

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5891447号
(P5891447)

(45) 発行日 平成28年3月23日(2016.3.23)

(24) 登録日 平成28年3月4日(2016.3.4)

(51) Int. Cl. F I
G02B 15/20 (2006.01) G O 2 B 15/20
G02B 13/18 (2006.01) G O 2 B 13/18
G03B 5/00 (2006.01) G O 3 B 5/00 J

請求項の数 5 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2010-286698 (P2010-286698)	(73) 特許権者	314012076
(22) 出願日	平成22年12月22日 (2010.12.22)		パナソニックIPマネジメント株式会社
(65) 公開番号	特開2012-133228 (P2012-133228A)		大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(43) 公開日	平成24年7月12日 (2012.7.12)	(74) 代理人	110001276
審査請求日	平成25年3月7日 (2013.3.7)		特許業務法人 小笠原特許事務所
審判番号	不服2014-19966 (P2014-19966/J1)	(72) 発明者	今岡 卓也
審判請求日	平成26年10月3日 (2014.10.3)		大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		合議体	
		審判長	樋口 信宏
		審判官	道祖土 新吾
		審判官	鉄 豊郎

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) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

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

前記第1レンズ群が、物体側から像側へと順に、負のパワーを有するレンズ素子と、負のパワーを有するレンズ素子と、正のパワーを有するレンズ素子とからなり、

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レンズ群が光軸に沿って移動し、

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3レンズ群が光軸に沿って移動し、

以下の条件(1)、(2)及び(4)を満足する、ズームレンズ系：

$$n_p > 1.88 \quad \dots (1)$$

$$1.5 < f_p / f_w < 4.0 \quad \dots (2)$$

$$0.30 < d_1 / f_w < 0.85 \quad \dots (4)$$

ここで、

n_p ：第1レンズ群の正のパワーを有するレンズ素子のd線に対する屈折率、

f_p ：第1レンズ群の正のパワーを有するレンズ素子の焦点距離、

d_1 ：第1レンズ群の光軸上での厚み、

f_w ：広角端での全系の焦点距離

である。

【請求項 2】

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：

$$p < 2.2 \quad \dots (3)$$

ここで、

p ：第 1 レンズ群の正のパワーを有するレンズ素子の d 線に対するアッベ数である。

【請求項 3】

撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第 4 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。

10

【請求項 4】

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 5】

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。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、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。特に本発明は、諸収差が十分に補正されて光学性能に優れるとともに、レンズ全長が短く小型で軽量のズームレンズ系、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。

30

【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、例えば負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】

例えば特許文献 1 は、負正の 2 群以上の構成で、絞りが第 1 レンズ群の像側の位置と第 2 レンズ群の最も像側に配置されたレンズの物体側レンズ面との間に配置され、変倍時に、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との間隔が変化し、シャッタが第 2 レンズ群のすぐ像側に配置されたレンズユニットを開示している。

40

【0005】

特許文献 2 は、負正の 2 群以上の構成で、 d 線に対する屈折率及び d 線に対するアッベ数が各々特定範囲に設定されたレンズを、複数のレンズ群うち少なくとも 1 つのレンズ群が有する光学系を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 8 - 0 4 0 4 8 5 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 9 - 0 4 8 0 1 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、前記特許文献 1 ~ 2 に開示のレンズユニット及び光学系はいずれも、収差の補正が不十分であるため、良好な光学性能を有するものではなく、しかも負のパワーを有する最も物体側に配置されたレンズ群の構成に起因してレンズ全長の短縮化が困難であり、近年要求される小型化が実現されたものではない。

10

【 0 0 0 8 】

本発明の目的は、諸収差が十分に補正されて光学性能に優れるとともに、レンズ全長が短く小型で軽量のズームレンズ系、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ことである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

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。すなわち本発明は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群と、正のパワーを有する第 2 レンズ群と、負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 レンズ群とからなり、

20

前記第 1 レンズ群が、物体側から像側へと順に、負のパワーを有するレンズ素子と、負のパワーを有するレンズ素子と、正のパワーを有するレンズ素子とからなり、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 レンズ群が光軸に沿って移動し、

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 3 レンズ群が光軸に沿って移動し、

以下の条件 (1)、(2) 及び (4) :

$$n_p > 1.88 \quad \dots (1)$$

$$1.5 < f_p / f_w < 4.0 \quad \dots (2)$$

$$0.30 < d_1 / f_w < 0.85 \quad \dots (4)$$

30

(ここで、

n_p : 第 1 レンズ群の正のパワーを有するレンズ素子の d 線に対する屈折率、

f_p : 第 1 レンズ群の正のパワーを有するレンズ素子の焦点距離、

d_1 : 第 1 レンズ群の光軸上での厚み、

f_w : 広角端での全系の焦点距離

である)

を満足する、ズームレンズ系

に関する。

【 0 0 1 0 】

上記目的の 1 つは、以下の交換レンズ装置により達成される。すなわち本発明は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群と、正のパワーを有する第 2 レンズ群と、負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 レンズ群とからなり、

40

前記第 1 レンズ群が、物体側から像側へと順に、負のパワーを有するレンズ素子と、負のパワーを有するレンズ素子と、正のパワーを有するレンズ素子とからなり、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 レンズ群が光軸に沿って移動し、

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 3 レンズ群が光軸に沿って移動し、

以下の条件 (1)、(2) 及び (4) :

50

$$n_p > 1.88 \quad \dots (1)$$

$$1.5 < f_p / f_w < 4.0 \quad \dots (2)$$

$$0.30 < d_1 / f_w < 0.85 \quad \dots (4)$$

(ここで、

n_p : 第1レンズ群の正のパワーを有するレンズ素子のd線に対する屈折率、

f_p : 第1レンズ群の正のパワーを有するレンズ素子の焦点距離、

d_1 : 第1レンズ群の光軸上での厚み、

f_w : 広角端での全系の焦点距離

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

に関する。

【0011】

上記目的の1つは、以下のカメラシステムにより達成される。すなわち本発明は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、正のパワーを有する第2レンズ群と、負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レンズ群とからなり、

前記第1レンズ群が、物体側から像側へと順に、負のパワーを有するレンズ素子と、負のパワーを有するレンズ素子と、正のパワーを有するレンズ素子とからなり、

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レンズ群が光軸に沿って移動し、

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3レンズ群が光軸に沿って移動し、

以下の条件(1)、(2)及び(4)：

$$n_p > 1.88 \quad \dots (1)$$

$$1.5 < f_p / f_w < 4.0 \quad \dots (2)$$

$$0.30 < d_1 / f_w < 0.85 \quad \dots (4)$$

(ここで、

n_p : 第1レンズ群の正のパワーを有するレンズ素子のd線に対する屈折率、

f_p : 第1レンズ群の正のパワーを有するレンズ素子の焦点距離、

d_1 : 第1レンズ群の光軸上での厚み、

f_w : 広角端での全系の焦点距離

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

に関する。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、諸収差が十分に補正されて光学性能に優れるとともに、レンズ全長が短く小型で軽量のズームレンズ系、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ことができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】実施の形態1(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】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

10

20

30

40

50

【図 3】実施例 1 に係るズームレンズ系の近接物体合焦状態の縦収差図

【図 4】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 5】実施の形態 2 (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

【図 6】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 7】実施例 2 に係るズームレンズ系の近接物体合焦状態の縦収差図

【図 8】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 9】実施の形態 3 (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

10

【図 10】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 11】実施例 3 に係るズームレンズ系の近接物体合焦状態の縦収差図

【図 12】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 13】実施の形態 4 (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 14】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 15】実施例 4 に係るズームレンズ系の近接物体合焦状態の縦収差図

【図 16】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

20

【図 17】実施の形態 5 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】

【0014】

(実施の形態 1 ~ 4)

図 1、5、9 及び 13 は、各々実施の形態 1 ~ 4 に係るズームレンズ系のレンズ配置図であり、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。

【0015】

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。また各図において、(a) 図と (b) 図との間に設けられた折れ線の矢印は、上から順に、広角端、中間位置、望遠端の各状態におけるレンズ群の位置を結んで得られる直線である。広角端と中間位置との間、中間位置と望遠端との間は、単純に直線で接続されているだけであり、実際の各レンズ群の動きとは異なる。

