

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-101316

(P2013-101316A)

(43) 公開日 平成25年5月23日(2013.5.23)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G02B 15/20 (2006.01)	G02B 15/20	2H087
G02B 13/18 (2006.01)	G02B 13/18	2K005
G03B 5/00 (2006.01)	G03B 5/00	J

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2012-197321 (P2012-197321)
 (22) 出願日 平成24年9月7日(2012.9.7)
 (31) 優先権主張番号 特願2011-227532 (P2011-227532)
 (32) 優先日 平成23年10月17日(2011.10.17)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 00005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 110001276
 特許業務法人 小笠原特許事務所
 (72) 発明者 松村 善夫
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
 ソニック株式会社内

最終頁に続く

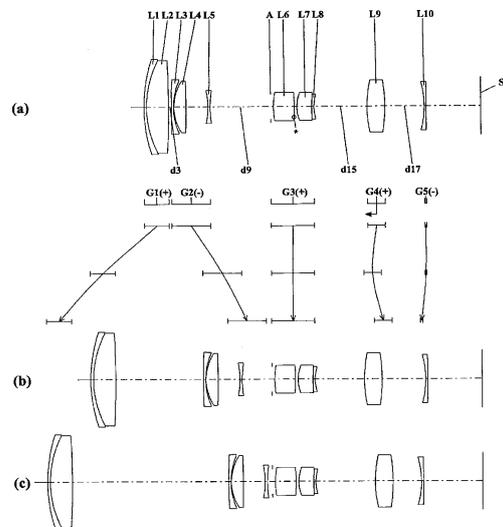
(54) 【発明の名称】ズームレンズ系、交換レンズ装置及びカメラシステム

(57) 【要約】

【課題】光学性能に優れるのは勿論のこと、レンズ全長が短く小型で軽量のズームレンズ系、交換レンズ装置及びカメラシステムを提供する。

【解決手段】物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、負のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とを有し、像のぶれを光学的に補正するため光軸に対して垂直方向に移動する、前記第3レンズ群の一部であり、該第3レンズ群の最物体側に位置する像ぶれ補正レンズ群を備え、条件： $0.5 < L_T / f_T < 1.2$ (L_T ：望遠端におけるレンズ全長、 f_T ：望遠端における全系の焦点距離)を満足するズームレンズ系、交換レンズ装置及びカメラシステム。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 1 枚のレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有するズームレンズ系であって、

物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第 1 レンズ群と、負のパワーを有する第 2 レンズ群と、正のパワーを有する第 3 レンズ群とを有し、

像のぶれを光学的に補正するため光軸に対して垂直方向に移動する、前記第 3 レンズ群の一部であり、該第 3 レンズ群の最物体側に位置する像ぶれ補正レンズ群を備え、

以下の条件 (1) を満足する、ズームレンズ系：

$$0.5 < L_T / f_T < 1.2 \quad \dots (1)$$

ここで、

L_T ：望遠端におけるレンズ全長（望遠端における、第 1 レンズ群の最物体側面から像面までの距離）、

f_T ：望遠端における全系の焦点距離

である。

【請求項 2】

以下の条件 (2) を満足する、請求項 1 に記載のズームレンズ系：

$$0.3 < T_{3 \text{ sub } G} / T_{1 G} < 1.5 \quad \dots (2)$$

ここで、

$T_{3 \text{ sub } G}$ ：像ぶれ補正レンズ群の光軸上での厚み、

$T_{1 G}$ ：第 1 レンズ群の光軸上での厚み

である。

【請求項 3】

以下の条件 (3) を満足する、請求項 1 に記載のズームレンズ系：

$$0.05 < T_{1 G} / f_w < 0.3 \quad \dots (3)$$

ここで、

$T_{1 G}$ ：第 1 レンズ群の光軸上での厚み、

f_w ：広角端における全系の焦点距離

である。

【請求項 4】

第 3 レンズ群の像側に第 4 レンズ群をさらに備え、以下の条件 (4) を満足する、請求項 1 に記載のズームレンズ系：

$$0.03 < T_{4 G} / T_{3 G} < 0.9 \quad \dots (4)$$

ここで、

$T_{3 G}$ ：第 3 レンズ群の光軸上での厚み、

$T_{4 G}$ ：第 4 レンズ群の光軸上での厚み

である。

【請求項 5】

以下の条件 (5) を満足する、請求項 1 に記載のズームレンズ系：

$$-2.0 < f_{3 G} / f_{2 G} < -1.0 \quad \dots (5)$$

ここで、

$f_{2 G}$ ：第 2 レンズ群の焦点距離、

$f_{3 G}$ ：第 3 レンズ群の焦点距離

である。

【請求項 6】

像ぶれ補正レンズ群が、1 枚のレンズ素子で構成される、請求項 1 に記載のズームレンズ系。

【請求項 7】

第 1 レンズ群が、2 枚以下のレンズ素子で構成される、請求項 1 に記載のズームレンズ系。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、少なくとも 1 つのレンズ群が像面に対して固定されている、請求項 1 に記載のズームレンズ系。

【請求項 9】

請求項 1 に記載のズームレンズ系と、
前記ズームレンズ系が形成する光学像を受光して電氣的な画像信号に変換する撮像素子を含むカメラ本体との接続が可能なレンズマウント部と
を備える、交換レンズ装置。

【請求項 10】

請求項 1 に記載のズームレンズ系を含む交換レンズ装置と、
前記交換レンズ装置とカメラマウント部を介して着脱可能に接続され、前記ズームレンズ系が形成する光学像を受光して電氣的な画像信号に変換する撮像素子を含むカメラ本体とを備える、カメラシステム。

10

【請求項 11】

少なくとも 1 枚のレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有するズームレンズ系であって、
物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第 1 レンズ群と、負のパワーを有する第 2 レンズ群と、正のパワーを有する第 3 レンズ群と、正のパワーを有する第 4 レンズ群と、負のパワーを有する第 5 レンズ群とからなり、
撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、前記第 1 レンズ群と前記第 5 レンズ群とがそれぞれ像面に対して移動し、
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の際に、前記第 4 レンズ群が像面に対して移動し、
以下の条件 (4) を満足する、ズームレンズ系：

20

$$0.03 < T_{4G} / T_{3G} < 0.9 \quad \dots (4)$$

ここで、

T_{3G} : 第 3 レンズ群の光軸上での厚み、

T_{4G} : 第 4 レンズ群の光軸上での厚み

である。

【請求項 12】

像のぶれを光学的に補正するため光軸に対して垂直方向に移動する、第 3 レンズ群の一部であり、該第 3 レンズ群の最物体側に位置する像ぶれ補正レンズ群を備え、
以下の条件 (2) を満足する、請求項 11 に記載のズームレンズ系：

30

$$0.3 < T_{3subG} / T_{1G} < 1.5 \quad \dots (2)$$

ここで、

T_{3subG} : 像ぶれ補正レンズ群の光軸上での厚み、

T_{1G} : 第 1 レンズ群の光軸上での厚み

である。

【請求項 13】

以下の条件 (3) を満足する、請求項 11 に記載のズームレンズ系：

40

$$0.05 < T_{1G} / f_w < 0.3 \quad \dots (3)$$

ここで、

T_{1G} : 第 1 レンズ群の光軸上での厚み、

f_w : 広角端における全系の焦点距離

である。

【請求項 14】

以下の条件 (5) を満足する、請求項 11 に記載のズームレンズ系：

$$-2.0 < f_{3G} / f_{2G} < -1.0 \quad \dots (5)$$

ここで、

f_{2G} : 第 2 レンズ群の焦点距離、

50

f_{3G} : 第3レンズ群の焦点距離である。

【請求項15】

第4レンズ群が、1枚のレンズ素子で構成される、請求項11に記載のズームレンズ系。

【請求項16】

第1レンズ群が、2枚以下のレンズ素子で構成される、請求項11に記載のズームレンズ系。

【請求項17】

撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、少なくとも1つのレンズ群が像面に対して固定されている、請求項11に記載のズームレンズ系。

【請求項18】

請求項11に記載のズームレンズ系と、前記ズームレンズ系が形成する光学像を受光して電気的な画像信号に変換する撮像素子を含むカメラ本体との接続が可能なレンズマウント部とを備える、交換レンズ装置。

【請求項19】

請求項11に記載のズームレンズ系を含む交換レンズ装置と、前記交換レンズ装置とカメラマウント部を介して着脱可能に接続され、前記ズームレンズ系が形成する光学像を受光して電気的な画像信号に変換する撮像素子を含むカメラ本体とを備える、カメラシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ズームレンズ系、交換レンズ装置及びカメラシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

レンズ交換式デジタルカメラシステム（以下、単に「カメラシステム」ともいう）は、高感度で高画質な画像を撮影することができ、フォーカシングや撮影後の画像処理が高速で、撮りたい場面に合わせて手軽に交換レンズ装置を取り替えることができる等の利点があり、近年急速に普及している。また光学像を変倍可能に形成するズームレンズ系を備えた交換レンズ装置は、レンズ交換をすることなく焦点距離を自在に変化させることができる点で人気がある。

【0003】

交換レンズ装置に用いるズームレンズ系としては、従来より、広角端から望遠端まで高い光学性能を有するものが求められており、例えば正リードで多群構成のズームレンズ系が種々提案されている。

【0004】

特許文献1は、4群構成で、第2レンズ群と第3レンズ群との間に絞りが配置され、第1レンズ群及び第4レンズ群でフォーカシングを行い、第3レンズ群で像のぶれを光学的に補正するズームレンズを開示している。

【0005】

特許文献2は、正負正負正の5群構成で、ズーミング時に隣接する各レンズ群の間隔が全て変化し、第3レンズ群が、負レンズと正レンズとの貼り合わせレンズを含み、該貼り合わせレンズで像のぶれを光学的に補正するズームレンズを開示している。

【0006】

特許文献3は、正負正正の4群構成で、第3レンズ群が、第3a負レンズ群及び第3b正レンズ群を含み、第3a負レンズ群で像のぶれを光学的に補正するズームレンズを開示している。

