

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02013/027364

発行日 平成27年3月5日 (2015.3.5)

(43) 国際公開日 平成25年2月28日 (2013.2.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2B 15/20 (2006.01)	GO2B 15/20	2H087
GO2B 13/18 (2006.01)	GO2B 13/18	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 50 頁)

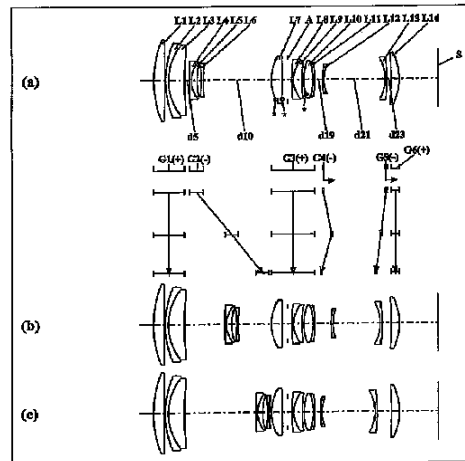
出願番号	特願2013-529866 (P2013-529866)	(71) 出願人	000005821 パナソニック株式会社
(21) 国際出願番号	PCT/JP2012/005101		大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 国際出願日	平成24年8月10日 (2012.8.10)	(74) 代理人	110001276 特許業務法人 小笠原特許事務所
(11) 特許番号	特許第5649252号 (P5649252)	(72) 発明者	泉原 勇 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
(45) 特許公報発行日	平成27年1月7日 (2015.1.7)	(72) 発明者	宮崎 恭一 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2011-184165 (P2011-184165)		
(32) 優先日	平成23年8月25日 (2011.8.25)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

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】

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、最物体側に配置されたレンズ群と該最物体側に配置されたレンズ群以外の少なくとも1つのレンズ群とが、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に像面に対して固定されており、かつ、全レンズ群のうち少なくとも2つのレンズ群が、該ズームングの際に光軸に沿って移動する移動レンズ群であり、条件： $(Tn)/H \geq 2.1$ (Tn ：全移動レンズ群の光軸上の厚みの合計、 H ：最大像高)を満足するズームレンズ系。



【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、

最物体側に配置されたレンズ群と該最物体側に配置されたレンズ群以外の少なくとも 1 つのレンズ群とが、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に像面に対して固定されており、かつ、全レンズ群のうち少なくとも 2 つのレンズ群が、該ズームングの際に光軸に沿って移動する移動レンズ群であり、

以下の条件 (1) を満足する、ズームレンズ系：

$$(T n) / H \geq 2 . 1 \quad \cdots (1)$$

ここで、

(T n) : 全移動レンズ群の光軸上の厚みの合計、

H : 最大像高

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：

$$(T n _ 2) / H \geq 0 . 5 \quad \cdots (2)$$

ここで、

(T n _ 2) : 光軸上の厚みが最も大きい移動レンズ群以外の全移動レンズ群の光軸上の厚みの合計、

H : 最大像高

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：

$$0 . 1 \leq T _ 1 / f _ w \leq 1 . 5 \quad \cdots (3)$$

ここで、

T _ 1 : 最物体側に配置されたレンズ群の最物体側レンズ面から最像側レンズ面までの光軸上の距離、

f _ w : 広角端における全系の d 線での焦点距離

である。

【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。

【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

10

20

30

40

50

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、広角端から望遠端まで高い光学性能を有する種々のズームレンズ系が提案されている。

【0004】

特許文献1は、負レンズ1枚で構成される第1レンズ群と、正レンズ1枚で構成される第2レンズ群と、凹面を像側に向けた負メニスカスレンズ1枚で構成される第3レンズ群とからなる変倍光学系を開示している。

10

【0005】

特許文献2は、負パワーの第1レンズ群と、正パワーの第2レンズ群と、負パワーの第3レンズ群とからなり、第1レンズ群に少なくとも1枚の屈折力可変光学素子が用いられた変倍光学系を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2007-078799号公報

【特許文献2】特開2007-078800号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本開示は、光学性能に優れるのは勿論のこと、比較的ズーム比が高く、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。

【課題を解決するための手段】

【0008】

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、最物体側に配置されたレンズ群と該最物体側に配置されたレンズ群以外の少なくとも1つのレンズ群とが、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に像面に対して固定されており、かつ、全レンズ群のうち少なくとも2つのレンズ群が、該ズームングの際に光軸に沿って移動する移動レンズ群であり、

30

以下の条件(1)：

$$(T_n) / H \geq 2.1 \cdots (1)$$

(ここで、

(T_n)：全移動レンズ群の光軸上の厚みの合計、

H：最大像高

である)

を満足する。

40

【0009】

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、最物体側に配置されたレンズ群と該最物体側に配置されたレンズ群以外の少なくとも1つのレンズ群とが、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に像面に対して固定されており、かつ、全レンズ群のうち少なくとも2つのレンズ群が、該ズームングの際に光軸に沿って移動する移動レンズ群であり、

以下の条件(1)：

$$(T_n) / H \geq 2.1 \cdots (1)$$

(ここで、

50

(T_n) : 全移動レンズ群の光軸上の厚みの合計、
 H : 最大像高
 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。

【0010】

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、
 最物体側に配置されたレンズ群と該最物体側に配置されたレンズ群以外の少なくとも1つのレンズ群とが、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に像面に対して固定されており、かつ、全レンズ群のうち少なくとも2つのレンズ群が、該ズームングの際に光軸に沿って移動する移動レンズ群であり、
 以下の条件(1) :

$$(T_n) / H \geq 2.1 \cdots (1)$$

(ここで、

(T_n) : 全移動レンズ群の光軸上の厚みの合計、

H : 最大像高

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。

【発明の効果】

【0011】

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、比較的ズーム比が高く、レンズ全長が短く小型で軽量であり、可動レンズ群がアクチュエータで独立駆動するレンズ鏡筒に好適である。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、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である。

【図2】図2は、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である。

【図3】図3は、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である。

【図4】図4は、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である。

【図5】図5は、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である。

【図6】図6は、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である。

【図7】図7は、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である。

【図8】図8は、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である。

【図9】図9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。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

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。

【 0 0 1 4 】

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。

【 0 0 1 5 】

(実施の形態 1 ~ 4)

図 1、3、5 及び 7 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。

【 0 0 1 6 】

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。

【 0 0 1 7 】

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 では、後述する第 4 レンズ群 G 4 及び第 5 レンズ群 G 5 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おり、図 3 及び 5 では、後述する第 4 レンズ群 G 4 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おり、図 7 では、後述する第 5 レンズ群 G 5 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。

【 0 0 1 8 】

実施の形態 1 ~ 3 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 G 1 と、負のパワーを有する第 2 レンズ群 G 2 と、正のパワーを有する第 3 レンズ群 G 3 と、負のパワーを有する第 4 レンズ群 G 4 と、負のパワーを有する第 5 レンズ群 G 5 と、正のパワーを有する第 6 レンズ群 G 6 とを備える。各実施の形態に係るズームレンズ系では、ズミングに際して、各レンズ群の間隔、すなわち、前記第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との間隔、第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 との間隔、及び第 5 レンズ群 G 5 と第 6 レンズ群 G 6 との間隔がいずれも変化するように、第 2 レンズ群 G 2、第 4 レンズ群 G 4 及び第 5 レンズ群 G 5 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 9 】

実施の形態 4 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 G 1 と、負のパワーを有する第 2 レンズ群 G 2 と、正のパワーを有する第 3 レンズ群 G 3 と、正のパワーを有する第 4 レンズ群 G 4 と、負のパワーを有する第 5 レンズ群 G 5 と、正のパワーを有する第 6 レンズ群 G 6 とを備える。実施の形態 4 に係るズームレンズ系では、ズミングに際して、各レンズ群の間隔、すなわち、前記第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との間隔、第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 との間

10

20

30

40

50

隔、及び第5レンズ群G5と第6レンズ群G6との間隔がいずれも変化するように、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3及び第5レンズ群G5が光軸に沿った方向にそれぞれ移動する。実施の形態4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。

【0020】

図1、3、5及び7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。

【0021】

図1、3及び5に示すように、第3レンズ群G3内の第7レンズ素子L7と第8レンズ素子L8との間には、開口絞りAが設けられており、図7に示すように、第4レンズ群G4の最物体側には、開口絞りAが設けられている。

【0022】

(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平凸形状の第1レンズ素子L1と、物体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2レンズ素子L2と第3レンズ素子L3とは接合されている。

【0023】

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4レンズ素子L4と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第5レンズ素子L5と、両凹形状の第6レンズ素子L6とからなる。これらのうち、第4レンズ素子L4と第5レンズ素子L5とは接合されている。

【0024】

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、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第9レンズ素子L9と、両凸形状の第10レンズ素子L10と、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第11レンズ素子L11とからなる。これらのうち、第8レンズ素子L8と第9レンズ素子L9とは接合されており、第10レンズ素子L10と第11レンズ素子L11とは接合されている。また、第7レンズ素子L7は、その両面が非球面であり、第10レンズ素子L10は、その物体側面が非球面である。さらに、第7レンズ素子L7と第8レンズ素子L8との間には、開口絞りAが設けられている。

【0025】

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12レンズ素子L12のみからなる。

【0026】

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13レンズ素子L13のみからなる。

【0027】

第6レンズ群G6は、像側に凸面を向けた正メニスカス形状の第14レンズ素子L14のみからなる。

【0028】

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2レンズ群G2は、単調に像側へ移動し、第4レンズ群G4は、像側に凸の軌跡を描いて移動し、第5レンズ群G5は、単調に物体側へ移動し、第1レンズ群G1、第3レンズ群G3及び第6レンズ群G6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との間隔が変化し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が変化し、第5レンズ群

10

20

30

40

50

G 5 と第 6 レンズ群 G 6 との間隔が増大するように、移動レンズ群である第 2 レンズ群 G 2、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。

【 0 0 2 9 】

さらに実施の形態 1 に係るズームレンズ系において、移動レンズ群のうち第 4 レンズ群 G 4 及び第 5 レンズ群 G 5 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光軸に沿って移動するフォーカシングレンズ群であり、これら第 4 レンズ群 G 4 及び第 5 レンズ群 G 5 はいずれも、フォーカシングの際に光軸に沿って像側へ移動する。

【 0 0 3 0 】

(実施の形態 2)

図 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、両凸形状の第 1 レンズ素子 L 1 と、物体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 と第 3 レンズ素子 L 3 とは接合されている。

【 0 0 3 1 】

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 4 レンズ素子 L 4 と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第 5 レンズ素子 L 5 と、両凹形状の第 6 レンズ素子 L 6 とからなる。これらのうち、第 4 レンズ素子 L 4 と第 5 レンズ素子 L 5 とは接合されている。

【 0 0 3 2 】

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 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、物体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、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 11 レンズ素子 L 11 とからなる。これらのうち、第 8 レンズ素子 L 8 と第 9 レンズ素子 L 9 とは接合されており、第 10 レンズ素子 L 10 と第 11 レンズ素子 L 11 とは接合されている。また、第 7 レンズ素子 L 7 は、その両面が非球面であり、第 10 レンズ素子 L 10 は、その物体側面が非球面である。さらに、第 7 レンズ素子 L 7 と第 8 レンズ素子 L 8 との間には、開口絞り A が設けられている。

