

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第3914058号  
(P3914058)

(45) 発行日 平成19年5月16日(2007.5.16)

(24) 登録日 平成19年2月9日(2007.2.9)

(51) Int.Cl.

GO2B 15/20 (2006.01)

GO2B 13/18 (2006.01)

F I

GO2B 15/20

GO2B 13/18

請求項の数 40 (全 56 頁)

(21) 出願番号	特願2002-24282 (P2002-24282)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成14年1月31日 (2002.1.31)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2003-222799 (P2003-222799A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(43) 公開日	平成15年8月8日 (2003.8.8)	(74) 代理人	100065824
審査請求日	平成16年11月29日 (2004.11.29)		弁理士 篠原 泰司
		(74) 代理人	100104983
			弁理士 藤中 雅之
		(72) 発明者	城田 英二
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
			リンパス光学工業株式会社内
		(72) 発明者	櫻木 康孝
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
			リンパス光学工業株式会社内
		審査官	瀬川 勝久
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3群ズーム光学系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する3群ズーム光学系において、

前記第2レンズ群が、物体側より順に、負レンズ(L2<sub>1</sub>)と、正レンズ(L2<sub>2</sub>)と、正レンズ(L2<sub>3</sub>)とで構成され、

前記第3レンズ群が、物体側より順に、少なくとも1面の非球面を有するレンズ(L3<sub>1</sub>)と、負レンズ(L3<sub>2</sub>)とで構成され、

次の条件式を満足することを特徴とする3群ズーム光学系。

$$1.2 < fw/h < 1.6$$
$$-0.2 < f3/f31 < 0.2$$

但し、fwは最広角端での焦点距離、hは最大像高、f3は第3レンズ群の焦点距離、f31は第3レンズ群における少なくとも1面の非球面を有するレンズL3<sub>1</sub>の焦点距離である。

【請求項2】

物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に

、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔が増大し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する 3 群ズーム光学系において、

前記第 3 レンズ群が、物体側より順に、少なくとも 1 面の非球面を有するレンズ (  $L_{31}$  ) と、負レンズ (  $L_{32}$  ) とで構成され、

次の条件式を満足することを特徴とする 3 群ズーム光学系。

$$\begin{aligned} 0.5 < |f_3| / h < 0.8 \\ -0.2 < f_3 / f_{31} < 0.2 \\ 0.3 < f_w / f_1 < 0.6 \end{aligned}$$

但し、 $f_3$  は第 3 レンズ群の焦点距離、 $h$  は最大像高、 $f_{31}$  は第 3 レンズ群における少なくとも 1 面の非球面を有するレンズの焦点距離、 $f_w$  は最広角端での焦点距離、 $f_1$  は第 1 レンズ群の焦点距離である。

#### 【請求項 3】

物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔が増大し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する 3 群ズーム光学系において、

前記第 2 レンズ群が、少なくとも 1 枚の負レンズと、少なくとも 2 枚の正レンズを有し、

前記第 3 レンズ群が、物体側より順に、少なくとも 1 面の非球面を有するレンズ (  $L_{31}$  ) と、負レンズ (  $L_{32}$  ) とで構成され、

次の条件式を満足することを特徴とする 3 群ズーム光学系。

$$\begin{aligned} 0.5 < |f_3| / h < 0.8 \\ -0.2 < f_3 / f_{31} < 0.2 \\ 1.2 < f_w / h < 1.6 \end{aligned}$$

但し、 $f_3$  は第 3 レンズ群の焦点距離、 $h$  は最大像高、 $f_{31}$  は第 3 レンズ群における少なくとも 1 面の非球面を有するレンズ  $L_{31}$  の焦点距離、 $f_w$  は最広角端での焦点距離である。

#### 【請求項 4】

前記第 3 レンズ群における少なくとも 1 面の非球面を有するレンズ (  $L_{31}$  ) が、プラスチックレンズで構成されていることを特徴とする請求項 3 に記載の 3 群ズーム光学系。

#### 【請求項 5】

前記第 2 レンズ群が、物体側より順に、負レンズ (  $L_{21}$  ) と、正レンズ (  $L_{22}$  ) と、正レンズ (  $L_{23}$  ) とで構成されていることを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の 3 群ズーム光学系。

#### 【請求項 6】

次の条件式を満足することを特徴とする請求項 3、4 及び 5 のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

$$0.3 < f_w / f_1 < 0.6$$

但し、 $f_w$  は最広角端での焦点距離、 $f_1$  は第 1 レンズ群の焦点距離である。

#### 【請求項 7】

物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔が増大し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する 3 群ズーム光学系において、

前記第 2 レンズ群が、少なくとも 1 枚の負レンズと、少なくとも 2 枚の正レンズを有し、

10

20

30

40

50

前記第3レンズ群が、物体側より順に、少なくとも1面の非球面を有するレンズ(L<sub>3<sub>1</sub></sub>)と、負レンズ(L<sub>3<sub>2</sub></sub>)とで構成され、

次の条件式を満足することを特徴とする3群ズーム光学系。

$$\begin{aligned} 0.5 &< |f_3|/h < 0.8 \\ -0.2 &< f_3/f_{31} < 0.2 \\ 0.3 &< f_w/f_1 < 0.6 \end{aligned}$$

但し、f<sub>3</sub>は第3レンズ群の焦点距離、hは最大像高、f<sub>31</sub>は第3レンズ群における少なくとも1面の非球面を有するレンズL<sub>3<sub>1</sub></sub>の焦点距離、f<sub>w</sub>は最広角端での焦点距離、f<sub>1</sub>は第1レンズ群の焦点距離である。

【請求項8】

前記第2レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負レンズ(L<sub>2<sub>1</sub></sub>)が、前記第2レンズ群の最も物体側に配置され、次の条件式を満足することを特徴とする請求項3乃至7のいずれかに記載の3群ズーム光学系。

$$0.4 < |r_{211}|/f_2 < 0.8$$

但し、r<sub>211</sub>は負レンズ(L<sub>2<sub>1</sub></sub>)の物体側面の曲率半径、f<sub>2</sub>は第2レンズ群の焦点距離である。

【請求項9】

次の条件式を満足することを特徴とする請求項3乃至8のいずれかに記載の3群ズーム光学系。

$$0.3 < D_{G2}/f_2 < 0.6$$

但し、D<sub>G2</sub>は第2レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、f<sub>2</sub>は第2レンズ群の焦点距離である。

【請求項10】

前記第1レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ(L<sub>1<sub>1</sub></sub>)が、前記第1レンズ群の最も物体側に配置されていることを特徴とする請求項3乃至9のいずれかに記載の3群ズーム光学系。

【請求項11】

物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する3群ズーム光学系において、

前記第2レンズ群が、少なくとも1枚の負レンズと、少なくとも2枚の正レンズを有し、

前記第3レンズ群が、物体側より順に、少なくとも1面の非球面を有するレンズ(L<sub>3<sub>1</sub></sub>)と、負レンズ(L<sub>3<sub>2</sub></sub>)とで構成され、

前記第1レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ(L<sub>1<sub>1</sub></sub>)が、前記第1レンズ群の最も物体側に配置され、

次の条件式を満足することを特徴とする3群ズーム光学系。

$$\begin{aligned} 0.5 &< |f_3|/h < 0.8 \\ -0.2 &< f_3/f_{31} < 0.2 \end{aligned}$$

但し、f<sub>3</sub>は第3レンズ群の焦点距離、hは最大像高、f<sub>31</sub>は第3レンズ群における少なくとも1面の非球面を有するレンズL<sub>3<sub>1</sub></sub>の焦点距離である。

