 8 6 】

で表される。但し R は近軸曲率半径、 k は円錐定数、 A 、 B 、 C 、 D 、 E は非球面係数である。数値実施例および参考例中で記載がない定数や係数は 0 である。

20

【 0 0 8 7 】

又、「 $e - X$ 」は「 $x10 - X$ 」を意味している。 f は焦点距離、 Fno は F ナンバー、 θ は半画角を表す。又、前述の各条件式 (1) ~ (7) と数値実施例および参考例における諸数値との対応を表 - 1 に示す。

【 0 0 8 8 】

(数値実施例 1)

$$f = 17.55 \sim 82.51 \quad Fno = 4.10 \sim 4.97 \quad 2 = 75.7 \sim 18.8$$

30

| | | | |
|----------------|------------|----------------|-----------|
| R 1 = 110.199 | D 1 = 1.50 | N 1 = 1.846660 | 1 = 23.9 |
| R 2 = 45.988 | D 2 = 7.95 | N 2 = 1.712995 | 2 = 53.9 |
| R 3 = 579.052 | D 3 = 0.12 | | |
| R 4 = 44.008 | D 4 = 5.30 | N 3 = 1.772499 | 3 = 49.6 |
| R 5 = 122.296 | D 5 = 可変 | | |
| R 6 = 115.056 | D 6 = 1.20 | N 4 = 1.772499 | 4 = 49.6 |
| R 7 = 10.499 | D 7 = 5.07 | | |
| R 8 = -126.527 | D 8 = 1.00 | N 5 = 1.882997 | 5 = 40.8 |
| R 9 = 24.408 | D 9 = 0.15 | | |
| R10 = 16.369 | D10 = 6.50 | N 6 = 1.761821 | 6 = 26.5 |
| R11 = -25.012 | D11 = 0.11 | | |
| R12 = -23.378 | D12 = 1.00 | N 7 = 1.804000 | 7 = 46.6 |
| R13 = 53.261 | D13 = 可変 | | |
| R14 = 絞り | D14 = 可変 | | |
| R15 = 49.724 | D15 = 0.80 | N 8 = 1.804000 | 8 = 46.6 |
| R16 = 14.060 | D16 = 3.50 | N 9 = 1.487490 | 9 = 70.2 |
| R17 = -43.100 | D17 = 0.15 | | |
| R18 = 21.634 | D18 = 4.20 | N10 = 1.487490 | 10 = 70.2 |
| R19 = -16.072 | D19 = 0.90 | N11 = 1.846660 | 11 = 23.9 |
| R20 = -19.909 | D20 = 可変 | | |

40

50

| | | | | |
|-----------------|------------|----------------|-----------|----|
| R21 = -44.276 | D21 = 2.00 | N12 = 1.846660 | 12 = 23.9 | |
| R22 = -16.791 | D22 = 0.80 | N13 = 1.723420 | 13 = 38.0 | |
| R23 = 108.148 | D23 = 7.59 | | | |
| R24 = -17.279 | D24 = 1.20 | N14 = 1.487490 | 14 = 70.2 | |
| R25 = -32.589 | D25 = 可変 | | | |
| R26 = 52.525 | D26 = 7.50 | N15 = 1.583126 | 15 = 59.4 | |
| * R27 = -21.652 | D27 = 0.15 | | | |
| R28 = -73.657 | D28 = 4.20 | N16 = 1.487490 | 16 = 70.2 | |
| R29 = -24.960 | D29 = 0.91 | | | |
| R30 = -19.074 | D30 = 1.30 | N17 = 1.846660 | 17 = 23.9 | 10 |
| R31 = -40.536 | | | | |

| | | | | |
|--------|-------|-------|-------|----|
| \ 焦点距離 | 17.55 | 36.63 | 82.51 | |
| 可変間隔 \ | | | | |
| D 5 | 2.15 | 15.83 | 30.27 | |
| D13 | 12.92 | 5.91 | 1.83 | |
| D14 | 4.71 | 3.64 | 2.35 | |
| D20 | 1.00 | 5.37 | 8.77 | |
| D25 | 9.25 | 4.89 | 1.48 | 20 |

非球面係数

27面 : $k = -1.25893e-01$ $A = 0$ $B = 9.25532e-06$ $C = -3.95378e-10$
 $D = -2.81600e-12$ $E = -3.43647e-13$

【 0 0 8 9 】

(数值実施例 2)

$f = 17.50 \sim 82.48$ $F n o = 3.61 \sim 4.48$ $2 = 75.9 \sim 18.8$ 30

| | | | | |
|----------------|------------|----------------|-----------|----|
| R 1 = 138.366 | D 1 = 1.80 | N 1 = 1.846660 | 1 = 23.9 | |
| R 2 = 51.329 | D 2 = 7.90 | N 2 = 1.772499 | 2 = 49.6 | |
| R 3 = 1842.315 | D 3 = 0.12 | | | |
| R 4 = 43.285 | D 4 = 4.30 | N 3 = 1.733997 | 3 = 51.5 | |
| R 5 = 94.213 | D 5 = 可変 | | | |
| * R 6 = 96.073 | D 6 = 0.05 | N 4 = 1.524210 | 4 = 51.4 | |
| R 7 = 79.853 | D 7 = 1.20 | N 5 = 1.772499 | 5 = 49.6 | |
| R 8 = 12.044 | D 8 = 6.04 | | | |
| R 9 = -45.600 | D 9 = 1.00 | N 6 = 1.772499 | 6 = 49.6 | 40 |
| R10 = 24.054 | D10 = 0.15 | | | |
| R11 = 19.529 | D11 = 4.90 | N 7 = 1.740769 | 7 = 27.8 | |
| R12 = -29.817 | D12 = 0.40 | | | |
| R13 = -22.975 | D13 = 1.00 | N 8 = 1.696797 | 8 = 55.5 | |
| R14 = -489.926 | D14 = 可変 | | | |
| R15 = 絞り | D15 = 1.50 | | | |
| R16 = 32.590 | D16 = 0.90 | N 9 = 1.834807 | 9 = 42.7 | |
| R17 = 16.456 | D17 = 2.90 | N10 = 1.487490 | 10 = 70.2 | |
| R18 = -67.158 | D18 = 0.15 | | | |
| R19 = 26.607 | D19 = 3.10 | N11 = 1.487490 | 11 = 70.2 | 50 |

