

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6172918号
(P6172918)

(45) 発行日 平成29年8月2日(2017.8.2)

(24) 登録日 平成29年7月14日(2017.7.14)

(51) Int.Cl.

F I

GO 2 B 15/20 (2006.01)

GO 2 B 15/20

GO 2 B 13/18 (2006.01)

GO 2 B 13/18

請求項の数 31 (全 48 頁)

(21) 出願番号	特願2012-256607 (P2012-256607)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成24年11月22日 (2012.11.22)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2014-106243 (P2014-106243A)		東京都八王子市石川町2951番地
(43) 公開日	平成26年6月9日 (2014.6.9)	(74) 代理人	100123962
審査請求日	平成27年11月12日 (2015.11.12)		弁理士 斎藤 圭介
		(74) 代理人	100120204
			弁理士 平山 巖
		(72) 発明者	小方 康司
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
			リンパスイメージング株式会社内
		(72) 発明者	山田 康晴
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
			リンパスイメージング株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを備えた撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から像側に順に、実質的に、
正屈折力の第1レンズ群と、
負屈折力の第2レンズ群と、
正屈折力の第3レンズ群と、
負屈折力の第4レンズ群と、
正屈折力の第5レンズ群と、からなり、
前記第1レンズ群が、最も物体側に配置されたレンズ群であり、
前記第5レンズ群が、最も像側に配置されたレンズ群であり、
広角端から望遠端への変倍の際に、
前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群及び前記第4レンズ群は移動し、且つ、前記第5レンズ群は静止して、前記各レンズ群の間の距離が変化し、
前記第3レンズ群は、第3レンズ群中の最も大きい軸上空間を挟んで物体側の物体側サブレンズ群と像側の像側サブレンズ群の2つのサブレンズ群からなり、
前記物体側サブレンズ群と前記像側サブレンズ群は共に正屈折力を持ち、
前記物体側サブレンズ群と前記像側サブレンズ群は、それぞれが正レンズを有し、
以下の条件式(1)、(5')、(6)、(7)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$72 < {}_{3p} < 110 \quad (1)$$

$$\begin{aligned} 1.6 < D_3 / f_w < 2.1 & \quad (5') \\ 0.11 < d_{(A)} / D_3 < 0.5 & \quad (6) \\ 0.5 < f_{3f} / f_{3r} < 2.3 & \quad (7) \end{aligned}$$

ただし、

f_{3p} は、前記第 3 レンズ群中のそれぞれの正レンズの d 線基準のアッペ数の最大値、

f_w は、前記ズームレンズの広角端における焦点距離、

D_3 は、前記第 3 レンズ群の軸上での厚み、

$d_{(A)}$ は、前記物体側サブレンズ群と前記像側レンズ群との間の軸上距離、

f_{3f} は、前記物体側サブレンズ群の焦点距離、

f_{3r} は、前記像側サブレンズ群の焦点距離、

10

である。

【請求項 2】

以下の条件式 (1-1) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

$$75 < \gamma_{3p} < 110 \quad (1-1)$$

【請求項 3】

以下の条件式 (1-2) を満足することを特徴とする請求項 2 に記載のズームレンズ。

$$77 < \gamma_{3p} < 110 \quad (1-2)$$

【請求項 4】

前記第 4 レンズ群がフォーカシングの際に移動することを特徴とする請求項 3 に記載のズームレンズ。

20

【請求項 5】

前記第 4 レンズ群は、合焦状態にて光軸方向に振動し、被写体までの距離が変化した場合に、前記振動の幅よりも大きい距離移動にてフォーカシングを行うことを特徴とする請求項 4 に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

前記第 3 レンズ群は非球面のレンズ面を含むことを特徴とする請求項 5 に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

以下の条件式 (2)、(3) を満足することを特徴とする請求項 6 に記載のズームレンズ。

30

$$0.4 < |f_2| / FB < 1.5 \quad (2)$$

$$0.5 < f_3 / FB < 1.8 \quad (3)$$

ただし、

f_2 は、前記第 2 レンズ群の焦点距離、

f_3 は、前記第 3 レンズ群の焦点距離、

FB は、ズームレンズにおいて最も像側に位置するレンズの像側面から像面までの空気換算距離、

である。

【請求項 8】

以下の条件式 (4) を満足することを特徴とする請求項 7 に記載のズームレンズ。

40

$$1.0 < |f_4| / f_w < 5.0 \quad (4)$$

ただし、

f_4 は、前記第 4 レンズ群の焦点距離、

f_w は、前記ズームレンズの広角端における焦点距離、

である。

【請求項 9】

前記第 1 レンズ群は負レンズを有し、

以下の条件式 (8) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

$$1.5 < \gamma_{1n} < 3.0 \quad (8)$$

ただし、

50

n_{1n} は、前記第1レンズ群中の前記負レンズのd線基準のアッベ数であり、前記第1レンズ群が複数の負レンズを含むときは、それらの負レンズのアッベ数の最大値、である。

【請求項10】

前記第2レンズ群は正レンズを有し、

以下の条件式(9)を満足することを特徴とする請求項9に記載のズームレンズ。

$$1.70 < n_{2p} < 2.15 \quad (9)$$

ただし、

n_{2p} は、前記第2レンズ群中の前記正レンズのd線での屈折率であり、前記第2レンズ群が正レンズを複数含むときは、それらの正レンズの屈折率の最大値、である。

10

【請求項11】

以下の条件式(10)、(11)を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

$$0.5 < |f_2| / i_h < 1.9 \quad (10)$$

$$0.7 < f_3 / i_h < 2.5 \quad (11)$$

ただし、

i_h は、前記ズームレンズにおける像高の最大値、である。

【請求項12】

物体側から像側に順に、実質的に、

正屈折力の第1レンズ群と、

負屈折力の第2レンズ群と、

正屈折力の第3レンズ群と、

負屈折力の第4レンズ群と、

正屈折力の第5レンズ群と、からなり、

前記第1レンズ群が、最も物体側に配置されたレンズ群であり、

前記第5レンズ群が、最も像側に配置されたレンズ群であり、

広角端から望遠端への変倍の際に、

前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群及び前記第4レンズ群は移動し、且つ、前記第5レンズ群は静止して、前記各レンズ群の間の距離が変化し、

20

30

前記第3レンズ群は非球面のレンズ面を含み、第3レンズ群中の最も大きい軸上空間を挟んで物体側の物体側サブレンズ群と像側の像側サブレンズ群の2つのサブレンズ群からなり、

前記物体側サブレンズ群と前記像側サブレンズ群は共に正屈折力を持ち、

前記第4レンズ群がフォーカシングの際に移動し、

以下の条件式(2)、(3)、(5')、(6)、(7)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.4 < |f_2| / FB < 1.5 \quad (2)$$

$$0.5 < f_3 / FB < 1.8 \quad (3)$$

$$1.6 < D_3 / f_w < 2.1 \quad (5')$$

$$0.11 < d_{(A)} / D_3 < 0.5 \quad (6)$$

$$0.5 < f_{3f} / f_{3r} < 2.3 \quad (7)$$

ただし、

f_2 は、前記第2レンズ群の焦点距離、

f_3 は、前記第3レンズ群の焦点距離、

FBは、ズームレンズにおいて最も像側に位置するレンズの像側面から像面までの空気換算距離、

f_w は、前記ズームレンズの広角端における焦点距離、

D_3 は、前記第3レンズ群の軸上での厚み、

40

50

$d_{(A)}$ は、前記物体側サブレンズ群と前記像側レンズ群との間の軸上距離、
 f_{3f} は、前記物体側サブレンズ群の焦点距離、
 f_{3r} は、前記像側サブレンズ群の焦点距離、

である。

【請求項 13】

物体側から像側に順に、実質的に、

正屈折力の第 1 レンズ群と、

負屈折力の第 2 レンズ群と、

正屈折力の第 3 レンズ群と、

負屈折力の第 4 レンズ群と、

正屈折力の第 5 レンズ群と、からなり、

前記第 1 レンズ群が、最も物体側に配置されたレンズ群であり、

前記第 5 レンズ群が、最も像側に配置されたレンズ群であり、

広角端から望遠端への変倍の際に、

前記第 1 レンズ群、前記第 2 レンズ群、前記第 3 レンズ群及び前記第 4 レンズ群は移動し、且つ、前記第 5 レンズ群は静止して、前記各レンズ群の間の距離が変化し、

前記第 3 レンズ群は非球面のレンズ面を含み、第 3 レンズ群中の最も大きい軸上空間を挟んで物体側の物体側サブレンズ群と像側の像側サブレンズ群の 2 つのサブレンズ群からなり、

前記物体側サブレンズ群と前記像側サブレンズ群は共に正屈折力を持ち、

前記第 4 レンズ群がフォーカシングの際に移動し、

以下の条件式 (10)、(11)、(5')、(6)、(7) を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.5 < |f_2| / i_h < 1.9 \quad (10)$$

$$0.7 < f_3 / i_h < 2.5 \quad (11)$$

$$1.6 < D_3 / f_w < 2.1 \quad (5')$$

$$0.11 < d_{(A)} / D_3 < 0.5 \quad (6)$$

$$0.5 < f_{3f} / f_{3r} < 2.3 \quad (7)$$

ただし、

f_2 は、前記第 2 レンズ群の焦点距離、

f_3 は、前記第 3 レンズ群の焦点距離、

i_h は、前記ズームレンズにおける像高の最大値、

f_w は、前記ズームレンズの広角端における焦点距離、

D_3 は、前記第 3 レンズ群の軸上での厚み、

$d_{(A)}$ は、前記物体側サブレンズ群と前記像側レンズ群との間の軸上距離、

f_{3f} は、前記物体側サブレンズ群の焦点距離、

f_{3r} は、前記像側サブレンズ群の焦点距離、

である。

【請求項 14】

前記物体側サブレンズ群と前記像側サブレンズ群は、それぞれが正レンズを有し、

以下の条件式 (1-1) を満足することを特徴とする請求項 12 又は 13 に記載のズームレンズ。

$$7.5 < {}_{3p} < 110 \quad (1-1)$$

ただし、

${}_{3p}$ は、前記第 3 レンズ群中のそれぞれの正レンズの d 線基準のアッペ数の最大値、

である。

【請求項 15】

以下の条件式 (1-2) を満足することを特徴とする請求項 14 に記載のズームレンズ。

$$7.7 < {}_{3p} < 110 \quad (1-2)$$

10

20

30

40

50

【請求項 16】

前記第4レンズ群がフォーカシングの際に移動することを特徴とする請求項1から15のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 17】

前記第4レンズ群は、合焦状態にて光軸方向に振動し、被写体までの距離が変化した際に、前記振動の幅よりも大きい距離移動にてフォーカシングを行うことを特徴とする請求項16に記載のズームレンズ。

【請求項 18】

前記第3レンズ群は非球面のレンズ面を含むことを特徴とする請求項1から17のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 19】

以下の条件式(2)、(3)を満足することを特徴とする請求項1から18のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$0.4 < |f_2| / FB < 1.5 \quad (2)$$

$$0.5 < f_3 / FB < 1.8 \quad (3)$$

ただし、

f_2 は、前記第2レンズ群の焦点距離、

f_3 は、前記第3レンズ群の焦点距離、

FBは、ズームレンズにおいて最も像側に位置するレンズの像側面から像面までの空気換算距離、

【請求項 20】

前記第4レンズ群がフォーカシングの際に移動し、

以下の条件式(4)を満足することを特徴とする請求項1から19のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$1.0 < |f_4| / f_w < 5.0 \quad (4)$$

ただし、

f_4 は、前記第4レンズ群の焦点距離、

f_w は、前記ズームレンズの広角端における焦点距離、

である。

【請求項 21】

前記第3レンズ群の最も物体側のレンズ面と最も像側のレンズ面が、ともに非球面であることを特徴とする請求項1から20のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 22】

前記第3レンズ群は、物体側から像側に順に、

第1正レンズ成分と、第2正レンズ成分と、物体側から負レンズと正レンズとの接合レンズ成分と、からなるか、もしくは、

第1正レンズ成分と、物体側から正レンズと負レンズとの接合レンズ成分と、第2正レンズ成分と、からなることを特徴とする請求項1から21のいずれか一項に記載のズームレンズ。

ここで、レンズ成分は、光路中にて物体側面と像側面のみが空気に接するレンズブロックである。

【請求項 23】

前記第1レンズ群は負レンズを有し、

以下の条件式(8)を満足することを特徴とする請求項1から22のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$1.5 < \gamma_n < 3.0 \quad (8)$$

ただし、

γ_n は、前記第1レンズ群中の前記負レンズのd線基準のアッペ数であり、前記第1レンズ群が複数の負レンズを含むときは、それらの負レンズのアッペ数の最大値、

である。

【請求項 2 4】

前記第 2 レンズ群は正レンズを有し、
以下の条件式 (9) を満足することを特徴とする請求項 1 から 2 3 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$1.70 < n_{2p} < 2.15 \quad (9)$$

ただし、

n_{2p} は、前記第 2 レンズ群中の前記正レンズの d 線での屈折率であり、前記第 2 レンズ群が正レンズを複数含むときは、それらの正レンズの屈折率の最大値、

である。

10

【請求項 2 5】

以下の条件式 (1 0)、(1 1) を満足することを特徴とする請求項 1 から 2 4 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$0.5 < |f_2| / i_h < 1.9 \quad (10)$$

$$0.7 < f_3 / i_h < 2.5 \quad (11)$$

ただし、

f_2 は、前記第 2 レンズ群の焦点距離、

f_3 は、前記第 3 レンズ群の焦点距離、

i_h は、前記ズームレンズにおける像高の最大値、

である。

20

【請求項 2 6】

以下の条件式 (1 2)、(1 3)、(1 4) を満足することを特徴とする請求項 1 から 2 5 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$1.7 < Fno_{(w)} < 3.4 \quad (12)$$

$$2.3 < Fno_{(t)} < 4.3 \quad (13)$$

$$2.7 < f_t / f_w < 7.0 \quad (14)$$

ただし、

$Fno_{(w)}$ は、前記ズームレンズの広角端における F ナンバーの最小値、

$Fno_{(t)}$ は、前記ズームレンズの望遠端における F ナンバーの最小値、

f_w は、前記ズームレンズの広角端における焦点距離、

f_t は、前記ズームレンズの望遠端における焦点距離、

である。

30

【請求項 2 7】

以下の条件式 (1 5) を満足することを特徴とする請求項 1 から 2 6 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

$$0.9 < f_w / i_h < 1.5 \quad (15)$$

ただし、

f_w は、前記ズームレンズの広角端における焦点距離、

i_h は、前記ズームレンズにおける像高の最大値、

である。

40

【請求項 2 8】

ズームレンズと、前記ズームレンズの像側に配置され、前記ズームレンズによる像を電気信号に変換する撮像素子と、を有し、

前記ズームレンズが請求項 1 から 2 7 のいずれか一項に記載するズームレンズであることを特徴とする撮像装置。

【請求項 2 9】

物体側から像側に順に、実質的に、

正屈折力の第 1 レンズ群と、

負屈折力の第 2 レンズ群と、

正屈折力の第 3 レンズ群と、

50

負屈折力の第 4 レンズ群と、
正屈折力の第 5 レンズ群と、からなり、
前記第 1 レンズ群が、最も物体側に配置されたレンズ群であり、
前記第 5 レンズ群が、最も像側に配置されたレンズ群であり、
広角端から望遠端への変倍の際に、
前記第 1 レンズ群、前記第 2 レンズ群、前記第 3 レンズ群及び前記第 4 レンズ群は移動
し、且つ、前記第 5 レンズ群は静止して、前記各レンズ群の間の距離が変化し、
前記第 3 レンズ群は、第 3 レンズ群中の最も大きい軸上空間を挟んで物体側の物体側サ
ブレンズ群と像側の像側サブレンズ群の 2 つのサブレンズ群からなり、
前記物体側サブレンズ群と前記像側サブレンズ群は共に正屈折力を持ち、
前記物体側サブレンズ群は、正単レンズからなり、
前記像側サブレンズ群は、(I)、(I I)、(I I I) の何れか 1 つの構成を備え、
(I) 物体側から順に、物体側正レンズと像側負レンズからなり像側に凹のメニスカス
形状の接合レンズと、正単レンズと、からなる構成、
(I I) 物体側から順に、正単レンズと、物体側負レンズと像側正レンズからなる接合
レンズと、からなる構成、
(I I I) 物体側から順に、正単レンズと、負単レンズと、正単レンズと、からなる構
成、
以下の条件式 (1)、(5)、(6)、(7) を満足することを特徴とするズームレン
ズ。