【 0 0 3 3 】

第 4 レンズ群 G 4 は、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 12 レンズ素子 L 12 のみからなる。

【 0 0 3 4 】

第 5 レンズ群 G 5 は、両凹形状の第 13 レンズ素子 L 13 のみからなる。

【 0 0 3 5 】

第 6 レンズ群 G 6 は、両凸形状の第 14 レンズ素子 L 14 のみからなる。

【 0 0 3 6 】

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 2 レンズ群 G 2 は、単調に像側へ移動し、第 4 レンズ群 G 4 は、像側に凸の軌跡を描いて移動し、第 5 レンズ群 G 5 は、略単調に物体側へ移動し、第 1 レンズ群 G 1、第 3 レンズ群 G 3 及び第 6 レンズ群 G 6 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 との間隔が変化し、第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 との間隔が変化し、第 5 レンズ群 G 5 と第 6 レンズ群 G 6 との間隔が増大するように、移動レンズ群である第 2 レンズ群 G 2、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。

【 0 0 3 7 】

さらに実施の形態 2 に係るズームレンズ系において、移動レンズ群のうち第 4 レンズ群 G 4 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光軸に沿って移動するフォーカシングレンズ群であり、該第 4 レンズ群 G 4 は、フォーカシングの際に光軸に沿って像側へ移動する。

【 0 0 3 8 】

10

20

30

40

50

(実施の形態3)

図5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、物体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2レンズ素子L2と第3レンズ素子L3とは接合されている。

【0039】

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4レンズ素子L4と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第5レンズ素子L5と、両凹形状の第6レンズ素子L6とからなる。これらのうち、第4レンズ素子L4と第5レンズ素子L5とは接合されている。

10

【0040】

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、両凸形状の第9レンズ素子L9と、両凸形状の第10レンズ素子L10と、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第11レンズ素子L11とからなる。これらのうち、第8レンズ素子L8と第9レンズ素子L9とは接合されており、第10レンズ素子L10と第11レンズ素子L11とは接合されている。また、第7レンズ素子L7は、その両面が非球面であり、第10レンズ素子L10は、その物体側面が非球面である。さらに、第7レンズ素子L7と第8レンズ素子L8との間には、開口絞りAが設けられている。

【0041】

20

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12レンズ素子L12のみからなる。

【0042】

第5レンズ群G5は、両凹形状の第13レンズ素子L13のみからなる。

【0043】

第6レンズ群G6は、両凸形状の第14レンズ素子L14のみからなる。

【0044】

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2レンズ群G2は、単調に像側へ移動し、第4レンズ群G4は、像側に凸の軌跡を描いて移動し、第5レンズ群G5は、略単調に物体側へ移動し、第1レンズ群G1、第3レンズ群G3及び第6レンズ群G6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との間隔が変化し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が変化し、第5レンズ群G5と第6レンズ群G6との間隔が増大するように、移動レンズ群である第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。

30

【0045】

さらに実施の形態3に係るズームレンズ系において、移動レンズ群のうち第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光軸に沿って移動するフォーカシングレンズ群であり、該第4レンズ群G4は、フォーカシングの際に光軸に沿って像側へ移動する。

40

【0046】

(実施の形態4)

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、像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。これら第1レンズ素子L1と第2レンズ素子L2と第3レンズ素子L3とは接合されている。なお、第3レンズ素子L3は、樹脂等の薄い層で形成された複合非球面レンズ素子であり、その像側面が非球面である。

【0047】

50

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4レンズ素子L4と、両凹形状の第5レンズ素子L5と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第6レンズ素子L6とからなる。これらのうち、第5レンズ素子L5は、その物体側面が非球面である。

【0048】

第3レンズ群G3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、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第9レンズ素子L9とからなる。これらのうち、第8レンズ素子L8と第9レンズ素子L9とは接合されている。また、第9レンズ素子L9は、その像側面が非球面である。

10

【0049】

第4レンズ群G4は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第10レンズ素子L10と、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第11レンズ素子L11とからなる。これら第10レンズ素子L10と第11レンズ素子L11とは接合されている。また、第10レンズ素子L10は、その物体側面が非球面である。さらに、第10レンズ素子L10の物体側には、開口絞りAが設けられている。

【0050】

第5レンズ群G5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12レンズ素子L12と、両凹形状の第13レンズ素子L13と、両凸形状の第14レンズ素子L14とからなる。これらのうち、第13レンズ素子L13と第14レンズ素子L14とは接合されている。

20

【0051】

第6レンズ群G6は、両凸形状の第15レンズ素子L15のみからなる。この第15レンズ素子L15は、その像側面が非球面である。

【0052】

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2レンズ群G2及び第5レンズ群G5は、単調に像側へ移動し、第3レンズ群G3は、物体側に僅かに凸の軌跡を描いて移動し、第1レンズ群G1、第4レンズ群G4及び第6レンズ群G6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との間隔が変化し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が増大し、第5レンズ群G5と第6レンズ群G6との間隔が減少するように、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3及び第5レンズ群G5が光軸に沿ってそれぞれ移動する。

30

【0053】

さらに実施の形態4に係るズームレンズ系において、移動レンズ群のうち第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光軸に沿って移動するフォーカシングレンズ群であり、該第5レンズ群G5は、フォーカシングの際に光軸に沿って像側へ移動する。

【0054】

実施の形態1~3に係るズームレンズ系では、最物体側に配置された第1レンズ群G1と、該第1レンズ群G1以外の少なくとも1つの第3レンズ群G3及び第6レンズ群G6とが、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に像面に対して固定されており、かつ、全レンズ群のうち少なくとも2つの第2レンズ群G2、第4レンズ群G4及び第5レンズ群G5が、該ズームングの際に光軸に沿って移動する移動レンズ群である。

40

【0055】

実施の形態4に係るズームレンズ系では、最物体側に配置された第1レンズ群G1と、該第1レンズ群G1以外の少なくとも1つの第4レンズ群G4及び第6レンズ群G6とが、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に像面に対して固定されており、かつ、全レンズ群のうち少なくとも2つの第2レンズ群G2、第3レンズ群G3及び第5レンズ

50

群 G 5 が、該ズームングの際に光軸に沿って移動する移動レンズ群である。

【 0 0 5 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 ~ 4 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 5 7 】

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有益な条件を説明する。なお、各実施の形態に係るズームレンズ系に対して、複数の有益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有益である。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。

10

【 0 0 5 8 】

例えば実施の形態 1 ~ 4 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、最物体側に配置されたレンズ群と該最物体側に配置されたレンズ群以外の少なくとも 1 つのレンズ群とが、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に像面に対して固定されており、かつ、全レンズ群のうち少なくとも 2 つのレンズ群が、該ズームングの際に光軸に沿って移動する移動レンズ群である（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 ）を満足する。

$$(T_n) / H \geq 2.1 \cdots (1)$$

20

ここで、

(T n) : 全移動レンズ群の光軸上の厚みの合計、

H : 最大像高

である。

【 0 0 5 9 】

前記条件（ 1 ）は、全移動レンズ群の光軸上の厚みを規定する条件である。条件（ 1 ）を満足しない場合には、移動レンズ群の軽量化が困難となるため、高速で静かな駆動ができず、また低電力での駆動ができない。

【 0 0 6 0 】

なお、以下の条件（ 1 - 1 ）' 及び（ 1 - 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。なお、条件（ 1 - 1 ）' を満足する場合には、収差補正をより容易に行うことができる。

30

$$0.5 \leq (T_n) / H \leq \cdots (1-1)'$$

$$(T_n) / H \geq 1.5 \cdots (1-1)''$$

【 0 0 6 1 】

さらに以下の条件（ 1 - 2 ）' 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。

$$(T_n) / H \geq 0.8 \cdots (1-2)'$$

【 0 0 6 2 】

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（ 2 ）を満足することが有益である。

40

$$(T_{n_2}) / H \geq 0.5 \cdots (2)$$

ここで、

(T n 2) : 光軸上の厚みが最も大きい移動レンズ群以外の全移動レンズ群の光軸上の厚みの合計、

H : 最大像高

である。

【 0 0 6 3 】

前記条件（ 2 ）は、光軸上の厚みが最も大きい移動レンズ群を除いた全移動レンズ群の光軸上の厚みの合計を規定する条件であり、該条件（ 2 ）を満足することは、特に軽量で

50

あり、ズームよりもはるかに高速な動作が求められるフォーカシングに適したレンズ群が、移動レンズ群に含まれていることを示す。条件(2)を満足しない場合には、高速で静かなフォーカシングを実現することが困難となる。

【0064】

なお、以下の条件(2-1)'及び(2-1)''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。なお、条件(2-1)'を満足する場合には、収差補正をより容易に行うことができる。

$$0.08 < (T_{n2})/H < \dots (2-1)'$$

$$(T_{n2})/H < 0.30 < \dots (2-1)''$$

【0065】

さらに以下の条件(2-2)'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。

$$(T_{n2})/H < 0.2 < \dots (2-2)'$$

【0066】

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)を満足することが有益である。

$$0.1 < T_1 / f_w < 1.5 < \dots (3)$$

ここで、

T_1 : 最物体側に配置されたレンズ群の最物体側レンズ面から最像側レンズ面までの光軸上の距離、

f_w : 広角端における全系のd線(波長: 587.56nm)での焦点距離である。

【0067】

前記条件(3)は、最物体側に配置されたレンズ群、すなわち第1レンズ群の厚みを規定する条件である。条件(3)の下限を下回ると、第1レンズ群を構成するレンズ素子の枚数を多くすることができないため、軸上色収差及び倍率色収差の補正が困難となる。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増大し、小型で軽量のズームレンズ系を実現することができない。

【0068】

なお、以下の条件(3-1)'及び(3-1)''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。

$$0.15 < T_1 / f_w < \dots (3-1)'$$

$$T_1 / f_w < 1.00 < \dots (3-1)''$$

【0069】

さらに以下の条件(3-2)'及び(3-2)''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。

$$0.2 < T_1 / f_w < \dots (3-2)'$$

$$T_1 / f_w < 0.3 < \dots (3-2)''$$

【0070】

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、有益である。

【0071】

(実施の形態5)

図 9 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。

【 0 0 7 2 】

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 1 0 0 は、カメラ本体 1 0 1 と、カメラ本体 1 0 1 に着脱自在に接続される交換レンズ装置 2 0 1 とを備える。

【 0 0 7 3 】

カメラ本体 1 0 1 は、交換レンズ装置 2 0 1 のズームレンズ系 2 0 2 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 1 0 2 と、撮像素子 1 0 2 によって変換された画像信号を表示する液晶モニタ 1 0 3 と、カメラマウント部 1 0 4 とを含む。一方、交換レンズ装置 2 0 1 は、実施の形態 1 ~ 4 いずれかに係るズームレンズ系 2 0 2 と、ズームレンズ系 2 0 2 を保持する鏡筒 2 0 3 と、カメラ本体のカメラマウント部 1 0 4 に接続されるレンズマウント部 2 0 4 とを含む。カメラマウント部 1 0 4 及びレンズマウント部 2 0 4 は、物理的な接続のみならず、カメラ本体 1 0 1 内のコントローラ（図示せず）と交換レンズ装置 2 0 1 内のコントローラ（図示せず）とを電氣的に接続し、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 9 においては、ズームレンズ系 2 0 2 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。

