

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5577309号
(P5577309)

(45) 発行日 平成26年8月20日(2014.8.20)

(24) 登録日 平成26年7月11日(2014.7.11)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 2 B 15/20 (2006.01) G O 2 B 15/20
G 0 2 B 13/18 (2006.01) G O 2 B 13/18

請求項の数 12 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2011-195494 (P2011-195494)	(73) 特許権者	000005821 パナソニック株式会社
(22) 出願日	平成23年9月7日(2011.9.7)		大阪府門真市大字門真1006番地
(65) 公開番号	特開2012-83726 (P2012-83726A)	(74) 代理人	110001276 特許業務法人 小笠原特許事務所
(43) 公開日	平成24年4月26日(2012.4.26)		
審査請求日	平成25年12月20日(2013.12.20)	(72) 発明者	吉永 俊一郎 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2010-208911 (P2010-208911)	(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
(32) 優先日	平成22年9月17日(2010.9.17)	(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
(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、レンズ鏡筒、交換レンズ装置及びカメラシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のレンズ群を有し、広角端から望遠端へのズームング、及び、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行うズームレンズ系であって、

前記複数のレンズ群は、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、

後続レンズ群と、からなり、

前記後続レンズ群は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第3レンズ群と、

正のパワーを有する第4レンズ群と、正のパワーを有する第5レンズ群と、

パワーを有する第6レンズ群とからなるか、又は、正のパワーを有する第3レンズ群と、正のパワーを

有する第4レンズ群とからなり、

前記第2レンズ群は、前記ズームングの際及び前記フォーカシングの際に光軸に沿って移動する第1フォーカシングレンズ群であり、

正のパワーを有する、前記後続レンズ群のうちの1つのレンズ群は、前記ズームングの際及び前記フォーカシングの際に前記光軸に沿って移動する第2フォーカシングレンズ群

であり、

前記第1レンズ群は、前記ズームングの際及び前記フォーカシングの際いずれにおいても、像面からの距離が不変であり、

前記第1フォーカシングレンズ群は、前記フォーカシングの際に、望遠端で光軸に沿っ

10

20

て物体側へ移動し、

以下の条件 (1) を満足する、ズームレンズ系 :

$$| d_{2T} / d_{1T} | < 1.0 \quad \dots (1)$$

ここで、

d_{1T} : 望遠端でのフォーカシングの際に、第 1 フォーカシングレンズ群が移動する量

、

d_{2T} : 望遠端でのフォーカシングの際に、第 2 フォーカシングレンズ群が移動する量である。

【請求項 2】

前記第 1 フォーカシングレンズ群は、前記フォーカシングの際に、広角端で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。 10

【請求項 3】

前記第 2 フォーカシングレンズ群は、前記フォーカシングの際に、広角端で光軸に沿って物体側へ移動する、請求項 1 に記載のズームレンズ系。

【請求項 4】

前記第 2 フォーカシングレンズ群は、前記フォーカシングの際に、望遠端で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 5】

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 :

$$| d_{1W} / d_{2W} | < 1.0 \quad \dots (2)$$

ここで、

d_{1W} : 広角端でのフォーカシングの際に、第 1 フォーカシングレンズ群が移動する量

、

d_{2W} : 広角端でのフォーカシングの際に、第 2 フォーカシングレンズ群が移動する量である。

【請求項 6】

前記第 2 フォーカシングレンズ群は、前記第 4 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 7】

以下の条件 (3) 及び (4) を満足する、請求項 1 に記載のズームレンズ系 :

$$-1.5 < f_{1f} / f_w < -0.35 \quad \dots (3)$$

$$0.5 < f_{2f} / f_w < 5.0 \quad \dots (4)$$

ここで、

f_{1f} : 第 1 フォーカシングレンズ群の焦点距離、

f_{2f} : 第 2 フォーカシングレンズ群の焦点距離、

f_w : ズームレンズ系の広角端での全系焦点距離

である。

【請求項 8】

前記第 3 レンズ群は、像の位置を光軸に対して直交する方向に移動するために、光軸に対して直交する方向に移動する、請求項 1 に記載のズームレンズ系。 40

【請求項 9】

請求項 1 に記載のズームレンズ系と、

前記ズームレンズ系を保持する保持部と、を備える、

レンズ鏡筒。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のレンズ鏡筒と、

カメラ本体に着脱可能なマウントと、を備える、

交換レンズ装置。

【請求項 11】

請求項 9 に記載のレンズ鏡筒と、

前記ズームレンズ系によって形成される像を受光して電氣的な画像信号に変換する撮像素子と、を備える、カメラシステム。

【請求項 1 2】

請求項 1 0 に記載の交換レンズ装置と、

前記ズームレンズ系によって形成される像を受光して電氣的な画像信号に変換する撮像素子と、を備える、カメラシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

ここに開示された技術は、ズームレンズ系、レンズ鏡筒、交換レンズ装置及びカメラシステムに関する。特にここに開示された技術は、フォーカシングに伴う収差変動が小さく、特に近接物体合焦状態での諸収差が十分に補正されて全フォーカシング状態での光学性能に優れ、小型で軽量のズームレンズ系、該ズームレンズ系を含むレンズ鏡筒、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。

20

【0003】

交換レンズ装置に用いるズームレンズ系としては、従来より、広角端から望遠端まで高い光学性能を有する小型のものが求められており、4群構成、5群構成といった多群構成のズームレンズ系が種々提案されている。このようなズームレンズ系のフォーカシングは、通常レンズ系の一部のレンズ群を光軸に沿った方向に移動させて行うが、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を単独のレンズ群で行う場合、このレンズ群のフォーカシング移動量はレンズ系全体の近軸パワー配置によって決定するため、収差変動量を広角端から望遠端まで良好に補正することは困難である。

30

【0004】

そこで、フォーカシングの際の収差変動を低減するために、レンズ系の複数のレンズ群を互いに独立して光軸に沿った方向に移動させるズームレンズ系が提案されている。

【0005】

特許文献 1 は、全長固定の正負正正の 4 群構成で、フォーカシング時に第 2 レンズ群及び第 4 レンズ群が独立して移動するズームレンズを開示している。

【0006】

特許文献 2 は、全長固定の正負正負の 4 群構成で、フォーカシング時に第 2 レンズ群、第 3 レンズ群及び第 4 レンズ群が一体で移動するズームレンズを開示している。

40

【0007】

特許文献 3 は、正負正正の 4 群構成で、ズーム時には全レンズ群が独立して移動し、フォーカシング時には第 3 レンズ群及び第 4 レンズ群が独立して移動するズームレンズ系を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献 1】特開 2 0 0 9 - 1 6 3 2 7 1 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 1 - 2 8 1 5 2 2 号公報

50

【特許文献3】特開平02-256011号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、特許文献1及び2に開示のズームレンズ、並びに特許文献3に開示のズームレンズ系はいずれも、フォーカシングの際の収差変動がある程度は低減されているものの、特に近接物体合焦状態での諸収差の補正が不十分であるため、無限遠乃至近接の物体距離全般に渡って良好な光学性能を有するものではなく、また十分に小型であるとは言えない。

【0010】

ここに開示された技術は、フォーカシングに伴う収差変動が小さく、特に近接物体合焦状態での諸収差が十分に補正されて全フォーカシング状態での光学性能に優れ、小型で軽量のズームレンズ系、該ズームレンズ系を含むレンズ鏡筒、交換レンズ装置及びカメラシステムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

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。当該ズームレンズ系は、複数のレンズ群を有し、広角端から望遠端へのズーミング、及び、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行うズームレンズ系であり、

前記複数のレンズ群は、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、

後続レンズ群と、からなり、

前記後続レンズ群は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第3レンズ群と、正のパワーを有する第4レンズ群と、正のパワーを有する第5レンズ群と、パワーを有する第6レンズ群とからなるか、又は、正のパワーを有する第3レンズ群と、正のパワーを有する第4レンズ群とからなり、

前記第2レンズ群は、前記ズーミングの際及び前記フォーカシングの際に光軸に沿って移動する第1フォーカシングレンズ群であり、

正のパワーを有する、前記後続レンズ群のうちの1つのレンズ群は、前記ズーミングの際及び前記フォーカシングの際に前記光軸に沿って移動する第2フォーカシングレンズ群であり、

前記第1レンズ群は、前記ズーミングの際及び前記フォーカシングの際いずれにおいても、像面からの距離が不変であり、

前記第1フォーカシングレンズ群は、前記フォーカシングの際に、望遠端で光軸に沿って物体側へ移動し、

以下の条件(1)を満足する。

$$|d_{2T} / d_{1T}| < 1.0 \quad \dots (1)$$

ここで、

d_{1T} : 望遠端でのフォーカシングの際に、第1フォーカシングレンズ群が移動する量

、

d_{2T} : 望遠端でのフォーカシングの際に、第2フォーカシングレンズ群が移動する量である。

【0012】

上記目的の1つは、以下のレンズ鏡筒により達成される。当該レンズ鏡筒は、ズームレンズ系と、前記ズームレンズ系を保持する保持部と、を備える。そして、当該ズームレンズ系は、複数のレンズ群を有し、広角端から望遠端へのズーミング、及び、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行うズームレンズ系であり、

前記複数のレンズ群は、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、

10

20

30

40

50

負のパワーを有する第2レンズ群と、
後続レンズ群と、からなり、

前記後続レンズ群は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第3レンズ群と、
正のパワーを有する第4レンズ群と、正のパワーを有する第5レンズ群と、パワーを有する
第6レンズ群とからなるか、又は、正のパワーを有する第3レンズ群と、正のパワーを
有する第4レンズ群とからなり、

前記第2レンズ群は、前記ズームングの際及び前記フォーカシングの際に光軸に沿って
移動する第1フォーカシングレンズ群であり、

正のパワーを有する、前記後続レンズ群のうちの1つのレンズ群は、前記ズームングの
際及び前記フォーカシングの際に前記光軸に沿って移動する第2フォーカシングレンズ群
であり、