10

20

$$\begin{aligned}
 & 7.2 < {}_{3p} < 11.0 \quad (1) \\
 & 1.4 < D_3 / f_w < 2.1 \quad (5) \\
 & 0.11 < d_{(A)} / D_3 < 0.5 \quad (6) \\
 & 0.5 < f_{3f} / f_{3r} < 2.3 \quad (7)
 \end{aligned}$$

ただし、

${}_{3p}$ は、前記第 3 レンズ群中のそれぞれの正レンズの d 線基準のアッペ数の最大値、
 f_w は、前記ズームレンズの広角端における焦点距離、
 D_3 は、前記第 3 レンズ群の軸上での厚み、
 $d_{(A)}$ は、前記物体側サブレンズ群と前記像側レンズ群との間の軸上距離、
 f_{3f} は、前記物体側サブレンズ群の焦点距離、
 f_{3r} は、前記像側サブレンズ群の焦点距離、

30

である。

【請求項 30】

物体側から像側に順に、実質的に、
正屈折力の第 1 レンズ群と、
負屈折力の第 2 レンズ群と、
正屈折力の第 3 レンズ群と、
負屈折力の第 4 レンズ群と、
正屈折力の第 5 レンズ群と、からなり、
前記第 1 レンズ群が、最も物体側に配置されたレンズ群であり、
前記第 5 レンズ群が、最も像側に配置されたレンズ群であり、
広角端から望遠端への変倍の際に、
前記第 1 レンズ群、前記第 2 レンズ群、前記第 3 レンズ群及び前記第 4 レンズ群は移動
し、且つ、前記第 5 レンズ群は静止して、前記各レンズ群の間の距離が変化し、
前記第 3 レンズ群は非球面のレンズ面を含み、第 3 レンズ群中の最も大きい軸上空間を
挟んで物体側の物体側サブレンズ群と像側の像側サブレンズ群の 2 つのサブレンズ群から
なり、
前記物体側サブレンズ群と前記像側サブレンズ群は共に正屈折力を持ち、
前記物体側サブレンズ群は、正単レンズからなり、
前記像側サブレンズ群は、(I)、(I I)、(I I I) の何れか 1 つの構成を備え、

40

50

(I) 物体側から順に、物体側正レンズと像側負レンズからなり像側に凹のメニスカス形状の接合レンズと、正単レンズと、からなる構成、

(I I) 物体側から順に、正単レンズと、物体側負レンズと像側正レンズからなる接合レンズと、からなる構成、

(I I I) 物体側から順に、正単レンズと、負単レンズと、正単レンズと、からなる構成、

前記第 4 レンズ群がフォーカシングの際に移動し、

以下の条件式 (2)、(3)、(5)、(6)、(7) を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.4 < |f_2| / FB < 1.5 \quad (2)$$

$$0.5 < f_3 / FB < 1.8 \quad (3)$$

$$1.4 < D_3 / f_w < 2.1 \quad (5)$$

$$0.11 < d_{(A)} / D_3 < 0.5 \quad (6)$$

$$0.5 < f_{3f} / f_{3r} < 2.3 \quad (7)$$

ただし、

f_2 は、前記第 2 レンズ群の焦点距離、

f_3 は、前記第 3 レンズ群の焦点距離、

FB は、ズームレンズにおいて最も像側に位置するレンズの像側面から像面までの空気換算距離、

f_w は、前記ズームレンズの広角端における焦点距離、

D_3 は、前記第 3 レンズ群の軸上での厚み、

$d_{(A)}$ は、前記物体側サブレンズ群と前記像側レンズ群との間の軸上距離、

f_{3f} は、前記物体側サブレンズ群の焦点距離、

f_{3r} は、前記像側サブレンズ群の焦点距離、

である。

【請求項 31】

物体側から像側に順に、実質的に、

正屈折力の第 1 レンズ群と、

負屈折力の第 2 レンズ群と、

正屈折力の第 3 レンズ群と、

負屈折力の第 4 レンズ群と、

正屈折力の第 5 レンズ群と、からなり、

前記第 1 レンズ群が、最も物体側に配置されたレンズ群であり、

前記第 5 レンズ群が、最も像側に配置されたレンズ群であり、

広角端から望遠端への変倍の際に、

前記第 1 レンズ群、前記第 2 レンズ群、前記第 3 レンズ群及び前記第 4 レンズ群は移動し、且つ、前記第 5 レンズ群は静止して、前記各レンズ群の間の距離が変化し、

前記第 3 レンズ群は非球面のレンズ面を含み、第 3 レンズ群中の最も大きい軸上空間を挟んで物体側の物体側サブレンズ群と像側の像側サブレンズ群の 2 つのサブレンズ群からなり、

前記物体側サブレンズ群と前記像側サブレンズ群は共に正屈折力を持ち、

前記物体側サブレンズ群は、正単レンズからなり、

前記像側サブレンズ群は、(I)、(I I)、(I I I) の何れか 1 つの構成を備え、

(I) 物体側から順に、物体側正レンズと像側負レンズからなり像側に凹のメニスカス形状の接合レンズと、正単レンズと、からなる構成、

(I I) 物体側から順に、正単レンズと、物体側負レンズと像側正レンズからなる接合レンズと、からなる構成、

(I I I) 物体側から順に、正単レンズと、負単レンズと、正単レンズと、からなる構成、

前記第 4 レンズ群がフォーカシングの際に移動し、

以下の条件式 (1 0)、(1 1)、(5)、(6)、(7) を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.5 < |f_2| / i_h < 1.9 \quad (10)$$

$$0.7 < f_3 / i_h < 2.5 \quad (11)$$

$$1.4 < D_3 / f_w < 2.1 \quad (5)$$

$$0.11 < d_{(A)} / D_3 < 0.5 \quad (6)$$

$$0.5 < f_{3f} / f_{3r} < 2.3 \quad (7)$$

ただし、

f_2 は、前記第 2 レンズ群の焦点距離、

f_3 は、前記第 3 レンズ群の焦点距離、

i_h は、前記ズームレンズにおける像高の最大値、

f_w は、前記ズームレンズの広角端における焦点距離、

D_3 は、前記第 3 レンズ群の軸上での厚み、

$d_{(A)}$ は、前記物体側サブレンズ群と前記像側レンズ群との間の軸上距離、

f_{3f} は、前記物体側サブレンズ群の焦点距離、

f_{3r} は、前記像側サブレンズ群の焦点距離、

である。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズ及びそれを備えた撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、大口径標準ズームレンズとして、特許文献 1 や特許文献 2 に示されるようなズームレンズが知られている。特許文献 1 や特許文献 2 のズームレンズは、交換レンズとして用いられるズームレンズである。また、特許文献 1 や特許文献 2 のズームレンズでは、変倍域の全域にわたって所定の明るさを確保している。

【0003】

特許文献 1 のズームレンズは、物体側からの屈折力配置が負・正・負・正・正の 5 群タイプのズームレンズである。特許文献 1 のズームレンズでは、変倍時に、第 1 レンズ群から第 4 レンズ群が移動し、第 5 レンズ群が静止している。ここで、光学系の保持枠を円筒とみなすと、第 5 レンズ群を静止させることで、円筒の一端において第 5 レンズ群が蓋のように作用する。そのため、第 5 レンズ群を静止させることは、光学系へのゴミの侵入の低減に有利となる。また、カメラ本体側にマイクを配置し、撮影時にこのマイクで周囲の音を録音することがある。このような場合、第 5 レンズ群を静止させることは、変倍時の動作音の低減にも有利となる。

【0004】

また、フォーカシングについては、インナーフォーカス方式を採用している。具体的には、フォーカシング時に、第 2 レンズ群の一部のサブレンズ群を移動させている。

【0005】

このような構成により、特許文献 1 のズームレンズでは、変倍時、焦点距離が 24 mm から 50 mm 程度まで変化し、F ナンバーが変倍域の全域で 2.8 程度になっている。

【0006】

一方、特許文献 2 のズームレンズは、物体側からの屈折力配置が正・負・負・正の 4 群タイプのズームレンズである。そして、特許文献 2 のズームレンズでは、変倍時に、各レンズ群が移動する。

【0007】

また、フォーカシングについては、いわゆるフローティング機構を用いた方式を採用している。具体的には、フォーカシング時に、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群をそれぞれ独立に移動させている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

このような構成により、特許文献 2 のズームレンズでは、変倍時、焦点距離が 1 4 m m から 3 5 m m 程度まで変化し、F ナンバーが変倍域の全域で 2 . 0 程度になっている。なお、焦点距離 1 4 m m から 3 5 m m は、1 3 5 フォーマット（通称ライカ判）に換算すると、焦点距離 2 8 m m から 7 0 m m になる。（特許文献 2 のズームレンズの画角は、焦点距離 2 8 m m から 7 0 m m （1 3 5 フォーマット換算時）に相当する画角になる。）

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 9 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 7 - 9 3 9 7 6 号公報

10

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

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 0 】

特許文献 1 のズームレンズでは、第 1 レンズ群が負の屈折力を有するが、これは、変倍域の全域での十分な明るさの確保と大きな変倍比の確保の両立には不利となる。また、特許文献 2 のズームレンズでは、光学性能は良好であるが、光学系が全体的に大きい。また、変倍時に各レンズ群が移動するため、光学系へのゴミの侵入が生じやすく、変倍時に発生する動作音の低減が難しい。なお、十分な明るさの確保とは、光学系の F ナンバーを十分に小さくできているということである。

20

【 0 0 1 1 】

本発明は、光学系へのゴミの進入や変倍時の動作音が低減され、変倍域の全域での十分な明るさの確保と大きな変倍比の確保を行いつつも、小型で高い光学性能が維持されたズームレンズを提供することを目的とする。さらには、そのようなズームレンズを備えた撮像装置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 】

【 0 0 1 2 】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明のズームレンズは、物体側から像側に順に、実質的に、正屈折力の第 1 レンズ群と、負屈折力の第 2 レンズ群と、正屈折力の第 3 レンズ群と、負屈折力の第 4 レンズ群と、正屈折力の第 5 レンズ群と、からなり、第 1 レンズ群が、最も物体側に配置されたレンズ群であり、第 5 レンズ群が、最も像側に配置されたレンズ群であり、広角端から望遠端への変倍の際に、第 1 レンズ群、第 2 レンズ群、第 3 レンズ群及び第 4 レンズ群は移動し、且つ、第 5 レンズ群は静止して、各レンズ群の間の距離が変化し、第 3 レンズ群は、第 3 レンズ群中の最も大きい軸上空間を挟んで物体側の物体側サブレンズ群と像側の像側サブレンズ群の 2 つのサブレンズ群からなり、

30

物体側サブレンズ群と像側サブレンズ群は共に正屈折力を持ち、物体側サブレンズ群と像側サブレンズ群は、それぞれが正レンズを有し、以下の条件式（ 1 ）、（ 5 ' ）、（ 6 ）、（ 7 ）を満足することを特徴とする。

$$72 < {}_{3p} < 110 \quad (1)$$

40

$$1.6 < D_3 / f_w < 2.1 \quad (5')$$

$$0.11 < d_{(A)} / D_3 < 0.5 \quad (6)$$

$$0.5 < f_{3f} / f_{3r} < 2.3 \quad (7)$$

ただし、

${}_{3p}$ は、第 3 レンズ群中のそれぞれの正レンズの d 線基準のアップベ数の最大値、

f_w は、ズームレンズの広角端における焦点距離、

D_3 は、第 3 レンズ群の軸上での厚み、

$d_{(A)}$ は、物体側サブレンズ群と像側レンズ群との間の軸上距離、

f_{3f} は、物体側サブレンズ群の焦点距離、

f_{3r} は、像側サブレンズ群の焦点距離、

50

である。

【 0 0 1 3 】

また、本発明の別のズームレンズは、物体側から像側に順に、実質的に、正屈折力の第1レンズ群と、負屈折力の第2レンズ群と、正屈折力の第3レンズ群と、負屈折力の第4レンズ群と、正屈折力の第5レンズ群と、からなり、第1レンズ群が、最も物体側に配置されたレンズ群であり、第5レンズ群が、最も像側に配置されたレンズ群であり、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群及び第4レンズ群は移動し、且つ、第5レンズ群は静止して、各レンズ群の間の距離が変化し、第3レンズ群は非球面のレンズ面を含み、第3レンズ群中の最も大きい軸上空間を挟んで物体側の物体側サブレンズ群と像側の像側サブレンズ群の2つのサブレンズ群からなり、物体側サブレンズ群と像側サブレンズ群は共に正屈折力を持ち、第4レンズ群がフォーカシングの際に移動し、以下の条件式(2)、(3)、(5')、(6)、(7)を満足することを特徴とする。

$$0.4 < |f_2| / FB < 1.5 \quad (2)$$

$$0.5 < f_3 / FB < 1.8 \quad (3)$$

$$1.6 < D_3 / f_w < 2.1 \quad (5')$$

$$0.11 < d_{(A)} / D_3 < 0.5 \quad (6)$$

$$0.5 < f_{3f} / f_{3r} < 2.3 \quad (7)$$

ただし、

f_2 は、第2レンズ群の焦点距離、

f_3 は、第3レンズ群の焦点距離、

FB は、ズームレンズにおいて最も像側に位置するレンズの像側面から像面までの空気換算距離、

f_w は、ズームレンズの広角端における焦点距離、

D_3 は、第3レンズ群の軸上での厚み、

$d_{(A)}$ は、物体側サブレンズ群と像側レンズ群との間の軸上距離、

f_{3f} は、物体側サブレンズ群の焦点距離、

f_{3r} は、像側サブレンズ群の焦点距離、

である。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の別のズームレンズは、物体側から像側に順に、実質的に、正屈折力の第1レンズ群と、負屈折力の第2レンズ群と、正屈折力の第3レンズ群と、負屈折力の第4レンズ群と、正屈折力の第5レンズ群と、からなり、第1レンズ群が、最も物体側に配置されたレンズ群であり、第5レンズ群が、最も像側に配置されたレンズ群であり、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群及び第4レンズ群は移動し、且つ、第5レンズ群は静止して、各レンズ群の間の距離が変化し、第3レンズ群は非球面のレンズ面を含み、第3レンズ群中の最も大きい軸上空間を挟んで物体側の物体側サブレンズ群と像側の像側サブレンズ群の2つのサブレンズ群からなり、物体側サブレンズ群と像側サブレンズ群は共に正屈折力を持ち、第4レンズ群がフォーカシングの際に移動し、以下の条件式(10)、(11)、(5')、(6)、(7)を満足することを特徴とする。

$$0.5 < |f_2| / i_h < 1.9 \quad (10)$$

$$0.7 < f_3 / i_h < 2.5 \quad (11)$$

$$1.6 < D_3 / f_w < 2.1 \quad (5')$$

$$0.11 < d_{(A)} / D_3 < 0.5 \quad (6)$$

$$0.5 < f_{3f} / f_{3r} < 2.3 \quad (7)$$

ただし、

f_2 は、第2レンズ群の焦点距離、

f_3 は、第3レンズ群の焦点距離、

i_h は、ズームレンズにおける像高の最大値、

f_w は、ズームレンズの広角端における焦点距離、
 D_3 は、第3レンズ群の軸上での厚み、
 $d_{(A)}$ は、物体側サブレンズ群と像側レンズ群との間の軸上距離、
 f_{3f} は、物体側サブレンズ群の焦点距離、
 f_{3r} は、像側サブレンズ群の焦点距離、

