

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-152145

(P2010-152145A)

(43) 公開日 平成22年7月8日(2010.7.8)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
G02B 15/167 (2006.01) G02B 15/167 2H087
G02B 13/18 (2006.01) G02B 13/18

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2008-330999 (P2008-330999)	(71) 出願人	000005821 パナソニック株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成20年12月25日 (2008.12.25)	(74) 代理人	100098291 弁理士 小笠原 史朗
		(74) 代理人	100142251 弁理士 桑原 薫
		(74) 代理人	100151541 弁理士 高田 猛二
		(72) 発明者	西岡 毅洋 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		(72) 発明者	山口 伸二 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

最終頁に続く

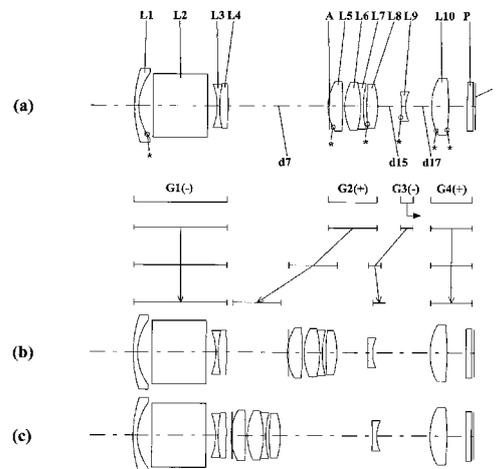
(54) 【発明の名称】ズームレンズ系、撮像装置及びカメラ

(57) 【要約】

【課題】レンズ全長が短く非常に小型でありながら、解像度が高く、中倍程度のズーム比が維持され、広角撮影に好適なだけでなく、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正するぶれ補正機能を有する高性能なズームレンズ系、撮像装置及びカメラを提供する。

【解決手段】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、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、第2レンズ群、第3レンズ群及び第4レンズ群のうち、少なくとも第2レンズ群及び第3レンズ群を光軸に沿って移動させて変倍を行い、第4レンズ群又は該第4レンズ群の一部のサブレンズ群が、光軸に直交する方向に移動するズームレンズ系、撮像装置及びカメラ。

【選択図】図1



【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、

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、第 2 レンズ群、第 3 レンズ群及び第 4 レンズ群のうち、少なくとも第 2 レンズ群及び第 3 レンズ群を光軸に沿って移動させて変倍を行い、

前記第 4 レンズ群又は該第 4 レンズ群の一部のサブレンズ群が、光軸に直交する方向に移動する、ズームレンズ系。

10

【請求項 2】

以下の条件 (1) を満足する、請求項 1 に記載のズームレンズ系：

$$- 2 . 1 < f_{G4} / f_{G3} < - 1 . 0 \quad \cdots (1)$$

(ただし、 $f_T / f_W \geq 3 . 0$ である)

ここで、

f_{G3} ：第 3 レンズ群の合成焦点距離、

f_{G4} ：第 4 レンズ群の合成焦点距離、

f_T ：望遠端での全系の焦点距離、

f_W ：広角端での全系の焦点距離

である。

20

【請求項 3】

以下の条件 (2) を満足する、請求項 1 に記載のズームレンズ系：

$$0 . 25 < 1 - \beta_{4T} < 0 . 55 \quad \cdots (2)$$

(ただし、 $f_T / f_W \geq 3 . 0$ である)

ここで、

β_{4T} ：望遠端かつ無限遠合焦状態における第 4 レンズ群の横倍率、

f_T ：望遠端での全系の焦点距離、

f_W ：広角端での全系の焦点距離

である。

【請求項 4】

第 4 レンズ群が、非球面を有する 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。

30

【請求項 5】

撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第 1 レンズ群及び第 4 レンズ群が光軸に沿って移動しない、請求項 1 に記載のズームレンズ系。

【請求項 6】

第 1 レンズ群が、物体からの光線を折り曲げる反射面を有するレンズ素子を含む、請求項 1 に記載のズームレンズ系。

【請求項 7】

開口絞りが、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との間に配置された、請求項 1 に記載のズームレンズ系。

40

【請求項 8】

物体の光学的な像を電気的な画像信号として出力可能な撮像装置であって、

物体の光学的な像を形成するズームレンズ系と、

該ズームレンズ系により形成された光学的な像を電気的な画像信号に変換する撮像素子とを備え、

前記ズームレンズ系が、

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、

50

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、第2レンズ群、第3レンズ群及び第4レンズ群のうち、少なくとも第2レンズ群及び第3レンズ群を光軸に沿って移動させて変倍を行い、

前記第4レンズ群又は該第4レンズ群の一部のサブレンズ群が、光軸に直交する方向に移動するズームレンズ系である、撮像装置。

【請求項9】

物体の光学的な像を電気的な画像信号に変換し、変換された画像信号の表示及び記憶の少なくとも一方を行うカメラであって、

物体の光学的な像を形成するズームレンズ系と、該ズームレンズ系により形成された光学的な像を電気的な画像信号に変換する撮像素子とを含む撮像装置を備え、

前記ズームレンズ系が、

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、

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、第2レンズ群、第3レンズ群及び第4レンズ群のうち、少なくとも第2レンズ群及び第3レンズ群を光軸に沿って移動させて変倍を行い、

前記第4レンズ群又は該第4レンズ群の一部のサブレンズ群が、光軸に直交する方向に移動するズームレンズ系である、カメラ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズ系、撮像装置及びカメラに関する。特に本発明は、レンズ全長が短く非常に小型でありながら、解像度が高く、3倍程度以上のズームング比が維持され、広角撮影に好適だけでなく、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正するぶれ補正機能を有する高性能なズームレンズ系、該ズームレンズ系を含む撮像装置、及び該撮像装置を備えた薄型でコンパクトなカメラに関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ等の、光電変換を行う撮像素子を持つカメラ（以下、単にデジタルカメラという）に対するコンパクト化及び高性能化の要求は極めて強い。特に近年、収納性や可搬性を最優先した薄型のデジタルカメラが要求されてきている。このような薄型のデジタルカメラを実現するための手段の1つとして、物体からの光線を折り曲げるズームレンズ系が種々提案されている。

【0003】

特許文献1は、物体より順に、ズーム時に固定で負の屈折力を有する第1レンズ群、ズーム時に固定で屈折力を持たない光路折り曲げのためのプリズムからなる第2レンズ群、ズーム時に移動し正の屈折力を有する第3レンズ群、ズーム時に移動し負の屈折力を有する第4レンズ群、及びズーム時に固定で正の屈折力を有する第5レンズ群を備えたズームレンズを開示している。

【0004】

特許文献2は、正のレンズ群、負のレンズ群及び絞りを有し、絞りより物体側に負のレンズ群が配置され、負のレンズ群が複数のレンズを接合した接合レンズを有し、該接合レンズを構成する少なくとも1つのレンズについて、その硝材の物性が2つの条件にて特定されており、光学系の光路を屈曲するためのプリズムを有する結像光学系を開示している。

【0005】

特許文献3は、正のレンズ群、負のレンズ群及び絞りを有し、絞りより像面側に負のレンズ群が配置され、負のレンズ群が複数のレンズを接合した接合レンズを有し、該接合レンズを構成する少なくとも1つのレンズについて、その硝材の物性が3つの条件にて特定

