

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5676505号
(P5676505)

(45) 発行日 平成27年2月25日 (2015. 2. 25)

(24) 登録日 平成27年1月9日 (2015. 1. 9)

(51) Int. Cl.	F 1
G O 2 B 15/20 (2006. 01)	G O 2 B 15/20
G O 2 B 13/18 (2006. 01)	G O 2 B 13/18
G O 3 B 17/04 (2006. 01)	G O 3 B 17/04

請求項の数 12 (全 56 頁)

(21) 出願番号	特願2012-35346 (P2012-35346)	(73) 特許権者	314012076
(22) 出願日	平成24年2月21日 (2012. 2. 21)		パナソニック I P マネジメント株式会社
(65) 公開番号	特開2012-226307 (P2012-226307A)		大阪府大阪市中央区域見2丁目1番61号
(43) 公開日	平成24年11月15日 (2012. 11. 15)	(74) 代理人	110001276
審査請求日	平成26年2月10日 (2014. 2. 10)		特許業務法人 小笠原特許事務所
(31) 優先権主張番号	特願2011-85145 (P2011-85145)	(72) 発明者	葛原 聡
(32) 優先日	平成23年4月7日 (2011. 4. 7)		大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		ソニック株式会社内
		(72) 発明者	松村 善夫
			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	殿岡 雅仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ系、撮像装置及びカメラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも1枚のレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有するズームレンズ系であって、

物体側から像側へと順に、

負のパワーを有する第1レンズ群と、

正のパワーを有する第2レンズ群と、

負のパワーを有する第3レンズ群と、

正のパワーを有する第4レンズ群と

からなり、

前記第3レンズ群が、2枚以下のレンズ素子からなり、

前記第4レンズ群が、2枚以下のレンズ素子からなり、

前記第1レンズ群が、該第1レンズ群を構成するいずれかのレンズ素子間に少なくとも1つの空気間隔を有し、

撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、前記第1レンズ群が、像面に対して移動し、

以下の条件(1)を満足する、ズームレンズ系：

$$D_{a i r} / f_w > 0.85 \quad \cdots (1)$$

ここで、

$D_{a i r}$ ：第1レンズ群において最物体側に位置する空気間隔、

f_w : 広角端における全系の焦点距離である。

【請求項 2】

第 1 レンズ群が、少なくとも 1 枚の負のパワーを有するレンズ素子と少なくとも 1 枚の正のパワーを有するレンズ素子とを含み、以下の条件 (4) を満足する、請求項 1 に記載のズームレンズ系：

$$1.5 < 1/n - 1/p < 4.0 \quad \dots (4)$$

ここで、

$1/n$: 第 1 レンズ群に含まれる負のパワーを有するレンズ素子の、d 線に対するアッベ数の平均値、

10

$1/p$: 第 1 レンズ群に含まれる正のパワーを有するレンズ素子の、d 線に対するアッベ数の平均値

である。

【請求項 3】

以下の条件 (5) を満足する、請求項 1 に記載のズームレンズ系：

$$1.4 < (-f_{G1} \times f_{G2}) / I_r < 2.0 \quad \dots (5)$$

ここで、

f_{G1} : 第 1 レンズ群の焦点距離、

f_{G2} : 第 2 レンズ群の焦点距離、

I_r : 最大像高 ($I_r = f_T \times \tan(\theta_T)$)、

20

f_T : 望遠端における全系の焦点距離、

θ_T : 望遠端における最大画角の半値 (°)

である。

【請求項 4】

以下の条件 (6) を満足する、請求項 1 に記載のズームレンズ系：

$$n_{L1} > 1.70 \quad \dots (6)$$

ここで、

n_{L1} : 第 1 レンズ群において最物体側に位置するレンズ素子の d 線に対する屈折率である。

【請求項 5】

30

以下の条件 (7) を満足する、請求項 1 に記載のズームレンズ系：

$$0.85 < L_w / L_T < 1.15 \quad \dots (7)$$

ここで、

L_w : 広角端におけるレンズ全長 (広角端における、第 1 レンズ群の最物体側レンズ面から像面までの距離)、

L_T : 望遠端におけるレンズ全長 (望遠端における、第 1 レンズ群の最物体側レンズ面から像面までの距離)

である。

【請求項 6】

第 1 レンズ群が、少なくとも 1 枚の負のパワーを有するレンズ素子を含み、以下の条件 (8) を満足する、請求項 1 に記載のズームレンズ系：

40

$$D_n / (f_w \times f_T) < 0.070 \quad \dots (8)$$

ここで、

D_n : 第 1 レンズ群において最像側に位置する負のパワーを有するレンズ素子の中心厚み、

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 7】

以下の条件 (9) を満足する、請求項 1 に記載のズームレンズ系：

50

$$n_{G1ave} > 1.8 \quad \dots (9)$$

ここで、

n_{G1ave} : 第1レンズ群を構成するレンズ素子の、d線に対する屈折率の平均値である。

【請求項8】

以下の条件(10)を満足する、請求項1に記載のズームレンズ系：

$$G_2 > 60 \quad \dots (10)$$

ここで、

G_2 : 第2レンズ群を構成するレンズ素子の、d線に対するアッペ数の最大値である。

10

【請求項9】

第1レンズ群を構成する一部のレンズ素子又は第2レンズ群が、沈胴時に撮像時とは異なる軸に沿って退避する退避レンズ群である、請求項1に記載のズームレンズ系。

【請求項10】

第1レンズ群において最物体側に位置するレンズ素子が、物体側に凸の形状を有する、請求項1に記載のズームレンズ系。

【請求項11】

物体の光学的な像を電氣的な画像信号として出力可能な撮像装置であって、物体の光学的な像を形成するズームレンズ系と、該ズームレンズ系により形成された光学的な像を電氣的な画像信号に変換する撮像素子とを備え、前記ズームレンズ系が、請求項1に記載のズームレンズ系である、撮像装置。

20

【請求項12】

物体の光学的な像を電氣的な画像信号に変換し、変換された画像信号の表示及び記憶の少なくとも一方を行うカメラであって、物体の光学的な像を形成するズームレンズ系と、該ズームレンズ系により形成された光学的な像を電氣的な画像信号に変換する撮像素子とを含む撮像装置を備え、前記ズームレンズ系が、請求項1に記載の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】

30

【0001】

本発明は、ズームレンズ系、撮像装置及びカメラに関する。特に本発明は、レンズ全長が短く小型でありながら、広角端での広い画角と高いズームリング比とを有するだけでなく、迅速なフォーカシングが可能であり、特に近接物体合焦状態においても高い光学性能を備えたズームレンズ系、該ズームレンズ系を含む撮像装置、及び該撮像装置を備えた薄型でコンパクトなカメラに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ等の、光電変換を行う撮像素子を持つカメラ（以下、単にデジタルカメラという）に対して、コンパクト化及び高性能化の要求が強くなってきている。

40

【0003】

前記のごとくコンパクト化及び高性能化が図られたデジタルカメラに用いられるズームレンズ系として、例えば、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、正のパワーを有する第2レンズ群とが配置された、負正の2群構成を少なくとも有するズームレンズが種々提案されている。

【0004】

特許文献1は、負正負正の4群構成を有し、各レンズ群間の空気間隔を変化させて変倍を行うズームレンズで、広角端から望遠端へのズームングの際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔を変化させて変倍を行い、第1レンズ群が3枚のレンズで構成され、第2

50

レンズ群が 4 枚のレンズで構成され、第 3 レンズ群が 3 枚のレンズで構成され、第 4 レンズ群が 1 枚のレンズで構成されているズームレンズを開示している。

【 0 0 0 5 】

特許文献 2 は、負正負正の 4 群構成を有し、各レンズ群間の空気間隔を変化させて変倍を行うズームレンズで、広角端から望遠端へのズーミングの際に、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との間隔を変化させて変倍を行い、第 1 レンズ群が 3 枚のレンズで構成され、第 2 レンズ群が 3 枚のレンズで構成され、第 3 レンズ群が 3 枚のレンズで構成され、第 4 レンズ群が 1 枚のレンズで構成されているズームレンズを開示している。

【 0 0 0 6 】

特許文献 3 は、負正正の 3 群構成を有し、各レンズ群間の空気間隔を変化させて変倍を行うズームレンズで、広角端から望遠端へのズーミングの際に、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との間隔を変化させて変倍を行い、第 1 レンズ群が 2 枚のレンズで構成され、第 2 レンズ群が 3 枚のレンズで構成され、第 3 レンズ群 1 枚のレンズで構成されているズームレンズを開示している。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 5 - 3 5 2 4 2 8 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 8 - 1 9 7 1 7 6 号公報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 1 0 - 1 2 2 6 2 5 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

しかしながら、特許文献 1 及び 2 に開示のズームレンズはいずれも、レンズ枚数が 1 0 枚以上と多く、レンズコストが高いたくでなく、レンズ全長が長いため、近年のデジタルカメラに対する要求を満足し得るものではない。

【 0 0 0 9 】

また特許文献 3 に開示のズームレンズは、レンズ枚数が 6 枚と少ないものの、レンズ全長が長く、やはり近年のデジタルカメラに対する要求を満足し得るものではない。

【 0 0 1 0 】

本発明の目的は、レンズ全長が短く小型でありながら、広角端での広い画角と高いズーミング比とを有するだけでなく、高い光学性能を備えたズームレンズ系、該ズームレンズ系を含む撮像装置、及び該撮像装置を備えた薄型でコンパクトなカメラを提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 1 】

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 枚のレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有するズームレンズ系であって、

物体側から像側へと順に、

負のパワーを有する第 1 レンズ群と、

正のパワーを有する第 2 レンズ群と、

負のパワーを有する第 3 レンズ群と、

正のパワーを有する第 4 レンズ群と

からなり、

前記第 3 レンズ群が、2 枚以下のレンズ素子からなり、

前記第 4 レンズ群が、2 枚以下のレンズ素子からなり、

前記第 1 レンズ群が、該第 1 レンズ群を構成するいずれかのレンズ素子間に少なくとも 1 つの空気間隔を有し、

撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、前記第 1 レンズ群が、像面に対して移

10

20

30

40

50

動し、

以下の条件 (1) :

$$D_{air} / f_w > 0.85 \quad \dots (1)$$

(ここで、

D_{air} : 第 1 レンズ群において最物体側に位置する空気間隔、

f_w : 広角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。

【 0 0 1 2 】

10

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氣的な画像信号として出力可能な撮像装置であって、

物体の光学的な像を形成するズームレンズ系と、

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

前記ズームレンズ系が、

少なくとも 1 枚のレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有し、

物体側から像側へと順に、

負のパワーを有する第 1 レンズ群と、

正のパワーを有する第 2 レンズ群と、

負のパワーを有する第 3 レンズ群と、

正のパワーを有する第 4 レンズ群と

からなり、

前記第 3 レンズ群が、2 枚以下のレンズ素子からなり、

前記第 4 レンズ群が、2 枚以下のレンズ素子からなり、

前記第 1 レンズ群が、該第 1 レンズ群を構成するいずれかのレンズ素子間に少なくとも 1 つの空気間隔を有し、

撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、前記第 1 レンズ群が、像面に対して移動し、

以下の条件 (1) :

$$D_{air} / f_w > 0.85 \quad \dots (1)$$

(ここで、

D_{air} : 第 1 レンズ群において最物体側に位置する空気間隔、

f_w : 広角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。

【 0 0 1 3 】

上記目的の 1 つは、以下のカメラにより達成される。すなわち本発明は、

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

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

前記ズームレンズ系が、

少なくとも 1 枚のレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有し、

物体側から像側へと順に、

負のパワーを有する第 1 レンズ群と、

正のパワーを有する第 2 レンズ群と、

負のパワーを有する第 3 レンズ群と、

正のパワーを有する第 4 レンズ群と

20

30

40

50

からなり、

前記第3レンズ群が、2枚以下のレンズ素子からなり、

前記第4レンズ群が、2枚以下のレンズ素子からなり、

前記第1レンズ群が、該第1レンズ群を構成するいずれかのレンズ素子間に少なくとも1つの空気間隔を有し、

撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、前記第1レンズ群が、像面に対して移動し、

以下の条件(1)：

$$D_{air} / f_w > 0.85 \quad \dots (1)$$

(ここで、

D_{air} ：第1レンズ群において最物体側に位置する空気間隔、

f_w ：広角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

に関する。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、レンズ全長が短く小型でありながら、広角端での広い画角と高いズーミング比とを有するだけでなく、迅速なフォーカシングが可能であり、特に近接物体合焦状態においても高い光学性能を備えたズームレンズ系、該ズームレンズ系を含む撮像装置、及び該撮像装置を備えた薄型でコンパクトなカメラを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

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

【図2】実施例1に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

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

【図4】実施の形態2(実施例2)に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図

【図5】実施例2に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

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

【図7】実施の形態3(実施例3)に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図

【図8】実施例3に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

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

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

【図11】実施例4に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

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

【図13】実施の形態5(実施例5)に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図

【図14】実施例5に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

【図15】実施例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及び像ぶれ補正状態での横収差図

【図16】実施の形態6(実施例6)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 17】実施例 6 に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

【図 18】実施例 6 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 19】実施の形態 7（実施例 7）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 20】実施例 7 に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

【図 21】実施例 7 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 22】実施の形態 8（実施例 8）に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図

10

【図 23】実施例 8 に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

【図 24】実施例 8 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 25】実施の形態 9（実施例 9）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 26】実施例 9 に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

【図 27】実施例 9 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 28】実施の形態 10（実施例 10）に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図

20

【図 29】実施例 10 に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

【図 30】実施例 10 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 31】実施の形態 11（実施例 11）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 32】実施例 11 に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

【図 33】実施例 11 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 34】実施の形態 12 に係るデジタルスチルカメラの概略構成図

【発明を実施するための形態】

30

【0019】

（実施の形態 1 ～ 11）

図 1、4、7、10、13、16、19、22、25、28 及び 31 は、各々実施の形態 1 ～ 11 に係るズームレンズ系のレンズ配置図である。

【0020】

図 1、4、7、10、13、16、19、22、25、28 及び 31 は、いずれも無限遠合焦状態にあるズームレンズ系を表している。各図において、（a）図は広角端（最短焦点距離状態：焦点距離 f_W ）のレンズ構成、（b）図は中間位置（中間焦点距離状態：焦点距離 $f_M = (f_W * f_T)$ ）のレンズ構成、（c）図は望遠端（最長焦点距離状態：焦点距離 f_T ）のレンズ構成をそれぞれ表している。また各図において、（a）図と（b）図との間に設けられた直線乃至曲線の矢印は、広角端から中間位置を経由して望遠端への、各レンズ群の動きを示す。さらに各図において、レンズ群に付された矢印は、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングを表す。すなわち、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際の移動方向を示している。

40

【0021】

各実施の形態に係るズームレンズ系は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群 G1 と、正のパワーを有する第 2 レンズ群 G2 とを少なくとも備え、ズームングに際して、少なくとも前記第 1 レンズ群 G1 と第 2 レンズ群 G2 との間隔が変化するように、少なくともこれら第 1 レンズ群 G1 及び第 2 レンズ群 G2 が光軸に沿った方向にそれぞれ移動する。各実施の形態に係るズームレンズ系は、これら各レンズ群を所望のパ

50

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】

なお図1、4、7、10、13、16、19、22、25、28及び31において、特定の面に付されたアスタリスク*は、該面が非球面であることを示している。また各図において、各レンズ群の符号に付された記号(+)及び記号(-)は、各レンズ群のパワーの符号に対応する。また各図において、最も右側に記載された直線は、像面Sの位置を表し、該像面Sの物体側(図1、4、7、10、19、22、25及び31:像面Sと第4レンズ群G4の最像側レンズ面との間、図13及び16:像面Sと第3レンズ群G3の最像側レンズ面との間、図28:像面Sと第5レンズ群G5の最像側レンズ面との間)には、光学的ローパスフィルタや撮像素子のフェースプレート等と等価な平行平板Pが設けられている。

10

【0023】

さらに図1、4、7、10、13、16、22、25、28及び31において、第2レンズ群G2の最物体側、すなわち、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間に開口絞りAが設けられている。図19において、第2レンズ群G2中に開口絞りAが設けられている。

【0024】

図1に示すように、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、負のパワーを有する第1レンズ群G1と、正のパワーを有する第2レンズ群G2と、負のパワーを有する第3レンズ群G3と、正のパワーを有する第4レンズ群G4とからなる。

20

【0025】

実施の形態1に係るズームレンズ系において、第1レンズ群G1は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第1レンズ素子L1と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第2レンズ素子L2と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第3レンズ素子L3とからなる。これらのうち、第1レンズ素子L1の像側面には非球面形状を有する樹脂層を付着しており、第2レンズ素子L2は、その両面が非球面であり、第3レンズ素子L3は、その両面が非球面である。

【0026】

実施の形態1に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第4レンズ素子L4と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第5レンズ素子L5と、両凸形状の第6レンズ素子L6とからなる。これらのうち、第4レンズ素子L4は、その両面が非球面である。

30

【0027】

実施の形態1に係るズームレンズ系において、第3レンズ群G3は、両凹形状の第7レンズ素子L7のみからなる。該第7レンズ素子L7は、その両面が非球面である。

【0028】

実施の形態1に係るズームレンズ系において、第4レンズ群G4は、像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のみからなる。該第8レンズ素子L8は、その両面が非球面である。

40

【0029】

実施の形態1に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2の物体側(第3レンズ素子L3と第4レンズ素子L4との間)には、開口絞りAが設けられており、像面Sの物体側(像面Sと第8レンズ素子L8との間)には、平行平板Pが設けられている。

【0030】

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ミングの際に、第1レンズ群G1は、像側に凸の軌跡を描いて物体側へ移動し、第2レンズ群G2は、単調に物体側へ移動し、第3レンズ群G3は、単調に物体側へ移動し、第4レンズ群は、像面Sに対して固定されている。すなわち、ズーミングに際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間

50

隔が一旦減少し、その後増大し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が増大するように、各レンズ群が光軸に沿ってそれぞれ移動する。また、開口絞りAは、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第2レンズ群G2と一体的に光軸に沿って移動する。

【0031】

実施の形態1に係るズームレンズ系において、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第3レンズ群G3は、光軸に沿って像側へ移動する。

【0032】

実施の形態1に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2が後述する退避レンズ群に相当し、該第2レンズ群G2は、沈胴時に撮像時とは異なる軸に沿って退避する。

10

【0033】

実施の形態1に係るズームレンズ系において、第3レンズ群G3を光軸に直交する方向に移動させることによって、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