【0007】

10

20

30

40

50

特許文献4は、正負正正の4群構成で、ズーム時に第2レンズ群及び第4レンズ群が移動し、第1レンズ群が、1枚以上の負レンズ、プリズム及び1枚以上の正レンズを含み、第3レンズ群の少なくとも一部で像のぶれを光学的に補正するズームレンズを開示している。

【0008】

特許文献5は、正負正正の4群構成で、ズーム時に第2レンズ群及び第4レンズ群が移動し、第3レンズ群が、少なくとも片面が非球面である像ぶれ補正用の正レンズ及び接合レンズを含むズームレンズを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0009】

【特許文献1】特開2002-107623号公報

【特許文献2】特開2004-212611号公報

【特許文献3】特開2006-030340号公報

【特許文献4】特開2006-195068号公報

【特許文献5】特開2006-267676号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本開示は、光学性能に優れるのは勿論のこと、レンズ全長が短く小型で軽量のズームレンズ系を提供する。また本開示は、該ズームレンズ系を含む交換レンズ装置及びカメラシステムを提供する。

20

【課題を解決するための手段】

【0011】

(I)本開示におけるズームレンズ系は、少なくとも1枚のレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有し、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、負のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とを有し、

像のぶれを光学的に補正するため光軸に対して垂直方向に移動する、前記第3レンズ群の一部であり、該第3レンズ群の最物体側に位置する像ぶれ補正レンズ群を備え、

30

以下の条件(1)：

$$0.5 < L_T / f_T < 1.2 \quad \dots (1)$$

(ここで、

L_T ：望遠端におけるレンズ全長(望遠端における、第1レンズ群の最物体側面から像面までの距離)、

f_T ：望遠端における全系の焦点距離

である)

を満足する

ことを特徴とする。

【0012】

40

本開示における交換レンズ装置は、

少なくとも1枚のレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有し、

物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、負のパワーを有する第2

レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とを有し、

像のぶれを光学的に補正するため光軸に対して垂直方向に移動する、前記第3レンズ群の一部であり、該第3レンズ群の最物体側に位置する像ぶれ補正レンズ群を備え、

以下の条件(1)：

$$0.5 < L_T / f_T < 1.2 \quad \dots (1)$$

(ここで、

L_T ：望遠端におけるレンズ全長(望遠端における、第1レンズ群の最物体側面から像

50

面までの距離)、

f_T : 望遠端における全系の焦点距離
である)

を満足するズームレンズ系と、

前記ズームレンズ系が形成する光学像を受光して電氣的な画像信号に変換する撮像素子を含むカメラ本体との接続が可能なレンズマウント部と

を備える

ことを特徴とする。

【0013】

本開示におけるカメラシステムは、

少なくとも1枚のレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有し、

物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、負のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とを有し、

像のぶれを光学的に補正するため光軸に対して垂直方向に移動する、前記第3レンズ群の一部であり、該第3レンズ群の最物体側に位置する像ぶれ補正レンズ群を備え、

以下の条件(1) :

$$0.5 < L_T / f_T < 1.2 \quad \dots (1)$$

(ここで、

L_T : 望遠端におけるレンズ全長(望遠端における、第1レンズ群の最物体側面から像面までの距離)、

f_T : 望遠端における全系の焦点距離
である)

を満足するズームレンズ系、を含む交換レンズ装置と、

前記交換レンズ装置とカメラマウント部を介して着脱可能に接続され、前記ズームレンズ系が形成する光学像を受光して電氣的な画像信号に変換する撮像素子を含むカメラ本体とを備える

ことを特徴とする。

【0014】

(II) 本開示におけるズームレンズ系は、

少なくとも1枚のレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有し、

物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、負のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群と、正のパワーを有する第4レンズ群と、

負のパワーを有する第5レンズ群とからなり、

撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、前記第1レンズ群と前記第5レンズ群とがそれぞれ像面に対して移動し、

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の際に、前記第4レンズ群が像面に対して移動し、

以下の条件(4) :

$$0.03 < T_{4G} / T_{3G} < 0.9 \quad \dots (4)$$

(ここで、

T_{3G} : 第3レンズ群の光軸上での厚み、

T_{4G} : 第4レンズ群の光軸上での厚み

である)

を満足する

ことを特徴とする。

【0015】

本開示における交換レンズ装置は、

少なくとも1枚のレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有し、

物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、負のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群と、正のパワーを有する第4レンズ群と、

10

20

30

40

50

負のパワーを有する第 5 レンズ群とからなり、
撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、前記第 1 レンズ群と前記第 5 レンズ群とがそれぞれ像面に対して移動し、
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の際に、前記第 4 レンズ群が像面に対して移動し、

以下の条件 (4) :

$$0.03 < T_{4G} / T_{3G} < 0.9 \quad \dots (4)$$

(ここで、

T_{3G} : 第 3 レンズ群の光軸上での厚み、

T_{4G} : 第 4 レンズ群の光軸上での厚み

である)

を満足するズームレンズ系と、

前記ズームレンズ系が形成する光学像を受光して電氣的な画像信号に変換する撮像素子を含むカメラ本体との接続が可能なレンズマウント部と

を備える

ことを特徴とする。

【0016】

本開示におけるカメラシステムは、

少なくとも 1 枚のレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有し、

物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第 1 レンズ群と、負のパワーを有する第 2 レンズ群と、正のパワーを有する第 3 レンズ群と、正のパワーを有する第 4 レンズ群と、負のパワーを有する第 5 レンズ群とからなり、

撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、前記第 1 レンズ群と前記第 5 レンズ群とがそれぞれ像面に対して移動し、

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の際に、前記第 4 レンズ群が像面に対して移動し、

以下の条件 (4) :

$$0.03 < T_{4G} / T_{3G} < 0.9 \quad \dots (4)$$

(ここで、

T_{3G} : 第 3 レンズ群の光軸上での厚み、

T_{4G} : 第 4 レンズ群の光軸上での厚み

である)

を満足するズームレンズ系、を含む交換レンズ装置と、

前記交換レンズ装置とカメラマウント部を介して着脱可能に接続され、前記ズームレンズ系が形成する光学像を受光して電氣的な画像信号に変換する撮像素子を含むカメラ本体と

を備える

ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

本開示におけるズームレンズ系は、光学性能に優れるのは勿論のこと、レンズ全長が短く小型で軽量である。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図 1】実施の形態 1 (数値実施例 1) に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図

【図 2】数値実施例 1 に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

【図 3】数値実施例 1 に係るズームレンズ系の望遠端における、像ぶれ補正を行っていない基本状態及び像ぶれ補正状態での横収差図

【図 4】実施の形態 2 (数値実施例 2) に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図

10

20

30

40

50

- 【図 5】数値実施例 2 に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図
- 【図 6】数値実施例 2 に係るズームレンズ系の望遠端における、像ぶれ補正を行っていない基本状態及び像ぶれ補正状態での横収差図
- 【図 7】実施の形態 3（数値実施例 3）に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図
- 【図 8】数値実施例 3 に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図
- 【図 9】数値実施例 3 に係るズームレンズ系の望遠端における、像ぶれ補正を行っていない基本状態及び像ぶれ補正状態での横収差図
- 【図 10】実施の形態 4（数値実施例 4）に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図
- 【図 11】数値実施例 4 に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図
- 【図 12】数値実施例 4 に係るズームレンズ系の望遠端における、像ぶれ補正を行っていない基本状態及び像ぶれ補正状態での横収差図
- 【図 13】実施の形態 5（数値実施例 5）に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図
- 【図 14】数値実施例 5 に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図
- 【図 15】数値実施例 5 に係るズームレンズ系の望遠端における、像ぶれ補正を行っていない基本状態及び像ぶれ補正状態での横収差図
- 【図 16】実施の形態 6 に係るレンズ交換式デジタルカメラシステムの概略構成図
- 【発明を実施するための形態】

10

20

【0019】

以下、適宜図面を参照しながら、実施の形態を詳細に説明する。ただし、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。

【0020】

なお、発明者らは、当業者が本開示を十分に理解するために添付図面および以下の説明を提供するのであって、これらによって請求の範囲に記載の主題を限定することを意図するものではない。

【0021】

（実施の形態 1～5）

図 1、4、7、10 及び 13 は、各々実施の形態 1～5 に係るズームレンズ系のレンズ配置図である。

【0022】

図 1、4、7、10 及び 13 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。各図において、(a) 図は広角端（最短焦点距離状態：焦点距離 f_w ）のレンズ構成、(b) 図は中間位置（中間焦点距離状態：焦点距離 $f_m = (f_w * f_t)$ ）のレンズ構成、(c) 図は望遠端（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。各図において、(a) 図と (b) 図との間に設けられた直線乃至曲線の矢印は、広角端から中間位置を経由して望遠端への、各レンズ群の動きを示す。さらに各図において、レンズ群に付された矢印は、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表す。すなわち、図 1、4、7 及び 13 では、後述する第 4 レンズ群 G4 が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の際に移動する方向を示している。図 10 では、後述する第 5 レンズ群 G5 が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の際に移動する方向を示している。

40

【0023】

実施の形態 1～3 及び 5 に係るズームレンズ系は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第 1 レンズ群 G1 と、負のパワーを有する第 2 レンズ群 G2 と、正のパワーを有する第 3 レンズ群 G3 と、正のパワーを有する第 4 レンズ群 G4 と、負のパワーを有する第 5 レンズ群 G5 とを備える。実施の形態 4 に係るズームレンズ系は、物体側から像側

50

へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群G1と、負のパワーを有する第2レンズ群G2と、正のパワーを有する第3レンズ群G3と、負のパワーを有する第4レンズ群G4と、正のパワーを有する第5レンズ群G5と、負のパワーを有する第6レンズ群G6とを備える。

【0024】

図1、4、7、10及び13において、特定の面に付されたアスタリスク*は、該面が非球面であることを示している。各図において、各レンズ群の符号に付された記号(+)及び記号(-)は、各レンズ群のパワーの符号に対応する。各図において、最も右側に記載された直線は、像面Sの位置を表す。さらに各図に示すように、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間には、開口絞りAが設けられている。

