

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4822512号
(P4822512)

(45) 発行日 平成23年11月24日(2011.11.24)

(24) 登録日 平成23年9月16日(2011.9.16)

(51) Int. Cl.	F 1	
G 0 2 B 15/20	(2006.01)	G 0 2 B 15/20
G 0 2 B 13/18	(2006.01)	G 0 2 B 13/18
G 0 2 B 17/08	(2006.01)	G 0 2 B 17/08 A
G 0 3 B 5/00	(2006.01)	G 0 3 B 5/00 J
G 0 3 B 17/04	(2006.01)	G 0 3 B 17/04

請求項の数 16 (全 41 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-35391 (P2006-35391)
 (22) 出願日 平成18年2月13日(2006.2.13)
 (65) 公開番号 特開2007-212963 (P2007-212963A)
 (43) 公開日 平成19年8月23日(2007.8.23)
 審査請求日 平成20年2月8日(2008.2.8)

前置審査

(73) 特許権者 000005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 110001276
 特許業務法人 小笠原特許事務所
 (74) 代理人 100098291
 弁理士 小笠原 史朗
 (74) 代理人 100142251
 弁理士 桑原 薫
 (72) 発明者 吉次 慶記
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内
 (72) 発明者 美藤 恭一
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ系、レンズ鏡筒、撮像装置及びカメラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1つ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、

前記レンズ群のうち、少なくともいずれか2つのレンズ群の間隔を変化させることによって物体の光学的な像を連続的に変倍可能に形成し、

物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、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み、負のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群、正のパワーを有する第4レンズ群及び正のパワーを有する第5レンズ群で構成された後続レンズ群とを備え、

以下の条件(1)及び条件(2)(単位:mm)を満足するズームレンズ系:

$$0.50 < (C - S) / H < 0.921 \quad \dots (1)$$

$$1.468 < d_R \cdot f_W / d_2 < 1.8 \quad \dots (2)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 5.0$ である)

ここで、

C: 第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面と反射面を有するレンズ素子との間隔と、第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面のサグとが等しくなる、第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面の有効半径

$$C = (2R \cdot d_R - d_R^2),$$

S: 第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面の高さHにおけるサグ、

H : (反射面を有するレンズ素子の光軸方向の厚み) / 2、
 R : 第 2 レンズ群最物体側レンズ素子像側面の曲率半径、
 d_R : 第 2 レンズ群最物体側レンズ素子と反射面を有するレンズ素子との間隔、
 d_2 : 第 2 レンズ群最物体側レンズ素子と、反射面を有するレンズ素子の像側に隣接する
 第 2 レンズ群内レンズ素子との間隔、
 f_W : 広角端における全系の焦点距離、
 f_T : 望遠端における全系の焦点距離

である。

【請求項 2】

反射面が、物体からの軸上主光線を略 90° 折り曲げる、請求項 1 に記載のズームレン
 ズ系。 10

【請求項 3】

反射面が、物体からの光線を水平方向に折り曲げる、請求項 1 に記載のズームレンズ系
 。

【請求項 4】

反射面を有するレンズ素子がプリズムである、請求項 1 に記載のズームレンズ系。

【請求項 5】

撮像時の広角端から望遠端へのズームングにおいて、第 2 レンズ群が光軸方向に移動し
 ない、請求項 1 に記載のズームレンズ系。

【請求項 6】

レンズ群のいずれか 1 つ、レンズ素子のいずれか 1 つ、又は 1 つのレンズ群を構成する
 隣り合った複数のレンズ素子が、光軸に対して垂直方向に移動する、請求項 1 に記載のズ
 ームレンズ系。 20

【請求項 7】

第 2 レンズ群以外のレンズ群のいずれか 1 つ、反射面を有するレンズ素子以外のレンズ
 素子のいずれか 1 つ、又は 1 つのレンズ群を構成する反射面を有するレンズ素子以外の隣
 り合った複数のレンズ素子が、光軸に対して垂直方向に移動する、請求項 6 に記載のズ
 ームレンズ系。

【請求項 8】

第 2 レンズ群よりも像側のレンズ群のいずれか 1 つ、第 2 レンズ群よりも像側のレンズ
 群を構成するレンズ素子のいずれか 1 つ、又は第 2 レンズ群よりも像側の 1 つのレンズ群
 を構成する隣り合った複数のレンズ素子が、光軸に対して垂直方向に移動する、請求項 6
 に記載のズームレンズ系。 30

【請求項 9】

後続レンズ群のいずれか 1 つが光軸に対して垂直方向に移動し、かつ以下の条件 (3)
 及び (4) を全系において満足する、請求項 6 に記載のズームレンズ系：

$$Y_T > Y \quad \dots (3)$$

$$0.0 < (Y / Y_T) / (f / f_T) < 3.0 \quad \dots (4)$$

ここで、

f : 全系の焦点距離、 40

f_T : 望遠端における全系の焦点距離、

Y : 全系の焦点距離 f における、光軸に対して垂直方向に移動するレンズ群の最大ぶれ補
 正時の移動量、

Y_T : 望遠端での全系の焦点距離 f_T における、光軸に対して垂直方向に移動するレンズ群
 の最大ぶれ補正時の移動量

である。

【請求項 10】

物体の光学的な像を形成する撮像光学系を保持するレンズ鏡筒であって、
 前記撮像光学系が、

少なくとも 1 つのレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有し、 50

前記レンズ群のうち、少なくともいずれか2つのレンズ群の間隔を変化させることによって物体の光学的な像を連続的に変倍可能に形成し、

物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、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み、負のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群、正のパワーを有する第4レンズ群及び正のパワーを有する第5レンズ群で構成された後続レンズ群とを備え、

以下の条件(1)及び条件(2)(単位: mm):

$$0.50 < (C - S) / H < 0.921 \quad \dots (1)$$

$$1.468 < d_R \cdot f_W / d_2 < 1.8 \quad \dots (2)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 5.0$ である)

10

(ここで、

C: 第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面と反射面を有するレンズ素子との間隔と、第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面のサグとが等しくなる、第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面の有効半径

$$C = (2R \cdot d_R - d_R^2),$$

S: 第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面の高さHにおけるサグ、

H: (反射面を有するレンズ素子の光軸方向の厚み) / 2、

R: 第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面の曲率半径、

d_R : 第2レンズ群最物体側レンズ素子と反射面を有するレンズ素子との間隔、

d_2 : 第2レンズ群最物体側レンズ素子と、反射面を有するレンズ素子の像側に隣接する第2レンズ群内レンズ素子との間隔、

20

f_W : 広角端における全系の焦点距離、

f_T : 望遠端における全系の焦点距離

である)

を満足するズームレンズ系であり、

撮像状態において、前記第1レンズ群を物体からの光線方向に移動可能に保持し、

収納状態において、撮像状態において配置される位置とは異なる退避位置に前記反射面を有するレンズ素子を退避させる、レンズ鏡筒。

【請求項11】

収納状態において、第2レンズ群が、撮像状態において配置される位置とは異なる退避位置に退避する、請求項10に記載のレンズ鏡筒。

30

【請求項12】

第2レンズ群が、光軸方向であって、撮像光学系の像側へ退避する、請求項11に記載のレンズ鏡筒。

【請求項13】

撮像光学系において、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第2レンズ群が光軸方向に移動せず、撮像光学系が以下の条件(5)を満足する、請求項12に記載のレンズ鏡筒:

$$0.25 < D / d_A < 0.60 \quad \dots (5)$$

ここで、

D: 第2レンズ群よりも像側にある各レンズ群の光軸上の厚さの総和、

d_A : 第2レンズ群よりも像側にあつてズームングにおいて光軸方向に移動する各レンズ群間の光軸上の空気間隔の総和

である。

【請求項14】

撮像光学系において、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第2レンズ群が光軸方向に移動せず、撮像光学系が以下の条件(6)を満足する、請求項12に記載のレンズ鏡筒:

$$0.80 < (D_{12} + H_2) / d_A < 1.25 \quad \dots (6)$$

ここで、

50

D_{12} : 第 1 レンズ群及び第 2 レンズ群の光軸上の厚さの総和、

H_2 : 反射面を有するレンズ素子の光軸方向の厚み、

d_A : 第 2 レンズ群よりも像側においてズームングにおいて光軸方向に移動する各レンズ群間の光軸上の空気間隔の総和である。

【請求項 15】

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撮像光学系と、
該撮像光学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、
前記撮像光学系が、

少なくとも 1 つのレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有し、

前記レンズ群のうち、少なくともいずれか 2 つのレンズ群の間隔を変化させることによって物体の光学的な像を連続的に変倍可能に形成し、

物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第 1 レンズ群と、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み、負のパワーを有する第 2 レンズ群と、正のパワーを有する第 3 レンズ群、正のパワーを有する第 4 レンズ群及び正のパワーを有する第 5 レンズ群で構成された後続レンズ群とを備え、

以下の条件 (1) 及び条件 (2) (単位: mm) :

$$0.50 < (C - S) / H < 0.921 \quad \dots (1)$$

$$1.468 \leq d_R \cdot f_W / d_2 < 1.8 \quad \dots (2)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 5.0$ である)

(ここで、

C : 第 2 レンズ群最物体側レンズ素子像側面と反射面を有するレンズ素子との間隔と、第 2 レンズ群最物体側レンズ素子像側面のサグとが等しくなる、第 2 レンズ群最物体側レンズ素子像側面の有効半径

$$C = (2R \cdot d_R - d_R^2),$$

S : 第 2 レンズ群最物体側レンズ素子像側面の高さ H におけるサグ、

H : (反射面を有するレンズ素子の光軸方向の厚み) / 2、

R : 第 2 レンズ群最物体側レンズ素子像側面の曲率半径、

d_R : 第 2 レンズ群最物体側レンズ素子と反射面を有するレンズ素子との間隔、

d_2 : 第 2 レンズ群最物体側レンズ素子と、反射面を有するレンズ素子の像側に隣接する第 2 レンズ群内レンズ素子との間隔、

f_W : 広角端における全系の焦点距離、

f_T : 望遠端における全系の焦点距離

である)

を満足するズームレンズ系である、撮像装置。

【請求項 16】

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撮像光学系と、該撮像光学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、

前記撮像光学系が、

少なくとも 1 つのレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有し、

前記レンズ群のうち、少なくともいずれか 2 つのレンズ群の間隔を変化させることによって物体の光学的な像を連続的に変倍可能に形成し、

物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第 1 レンズ群と、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み、負のパワーを有する第 2 レンズ群と、正のパワーを有する第 3 レンズ群、正のパワーを有する第 4 レンズ群及び正のパワーを有する第 5 レンズ群で構成された後続レンズ群とを備え、

以下の条件(1)及び条件(2)(単位: mm):

$$0.50 < (C - S) / H < 0.921 \quad \dots (1)$$

$$1.468 < d_R \cdot f_W / d_2 < 1.8 \quad \dots (2)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 5.0$ である)

(ここで、

C: 第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面と反射面を有するレンズ素子との間隔と、第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面のサグとが等しくなる、第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面の有効半径

$$C = (2R \cdot d_R - d_R^2),$$

S: 第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面の高さHにおけるサグ、

H: (反射面を有するレンズ素子の光軸方向の厚み) / 2、

R: 第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面の曲率半径、

d_R : 第2レンズ群最物体側レンズ素子と反射面を有するレンズ素子との間隔、

d_2 : 第2レンズ群最物体側レンズ素子と、反射面を有するレンズ素子の像側に隣接する

第2レンズ群内レンズ素子との間隔、

f_W : 広角端における全系の焦点距離、

f_T : 望遠端における全系の焦点距離

である)

を満足するズームレンズ系である、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、レンズ鏡筒、撮像装置及びカメラに関する。特に本発明は、小型で高画質のデジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ等のカメラに好適に用いられ、変倍比が大きく、高解像度を有するズームレンズ系、該ズームレンズ系を保持した、収納時の全長が短くかつ全高が低いレンズ鏡筒、該レンズ鏡筒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】

近年、高画素のCCD(Charge Coupled Device)やCMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)等の固体撮像素子の開発が進み、これら高画素の固体撮像素子に対応した、高い光学性能を有する撮像光学系を含む撮像装置を備えたデジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラが急速に普及してきている。

【0003】

これらの内、特にデジタルスチルカメラにおいて、最近、収納性や可搬性を最優先した薄型の構成が提案されてきている。このような薄型のデジタルスチルカメラを実現するための手段の1つとして、光束を90°折り曲げるズームレンズ系が数多く提案されている。

【0004】

例えば特許文献1及び特許文献2は、ズームレンズ系を備える撮像装置において、最も物体側に配置されたレンズ群中に、光束を90°折り曲げる内部反射面を有する直角プリズムを配置した構成を開示している。かかる特許文献1及び特許文献2に記載された撮像装置では、物体光を入射するレンズ群の光軸に対して垂直な面内で折り曲げることにより、撮像装置の厚みを、直角プリズムと直角プリズムよりも物体側に配置されるレンズ素子とにより決定することができ、厚みを低減することができる。

【0005】

また特許文献3は、正負正正の4群からなるズームレンズ系を備える撮像装置において、負のパワーを有する第2レンズ群中に、光束を90°折り曲げる内部反射面を有する直角プリズムを配置した構成を開示している。かかる特許文献3に記載された撮像装置では

10

20

30

40

50

、正のパワーを有する第1レンズ群の像側にあるレンズ群中に直角プリズムを配置することができるので、直角プリズムをコンパクトに構成することができる。

【特許文献1】特開2004-004533号公報

【特許文献2】特開2003-202500号公報

【特許文献3】特開2004-102089号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に記載のズームレンズ系は、コンパクトな撮像装置を提供することができるものの、変倍比が3倍程度と小さく、また周辺部の光学性能が不十分であるという問題がある。

10

【0007】

また特許文献2及び特許文献3に記載のズームレンズ系は、その構成上、いずれも撮像装置の薄型化に限界があり、しかも周辺部の光学性能が不十分なものである。

【0008】

本発明の目的は、変倍比が大きく、高解像度を有するズームレンズ系、該ズームレンズ系を保持した、収納時の全長が短くかつ全高が低いレンズ鏡筒、該レンズ鏡筒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】

【0009】

20

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、少なくとも1つ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、

前記レンズ群のうち、少なくともいずれか2つのレンズ群の間隔を変化させることによって物体の光学的な像を連続的に変倍可能に形成し、

物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、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み、負のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群、正のパワーを有する第4レンズ群及び正のパワーを有する第5レンズ群で構成された後続レンズ群とを備え、

以下の条件(1)及び条件(2)(単位: mm):

30

$$0.50 < (C - S) / H < 0.921 \quad \dots (1)$$

$$1.468 < d_R \cdot f_W / d_2 < 1.8 \quad \dots (2)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 5.0$ である)

(ここで、

C: 第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面と反射面を有するレンズ素子との間隔と、第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面のサグとが等しくなる、第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面の有効半径

$$C = (2R \cdot d_R - d_R^2),$$

S: 第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面の高さHにおけるサグ、

H: (反射面を有するレンズ素子の光軸方向の厚み) / 2、

40

R: 第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面の曲率半径、

d_R : 第2レンズ群最物体側レンズ素子と反射面を有するレンズ素子との間隔、

d_2 : 第2レンズ群最物体側レンズ素子と、反射面を有するレンズ素子の像側に隣接する第2レンズ群内レンズ素子との間隔、

f_W : 広角端における全系の焦点距離、

f_T : 望遠端における全系の焦点距離

である)

を満足するズームレンズ系

に関する。

【0010】

50

上記目的の1つは、以下のレンズ鏡筒により達成される。すなわち本発明は、
物体の光学的な像を形成する撮像光学系を保持するレンズ鏡筒であって、
前記撮像光学系が、

少なくとも1つのレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有し、

前記レンズ群のうち、少なくともいずれか2つのレンズ群の間隔を変化させることによ
って物体の光学的な像を連続的に変倍可能に形成し、

物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、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み、負のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワ
ーを有する第3レンズ群、正のパワーを有する第4レンズ群及び正のパワーを有する第5
レンズ群で構成された後続レンズ群とを備え、

以下の条件(1)及び条件(2)(単位:mm):

$$0.50 < (C - S) / H < 0.921 \quad \dots (1)$$

$$1.468 < d_R \cdot f_W / d_2 < 1.8 \quad \dots (2)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 5.0$ である)