【0034】

図4に示すように、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、負のパワーを有する第1レンズ群G1と、正のパワーを有する第2レンズ群G2と、負のパワーを有する第3レンズ群G3と、正のパワーを有する第4レンズ群G4とからなる。

【0035】

実施の形態2に係るズームレンズ系において、第1レンズ群G1は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第1レンズ素子L1と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第2レンズ素子L2と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第3レンズ素子L3とからなる。これらのうち、第2レンズ素子L2は、その両面が非球面であり、第3レンズ素子L3は、その両面が非球面である。

20

【0036】

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

30

【0037】

実施の形態2に係るズームレンズ系において、第3レンズ群G3は、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第7レンズ素子L7のみからなる。該第7レンズ素子L7は、その両面が非球面である。

【0038】

実施の形態2に係るズームレンズ系において、第4レンズ群G4は、両凸形状の第8レンズ素子L8のみからなる。該第8レンズ素子L8は、その両面が非球面である。

【0039】

実施の形態2に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2の物体側（第3レンズ素子L3と第4レンズ素子L4との間）には、開口絞りAが設けられており、像面Sの物体側（像面Sと第8レンズ素子L8との間）には、平行平板Pが設けられている。

40

【0040】

実施の形態2に係るズームレンズ系において、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第1レンズ群G1は、像側に凸の軌跡を描いて物体側へ移動し、第2レンズ群G2は、単調に物体側へ移動し、第3レンズ群G3は、単調に物体側へ移動し、第4レンズ群は、像面Sに対して固定されている。すなわち、ズームングに際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が増大し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が増大するように、各レンズ群が光軸に沿ってそれぞれ移動する。また、開口絞りAは、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第2レンズ群G2と一体的に光軸に沿って移動する。

50

【 0 0 4 1 】

実施の形態 2 に係るズームレンズ系において、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第 3 レンズ群 G 3 は、光軸に沿って像側へ移動する。

【 0 0 4 2 】

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 の一部が後述する退避レンズ群に相当し、該第 1 レンズ群 G 1 の一部は、沈胴時に撮像時とは異なる軸に沿って退避する。

【 0 0 4 3 】

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 を光軸に直交する方向に移動させることによって、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

10

【 0 0 4 4 】

図 7 に示すように、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、負のパワーを有する第 1 レンズ群 G 1 と、正のパワーを有する第 2 レンズ群 G 2 と、負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 とからなる。

【 0 0 4 5 】

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 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負メニスカス形状の第 2 レンズ素子 L 2 と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第 3 レンズ素子 L 3 とからなる。これらのうち、第 2 レンズ素子 L 2 は、その両面が非球面であり、第 3 レンズ素子 L 3 は、その両面が非球面である。

20

【 0 0 4 6 】

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 G 2 は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第 4 レンズ素子 L 4 と、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 5 レンズ素子 L 5 と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 6 レンズ素子 L 6 とからなる。これらのうち、第 4 レンズ素子 L 4 と第 5 レンズ素子 L 5 とは接合されている。また第 6 レンズ素子 L 6 は、その両面が非球面である。

【 0 0 4 7 】

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 G 3 は、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 7 レンズ素子 L 7 のみからなる。該第 7 レンズ素子 L 7 は、その両面が非球面である。

30

【 0 0 4 8 】

実施の形態 3 に係るズームレンズ系において、第 4 レンズ群 G 4 は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第 8 レンズ素子 L 8 と、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 9 レンズ素子 L 9 とからなる。これら第 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。また第 8 レンズ素子 L 8 は、その物体側面が非球面である。

【 0 0 4 9 】

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 G 2 の物体側（第 3 レンズ素子 L 3 と第 4 レンズ素子 L 4 との間）には、開口絞り A が設けられており、像面 S の物体側（像面 S と第 9 レンズ素子 L 9 との間）には、平行平板 P が設けられている。

40

【 0 0 5 0 】

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ミングの際に、第 1 レンズ群 G 1 は、像側に凸の軌跡を描いて物体側へ移動し、第 2 レンズ群 G 2 は、単調に物体側へ移動し、第 3 レンズ群 G 3 は、単調に物体側へ移動し、第 4 レンズ群は、像面 S に対して固定されている。すなわち、ズーミングに際して、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔が減少し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔が増大し、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との間隔が増大するように、各レンズ群が光軸に沿ってそれぞれ移動する。また、開口絞り A は、撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、第 2 レンズ群 G 2 と一体的に光軸に沿って移動する。

【 0 0 5 1 】

50

実施の形態 3 に係るズームレンズ系において、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第 3 レンズ群 G 3 は、光軸に沿って像側へ移動する。

【 0 0 5 2 】

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 G 1 の一部が後述する退避レンズ群に相当し、該第 1 レンズ群 G 1 の一部は、沈胴時に撮像時とは異なる軸に沿って退避する。

【 0 0 5 3 】

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 G 2 を光軸に直交する方向に移動させることによって、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

10

【 0 0 5 4 】

図 10 に示すように、実施の形態 4 に係るズームレンズ系は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群 G 1 と、正のパワーを有する第 2 レンズ群 G 2 と、負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 とからなる。

【 0 0 5 5 】

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

20

【 0 0 5 6 】

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

【 0 0 5 7 】

実施の形態 4 に係るズームレンズ系において、第 3 レンズ群 G 3 は、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 7 レンズ素子 L 7 のみからなる。該第 7 レンズ素子 L 7 は、その両面が非球面である。

30

【 0 0 5 8 】

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

【 0 0 5 9 】

実施の形態 4 に係るズームレンズ系において、第 2 レンズ群 G 2 の物体側（第 3 レンズ素子 L 3 と第 4 レンズ素子 L 4 との間）には、開口絞り A が設けられており、像面 S の物体側（像面 S と第 8 レンズ素子 L 8 との間）には、平行平板 P が設けられている。

【 0 0 6 0 】

実施の形態 4 に係るズームレンズ系において、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第 1 レンズ群 G 1 は、像側に凸の軌跡を描いて物体側へ移動し、第 2 レンズ群 G 2 は、単調に物体側へ移動し、第 3 レンズ群 G 3 は、単調に物体側へ移動し、第 4 レンズ群は、像面 S に対して固定されている。すなわち、ズームングに際して、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔が減少し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔が増大し、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との間隔が増大するように、各レンズ群が光軸に沿ってそれぞれ移動する。また、開口絞り A は、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第 2 レンズ群 G 2 と一体的に光軸に沿って移動する。

40

【 0 0 6 1 】

実施の形態 4 に係るズームレンズ系において、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第 3 レンズ群 G 3 は、光軸に沿って像側へ移動する。

50

【0062】

実施の形態4に係るズームレンズ系において、第1レンズ群G1の一部が後述する退避レンズ群に相当し、該第1レンズ群G1の一部は、沈胴時に撮像時とは異なる軸に沿って退避する。

【0063】

実施の形態4に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2を光軸に直交する方向に移動させることによって、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

【0064】

図13に示すように、実施の形態5に係るズームレンズ系は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第1レンズ群G1と、正のパワーを有する第2レンズ群G2と、正のパワーを有する第3レンズ群G3とからなる。

10

【0065】

実施の形態5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負メニスカス形状の第2レンズ素子L2と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第3レンズ素子L3とからなる。これらのうち、第2レンズ素子L2は、その両面が非球面であり、第3レンズ素子L3は、その両面が非球面である。

【0066】

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

20

【0067】

実施の形態5に係るズームレンズ系において、第3レンズ群G3は、像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のみからなる。該第7レンズ素子L7は、その両面が非球面である。

【0068】

実施の形態5に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2の物体側（第3レンズ素子L3と第4レンズ素子L4との間）には、開口絞りAが設けられており、像面Sの物体側（像面Sと第7レンズ素子L7との間）には、平行平板Pが設けられている。

30

【0069】

実施の形態5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ミングの際に、第1レンズ群G1は、像側に凸の軌跡を描いて物体側へ移動し、第2レンズ群G2は、単調に物体側へ移動し、第3レンズ群G3は、物体側に凸の軌跡を描いて像側へ移動する。すなわち、ズーミングに際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が増大するように、各レンズ群が光軸に沿ってそれぞれ移動する。また、開口絞りAは、撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、第2レンズ群G2と一体的に光軸に沿って移動する。

40

【0070】

実施の形態5に係るズームレンズ系において、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側へ移動する。

【0071】

実施の形態5に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2が後述する退避レンズ群に相当し、該第2レンズ群G2は、沈胴時に撮像時とは異なる軸に沿って退避する。

【0072】

実施の形態5に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2を光軸に直交する方向に移動させることによって、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

50

【 0 0 7 3 】

図 1 6 に示すように、実施の形態 6 に係るズームレンズ系は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群 G 1 と、正のパワーを有する第 2 レンズ群 G 2 と、負のパワーを有する第 3 レンズ群 G 3 とからなる。

【 0 0 7 4 】

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負メニスカス形状の第 2 レンズ素子 L 2 と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第 3 レンズ素子 L 3 とからなる。これらのうち、第 2 レンズ素子 L 2 は、その両面が非球面であり、第 3 レンズ素子 L 3 は、その両面が非球面である。

10

【 0 0 7 5 】

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、両凸形状の第 4 レンズ素子 L 4 と、両凹形状の第 5 レンズ素子 L 5 と、像側に凸面を向けた正メニスカス形状の第 6 レンズ素子 L 6 とからなる。これらのうち、第 4 レンズ素子 L 4 と第 5 レンズ素子 L 5 とは接合されている。また第 6 レンズ素子 L 6 は、その両面が非球面である。

【 0 0 7 6 】

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、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 7 レンズ素子 L 7 のみからなる。該第 7 レンズ素子 L 7 は、その両面が非球面である。

20

【 0 0 7 7 】

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 の物体側（第 3 レンズ素子 L 3 と第 4 レンズ素子 L 4 との間）には、開口絞り A が設けられており、像面 S の物体側（像面 S と第 7 レンズ素子 L 7 との間）には、平行平板 P が設けられている。

【 0 0 7 8 】

実施の形態 6 に係るズームレンズ系において、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第 1 レンズ群 G 1 は、像側に凸の軌跡を描いて物体側へ移動し、第 2 レンズ群 G 2 は、単調に物体側へ移動し、第 3 レンズ群 G 3 は、単調に物体側へ移動する。すなわち、ズームングに際して、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔が減少し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔が増大するように、各レンズ群が光軸に沿ってそれぞれ移動する。また、開口絞り A は、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第 2 レンズ群 G 2 と一体的に光軸に沿って移動する。

30

【 0 0 7 9 】

実施の形態 6 に係るズームレンズ系において、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第 3 レンズ群 G 3 は、光軸に沿って像側へ移動する。

【 0 0 8 0 】

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 が後述する退避レンズ群に相当し、該第 2 レンズ群 G 2 は、沈胴時に撮像時とは異なる軸に沿って退避する。

【 0 0 8 1 】

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 を光軸に直交する方向に移動させることによって、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

40

【 0 0 8 2 】

図 1 9 に示すように、実施の形態 7 に係るズームレンズ系は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群 G 1 と、正のパワーを有する第 2 レンズ群 G 2 と、正のパワーを有する第 3 レンズ群 G 3 と、負のパワーを有する第 4 レンズ群 G 4 とからなる。

【 0 0 8 3 】

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

50

を向けた負メニスカス形状の第2レンズ素子L2と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第3レンズ素子L3とからなる。これらのうち、第2レンズ素子L2は、その両面が非球面であり、第3レンズ素子L3は、その両面が非球面である。

【0084】

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G2は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第4レンズ素子L4と、両凸形状の第5レンズ素子L5と、両凹形状の第6レンズ素子L6と、両凸形状の第7レンズ素子L7とからなる。これらのうち、第5レンズ素子L5と第6レンズ素子L6とは接合されている。また第5レンズ素子L5は、その物体側面が非球面である。

【0085】

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G3は、像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のみからなる。該第8レンズ素子L8は、その両面が非球面である。

【0086】

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G4は、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第9レンズ素子L9のみからなる。該第9レンズ素子L9は、その両面が非球面である。

【0087】

実施の形態7に係るズームレンズ系において、第4レンズ素子L4と第5レンズ素子L5との間には、開口絞りAが設けられており、像面Sの物体側（像面Sと第9レンズ素子L9との間）には、平行平板Pが設けられている。

【0088】

実施の形態7に係るズームレンズ系において、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第1レンズ群G1は、像側に凸の軌跡を描いて物体側へ移動し、第2レンズ群G2は、単調に物体側へ移動し、第3レンズ群G3は、単調に物体側へ移動し、第4レンズ群G4は、像面Sに対して固定されている。すなわち、ズームングに際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が、一旦減少し、その後増大し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が増大するように、各レンズ群が光軸に沿ってそれぞれ移動する。また、開口絞りAは、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第2レンズ群G2と一体的に光軸に沿って移動する。

【0089】

実施の形態7に係るズームレンズ系において、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側へ移動する。

【0090】

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G2が後述する退避レンズ群に相当し、該第2レンズ群G2は、沈胴時に撮像時とは異なる軸に沿って退避する。

【0091】

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G2を光軸に直交する方向に移動させることによって、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

【0092】

図22に示すように、実施の形態8に係るズームレンズ系は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第1レンズ群G1と、正のパワーを有する第2レンズ群G2と、負のパワーを有する第3レンズ群G3と、負のパワーを有する第4レンズ群G4とからなる。

【0093】

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負メニスカス形状の第2レンズ素子L2と、物体側に凸面を向けた正メニスカス

10

20

30

40

50

形状の第3レンズ素子L3とからなる。これらのうち、第2レンズ素子L2は、その両面が非球面であり、第3レンズ素子L3は、その両面が非球面である。

【0094】

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、両凸形状の第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4レンズ素子L4と第5レンズ素子L5とは接合されている。また第6レンズ素子L6は、その両面が非球面である。

【0095】

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、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第7レンズ素子L7のみからなる。該第7レンズ素子L7は、その両面が非球面である。

10

【0096】

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、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第8レンズ素子L8のみからなる。該第8レンズ素子L8は、その両面が非球面である。

【0097】

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の物体側（第3レンズ素子L3と第4レンズ素子L4との間）には、開口絞りAが設けられており、像面Sの物体側（像面Sと第8レンズ素子L8との間）には、平行平板Pが設けられている。

【0098】

20

実施の形態8に係るズームレンズ系において、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第1レンズ群G1は、像側に凸の軌跡を描いて物体側へ移動し、第2レンズ群G2は、単調に物体側へ移動し、第3レンズ群G3は、単調に物体側へ移動し、第4レンズ群G4は、像面Sに対して固定されている。すなわち、ズームングに際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が増大し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が増大するように、各レンズ群が光軸に沿ってそれぞれ移動する。また、開口絞りAは、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第2レンズ群G2と一体的に光軸に沿って移動する。

【0099】

実施の形態8に係るズームレンズ系において、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第3レンズ群G3は、光軸に沿って像側へ移動する。

30

【0100】

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が後述する退避レンズ群に相当し、該第2レンズ群G2は、沈胴時に撮像時とは異なる軸に沿って退避する。

【0101】

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を光軸に直交する方向に移動させることによって、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

【0102】

図25に示すように、実施の形態9に係るズームレンズ系は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第1レンズ群G1と、正のパワーを有する第2レンズ群G2と、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とからなる。

40

【0103】

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

【0104】

50

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 G 2 は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第 4 レンズ素子 L 4 と、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 5 レンズ素子 L 5 と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 6 レンズ素子 L 6 とからなる。これらのうち、第 4 レンズ素子 L 4 と第 5 レンズ素子 L 5 とは接合されている。また第 6 レンズ素子 L 6 は、その両面が非球面である。

【 0 1 0 5 】

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 G 3 は、物体側から像側へと順に、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 7 レンズ素子 L 7 と、像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 とからなる。これら第 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。

10

【 0 1 0 6 】

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 G 4 は、像側に凸面を向けた正メニスカス形状の第 9 レンズ素子 L 9 のみからなる。該第 9 レンズ素子 L 9 は、その両面が非球面である。

【 0 1 0 7 】

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 G 2 の物体側（第 3 レンズ素子 L 3 と第 4 レンズ素子 L 4 との間）には、開口絞り A が設けられており、像面 S の物体側（像面 S と第 9 レンズ素子 L 9 との間）には、平行平板 P が設けられている。

【 0 1 0 8 】

実施の形態 9 に係るズームレンズ系において、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第 1 レンズ群 G 1 は、像側に凸の軌跡を描いて物体側へ移動し、第 2 レンズ群 G 2 は、単調に物体側へ移動し、第 3 レンズ群 G 3 は、物体側に凸の軌跡を描いて像側へ移動し、第 4 レンズ群 G 4 は、像面 S に対して固定されている。すなわち、ズームングに際して、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔が減少し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔が増大し、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との間隔が、一旦増加し、その後減少するように、各レンズ群が光軸に沿ってそれぞれ移動する。また、開口絞り A は、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第 2 レンズ群 G 2 と一体的に光軸に沿って移動する。

20

【 0 1 0 9 】

実施の形態 9 に係るズームレンズ系において、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第 3 レンズ群 G 3 は、光軸に沿って物体側へ移動する。

30

【 0 1 1 0 】

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 G 1 の一部が後述する退避レンズ群に相当し、該第 1 レンズ群 G 1 の一部は、沈胴時に撮像時とは異なる軸に沿って退避する。

【 0 1 1 1 】

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 G 2 を光軸に直交する方向に移動させることによって、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

【 0 1 1 2 】

40

図 2 8 に示すように、実施の形態 1 0 に係るズームレンズ系は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群 G 1 と、正のパワーを有する第 2 レンズ群 G 2 と、負のパワーを有する第 3 レンズ群 G 3 と、正のパワーを有する第 4 レンズ群 G 4 と、負のパワーを有する第 5 レンズ群 G 5 とからなる。

【 0 1 1 3 】

実施の形態 1 0 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負メニスカス形状の第 2 レンズ素子 L 2 と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第 3 レンズ素子 L 3 とからなる。これらのうち、第 2 レンズ素子 L 2 は、その両面が非球面であり、第 3 レンズ素子 L 3 は、その両面が非球面である。

50

【 0 1 1 4 】

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 G 2 は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第 4 レンズ素子 L 4 と、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 5 レンズ素子 L 5 と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 6 レンズ素子 L 6 とからなる。これらのうち、第 4 レンズ素子 L 4 と第 5 レンズ素子 L 5 とは接合されている。また第 6 レンズ素子 L 6 は、その両面が非球面である。