【請求項12】

物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する3群ズーム光学系において、

前記第3レンズ群が、物体側より順に、少なくとも1面の非球面を有するプラスティッ

10

20

30

40

50

クレنز (L 3<sub>1</sub>) と、負レンズ (L 3<sub>2</sub>) とで構成され、

次の条件式を満足することを特徴とする 3 群ズーム光学系。

$$0.5 < |f_3| / h < 0.8$$

$$1.2 < f_w / h < 1.6$$

但し、f<sub>3</sub> は第 3 レンズ群の焦点距離、h は最大像高、f<sub>w</sub> は最広角端での焦点距離である。

【請求項 1 3】

前記第 2 レンズ群が、物体側より順に、負レンズ (L 2<sub>1</sub>) と、正レンズ (L 2<sub>2</sub>) と、正レンズ (L 2<sub>3</sub>) とで構成されていることを特徴とする請求項 1 2 に記載の 3 群ズーム光学系。

10

【請求項 1 4】

次の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 2 又は 1 3 に記載の 3 群ズーム光学系。

$$0.3 < f_w / f_1 < 0.6$$

但し、f<sub>w</sub> は最広角端での焦点距離、f<sub>1</sub> は第 1 レンズ群の焦点距離である。

【請求項 1 5】

物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔が増大し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する 3 群ズーム光学系において、

20

前記第 3 レンズ群が、物体側より順に、少なくとも 1 面の非球面を有するプラスチックレンズ (L 3<sub>1</sub>) と、負レンズ (L 3<sub>2</sub>) とで構成され、

次の条件式を満足することを特徴とする 3 群ズーム光学系。

$$0.5 < |f_3| / h < 0.8$$

$$0.3 < f_w / f_1 < 0.6$$

但し、f<sub>3</sub> は第 3 レンズ群の焦点距離、h は最大像高、f<sub>w</sub> は最広角端での焦点距離、f<sub>1</sub> は第 1 レンズ群の焦点距離である。

【請求項 1 6】

前記第 2 レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負レンズ (L 2<sub>1</sub>) が、前記第 2 レンズ群の最も物体側に配置され、次の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 2 乃至 1 5 のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

30

$$0.4 < |r_{211}| / f_2 < 0.8$$

但し、r<sub>211</sub> は負レンズ (L 2<sub>1</sub>) の物体側面の曲率半径、f<sub>2</sub> は第 2 レンズ群の焦点距離である。

【請求項 1 7】

次の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 2 乃至 1 6 のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

$$0.3 < D_{G2} / f_2 < 0.6$$

但し、D<sub>G2</sub> は第 2 レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、f<sub>2</sub> は第 2 レンズ群の焦点距離である。

40

【請求項 1 8】

前記第 1 レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ (L 1<sub>1</sub>) が、前記第 1 レンズ群の最も物体側に配置されていることを特徴とする請求項 1 2 乃至 1 7 のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

【請求項 1 9】

物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔が増大し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する 3 群ズーム光学系に

50

において、

前記第3レンズ群が、物体側より順に、少なくとも1面の非球面を有するプラスチックレンズ(L3<sub>1</sub>)と、負レンズ(L3<sub>2</sub>)とで構成され、

前記第1レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ(L1<sub>1</sub>)が、前記第1レンズ群の最も物体側に配置され、

次の条件式を満足することを特徴とする3群ズーム光学系。

$$0.5 < |f_3|/h < 0.8$$

但し、f<sub>3</sub>は第3レンズ群の焦点距離、hは最大像高である。

【請求項20】

前記第3レンズ群における少なくとも1面の非球面を有するレンズ(L3<sub>1</sub>)が、プラスチックレンズで構成されていることを特徴とする請求項1に記載の3群ズーム光学系。

10

【請求項21】

次の条件式を満足することを特徴とする請求項1又は20に記載の3群ズーム光学系。

$$0.5 < |f_3|/h < 0.8$$

但し、f<sub>3</sub>は第3レンズ群の焦点距離、hは最大像高である。

【請求項22】

次の条件式を満足することを特徴とする請求項1、20及び21のいずれかに記載の3群ズーム光学系。

$$0.3 < f_w/f_1 < 0.6$$

但し、f<sub>w</sub>は最広角端での焦点距離、f<sub>1</sub>は第1レンズ群の焦点距離である。

20

【請求項23】

前記第2レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負レンズ(L2<sub>1</sub>)が、前記第2レンズ群の最も物体側に配置され、次の条件式を満足することを特徴とする請求項1及び20乃至22のいずれかに記載の3群ズーム光学系。

$$0.4 < |r_{211}|/f_2 < 0.8$$

但し、r<sub>211</sub>は負レンズ(L2<sub>1</sub>)の物体側面の曲率半径、f<sub>2</sub>は第2レンズ群の焦点距離である。

【請求項24】

次の条件式を満足することを特徴とする請求項1及び20乃至23のいずれかに記載の3群ズーム光学系。

$$0.3 < D_{G2}/f_2 < 0.6$$

但し、D<sub>G2</sub>は第2レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、f<sub>2</sub>は第2レンズ群の焦点距離である。

30

【請求項25】

前記第1レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ(L1<sub>1</sub>)が、前記第1レンズ群の最も物体側に配置されていることを特徴とする請求項1及び20乃至24のいずれかに記載の3群ズーム光学系。

【請求項26】

次の条件式を満足することを特徴とする請求項2に記載の3群ズーム光学系。

$$1.2 < f_w/h < 1.6$$

但し、f<sub>w</sub>は最広角端での焦点距離、hは最大像高である。

40

【請求項27】

前記第3レンズ群における少なくとも1面の非球面を有するレンズ(L3<sub>1</sub>)が、プラスチックレンズで構成されていることを特徴とする請求項2又は26に記載の3群ズーム光学系。

【請求項28】

前記第2レンズ群が、物体側より順に、負レンズ(L2<sub>1</sub>)と、正レンズ(L2<sub>2</sub>)と、正レンズ(L2<sub>3</sub>)とで構成されていることを特徴とする請求項2、26及び27のいずれかに記載の3群ズーム光学系。

50

## 【請求項 2 9】

前記第 2 レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負レンズ ( $L_{21}$ ) が、前記第 2 レンズ群の最も物体側に配置され、次の条件式を満足することを特徴とする請求項 2 及び 2 6 乃至 2 8 のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

$$0.4 < |r_{211}| / f_2 < 0.8$$

但し、 $r_{211}$  は負レンズ ( $L_{21}$ ) の物体側面の曲率半径、 $f_2$  は第 2 レンズ群の焦点距離である。

## 【請求項 3 0】

次の条件式を満足することを特徴とする請求項 2 及び 2 6 乃至 2 9 のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

$$0.3 < D_{G2} / f_2 < 0.6$$

但し、 $D_{G2}$  は第 2 レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、 $f_2$  は第 2 レンズ群の焦点距離である。

## 【請求項 3 1】

前記第 1 レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ ( $L_{11}$ ) が、前記第 1 レンズ群の最も物体側に配置されていることを特徴とする請求項 2 及び 2 6 乃至 3 0 のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

## 【請求項 3 2】

物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔が増大し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する 3 群ズーム光学系において、

前記第 3 レンズ群を、物体側より順に、少なくとも 1 面の非球面を有するレンズ ( $L_{31}$ ) と、負レンズ ( $L_{32}$ ) とで構成し、

次の条件式を満足することを特徴とする 3 群ズーム光学系。

$$\begin{aligned} 0.5 &< |f_3| / h < 0.8 \\ -0.2 &< f_3 / f_{31} < 0.2 \\ 0.3 &< D_{G2} / f_2 < 0.6 \\ 1.2 &< fw / h < 1.6 \end{aligned}$$

但し、 $f_3$  は第 3 レンズ群の焦点距離、 $h$  は最大像高、 $f_{31}$  は第 3 レンズ群における少なくとも 1 面の非球面を有するレンズの焦点距離、 $D_{G2}$  は第 2 レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、 $f_2$  は第 2 レンズ群の焦点距離、 $fw$  は最広角端での焦点距離である。

## 【請求項 3 3】

前記第 3 レンズ群における少なくとも 1 面の非球面を有するレンズ ( $L_{31}$ ) が、プラスチックレンズで構成されていることを特徴とする請求項 3 2 に記載の 3 群ズーム光学系。