| | | | | |
|-----------------|------------|----------------|-----------|----|
| R20 = -18.935 | D20 = 1.00 | N12 = 1.846660 | 12 = 23.9 | |
| R21 = -26.830 | D21 = 可変 | | | |
| R22 = -49.626 | D22 = 2.00 | N13 = 1.846660 | 13 = 23.9 | |
| R23 = -17.431 | D23 = 0.80 | N14 = 1.723420 | 14 = 38.0 | |
| R24 = 93.982 | D24 = 4.50 | | | |
| R25 = -18.206 | D25 = 1.20 | N15 = 1.516330 | 15 = 64.1 | |
| R26 = -29.578 | D26 = 可変 | | | |
| R27 = -5922.176 | D27 = 4.30 | N16 = 1.583126 | 16 = 59.4 | |
| * R28 = -27.532 | D28 = 0.15 | | | |
| R29 = 101.045 | D29 = 5.30 | N17 = 1.496999 | 17 = 81.5 | 10 |
| R30 = -23.723 | D30 = 1.72 | | | |
| R31 = -19.779 | D31 = 1.50 | N18 = 1.846660 | 18 = 23.9 | |
| R32 = -35.860 | | | | |

| | | | | |
|--------|-------|-------|-------|----|
| \ 焦点距離 | 17.50 | 37.99 | 82.48 | |
| 可変間隔 \ | | | | |
| D 5 | 2.30 | 17.58 | 32.49 | |
| D14 | 18.47 | 8.11 | 1.56 | |
| D21 | 1.08 | 5.97 | 9.29 | 20 |
| D26 | 9.41 | 4.52 | 1.20 | |

非球面係数

6面 : $k = -1.85891e+01$ $A = 0$ $B = 1.33203e-05$ $C = -4.15302e-08$
 $D = 9.68962e-11$ $E = -8.34696e-14$

28面 : $k = 1.04449e-01$ $A = 0$ $B = 3.09979e-06$ $C = -2.93942e-09$
 $D = -7.21339e-12$ $E = -2.07062e-13$ 30

【 0 0 9 0 】

(参考例)

$f = 17.50 \sim 82.42$ $F n o = 3.60 \sim 5.33$ $2 = 75.8 \sim 18.8$

| | | | | |
|----------------|------------|----------------|----------|----|
| R 1 = 104.472 | D 1 = 1.80 | N 1 = 1.846660 | 1 = 23.9 | |
| R 2 = 44.660 | D 2 = 6.90 | N 2 = 1.772499 | 2 = 49.6 | |
| R 3 = 326.415 | D 3 = 0.12 | | | |
| R 4 = 47.860 | D 4 = 4.60 | N 3 = 1.733997 | 3 = 51.5 | |
| R 5 = 142.923 | D 5 = 可変 | | | 40 |
| * R 6 = 70.210 | D 6 = 0.05 | N 4 = 1.524210 | 4 = 51.4 | |
| R 7 = 75.152 | D 7 = 1.20 | N 5 = 1.772499 | 5 = 49.6 | |
| R 8 = 10.804 | D 8 = 5.83 | | | |
| R 9 = -55.330 | D 9 = 1.00 | N 6 = 1.834807 | 6 = 42.7 | |
| R10 = 34.736 | D10 = 0.13 | | | |
| R11 = 17.972 | D11 = 5.00 | N 7 = 1.740769 | 7 = 27.8 | |
| R12 = -29.277 | D12 = 0.25 | | | |
| R13 = -25.299 | D13 = 1.00 | N 8 = 1.696797 | 8 = 55.5 | |
| R14 = 54.622 | D14 = 可変 | | | |
| R15 = 絞り | D15 = 1.50 | | | 50 |

| | | | | | | | | |
|---------|---------|-------|------|-------|----------|------|------|----|
| R16 = | 34.064 | D16 = | 0.90 | N 9 = | 1.834807 | 9 = | 42.7 | |
| R17 = | 13.350 | D17 = | 3.40 | N10 = | 1.487490 | 10 = | 70.2 | |
| R18 = | -40.663 | D18 = | 可変 | | | | | |
| R19 = | 23.587 | D19 = | 3.80 | N11 = | 1.487490 | 11 = | 70.2 | |
| R20 = | -16.337 | D20 = | 1.00 | N12 = | 1.846660 | 12 = | 23.9 | |
| R21 = | -20.944 | D21 = | 可変 | | | | | |
| R22 = | -47.291 | D22 = | 2.00 | N13 = | 1.846660 | 13 = | 23.9 | |
| R23 = | -17.174 | D23 = | 0.80 | N14 = | 1.723420 | 14 = | 38.0 | |
| R24 = | 442.332 | D24 = | 3.62 | | | | | |
| R25 = | -28.511 | D25 = | 1.00 | N15 = | 1.589130 | 15 = | 61.1 | 10 |
| R26 = | 56.357 | D26 = | 可変 | | | | | |
| R27 = | 126.327 | D27 = | 6.00 | N16 = | 1.583126 | 16 = | 59.4 | |
| * R28 = | -25.957 | D28 = | 0.15 | | | | | |
| R29 = | 76.900 | D29 = | 7.50 | N17 = | 1.496999 | 17 = | 81.5 | |
| R30 = | -23.481 | D30 = | 1.67 | | | | | |
| R31 = | -21.730 | D31 = | 1.50 | N18 = | 1.846660 | 18 = | 23.9 | |
| R32 = | -46.529 | | | | | | | |