前記第1レンズ群は、前記ズームングの際及び前記フォーカシングの際いずれにおいて
も、像面からの距離が不変であり、

前記第1フォーカシングレンズ群は、前記フォーカシングの際に、望遠端で光軸に沿っ
て物体側へ移動し、

以下の条件(1)を満足する。

$$|d_{2T} / d_{1T}| < 1.0 \quad \dots (1)$$

ここで、

d_{1T} :望遠端でのフォーカシングの際に、第1フォーカシングレンズ群が移動する量

、

d_{2T} :望遠端でのフォーカシングの際に、第2フォーカシングレンズ群が移動する量
である。

【0013】

上記目的の1つは、以下の交換レンズ装置により達成される。当該交換レンズ装置は、
ズームレンズ系と前記ズームレンズ系を保持する保持部とを備えたレンズ鏡筒と、カメラ
本体に着脱可能なマウントと、を備える。そして、当該ズームレンズ系は、複数のレンズ
群を有し、広角端から望遠端へのズームング、及び、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行うズームレンズ系であり、

前記複数のレンズ群は、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、

後続レンズ群と、からなり、

前記後続レンズ群は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第3レンズ群と、
正のパワーを有する第4レンズ群と、正のパワーを有する第5レンズ群と、パワーを有する
第6レンズ群とからなるか、又は、正のパワーを有する第3レンズ群と、正のパワーを
有する第4レンズ群とからなり、

前記第2レンズ群は、前記ズームングの際及び前記フォーカシングの際に光軸に沿って
移動する第1フォーカシングレンズ群であり、

正のパワーを有する、前記後続レンズ群のうちの1つのレンズ群は、前記ズームングの
際及び前記フォーカシングの際に前記光軸に沿って移動する第2フォーカシングレンズ群
であり、

前記第1レンズ群は、前記ズームングの際及び前記フォーカシングの際いずれにおいて
も、像面からの距離が不変であり、

前記第1フォーカシングレンズ群は、前記フォーカシングの際に、望遠端で光軸に沿っ
て物体側へ移動し、

以下の条件(1)を満足する。

$$|d_{2T} / d_{1T}| < 1.0 \quad \dots (1)$$

ここで、

d_{1T} :望遠端でのフォーカシングの際に、第1フォーカシングレンズ群が移動する量

、

10

20

30

40

50

d_{2T} :望遠端でのフォーカシングの際に、第2フォーカシングレンズ群が移動する量である。

【0014】

上記目的の1つは、以下のカメラシステムにより達成される。当該カメラシステムは、ズームレンズ系と前記ズームレンズ系を保持する保持部とを備えたレンズ鏡筒と、前記ズームレンズ系によって形成される像を受光して電気的な画像信号に変換する撮像素子と、を備える。そして、当該ズームレンズ系は、複数のレンズ群を有し、広角端から望遠端へのズーミング、及び、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行うズームレンズ系であり、

前記複数のレンズ群は、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、

後続レンズ群と、からなり、

前記後続レンズ群は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第3レンズ群と、正のパワーを有する第4レンズ群と、正のパワーを有する第5レンズ群と、パワーを有する第6レンズ群とからなるか、又は、正のパワーを有する第3レンズ群と、正のパワーを有する第4レンズ群とからなり、

前記第2レンズ群は、前記ズーミングの際及び前記フォーカシングの際に光軸に沿って移動する第1フォーカシングレンズ群であり、

正のパワーを有する、前記後続レンズ群のうちの1つのレンズ群は、前記ズーミングの際及び前記フォーカシングの際に前記光軸に沿って移動する第2フォーカシングレンズ群であり、

前記第1レンズ群は、前記ズーミングの際及び前記フォーカシングの際いずれにおいても、像面からの距離が不変であり、

前記第1フォーカシングレンズ群は、前記フォーカシングの際に、望遠端で光軸に沿って物体側へ移動し、

以下の条件(1)を満足する。

$$|d_{2T} / d_{1T}| < 1.0 \quad \dots (1)$$

ここで、

d_{1T} :望遠端でのフォーカシングの際に、第1フォーカシングレンズ群が移動する量

d_{2T} :望遠端でのフォーカシングの際に、第2フォーカシングレンズ群が移動する量である。

【0015】

上記目的の1つは、以下のカメラシステムにより達成される。当該カメラシステムは、ズームレンズ系及び前記ズームレンズ系を保持する保持部を備えたレンズ鏡筒とカメラ本体に着脱可能なマウントとを備えた交換レンズ装置と、前記ズームレンズ系によって形成される像を受光して電気的な画像信号に変換する撮像素子と、を備える。そして、当該ズームレンズ系は、複数のレンズ群を有し、広角端から望遠端へのズーミング、及び、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行うズームレンズ系であり、

前記複数のレンズ群は、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、

後続レンズ群と、からなり、

前記後続レンズ群は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第3レンズ群と、正のパワーを有する第4レンズ群と、正のパワーを有する第5レンズ群と、パワーを有する第6レンズ群とからなるか、又は、正のパワーを有する第3レンズ群と、正のパワーを有する第4レンズ群とからなり、

前記第2レンズ群は、前記ズーミングの際及び前記フォーカシングの際に光軸に沿って移動する第1フォーカシングレンズ群であり、

正のパワーを有する、前記後続レンズ群のうちの1つのレンズ群は、前記ズームの際及び前記フォーカシングの際に前記光軸に沿って移動する第2フォーカシングレンズ群であり、

前記第1レンズ群は、前記ズームの際及び前記フォーカシングの際いずれにおいても、像面からの距離が不変であり、

前記第1フォーカシングレンズ群は、前記フォーカシングの際に、望遠端で光軸に沿って物体側へ移動し、

以下の条件(1)を満足する。

$$|d_{2T} / d_{1T}| < 1.0 \quad \dots (1)$$

ここで、

d_{1T} : 望遠端でのフォーカシングの際に、第1フォーカシングレンズ群が移動する量

、
 d_{2T} : 望遠端でのフォーカシングの際に、第2フォーカシングレンズ群が移動する量である。

【発明の効果】

【0016】

ここに開示された技術によれば、フォーカシングに伴う収差変動が小さく、特に近接物体合焦状態での諸収差が十分に補正されて全フォーカシング状態での光学性能に優れ、小型で軽量のズームレンズ系、該ズームレンズ系を含むレンズ鏡筒、交換レンズ装置及びカメラシステムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

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

【図2】数値実施例1に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

【図3】数値実施例1に係るズームレンズ系の近接物体合焦状態の縦収差図

【図4】数値実施例1に係るズームレンズ系の望遠端における、像ぶれ補正を行っていない基本状態及び像ぶれ補正状態での横収差図

【図5】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6】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7】数値実施例2に係るズームレンズ系の近接物体合焦状態の縦収差図

【図8】数値実施例2に係るズームレンズ系の望遠端における、像ぶれ補正を行っていない基本状態及び像ぶれ補正状態での横収差図

【図9】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10】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11】数値実施例3に係るズームレンズ系の近接物体合焦状態の縦収差図

【図12】数値実施例3に係るズームレンズ系の望遠端における、像ぶれ補正を行っていない基本状態及び像ぶれ補正状態での横収差図

【図13】実施の形態4に係るカメラシステムの概略構成図

【図14】実施の形態5に係る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】

【0018】

(実施の形態1~3)

図1、5及び9は、各々実施の形態1~3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。

【0019】

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

10

20

30

40

50

、(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。

【0020】

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及び5では、後述する第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9では、後述する第2レンズ群G2、第3レンズ群G3及び第4レンズ群G4が無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に移動する方向を示している。なお、これら図1、5及び9では、(a)図に各レンズ群の符号が記載されているため、便宜上、この各レンズ群の符号の下部にフォーカシングを表す矢印を付しているが、各ズーミング状態において、フォーカシングの際に各レンズ群が移動する方向は、実施の形態ごとに後に具体的に説明する。

【0021】

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、正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1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。実施の形態1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。

【0022】

実施の形態2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、正のパワーを有する第5レンズ群G5と、負のパワーを有する第6レンズ群G6とを備える。実施の形態2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。実施の形態2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。

【0023】

実施の形態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、正のパワーを有する第4レンズ群G4とを備える。実施の形態3に係るズームレンズ系では、ズーミングに際して、各レンズ群の間隔、すなわち、前記第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔、及び第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔がいずれも変化するように、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3、及び第4レンズ群G4が光軸に沿った方向にそれぞれ移動する。実施の形態3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。

【0024】

なお図 1、5 及び 9 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。

【0025】

さらに図 1 に示すように、第 3 レンズ群 G 3 内の最像側、すなわち、第 5 レンズ素子 L 5 の像側には、開口絞り A が設けられている。また図 5 に示すように、第 3 レンズ群 G 3 内の最物体側、すなわち、第 6 レンズ素子 L 6 の物体側には、開口絞り A が設けられている。また図 9 に示すように、第 3 レンズ群 G 3 内の最物体側、すなわち、第 7 レンズ素子 L 7 の物体側には、開口絞り A が設けられている。

10

【0026】

図 1 に示すように、実施の形態 1 に係るズームレンズ系において、第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 1 レンズ素子 L 1 と、両凸形状の第 2 レンズ素子 L 2 とからなる。第 2 レンズ素子 L 2 は、その物体側面が非球面である。

【0027】

また実施の形態 1 に係るズームレンズ系において、第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から像側へと順に、両凹形状の第 3 レンズ素子 L 3 と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第 4 レンズ素子 L 4 とからなる。第 3 レンズ素子 L 3 は、その両面が非球面である。