10

20

30

40

50

されており、光学系の光路を屈曲するためのプリズムを有する結像光学系を開示している。

【0006】

特許文献4は、物体側からの光を撮像素子の像面に結像させる複数のレンズ群を有し、該複数のレンズ群は、物体側から像側に向かって順番に、負パワーを有する第1レンズ群、正パワーを有する第2レンズ群、負パワーを有する第3レンズ群及び正パワーを有する第4レンズ群を少なくとも含み、光軸方向に対し垂直な面内方向において、第2レンズ群が移動することで像面上の結像のブレが補正され、第1レンズ群には光軸変更素子が含まれている変倍光学系を開示している。

【特許文献1】特開2008-197594号公報

【特許文献2】特開2008-191306号公報

【特許文献3】特開2007-108715号公報

【特許文献4】特開2007-279147号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、前記特許文献1～3に開示のズームレンズや光学系はいずれも、3倍程度のズーム比を有し、ある程度小型化されているものの、非常に薄型でコンパクトなだけでなく、広角撮影に十分に適用可能であるという、近年のデジタルカメラに対する要求を満足し得るものではない。さらに特許文献1～3に開示のズームレンズや光学系は、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正するぶれ補正機能を兼備したものではない。

【0008】

前記特許文献4に開示の光学系も、3倍程度のズーム比を有し、ある程度小型化されているものの、非常に薄型でコンパクトなだけでなく、広角撮影に十分に適用可能であるという、近年のデジタルカメラに対する要求を満足し得るものではない。また特許文献4に開示の光学系は、ぶれ補正機能を有するものの、物体側から2番目の第2レンズ群を光軸方向に対して垂直な方向に移動させており、この第2レンズ群はズーム時に移動するレンズ群であるため、光軸方向の移動と光軸に垂直な方向の移動の両方を行えるメカ構成にする必要があり、レンズ鏡筒が大型化してしまう。

【0009】

本発明の目的は、レンズ全長が短く非常に小型でありながら、解像度が高く、中倍程度のズーム比が維持され、広角撮影に好適なだけでなく、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正するぶれ補正機能を有する高性能なズームレンズ系、該ズームレンズ系を含む撮像装置、及び該撮像装置を備えた薄型でコンパクトなカメラを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

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、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、第2レンズ群、第3レンズ群及び第4レンズ群のうち、少なくとも第2レンズ群及び第3レンズ群を光軸に沿って移動させて変倍を行い、前記第4レンズ群又は該第4レンズ群の一部のサブレンズ群が、光軸に直交する方向に移動する、ズームレンズ系に関する。

【0011】

上記目的の1つは、以下の撮像装置により達成される。すなわち本発明は、

10

20

30

40

50

物体の光学的な像を電氣的な画像信号として出力可能な撮像装置であって、
 物体の光学的な像を形成するズームレンズ系と、
 該ズームレンズ系により形成された光学的な像を電氣的な画像信号に変換する撮像素子とを備え、
 前記ズームレンズ系が、
 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、
 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、第2レンズ群、第3レンズ群及び第4レンズ群のうち、少なくとも第2レンズ群及び第3レンズ群を光軸に沿って移動させて変倍を行い、
 前記第4レンズ群又は該第4レンズ群の一部のサブレンズ群が、光軸に直交する方向に移動するズームレンズ系である、撮像装置に関する。

10

【0012】

上記目的の1つは、以下のカメラにより達成される。すなわち本発明は、
 物体の光学的な像を電氣的な画像信号に変換し、変換された画像信号の表示及び記憶の少なくとも一方を行うカメラであって、
 物体の光学的な像を形成するズームレンズ系と、該ズームレンズ系により形成された光学的な像を電氣的な画像信号に変換する撮像素子とを含む撮像装置を備え、
 前記ズームレンズ系が、
 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、
 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、第2レンズ群、第3レンズ群及び第4レンズ群のうち、少なくとも第2レンズ群及び第3レンズ群を光軸に沿って移動させて変倍を行い、
 前記第4レンズ群又は該第4レンズ群の一部のサブレンズ群が、光軸に直交する方向に移動するズームレンズ系である、カメラに関する。

20

30

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、レンズ全長（第1レンズ群の最物体側面から像面までの距離）が短く非常に小型でありながら、解像度が高く、3倍程度以上のズームング比が維持され、広角撮影に好適なだけでなく、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正するぶれ補正機能を有する高性能なズームレンズ系、該ズームレンズ系を含む撮像装置、及び該撮像装置を備えた薄型でコンパクトなカメラを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

（実施の形態1～4）

図1、4、7及び10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る。

40

【0015】

図1、4、7及び10は、いずれも無限遠合焦状態にあるズームレンズ系を表している。各図において、(a)図は広角端（最短焦点距離状態：焦点距離 f_w ）のレンズ構成、(b)図は中間位置（中間焦点距離状態：焦点距離 $f_M = (f_w * f_T)$ ）のレンズ構成、(c)図は望遠端（最長焦点距離状態：焦点距離 f_T ）のレンズ構成をそれぞれ表している。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。したがって、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

50

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。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、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の移動方向を示している。

【0016】

各実施の形態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。第1レンズ群G1中の第2レンズ素子L2（プリズム）は、物体からの光線を折り曲げる、例えば物体からの軸上主光線を略90°折り曲げる反射面を有するレンズ素子に相当し、反射面の位置は省略している。なお、各実施の形態に係るズームレンズ系では、反射面を有するレンズ素子がプリズムであるが、該反射面を有するレンズ素子は、例えばミラー素子であってもよい。また、各実施の形態に係るズームレンズ系に配置されたプリズムはいずれも、後述するように、入射面及び出射面とも平面であるが、レンズ構成に応じて入射面及び出射面の少なくとも一方が凸面又は凹面であってもよい。

10

【0017】

ズームングに際して、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2レンズ群G2及び第3レンズ群G3は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。

20

【0018】

なお図1、4、7及び10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の位置を表し、該像面Sの物体側(像面Sと第4レンズ群G4の最像側レンズ面との間)には、光学的ローパスフィルタや撮像素子のフェースプレート等と等価な平行平板Pが設けられている。

30

【0019】

さらに図1、4、7及び10において、第2レンズ群G2の最物体側、すなわち、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間に開口絞りAが設けられており、該開口絞りAは、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と一体的に光軸上を移動する。

【0020】

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、入射面及び出射面とも平面であり反射面を有する第2レンズ素子L2（プリズム）と、両凹形状の第3レンズ素子L3と、両凸形状の第4レンズ素子L4とからなる。これらのうち、第3レンズ素子L3と第4レンズ素子L4とは接合されている。また、第1レンズ素子L1は、その像側面が非球面である。

40

【0021】

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G2は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第5レンズ素子L5と、両凸形状の第6レンズ素子L6と、両凹形状の第7レンズ素子L7と、両凸形状の第8レンズ素子L8とからなる。これらのうち、第6レンズ素子L6と第7レンズ素子L7とは接合されている。また、第5レンズ素子L5及び第8レンズ素子L8はいずれも、その物体側面が非球面である。

【0022】

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G3は、両凹形状の第9レンズ素子L9のみからなる。この第9レンズ素子L9は、その物体側面が非球面であ

50

る。

【0023】

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G4は、両凸形状の第10レンズ素子L10のみからなる。この第10レンズ素子L10は、その両面が非球面である。

【0024】

なお、実施の形態1に係るズームレンズ系において、像面Sの物体側（像面Sと第10レンズ素子L10との間）には、平行平板Pが設けられている。

【0025】

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及び第3レンズ群G3は、望遠端での位置が広角端での位置よりも物体側となるように移動し、第1レンズ群G1及び第4レンズ群G4は、像面に対して固定される。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。