である。

また、本発明の別のズームレンズは、物体側から像側に順に、実質的に、正屈折力の第1レンズ群と、負屈折力の第2レンズ群と、正屈折力の第3レンズ群と、負屈折力の第4レンズ群と、正屈折力の第5レンズ群と、からなり、第1レンズ群が、最も物体側に配置されたレンズ群であり、第5レンズ群が、最も像側に配置されたレンズ群であり、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群及び第4レンズ群は移動し、且つ、第5レンズ群は静止して、各レンズ群の間の距離が変化し、第3レンズ群は、第3レンズ群中の最も大きい軸上空間を挟んで物体側の物体側サブレンズ群と像側の像側サブレンズ群の2つのサブレンズ群からなり、物体側サブレンズ群と像側サブレンズ群は共に正屈折力を持ち、物体側サブレンズ群は、正単レンズからなり、像側サブレンズ群は、(I)、(II)、(III)の何れか1つの構成を備え、(I)物体側から順に、物体側正レンズと像側負レンズからなり像側に凹のメニスカス形状の接合レンズと、正単レンズと、からなる構成、(II)物体側から順に、正単レンズと、物体側負レンズと像側正レンズからなる接合レンズと、からなる構成、(III)物体側から順に、正単レンズと、負単レンズと、正単レンズと、からなる構成、以下の条件式(1)、(5)、(6)、(7)を満足することを特徴とする。

$$7.2 < \gamma_p < 11.0 \quad (1)$$

$$1.4 < D_3 / f_w < 2.1 \quad (5)$$

$$0.11 < d_{(A)} / D_3 < 0.5 \quad (6)$$

$$0.5 < f_{3f} / f_{3r} < 2.3 \quad (7)$$

ただし、

γ_p は、第3レンズ群中のそれぞれの正レンズのd線基準のアッペ数の最大値、

f_w は、ズームレンズの広角端における焦点距離、

D_3 は、第3レンズ群の軸上での厚み、

$d_{(A)}$ は、物体側サブレンズ群と像側レンズ群との間の軸上距離、

f_{3f} は、物体側サブレンズ群の焦点距離、

f_{3r} は、像側サブレンズ群の焦点距離、

である。

また、本発明の別のズームレンズは、物体側から像側に順に、実質的に、正屈折力の第1レンズ群と、負屈折力の第2レンズ群と、正屈折力の第3レンズ群と、負屈折力の第4レンズ群と、正屈折力の第5レンズ群と、からなり、第1レンズ群が、最も物体側に配置されたレンズ群であり、第5レンズ群が、最も像側に配置されたレンズ群であり、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群及び第4レンズ群は移動し、且つ、第5レンズ群は静止して、各レンズ群の間の距離が変化し、第3レンズ群は非球面のレンズ面を含み、第3レンズ群中の最も大きい軸上空間を挟んで物体側の物体側サブレンズ群と像側の像側サブレンズ群の2つのサブレンズ群からなり、物体側サブレンズ群と像側サブレンズ群は共に正屈折力を持ち、物体側サブレンズ群は、正単レンズからなり、像側サブレンズ群は、(I)、(II)、(III)の何れか1つの構成を備え、(I)物体側から順に、物体側正レンズと像側負レンズからなり像側に凹のメニスカス形状の接合レンズと、正単レンズと、からなる構成、(II)物体側から順に、正単レンズと、物体側負レンズと像側正レンズからなる接合レンズと、からなる構成、(III)物体側から順に、正単レンズと、負単レンズと、正単レンズと、からなる構成、第4レンズ群がフォーカシングの際に移動し、以下の条件式(2)、(3)、(5)、(6)、(7)を満足することを特徴とする。

$$0.4 < |f_2| / F_B < 1.5 \quad (2)$$

$$0.5 < f_3 / F B < 1.8 \quad (3)$$

$$1.4 < D_3 / f_w < 2.1 \quad (5)$$

$$0.11 < d_{(A)} / D_3 < 0.5 \quad (6)$$

$$0.5 < f_{3f} / f_{3r} < 2.3 \quad (7)$$

ただし、

f_2 は、第2レンズ群の焦点距離、

f_3 は、第3レンズ群の焦点距離、

$F B$ は、ズームレンズにおいて最も像側に位置するレンズの像側面から像面までの空気
換算距離、

f_w は、ズームレンズの広角端における焦点距離、

D_3 は、第3レンズ群の軸上での厚み、

$d_{(A)}$ は、物体側サブレンズ群と像側レンズ群との間の軸上距離、

f_{3f} は、物体側サブレンズ群の焦点距離、

f_{3r} は、像側サブレンズ群の焦点距離、

である。

また、本発明の別のズームレンズは、物体側から像側に順に、実質的に、正屈折力の第1
レンズ群と、負屈折力の第2レンズ群と、正屈折力の第3レンズ群と、負屈折力の第4
レンズ群と、正屈折力の第5レンズ群と、からなり、第1レンズ群が、最も物体側に配置
されたレンズ群であり、第5レンズ群が、最も像側に配置されたレンズ群であり、広角端
から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群及び第4レン
ズ群は移動し、且つ、第5レンズ群は静止して、各レンズ群の間の距離が変化し、第3レン
ズ群は非球面のレンズ面を含み、第3レンズ群中の最も大きい軸上空間を挟んで物体側の
物体側サブレンズ群と像側の像側サブレンズ群の2つのサブレンズ群からなり、物体側サ
ブレンズ群と像側サブレンズ群は共に正屈折力を持ち、物体側サブレンズ群は、正単レン
ズからなり、像側サブレンズ群は、(I)、(II)、(III)の何れか1つの構成を
備え、(I)物体側から順に、物体側正レンズと像側負レンズからなり像側に凹のメニス
カス形状の接合レンズと、正単レンズと、からなる構成、(II)物体側から順に、正単
レンズと、物体側負レンズと像側正レンズからなる接合レンズと、からなる構成、(III)
物体側から順に、正単レンズと、負単レンズと、正単レンズと、からなる構成、第4
レンズ群がフォーカシングの際に移動し、以下の条件式(10)、(11)、(5)、(6)、(7)を満足することを特徴とする。

$$0.5 < |f_2| / i_h < 1.9 \quad (10)$$

$$0.7 < f_3 / i_h < 2.5 \quad (11)$$

$$1.4 < D_3 / f_w < 2.1 \quad (5)$$

$$0.11 < d_{(A)} / D_3 < 0.5 \quad (6)$$

$$0.5 < f_{3f} / f_{3r} < 2.3 \quad (7)$$

ただし、

f_2 は、第2レンズ群の焦点距離、

f_3 は、第3レンズ群の焦点距離、

i_h は、ズームレンズにおける像高の最大値、

f_w は、ズームレンズの広角端における焦点距離、

D_3 は、第3レンズ群の軸上での厚み、

$d_{(A)}$ は、物体側サブレンズ群と像側レンズ群との間の軸上距離、

f_{3f} は、物体側サブレンズ群の焦点距離、

f_{3r} は、像側サブレンズ群の焦点距離、

である。

【0015】

また、本発明の撮像装置は、ズームレンズと、ズームレンズの像側に配置され、ズーム
レンズによる像を電気信号に変換する撮像素子と、を有し、ズームレンズが上記のいずれ
かのズームレンズであることを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、光学系へのゴミの進入や変倍時の動作音が低減され、変倍域の全域での十分な明るさの確保と大きな変倍比の確保を行いつつも、小型で高い光学性能が維持されたズームレンズを提供できる。さらには、そのようなズームレンズを備えた撮像装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明のズームレンズの実施例1の無限遠物点合焦時の広角端(a)、中間(b)、望遠端(c)でのレンズ断面図である。

10

【図2】本発明のズームレンズの実施例2の無限遠物点合焦時の広角端(a)、中間(b)、望遠端(c)でのレンズ断面図である。

【図3】本発明のズームレンズの実施例3の無限遠物点合焦時の広角端(a)、中間(b)、望遠端(c)でのレンズ断面図である。

【図4】本発明のズームレンズの実施例4の無限遠物点合焦時の広角端(a)、中間(b)、望遠端(c)でのレンズ断面図である。

【図5】本発明のズームレンズの実施例5の無限遠物点合焦時の広角端(a)、中間(b)、望遠端(c)でのレンズ断面図である。

【図6】本発明のズームレンズの実施例6の無限遠物点合焦時の広角端(a)、中間(b)、望遠端(c)でのレンズ断面図である。

20

【図7】本発明のズームレンズの実施例7の無限遠物点合焦時の広角端(a)、中間(b)、望遠端(c)でのレンズ断面図である。

【図8】実施例1の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図9】実施例1の近距離物点合焦時の収差図である。

【図10】実施例2の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図11】実施例2の近距離物点合焦時の収差図である。

【図12】実施例3の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図13】実施例3の近距離物点合焦時の収差図である。

【図14】実施例4の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図15】実施例4の近距離物点合焦時の収差図である。

30

【図16】実施例5の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図17】実施例5の近距離物点合焦時の収差図である。

【図18】実施例6の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図19】実施例6の近距離物点合焦時の収差図である。

【図20】実施例7の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図21】実施例7の近距離物点合焦時の収差図である。

【図22】本発明によるズームレンズを撮影光学系として用いたレンズ交換式カメラの断面図である。

【図23】レンズ交換式カメラの概観を示す前方斜視図である。

【図24】レンズ交換式カメラの後方斜視図である。

40

【図25】レンズ交換式カメラの主要部の内部回路の構成ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下に、本発明に係るズームレンズ及びこのズームレンズを備えた撮像装置の実施形態及び実施例を、図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態及び実施例によりこの発明が限定されるものではない。

【0019】

まず、本実施形態のズームレンズにおける基本構成を説明する。基本構成では、物体側から像側に順に、正屈折力の第1レンズ群と、負屈折力の第2レンズ群と、正屈折力の第3レンズ群と、負屈折力の第4レンズ群と、正屈折力の第5レンズ群と、を有し、第1レ

50

レンズ群が、最も物体側に配置されたレンズ群であり、第5レンズ群が、最も像側に配置されたレンズ群であり、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群及び第4レンズ群は移動し、且つ、第5レンズ群は静止して、各レンズ群の間の距離が変化する。

【0020】

ズームレンズには、広角端での広い画角や、変倍域の全域での十分な明るさの確保と大きな変倍比の確保との両立が要求される。このような要求を実現するためには、広角端付近での軸外収差と、望遠端付近での軸上収差の補正とが必要となる。そこで、本実施形態のズームレンズの基本構成においては、物体側から像側へ向かって、屈折力配置を、正・負・正・負・正としている。このように、屈折力配置を対称とすることで、広角端から望遠端までの変倍域の全域で諸収差の低減が容易となり、また、十分な明るさの確保と大きな変倍比の確保ができる。

10

【0021】

また、第4レンズ群が負屈折力を持ち、第5レンズ群が正屈折力を持つことで、射出瞳を像面から離しやすくなると共に、ズームレンズの全長を短縮しやすくなる。更に、変倍の際、第5レンズ群を静止させているが、このようにすることは、光学系へのゴミの進入や変倍時に発生する動作音の低減に有利となる。

【0022】

本実施形態のズームレンズは、上述の基本構成を備えた上で、以下の構成のいずれかを満足することが好ましい。

20

【0023】

第1実施形態のズームレンズでは、第3レンズ群は正レンズを有し、以下の条件式(1)を満足することが好ましい。

$$7.2 < {}_3p < 11.0 \quad (1)$$

ただし、

${}_3p$ は、第3レンズ群中の正レンズのd線基準のアッベ数であり、第3レンズ群が複数の正レンズを含むときは、それらの正レンズのアッベ数の最大値、である。

【0024】

条件式(1)は、望遠端付近における軸上色収差の補正に有利となる条件式である。条件式(1)を満たすことは、色ずれの少ない良好な像の形成に有利となる。その結果、撮像素子等で被写体を撮像しても、色ずれの少ない良好な画像が得られる。

30

【0025】

条件式(1)下限を下回らないようにすることで、色収差、特に軸上色収差の補正が有利に行なえるため、シャープな像が得られる。その結果、撮像素子等で被写体を撮像しても、シャープな画像を得やすくなる。なお、収差の補正が有利に行なえるとは、収差を良好に補正できる(収差を十分に小さくできる)ということである。一方、条件式(1)の上限を上回らないようにすることで、実用的な硝材を使った色収差の補正ができる。実用的な硝材を選択することは、コスト低減の面で好ましい。

【0026】

40

第2実施形態のズームレンズでは、第3レンズ群は非球面のレンズ面を含み、第4レンズ群がフォーカシングの際に移動し、以下の条件式(2)、(3)を満足することが好ましい。

$$0.4 < |f_2| / FB < 1.5 \quad (2)$$

$$0.5 < f_3 / FB < 1.8 \quad (3)$$

ただし、

f_2 は、第2レンズ群の焦点距離、

f_3 は、第3レンズ群の焦点距離、

FBは、ズームレンズにおいて最も像側に位置するレンズの像側面から像面までの空気換算距離、

50

である。

【 0 0 2 7 】

変倍の際、第 5 レンズ群は静止しているため、バックフォーカスは変倍によって変化しない。バックフォーカスを適度に短い値とすることで、光学性能を高めつつレンズ全長の小型化に有利となる。また、バックフォーカスを適度に確保することで、ズームレンズを交換レンズとして使用する際に、レンズとカメラ本体との干渉を防止できる。クイックリターンミラーのないレンズ交換式カメラ装置に本ズームレンズを使用することを想定すると、上述の条件式 (2)、(3) を満足することが好ましい。

【 0 0 2 8 】

条件式 (2) と条件式 (3) の下限を下回らないようにすることで、第 2 レンズ群や第 3 レンズ群における屈折力の増大を適度に抑えられる。よって、このようにすることは、収差補正に有利となり、また、十分な明るさの確保やレンズ枚数の低減につながる。一方、条件式 (2) と条件式 (3) の上限を上回らないようにすることで、第 2 レンズ群や第 3 レンズ群における屈折力の不足を防止できる。このようにすることで、変倍時に移動するレンズ群の移動量を低減できるので、ズームレンズの全長を短縮できる。なお、F B はバックフォーカスとすることができる。

【 0 0 2 9 】

第 3 実施形態のズームレンズでは、第 3 レンズ群は非球面のレンズ面を含み、第 4 レンズ群がフォーカシングの際に移動し、以下の条件式 (1 0)、(1 1) を満足することが好ましい。

$$0.5 < |f_2| / i_h < 1.9 \quad (10)$$

$$0.7 < f_3 / i_h < 2.5 \quad (11)$$

ただし、

f_2 は、第 2 レンズ群の焦点距離、

f_3 は、第 3 レンズ群の焦点距離、

i_h は、ズームレンズにおける像高の最大値、

である。

【 0 0 3 0 】

条件式 (1 0) と条件式 (1 1) の下限を下回らないようにすることで、第 2 レンズ群や第 3 レンズ群における屈折力の増大を適度に抑えられる。よって、このようにすることは、収差補正に有利となり、また、十分な明るさの確保やレンズ枚数の低減につながる。一方、条件式 (1 0) と条件式 (1 1) の上限を上回らないようにすることで、第 2 レンズ群や第 3 レンズ群における屈折力の不足を防止できる。このようにすることで、変倍時に移動するレンズ群の移動量を低減できるので、ズームレンズの全長を短縮できる。

【 0 0 3 1 】

また、第 1 ～ 3 実施形態のズームレンズ (以下、本実施形態のズームレンズとする) では、以下の条件式 (1 - 1)、更には (1 - 2) を満足することがより好ましい。

$$7.5 < {}_{3p} < 11.0 \quad (1-1)$$

$$7.7 < {}_{3p} < 11.0 \quad (1-2)$$

【 0 0 3 2 】

また、本実施形態のズームレンズでは、第 4 レンズ群がフォーカシングの際に移動することが好ましい。

【 0 0 3 3 】

このようにすることで、本実施形態のズームレンズにおけるフォーカス方式を、インナーフォーカス方式にした上で、フォーカシングに伴う収差変動も補正しやすくなる。

【 0 0 3 4 】

また、本実施形態のズームレンズでは、光学系の構成を十分な明るさが確保できる構成にすることで、他のレンズ群の有効口径と比較して、第 4 レンズ群の有効口径を小さくできる。そのため、第 4 レンズ群をフォーカシングレンズ群にすることで、フォーカシングレンズ群の小型化と軽量化が可能となる。このようにすることは、ズームレンズを明るさ

10

20

30

40

50

が十分に確保された光学系としつつも、フォーカシング時に発生する動作音（レンズの移動音や駆動装置の駆動音）の低減等に有利となる。また、変倍時に加えて、フォーカシング時にも第5レンズ群が静止するので、フォーカシング時に発生する動作音がカメラのボディ側へ漏れたとしても、漏れ量（漏れる音量）を少なくできる。よって、第4レンズ群をフォーカシングの際に移動させることは、動作音の漏れ量の低減に有利となる。

【0035】

また、本実施形態のズームレンズでは、第4レンズ群は、合焦状態にて光軸方向に振動し、被写体までの距離が変化した際に、振動の幅よりも大きい距離移動にてフォーカシングを行うことが好ましい。

【0036】

10

一般に、動画撮影においては、常時フォーカシングを行なって、被写体に合焦した状態を維持しておく必要がある。合焦した状態を維持する方法として、フォーカシングレンズ群を合焦位置の前後で、常に、光軸方向に微小量振動させる方法がある。この微小量の振動は、ウォブリングと言われる。ウォブリングによって、画像のコントラストの変化が測定できるので、コントラストの変化から合焦状態の変化（合焦しているか否か）を把握できる。そして、合焦していない（ピントが外れた）と判断された場合には、フォーカシングレンズ群を適切に移動させることで、再度、合焦した状態にすることが可能となる。

【0037】

ウォブリングでは、動作（振動）の速さは撮像装置のフレームレートに応じて異なるが、非常に高速な動作が必要とされる。ここで、上述のように、第4レンズ群は他のレンズ群に比べて小型化や軽量化がしやすい。そのため、第4レンズ群を光軸方向に振動させることは、ウォブリングにおける適切な駆動制御や、ウォブリングに伴って発生する駆動音の低減に有利となる。