20

【0028】

また実施の形態 1 に係るズームレンズ系において、第 3 レンズ群 G 3 は、両凸形状の第 5 レンズ素子 L 5 のみからなる。さらに、第 5 レンズ素子 L 5 の像側には、開口絞り A が設けられている。

【0029】

また実施の形態 1 に係るズームレンズ系において、第 4 レンズ群 G 4 は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第 6 レンズ素子 L 6 と、両凸形状の第 7 レンズ素子 L 7 と、両凹形状の第 8 レンズ素子 L 8 とからなる。これらのうち、第 7 レンズ素子 L 7 と第 8 レンズ素子 L 8 とは接合されている。また、第 6 レンズ素子 L 6 は、その両面が非球面である。

【0030】

また実施の形態 1 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、物体側に凹面を向けた負メニスカス形状の第 9 レンズ素子 L 9 と、両凸形状の第 10 レンズ素子 L 10 とからなる。第 9 レンズ素子 L 9 は、その両面が非球面である。

30

【0031】

また実施の形態 1 に係るズームレンズ系において、第 6 レンズ群 G 6 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。

【0032】

なお、実施の形態 1 に係るズームレンズ系では、第 3 レンズ群 G 3 が、後述する、像のぶれを光学的に補正するために光軸に対して直交する方向に移動する像ぶれ補正レンズ群に相当する。

40

【0033】

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 G 2 は、単調に像側へ移動し、第 4 レンズ群 G 4 は、単調に物体側へ移動し、第 5 レンズ群 G 5 は、物体側に凸の軌跡を描いて移動し、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、広角端から望遠端への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、及び第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 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、及び第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との間隔が減少し、広角端から中間位置へのズームングに際して、第 5 レンズ群 G 5 と第 6 レンズ群 G 6 の間隔が増大し、中間位置から望遠端へのズームングに際して、第 5 レンズ群 G 5 と第 6 レ

50

レンズ群 G 6 の間隔が減少するように、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 が光軸に沿ってそれぞれ移動する。

【 0 0 3 4 】

さらに実施の形態 1 に係るズームレンズ系において、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第 2 レンズ群 G 2 は、広角端では光軸に沿って像側へ移動し、中間位置及び望遠端では光軸に沿って物体側へ移動する。また無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第 4 レンズ群 G 4 は、広角端及び中間位置では光軸に沿って物体側へ移動し、望遠端では光軸に沿って像側へ移動する。また無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第 5 レンズ群 G 5 は、広角端、中間位置及び望遠端で光軸に沿って物体側へ移動する。

10

【 0 0 3 5 】

図 5 に示すように、実施の形態 2 に係るズームレンズ系において、第 1 レンズ群 G 1 は、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正メニスカス形状の第 2 レンズ素子 L 2 とからなる。なお、第 1 レンズ素子 L 1 の像側面には、透明樹脂層が接合されており、この透明樹脂層の像側面が非球面である。

【 0 0 3 6 】

また実施の形態 2 に係るズームレンズ系において、第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 3 レンズ素子 L 3 と、物体側に凸面を向けた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 とからなる。

20

【 0 0 3 7 】

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 G 3 は、両凸形状の第 6 レンズ素子 L 6 のみからなる。第 6 レンズ素子 L 6 は、その物体側面が非球面である。さらに、第 6 レンズ素子 L 6 の物体側には、開口絞り A が設けられている。

【 0 0 3 8 】

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 G 4 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、両凸形状の第 8 レンズ素子 L 8 と、両凹形状の第 9 レンズ素子 L 9 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 とは接合されている。

30

【 0 0 3 9 】

また実施の形態 2 に係るズームレンズ系において、第 5 レンズ群 G 5 は、両凸形状の第 10 レンズ素子 L 10 のみからなる。この第 10 レンズ素子 L 10 は、その物体側面が非球面である。

【 0 0 4 0 】

また実施の形態 2 に係るズームレンズ系において、第 6 レンズ群 G 6 は、負メニスカス形状の第 11 レンズ素子 L 11 のみからなる。この第 11 レンズ素子 L 11 は、その両面が非球面である。

【 0 0 4 1 】

なお、実施の形態 2 に係るズームレンズ系では、第 3 レンズ群 G 3 が、後述する、像のぶれを光学的に補正するために光軸に対して直交する方向に移動する像ぶれ補正レンズ群に相当する。

40

【 0 0 4 2 】

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 及び第 5 レンズ群 G 5 は、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、広角端から望遠端への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、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 との間隔が増大し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔、及び第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との

50

間隔が減少するように、第2レンズ群G2、第4レンズ群G4及び第5レンズ群G5が光軸に沿ってそれぞれ移動する。

【0043】

さらに実施の形態2に係るズームレンズ系において、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第2レンズ群G2は、広角端では光軸に沿って移動せず、中間位置及び望遠端では光軸に沿って物体側へ移動する。また無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第4レンズ群G4は、広角端では光軸に沿って物体側へ移動し、中間位置では光軸に沿って像側へ移動し、望遠端では光軸に沿って移動しない。また無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第5レンズ群G5は、広角端、中間位置及び望遠端で光軸に沿って物体側へ移動する。

10

【0044】

図9に示すように、実施の形態3に係るズームレンズ系において、第1レンズ群G1は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第1レンズ素子L1と、両凸形状の第2レンズ素子L2と、両凸形状の第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。また、第3レンズ素子L3は、その物体側面が非球面である。

【0045】

また実施の形態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、両凸形状の第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と第6レンズ素子L6とは接合されている。また、第5レンズ素子L5は、その物体側面が非球面である。

20

【0046】

また実施の形態3に係るズームレンズ系において、第3レンズ群G3は、物体側から像側へと順に、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7レンズ素子L7は、その両面が非球面である。さらに、第7レンズ素子L7の物体側には、開口絞りAが設けられている。

【0047】

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、物体側から像側へと順に、物体側に凹面を向けた負メニスカス形状の第10レンズ素子L10と、物体側に凹面を向けた正メニスカス形状の第11レンズ素子L11と、両凸形状の第12レンズ素子L12とからなる。これらのうち、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12レンズ素子L12は、その物体側面が非球面である。

30

【0048】

なお、実施の形態3に係るズームレンズ系では、第3レンズ群G3が、後述する、像のぶれを光学的に補正するために光軸に対して直交する方向に移動する像ぶれ補正レンズ群に相当する。

40

【0049】

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3レンズ群G3は、単調に物体側に移動し、第4レンズ群G4は、物体側に凸の軌跡を描いて移動し、第1レンズ群G1は、像面Sに対して固定されている。すなわち、広角端から望遠端への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、及び第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少するように、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3及び第4レンズ群G4が光軸に沿ってそれぞれ移動する。

【0050】

50

さらに実施の形態 3 に係るズームレンズ系において、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第 2 レンズ群 G 2 は、広角端及び中間位置では光軸に沿って像側へ移動し、望遠端では光軸に沿って物体側へ移動する。また無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第 3 レンズ群 G 3 は、広角端では光軸に沿って物体側へ移動し、中間位置及び望遠端では光軸に沿って像側へ移動する。また無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第 4 レンズ群 G 4 は、広角端、中間位置及び望遠端で光軸に沿って物体側へ移動する。

【 0 0 5 1 】

実施の形態 1 ~ 3 に係るズームレンズ系は、像の位置を光軸に対して直交する方向に移動するために、光軸に対して直交する方向に移動する像ぶれ補正レンズ群を備えている。この像ぶれ補正レンズ群により、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

10

【 0 0 5 2 】

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

【 0 0 5 3 】

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

20

【 0 0 5 4 】

実施の形態 1 ~ 3 に係るズームレンズ系は、複数のレンズ群を有し、広角端から望遠端へのズームング及び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行うズームレンズ系である。前記複数のレンズ群は、正のパワーを有する第 1 レンズ群と、該第 1 レンズ群より像側に配置され、負のパワーを有し、ズームングの際及びフォーカシングの際に光軸に沿って移動する第 1 フォーカシングレンズ群と、該第 1 フォーカシングレンズ群より像側に配置され、正のパワーを有し、ズームングの際及びフォーカシングの際に光軸に沿って移動する第 2 フォーカシングレンズ群とを含む。例えば、実施の形態 1 及び 2 では、第 1 レンズ群 G 1 は正のパワーを有し、第 2 レンズ群 G 2 は第 1 フォーカシングレンズ群に該当し、第 4 レンズ群 G 4 は第 2 フォーカシングレンズ群に該当する。実施の形態 3 では、第 1 レンズ群 G 1 は正のパワーを有し、第 2 レンズ群 G 2 は第 1 フォーカシングレンズ群に該当し、第 3 レンズ群 G 3 は第 2 フォーカシングレンズ群に該当する。これにより、フォーカシングに伴う収差変動が小さく、特に近接物体合焦状態での諸収差が十分に補正されて全フォーカシング状態での光学性能に優れ、小型で軽量のズームレンズが構成できるという利点がある。

30

【 0 0 5 5 】

実施の形態 1 及び 2 に係るズームレンズ系では、前記第 1 レンズ群 G 1 は、複数のレンズ群のうち、最も物体側に位置し、第 1 フォーカシングレンズ群に該当する第 2 レンズ群 G 2 は、複数のレンズ群のうち、物体側から 2 番目に位置し、第 2 フォーカシングレンズ群に該当する第 4 レンズ群 G 4 は、複数のレンズ群のうち、物体側から 4 番目に位置する。これにより、フォーカシングに伴う収差変動が小さく、特に近接物体合焦状態での諸収差が十分に補正されて全フォーカシング状態での光学性能に優れ、小型で軽量のズームレンズが構成できるという利点がある。

40

【 0 0 5 6 】

実施の形態 1 ~ 3 に係るズームレンズ系の第 1 レンズ群 G 1 は、ズームングの際及びフォーカシングの際いずれにおいても、像面 S からの距離が不変である。すなわち、第 1 レンズ群 G 1 が像面 S に対して固定されているので、ズームングの際に移動する移動レンズ群の軽量化が可能で、アクチュエータを安価にて配置することができる。また、ズームングの際の騒音発生も抑制することができる。そのほか、レンズ全長が変化しないので、ユ