## 【請求項 3 4】

前記第 2 レンズ群が、物体側より順に、負レンズ ( $L_{21}$ ) と、正レンズ ( $L_{22}$ ) と、正レンズ ( $L_{23}$ ) とで構成されていることを特徴とする請求項 3 2 又は 3 3 のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

## 【請求項 3 5】

次の条件式を満足することを特徴とする請求項 3 2 , 3 3 及び 3 4 のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

$$0.3 < fw / f_1 < 0.6$$

但し、 $fw$  は最広角端での焦点距離、 $f_1$  は第 1 レンズ群の焦点距離である。

## 【請求項 3 6】

物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に

10

20

30

40

50

、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔が増大し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する 3 群ズーム光学系において、

前記第 3 レンズ群を、物体側より順に、少なくとも 1 面の非球面を有するレンズ (L<sub>31</sub>) と、負レンズ (L<sub>32</sub>) とで構成し、

次の条件式を満足することを特徴とする 3 群ズーム光学系。

$$\begin{aligned} 0.5 &< |f_3|/h < 0.8 \\ -0.2 &< f_3/f_{31} < 0.2 \\ 0.3 &< D_{G2}/f_2 < 0.6 \\ 0.3 &< f_w/f_1 < 0.6 \end{aligned}$$

10

但し、 $f_3$  は第 3 レンズ群の焦点距離、 $h$  は最大像高、 $f_{31}$  は第 3 レンズ群における少なくとも 1 面の非球面を有するレンズの焦点距離、 $D_{G2}$  は第 2 レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、 $f_2$  は第 2 レンズ群の焦点距離、 $f_w$  は最広角端での焦点距離、 $f_1$  は第 1 レンズ群の焦点距離である。

#### 【請求項 37】

前記第 2 レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負レンズ (L<sub>21</sub>) が、前記第 2 レンズ群の最も物体側に配置され、次の条件式を満足することを特徴とする請求項 32 乃至 36 のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

$$0.4 < |r_{211}|/f_2 < 0.8$$

但し、 $r_{211}$  は負レンズ (L<sub>21</sub>) の物体側面の曲率半径、 $f_2$  は第 2 レンズ群の焦点距離である。

20

#### 【請求項 38】

前記第 1 レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ (L<sub>11</sub>) が、前記第 1 レンズ群の最も物体側に配置されていることを特徴とする請求項 32 乃至 37 のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

#### 【請求項 39】

物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔が増大し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する 3 群ズーム光学系において、

30

前記第 3 レンズ群を、物体側より順に、少なくとも 1 面の非球面を有するレンズ (L<sub>31</sub>) と、負レンズ (L<sub>32</sub>) とで構成し、

前記第 1 レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ (L<sub>11</sub>) が、前記第 1 レンズ群の最も物体側に配置され、

次の条件式を満足することを特徴とする 3 群ズーム光学系。

$$\begin{aligned} 0.5 &< |f_3|/h < 0.8 \\ -0.2 &< f_3/f_{31} < 0.2 \\ 0.3 &< D_{G2}/f_2 < 0.6 \end{aligned}$$

但し、 $f_3$  は第 3 レンズ群の焦点距離、 $h$  は最大像高、 $f_{31}$  は第 3 レンズ群における少なくとも 1 面の非球面を有するレンズの焦点距離、 $D_{G2}$  は第 2 レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、 $f_2$  は第 2 レンズ群の焦点距離である。

40

#### 【請求項 40】

請求項 1 乃至 39 のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系を有することを特徴とするカメラ。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、写真用カメラ、特にレンズシャッターカメラに用いられる 3 群ズーム光学系に関する。

50

## 【 0 0 0 2 】

## 【従来の技術】

近年、レンズシャッターカメラは、ズームレンズを備えたものが一般的となり、小型で高変倍の撮影レンズを搭載したものが望まれるようになってきている。そして、変倍比が2～3程度のものは、物体側より順に配置された正、負の屈折力を持つ2群ズーム構成のズームレンズが一般的に用いられている。また、変倍比3～4.5程度のものは、物体側より順に配置された正、正、負の屈折力を持つ3群ズーム構成のズームレンズが、一般的に用いられるようになってきている。

## 【 0 0 0 3 】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかし、このような変倍比が3を上回る正、正、負の3群ズームレンズ構成のズームレンズにおいて、ある程度の広角化を達成しようとする、広角端における正の第1レンズ群と正の第2レンズ群との合成屈折力を大きくしなければならない。特に、第2レンズ群における収差の発生を抑えるためには、レンズ枚数を多くせざるえなかった。

また、広角端から望遠端での全ズーム領域で良好な性能を得るためには、各ズームレンズ群における収差発生量を小さくする必要がある。特に、望遠端における第3レンズ群の収差発生量が大きくなるため、第3レンズ群のレンズ枚数は2枚以上必要であった。

このように、上記構成の3群ズームレンズで広角化を達成しようとする、第2、第3レンズ群のレンズ枚数が多くなり、光軸上のレンズ全長が長くなる。この結果、沈胴時のレンズ全長を短縮化することが困難であった。

## 【 0 0 0 4 】

このような問題を解決しようと試みた従来技術としては、特開平11-223771号公報、特開平11-142741号公報、特開平10-307259号公報、特開平7-43612号公報、特開平5-264903号公報及び特開平11-295600号公報に記載のものがあ

る。しかし、特開平11-223771号公報、特開平11-142741号公報及び特開平10-307259号公報に記載のものは、低枚数でコンパクト化は実現しているものの、変倍比が2倍未満と高変倍化されていない。

また、特開平7-43612号公報及び特開平5-264903号公報に記載のものは、変倍比3倍以上を達成しているが、レンズ枚数が多いためコンパクト化されていない。

また、特開平11-295600号公報に記載のものは、非球面を効果的に使用することで低枚数化、高変倍を達成しているが、最も径の大きいガラスの最終玉の両面に非球面を用いており、製造上困難な上、かなりのコストアップにつながり好ましくない。

## 【 0 0 0 5 】

本発明は上記問題点に鑑みなされたものであり、変倍比3以上を達成しながら広角で結像性能が良好な3群ズーム光学系を提供することを目的としている

## 【 0 0 0 8 】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため本第1の発明の3群ズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する3群ズーム光学系において、前記第2レンズ群を、物体側より順に、負レンズと、正レンズと、正レンズとで構成し、前記第3レンズ群を、物体側より順に、少なくとも1面の非球面を有するレンズと、負レンズとで構成し、次の条件式(2)、(3)を満足することを特徴としている。

$$-0.2 < f_3 / f_{31} < 0.2 \quad \dots (2)$$

$$1.2 < f_w / h < 1.6 \quad \dots (3)$$

但し、 $f_3$ は第3レンズ群の焦点距離、 $f_{31}$ は第3レンズ群における少なくとも1面の非球面を有するレンズの焦点距離、 $f_w$ は最広角端での焦点距離、 $h$ は最大像高である。

10

20

30

40

50



## 【0009】

また、本第2の発明の3群ズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する3群ズーム光学系において、前記第3レンズ群を、物体側より順に、少なくとも1面の非球面を有するレンズと、負レンズとで構成し、次の条件式(1)、(2)、(4)を満足することを特徴としている。

$$0.5 < |f_3|/h < 0.8 \quad \dots (1)$$

$$-0.2 < f_3/f_{31} < 0.2 \quad \dots (2)$$

$$0.3 < fw/f_1 < 0.6 \quad \dots (4)$$

10

但し、 $f_3$ は第3レンズ群の焦点距離、 $h$ は最大像高、 $f_{31}$ は第3レンズ群における少なくとも1面の非球面を有するレンズの焦点距離、 $fw$ は最広角端での焦点距離、 $f_1$ は第1レンズ群の焦点距離である。