30

【0016】

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、5、9 及び 13 では、後述する第 3 レンズ群 G3 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。なお、これら図 1、5、9 及び 13 では、(a) 図に各レンズ群の符号が記載されているため、便宜上、この各レンズ群の符号の下部にフォーカシングを表す矢印を付しているが、各ズーミング状態において、フォーカシングの際に各レンズ群が移動する方向は、実施の形態ごとに後に具体的に説明する。

40

【0017】

実施の形態 1 ~ 4 に係るズームレンズ系は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群 G1 と、正のパワーを有する第 2 レンズ群 G2 と、負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 とを備える。各実施の形態に係るズームレンズ系では、ズーミングに際して、各レンズ群の間隔、すなわち、前記第 1 レンズ群 G1 と第 2 レンズ群 G2 との間隔、第 2 レンズ群 G2 と第 3 レンズ群 G3 との間隔、及び第 3 レンズ群 G3 と第 4 レンズ群 G4 との間隔がいずれも変化するように、第 1

50

レンズ群 G 1、第 2 レンズ群 G 2 及び第 3 レンズ群 G 3 が光軸に沿った方向にそれぞれ移動する。各実施の形態に係るズームレンズ系は、これら各レンズ群を所望のパワー配置にすることにより、高い光学性能を保持しつつ、レンズ系全体の小型化を可能にしている。

【 0 0 1 8 】

なお図 1、5、9 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。また各図において、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。また各図において、最も右側に記載された直線は、像面 S の位置を表す。

【 0 0 1 9 】

さらに図 1、5、9 及び 13 に示すように、第 2 レンズ群 G 2 内の第 4 レンズ素子 L 4 と第 5 レンズ素子 L 5 との間には、開口絞り A が設けられている。

10

【 0 0 2 0 】

図 1 に示すように、実施の形態 1 に係るズームレンズ系において、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、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 L 2 と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第 3 レンズ素子 L 3 とからなる。これらのうち、第 2 レンズ素子 L 2 は、その両面が非球面である。

【 0 0 2 1 】

実施の形態 1 に係るズームレンズ系において、第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第 4 レンズ素子 L 4 と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 5 レンズ素子 L 5 と、両凸形状の第 6 レンズ素子 L 6 と、両凸形状の第 7 レンズ素子 L 7 とからなる。これらのうち、第 5 レンズ素子 L 5 と第 6 レンズ素子 L 6 とは接合されている。また、第 4 レンズ素子 L 4 は、その両面が非球面である。さらに、第 4 レンズ素子 L 4 と第 5 レンズ素子 L 5 との間には、開口絞り A が設けられている。

20

【 0 0 2 2 】

また実施の形態 1 に係るズームレンズ系において、第 3 レンズ群 G 3 は、両凹形状の第 8 レンズ素子 L 8 のみからなる。この第 8 レンズ素子 L 8 は、その両面が非球面である。

【 0 0 2 3 】

また実施の形態 1 に係るズームレンズ系において、第 4 レンズ群 G 4 は、物体側から像側へと順に、像側に凸面を向けた正メニスカス形状の第 9 レンズ素子 L 9 と、両凸形状の第 10 レンズ素子 L 10 とからなる。これらのうち、第 9 レンズ素子 L 9 は、その両面が非球面である。

30

【 0 0 2 4 】

なお、実施の形態 1 に係るズームレンズ系では、第 2 レンズ群 G 2 を構成する第 7 レンズ素子 L 7 が、後述する、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像ぶれ補正レンズ群に相当する。

【 0 0 2 5 】

実施の形態 1 に係るズームレンズ系において、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 G 1 は、像側に凸の軌跡を描いて移動し、第 2 レンズ群 G 2 は、単調に物体側へ移動し、第 3 レンズ群 G 3 は、単調に僅かに物体側へ移動し、第 4 レンズ群 G 4 は、像面 S に対して固定されている。すなわち、ズームングに際して、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔が減少し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔が増大し、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との間隔が変化するように、第 1 レンズ群 G 1、第 2 レンズ群 G 2 及び第 3 レンズ群 G 3 が光軸に沿ってそれぞれ移動する。

40

【 0 0 2 6 】

さらに実施の形態 1 に係るズームレンズ系において、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 3 レンズ群 G 3 は、いずれのズームング状態でも光軸に沿って像側へ移動する。

【 0 0 2 7 】

図 5 に示すように、実施の形態 2 に係るズームレンズ系において、第 1 レンズ群 G 1 は

50

、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、両凹形状の第2レンズ素子L2と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第3レンズ素子L3とからなる。これらのうち、第1レンズ素子L1及び第2レンズ素子L2は、いずれもその両面が非球面である。

【0028】

実施の形態2に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2は、物体側から像側へと順に、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L4と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第5レンズ素子L5と、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とからなる。これらのうち、第5レンズ素子L5と第6レンズ素子L6とは接合されている。また、第4レンズ素子L4は、その両面が非球面である。さらに、第4レンズ素子L4と第5レンズ素子L5との間には、開口絞りAが設けられている。

10

【0029】

また実施の形態2に係るズームレンズ系において、第3レンズ群G3は、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のみからなる。この第8レンズ素子L8は、その両面が非球面である。

【0030】

また実施の形態2に係るズームレンズ系において、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。この第9レンズ素子L9は、その両面が非球面である。

【0031】

なお、実施の形態2に係るズームレンズ系では、第2レンズ群G2を構成する第7レンズ素子L7が、後述する、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像ぶれ補正レンズ群に相当する。

20

【0032】

実施の形態2に係るズームレンズ系において、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、像側に凸の軌跡を描いて移動し、第2レンズ群G2は、単調に物体側へ移動し、第3レンズ群G3は、単調に僅かに物体側へ移動し、第4レンズ群G4は、像面Sに対して固定されている。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との間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が増大し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が変化するように、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3が光軸に沿ってそれぞれ移動する。

30

【0033】

さらに実施の形態2に係るズームレンズ系において、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3レンズ群G3は、いずれのズームング状態でも光軸に沿って像側へ移動する。

【0034】

図9に示すように、実施の形態3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、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、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第3レンズ素子L3とからなる。これらのうち、第1レンズ素子L1は、その像側面が非球面であり、第2レンズ素子L2は、その両面が非球面である。

40

【0035】

実施の形態3に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第4レンズ素子L4と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第5レンズ素子L5と、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とからなる。これらのうち、第5レンズ素子L5と第6レンズ素子L6とは接合されている。また、第4レンズ素子L4は、その両面が非球面である。さらに、第4レンズ素子L4と第5レンズ素子L5との間には、開口絞りAが設けられている。

【0036】

また実施の形態3に係るズームレンズ系において、第3レンズ群G3は、物体側に凸面

50

を向けた負メニスカス形状の第 8 レンズ素子 L 8 のみからなる。この第 8 レンズ素子 L 8 は、その両面が非球面である。

【 0 0 3 7 】

また実施の形態 3 に係るズームレンズ系において、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。この第 9 レンズ素子 L 9 は、その両面が非球面である。

【 0 0 3 8 】

なお、実施の形態 3 に係るズームレンズ系では、第 2 レンズ群 G 2 を構成する第 7 レンズ素子 L 7 が、後述する、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像ぶれ補正レンズ群に相当する。

【 0 0 3 9 】

実施の形態 3 に係るズームレンズ系において、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 G 1 は、像側に凸の軌跡を描いて移動し、第 2 レンズ群 G 2 は、単調に物体側へ移動し、第 3 レンズ群 G 3 は、単調に僅かに物体側へ移動し、第 4 レンズ群 G 4 は、像面 S に対して固定されている。すなわち、ズームングに際して、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔が減少し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔が増大し、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との間隔が変化するように、第 1 レンズ群 G 1、第 2 レンズ群 G 2 及び第 3 レンズ群 G 3 が光軸に沿ってそれぞれ移動する。

【 0 0 4 0 】

さらに実施の形態 3 に係るズームレンズ系において、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 3 レンズ群 G 3 は、いずれのズームング状態でも光軸に沿って像側へ移動する。

【 0 0 4 1 】

図 1 3 に示すように、実施の形態 4 に係るズームレンズ系において、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、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 L 2 と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第 3 レンズ素子 L 3 とからなる。これらのうち、第 1 レンズ素子 L 1 及び第 3 レンズ素子 L 3 は、いずれもその両面が非球面である。