10

【0025】

(実施の形態1)

図1に示すように、第1レンズ群G1は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第1レンズ素子L1と、両凸形状の第2レンズ素子L2とからなる。これら第1レンズ素子L1と第2レンズ素子L2とは接合されている。

【0026】

第2レンズ群G2は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第3レンズ素子L3と、両凸形状の第4レンズ素子L4と、両凹形状の第5レンズ素子L5とからなる。

【0027】

第3レンズ群G3は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第6レンズ素子L6と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第7レンズ素子L7と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第8レンズ素子L8とからなる。これらのうち、第7レンズ素子L7と第8レンズ素子L8とは接合されている。また、第6レンズ素子L6は、その像側面が非球面である。

20

【0028】

第4レンズ群G4は、両凸形状の第9レンズ素子L9のみからなる。

【0029】

第5レンズ群G5は、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第10レンズ素子L10のみからなる。

30

【0030】

撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、第1レンズ群G1は物体側へ移動し、第2レンズ群G2は像側へ移動し、第3レンズ群G3は移動せず、第4レンズ群G4は像側へ移動し、第5レンズ群G5は物体側へ移動する。すなわち、ズーミングに際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が増大し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が減少するように、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、第4レンズ群G4及び第5レンズ群G5が光軸に沿ってそれぞれ移動する。なお、開口絞りAは第3レンズ群G3と同様に移動しない。

【0031】

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の際に、第4レンズ群G4が光軸に沿って物体側へと移動する。

40

【0032】

また、第6レンズ素子L6が後述する像ぶれ補正レンズ群に相当し、該第6レンズ素子L6を光軸に直交する方向に移動させることによって、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

【0033】

(実施の形態2)

図4に示すように、第1レンズ群G1は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第1レンズ素子L1と、両凸形状の第2レンズ素子L2とからな

50

る。これら第1レンズ素子L1と第2レンズ素子L2とは接合されている。

【0034】

第2レンズ群G2は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第3レンズ素子L3と、両凸形状の第4レンズ素子L4と、両凹形状の第5レンズ素子L5とからなる。

【0035】

第3レンズ群G3は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第6レンズ素子L6と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第7レンズ素子L7と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第8レンズ素子L8とからなる。これらのうち、第7レンズ素子L7と第8レンズ素子L8とは接合されている。また、第6レンズ素子L6は、その像側面が非球面である。

10

【0036】

第4レンズ群G4は、両凸形状の第9レンズ素子L9のみからなる。

【0037】

第5レンズ群G5は、両凹形状の第10レンズ素子L10のみからなる。

【0038】

撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第1レンズ群G1は物体側へ移動し、第2レンズ群G2は移動せず、第3レンズ群G3は物体側へ移動し、第4レンズ群G4は物体側へ移動し、第5レンズ群G5は物体側へ移動する。すなわち、ズームングに際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少するように、第1レンズ群G1、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4及び第5レンズ群G5が光軸に沿ってそれぞれ移動する。なお、開口絞りAは第3レンズ群G3と一体的に光軸に沿って物体側へ移動する。

20

【0039】

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の際に、第4レンズ群G4が光軸に沿って物体側へと移動する。

【0040】

また、第6レンズ素子L6が後述する像ぶれ補正レンズ群に相当し、該第6レンズ素子L6を光軸に直交する方向に移動させることによって、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

30

【0041】

(実施の形態3)

図7に示すように、第1レンズ群G1は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第1レンズ素子L1と、両凸形状の第2レンズ素子L2とからなる。これら第1レンズ素子L1と第2レンズ素子L2とは接合されている。

【0042】

第2レンズ群G2は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第3レンズ素子L3と、両凸形状の第4レンズ素子L4と、両凹形状の第5レンズ素子L5とからなる。

【0043】

第3レンズ群G3は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第6レンズ素子L6と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第7レンズ素子L7と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第8レンズ素子L8とからなる。これらのうち、第7レンズ素子L7と第8レンズ素子L8とは接合されている。また、第6レンズ素子L6は、その像側面が非球面である。

40

【0044】

第4レンズ群G4は、両凸形状の第9レンズ素子L9のみからなる。

【0045】

第5レンズ群G5は、両凹形状の第10レンズ素子L10のみからなる。

【0046】

50

撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第1レンズ群G1は物体側へ移動し、第2レンズ群G2は移動せず、第3レンズ群G3は物体側へ移動し、第4レンズ群G4は物体側へ移動し、第5レンズ群G5は物体側へ移動する。すなわち、ズームングに際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少するように、第1レンズ群G1、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4及び第5レンズ群G5が光軸に沿ってそれぞれ移動する。なお、開口絞りAは第3レンズ群G3と一体的に光軸に沿って物体側へ移動する。

【0047】

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の際に、第4レンズ群G4が光軸に沿って物体側へと移動する。

【0048】

また、第6レンズ素子L6が後述する像ぶれ補正レンズ群に相当し、該第6レンズ素子L6を光軸に直交する方向に移動させることによって、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

【0049】

(実施の形態4)

図10に示すように、第1レンズ群G1は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第1レンズ素子L1と、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第2レンズ素子L2とからなる。これら第1レンズ素子L1と第2レンズ素子L2とは接合されている。

【0050】

第2レンズ群G2は、物体側から像側へと順に、両凹形状の第3レンズ素子L3と、両凸形状の第4レンズ素子L4と、両凹形状の第5レンズ素子L5とからなる。

【0051】

第3レンズ群G3は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第6レンズ素子L6と、両凸形状の第7レンズ素子L7と、両凹形状の第8レンズ素子L8とからなる。これらのうち、第7レンズ素子L7と第8レンズ素子L8とは接合されている。また、第6レンズ素子L6は、その像側面が非球面である。

【0052】

第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第9レンズ素子L9のみからなる。

【0053】

第5レンズ群G5は、両凸形状の第10レンズ素子L10のみからなる。

【0054】

第6レンズ群G6は、両凹形状の第11レンズ素子L11のみからなる。

【0055】

撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第1レンズ群G1は物体側へ移動し、第2レンズ群G2は移動せず、第3レンズ群G3は物体側へ移動し、第4レンズ群G4は物体側へ移動し、第5レンズ群G5は物体側へ移動し、第6レンズ群G6は物体側へ移動する。すなわち、ズームングに際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少するように、第1レンズ群G1、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4、第5レンズ群G5及び第6レンズ群G6が光軸に沿ってそれぞれ移動する。なお、開口絞りAは第3レンズ群G3と一体的に光軸に沿って物体側へ移動する。

【0056】

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の際に、第5レンズ群G5が光軸に沿って物体側へと移動する。

【0057】

また、第6レンズ素子L6が後述する像ぶれ補正レンズ群に相当し、該第6レンズ素子L6を光軸に直交する方向に移動させることによって、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 8 】

(実施の形態 5)

図 1 3 に示すように、第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 1 レンズ素子 L 1 と、両凸形状の第 2 レンズ素子 L 2 とからなる。これら第 1 レンズ素子 L 1 と第 2 レンズ素子 L 2 とは接合されている。

【 0 0 5 9 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 3 レンズ素子 L 3 と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第 4 レンズ素子 L 4 と、両凹形状の第 5 レンズ素子 L 5 とからなる。

【 0 0 6 0 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第 6 レンズ素子 L 6 と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第 7 レンズ素子 L 7 と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 8 レンズ素子 L 8 とからなる。これらのうち、第 7 レンズ素子 L 7 と第 8 レンズ素子 L 8 とは接合されている。また、第 6 レンズ素子 L 6 は、その像側面が非球面である。

【 0 0 6 1 】

第 4 レンズ群 G 4 は、両凸形状の第 9 レンズ素子 L 9 のみからなる。

【 0 0 6 2 】

第 5 レンズ群 G 5 は、両凹形状の第 1 0 レンズ素子 L 1 0 のみからなる。

【 0 0 6 3 】

撮像時の広角端から望遠端へのズームの際に、第 1 レンズ群 G 1 は物体側へ移動し、第 2 レンズ群 G 2 は移動せず、第 3 レンズ群 G 3 は物体側へ移動し、第 4 レンズ群 G 4 は物体側へ移動し、第 5 レンズ群 G 5 は物体側へ移動する。すなわち、ズームに際して、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔が増大し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔が減少するように、第 1 レンズ群 G 1、第 3 レンズ群 G 3、第 4 レンズ群 G 4 及び第 5 レンズ群 G 5 が光軸に沿ってそれぞれ移動する。なお、開口絞り A は第 3 レンズ群 G 3 と一体的に光軸に沿って物体側へ移動する。

【 0 0 6 4 】

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の際に、第 4 レンズ群 G 4 が光軸に沿って物体側へと移動する。

【 0 0 6 5 】

また、第 6 レンズ素子 L 6 が後述する像ぶれ補正レンズ群に相当し、該第 6 レンズ素子 L 6 を光軸に直交する方向に移動させることによって、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

【 0 0 6 6 】

以上のように、本出願において開示する技術の例示として、実施の形態 1 ~ 5 を説明した。しかしながら、本開示における技術は、これに限定されず、適宜、変更、置き換え、付加、省略などを行った実施の形態にも適用可能である。

【 0 0 6 7 】

以下、例えば実施の形態 1 ~ 5 に係るズームレンズ系のごときズームレンズ系が満足することが可能な条件を説明する。なお、各実施の形態に係るズームレンズ系に対して、複数の可能な条件が規定されるが、これら複数の条件すべてを満足するズームレンズ系の構成が最も効果的である。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。

【 0 0 6 8 】

例えば実施の形態 1 ~ 5 に係るズームレンズ系のように、少なくとも 1 枚のレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有し、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第 1 レンズ群と、負のパワーを有する第 2 レンズ群と、正のパワーを有する第 3 レンズ群とを有し、像のぶれを光学的に補正するため光軸に対して垂直方向に移動する、前記第 3 レンズ群の一部であり、該第 3 レンズ群の最物体側に位置する像ぶれ補正レンズ群を備える(以