## 【0010】

また、本第3の発明の3群ズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する3群ズーム光学系において、前記第2レンズ群が、少なくとも1枚の負レンズと、少なくとも2枚の正レンズを有し、前記第3レンズ群が、物体側より順に、少なくとも1面の非球面を有するレンズ( $L_{31}$ )と、負レンズ( $L_{32}$ )とで構成され、次の条件式(1)、(2)、(3)を満足することを特徴とする。

20

$$0.5 < |f_3|/h < 0.8 \quad \dots (1)$$

$$-0.2 < f_3/f_{31} < 0.2 \quad \dots (2)$$

$$1.2 < fw/h < 1.6 \quad \dots (3)$$

但し、 $f_3$ は第3レンズ群の焦点距離、 $h$ は最大像高、 $f_{31}$ は第3レンズ群における少なくとも1面の非球面を有するレンズ $L_{31}$ の焦点距離、 $fw$ は最広角端での焦点距離である。

また、本第4の発明の3群ズーム光学系は、本第3の発明において、前記第3レンズ群における少なくとも1面の非球面を有するレンズ( $L_{31}$ )が、プラスチックレンズで構成されていることを特徴とする。

30

また、本第5の発明の3群ズーム光学系は、本第3又は第4の発明において、前記第2レンズ群が、物体側より順に、負レンズ( $L_{21}$ )と、正レンズ( $L_{22}$ )と、正レンズ( $L_{23}$ )とで構成されていることを特徴とする。

また、本第6の発明の3群ズーム光学系は、本第3、第4及び第5の発明において、次の条件式(4)を満足することを特徴とする。

$$0.3 < fw/f_1 < 0.6 \quad \dots (4)$$

但し、 $fw$ は最広角端での焦点距離、 $f_1$ は第1レンズ群の焦点距離である。

また、本第7の発明の3群ズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する3群ズーム光学系において、前記第2レンズ群が、少なくとも1枚の負レンズと、少なくとも2枚の正レンズを有し、前記第3レンズ群が、物体側より順に、少なくとも1面の非球面を有するレンズ( $L_{31}$ )と、負レンズ( $L_{32}$ )とで構成され、

40

次の条件式(1)、(2)、(4)を満足することを特徴とする3群ズーム光学系。

$$0.5 < |f_3|/h < 0.8 \quad \dots (1)$$

$$-0.2 < f_3/f_{31} < 0.2 \quad \dots (2)$$

50

$$0.3 < f_w / f_1 < 0.6 \quad \dots (4)$$

但し、 $f_3$ は第3レンズ群の焦点距離、 $h$ は最大像高、 $f_{31}$ は第3レンズ群における少なくとも1面の非球面を有するレンズ $L_{31}$ の焦点距離、 $f_w$ 是最広角端での焦点距離、 $f_1$ は第1レンズ群の焦点距離である。

また、本第8の発明の3群ズーム光学系は、本第3乃至第7の発明において、前記第2レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負レンズ( $L_{21}$ )が、前記第2レンズ群の最も物体側に配置され、次の条件式(5)を満足することを特徴とする。

$$0.4 < |r_{211}| / f_2 < 0.8 \quad \dots (5)$$

但し、 $r_{211}$ は負レンズ( $L_{21}$ )の物体側面の曲率半径、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

10

また、本第9の発明の3群ズーム光学系は、本第3乃至第8の発明において、次の条件式(6)を満足することを特徴とする。

$$0.3 < D_{G2} / f_2 < 0.6 \quad \dots (6)$$

但し、 $D_{G2}$ は第2レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

また、本第10の発明の3群ズーム光学系は、本第3乃至第9の発明において、前記第1レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ( $L_{11}$ )が、前記第1レンズ群の最も物体側に配置されていることを特徴とする。

また、本第11の発明の3群ズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する3群ズーム光学系において、前記第2レンズ群が、少なくとも1枚の負レンズと、少なくとも2枚の正レンズを有し、前記第3レンズ群が、物体側より順に、少なくとも1面の非球面を有するレンズ( $L_{31}$ )と、負レンズ( $L_{32}$ )とで構成され、前記第1レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ( $L_{11}$ )が、前記第1レンズ群の最も物体側に配置され、次の条件式(1)、(2)を満足する。

20

$$0.5 < |f_3| / h < 0.8 \quad \dots (1)$$

$$-0.2 < f_3 / f_{31} < 0.2 \quad \dots (2)$$

30

但し、 $f_3$ は第3レンズ群の焦点距離、 $h$ は最大像高、 $f_{31}$ は第3レンズ群における少なくとも1面の非球面を有するレンズ $L_{31}$ の焦点距離である。

また、本第12の発明の3群ズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する3群ズーム光学系において、前記第3レンズ群が、物体側より順に、少なくとも1面の非球面を有するプラスチックレンズ( $L_{31}$ )と、負レンズ( $L_{32}$ )とで構成され、次の条件式(1)、(3)を満足することを特徴とする。

$$0.5 < |f_3| / h < 0.8 \quad \dots (1)$$

$$1.2 < f_w / h < 1.6 \quad \dots (3)$$

40

但し、 $f_3$ は第3レンズ群の焦点距離、 $h$ は最大像高、 $f_w$ 是最広角端での焦点距離である。

また、本第13の発明の3群ズーム光学系は、本第12の発明において、前記第2レンズ群が、物体側より順に、負レンズ( $L_{21}$ )と、正レンズ( $L_{22}$ )と、正レンズ( $L_{23}$ )とで構成されていることを特徴とする。

また、本第14の発明の3群ズーム光学系は、本第12又は第13の発明において、次の条件式(4)を満足することを特徴とする。

$$0.3 < f_w / f_1 < 0.6 \quad \dots (4)$$

但し、 $f_w$ 是最広角端での焦点距離、 $f_1$ は第1レンズ群の焦点距離である。

50

また、本第 15 の発明の 3 群ズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔が増大し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する 3 群ズーム光学系において、前記第 3 レンズ群が、物体側より順に、少なくとも 1 面の非球面を有するプラスチックレンズ (L<sub>31</sub>) と、負レンズ (L<sub>32</sub>) とで構成され、次の条件式 (1)、(4) を満足することを特徴とする 3 群ズーム光学系。

$$\begin{aligned} 0.5 < |f_3|/h < 0.8 & \dots (1) \\ 0.3 < f_w/f_1 < 0.6 & \dots (4) \end{aligned}$$

10

但し、 $f_3$  は第 3 レンズ群の焦点距離、 $h$  は最大像高、 $f_w$  は最広角端での焦点距離、 $f_1$  は第 1 レンズ群の焦点距離である。

また、本第 16 の発明の 3 群ズーム光学系は、本第 12 乃至第 15 の発明において、前記第 2 レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負レンズ (L<sub>21</sub>) が、前記第 2 レンズ群の最も物体側に配置され、次の条件式 (5) を満足することを特徴とする。

$$0.4 < |r_{211}|/f_2 < 0.8 \dots (5)$$

但し、 $r_{211}$  は負レンズ (L<sub>21</sub>) の物体側面の曲率半径、 $f_2$  は第 2 レンズ群の焦点距離である。

また、本第 17 の発明の 3 群ズーム光学系は、本第 12 乃至第 16 の発明において、次の条件式 (6) を満足することを特徴とする。

$$0.3 < D_{G2}/f_2 < 0.6 \dots (6)$$

但し、 $D_{G2}$  は第 2 レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、 $f_2$  は第 2 レンズ群の焦点距離である。

また、本第 18 の発明の 3 群ズーム光学系は、本第 12 乃至第 17 の発明において、前記第 1 レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ (L<sub>11</sub>) が、前記第 1 レンズ群の最も物体側に配置されていることを特徴とする。