【 0 1 1 5 】

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 G 3 は、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 7 レンズ素子 L 7 のみからなる。該第 7 レンズ素子 L 7 は、その両面が非球面である。

10

【 0 1 1 6 】

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 G 4 は、両凸形状の第 8 レンズ素子 L 8 のみからなる。該第 8 レンズ素子 L 8 は、その物体側面が非球面である。

【 0 1 1 7 】

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 G 5 は、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 9 レンズ素子 L 9 のみからなる。

【 0 1 1 8 】

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 G 2 の物体側（第 3 レンズ素子 L 3 と第 4 レンズ素子 L 4 との間）には、開口絞り A が設けられており、像面 S の物体側（像面 S と第 9 レンズ素子 L 9 との間）には、平行平板 P が設けられている。

20

【 0 1 1 9 】

実施の形態 10 に係るズームレンズ系において、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第 1 レンズ群 G 1 は、像側に凸の軌跡を描いて物体側へ移動し、第 2 レンズ群 G 2 は、単調に物体側へ移動し、第 3 レンズ群 G 3 は、単調に物体側へ移動し、第 4 レンズ群 G 4 は、単調に像側へ移動し、第 5 レンズ群 G 5 は、像面 S に対して固定されている。すなわち、ズームングに際して、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔が減少し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔が増大し、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との間隔が増大し、第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 との間隔が減少するように、各レンズ群が光軸に沿ってそれぞれ移動する。また、開口絞り A は、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第 2 レンズ群 G 2 と一体的に光軸に沿って移動する。

30

【 0 1 2 0 】

実施の形態 10 に係るズームレンズ系において、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第 3 レンズ群 G 3 は、光軸に沿って像側へ移動する。

【 0 1 2 1 】

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 G 1 の一部が後述する退避レンズ群に相当し、該第 1 レンズ群 G 1 の一部は、沈胴時に撮像時とは異なる軸に沿って退避する。

【 0 1 2 2 】

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 G 2 を光軸に直交する方向に移動させることによって、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

40

【 0 1 2 3 】

図 3 1 に示すように、実施の形態 11 に係るズームレンズ系は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群 G 1 と、正のパワーを有する第 2 レンズ群 G 2 と、負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 とからなる。

【 0 1 2 4 】

実施の形態 11 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

50

面を向けた正メニスカス形状の第2レンズ素子L2とからなる。これらのうち、第1レンズ素子L1は、その両面が非球面であり、第2レンズ素子L2は、その両面が非球面である。

【0125】

実施の形態11に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2は、物体側から像側へと順に、両凸形状の第3レンズ素子L3と、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第4レンズ素子L4と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第5レンズ素子L5とからなる。これらのうち、第3レンズ素子L3と第4レンズ素子L4とは接合されている。また第5レンズ素子L5は、その両面が非球面である。

【0126】

実施の形態11に係るズームレンズ系において、第3レンズ群G3は、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第6レンズ素子L6のみからなる。該第6レンズ素子L6は、その両面が非球面である。

【0127】

実施の形態11に係るズームレンズ系において、第4レンズ群G4は、両凸形状の第7レンズ素子L7のみからなる。該第7レンズ素子L7は、その物体側面が非球面である。

【0128】

実施の形態11に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2の物体側（第2レンズ素子L2と第3レンズ素子L3との間）には、開口絞りAが設けられており、像面Sの物体側（像面Sと第7レンズ素子L7との間）には、平行平板Pが設けられている。

【0129】

実施の形態11に係るズームレンズ系において、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第1レンズ群G1は、像側に凸の軌跡を描いて物体側へ移動し、第2レンズ群G2は、単調に物体側へ移動し、第3レンズ群G3は、単調に物体側へ移動し、第4レンズ群G4は、像面Sに対して固定されている。すなわち、ズームングに際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が増大し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が増大するように、各レンズ群が光軸に沿ってそれぞれ移動する。また、開口絞りAは、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、第2レンズ群G2と一体的に光軸に沿って移動する。

【0130】

実施の形態11に係るズームレンズ系において、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第3レンズ群G3は、光軸に沿って像側へ移動する。

【0131】

実施の形態11に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2が後述する退避レンズ群に相当し、該第2レンズ群G2は、沈胴時に撮像時とは異なる軸に沿って退避する。

【0132】

実施の形態11に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2を光軸に直交する方向に移動させることによって、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

【0133】

実施の形態1～11に係るズームレンズ系では、第1レンズ群G1が、物体側から像側へと順に、負のパワーを有するレンズ素子と、正のパワーを有し、物体側に凸面を向けたメニスカス形状のレンズ素子とを有しているので、諸収差、特に広角端での歪曲収差を良好に補正しながらも、短いレンズ全長を実現することができる。

【0134】

実施の形態1～11に係るズームレンズ系では、第1レンズ群G1が非球面を有するレンズ素子を少なくとも1枚含んでいるので、歪曲収差をさらに良好に補正することができる。また、第1レンズ群G1が3枚以下のレンズ素子で構成されているので、レンズ素子の総枚数が削減され、レンズ全長が短いレンズ系となっている。

【0135】

10

20

30

40

50

実施の形態 1 ~ 11 に係るズームレンズ系では、第 2 レンズ群 G 2 が非球面を有するレンズ素子を少なくとも 1 枚含んでいるので、諸収差、特に球面収差を良好に補正することができる。

【0136】

実施の形態 1 ~ 11 に係るズームレンズ系では、第 3 レンズ群 G 3 が 2 枚以下のレンズ素子で構成されているので、レンズ素子の総枚数が削減され、レンズ全長が短いレンズ系となっている。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、開口絞り A よりも像側に位置し、2 枚以下のレンズ素子からなる第 3 レンズ群 G 3 が光軸に沿って移動するので、迅速なフォーカシングが容易に可能であり、特に近接物体合焦状態においても高い光学性能を得ることができる。

10

【0137】

実施の形態 1 ~ 11 に係るズームレンズ系では、最像側に位置するレンズ群が 2 枚以下のレンズ素子で構成されているので、レンズ素子の総枚数が削減され、レンズ全長が短いレンズ系となっている。

【0138】

実施の形態 1 ~ 11 に係るズームレンズ系では、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、ズームレンズ系を構成するレンズ群のうちの少なくとも 3 つのレンズ群を光軸に沿ってそれぞれ移動させてズームングを行うが、これらズームレンズ系を構成するレンズ群のうちのいずれかのレンズ群、あるいは、各レンズ群の一部のサブレンズ群を光軸に直交する方向に移動させることによって、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。全系の振動による像点移動を補正する際に、例えば第 2 レンズ群 G 2 又は第 3 レンズ群 G 3 が光軸に直交する方向に移動することにより、ズームレンズ系全体の大型化を抑制してコンパクトに構成しながら、偏心コマ収差や偏心非点収差が小さい優れた結像特性を維持して像ぶれの補正を行うことができる。

20

【0139】

なお、前記各レンズ群の一部のサブレンズ群とは、1 つのレンズ群が複数のレンズ素子で構成される場合、該複数のレンズ素子のうち、いずれか 1 枚のレンズ素子又は隣り合った複数のレンズ素子をいう。

【0140】

以下、例えば実施の形態 1 ~ 11 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。

30

【0141】

例えば実施の形態 1 ~ 4 及び 11 に係るズームレンズ系のように、少なくとも 1 枚のレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有し、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群と、正のパワーを有する第 2 レンズ群と、負のパワーを有する第 3 レンズ群と、正のパワーを有する第 4 レンズ群とからなり、前記第 3 レンズ群が、2 枚以下のレンズ素子からなり、前記第 4 レンズ群が、2 枚以下のレンズ素子からなり、前記第 1 レンズ群が、該第 1 レンズ群を構成するいずれかのレンズ素子間に少なくとも 1 つの空気間隔を有し、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、前記第 1 レンズ群が、像面に対して移動する（以下、このレンズ構成を、実施の形態の基本構成 I という）ズームレンズ系は、以下の条件（1）' を満足する。また、例えば実施の形態 1 ~ 11 に係るズームレンズ系のように、少なくとも 1 枚のレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有し、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群と、正のパワーを有する第 2 レンズ群と、少なくとも 1 つの後続レンズ群とからなり、撮像時の広角端から望遠端へのズームングの際に、前記レンズ群のうち少なくとも 3 つのレンズ群を光軸に沿ってそれぞれ移動させて変倍を行い、前記後続レンズ群を構成するレンズ群のうち、最像側に位置するレ

40

50

レンズ群が、2枚以下のレンズ素子からなり、前記第1レンズ群が、正のパワーを有するレンズ素子と負のパワーを有するレンズ素子とを含む3枚以下のレンズ素子からなり、かつ、該第1レンズ群を構成するいずれかのレンズ素子間に少なくとも1つの空気間隔を有する（以下、このレンズ構成を、実施の形態の基本構成IIという）ズームレンズ系は、以下の条件（1）、（2）及び（3）を満足する。

$$D_{air} / f_W > 0.75 \quad \dots (1)$$

$$D_{air} \times \tan(W/2) / f_{G1} < -0.23 \quad \dots (2)$$

$$D_{back} / f_W < 1.50 \quad \dots (3)$$

ここで、

D_{air} ：第1レンズ群において最物体側に位置する空気間隔、

f_W ：広角端における全系の焦点距離、

W ：広角端における最大画角の半値（°）、

f_{G1} ：第1レンズ群の焦点距離、

D_{back} ：全系において最像側に位置するレンズ素子の像側面から像面までの距離である。

10

【0142】

前記条件（1）は、第1レンズ群におけるレンズ素子間の空気間隔に関する条件である。条件（1）の下限を下回ると、広角端における倍率色収差の補正が困難となる。

【0143】

前記条件（2）は、第1レンズ群におけるレンズ素子間の空気間隔に関する条件である。条件（2）の上限を上回ると、広角端における倍率色収差の補正が困難となる。

20

【0144】

前記条件（3）は、ズームレンズ系のバックフォーカスに関する条件である。条件（3）の上限を上回ると、バックフォーカスが大きくなり過ぎ、レンズ全長が長くなってしまう。

【0145】

なお、さらに以下の条件（1）'及び（3）'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。

$$D_{air} / f_W > 0.85 \quad \dots (1)'$$

$$D_{back} / f_W < 1.00 \quad \dots (3)'$$

30

【0146】

例えば実施の形態1～4、7～9及び11に係るズームレンズ系のように、基本構成Iを有し、第1レンズ群が少なくとも1枚の負のパワーを有するレンズ素子と少なくとも1枚の正のパワーを有するレンズ素子とを含むズームレンズ系、又は実施の形態1～11に係るズームレンズ系のように、基本構成IIを有するズームレンズ系は、以下の条件（4）を満足することが好ましい。

$$1.5 < 1_n - 1_p < 4.0 \quad \dots (4)$$

ここで、

1_n ：第1レンズ群に含まれる負のパワーを有するレンズ素子の、d線に対するアッベ数の平均値、

1_p ：第1レンズ群に含まれる正のパワーを有するレンズ素子の、d線に対するアッベ数の平均値

40

である。

【0147】

前記条件（4）は、第1レンズ群に含まれる、負のパワーを有するレンズ素子のアッベ数と、正のパワーを有するレンズ素子のアッベ数との関係を示す条件である。条件（4）の下限を下回ると、広角端で発生する倍率色収差の補正が困難となる。一方、条件（4）の上限を上回ると、負のパワーを有するレンズ素子の屈折率が低くなってしまい、小型化の達成が困難となる。

【0148】

50

なお、さらに以下の条件 (4)' 及び (4)'' の少なくとも 1 つを満足することにより、前記効果をさらに奏功させることができる。

$$2.0 < \frac{1n - 1p}{1n - 1p} < 3.5 \quad \dots (4)'$$

$$1n - 1p < 3.5 \quad \dots (4)''$$

【0149】

例えば実施の形態 1 ~ 4、7 ~ 9 及び 11 に係るズームレンズ系のように、基本構成 I を有するズームレンズ系、又は実施の形態 1 ~ 11 に係るズームレンズ系のように、基本構成 II を有するズームレンズ系は、以下の条件 (5) を満足することが好ましい。

$$1.4 < (-f_{G1} \times f_{G2}) / I_r < 2.0 \quad \dots (5)$$

ここで、

f_{G1} : 第 1 レンズ群の焦点距離、
 f_{G2} : 第 2 レンズ群の焦点距離、
 I_r : 最大像高 ($I_r = f_T \times \tan(\tau)$)、
 f_T : 望遠端における全系の焦点距離、
 τ : 望遠端における最大画角の半値 (°)

である。

【0150】

前記条件 (5) は、第 1 レンズ群の焦点距離及び第 2 レンズ群の焦点距離の条件である。条件 (5) の下限を下回ると、第 2 レンズ群のパワーが強くなり過ぎ、ズーミングに伴う像面湾曲の補正が困難となる。一方、条件 (5) の上限を上回ると、第 1 レンズ群のパワーが弱くなり、広角化を達成することが困難となる。

【0151】

例えば実施の形態 1 ~ 4、7 ~ 9 及び 11 に係るズームレンズ系のように、基本構成 I を有するズームレンズ系、又は実施の形態 1 ~ 11 に係るズームレンズ系のように、基本構成 II を有するズームレンズ系は、以下の条件 (6) を満足することが好ましい。

$$n_{L1} > 1.70 \quad \dots (6)$$

ここで、

n_{L1} : 第 1 レンズ群において最物体側に位置するレンズ素子の d 線に対する屈折率

である。

【0152】

前記条件 (6) は、第 1 レンズ群において最物体側に位置するレンズ素子、すなわち第 1 レンズ素子の d 線に対する屈折率に関する条件である。条件 (6) の下限を下回ると、第 1 レンズ素子の薄型化が困難となることから、レンズ鏡筒のコンパクト化が困難となる。

【0153】

なお、さらに以下の条件 (6)' を満足することにより、前記効果をさらに奏功させることができる。

$$n_{L1} > 1.85 \quad \dots (6)'$$

【0154】

例えば実施の形態 1 ~ 4、7 ~ 9 及び 11 に係るズームレンズ系のように、基本構成 I を有するズームレンズ系、又は実施の形態 1 ~ 11 に係るズームレンズ系のように、基本構成 II を有するズームレンズ系は、以下の条件 (7) を満足することが好ましい。

$$0.85 < L_W / L_T < 1.15 \quad \dots (7)$$

ここで、

L_W : 広角端におけるレンズ全長 (広角端における、第 1 レンズ群の最物体側レンズ面から像面までの距離)、

L_T : 望遠端におけるレンズ全長 (望遠端における、第 1 レンズ群の最物体側レンズ面から像面までの距離)

である。

【0155】

前記条件(7)は、広角端におけるレンズ全長と望遠端におけるレンズ全長との比を規定する条件である。条件(7)の下限を下回ると、第2レンズ群の移動量が大きくなり、レンズ全長が大きくなってしまいうため、コンパクトなレンズ鏡筒や撮像装置、カメラを提供することが困難となる。一方、条件(7)の上限を上回ると、第2レンズ群の移動量が小さくなるため、ズーミングに伴う像面湾曲の補正が困難となる。

【0156】

例えば実施の形態1~4、7~9及び11に係るズームレンズ系のように、基本構成Iを有し、第1レンズ群が少なくとも1枚の負のパワーを有するレンズ素子を含むズームレンズ系、又は実施の形態1~11に係るズームレンズ系のように、基本構成IIを有するズームレンズ系は、以下の条件(8)を満足することが好ましい。

$$D_n / (f_w \times f_T) < 0.070 \quad \dots (8)$$

ここで、

D_n ：第1レンズ群において最像側に位置する負のパワーを有するレンズ素子の中心厚み、

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。

【0157】

前記条件(8)は、第1レンズ群において最像側に位置する負のパワーを有するレンズ素子の中心厚みに関する条件である。条件(8)の上限を上回ると、第1レンズ群の中心厚みが大きくなり、ズームレンズ系の全長が長くなることから、コンパクトなレンズ鏡筒や撮像装置、カメラを提供することが困難となる。

【0158】

なお、さらに以下の条件(8)'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。

$$D_n / (f_w \times f_T) < 0.055 \quad \dots (8)'$$

【0159】

例えば実施の形態1~4、7~9及び11に係るズームレンズ系のように、基本構成Iを有するズームレンズ系、又は実施の形態1~11に係るズームレンズ系のように、基本構成IIを有するズームレンズ系は、以下の条件(9)を満足することが好ましい。

$$n_{G1ave} > 1.8 \quad \dots (9)$$

ここで、

n_{G1ave} ：第1レンズ群を構成するレンズ素子の、d線に対する屈折率の平均値である。

【0160】

前記条件(9)は、第1レンズ群を構成するレンズ素子のd線に対する屈折率に関する条件である。条件(9)の下限を下回ると、第1レンズ群の薄型化が困難となることから、レンズ鏡筒のコンパクト化が困難となる。

【0161】

例えば実施の形態1~4、7~9及び11に係るズームレンズ系のように、基本構成Iを有するズームレンズ系、又は実施の形態1~11に係るズームレンズ系のように、基本構成IIを有するズームレンズ系は、以下の条件(10)を満足することが好ましい。

$$G_2 > 6.0 \quad \dots (10)$$

ここで、

G_2 ：第2レンズ群を構成するレンズ素子の、d線に対するアッペ数の最大値である。

【0162】

前記条件(10)は、第2レンズ群を構成するレンズ素子のd線に対するアッペ数に関する条件である。条件(10)の下限を下回ると、ズーミングに伴う軸上色収差の変動の制御が困難となる。

10

20

30

40

50

【 0 1 6 3 】

例えば実施の形態 1 ~ 4、7 ~ 9 及び 1 1 に係るズームレンズ系のように、基本構成 I を有するズームレンズ系、又は実施の形態 1 ~ 1 1 に係るズームレンズ系のように、基本構成 II を有するズームレンズ系では、第 1 レンズ群を構成する一部のレンズ素子又は第 2 レンズ群が、沈胴時に撮像時とは異なる軸に沿って退避する退避レンズ群であることが好ましい。

【 0 1 6 4 】

第 1 レンズ群を構成する一部のレンズ素子又は第 2 レンズ群を退避レンズ群とし、この退避レンズ群が沈胴時に撮像時とは異なる軸に沿って退避することにより、レンズ鏡筒が伸縮するタイプの沈胴式の撮像装置の薄型化が可能となる。なお、退避レンズ群が第 1 レンズ群を構成する一部のレンズ素子である場合、退避レンズ群は、第 1 レンズ群を構成する全レンズ素子のうちのいずれか 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ればよい。