50

ーザによる操作が容易である。さらに、レンズ系内への塵等の進入が十分に防御され得るという利点がある。

【 0 0 5 7 】

実施の形態 1 及び 2 に係るズームレンズ系では、複数のレンズ群のうち、最も像側に位置するレンズ群、すなわち、第 6 レンズ群 G 6 が、ズーミングの際及びフォーカシングの際いずれにおいても、像面 S に対して固定されている。これにより、例えばズームレンズ系を交換レンズ装置に適用した場合、特に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した場合には、レンズ系内への塵等の進入が十分に防御され得るという利点がある。

【 0 0 5 8 】

実施の形態 1 ~ 3 に係るズームレンズ系では、複数のレンズ群のうち、物体側から 3 番目に配置された第 3 レンズ群 G 3 が、像の位置を光軸に対して直交する方向に移動するために、光軸に対して直交する方向に移動する。これにより、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という利点がある。

【 0 0 5 9 】

なお、実施の形態 3 に係るズームレンズ系は、第 1 レンズ群 G 1 ~ 第 4 レンズ群 G 4 を備えた 4 群構成であり、実施の形態 1 ~ 2 に係るズームレンズ系は、第 1 レンズ群 G 1 ~ 第 6 レンズ群 G 6 を備えた 6 群構成であるが、物体側から像側へと、光軸上に配置された複数のレンズ群を有し、広角端から望遠端へのズーミング、及び、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行うズームレンズ系である限り、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い。

【 0 0 6 0 】

以下、例えば実施の形態 1 ~ 3 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 6 1 】

例えば実施の形態 1 ~ 3 に係るズームレンズ系のように、複数のレンズ群を有し、広角端から望遠端へのズーミング、及び、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行うズームレンズ系であって、複数のレンズ群は、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、後続レンズ群とからなり、後続レンズ群は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第 3 レンズ群と、正のパワーを有する第 4 レンズ群と、正のパワーを有する第 5 レンズ群と、パワーを有する第 6 レンズ群とからなるか、又は、正のパワーを有する第 3 レンズ群と、正のパワーを有する第 4 レンズ群とからなり、第 2 レンズ群は、ズーミングの際及びフォーカシングの際に光軸に沿って移動する第 1 フォーカシングレンズ群であり、正のパワーを有する、後続レンズ群のうちの 1 つのレンズ群は、ズーミングの際及びフォーカシングの際に光軸に沿って移動する第 2 フォーカシングレンズ群であり、第 1 レンズ群は、ズーミングの際及びフォーカシングの際いずれにおいても、像面からの距離が不変であり、第 1 フォーカシングレンズ群は、フォーカシングの際に、望遠端で光軸に沿って物体側へ移動する（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。

$$|d_{2T} / d_{1T}| < 1.0 \dots (1)$$

ここで、

d_{1T} : 望遠端でのフォーカシングの際に、第 1 フォーカシングレンズ群が移動する量

、

d_{2T} : 望遠端でのフォーカシングの際に、第 2 フォーカシングレンズ群が移動する量である。なお、第 1 フォーカシングレンズ群が光軸に沿って物体側へ移動する場合、 d_{1T}

10

20

30

40

50

T を負の値として表し、像側へ移動する場合、 d_{1T} を正の値として表す。また、第2フォーカシングレンズ群が光軸に沿って物体側へ移動する場合、 d_{2T} を負の値として表し、像側へ移動する場合、 d_{2T} を正の値として表す。

【0062】

前記条件(1)は、望遠端でのフォーカシングの際に、第1フォーカシングレンズ群が移動する量と、望遠端での該フォーカシングの際に、第2フォーカシングレンズ群が移動する量との関係を規定する条件である。条件(1)の上限を上回ると、フォーカシングに必要な空間が増大し、ズームレンズ系が大型化してしまう。

【0063】

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

$$|d_{2T}/d_{1T}| < 0.5 \dots (1)'$$

【0064】

さらに以下の条件(1)''を満足することにより、前記効果をより一層奏功させることができる。

$$|d_{2T}/d_{1T}| < 0.15 \dots (1)''$$

【0065】

例えば実施の形態1~3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。

$$|d_{1W}/d_{2W}| < 1.0 \dots (2)$$

ここで、

d_{1W} : 広角端でのフォーカシングの際に、第1フォーカシングレンズ群が移動する量、

d_{2W} : 広角端でのフォーカシングの際に、第2フォーカシングレンズ群が移動する量

である。なお、第1フォーカシングレンズ群が光軸に沿って物体側へ移動する場合、 d_{1W} を負の値として表し、像側へ移動する場合、 d_{1W} を正の値として表す。また、第2フォーカシングレンズ群が光軸に沿って物体側へ移動する場合、 d_{2W} を負の値として表し、像側へ移動する場合、 d_{2W} を正の値として表す。

【0066】

前記条件(2)は、広角端でのフォーカシングの際に、第1フォーカシングレンズ群が移動する量と、広角端での該フォーカシングの際に、第2フォーカシングレンズ群が移動する量との関係を規定する条件である。条件(2)の上限を上回ると、フォーカシングに必要な空間が増大し、ズームレンズ系が大型化してしまう恐れがある。

【0067】

なお、さらに以下の条件(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。

$$|d_{1W}/d_{2W}| < 0.75 \dots (2)'$$

【0068】

さらに以下の条件(2)''を満足することにより、前記効果をより一層奏功させることができる。

$$|d_{1W}/d_{2W}| < 0.50 \dots (2)''$$

【0069】

例えば実施の形態1~3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)及び(4)を満足することが好ましい。

$$-1.5 < f_{1f}/f_W < -0.35 \dots (3)$$

$$0.5 < f_{2f}/f_W < 5.0 \dots (4)$$

ここで、

f_{1f} : 第1フォーカシングレンズ群の焦点距離、

f_{2f} : 第2フォーカシングレンズ群の焦点距離、

f_W : ズームレンズ系の広角端での全系焦点距離

である。

10

20

30

40

50

【0070】

前記条件(3)及び(4)は、第1フォーカシングレンズ群の焦点距離と、第2フォーカシングレンズ群の焦点距離と、ズームレンズ系の広角端での全系焦点距離との関係を規定する条件である。条件(3)の上限を上回ると、近接物体合焦状態での諸収差を補正することが困難となり、光学性能が低下してしまう恐れがある。条件(3)の下限を下回ると、フォーカシングに必要な空間が増大し、ズームレンズ系が大型化してしまう恐れがある。また、条件(4)の上限を上回ると、フォーカシングに必要な空間が増大し、ズームレンズ系が大型化してしまう恐れがある。条件(4)の下限を下回ると、近接物体合焦状態での諸収差を補正することが困難となり、光学性能が低下してしまう恐れがある。

【0071】

なお、さらに以下の条件(3)'-1、(3)'-2、(4)'-1及び(4)'-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。

$$-1.2 < f_{1f} / f_w \cdots (3)'-1$$

$$f_{1f} / f_w < -0.50 \cdots (3)'-2$$

$$0.75 < f_{2f} / f_w \cdots (4)'-1$$

$$f_{2f} / f_w < 4.20 \cdots (4)'-2$$

【0072】

さらに以下の(3)''-1、(3)''-2、(4)''-1及び(4)''-2の少なくとも1つを満足することにより、前記効果をより一層奏功させることができる。

$$-0.9 < f_{1f} / f_w \cdots (3)''-1$$

$$f_{1f} / f_w < -0.60 \cdots (3)''-2$$

$$1.7 < f_{2f} / f_w \cdots (4)''-1$$

$$f_{2f} / f_w < 3.5 \cdots (4)''-2$$

【0073】

実施の形態1~3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。

【0074】

(実施の形態4)

図13は、実施の形態4に係るカメラシステムの概略構成図である。

【0075】

本実施の形態4に係るカメラシステム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。

【0076】

カメラ本体101は、交換レンズ装置201のズームレンズ系202によって形成される光学像を受光して、電気的な画像信号に変換する撮像素子102と、撮像素子102によって変換された画像信号を表示する表示部103と、カメラマウント部104を含む。一方、交換レンズ装置201は、実施の形態1~3いずれかに係るズームレンズ系202と、その保持部でズームレンズ系202を保持しているレンズ鏡筒203と、カメラ本体のカメラマウント部104に接続されるレンズマウント部204(マウントの一例)を含む。カメラマウント部104及びレンズマウント部204は、物理的な接続のみならず、カメラ本体101内のコントローラ(図示せず)と交換レンズ装置201内のコントローラ(図示せず)とを電氣的に接続し、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13においては、ズームレンズ系202として実施の形態1に係るズームレンズ系を用いた場合を図示しているが、いずれの実施の形態のズー

10

20

30

40

50

ムレンズ系を用いてもよい。

【0077】

本実施の形態4では、実施の形態1～3いずれかに係るズームレンズ系202を用いているので、コンパクトで結像性能に優れた交換レンズ装置201を低コストで実現することができる。また、本実施の形態4に係るカメラシステム100全体の小型化及び低コスト化も達成することができる。

【0078】

(実施の形態5)

図14は、実施の形態5に係るカメラシステムの概略構成図である。

【0079】

本実施の形態5に係るカメラシステム300は、カメラ本体301と、カメラ本体301に固定されているレンズ鏡筒403とを備える。

【0080】

カメラ本体301は、ズームレンズ系402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302と、撮像素子302によって変換された画像信号を表示する表示部303とを含む。一方、レンズ鏡筒403は、実施の形態1～3いずれかに係るズームレンズ系402を、その保持部にて保持している。なお、図14においては、ズームレンズ系402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が、いずれの実施の形態のズームレンズ系を用いてもよい。