| | | | | |
|--------|-------|-------|-------|----|
| \ 焦点距離 | 17.50 | 37.98 | 82.42 | 20 |
| 可変間隔 \ | | | | |
| D 5 | 2.30 | 17.08 | 30.08 | |
| D14 | 16.63 | 7.65 | 1.02 | |
| D18 | 1.26 | 1.78 | 1.91 | |
| D21 | 0.95 | 4.86 | 7.24 | |
| D26 | 9.74 | 5.30 | 2.79 | |

非球面係数

30

6面 : k = -1.96050e+00 A = 0 B = 1.62390e-06 C = -5.85504e-08
D = 3.35453e-10 E = -6.60788e-13

28面 : k = -1.14685e-03 A = 0 B = 4.41597e-06 C = 7.68703e-09
D = 2.06119e-12 E = 2.40854e-13

【 0 0 9 1 】

(数值実施例 3)

f = 17.50 ~ 82.53 F n o = 4.23 ~ 4.97 2 = 75.8 ~ 18.8

40

| | | | | | | | | |
|---------|----------|-------|------|-------|----------|-----|------|----|
| R 1 = | 148.518 | D 1 = | 1.80 | N 1 = | 1.846660 | 1 = | 23.9 | |
| R 2 = | 51.813 | D 2 = | 8.00 | N 2 = | 1.772499 | 2 = | 49.6 | |
| R 3 = | 9506.708 | D 3 = | 0.12 | | | | | |
| R 4 = | 44.487 | D 4 = | 4.90 | N 3 = | 1.733997 | 3 = | 51.5 | |
| R 5 = | 102.758 | D 5 = | 可変 | | | | | |
| * R 6 = | 184.157 | D 6 = | 0.05 | N 4 = | 1.524210 | 4 = | 51.4 | |
| R 7 = | 146.756 | D 7 = | 1.20 | N 5 = | 1.772499 | 5 = | 49.6 | |
| R 8 = | 11.800 | D 8 = | 6.15 | | | | | |
| R 9 = | -45.108 | D 9 = | 1.00 | N 6 = | 1.772499 | 6 = | 49.6 | |
| R10 = | 25.122 | D10 = | 0.15 | | | | | 50 |

| | | | | | | | | |
|---------|----------|-------|------|-------|----------|------|------|----|
| R11 = | 19.729 | D11 = | 5.50 | N 7 = | 1.740769 | 7 = | 27.8 | |
| R12 = | -34.418 | D12 = | 0.45 | | | | | |
| R13 = | -26.585 | D13 = | 1.00 | N 8 = | 1.696797 | 8 = | 55.5 | |
| R14 = | -143.314 | D14 = | 可変 | | | | | |
| R15 = | 絞り | D15 = | 1.50 | | | | | |
| R16 = | 33.319 | D16 = | 0.80 | N 9 = | 1.834807 | 9 = | 42.7 | |
| R17 = | 15.866 | D17 = | 3.00 | N10 = | 1.487490 | 10 = | 70.2 | |
| R18 = | -65.808 | D18 = | 可変 | | | | | |
| R19 = | 27.123 | D19 = | 3.50 | N11 = | 1.487490 | 11 = | 70.2 | |
| R20 = | -20.578 | D20 = | 1.00 | N12 = | 1.846660 | 12 = | 23.9 | 10 |
| R21 = | -27.671 | D21 = | 可変 | | | | | |
| R22 = | -52.058 | D22 = | 2.00 | N13 = | 1.846660 | 13 = | 23.9 | |
| R23 = | -17.339 | D23 = | 0.80 | N14 = | 1.723420 | 14 = | 38.0 | |
| R24 = | 85.236 | D24 = | 可変 | | | | | |
| R25 = | -19.866 | D25 = | 1.20 | N15 = | 1.516330 | 15 = | 64.1 | |
| R26 = | -42.697 | D26 = | 可変 | | | | | |
| R27 = | 448.765 | D27 = | 4.30 | N16 = | 1.583126 | 16 = | 59.4 | |
| * R28 = | -26.937 | D28 = | 可変 | | | | | |
| R29 = | 148.541 | D29 = | 5.60 | N17 = | 1.496999 | 17 = | 81.5 | |
| R30 = | -23.052 | D30 = | 0.50 | | | | | 20 |
| R31 = | -20.241 | D31 = | 1.50 | N18 = | 1.846660 | 18 = | 23.9 | |
| R32 = | -36.595 | | | | | | | |

| | | | | |
|--------|-------|-------|-------|----|
| \ 焦点距離 | 17.50 | 38.00 | 82.53 | |
| 可変間隔 \ | | | | |
| D 5 | 1.77 | 17.41 | 31.85 | |
| D14 | 20.95 | 9.00 | 1.75 | |
| D18 | 0.35 | 1.17 | 1.09 | |
| D21 | 1.04 | 4.91 | 8.50 | 30 |
| D24 | 5.22 | 5.66 | 7.80 | |
| D26 | 9.37 | 4.96 | 1.49 | |
| D28 | 4.50 | 3.62 | 1.06 | |