20

【0038】

また、本実施形態のズームレンズでは、第3レンズ群は非球面のレンズ面を含むことが好ましい。

【0039】

第3レンズ群が非球面のレンズ面を含むことは、望遠端付近における球面収差の補正に有利となる。

【0040】

30

また、本実施形態のズームレンズでは、以下の条件式（2）、（3）を満足することが好ましい。

$$0.4 < |f_2| / FB < 1.5 \quad (2)$$

$$0.5 < f_3 / FB < 1.8 \quad (3)$$

ただし、

f_2 は、第2レンズ群の焦点距離、

f_3 は、第3レンズ群の焦点距離、

FBは、ズームレンズにおいて最も像側に位置するレンズの像側面から像面までの空気換算距離、

40

【0041】

条件式（2）と条件式（3）の技術的意義は、上述のとおりである。

【0042】

また、本実施形態のズームレンズでは、以下の条件式（4）を満足することが好ましい。

$$1.0 < |f_4| / f_w < 5.0 \quad (4)$$

ただし、

f_4 は、第4レンズ群の焦点距離、

f_w は、ズームレンズの広角端における焦点距離、である。

50

【 0 0 4 3 】

条件式 (4) の下限を下回らないように第 4 レンズ群における屈折力の増大を抑えることで、収差補正を行いやすくなる。よって、このようにすることは、第 4 レンズ群のレンズ枚数の低減等に有利となる。一方、条件式 (4) の上限を上回らないように第 4 レンズ群において屈折力を適切に確保することで、第 4 レンズ群のフォーカシング移動量を短くできる。よって、このようにすることは、ズームレンズの小型化やフォーカシングの高速化に有利となる。

【 0 0 4 4 】

また、本実施形態のズームレンズでは、第 3 レンズ群は、第 3 レンズ群中の最も大きい軸上空間を挟んで物体側の物体側サブレンズ群と像側の像側サブレンズ群の 2 つのサブレンズ群からなり、物体側サブレンズ群と像側サブレンズ群は共に正屈折力を持つことが好ましい。

10

【 0 0 4 5 】

本実施形態のズームレンズでは、隣り合うレンズの軸上間隔が最も広くなる箇所を境にして第 3 レンズ群を 2 つのサブレンズ群 (物体側サブレンズ群と像側サブレンズ群) に分け、それぞれのサブレンズ群の屈折力を正にすることが好ましい。このようにすることで、球面収差やコマ収差を良好に補正できる。

【 0 0 4 6 】

また、本実施形態のズームレンズでは、以下の条件式 (5)、(6)、(7) を満足することが好ましい。

20

$$1.4 < D_3 / f_w < 2.1 \quad (5)$$

$$0.11 < d_{(A)} / D_3 < 0.5 \quad (6)$$

$$0.5 < f_{3f} / f_{3r} < 2.3 \quad (7)$$

ただし、

f_w は、ズームレンズの広角端における焦点距離、

D_3 は、第 3 レンズ群の軸上での厚み、

$d_{(A)}$ は、物体側サブレンズ群と像側サブレンズ群との間の軸上距離、

f_{3f} は、物体側サブレンズ群の焦点距離、

f_{3r} は、像側サブレンズ群の焦点距離、

である。

30

【 0 0 4 7 】

条件式 (5)、(6)、(7) は、第 3 レンズ群における球面収差の補正とコマ収差の補正を両立させやすくする条件式である。

【 0 0 4 8 】

条件式 (5) の下限を下回らないようにして第 3 レンズ群の厚みを適切に確保することで、コマ収差に対する像側サブレンズ群での補正機能を十分に確保できる。一方、条件式 (5) の上限を上回らないようにすることで、第 3 レンズ群の光軸上での厚みの増大を抑えられる。よって、このようにすることは、ズームレンズの小型化につながる。

【 0 0 4 9 】

条件式 (6) の下限を下回らないようにすることで、物体側サブレンズ群と像側サブレンズ群との距離を適切に確保できる。このようにすることは、コマ収差に対する像側サブレンズ群での補正機能の十分な確保に有利となり、また、第 3 レンズ群の軽量化にもつながる。一方、条件式 (6) の上限を上回らないようにすることで、第 3 レンズ群の光軸上での厚みの増大を抑えられる。よって、このようにすることは、ズームレンズの小型化につながる。

40

【 0 0 5 0 】

条件式 (7) は、第 3 レンズ群の正屈折力を物体側サブレンズ群と像側サブレンズ群で分担するにあたり、好ましい屈折力配分を特定するものである。条件式 (7) を満足することで、第 3 レンズ群が偏心した際の光学性能の劣化を低減 (防止) しやすくなる。

【 0 0 5 1 】

50

条件式(7)の下限を下回らないようにして、物体側サブレンズ群に正屈折力が大きく偏らないようにすることで、物体側サブレンズ群で発生する収差を低減しやすくなり、また、レンズ枚数の増加が抑えられる。よって、このようにすることは、ズームレンズの小型化や、コスト低減に有利となる。一方、条件式(7)の上限を上回らないようにして、物体側サブレンズ群の正屈折力を適度に確保することで、物体側サブレンズ群における収斂作用を十分に確保でき、また、像側サブレンズ群で発生する収差を低減しやすくなる。よって、このようにすることは、像側サブレンズ群や第4レンズ群の小型化につながり、また、第3レンズ群の厚みの低減やレンズ枚数の低減に有利となる。

【0052】

また、本実施形態のズームレンズでは、第3レンズ群の最も物体側のレンズ面と最も像側のレンズ面が、ともに非球面であることが好ましい。

10

【0053】

第2レンズ群の屈折力は負であるため、第2レンズ群から出射した軸上光束は発散した光束になる。そして、この発散した光束が第3レンズ群に入射する。そのため、第3レンズ群中の物体側サブレンズ群では、軸上光束の径が大きくなる。そこで、第3レンズ群の最も物体側のレンズ面、すなわち物体側サブレンズ群の物体側面を非球面にすることは、球面収差の補正に有利となる。

【0054】

一方、物体側サブレンズ群から出射した軸上光束と軸外光束は、互いが分離しながら像側サブレンズ群に入射する。そのため、像側サブレンズ群では、軸上光束の中心と軸外光束の中心が適度に分離する。そこで、第3レンズ群の最も像側のレンズ面、すなわち、像側サブレンズ群の像側面を非球面にすることは、コマ収差の補正に有利となる。

20

【0055】

また、本実施形態のズームレンズでは、第3レンズ群は、物体側から像側に順に、第1正レンズ成分と、第2正レンズ成分と、物体側から負レンズと正レンズとの接合レンズ成分と、からなるか、もしくは、第1正レンズ成分と、物体側から正レンズと負レンズとの接合レンズ成分と、第2正レンズ成分と、からなることが好ましい。ここで、レンズ成分は、光路中にて物体側面と像側面のみが空気に接するレンズブロックである。

【0056】

このようにすることは、ズームレンズの小型化と高い光学結像性能の確保の両立に有利となる。なお、レンズ成分は、具体的には、単レンズ、接合レンズ等のハイブリッドレンズである。

30

【0057】

また、本実施形態のズームレンズでは、第1レンズ群は負レンズを有し、以下の条件式(8)を満足することが好ましい。

$$1.5 < \gamma_n < 3.0 \quad (8)$$

ただし、

γ_n は、第1レンズ群中の負レンズのd線基準のアッベ数であり、第1レンズ群が複数の負レンズを含むときは、それらの負レンズのアッベ数の最大値、である。

40

【0058】

条件式(8)は、広角端付近における倍率色収差を良好に補正するための好ましい条件式である。

【0059】

条件式(8)の下限を下回らないようにすることで、実用的な硝材となる。実用的な硝材を選択することは、コスト低減の面で好ましい。一方、条件式(8)の上限を上回らないようにすることは、広角端付近における短波長側の倍率色収差の補正に有利となる。

【0060】

また、本実施形態のズームレンズでは、第2レンズ群は正レンズを有し、以下の条件式(9)を満足することが好ましい。

50

$$1.70 < n_{2p} < 2.15 \quad (9)$$

ただし、

n_{2p} は、第2レンズ群中の正レンズのd線での屈折率であり、第2レンズ群が正レンズを複数含むときは、それらの正レンズの屈折率の最大値、である。

【0061】

条件式(9)は、ベッツバール和を適切に保つ(適切な値にする)ために有利となる条件式である。そのためには、第2レンズ群中に正レンズを配置し、この正レンズに屈折率の高い硝材を用いることが望ましい。

【0062】

条件式(9)の下限を下回らないようにして高い屈折率を確保することは、像面湾曲の低減に有利となり、また、像高の高い部分での結像性能の向上に有利となる。よって、このようにすることは、撮像素子等で被写体を撮像したときに、画像の周辺部分の画質向上に有利となる。一方、条件式(9)の上限を上回らないようにすることで、実用的な硝材となる。実用的な硝材を選択することは、コスト低減の面で好ましい。

【0063】

また、本実施形態のズームレンズでは、以下の条件式(10)、(11)を満足することが好ましい。

$$0.5 < |f_2| / i_h < 1.9 \quad (10)$$

$$0.7 < f_3 / i_h < 2.5 \quad (11)$$

ただし、

f_2 は、第2レンズ群の焦点距離、

f_3 は、第3レンズ群の焦点距離、

i_h は、ズームレンズにおける像高の最大値、

である。

【0064】

条件式(10)と条件式(11)の技術的意義は、上述のとおりである。

【0065】

また、本実施形態のズームレンズでは、以下の条件式(12)、(13)、(14)を満足することが好ましい。

$$1.7 < Fno_{(w)} < 3.4 \quad (12)$$

$$2.3 < Fno_{(t)} < 4.3 \quad (13)$$

$$2.7 < f_t / f_w < 7.0 \quad (14)$$

ただし、

$Fno_{(w)}$ は、ズームレンズの広角端におけるFナンバーの最小値、

$Fno_{(t)}$ は、ズームレンズの望遠端におけるFナンバーの最小値、

f_w は、ズームレンズの広角端における焦点距離、

f_t は、ズームレンズの望遠端における焦点距離、

である。

【0066】

条件式(12)、(13)の下限を下回らず、条件式(14)の上限を上回らないようにすることは、ズームレンズの小型化に有利となる。一方、条件式(12)、(13)の上限を上回らないようにすることは、被写体が暗い場所あっても明るい像を得る上で有利となる。よって、このようにすることは、暗い場所にある被写体を撮像素子等で撮像したときに、画像に重畳するノイズを低減する上で有利となる。また、条件式(14)の下限値を下回らないようにして、高い変倍比を確保することで、種々の撮影シーンについて対応しやすくなる(種々のシーンの撮影に使用できるズームレンズを実現できる)。

【0067】

また、本実施形態のズームレンズでは、以下の条件式(15)を満足することが好ましい。

10

20

30

40

50

$$0.9 < f_w / i_h < 1.5 \quad (15)$$

ただし、

f_w は、ズームレンズの広角端における焦点距離、

i_h は、ズームレンズにおける像高の最大値、

である。

【0068】

条件式(15)の下限を下回らず、上限を上回らないようにすることで、歪曲収差などの軸外収差を抑えつつも広画角での撮影が可能なズームレンズとなる。

【0069】

また、本実施形態の撮像装置は、ズームレンズと、ズームレンズの像側に配置され、ズームレンズによる像を電気信号に変換する撮像素子を有し、ズームレンズが上述のいずれかのズームレンズであることを特徴とする。

10

【0070】

このようにすることで、変倍時や合焦時の動作音が小さく、暗い場所で撮影したときの画像のノイズが少なく、小型で高い光学性能が維持された撮像装置を提供できる。

【0071】

なお、各構成要件は個別に組み合わせても良い。また、条件式も個別に特定してよい。

【0072】

各条件式について、上限値や下限値を以下のようにすることは、効果をより確実に発揮できるので好ましい。

20

条件式(1)について

下限値を7.5、更には7.7、更には8.0とすることがより好ましい。

上限値を10.0、更には9.0とすることがより好ましい。

条件式(2)について

下限値を0.55、更には0.7とすることがより好ましい。

上限値を1.3、更には1.2とすることがより好ましい。

条件式(3)について

下限値を0.8、更には1.1とすることがより好ましい。

上限値を1.7、更には1.6とすることがより好ましい。

条件式(4)について

30

下限値を1.3、更には1.6とすることがより好ましい。

上限値を4.5とすることがより好ましい。

条件式(5)について

下限値を1.5、更には1.6とすることがより好ましい。

上限値を2.0とすることがより好ましい。

条件式(6)について

下限値を0.13とすることがより好ましい。

上限値を0.45とすることがより好ましい。

条件式(7)について

下限値を0.6とすることがより好ましい。

40

上限値を2.0、更には1.7とすることがより好ましい。

条件式(8)について

下限値を1.8とすることがより好ましい。

上限値を2.8、更には2.6とすることがより好ましい。

条件式(9)について

下限値を1.75とすることがより好ましい。

上限値を2.1とすることがより好ましい。

条件式(10)について

下限値を0.8、更には1.0とすることがより好ましい。

上限値を1.7、更には1.6とすることがより好ましい。

50

条件式(11)について

下限値を1.1、更には1.5とすることがより好ましい。

上限値を2.3、更には2.1とすることがより好ましい。

条件式(12)について

下限値を1.9、更には2.3とすることがより好ましい。

上限値を3.2、更には3.0とすることがより好ましい。

条件式(13)について

下限値を2.7とすることがより好ましい。

上限値を4.1、更には3.6とすることがより好ましい。

条件式(14)について

下限値を3.0とすることがより好ましい。

上限値を6.0、更には5.0とすることがより好ましい。

条件式(15)について

下限値を1.0、更には1.1とすることがより好ましい。

上限値を1.3とすることがより好ましい。

【0073】

なお、上述のズームレンズや撮像装置は、複数の構成を同時に満足してもよい。このようにすることが、高い光学性能を持つズームレンズや撮像装置を得る上で好ましい。また、好ましい構成の組み合わせは任意である。また、各条件式について、より限定した条件式の数値範囲の上限値あるいは下限値のみを限定しても構わない。

【0074】

以下に、本発明に係るズームレンズの実施例を、図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。

【0075】

以下の各実施例のズームレンズは標準ズームレンズ、特に交換レンズシステム用途として最適な、大口径で高性能な標準ズームレンズとなっている。

【0076】

実施例1～7のズームレンズは、135フォーマット換算で焦点距離24mm相当の広い画角を有し、また、広角端でのFナンバーが2.8となっている。なお、実施例1から6のズームレンズでは、望遠端でもFナンバーが2.8となっている。また、何れの実施例のズームレンズも、広角端付近での軸外収差や望遠側付近での軸上収差が良好に補正されており、良好な光学性能を維持している。

【0077】

以下、ズームレンズの実施例1～7について説明する。実施例1～7のレンズ断面図を、それぞれ図1～図7に示す。図1～図7中、(a)は広角端、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端におけるレンズ断面図である。なお、(a)、(b)及び(c)は、いずれも、無限遠物体合焦時のレンズ断面図である。

【0078】

第1レンズ群はG1、第2レンズ群はG2、開口絞り(明るさ絞り)はS、第3レンズ群はG3、第4レンズ群はG4、第5レンズ群はG5、電子撮像素子のカバーガラスの平行平板はC、像面はIで示してある。また、カバーガラスCの表面に波長域制限用の多層膜を施してもよい。また、そのカバーガラスCにローパスフィルタ作用を持たせるようにしてもよい。

【0079】

全ての実施例において、ズームレンズは、物体側より順に、正屈折力の第1レンズ群G1、負屈折力の第2レンズ群G2、正屈折力の第3レンズ群G3、負屈折力の第4レンズ群G4、正屈折力の第5レンズ群G5から構成されている。開口絞り(絞り)Sは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間(第3レンズ群G3の物体側面の近傍)に配置されている。

【0080】

また、全ての実施例において、広角端から望遠端への変倍に際し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔は増加し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔は減少する。第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔は、実施例2と実施例7では増加した後、減少に転ずるが、他の実施例においては増加する。また、全ての実施例において、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔は増加する。

【0081】

また、全ての実施例において、フォーカシングの方式は、第4レンズ群G4にてウォブリングとフォーカシングを行うインナーフォーカス方式となっている。第4レンズ群G4は軽量であるため、全ての実施例において、第4レンズ群G4を像側へ移動することで、無限遠物点から近距離物点へのフォーカシングを行う。軽量の第4レンズ群G4の移動により、全ての実施例において、駆動音（ノイズ）の低減やフォーカシングの高速化を達成している。