10

【0026】

図4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、入射面及び出射面とも平面であり反射面を有する第2レンズ素子L2（プリズム）と、両凹形状の第3レンズ素子L3と、両凸形状の第4レンズ素子L4とからなる。これらのうち、第3レンズ素子L3と第4レンズ素子L4とは接合されている。また、第1レンズ素子L1は、その両面が非球面である。

20

【0027】

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、両凸形状の第5レンズ素子L5と、両凸形状の第6レンズ素子L6と、両凹形状の第7レンズ素子L7と、両凸形状の第8レンズ素子L8とからなる。これらのうち、第6レンズ素子L6と第7レンズ素子L7とは接合されている。また、第5レンズ素子L5及び第8レンズ素子L8はいずれも、その物体側面が非球面である。

【0028】

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、両凹形状の第9レンズ素子L9のみからなる。この第9レンズ素子L9は、その物体側面が非球面である。

30

【0029】

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10レンズ素子L10のみからなる。この第10レンズ素子L10は、その両面が非球面である。

【0030】

なお、実施の形態2に係るズームレンズ系において、像面Sの物体側（像面Sと第10レンズ素子L10との間）には、平行平板Pが設けられている。

40

【0031】

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G2及び第3レンズ群G3は、望遠端での位置が広角端での位置よりも物体側となるように移動し、第1レンズ群G1及び第4レンズ群G4は、像面に対して固定される。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。

【0032】

図7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

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、入射面及び出射面とも平面であり反射面を有する第2レンズ素子L2（プリズム）と、両凹形状の第3レンズ素子L3と、両凸形状の第4レンズ素子L4とからなる。これらのうち、第3レンズ素子L3と第4レンズ素子L4とは接合されている。また、第1レンズ素子L1は、その両面が非球面である。

【0033】

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5レンズ素子L5と、両凸形状の第6レンズ素子L6と、両凹形状の第7レンズ素子L7と、両凸形状の第8レンズ素子L8とからなる。これらのうち、第6レンズ素子L6と第7レンズ素子L7とは接合されている。また、第5レンズ素子L5及び第8レンズ素子L8はいずれも、その物体側面が非球面である。

10

【0034】

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、両凹形状の第9レンズ素子L9のみからなる。この第9レンズ素子L9は、その物体側面が非球面である。

【0035】

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G4は、両凸形状の第10レンズ素子L10のみからなる。この第10レンズ素子L10は、その両面が非球面である。

【0036】

なお、実施の形態3に係るズームレンズ系において、像面Sの物体側（像面Sと第10レンズ素子L10との間）には、平行平板Pが設けられている。

20

【0037】

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及び第3レンズ群G3は、望遠端での位置が広角端での位置よりも物体側となるように移動し、第1レンズ群G1及び第4レンズ群G4は、像面に対して固定される。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

【0038】

図10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、入射面及び出射面とも平面であり反射面を有する第2レンズ素子L2（プリズム）と、両凹形状の第3レンズ素子L3と、両凸形状の第4レンズ素子L4とからなる。これらのうち、第3レンズ素子L3と第4レンズ素子L4とは接合されている。また、第1レンズ素子L1は、その両面が非球面である。

【0039】

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G2は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第5レンズ素子L5と、両凸形状の第6レンズ素子L6と、両凹形状の第7レンズ素子L7と、両凸形状の第8レンズ素子L8とからなる。これらのうち、第6レンズ素子L6と第7レンズ素子L7とは接合されている。また、第5レンズ素子L5及び第8レンズ素子L8はいずれも、その物体側面が非球面である。

40

【0040】

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G3は、両凹形状の第9レンズ素子L9のみからなる。この第9レンズ素子L9は、その物体側面が非球面である。

【0041】

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G4は、両凸形状の第10レンズ素子L10のみからなる。この第10レンズ素子L10は、その両面が非球面

50

である。

【0042】

なお、実施の形態4に係るズームレンズ系において、像面Sの物体側（像面Sと第10レンズ素子L10との間）には、平行平板Pが設けられている。

【0043】

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3レンズ群G3は、望遠端での位置が広角端での位置よりも物体側となるように移動し、第1レンズ群G1及び第4レンズ群G4は、像面に対して固定される。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。

10

【0044】

実施の形態1～4に係るズームレンズ系では、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とが配置され、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、少なくとも第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3が光軸に沿って移動して変倍し、かつ第4レンズ群G4又は該第4レンズ群G4の一部のサブレンズ群が、光軸に直交する方向に移動するので、実施の形態1～4に係るズームレンズ系は、レンズ枚数が少なく、コンパクトであるだけでなく、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可能なズームレンズ系である。

20

【0045】

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ムングの際に、第1レンズ群G1及び第4レンズ群G4が光軸に沿って移動しないので、該ズームレンズ系を収納するレンズ鏡筒として、ズームングによる形状変化がないレンズ鏡筒を使用することができ、形状の自由度が高く、かつ耐衝撃性に優れたカメラを製造することが可能である。

【0046】

実施の形態1～4に係るズームレンズ系では、第1レンズ群G1が、物体からの光線を折り曲げることができる、例えば物体からの軸上主光線を略90°折り曲げることができる反射面を有する第2レンズ素子L2（プリズム）を含んでいるので、撮像状態において、ズームレンズ系を物体からの軸上光線の光軸方向に薄く構成することが可能である。

30

【0047】

実施の形態1～4に係るズームレンズ系では、開口絞りAが第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間に配置されているので、第1レンズ群G1及び第2レンズ群G2のレンズ径を小さくすることができる。

【0048】

実施の形態1～4に係るズームレンズ系では、第4レンズ群G4が非球面を有する1枚のレンズ素子で構成されているので、レンズ全長が短くコンパクトな構成とすることができるだけでなく、レンズ素子1枚であっても、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正する際に、像面性が低下を十分に抑制することができる。

40

【0049】

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ムングの際に、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3及び第4レンズ群G4のうち、第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3を光軸に沿ってそれぞれ移動させてズームングを行うが、これら第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3及び第4レンズ群G4のうち、前記したように、第4レンズ群G4又は該第4レンズ群G4の一部のサブレンズ群を光軸に直交する方向に移動させることによって、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

50

【 0 0 5 0 】

全系の振動による像点移動を補正する際に、第4レンズ群G4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 1 】

なお、前記各レンズ群の一部のサブレンズ群とは、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をいう。実施の形態1～4に係るズームレンズ系では、第4レンズ群G4は第10レンズ素子L10のみで構成されているので、該第10レンズ素子L10が光軸に直交する方向に移動している。

10

【 0 0 5 2 】

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 3 】

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レンズ群とを備え、撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群及び第4レンズ群のうち、少なくとも第2レンズ群及び第3レンズ群を光軸に沿って移動させて変倍を行い、第4レンズ群又は該第4レンズ群の一部のサブレンズ群が光軸に直交する方向に移動する(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)を満足することが好ましい。

20

$$-2.1 < f_{G4} / f_{G3} < -1.0 \quad \dots (1)$$

(ただし、 $f_T / f_W \geq 3.0$ である)