【 0 0 4 2 】

実施の形態 4 に係るズームレンズ系において、第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第 4 レンズ素子 L 4 と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 5 レンズ素子 L 5 と、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 とからなる。これらのうち、第 5 レンズ素子 L 5 と第 6 レンズ素子 L 6 とは接合されている。また、第 4 レンズ素子 L 4 は、その両面が非球面である。さらに、第 4 レンズ素子 L 4 と第 5 レンズ素子 L 5 との間には、開口絞り A が設けられている。

【 0 0 4 3 】

また実施の形態 4 に係るズームレンズ系において、第 3 レンズ群 G 3 は、両凹形状の第 8 レンズ素子 L 8 のみからなる。この第 8 レンズ素子 L 8 は、その両面が非球面である。

【 0 0 4 4 】

また実施の形態 4 に係るズームレンズ系において、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。この第 9 レンズ素子 L 9 は、その両面が非球面である。

【 0 0 4 5 】

なお、実施の形態 4 に係るズームレンズ系では、第 2 レンズ群 G 2 を構成する第 7 レンズ素子 L 7 が、後述する、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像ぶれ補正レンズ群に相当する。

【 0 0 4 6 】

実施の形態 4 に係るズームレンズ系において、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 G 1 は、像側に凸の軌跡を描いて移動し、第 2 レンズ群 G 2 は、単調に物体側へ移動し、第 3 レンズ群 G 3 は、単調に僅かに物体側へ移動し、第 4 レンズ群 G 4 は、像面 S に対して固定されている。すなわち、ズームングに際して、第 1 レンズ

10

20

30

40

50

群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔が減少し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔が増大し、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との間隔が変化するように、第 1 レンズ群 G 1、第 2 レンズ群 G 2 及び第 3 レンズ群 G 3 が光軸に沿ってそれぞれ移動する。

【 0 0 4 7 】

さらに実施の形態 4 に係るズームレンズ系において、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 3 レンズ群 G 3 は、いずれのズーミング状態でも光軸に沿って像側へ移動する。

【 0 0 4 8 】

実施の形態 1 ~ 4 に係るズームレンズ系は、負正負正の 4 群構成であり、第 1 レンズ群 G 1 が少なくとも 3 枚のレンズ素子で構成され、かつ正のパワーを有するレンズ素子を少なくとも 1 枚有しているため、該第 1 レンズ群 G 1 のパワーを大きくすることができるだけでなく、良好に色収差を補正することができ、レンズ全長を短くすることができる。さらに、撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、最物体側に配置された第 1 レンズ群 G 1 が光軸に沿って移動するので、レンズ全長が短くなり、さらにレンズ鏡筒を沈胴させた際のレンズ全長も短くすることができる。

10

【 0 0 4 9 】

実施の形態 1 ~ 4 に係るズームレンズ系では、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の際に、第 3 レンズ群 G 3 が光軸に沿って移動し、該第 3 レンズ群 G 3 は正のパワーを有するレンズ群、すなわち第 2 レンズ群 G 2 と第 4 レンズ群 G 4 とに挟まれているので、第 3 レンズ群 G 3 自身の負のパワーを容易に大きくすることができる。したがって、フォーカシングの際に第 3 レンズ群 G 3 の移動量を小さくすることができ、レンズ全長が短くなり、さらにレンズ鏡筒を沈胴させた際のレンズ全長も短くすることができる。

20

【 0 0 5 0 】

実施の形態 1 ~ 4 に係るズームレンズ系では、撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、最像側に配置された第 4 レンズ群 G 4 が像面に対して固定されているので、レンズ系内への塵等の進入が十分に防御され得るという利点がある。またカム構成を少なくすることができるので、レンズ鏡筒の構成も簡単にすることができる。

【 0 0 5 1 】

実施の形態 1 ~ 4 に係るズームレンズ系は、光軸に対して垂直方向に移動する像ぶれ補正レンズ群を備えている。この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、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

【 0 0 5 2 】

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直交する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。

【 0 0 5 3 】

なお、本発明における像ぶれ補正レンズ群とは、1つのレンズ群であってもよく、1つのレンズ群が複数のレンズ素子で構成される場合、該複数のレンズ素子のうち、いずれか1枚のレンズ素子又は隣り合った複数のレンズ素子であってもよい。

40

【 0 0 5 4 】

以下、例えば実施の形態 1 ~ 4 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好ましい条件を説明する。なお、各実施の形態に係るズームレンズ系に対して、複数の好ましい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。

【 0 0 5 5 】

例えば実施の形態 1 ~ 4 に係るズームレンズ系のように、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群と、正のパワーを有する第 2 レンズ群と、負のパワーを有

50

する第3レンズ群と、正のパワーを有する第4レンズ群とからなり、前記第1レンズ群が、物体側から像側へと順に、負のパワーを有するレンズ素子と、負のパワーを有するレンズ素子と、正のパワーを有するレンズ素子とからなり、撮像時の広角端から望遠端へのズームの際に、前記第1レンズ群が光軸に沿って移動し、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3レンズ群が光軸に沿って移動する（以下、このレンズ構成を、実施の形態の基本構成という）ズームレンズ系は、以下の条件（1）及び（2）を満足する。

$$n_p > 1.88 \quad \dots (1)$$

$$1.5 < f_p / f_w < 4.0 \quad \dots (2)$$

ここで、

n_p : 第1レンズ群の正のパワーを有するレンズ素子のd線に対する屈折率、

f_p : 第1レンズ群の正のパワーを有するレンズ素子の焦点距離、

f_w : 広角端での全系の焦点距離

である。

【0056】

前記条件（1）は、第1レンズ群に含まれる正のパワーを有するレンズ素子の屈折率を規定する条件である。該条件（1）を満足することにより、第1レンズ群の厚みが小さくなり、レンズ全長を短くすることができる。

【0057】

なお、さらに以下の条件（1）'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。

$$n_p > 1.92 \quad \dots (1)'$$

【0058】

前記条件（2）は、第1レンズ群に含まれる正のパワーを有するレンズ素子の焦点距離と、広角端での全系の焦点距離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、広角端での像面湾曲がオーバーになってしまう。逆に条件（2）の上限を上回ると、広角端での像面湾曲がアンダーになってしまう。

【0059】

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。

$$2.5 < f_p / f_w \quad \dots (2)'$$

$$f_p / f_w < 3.6 \quad \dots (2)''$$

【0060】

例えば実施の形態1～4に係るズームレンズ系のように、基本構成を有するズームレンズ系は、以下の条件（3）を満足することが好ましい。

$$p < 2.2 \quad \dots (3)$$

ここで、

p : 第1レンズ群の正のパワーを有するレンズ素子のd線に対するアッペ数

である。

【0061】

前記条件（3）は、第1レンズ群に含まれる正のパワーを有するレンズ素子のアッペ数を規定する条件である。該条件（3）を満足することにより、広角端での倍率色収差の補正が容易となり、第1レンズ群内の負のパワーを有するレンズ素子のアッペ数を小さくすることができる。その結果、屈折率が高い硝材を容易に使用することができ、レンズ全長をさらに短くすることができる。

【0062】

なお、さらに以下の条件（3）'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。

$$p < 2.0 \quad \dots (3)'$$

【0063】

10

20

30

40

50

例えば実施の形態 1 ~ 4 に係るズームレンズ系のように、基本構成を有するズームレンズ系は、以下の条件 (4) を満足する。

$$0.30 < d_1 / f_w < 0.85 \dots (4)$$

ここで、

d_1 : 第 1 レンズ群の光軸上での厚み、

f_w : 広角端での全系の焦点距離

である。

【0064】

前記条件 (4) は、第 1 レンズ群の厚みと、広角端での全系の焦点距離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 1 レンズ群を構成する各レンズ素子のパワーを大きくすることができないため、レンズ全長を短くすることが困難となる。逆に条件 (4) の上限を上回ると、レンズ全長が長くなるうえに、レンズ鏡筒を沈胴させた際のレンズ全長も長くなる恐れがある。

【0065】

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。

$$0.4 < d_1 / f_w \dots (4)'$$

$$d_1 / f_w < 0.7 \dots (4)''$$

【0066】

実施の形態 1 ~ 4 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、好ましい。

【0067】

(実施の形態 5)