10

【0082】

実施例1のズームレンズを図1に示す。第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と、平凸正レンズL2と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL1と平凸正レンズL2とが接合されている。

【0083】

第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL4と、両凹負レンズL5と、両凸正レンズL6と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL7と、で構成されている。

20

【0084】

第3レンズ群G3は、両凸正レンズL8と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL9と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL10と、両凸正レンズL11と、で構成されている。ここで、正メニスカスレンズL9と負メニスカスレンズL10とが接合されている。

【0085】

第4レンズ群G4は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12と、両凹負レンズL13と、で構成されている。ここで、正メニスカスレンズL12と両凹負レンズL13とが接合されている。

30

【0086】

第5レンズ群G5は、両凸正レンズL14と、両凸正レンズL15と、両凹負レンズL16と、で構成されている。ここで、両凸正レンズL15と両凹負レンズL16とが接合されている。

【0087】

非球面は、負メニスカスレンズL4の両面と、両凸正レンズL8の両面と、両凸正レンズL11の両面との、合計6面に設けられている。

【0088】

広角端から望遠端への変倍に際し、第1レンズ群G1は物体側に移動する。第2レンズ群G2は像側に移動した後、物体側に移動する。第3レンズ群G3と第4レンズ群G4は物体側に移動する。第5レンズ群G5は像面に対して固定となっている（静止している）。

40

【0089】

無限遠にある物体から近距離にある物体への合焦時、第4レンズ群G4が、光軸に沿って像側に移動する。この時、他のレンズ群は静止している。

【0090】

なお、以下の実施例2～7の説明において、変倍時とは、広角端から望遠端への変倍、を意味し、合焦時とは、無限遠にある物体から近距離にある物体への合焦、を意味する。

【0091】

実施例2のズームレンズを図2に示す。実施例1のズームレンズとの相違点は、以下の

50

とおりである。

【0092】

第1レンズ群G1では、レンズL2が、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズになっている。

【0093】

第2レンズ群G2の構成については、相違点はない。

【0094】

第3レンズ群G3では、レンズL9が両凸正レンズ、レンズL10が両凹負レンズになっている。

【0095】

第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12のみで構成されている。

【0096】

第5レンズ群G5は、平凸正レンズL13のみで構成されている。

【0097】

非球面は、実施例1と同じレンズに設けられている。

【0098】

変倍時と合焦時における各レンズ群の動きは、実施例1のズームレンズと同じである。

【0099】

実施例3のズームレンズを図3に示す。第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL1と正メニスカスレンズL2とが接合されている。

【0100】

第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL3と、両凹負レンズL4と、両凸正レンズL5と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL6と、で構成されている。ここで、両凹負レンズL4と両凸正レンズL5とが接合されている。

【0101】

第3レンズ群G3は、両凸正レンズL7と、両凸正レンズL8と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9と、両凸正レンズL10と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL9と両凸正レンズL10とが接合されている。

【0102】

第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズL11と正メニスカスレンズL12とが接合されている。

【0103】

第5レンズ群G5は、両凸正レンズL13で構成されている。

【0104】

非球面は、負メニスカスレンズL3の両面と、両凸正レンズL7の両面と、両凸正レンズL10の像側面と、負メニスカスレンズL11の物体側面との、合計6面に設けられている。

【0105】

変倍時と合焦時における各レンズ群の動きは、実施例1のズームレンズと同じである。

【0106】

実施例4のズームレンズを図4に示す。実施例3のズームレンズとの相違点は、以下のとおりである。

【0107】

第1レンズ群G1から第4レンズ群G4までについては、相違点はない。

【0108】

第5レンズ群G5は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL13と、両凸正レン

10

20

30

40

50

ズ L 1 4 と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズ L 1 3 と、両凸正レンズ L 1 4 とが接合されている。

【 0 1 0 9 】

非球面は、実施例 3 と同じレンズに設けられている。

【 0 1 1 0 】

変倍時と合焦時における各レンズ群の動きは、実施例 1 のズームレンズと同じである。

【 0 1 1 1 】

実施例 5 のズームレンズを図 5 に示すように、各レンズ群の構成は実施例 4 のズームレンズと同じである。

【 0 1 1 2 】

非球面は、実施例 4 と同じレンズに設けられている。

【 0 1 1 3 】

変倍時と合焦時における各レンズ群の動きは、実施例 1 のズームレンズと同じである。

【 0 1 1 4 】

実施例 6 のズームレンズを図 6 に示す。実施例 3 のズームレンズとの相違点は、以下のとおりである。

【 0 1 1 5 】

第 1 レンズ群 G 1 については、相違点はない。

【 0 1 1 6 】

第 2 レンズ群 G 2 では、両凹負レンズ L 4 と両凸正レンズ L 5 は接合されていない。

【 0 1 1 7 】

第 3 レンズ群 G 3 では、負メニスカスレンズ L 9 と両凸正レンズ L 1 0 は接合されていない。

【 0 1 1 8 】

第 4 レンズ群 G 4 は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 1 と、両凹負レンズ L 1 2 と、で構成されている。

【 0 1 1 9 】

第 5 レンズ群 G 5 は、両凸正レンズ L 1 3 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 4 と、で構成されている。

【 0 1 2 0 】

非球面は、負メニスカスレンズ L 3 の両面と、両凸正レンズ L 7 の両面と、両凸正レンズ L 1 0 の両面と、両凹負レンズ L 1 2 の像側面との、合計 7 面に設けられている。

【 0 1 2 1 】

変倍時と合焦時における各レンズ群の動きは、実施例 1 のズームレンズと同じである。

【 0 1 2 2 】

実施例 7 のズームレンズを図 7 に示す。実施例 1 のズームレンズとの相違点は、以下のとおりである。

【 0 1 2 3 】

第 1 レンズ群 G 1 では、レンズ L 2 が、両凸正レンズになっている。

【 0 1 2 4 】

第 2 レンズ群 G 2 では、両凹負レンズ L 5 と両凸正レンズ L 6 とが接合されている。

【 0 1 2 5 】

第 3 レンズ群 G 3 では、レンズ L 8 が物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ、レンズ L 9 が両凸正レンズ、レンズ L 1 0 が両凹負レンズになっている。

【 0 1 2 6 】

第 4 レンズ群 G 4 では、レンズ L 1 2 が両凸正レンズになっている。

【 0 1 2 7 】

第 5 レンズ群 G 5 は、両凸正レンズ L 1 4 のみで構成されている。

【 0 1 2 8 】

非球面は、負メニスカスレンズ L 4 の両面と、正メニスカスレンズ L 8 の両面と、両凸

10

20

30

40

50

正レンズ L 1 1 の両面との、合計 6 面に設けられている。

【 0 1 2 9 】

変倍時と合焦時における各レンズ群の動きは、実施例 1 のズームレンズと同じである。

【 0 1 3 0 】

以下に、上記各実施例の数値データを示す。記号は上記の外、 r は各レンズ面の曲率半径、 d は各レンズ面間の間隔、 n_d は各レンズの d 線の屈折率、 d は各レンズのアップ数、* 印は非球面である。また、広角は広角端、中間は中間焦点距離状態、望遠は望遠端、焦点距離はズームレンズ全系の焦点距離、 FNO は F ナンバー、 ω は半画角、 $I H$ は像高、 $F B$ はバックフォーカス、全長は、ズームレンズの最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの距離に $F B$ (バックフォーカス) を加えたもの、 f_1 、 $f_2 \dots$ は各

10

【 0 1 3 1 】

また、フォーカスデータは、無限遠物点から近距離物点へのフォーカシング時のデータである。近距離物点とは、物点から像点までの距離 (物像間距離) が 0.25 m のときの物点である。

【 0 1 3 2 】

また、非球面形状は、光軸方向を z 、光軸に直交する方向を y にとり、円錐係数を k 、非球面係数を A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} としたとき、次の式で表される。

$$z = (y^2 / r) / [1 + \{1 - (1 + k)(y/r)^2\}^{1/2}] + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10}$$

20

また、非球面係数において、「 $e - n$ 」(n は整数) は、「 10^{-n} 」を示している。なお、これら諸元値の記号は後述の実施例の数値データにおいても共通である。

【 0 1 3 3 】

数値実施例 1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n_d	d
物面				
1	182.0248	2.400	1.84666	23.78
2	87.8417	4.148	1.60311	60.64
3		0.150		
4	62.0596	3.883	1.72916	54.68
5	226.0435	(可変)		
6*	298.9904	1.500	1.80610	40.88
7*	14.4879	7.668		
8	-25.2722	1.200	1.77250	49.60
9	83.5456	0.150		
10	50.7017	3.311	1.92286	20.88
11	-47.3560	3.294		
12	-18.1882	1.100	1.48749	70.23
13	-43.8608	(可変)		
14 (絞り)		1.500		
15*	18.6553	4.964	1.49700	81.54
16*	-63.1764	5.244		
17	21.7188	4.874	1.49700	81.54
18	32.4127	1.200	1.92286	20.88
19	14.7886	1.632		
20*	15.1321	4.859	1.58313	59.38

30

40

50

21*	-44.0345	(可変)		
22	-262.2626	2.050	1.84666	23.78
23	-33.0062	1.000	1.72916	54.68
24	17.1689	(可変)		
25	30.4652	5.280	1.49700	81.54
26	-36.5007	0.363		
27	71.3147	3.718	1.48749	70.23
28	-130.4071	1.500	1.90200	25.10
29	228.5548	10.0027		
30		4.000	1.51633	64.14
31		0.800		

10

像面 (撮像面)

非球面データ

第6面

k=0

A4=1.5542E-05

第7面

k=0.3199

A4=-1.3902E-05, A6=-3.7218E-08

20

第15面

k=-0.3560

A4=-2.0358E-05, A6=-8.8225E-09, A8=-1.1013E-11

第16面

k=0

A4=-2.3426E-06

第20面

k=-0.4174

A4=-2.0888E-05, A6=2.0485E-08, A8=-3.0249E-11

第21面

k=3.3450

A4=1.9632E-05

30

ズームデータ

	広角	中間	望遠
焦点距離	12.27	21.97	39.20
F n o .	2.88	2.88	2.88
2	88.15 °	53.82 °	30.10 °
I H	10.820	10.820	10.820
F B (in air)	13.441	13.441	13.441
全長 (in air)	106.807	109.717	128.108

40

d5	0.7947	4.0667	22.3141
d13	21.1256	7.8959	1.5004
d21	1.3500	7.3990	13.2829
d24	3.1082	9.9266	10.5817

フォーカスデータ

	広角	中間	望遠
移動方向	像側	像側	像側

50

移動量 0.590 1.587 4.761

各群焦点距離

f1=95.9581 f2=-12.8397 f3=20.5948 f4=-23.6581 f5=33.7708

【 0 1 3 4 】

数値実施例 2

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
物面					10
1	402.8290	2.000	1.92286	20.88	
2	130.2921	3.535	1.72916	54.68	
3	2906.2339	0.100			
4	54.9970	5.798	1.77250	49.60	
5	211.4953	(可変)			
6*	171.3646	1.500	1.80610	40.88	
7*	12.4749	7.866			
8	-23.1820	1.000	1.59282	68.63	
9	46.1881	0.100			20
10	31.2674	7.576	2.00069	25.46	
11	-80.2075	2.691			
12	-17.1747	1.000	1.48749	70.23	
13	-30.5038	(可変)			
14 (絞リ)		1.000			
15*	17.1223	6.927	1.49700	81.61	
16*	-55.4253	4.917			
17	18.4472	4.791	1.49700	81.54	
18	-25.8502	1.000	1.73800	32.26	
19	16.2702	2.404			30
20*	15.1109	3.626	1.58313	59.38	
21*	-52.0293	(可変)			
22	161.0226	1.000	1.48749	70.23	
23	17.1999	(可変)			
24		3.083	1.63980	34.46	
25	-32.3340	11.2026			
26		4.000	1.51633	64.14	
27		0.800			
像面 (撮像面)					40

非球面データ

第 6 面

k=0

A4=6.3257E-06, A6=2.9586E-08, A8=-1.3884E-10, A10=2.3100E-13

第 7 面

k=-0.2106

A4=-4.2574E-06, A6=3.9977E-08, A8=6.3174E-10

第 15 面

k=-0.2102

A4=-1.7046E-05, A6=-4.0879E-08, A8=6.3570E-11

第 1 6 面

k=-0.8706

A4=-1.9028E-07, A6=-1.6238E-08, A8=-3.0427E-10, A10=2.5628E-12

第 2 0 面

k=-0.0238

A4=-2.9632E-05, A6=6.7538E-08, A8=-1.0465E-10

第 2 1 面

k=-7.4102

A4=4.5850E-05, A6=1.1735E-07

10

ズームデータ

	広角	中間	望遠
焦点距離	12.25	22.46	39.15
F n o .	2.88	2.88	2.88
2	89.52 °	50.87 °	30.19 °
I H	10.820	10.820	10.820
F B (in air)	14.641	14.641	14.641
全長 (in air)	99.764	106.101	130.240

d5	0.6563	9.9959	25.8169
d13	17.6712	5.2811	2.0748
d21	0.9257	3.5932	1.3369
d23	3.9564	10.6765	24.4563

20

フォーカスデータ

	広角	中間	望遠
移動方向	像側	像側	像側
移動量	0.988	2.458	4.505

各群焦点距離

f1=90.2294 f2=-14.7477 f3=20.8166 f4=-39.5923 f5=50.5378

30

【 0 1 3 5 】

数値実施例 3

単位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	d
物面				
1	51.8336	2.400	1.80518	25.42
2	39.6462	7.714	1.61800	63.33
3	219.9591	(可 変)		
4*	122.4799	1.500	1.74320	49.29
5*	12.4496	6.938		
6	-24.3734	1.200	1.49700	81.54
7	19.5116	4.355	1.75520	27.51
8	-69.6015	1.882		
9	-16.7022	1.100	1.77250	49.60
10	-32.0865	(可 変)		
11 (絞 り)		1.000		
12*	29.9777	5.816	1.58313	59.38

40

50

13*	-67.2459	3.114		
14	130.6893	4.356	1.49700	81.54
15	-23.9362	0.063		
16	51.3215	1.200	1.80518	25.42
17	16.5023	7.777	1.49700	81.54
18*	-29.9311	(可変)		
19*	190.4001	0.920	1.80610	40.88
20	13.1575	1.671	2.00272	19.32
21	17.0245	(可変)		
22	41.9268	10.493	1.48749	70.23
23	-28.1005	11.8980		
24		4.000	1.51633	64.14
25		0.800		

像面 (撮像面)

10

非球面データ

第4面

k=-0.0694

A4=1.5465E-05, A6=9.0982E-08, A8=-5.9141E-10, A10=1.5216E-12

第5面

k=0.1785

A4=-1.9529E-05, A6=-5.1527E-08, A8=1.4863E-09, A10=-1.8662E-11

第12面

k=-2.8742

A4=-2.9944E-06, A6=-9.5769E-09, A8=-9.2746E-10, A10=1.2290E-13

第13面

k=9.0052

A4=4.2067E-05, A6=5.9290E-09, A8=-1.0964E-09, A10=1.3267E-12

第18面

k=-0.6700

A4=-2.1380E-06, A6=1.6908E-08, A8=9.5909E-11, A10=-9.5791E-13

第19面

k=9.0261

A4=-5.2267E-06, A6=-6.1396E-08, A8=3.4378E-09, A10=-3.4511E-11

20

30

ズームデータ

	広角	中間	望遠
焦点距離	12.25	21.89	39.12
F n o .	2.88	2.88	2.88
2	89.11 °	53.70 °	30.45 °
I H	10.820	10.820	10.820
F B (in air)	15.336	15.336	15.336
全長 (in air)	103.735	106.669	130.630

40

d3	0.8001	4.8157	26.9627
d10	18.8282	6.5905	1.0728
d18	1.8543	7.6449	12.9554
d21	3.4178	8.7826	10.8036

フォーカスデータ

50

	広角	中間	望遠
移動方向	像側	像側	像側
移動量	0.578	1.579	4.501

各群焦点距離

f1=120.4132 f2=-12.4659 f3=18.9430 f4=-25.8494 f5=36.2945

【 0 1 3 6 】

数値実施例 4

単位 mm

10

面データ

面番号	r	d	nd	d
物面				
1	58.1051	2.400	1.92286	18.90
2	43.3094	7.144	1.78800	47.37
3	189.3460	(可変)		
4*	196.1239	1.500	1.74320	49.29
5*	12.5000	8.295		
6	-23.1998	1.200	1.49700	81.54
7	23.1732	4.491	1.84666	23.78
8	-64.5591	1.555		
9	-22.5326	1.100	2.00069	25.46
10	-42.2763	(可変)		
11 (絞リ)		1.000		
12*	28.6099	3.896	1.58313	59.38
13*	-149.8082	3.530		
14	75.1445	4.091	1.49700	81.54
15	-32.4822	0.150		
16	43.0742	1.000	1.80518	25.42
17	16.0902	8.254	1.49700	81.54
18*	-25.9149	(可変)		
19*	231.2549	0.920	1.80610	40.88
20	13.3156	1.736	1.94595	17.98
21	18.1030	(可変)		
22	59.1969	1.800	1.92286	18.90
23	40.2475	5.9 03	1.64000	60.08
24	-33.2831	13.4609		
25		4.000	1.51633	64.14
26		0.800		