ここで、

f_{G3} : 第3レンズ群の合成焦点距離、

f_{G4} : 第4レンズ群の合成焦点距離、

f_T : 望遠端での全系の焦点距離、

f_W : 広角端での全系の焦点距離

30

である。

【 0 0 5 4 】

前記条件(1)は、第3レンズ群の焦点距離と第4レンズ群の焦点距離とに関する条件である。条件(1)の下限を下回ると、第4レンズ群又は該第4レンズ群の一部のサブレンズ群を光軸に直交する方向に移動させることによって、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正する際の像面性が低下する恐れがある。逆に条件(1)の上限を上回ると、第4レンズ群又は該第4レンズ群の一部のサブレンズ群を光軸に直交する方向に移動させることによって、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正する際の第4レンズ群の移動量が大きくなり、レンズ系を小型化することが困難になる恐れがある。

40

【 0 0 5 5 】

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

$$-1.9 < f_{G4} / f_{G3} \quad \dots (1)'$$

$$f_{G4} / f_{G3} < -1.2 \quad \dots (1)''$$

(ただし、 $f_T / f_W \geq 3.0$ である)

【 0 0 5 6 】

また、前記条件(1)、(1)'及び(1)''は、以下の条件において満足すること

50

がより望ましい。

$$f_T / f_W \geq 4.0$$

【0057】

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)を満足することが好ましい。

$$0.25 < 1 - \beta_{4T} < 0.55 \quad \dots (2)$$

(ただし、 $f_T / f_W \geq 3.0$ である)

ここで、

β_{4T} ：望遠端かつ無限遠合焦状態における第4レンズ群の横倍率、

f_T ：望遠端での全系の焦点距離、

f_W ：広角端での全系の焦点距離

である。

【0058】

前記条件(2)は、第4レンズ群の光軸に直交する方向への移動量に対して、像が光軸に直交する方向にシフトする割合を規定する条件である。条件(2)の下限を下回ると、所定量だけ像をシフトさせるのに必要な第4レンズ群の移動量が大きくなり、第4レンズ群をシフトさせるための駆動系が大きくなってしまい、その結果レンズ系を小型化することが困難になる恐れがある。逆に条件(2)の上限を上回ると、第4レンズ群のパワーが強くなりすぎ、第4レンズ群又は該第4レンズ群の一部のサブレンズ群を光軸に直交する方向に移動させることによって、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正する際の像面湾曲が悪化する恐れがある。

【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。

$$0.28 < 1 - \beta_{4T} \quad \dots (2)'$$

$$1 - \beta_{4T} < 0.49 \quad \dots (2)''$$

(ただし、 $f_T / f_W \geq 3.0$ である)

【0060】

また、前記条件(2)、(2)'及び(2)''は、以下の条件において満足することがより望ましい。

$$f_T / f_W \geq 4.0$$

【0061】

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。

【0062】

さらに各実施の形態では、像面Sの物体側(像面Sと第4レンズ群G4の最像側レンズ面との間)には、光学的ローパスフィルタや撮像素子のフェースプレート等と等価な平行平板Pを配置する構成を示したが、このローパスフィルタとしては、所定の結晶軸方向が調整された水晶等を材料とする複屈折型ローパスフィルタや、必要とされる光学的な遮断周波数の特性を回折効果により達成する位相型ローパスフィルタ等が適用可能である。

【0063】

(実施の形態5)

図13は、実施の形態5に係るデジタルスチルカメラの概略構成図である。図13において、デジタルスチルカメラは、ズームレンズ系1とCCDである撮像素子2とを含む撮

10

20

30

40

50

像装置と、液晶モニタ3と、筐体4とから構成される。ズームレンズ系1として、実施の形態1に係るズームレンズ系が用いられている。図13において、ズームレンズ系1は、第1レンズ群G1と、開口絞りAと、第2レンズ群G2と、第3レンズ群G3と、第4レンズ群G4とから構成されている。筐体4は、前側にズームレンズ系1が配置され、ズームレンズ系1の後側には、撮像素子2が配置されている。筐体4の後側に液晶モニタ3が配置され、ズームレンズ系1による被写体の光学的な像が像面Sに形成される。

【0064】

こうして、デジタルスチルカメラに実施の形態1に係るズームレンズ系を用いることにより、解像度及び像面湾曲を補正する能力が高く、非使用時のレンズ全長が短い小型のデジタルスチルカメラを提供することができる。なお、図13に示したデジタルスチルカメラには、実施の形態1に係るズームレンズ系の代わりに実施の形態2～4に係るズームレンズ系のいずれかを用いてもよい。また、図13に示したデジタルスチルカメラの光学系は、動画像を対象とするデジタルビデオカメラに用いることもできる。この場合、静止画像だけでなく、解像度の高い動画像を撮影することができる。

10

【0065】

なお、本実施の形態5に係るデジタルスチルカメラでは、ズームレンズ系1として実施の形態1～4に係るズームレンズ系を示したが、これらのズームレンズ系は、全てのズームリング域を使用する必要はない。すなわち、所望のズームリング域に応じて、光学性能が確保されている範囲を切り出し、実施の形態1～4で説明した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。

20

【0066】

また、以上説明した実施の形態1～4に係るズームレンズ系と、CCDやCMOS等の撮像素子とから構成される撮像装置を、携帯電話機器、PDA(Personal Digital Assistance)、監視システムにおける監視カメラ、Webカメラ、車載カメラ等に適用することもできる。

【0067】

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、ndはd線に対する屈折率、vd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。

30

【数1】

$$Z = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/r)^2}} + A4h^4 + A6h^6 + A8h^8 + A10h^{10}$$

ここで、 κ は円錐定数、A4、A6、A8及びA10は、それぞれ4次、6次、8次及び10次の非球面係数である。

【0068】

図2、5、8及び11は、各々実施の形態1～4に係るズームレンズ系の縦収差図である。

40

【0069】

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

50

、Hで示す)を表す。

【0070】

また図3、6、9及び12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。

【0071】

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、第4レンズ群G4全体を光軸と垂直な方向に所定量移動させた望遠端における像ぶれ補正状態に、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75%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-75%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75%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-75%の像点における横収差に、それぞれ対応する。また各横収差図において、横軸は瞳面上での主光線からの距離を表し、実線はd線(d-line)、短破線はF線(F-line)、長破線はC線(C-line)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4レンズ群G4の光軸とを含む平面としている。

10

【0072】

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第4レンズ群G4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 0.327mm

実施例2 0.377mm

実施例3 0.415mm

実施例4 0.278mm

20

【0073】

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、第4レンズ群G4全体が光軸と垂直な方向に上記の各値だけ平行移動するときの像偏心量に等しい。

【0074】

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

30

【0075】

(数値実施例1)

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

40

【0076】

表1(面データ)

面番号 物面	r	d	nd	vd
1	20.29870	0.70000	1.80470	41.0
2*	9.12120	2.30360		
3		8.76000	1.84666	23.8

50

4		1.55580		
5	-9.88260	0.40000	1.72916	54.7
6	18.44150	1.32940	1.84666	23.8
7	-61.66310	可変		
8(絞リ)		-0.20000		
9*	8.05600	2.39450	1.51443	63.3
10	-55.46670	0.30000		
11	9.52760	2.55560	1.49700	81.6
12	-15.06270	0.40000	1.80610	33.3
13	14.77460	0.54890		
14*	18.21700	1.79420	1.51443	63.3
15	-13.27360	可変		
16*	-24.99250	0.70000	1.60602	57.4
17	6.02440	可変		
18*	12.16420	2.78040	1.60602	57.4
19*	-23.38690	3.00000		
20		0.90000	1.51680	64.2
21		(BF)		

像面

10

20

【 0 0 7 7 】

表 2 (非球面データ)