10

【 0 1 6 5 】

例えば実施の形態 1 ~ 4、7 ~ 9 及び 1 1 に係るズームレンズ系のように、基本構成 I を有するズームレンズ系、又は実施の形態 1 ~ 1 1 に係るズームレンズ系のように、基本構成 II を有するズームレンズ系では、第 1 レンズ群において最物体側に位置するレンズ素子、すなわち第 1 レンズ素子が、物体側に凸の形状を有することが好ましい。

【 0 1 6 6 】

第 1 レンズ素子が物体側に凸の形状を有する場合、広角端における非点収差の補正がさらに容易になる。

20

【 0 1 6 7 】

なお、実施の形態 1 ~ 1 1 に係るズームレンズ系のように、基本構成 II を有するズームレンズ系では、後続レンズ群を構成するレンズ群の数には特に限定がなく、各々のレンズ群のパワーにも特に限定がない。

【 0 1 6 8 】

実施の形態 1 ~ 1 1 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。

30

【 0 1 6 9 】

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

40

【 0 1 7 0 】

（実施の形態 1 2）

図 3 4 は、実施の形態 1 2 に係るデジタルスチルカメラの概略構成図である。図 3 4 において、デジタルスチルカメラは、ズームレンズ系 1 と CCD である撮像素子 2 とを含む撮像装置と、液晶モニタ 3 と、筐体 4 とから構成される。ズームレンズ系 1 として、実施の形態 1 に係るズームレンズ系が用いられている。図 3 4 において、ズームレンズ系 1 は、第 1 レンズ群 G 1 と、開口絞り A と、第 2 レンズ群 G 2 と、第 3 レンズ群 G 3 と、第 4 レンズ群 G 4 とから構成されている。筐体 4 は、前側にズームレンズ系 1 が配置され、ズ

50

ームレンズ系 1 の後側には、撮像素子 2 が配置されている。筐体 4 の後側に液晶モニタ 3 が配置され、ズームレンズ系 1 による被写体の光学的な像が像面 S に形成される。

【 0 1 7 1 】

鏡筒は、主鏡筒 5 と、移動鏡筒 6 と、円筒カム 7 とで構成されている。円筒カム 7 を回転させると、第 1 レンズ群 G 1、開口絞り A と第 2 レンズ群 G 2、第 3 レンズ群 G 3 及び第 4 レンズ群 G 4 が撮像素子 2 を基準にした所定の位置に移動し、広角端から望遠端までのズームを行うことができる。第 3 レンズ群 G 3 はフォーカス調整用モータにより光軸方向に移動可能である。

【 0 1 7 2 】

こうして、デジタルスチルカメラに実施の形態 1 に係るズームレンズ系を用いることにより、解像度及び像面湾曲を補正する能力が高く、非使用時のレンズ全長が短い小型のデジタルスチルカメラを提供することができる。なお、図 3 4 に示したデジタルスチルカメラには、実施の形態 1 に係るズームレンズ系の替わりに実施の形態 2 ~ 1 1 に係るズームレンズ系のいずれかを用いてもよい。また、図 3 4 に示したデジタルスチルカメラの光学系は、動画像を対象とするデジタルビデオカメラに用いることもできる。この場合、静止画像だけでなく、解像度の高い動画像を撮影することができる。

【 0 1 7 3 】

なお、本実施の形態 1 2 に係るデジタルスチルカメラでは、ズームレンズ系 1 として実施の形態 1 ~ 1 1 に係るズームレンズ系を示したが、これらのズームレンズ系は、全てのズームリング域を使用する必要はない。すなわち、所望のズームリング域に応じて、光学性能が確保されている範囲を切り出し、実施の形態 1 ~ 1 1 で説明したズームレンズ系よりも低倍率のズームレンズ系として使用してもよい。

【 0 1 7 4 】

さらに、実施の形態 1 2 では、いわゆる沈胴構成の鏡筒にズームレンズ系を適用した例を示したが、これに限られない。例えば、第 1 レンズ群 G 1 内等の任意の位置に、内部反射面を持つプリズムや、表面反射ミラーを配置し、いわゆる屈曲構成の鏡筒にズームレンズ系を適用してもよい。さらに、実施の形態 1 2 において、第 2 レンズ群 G 2 全体、第 3 レンズ群 G 3 全体、第 4 レンズ群 G 4 全体、第 1 レンズ群 G 1 の一部、第 2 レンズ群 G 2 の一部、第 3 レンズ群 G 3 の一部等のズームレンズ系を構成している一部のレンズ群を、沈胴時に光軸上から退避させる、いわゆるスライディング鏡筒にズームレンズ系を適用してもよい。

【 0 1 7 5 】

また、以上説明した実施の形態 1 ~ 1 1 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、スマートフォン等の携帯情報端末、監視システムにおける監視カメラ、Web カメラ、車載カメラ等に適用することもできる。

【 0 1 7 6 】

以下、実施の形態 1 ~ 1 1 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、v d は d 線に対するアッペ数である。また、各数値実施例において、* 印を付した面は非球面であり、非球面形状は次式で定義している。

【数 1】

$$Z = \frac{h^2 / r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/r)^2}} + \sum A_n h^n$$

ここで、

Z : 光軸からの高さが h の非球面上の点から、非球面頂点の接平面までの距離、

h : 光軸からの高さ、

10

20

30

40

50

r : 頂点曲率半径、
 σ : 円錐定数、
 A_n : n 次の非球面係数
 である。

【0177】

図2、5、8、11、14、17、20、23、26、29及び32は、各々数値実施例1～11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。

【0178】

各縦収差図において、(a)図は広角端、(b)図は中間位置、(c)図は望遠端における各収差を表す。各縦収差図は、左側から順に、球面収差(SA(mm))、非点収差(AST(mm))、歪曲収差(DIS(%))を示す。球面収差図において、縦軸はFナンバー(図中、Fで示す)を表し、実線はd線(d-line)、短破線はF線(F-line)、長破線はC線(C-line)、一点鎖線はg線(g-line)の特性である。非点収差図において、縦軸は像高(図中、Hで示す)を表し、実線はサジタル平面(図中、sで示す)、破線はメリディオナル平面(図中、mで示す)の特性である。歪曲収差図において、縦軸は像高(図中、Hで示す)を表す。

【0179】

また図3、6、9、12、15、18、21、24、27、30及び33は、各々数値実施例1～11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。

【0180】

各横収差図において、上段3つの収差図は、望遠端における像ぶれ補正を行っていない基本状態、下段3つの収差図は、第2レンズ群G2全体(図6、9、12、15、18、21、24、27、30及び33)又は第3レンズ群G3全体(図3)を光軸と垂直な方向に所定量移動させた望遠端における像ぶれ補正状態に、それぞれ対応する。基本状態の各横収差図のうち、上段は最大像高の70%の像点における横収差、中段は軸上像点における横収差、下段は最大像高の-70%の像点における横収差に、それぞれ対応する。像ぶれ補正状態の各横収差図のうち、上段は最大像高の70%の像点における横収差、中段は軸上像点における横収差、下段は最大像高の-70%の像点における横収差に、それぞれ対応する。また各横収差図において、横軸は瞳面上での主光線からの距離を表し、実線はd線(d-line)、短破線はF線(F-line)、長破線はC線(C-line)、一点破線はg線(g-line)の特性である。なお各横収差図において、メリディオナル平面を、第1レンズ群G1の光軸と第2レンズ群G2の光軸とを含む平面(図6、9、12、15、18、21、24、27、30及び33)又は第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(図3)としている。

【0181】

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第2レンズ群G2又は第3レンズ群G3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	G3 : 0 . 1 5 5 mm
数値実施例2	G2 : 0 . 0 4 5 mm
数値実施例3	G2 : 0 . 0 5 1 mm
数値実施例4	G2 : 0 . 0 4 7 mm
数値実施例5	G2 : 0 . 0 5 5 mm
数値実施例6	G2 : 0 . 0 4 6 mm
数値実施例7	G2 : 0 . 0 5 0 mm
数値実施例8	G2 : 0 . 0 4 6 mm
数値実施例9	G2 : 0 . 0 5 2 mm
数値実施例10	G2 : 0 . 0 5 1 mm
数値実施例11	G2 : 0 . 0 5 0 mm

【0182】

撮影距離が で望遠端において、ズームレンズ系が 0.6° だけ傾いた場合の像偏心量は、第2レンズ群G2全体又は第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。

【0183】

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、 0.6° 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。

【0184】

(数値実施例1)

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

【0185】

表 1 (面データ)

面番号 物面	r	d	nd	vd
1	24.95170	0.30000	1.88300	40.8
2	5.97120	0.19790	1.51358	51.6
3*	5.38700	3.56040		
4*	59.29000	0.30000	1.80470	41.0
5*	7.01370	0.75080		
6*	6.67500	1.49080	2.10200	16.8
7*	9.91070	可変		
8(絞り)		-0.20000		
9*	4.26530	1.12310	1.51845	70.0
10*	-17.07830	1.17920		
11	6.02700	0.30000	2.00272	19.3
12	3.90690	0.50390		
13	11.83620	1.41390	1.49700	81.6
14	-5.96210	可変		
15*	-29.00760	0.30000	1.51845	70.0
16*	8.02080	可変		
17*	-14.96380	1.00170	1.63550	23.9
18*	-5.98480	0.31000		
19		0.60000	1.51680	64.2
20		(BF)		
像面				

【0186】

表 2 (非球面データ)

第3面

K= 0.00000E+00, A4=-7.86733E-04, A6= 7.82599E-06, A8=-1.84746E-06

A10= 5.79516E-08, A12=-1.03121E-09, A14= 0.00000E+00

第4面

K= 0.00000E+00, A4=-4.94021E-04, A6= 5.31701E-05, A8=-2.00273E-06
A10= 3.38548E-08, A12=-3.13398E-10, A14= 0.00000E+00

第5面

K= 0.00000E+00, A4= 1.27038E-04, A6= 1.48811E-04, A8= 6.14678E-06
A10=-9.91045E-07, A12= 2.57315E-08, A14=-2.43944E-10

第6面

K= 0.00000E+00, A4=-1.08448E-03, A6= 1.82487E-04, A8=-1.15643E-05
A10= 2.21533E-08, A12= 2.58121E-08, A14=-6.00630E-10

第7面

K= 0.00000E+00, A4=-1.23095E-03, A6= 2.16235E-04, A8=-3.59700E-05
A10= 3.26910E-06, A12=-1.47410E-07, A14= 3.13837E-09

第9面

K= 2.25834E+00, A4=-4.34026E-03, A6=-9.18776E-04, A8= 1.48894E-04
A10=-4.11546E-05, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

第10面

K= 0.00000E+00, A4= 1.76847E-03, A6=-1.68468E-04, A8= 5.83587E-05
A10=-5.32039E-06, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

第15面

K= 0.00000E+00, A4=-6.45503E-03, A6= 8.85654E-04, A8=-9.70663E-05
A10= 6.65580E-06, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

第16面

K= 0.00000E+00, A4=-5.73196E-03, A6= 8.40853E-04, A8=-9.10932E-05
A10= 5.19715E-06, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

第17面

K= 0.00000E+00, A4= 7.12216E-03, A6=-7.52511E-04, A8= 4.63397E-05
A10=-9.81215E-07, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

第18面

K= 0.00000E+00, A4= 1.44194E-02, A6=-1.53053E-03, A8= 8.93429E-05
A10=-1.84212E-06, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

【 0 1 8 7 】

表 3 (各種データ)

ズーム比	4.61717		
	広角	中間	望遠
焦点距離	2.8500	5.9056	13.1588
F ナンバー	3.03406	4.49182	7.17697
画角	90.0000	36.0000	16.3000
像高	3.9352	3.9443	3.8988
レンズ全長	28.0658	26.2939	28.8187
B F	0.55607	0.53492	0.46556
d7	9.9567	4.4226	0.5000
d14	3.0353	2.6460	4.6500
d16	1.3860	5.5587	10.0714

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-5.59677
2	8	6.06499
3	15	-12.08615

10

20

30

40

50

4 17 15.04245

【 0 1 8 8 】

(数値実施例 2)

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

【 0 1 8 9 】

表 4 (面データ)

面番号	r	d	nd	vd	
物面					10
1	16.96880	0.30000	1.88300	40.8	
2	5.55010	3.08350			
3*	14.29260	0.30000	1.80470	41.0	
4*	4.98950	0.71300			
5*	6.71340	1.21390	2.10200	16.8	
6*	10.36480	可変			
7(絞り)		-0.20000			
8	3.49180	2.28640	1.59282	68.6	
9	-31.73070	0.30000	1.92286	20.9	20
10	12.55860	0.63490			
11*	3.66220	1.38520	1.52996	55.8	
12*	5.74240	可変			
13*	155.49560	0.60000	1.52996	55.8	
14*	9.21920	可変			
15*	14.29040	1.49810	1.52996	55.8	
16*	-102.11730	0.31000			
17		0.60000	1.51680	64.2	
18		(BF)			
像面					30

【 0 1 9 0 】

表 5 (非球面データ)

第3面

K= 0.00000E+00, A4=-5.91053E-03, A6= 4.63798E-04, A8=-1.74940E-05
A10= 2.80931E-07, A12=-1.12497E-09, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第4面

K= 0.00000E+00, A4=-6.35440E-03, A6= 4.88135E-04, A8=-1.43335E-05
A10= 2.88384E-08, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第5面

K= 0.00000E+00, A4=-9.12399E-04, A6= 1.35279E-04, A8=-9.31433E-06
A10= 3.43006E-07, A12=-2.70180E-08, A14= 1.45751E-09, A16=-2.37096E-11

第6面

K= 0.00000E+00, A4=-1.20200E-03, A6= 1.87008E-04, A8=-1.66621E-05
A10= 4.91911E-07, A12=-1.88264E-09, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第11面

K= 0.00000E+00, A4=-2.66376E-03, A6=-1.25721E-03, A8= 1.04137E-04
A10=-6.08179E-05, A12= 9.47513E-07, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第12面

K= 0.00000E+00, A4= 8.50004E-03, A6=-4.77807E-04, A8=-1.92535E-04

50

A10=-6.07938E-07, A12=-7.59309E-20, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第13面

K= 0.00000E+00, A4=-1.18707E-02, A6= 1.92585E-03, A8=-1.29997E-04

A10= 3.70505E-06, A12= 3.42510E-17, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第14面

K= 0.00000E+00, A4=-1.36776E-02, A6= 1.99858E-03, A8=-1.25367E-04

A10= 3.31774E-06, A12=-3.97699E-17, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第15面

K= 0.00000E+00, A4=-3.50205E-03, A6= 2.12501E-04, A8= 2.63673E-06

A10=-2.15279E-07, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

10

第16面

K= 0.00000E+00, A4=-1.48131E-03, A6=-1.18044E-04, A8= 2.00534E-05

A10=-5.58704E-07, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

【 0 1 9 1 】

表 6 (各種データ)

ズーム比	4.67132		
	広角	中間	望遠
焦点距離	3.3420	7.2113	15.6116
F ナンバー	3.05834	4.37173	7.19304
画角	67.8414	30.7707	14.6885
像高	3.5200	3.8000	3.9020
レンズ全長	27.5039	24.1234	28.0039
B F	0.48794	0.53890	0.50413
d6	10.5789	3.7407	0.5000
d12	2.2918	5.0442	11.1166
d14	1.6082	2.3135	3.3623

20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-6.31874
2	7	6.25155
3	13	-18.51874
4	15	23.76070

30

【 0 1 9 2 】

(数値実施例 3)

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

【 0 1 9 3 】

40

表 7 (面データ)

面番号 物面	r	d	nd	vd
1	15.92990	0.30000	1.88300	40.8
2	6.16090	3.66520		
3*	33.52420	0.30000	1.80470	41.0
4*	6.99910	0.63410		
5*	7.87720	1.29430	2.10200	16.8
6*	12.47920	可変		

50

7(絞り)		-0.20000		
8	3.56740	2.90590	1.51680	64.2
9	-6.08160	0.40000	2.00272	19.3
10	-12.15830	0.15000		
11*	2.85300	0.75420	1.52996	55.8
12*	2.34350	可変		
13*	5.24350	0.60000	1.52996	55.8
14*	3.83940	可変		
15*	25.96540	1.42740	1.75501	51.2
16	-24.14760	0.50000	1.49700	81.6
17	-50.00000	0.31000		
18		0.60000	1.51680	64.2
19		(BF)		

像面

【 0 1 9 4 】

表 8 (非球面データ)

第3面

K= 0.00000E+00, A4=-3.20238E-03, A6= 2.17658E-04, A8=-6.31363E-06
 A10= 6.74808E-08, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

20

第4面

K= 0.00000E+00, A4=-2.86474E-03, A6= 2.03332E-04, A8=-3.97350E-06
 A10= 4.16378E-09, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第5面

K= 0.00000E+00, A4=-3.16879E-04, A6= 6.75792E-05, A8=-6.36942E-06
 A10= 4.58581E-07, A12=-3.11896E-08, A14= 1.16039E-09, A16=-1.56980E-11

第6面

K= 0.00000E+00, A4=-6.39966E-04, A6= 1.03040E-04, A8=-7.80486E-06
 A10= 1.78116E-07, A12=-1.32873E-10, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第11面

K= 0.00000E+00, A4=-6.83493E-03, A6=-1.67841E-03, A8=-3.04730E-04
 A10=-2.98412E-06, A12= 9.47513E-07, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

30

第12面

K= 0.00000E+00, A4=-3.62109E-03, A6=-1.97182E-03, A8=-7.75409E-04
 A10= 5.84871E-05, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第13面

K= 0.00000E+00, A4=-1.48948E-02, A6= 1.54731E-03, A8=-1.52913E-04
 A10= 1.01043E-05, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第14面

K= 0.00000E+00, A4=-1.79860E-02, A6= 1.79049E-03, A8=-1.86020E-04
 A10= 1.01395E-05, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

40

第15面

K= 0.00000E+00, A4=-3.52868E-04, A6= 4.73256E-05, A8=-1.50508E-06
 A10= 1.41800E-08, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

【 0 1 9 5 】

表 9 (各種データ)

ズーム比	5.53872		
	広角	中間	望遠
焦点距離	3.3499	7.8785	18.5539

50

F ナンバー	2.47058	3.77635	7.02377
画角	65.6913	27.6256	11.9865
像高	3.5200	3.8000	3.9020
レンズ全長	29.5039	25.5863	32.0039
B F	0.49765	0.52454	0.44171
d6	11.9088	3.8006	0.5000
d12	2.3540	3.5680	4.5000
d14	1.6000	4.5766	13.3628