20

30

像面 (撮像面)

40

非球面データ

第 4 面

k=0

A4=2.5174E-05, A6=-4.1276E-08, A8=-2.7763E-12, A10=1.5368E-13

第 5 面

k=0.0466

A4=-2.8486E-07, A6=-4.2670E-08, A8=1.2852E-09, A10=-1.1918E-11

第 1 2 面

k=-1.4129

50

A4=-1.6864E-06, A6=5.9052E-08, A8=-1.2963E-09, A10=-1.7099E-12

第 1 3 面

k=0

A4=3.2969E-05, A6=3.0465E-08, A8=-1.2082E-09, A10=-2.6665E-12

第 1 8 面

k=-1.1239

A4=4.4785E-06, A6=5.3666E-09, A8=3.0467E-11, A10=3.5774E-13

第 1 9 面

k=0

A4=-5.4311E-06, A6=2.4674E-08, A8=7.9285E-10, A10=-6.3870E-12

10

ズームデータ

	広角	中間	望遠
焦点距離	12.24	21.83	39.20
F n o .	2.88	2.88	2.88
2	88.78 °	53.15 °	30.05 °
I H	10.820	10.820	10.820
F B (in air)	16.899	16.899	16.899
全長 (in air)	105.920	106.468	129.386
d3	0.9821	5.0058	26.4528
d10	20.3546	6.7140	1.0026
d18	1.5000	7.1013	11.4467
d21	6.2198	10.7835	13.6202

20

フォーカスデータ

	広角	中間	望遠
移動方向	像側	像側	像側
移動量	0.571	1.578	4.414

30

各群焦点距離

f1=111.5496 f2=-13.1125 f3=19.2725 f4=-26.6384 f5=37.0194

【 0 1 3 7 】

数値実施例 5

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
物面				
1	55.0572	2.400	1.92286	18.90
2	44.2744	7.101	1.69680	55.53
3	207.8490	(可変)		
4*	159.5696	1.500	1.74320	49.29
5*	12.8384	7.332		
6	-22.1355	1.200	1.49700	81.54
7	22.1355	4.241	1.75520	27.51
8	-56.8950	1.807		
9	-16.7113	1.100	1.77250	49.60
10	-29.9316	(可変)		
11 (絞り)		1.000		

40

50

12*	29.3834	4.596	1.58313	59.38
13*	-148.0986	3.530		
14	91.1635	4.632	1.49700	81.54
15	-24.2108	0.130		
16	42.3361	1.200	1.80518	25.42
17	15.6885	8.296	1.49700	81.54
18*	-32.0641	(可変)		
19*	573.6706	0.920	1.80610	40.88
20	12.8813	2.041	1.94595	17.98
21	17.2342	(可変)		
22	30.0105	1.395	2.00069	25.46
23	22.6466	7.173	1.58313	59.38
24	-36.2011	12.5585		
25		4.000	1.51633	64.14
26		0.800		

像面 (撮像面)

非球面データ

第4面

k=-9.0073

A4=1.7086E-05, A6=7.3258E-08, A8=-5.0052E-10, A10=1.3518E-12

第5面

k=0.2022

A4=-2.0814E-05, A6=-1.0324E-07, A8=2.0273E-09, A10=-2.2396E-11

第12面

k=-2.1360

A4=7.7286E-07, A6=-5.8809E-08, A8=-8.1816E-10, A10=-3.2776E-12

第13面

k=8.4339

A4=4.0121E-05, A6=-3.1751E-08, A8=-1.2712E-09, A10=-5.4995E-13

第18面

k=-0.7208

A4=5.6768E-07, A6=1.3061E-08, A8=1.1822E-11, A10=-1.1620E-14

第19面

k=9.0337

A4=-1.7254E-06, A6=-4.0437E-08, A8=3.1029E-09, A10=-3.4898E-11

ズームデータ

	広角	中間	望遠
焦点距離	12.25	21.92	39.10
F n o .	2.88	2.88	2.88
2	88.92 °	53.84 °	30.48 °
I H	10.820	10.820	10.820
F B (in air)	15.996	15.997	15.997
全長 (in air)	104.788	105.126	129.979

d3	0.8433	3.1723	26.5044
d10	19.7674	6.3586	1.0555
d18	1.8876	8.2567	13.0735
d21	4.6989	9.7482	11.7552

10

20

30

40

50

フォーカスデータ

	広角	中間	望遠
移動方向	像側	像側	像側
移動量	0.557	1.565	4.431

各群焦点距離

f1=115.6677 f2=-12.7584 f3=19.2934 f4=-23.8727 f5=33.3897

【 0 1 3 8 】

数値実施例 6

単位 m m

10

面データ

面番号	r	d	nd	d
物面				
1	64.2450	2.400	1.84666	23.78
2	42.8118	7.785	1.77250	49.60
3	228.7714	(可変)		
4*	136.5007	1.500	1.80610	40.92
5*	13.5581	8.045		
6	-26.5143	1.200	1.49700	81.54
7	30.9005	0.150		
8	28.8989	3.960	1.84666	23.78
9	-116.0515	1.887		
10	-20.9956	1.100	1.72916	54.68
11	-37.9263	(可変)		
12 (絞リ)		1.500		
13*	29.9636	3.847	1.74320	49.29
14*	-221.6927	3.129		
15	22.3875	4.889	1.49700	81.54
16	-62.6960	0.150		
17	68.0048	1.200	2.00069	25.46
18	17.4694	1.114		
19*	16.7440	5.603	1.49700	81.54
20*	-23.8855	(可変)		
21	-505.4659	2.129	1.84666	23.78
22	-25.5434	1.000	1.74320	49.29
23*	15.7082	(可変)		
24	42.0268	7.068	1.64000	60.08
25	-23.8254	0.150		
26	-29.7116	1.500	1.84666	23.78
27	-57.3284	11.2628		
28		4.000	1.51633	64.14
29		0.800		

像面 (撮像面)

20

30

40

非球面データ

第 4 面

k=-30.3282

A4=1.6412E-05, A6=-1.5054E-08, A8=4.7817E-11, A10=3.1917E-15

50

第 5 面

k=0.2523

A4=-1.5553E-05, A6=-7.1448E-08, A8=-6.9036E-11, A10=-4.4021E-12

第 1 3 面

k=-0.8439

A4=-1.9810E-05, A6=1.3073E-07, A8=-3.9374E-10

第 1 4 面

k=0.0127

A4=-1.0891E-05, A6=2.1774E-07, A8=-6.3195E-10

第 1 9 面

k=-0.9724

A4=-3.8175E-05, A6=2.2535E-07, A8=-4.1137E-11

第 2 0 面

k=-0.3035

A4=2.5928E-06, A6=5.5275E-08, A8=3.9585E-10, A10=0.0000E+00

第 2 3 面

k=0.1505

A4=1.6098E-06, A6=-8.1488E-08, A8=-9.6226E-11, A10=0.0000E+00

ズームデータ

	広角	中間	望遠
焦点距離	12.24	21.83	39.20
F n o .	2.88	2.88	2.88
2	88.45 °	53.75 °	30.17 °
I H	10.820	10.820	10.820
F B (in air)	14.701	14.701	14.701
全長 (in air)	106.028	105.617	126.909

d3	0.7889	4.3136	26.9760
d11	22.7125	8.3799	1.4979
d20	1.3500	5.7892	10.3350
d23	5.1703	11.1275	12.0939

フォーカスデータ

	広角	中間	望遠
移動方向	像側	像側	像側
移動量	0.469	1.216	3.533

各群焦点距離

f1=120.0865 f2=-13.6417 f3=18.6769 f4=-22.2439 f5=36.4729

【 0 1 3 9 】

数値実施例 7

単位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	d
物面				
1	500.0000	2.200	1.84666	23.78
2	160.0628	5.273	1.60311	60.64
3	-270.6063	0.150		

10

20

30

40

50

4	63.0833	3.813	1.77250	49.60
5	103.9750	(可変)		
6*	56.2074	1.500	1.80610	40.88
7*	11.8380	9.673		
8	-21.4816	1.300	1.59282	68.63
9	23.3531	4.697	1.90366	31.32
10	-44.0463	1.890		
11	-18.9038	1.000	1.53172	48.84
12	-36.7153	(可変)		
13 (絞り)		1.000		
14*	17.6239	2.926	1.58313	59.38
15*	123.9330	8.450		
16	18.3301	3.324	1.49700	81.54
17	-59.4100	1.000	1.90366	31.32
18	16.6820	1.212		
19*	15.1130	3.778	1.58313	59.38
20*	-26.6135	(可変)		
21	52.0812	2.874	1.59270	35.31
22	-2175.3816	1.000	1.72916	54.68
23	23.8370	(可変)		
24	407.7758	3.568	1.75520	27.51
25	-90.9381	10.7964		
26		4.000	1.51633	64.14
27		0.800		

像面 (撮像面)

非球面データ

第6面

k=7.1531

A4=-5.4481E-06, A6=1.8485E-08, A8=-7.2663E-11, A10=6.8327E-14

第7面

k=-0.1612

A4=-1.7099E-05, A6=-5.7089E-08, A8=2.9598E-10, A10=-3.6426E-12

第14面

k=-1.0641

A4=5.0796E-06, A6=-2.1493E-08, A8=4.2219E-11

第15面

k=-0.0406

A4=-1.0927E-05, A6=4.0710E-09, A8=-1.0459E-10

第19面

k=-0.9004

A4=-3.1993E-05, A6=7.3434E-08, A8=1.4665E-10

第20面

k=-5.9367

A4=-1.6404E-05, A6=6.0494E-08, A8=6.9852E-11

ズームデータ

	広角	中間	望遠
焦点距離	12.24	24.30	49.20
F n o .	2.88	3.43	4.08

10

20

30

40

50

2	87.51 °	47.00 °	24.10 °
I H	10.820	10.820	10.820
F B (in air)	14.234	14.234	14.234
全長 (in air)	107.672	120.646	152.973

d1	0.7274	17.2131	42.1324
d12	23.7721	8.5457	0.9990
d20	1.0000	2.1329	2.0746
d23	7.3103	17.8920	32.9051

10

フォーカスデータ

	広角	中間	望遠
移動方向	像側	像側	像側
移動量	1.152	2.851	6.981

各群焦点距離

$f_1=134.5341$ $f_2=-16.2889$ $f_3=22.5273$ $f_4=-54.2240$ $f_5=98.7628$

【 0 1 4 0 】

以上の実施例 1 ~ 7 の収差図を、それぞれ図 8 ~ 図 21 に示す。1つの実施例について、無限遠物体合焦時の収差図と近距離物点合焦時の収差図がある。このうち、図 8、10、12、14、16、18 及び 20 が、無限遠物体合焦時の収差図である。また、各図中、“F I Y” は最大像高を示す。

20

【 0 1 4 1 】

これらの収差図において、(a)、(b)、(c)、(d) は、それぞれ、広角端における球面収差 (S A)、非点収差 (A S)、歪曲収差 (D T)、倍率色収差 (C C) を示す。

【 0 1 4 2 】

また、(e)、(g)、(g)、(h) は、それぞれ、中間焦点距離状態における球面収差 (S A)、非点収差 (A S)、歪曲収差 (D T)、倍率色収差 (C C) を示す。

【 0 1 4 3 】

また、(i)、(j)、(k)、(l) は、それぞれ、望遠端における球面収差 (S A)、非点収差 (A S)、歪曲収差 (D T)、倍率色収差 (C C) を示す。

30

【 0 1 4 4 】

次に、各実施例における条件式 (1) ~ (15) の値を掲げる。

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
(1) $3p$	81.54	81.61	81.54	81.54
(2) $ f_2 /FB$	0.955	1.007	0.813	0.776
(3) f_3/FB	1.532	1.422	1.235	1.1403
(4) $ f_4 /f_w$	1.928	3.233	2.110	2.176
(5) D_3/f_w	1.856	1.933	1.823	1.709
(6) $d_{(A)}/D_3$	0.230	0.208	0.139	0.169
(7) f_{3f}/f_{3r}	0.788	0.673	1.307	1.564
(8) $1n$	23.78	20.88	25.42	18.90
(9) n_{2p}	1.92286	2.00069	1.75520	1.84666
(10) $ f_2 /i_h$	1.187	1.363	1.152	1.212
(11) f_3/i_h	1.903	1.924	1.751	1.781
(12) $Fno_{(w)}$	2.88	2.88	2.88	2.88
(13) $Fno_{(t)}$	2.88	2.88	2.88	2.88
(14) f_t/f_w	3.19	3.20	3.19	3.20
(15) f_w/i_h	1.13	1.13	1.13	1.13

40

50

	実施例 5	実施例 6	実施例 7
(1) $3p$	81.54	81.54	81.54
(2) $ f_2 /FB$	0.798	0.928	1.144
(3) f_3/FB	1.206	1.270	1.583
(4) $ f_4 /f_w$	1.948	1.817	4.430
(5) D_3/f_w	1.827	1.628	1.690
(6) $d_{(A)}/D_3$	0.158	0.157	0.408
(7) f_{3f}/f_{3r}	1.619	1.289	0.988
(8) $1n$	18.90	23.78	23.78
(9) n_{2p}	1.75520	1.84666	1.90366
(10) $ f_2 /i_h$	1.179	1.261	1.505
(11) f_3/i_h	1.783	1.726	2.082
(12) $Fno_{(w)}$	2.88	2.88	2.88
(13) $Fno_{(t)}$	2.88	2.88	4.08
(14) f_t/f_w	3.19	3.20	4.02
(15) f_w/i_h	1.13	1.13	1.13

【 0 1 4 5 】

図 2 2 は、電子撮像装置としてのレンズ交換式カメラ、例えば、クイックリターンミラーをもたないタイプのカメラであるミラーレス一眼カメラの断面図である。図 2 2 において、ミラーレス一眼カメラ 1 の鏡筒内には撮影光学系 2 が配置される。マウント部 3 は、撮影光学系 2 をミラーレス一眼カメラ 1 のボディに着脱可能とする。マウント部 3 としては、スクリュウタイプのマウントやバヨネットタイプのマウント等が用いられる。この例では、バヨネットタイプのマウントを用いている。また、ミラーレス一眼カメラ 1 のボディには、撮像素子面 4、バックモニタ 5 が配置されている。なお、撮像素子としては、小型の CCD 又は CMOS 等が用いられている。

【 0 1 4 6 】

そして、ミラーレス一眼カメラ 1 の撮影光学系 2 として、例えば上記実施例 1 ~ 7 に示したズームレンズが用いられる。

【 0 1 4 7 】

図 2 3、図 2 4 は、本実施例のズームレンズを備えた撮像装置の構成の概念図を示す。図 2 3 は撮像装置としてのミラーレス一眼カメラ 4 0 の外観を示す前方斜視図、図 2 4 は同後方斜視図である。このミラーレス一眼カメラ 4 0 の撮影光学系 4 1 に、本実施例のズームレンズが用いられている。

【 0 1 4 8 】

この実施形態のミラーレス一眼カメラ 4 0 は、撮影用光路 4 2 上に位置する撮影光学系 4 1、シャッターボタン 4 5、液晶表示モニター 4 7 等を含み、ミラーレス一眼カメラ 4 0 の上部に配置されたシャッターボタン 4 5 を押圧すると、それに連動して撮影光学系 4 1、例えば実施例 1 のズームレンズを通して撮影が行われる。撮影光学系 4 1 によって形成された物体像が、結像面近傍に設けられた撮像素子（光電変換面）上に形成される。この撮像素子で受光された物体像は、処理手段によって電子画像としてカメラ背面に設けられた液晶表示モニター 4 7 に表示される。また、撮影された電子画像は記憶手段に記録することができる。

【 0 1 4 9 】

図 2 5 は、ミラーレス一眼カメラ 4 0 の主要部の内部回路を示すブロック図である。なお、以下の説明では、前述した処理手段は、例えば CDS / ADC 部 2 4、一時記憶メモリ 1 7、画像処理部 1 8 等で構成され、記憶手段は、記憶媒体部 1 9 等で構成される。