非球面係数

6面 : k=5.52104e+00 A=0 B=1.46962e-05 C=-4.66433e-08
D=5.04968e-11 E=1.66734e-14

40

28面 : k=1.21651e-01 A=0 B=1.08173e-06 C=2.59213e-08
D=-2.40736e-10 E=2.72993e-13

【 0 0 9 2 】

【表 1】

表-1

| 条件式 | | 実施例1 | 実施例2 | 参考例 | 実施例3 |
|-----|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| (1) | $F1/Fm$ | 1.76 | 1.94 | 1.84 | 1.92 |
| (2) | $ F2/Fm $ | 0.29 | 0.35 | 0.33 | 0.36 |
| (3) | $ FN/Fm $ | 0.79 | 0.91 | 0.58 | 0.80 |
| (4) | $F3m/Fm$ | 0.80 | 0.81 | 0.80 | 0.91 |
| (5) | βR | 1.12 | 0.86 | 1.28 | 1.00 |
| (6) | FN/FBs | 0.55 | 0.61 | 0.27 | 0.54 |
| (7) | $(Ra+Rb)/(Ra-Rb)$ | -0.42 | -0.31 | -0.81 | -0.24 |

10

【0093】

次に本発明のズームレンズシステムを撮像装置に適用した実施例を図17を用いて説明する。

20

【0094】

図17は一眼レフカメラの要部概略図である。図13において、10は実施例1～3および参考例のズームレンズ1を有する撮影レンズである。ズームレンズ1は保持部材である鏡筒2に保持されている。20はカメラ本体であり、撮影レンズ10からの光束を上方に反射するクイックリターンミラー3、撮影レンズ10の像形成位置に配置された焦点板4、焦点板4に形成された逆像を正立像に変換するペンタダハプリズム5、その正立像を観察するための接眼レンズ6等によって構成されている。7は感光面であり、CCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）や銀塩フィルムが配置される。撮影時にはクイックリターンミラー3が光路から退避して、感光面7上に撮影レンズ10によって像が形成される。

30

【0095】

このように本発明のズームレンズシステムを一眼レフカメラ用の交換レンズ等に適用することにより、高い光学性能を有した撮像装置が実現できる。

【0096】

なお、本発明のズームレンズシステムは、クイックリターンミラーのない一眼レフカメラにも同様に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0097】