【 0 0 7 4 】

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 2 0 2 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 1 0 0 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 ~ 4 に係るズームレンズ系は、全てのズーム領域を使用しなくてもよい。すなわち、所望のズーム領域に応じて、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。

【 0 0 7 5 】

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 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 7 6 】

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。

【 0 0 7 7 】

図 2、4、6 及び 8 は、各々数値実施例 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。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 8 】

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 (m m))、非点収差 (A S T (m m))、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。

【 0 0 7 9 】

10

(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、ズームレンズ群データを表 4 に示す。

【 0 0 8 0 】

表 1 (面データ)

面番号 物面	r	d	nd	vd
1	44.27700	4.20000	1.48749	70.4
2		0.20000		
3	38.42600	1.20000	1.80100	35.0
4	23.09300	6.00000	1.49700	81.6
5	139.11200	可変		
6	400.00000	0.60000	1.80450	39.6
7	12.14200	2.00000	1.92286	20.9
8	25.50000	1.81000		
9	-43.77500	0.60000	1.80420	46.5
10	67.77300	可変		
11*	17.73500	4.20000	1.80755	40.9
12*	-396.27400	2.00000		
13(絞り)		1.70000		
14	75.47700	0.60000	1.90366	31.3
15	11.83500	3.20000	1.49700	81.6
16	55.71600	0.76000		
17*	21.35300	3.60000	1.58250	59.4
18	-21.35300	0.60000	1.75520	27.5
19	-34.72700	可変		
20	44.24600	0.50000	1.72916	54.7
21	15.08300	可変		
22	-16.27400	0.70000	1.72916	54.7
23	-74.53400	可変		
24	-147.97100	3.00000	1.84666	23.8
25	-23.42500	(BF)		
像面				

20

30

40

【 0 0 8 1 】

表 2 (非球面データ)

第11面

K= 0.00000E+00, A4=-8.98800E-06, A6=-4.12000E-08, A8= 1.29600E-10

50

A10=-1.17900E-11

第12面

K= 0.00000E+00, A4= 1.41500E-05, A6=-1.88800E-08, A8=-1.01700E-09

A10=-3.78100E-12

第17面

K= 0.00000E+00, A4=-1.87500E-05, A6=-7.53000E-08, A8= 2.31200E-10

A10= 1.93800E-13

【 0 0 8 2 】

表 3 (無限遠合焦状態での各種データ)

ズーム比	3.70254		
	広角	中間	望遠
焦点距離	45.1684	87.7062	167.2377
F ナンバー	4.15704	5.44688	5.83639
画角	13.5369	6.8993	3.6302
像高	10.8150	10.8150	10.8150
レンズ全長	107.5269	107.5266	107.5268
B F	14.60331	14.60288	14.60312
d5	1.9704	15.2517	26.9947
d10	25.7814	12.5001	0.7571
d19	2.9764	6.2268	2.1414
d21	23.0885	17.7935	19.9087
d23	1.6369	3.6816	5.6518

10

20

【 0 0 8 3 】

表 4 (ズームレンズ群データ)

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	64.11496
2	6	-18.08308
3	11	20.11986
4	20	-31.61243
5	22	-28.69864
6	24	32.51215

30

【 0 0 8 4 】

(数値実施例 2)

数値実施例 2 のズームレンズ系は、図 3 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、ズームレンズ群データを表 8 に示す。

【 0 0 8 5 】

表 5 (面データ)

面番号 物面	r	d	nd	vd
1	54.35860	4.14390	1.48749	70.4
2	-293.24900	0.15000		
3	36.90230	1.00000	1.85026	32.3
4	24.73000	5.00000	1.49700	81.6
5	116.94580	可変		
6	299.48500	0.80000	1.80610	33.3

50

7	13.15670	2.52440	1.94595	18.0
8	24.75430	1.78040		
9	-40.03730	0.70000	1.80420	46.5
10	95.36520	可変		
11*	18.21400	4.94770	1.73077	40.5
12*	-254.81190	1.74960		
13(絞り)		1.50000		
14	52.13150	0.80000	1.90366	31.3
15	12.51040	3.69220	1.48749	70.4
16	41.64890	1.60000		
17*	22.31200	4.85300	1.58913	61.3
18	-21.79360	0.70000	1.76182	26.6
19	-34.45100	可変		
20	41.83500	0.70000	1.77250	49.6
21	15.81180	可変		
22	-27.31410	0.80000	1.80420	46.5
23	95.60580	可変		
24	51.13830	4.04380	1.84666	23.8
25	-54.86380	(BF)		

10

像面

20

【 0 0 8 6 】

表 6 (非球面データ)

第11面

K= 0.00000E+00, A4=-1.53017E-05, A6=-2.77884E-08, A8=-4.66255E-10
A10=-1.11845E-11

第12面

K= 0.00000E+00, A4= 4.36828E-06, A6= 5.32333E-08, A8=-2.54160E-09
A10= 1.79282E-12

第17面

K= 0.00000E+00, A4=-2.15990E-05, A6= 1.15735E-07, A8=-4.20116E-09
A10= 3.76100E-11

30

【 0 0 8 7 】

表 7 (無限遠合焦状態での各種データ)

ズーム比	3.66237		
	広角	中間	望遠
焦点距離	46.3498	88.7103	169.7501
F ナンバー	4.12039	4.94458	5.76850
画角	13.2930	6.8442	3.5698
像高	10.8150	10.8150	10.8150
レンズ全長	113.0000	113.0000	113.0000
B F	15.0500	15.0500	15.0500
d5	1.3140	14.9096	27.0551
d10	26.7846	13.1890	1.0435
d19	2.6023	6.1759	2.6000
d21	24.2630	17.7843	16.9458
d23	1.5000	4.4051	8.8195

40

【 0 0 8 8 】

表 8 (ズームレンズ群データ)

50

群	始面	焦点距離
1	1	64.18055
2	6	-18.66788
3	11	21.47506
4	20	-33.29532
5	22	-26.34068
6	24	31.81779

【 0 0 8 9 】

(数値実施例 3)

10

数値実施例 3 のズームレンズ系は、図 5 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 10 に、無限遠合焦状態での各種データを表 11 に、ズームレンズ群データを表 12 に示す。

【 0 0 9 0 】

表 9 (面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1	53.12790	4.00010	1.48749	70.4
2	-523.90820	0.15000		20
3	37.86710	1.00000	1.85026	32.3
4	25.69490	4.96280	1.49700	81.6
5	135.25000	可変		
6	542.82840	0.80000	1.80610	33.3
7	13.95760	2.67500	1.94595	18.0
8	25.73710	1.76960		
9	-48.06010	0.70000	1.80420	46.5
10	78.43530	可変		
11*	20.90510	4.68260	1.73077	40.5
12*	-103.52470	3.88060		30
13(絞リ)		1.50000		
14	876.57380	0.80000	1.90366	31.3
15	15.92120	3.82990	1.48749	70.4
16	-204.48190	1.60000		
17*	21.02820	5.00000	1.58913	61.3
18	-20.67470	0.70000	1.76182	26.6
19	-33.14000	可変		
20	71.13160	0.70000	1.77250	49.6
21	13.94640	可変		
22	-29.38550	0.80000	1.80420	46.5
23	270.34800	可変		40
24	58.17970	5.00000	1.84666	23.8
25	-50.77630	(BF)		

像面

【 0 0 9 1 】

表 10 (非球面データ)

第11面

K= 0.00000E+00, A4=-7.53929E-06, A6= 2.34563E-09, A8=-1.57108E-10
A10=-2.18254E-12

50

第12面

K= 0.00000E+00, A4= 1.03152E-05, A6= 1.26993E-08, A8=-3.99096E-10
A10=-9.17315E-13

第17面

K= 0.00000E+00, A4=-2.15516E-05, A6=-4.36232E-11, A8=-1.25723E-09
A10= 9.25701E-12

【 0 0 9 2 】

表 1 1 (無限遠合焦状態での各種データ)

ズーム比	3.66231			10
	広角	中間	望遠	
焦点距離	46.3507	88.6931	169.7505	
F ナンバー	4.12019	4.94424	5.76830	
画角	13.2727	6.8467	3.5708	
像高	10.8150	10.8150	10.8150	
レンズ全長	116.0000	116.0000	116.0000	
B F	16.1500	16.1500	16.1500	
d5	1.2086	15.3858	27.7816	
d10	27.8340	13.6569	1.2611	
d19	3.1788	5.5141	2.6000	20
d21	21.5762	15.5785	12.5326	
d23	1.5000	5.1624	11.1224	

【 0 0 9 3 】

表 1 2 (ズームレンズ群データ)

群	始面	焦点距離	
1	1	64.46541	
2	6	-19.03422	
3	11	20.96031	
4	20	-22.57697	30
5	22	-32.91855	
6	24	32.71188	

【 0 0 9 4 】

(数値実施例 4)

数値実施例 4 のズームレンズ系は、図 7 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、ズームレンズ群データを表 1 6 に示す。

【 0 0 9 5 】

表 1 3 (面データ)

面番号	r	d	nd	vd	
物面					
1	46.59700	1.20000	1.84666	23.8	
2	29.34880	8.06990	1.72916	54.7	
3	-503.48930	0.14340	1.51340	52.9	
4*	-317.73390	可変			
5	-285.09150	0.95000	1.91082	35.2	
6	12.84580	3.82700			
7*	-34.42170	1.20000	1.69400	56.3	
8	31.35840	0.15000			40

9	22.15390	2.37610	1.94595	18.0
10	195.32360	可変		
11	13.52110	3.01390	1.68893	31.2
12	66.99660	0.15000		
13	23.77100	0.60000	1.90366	31.3
14	9.49470	3.46580	1.50670	70.5
15*	302.21690	可変		
16(絞り)		3.50000		
17*	31.79690	3.21400	1.58700	59.6
18	-10.67340	0.50000	1.84666	23.8
19	-19.18930	可変		
20	61.91570	0.60000	1.91082	35.2
21	13.28250	2.18970		
22	-10.52200	0.50000	1.77250	49.6
23	388.17750	3.20460	1.74950	35.0
24	-12.12240	可変		
25	23.04370	5.03410	1.50670	70.5
26*	-317.40170	(BF)		

像面

10

20

【0096】

表 14 (非球面データ)

第4面

K= 0.00000E+00, A4= 1.71813E-06, A6=-7.27512E-10, A8= 0.00000E+00
A10= 0.00000E+00

第7面

K= 0.00000E+00, A4= 7.08869E-06, A6=-1.79352E-07, A8= 2.99404E-09
A10=-2.30427E-11

第15面

K= 0.00000E+00, A4= 8.05746E-05, A6= 2.31496E-07, A8=-7.31615E-10
A10= 3.44991E-11

30

第17面

K= 0.00000E+00, A4=-8.15426E-06, A6= 2.32780E-07, A8=-1.20133E-08
A10= 2.22536E-10

第26面

K= 0.00000E+00, A4= 7.79328E-06, A6=-5.20215E-08, A8= 3.54045E-11
A10= 3.28593E-13

【0097】

表 15 (無限遠合焦状態での各種データ)