(ここで、

C: 第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面と反射面を有するレンズ素子との間隔と、第
2レンズ群最物体側レンズ素子像側面のサグとが等しくなる、第2レンズ群最物体側レン
ズ素子像側面の有効半径

$$C = (2R \cdot d_R - d_R^2),$$

S: 第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面の高さHにおけるサグ、

H: (反射面を有するレンズ素子の光軸方向の厚み) / 2、

R: 第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面の曲率半径、

d_R : 第2レンズ群最物体側レンズ素子と反射面を有するレンズ素子との間隔、

d_2 : 第2レンズ群最物体側レンズ素子と、反射面を有するレンズ素子の像側に隣接する
第2レンズ群内レンズ素子との間隔、

f_W : 広角端における全系の焦点距離、

f_T : 望遠端における全系の焦点距離

である)

を満足するズームレンズ系であり、

撮像状態において、前記第1レンズ群を物体からの光線方向に移動可能に保持し、
収納状態において、撮像状態において配置される位置とは異なる退避位置に前記反射面を
有するレンズ素子を退避させる、レンズ鏡筒
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、

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撮像光学系と、

該撮像光学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、

前記撮像光学系が、

少なくとも1つのレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有し、

前記レンズ群のうち、少なくともいずれか2つのレンズ群の間隔を変化させることによ
って物体の光学的な像を連続的に変倍可能に形成し、

物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、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み、負のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワ
ーを有する第3レンズ群、正のパワーを有する第4レンズ群及び正のパワーを有する第5
レンズ群で構成された後続レンズ群とを備え、

以下の条件(1)及び条件(2)(単位:mm):

$$0.50 < (C - S) / H < 0.921 \quad \dots (1)$$

$$1.468 < d_R \cdot f_W / d_2 < 1.8 \quad \dots (2)$$

10

20

30

40

50

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 5.0$ である)

(ここで、

C : 第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面と反射面を有するレンズ素子との間隔と、第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面のサグとが等しくなる、第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面の有効半径

$$C = (2R \cdot d_R - d_R^2)、$$

S : 第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面の高さHにおけるサグ、

H : (反射面を有するレンズ素子の光軸方向の厚み) / 2、

R : 第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面の曲率半径、

d_R : 第2レンズ群最物体側レンズ素子と反射面を有するレンズ素子との間隔、

d_2 : 第2レンズ群最物体側レンズ素子と、反射面を有するレンズ素子の像側に隣接する第2レンズ群内レンズ素子との間隔、

f_W : 広角端における全系の焦点距離、

f_T : 望遠端における全系の焦点距離

である)

を満足するズームレンズ系である、撮像装置に関する。

【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撮像光学系と、該撮像光学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、前記撮像光学系が、

少なくとも1つのレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有し、

前記レンズ群のうち、少なくともいずれか2つのレンズ群の間隔を変化させることによって物体の光学的な像を連続的に変倍可能に形成し、

物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、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み、負のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群、正のパワーを有する第4レンズ群及び正のパワーを有する第5レンズ群で構成された後続レンズ群とを備え、

以下の条件(1)及び条件(2)(単位: mm) :

$$0.50 < (C - S) / H < 0.921 \quad \dots (1)$$

$$1.468 < d_R \cdot f_W / d_2 < 1.8 \quad \dots (2)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 5.0$ である)

(ここで、

C : 第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面と反射面を有するレンズ素子との間隔と、第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面のサグとが等しくなる、第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面の有効半径

$$C = (2R \cdot d_R - d_R^2)、$$

S : 第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面の高さHにおけるサグ、

H : (反射面を有するレンズ素子の光軸方向の厚み) / 2、

R : 第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面の曲率半径、

d_R : 第2レンズ群最物体側レンズ素子と反射面を有するレンズ素子との間隔、

d_2 : 第2レンズ群最物体側レンズ素子と、反射面を有するレンズ素子の像側に隣接する第2レンズ群内レンズ素子との間隔、

f_W : 広角端における全系の焦点距離、

f_T : 望遠端における全系の焦点距離

である)

を満足するズームレンズ系である、カメラ

10

20

30

40

50

に関する。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、変倍比が大きく、高解像度を有するズームレンズ系を提供することができる。また本発明によれば、該ズームレンズ系を保持した、収納時の全長が短くかつ全高が低いレンズ鏡筒を提供することができる。さらに本発明によれば、該レンズ鏡筒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)

図1(a)は、実施の形態1に係る撮像装置を適用したカメラの撮像状態の概略構成を示す透過斜視図、図1(b)は、実施の形態1に係る撮像装置を適用したカメラの収納状態の概略構成を示す透過斜視図である。なお、図1(a)及び図1(b)は、実施の形態1に係る撮像装置を模式的に示した図であり、縮尺や相対的な関係は実際とは異なる。

【0015】

図1(a)及び図1(b)において、実施の形態1に係る撮像装置を適用したカメラは、筐体1と、撮像素子2と、シャッターボタン3と、物体側レンズ群4と、反射面を有するレンズ素子5と、像側レンズ群6とを備える。これらのうち、物体側レンズ群4と、反射面を有するレンズ素子5と、像側レンズ群6とは、ズームレンズ系を構成しており、撮像素子2の受光面に物体の光学像を形成する。これらのうち、ズームレンズ系は例えば後の図3に示すレンズ鏡筒内のレンズ保持筒により保持されており、レンズ保持筒に保持されたズームレンズ系と撮像素子2とで撮像装置が構成される。したがって、カメラは、筐体1と、ズームレンズ系及び撮像素子2を含む撮像装置とを備えている。

【0016】

図1(a)に示す撮像状態において、撮像素子2は、CCDやCMOS等の撮像センサーであり、ズームレンズ系が受光面に形成した光学像に基づいて電気的な画像信号を生成して出力する。シャッターボタン3は、筐体1の上側面に配置され、操作者によって操作されることにより撮像素子2の画像信号の取得タイミングを決定する。物体側レンズ群4は、光軸AX1の方向に沿って伸縮可能なレンズ保持筒の内部に保持される。レンズ素子5は、物体からの光線を折り曲げる、さらには水平方向に折り曲げる反射面5a、特に物体側レンズ群4の光軸AX1(物体からの軸上主光線)を略90°折り曲げる反射面5aを有し、物体側レンズ群4から射出された物体光を像側レンズ群6へ偏向する。像側レンズ群6は、光軸AX2上に配置され、反射面5aによって偏向された物体光を撮像素子2へ伝達する。

【0017】

図1(b)に示す収納状態において、物体側レンズ群4は、沈胴されて筐体1内部に収納される。撮像状態において物体側レンズ群4の像側に配置されていた反射面を有するレンズ素子5は、光軸AX2に沿って撮像素子2側、すなわちズームレンズ系の像側へ退避されている。また、像側レンズ群6も、光軸AX2に沿って撮像素子2側、すなわちズームレンズ系の像側へ退避されている。ズームレンズ系は、このようにして、筐体1の内部に完全に収納される。

【0018】

図1(a)に示す撮像状態から、図1(b)に示す収納状態へ移行する場合、はじめに像側レンズ群6が矢印a3に従って光軸AX2に沿って撮像素子2側へ移動し、次に反射面を有するレンズ素子5が矢印a2に従って光軸AX2に沿って撮像素子2側へ移動する。最後に、像側レンズ群6及び反射面を有するレンズ素子5が移動した結果、形成された空間に物体側レンズ群4を保持するレンズ保持筒が矢印a1に従って光軸AX1に沿って沈胴して収納状態への移行が完了する。

【0019】

一方、図1(b)に示す収納状態から、図1(a)に示す撮像状態へ移行する場合、物

10

20

30

40

50

体側レンズ群 4 を保持するレンズ保持筒が矢印 b 1 に従って光軸 A X 1 に沿って繰り出される。物体側レンズ群 4 を保持するレンズ保持筒が繰り出された結果、形成された空間に反射面を有するレンズ素子 5 が矢印 b 2 に従って光軸 A X 2 に沿って移動し、さらに像側レンズ群 6 が矢印 b 3 に従って光軸 A X 2 に沿って移動して撮像状態への移行が完了する。

【 0 0 2 0 】

図 2 (a) は、実施の形態 1 における広角端の撮像状態のズームレンズ系の配置を示すレンズ配置図、図 2 (b) は、実施の形態 1 における収納状態のズームレンズ系の配置を示すレンズ配置図である。実施の形態 1 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、後続する絞り A、第 3 レンズ群 G 3、第 4 レンズ群 G 4、第 5 レンズ群 G 5 とを有する。また、図中最も右側に記載された直線は、像面 S の位置を表し、その物体側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である平行平板 P を設けている。反射面を有するレンズ素子であるプリズム L 5 は、第 2 レンズ群 G 2 中に配置されている。

10

【 0 0 2 1 】

実施の形態 1 に係るズームレンズ系は、図 2 (b) に示す収納状態において、第 2 レンズ群 G 2 のうち、最も物体側に配置された負メニスカス形状のレンズ素子 L 4 と、反射面を有するレンズ素子であるプリズム L 5、後続するレンズ素子 L 6 及びレンズ素子 L 7 とが分離して収納されている。すなわち、負メニスカス形状のレンズ素子 L 4 は、プリズム L 5、後続するレンズ素子 L 6 及びレンズ素子 L 7 と別体に保持されており、プリズム L 5、後続するレンズ素子 L 6 及びレンズ素子 L 7 とからなるレンズブロックとともに光軸 A X 2 に沿って退避しない。このため、負メニスカス形状のレンズ素子 L 4 は、第 1 レンズ群 G 1 とともに、光軸 A X 1 に沿って沈胴されて収納される。

20

【 0 0 2 2 】

図 3 は、実施の形態 1 に係る撮像装置における、ズームレンズ系を含むレンズ鏡筒の配置を示す断面図であり、図 3 (a) は、望遠端の撮像状態のレンズ鏡筒の配置を示す断面図、図 3 (b) は、広角端の撮像状態のレンズ鏡筒の配置を示す断面図、図 3 (c) は、収納状態のレンズ鏡筒の配置を示す断面図である。

【 0 0 2 3 】

実施の形態 1 に係る撮像装置のレンズ鏡筒は、本体 1 0 と、第 1 レンズ群保持多段筒 1 1 と、第 2 レンズ群保持筒 1 2 と、第 3 レンズ群保持筒 1 3 と、第 4 レンズ群保持筒 1 4 と、第 5 レンズ群保持筒 1 5 と、ガイドシャフト 1 6 a 及びガイドシャフト 1 6 b とを備える。

30

【 0 0 2 4 】

本体 1 0 は、収納状態において、撮像装置のすべての構成を収納可能な筐体である。図 3 (a) 及び図 3 (b) に示す撮像状態において、本体 1 0 の内部には、第 2 レンズ群保持筒 1 2 と、第 3 レンズ群保持筒 1 3 と、第 4 レンズ群保持筒 1 4 と、第 5 レンズ群保持筒 1 5 と、ガイドシャフト 1 6 a 及びガイドシャフト 1 6 b とが配置されている。

【 0 0 2 5 】

第 1 レンズ群保持多段筒 1 1 は、繰り出し可能な三段鏡筒であり、図示しない駆動モータと駆動機構とにより光軸 A X 1 に沿って繰り出し及び沈胴が行われる。また、第 1 レンズ群保持多段筒 1 1 は、最も内径の小さい筒に第 1 レンズ群を保持する。さらに、最も内径の大きな筒に第 2 レンズ群の最も物体側に配置された負メニスカス形状のレンズ素子 L 4 を保持する保持部 1 1 a を有する。

40

【 0 0 2 6 】

第 2 レンズ群保持筒 1 2 は、第 2 レンズ群のうち、プリズム L 5 から撮像素子側の構成を保持する。第 3 レンズ群保持筒 1 3 と、第 4 レンズ群保持筒 1 4 とは、それぞれ、第 3 レンズ群と第 4 レンズ群とを保持する。第 5 レンズ群保持筒 1 5 は、第 5 レンズ群と、平行平板 P と、撮像素子 2 とを保持する。

【 0 0 2 7 】

50

第2レンズ群保持筒12と、第3レンズ群保持筒13と、第4レンズ群保持筒14とは、光軸AX2方向に対して平行に配置された2本のガイドシャフト16a及びガイドシャフト16bに案内され、光軸AX2方向に沿って移動可能に保持される。また、第2レンズ群保持筒12と、第3レンズ群保持筒13と、第4レンズ群保持筒14とは、図示しない駆動モータと駆動機構とにより光軸AX2方向に沿って駆動される。ガイドシャフト16a及びガイドシャフト16bは、一方端が第5レンズ群保持筒15に保持され、他方端が本体10の上端部10aに保持されて固定される。

【0028】

以上の構成において、図3(a)に示す望遠端の撮像状態にあるとき、レンズ鏡筒は、第1レンズ群保持多段筒11は、光軸AX1に沿って最大に繰り出されており、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔は最大に保たれている。また、第2レンズ群保持筒12、第3レンズ群保持筒13、第4レンズ群保持筒14及び第5レンズ群保持筒15は、それぞれ望遠端における光軸AX2上の所定の位置に配置されている。

10

【0029】

図3(a)に示す望遠端の撮像状態から、図3(b)に示す広角端の撮像状態へ移行する場合、第1レンズ群保持多段筒11は、光軸AX2に沿って最小長さに短縮され、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が最小になる位置で停止する。このとき、第1レンズ群保持多段筒11の保持部11aに保持されるレンズ素子L4は、第1レンズ群保持多段筒11の短縮が行われている間、プリズムL5との間隔が変化しないように固定される。また、第3レンズ群保持筒13及び第4レンズ群保持筒14は、ガイドシャフト16a及びガイドシャフト16bに案内されながら光軸AX2に沿って移動し、それぞれ、広角端における光軸AX2上の所定の位置で停止される。この間、第2レンズ群保持筒12と第5レンズ群保持筒15は固定されている。

20

【0030】

また図3(a)、(b)に示すように、撮像時の広角端から望遠端へのズームにおいて、第1レンズ群保持多段筒11の保持部11aに保持されたレンズ素子L4と第2レンズ群保持筒12に保持されたプリズムL5との間隔は変化せず、第2レンズ群保持筒12に保持されたプリズムL5から撮像素子側の第2レンズ群の構成は、光軸AX2上の所定の位置に固定されている。すなわち、撮像時の広角端から望遠端へのズームにおいて、第2レンズ群は光軸方向に移動しない。

30

【0031】

図3(b)に示す広角端の撮像状態から、図3(c)に示す収納状態へ移行する場合、第3レンズ群保持筒13及び第4レンズ群保持筒14は、ガイドシャフト16a及びガイドシャフト16bに案内されながら光軸AX2に沿って移動し、それぞれ、第2レンズ群保持筒12が退避可能な空間を形成するように所定の位置で停止される。この間、第5レンズ群保持筒15は固定されている。また、第2レンズ群保持筒12は、光軸AX2に沿って移動し、第2レンズ群のうち最も物体側のレンズ素子L4を除くレンズ素子を退避させる。その後、第1レンズ群保持多段筒11は、光軸AX1に沿って最小長さのまま沈胴され、本体10に収納されて停止する。

【0032】

以上、実施の形態1に係るズームレンズ系によれば、収納状態において、撮像状態において配置される位置とは異なる退避位置に反射面を有するレンズ素子を退避させることができるので、撮像状態において発生する空気間隔を有効に利用することができ、変倍比が大きい高倍率のズームレンズ系を物体からの軸上光束の光軸方向に薄くコンパクトに収納することができる。

40

【0033】

また、実施の形態1に係るズームレンズ系には、物体からの光線を折り曲げる、さらには水平方向に折り曲げることができる、特に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レンズ素子が含まれるので、撮像状態において、ズームレンズ系を物体からの軸上光束の光軸方向に薄く構成することが可能である。

50

【 0 0 3 4 】

また、実施の形態 1 に係るズームレンズ系は、反射面を有するレンズ素子より、物体側に配置される物体側レンズ群と、反射面を有するレンズ素子より、像側に配置される像側レンズ群とを含むので、複雑でレンズ群の移動量が大きい高倍率のズームレンズ系であるにもかかわらず、物体からの軸上光束の光軸方向に薄くコンパクトに構成される。