【図1】実施例1のズームレンズのレンズ断面図である。

40

【図2】実施例1のズームレンズの横収差図である。

【図3】実施例1のズームレンズの基準状態での縦収差図である。

【図4】実施例1のズームレンズの防振を行った状態での縦収差図である。

【図5】実施例2のズームレンズのレンズ断面図である。

【図6】実施例2のズームレンズの横収差図である。

【図7】実施例2のズームレンズの基準状態での縦収差図である。

【図8】実施例2のズームレンズの防振を行った状態での縦収差図である。

【図9】参考例のズームレンズのレンズ断面図である。

【図10】参考例のズームレンズの横収差図である。

【図11】参考例のズームレンズの基準状態での縦収差図である。

50

【図 1 2】参考例のズームレンズの防振を行った状態での縦収差図である。

【図 1 3】実施例 3 のズームレンズのレンズ断面図である。

【図 1 4】実施例 3 のズームレンズの横収差図である。

【図 1 5】実施例 3 のズームレンズの基準状態での縦収差図である。

【図 1 6】実施例 3 のズームレンズの防振を行った状態での縦収差図である。

【図 1 7】本発明の撮像装置の要部概略図である。

【図 1 8】実施例 1 のズームレンズのズーミングの際の各レンズユニットの移動軌跡を示す図である。