10

20

30

40

50

下、このレンズ構成を、実施の形態の基本構成Iという)ズームレンズ系は、以下の条件(1)を満足する。また、例えば実施の形態1~3及び5に係るズームレンズ系のように、少なくとも1枚のレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有し、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、負のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群と、正のパワーを有する第4レンズ群と、負のパワーを有する第5レンズ群とからなり、撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、前記第1レンズ群と前記第5レンズ群とがそれぞれ像面に対して移動し、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の際に、前記第4レンズ群が像面に対して移動する(以下、このレンズ構成を、実施の形態の基本構成IIという)ズームレンズ系は、以下の条件(1)を満足することができる。

$$0.5 < L_T / f_T < 1.2 \quad \dots (1)$$

ここで、

L_T : 望遠端におけるレンズ全長(望遠端における、第1レンズ群の最物体側面から像面までの距離)、

f_T : 望遠端における全系の焦点距離

である。

【0069】

前記条件(1)は、望遠端におけるレンズ全長と、望遠端における全系の焦点距離との関係を規定する条件である。条件(1)の下限を下回ると、各レンズ群の焦点距離が短くなりすぎ、特に望遠端における像面湾曲の補正が困難になる。逆に条件(1)の上限を上回ると、望遠端におけるレンズ全長が長くなりすぎ、コンパクトなレンズ鏡筒や交換レンズ装置及びカメラシステムを提供することが困難になる。

【0070】

なお、さらに以下の条件(1)'及び(1)''の少なくとも1つを満足することにより、前記効果をさらに奏功させることができる。

$$0.8 < L_T / f_T \quad \dots (1)'$$

$$L_T / f_T < 1.15 \quad \dots (1)''$$

【0071】

例えば実施の形態1~3及び5に係るズームレンズ系のように、基本構成IIを有するズームレンズ系は、以下の条件(4)を満足する。また、例えば実施の形態1~5に係るズームレンズ系のように、基本構成Iを有し、第3レンズ群の像側に第4レンズ群をさらに備えるズームレンズ系は、以下の条件(4)を満足することが有益である。

$$0.03 < T_{4G} / T_{3G} < 0.9 \quad \dots (4)$$

ここで、

T_{3G} : 第3レンズ群の光軸上での厚み、

T_{4G} : 第4レンズ群の光軸上での厚み

である。

【0072】

前記条件(4)は、第3レンズ群の光軸上での厚みと、第4レンズ群の光軸上での厚みとの関係を規定する条件である。条件(4)の下限を下回ると、第4レンズ群の光軸上での厚みが小さくなりすぎ、フォーカシングに伴う像面湾曲の変動の補正が困難になる。逆に条件(4)の上限を上回ると、第3レンズ群の光軸上での厚みが小さくなりすぎ、ズーミングに伴う球面収差の変動の補正が困難になる。

【0073】

なお、さらに以下の条件(4)'及び(4)''の少なくとも1つを満足することにより、前記効果をさらに奏功させることができる。

$$0.05 < T_{4G} / T_{3G} \quad \dots (4)'$$

$$T_{4G} / T_{3G} < 0.5 \quad \dots (4)''$$

【0074】

例えば実施の形態1~5に係るズームレンズ系のように、基本構成Iを有するズームレ

10

20

30

40

50

ズ系は、以下の条件(2)を満足することが有益である。また、例えば実施の形態1~3及び5に係るズームレンズ系のように、基本構成IIを有し、像のぶれを光学的に補正するため光軸に対して垂直方向に移動する、第3レンズ群の一部であり、該第3レンズ群の最物体側に位置する像ぶれ補正レンズ群を備えるズームレンズ系は、以下の条件(2)を満足することが有益である。

$$0.3 < T_{3 \text{ sub } G} / T_{1 G} < 1.5 \quad \dots (2)$$

ここで、

$T_{3 \text{ sub } G}$: 像ぶれ補正レンズ群の光軸上での厚み、

$T_{1 G}$: 第1レンズ群の光軸上での厚み

である。

10

【0075】

前記条件(2)は、第3レンズ群の一部であり、該第3レンズ群の最物体側に位置する像ぶれ補正レンズ群の光軸上での厚みと、第1レンズ群の光軸上での厚みとの関係を規定する条件である。条件(2)の下限を下回ると、第1レンズ群の光軸上での厚みが大きくなりすぎ、特に望遠端における非点収差の補正が困難になる。逆に条件(2)の上限を上回ると、像ぶれ補正レンズ群の光軸上での厚みが大きくなりすぎ、像ぶれ補正レンズ群の駆動機構の構成が肥大化し、コンパクトなレンズ鏡筒や交換レンズ装置及びカメラシステムを提供することが困難になる。さらに、像ぶれ補正時の偏心非点収差の補正が困難になる。

20

【0076】

なお、さらに以下の条件(2)'及び(2)''の少なくとも1つを満足することにより、前記効果をさらに奏功させることができる。

$$0.45 < T_{3 \text{ sub } G} / T_{1 G} \quad \dots (2)'$$

$$T_{3 \text{ sub } G} / T_{1 G} < 0.9 \quad \dots (2)''$$

【0077】

例えば実施の形態1~5に係るズームレンズ系のように、基本構成Iを有するズームレンズ系は、以下の条件(3)を満足することが有益である。また、例えば実施の形態1~3及び5に係るズームレンズ系のように、基本構成IIを有するズームレンズ系は、以下の条件(3)を満足することが有益である。

$$0.05 < T_{1 G} / f_w < 0.3 \quad \dots (3)$$

30

ここで、

$T_{1 G}$: 第1レンズ群の光軸上での厚み、

f_w : 広角端における全系の焦点距離

である。

40

【0078】

前記条件(3)は、第1レンズ群の光軸上での厚みと、広角端における全系の焦点距離との関係を規定する条件である。条件(3)の下限を下回ると、広角端における全系の焦点距離に対して第1レンズ群の光軸上での厚みが小さくなりすぎ、特に広角端における非点収差の補正が困難になる。逆に条件(3)の上限を上回ると、第1レンズ群の光軸上での厚みが大きくなりすぎ、特に望遠端における非点収差の補正が困難になる。さらに、コンパクトなレンズ鏡筒や交換レンズ装置及びカメラシステムを提供することが困難になる。

40

【0079】

なお、さらに以下の条件(3)'及び(3)''の少なくとも1つを満足することにより、前記効果をさらに奏功させることができる。

$$0.08 < T_{1 G} / f_w \quad \dots (3)'$$

$$T_{1 G} / f_w < 0.21 \quad \dots (3)''$$

【0080】

例えば実施の形態1~5に係るズームレンズ系のように、基本構成Iを有するズームレンズ系は、以下の条件(5)を満足することが有益である。また、例えば実施の形態1~

50

3及び5に係るズームレンズ系のように、基本構成IIを有するズームレンズ系は、以下の条件(5)を満足することが有益である。

$$-2.0 < f_{3G} / f_{2G} < -1.0 \quad \dots (5)$$

ここで、

f_{2G} : 第2レンズ群の焦点距離、

f_{3G} : 第3レンズ群の焦点距離

である。

【0081】

前記条件(5)は、第2レンズ群の焦点距離と、第3レンズ群の焦点距離との関係を規定する条件である。条件(5)の下限を下回ると、第2レンズ群の焦点距離が短くなりすぎ、特に広角端における像面湾曲の補正が困難になる。逆に条件(5)の上限を上回ると、第3レンズ群の焦点距離が短くなりすぎ、ズームングに伴う球面収差の変動の補正が困難になる。

10

【0082】

なお、さらに以下の条件(5)'及び(5)''の少なくとも1つを満足することにより、前記効果をさらに奏功させることができる。

$$-1.8 < f_{3G} / f_{2G} \quad \dots (5)'$$

$$f_{3G} / f_{2G} < -1.2 \quad \dots (5)''$$

【0083】

実施の形態1~5に係るズームレンズ系は、像のぶれを光学的に補正するために光軸に対して垂直方向に移動する、第3レンズ群の一部であり、該第3レンズ群の最物体側に位置する像ぶれ補正レンズ群を備えている。該像ぶれ補正レンズ群により、全系の振動による像点移動を補正することができる。

20

【0084】

全系の振動による像点移動を補正する際に、このように像ぶれ補正レンズ群が光軸に対して垂直方向に移動することにより、ズームレンズ系全体の大型化を抑制してコンパクトに構成しながら、偏心コマ収差や偏心非点収差が小さい優れた結像特性を維持して像ぶれの補正を行うことができる。

【0085】

像ぶれ補正レンズ群は、第3レンズ群の最物体側に位置する1枚のレンズ素子又は隣り合った複数のレンズ素子で構成される接合レンズ素子であればよいが、1枚のレンズ素子であることが有益である。像ぶれ補正レンズ群が複数のレンズ素子で構成されていると、該像ぶれ補正レンズ群の駆動機構の構成が肥大化し、コンパクトなレンズ鏡筒や交換レンズ装置及びカメラシステムを提供することが困難になる。

30

【0086】

実施の形態1~5に係るズームレンズ系のように、第1レンズ群は、2枚以下のレンズ素子で構成されることが有益である。第1レンズ群が3枚以上のレンズ素子で構成されていると、第1レンズ群の径が肥大化し、広角端における非点収差の補正が困難になる。

【0087】

実施の形態1~5に係るズームレンズ系のように、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、少なくとも1つのレンズ群が像面に対して固定されていることが有益である。ズームングの際に全てのレンズ群が像面に対して移動すると、これら移動するレンズ群の駆動機構の構成が肥大化し、コンパクトなレンズ鏡筒や交換レンズ装置及びカメラシステムを提供することが困難になる。

40

【0088】

実施の形態1~3及び5に係るズームレンズ系(基本構成IIを有するズームレンズ系)のように、第4レンズ群は、1枚のレンズ素子で構成されることが有益である。第4レンズ群が複数のレンズ素子で構成されていると、第4レンズ群の厚みが大きくなってしまい、広角端におけるコマ収差の補正が困難になる。