【 0 0 3 5 】

また、実施の形態 1 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、反射前の物体からの軸上主光線に直交する方向に退避するので、該ズームレンズ系は、物体からの軸上光束の光軸方向に薄く構成され得る。特に、実施の形態 1 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ズームレンズ系の像側へ退避するので、撮像状態における空気間隔を、反射面を有するレンズ素子の収納スペースに用いることができ、収納状態を特にコンパクトにすることができる。

10

【 0 0 3 6 】

また、実施の形態 1 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 レンズ群と、負のパワーを有する第 2 レンズ群と、正のパワーを有するレンズ群を少なくとも 1 つ含む後続レンズ群とを備え、反射面を有するレンズ素子が第 2 レンズ群中に配置されるので、反射面を小さくすることができ、特にズームレンズ系を物体からの軸上光束の光軸方向に薄く構成することができる。また、高精度の反射面を有するレンズ素子を小さく構成することができるので、ズームレンズ系のコストダウンを図ることができる。

20

【 0 0 3 7 】

特に、実施の形態 1 に係るズームレンズ系によれば、収納状態において、負メニスカス形状のレンズ素子は、反射面を有するレンズ素子と分離されて退避しないので、強いパワーを有し、偏芯感度の高い負メニスカス形状のレンズ素子を光軸上から移動させることがない。したがって、収納状態から撮像状態へ移行する際、第 1 レンズ群と負メニスカス形状のレンズ素子との相対的な位置関係を維持したまま復帰させることができる。

【 0 0 3 8 】

なお、実施の形態 1 に係るズームレンズ系は、通常図 3 (c) に示される状態でレンズ鏡筒内に収納される。この場合、ズームレンズ系を物体からの軸上光束の光軸方向に特に薄くコンパクトに構成することができるが、図 3 (a) に示す望遠端の状態から図 3 (b) に示す広角端の状態へと移行し、第 1 レンズ群保持多段筒が最小長さに短縮され、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との間隔が最小になる位置で停止したときを収納状態とすることも可能である。この場合には、例えば撮像装置の電源起動から撮影までの時間を短縮することができる。

30

【 0 0 3 9 】

図 4 (a) は、実施の形態 1 の変形例に係る撮像装置を適用したカメラの撮像状態の概略構成を示す透過斜視図、図 4 (b) は、実施の形態 1 の変形例に係る撮像装置を適用したカメラの収納状態の概略構成を示す透過斜視図である。図 4 (a) 及び図 4 (b) において、実施の形態 1 にて説明した構成と同一の構成については、同一の符号を付し、その説明を省略する。

40

【 0 0 4 0 】

変形例に係る撮像装置は、前記図 1 ~ 3 にて説明した実施の形態 1 に係る撮像装置とは異なり、反射面 7 a を有するレンズ素子 7 がキューブ形状である。このように、反射面を有するレンズ素子の態様は特に限定されるものではないが、例えば表面反射プリズムなどのプリズムであることが好ましい。また反射面は、アルミニウムなどの金属を蒸着させたり、誘電多層膜を形成するなど、公知のいずれの方法を用いて形成してもよい。さらに反射面は、反射率が 1 0 0 % である必要もなく、物体からの光から、測光のための光や光学ファインダ光学系のための光を分岐させたり、反射面を介してオートフォーカス補助光などを投光するための光路の一部に使用する等、反射率を適宜設定してもよい。

【 0 0 4 1 】

50

なお、前記図 4 に示すカメラに適用されるレンズ鏡筒についても、前記と同様に、望遠端の状態から広角端の状態へと移行し、第 1 レンズ群保持多段筒が最小長さに短縮され、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との間隔が最小になる位置で停止したときを収納状態とすることもできる。

【 0 0 4 2 】

(実施の形態 2)

図 5 (a) は、実施の形態 2 に係る撮像装置を適用したカメラの撮像状態の概略構成を示す透過斜視図、図 5 (b) は、実施の形態 2 に係る撮像装置を適用したカメラの収納状態の概略構成を示す透過斜視図である。図 5 (a) 及び図 5 (b) において、実施の形態 1 にて説明した構成と同一の構成については、同一の符号を付し、その説明を省略する。

10

【 0 0 4 3 】

実施の形態 2 に係る撮像装置は、実施の形態 1 に係る撮像装置と、収納状態において退避されるブロックが、反射面を有するレンズ素子 5 より物体側に配置されるレンズ素子 5 b を含む点で相違する。

【 0 0 4 4 】

図 5 (a) に示す撮像状態から、図 5 (b) に示す収納状態へ移行する場合、はじめに像側レンズ群 6 が矢印 a 3 に従って光軸 A X 2 に沿って撮像素子 2 側へ移動し、次に反射面を有するレンズ素子 5 及びレンズ素子 5 b が矢印 a 2 に従って光軸 A X 2 に沿って撮像素子 2 側へ移動する。最後に、像側レンズ群 6 と、反射面を有するレンズ素子 5 及びレンズ素子 5 b とが移動した結果、形成された空間に物体側レンズ群 4 を保持するレンズ保持筒が矢印 a 1 に従って光軸 A X 1 に沿って沈胴して収納状態への移行が完了する。

20

【 0 0 4 5 】

一方、図 5 (b) に示す収納状態から、図 5 (a) に示す撮像状態へ移行する場合、物体側レンズ群 4 を保持するレンズ保持筒が矢印 b 1 に従って光軸 A X 1 に沿って繰り出される。物体側レンズ群 4 を保持するレンズ保持筒が繰り出された結果、形成された空間に反射面を有するレンズ素子 5 とレンズ素子 5 b とが矢印 b 2 に従って光軸 A X 2 に沿って移動し、さらに像側レンズ群 6 が矢印 b 3 に従って光軸 A X 2 に沿って移動して撮像状態への移行が完了する。

【 0 0 4 6 】

図 6 (a) は、実施の形態 2 における広角端の撮像状態のズームレンズ系の配置を示すレンズ配置図、図 6 (b) は、実施の形態 2 における収納状態のズームレンズ系の配置を示すレンズ配置図である。実施の形態 2 に係るズームレンズ系は、実施の形態 1 にて説明したズームレンズ系と等しい構成を有する。すなわち、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、後続する絞り A、第 3 レンズ群 G 3、第 4 レンズ群 G 4、第 5 レンズ群 G 5 とを有する。また、図中最も右側に記載された直線は、像面 S の位置を表し、その物体側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である平行平板 P を設けている。反射面を有するレンズ素子であるプリズム L 5 は、第 2 レンズ群 G 2 中に配置されている。

30

【 0 0 4 7 】

実施の形態 2 に係るズームレンズ系は、図 6 (b) に示す収納状態において、第 2 レンズ群 G 2 全体、すなわち、最も物体側に配置された負メニスカス形状のレンズ素子 L 4 と、反射面を有するレンズ素子であるプリズム L 5 と、後続するレンズ素子 L 6 及びレンズ素子 L 7 とが一体的に退避されている。

40

【 0 0 4 8 】

図 7 は、実施の形態 2 に係る撮像装置における、ズームレンズ系を含むレンズ鏡筒の配置を示す断面図であり、図 7 (a) は、望遠端の撮像状態のレンズ鏡筒の配置を示す断面図、図 7 (b) は、広角端の撮像状態のレンズ鏡筒の配置を示す断面図、図 7 (c) は、収納状態のレンズ鏡筒の配置を示す断面図である。実施の形態 2 におけるレンズ鏡筒は、第 2 レンズ群保持筒 2 2 が、第 2 レンズ群全体、すなわち、レンズ素子 L 4 からプリズム

50

L 5 を経て後続 2 枚のレンズ素子までをすべて保持する点が、実施の形態 1 とは相違する。

【 0 0 4 9 】

実施の形態 2 において、図 7 (a) に示す望遠端の撮像状態から、図 7 (b) に示す広角端の撮像状態へ移行する場合、実施の形態 1 と略等しい動作を行う。一方、図 7 (b) に示す広角端の撮像状態から、図 7 (c) に示す収納状態へ移行する場合、第 2 レンズ群保持筒 2 2 は、光軸 A X 2 に沿って移動し、第 2 レンズ群全体を退避させる。この後、第 1 レンズ群保持多段筒 2 1 は、光軸 A X 1 に沿って最小長さのまま沈胴され、本体 1 0 に収納されて停止する。

【 0 0 5 0 】

また図 7 (a)、(b) に示すように、撮像時の広角端から望遠端へのズームにおいて、第 2 レンズ群保持筒 2 2 に保持されたレンズ素子 L 4 からプリズム L 5 を経て後続 2 枚のレンズ素子まですべてが、光軸 A X 2 上の所定の位置に固定されている。すなわち、撮像時の広角端から望遠端へのズームにおいて、第 2 レンズ群は光軸方向に移動しない。

【 0 0 5 1 】

以上のように、実施の形態 2 に係るズームレンズ系によれば、実施の形態 1 にて説明した共通の構成に加えて、収納状態において、第 2 レンズ群全体を、反射面を有するレンズ素子とともに退避させるので、収納状態から撮像状態へ移行する際、第 2 レンズ群の相対的な位置関係を維持したまま復帰させることができる。このため、復帰精度を高めることができる。

【 0 0 5 2 】

なお、前記図 7 に示すレンズ鏡筒についても、前記と同様に、望遠端の状態から広角端の状態へと移行し、第 1 レンズ群保持多段筒が最小長さに短縮され、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との間隔が最小になる位置で停止した、図 7 (b) に示す状態を収納状態とすることもできる。

【 0 0 5 3 】

(実施の形態 3)

図 8 (a) は、実施の形態 3 に係る撮像装置を適用したカメラの撮像状態の概略構成を示す透過斜視図、図 8 (b) は、実施の形態 3 に係る撮像装置を適用したカメラの収納状態の概略構成を示す透過斜視図である。図 8 (a) 及び図 8 (b) において、実施の形態 1 にて説明した構成と同一の構成については、同一の符号を付し、その説明を省略する。

【 0 0 5 4 】

実施の形態 3 に係る撮像装置は、実施の形態 1 に係る撮像装置と、収納状態において退避されるブロックが、像側レンズ群 6 の光軸 A X 2 方向ではなく、光軸 A X 2 に直交する方向に退避される点で相違する。

【 0 0 5 5 】

図 8 (a) に示す撮像状態から、図 8 (b) に示す収納状態へ移行する場合、はじめに反射面を有するレンズ素子 5 が矢印 a 4 に従って光軸 A X 2 に直交する方向へ移動する。次に、反射面を有するレンズ素子 5 が移動した結果、形成された空間に物体側レンズ群 4 を保持するレンズ保持筒が矢印 a 1 に従って光軸 A X 1 に沿って沈胴して収納状態への移行が完了する。

【 0 0 5 6 】

一方、図 8 (b) に示す収納状態から、図 8 (a) に示す撮像状態へ移行する場合、物体側レンズ群 4 を保持するレンズ保持筒が矢印 b 1 に従って光軸 A X 1 に沿って繰り出される。物体側レンズ群 4 を保持するレンズ保持筒が繰り出された結果、形成された空間に反射面を有するレンズ素子 5 が矢印 b 4 に従って光軸 A X 2 に直交する方向に移動して撮像状態への移行が完了する。

【 0 0 5 7 】

以上のように、実施の形態 3 に係るズームレンズ系によれば、実施の形態 1 にて説明し

10

20

30

40

50

た共通の構成に加えて、反射面を有するレンズ素子を光軸 A X 2 に直交する方向に退避するので、収納状態への移行に際して像側レンズ群を移動する必要がない。このため、機構を簡単にすることができるとともに、ズームレンズ系を光軸 A X 2 方向にコンパクトに構成することができる。

【 0 0 5 8 】

なお、前記図 8 に示すカメラに適用されるレンズ鏡筒についても、前記と同様に、望遠端の状態から広角端の状態へと移行し、第 1 レンズ群保持多段筒が最小長さに短縮され、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との間隔が最小になる位置で停止したときを収納状態とすることもできる。

【 0 0 5 9 】

(実施の形態 4)

図 9 (a) は、実施の形態 4 に係る撮像装置を適用したカメラの撮像状態の概略構成を示す透過斜視図、図 9 (b) は、実施の形態 4 に係る撮像装置を適用したカメラの収納状態の概略構成を示す透過斜視図である。図 9 (a) 及び図 9 (b) において、実施の形態 2 にて説明した構成と同一の構成については、同一の符号を付し、その説明を省略する。

【 0 0 6 0 】

実施の形態 4 に係る撮像装置は、実施の形態 2 に係る撮像装置と、収納状態において退避されるブロックが、像側レンズ群 6 の光軸 A X 2 方向ではなく、光軸 A X 2 に直交する方向に退避される点で相違する。

【 0 0 6 1 】

図 9 (a) に示す撮像状態から、図 9 (b) に示す収納状態へ移行する場合、はじめに反射面を有するレンズ素子 5 及びレンズ素子 5 b が矢印 a 4 に従って光軸 A X 2 に直交する方向に移動する。次に、反射面を有するレンズ素子 5 及びレンズ素子 5 b が移動した結果、形成された空間に物体側レンズ群 4 を保持するレンズ保持筒が矢印 a 1 に従って光軸 A X 1 に沿って沈胴して収納状態への移行が完了する。

【 0 0 6 2 】

一方、図 9 (b) に示す収納状態から、図 9 (a) に示す撮像状態へ移行する場合、物体側レンズ群 4 を保持するレンズ保持筒が矢印 b 1 に従って光軸 A X 1 に沿って繰り出される。物体側レンズ群 4 を保持するレンズ保持筒が繰り出された結果、形成された空間に反射面を有するレンズ素子 5 及びレンズ素子 5 b が矢印 b 4 に従って光軸 A X 2 に直交する方向に移動して撮像状態への移行が完了する。

【 0 0 6 3 】

以上のように、実施の形態 4 に係るレンズ鏡筒によれば、実施の形態 2 にて説明した共通の構成に加えて、反射面を有するレンズ素子を光軸 A X 2 に直交する方向に退避するので、収納状態への移行に際して像側レンズ群を移動する必要がない。このため、機構を簡単にすることができるとともに、ズームレンズ系を光軸 A X 2 方向にコンパクトに構成することができる。

【 0 0 6 4 】

なお、前記図 9 に示すカメラに適用されるレンズ鏡筒についても、前記と同様に、望遠端の状態から広角端の状態へと移行し、第 1 レンズ群保持多段筒が最小長さに短縮され、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との間隔が最小になる位置で停止したときを収納状態とすることもできる。

【 0 0 6 5 】

(実施の形態 5)

図 10 (a) は、実施の形態 5 に係る撮像装置を適用したカメラの撮像状態の概略構成を示す透過斜視図、図 10 (b) は、実施の形態 5 に係る撮像装置を適用したカメラの収納状態の概略構成を示す透過斜視図である。図 10 (a) 及び図 10 (b) において、実施の形態 1 にて説明した構成と同一の構成については、同一の符号を付し、その説明を省略する。

【 0 0 6 6 】

10

20

30

40

50

実施の形態 5 に係る撮像装置は、実施の形態 1 ~ 4 に係る撮像装置と同一であるが、カメラに配置する際の光軸 A X 2 の配置方向レイアウトが異なる。すなわち、実施の形態 1 ~ 4 に係る撮像装置を適用したカメラは、シャッターボタン 3 のストローク方向に対して、光軸 A X 2 を垂直に配置し撮像装置を横置きするレイアウトを採用していた。これに対して、実施の形態 5 に係る撮像装置を適用したカメラは、シャッターボタン 3 のストローク方向に対して、光軸 A X 2 を平行に配置し撮像装置を縦置きするレイアウトを採用している。

【 0 0 6 7 】

このように、実施の形態 5 に係る撮像装置は、カメラに適用する場合の配置自由度を拡大することができ、カメラの意匠を創作する際の自由度を向上させることができる。

10

【 0 0 6 8 】

なお、前記図 1 0 に示すカメラに適用されるレンズ鏡筒についても、前記と同様に、望遠端の状態から広角端の状態へと移行し、第 1 レンズ群保持多段筒が最小長さに短縮され、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との間隔が最小になる位置で停止したときを収納状態とすることもできる。