図 17 は、実施の形態 5 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。

【0068】

本実施の形態 5 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。

【0069】

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 ~ 4 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 17 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。

【0070】

本実施の形態 5 では、実施の形態 1 ~ 4 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 5 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

10

20

30

40

50

達成することができる。なお、これら実施の形態 1 ~ 4 に係るズームレンズ系は、全てのズームング域を使用する必要はない。すなわち、所望のズームング域に応じて、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 ~ 4 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。

【0071】

以下、実施の形態 1 ~ 4 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 は d 線に対する屈折率、 κ 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、

κ : 円錐定数、

A_n : n 次の非球面係数

である。

【0072】

図 2、6、10 及び 14 は、各々実施例 1 ~ 4 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。

【0073】

また図 3、7、11 及び 15 は、各々実施例 1 ~ 4 に係るズームレンズ系の近接物体合焦状態の縦収差図である。なお、実施例 1 ~ 4 における物体距離は、300 mm である。

【0074】

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 (SA (mm))、非点収差 (AST (mm))、歪曲収差 (DIS (%)) 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 -line)、短破線は F 線 (F-line)、長破線は C 線 (C-line) 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。

【0075】

図 4、8、12 及び 16 は、各々実施の形態 1 ~ 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。

【0076】

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 (第 7 レンズ素子 L7) 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

10

20

30

40

50

、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。

【 0 0 7 7 】

なお、各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。

- 実施例 1 0 . 2 5 7 m m
- 実施例 2 0 . 1 7 9 m m
- 実施例 3 0 . 1 9 3 m m
- 実施例 4 0 . 3 0 9 m m

10

【 0 0 7 8 】

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量に等しい。

【 0 0 7 9 】

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。

20

【 0 0 8 0 】

(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、無限遠合焦状態での各種データを表3に、近接物体合焦状態での各種データを表4に示す。

【 0 0 8 1 】

表 1 (面データ)

30

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1	16.56830	0.65000	1.91082	35.2
2	8.52310	5.24980		
3*	-16.67660	0.40000	1.58250	59.4
4*	-1000.00000	0.20000		
5	34.39600	1.29930	1.94595	18.0
6	260.71640	可変		
7*	11.94610	2.23780	1.77200	50.0
8*	-77.57740	1.00000		
9(絞り)		2.18160		
10	80.10400	0.63950	1.80610	33.3
11	7.03440	2.78740	1.49700	81.6
12	-22.52080	1.20000		
13	38.91750	1.20820	1.53172	48.8
14	-129.76850	可変		
15*	-2520.03170	0.50000	1.85400	40.4
16*	13.36070	可変		

40

50

17*	-35.51340	1.19120	1.54000	56.0
18*	-32.31590	0.20000		
19	27.43960	2.89530	1.74950	35.0
20	-1000.00000	(BF)		

像面

【 0 0 8 2 】

表 2 (非球面データ)

第3面

K= 0.00000E+00, A4= 1.14330E-04, A6=-2.73642E-06, A8=-1.81751E-07
A10= 8.35162E-09, A12=-1.42478E-10, A14= 8.84996E-13

10

第4面

K= 0.00000E+00, A4= 3.22844E-05, A6=-1.66729E-06, A8=-2.57482E-07
A10= 1.10947E-08, A12=-1.88050E-10, A14= 1.18679E-12

第7面

K= 0.00000E+00, A4=-5.69498E-05, A6= 2.13494E-06, A8=-9.94478E-08
A10= 1.38310E-09, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

第8面

K= 0.00000E+00, A4= 4.69992E-05, A6= 1.60144E-06, A8=-8.85100E-08
A10= 1.33183E-09, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

20

第15面

K= 0.00000E+00, A4= 1.00000E-04, A6=-2.38593E-08, A8=-2.79111E-07
A10= 8.03822E-09, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

第16面

K= 0.00000E+00, A4= 1.17667E-04, A6= 1.24041E-06, A8=-3.69879E-07
A10= 9.11802E-09, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

第17面

K= 0.00000E+00, A4= 2.70193E-05, A6= 3.42308E-06, A8=-3.03103E-08
A10= 1.38982E-10, A12=-1.18135E-11, A14= 1.29681E-13

第18面

K= 0.00000E+00, A4=-4.85731E-06, A6= 3.42655E-06, A8=-7.08312E-08
A10= 1.51182E-09, A12=-2.61077E-11, A14= 1.65571E-13

30

【 0 0 8 3 】

表 3 (無限遠合焦状態での各種データ)

ズーム比	2.79706		
	広角	中間	望遠
焦点距離	14.4900	24.2340	40.5295
F ナンバー	3.64059	5.61615	5.82464
画角	41.0405	24.5011	14.8768
像高	10.8150	10.8150	10.8150
レンズ全長	63.0689	57.4920	59.9676
B F	14.1990	14.1990	14.1990
d6	17.6030	6.8798	0.6000
d14	1.7543	6.2591	13.2454
d16	5.6723	6.3139	8.0834

40

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-16.12033

50

2	7	13.79191
3	15	-15.56092
4	17	33.27871

【 0 0 8 4 】

表 4 (近接物体合焦状態での各種データ)

	広角	中間	望遠
物体距離	300.0000	300.0000	300.0000
B F	14.1990	14.1990	14.1990
d6	17.6030	6.8798	0.6000
d14	1.9937	6.9247	15.0370
d16	5.4328	5.6482	6.2918

10

【 0 0 8 5 】

(数値実施例 2)

数値実施例 2 のズームレンズ系は、図 5 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 5 に、非球面データを表 6 に、無限遠合焦状態での各種データを表 7 に、近接物体合焦状態での各種データを表 8 に示す。

【 0 0 8 6 】

表 5 (面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1*	15.94400	0.80000	1.85400	40.4
2*	9.18660	5.45700		
3*	-16.56560	0.60000	1.58700	59.6
4*	77.77320	0.20000		
5	18.20660	1.18760	2.00272	19.3
6	27.70810	可変		
7*	11.63230	1.87260	1.75550	45.6
8*	109.13730	1.11080		
9(絞リ)		2.00000		
10	20.74380	0.40000	1.90366	31.3
11	7.49260	2.91760	1.49700	81.6
12	-28.98660	0.50000		
13	29.36260	1.30000	1.56732	42.8
14	-117.07410	可変		
15*	39.86740	0.40000	1.81000	41.0
16*	9.10200	可変		
17*	62.27220	3.58970	1.75550	45.6
18*	-36.34380	(BF)		
像面				

20

30

40

【 0 0 8 7 】

表 6 (非球面データ)

第1面

K= 0.00000E+00, A4= 0.00000E+00, A6= 6.26882E-07, A8= 0.00000E+00
A10= 0.00000E+00

第2面

K= 0.00000E+00, A4=-2.47547E-05, A6=-1.64327E-08, A8= 1.05474E-08
A10= 8.38196E-12

50

第3面

K= 0.00000E+00, A4=-1.78469E-05, A6= 4.41019E-07, A8= 1.82468E-08
A10=-1.91455E-10

第4面

K= 0.00000E+00, A4= 0.00000E+00, A6= 1.21046E-06, A8= 0.00000E+00
A10= 0.00000E+00

第7面

K= 0.00000E+00, A4=-3.67035E-05, A6=-5.94349E-07, A8= 2.45494E-08
A10=-2.33458E-09

第8面

K= 0.00000E+00, A4= 5.44152E-05, A6=-8.15313E-07, A8= 1.64795E-08
A10=-2.33158E-09

10

第15面

K= 0.00000E+00, A4=-2.69217E-04, A6= 1.25948E-08, A8=-1.18318E-08
A10= 7.53838E-10

第16面

K= 0.00000E+00, A4=-2.56635E-04, A6=-2.92627E-06, A8= 0.00000E+00
A10= 0.00000E+00

第17面

K= 0.00000E+00, A4= 4.68375E-05, A6=-1.22112E-07, A8= 0.00000E+00
A10= 0.00000E+00

20

第18面

K= 0.00000E+00, A4=-8.52266E-06, A6= 3.86937E-08, A8= 0.00000E+00
A10= 0.00000E+00

【 0 0 8 8 】

表 7 (無限遠合焦状態での各種データ)