40

ズーム比	4.70881		
	広角	中間	望遠
焦点距離	17.5101	37.9940	82.4515
Fナンバー	3.60541	4.94459	5.76831
画角	34.9530	15.4671	7.1450
像高	10.8150	10.8150	10.8150
レンズ全長	108.0000	108.0000	108.0000
B F	14.9500	14.9500	14.9500
d4	1.0000	15.2321	27.2073
d10	27.1147	11.8628	1.0000

50

d15	1.6593	2.6791	1.5666
d19	3.1000	7.3339	11.9603
d24	16.2874	12.0534	7.4275

【 0 0 9 8 】

表 1 6 (ズームレンズ群データ)

群	始面	焦点距離
1	1	62.12776
2	5	-12.74152
3	11	26.41511
4	16	26.61438
5	20	-20.48018
6	25	42.61196

10

【 0 0 9 9 】

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 0 】

表 1 7 (条件の対応値)

【表 1】

条件		数値実施例			
		1	2	3	4
(1)	$\Sigma (Tn)/H$	0.5745	0.6757	0.6887	2.0562
(2)	$\Sigma (Tn_2)/H$	0.1110	0.1388	0.1388	1.2696
(3)	T_1/f_W	0.2568	0.2221	0.2182	0.5376

20

【 0 1 0 1 】

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。

【 0 1 0 2 】

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要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。

30

【 0 1 0 3 】

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】

40

【 0 1 0 4 】

本開示は、例えば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好適である。

【 0 1 0 5 】

また本開示におけるズームレンズ系は、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することが可能である。

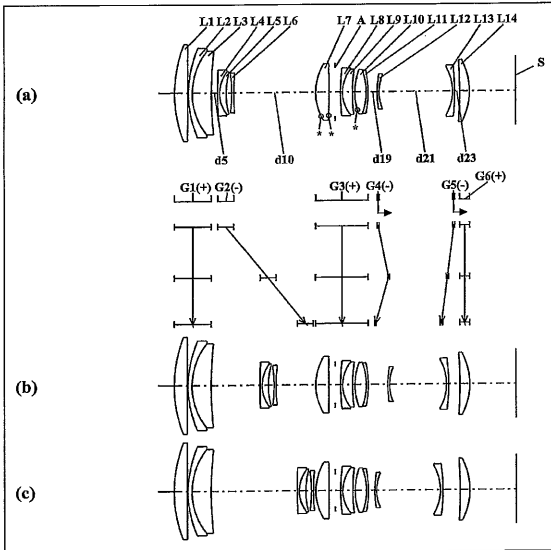
50

【符号の説明】

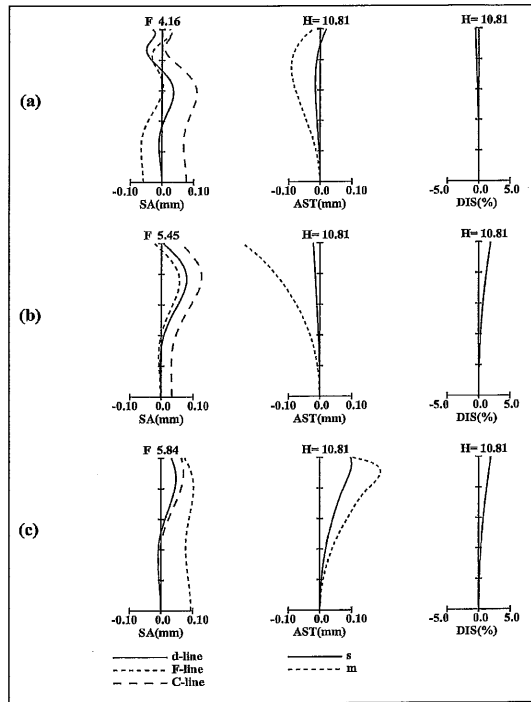
【0106】

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	
L 2	第 2 レンズ素子	10
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	
L 1 2	第 1 2 レンズ素子	20
L 1 3	第 1 3 レンズ素子	
L 1 4	第 1 4 レンズ素子	
L 1 5	第 1 5 レンズ素子	
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	30
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	
2 0 4	レンズマウント部	

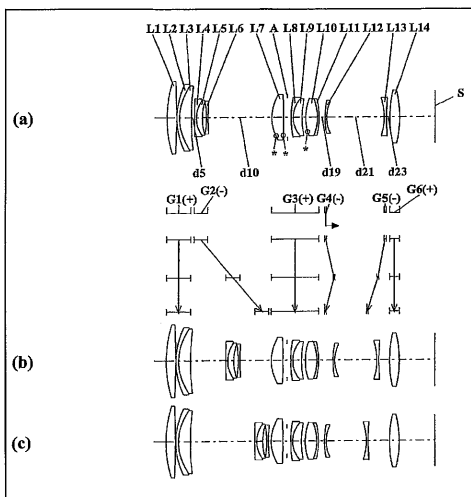
【 図 1 】



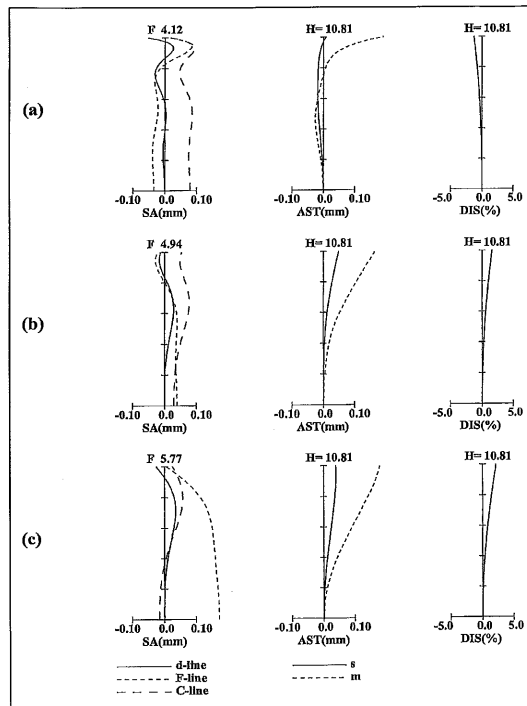
【 図 2 】



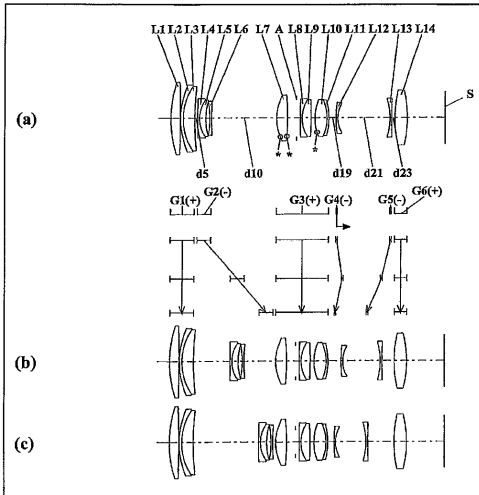
【 図 3 】



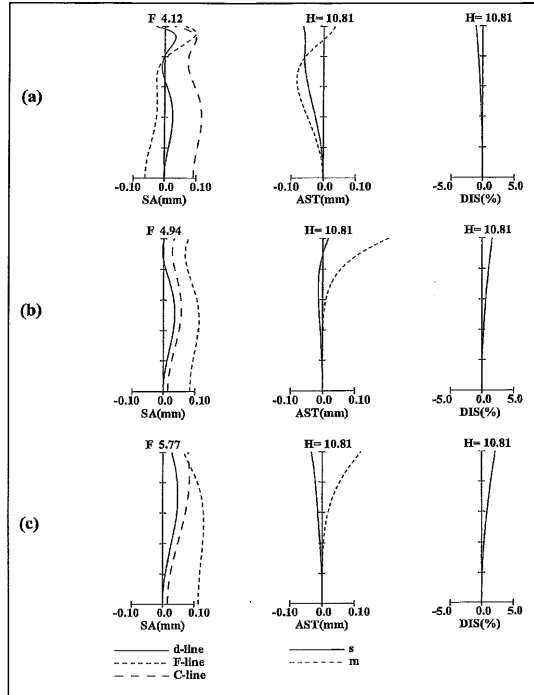
【 図 4 】



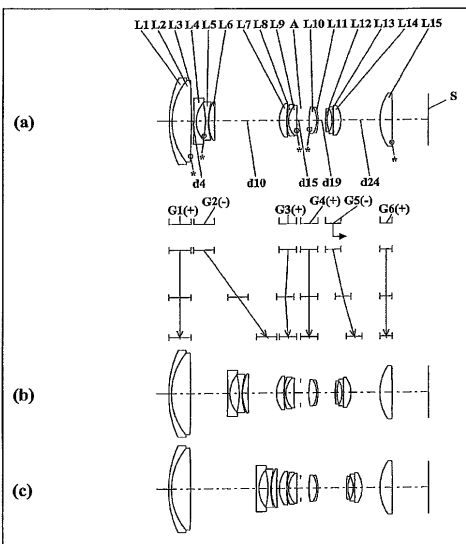
【 図 5 】



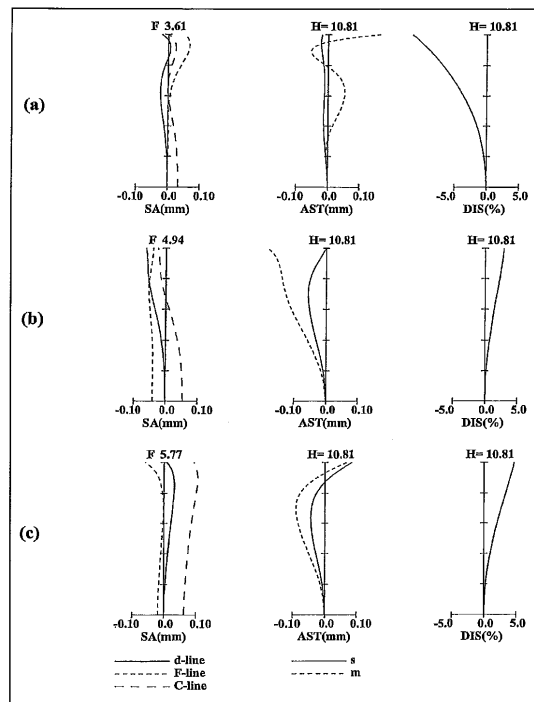
【 図 6 】



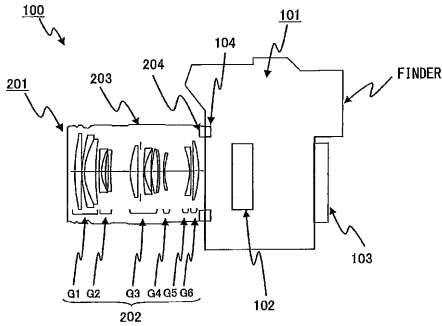
【 図 7 】



【 図 8 】



【図9】



【手続補正書】

【提出日】平成26年1月7日(2014.1.7)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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、広角端から望遠端まで高い光学性能を有する種々のズームレンズ系が提案されている。