【0081】

本実施の形態5では、実施の形態1～3いずれかに係るズームレンズ系402を用いているので、コンパクトで結像性能に優れたレンズ鏡筒403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300全体の小型化及び低コスト化も達成することができる。

【0082】

(その他の実施の形態)

本発明は、上述の実施形態に限られず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の修正及び変更が可能である。一例として、本発明の他の実施の形態を以下まとめて説明する。

【0083】

上述の実施の形態1～3に係るズームレンズ系は、全てのズーミング域を使用する必要はない。すなわち、所望のズーミング域に応じて、光学性能が確保されている範囲を切り出し、以下の対応する数値実施例1～3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。

【0084】

撮像素子としては、例えば、CCD(Charge Coupled Device)イメージセンサやCMOS(Complementary Metal-oxide Semiconductor)イメージセンサ等を用いることができる。

【0085】

表示部としては、例えば、液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイ、無機ELディスプレイ、プラズマディスプレイパネル等、画像を表示できるものを用いることができる。

【0086】

(数値実施例)

以下、実施の形態1～3に係るズームレンズ系を具体的に実施した数値実施例を説明する。なお、各数値実施例において、表中の長さの単位はすべて「mm」であり、画角の単位はすべて「°」である。また、各数値実施例において、 r は曲率半径、 d は面間隔、 n_d は d 線に対する屈折率、 d は d 線に対するアッベ数である。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。

10

20

30

40

【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 : 非球面頂点の曲率半径、

: 円錐定数、

A_n : n 次の非球面係数

である。

【0087】

(数値実施例 1)

数値実施例 1 のズームレンズ系は、図 1 に示した実施の形態 1 に対応する。数値実施例 1 のズームレンズ系の面データを表 1 に、非球面データを表 2 に、無限遠合焦状態での各種データを表 3 に、近接物体合焦状態での各種データを表 4 に示す。

【0088】

表 1 (面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1	58.55310	0.90000	1.84666	23.8
2	23.17850	0.45740		
3*	15.19890	6.00050	1.75234	51.5
4	-322.25880	可変		
5*	-298.41730	0.50000	1.88300	40.8
6*	7.18980	2.70520		
7	11.19070	1.74290	1.94595	18.0
8	16.11350	可変		
9	56.47090	1.07830	1.79883	25.1
10	-146.68670	1.00000		
11(絞り)		可変		
12*	11.38760	3.19430	1.63818	59.2
13*	-29.11570	0.10680		
14	18.69170	2.02710	1.70394	55.7
15	-101.43800	0.50000	1.83173	28.3
16	8.72020	可変		
17*	-40.29170	0.68580	1.82314	31.1
18*	-303.06340	0.20000		
19	2331.75420	2.97790	1.63625	57.0
20	-17.24140	可変		
21	600.00000	0.70000	1.84666	23.8
22	600.00000	(BF)		

像面

【0089】

表 2 (非球面データ)

第3面

K= 0.00000E+00, A4=-2.05300E-05, A6=-1.05378E-07, A8= 1.38283E-10

10

20

30

40

50

A10=-1.86247E-12, A12=-4.27288E-15

第5面

K= 0.00000E+00, A4=-1.55763E-05, A6=-2.60913E-07, A8= 1.97249E-08

A10=-3.50189E-10, A12= 2.04222E-12

第6面

K= 0.00000E+00, A4=-2.11629E-04, A6=-4.41843E-07, A8=-2.11013E-07

A10= 6.43873E-09, A12=-1.12806E-10

第12面

K= 0.00000E+00, A4=-6.15501E-05, A6= 1.52770E-06, A8=-7.65651E-08

A10= 1.04526E-09, A12= 7.11156E-12

10

第13面

K= 0.00000E+00, A4= 8.70527E-05, A6= 2.69854E-06, A8=-1.38294E-07

A10= 2.33842E-09, A12= 0.00000E+00

第17面

K= 0.00000E+00, A4=-2.95589E-04, A6= 3.06843E-06, A8=-1.12097E-07

A10= 2.73955E-09, A12=-3.24392E-11

第18面

K= 0.00000E+00, A4=-2.41960E-04, A6= 6.57528E-07, A8= 2.26090E-08

A10=-4.49845E-10, A12= 0.00000E+00

【 0 0 9 0 】

20

表 3 (無限遠合焦状態での各種データ)

ズーム比	2.79669		
	広角	中間	望遠
焦点距離	14.5995	24.4203	40.8301
F ナンバー	3.60125	5.22929	5.66532
画角	39.6692	24.5854	15.0405
像高	10.8150	10.8150	10.8150
レンズ全長	64.6931	64.6821	64.6641
B F	15.06331	15.05219	15.03427
d4	0.8029	5.5026	9.6985
d8	10.8177	6.1193	1.9271
d11	8.0384	4.1859	0.7306
d16	4.3780	7.4424	11.6594
d20	0.8166	1.6035	0.8380
入射瞳位置	16.3149	25.8404	36.4843
射出瞳位置	-30.5671	-28.4389	-31.4005
前側主点位置	26.2432	36.5487	41.4125
後側主点位置	50.0937	40.2618	23.8340

30

40

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	33.38616	7.35790	1.31375	4.27365
2	5	-10.88292	4.94810	-0.06188	1.11218
3	9	51.16276	2.07830	0.16702	0.64446
4	12	25.75718	5.82820	-5.21524	-1.28671
5	17	47.46087	3.86370	4.24847	5.90075
6	21	1324886.5	0.70000	-708.65999	-707.96000

【 0 0 9 1 】

表 4 (近接物体合焦状態での各種データ)

50

ズーム比	2.05580		
	広角	中間	望遠
焦点距離	15.9246	22.8353	32.7377
F ナンバー	3.74591	5.30525	5.72822
画角	35.6058	24.9249	16.4765
像高	10.8150	10.8150	10.8150
レンズ全長	64.6917	64.6849	64.6725
B F	15.06361	15.05714	15.04489
d4	1.7473	5.1298	8.4785
d8	9.8717	6.4895	3.1407
d11	6.9044	3.8486	0.8793
d16	3.8972	4.7000	3.8972
d20	2.4313	4.6837	8.4557
入射瞳位置	18.0270	24.9882	33.2042
射出瞳位置	-27.3985	-24.4341	-22.0384
前側主点位置	27.8453	33.9433	33.4371
後側主点位置	47.8346	39.9262	27.8237

10

【 0 0 9 2 】

(数値実施例 2)

20

数値実施例 2 のズームレンズ系は、図 5 に示した実施の形態 2 に対応する。数値実施例 2 のズームレンズ系の面データを表 5 に、非球面データを表 6 に、無限遠合焦状態での各種データを表 7 に、近接物体合焦状態での各種データを表 8 に示す。

【 0 0 9 3 】

表 5 (面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1	34.87270	1.20000	1.84666	23.8
2	22.75020	0.28370	1.51345	49.9
3*	25.07450	0.20000		
4	20.20000	6.41180	1.77250	49.6
5	323.13430	可変		
6	60.27280	0.60000	2.00100	29.1
7	9.06640	3.50080		
8	97.52900	0.50000	1.69680	55.5
9	14.99940	0.95670		
10	13.03990	1.85560	1.94595	18.0
11	27.54920	可変		
12(絞リ)		0.65000		
13*	41.97230	1.18120	1.60602	57.4
14	-41.01740	可変		
15	20.78040	2.58790	1.58913	61.3
16	-32.62610	0.23020		
17	15.67810	3.09350	1.69680	55.5
18	-26.86850	0.50000	1.90366	31.3
19	11.38690	可変		
20*	557.75490	2.08440	1.58332	59.1
21	-21.19950	可変		
22*	145.41390	1.35380	1.54360	56.0

30

40

50

23* 26.78310 (BF)
像面

【 0 0 9 4 】

表 6 (非球面データ)

第3面

K= 0.00000E+00, A4= 5.78173E-06, A6= 8.32865E-08, A8=-8.92429E-10
A10= 6.70059E-12, A12=-2.44068E-14, A14= 3.74343E-17

第13面

K= 0.00000E+00, A4=-2.43435E-05, A6=-1.58424E-07, A8=-1.25340E-08
A10= 3.20084E-10, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

10

第20面

K= 0.00000E+00, A4=-6.98266E-05, A6= 1.33045E-06, A8=-6.62481E-09
A10=-1.59403E-11, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

第22面

K= 9.79472E+00, A4=-4.90072E-04, A6=-1.02230E-06, A8=-5.16888E-09
A10=-3.92412E-10, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

第23面

K= 0.00000E+00, A4=-5.75455E-04, A6= 6.81282E-07, A8=-3.38259E-09
A10=-1.17658E-10, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

20

【 0 0 9 5 】

表 7 (無限遠合焦状態での各種データ)

ズーム比	2.98255		
	広角	中間	望遠
焦点距離	14.5633	25.2004	43.4357
F ナンバー	3.64091	5.32805	5.82603
画角	39.1923	24.4350	14.5434
像高	10.8150	10.8150	10.8150
レンズ全長	72.3753	72.3776	72.3791
B F	14.25090	14.25308	14.25445
d5	0.4955	6.5745	12.0832
d11	14.8795	8.8006	3.2922
d14	10.1503	4.3836	0.5288
d19	2.6746	7.9120	10.9831
d21	2.7349	3.2642	4.0478
入射瞳位置	18.2761	31.8846	48.8197
射出瞳位置	-22.5907	-22.4465	-22.8068
前側主点位置	27.0826	39.7807	41.3489
後側主点位置	57.8120	47.1772	28.9435

30

40

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	39.56083	8.09550	0.08748	3.55907
2	6	-11.00999	7.41310	0.24847	1.65575
3	12	34.41585	1.83120	1.02398	1.46573
4	15	47.70999	6.41160	-9.99871	-4.92335
5	20	35.05857	2.08440	1.26995	2.03613
6	22	-60.63726	1.35380	1.07939	1.55261