ズームレンズ群データ

10

群	始面	焦点距離
1	1	-7.56442
2	7	6.75490
3	13	-31.75509
4	15	20.37337

【 0 1 9 6 】

(数値実施例 4)

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

20

【 0 1 9 7 】

表 1 0 (面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1	13.06580	0.30000	1.72916	54.7
2	6.60210	4.02080		
3*	23.67100	0.30000	1.80470	41.0
4*	5.23110	1.56360		
5*	7.19190	1.25730	2.10200	16.8
6*	9.75180	可変		
7(絞り)		-0.20000		
8	3.65290	2.18740	1.59282	68.6
9	-10.93020	0.40000	2.00272	19.3
10	-51.35420	0.59210		
11*	2.91790	0.60000	1.52996	55.8
12*	2.61970	可変		
13*	11.99750	0.60000	1.52996	55.8
14*	5.16180	可変		
15*	22.10420	2.00750	1.52996	55.8
16*	-11.51170	0.31000		
17		0.60000	1.51680	64.2
18		(BF)		
像面				

30

40

【 0 1 9 8 】

表 1 1 (非球面データ)

第3面

K= 0.00000E+00, A4= 2.79856E-03, A6=-1.98888E-04, A8= 5.63360E-06

A10=-6.21223E-08, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

50

第4面

K= 0.00000E+00, A4= 2.22228E-03, A6=-1.11329E-05, A8=-8.09093E-06
 A10= 1.70162E-07, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第5面

K= 0.00000E+00, A4=-1.68045E-03, A6= 1.46077E-04, A8=-8.56592E-06
 A10= 4.90128E-07, A12=-3.07393E-08, A14= 9.71477E-10, A16=-1.15641E-11

第6面

K= 0.00000E+00, A4=-1.78520E-03, A6= 1.20333E-04, A8=-5.89848E-06
 A10= 1.13054E-07, A12=-1.81665E-09, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第11面

K= 0.00000E+00, A4=-4.48727E-03, A6=-1.10044E-03, A8=-4.86559E-04
 A10= 7.62243E-06, A12= 9.47513E-07, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第12面

K= 0.00000E+00, A4= 2.05677E-03, A6=-7.60393E-05, A8=-1.02036E-03
 A10= 1.05782E-04, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第13面

K= 0.00000E+00, A4=-1.72924E-02, A6= 3.53661E-03, A8=-2.40979E-04
 A10= 9.59981E-06, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第14面

K= 0.00000E+00, A4=-1.77426E-02, A6= 3.72318E-03, A8=-3.31950E-04
 A10= 1.60010E-05, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第15面

K= 0.00000E+00, A4=-3.36741E-03, A6= 3.91024E-04, A8=-1.46777E-05
 A10= 2.12339E-07, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第16面

K= 0.00000E+00, A4=-5.18975E-03, A6= 7.71201E-04, A8=-3.63196E-05
 A10= 5.98712E-07, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

【 0 1 9 9 】

表 1 2 (各種データ)

ズーム比	5.53457		
	広角	中間	望遠
焦点距離	3.4000	7.9307	18.8178
F ナンバー	2.48054	3.84164	7.16168
画角	51.0699	26.3652	11.7549
像高	3.4200	3.9020	3.9020
レンズ全長	30.0040	26.4244	32.5040
B F	0.49431	0.52508	0.45673
d6	11.5653	3.8226	0.5000
d12	2.3000	3.1791	4.5000
d14	1.6000	4.8840	12.9653

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-7.40721
2	7	6.43619
3	13	-17.63092
4	15	14.58493

【 0 2 0 0 】

(数値実施例 5)

数値実施例 5 のズームレンズ系は、図 1 3 に示した実施の形態 5 に対応する。数値実施例 5 のズームレンズ系の面データを表 1 3 に、非球面データを表 1 4 に、各種データを表 1 5 に示す。

【 0 2 0 1 】

表 1 3 (面 データ)

面番号	r	d	nd	vd	
物面					
1	36.33560	0.30000	1.72916	54.7	10
2	6.67200	3.43650			
3*	2000.00000	0.30000	1.80470	41.0	
4*	9.11690	0.91000			
5*	7.77020	1.33740	2.10200	16.8	
6*	11.54640	可変			20
7(絞リ)		-0.20000			
8	4.09230	2.45320	1.59282	68.6	
9	-8.67900	0.40000	2.00272	19.3	
10	-14.18120	0.15000			
11*	3.94410	0.60000	1.60690	27.0	
12*	2.75130	可変			
13*	-319.34020	1.10090	1.52996	55.8	
14*	-14.47350	可変			
15		0.60000	1.51680	64.2	
16		(BF)			
像面					

【 0 2 0 2 】

表 1 4 (非球面 データ)

第3面					
K= 0.00000E+00, A4=-6.56376E-04, A6= 1.17944E-04, A8=-4.41215E-06					30
A10= 4.97553E-08, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00					
第4面					
K= 0.00000E+00, A4=-1.68637E-03, A6= 3.01662E-04, A8=-1.17333E-05					
A10= 1.54893E-07, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00					
第5面					
K= 0.00000E+00, A4=-1.62689E-03, A6= 1.96202E-04, A8=-1.42366E-05					
A10= 5.41392E-07, A12=-2.55425E-08, A14= 1.15348E-09, A16=-1.90440E-11					
第6面					
K= 0.00000E+00, A4=-1.14278E-03, A6= 1.38776E-04, A8=-1.35566E-05					40
A10= 4.65604E-07, A12=-4.13472E-09, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00					
第11面					
K= 0.00000E+00, A4=-8.66551E-03, A6=-9.32939E-04, A8= 8.25287E-06					
A10=-5.43877E-06, A12= 9.47513E-07, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00					
第12面					
K= 0.00000E+00, A4=-7.81908E-03, A6=-1.34816E-03, A8= 4.93491E-05					
A10=-5.10200E-06, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00					
第13面					
K= 0.00000E+00, A4= 1.93926E-03, A6=-3.03323E-04, A8= 1.72439E-05					
A10=-2.97228E-07, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00					
第14面					50

K= 0.00000E+00, A4= 2.76253E-03, A6=-3.67896E-04, A8= 1.81351E-05

A10=-2.60658E-07, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

【 0 2 0 3 】

表 1 5 (各種データ)

ズーム比	4.65926		
	広角	中間	望遠
焦点距離	3.3398	7.2019	15.5612
F ナンバー	3.01623	4.26483	7.17231
画角	70.1983	30.4911	14.3140
像高	3.5200	3.8000	3.9020
レンズ全長	29.5438	25.9238	32.0040
B F	0.51963	0.52782	0.50225
d6	11.8558	3.8851	0.5000
d12	3.7000	7.2529	17.5160
d14	2.6000	3.3978	2.6000

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-7.44612
2	7	7.38658
3	13	28.57138

20

【 0 2 0 4 】

(数値実施例 6)

数値実施例 6 のズームレンズ系は、図 1 6 に示した実施の形態 6 に対応する。数値実施例 6 のズームレンズ系の面データを表 1 6 に、非球面データを表 1 7 に、各種データを表 1 8 に示す。

【 0 2 0 5 】

表 1 6 (面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1	17.07440	0.30000	1.77250	49.6
2	6.51520	4.00620		
3*	585.74590	0.30000	1.80470	41.0
4*	8.09650	0.77690		
5*	6.48480	1.28600	2.10200	16.8
6*	8.71100	可変		
7(絞り)		-0.20000		
8	3.33860	1.43640	1.59282	68.6
9	-20.17590	0.40000	2.00272	19.3
10	51.04960	0.78530		
11*	-5.33630	0.60000	1.52996	55.8
12*	-4.64510	可変		
13*	-5.72090	0.80000	1.52996	55.8
14*	-9.64030	可変		
15		0.60000	1.51680	64.2
16		(BF)		
像面				

30

40

【 0 2 0 6 】

50

表 17 (非球面データ)

第3面

K= 0.00000E+00, A4=-7.60374E-04, A6= 9.13481E-05, A8=-3.04337E-06
 A10= 3.20084E-08, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第4面

K= 0.00000E+00, A4=-1.68637E-03, A6= 3.01662E-04, A8=-1.17333E-05
 A10= 1.54893E-07, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第5面

K= 0.00000E+00, A4=-1.80145E-03, A6= 2.42995E-04, A8=-1.73219E-05
 A10= 7.81719E-07, A12=-3.98036E-08, A14= 1.39848E-09, A16=-1.86240E-11

10

第6面

K= 0.00000E+00, A4=-1.27860E-03, A6= 1.66886E-04, A8=-1.32463E-05
 A10= 3.46614E-07, A12=-2.02568E-09, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第11面

K= 0.00000E+00, A4=-4.67985E-03, A6= 3.65903E-03, A8=-2.24944E-04
 A10= 3.51473E-05, A12= 9.47513E-07, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第12面

K= 0.00000E+00, A4= 3.28257E-03, A6= 3.43065E-03, A8=-8.45437E-05
 A10= 5.59021E-05, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

20

第13面

K= 0.00000E+00, A4= 1.93926E-03, A6=-3.03323E-04, A8= 1.72439E-05
 A10=-2.97228E-07, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第14面

K= 0.00000E+00, A4= 1.34194E-03, A6=-2.00903E-04, A8= 3.99287E-06
 A10= 2.59728E-07, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

【 0 2 0 7 】

表 18 (各種データ)

ズーム比	4.66108		
	広角	中間	望遠
焦点距離	3.3418	7.2098	15.5763
F ナンバー	3.15570	4.42121	7.17692
画角	65.0872	29.9090	14.1830
像高	3.5200	3.8000	3.9020
レンズ全長	29.8947	25.1171	28.5794
B F	0.51691	0.54984	0.51778
d6	12.4104	4.2618	0.5000
d12	4.8766	5.1148	5.3871
d14	1.0000	4.0999	11.0837

30

40

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-7.53461
2	7	6.60027
3	13	-28.57178

【 0 2 0 8 】

(数値実施例7)

数値実施例7のズームレンズ系は、図19に示した実施の形態7に対応する。数値実施例7のズームレンズ系の面データを表19に、非球面データを表20に、各種データを表

50

2 1 に示す。

【 0 2 0 9 】

表 1 9 (面 データ)

面 番 号	r	d	nd	vd
物 面				
1	27.60700	0.30000	1.88300	40.8
2	6.90930	4.43790		
3*	37.09510	0.30000	1.80470	41.0
4*	5.68390	0.85890		
5*	6.05070	1.71340	2.00272	19.3
6*	8.92920	可 変		
7	4.72840	1.07750	1.88300	40.8
8	20.65800	0.45000		
9(絞 り)		0.45000		
10*	6.20390	1.17170	1.68400	31.3
11	-7.80170	0.30000	2.00069	25.5
12	3.42760	0.10200		
13	3.74310	1.31580	1.49700	81.6
14	-11.75630	可 変		
15*	-53.08990	0.98620	2.00272	19.3
16*	-17.94450	可 変		
17*	-12.85380	0.30000	2.00272	19.3
18*	-40.46120	0.50000		
19		0.58000	1.51680	64.2
20		(BF)		
像 面				

【 0 2 1 0 】

表 2 0 (非 球 面 データ)

第3面

K= 0.00000E+00, A4=-1.49894E-04, A6= 1.23235E-05, A8=-5.78567E-07
A10= 4.07779E-09, A12= 0.00000E+00

第4面

K= 0.00000E+00, A4=-1.42362E-03, A6= 1.49001E-04, A8=-5.61791E-06
A10= 1.73032E-08, A12= 0.00000E+00

第5面

K= 0.00000E+00, A4=-1.58370E-03, A6= 1.21149E-04, A8=-4.98031E-06
A10= 4.13875E-08, A12= 0.00000E+00

第6面

K= 0.00000E+00, A4=-1.06591E-03, A6= 8.30821E-05, A8=-4.54885E-06
A10= 7.34880E-08, A12= 0.00000E+00

第10面

K= 0.00000E+00, A4=-1.31726E-03, A6=-7.10412E-05, A8= 1.62552E-05
A10=-5.90765E-06, A12= 0.00000E+00

第15面

K= 0.00000E+00, A4=-3.32712E-03, A6=-7.90057E-05, A8=-2.39575E-05
A10= 1.51085E-06, A12= 7.27418E-08

第16面

K= 0.00000E+00, A4=-2.89379E-03, A6=-4.33422E-05, A8=-1.45232E-05

10

20

30

40

50

A10= 8.65554E-07, A12= 4.64075E-08

第17面

K= 0.00000E+00, A4=-3.67181E-03, A6= 9.35482E-06, A8= 7.72944E-06

A10=-6.92056E-07, A12= 0.00000E+00

第18面

K= 0.00000E+00, A4=-3.04844E-03, A6= 9.39632E-05, A8=-3.14207E-06

A10=-1.52038E-07, A12= 0.00000E+00

【 0 2 1 1 】

表 2 1 (各種データ)

ズーム比	4.69790		
	広角	中間	望遠
焦点距離	2.8298	4.9875	13.2939
F ナンバー	3.24216	3.95272	6.92235
画角	90.0000	44.0000	16.0000
像高	3.6645	3.6773	3.7154
レンズ全長	32.5259	28.0325	32.5259
B F	0.49814	0.51903	0.53694
d6	12.8191	5.8542	0.3294
d14	2.7187	2.3100	2.7119
d16	2.1447	5.0249	14.6412

10

20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-5.64035
2	7	7.31655
3	15	26.65844
4	17	-18.89005

【 0 2 1 2 】

(数値実施例 8)

数値実施例 8 のズームレンズ系は、図 2 2 に示した実施の形態 8 に対応する。数値実施例 8 のズームレンズ系の面データを表 2 2 に、非球面データを表 2 3 に、各種データを表 2 4 に示す。

【 0 2 1 3 】

表 2 2 (面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1	15.20320	0.30000	1.88300	40.8
2	6.09070	3.76400		
3*	18.30960	0.30000	1.80470	41.0
4*	5.99260	0.62270		
5*	7.02910	1.31320	2.10200	16.8
6*	9.99760	可変		
7(絞り)		-0.20000		
8	3.35830	1.87750	1.59282	68.6
9	-55.70370	0.40000	2.00272	19.3
10	16.73170	0.54700		
11*	13.43110	0.60000	1.52996	55.8
12*	-109.93860	可変		

40

50

13*	-11.87510	0.60000	1.52996	55.8
14*	-36.86370	可変		
15*	-19.11670	0.63660	1.52996	55.8
16*	-311.25000	0.31000		
17		0.60000	1.51680	64.2
18		(BF)		

像面

【 0 2 1 4 】

表 2 3 (非球面データ)

10

第3面

K= 0.00000E+00, A4=-4.48117E-03, A6= 3.25755E-04, A8=-1.13041E-05
 A10= 1.79883E-07, A12=-1.00756E-09, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第4面

K= 0.00000E+00, A4=-4.28795E-03, A6= 2.92617E-04, A8=-7.21780E-06
 A10= 3.54352E-08, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第5面

K= 0.00000E+00, A4=-2.11899E-04, A6= 3.38194E-05, A8=-4.93255E-06
 A10= 3.78156E-07, A12=-2.32827E-08, A14= 8.83376E-10, A16=-1.47055E-11

第6面

K= 0.00000E+00, A4=-5.81130E-04, A6= 8.55558E-05, A8=-9.17056E-06
 A10= 3.97899E-07, A12=-7.09442E-09, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

20

第11面

K= 0.00000E+00, A4=-5.48904E-03, A6= 7.59798E-04, A8= 1.79730E-04
 A10=-1.15141E-05, A12= 9.47513E-07, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第12面

K= 0.00000E+00, A4= 1.65468E-03, A6= 1.71310E-03, A8= 1.48880E-04
 A10= 4.57085E-05, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第13面

K= 0.00000E+00, A4=-6.63388E-03, A6= 2.52920E-03, A8=-4.80569E-05
 A10=-7.76933E-06, A12=-1.20178E-19, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

30

第14面

K= 0.00000E+00, A4=-5.46239E-03, A6= 2.09281E-03, A8=-6.75217E-05
 A10= 4.08703E-08, A12=-6.14282E-19, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第15面

K= 0.00000E+00, A4=-7.25468E-03, A6= 9.41190E-04, A8=-3.92942E-05
 A10= 5.49659E-07, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第16面

K= 0.00000E+00, A4=-8.46392E-03, A6= 9.62834E-04, A8=-3.97087E-05
 A10= 4.93654E-07, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

40

【 0 2 1 5 】

表 2 4 (各種データ)

ズーム比	4.66225		
	広角	中間	望遠
焦点距離	3.3625	7.2572	15.6770
F ナンバー	3.22437	4.49045	7.18257
画角	64.2153	29.7286	14.5799
像高	3.5200	3.8000	3.9020
レンズ全長	30.0026	25.0154	27.9167

50

B F	0.49888	0.52951	0.47158
d6	12.7263	4.4252	0.5000
d12	2.8234	3.1652	4.2510
d14	2.2830	5.2245	11.0231

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-7.35284
2	7	6.43029
3	13	-33.33330
4	15	-38.46149

10

【 0 2 1 6 】

(数値実施例 9)

数値実施例 9 のズームレンズ系は、図 2 5 に示した実施の形態 9 に対応する。数値実施例 9 のズームレンズ系の面データを表 2 5 に、非球面データを表 2 6 に、各種データを表 2 7 に示す。

【 0 2 1 7 】

表 2 5 (面データ)

面番号 物面	r	d	nd	vd
1	24.32190	0.30000	1.88300	40.8
2	6.66940	3.00000		
3*	12.83160	0.30000	1.80470	41.0
4*	5.23870	0.87770		
5*	7.78450	1.66710	2.10200	16.8
6*	12.16120	可変		
7(絞り)		-0.20000		
8	3.79110	2.84420	1.59282	68.6
9	-6.64050	0.40000	2.00272	19.3
10	-13.08460	0.33780		
11*	3.82260	0.60000	1.52996	55.8
12*	2.65200	可変		
13	-18.96520	0.60000	1.74993	45.4
14	-34.86500	1.00640	1.62041	60.3
15	-11.52100	可変		
16*	-7.05560	0.59360	1.52996	55.8
17*	-5.39400	0.31000		
18		0.60000	1.51680	64.2
19		(BF)		
像面				

20

30

40

【 0 2 1 8 】

表 2 6 (非球面データ)

第3面

K= 0.00000E+00, A4=-4.56617E-03, A6= 3.31670E-04, A8=-1.39720E-05
A10= 2.89680E-07, A12=-2.20732E-09, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第4面