【 0 1 5 0 】

図 2 5 に示すように、ミラーレス一眼カメラ 4 0 は、操作部 1 2 と、この操作部 1 2 に接続された制御部 1 3 と、この制御部 1 3 の制御信号出力ポートにバス 1 4 及び 1 5 を介

10

20

30

40

50

して接続された撮像駆動回路 16 並びに一時記憶メモリ 17、画像処理部 18、記憶媒体部 19、表示部 20、及び設定情報記憶メモリ部 21 を備えている。

【0151】

上記の一時記憶メモリ 17、画像処理部 18、記憶媒体部 19、表示部 20、及び設定情報記憶メモリ部 21 は、バス 22 を介して相互にデータの入力、出力が可能とされている。また、撮像駆動回路 16 には、CCD 49 と CDS / ADC 部 24 が接続されている。

【0152】

操作部 12 は、各種の入力ボタンやスイッチを備え、これらを介して外部（カメラ使用者）から入力されるイベント情報を制御部 13 に通知する。制御部 13 は、例えば CPU などからなる中央演算処理装置であって、不図示のプログラムメモリを内蔵し、プログラムメモリに格納されているプログラムにしたがって、ミラーレス一眼カメラ 40 全体を制御する。

10

【0153】

CCD 49 は、撮像駆動回路 16 により駆動制御され、撮影光学系 41 を介して形成された物体像の画素ごとの光量を電気信号に変換し、CDS / ADC 部 24 に出力する撮像素子である。

【0154】

CDS / ADC 部 24 は、CCD 49 から入力する電気信号を増幅し、かつ、アナログ / デジタル変換を行って、この増幅とデジタル変換を行っただけの映像生データ（バイヤーデータ、以下 RAW データという。）を一時記憶メモリ 17 に出力する回路である。

20

【0155】

一時記憶メモリ 17 は、例えば SDRAM 等からなるバッファであり、CDS / ADC 部 24 から出力される RAW データを一時的に記憶するメモリ装置である。画像処理部 18 は、一時記憶メモリ 17 に記憶された RAW データ又は記憶媒体部 19 に記憶されている RAW データを読み出して、制御部 13 にて指定された画質パラメータに基づいて歪曲収差補正を含む各種画像処理を電氣的に行う回路である。

【0156】

記憶媒体部 19 は、例えばフラッシュメモリ等からなるカード型又はスティック型の記録媒体を着脱自在に装着して、これらのフラッシュメモリに、一時記憶メモリ 17 から転送される RAW データや画像処理部 18 で画像処理された画像データを記録して保持する。

30

【0157】

表示部 20 は、液晶表示モニター 47 などにて構成され、撮影した RAW データ、画像データや操作メニューなどを表示する。設定情報記憶メモリ部 21 には、予め各種の画質パラメータが格納されている ROM 部と、操作部 12 の入力操作によって ROM 部から読み出された画質パラメータを記憶する RAM 部が備えられている。

【0158】

このように構成されたミラーレス一眼カメラ 40 は、変倍時や合焦時の動作音が小さく、暗所で撮影した画像のノイズが少なく、小型で高い光学性能が維持された撮像装置とすることが可能となる。

40

【産業上の利用可能性】

【0159】

以上のように、本発明に係るズームレンズは、光学系へのゴミの進入や変倍時の動作音が低減され、変倍域の全域での十分な明るさの確保と大きな変倍比の確保を行いつつも、小型で高い光学性能が維持されたズームレンズに適している。また、本発明に係る撮像装置は、変倍時や合焦時の動作音が小さく、暗所で撮影した画像のノイズが少なく、小型で高い光学性能が維持された撮像装置に適している。

【符号の説明】

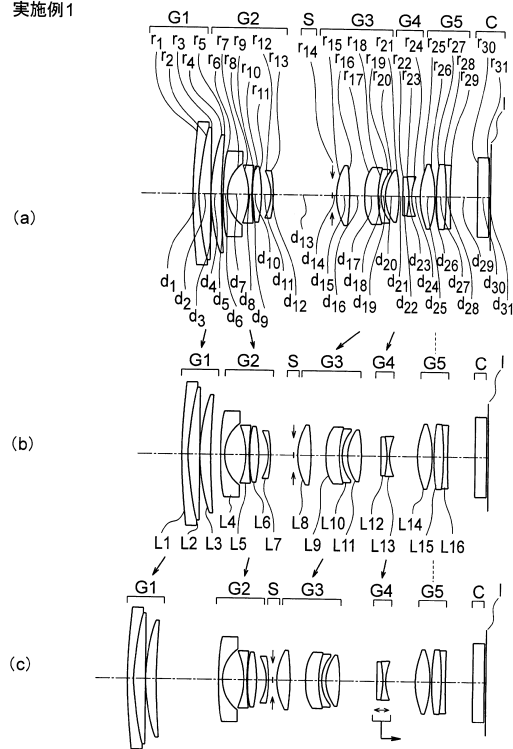
【0160】

50

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	
S ... 明るさ（開口）絞り	
C ... 平行平板	
I ... 像面	
1 ... ミラーレス一眼カメラ	
2 ... 撮影レンズ系	10
3 ... 鏡筒のマウント部	
4 ... 撮像素子面	
5 ... バックモニタ	
1 2 ... 操作部	
1 3 ... 制御部	
1 4、1 5 ... バス	
1 6 ... 撮像駆動回路	
1 7 ... 一時記憶メモリ	
1 8 ... 画像処理部	
1 9 ... 記憶媒体部	20
2 0 ... 表示部	
2 1 ... 設定情報記憶メモリ部	
2 2 ... バス	
2 4 ... C D S / A D C 部	
4 0 ... ミラーレス一眼カメラ	
4 1 ... 撮影光学系	
4 2 ... 撮影用光路	
4 5 ... シャッターボタン	
4 7 ... 液晶表示モニター	
4 9 ... C C D	30