第2面

K= 0.00000E+00, A4=-4.14435E-05, A6=-1.42629E-06, A8= 8.46111E-08
A10=-1.65884E-09

第9面

K=-5.37131E-01, A4= 1.10009E-04, A6=-7.66573E-07, A8= 1.26355E-07
A10=-4.74800E-10

第14面

K= 0.00000E+00, A4=-9.53499E-04, A6=-2.03088E-06, A8=-5.12543E-07
A10= 0.00000E+00

30

第16面

K= 0.00000E+00, A4= 2.24120E-04, A6=-2.16424E-05, A8= 2.46375E-06
A10= 0.00000E+00

第18面

K= 0.00000E+00, A4= 3.24834E-04, A6= 5.65419E-06, A8=-4.96504E-08
A10= 0.00000E+00

第19面

K= 0.00000E+00, A4= 5.49934E-04, A6=-3.71238E-06, A8= 0.00000E+00
A10= 0.00000E+00

40

【 0 0 7 8 】

表 3 (各種データ)

ズーム比	4.49999		
	広角	中間	望遠
焦点距離	6.1719	10.9699	27.7733
F ナンバー	3.41944	4.76199	6.09949
画角	35.3519	19.9384	7.8018
像高	3.8300	3.8300	3.8300
レンズ全長	54.8801	54.8866	54.8404

50

B F	0.38005	0.38658	0.34042
d7	16.3236	9.9741	0.9000
d15	3.8000	5.0398	14.8262
d17	4.1540	9.2637	8.5514

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-8.34735
2	8	9.45624
3	16	-7.94247
4	18	13.60585

10

【0079】

(数値実施例2)

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

【0080】

表4(面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1*	32.16900	0.50000	1.85976	40.6
2*	8.05460	2.40000		
3		8.20000	1.90366	31.3
4		1.79480		
5	-7.29300	0.40000	1.72916	54.7
6	51.67020	1.25610	1.84666	23.8
7	-16.01680	可変		
8(絞り)		-0.20000		
9*	6.31610	1.79240	1.51443	63.3
10	-31.94710	1.15530		
11	14.47630	1.68690	1.49700	81.6
12	-9.23390	0.40000	1.80610	33.3
13	12.37640	0.34220		
14*	12.64190	1.68910	1.51443	63.3
15	-9.65280	可変		
16*	-18.02530	1.00000	1.60602	57.4
17	9.41540	可変		
18*	12.04590	2.31880	1.60602	57.4
19*	-37.52260	3.00000		
20		0.90000	1.51680	64.2
21		(BF)		

20

30

40

像面

【0081】

表5(非球面データ)

第1面

K= 0.00000E+00, A4= 1.01532E-04, A6= 6.38228E-06, A8=-7.41560E-08
A10= 0.00000E+00

第2面

50

K= 0.00000E+00, A4= 1.33841E-05, A6= 6.04275E-06, A8= 3.07502E-07
A10=-4.24528E-09

第9面

K=-8.55586E-01, A4= 2.51345E-04, A6=-6.61856E-06, A8= 1.04518E-06
A10=-4.26656E-08

第14面

K= 0.00000E+00, A4=-1.30679E-03, A6=-3.99207E-07, A8=-1.18313E-06
A10= 0.00000E+00

第16面

K= 0.00000E+00, A4=-5.52385E-05, A6= 2.81045E-05, A8=-2.69002E-06
A10= 0.00000E+00

第18面

K= 0.00000E+00, A4= 7.91723E-04, A6=-3.20236E-06, A8= 7.90273E-08
A10= 0.00000E+00

第19面

K= 0.00000E+00, A4= 1.29141E-03, A6=-1.28340E-05, A8= 0.00000E+00
A10= 0.00000E+00

10

【 0 0 8 2 】

表 6 (各種データ)

20

ズーム比	3.00001		
	広角	中間	望遠
焦点距離	5.0600	8.7600	15.1800
F ナンバー	3.42036	4.64963	6.09956
画角	41.0695	24.2213	14.0117
像高	3.8300	3.8300	3.8300
レンズ全長	46.3698	46.3498	46.3822
B F	0.36982	0.34977	0.38215
d7	11.1644	5.8484	0.9000
d15	3.6000	4.9090	9.7442
d17	2.6000	6.6070	6.7202

30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-7.03470
2	8	8.88480
3	16	-10.06718
4	18	15.31701

【 0 0 8 3 】

(数値実施例3)

40

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

【 0 0 8 4 】

表 7 (面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1*	32.16900	0.50000	1.85976	40.6
2*	8.67540	2.40000		

50

3		8.20000	1.90366	31.3
4		1.94650		
5	-8.36760	0.40000	1.72916	54.7
6	80.26640	1.31620	1.84666	23.8
7	-17.33310	可変		
8(絞り)		-0.20000		
9*	7.35140	3.62170	1.51443	63.3
10	-23.06860	0.30000		
11	13.55180	1.98760	1.49700	81.6
12	-13.34550	0.40000	1.80610	33.3
13	11.42200	0.86790		
14*	12.64190	1.81530	1.51443	63.3
15	-16.00290	可変		
16*	-30.44990	1.00000	1.60602	57.4
17	8.15580	可変		
18*	20.79540	2.75300	1.60602	57.4
19*	-16.91680	3.00000		
20		0.90000	1.51680	64.2
21		(BF)		
像面				

10

20

30

40

50

【 0 0 8 5 】

表 8 (非球面データ)

第1面

K= 0.00000E+00, A4=-5.80957E-05, A6= 5.75334E-06, A8=-4.57318E-08
A10= 0.00000E+00

第2面

K= 0.00000E+00, A4=-1.53579E-04, A6= 3.15322E-06, A8= 1.87487E-07
A10=-2.34224E-09

第9面

K= 2.72796E-01, A4=-2.60368E-04, A6=-6.79034E-06, A8= 8.12022E-08
A10=-4.68069E-09

第14面

K= 0.00000E+00, A4=-6.83488E-04, A6=-2.18640E-06, A8=-2.68525E-07
A10= 0.00000E+00

第16面

K= 0.00000E+00, A4=-1.22448E-05, A6=-4.57264E-06, A8=-6.27660E-09
A10= 0.00000E+00

第18面

K= 0.00000E+00, A4= 1.96392E-04, A6=-4.52179E-06, A8=-2.50220E-07
A10= 0.00000E+00

第19面

K= 0.00000E+00, A4= 5.97787E-04, A6=-2.33004E-05, A8= 0.00000E+00
A10= 0.00000E+00

【 0 0 8 6 】

表 9 (各種データ)

ズーム比	4.35998		
	広角	中間	望遠
焦点距離	5.0600	10.9694	22.0616

F ナンバー	3.41995	5.39056	6.10017
画角	40.9469	19.4263	9.6732
像高	3.8300	3.8300	3.8300
レンズ全長	54.8826	54.8454	54.8651
B F	0.38267	0.34548	0.36524
d7	17.0121	8.2170	0.9000
d15	3.6000	4.9358	12.0735
d17	2.6796	10.1389	10.3182

ズームレンズ群データ

10

群	始面	焦点距離
1	1	-8.24413
2	8	10.24622
3	16	-10.51211
4	18	15.82879

【 0 0 8 7 】

(数値実施例 4)