【0089】

50

実施の形態 1 ~ 5 に係るズームレンズ系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素子（すなわち、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素子）のみで構成されているが、これに限定されるものではない。例えば、回折により入射光線を偏向させる回折型レンズ素子、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素子、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素子等で、各レンズ群を構成してもよい。特に、屈折・回折ハイブリッド型レンズ素子において、屈折率の異なる媒質の界面に回折構造を形成すると、回折効率の波長依存性が改善されるので、有益である。

【0090】

10

（実施の形態 6）

図 16 は、実施の形態 6 に係るレンズ交換式デジタルカメラシステムの概略構成図である。

【0091】

本実施の形態 6 に係るレンズ交換式デジタルカメラシステム 100 は、カメラ本体 101 と、カメラ本体 101 に着脱自在に接続される交換レンズ装置 201 とを備える。

【0092】

カメラ本体 101 は、交換レンズ装置 201 のズームレンズ系 202 によって形成される光学像を受光して、電気的な画像信号に変換する撮像素子 102 と、撮像素子 102 によって変換された画像信号を表示する液晶モニタ 103 と、カメラマウント部 104 とを含む。一方、交換レンズ装置 201 は、実施の形態 1 ~ 5 いずれかに係るズームレンズ系 202 と、ズームレンズ系 202 を保持する鏡筒 203 と、カメラ本体のカメラマウント部 104 に接続されるレンズマウント部 204 とを含む。カメラマウント部 104 及びレンズマウント部 204 は、物理的な接続のみならず、カメラ本体 101 内のコントローラ（図示せず）と交換レンズ装置 201 内のコントローラ（図示せず）とを電気的に接続し、相互の信号のやり取りを可能とするインターフェースとしても機能する。なお、図 16 においては、ズームレンズ系 202 として実施の形態 1 に係るズームレンズ系を用いた場合を図示している。

20

【0093】

本実施の形態 6 では、実施の形態 1 ~ 5 いずれかに係るズームレンズ系 202 を用いているので、コンパクトで結像性能に優れた交換レンズ装置を低コストで実現することができる。また、本実施の形態 6 に係るカメラシステム 100 全体の小型化及び低コスト化も達成することができる。なお、これら実施の形態 1 ~ 5 に係るズームレンズ系は、全てのズーム域を使用する必要はない。すなわち、所望のズーム域に応じて、光学性能が確保されている範囲を切り出し、以下の対応する数値実施例 1 ~ 5 で説明するズームレンズ系よりも低倍率のズームレンズ系として使用してもよい。

30

【0094】

以上のように、本出願において開示する技術の例示として、実施の形態 6 を説明した。しかしながら、本開示における技術は、これに限定されず、適宜、変更、置き換え、付加、省略などを行った実施の形態にも適用可能である。

40

【0095】

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」であり、画角の単位はすべて「°」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、 n_d は d 線に対する屈折率、 v_d は d 線に対するアッペ数である。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。

【数 1】

$$Z = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/r)^2}} + \sum A_n h^n$$

ここで、

Z : 光軸からの高さが h の非球面上の点から、非球面頂点の接平面までの距離、

h : 光軸からの高さ、

r : 頂点曲率半径、

: 円錐定数、

A_n : n 次の非球面係数

である。

【0096】

図 2、5、8、11 及び 14 は、各々数値実施例 1 ~ 5 に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図である。

【0097】

各縦収差図において、(a) 図は広角端、(b) 図は中間位置、(c) 図は望遠端における各収差を表す。各縦収差図は、左側から順に、球面収差 (S A (mm))、非点収差 (A S T (mm))、歪曲収差 (D I S (%)) を示す。球面収差図において、縦軸は F ナンバー (図中、F で示す) を表し、実線は d 線 (d - l i n e)、短破線は F 線 (F - l i n e)、長破線は C 線 (C - l i n e) の特性である。非点収差図において、縦軸は像高 (図中、H で示す) を表し、実線はサジタル平面 (図中、s で示す)、破線はメリディオナル平面 (図中、m で示す) の特性である。歪曲収差図において、縦軸は像高 (図中、H で示す) を表す。

【0098】

また図 3、6、9、12 及び 15 は、各々数値実施例 1 ~ 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。

【0099】

各横収差図において、上段 3 つの収差図は、望遠端における像ぶれ補正を行っていない基本状態、下段 3 つの収差図は、像ぶれ補正レンズ群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、それぞれ対応する。基本状態の各横収差図のうち、上段は最大像高の 70% の像点における横収差、中段は軸上像点における横収差、下段は最大像高の -70% の像点における横収差に、それぞれ対応する。像ぶれ補正状態の各横収差図のうち、上段は最大像高の 70% の像点における横収差、中段は軸上像点における横収差、下段は最大像高の -70% の像点における横収差に、それぞれ対応する。また各横収差図において、横軸は瞳面上での主光線からの距離を表し、実線は d 線 (d - l i n e)、短破線は F 線 (F - l i n e)、長破線は C 線 (C - l i n e) の特性である。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 G 1 の光軸と第 3 レンズ群 G 3 の光軸とを含む平面としている。

【0100】

なお、各数値実施例のズームレンズ系について、望遠端における、像ぶれ補正状態での像ぶれ補正レンズ群の光軸と垂直な方向への移動量は、以下に示すとおりである。

数値実施例 1 0 . 5 3 0 mm

数値実施例 2 0 . 4 2 0 mm

数値実施例 3 0 . 4 2 0 mm

数値実施例 4 0 . 4 3 0 mm

数値実施例 5 0 . 3 7 0 mm

【0101】

撮影距離が で望遠端において、ズームレンズ系が 0 . 3 ° だけ傾いた場合の像偏心量は、像ぶれ補正レンズ群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

10

20

30

40

50

量に等しい。

【 0 1 0 2 】

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、+70%像点における横収差と-70%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、ズーム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。したがって、いずれのズーム位置であっても、0.3°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。

10

【 0 1 0 3 】

(数値実施例 1)

数値実施例 1 のズームレンズ系は、図 1 に示した実施の形態 1 に対応する。数値実施例 1 のズームレンズ系の面データを表 1 に、非球面データを表 2 に、各種データを表 3 に示す。

【 0 1 0 4 】

表 1 (面データ)

面番号 物面	r	d	nd	vd
1	61.27940	1.00000	1.75789	32.1
2	40.69340	8.40730	1.48749	70.4
3	-306.72730	可変		
4	285.57580	0.80000	1.71281	51.6
5	26.41460	0.15000		
6	19.33410	4.57660	1.66359	27.1
7	-314.64810	8.30350		
8	-28.72870	0.80000	1.84109	35.0
9	40.67860	可変		
10(絞リ)		1.00000		
11	34.45080	8.00000	1.54360	56.0
12*	-50.22320	1.00000		
13	16.40790	5.63390	1.51527	63.9
14	183.34550	0.80000	1.92286	20.9
15	17.26960	可変		
16	50.05180	6.66420	1.88895	29.8
17	-64.42020	可変		
18	-34.81100	0.80000	1.70164	52.4
19	-538.19780	(BF)		

20

30

40

像面

【 0 1 0 5 】

表 2 (非球面データ)

第12面

K= 0.00000E+00, A4= 1.17607E-05, A6=-1.86330E-07, A8= 8.69894E-09
A10=-1.31222E-10

【 0 1 0 6 】

表 3 (各種データ)

50

ズーム比	3.13564		
	広角	中間	望遠
焦点距離	46.2703	81.9323	145.0869
F ナンバー	5.65283	5.68565	5.80316
画角	13.6611	7.5404	4.2062
像高	10.8150	10.8150	10.8150
レンズ全長	127.8176	148.4343	165.1036
B F	20.69678	20.68850	22.54673
d3	1.0372	33.2632	59.2618
d9	23.0284	11.3434	2.0000
d15	20.1096	18.6476	22.5409
d17	15.0101	16.5561	10.8187
入射瞳位置	50.3562	116.6691	197.7937
射出瞳位置	-47.1011	-44.0573	-52.9477
前側主点位置	65.0482	94.9205	64.0491
後側主点位置	81.5473	66.5020	20.0167

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	137.06118	9.40730	0.84168	3.97338
2	4	-31.40024	14.63010	17.94876	18.35565
3	10	51.28386	16.43390	-10.52101	-0.50657
4	16	32.57836	6.66420	1.58603	4.62286
5	18	-53.07959	0.80000	-0.03253	0.29702

20

【 0 1 0 7 】

(数値実施例 2)

数値実施例 2 のズームレンズ系は、図 4 に示した実施の形態 2 に対応する。数値実施例 2 のズームレンズ系の面データを表 4 に、非球面データを表 5 に、各種データを表 6 に示す。

【 0 1 0 8 】

表 4 (面データ)

30

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1	50.10770	1.00000	1.74950	35.0
2	35.56720	3.56920	1.48749	70.4
3	-6005.16460	可変		
4	173.07500	0.80000	1.72000	50.3
5	22.00370	0.15000		
6	17.26830	3.50780	1.64769	33.8
7	-140.71570	7.29020		
8	-25.44790	0.80000	1.83481	42.7
9	39.10450	可変		
10(絞り)		1.00000		
11	34.32450	2.34930	1.54360	56.0
12*	-42.96930	1.00000		
13	15.47070	6.17580	1.51823	59.0
14	76.35180	0.80000	1.92286	20.9
15	15.36060	可変		
16	51.49770	2.73170	1.90366	31.3

40

50

17	-58.98800	可変		
18	-37.45950	0.80000	1.80420	46.5
19	506.98340	(BF)		

像面

【 0 1 0 9 】

表 5 (非球面データ)

第12面

K= 0.00000E+00, A4= 1.18077E-05, A6= 9.50364E-09, A8= 1.27831E-09
A10=-1.91534E-11

10

【 0 1 1 0 】

表 6 (各種データ)

ズーム比	3.13580		
	広角	中間	望遠
焦点距離	46.2829	81.9616	145.1341
F ナンバー	4.68072	5.50123	5.80439
画角	13.4707	7.5350	4.2469
像高	10.8150	10.8150	10.8150
レンズ全長	98.7028	120.2583	148.5392
B F	16.42161	25.14177	31.16653
d3	1.0000	22.6402	51.0000
d9	16.9101	8.1041	2.0000
d15	14.3639	15.4828	21.6576
d17	18.0332	16.9154	10.7411
入射瞳位置	37.0527	69.9993	145.3536
射出瞳位置	-45.2326	-55.2210	-70.0652
前側主点位置	36.1385	30.4620	-10.1867
後側主点位置	52.4199	38.2967	3.4051