【 0 0 6 9 】

(実施の形態 6 ~ 1 0)

以下、図面を参照しながら、実施の形態 1 ~ 5 の撮像装置に適用可能なズームレンズ系をさらに詳細に説明する。図 1 1 は、実施の形態 6 に係るズームレンズ系のレンズ配置図である。図 1 4 は、実施の形態 7 に係るズームレンズ系のレンズ配置図である。図 1 7 は、実施の形態 8 に係るズームレンズ系のレンズ配置図である。図 2 0 は、実施の形態 9 に係るズームレンズ系のレンズ配置図である。図 2 3 は、実施の形態 1 0 に係るズームレンズ系のレンズ配置図である。図 1 1、1 4、1 7、2 0 及び 2 3 において、(a) 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) 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) 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。

20

【 0 0 7 0 】

実施の形態 6 ~ 1 0 に係るズームレンズ系は、いずれも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、絞り A 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、正のパワーを有する第 5 レンズ群 G 5 とを備える。図 1 1、1 4、1 7、2 0 及び 2 3 の各図において、第 2 レンズ群 G 2 における第 5 レンズ素子 L 5 は、反射面を有するレンズ素子 (プリズム) に相当する構成であり、反射面は 5 a にて示している。また図 1 1、1 4、1 7、2 0 及び 2 3 の各図において、図中最も右側に記載された直線は、像面 S の位置を表し、その物体側には、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。実施の形態 6 ~ 1 0 に係るズームレンズ系は、これらの各レンズ群を所望のパワー配置にすることにより、高変倍率を達成し、高い光学性能を保ちつつレンズ系全体の小型化を可能にしている。

30

【 0 0 7 1 】

図 1 1 に示すように、実施の形態 6 に係るズームレンズ系において、第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 1 レンズ素子 L 1 と、物体側に凸面を向けた平凸形状の第 2 レンズ素子 L 2 と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第 3 レンズ素子 L 3 とからなる。これらのうち、第 1 レンズ素子 L 1 と第 2 レンズ素子 L 2 とは接合されている。

40

【 0 0 7 2 】

実施の形態 6 に係るズームレンズ系において、第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から像側へと順に、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、入射面及び出射面とも平面であり反射面 5 a を有するレンズ素子 L 5 と、両凹形状の第 6 レンズ素子 L 6 と、両凸形状の第 7 レンズ素子 L 7 とからなる。

【 0 0 7 3 】

50

また実施の形態 6 に係るズームレンズ系において、第 3 レンズ群 G 3 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 8 レンズ素子 L 8 と、両凸形状の第 9 レンズ素子 L 9 と、両凹形状の第 10 レンズ素子 L 10 とからなる。これらのうち、第 9 レンズ素子 L 9 と第 10 レンズ素子 L 10 とは接合されている。

【 0 0 7 4 】

また実施の形態 6 に係るズームレンズ系において、第 4 レンズ群 G 4 は、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第 11 レンズ素子 L 11 のみからなる。

【 0 0 7 5 】

また実施の形態 6 に係るズームレンズ系において、第 5 レンズ群 G 5 は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第 12 レンズ素子 L 12 と、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 L 13 とからなり、これら第 12 レンズ素子 L 12 と第 13 レンズ素子 L 13 とは接合されている。

10

【 0 0 7 6 】

実施の形態 6 に係るズームレンズ系において、広角端から望遠端へ向けてズーミングを行う際、第 1 レンズ群 G 1 及び第 3 レンズ群 G 3 は物体側へ移動し、第 4 レンズ群 G 4 は第 3 レンズ群 G 3 との間隔を変化させながら物体側に凸の軌跡を描いて移動し、第 2 レンズ群 G 2 及び第 5 レンズ群 G 5 は像面に対して固定される。

【 0 0 7 7 】

図 1 4 に示すように、実施の形態 7 に係るズームレンズ系において、第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 1 レンズ素子 L 1 と、物体側に凸面を向けた平凸形状の第 2 レンズ素子 L 2 と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第 3 レンズ素子 L 3 とからなる。これらのうち、第 1 レンズ素子 L 1 と第 2 レンズ素子 L 2 とは接合されている。

20

【 0 0 7 8 】

実施の形態 7 に係るズームレンズ系において、第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から像側へと順に、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、入射面及び出射面とも平面であり反射面 5 a を有するレンズ素子 L 5 と、両凹形状の第 6 レンズ素子 L 6 と、両凸形状の第 7 レンズ素子 L 7 とからなる。

【 0 0 7 9 】

また実施の形態 7 に係るズームレンズ系において、第 3 レンズ群 G 3 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 8 レンズ素子 L 8 と、両凸形状の第 9 レンズ素子 L 9 と、両凹形状の第 10 レンズ素子 L 10 とからなる。これらのうち、第 9 レンズ素子 L 9 と第 10 レンズ素子 L 10 とは接合されている。

30

【 0 0 8 0 】

また実施の形態 7 に係るズームレンズ系において、第 4 レンズ群 G 4 は、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第 11 レンズ素子 L 11 のみからなる。

【 0 0 8 1 】

また実施の形態 7 に係るズームレンズ系において、第 5 レンズ群 G 5 は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第 12 レンズ素子 L 12 と、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 L 13 とからなり、これら第 12 レンズ素子 L 12 と第 13 レンズ素子 L 13 とは接合されている。

40

【 0 0 8 2 】

実施の形態 7 に係るズームレンズ系において、広角端から望遠端へ向けてズーミングを行う際、第 1 レンズ群 G 1 及び第 3 レンズ群 G 3 は物体側へ移動し、第 4 レンズ群 G 4 は第 3 レンズ群 G 3 との間隔を変化させながら物体側に凸の軌跡を描いて移動し、第 2 レンズ群 G 2 及び第 5 レンズ群 G 5 は像面に対して固定される。

【 0 0 8 3 】

図 1 7 に示すように、実施の形態 8 に係るズームレンズ系において、第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 1 レンズ素子 L 1 と、物体側に凸面を向けた平凸形状の第 2 レンズ素子 L 2 と、物体側に凸面を向けた

50

正メニスカス形状の第3レンズ素子L3とからなる。これらのうち、第1レンズ素子L1と第2レンズ素子L2とは接合されている。

【0084】

実施の形態8に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第4レンズ素子L4と、入射面及び出射面とも平面であり反射面5aを有するレンズ素子L5と、両凹形状の第6レンズ素子L6と、両凸形状の第7レンズ素子L7とからなる。

【0085】

また実施の形態8に係るズームレンズ系において、第3レンズ群G3は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第8レンズ素子L8と、両凸形状の第9レンズ素子L9と、両凹形状の第10レンズ素子L10とからなる。これらのうち、第9レンズ素子L9と第10レンズ素子L10とは接合されている。

10

【0086】

また実施の形態8に係るズームレンズ系において、第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第11レンズ素子L11のみからなる。

【0087】

また実施の形態8に係るズームレンズ系において、第5レンズ群G5は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第12レンズ素子L12と、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とからなり、これら第12レンズ素子L12と第13レンズ素子L13とは接合されている。

20

【0088】

実施の形態8に係るズームレンズ系において、広角端から望遠端へ向けてズーミングを行う際、第1レンズ群G1及び第3レンズ群G3は物体側へ移動し、第4レンズ群G4は第3レンズ群G3との間隔を変化させながら物体側に凸の軌跡を描いて移動し、第2レンズ群G2及び第5レンズ群G5は像面に対して固定される。

【0089】

図20に示すように、実施の形態9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、物体側に凸面を向けた平凸形状の第2レンズ素子L2と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第3レンズ素子L3とからなる。これらのうち、第1レンズ素子L1と第2レンズ素子L2とは接合されている。

30

【0090】

実施の形態9に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第4レンズ素子L4と、入射面及び出射面とも平面であり反射面5aを有するレンズ素子L5と、両凹形状の第6レンズ素子L6と、両凸形状の第7レンズ素子L7とからなる。

【0091】

また実施の形態9に係るズームレンズ系において、第3レンズ群G3は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第8レンズ素子L8と、両凸形状の第9レンズ素子L9と、両凹形状の第10レンズ素子L10とからなる。これらのうち、第9レンズ素子L9と第10レンズ素子L10とは接合されている。

40

【0092】

また実施の形態9に係るズームレンズ系において、第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第11レンズ素子L11のみからなる。

【0093】

また実施の形態9に係るズームレンズ系において、第5レンズ群G5は、両凸形状の第12レンズ素子L12のみからなる。

【0094】

実施の形態9に係るズームレンズ系において、広角端から望遠端へ向けてズーミングを行う際、第1レンズ群G1及び第3レンズ群G3は物体側へ移動し、第4レンズ群G4は

50

第3レンズ群G3との間隔を変化させながら物体側に凸の軌跡を描いて移動し、第2レンズ群G2及び第5レンズ群G5は像面に対して固定される。

【0095】

図23に示すように、実施の形態10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、物体側に凸面を向けた平凸形状の第2レンズ素子L2と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第3レンズ素子L3とからなる。これらのうち、第1レンズ素子L1と第2レンズ素子L2とは接合されている。

【0096】

実施の形態10に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第4レンズ素子L4と、入射面及び出射面とも平面であり反射面5aを有するレンズ素子L5と、両凹形状の第6レンズ素子L6と、両凸形状の第7レンズ素子L7とからなる。

10

【0097】

また実施の形態10に係るズームレンズ系において、第3レンズ群G3は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第8レンズ素子L8と、両凸形状の第9レンズ素子L9と、両凹形状の第10レンズ素子L10とからなる。これらのうち、第9レンズ素子L9と第10レンズ素子L10とは接合されている。

【0098】

また実施の形態10に係るズームレンズ系において、第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第11レンズ素子L11のみからなる。

20

【0099】

また実施の形態10に係るズームレンズ系において、第5レンズ群G5は、両凸形状の第12レンズ素子L12のみからなる。

【0100】

実施の形態10に係るズームレンズ系において、広角端から望遠端へ向けてズームを行う際、第1レンズ群G1及び第3レンズ群G3は物体側へ移動し、第4レンズ群G4は第3レンズ群G3との間隔を変化させながら物体側に凸の軌跡を描いて移動し、第2レンズ群G2及び第5レンズ群G5は像面に対して固定される。

【0101】

実施の形態6～10に係るズームレンズ系は、前記したように、少なくとも1つのレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有するが、正のパワーを有する第1レンズ群、反射面を有するレンズ素子を含み、負のパワーを有する第2レンズ群及び正のパワーを有するレンズ群を少なくとも1つ含む後続レンズ群を備える限り、かかるズームレンズ系を構成するレンズ群の数には特に限定がなく、実施の形態6～10のように5群構成であってもよく、それ以外であってもよい。

30

【0102】

実施の形態6～10に係るズームレンズ系は、複数のレンズ群のうち、少なくともいずれか2つのレンズ群の間隔を変化させることによってズームを行うが、これらレンズ群のいずれか1つ、レンズ素子のいずれか1つ又は1つのレンズ群を構成する隣り合った複数のレンズ素子が光軸に対して垂直方向に移動することによって、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

40

【0103】

各実施の形態において、像のぶれを光学的に補正する場合、このようにレンズ群のいずれか1つ、レンズ素子のいずれか1つ又は1つのレンズ群を構成する隣り合った複数のレンズ素子が光軸に対して垂直方向に移動することにより、ズームレンズ系全体の大型化を抑制しながら、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。

【0104】

なお各実施の形態において、第2レンズ群以外のレンズ群のいずれか1つか、又は反射

50

面を有するレンズ素子以外のレンズ素子のいずれか1つか、又は1つのレンズ群を構成する反射面を有するレンズ素子以外の隣り合った複数のレンズ素子が、光軸に対して垂直方向に移動する場合には、ズームレンズ系全体をよりコンパクトに構成することができ、しかもさらに優れた結像特性を維持しつつ、像ぶれの補正を行うことができるという点から好ましく、特に反射面を有するレンズ素子を含まないレンズ群のいずれか1つが光軸に対して垂直方向に移動することが好ましい。

【0105】

また各実施の形態において、第2レンズ群よりも像側のレンズ群のいずれか1つか、又は第2レンズ群よりも像側のレンズ群を構成するレンズ素子のいずれか1つか、又は第2レンズ群よりも像側の1つのレンズ群を構成する隣り合った複数のレンズ素子が、光軸に対して垂直方向に移動する場合には、ズームレンズ系全体をよりさらにコンパクトに構成することができ、しかもさらに優れた結像特性を維持しつつ、像ぶれの補正を行うことができるという点から好ましく、特に反射面を有するレンズ素子を含まないレンズ群のいずれか1つが光軸に対して垂直方向に移動することが好ましい。

10

【0106】

さらに各実施の形態において、後続レンズ群のいずれか1つ、特に後続レンズ群のうち最も物体側にある第3レンズ群が光軸に対して垂直方向に移動する場合には、ズームレンズ系全体を特にコンパクトに構成することができ、しかもさらに優れた結像特性を維持しつつ、像ぶれの補正を行うことができるという点から特に好ましい。

【0107】

以下、例えば実施の形態6及び8~10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、正のパワーを有する第1レンズ群と、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み、負のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群、正のパワーを有する第4レンズ群及び正のパワーを有する第5レンズ群で構成された後続レンズ群とを備える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。

20

【0108】

例えば実施の形態6及び8~10に係るズームレンズ系のごときズームレンズ系は、以下の条件(1)を満足する。

$$0.50 < (C - S) / H \leq 0.921 \dots (1)$$

ここで、

C：第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面と反射面を有するレンズ素子との間隔と、第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面のサグとが等しくなる、第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面の有効半径

$$C = (2R \cdot d_R - d_R^2) / 2$$

S：第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面の高さHにおけるサグ、

H：(反射面を有するレンズ素子の光軸方向の厚み) / 2、

R：第2レンズ群最物体側レンズ素子像側面の曲率半径、

d_R ：第2レンズ群最物体側レンズ素子と反射面を有するレンズ素子との間隔である。

30

40

【0109】

前記条件(1)は、ズームレンズ系の結像特性を良好にし、かつ小型化を図るための条件である。条件(1)の上限を上回ると、反射面によって物体からの光線を水平方向に折り曲げることが困難となる。一方、条件(1)の下限を下回ると、周辺の結像性能が低下するので、結像性能を向上させるために、ズームレンズ系全体が大きくなる。

【0110】

なお、さらに以下の条件(1)'を満足することにより、前記効果をさらに奏功させる

50

ことができる。

$$0.75 < (C - S) / H \quad \dots (1)'$$

【0111】

また例えば実施の形態6及び8～10に係るズームレンズ系のごときズームレンズ系は、前記条件(1)とともに、以下の条件(2)(単位：mm)も満足する。

$$1.468 \frac{d_R \cdot f_W}{d_2} < 1.8 \quad \dots (2)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 5.0$ である)

ここで、

d_R ：第2レンズ群最物体側レンズ素子と反射面を有するレンズ素子との間隔、

d_2 ：第2レンズ群最物体側レンズ素子と、反射面を有するレンズ素子の像側に隣接する

第2レンズ群内レンズ素子との間隔、

f_W ：広角端における全系の焦点距離、

f_T ：望遠端における全系の焦点距離

である。

【0112】

前記条件(2)は、ズームレンズ系の結像特性を良好にし、かつ小型化を図るための条件である。条件(2)の上限を上回ると、周辺の結像性能が低下するので、結像性能を向上させるために、ズームレンズ系全体が大きくなる。一方、条件(2)の下限を下回ると、反射面となるために、物体からの光線を水平方向に折り曲げることが困難となる。

【0113】

なお、さらに以下の条件(2)'(単位：mm)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。

$$1.468 \frac{d_R \cdot f_W}{d_2} < 1.5 \quad \dots (2)'$$

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 5.0$ である)

【0114】

また例えば実施の形態6及び8～10に係るズームレンズ系のように、後続レンズ群のいずれか1つが光軸に対して垂直方向に移動するズームレンズ系は、以下の条件(3)及び(4)を全系において満足することが望ましい。

$$Y_T > Y \quad \dots (3)$$

$$0.0 < (Y / Y_T) / (f / f_T) < 3.0 \quad \dots (4)$$

(ただし、 $Z = f_T / f_W > 5.0$ である)