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

20

【 0 0 8 8 】

表 1 0 (面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1*	32.16900	0.50000	1.85976	40.6
2*	8.84280	2.40000		
3		8.20000	1.90366	31.3
4		1.65900		
5	-8.81320	0.40000	1.72916	54.7
6	46.52790	1.38800	1.84666	23.8
7	-19.52110	可変		
8(絞り)		-0.20000		
9*	7.44880	3.63340	1.51443	63.3
10	-27.36940	0.35780		
11	11.74260	2.11680	1.49700	81.6
12	-13.21450	0.40000	1.80610	33.3
13	11.19570	0.42130		
14*	12.64190	1.79540	1.51443	63.3
15	-15.80390	可変		
16*	-22.33870	1.00000	1.60602	57.4
17	6.88070	可変		
18*	11.22100	3.27260	1.60602	57.4
19*	-17.08940	3.00000		
20		0.90000	1.51680	64.2
21		(BF)		
像面				

30

40

【 0 0 8 9 】

表 1 1 (非球面データ)

50

第1面

K= 0.00000E+00, A4=-1.01669E-04, A6= 6.67457E-06, A8=-5.20404E-08
A10= 0.00000E+00

第2面

K= 0.00000E+00, A4=-2.01288E-04, A6= 4.19898E-06, A8= 1.75627E-07
A10=-2.12548E-09

第9面

K= 4.31402E-01, A4=-2.47963E-04, A6=-8.89222E-06, A8= 2.13615E-07
A10=-9.80776E-09

第14面

K= 0.00000E+00, A4=-7.68546E-04, A6=-2.35540E-06, A8=-4.09337E-07
A10= 0.00000E+00

10

第16面

K= 0.00000E+00, A4= 1.09701E-04, A6= 1.20136E-05, A8=-1.27262E-06
A10= 0.00000E+00

第18面

K= 0.00000E+00, A4= 2.30030E-04, A6= 7.28810E-07, A8=-2.88100E-07
A10= 0.00000E+00

第19面

K= 0.00000E+00, A4= 7.77861E-04, A6=-2.13214E-05, A8= 0.00000E+00
A10= 0.00000E+00

20

【 0 0 9 0 】

表 1 2 (各種データ)

ズーム比	4.35970		
	広角	中間	望遠
焦点距離	5.0600	10.9688	22.0602
F ナンバー	3.42015	5.33715	6.09987
画角	40.1023	19.5124	9.6954
像高	3.7300	3.8300	3.8300
レンズ全長	54.8782	54.8645	54.8790
B F	0.37823	0.36451	0.37897
d7	17.0557	8.0561	0.9000
d15	3.6000	5.5359	12.7897
d17	2.6000	9.6637	9.5660

30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-8.37748
2	8	10.04190
3	16	-8.56958
4	18	11.68678

40

【 0 0 9 1 】

以下の表 1 3 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 0 9 2 】

表 1 3 (条件の対応値)

【表 1】

条件		実施例			
		1	2	3	4
(1)	f_{G4} / f_{G3}	-1.713	-1.521	-1.506	-1.364
(2)	$1 - \beta_{4T}$	0.375	0.332	0.300	0.450
	f_T / f_W	4.50	3.00	4.36	4.36

10

【産業上の利用可能性】

【0093】

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

【図面の簡単な説明】

【0094】

【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

20

【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

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

【図4】実施の形態2（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5】実施例2に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

【図6】実施例2に係るズームレンズ系の望遠端における、像ぶれ補正を行っていない基本状態及び像ぶれ補正状態での横収差図

【図7】実施の形態3（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

30

【図8】実施例3に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

【図9】実施例3に係るズームレンズ系の望遠端における、像ぶれ補正を行っていない基本状態及び像ぶれ補正状態での横収差図

【図10】実施の形態4（実施例4）に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図

【図11】実施例4に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

【図12】実施例4に係るズームレンズ系の望遠端における、像ぶれ補正を行っていない基本状態及び像ぶれ補正状態での横収差図

【図13】実施の形態5に係るデジタルスチルカメラの概略構成図

40

【符号の説明】

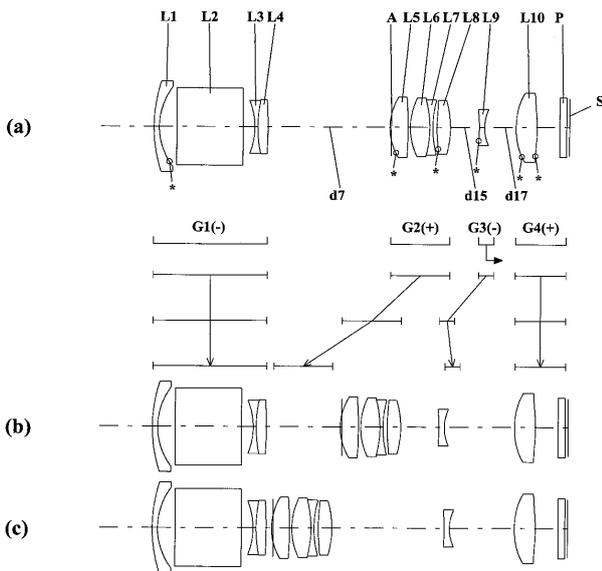
【0095】

- 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（プリズム）
- L 3 第3レンズ素子
- L 4 第4レンズ素子

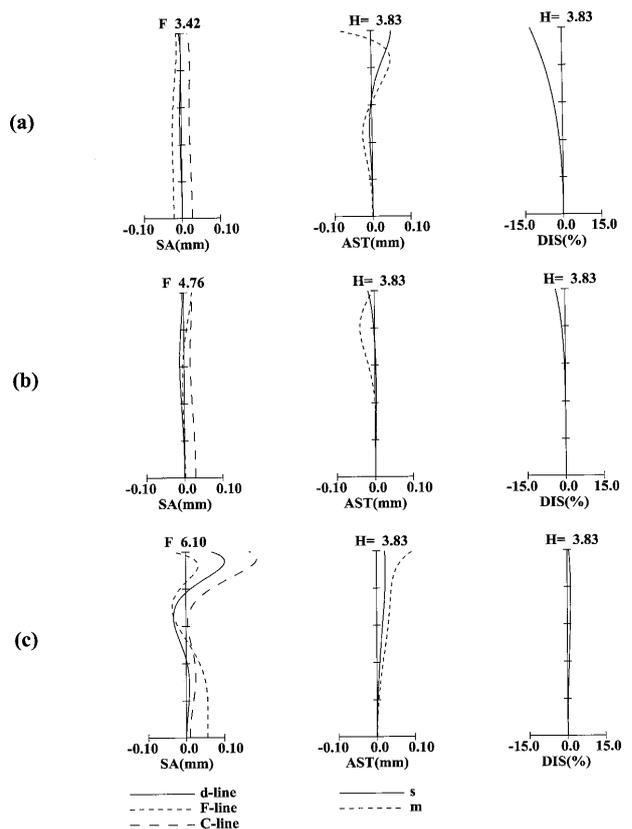
50

- 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
- A 開口絞り
- P 平行平板
- S 像面
- 1 ズームレンズ系
- 2 撮像素子
- 3 液晶モニタ
- 4 筐体