【0004】

特許文献1は、負レンズ1枚で構成される第1レンズ群と、正レンズ1枚で構成される第2レンズ群と、凹面を像側に向けた負メニスカスレンズ1枚で構成される第3レンズ群

とからなる変倍光学系を開示している。

【0005】

特許文献2は、負パワーの第1レンズ群と、正パワーの第2レンズ群と、負パワーの第3レンズ群とからなり、第1レンズ群に少なくとも1枚の屈折力可変光学素子が用いられた変倍光学系を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2007-078799号公報

【特許文献2】特開2007-078800号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本開示は、光学性能に優れるのは勿論のこと、比較的ズーム比が高く、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。

【課題を解決するための手段】

【0008】

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、

最物体側に配置されたレンズ群と最像側に配置されたレンズ群とが、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に像面に対して固定されており、かつ、全レンズ群のうち少なくとも3つのレンズ群が、該ズームングの際に光軸に沿って移動する移動レンズ群であり、

前記移動レンズ群のうち少なくとも1つのレンズ群が、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光軸に沿って移動するフォーカシングレンズ群であり、

以下の条件(1)：

$$(Tn) / H \geq 2.1 \cdots (1)$$

(ここで、

(Tn)：全移動レンズ群の光軸上の厚みの合計、

H：最大像高

である)

を満足する。

【0009】

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、

最物体側に配置されたレンズ群と最像側に配置されたレンズ群とが、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に像面に対して固定されており、かつ、全レンズ群のうち少なくとも3つのレンズ群が、該ズームングの際に光軸に沿って移動する移動レンズ群であり、

前記移動レンズ群のうち少なくとも1つのレンズ群が、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光軸に沿って移動するフォーカシングレンズ群であり、

以下の条件(1)：

$$(Tn) / H \geq 2.1 \cdots (1)$$

(ここで、

(Tn)：全移動レンズ群の光軸上の厚みの合計、

H：最大像高

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。

【0010】

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、最物体側に配置されたレンズ群と最像側に配置されたレンズ群とが、撮像時の広角端から望遠端へのズームの際に像面に対して固定されており、かつ、全レンズ群のうち少なくとも3つのレンズ群が、該ズームの際に光軸に沿って移動する移動レンズ群であり、
前記移動レンズ群のうち少なくとも1つのレンズ群が、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光軸に沿って移動するフォーカシングレンズ群であり、
以下の条件(1)：

$$(T_n) / H \leq 2.1 \cdots (1)$$

(ここで、

(T_n)：全移動レンズ群の光軸上の厚みの合計、
H：最大像高

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。

【発明の効果】

【0011】

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、比較的ズーム比が高く、レンズ全長が短く小型で軽量であり、可動レンズ群がアクチュエータで独立駆動するレンズ鏡筒に好適である。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【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】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

【図4】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5】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6】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7】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8】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9】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】

【0013】

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。

【0014】

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。

【0015】

(実施の形態1~4)

図1、3、5及び7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。

【0016】

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。

【0017】

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では、後述する第4レンズ群G4及び第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おり、図3及び5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おり、図7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。

【0018】

実施の形態1~3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、負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、正のパワーを有する第6レンズ群G6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、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔、及び第5レンズ群G5と第6レンズ群G6との間隔がいずれも変化するように、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。

【0019】

実施の形態4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、正のパワーを有する第6レンズ群G6とを備える。実施の形態4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、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔、及び第5レンズ群G5と第6レンズ群G6との間隔がいずれも変化するように、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3及び第5レンズ群G5が光軸に沿った方向にそれぞれ移動する。実施の形態4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。

【0020】

図1、3、5及び7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。

【0021】

図1、3及び5に示すように、第3レンズ群G3内の第7レンズ素子L7と第8レンズ素子L8との間には、開口絞りAが設けられており、図7に示すように、第4レンズ群G4の最物体側には、開口絞りAが設けられている。

【0022】

(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平凸形状の第1レンズ素子L1と、物体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2レンズ素子L2と第3レンズ素子L3とは接合されている。

【0023】

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4レンズ素子L4と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第5レンズ素子L5と、両凹形状の第6レンズ素子L6とからなる。これらのうち、第4レンズ素子L4と第5レンズ素子L5とは接合されている。

【0024】

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、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第9レンズ素子L9と、両凸形状の第10レンズ素子L10と、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第11レンズ素子L11とからなる。これらのうち、第8レンズ素子L8と第9レンズ素子L9とは接合されており、第10レンズ素子L10と第11レンズ素子L11とは接合されている。また、第7レンズ素子L7は、その両面が非球面であり、第10レンズ素子L10は、その物体側面が非球面である。さらに、第7レンズ素子L7と第8レンズ素子L8との間には、開口絞りAが設けられている。

【0025】

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12レンズ素子L12のみからなる。

【0026】

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13レンズ素子L13のみからなる。

【0027】

第6レンズ群G6は、像側に凸面を向けた正メニスカス形状の第14レンズ素子L14のみからなる。

【0028】

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2レンズ群G2は、単調に像側へ移動し、第4レンズ群G4は、像側に凸の軌跡を描いて移動し、第5レンズ群G5は、単調に物体側へ移動し、第1レンズ群G1、第3レンズ群G3及び第6レンズ群G6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との間隔が変化し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が変化し、第5レンズ群G5と第6レンズ群G6との間隔が増大するように、移動レンズ群である第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。

【0029】

さらに実施の形態1に係るズームレンズ系において、移動レンズ群のうち第4レンズ群G4及び第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光軸に沿って移動するフォーカシングレンズ群であり、これら第4レンズ群G4及び第5レンズ群G5はいずれも、フォーカシングの際に光軸に沿って像側へ移動する。

【0030】

(実施の形態 2)

図 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、両凸形状の第 1 レンズ素子 L 1 と、物体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 と第 3 レンズ素子 L 3 とは接合されている。

【0031】

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 4 レンズ素子 L 4 と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第 5 レンズ素子 L 5 と、両凹形状の第 6 レンズ素子 L 6 とからなる。これらのうち、第 4 レンズ素子 L 4 と第 5 レンズ素子 L 5 とは接合されている。

【0032】

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 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、物体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、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 11 レンズ素子 L 11 とからなる。これらのうち、第 8 レンズ素子 L 8 と第 9 レンズ素子 L 9 とは接合されており、第 10 レンズ素子 L 10 と第 11 レンズ素子 L 11 とは接合されている。また、第 7 レンズ素子 L 7 は、その両面が非球面であり、第 10 レンズ素子 L 10 は、その物体側面が非球面である。さらに、第 7 レンズ素子 L 7 と第 8 レンズ素子 L 8 との間には、開口絞り A が設けられている。

【0033】

第 4 レンズ群 G 4 は、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 12 レンズ素子 L 12 のみからなる。

【0034】

第 5 レンズ群 G 5 は、両凹形状の第 13 レンズ素子 L 13 のみからなる。

【0035】

第 6 レンズ群 G 6 は、両凸形状の第 14 レンズ素子 L 14 のみからなる。

【0036】

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 2 レンズ群 G 2 は、単調に像側へ移動し、第 4 レンズ群 G 4 は、像側に凸の軌跡を描いて移動し、第 5 レンズ群 G 5 は、略単調に物体側へ移動し、第 1 レンズ群 G 1、第 3 レンズ群 G 3 及び第 6 レンズ群 G 6 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 との間隔が変化し、第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 との間隔が変化し、第 5 レンズ群 G 5 と第 6 レンズ群 G 6 との間隔が増大するように、移動レンズ群である第 2 レンズ群 G 2、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。

【0037】

さらに実施の形態 2 に係るズームレンズ系において、移動レンズ群のうち第 4 レンズ群 G 4 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光軸に沿って移動するフォーカシングレンズ群であり、該第 4 レンズ群 G 4 は、フォーカシングの際に光軸に沿って像側へ移動する。

【0038】

(実施の形態 3)

図 5 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、両凸形状の第 1 レンズ素子 L 1 と、物体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 と第 3 レンズ素子 L 3 とは接合されている。

【0039】

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 4 レンズ素子 L 4 と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第 5 レンズ素子 L

5と、両凹形状の第6レンズ素子L6とからなる。これらのうち、第4レンズ素子L4と第5レンズ素子L5とは接合されている。

【0040】

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、両凸形状の第9レンズ素子L9と、両凸形状の第10レンズ素子L10と、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第11レンズ素子L11とからなる。これらのうち、第8レンズ素子L8と第9レンズ素子L9とは接合されており、第10レンズ素子L10と第11レンズ素子L11とは接合されている。また、第7レンズ素子L7は、その両面が非球面であり、第10レンズ素子L10は、その物体側面が非球面である。さらに、第7レンズ素子L7と第8レンズ素子L8との間には、開口絞りAが設けられている。

【0041】

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12レンズ素子L12のみからなる。

【0042】

第5レンズ群G5は、両凹形状の第13レンズ素子L13のみからなる。

【0043】

第6レンズ群G6は、両凸形状の第14レンズ素子L14のみからなる。

【0044】

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2レンズ群G2は、単調に像側へ移動し、第4レンズ群G4は、像側に凸の軌跡を描いて移動し、第5レンズ群G5は、略単調に物体側へ移動し、第1レンズ群G1、第3レンズ群G3及び第6レンズ群G6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との間隔が変化し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が変化し、第5レンズ群G5と第6レンズ群G6との間隔が増大するように、移動レンズ群である第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。

【0045】

さらに実施の形態3に係るズームレンズ系において、移動レンズ群のうち第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光軸に沿って移動するフォーカシングレンズ群であり、該第4レンズ群G4は、フォーカシングの際に光軸に沿って像側へ移動する。

【0046】

(実施の形態4)

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、像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。これら第1レンズ素子L1と第2レンズ素子L2と第3レンズ素子L3とは接合されている。なお、第3レンズ素子L3は、樹脂等の薄い層で形成された複合非球面レンズ素子であり、その像側面が非球面である。

【0047】

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4レンズ素子L4と、両凹形状の第5レンズ素子L5と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第6レンズ素子L6とからなる。これらのうち、第5レンズ素子L5は、その物体側面が非球面である。

【0048】

第3レンズ群G3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、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第9レンズ素子L9とからなる。これら

のうち、第8レンズ素子L8と第9レンズ素子L9とは接合されている。また、第9レンズ素子L9は、その像側面が非球面である。

【0049】

第4レンズ群G4は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第10レンズ素子L10と、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第11レンズ素子L11とからなる。これら第10レンズ素子L10と第11レンズ素子L11とは接合されている。また、第10レンズ素子L10は、その物体側面が非球面である。さらに、第10レンズ素子L10の物体側には、開口絞りAが設けられている。

【0050】

第5レンズ群G5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12レンズ素子L12と、両凹形状の第13レンズ素子L13と、両凸形状の第14レンズ素子L14とからなる。これらのうち、第13レンズ素子L13と第14レンズ素子L14とは接合されている。