【図 1 9】実施例 2 のズームレンズのズーミングの際の各レンズユニットの移動軌跡を示す図である。

10

【図 2 0】参考例のズームレンズのズーミングの際の各レンズユニットの移動軌跡を示す図である。

【図 2 1】実施例 3 のズームレンズのズーミングの際の各レンズユニットの移動軌跡を示す図である。

【符号の説明】

【 0 0 9 8 】

L 1 第 1 レンズユニット

L 2 第 2 レンズユニット

L 3 第 3 レンズユニット

L 4 第 4 レンズユニット

20

L 5 第 5 レンズユニット

L 6 第 6 レンズユニット

L 7 第 7 レンズユニット

L 8 第 8 レンズユニット

L G リアレンズグループ

L N レンズ成分

L N 1 フロントレンズサブ成分

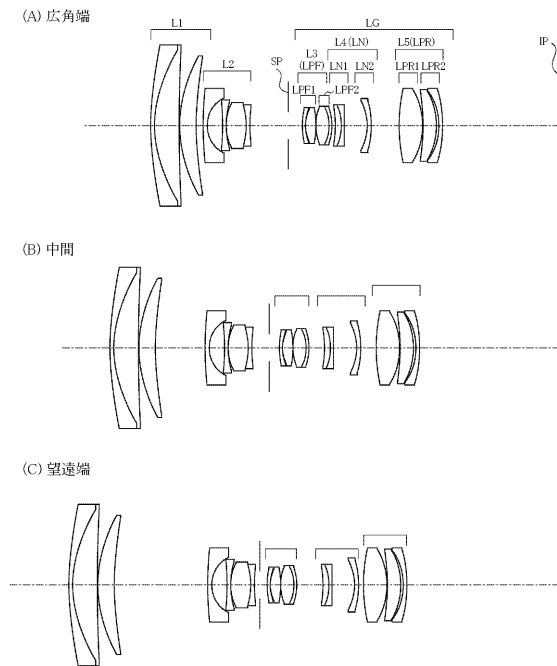
L N 2 リアレンズサブ成分

S P 開口絞り

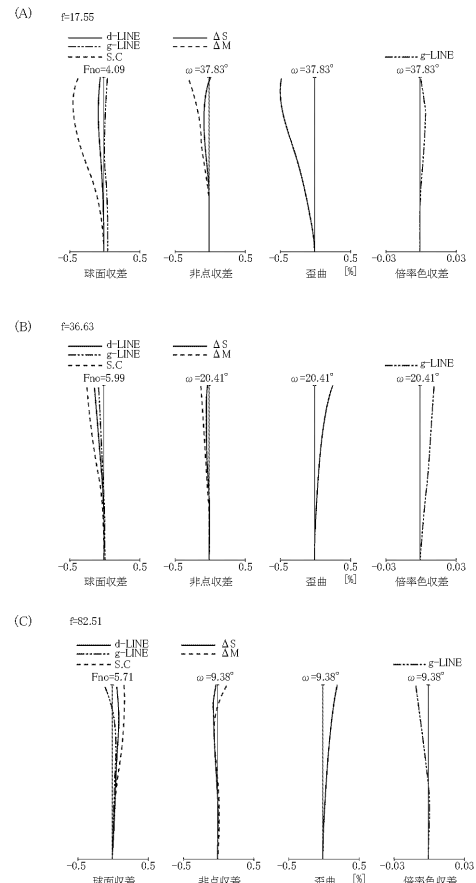
I P 像面

30

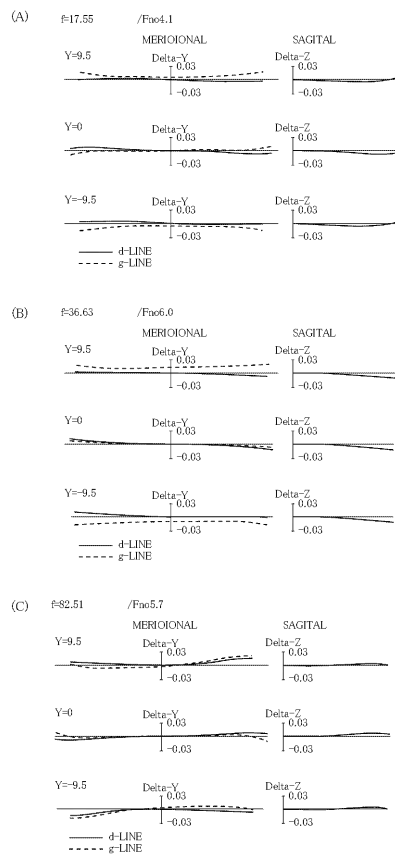
【図 1】



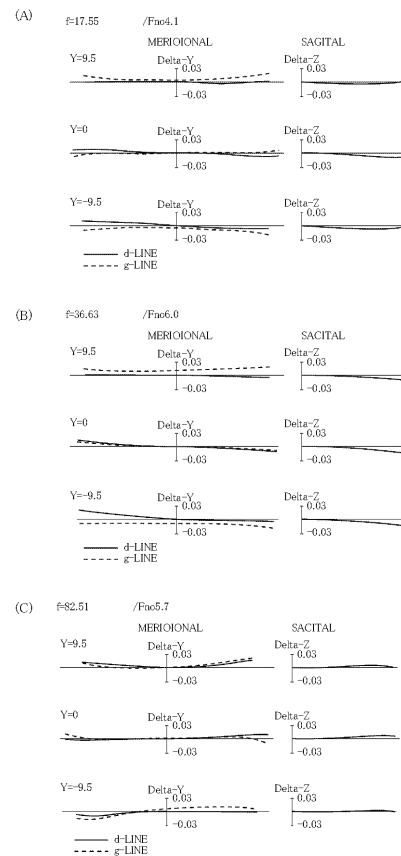
【図 2】



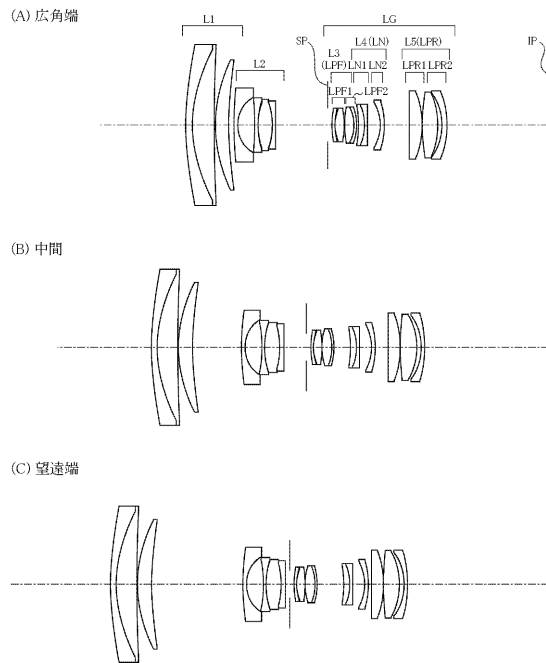
【図 3】