ズーム比	2.79709		
	広角	中間	望遠
焦点距離	14.4901	24.2341	40.5302
F ナンバー	3.64076	5.30527	5.82452
画角	40.6357	24.5316	14.9669
像高	10.8150	10.8150	10.8150
レンズ全長	61.5694	57.7096	60.4140
B F	14.1990	14.1990	14.1990
d6	15.9120	6.4096	0.6000
d14	3.2454	7.4880	14.3989
d16	5.8772	7.2771	8.8806

30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-15.27696
2	7	13.07761
3	15	-14.64681
4	17	30.86029

40

【 0 0 8 9 】

表 8 (近接物体合焦状態での各種データ)

	広角	中間	望遠
物体距離	300.0000	300.0000	300.0000

50

B F	14.1990	14.1990	14.1990
d6	15.9120	6.4096	0.6000
d14	3.4776	8.1127	16.0916
d16	5.6450	6.6524	7.1879

【 0 0 9 0 】

(数値実施例 3)

数値実施例 3 のズームレンズ系は、図 9 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 9 に、非球面データを表 1 0 に、無限遠合焦状態での各種データを表 1 1 に、近接物体合焦状態での各種データを表 1 2 に示す。

【 0 0 9 1 】

表 9 (面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1	16.29230	0.80000	1.85400	40.4
2*	8.67600	5.40160		
3*	-16.20720	0.50000	1.58700	59.6
4*	-1000.00000	0.20000		
5	22.19460	1.19550	1.94595	18.0
6	41.05000	可変		
7*	11.89790	2.01640	1.77200	50.0
8*	-1000.00000	1.00000		
9(絞リ)		2.00050		
10	25.41490	0.60970	1.90366	31.3
11	7.34310	2.72450	1.49700	81.6
12	-32.76940	1.50000		
13	35.20570	1.20000	1.58144	40.9
14	-84.81640	可変		
15*	88.40750	0.40000	1.77200	50.0
16*	10.68150	可変		
17*	43.36660	3.18210	1.77200	50.0
18*	-62.76820	(BF)		
像面				

【 0 0 9 2 】

表 1 0 (非球面データ)

第2面

K= 0.00000E+00, A4=-3.06801E-05, A6=-4.39134E-07, A8= 0.00000E+00
A10= 0.00000E+00

第3面

K= 0.00000E+00, A4= 8.56489E-05, A6=-3.01545E-06, A8= 8.96551E-08
A10=-9.28937E-10

第4面

K= 0.00000E+00, A4= 6.83135E-05, A6=-2.97480E-06, A8= 8.00980E-08
A10=-8.80025E-10

第7面

K= 0.00000E+00, A4=-4.46329E-05, A6= 1.75922E-08, A8=-1.42462E-09
A10=-1.21765E-09

第8面

K= 0.00000E+00, A4= 4.28143E-05, A6=-7.46372E-08, A8=-9.68814E-09

10

20

30

40

50

A10=-1.12675E-09

第15面

K= 0.00000E+00, A4= 1.00000E-04, A6=-1.14840E-05, A8= 2.92734E-07

A10=-2.72603E-09

第16面

K= 0.00000E+00, A4= 1.21260E-04, A6=-1.19724E-05, A8= 2.12051E-07

A10=-1.09962E-09

第17面

K= 0.00000E+00, A4= 7.88014E-05, A6=-1.03845E-06, A8= 1.24380E-08

A10=-9.13702E-11

10

第18面

K= 0.00000E+00, A4= 5.73332E-05, A6=-1.14586E-06, A8= 1.46635E-08

A10=-1.02358E-10

【 0 0 9 3 】

表 1 1 (無限遠合焦状態での各種データ)

ズーム比	2.79714		
	広角	中間	望遠
焦点距離	14.4900	24.2333	40.5305
F ナンバー	3.64052	5.30524	5.82465
画角	40.7393	24.2538	14.7974
像高	10.8150	10.8150	10.8150
レンズ全長	62.5685	57.3726	60.2665
B F	14.1990	14.1990	14.1990
d6	17.0263	6.6402	0.6000
d14	2.0982	6.5958	13.4490
d16	6.5149	7.2075	9.2880

20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-15.91043
2	7	13.60460
3	15	-15.77300
4	17	33.66137

30

【 0 0 9 4 】

表 1 2 (近接物体合焦状態での各種データ)

	広角	中間	望遠
物体距離	300.0000	300.0000	300.0000
B F	14.1990	14.1990	14.1990
d6	17.0263	6.6402	0.6000
d14	2.3399	7.2661	15.2280
d16	6.2731	6.5372	7.5089

40

【 0 0 9 5 】

(数値実施例 4)

数値実施例 4 のズームレンズ系は、図 1 3 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 3 に、非球面データを表 1 4 に、無限遠合焦状態での各種データを表 1 5 に、近接物体合焦状態での各種データを表 1 6 に示す。

【 0 0 9 6 】

表 1 3 (面データ)

50

面番号 物面	r	d	nd	vd	
1*	20.81220	0.80000	1.88202	37.2	
2*	10.31740	5.43660			
3	-14.57420	0.50000	1.59282	68.6	
4	-1000.00000	0.20000			
5*	19.17240	1.06470	2.10205	16.8	
6*	28.58500	可変			
7*	12.27820	2.01780	1.77200	50.0	10
8*	-182.33510	1.00000			
9(絞リ)		2.00000			
10	22.89600	0.40000	1.90366	31.3	
11	7.43390	3.57200	1.49700	81.6	
12	-21.87430	1.51070			
13	37.78500	1.20000	1.56732	42.8	
14	1586.54210	可変			
15*	-1000.00000	0.40000	1.77200	50.0	
16*	11.48000	可変			
17*	48.72450	3.26030	1.77200	50.0	20
18*	-47.93060	(BF)			
像面					

【 0 0 9 7 】

表 1 4 (非球面データ)

第1面

K= 0.00000E+00, A4= 0.00000E+00, A6= 4.16056E-06, A8=-5.19146E-08
A10= 2.99935E-10

第2面

K= 0.00000E+00, A4=-4.50536E-05, A6= 5.14644E-06, A8=-2.73697E-08
A10= 2.08043E-10

30

第5面

K= 0.00000E+00, A4=-1.00000E-04, A6=-1.87047E-06, A8= 7.02474E-08
A10=-1.76181E-09

第6面

K= 0.00000E+00, A4=-7.06022E-05, A6=-1.97528E-06, A8= 5.82696E-08
A10=-1.49580E-09

第7面

K= 0.00000E+00, A4=-3.76443E-05, A6= 1.12426E-06, A8=-6.60393E-08
A10= 1.08363E-09

40

第8面

K= 0.00000E+00, A4= 6.26144E-05, A6= 8.45642E-07, A8=-6.35933E-08
A10= 1.10605E-09

第15面

K= 0.00000E+00, A4= 0.00000E+00, A6= 9.63824E-06, A8=-8.65166E-07
A10= 2.00803E-08

第16面

K= 0.00000E+00, A4= 1.35913E-05, A6= 9.74296E-06, A8=-9.11387E-07
A10= 2.01414E-08

第17面

50

K= 0.00000E+00, A4= 4.52883E-07, A6= 5.00640E-07, A8=-2.23730E-09
A10=-3.37210E-11

第18面

K= 0.00000E+00, A4=-2.00066E-05, A6= 1.79875E-07, A8= 3.90277E-09
A10=-6.42180E-11

【 0 0 9 8 】

表 1 5 (無限遠合焦状態での各種データ)

ズーム比	2.79713		
	広角	中間	望遠
焦点距離	14.4902	24.2344	40.5309
F ナンバー	3.64068	5.30433	5.82510
画角	40.6160	24.4734	14.7892
像高	10.8150	10.8150	10.8150
レンズ全長	61.2693	57.5518	60.1717
B F	14.1990	14.1990	14.1990
d6	15.8208	6.4045	0.6000
d14	1.6009	5.8264	12.7994
d16	6.2860	7.7590	9.2102

10

20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-15.02025
2	7	13.04102
3	15	-14.69922
4	17	31.76504

【 0 0 9 9 】

表 1 6 (近接物体合焦状態での各種データ)