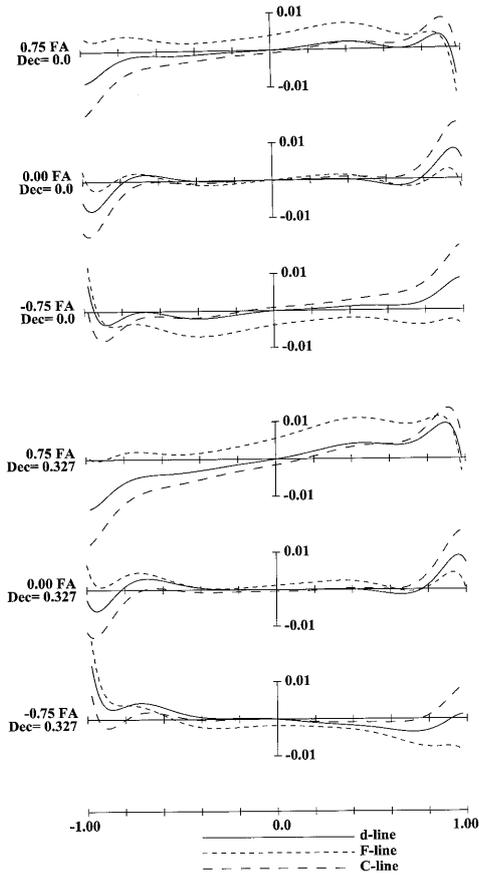
【 図 1 】



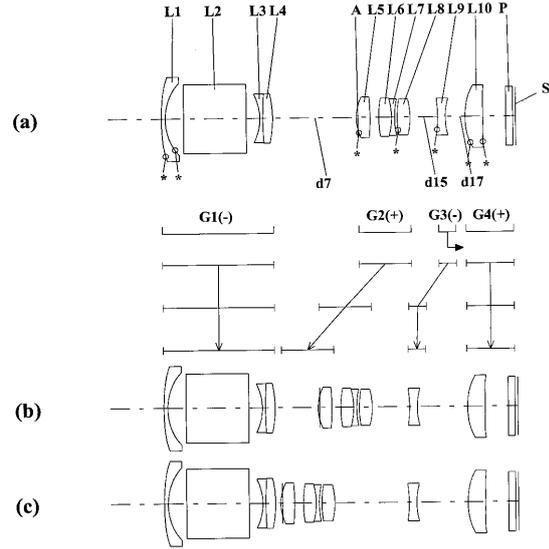
【 図 2 】



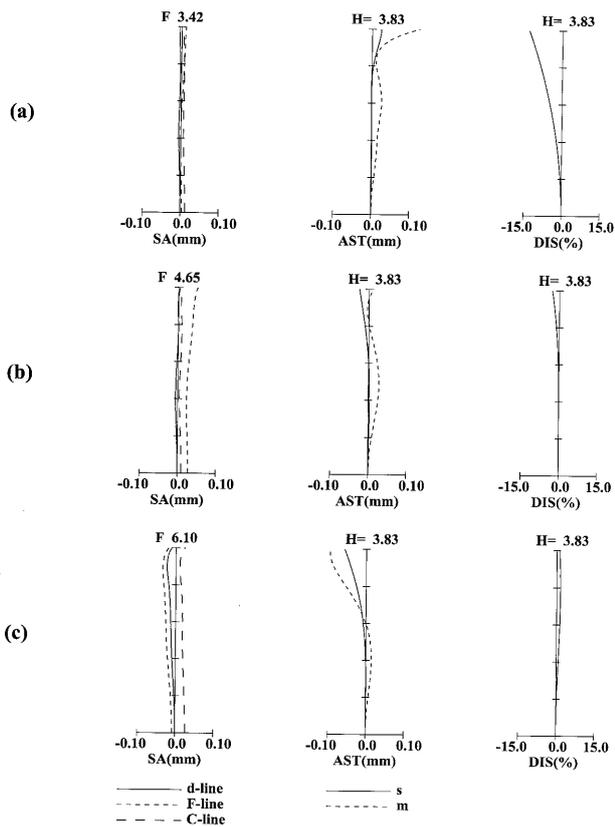
【 図 3 】



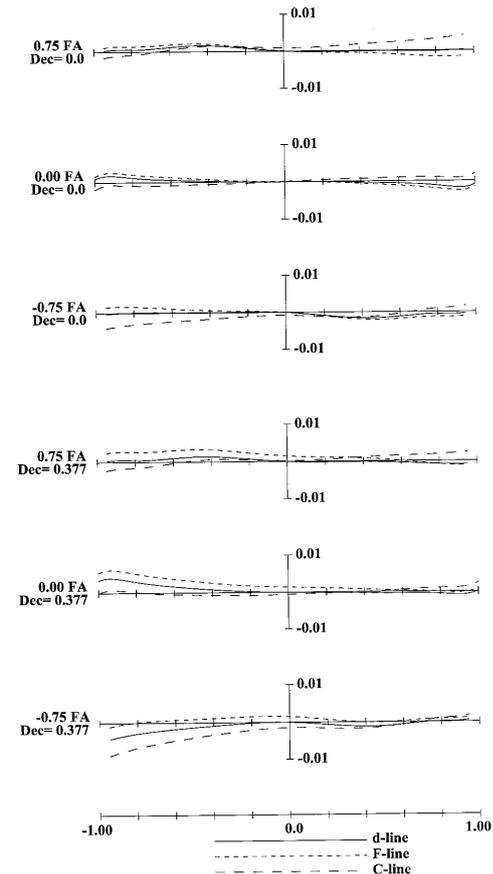
【 図 4 】



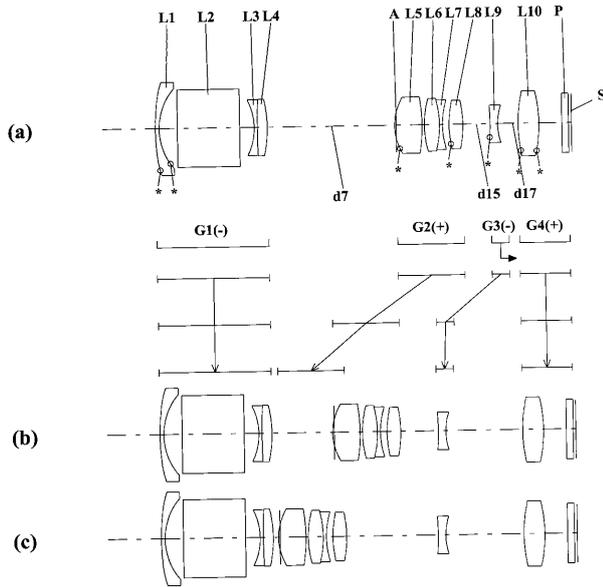
【 図 5 】



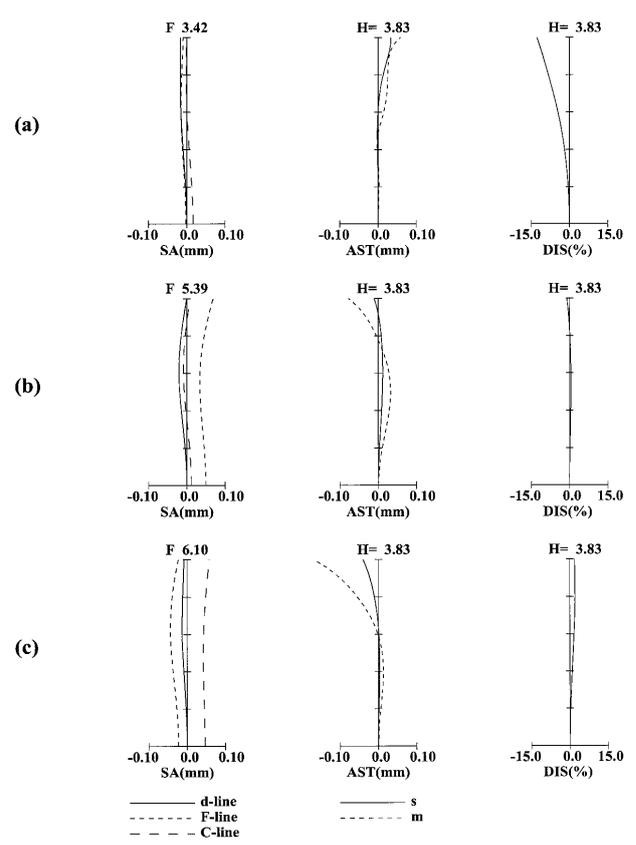
【 図 6 】



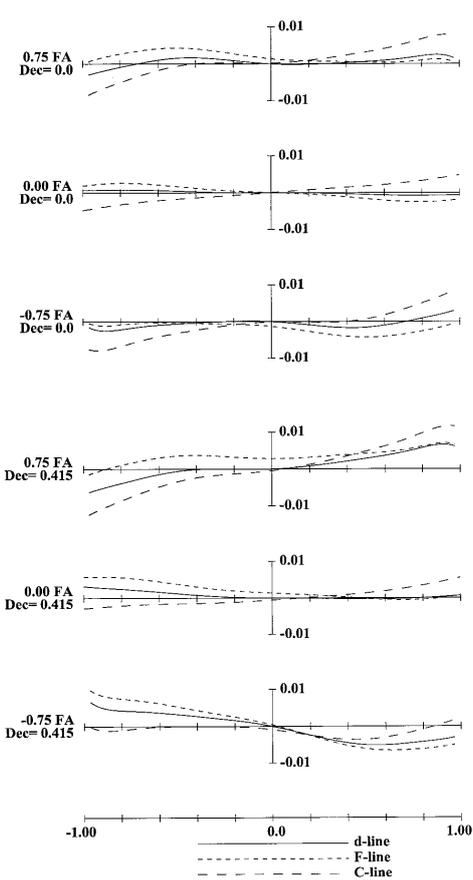
【 図 7 】



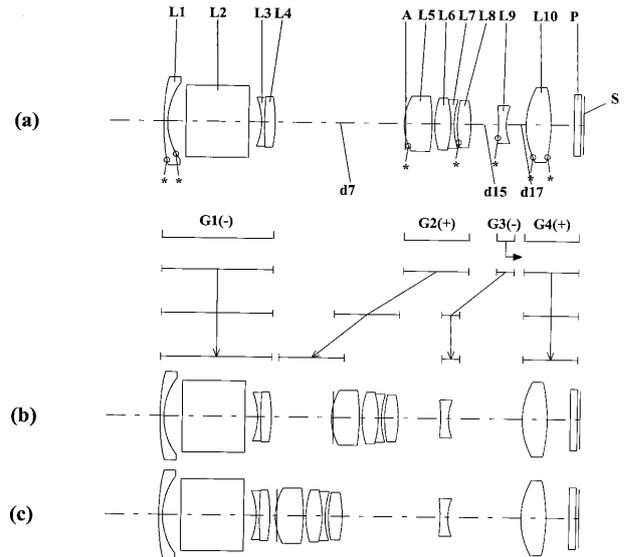
【 図 8 】



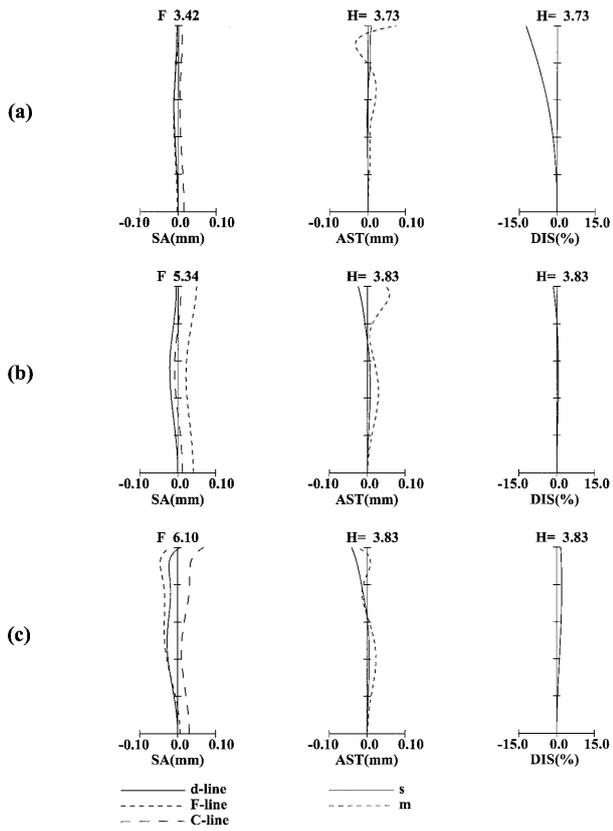
【 図 9 】