また、本第 19 の発明の 3 群ズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔が増大し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する 3 群ズーム光学系において、前記第 3 レンズ群が、物体側より順に、少なくとも 1 面の非球面を有するプラスチックレンズ (L<sub>31</sub>) と、負レンズ (L<sub>32</sub>) とで構成され、前記第 1 レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ (L<sub>11</sub>) が、前記第 1 レンズ群の最も物体側に配置され、次の条件式 (1) を満足することを特徴とする。

30

$$0.5 < |f_3|/h < 0.8 \dots (1)$$

但し、 $f_3$  は第 3 レンズ群の焦点距離、 $h$  は最大像高である。

また、本第 20 の発明の 3 群ズーム光学系は、本第 1 の発明において、前記第 3 レンズ群における少なくとも 1 面の非球面を有するレンズ (L<sub>31</sub>) が、プラスチックレンズで構成されていることを特徴とする。

40

また、本第 21 の発明の 3 群ズーム光学系は、本第 1 又は第 20 の発明において、次の条件式 (1) を満足することを特徴とする。

$$0.5 < |f_3|/h < 0.8 \dots (1)$$

但し、 $f_3$  は第 3 レンズ群の焦点距離、 $h$  は最大像高である。

また、本第 22 の発明の 3 群ズーム光学系は、本第 1、第 20 及び第 21 の発明において、次の条件式 (4) を満足することを特徴とする。

$$0.3 < f_w/f_1 < 0.6 \dots (4)$$

但し、 $f_w$  は最広角端での焦点距離、 $f_1$  は第 1 レンズ群の焦点距離である。

また、本第 23 の発明の 3 群ズーム光学系は、本第 1、第 20 乃至第 22 の発明におい

50

て、前記第2レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負レンズ（ $L_{21}$ ）が、前記第2レンズ群の最も物体側に配置され、次の条件式（5）を満足することを特徴とする。

$$0.4 < |r_{211}| / f_2 < 0.8 \quad \dots (5)$$

但し、 $r_{211}$ は負レンズ（ $L_{21}$ ）の物体側面の曲率半径、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

また、本第24の発明の3群ズーム光学系は、本第1、第20乃至第23の発明において、次の条件式（6）を満足することを特徴とする。

$$0.3 < D_{G2} / f_2 < 0.6 \quad \dots (6)$$

但し、 $D_{G2}$ は第2レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。 10

また、本第25の発明の3群ズーム光学系は、本第1、第20乃至第24の発明において、前記第1レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ（ $L_{11}$ ）が、前記第1レンズ群の最も物体側に配置されていることを特徴とする。

また、本第26の発明の3群ズーム光学系は、本第2の発明において、次の条件式（3）を満足することを特徴とする。

$$1.2 < fw / h < 1.6 \quad \dots (3)$$

但し、 $fw$ は最広角端での焦点距離、 $h$ は最大像高である。

また、本第27の発明の3群ズーム光学系は、本第2又は第26の発明において、前記第3レンズ群における少なくとも1面の非球面を有するレンズ（ $L_{31}$ ）が、プラスチックレンズで構成されていることを特徴とする。 20

また、本第28の発明の3群ズーム光学系は、本第2、第26及び第27の発明において、前記第2レンズ群が、物体側より順に、負レンズ（ $L_{21}$ ）と、正レンズ（ $L_{22}$ ）と、正レンズ（ $L_{23}$ ）とで構成されていることを特徴とする。

また、本第29の発明の3群ズーム光学系は、本第2、第26乃至第28の発明において、前記第2レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負レンズ（ $L_{21}$ ）が、前記第2レンズ群の最も物体側に配置され、次の条件式（5）を満足することを特徴とする。

$$0.4 < |r_{211}| / f_2 < 0.8 \quad \dots (5)$$

但し、 $r_{211}$ は負レンズ（ $L_{21}$ ）の物体側面の曲率半径、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。 30

また、本第30の発明の3群ズーム光学系は、本第2、第26乃至第29の発明において、次の条件式（6）を満足することを特徴とする。

$$0.3 < D_{G2} / f_2 < 0.6 \quad \dots (6)$$

但し、 $D_{G2}$ は第2レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

また、本第31の発明の3群ズーム光学系は、本第2、第26乃至第30の発明において、前記第1レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ（ $L_{11}$ ）が、前記第1レンズ群の最も物体側に配置されていることを特徴とする。

また、本第32の発明の3群ズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する3群ズーム光学系において、前記第3レンズ群を、物体側より順に、少なくとも1面の非球面を有するレンズ（ $L_{31}$ ）と、負レンズ（ $L_{32}$ ）とで構成し、次の条件式（1）、（2）、（3）、（6）を満足することを特徴とする3群ズーム光学系。 40

$$0.5 < |f_3| / h < 0.8 \quad \dots (1)$$

$$-0.2 < f_3 / f_{31} < 0.2 \quad \dots (2)$$

$$1.2 < fw / h < 1.6 \quad \dots (3)$$

$$0.3 < D_{G2} / f_2 < 0.6 \quad \dots (6)$$

但し、 $f_3$ は第3レンズ群の焦点距離、 $h$ は最大像高、 $f_{31}$ は第3レンズ群における少なくとも1面の非球面を有するレンズの焦点距離、 $f_w$ は最広角端での焦点距離、 $D_{G2}$ は第2レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

また、本第33の発明の3群ズーム光学系は、本第32の発明において、前記第3レンズ群における少なくとも1面の非球面を有するレンズ( $L_{31}$ )が、プラスチックレンズで構成されていることを特徴とする。

また、本第34の発明の3群ズーム光学系は、本第32又は第33の発明において、前記第2レンズ群が、物体側より順に、負レンズ( $L_{21}$ )と、正レンズ( $L_{22}$ )と、正レンズ( $L_{23}$ )とで構成されていることを特徴とする。

10

また、本第35の発明の3群ズーム光学系は、本第32、第33及び第34の発明において、次の条件式(4)を満足することを特徴とする。

$$0.3 < f_w / f_1 < 0.6 \quad \dots (4)$$

但し、 $f_w$ は最広角端での焦点距離、 $f_1$ は第1レンズ群の焦点距離である。

また、本第36の発明の3群ズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する3群ズーム光学系において、前記第3レンズ群を、物体側より順に、少なくとも1面の非球面を有するレンズ( $L_{31}$ )と、負レンズ( $L_{32}$ )とで構成し、次の条件式(1)、(2)、(4)、(6)を満足することを特徴とする。

20

$$0.5 < |f_3| / h < 0.8 \quad \dots (1)$$

$$-0.2 < f_3 / f_{31} < 0.2 \quad \dots (2)$$

$$0.3 < f_w / f_1 < 0.6 \quad \dots (4)$$

$$0.3 < D_{G2} / f_2 < 0.6 \quad \dots (6)$$

但し、 $f_3$ は第3レンズ群の焦点距離、 $h$ は最大像高、 $f_{31}$ は第3レンズ群における少なくとも1面の非球面を有するレンズの焦点距離、 $f_w$ は最広角端での焦点距離、 $f_1$ は第1レンズ群の焦点距離、 $D_{G2}$ は第2レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

30

また、本第37の発明の3群ズーム光学系は、本第32乃至第36の発明において、前記第2レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負レンズ( $L_{21}$ )が、前記第2レンズ群の最も物体側に配置され、次の条件式(5)を満足することを特徴とする。

$$0.4 < |r_{211}| / f_2 < 0.8 \quad \dots (5)$$

但し、 $r_{211}$ は負レンズ( $L_{21}$ )の物体側面の曲率半径、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

また、本第38の発明の3群ズーム光学系は、本第32乃至第37の発明において、前記第1レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ( $L_{11}$ )が、前記第1レンズ群の最も物体側に配置されていることを特徴とする。