	広角	中間	望遠
物体距離	300.0000	300.0000	300.0000
B F	14.1990	14.1990	14.1990
d6	15.8208	6.4045	0.6000
d14	1.8278	6.4343	14.4557
d16	6.0591	7.1511	7.5540

30

【 0 1 0 0 】

以下の表 1 7 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 0 1 】

表 1 7 (条件の対応値)

【表 1】

条件		実施例			
		1	2	3	4
(1)	n_p	1.94595	2.00272	1.94595	2.10205
(2)	f_p/f_w	2.88	3.44	3.42	3.44
(3)	v_p	18.0	19.3	18.0	16.8
(4)	d_1/f_w	0.54	0.57	0.56	0.55

40

50

【産業上の利用可能性】

【0102】

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り、特に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好適である。

【0103】

また本発明に係るズームレンズ系は、本発明に係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することが可能である。

10

【符号の説明】

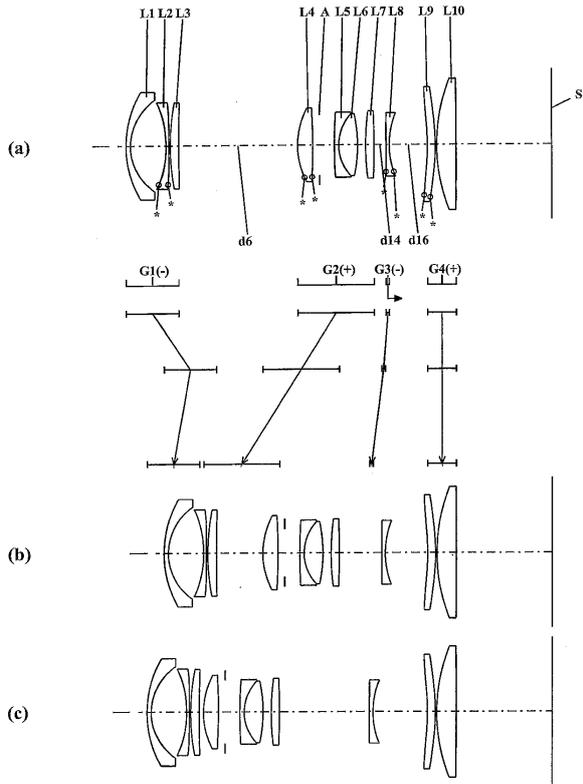
【0104】

- 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
- L 1 第1レンズ素子
- 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 10 第10レンズ素子
- A 開口絞り
- S 像面
- 100 レンズ交換式デジタルカメラシステム
- 101 カメラ本体
- 102 撮像素子
- 103 液晶モニタ
- 104 カメラマウント部
- 201 交換レンズ装置
- 202 ズームレンズ系
- 203 鏡筒
- 204 レンズマウント部