【0051】

第6レンズ群G6は、両凸形状の第15レンズ素子L15のみからなる。この第15レンズ素子L15は、その像側面が非球面である。

【0052】

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2レンズ群G2及び第5レンズ群G5は、単調に像側へ移動し、第3レンズ群G3は、物体側に僅かに凸の軌跡を描いて移動し、第1レンズ群G1、第4レンズ群G4及び第6レンズ群G6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との間隔が変化し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が増大し、第5レンズ群G5と第6レンズ群G6との間隔が減少するように、移動レンズ群である第2レンズ群G2、第3レンズ群G3及び第5レンズ群G5が光軸に沿ってそれぞれ移動する。

【0053】

さらに実施の形態4に係るズームレンズ系において、移動レンズ群のうち第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光軸に沿って移動するフォーカシングレンズ群であり、該第5レンズ群G5は、フォーカシングの際に光軸に沿って像側へ移動する。

【0054】

実施の形態1～3に係るズームレンズ系では、最物体側に配置された第1レンズ群G1と、該第1レンズ群G1以外の少なくとも1つの第3レンズ群G3及び最像側に配置された第6レンズ群G6とが、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に像面に対して固定されており、かつ、全レンズ群のうち少なくとも3つの第2レンズ群G2、第4レンズ群G4及び第5レンズ群G5が、該ズームングの際に光軸に沿って移動する移動レンズ群である。

【0055】

実施の形態4に係るズームレンズ系では、最物体側に配置された第1レンズ群G1と、該第1レンズ群G1以外の少なくとも1つの第4レンズ群G4及び最像側に配置された第6レンズ群G6とが、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に像面に対して固定されており、かつ、全レンズ群のうち少なくとも3つの第2レンズ群G2、第3レンズ群G3及び第5レンズ群G5が、該ズームングの際に光軸に沿って移動する移動レンズ群である。

【0056】

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1～4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。

【0057】

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有益な条件を説明する。なお、各実施の形態に係るズームレンズ系に対して、複数の有益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有益である。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。

【0058】

例えば実施の形態 1 ~ 4 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、最物体側に配置されたレンズ群と最像側に配置されたレンズ群とが、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に像面に対して固定されており、かつ、全レンズ群のうち少なくとも 3 つのレンズ群が、該ズームングの際に光軸に沿って移動する移動レンズ群であり、該移動レンズ群のうち少なくとも 1 つのレンズ群が、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光軸に沿って移動するフォーカシングレンズ群である（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）を満足する。

$$(T_n) / H \geq 2.1 \cdots (1)$$

ここで、

(T_n) : 全移動レンズ群の光軸上の厚みの合計、

H : 最大像高

である。

【0059】

前記条件（1）は、全移動レンズ群の光軸上の厚みを規定する条件である。条件（1）を満足しない場合には、移動レンズ群の軽量化が困難となるため、高速で静かな駆動ができず、また低電力での駆動ができない。

【0060】

なお、以下の条件（1-1）' 及び（1-1）'' 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。なお、条件（1-1）' を満足する場合には、収差補正をより容易に行うことができる。

$$0.5 \leq (T_n) / H \leq \cdots (1-1)'$$

$$(T_n) / H \geq 1.5 \cdots (1-1)''$$

【0061】

さらに以下の条件（1-2）' 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。

$$(T_n) / H \geq 0.8 \cdots (1-2)'$$

【0062】

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（2）を満足することが有益である。

$$(T_{n_2}) / H \geq 0.5 \cdots (2)$$

ここで、

(T_{n_2}) : 光軸上の厚みが最も大きい移動レンズ群以外の全移動レンズ群の光軸上の厚みの合計、

H : 最大像高

である。

【0063】

前記条件（2）は、光軸上の厚みが最も大きい移動レンズ群を除いた全移動レンズ群の光軸上の厚みの合計を規定する条件であり、該条件（2）を満足することは、特に軽量であり、ズームングよりもはるかに高速な動作が求められるフォーカシングに適したレンズ群が、移動レンズ群に含まれていることを示す。条件（2）を満足しない場合には、高速で静かなフォーカシングを実現することが困難となる。

【0064】

なお、以下の条件（2-1）' 及び（2-1）'' 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。なお、条件(2-1)'を満足する場合には、収差補正をより容易に行うことができる。

$$0.08 \leq (T_{n2})/H \leq 0.30 \quad \dots (2-1)'$$

【0065】

さらに以下の条件(2-2)'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。

$$(T_{n2})/H \leq 0.2 \quad \dots (2-2)'$$

【0066】

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)を満足することが有益である。

$$0.1 \leq T_1/f_w \leq 1.5 \quad \dots (3)$$

ここで、

T_1 ：最物体側に配置されたレンズ群の最物体側レンズ面から最像側レンズ面までの光軸上の距離、

f_w ：広角端における全系のd線(波長：587.56nm)での焦点距離である。

【0067】

前記条件(3)は、最物体側に配置されたレンズ群、すなわち第1レンズ群の厚みを規定する条件である。条件(3)の下限を下回ると、第1レンズ群を構成するレンズ素子の枚数を多くすることができないため、軸上色収差及び倍率色収差の補正が困難となる。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増大し、小型で軽量なズームレンズ系を実現することができない。

【0068】

なお、以下の条件(3-1)'及び(3-1)''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。

$$0.15 \leq T_1/f_w \leq 1.00 \quad \dots (3-1)'$$

【0069】

さらに以下の条件(3-2)'及び(3-2)''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。

$$0.2 \leq T_1/f_w \leq 0.3 \quad \dots (3-2)'$$

【0070】

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、有益である。

【0071】

(実施の形態5)

図9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。

【0072】

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。

【 0 0 7 3 】

カメラ本体 1 0 1 は、交換レンズ装置 2 0 1 のズームレンズ系 2 0 2 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 1 0 2 と、撮像素子 1 0 2 によって変換された画像信号を表示する液晶モニタ 1 0 3 と、カメラマウント部 1 0 4 とを含む。一方、交換レンズ装置 2 0 1 は、実施の形態 1 ~ 4 いずれかに係るズームレンズ系 2 0 2 と、ズームレンズ系 2 0 2 を保持する鏡筒 2 0 3 と、カメラ本体 1 0 1 のカメラマウント部 1 0 4 に接続されるレンズマウント部 2 0 4 とを含む。カメラマウント部 1 0 4 及びレンズマウント部 2 0 4 は、物理的な接続のみならず、カメラ本体 1 0 1 内のコントローラ（図示せず）と交換レンズ装置 2 0 1 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 9 においては、ズームレンズ系 2 0 2 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。

【 0 0 7 4 】

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 2 0 2 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 1 0 0 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 ~ 4 に係るズームレンズ系は、全てのズーム領域を使用しなくてもよい。すなわち、所望のズーム領域に応じて、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。

【 0 0 7 5 】

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 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 7 6 】

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。

【 0 0 7 7 】

図 2、4、6 及び 8 は、各々数値実施例 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。

【 0 0 7 8 】

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 -

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。

【0079】

(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、ズームレンズ群データを表4に示す。

【0080】

表1(面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1	44.27700	4.20000	1.48749	70.4
2		0.20000		
3	38.42600	1.20000	1.80100	35.0
4	23.09300	6.00000	1.49700	81.6
5	139.11200	可変		
6	400.00000	0.60000	1.80450	39.6
7	12.14200	2.00000	1.92286	20.9
8	25.50000	1.81000		
9	-43.77500	0.60000	1.80420	46.5
10	67.77300	可変		
11*	17.73500	4.20000	1.80755	40.9
12*	-396.27400	2.00000		
13(絞り)		1.70000		
14	75.47700	0.60000	1.90366	31.3
15	11.83500	3.20000	1.49700	81.6
16	55.71600	0.76000		
17*	21.35300	3.60000	1.58250	59.4
18	-21.35300	0.60000	1.75520	27.5
19	-34.72700	可変		
20	44.24600	0.50000	1.72916	54.7
21	15.08300	可変		
22	-16.27400	0.70000	1.72916	54.7
23	-74.53400	可変		
24	-147.97100	3.00000	1.84666	23.8
25	-23.42500	(BF)		

像面

【0081】

表2(非球面データ)

第11面

K= 0.00000E+00, A4=-8.98800E-06, A6=-4.12000E-08, A8= 1.29600E-10
A10=-1.17900E-11

第12面

K= 0.00000E+00, A4= 1.41500E-05, A6=-1.88800E-08, A8=-1.01700E-09
A10=-3.78100E-12

第17面

K= 0.00000E+00, A4=-1.87500E-05, A6=-7.53000E-08, A8= 2.31200E-10
A10= 1.93800E-13

【 0 0 8 2 】

表 3 (無限遠合焦状態での各種データ)

ズーム比	3.70254		
	広角	中間	望遠
焦点距離	45.1684	87.7062	167.2377
F ナンバー	4.15704	5.44688	5.83639
画角	13.5369	6.8993	3.6302
像高	10.8150	10.8150	10.8150
レンズ全長	107.5269	107.5266	107.5268
B F	14.60331	14.60288	14.60312
d5	1.9704	15.2517	26.9947
d10	25.7814	12.5001	0.7571
d19	2.9764	6.2268	2.1414
d21	23.0885	17.7935	19.9087
d23	1.6369	3.6816	5.6518

【 0 0 8 3 】

表 4 (ズームレンズ群データ)

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	64.11496
2	6	-18.08308
3	11	20.11986
4	20	-31.61243
5	22	-28.69864
6	24	32.51215

【 0 0 8 4 】

(数値実施例 2)

数値実施例 2 のズームレンズ系は、図 3 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、ズームレンズ群データを表 8 に示す。

【 0 0 8 5 】

表 5 (面データ)

面番号 物面	r	d	nd	vd
1	54.35860	4.14390	1.48749	70.4
2	-293.24900	0.15000		
3	36.90230	1.00000	1.85026	32.3
4	24.73000	5.00000	1.49700	81.6
5	116.94580	可変		
6	299.48500	0.80000	1.80610	33.3
7	13.15670	2.52440	1.94595	18.0
8	24.75430	1.78040		
9	-40.03730	0.70000	1.80420	46.5
10	95.36520	可変		
11*	18.21400	4.94770	1.73077	40.5

12*	-254.81190	1.74960		
13(絞り)		1.50000		
14	52.13150	0.80000	1.90366	31.3
15	12.51040	3.69220	1.48749	70.4
16	41.64890	1.60000		
17*	22.31200	4.85300	1.58913	61.3
18	-21.79360	0.70000	1.76182	26.6
19	-34.45100	可変		
20	41.83500	0.70000	1.77250	49.6
21	15.81180	可変		
22	-27.31410	0.80000	1.80420	46.5
23	95.60580	可変		
24	51.13830	4.04380	1.84666	23.8
25	-54.86380	(BF)		

像面

【 0 0 8 6 】

表 6 (非球面データ)

第11面

K= 0.00000E+00, A4=-1.53017E-05, A6=-2.77884E-08, A8=-4.66255E-10
A10=-1.11845E-11

第12面

K= 0.00000E+00, A4= 4.36828E-06, A6= 5.32333E-08, A8=-2.54160E-09
A10= 1.79282E-12

第17面

K= 0.00000E+00, A4=-2.15990E-05, A6= 1.15735E-07, A8=-4.20116E-09
A10= 3.76100E-11

【 0 0 8 7 】

表 7 (無限遠合焦状態での各種データ)