ここで、

f ：全系の焦点距離、

f_T ：望遠端における全系の焦点距離、

Y ：全系の焦点距離 f における、光軸に対して垂直方向に移動するレンズ群の最大ぶれ補正時の移動量、

Y_T ：望遠端での全系の焦点距離 f_T における、光軸に対して垂直方向に移動するレンズ群の最大ぶれ補正時の移動量、

f_W ：広角端における全系の焦点距離

である。

【0115】

前記条件(3)及び(4)は、ズームレンズ系全系における、光軸に対して垂直方向に移動するレンズ群の最大ぶれ補正時の移動量に関する式であり、ズームレンズ系の場合、補正角が全ズーム域で一定のときには、ズーム比が大きいほど、光軸に対して垂直方向に移動するレンズ群の移動量が大きく、逆にズーム比が小さいほど、移動量が小さくなる。条件(3)を満足しない場合又は条件(4)の上限を上回ると、ぶれ補正が過剰となり、光学性能の劣化が大きくなる恐れがある。また条件(4)の下限を下回ると、ぶれ補正が不足となり、十分なぶれ補正効果を期待することができない。

【0116】

なお、さらに以下の条件(4)'及び(4)''の少なくとも1つを満足することによ

10

20

30

40

50

り、前記効果をさらに奏功させることができる。

$$1.0 < (Y/Y_T) / (f/f_T) \quad \dots (4)'$$

$$(Y/Y_T) / (f/f_T) < 2.0 \quad \dots (4)''$$

(ただし、 $Z = f_T/f_W > 5.0$ である)

【0117】

また例えば実施の形態6及び8～10に係るズームレンズ系のごとく、撮像時の広角端から望遠端へのズーミングにおいて、第2レンズ群が光軸方向に移動しないズームレンズ系を保持するレンズ鏡筒を、実施の形態1～5のように、収納状態において、第2レンズ群が、光軸方向であって、ズームレンズ系の像側へ退避する撮像装置に適用する場合、ズームレンズ系は、以下の条件(5)を満足することが望ましい。

$$0.25 < D/d_A < 0.60 \quad \dots (5)$$

ここで、

D：第2レンズ群よりも像側にある各レンズ群の光軸上の厚さの総和、

d_A ：第2レンズ群よりも像側にあつてズーミングにおいて光軸方向に移動する各レンズ群間の光軸上の空気間隔の総和である。

【0118】

条件(5)は、撮像装置の収納状態の厚みに関する条件である。条件(5)の上限を上回ると、退避される光学要素が大きくなるため、撮像装置が大きくなる傾向がある。一方、条件(5)の下限を下回ると、ズームレンズ系全体での十分な収差補正が困難となる傾向がある。

【0119】

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

$$0.30 < D/d_A \quad \dots (5)'$$

$$D/d_A < 0.40 \quad \dots (5)''$$

【0120】

また例えば実施の形態6及び8～10に係るズームレンズ系のごとく、撮像時の広角端から望遠端へのズーミングにおいて、第2レンズ群が光軸方向に移動しないズームレンズ系を保持するレンズ鏡筒を、実施の形態1～5のように、収納状態において、第2レンズ群が、光軸方向であつて、ズームレンズ系の像側へ退避する撮像装置に適用する場合、ズームレンズ系は、以下の条件(6)を満足することが望ましい。

$$0.80 < (D_{12} + H_2) / d_A < 1.25 \quad \dots (6)$$

ここで、

D_{12} ：第1レンズ群及び第2レンズ群の光軸上の厚さの総和、

H_2 ：反射面を有するレンズ素子の光軸方向の厚み、

d_A ：第2レンズ群よりも像側にあつてズーミングにおいて光軸方向に移動する各レンズ群間の光軸上の空気間隔の総和である。

【0121】

条件(6)は、撮像装置の収納状態の厚みに関する条件である。条件(6)の上限を上回ると、退避される光学要素が大きくなるため、撮像装置が大きくなる傾向がある。一方、条件(6)の下限を下回ると、ズームレンズ系全体での十分な収差補正が困難となる傾向がある。

【0122】

なお、さらに以下の条件(6)'及び(6)''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。

$$0.90 < (D_{12} + H_2) / d_A \quad \dots (6)'$$

$$(D_{12} + H_2) / d_A < 1.20 \quad \dots (6)''$$

【0123】

10

20

30

40

50

なお、実施の形態 6 ~ 10 に係るズームレンズ系は、いずれも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、絞り A 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、正のパワーを有する第 5 レンズ群 G 5 とを備える正負正正正の 5 成分構成のズームレンズ系であるが、これらに限定されるものではない。例えば正負正の 3 成分構成、正負正負の 4 成分構成、正負正負正の 5 成分構成等、正のパワーを有する第 1 レンズ群と、負のパワーを有する第 2 レンズ群と、正のパワーを有するレンズ群を少なくとも 1 つ含む後続レンズ群とを備えた種々の構成をとることが可能であり、このようなズームレンズ系は、例えば実施の形態 1 ~ 5 に示した撮像装置に好適に使用することができる。

【 0 1 2 4 】

10

なお、実施の形態 6 ~ 10 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。

【 0 1 2 5 】

また、以上説明した実施の形態 6 ~ 10 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ができる。

20

【 0 1 2 6 】

また、以上説明した実施の形態 6 ~ 10 に係るズームレンズ系と、デジタルスチルカメラの構成は、動画を対象としたデジタルビデオカメラに用いることもできる。この場合には、静止画だけでなく、解像度の高い動画を撮影することができる。

【 0 1 2 7 】

以下、実施の形態 6 ~ 10 に係るズームレンズ系を具体的に実施した数値実施例及び参考例を説明する。なお、各数値実施例及び参考例において、表中の長さの単位はすべて mm である。また、各数値実施例及び参考例において、r は曲率半径、d は面間隔、nd は d 線における屈折率、d は d 線におけるアッペ数である。また、各数値実施例及び参考例において、* 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 】

$$Z = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/r)^2}} + Dh^4 + Eh^6 + Fh^8 + Gh^{10}$$

ここで、κ は円錐定数、D、E、F 及び G は、それぞれ 4 次、6 次、8 次及び 10 次の非球面係数である。

40

【 0 1 2 8 】

図 1 2 は、実施例 1 に係るズームレンズ系の縦収差図である。図 1 5 は、参考例に係るズームレンズ系の縦収差図である。図 1 8 は、実施例 3 に係るズームレンズ系の縦収差図である。図 2 1 は、実施例 4 に係るズームレンズ系の縦収差図である。図 2 4 は、実施例 5 に係るズームレンズ系の縦収差図である。

【 0 1 2 9 】

各縦収差図において、(a) は広角端、(b) は中間位置、(c) 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、非点収差、歪曲収差を示す。球面収差図において、縦軸は F ナンバーを表し、実線は d 線、短破線は F 線、長破線は C 線の特性である。非点収差図において、縦軸は半画角を表し、実線はサジタル平面（図中、s

50

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、縦軸は半画角を表す。

【0130】

また図13は、実施例1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。図16は、参考例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。図19は、実施例3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。図22は、実施例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。図25は、実施例5に係るズームレンズ系の望遠端における横収差図である。

【0131】

各横収差図において、(a)~(c)は、望遠端における像ぶれ補正を行っていない基本状態、(d)~(f)は、第3レンズ群G3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対応する。基本状態の各横収差図のうち、(a)は最大像高の75%の像点における横収差、(b)は軸上像点における横収差、(c)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、(d)は最大像高の75%の像点における横収差、(e)は軸上像点における横収差、(f)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、短破線はF線、長破線はC線の特性である。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3レンズ群G3の光軸とを含む平面としている。

【0132】

なお、望遠端における像ぶれ補正状態での第3レンズ群G3の光軸と垂直な方向への移動量は、後述の表16中に Y_T で示している。また、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3レンズ群G3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。

【0133】

各横収差図から明らかのように、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。

【0134】

(実施例1)

実施例1のズームレンズ系は、図11に示した実施の形態6に対応する。実施例1のズームレンズ系のレンズデータを表1に、撮影距離がの場合の、焦点距離、Fナンバー、半画角及び可変面間隔データを表2に、非球面データを表3に示す。

10

20

30

【表 1】

レンズ群	レンズ素子	面	r	d	nd	ν /d
G1	L1	1	43.235	1.0000	1.846660	23.78
		2	26.810	4.7000	1.497000	81.61
	L3	3	∞	0.1500		
		4	26.098	3.1000	1.772500	49.65
		5	85.264	可変		
G2	L4	6	85.264	0.6500	1.834810	42.72
		7	6.200	3.5040		
	L5 反射面	8	∞	4.5000	1.622990	58.17
		9	∞	4.5000	1.622990	58.17
		10	∞	0.5240		
	L6	11	-14.854 *	0.7200	1.665470	55.18
		12	27.893	0.2970		
		13	138.643	2.0000	1.846660	23.78
		14	-18.386	可変		
	絞り		15	∞	1.8000	
G3	L8	16	10.312	2.0000	1.806100	40.73
		17	243.603	2.4720		
	L9 L10	18	11.465 *	2.0000	1.665470	55.18
		19	-15.089	0.6000	1.805180	25.46
		20	7.416	可変		
G4	L11	21	11.951 *	1.7000	1.514430	63.28
		22	27.633	可変		
G5	L12	23	13.700	2.3000	1.696800	55.48
		24	-13.700	0.6000	1.755200	27.52
	L13	25	-30.837	0.5000		
P		26	∞	0.9000	1.516800	64.20
		27	∞			

10

20

【表 2】

面間隔	広角端	中間位置	望遠端
d5	1.9070	11.0972	20.8191
d14	20.3013	7.3686	1.5000
d20	6.9473	10.5350	20.0138
d22	8.7132	18.0582	14.4466
f	5.72	17.78	54.91
F	2.88	3.97	4.23
ω	30.96	10.35	3.39

30

【表 3】

面	κ	D	E	F	G
11	-2.5004E+00	1.3852E-04	1.9875E-06	-3.6336E-08	1.9112E-09
18	0.0000E+00	-2.0999E-04	-1.7665E-06	-1.4733E-07	3.1100E-09
21	-2.7652E-01	-3.4717E-05	7.8066E-07	-3.0819E-08	5.2779E-10

【0135】

40

(参考例)

参考例のズームレンズ系は、図14に示した実施の形態7に対応する。参考例のズームレンズ系のレンズデータを表4に、撮影距離が の場合の、焦点距離、Fナンバー、半画角及び可変面間隔データを表5に、非球面データを表6に示す。

【表 4】

レンズ群	レンズ素子	面	r	d	nd	ν d
G1	L1	1	35.978	0.8600	1.846660	23.78
		2	21.193	4.0420	1.487490	70.45
	L3	3	∞	0.1290		
		4	21.418	2.6660	1.772500	49.65
		5	83.587	可変		
G2	L4	6	83.587	0.5590	1.834810	42.72
		7	5.332	3.0130		
	L5 反射面	8	∞	3.8700	1.622990	58.17
		9	∞	3.8700	1.622990	58.17
		10	∞	0.3716		
	L6	11	-13.762 *	0.6192	1.606020	57.44
		12	16.681	0.2641		
		13	39.290	1.7200	1.846660	23.78
	L7	14	-20.706	可変		
絞り		15	∞	1.5480		
G3	L8	16	8.322	1.7200	1.806100	40.73
		17	117.230	2.1210		
	L9 L10	18	9.757 *	1.7200	1.665470	55.18
		19	-11.523	0.5160	1.805180	25.46
		20	6.080	可変		
G4	L11	21	9.946 *	1.4620	1.514430	63.28
		22	26.945	可変		
G5	L12 L13	23	12.405	1.9780	1.696800	55.48
		24	-12.405	0.5160	1.755200	27.52
		25	-23.164	0.4300		
P		26	∞	0.7740	1.516800	64.20
		27	∞			

10

【表 5】

面間隔	広角端	中間位置	望遠端
d5	1.5464	9.1215	17.0304
d14	16.3815	5.8973	1.2900
d20	4.6854	7.5676	17.2043
d22	7.7435	15.3457	10.3157
f	4.92	15.29	47.23
F	2.89	3.95	4.14
ω	30.86	10.37	3.40

30

【表 6】

面	K	D	E	F	G
11	-1.6874E+00	3.3858E-04	2.1770E-06	2.3600E-07	-6.3699E-09
18	0.0000E+00	-4.0324E-04	-3.0211E-06	-7.9683E-07	2.6957E-08
21	-6.6488E-01	-8.4504E-06	6.5101E-07	6.6053E-09	-1.0698E-09

【 0 1 3 6 】

(実施例 3)

実施例 3 のズームレンズ系は、図 1 7 に示した実施の形態 8 に対応する。実施例 3 のズームレンズ系のレンズデータを表 7 に、撮影距離が の場合の、焦点距離、F ナンバー、半画角及び可変面間隔データを表 8 に、非球面データを表 9 に示す。

40

【表 7】

レンズ群	レンズ素子	面	r	d	nd	νd
G1	L1	1	42.130	0.9500	1.846660	23.78
		2	24.853	4.5000	1.487490	70.45
	L3	3	∞	0.1500		
		4	25.187	3.0000	1.772500	49.65
		5	94.920	可変		
G2	L4	6	94.920	0.6305	1.834810	42.72
		7	6.014	3.5532		
	L5 反射面	8	∞	4.3650	1.622990	58.17
		9	∞	4.3650	1.622990	58.17
		10	∞	0.3070		
	L6	11	-19.577 *	0.6984	1.606020	57.44
		12	16.652	0.3012		
		13	36.720	1.9400	1.846660	23.78
		14	-27.011	可変		
	絞り		15	∞	1.7460	
G3	L8	16	9.622	1.9400	1.806100	40.73
		17	213.444	2.1637		
	L9 L10	18	11.396 *	1.9400	1.665470	55.18
		19	-14.883	0.5820	1.805180	25.46
		20	6.965	可変		
G4	L11	21	12.084 *	1.6490	1.514430	63.28
		22	27.615	可変		
G5	L12 L13	23	13.538	2.2310	1.696800	55.48
		24	-13.538	0.5820	1.755200	27.52
	25	-31.899	0.8859			
P		26	∞	0.9000	1.516800	64.20
		27	∞			

10

20

【表 8】

面間隔	広角端	中間位置	望遠端
d5	1.7776	10.6812	20.1140
d14	19.7024	7.4376	1.5000
d20	6.4473	8.8724	18.0000
d22	8.4841	18.3238	15.1335
f	5.55	17.24	53.24
F	2.90	4.02	4.24
ω	31.64	10.63	3.50

30

【表 9】

面	κ	D	E	F	G
11	-5.1214E+00	2.1879E-04	2.8061E-06	-2.6918E-08	1.7724E-09
18	0.0000E+00	-2.5395E-04	-2.6126E-06	-1.5953E-07	2.6553E-09
21	2.4552E-01	-7.0577E-05	3.7580E-07	-2.0239E-08	1.7546E-10

【0137】

(実施例 4)

40

実施例 4 のズームレンズ系は、図 20 に示した実施の形態 9 に対応する。実施例 4 のズームレンズ系のレンズデータを表 10 に、撮影距離が の場合の、焦点距離、F ナンバー、半画角及び可変面間隔データを表 11 に、非球面データを表 12 に示す。

【表 1 0】

レンズ群	レンズ素子	面	r	d	nd	νd
G1	L1	1	35.456	0.9000	1.846660	23.78
		2	21.617	3.7000	1.487490	70.45
	L3	3	∞	0.1500		
		4	24.369	2.7000	1.772500	49.65
		5	109.332	可変		
G2	L4	6	109.332	0.6300	1.834810	42.72
		7	6.100	3.5086		
	L5 反射面	8	∞	4.4000	1.772500	49.65
		9	∞	4.4000	1.772500	49.65
		10	∞	0.3059		
	L6	11	-21.324 *	0.7200	1.606020	57.44
		12	13.194	0.3108		
	L7	13	22.481	1.5000	1.846660	23.78
		14	-39.659	可変		
	絞り		15	∞	0.9000	
G3	L8	16	8.029	1.9400	1.806100	40.73
		17	115.379	1.8863		
	L9	18	10.921 *	2.0000	1.665470	55.18
		19	-9.554	0.5800	1.805180	25.46
	L10	20	6.051	可変		
G4	L11	21	11.538 *	1.6000	1.518350	70.33
		22	39.674	可変		
G5	L12	23	10.884	2.0000	1.487490	70.45
		24	-34.597	2.2424		
P		25	∞	0.9000	1.516800	64.20
		26	∞			