【 0 0 9 6 】

50

表 8 (近接物体合焦状態での各種データ)

各種データ				
ズーム比	2.11942			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	14.4530	21.0050	30.6320	
F ナンバー	3.70366	5.21659	5.88411	
画角	39.1227	27.7098	18.2785	
像高	10.8150	10.8150	10.8150	
レンズ全長	72.3757	72.3771	72.3791	10
B F	14.25118	14.25264	14.25441	
d5	0.4955	5.1380	9.3511	
d11	14.8795	10.2371	6.0243	
d14	9.2886	5.3721	0.5289	
d19	3.0743	5.4986	8.0003	
d21	3.1970	4.6891	7.0305	
入射瞳位置	18.2761	28.2288	39.8366	
射出瞳位置	-22.0493	-20.8923	-20.1800	
前側主点位置	26.8317	35.9868	39.6276	
後側主点位置	57.0427	49.5337	37.7371	20

【 0 0 9 7 】

(数値実施例 3)

数値実施例 3 のズームレンズ系は、図 9 に示した実施の形態 3 に対応する。数値実施例 3 のズームレンズ系の面データを表 9 に、非球面データを表 10 に、無限遠合焦状態での各種データを表 11 に、近接物体合焦状態での各種データを表 12 に示す。

【 0 0 9 8 】

表 9 (面データ)

面データ				
面番号	r	d	nd	vd
物面				
1	284.23350	1.00000	1.84666	23.8
2	58.68740	4.20050	1.54982	64.7
3	-70.03340	0.10000		
4*	21.56130	4.08630	1.49964	69.1
5	-520.84440	可変		
6	-815.59620	0.70000	1.72916	54.7
7	13.16760	4.17600		
8*	-15.05660	0.70000	1.74993	45.4
9	25.49950	2.52320	1.84666	23.8
10	-36.15830	可変		
11(絞リ)		0.50000		
12*	8.11410	4.41410	1.67251	51.9
13*	2562.39940	0.10000		
14	30.53680	0.70000	1.74240	30.4
15	5.55800	1.54230	1.72364	54.9
16	10.00470	可変		
17	-21.30850	0.82870	1.72412	36.9
18	-86.62010	1.52300	1.48749	70.4
19	-46.87880	0.44060		

20* 51.55490 3.02260 1.72293 54.9
 21 -33.10420 (BF)

像面

【 0 0 9 9 】

表 1 0 (非球面データ)

第4面

K= 0.00000E+00, A4=-2.03822E-06, A6=-4.32333E-08, A8= 3.36354E-10
 A10=-1.61645E-12

第8面

K=-1.00138E+00, A4=-1.59898E-05, A6=-6.99543E-07, A8= 1.49743E-08
 A10=-1.49297E-10

第12面

K= 0.00000E+00, A4= 1.10586E-04, A6= 5.15005E-06, A8= 1.47279E-07
 A10= 9.63835E-11

第13面

K= 0.00000E+00, A4= 5.88832E-04, A6= 1.68294E-05, A8=-7.98898E-08
 A10= 3.71724E-08

第20面

K= 0.00000E+00, A4=-1.47283E-05, A6= 2.33757E-07, A8=-3.27684E-09
 A10= 1.61999E-11

【 0 1 0 0 】

表 1 1 (無限遠合焦状態での各種データ)

各種データ

ズーム比	2.81302		
	広角	中間	望遠
焦点距離	17.5046	29.3570	49.2408
F ナンバー	4.63913	5.53680	5.95737
画角	34.1342	19.9553	11.8415
像高	10.8150	10.8150	10.8150
レンズ全長	70.1939	70.1923	70.2047
B F	16.36381	18.68936	16.37450
d5	0.4000	4.2933	8.8469
d10	16.4817	8.0591	1.0000
d16	6.3911	8.5932	13.4260
入射瞳位置	22.0062	28.5662	36.6128
射出瞳位置	-20.3242	-25.0879	-37.8235
前側主点位置	31.1590	38.2364	41.1165
後側主点位置	52.6893	40.8352	20.9639

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	33.38887	9.38680	3.54630	6.85679
2	6	-12.60848	8.09920	0.94385	2.59059
3	11	19.06783	7.25640	-3.90499	0.46141
4	17	56.12476	5.81490	6.90352	9.56659

【 0 1 0 1 】

表 1 2 (近接物体合焦状態での各種データ)

10

20

30

40

50

各種データ

ズーム比	1.51508		
	広角	中間	望遠
焦点距離	22.7532	28.6428	34.4730
F ナンバー	5.07689	5.50918	5.66261
画角	25.5966	19.6513	15.9782
像高	10.8150	10.8150	10.8150
レンズ全長	70.1921	70.1938	70.1970
B F	19.65176	21.96804	23.57976
d5	2.0218	4.6189	6.4580
d10	11.4142	7.8809	4.9887
d16	6.5470	5.1687	4.6132
入射瞳位置	24.0968	29.4484	33.0391
射出瞳位置	-20.6438	-17.9034	-16.8510
前側主点位置	33.6708	36.6462	36.2902
後側主点位置	46.4255	39.9361	33.3557

10

【 0 1 0 2 】

図 2、6 及び 1 0 は、各々数値実施例 1 ~ 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。

【 0 1 0 3 】

また図 3、7 及び 1 1 は、各々数値実施例 1 ~ 3 に係るズームレンズ系の近接物体合焦状態の縦収差図である。なお、各数値実施例における物体距離は、数値実施例 1 では 3 2 5 mm、数値実施例 2 では 2 9 7 mm、数値実施例 3 では 5 7 0 mm である。

20

【 0 1 0 4 】

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。

30

【 0 1 0 5 】

図 4、8 及び 1 2 は、各々数値実施例 1 ~ 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。

【 0 1 0 6 】

各横収差図において、上段 3 つの収差図は、望遠端における像ぶれ補正を行っていない基本状態、下段 3 つの収差図は、像ぶれ補正レンズ群 (数値実施例 1 : 第 3 レンズ群 G 3 の第 5 レンズ素子 L 5、数値実施例 2 : 第 3 レンズ群 G 3 の第 6 レンズ素子 L 6、数値実施例 3 : 第 3 レンズ群 G 3 の第 7 レンズ素子 L 7、第 8 レンズ素子 L 8 及び第 9 レンズ素子 L 9) を光軸に対して直交する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 7 0 % 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 - 7 0 % 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 7 0 % 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 - 7 0 % の像点における横収差に、それぞれ対応する。また各横収差図において、横軸は瞳面上での主光線からの距離を表し、実線は d 線 (d - l i n e)、短破線は F 線 (F - l i n e)、長破線は C 線 (C - l i n e) の特性である。なお各横収差図において、メリディオナル平面を、第 1 レンズ群 G 1 の光軸と第 3 レンズ群 G 3 の光軸とを含む平面としている。

40

50

【0107】

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

数値実施例 1 0.345 mm

数値実施例 2 0.214 mm

数値実施例 3 0.146 mm

【0108】

無限遠合焦状態で望遠端において、ズームレンズ系が0.3°だけ傾いた場合の像偏心量は、像ぶれ補正レンズ群が光軸と垂直な方向に上記の各値だけ平行移動するときの像偏心量に等しい。

【0109】

各横収差図から明らかなように、軸上像点における横収差の対称性は良好であることがわかる。また、+70%像点における横収差と-70%像点における横収差とを基本状態で比較すると、いずれも湾曲度が小さく、収差曲線の傾斜がほぼ等しいことから、偏心コマ収差、偏心非点収差が小さいことがわかる。このことは、像ぶれ補正状態であっても十分な結像性能が得られていることを意味している。また、ズームレンズ系の像ぶれ補正角が同じ場合には、ズームレンズ系全体の焦点距離が短くなるにつれて、像ぶれ補正に必要な平行移動量が減少する。したがって、いずれのズーム位置であっても、0.3°までの像ぶれ補正角に対して、結像特性を低下させることなく十分な像ぶれ補正を行うことが可能である。

【0110】

以下の表13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。

【0111】

表 13 (条件の対応値)

【表13】

条件		数値実施例		
		1	2	3
(1)	$ d_{2T}/d_{1T} $	0.1214	0.0000	0.6702
(2)	$ d_{1W}/d_{2W} $	0.8337	0.0000	0.4707
(3)	f_{1f}/f_W	-0.7444	-0.7652	-0.7202
(4)	f_{2f}/f_W	1.7707	3.2755	1.0893
	d_{1T}	-1.2148	-2.7321	-2.3882
	d_{2T}	0.1475	0.0001	1.6005
	d_{1W}	0.9458	0.0000	1.6218
	d_{2W}	-1.1344	-0.8621	-3.4457
	f_{1f}	-10.8609	-11.0100	-12.6032
	f_{2f}	25.8367	47.6910	19.0629
	f_W	14.5911	14.5600	17.5000

【産業上の利用可能性】

【0112】

ここに開示されたズームレンズ系は、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、携帯電話機器のカメラ、PDA(Personal Digital Assistance)のカメラ、監視システムにおける監視カメラ、Webカメラ、車載カメラ等に適用可能であり、特にデジタルスチルカメラシステム、デジタルビデオカメラシステムといった高画質が要求される撮影光学系に好適である。