40

また、本第39の発明の3群ズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とで構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する3群ズーム光学系において、前記第3レンズ群を、物体側より順に、少なくとも1面の非球面を有するレンズ( $L_{31}$ )と、負レンズ( $L_{32}$ )とで構成し、前記第1レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ( $L_{11}$ )が、前記第1レンズ群の最も物体側に配置され、次の条件式(1)、(2)、(6)を満足することを特徴とする。

$$0.5 < |f_3| / h < 0.8 \quad \dots (1)$$

50

$$\frac{-0.2 < f_3 / f_{31} < 0.2}{0.3 < D_{G2} / f_2 < 0.6} \quad \begin{matrix} \cdots (2) \\ \cdots (6) \end{matrix}$$

但し、 $f_3$ は第3レンズ群の焦点距離、 $h$ は最大像高、 $f_{31}$ は第3レンズ群における少なくとも1面の非球面を有するレンズの焦点距離、 $D_{G2}$ は第2レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

更に、本第40の発明のカメラは、本第1乃至第39の発明において3群ズーム光学系を有することを特徴とする。

【0017】

【発明の実施の形態】

実施例の説明に先立ち、本発明の作用効果について説明する。

10

本第1の発明の3群ズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とで構成されている。そして、ズーム方式は、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する方式である。

【0018】

第2レンズ群は、物体側より順に、物体側に凹面を向けた負レンズと、正レンズと、正レンズとで構成するのが好ましい。

広角端の画角が70°以上の場合、広角端では第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が広がる。そのため、バックフォーカスが短くなりがちである。

20

そこで、第2レンズ群において、最も物体側にあるレンズの物体側面を凹面にする。このようにすれば、主点位置が像側に位置するので、バックフォーカスを確保することができる。また、絞りを配置した場合は、絞りの直後に物体側に強い凹面を持ってくるようにする。これにより、望遠端で第2レンズ群内で発生する強い負の球面収差を打ち消す効果が得られる。

また、第2レンズ群において、負レンズの後ろには正レンズを2枚配置する。そして、1枚は主に球面収差の発生量を抑えるように両凸とするのが好ましい。また、もう1枚は軸外光線について発生する収差、特にコマ収差の発生を抑えるために、物体側に凹面を向けた形状にするのが良い。このように、3枚のレンズによって第2レンズ群内での収差を補正するとよい。

30

【0019】

第3レンズ群は、少なくとも1面の非球面を有するレンズと、負レンズとで構成する。

全長の短縮化を達成するには、第3レンズ群のパワーを強くする必要がある。沈胴時の小型化を考えると、第3レンズ群は1枚のレンズで構成するのが好ましい。しかしながら、それでは第3レンズ群内の収差を打ち消すことができず、ズーム時の収差変化が大きくなってしまふ。

そこで、本第1の発明のように、負レンズの前にもう1枚レンズを配置して第3レンズ群を構成する。ただし、この追加したレンズのパワーが強いと、この追加したレンズと負のレンズとの間隔にズレがあった場合、この間隔のズレに対するピント変化の感度が大きくなる。その結果、製造が困難になるので好ましくない。

40

また、ただパワーを弱くして感度を小さくすると、今度は収差補正に対してあまり効果がない。そこで、少なくとも1面を非球面とすることで、パワーが弱くても第3レンズ群内の収差を補正できるようにしている。

【0020】

本第2の発明の3群ズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とで構成されている。そして、ズーム方式は、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する方式である。

【0021】

50

第3レンズ群は、少なくとも1面の非球面を有するレンズと、負レンズとで構成する。

全長の短縮化を達成するには、第3レンズ群のパワーを強くする必要がある。沈胴時の小型化を考えると、第3レンズ群は1枚のレンズで構成するのが好ましい。しかしながら、それでは第3レンズ群内の収差を打ち消すことができず、ズーム時の収差変化が大きくなってしまふ。

そこで、本第2の発明のように、負レンズの前にもう1枚レンズを配置して第3レンズ群を構成する。ただし、この追加したレンズのパワーが強いと、この追加したレンズと負のレンズとの間隔にズレがあった場合、この間隔のズレに対するピント変化の感度が大きくなる。その結果、製造が困難になるので好ましくない。

また、ただパワーを弱くして感度を小さくすると、今度は収差補正に対してあまり効果がない。そこで、少なくとも1面を非球面とすることで、パワーが弱くても第3レンズ群内の収差を補正できるようにしている。

【0022】

そして、本第2の発明の3群ズーム光学系は、次の条件式(1)、(2)、(4)を満足するのが好ましい。

$$0.5 < |f_3| / h < 0.8 \quad \dots (1)$$

$$-0.2 < f_3 / f_{31} < 0.2 \quad \dots (2)$$

$$0.3 < f_w / f_1 < 0.6 \quad \dots (4)$$

但し、 $f_3$ は第3レンズ群の焦点距離、 $h$ は最大像高、 $f_{31}$ は第3レンズ群における少なくとも1面の非球面を有するレンズの焦点距離、 $f_w$ は最広角端での焦点距離、 $f_1$ は第1レンズ群の焦点距離である。

【0026】

本第3、第7、第11の発明の3群ズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とで構成されている。そして、ズーム方式は、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する方式である。

第2レンズ群は、少なくとも1枚の負レンズと、少なくとも2枚の正レンズとで構成する。

全長の短縮化を考えると、第2レンズ群を、負、正の2枚のレンズで構成するのが望ましい。しかし、2枚のレンズで構成すると、各レンズのパワーが強くなってしまい、各レンズで発生する収差量が大きくなるため、第2レンズ群内での残収差が大きくなってしまふ。そうすると、高変倍のズームを行う時に各状態での収差変動が大きくなるので、性能上好ましくない。

そこで、本第3、第7、第11の発明のように、正レンズをもう1枚増やせば、正レンズ1枚にかかっていた負担を分担し、収差を良好に補正することができる。

なお、さらにレンズを増やせばより良好に収差を補正することができるが、沈胴時のレンズ全長が大きくなり好ましくないので、本第3、第7、第11の発明では、第2レンズ群を3枚のレンズで構成している。

第3レンズ群は、少なくとも1面の非球面を有するレンズと、負レンズとで構成する。

全長の短縮化を達成するには、第3レンズ群のパワーを強くする必要がある。沈胴時の小型化を考えると、第3レンズ群は1枚のレンズで構成するのが好ましい。しかしながら、レンズ1枚では第3レンズ群内の収差を打ち消すことができず、ズーム時の収差変化が大きくなってしまふ。

そこで、本第3、第7、第11の発明のように、負レンズの前にもう1枚レンズを配置して第3レンズ群を構成する。ただし、この追加したレンズのパワーが強いと、この追加したレンズと負のレンズとの間隔にズレがあった場合、この間隔のズレに対するピント変化の感度が大きくなる。その結果、製造が困難になるので好ましくない。

また、ただパワーを弱くして感度を小さくすると、今度は収差補正に対してあまり効果がない。そこで、少なくとも1面を非球面とすることで、パワーが弱くても第3レンズ群

10

20

30

40

50

内の収差を補正できるようにしている。

なお、本第3の発明においては、次の条件式(3)も満足するようにしている。

$$1.2 < f_w / h < 1.6 \quad \dots (3)$$

但し、 $f_w$ は最広角端での焦点距離、 $h$ は最大像高である。

また、本第7の発明においては、次の条件式(4)も満足するようにしている。

$$0.3 < f_w / f_1 < 0.6 \quad \dots (4)$$

但し、 $f_w$ は最広角端での焦点距離、 $f_1$ は第1レンズ群の焦点距離である。

また、本第11の発明においては、さらに前記第1レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズを、前記第1レンズ群の最も物体側に配置するようにしている。