10

【表 1 1】

面間隔	広角端	中間位置	望遠端
d5	0.7000	9.9286	17.4428
d14	16.5940	6.2602	0.9000
d20	5.2331	8.0229	18.9485
d22	5.1335	12.6767	7.1127
f	5.28	17.23	50.72
F	2.89	3.93	4.21
ω	32.99	10.55	3.65

30

【表 1 2】

面	κ	D	E	F	G
11	0.0000E+00	3.5604E-04	4.9503E-07	1.6624E-08	4.0776E-09
18	0.0000E+00	-4.6806E-04	-3.3313E-07	-1.5165E-06	8.4085E-08
21	1.4744E-01	-6.3685E-05	1.5223E-06	-1.3252E-07	3.0861E-09

【 0 1 3 8】

(実施例 5)

実施例 5 のズームレンズ系は、図 2 3 に示した実施の形態 1 0 に対応する。実施例 5 のズームレンズ系のレンズデータを表 1 3 に、撮影距離が の場合の、焦点距離、F ナンバ

40

ー、半画角及び可変面間隔データを表 1 4 に、非球面データを表 1 5 に示す。

【表 1 3】

レンズ群	レンズ素子	面	r	d	nd	ν d
G1	L1	1	35.114	0.9000	1.846660	23.78
		2	21.591	3.7000	1.487490	70.45
	L3	3	∞	0.1500		
		4	24.457	2.7000	1.772500	49.65
		5	109.770	可変		
G2	L4	6	109.770	0.6300	1.834810	42.72
		7	6.258	4.0645		
	L5 反射面	8	∞	4.4000	1.772500	49.65
		9	∞	4.4000	1.772500	49.65
		10	∞	0.3275		
	L6	11	-20.562 *	0.7200	1.606020	57.44
		12	13.123	0.3126		
		13	22.973	1.5000	1.846660	23.78
14		-39.342	可変			
絞り		15	∞	0.9000		
G3	L8	16	8.045	1.9400	1.806100	40.73
		17	117.856	1.8917		
	L9 L10	18	10.924 *	2.0000	1.665470	55.18
		19	-9.488	0.5800	1.805180	25.46
		20	6.050	可変		
G4	L11	21	11.207 *	1.6000	1.518350	70.33
		22	36.946	可変		
G5	L12	23	10.854	2.0000	1.487490	70.45
		24	-37.672	2.2650		
P		25	∞	0.9000	1.516800	64.20
		26	∞			

10

20

【表 1 4】

面間隔	広角端	中間位置	望遠端
d5	0.7000	9.8346	17.3397
d14	16.2702	6.0545	0.9000
d20	4.8584	7.5841	18.8861
d22	5.3124	12.8018	6.6549
f	5.29	17.24	50.82
F	2.88	3.92	4.17
ω	32.94	10.54	3.64

30

【表 1 5】

面	κ	D	E	F	G
11	0.0000E+00	3.4789E-04	2.2706E-07	-2.5419E-08	5.5580E-09
18	0.0000E+00	-4.6981E-04	9.0647E-07	-1.4773E-06	7.5355E-08
21	1.2112E-01	-6.6715E-05	1.6658E-06	-1.3639E-07	3.2548E-09

【 0 1 3 9】

以下の表 1 6 に、上述した各条件の対応値を示す。ただし表 1 6 中、 Y_W 及び Y_M は、それぞれ

Y_W ：広角端での全系の焦点距離 f_W における、光軸に対して垂直方向に移動するレンズ群（第 3 レンズ群）の最大ぶれ補正時の移動量、

Y_M ：中間位置での全系の焦点距離 f_M における、光軸に対して垂直方向に移動するレンズ群（第 3 レンズ群）の最大ぶれ補正時の移動量

を示し、ズームレンズ系が広角端の状態のとき、すなわち条件式 (4) において $Y = Y_W$ ($f = f_W$) のときの対応値 (Y_W / Y_T) / (f_W / f_T) と、ズームレンズ系が中間位置の状態のとき、すなわち条件式 (4) において $Y = Y_M$ ($f = f_M$) のときの対応値 (Y_M / Y_T) / (f_M / f_T) とを求めた。

40

【表 16】

条件		実施例				参考例
		1	3	4	5	
(1)	$(C-S)/H$	0.811	0.827	0.829	0.921	0.811
(2)	$d_R \cdot f_W / d_2$	1.539	1.566	1.468	1.628	1.333
(4)	$(Y_W/Y_T)/(f_W/f_T)$	0.451	0.449	0.462	0.469	0.443
(4)	$(Y_M/Y_T)/(f_M/f_T)$	1.073	1.062	1.083	1.096	1.070
(5)	$\Sigma D / \Sigma d_A$	0.325	0.320	0.371	0.379	0.348
(6)	$(\Sigma D_{12} + H_2) / \Sigma d_A$	0.963	0.967	1.188	1.233	1.032
	Y_W	0.031	0.030	0.030	0.030	0.027
	Y_M	0.073	0.072	0.077	0.078	0.067
	Y_T	0.211	0.208	0.210	0.209	0.192

10

【産業上の利用可能性】

【0140】

本発明に係るズームレンズ系は、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、携帯電話機器、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、特にデジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ等の高画質が要求されるカメラに好適である。

20

【図面の簡単な説明】

【0141】

【図1】(a)は、実施の形態1に係る撮像装置を適用したカメラの撮像状態の概略構成を示す透過斜視図、(b)は、実施の形態1に係る撮像装置を適用したカメラの収納状態の概略構成を示す透過斜視図

【図2】(a)は、実施の形態1の広角端の撮像状態の撮像光学系の配置を示すレンズ配置図、(b)は、実施の形態1の収納状態の撮像光学系の配置を示すレンズ配置図

30

【図3】(a)は、実施の形態1に係る撮像装置の望遠端の撮像状態のレンズ鏡筒の配置を示す断面図、(b)は、実施の形態1に係る撮像装置の広角端の撮像状態のレンズ鏡筒の配置を示す断面図、(c)は、実施の形態1に係る撮像装置の収納状態のレンズ鏡筒の配置を示す断面図

【図4】(a)は、実施の形態1の変形例に係る撮像装置を適用したカメラの撮像状態の概略構成を示す透過斜視図、(b)は、実施の形態1の変形例に係る撮像装置を適用したカメラの収納状態の概略構成を示す透過斜視図

【図5】(a)は、実施の形態2に係る撮像装置を適用したカメラの撮像状態の概略構成を示す透過斜視図、(b)は、実施の形態2に係る撮像装置を適用したカメラの収納状態の概略構成を示す透過斜視図

40

【図6】(a)は、実施の形態2の広角端の撮像状態の撮像光学系の配置を示すレンズ配置図、(b)は、実施の形態2の収納状態の撮像光学系の配置を示すレンズ配置図

【図7】(a)は、実施の形態2に係る撮像装置の望遠端の撮像状態のレンズ鏡筒の配置を示す断面図、(b)は、実施の形態2に係る撮像装置の広角端の撮像状態のレンズ鏡筒の配置を示す断面図、(c)は、実施の形態2に係る撮像装置の収納状態のレンズ鏡筒の配置を示す断面図

【図8】(a)は、実施の形態3に係る撮像装置を適用したカメラの撮像状態の概略構成を示す透過斜視図、(b)は、実施の形態3に係る撮像装置を適用したカメラの収納状態の概略構成を示す透過斜視図

【図9】(a)は、実施の形態4に係る撮像装置を適用したカメラの撮像状態の概略構成

50

を示す透過斜視図、(b)は、実施の形態4に係る撮像装置を適用したカメラの収納状態の概略構成を示す透過斜視図

【図10】(a)は、実施の形態5に係る撮像装置を適用したカメラの撮像状態の概略構成を示す透過斜視図、(b)は、実施の形態5に係る撮像装置を適用したカメラの収納状態の概略構成を示す透過斜視図

【図11】(a)は、実施の形態6(実施例1)に係るズームレンズ系の広角端の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図、(b)は、実施の形態6(実施例1)に係るズームレンズ系の中間位置(中間焦点距離状態)の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図、(c)は、実施の形態6(実施例1)に係るズームレンズ系の望遠端の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図

10

【図12】(a)は、実施例1に係るズームレンズ系の広角端の無限遠合焦状態の縦収差図、(b)は、実施例1に係るズームレンズ系の中間位置(中間焦点距離状態)の無限遠合焦状態の縦収差図、(c)は、実施例1に係るズームレンズ系の望遠端の無限遠合焦状態の縦収差図

【図13】(a)は、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での最大像高の75%の像点における横収差図、(b)は、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での軸上像点における横収差図、(c)は、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での最大像高の-75%の像点における横収差図、(d)は、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状態での最大像高の75%の像点における横収差図、(e)は、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状態での軸上像点における横収差図、(f)は、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状態での最大像高の-75%の像点における横収差図

20

【図14】(a)は、実施の形態7(参考例)に係るズームレンズ系の広角端の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図、(b)は、実施の形態7(参考例)に係るズームレンズ系の中間位置(中間焦点距離状態)の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図、(c)は、実施の形態7(参考例)に係るズームレンズ系の望遠端の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図

【図15】(a)は、参考例に係るズームレンズ系の広角端の無限遠合焦状態の縦収差図、(b)は、参考例に係るズームレンズ系の中間位置(中間焦点距離状態)の無限遠合焦状態の縦収差図、(c)は、参考例に係るズームレンズ系の望遠端の無限遠合焦状態の縦収差図

30

【図16】(a)は、参考例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での最大像高の75%の像点における横収差図、(b)は、参考例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での軸上像点における横収差図、(c)は、参考例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での最大像高の-75%の像点における横収差図、(d)は、参考例に係るズームレンズ系の望遠端における像ぶれ補正状態での最大像高の75%の像点における横収差図、(e)は、参考例に係るズームレンズ系の望遠端における像ぶれ補正状態での軸上像点における横収差図、(f)は、参考例に係るズームレンズ系の望遠端における像ぶれ補正状態での最大像高の-75%の像点における横収差図

40

【図17】(a)は、実施の形態8(実施例3)に係るズームレンズ系の広角端の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図、(b)は、実施の形態8(実施例3)に係るズームレンズ系の中間位置(中間焦点距離状態)の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図、(c)は、実施の形態8(実施例3)に係るズームレンズ系の望遠端の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図

【図18】(a)は、実施例3に係るズームレンズ系の広角端の無限遠合焦状態の縦収差図、(b)は、実施例3に係るズームレンズ系の中間位置(中間焦点距離状態)の無限遠合焦状態の縦収差図、(c)は、実施例3に係るズームレンズ系の望遠端の無限遠合焦状態の縦収差図

【図19】(a)は、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

50

ていない基本状態での最大像高の75%の像点における横収差図、(b)は、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での軸上像点における横収差図、(c)は、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での最大像高の-75%の像点における横収差図、(d)は、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状態での最大像高の75%の像点における横収差図、(e)は、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状態での軸上像点における横収差図、(f)は、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状態での最大像高の-75%の像点における横収差図

【図20】(a)は、実施の形態9(実施例4)に係るズームレンズ系の広角端の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図、(b)は、実施の形態9(実施例4)に係るズームレンズ系の中間位置(中間焦点距離状態)の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図、(c)は、実施の形態9(実施例4)に係るズームレンズ系の望遠端の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図

10

【図21】(a)は、実施例4に係るズームレンズ系の広角端の無限遠合焦状態の縦収差図、(b)は、実施例4に係るズームレンズ系の中間位置(中間焦点距離状態)の無限遠合焦状態の縦収差図、(c)は、実施例4に係るズームレンズ系の望遠端の無限遠合焦状態の縦収差図

【図22】(a)は、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での最大像高の75%の像点における横収差図、(b)は、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での軸上像点における横収差図、(c)は、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での最大像高の-75%の像点における横収差図、(d)は、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状態での最大像高の75%の像点における横収差図、(e)は、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状態での軸上像点における横収差図、(f)は、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状態での最大像高の-75%の像点における横収差図

20

【図23】(a)は、実施の形態10(実施例5)に係るズームレンズ系の広角端の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図、(b)は、実施の形態10(実施例5)に係るズームレンズ系の中間位置(中間焦点距離状態)の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図、(c)は、実施の形態10(実施例5)に係るズームレンズ系の望遠端の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図

30

【図24】(a)は、実施例5に係るズームレンズ系の広角端の無限遠合焦状態の縦収差図、(b)は、実施例5に係るズームレンズ系の中間位置(中間焦点距離状態)の無限遠合焦状態の縦収差図、(c)は、実施例5に係るズームレンズ系の望遠端の無限遠合焦状態の縦収差図

【図25】(a)は、実施例5に係るズームレンズ系の望遠端における像ぶれ補正を行っていない基本状態での最大像高の75%の像点における横収差図、(b)は、実施例5に係るズームレンズ系の望遠端における像ぶれ補正を行っていない基本状態での軸上像点における横収差図、(c)は、実施例5に係るズームレンズ系の望遠端における像ぶれ補正を行っていない基本状態での最大像高の-75%の像点における横収差図、(d)は、実施例5に係るズームレンズ系の望遠端における像ぶれ補正状態での最大像高の75%の像点における横収差図、(e)は、実施例5に係るズームレンズ系の望遠端における像ぶれ補正状態での軸上像点における横収差図、(f)は、実施例5に係るズームレンズ系の望遠端における像ぶれ補正状態での最大像高の-75%の像点における横収差図

40

【符号の説明】

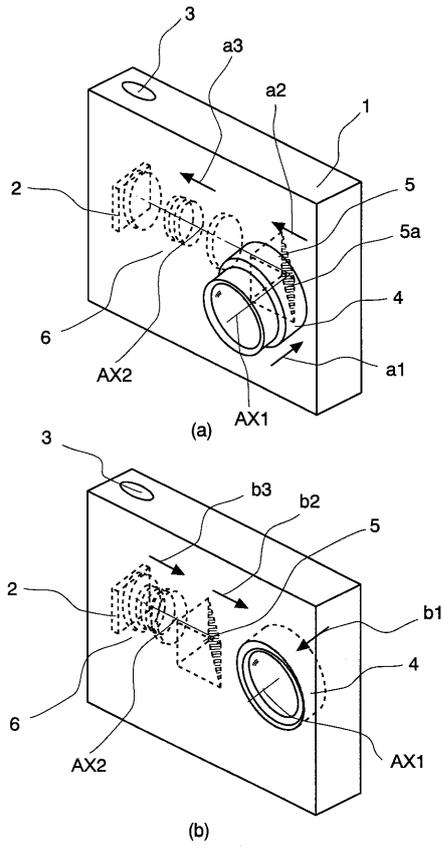
【0142】

- 1 筐体
- 2 撮像素子
- 3 シャッターボタン
- 4 物体側レンズ群

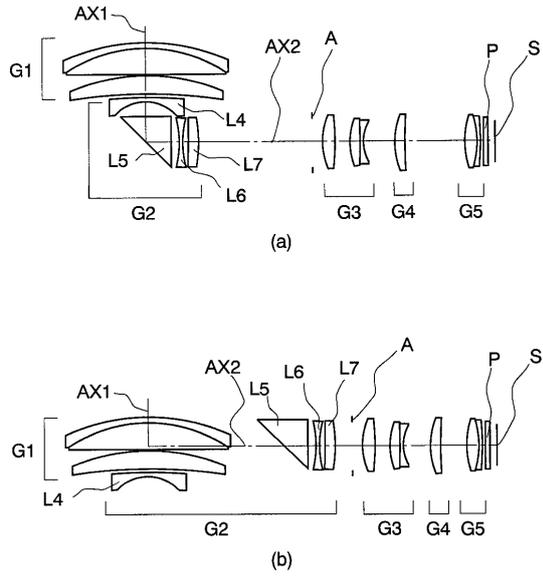
50

5	反射面を有するレンズ素子	
5 a	反射面	
6	像側レンズ群	
7	反射面を有するレンズ素子	
7 a	反射面	
1 0	本体	
1 1	第1レンズ群保持多段筒	
1 2	第2レンズ群保持筒	
1 3	第3レンズ群保持筒	
1 4	第4レンズ群保持筒	10
1 5	第5レンズ群保持筒	
1 6 a	ガイドシャフト	
1 6 b	ガイドシャフト	
2 1	第1レンズ群保持多段筒	
2 2	第2レンズ群保持筒	
A X 1	光軸	
A X 2	光軸	
G 1	第1レンズ群	
G 2	第2レンズ群	
G 3	第3レンズ群	20
G 4	第4レンズ群	
G 5	第5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	反射面を有するレンズ素子	
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	30
L 9	第9レンズ素子	
L 1 0	第10レンズ素子	
L 1 1	第11レンズ素子	
L 1 2	第12レンズ素子	
L 1 3	第13レンズ素子	
A	絞り	
P	平行平板	
S	像面	