ズーム比	3.66237		
	広角	中間	望遠
焦点距離	46.3498	88.7103	169.7501
F ナンバー	4.12039	4.94458	5.76850
画角	13.2930	6.8442	3.5698
像高	10.8150	10.8150	10.8150
レンズ全長	113.0000	113.0000	113.0000
B F	15.0500	15.0500	15.0500
d5	1.3140	14.9096	27.0551
d10	26.7846	13.1890	1.0435
d19	2.6023	6.1759	2.6000
d21	24.2630	17.7843	16.9458
d23	1.5000	4.4051	8.8195

【 0 0 8 8 】

表 8 (ズームレンズ群データ)

群	始面	焦点距離
1	1	64.18055
2	6	-18.66788
3	11	21.47506

4	20	-33.29532
5	22	-26.34068
6	24	31.81779

【 0 0 8 9 】

(数値実施例 3)

数値実施例 3 のズームレンズ系は、図 5 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 10 に、無限遠合焦状態での各種データを表 11 に、ズームレンズ群データを表 12 に示す。

【 0 0 9 0 】

表 9 (面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1	53.12790	4.00010	1.48749	70.4
2	-523.90820	0.15000		
3	37.86710	1.00000	1.85026	32.3
4	25.69490	4.96280	1.49700	81.6
5	135.25000	可変		
6	542.82840	0.80000	1.80610	33.3
7	13.95760	2.67500	1.94595	18.0
8	25.73710	1.76960		
9	-48.06010	0.70000	1.80420	46.5
10	78.43530	可変		
11*	20.90510	4.68260	1.73077	40.5
12*	-103.52470	3.88060		
13(絞リ)		1.50000		
14	876.57380	0.80000	1.90366	31.3
15	15.92120	3.82990	1.48749	70.4
16	-204.48190	1.60000		
17*	21.02820	5.00000	1.58913	61.3
18	-20.67470	0.70000	1.76182	26.6
19	-33.14000	可変		
20	71.13160	0.70000	1.77250	49.6
21	13.94640	可変		
22	-29.38550	0.80000	1.80420	46.5
23	270.34800	可変		
24	58.17970	5.00000	1.84666	23.8
25	-50.77630	(BF)		

像面

【 0 0 9 1 】

表 10 (非球面データ)

第11面

K= 0.00000E+00, A4=-7.53929E-06, A6= 2.34563E-09, A8=-1.57108E-10
A10=-2.18254E-12

第12面

K= 0.00000E+00, A4= 1.03152E-05, A6= 1.26993E-08, A8=-3.99096E-10
A10=-9.17315E-13

第17面

K= 0.00000E+00, A4=-2.15516E-05, A6=-4.36232E-11, A8=-1.25723E-09

A10= 9.25701E-12

【 0 0 9 2 】

表 1 1 (無限遠合焦状態での各種データ)

ズーム比	3.66231		
	広角	中間	望遠
焦点距離	46.3507	88.6931	169.7505
F ナンバー	4.12019	4.94424	5.76830
画角	13.2727	6.8467	3.5708
像高	10.8150	10.8150	10.8150
レンズ全長	116.0000	116.0000	116.0000
B F	16.1500	16.1500	16.1500
d5	1.2086	15.3858	27.7816
d10	27.8340	13.6569	1.2611
d19	3.1788	5.5141	2.6000
d21	21.5762	15.5785	12.5326
d23	1.5000	5.1624	11.1224

【 0 0 9 3 】

表 1 2 (ズームレンズ群データ)

群	始面	焦点距離
1	1	64.46541
2	6	-19.03422
3	11	20.96031
4	20	-22.57697
5	22	-32.91855
6	24	32.71188

【 0 0 9 4 】

(数値実施例 4)

数値実施例 4 のズームレンズ系は、図 7 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、ズームレンズ群データを表 1 6 に示す。

【 0 0 9 5 】

表 1 3 (面データ)

面番号 物面	r	d	nd	vd
1	46.59700	1.20000	1.84666	23.8
2	29.34880	8.06990	1.72916	54.7
3	-503.48930	0.14340	1.51340	52.9
4*	-317.73390	可変		
5	-285.09150	0.95000	1.91082	35.2
6	12.84580	3.82700		
7*	-34.42170	1.20000	1.69400	56.3
8	31.35840	0.15000		
9	22.15390	2.37610	1.94595	18.0
10	195.32360	可変		
11	13.52110	3.01390	1.68893	31.2
12	66.99660	0.15000		
13	23.77100	0.60000	1.90366	31.3

14	9.49470	3.46580	1.50670	70.5
15*	302.21690	可変		
16(絞り)		3.50000		
17*	31.79690	3.21400	1.58700	59.6
18	-10.67340	0.50000	1.84666	23.8
19	-19.18930	可変		
20	61.91570	0.60000	1.91082	35.2
21	13.28250	2.18970		
22	-10.52200	0.50000	1.77250	49.6
23	388.17750	3.20460	1.74950	35.0
24	-12.12240	可変		
25	23.04370	5.03410	1.50670	70.5
26*	-317.40170	(BF)		

像面

【 0 0 9 6 】

表 1 4 (非球面データ)

第4面

K= 0.00000E+00, A4= 1.71813E-06, A6=-7.27512E-10, A8= 0.00000E+00
A10= 0.00000E+00

第7面

K= 0.00000E+00, A4= 7.08869E-06, A6=-1.79352E-07, A8= 2.99404E-09
A10=-2.30427E-11

第15面

K= 0.00000E+00, A4= 8.05746E-05, A6= 2.31496E-07, A8=-7.31615E-10
A10= 3.44991E-11

第17面

K= 0.00000E+00, A4=-8.15426E-06, A6= 2.32780E-07, A8=-1.20133E-08
A10= 2.22536E-10

第26面

K= 0.00000E+00, A4= 7.79328E-06, A6=-5.20215E-08, A8= 3.54045E-11
A10= 3.28593E-13

【 0 0 9 7 】

表 1 5 (無限遠合焦状態での各種データ)

ズーム比	4.70881		
	広角	中間	望遠
焦点距離	17.5101	37.9940	82.4515
F ナンバー	3.60541	4.94459	5.76831
画角	34.9530	15.4671	7.1450
像高	10.8150	10.8150	10.8150
レンズ全長	108.0000	108.0000	108.0000
B F	14.9500	14.9500	14.9500
d4	1.0000	15.2321	27.2073
d10	27.1147	11.8628	1.0000
d15	1.6593	2.6791	1.5666
d19	3.1000	7.3339	11.9603
d24	16.2874	12.0534	7.4275

【 0 0 9 8 】

表 1 6 (ズームレンズ群データ)

群	始面	焦点距離
1	1	62.12776
2	5	-12.74152
3	11	26.41511
4	16	26.61438
5	20	-20.48018
6	25	42.61196

【0099】

以下の表17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。

【0100】

表 17 (条件の対応値)

【表1】

条件		数値実施例			
		1	2	3	4
(1)	$\Sigma(Tn)/H$	0.5745	0.6757	0.6887	2.0562
(2)	$\Sigma(Tn_2)/H$	0.1110	0.1388	0.1388	1.2696
(3)	T_1/f_w	0.2568	0.2221	0.2182	0.5376

【0101】

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。

【0102】

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。

【0103】

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】

【0104】

本開示は、例えば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好適である。

【0105】

また本開示におけるズームレンズ系は、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することが可能である。

【符号の説明】

【0106】

G1 第1レンズ群

G2 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
 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
 L 1 2 第 1 2 レンズ素子
 L 1 3 第 1 3 レンズ素子
 L 1 4 第 1 4 レンズ素子
 L 1 5 第 1 5 レンズ素子
 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
 2 0 4 レンズマウント部

【手続補正 2】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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、

最物体側に配置されたレンズ群と最像側に配置されたレンズ群とが、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に像面に対して固定されており、かつ、全レンズ群のうち少なくとも 3 つのレンズ群が、該ズームングの際に光軸に沿って移動する移動レンズ群であり、

前記移動レンズ群のうち少なくとも 1 つのレンズ群が、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光軸に沿って移動するフォーカシングレンズ群であり、

以下の条件 (1) を満足する、ズームレンズ系：

$$(T_n) / H \quad 2 . 1 \quad \cdots (1)$$

ここで、

(T n) : 全移動レンズ群の光軸上の厚みの合計、

H : 最大像高

である。

【請求項 2】

移動レンズ群のうち少なくとも 2 つのレンズ群が、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光軸に沿って移動するフォーカシングレンズ群である、請求項 1 に記載のズームレンズ系。

【請求項 3】

移動レンズ群のうち少なくとも 2 つのレンズ群が、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 4】

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：

$$(T_{n_2}) / H < 0.5 \quad \dots (2)$$

ここで、

(T_{n_2}) : 光軸上の厚みが最も大きい移動レンズ群以外の全移動レンズ群の光軸上の厚みの合計、

H : 最大像高

である。

【請求項 5】

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：

$$0.1 < T_1 / f_w < 1.5 \quad \dots (3)$$

ここで、

T_1 : 最物体側に配置されたレンズ群の最物体側レンズ面から最像側レンズ面までの光軸上の距離、

f_w : 広角端における全系の d 線での焦点距離

である。

【請求項 6】

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 7】

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。

【手続補正 3】

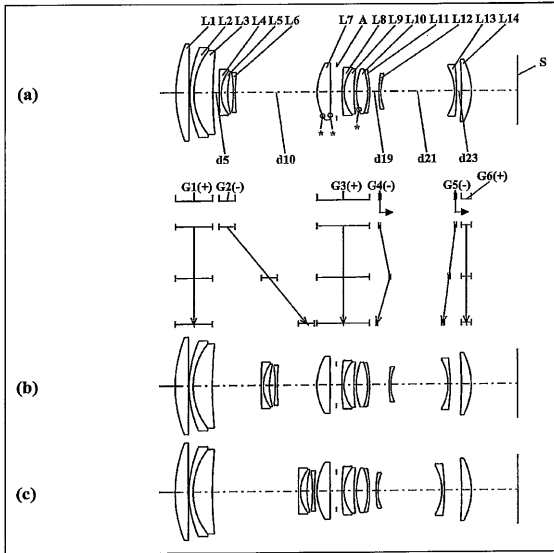
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