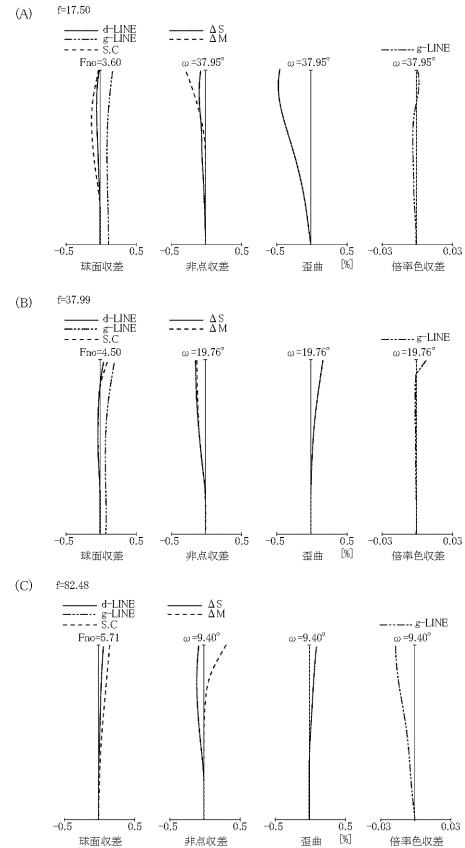
【図 4】



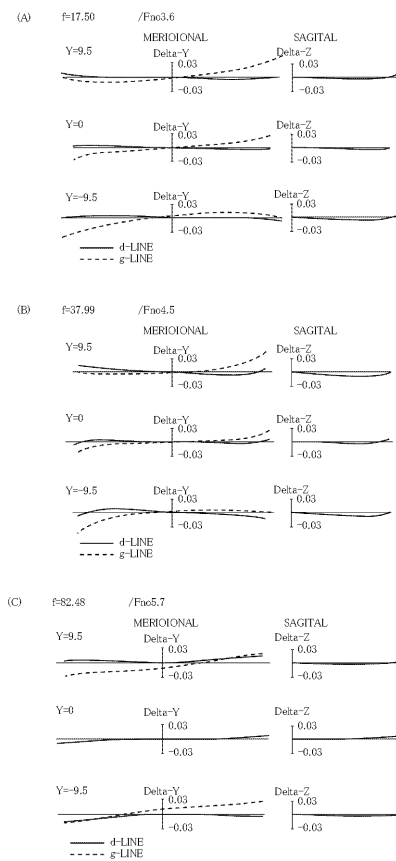
【図 5】



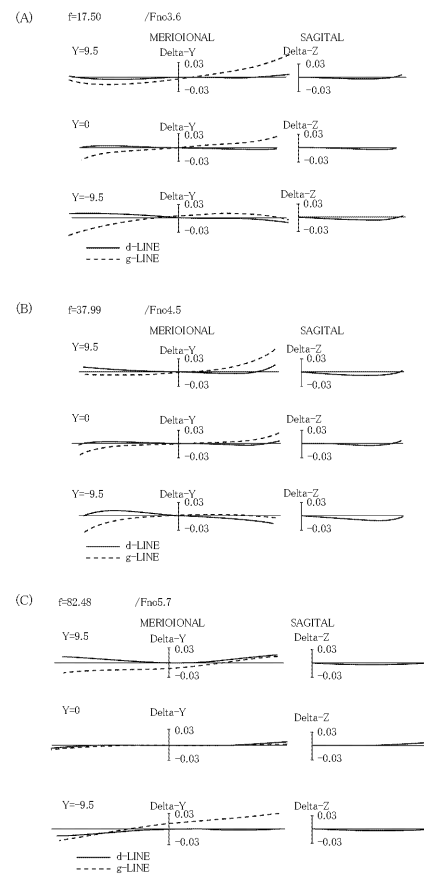
【図 6】



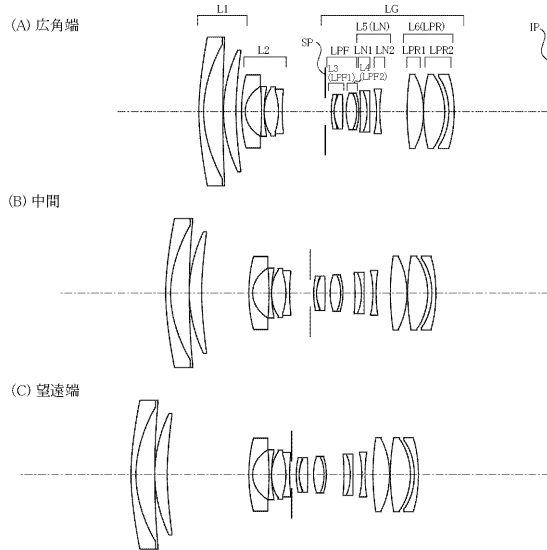
【図 7】



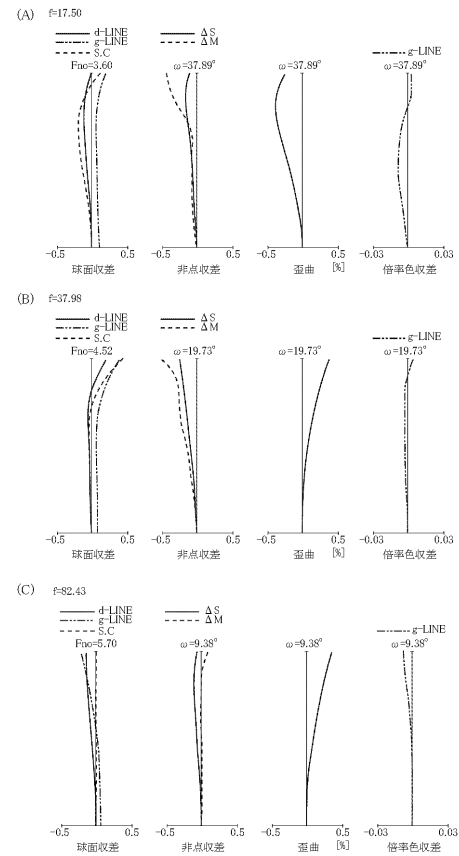
【図 8】



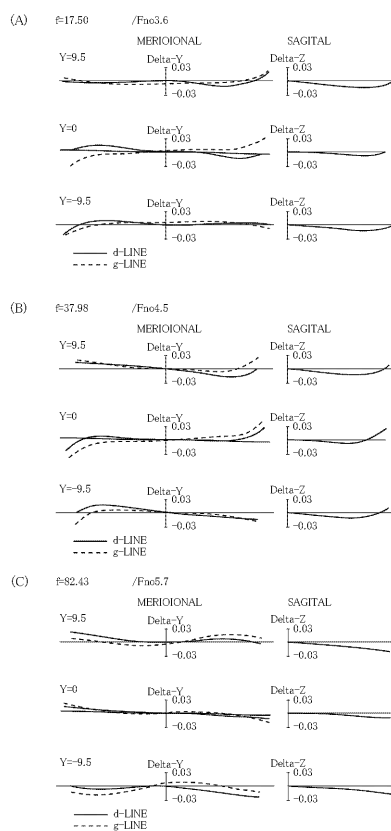
【 図 9 】



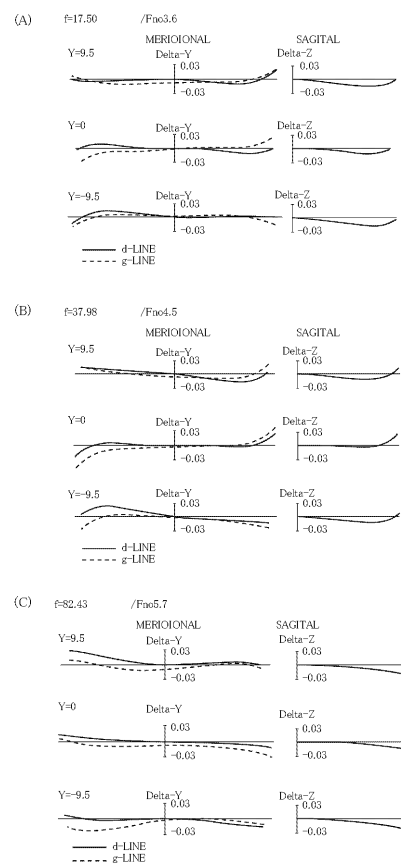
【 図 1 0 】



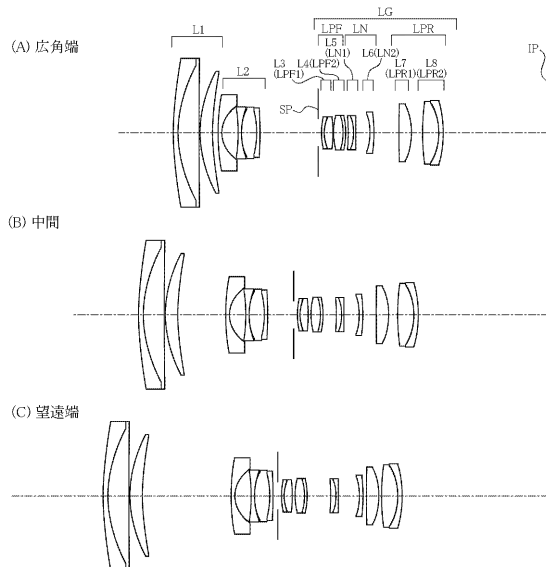
【 図 1 1 】



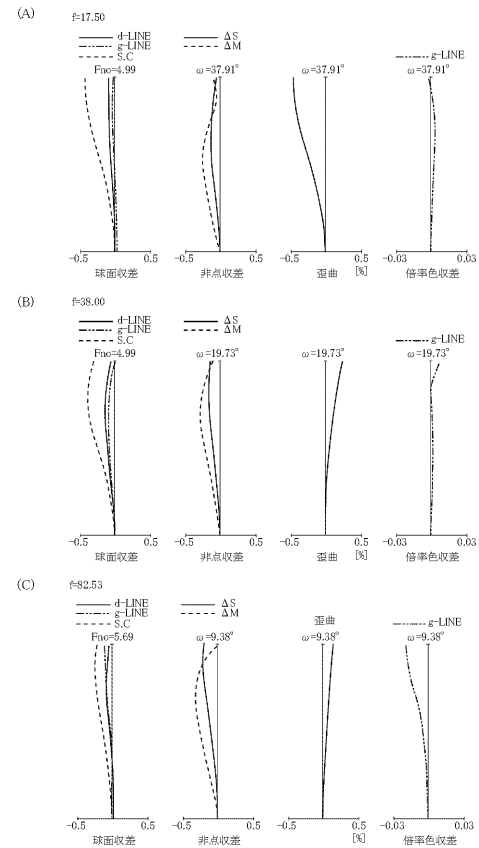
【 図 1 2 】



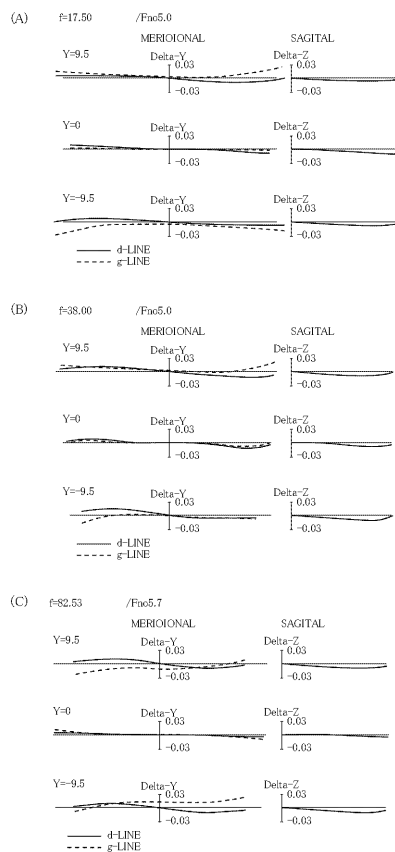
【図 13】



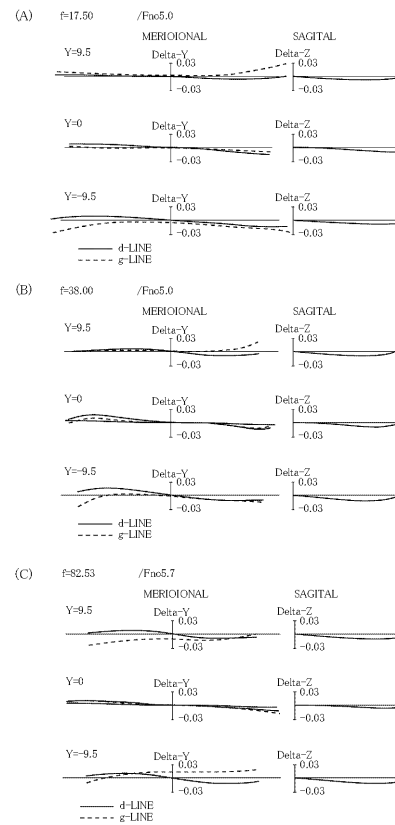
【図 14】



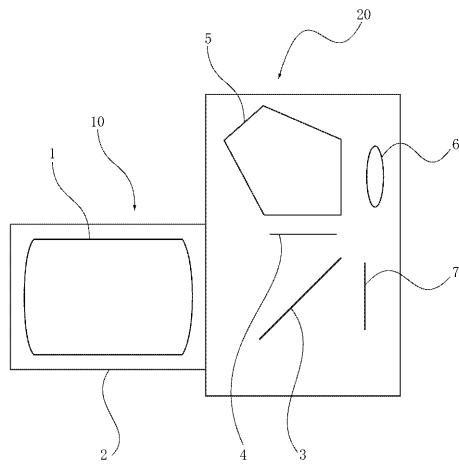
【図 15】