20

30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	129.31381	4.56920	-0.51321	1.08863
2	4	-29.09088	12.54800	15.30553	15.73719
3	10	43.55664	11.32510	-10.12765	-2.72406
4	16	30.78708	2.73170	0.67679	1.95647
5	18	-43.34661	0.80000	0.03049	0.38737

【 0 1 1 1 】

(数値実施例3)

数値実施例3のズームレンズ系は、図7に示した実施の形態3に対応する。数値実施例3のズームレンズ系の面データを表7に、非球面データを表8に、各種データを表9に示す。

40

【 0 1 1 2 】

表 7 (面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1	52.71520	1.00000	1.74950	35.0
2	37.32200	3.85030	1.48749	70.4
3	-5452.64230	可変		

50

4	167.78640	0.80000	1.72000	50.3
5	23.56360	0.15000		
6	17.86810	4.29100	1.64769	33.8
7	-187.93060	8.04330		
8	-24.79330	0.80000	1.83481	42.7
9	40.64550	可変		
10(絞リ)		1.00000		
11	34.77280	4.33200	1.54360	56.0
12*	-43.92450	1.00000		
13	16.16060	5.24700	1.51823	59.0
14	82.99030	0.80000	1.92286	20.9
15	16.57710	可変		
16	52.00520	9.72630	1.90366	31.3
17	-59.44140	可変		
18	-36.34900	0.80000	1.80420	46.5
19	897.21280	(BF)		

像面

【 0 1 1 3 】

表 8 (非球面データ)

10

20

第12面

K= 0.00000E+00, A4= 1.20203E-05, A6=-5.69152E-08, A8= 2.76958E-09
A10=-3.13041E-11

【 0 1 1 4 】

表 9 (各種データ)

ズーム比	3.13571		
	広角	中間	望遠
焦点距離	46.2784	81.9509	145.1159
F ナンバー	4.60415	5.47001	5.80468
画角	13.5010	7.5421	4.2503
像高	10.8150	10.8150	10.8150
レンズ全長	92.2530	103.5680	126.7700
B F	15.7837	25.1939	31.5158
d3	1.0000	21.7256	51.2498
d9	17.7350	8.3229	2.0000
d15	14.0268	14.9164	20.4554
d17	17.6510	16.7633	11.2252
入射瞳位置	41.0099	71.2600	146.5295
射出瞳位置	-46.7467	-57.1125	-70.9821
前側主点位置	41.5582	35.7032	-5.2081
後側主点位置	61.8446	46.8519	13.1276

30

40

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	136.20835	4.85030	-0.50796	1.18557
2	4	-29.69711	14.08430	17.64231	17.82483
3	10	46.44281	12.37900	-8.42427	-1.29740
4	16	32.02139	9.72630	2.48722	6.88343
5	18	-43.42253	0.80000	0.01726	0.37402

50

【 0 1 1 5 】

(数値実施例 4)

数値実施例 4 のズームレンズ系は、図 1 0 に示した実施の形態 4 に対応する。数値実施例 4 のズームレンズ系の面データを表 1 0 に、非球面データを表 1 1 に、各種データを表 1 2 に示す。

【 0 1 1 6 】

表 1 0 (面データ)

面番号	r	d	nd	vd	
物面					10
1	47.51780	4.95330	1.48749	70.4	
2	-105.85580	1.00000	1.74950	35.0	
3	-537.17660	可変			
4	-55.44130	0.80000	1.83481	42.7	
5	52.20110	0.15000			
6	23.20160	2.29870	1.84666	23.8	
7	-55.02810	1.71620			
8	-42.03460	0.80000	1.90366	31.3	
9	25.39230	可変			
10(絞り)		1.00000			20
11	31.98410	2.61120	1.54360	56.0	
12*	-48.34570	1.00000			
13	23.84160	2.32120	1.48749	70.4	
14	-83.26550	0.80000	1.92286	20.9	
15	63.42040	可変			
16	30.41840	0.50000	1.92286	20.9	
17	19.72920	可変			
18	39.19300	2.97820	1.90366	31.3	
19	-54.00310	可変			
20	-41.37490	0.80000	1.48749	70.4	30
21	21.76680	(BF)			
像面					

【 0 1 1 7 】

表 1 1 (非球面データ)

第12面

K= 0.00000E+00, A4= 1.08514E-05, A6=-1.50203E-08, A8= 5.03917E-10
A10=-4.55682E-12

【 0 1 1 8 】

表 1 2 (各種データ)

ズーム比	3.13596				
	広角	中間	望遠		
焦点距離	46.2695	81.9328	145.0994		
F ナンバー	4.16144	4.65570	5.80338		
画角	13.3167	7.5087	4.1880		
像高	10.8150	10.8150	10.8150		
レンズ全長	69.6241	84.0368	103.6938		
B F	22.0089	32.4982	32.8545		
d3	6.4615	31.4306	51.4616		50

d9	15.8624	9.4107	2.0000
d15	6.1455	0.6000	6.9691
d17	5.3816	9.3740	14.5348
d19	11.9599	9.4755	5.0000
入射瞳位置	33.1193	83.1992	142.4779
射出瞳位置	-41.2642	-51.2909	-62.2687
前側主点位置	27.6129	34.2951	-50.5381
後側主点位置	45.3635	34.6021	-8.5511

ズームレンズ群データ

10

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	108.57993	5.95330	-0.30315	1.75559
2	4	-29.37657	5.76490	5.00701	6.71836
3	10	33.04577	7.73240	0.55295	2.83906
4	16	-62.23372	0.50000	0.75696	0.99096
5	18	25.51901	2.97820	0.66806	2.05770
6	20	-29.13737	0.80000	0.35096	0.61536

【0 1 1 9】

(数値実施例5)

数値実施例5のズームレンズ系は、図13に示した実施の形態5に対応する。数値実施例5のズームレンズ系の面データを表13に、非球面データを表14に、各種データを表15に示す。

20

【0 1 2 0】

表 1 3 (面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1	54.95600	1.00000	1.71736	29.5
2	38.53860	3.69520	1.48749	70.4
3	-1004.07190	可変		
4	201.06910	0.80000	1.69680	55.5
5	21.89400	0.15000		
6	17.67150	3.32400	1.67270	32.2
7	2396.10290	9.66230		
8	-25.22900	0.80000	1.83481	42.7
9	44.02730	可変		
10(絞り)		1.00000		
11	28.04510	2.58250	1.51845	70.0
12*	-37.26800	1.00000		
13	14.41890	4.85360	1.51680	64.2
14	65.78910	0.80000	1.84666	23.8
15	14.01740	可変		
16	50.72160	2.59670	1.90366	31.3
17	-63.39020	可変		
18	-40.42620	0.80000	1.80420	46.5
19	155.08050	(BF)		

30

40

像面

【0 1 2 1】

表 1 4 (非球面データ)

50

第12面

K= 0.00000E+00, A4= 1.60994E-05, A6= 2.40007E-07, A8=-6.26914E-09

A10= 6.71437E-11

【 0 1 2 2 】

表 1 5 (各種データ)

ズーム比	3.13598			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	46.2885	81.9728	145.1597	
F ナンバー	4.64482	5.43438	5.80626	10
画角	13.5435	7.5330	4.2330	
像高	10.8150	10.8150	10.8150	
レンズ全長	81.7329	95.7774	118.4980	
B F	17.1082	25.0682	30.2648	
d3	1.0000	23.1158	51.0000	
d9	15.1939	7.1788	2.0000	
d15	16.8807	17.2024	22.2798	
d17	15.4478	15.1256	10.0469	
入射瞳位置	38.8175	74.1738	153.3546	
射出瞳位置	-45.9533	-54.2981	-65.6927	20
前側主点位置	38.6278	32.5998	-21.7206	
後側主点位置	52.4065	38.7823	3.4960	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	131.45397	4.69520	-0.26030	1.36639
2	4	-27.07782	14.73630	17.25990	17.46816
3	10	36.92989	10.23610	-6.64500	-0.95574
4	16	31.52079	2.59670	0.61293	1.83068
5	18	-39.80184	0.80000	0.09152	0.44892

【 0 1 2 3 】

以下の表 1 6 に、各数値実施例のズームレンズ系における各条件の対応値を示す。

【 0 1 2 4 】

表 1 6 (条件の対応値)

【表 1】

条件		数値実施例				
		1	2	3	4	5
(1)	L_T/f_T	1.14	1.02	1.09	0.94	1.02
(2)	T_{3subG}/T_{1G}	0.85	0.51	0.89	0.44	0.55
(3)	T_{1G}/f_W	0.20	0.10	0.10	0.13	0.10
(4)	T_{4G}/T_{3G}	0.43	0.26	0.85	0.07	0.28
(5)	f_{3G}/f_{2G}	-1.63	-1.50	-1.56	-1.12	-1.36

40

【 0 1 2 5 】

以上のように、本開示における技術の例示として、実施の形態を説明した。そのために、添付図面および詳細な説明を提供した。

50

【 0 1 2 6 】

したがって、添付図面および詳細な説明に記載された構成要素の中には、課題解決のために必須な構成要素だけでなく、上記技術を例示するために、課題解決のためには必須でない構成要素も含まれ得る。そのため、それらの必須ではない構成要素が添付図面や詳細な説明に記載されていることをもって、直ちに、それらの必須ではない構成要素が必須であるとの認定をするべきではない。

【 0 1 2 7 】

また、上述の実施の形態は、本開示における技術を例示するためのものであるから、特許請求の範囲またはその均等の範囲において種々の変更、置き換え、付加、省略などを行うことができる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 2 8 】

本開示は、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、スマートフォン等の携帯情報端末のカメラ、PDA(Personal Digital Assistance)のカメラ、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可能である。特に本開示は、デジタルスチルカメラシステム、デジタルビデオカメラシステムといった高画質が要求される撮影光学系に適用可能である。