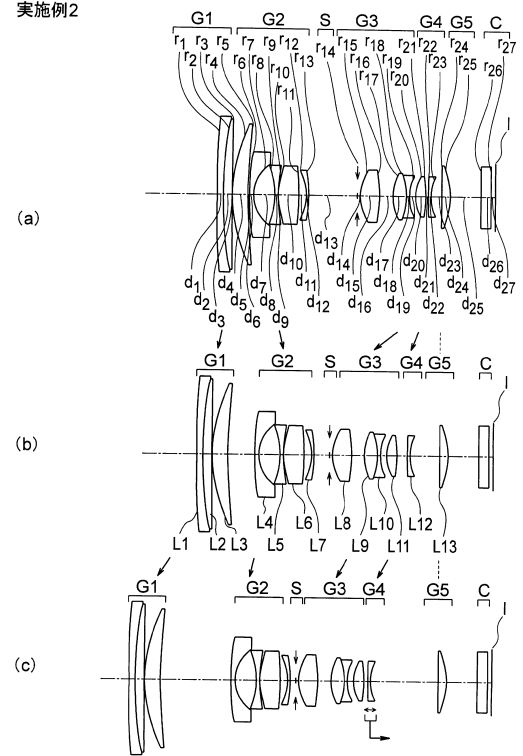
【図 1】

実施例 1



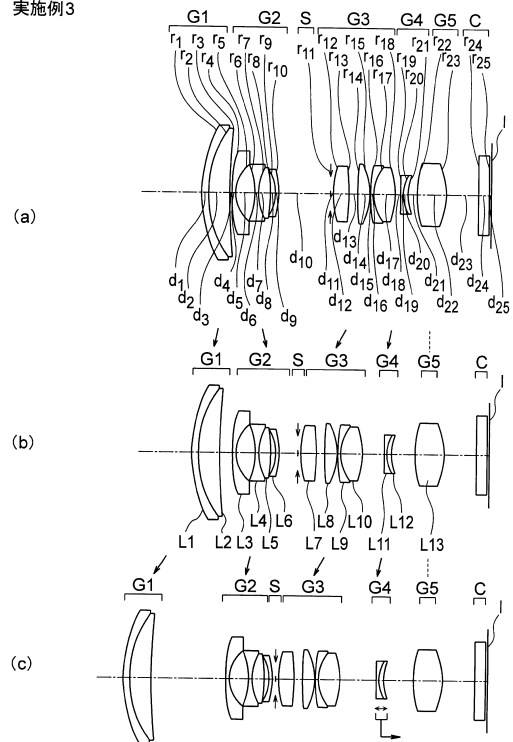
【図 2】

実施例 2



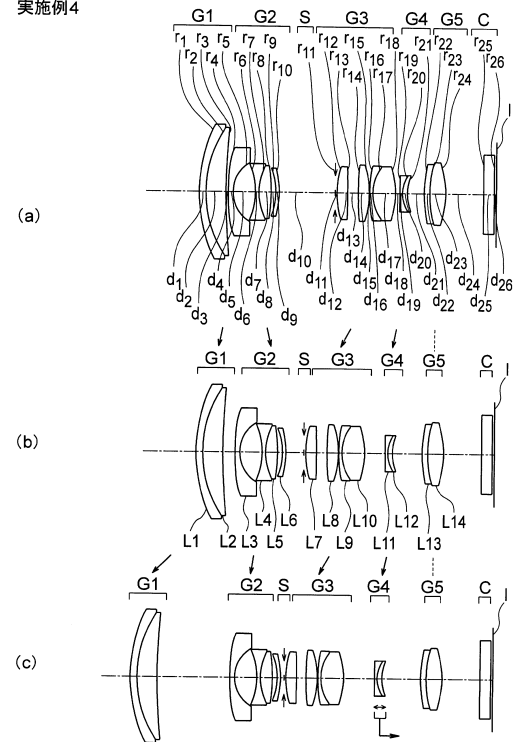
【図 3】

実施例 3

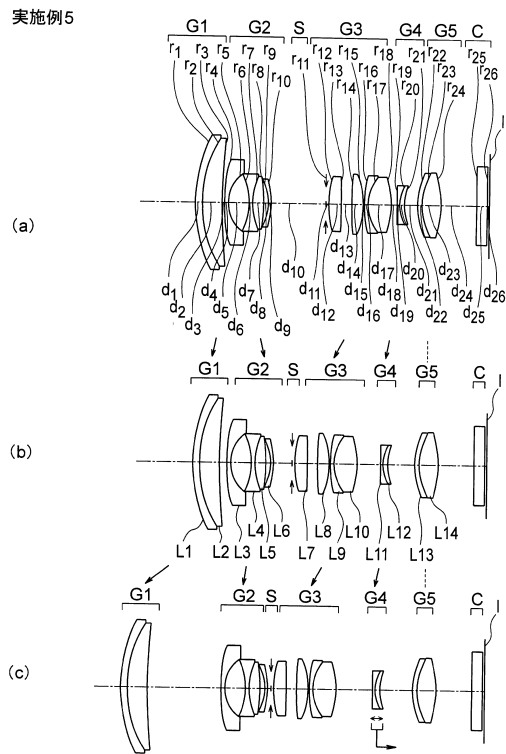


【図 4】

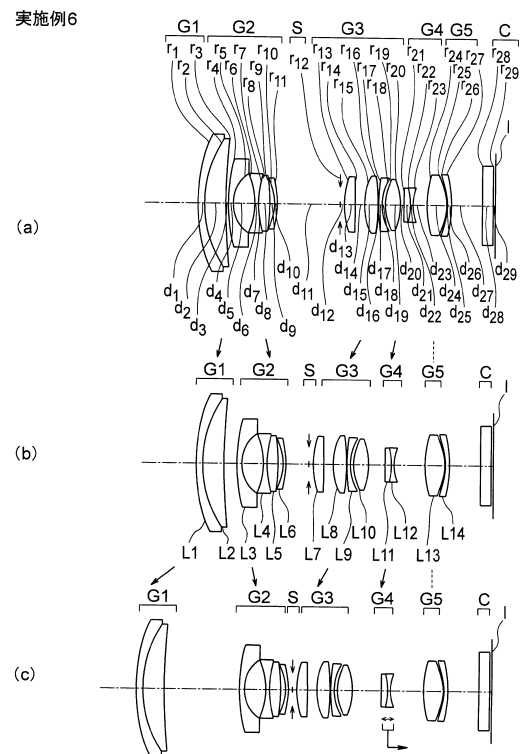
実施例 4



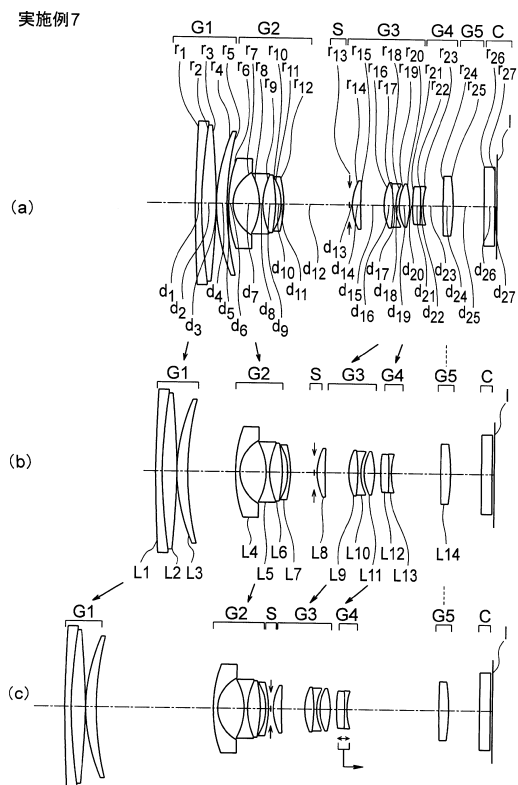
【図 5】



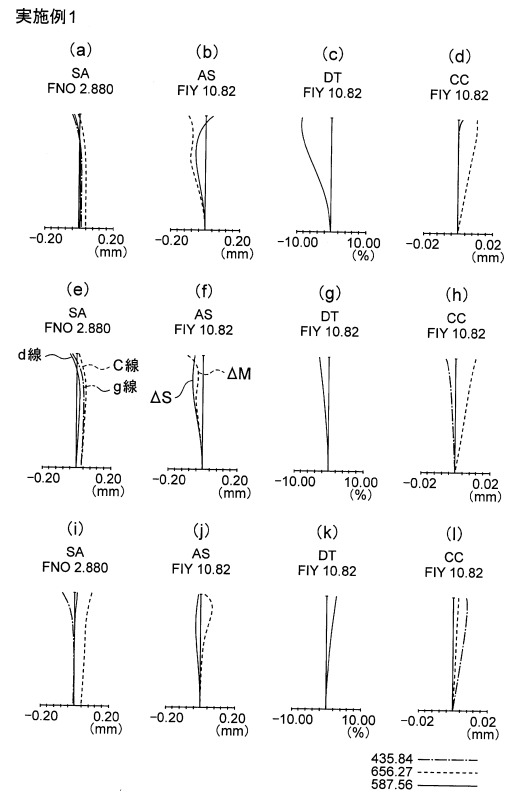
【図 6】



【図 7】

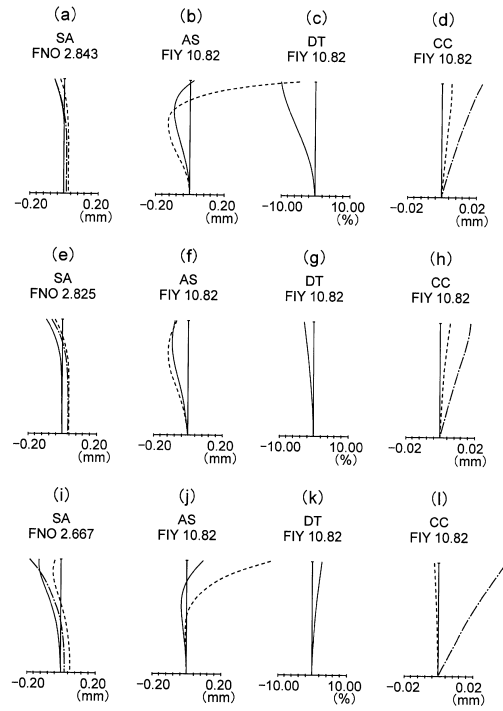


【図 8】



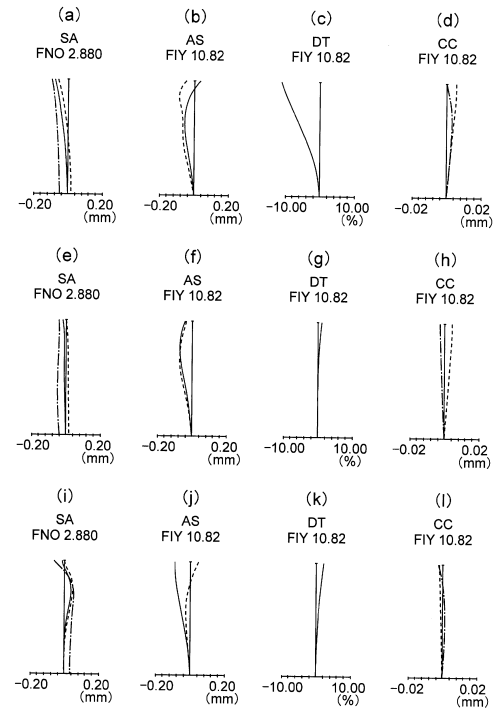
【図 9】

実施例1



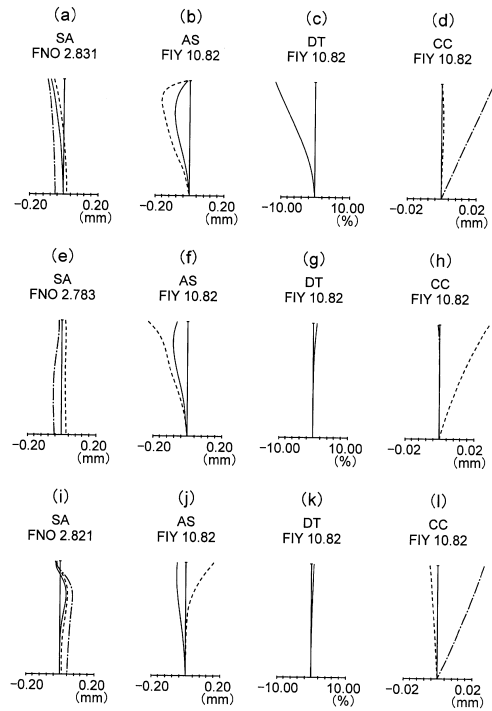
【図 10】

実施例2



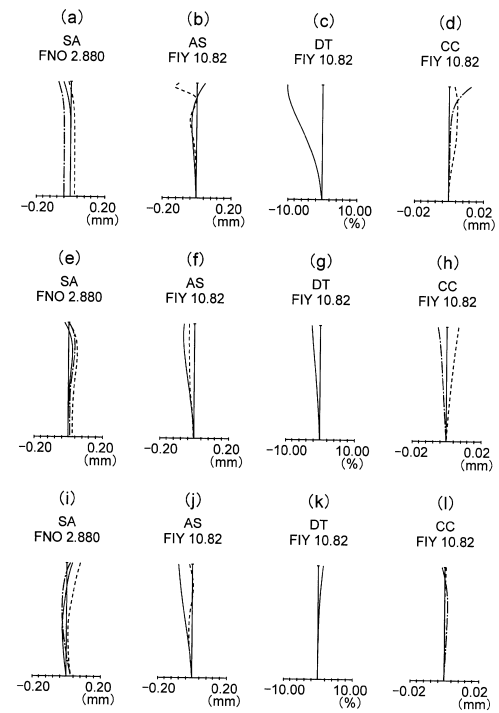
【図 11】

実施例2



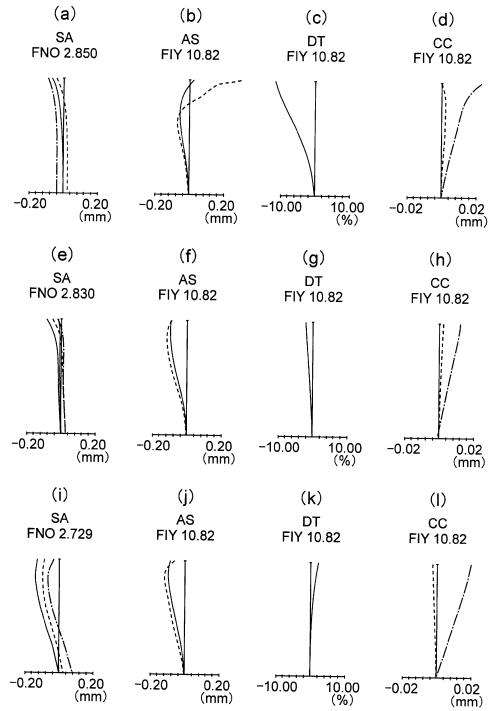
【図 12】

実施例3



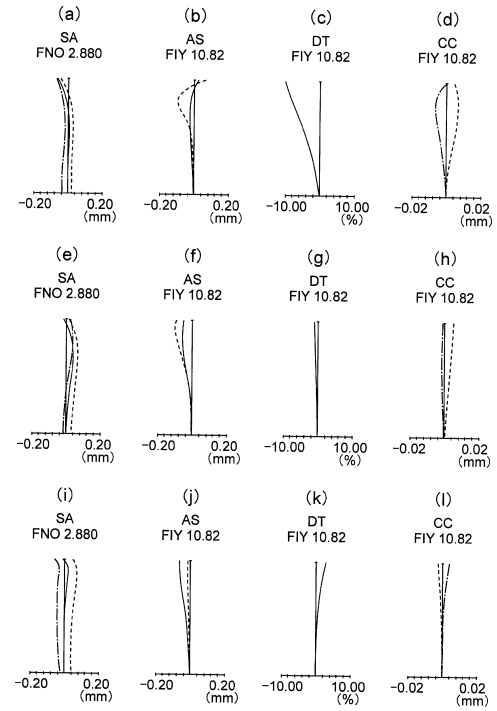
【図 13】

実施例3



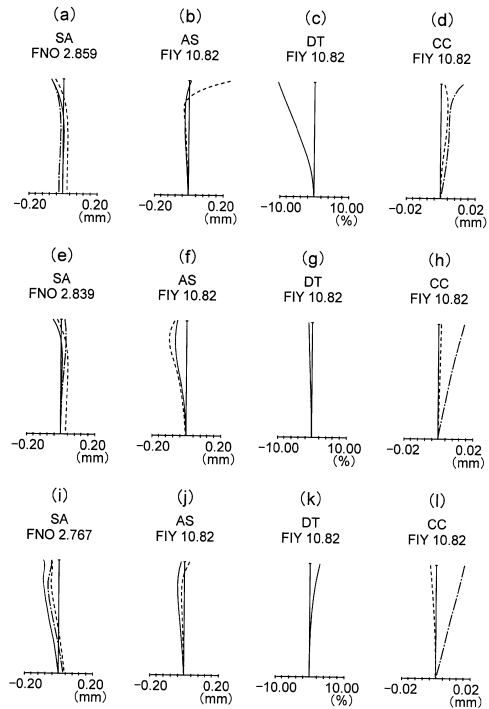
【図 14】

実施例4



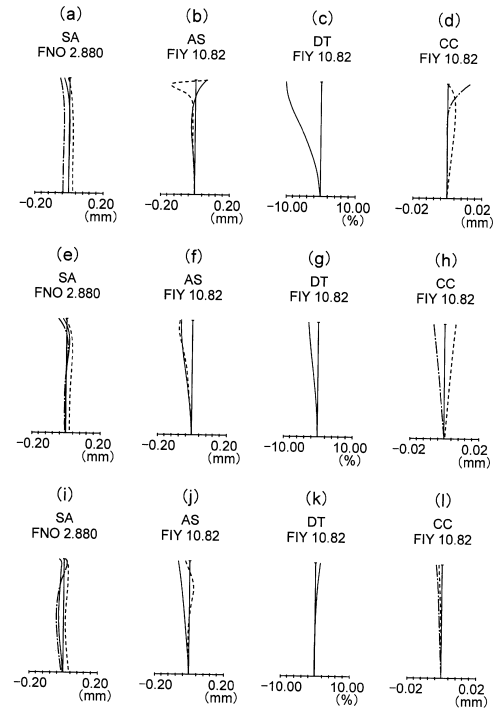
【図 15】

実施例4



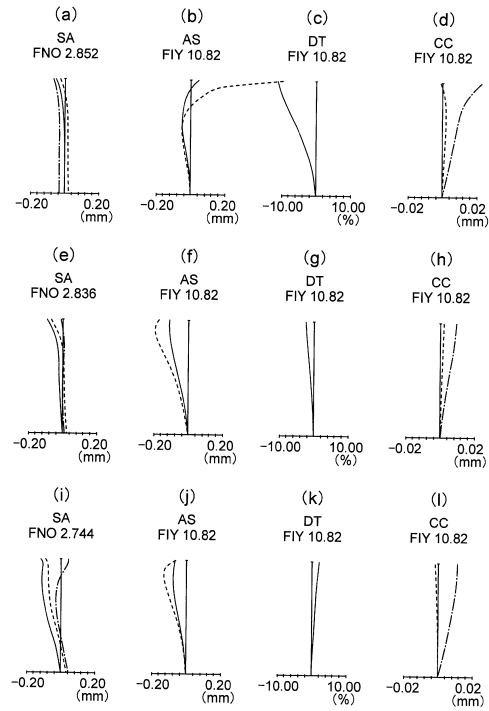
【図 16】

実施例5



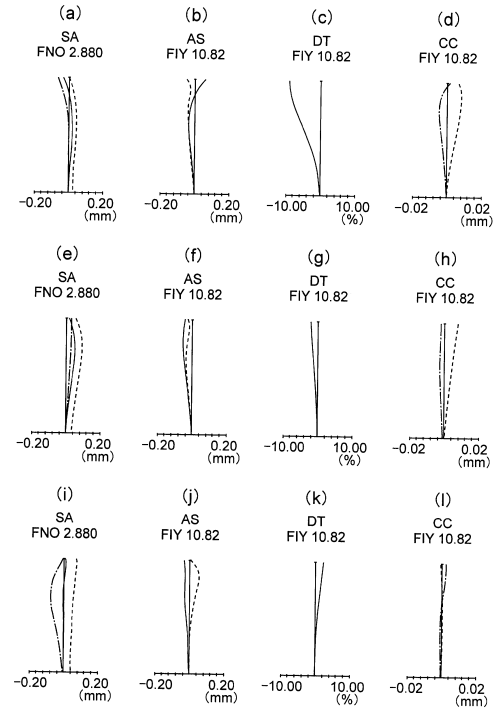
【図 17】

実施例5



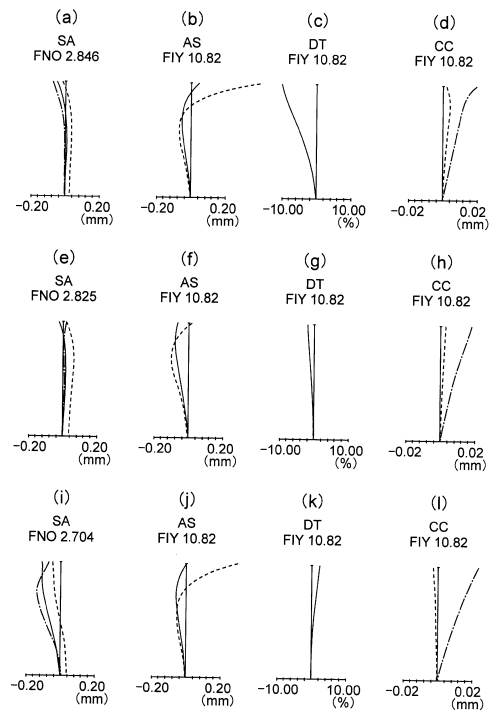
【図 18】

実施例6



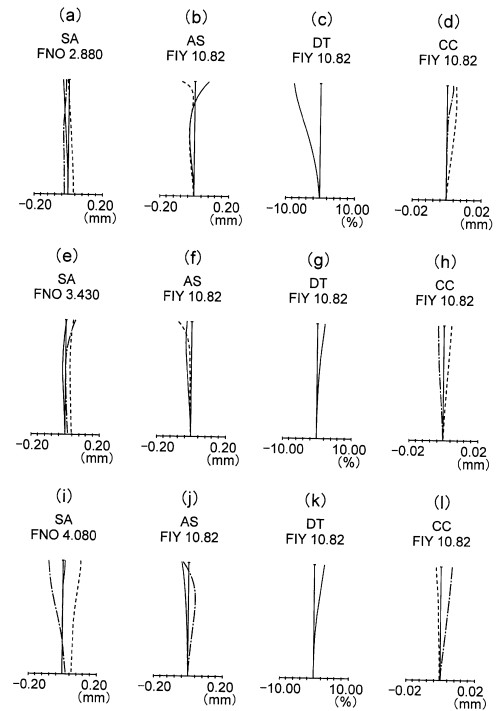
【図 19】

実施例6



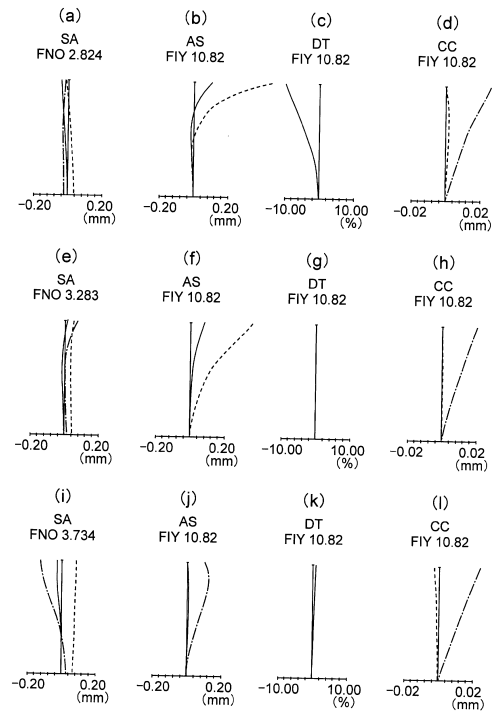
【図 20】

実施例7

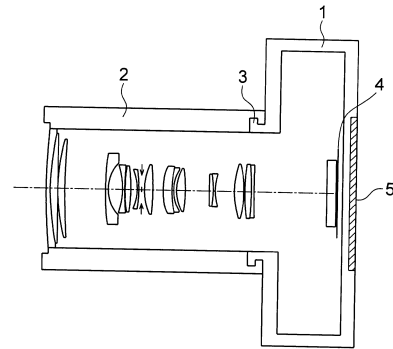


【図 2 1】

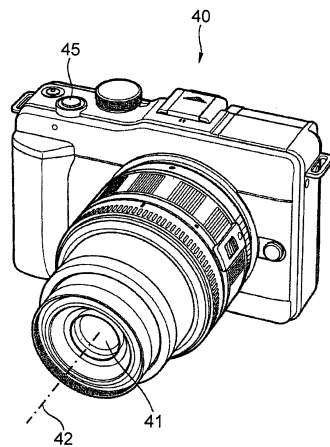
実施例7



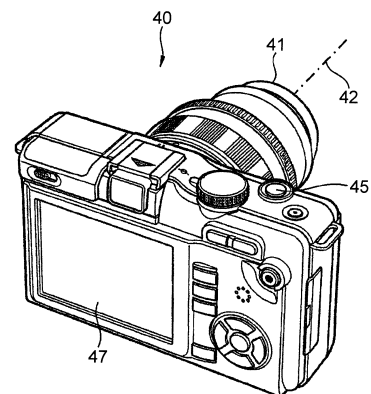
【図 2 2】



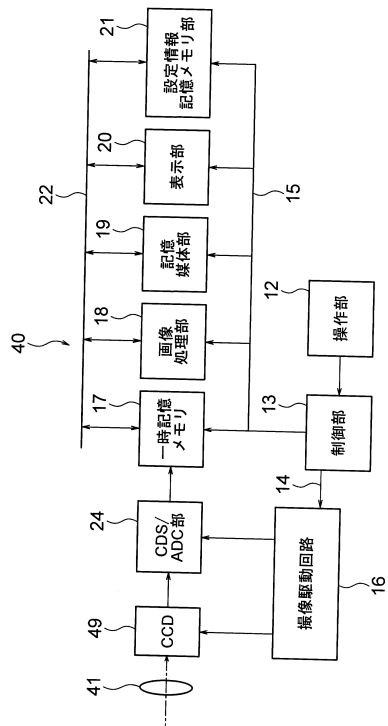
【図 2 3】



【図 2 4】



【図 25】



フロントページの続き

- (72)発明者 栃木 明義
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリnpasイメージング株式会社内
- (72)発明者 横山 恵太郎
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリnpasイメージング株式会社内

審査官 越河 勉

- (56)参考文献 特開昭63-205628(JP,A)
特開2012-198504(JP,A)
特開2011-186417(JP,A)
特開2012-212106(JP,A)
特開2012-083601(JP,A)
国際公開第2012/101958(WO,A1)
米国特許出願公開第2012/0229693(US,A1)
米国特許出願公開第2011/0019033(US,A1)
米国特許出願公開第2012/0242887(US,A1)
米国特許出願公開第2013/0002934(US,A1)
米国特許出願公開第2012/0092777(US,A1)
米国特許第04896950(US,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 15/20
G02B 13/18