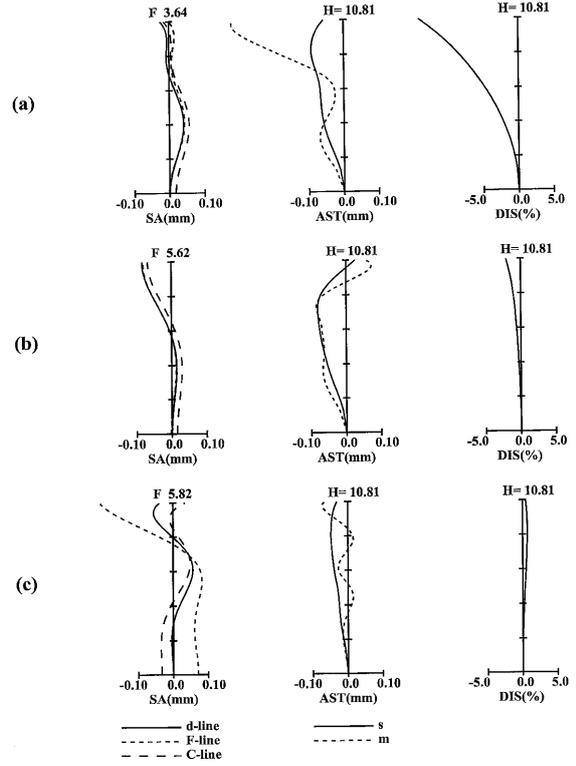
20

30

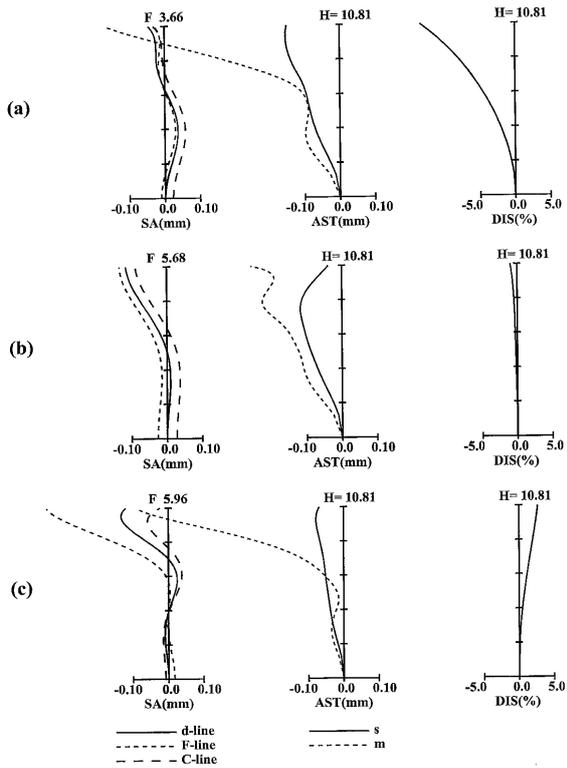
【 図 1 】



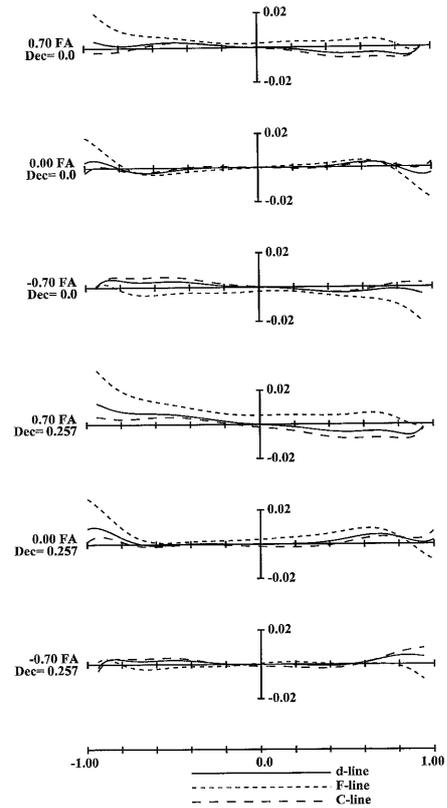
【 図 2 】



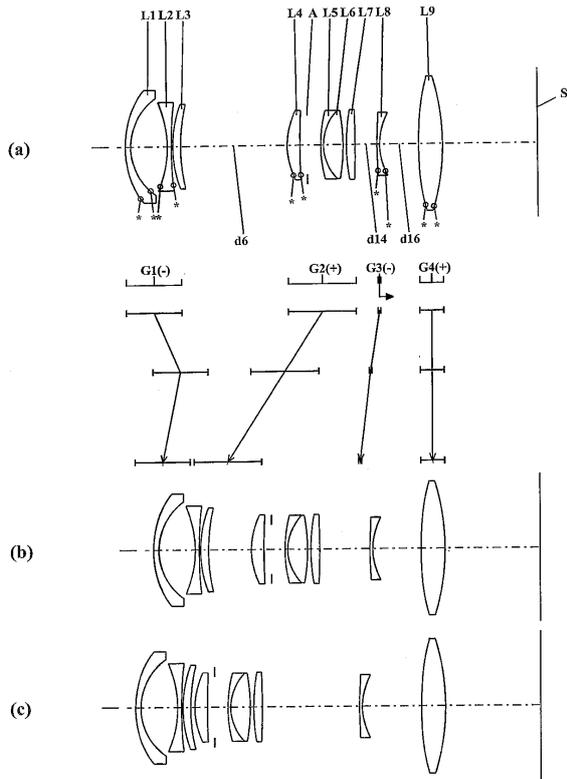
【 図 3 】



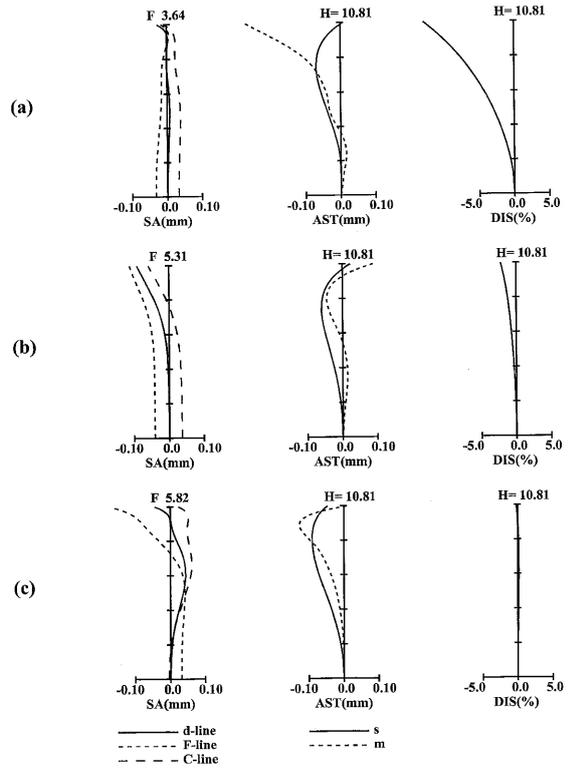
【 図 4 】



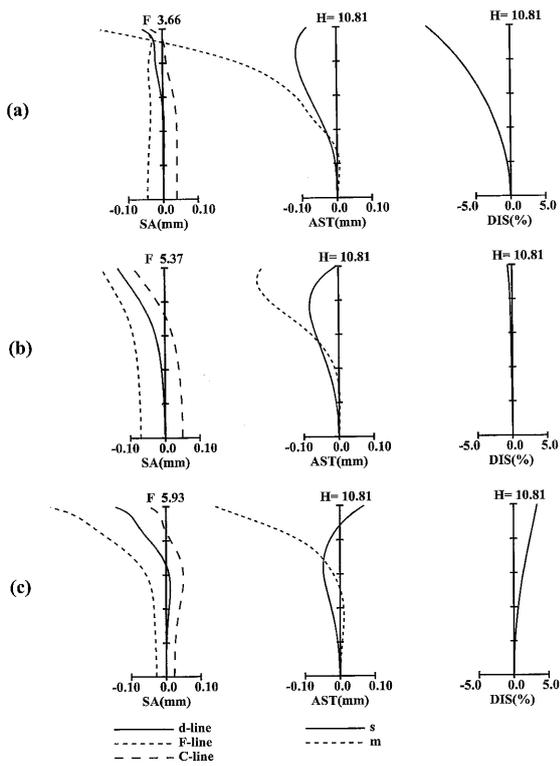
【 図 5 】



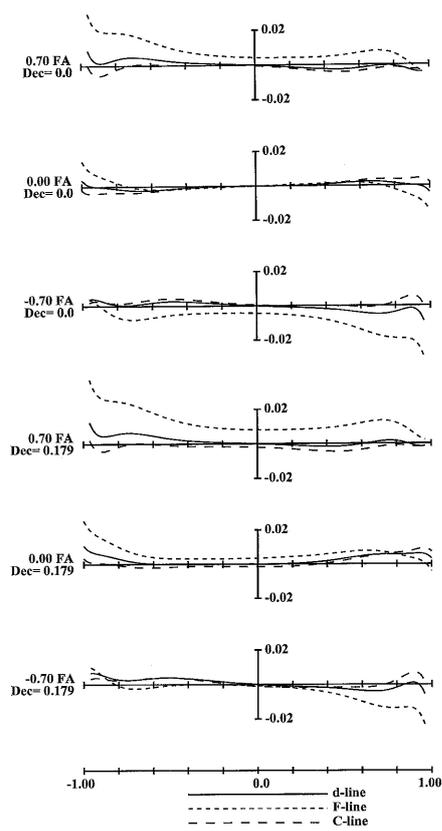
【 図 6 】



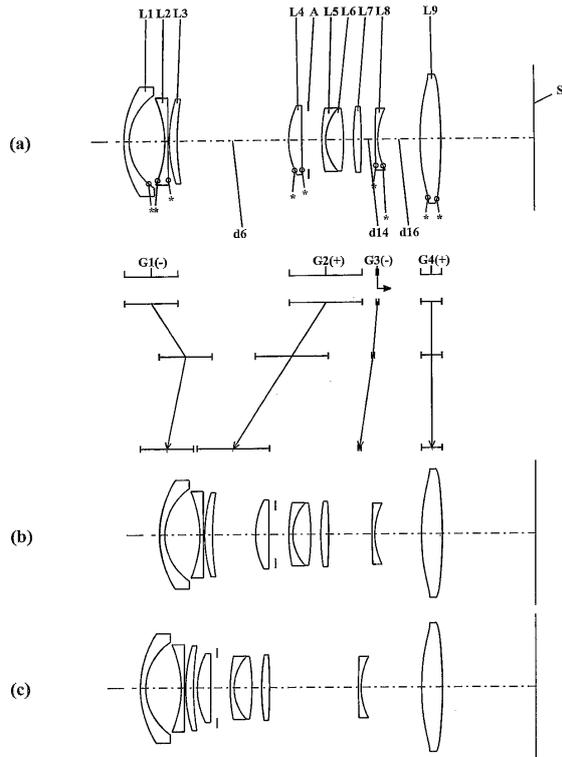
【 図 7 】



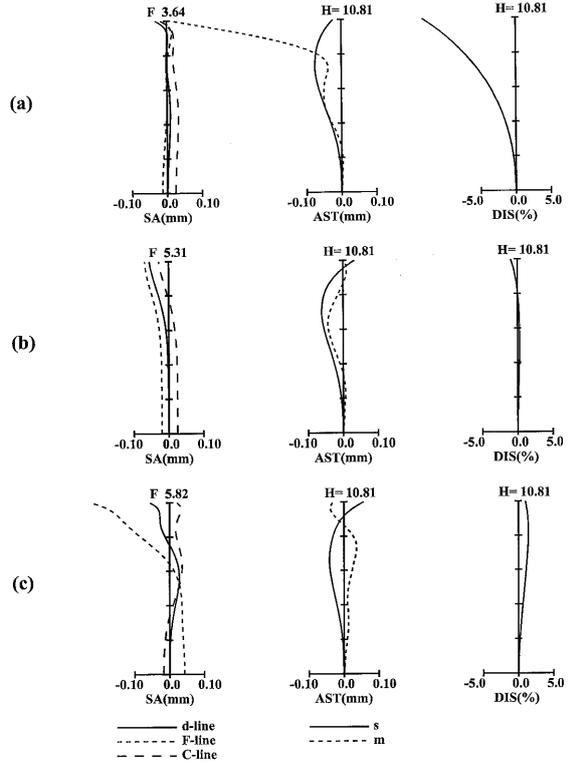
【 図 8 】



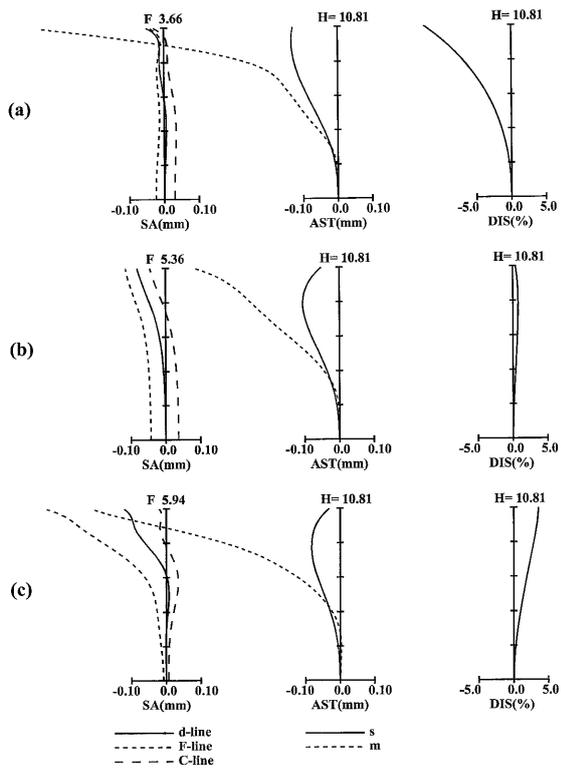
【 図 9 】