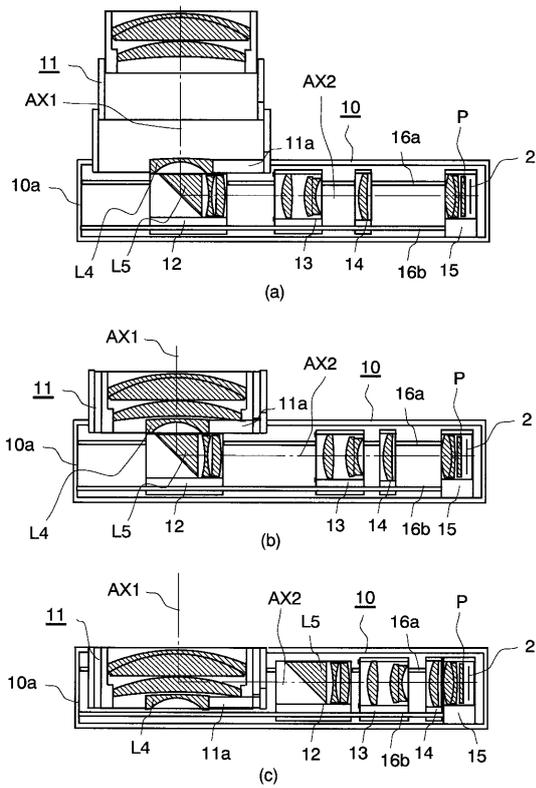
【 図 1 】



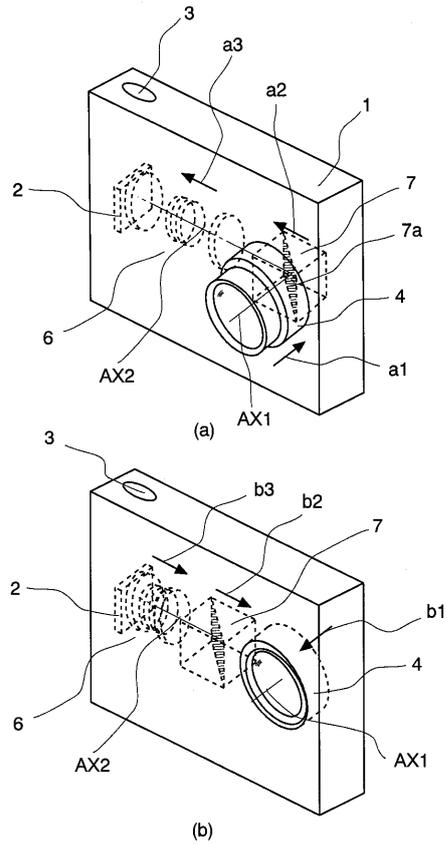
【 図 2 】



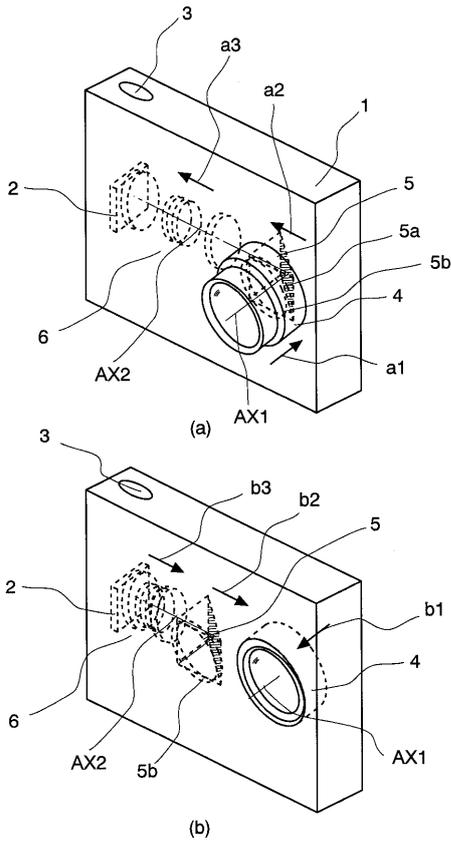
【 図 3 】



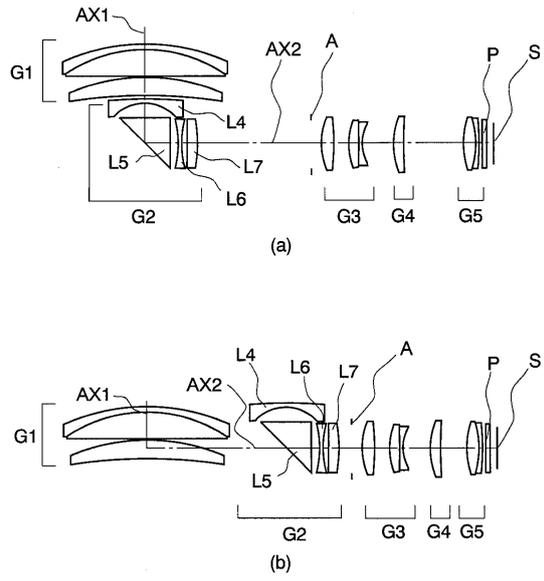
【 図 4 】



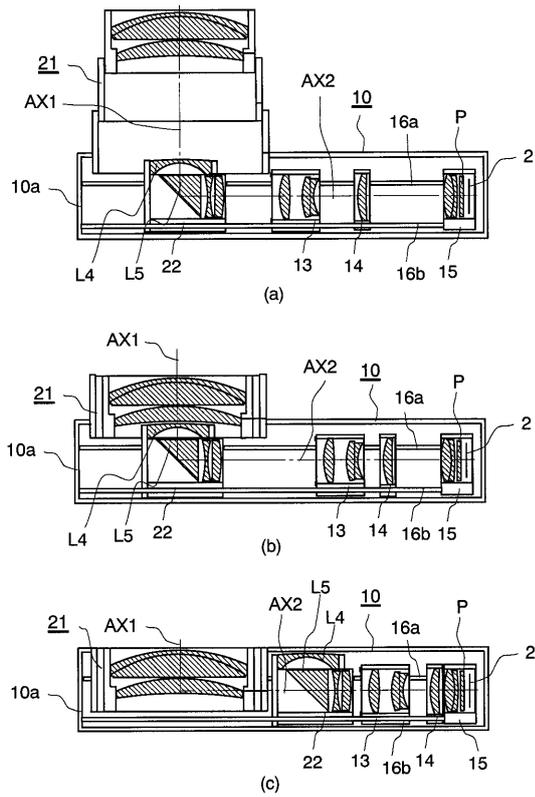
【 図 5 】



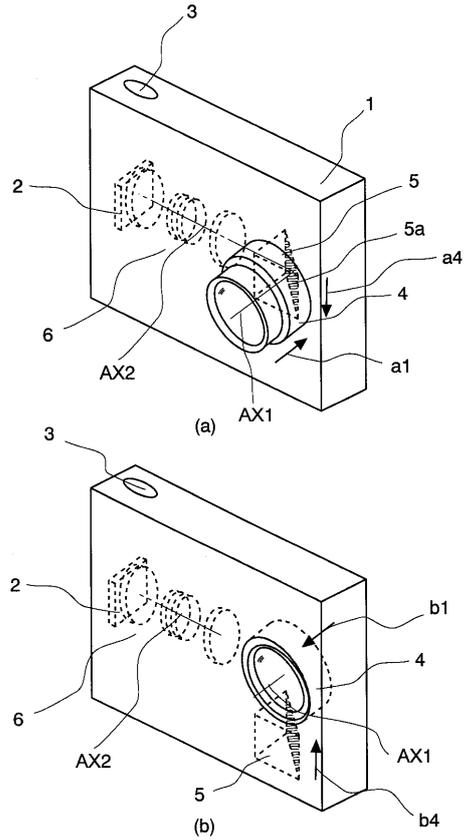
【 図 6 】



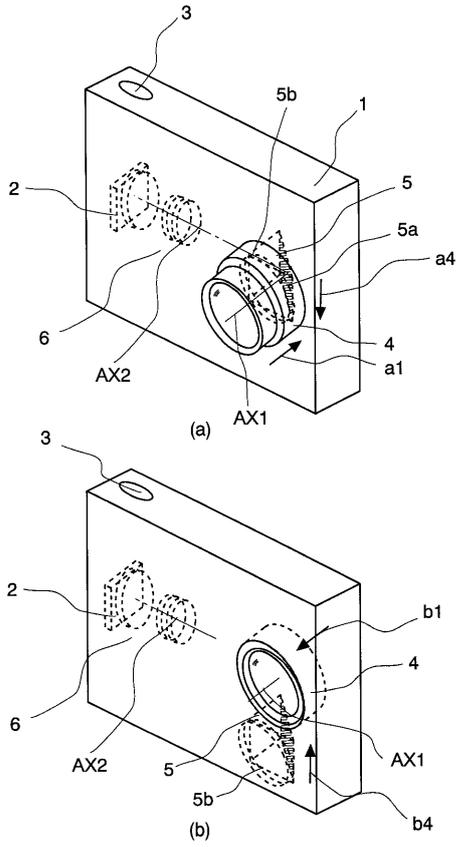
【 図 7 】



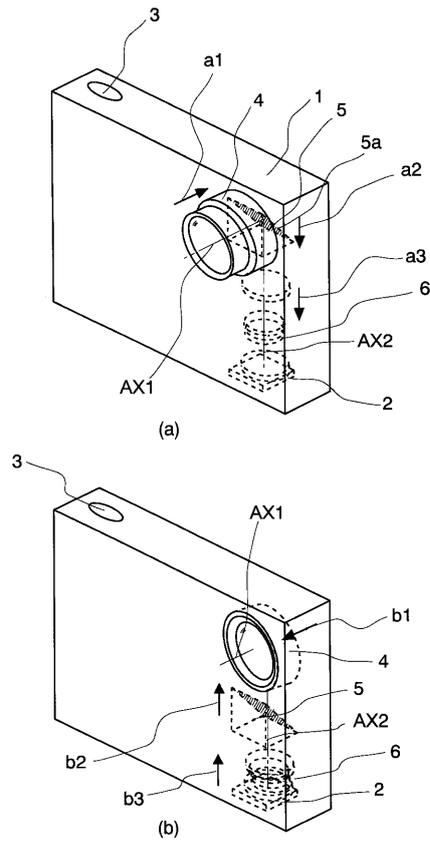
【 図 8 】



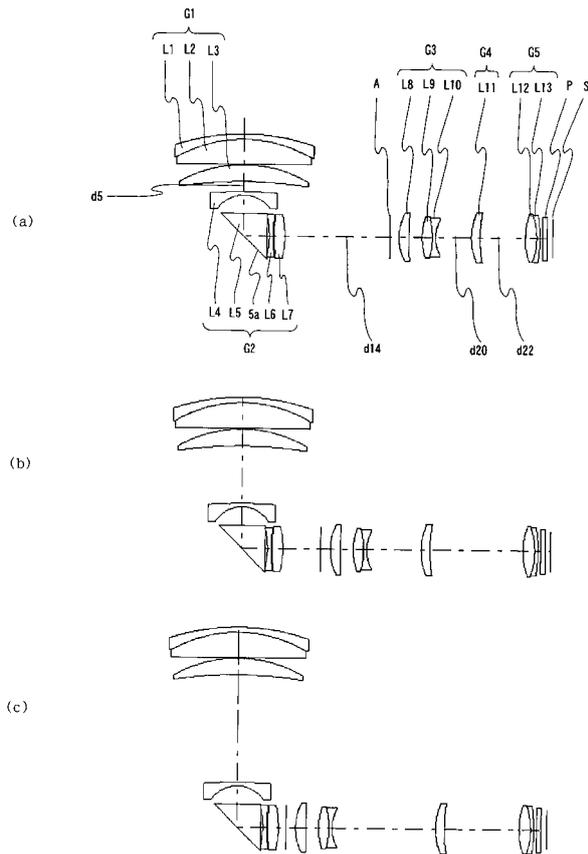
【図9】



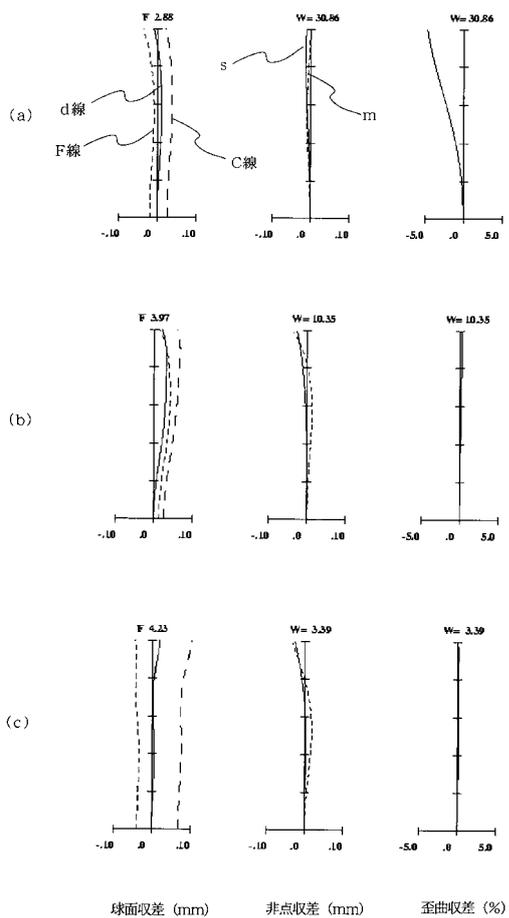
【図10】



【図11】

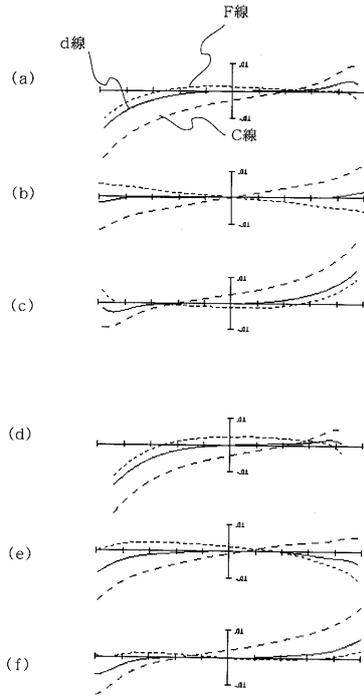


【図12】

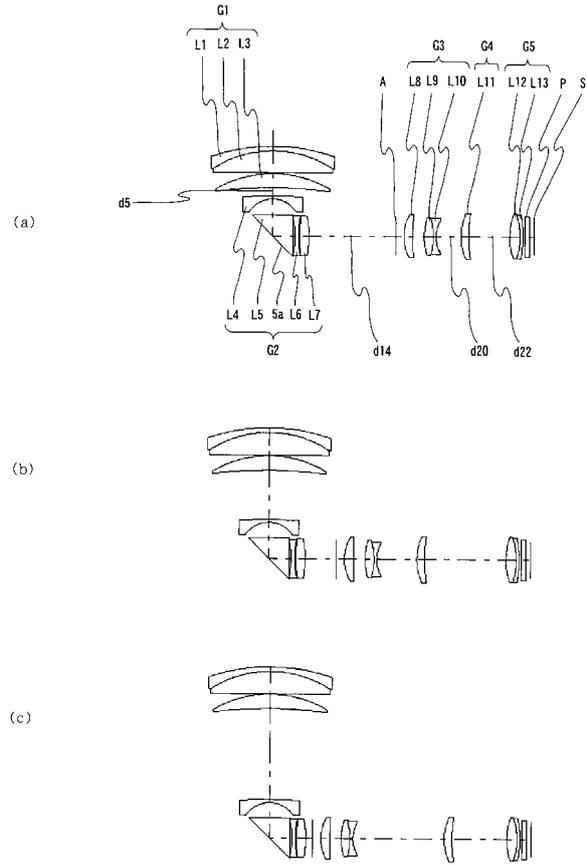


球面収差 (mm) 非点収差 (mm) 歪曲収差 (%)