【 0 1 2 9 】

また本開示は、本開示における交換レンズ装置の中でも、デジタルビデオカメラシステムに備えられる、ズームレンズ系をモータにより駆動する電動ズーム機能を搭載した交換レンズ装置に適用可能である。

【 符号の説明 】

【 0 1 3 0 】

G 1	第 1 レンズ群	
G 2	第 2 レンズ群	
G 3	第 3 レンズ群	
G 4	第 4 レンズ群	
G 5	第 5 レンズ群	
G 6	第 6 レンズ群	
L 1	第 1 レンズ素子	30
L 2	第 2 レンズ素子	
L 3	第 3 レンズ素子	
L 4	第 4 レンズ素子	
L 5	第 5 レンズ素子	
L 6	第 6 レンズ素子	
L 7	第 7 レンズ素子	
L 8	第 8 レンズ素子	
L 9	第 9 レンズ素子	
L 1 0	第 1 0 レンズ素子	
L 1 1	第 1 1 レンズ素子	40
A	開口絞り	
S	像面	
1 0 0	レンズ交換式デジタルカメラシステム	
1 0 1	カメラ本体	
1 0 2	撮像素子	
1 0 3	液晶モニタ	
1 0 4	カメラマウント部	
2 0 1	交換レンズ装置	
2 0 2	ズームレンズ系	
2 0 3	鏡筒	50