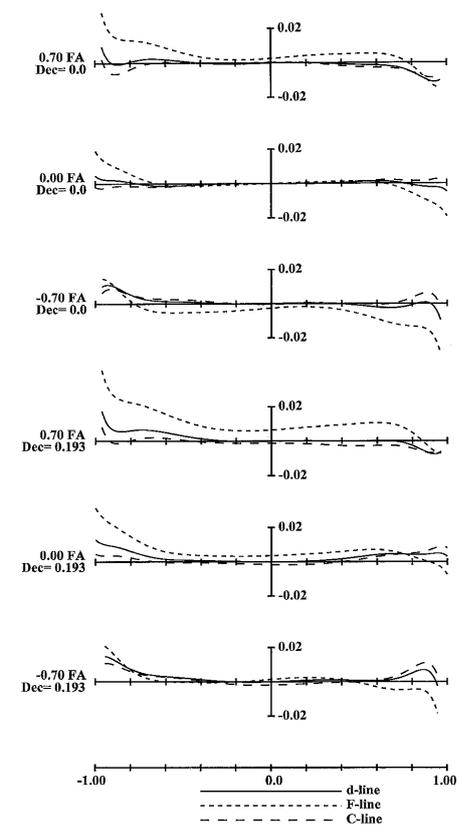
【 図 10 】



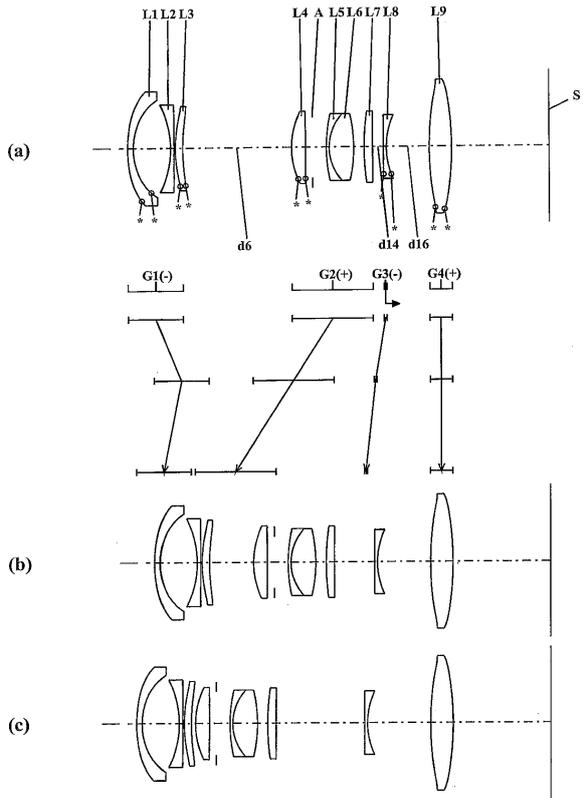
【 図 11 】



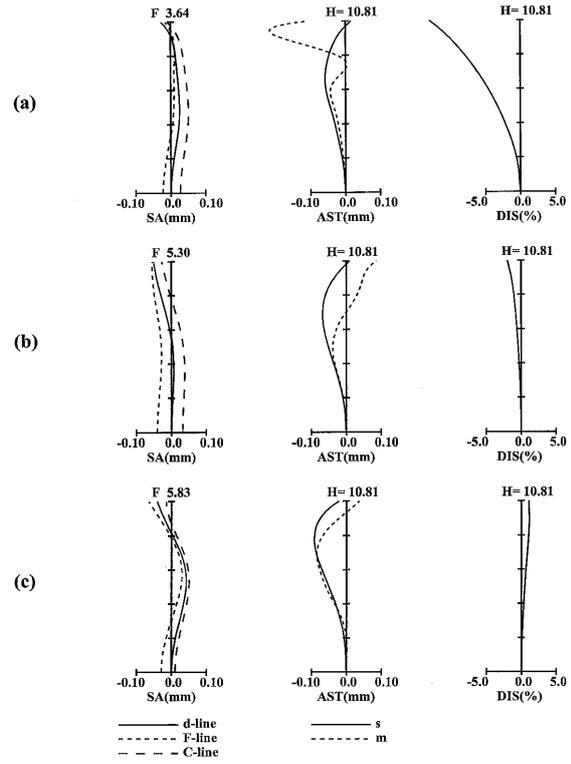
【 図 12 】



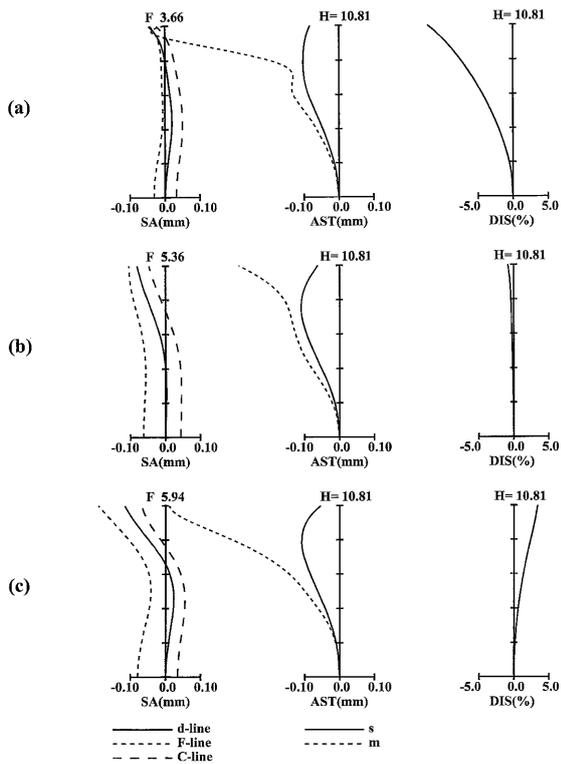
【 図 13 】



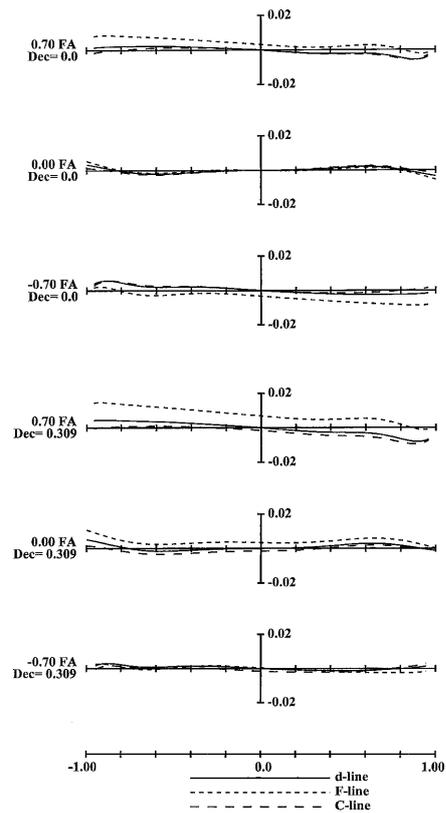
【 図 14 】



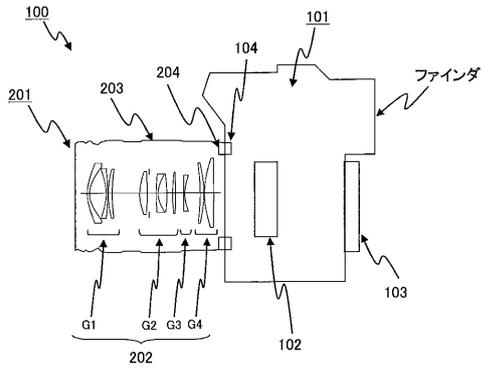
【 図 15 】



【 図 16 】



【図17】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-48012(JP,A)
特開昭59-229517(JP,A)
特開2007-232974(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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