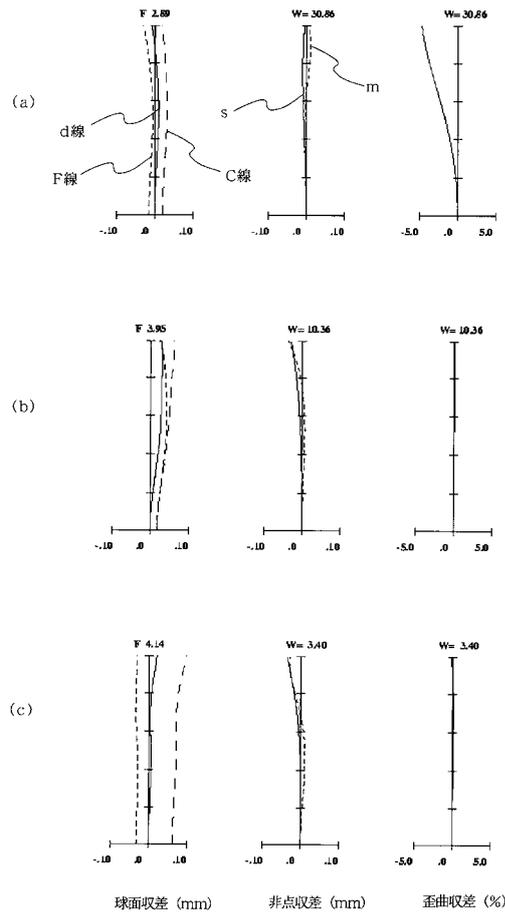
【 図 1 3 】



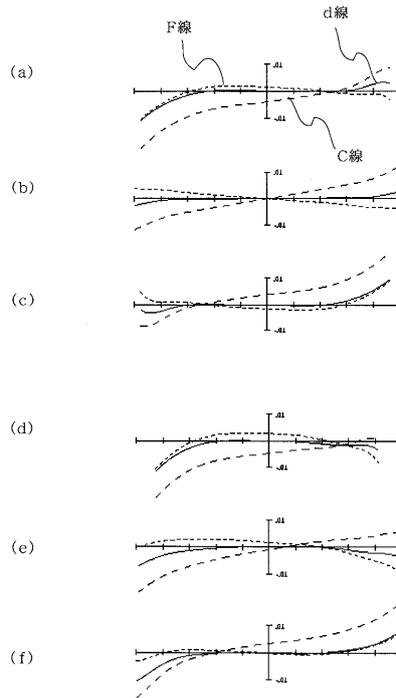
【 図 1 4 】



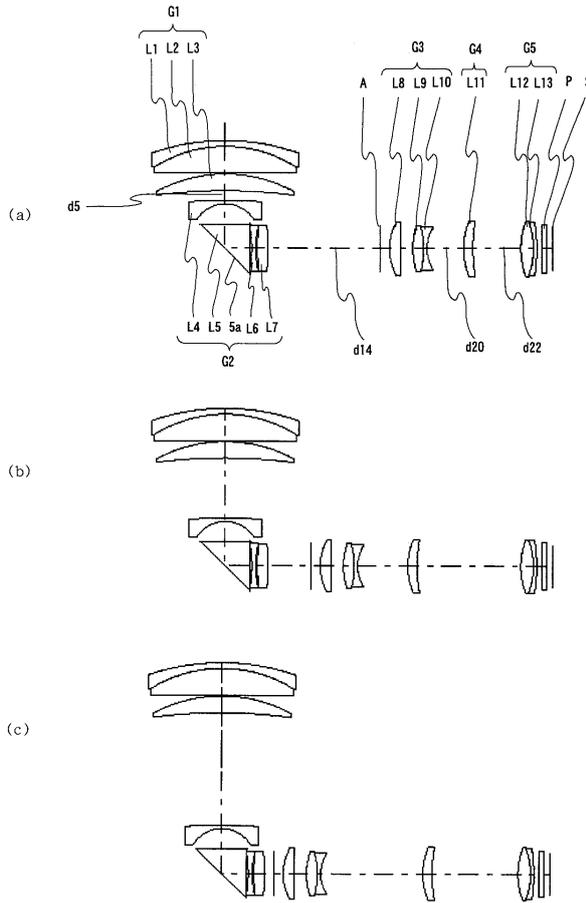
【 図 1 5 】



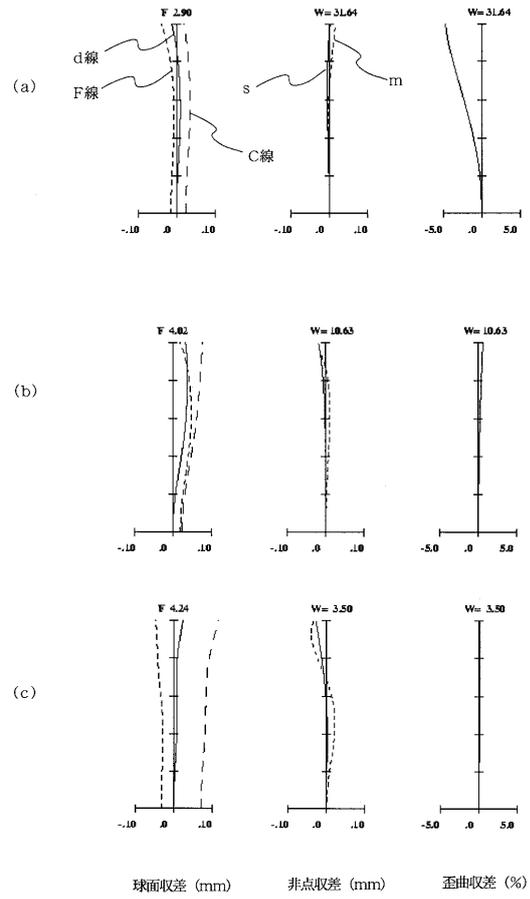
【 図 1 6 】



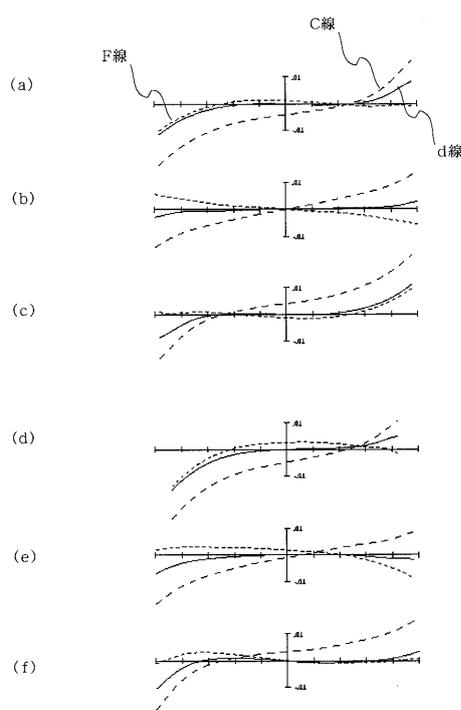
【 図 17 】



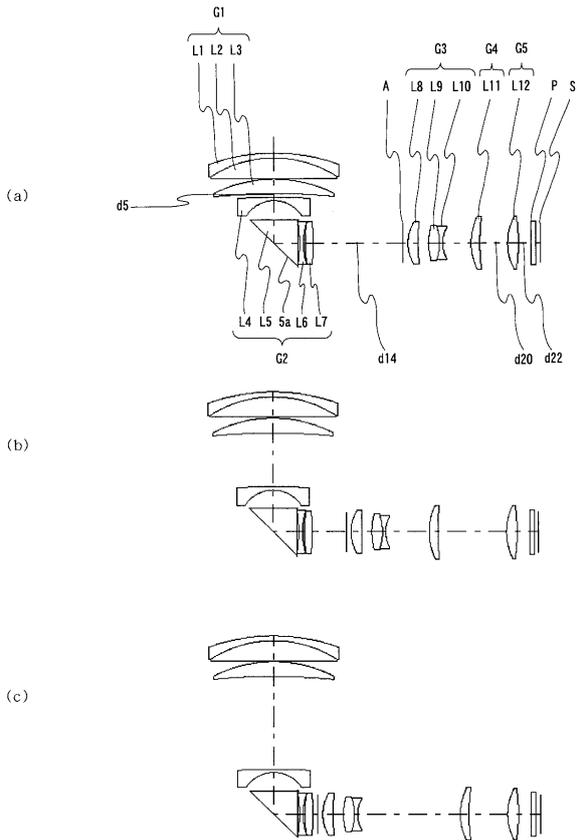
【 図 18 】



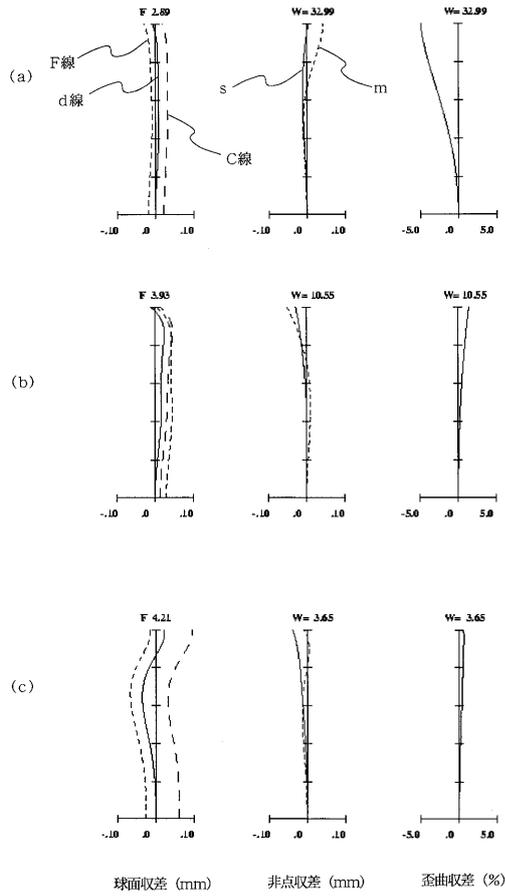
【 図 19 】



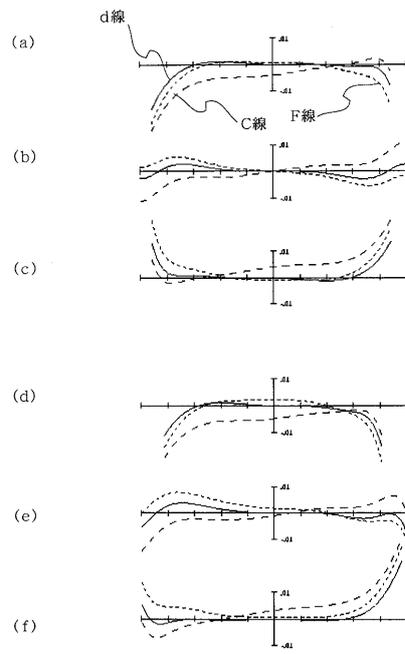
【 図 20 】



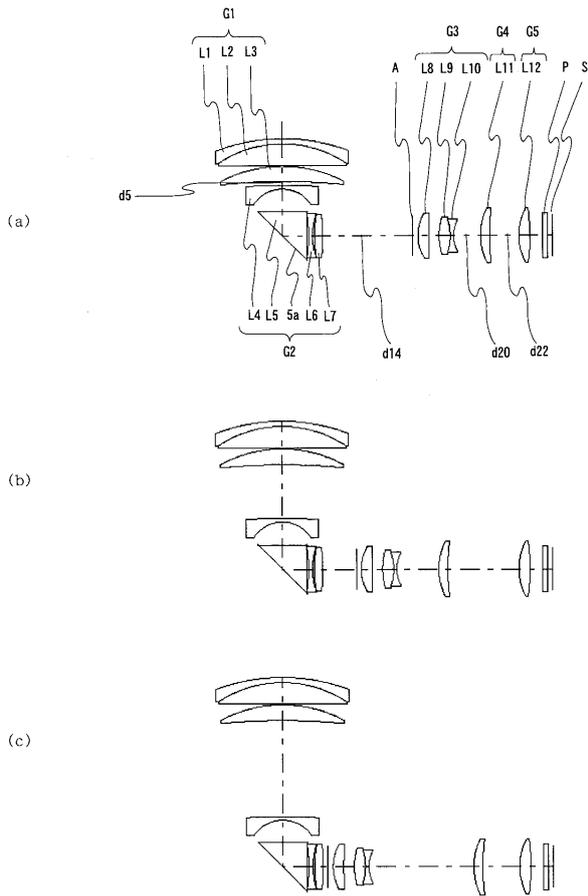
【 図 2 1 】



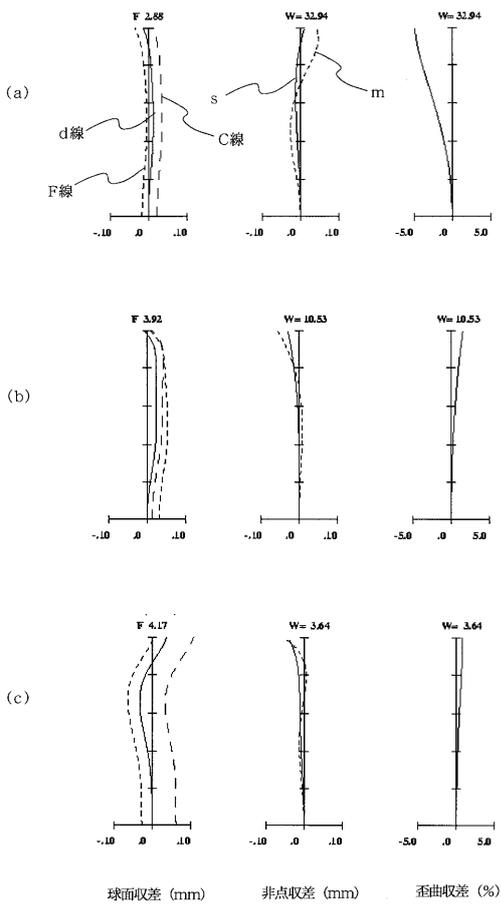
【 図 2 2 】



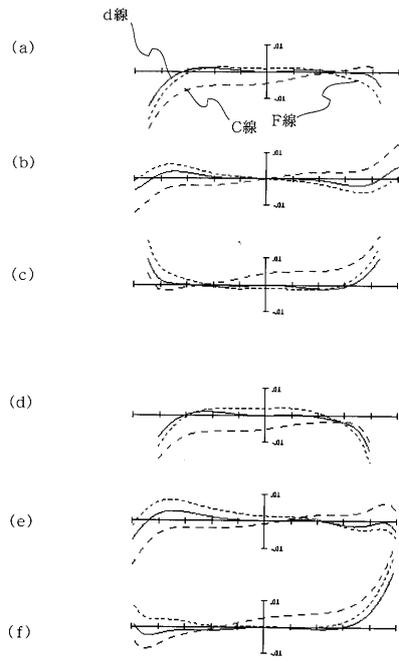
【 図 2 3 】



【 図 2 4 】



【 図 25 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 3 B 17/17 (2006.01) G 0 3 B 17/17
H 0 4 N 5/225 (2006.01) H 0 4 N 5/225 D

審査官 山村 浩

(56)参考文献 特開2004-102089(JP,A)
特開2002-303791(JP,A)
特開2005-266173(JP,A)
特開2003-043354(JP,A)
特開2004-004533(JP,A)
特開2005-017915(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G 0 2 B 1 5 / 2 0
G 0 2 B 1 3 / 1 8
G 0 2 B 1 7 / 0 8
G 0 3 B 5 / 0 0
G 0 3 B 1 7 / 0 4
G 0 3 B 1 7 / 1 7
H 0 4 N 5 / 2 2 5