10

20

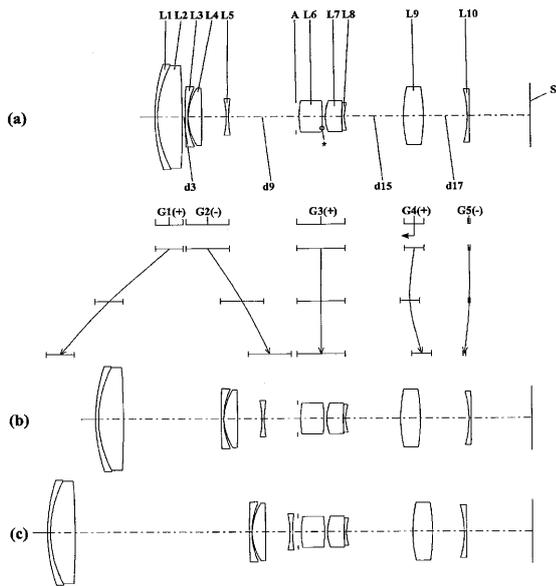
30

40

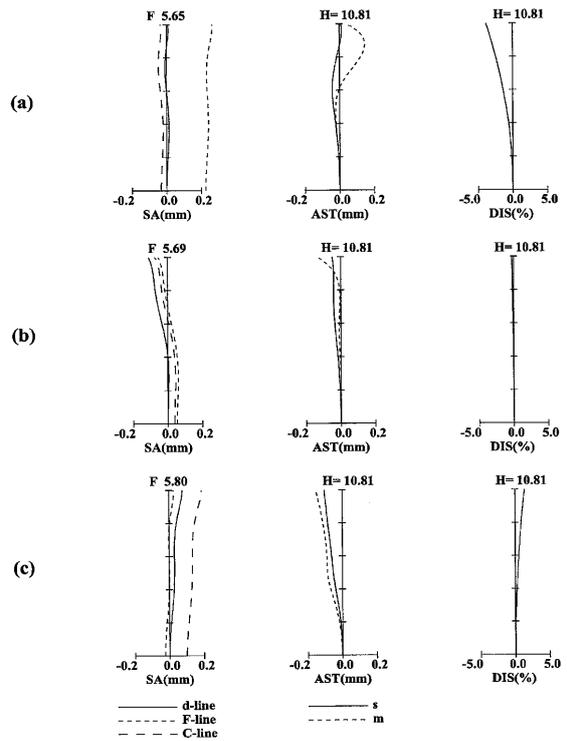
50

204 レンズマウント部

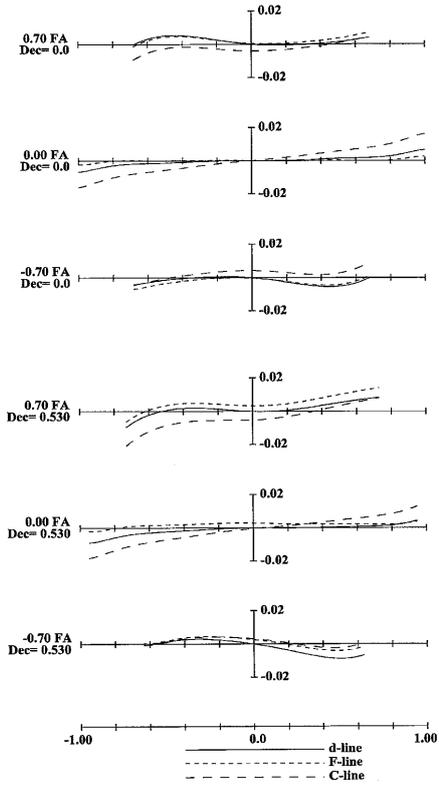
【図1】



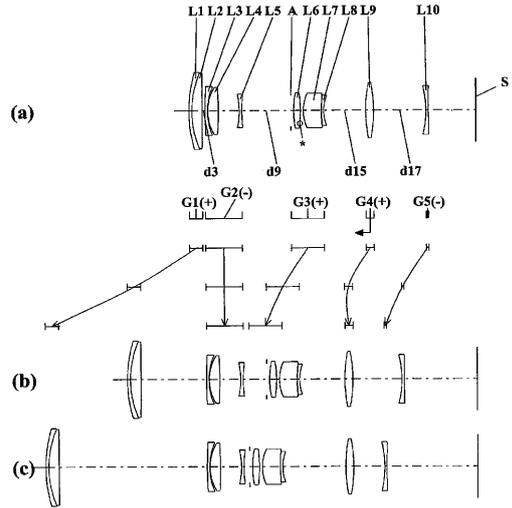
【図2】



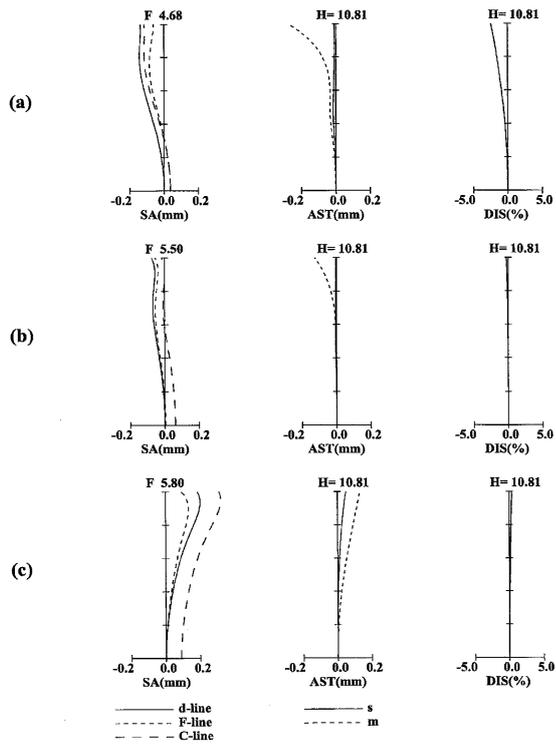
【 図 3 】



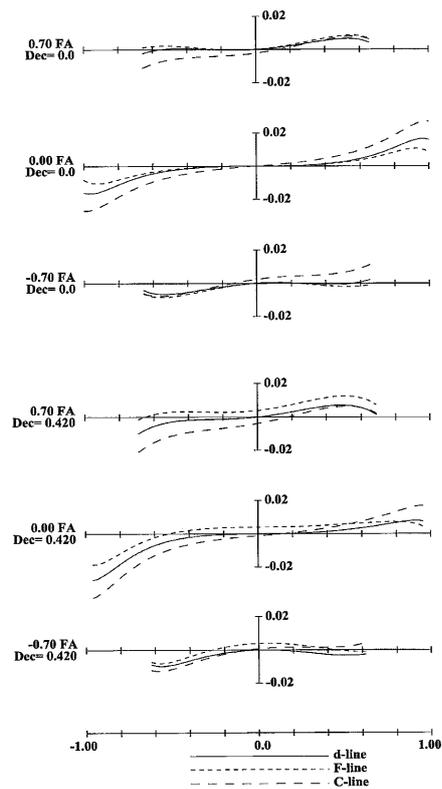
【 図 4 】



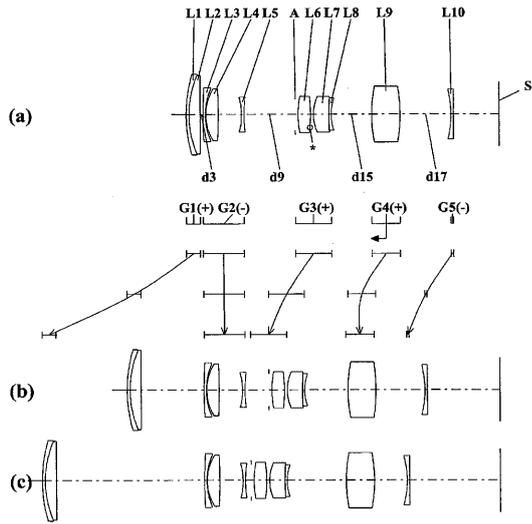
【 図 5 】



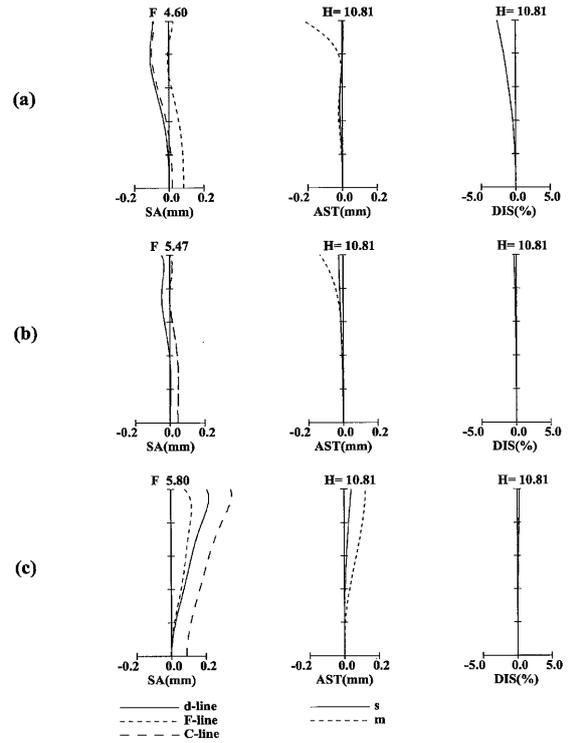
【 図 6 】



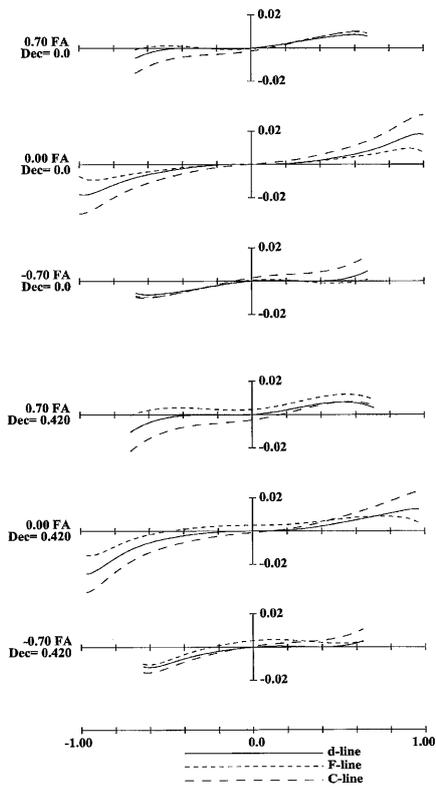
【 図 7 】



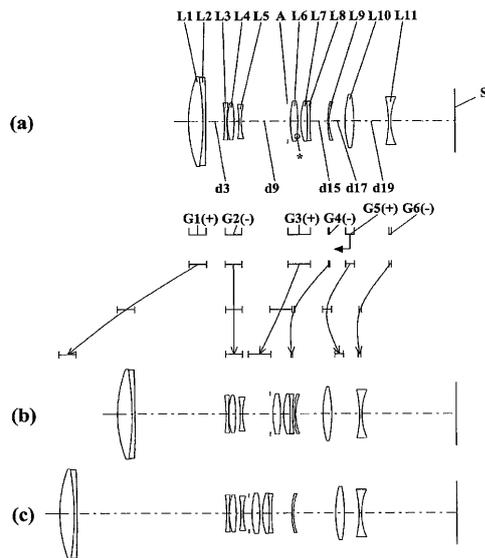
【 図 8 】



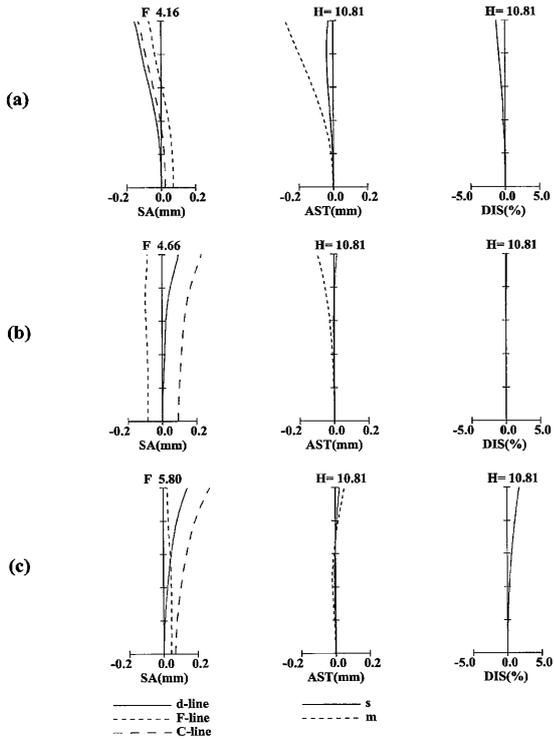
【 図 9 】



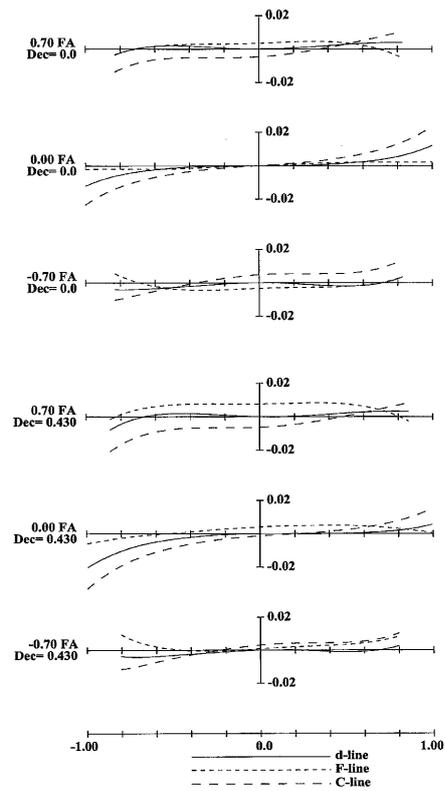
【 図 10 】



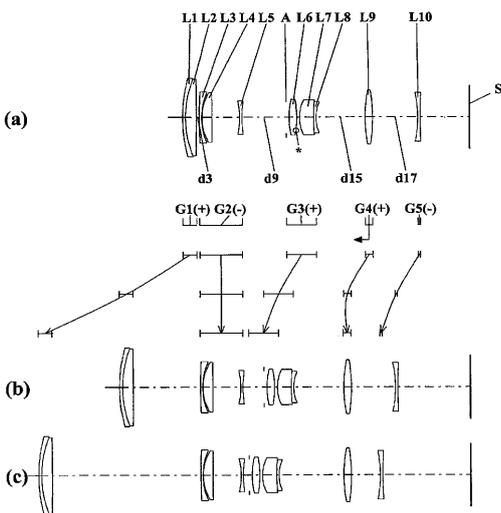
【 図 1 1 】



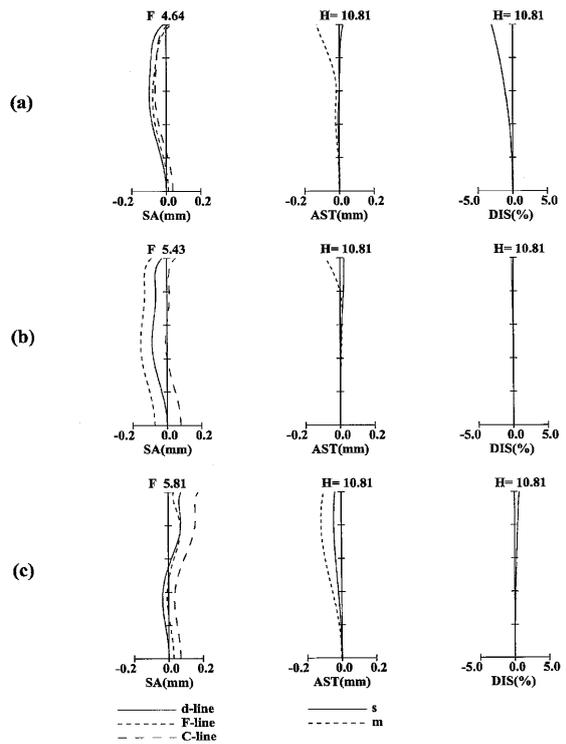
【 図 1 2 】



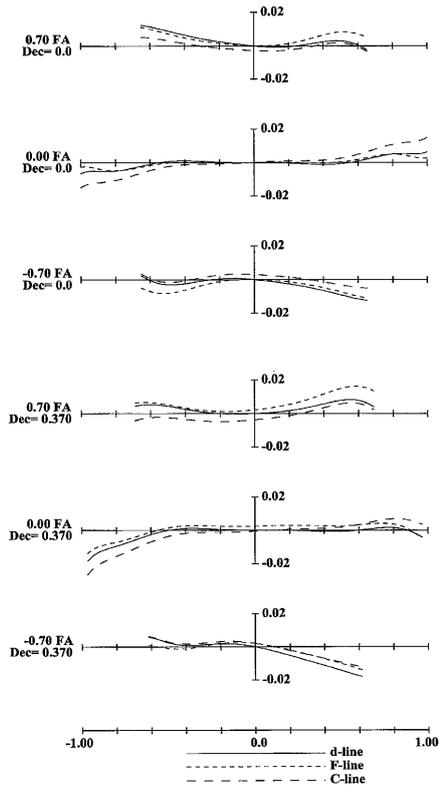
【 図 1 3 】



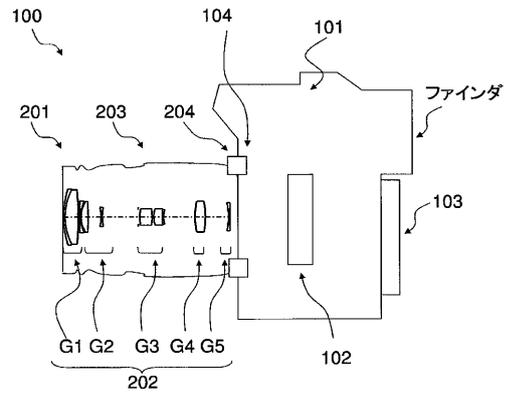
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA02 KA03 MA15 MA16 NA07 PA08 PA09 PA19 PB10 PB11
QA02 QA06 QA07 QA14 QA17 QA21 QA22 QA26 QA37 QA39
QA41 QA46 RA05 RA13 RA32 RA36 RA44 SA43 SA47 SA49
SA52 SA56 SA57 SA62 SA63 SA65 SA66 SA73 SA74 SB03
SB14 SB24 SB32 SB42
2K005 AA05 CA23