K= 0.00000E+00, A4=-5.03940E-03, A6= 3.84671E-04, A8=-1.66594E-05
A10= 2.59018E-07, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

50

第5面

K= 0.00000E+00, A4=-7.41635E-04, A6= 8.95148E-05, A8=-9.37771E-06
 A10= 4.97634E-07, A12=-2.23696E-08, A14= 8.15290E-10, A16=-1.33199E-11

第6面

K= 0.00000E+00, A4=-1.01145E-03, A6= 9.54127E-05, A8=-1.07452E-05
 A10= 4.91533E-07, A12=-8.38432E-09, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第11面

K= 0.00000E+00, A4=-1.59441E-02, A6=-7.56365E-04, A8=-5.25850E-04
 A10= 1.05299E-04, A12= 9.47513E-07, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第12面

K= 0.00000E+00, A4=-1.46982E-02, A6=-1.13171E-03, A8=-4.51063E-04
 A10= 1.22256E-04, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第16面

K= 0.00000E+00, A4= 1.11848E-02, A6=-7.33191E-04, A8= 1.70486E-05
 A10=-1.74139E-07, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第17面

K= 0.00000E+00, A4= 1.69848E-02, A6=-1.01313E-03, A8= 9.22440E-06
 A10= 3.85349E-07, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

【 0 2 1 9 】

表 2 7 (各種データ)

10

20

ズーム比	4.65878		
	広角	中間	望遠
焦点距離	3.3396	7.2086	15.5586
F ナンバー	3.05669	4.29141	7.17124
画角	70.4003	30.3275	14.8526
像高	3.5200	3.8000	3.9020
レンズ全長	30.0175	25.9360	30.4641
B F	0.51372	0.51845	0.46020
d6	11.7783	3.8537	0.5000
d12	2.7343	5.2233	15.0671
d15	1.7544	3.1038	1.2000

30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-7.27081
2	7	6.84806
3	13	50.00046
4	16	38.45982

【 0 2 2 0 】

40

(数値実施例 1 0)

数値実施例 1 0 のズームレンズ系は、図 2 8 に示した実施の形態 1 0 に対応する。数値実施例 1 0 のズームレンズ系の面データを表 2 8 に、非球面データを表 2 9 に、各種データを表 3 0 に示す。

【 0 2 2 1 】

表 2 8 (面データ)

面番号 物面	r	d	nd	vd
1	17.04990	0.30000	1.88300	40.8

50

2	6.34710	3.57860		
3*	49.98660	0.30000	1.80470	41.0
4*	7.48810	0.58900		
5*	8.13390	1.33130	2.10200	16.8
6*	13.38480	可変		
7(絞り)		-0.20000		
8	3.56570	2.82030	1.51680	64.2
9	-5.98890	0.40000	2.00272	19.3
10	-11.59690	0.15000		
11*	2.75640	0.64650	1.52996	55.8
12*	2.28770	可変		
13*	7.60770	0.60000	1.52996	55.8
14*	5.04120	可変		
15*	58.58910	1.20900	1.80470	41.0
16	-17.58750	可変		
17	-24.02720	0.50000	1.52996	55.8
18	-50.00000	0.31000		
19		0.60000	1.51680	64.2
20		(BF)		

像面

10

20

【 0 2 2 2 】

表 29 (非球面データ)

第3面

K= 0.00000E+00, A4=-3.41446E-03, A6= 2.42374E-04, A8=-6.91185E-06
A10= 7.09336E-08, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第4面

K= 0.00000E+00, A4=-2.98265E-03, A6= 2.26192E-04, A8=-4.06884E-06
A10=-9.20861E-09, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第5面

K= 0.00000E+00, A4=-1.60318E-04, A6= 6.93122E-05, A8=-6.07853E-06
A10= 4.28211E-07, A12=-3.03173E-08, A14= 1.13058E-09, A16=-1.50921E-11

第6面

K= 0.00000E+00, A4=-4.83725E-04, A6= 1.09967E-04, A8=-8.30018E-06
A10= 1.83569E-07, A12=-2.07628E-10, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第11面

K= 0.00000E+00, A4=-7.45206E-03, A6=-1.91587E-03, A8=-3.69489E-04
A10= 7.79199E-06, A12= 9.47513E-07, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第12面

K= 0.00000E+00, A4=-4.50078E-03, A6=-2.41520E-03, A8=-7.75872E-04
A10= 5.69121E-05, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第13面

K= 0.00000E+00, A4=-1.26864E-02, A6= 1.58808E-03, A8=-1.50148E-04
A10= 9.54297E-06, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第14面

K= 0.00000E+00, A4=-1.43538E-02, A6= 1.73680E-03, A8=-1.70727E-04
A10= 9.50247E-06, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第15面

K= 0.00000E+00, A4=-5.69331E-04, A6= 2.82817E-05, A8=-3.67676E-07
A10=-8.31204E-09, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

30

40

50

【 0 2 2 3 】

表 3 0 (各種データ)

ズーム比	5.53873		
	広角	中間	望遠
焦点距離	3.3998	7.9973	18.8304
F ナンバー	2.57456	3.94536	7.22984
画角	64.4222	26.9312	11.6654
像高	3.5200	3.8000	3.9020
レンズ全長	29.5039	25.5879	32.0039
B F	0.48792	0.51915	0.44564
d6	11.9692	3.8733	0.5000
d12	2.3000	3.7051	4.5000
d14	1.6000	4.7540	13.7692
d16	0.5000	0.1208	0.1000

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-7.65504
2	7	6.77729
3	13	-30.68157
4	15	16.92972
5	17	-87.86522

20

【 0 2 2 4 】

(数値実施例 1 1)

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

【 0 2 2 5 】

表 3 1 (面データ)

30

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1*	2000.00000	0.30000	1.80470	41.0
2*	5.23150	4.25300		
3*	8.57230	2.36940	2.10200	16.8
4*	9.89710	可変		
5(絞り)		-0.20000		
6	3.59130	2.91420	1.59282	68.6
7	-10.54950	0.40000	1.92286	20.9
8	-295.46390	0.38300		
9*	3.37740	0.60000	1.52996	55.8
10*	2.75100	可変		
11*	36.40950	0.60000	1.52996	55.8
12*	9.36160	可変		
13*	41.49000	2.20000	1.52996	55.8
14*	-6.75650	0.31000		
15		0.60000	1.51680	64.2
16		(BF)		
像面				

40

50

【 0 2 2 6 】

表 3 2 (非球面データ)

第1面

K= 0.00000E+00, A4= 1.55710E-03, A6=-5.55554E-05, A8= 8.13001E-07
 A10=-5.16454E-09, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第2面

K= 0.00000E+00, A4= 9.93804E-04, A6= 3.22831E-05, A8=-8.61786E-07
 A10=-1.10590E-07, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第3面

K= 0.00000E+00, A4=-4.73110E-04, A6= 6.98924E-05, A8=-5.72653E-06
 A10= 3.68389E-07, A12=-1.60896E-08, A14= 3.88946E-10, A16=-3.95616E-12

第4面

K= 0.00000E+00, A4=-5.05344E-04, A6= 7.87312E-05, A8=-6.64803E-06
 A10= 3.20949E-07, A12=-6.54684E-09, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第9面

K= 0.00000E+00, A4=-1.00356E-02, A6=-4.23711E-03, A8= 1.10553E-03
 A10=-5.10811E-04, A12= 7.74125E-05, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第10面

K= 0.00000E+00, A4=-5.82345E-03, A6=-2.17327E-03, A8=-7.89908E-04
 A10= 1.79971E-04, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第11面

K= 0.00000E+00, A4=-5.26850E-03, A6= 9.15284E-04, A8=-4.86427E-05
 A10=-3.75981E-06, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第12面

K= 0.00000E+00, A4=-4.64467E-03, A6= 7.46853E-04, A8=-2.92234E-05
 A10=-3.45687E-06, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第13面

K= 0.00000E+00, A4= 6.55072E-05, A6= 5.56360E-05, A8=-2.07669E-06
 A10= 4.60303E-08, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

第14面

K= 0.00000E+00, A4= 3.18851E-03, A6=-7.03962E-05, A8=-3.34723E-07
 A10= 5.98192E-08, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00, A16= 0.00000E+00

【 0 2 2 7 】

表 3 3 (各種データ)

ズーム比	4.63960		
	広角	中間	望遠
焦点距離	3.5955	7.7081	16.6816
F ナンバー	2.83057	4.11051	7.19689
画角	50.5735	26.7023	13.3603
像高	3.4300	3.9020	3.9020
レンズ全長	31.4790	26.8210	32.6002
B F	0.52615	0.55112	0.52894
d4	12.2980	3.8976	0.5000
d10	2.3252	3.2593	2.3000
d12	1.6000	4.3834	14.5417

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

10

20

30

40

50

1	1	-8.50591
2	5	7.05825
3	11	-23.96283
4	13	11.13963

【 0 2 2 8 】

以下の表 3 4 に、各数値実施例のズームレンズ系における各条件の対応値を示す。

【 0 2 2 9 】

表 3 4 (条件の対応値)

【表 1】

条件		数値実施例										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
(1)	D_{air}/f_w	1.25	0.92	1.09	1.18	1.03	1.20	1.57	1.12	0.90	1.05	1.18
(2)	$D_{air} \times \tan(\omega_w/2)/f_{g1}$	-0.64	-0.31	-0.30	-0.25	-0.30	-0.34	-0.79	-0.32	-0.29	-0.28	-0.24
(3)	D_{back}/f_w	0.49	0.42	0.42	0.41	0.42	0.62	0.55	0.42	0.42	0.41	0.39
(4)	$\nu_{in}-\nu_{ip}$	24.1	24.1	24.1	31.0	31.0	28.5	21.6	24.1	24.1	24.1	24.2
(5)	$\sqrt{(-f_{g1} \times f_{g2})/I_r}$	1.51	1.55	1.81	1.75	1.89	1.84	1.69	1.69	1.71	1.86	1.96
(6)	n_{L1}	1.88	1.88	1.88	1.73	1.73	1.77	1.88	1.88	1.88	1.88	1.80
(7)	L_w/L_T	0.97	0.98	0.92	0.92	0.92	1.05	1.00	1.08	0.98	0.92	0.97
(8)	$D_n/\sqrt{(f_w \times f_T)}$	0.049	0.042	0.038	0.038	0.042	0.042	0.049	0.041	0.042	0.037	0.039
(9)	n_{Glave}	1.930	1.930	1.930	1.879	1.879	1.893	1.897	1.930	1.930	1.930	1.953
(10)	ν_{g2}	81.6	68.6	64.2	68.6	68.6	68.6	81.6	68.6	68.6	64.2	68.6

【 0 2 3 0 】

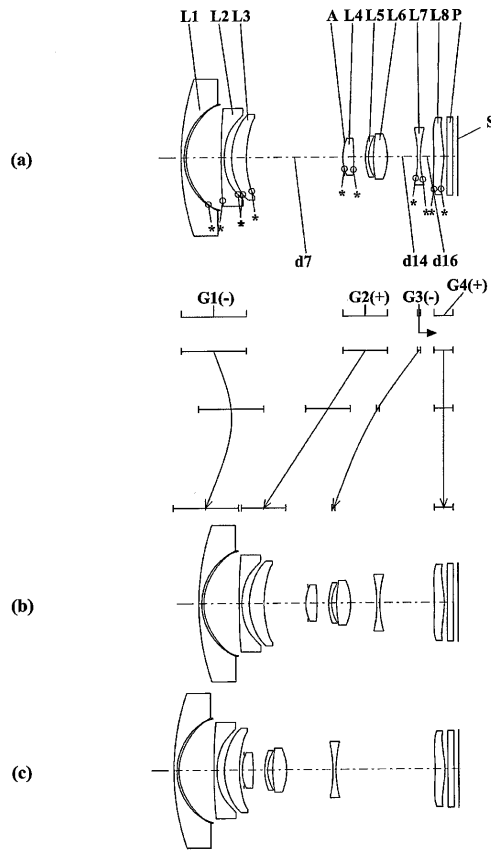
本発明に係るズームレンズ系は、デジタルカメラ、スマートフォン等の携帯情報端末、監視システムにおける監視カメラ、Webカメラ、車載カメラ等のデジタル入力装置に適用可能であり、特にデジタルカメラ等の高画質が要求される撮影光学系に好適である。

【 符号の説明 】

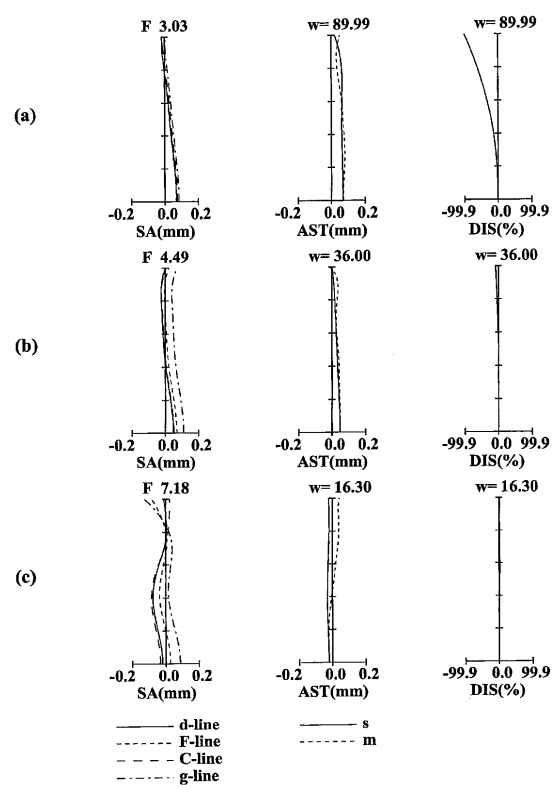
【 0 2 3 1 】

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	10
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	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	20
A	開口絞り	
P	平行平板	
S	像面	
1	ズームレンズ系	
2	撮像素子	
3	液晶モニタ	
4	筐体	
5	主鏡筒	
6	移動鏡筒	
7	円筒カム	30