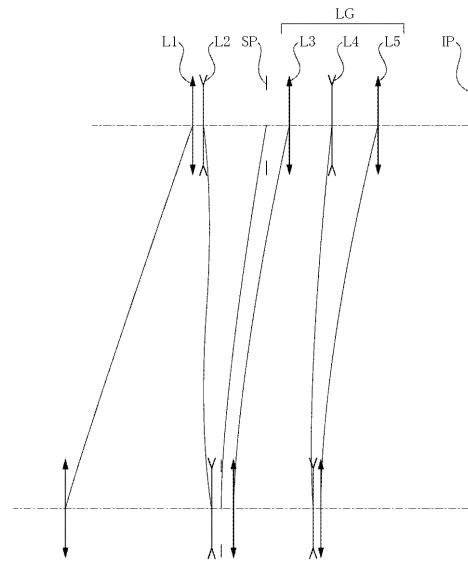
【図 16】



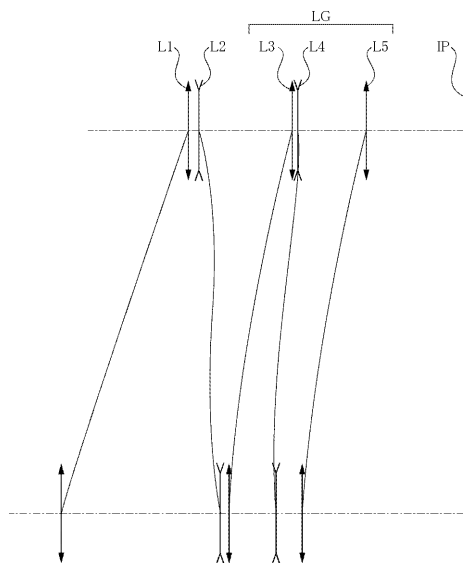
【図 17】



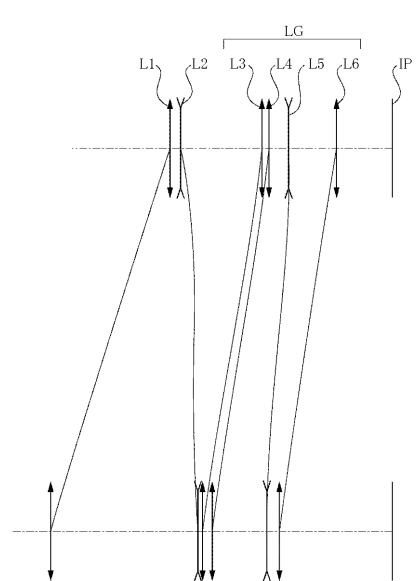
【図 18】



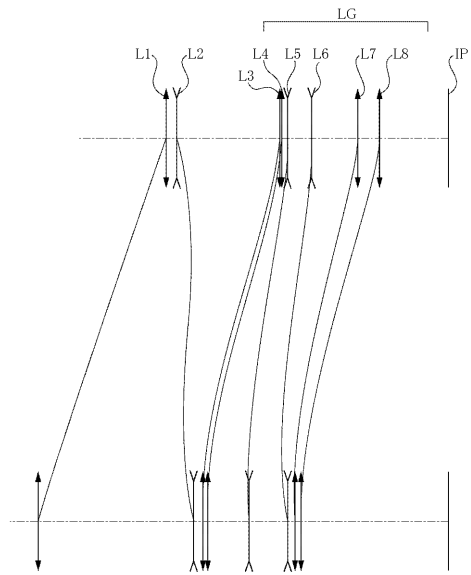
【図 19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭 6 1 - 2 5 8 2 1 9 (J P , A)
特開平 6 - 2 8 9 2 9 1 (J P , A)
特開平 1 0 - 1 3 3 1 1 3 (J P , A)
特開平 1 1 - 7 2 7 0 5 (J P , A)
特開平 1 1 - 2 2 3 7 7 0 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 9 8 5 2 9 (J P , A)
特開昭 5 7 - 1 6 4 7 0 9 (J P , A)
特開平 1 0 - 3 9 2 1 0 (J P , A)
特開平 1 1 - 2 3 1 2 2 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 B 1 5 / 0 0 - 1 5 / 2 8