10

【0027】

なお、本第3の発明においては、前記第3レンズ群における少なくとも1面の非球面を有するレンズを、プラスチックレンズで構成するのが好ましい。

【0028】

また、本第3の発明においては、前記第2レンズ群を、物体側より順に、負レンズと、正レンズと、正レンズとで構成するのが好ましい。

【0029】

また、本第3の発明においては、次の条件式(4)を満足するのが好ましい。

$$0.3 < f_w / f_1 < 0.6 \quad \dots (4)$$

但し、 $f_w$ は最広角端での焦点距離、 $f_1$ は第1レンズ群の焦点距離である。

20

【0030】

また、本第3、第7の発明においては、物体側に凹面を向けた負レンズを前記第2レンズ群の最も物体側に配置し、次の条件式(5)を満足するのが好ましい。

$$0.4 < |r_{211}| / f_2 < 0.8 \quad \dots (5)$$

但し、 $r_{211}$ は第2レンズ群において最も物体側に配置された負のレンズの物体側面の曲率半径、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

【0031】

また、本第3、第7の発明においては、次の条件式(6)を満足するのが好ましい。

$$0.3 < D_{G2} / f_2 < 0.6 \quad \dots (6)$$

但し、 $D_{G2}$ は第2レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

30

【0032】

また、本第3、第7の発明においては、前記第1レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズを、前記第1レンズ群の最も物体側に配置するのが好ましい。

【0033】

本第12、第15、第19の発明の3群ズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とで構成されている。そして、ズーム方式は、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3

40

レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群を物体側に移動する方式である。  
第3レンズ群は、少なくとも1面の非球面を有するレンズと、負レンズとで構成する。  
全長の短縮化を達成するには、第3レンズ群のパワーを強くする必要がある。沈胴時の小型化を考えると、第3レンズ群は1枚のレンズで構成するのが好ましい。しかしながら、それでは第3レンズ群内の収差を打ち消すことができず、ズーム時の収差変化が大きくなってしまう。

そこで、本第12、第15、第19の発明のように、負レンズの前にもう1枚レンズを配置して第3レンズ群を構成する。ただし、この追加したレンズのパワーが強いと、この追加したレンズと負のレンズとの間隔にズレがあった場合、この間隔のズレに対するピント変化の感度が大きくなる。その結果、製造が困難になるので好ましくない。

50



また、ただパワーを弱くして感度を小さくすると、今度は収差補正に対してあまり効果がない。そこで、少なくとも1面を非球面とすることで、パワーが弱くても第3レンズ群内の収差を補正できるようにしている。

また、第3レンズ群では、レンズを通過する軸外光線の光線高が大きいので、レンズの外径が大きくなる。外径が大きい上に非球面を有するようなガラスレンズはコストが非常に高くなってしまふ。

そこで、本第12、第15、第19の発明のように、少なくとも1面を非球面とするプラスチックを用いて上記レンズを構成すれば、ガラスレンズに比べてコストを安くすることができ、非球面も容易に成形できる。また、比重も小さく製品の軽量化にも繋がる。なお、プラスチックレンズの場合、温度変化や湿度変化によるピント変化が生じやすい。しかしながら、本第12、第15、第19の発明のようにプラスチックレンズのパワーを弱くすれば、温度変化や湿度変化によるピント変化を小さく抑えることができるので好ましい。

10

なお、本第12の発明においては、次の条件式(3)も満足するようにしている。

$$1.2 < f_w / h < 1.6 \quad \dots (3)$$

但し、 $f_w$ は最広角端での焦点距離、 $h$ は最大像高である。

また、本第15の発明においては、次の条件式(4)も満足するようにしている。

$$0.3 < f_w / f_1 < 0.6 \quad \dots (4)$$

但し、 $f_w$ は最広角端での焦点距離、 $f_1$ は第1レンズ群の焦点距離である。

また、本第19の発明においては、さらに前記第1レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズを、前記第1レンズ群の最も物体側に配置するようにしている。

20

#### 【0034】

なお、本第12の発明においては、前記第2レンズ群を、物体側より順に、負レンズと、正レンズと、正レンズとで構成するのが好ましい。

#### 【0035】

また、本第12の発明においては、次の条件式(4)を満足するのが好ましい。

$$0.3 < f_w / f_1 < 0.6 \quad \dots (4)$$

但し、 $f_w$ は最広角端での焦点距離、 $f_1$ は第1レンズ群の焦点距離である。

#### 【0036】

また、本第12、第15の発明においては、物体側に凹面を向けた負レンズを前記第2レンズ群の最も物体側に配置し、次の条件式(5)を満足するのが好ましい。

$$0.4 < |r_{211}| / f_2 < 0.8 \quad \dots (5)$$

但し、 $r_{211}$ は第2レンズ群において最も物体側に配置された負のレンズの物体側面の曲率半径、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

30

#### 【0037】

また、本第12、第15の発明においては、次の条件式(6)を満足するのが好ましい。

$$0.3 < D_{G2} / f_2 < 0.6 \quad \dots (6)$$

但し、 $D_{G2}$ は第2レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

40

#### 【0038】

また、本第12、第15の発明においては、前記第1レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズを、前記第1レンズ群の最も物体側に配置するのが好ましい。

#### 【0039】

なお、本第1の発明においては、前記第3レンズ群における少なくとも1面の非球面を有するレンズを、プラスチックレンズで構成するのが好ましい。

#### 【0040】

また、本第1の発明においては、次の条件式(1)を満足するのが好ましい。

50

$$0.5 < |f_3|/h < 0.8 \quad \dots (6)$$

但し、 $f_3$ は第3レンズ群の焦点距離、 $h$ は最大像高である。

【0041】

また、本第1の発明においては、次の条件式(4)を満足するのが好ましい。

$$0.3 < f_w/f_1 < 0.6 \quad \dots (4)$$

但し、 $f_w$ は最広角端での焦点距離、 $f_1$ は第1レンズ群の焦点距離である。

【0042】

また、本第1の発明においては、物体側に凹面を向けた負レンズを前記第2レンズ群の最も物体側に配置し、次の条件式(5)を満足するのが好ましい。

$$0.4 < |r_{211}|/f_2 < 0.8 \quad \dots (5)$$

10

但し、 $r_{211}$ は第2レンズ群において最も物体側に配置された負のレンズの物体側面の曲率半径、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

【0043】

また、本第1の発明においては、次の条件式(6)を満足するのが好ましい。

$$0.3 < D_{G2}/f_2 < 0.6 \quad \dots (6)$$

但し、 $D_{G2}$ は第2レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

【0044】

また、本第1の発明においては、前記第1レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズを、前記第1レンズ群の最も物体側に配置するのが好ましい。

20

【0045】

なお、本第2の発明においては、次の条件式(3)を満足するのが好ましい。

$$1.2 < f_w/h < 1.6 \quad \dots (3)$$

但し、 $f_w$ は最広角端での焦点距離、 $h$ は最大像高である。

【0046】

また、本第2の発明においては、前記第3レンズ群における少なくとも1面の非球面を有するレンズを、プラスチックレンズで構成するのが好ましい。

【0047】

また、本第2の発明においては、前記第2レンズ群を、物体側より順に、負レンズと、正レンズと、正レンズとで構成するのが好ましい。

30

【0048】

また、本第2の発明においては、物体側に凹面を向けた負レンズを前記第2レンズ群の最も物体側に配置し、次の条件式(5)を満足するのが好ましい。

$$0.4 < |r_{211}|/f_2 < 0.8 \quad \dots (5)$$

但し、 $r_{211}$ は第2レンズ群において最も物体側に配置された負のレンズの物体側面の曲率半径、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

【0049】

また、本第2の発明においては、次の条件式(6)を満足するのが好ましい。

$$0.3 < D_{G2}/f_2 < 0.6 \quad \dots (6)$$

40

但し、 $D_{G2}$ は第2レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、 $f_2$ は第2レンズ群の焦点距離である。

【0050】

また、本第2の発明においては、前記第1レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズを、前記第1レンズ群の最も物体側に配置するのが好ましい。

【0051】

本第32, 第36, 第39の発明の3群ズーム光学系は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とで構成されている。そして、ズーム方式は、広角端から望遠端への変倍の際に

50

、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔が増大し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動する方式である。