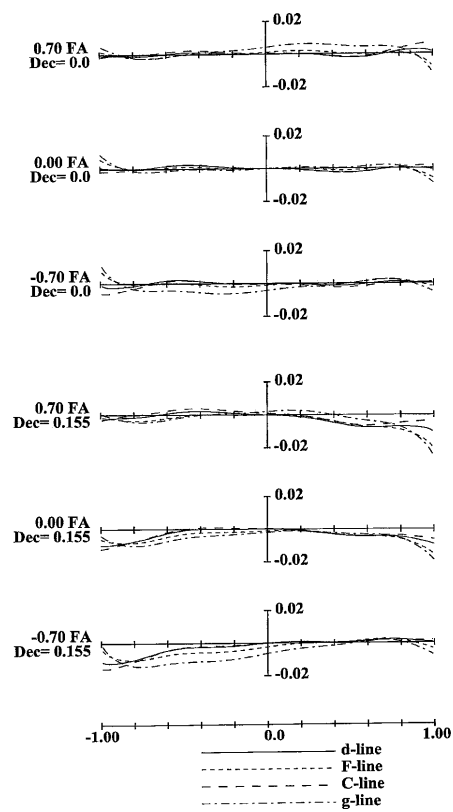
【図 1】



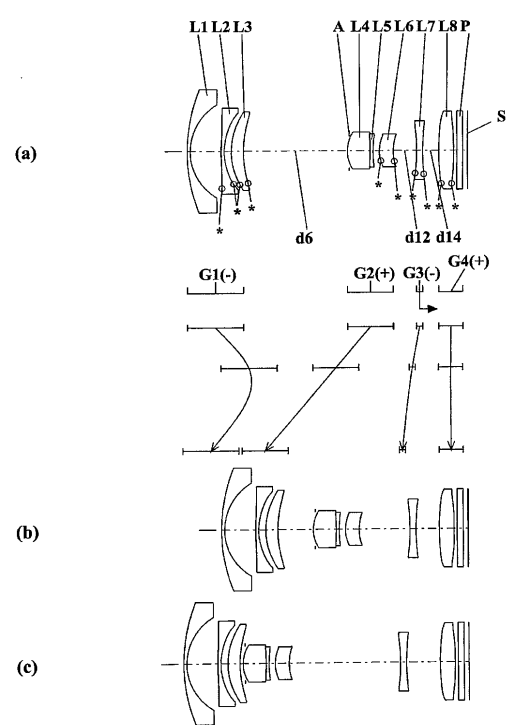
【図 2】



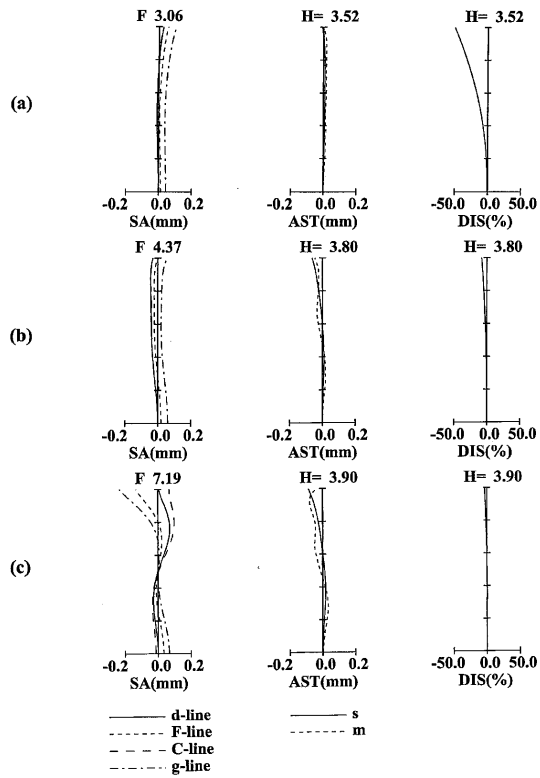
【図 3】



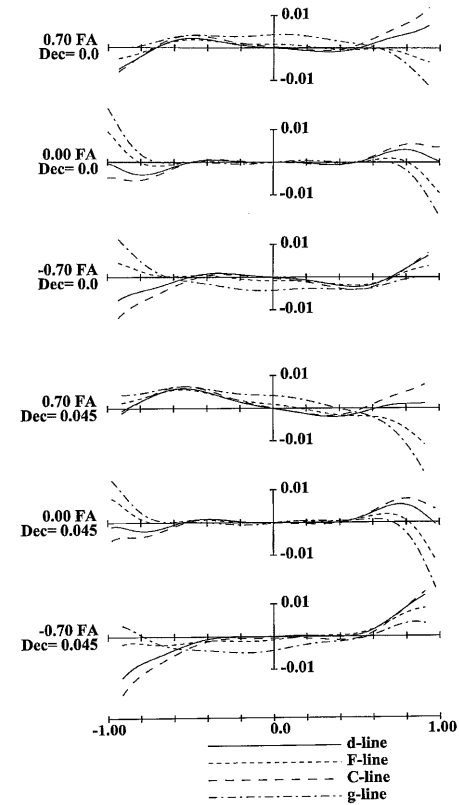
【図 4】



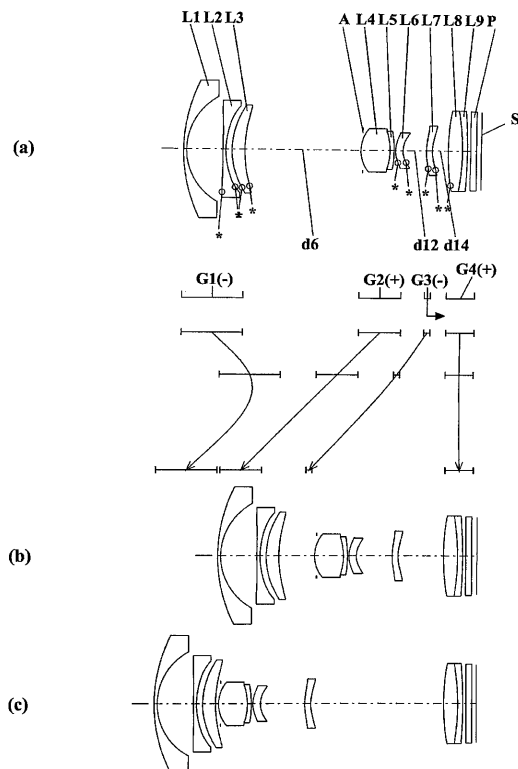
【図 5】



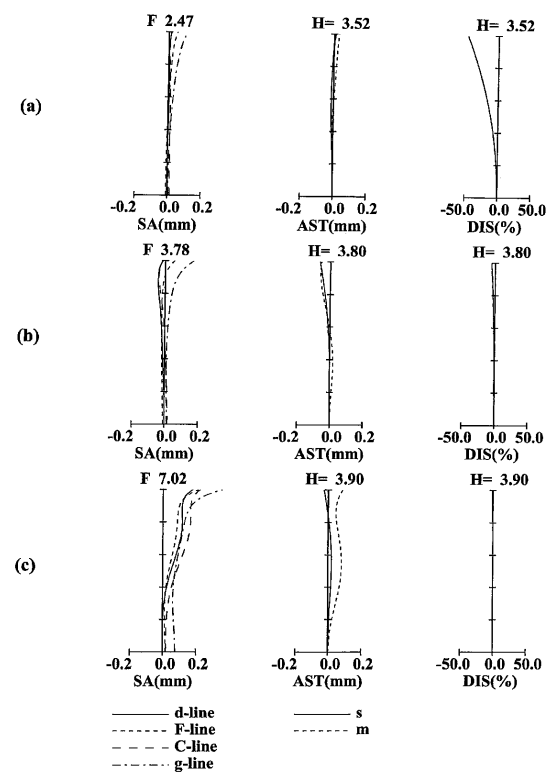
【図 6】



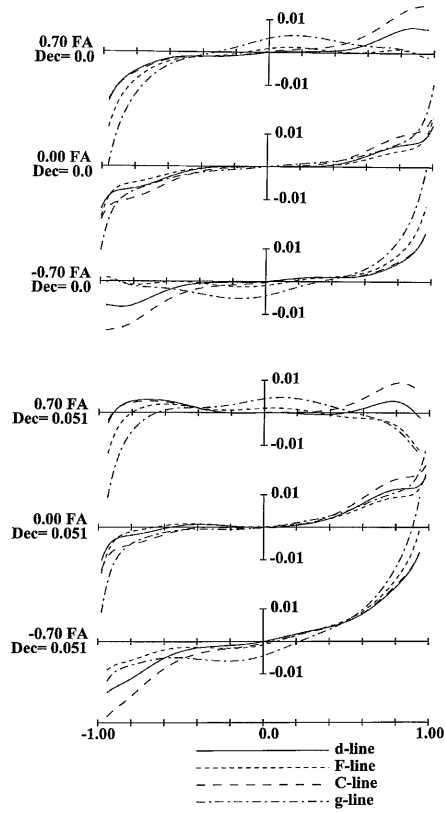
【図 7】



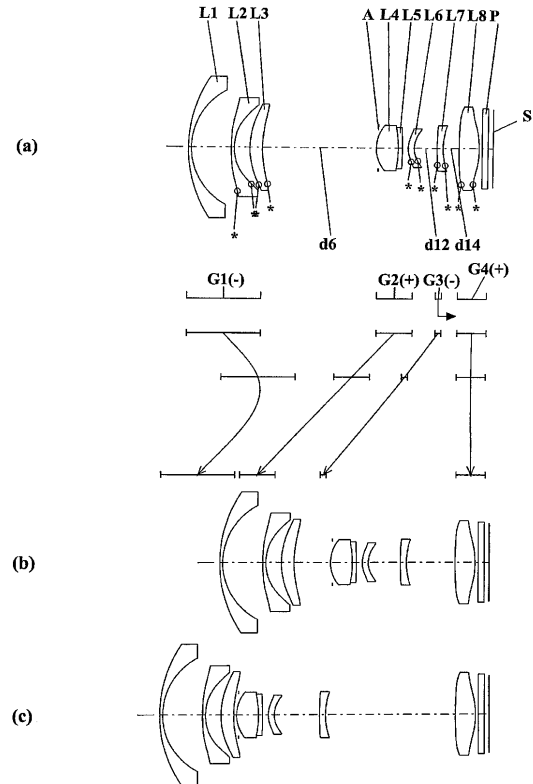
【図 8】



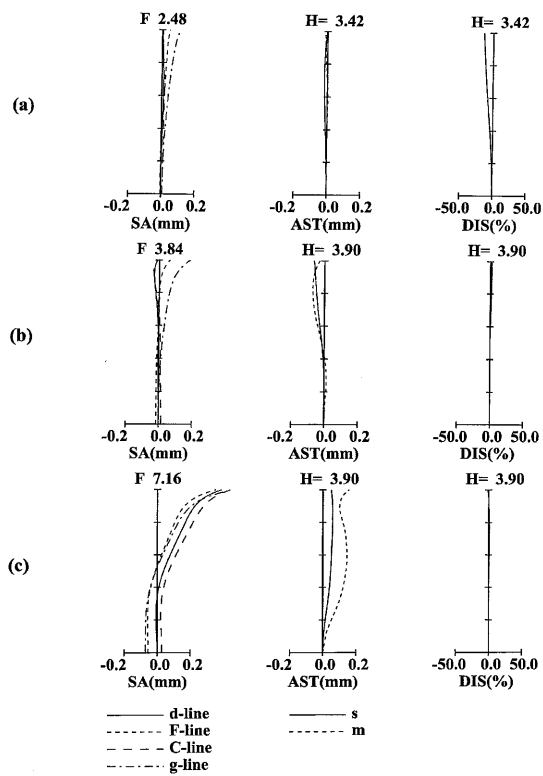
【図 9】



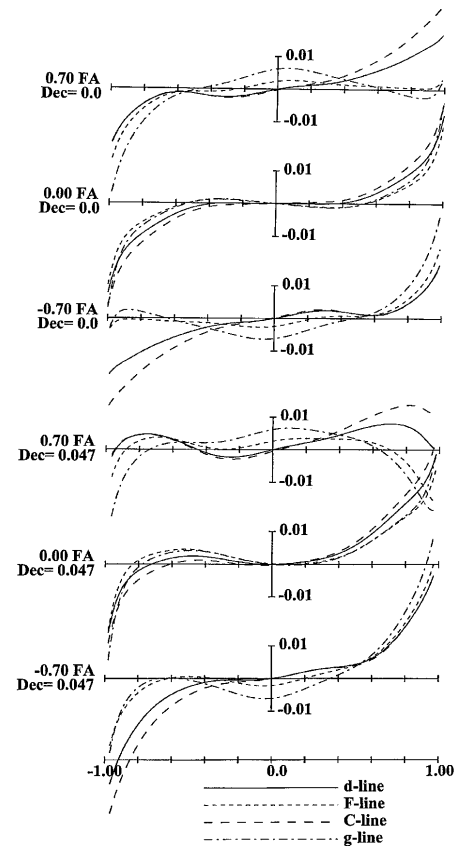
【図 10】



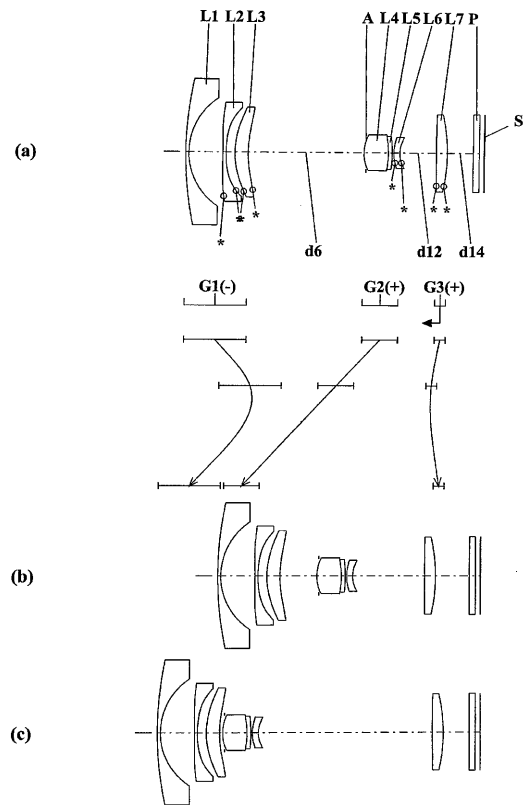
【図 11】



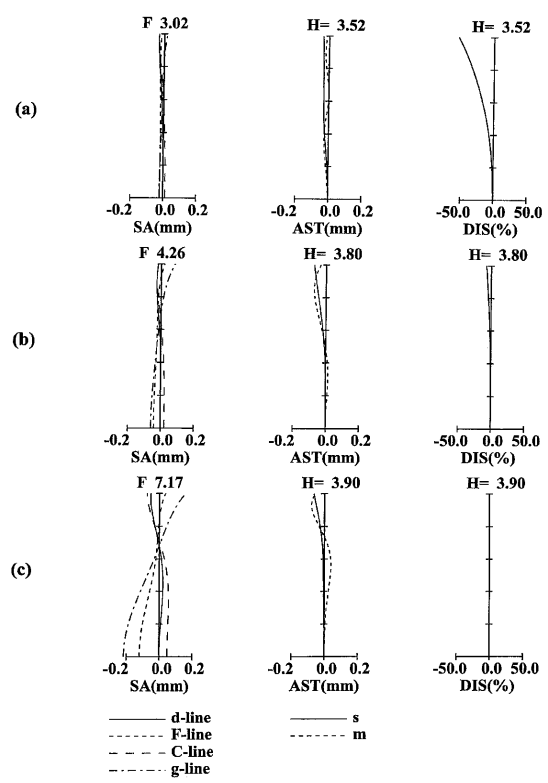
【図 12】



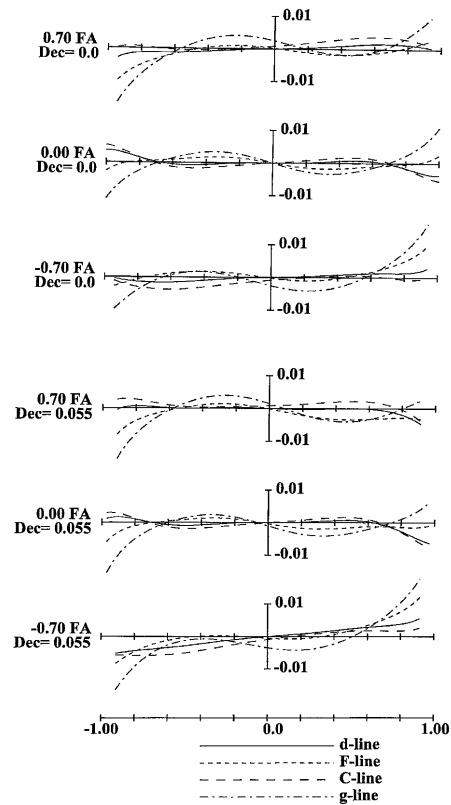
【図 13】



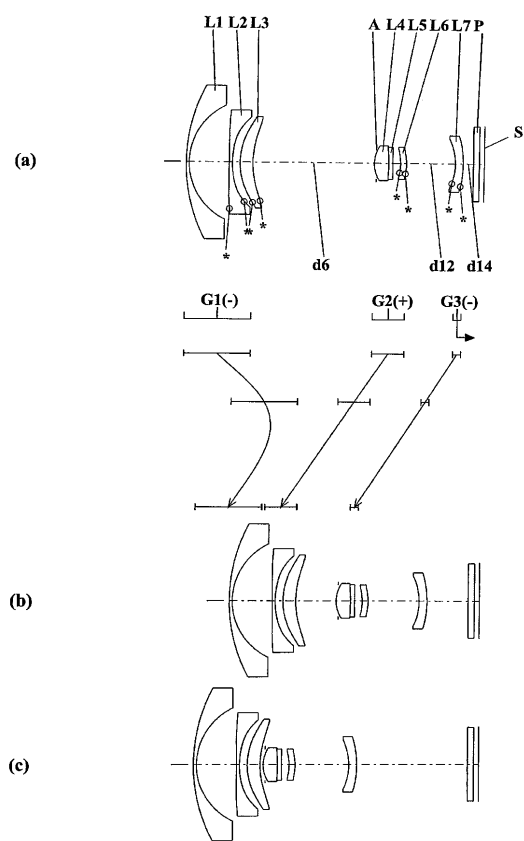
【図 14】



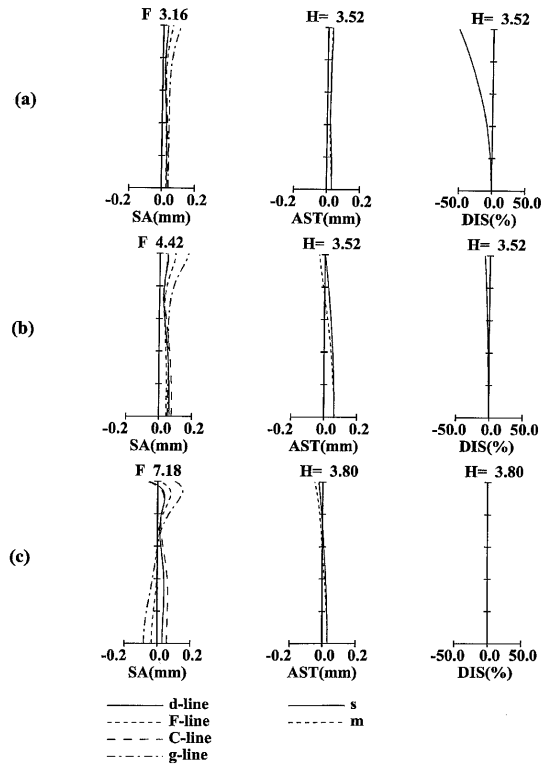
【図 15】



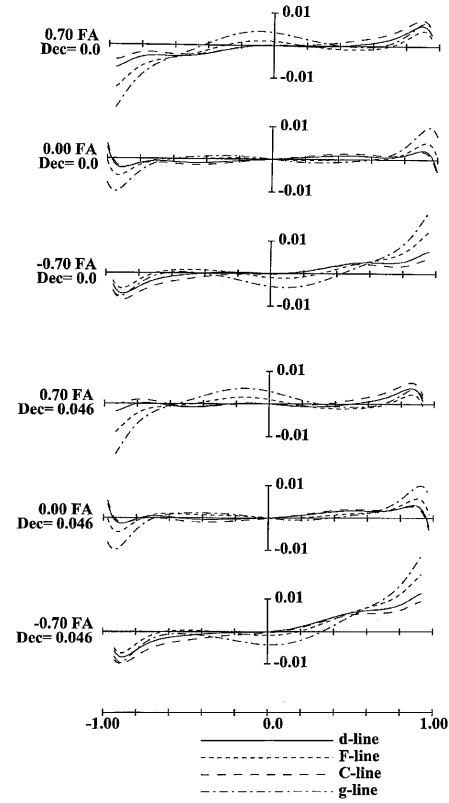
【図 16】



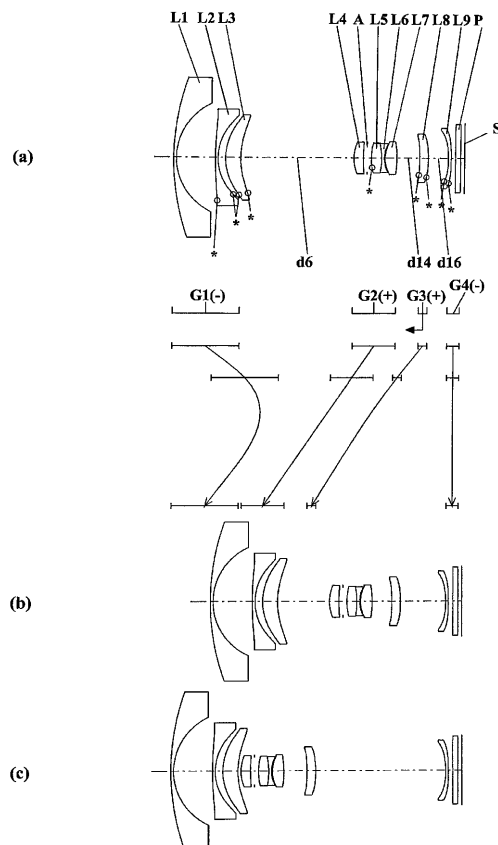
【図 17】



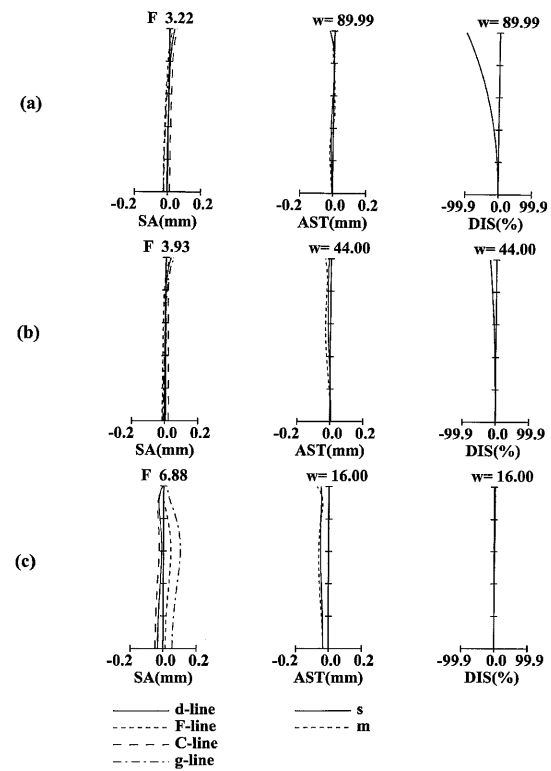
【図 18】



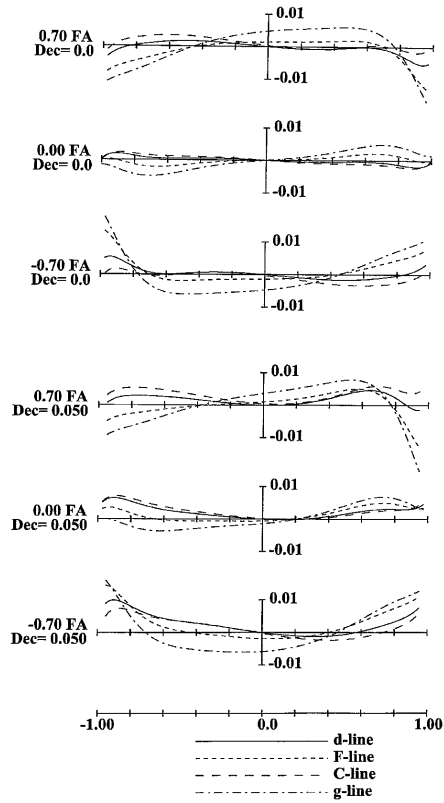
【図 19】



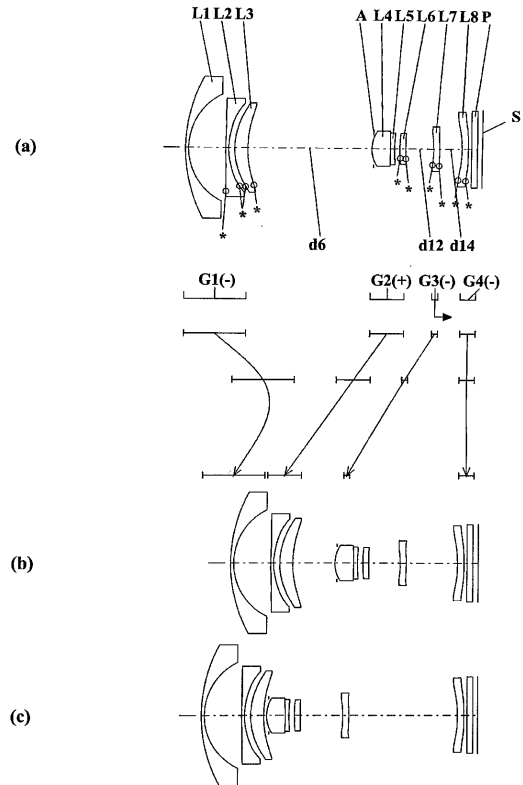