【0113】

またここに開示されたズームレンズ系は、本発明に係る交換レンズ装置の中でも、デジタルビデオカメラシステムに装着される交換レンズ装置や、ズームレンズ系をモータによ

10

20

30

40

50

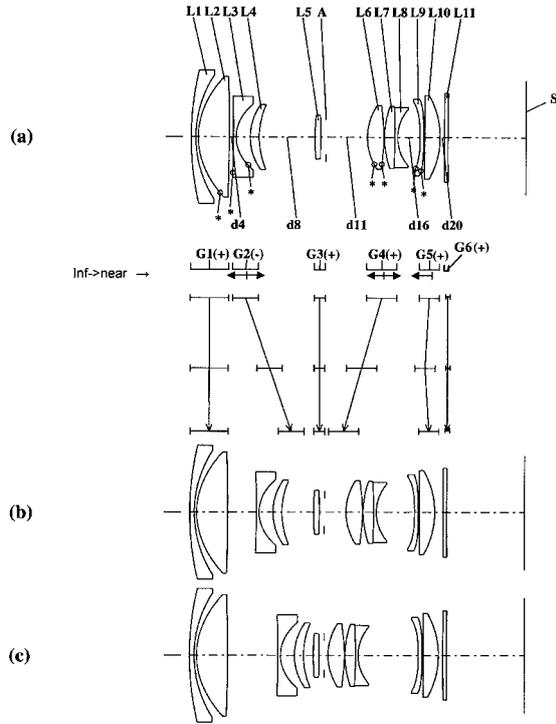
り駆動する電動ズーム機能を搭載した交換レンズ装置に適用することが可能である。

【符号の説明】

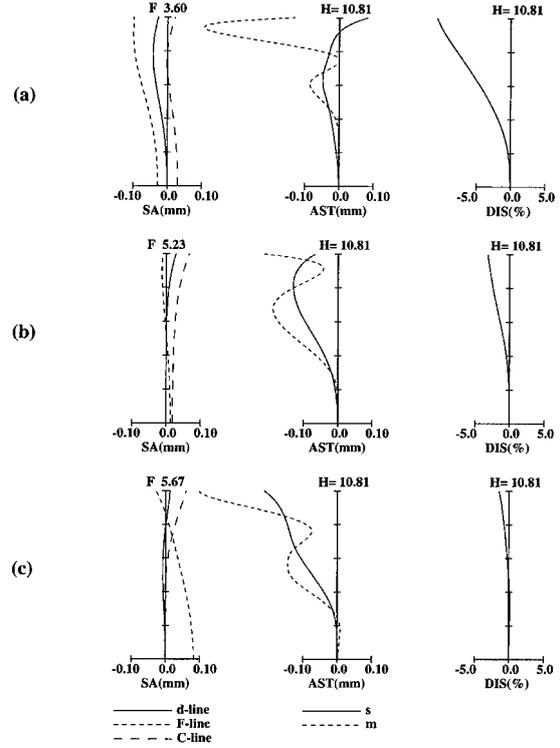
【 0 1 1 4 】

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	10
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	20
L 1 2	第 1 2 レンズ素子	
A	開口絞り	
S	像面	
1 0 0、3 0 0	カメラシステム	
1 0 1、3 0 1	カメラ本体	
1 0 2、3 0 2	撮像素子	
1 0 3、3 0 3	表示部	
1 0 4	カメラマウント部	
2 0 1	交換レンズ装置	
2 0 2、4 0 2	ズームレンズ系	30
2 0 3、4 0 3	レンズ鏡筒	
2 0 4	レンズマウント部	