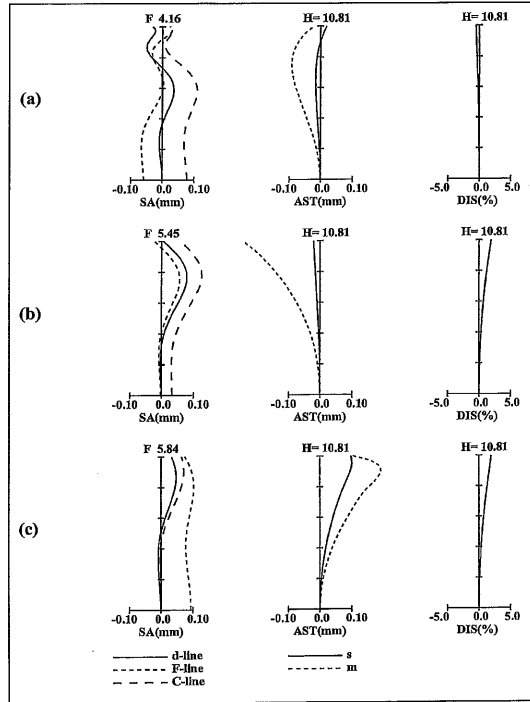
【補正方法】変更

【補正の内容】

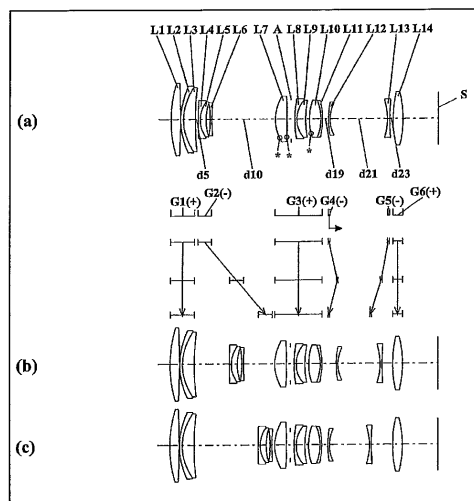
【 図 1 】



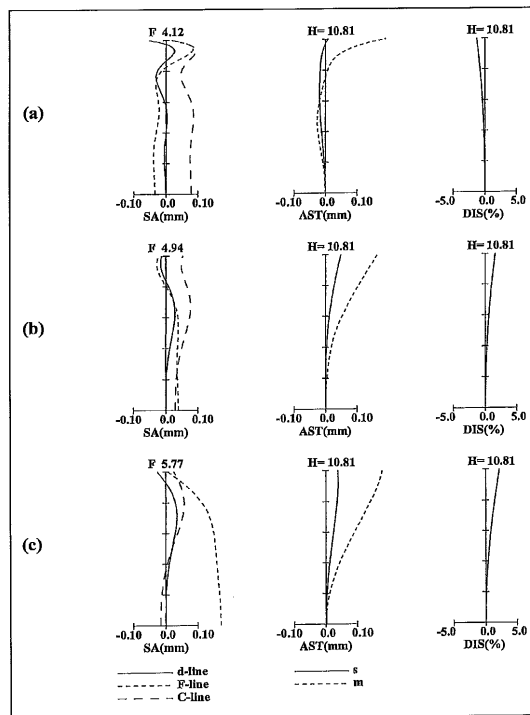
【 図 2 】



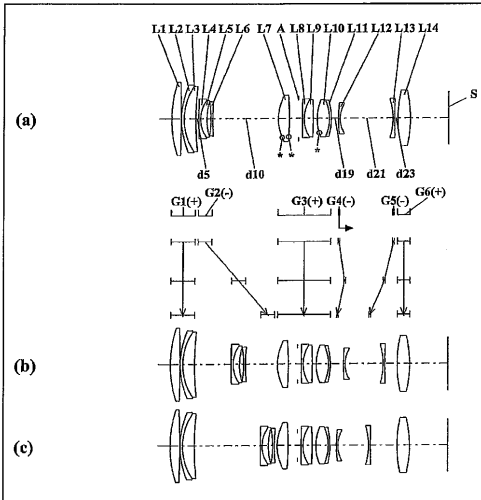
【 図 3 】



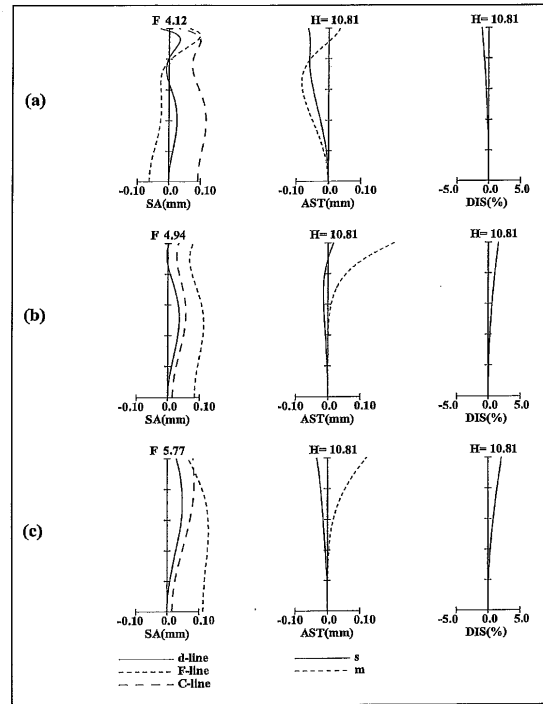
【 図 4 】



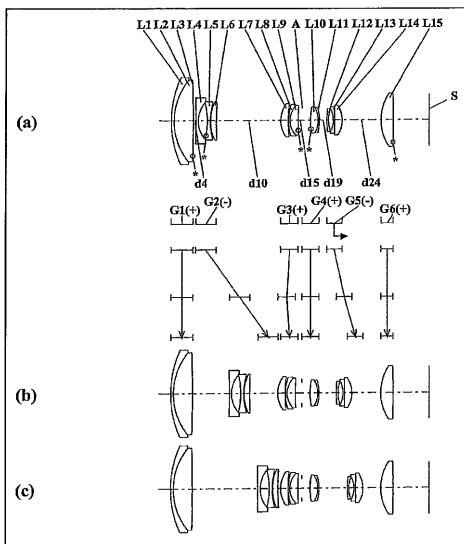
【 図 5 】



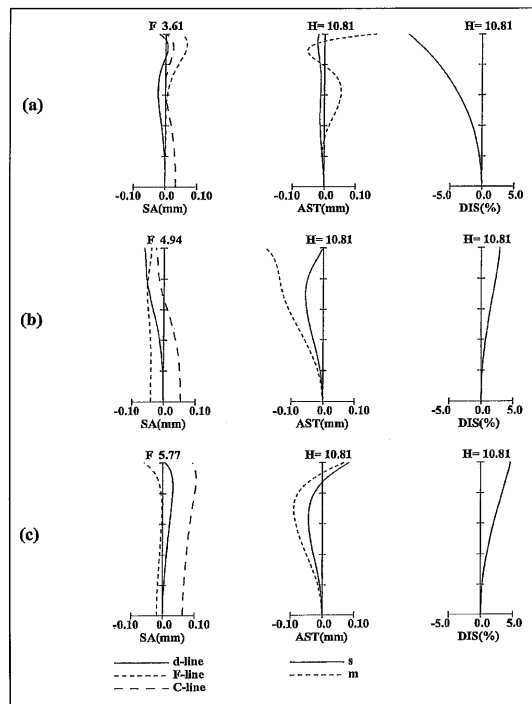
【 図 6 】



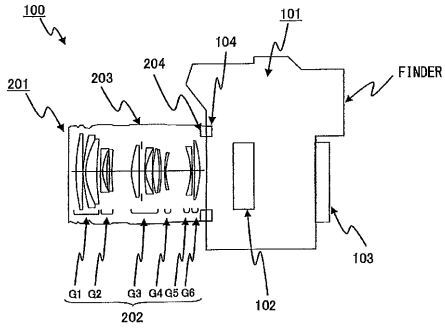
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2012/005101
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G02B15/20 (2006.01) i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B15/20		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 63-49719 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 02 March 1988 (02.03.1988), examples 1 to 3 (Family: none)	1-3 4, 5
X Y	JP 63-169611 A (Konishiroku Photo Industry Co., Ltd.), 13 July 1988 (13.07.1988), examples 1, 2 (Family: none)	1-3 4, 5
X Y	JP 63-285511 A (Nippon Kogaku Kogyo Kabushiki Kaisha), 22 November 1988 (22.11.1988), examples 2, 3 (Family: none)	1-3 4, 5
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
Date of the actual completion of the international search 20 September, 2012 (20.09.12)		Date of mailing of the international search report 02 October, 2012 (02.10.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/005101

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 1-185608 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 25 July 1989 (25.07.1989), example 8 & US 4995707 A	1-3 4,5
X Y	JP 2-136810 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 25 May 1990 (25.05.1990), examples 1, 3 & US 4948234 A	1-3 4,5
X Y	JP 7-27978 A (Nikon Corp.), 31 January 1995 (31.01.1995), example 1 & US 5760957 A	1-3 4,5
Y	JP 2010-175955 A (Panasonic Corp.), 12 August 2010 (12.08.2010), paragraphs [0069], [0070] & US 2010/0196002 A1	4,5
Y	JP 2011-90099 A (Panasonic Corp.), 06 May 2011 (06.05.2011), paragraphs [0094], [0095] (Family: none)	4,5
A	JP 11-72705 A (Tochigi Nikon Corp.), 16 March 1999 (16.03.1999), examples 1, 4 (Family: none)	1-5
A	JP 2001-75008 A (Nikon Corp.), 23 March 2001 (23.03.2001), example 1 (Family: none)	1-5

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 2 / 0 0 5 1 0 1									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B15/20(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B15/20											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2012年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2012年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2012年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2012年	日本国実用新案登録公報	1996-2012年	日本国登録実用新案公報	1994-2012年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2012年										
日本国実用新案登録公報	1996-2012年										
日本国登録実用新案公報	1994-2012年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
X Y	JP 63-49719 A (オリンパス光学工業株式会社) 1988.03.02, 実施例 1乃至3 (ファミリーなし)	1-3 4,5									
X Y	JP 63-169611 A (小西六写真工業株式会社) 1988.07.13, 実施例1, 2 (ファミリーなし)	1-3 4,5									
X Y	JP 63-285511 A (日本光学工業株式会社) 1988.11.22, 実施例2,3 (ファミリーなし)	1-3 4,5									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。											
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献									
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの									
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの									
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 20.09.2012		国際調査報告の発送日 02.10.2012									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 堀井 康司	2V 3713								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3271									

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2012/005101
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 1-185608 A (オリンパス光学工業株式会社) 1989.07.25, 実施例 8 & US 4995707 A	1-3 4,5
X Y	JP 2-136810 A (オリンパス光学工業株式会社) 1990.05.25, 実施例 1, 3 & US 4948234 A	1-3 4,5
X Y	JP 7-27978 A (株式会社ニコン) 1995.01.31, 実施例 1 & US 5760957 A	1-3 4,5
Y	JP 2010-175955 A (パナソニック株式会社) 2010.08.12, 【006 9】, 【0070】 & US 2010/0196002 A1	4,5
Y	JP 2011-90099 A (パナソニック株式会社) 2011.05.06, 【0094】, 【0095】 (ファミリーなし)	4,5
A	JP 11-72705 A (株式会社栃木ニコン) 1999.03.16, 実施例 1, 4 (フ ァミリーなし)	1-5
A	JP 2001-75008 A (株式会社ニコン) 2001.03.23, 実施例 1 (ファミ リーなし)	1-5

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN

Fターム(参考) 2H087 KA01 MA15 MA16 MA19 NA14 PA10 PA16 PB14 PB15 QA02
 QA07 QA13 QA14 QA17 QA21 QA22 QA25 QA26 QA32 QA34
 QA41 QA42 QA46 RA05 RA12 RA13 RA32 SA57 SA63 SA64
 SA65 SA66 SA72 SA74 SA75 SB04 SB14 SB24 SB26 SB32
 SB33 SB42 SB44

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。