【図 20】



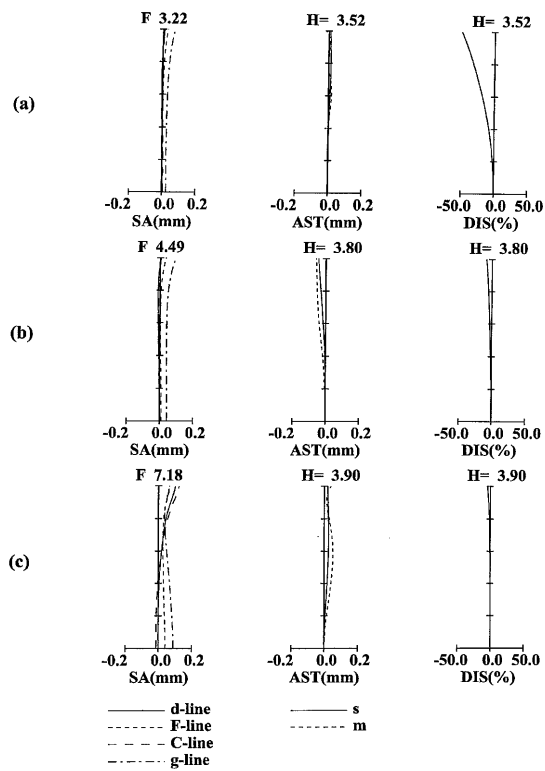
【図 2 1】



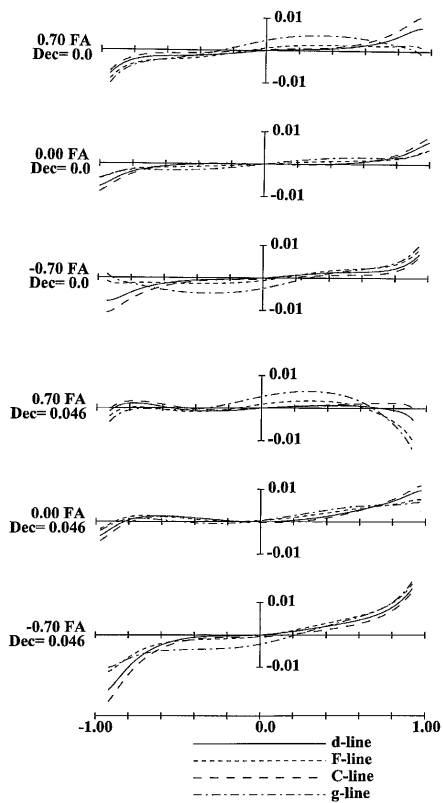
【図 2 2】



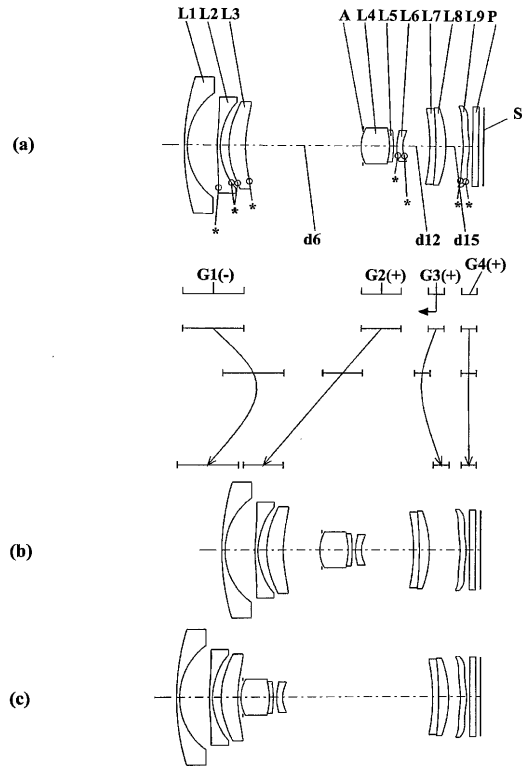
【図 2 3】



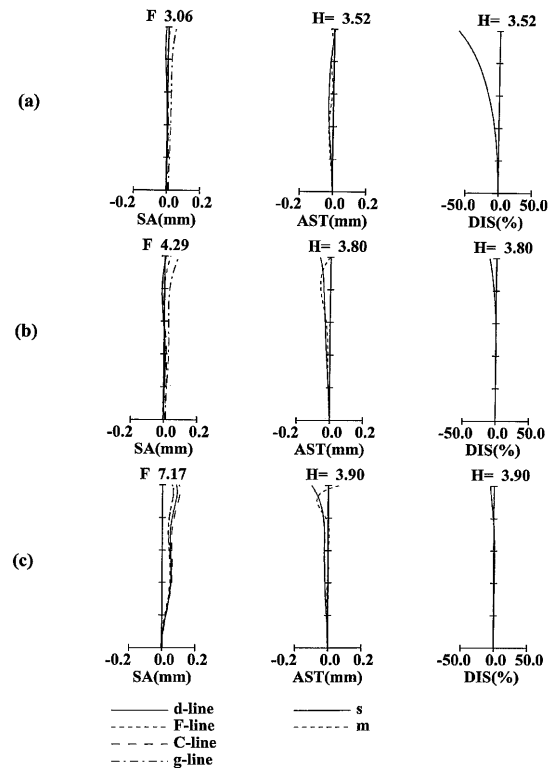
【図 2 4】



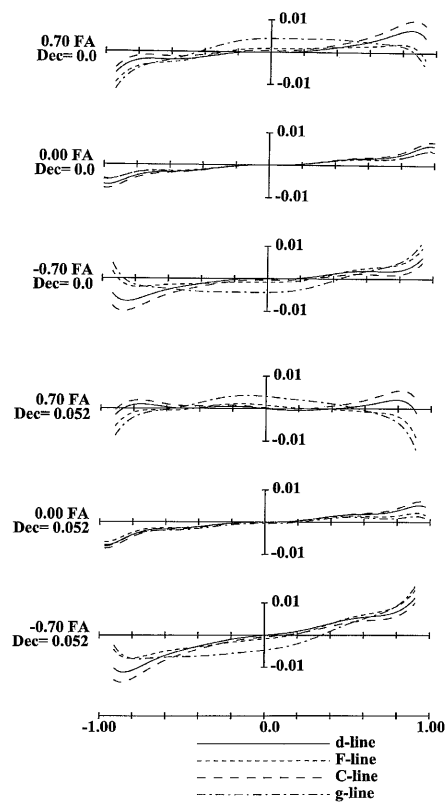
【図 25】



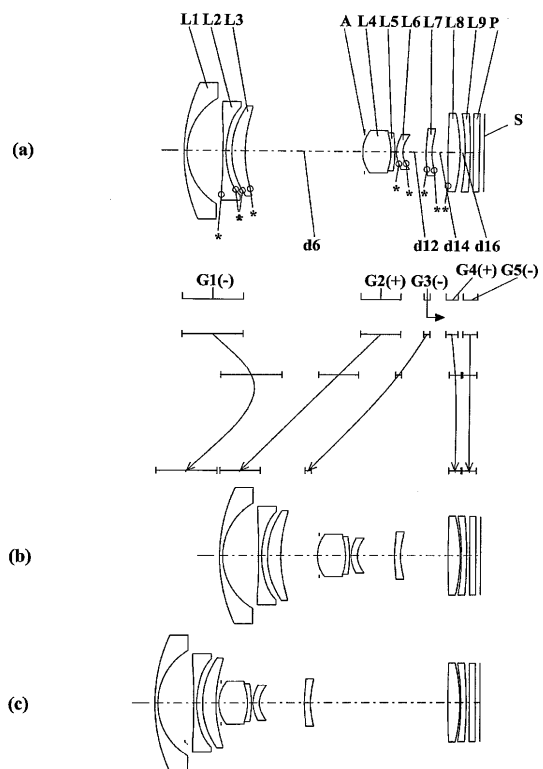
【図 26】



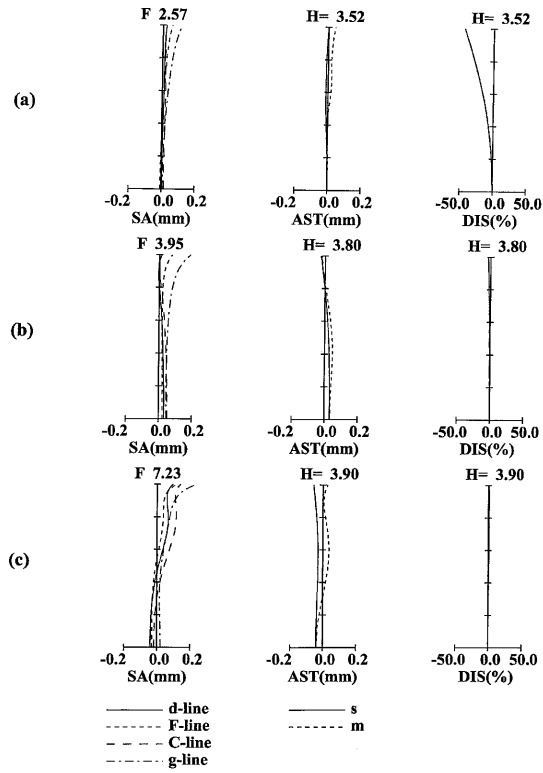
【図 27】



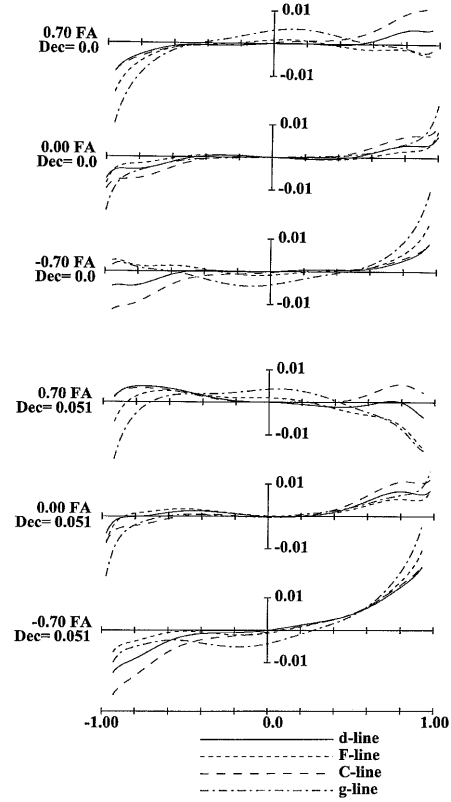
【図 28】



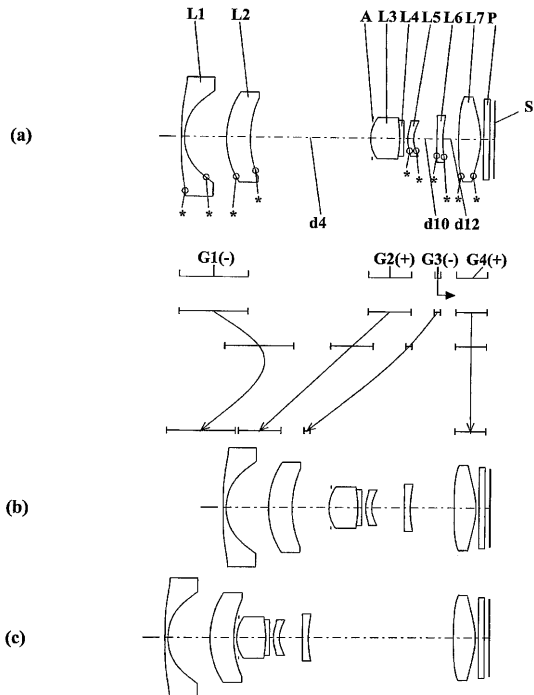
【図 29】



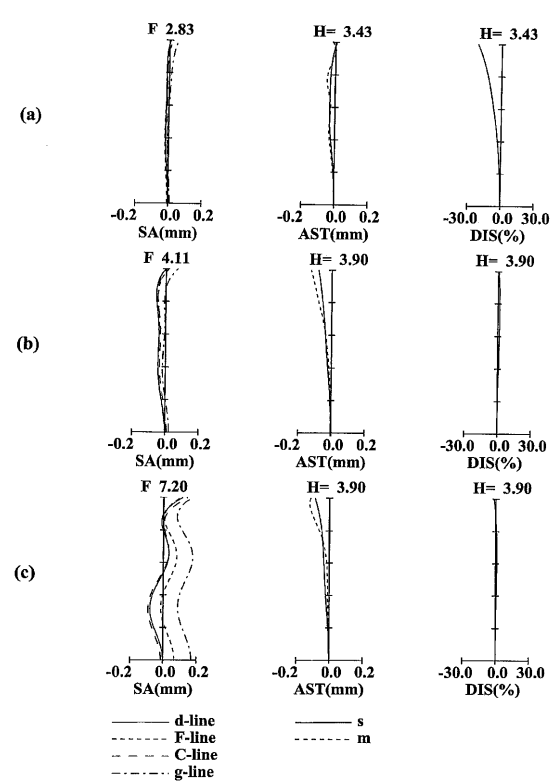
【図 30】



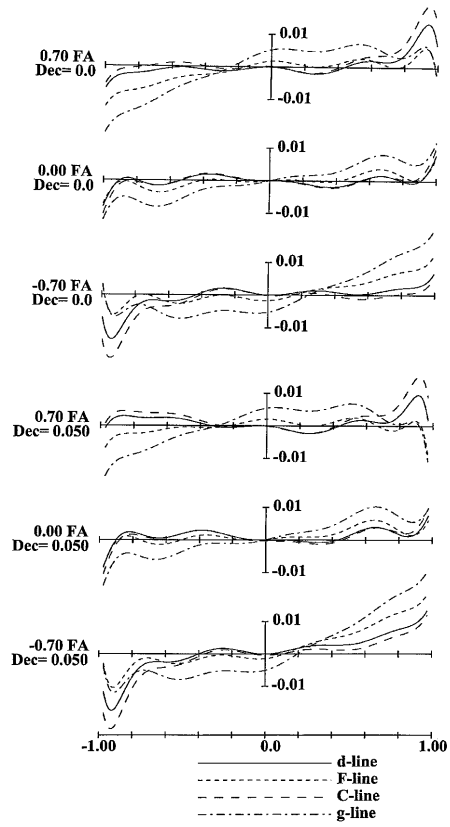
【図 31】



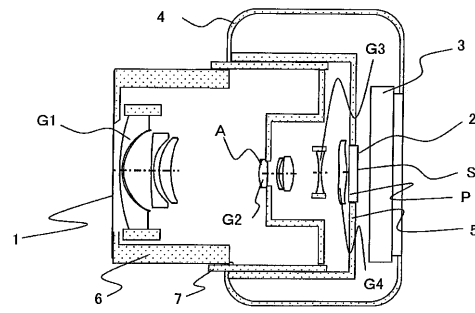
【図 32】



【図 33】



【図 34】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-304777(JP,A)
特開2008-096787(JP,A)
特開2009-216941(JP,A)
特開2010-160276(JP,A)
特開2010-152147(JP,A)
特開2006-343554(JP,A)
特開2008-040485(JP,A)
特開2007-108696(JP,A)
特開2012-022106(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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