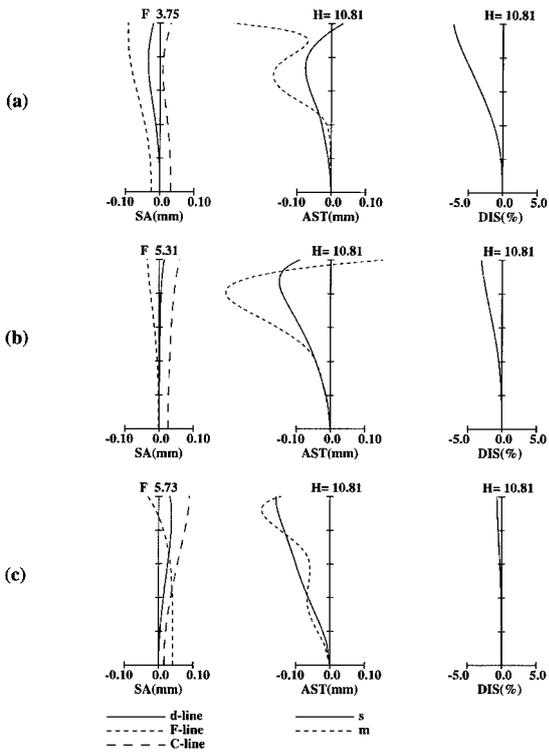
【 図 1 】



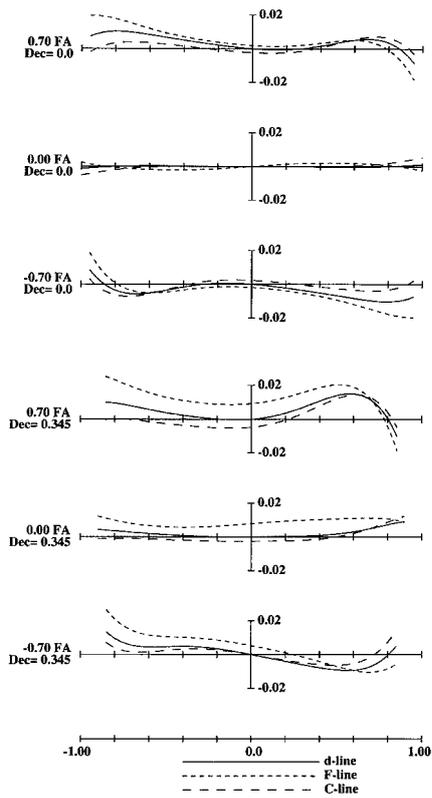
【 図 2 】



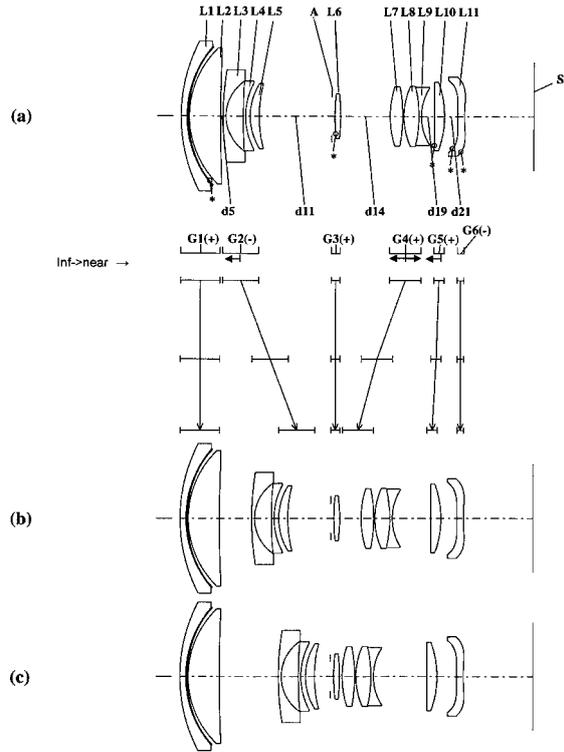
【 図 3 】



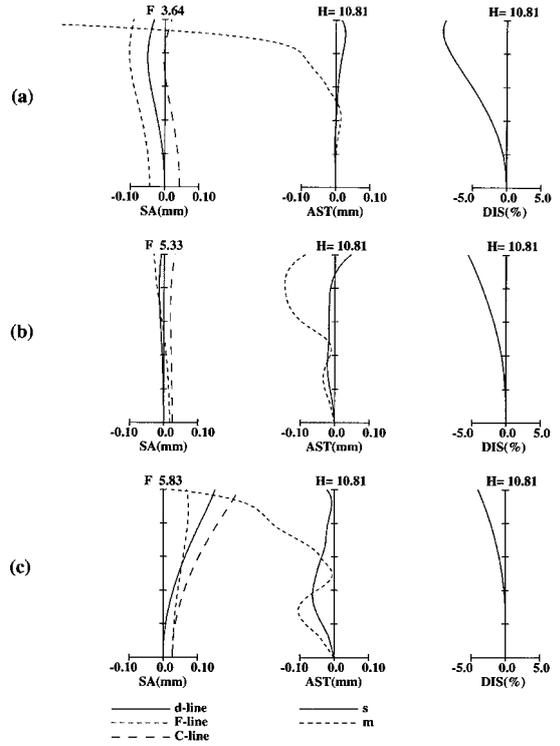
【 図 4 】



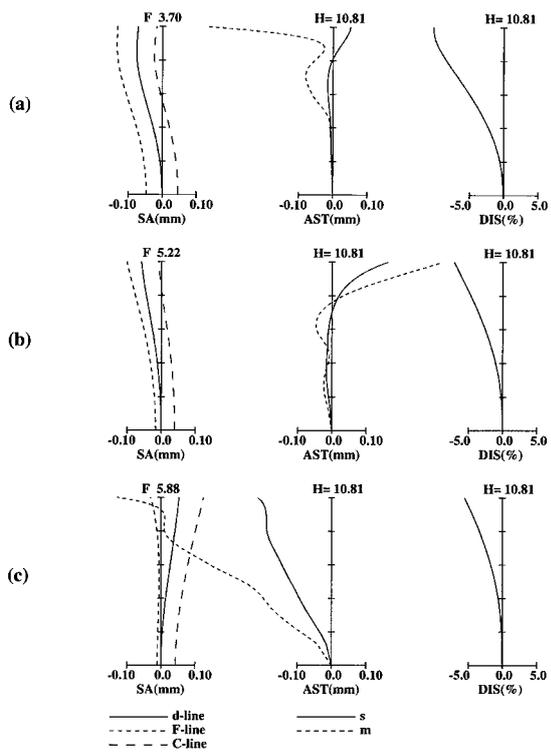
【 図 5 】



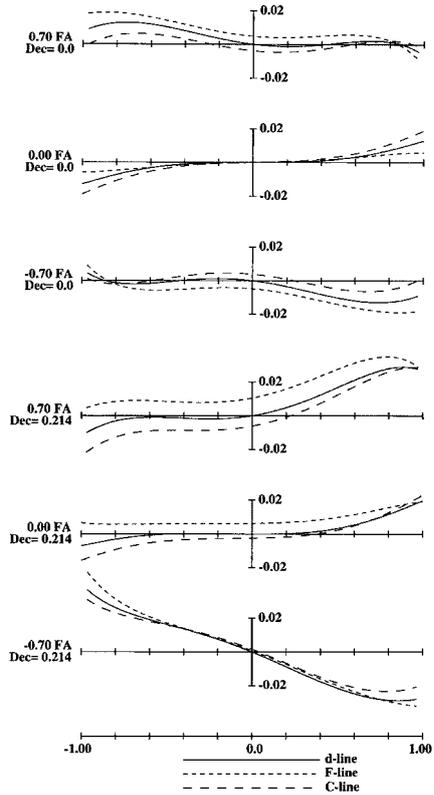
【 図 6 】



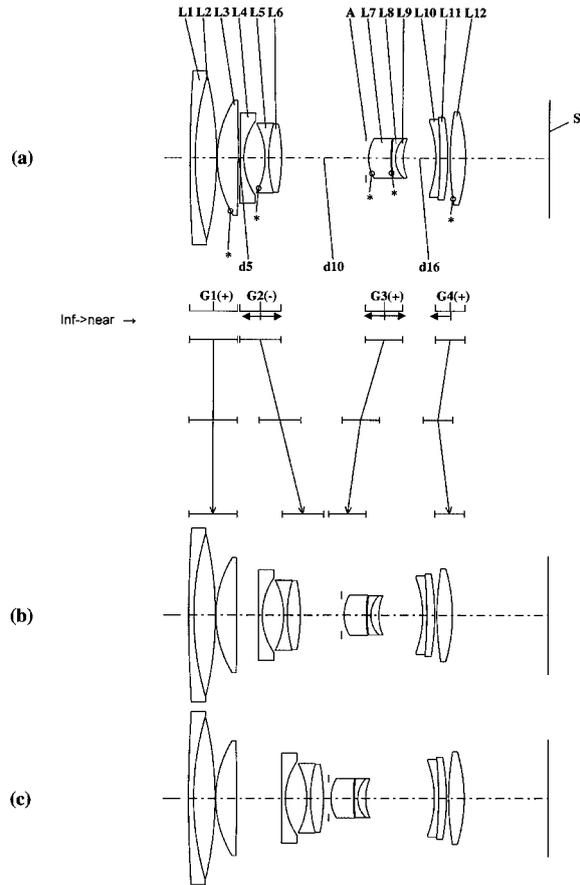
【 図 7 】



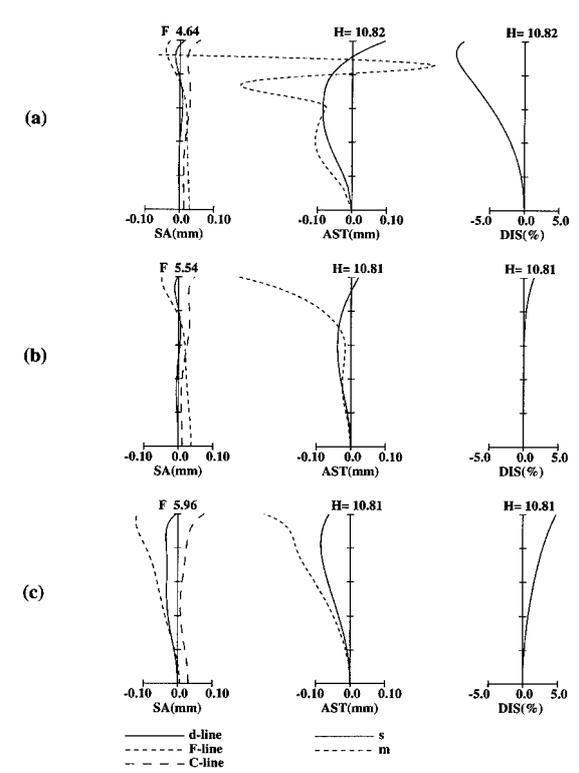
【 図 8 】



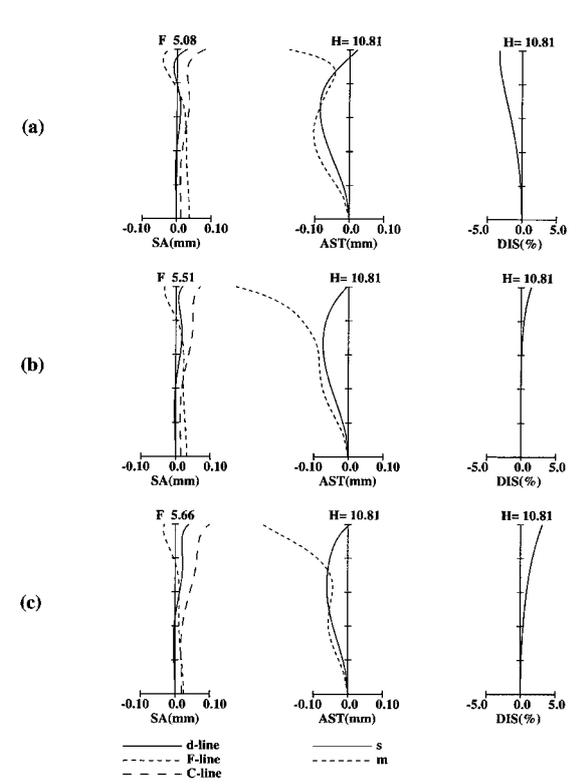
【 図 9 】



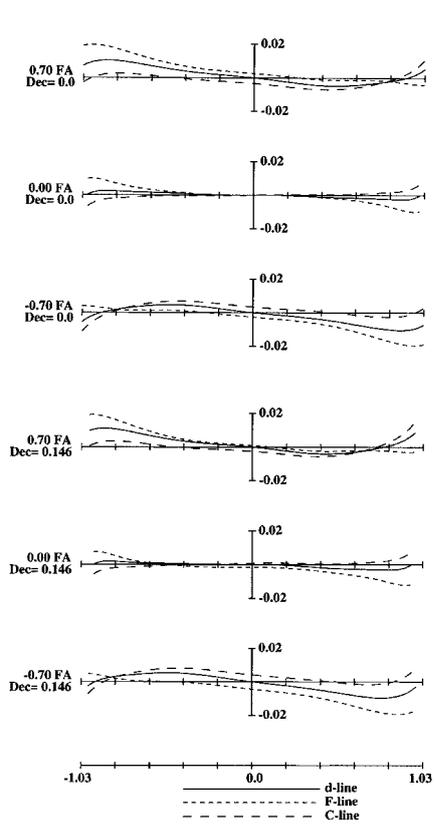
【 図 10 】



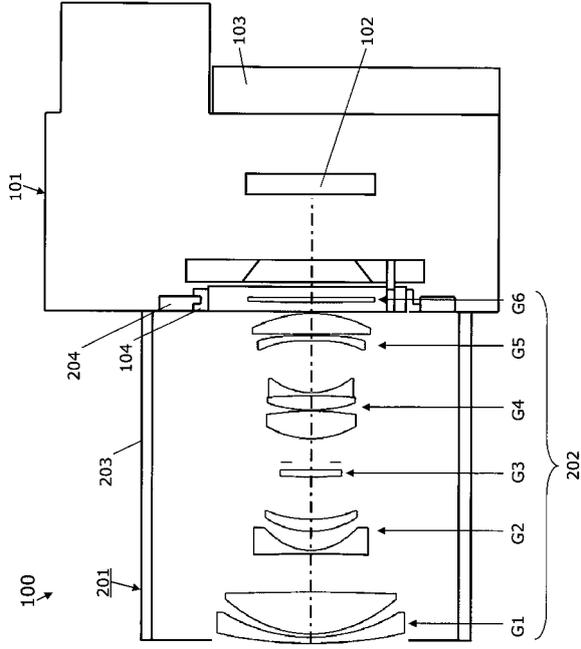
【 図 11 】



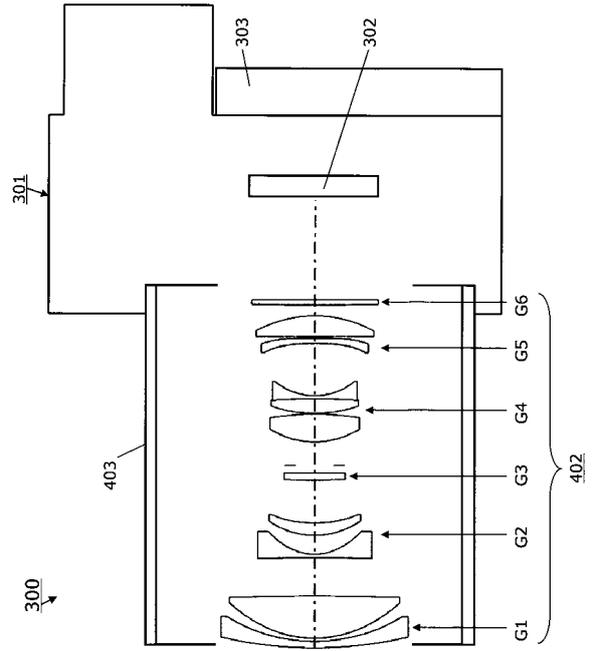
【 図 12 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



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1006番地 パナソニック株式会社内

審査官 堀井 康司

(56)参考文献 特開平06-180423(JP,A)
特開2000-221398(JP,A)
特開2001-281522(JP,A)
特開2007-240875(JP,A)
特開2010-145759(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 15/20

G02B 13/18