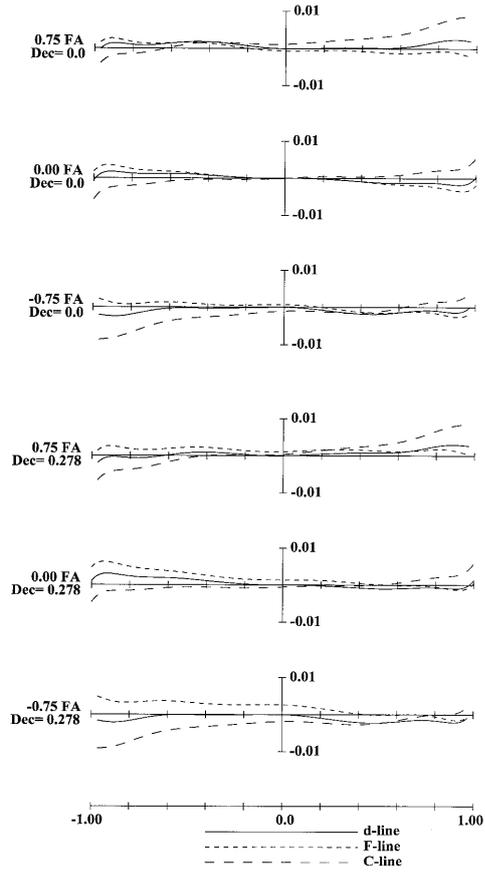
【 図 10 】



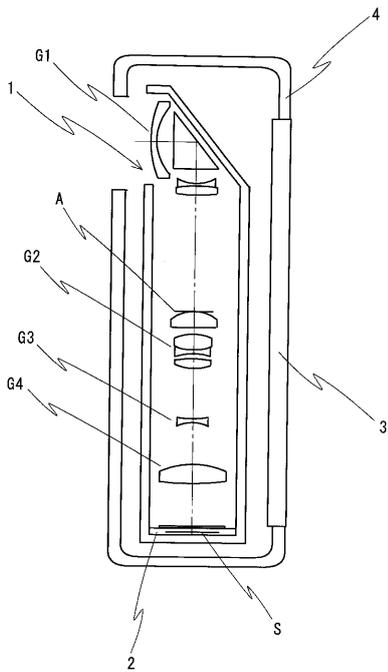
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 今岡 卓也

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

(72)発明者 吉永 俊一郎

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

Fターム(参考) 2H087 KA01 LA01 MA14 NA07 PA07 PA19 PB09 QA02 QA07 QA17
QA22 QA25 QA34 QA42 QA45 RA05 RA12 RA13 RA36 RA41
RA42 SA24 SA26 SA30 SA32 SA63 SA64 SA72 SA75 SB04
SB15 SB22 SB32