第 3 レンズ群は、少なくとも 1 面の非球面を有するレンズと、負レンズとで構成する。

全長の短縮化を達成するには、第 3 レンズ群のパワーを強くする必要がある。沈胴時の小型化を考えると、第 3 レンズ群は 1 枚のレンズで構成するのが好ましい。しかしながら、それでは第 3 レンズ群内の収差を打ち消すことができず、ズーム時の収差変化が大きくなってしまふ。

そこで、本第 3 2 , 第 3 6 , 第 3 9 の発明のように、負レンズの前にもう 1 枚レンズを配置して第 3 レンズ群を構成する。ただし、この追加したレンズのパワーが強いと、この追加したレンズと負のレンズとの間隔にズレがあった場合、この間隔のズレに対するピン

10

ト変化の感度が大きくなる。その結果、製造が困難になるので好ましくない。  
また、ただパワーを弱くして感度を小さくすると、今度は収差補正に対してあまり効果がない。そこで、少なくとも 1 面を非球面とすることで、パワーが弱くても第 3 レンズ群内の収差を補正できるようにしている。

そして、本第 3 2 , 第 3 6 , 第 3 9 の発明の 3 群ズーム光学系は、次の条件式 ( 1 ) , ( 2 ) , ( 6 ) を満足するようにしている。

$$0.5 < |f_3| / h < 0.8 \quad \dots (1)$$

$$-0.2 < f_3 / f_{31} < 0.2 \quad \dots (2)$$

$$0.3 < D_{G2} / f_2 < 0.6 \quad \dots (6)$$

但し、 $f_3$  は第 3 レンズ群の焦点距離、 $h$  は最大像高、 $f_{31}$  は第 3 レンズ群における少なくとも 1 面の非球面を有するレンズの焦点距離、 $D_{G2}$  は第 2 レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、 $f_2$  は第 2 レンズ群の焦点距離である。

20

なお、本第 3 2 の発明においては、次の条件式 ( 3 ) も満足するようにしている。

$$1.2 < fw / h < 1.6 \quad \dots (3)$$

但し、 $fw$  は最広角端での焦点距離、 $h$  は最大像高である。

また、本第 3 6 の発明においては、次の条件式 ( 4 ) も満足するようにしている。

$$0.3 < fw / f_1 < 0.6 \quad \dots (4)$$

但し、 $fw$  は最広角端での焦点距離、 $f_1$  は第 1 レンズ群の焦点距離である。

また、本第 3 9 の発明においては、さらに前記第 1 レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズを、前記第 1 レンズ群の最も物体側に配置する

30

【 0 0 5 2 】

また、本第 3 2 の発明においては、前記第 3 レンズ群における少なくとも 1 面の非球面を有するレンズを、プラスチックレンズで構成するのが好ましい。

【 0 0 5 3 】

また、本第 3 2 の発明においては、前記第 2 レンズ群を、物体側より順に、負レンズと、正レンズと、正レンズとで構成するのが好ましい。

【 0 0 5 4 】

また、本第 3 2 の発明においては、次の条件式 ( 4 ) を満足するのが好ましい。

$$0.3 < fw / f_1 < 0.6 \quad \dots (4)$$

40

但し、 $fw$  は最広角端での焦点距離、 $f_1$  は第 1 レンズ群の焦点距離である。

【 0 0 5 5 】

また、本第 3 2 , 第 3 6 の発明においては、物体側に凹面を向けた負レンズを前記第 2 レンズ群の最も物体側に配置し、次の条件式 ( 5 ) を満足するのが好ましい。

$$0.4 < |r_{211}| / f_2 < 0.8 \quad \dots (5)$$

但し、 $r_{211}$  は第 2 レンズ群において最も物体側に配置された負レンズの物体側面の曲率半径、 $f_2$  は第 2 レンズ群の焦点距離である。

【 0 0 5 6 】

また、本第 3 2 , 第 3 6 の発明においては、前記第 1 レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズを、前記第 1 レンズ群の最も物体側に配置

50

するのが好ましい。

#### 【0057】

次に、上記本発明の各条件式について説明をする。

上記条件式(1)は、第3レンズ群のパワーを規定する条件式である。

条件式(1)の上限を上回ると、第3レンズ群のパワーが弱くなるために第3レンズ群の最終レンズの径が大きくなってしまう。この結果、カメラのコンパクト化が困難になる。

他方、条件式(1)の下限を下回ると、第3レンズ群のパワーが強くなるために、望遠端での全長の小型化または径の小型化につながる。しかし、第3レンズ群のパワーが強くなるのに伴って収差の発生量、特に広角端でのプラスの歪曲収差が大きくなる。この結果、レンズ全体での歪曲収差の補正が困難になってしまうので好ましくない。また、収差を補正するためにレンズを追加すると、沈胴時のレンズ全長が大きくなり、カメラの薄型化に反する。

10

#### 【0058】

なお、条件式(1)の代わりに、以下の条件式(1')を満足すると、よりいっそうの性能向上とコンパクト化をバランスよく実現できるので好ましい。

$$0.6 < |f_3| / h < 0.8 \quad \dots (1')$$

但し、 $f_3$  は第3レンズ群の焦点距離、 $h$  は最大像高である。

#### 【0059】

また、上記条件式(2)は、第3レンズ群の物体側レンズのパワーを規定するものである。

条件式(2)の上限を上回るか下限を下回ると、レンズのパワーが強くなる。そのため、広角端において発生する軸外光線の非点収差が大きくなり、像面の補正が困難になる。また、パワーが強いと、第3レンズ群を2枚で構成した時に、第3レンズ群の物体側レンズと負レンズとの間隔のズレに対するピント変化の感度が大きくなり、製造が困難になって好ましくない。

20

#### 【0060】

また、上記条件式(3)は、広角端での焦点距離を規定するものである。

条件式(3)の上限を上回ると、広角系とはいえない画角範囲になってしまう。

他方、条件式(3)の下限を下回ると、広角化は実現できる。しかしながら、収差補正が困難になると同時に、周辺光量の低下を防ぐためにレンズ径を大きくしなければならず、コンパクト化が困難になる。

30

#### 【0061】

上記条件式(4)は、広角端での焦点距離と第1レンズ群との焦点距離の比を規定するものである。

条件式(4)の上限を上回ると、第1レンズ群のパワーが強くなるので、広角端から望遠端までの移動量は小さくなりカメラのコンパクト化につながる。しかしながら、望遠端での軸上色収差、像面湾曲など諸収差の発生量が増大し、これを補正するにはレンズ枚数の追加が必要となってくる。このため、沈胴時のレンズ全長が大きくなり、カメラの薄型化に反する。

他方、条件式(4)の下限を下回ると、第1レンズ群のパワーが弱くなるので、収差の発生量は減少する。しかしながら、広角端から望遠端までの移動量が大きくなってしまい、カメラのコンパクト化に反する。

40

#### 【0062】

なお、条件式(4)の代わりに、以下の条件式(4')を満足すると、よりいっそうの性能向上とコンパクト化をバランスよく実現できるので好ましい。

$$0.4 < f_w / f_1 < 0.55 \quad \dots (4')$$

但し、 $f_w$  は最広角端での焦点距離、 $f_1$  は第1レンズ群の焦点距離である。

#### 【0063】

上記条件式(5)は、第2レンズ群において、最も物体側に配置された負のレンズの物体側面の曲率半径を規定するものである。

条件式(5)の上限を上回ると、軸外光線が第2レンズ群内を光軸から離れて通るようにな

50

る。その結果、第2レンズ群の径が大きくなってしまい小型化に反する。また主点位置も物体側に近づくようになるので、バックフォーカスが短くなってしまう。

他方、条件式(5)の下限を下回ると、第2レンズ群内の正レンズで発生する球面収差の過剰補正になってしまう。また、軸外光線が光軸と近い位置を通るようになり、絞りから離れた位置でも軸上光線と軸外光線との光線が分離されない。このため、絞りから離れた位置に非球面を配置しても、軸外光線を主に補正することが難しくなってしまう。

#### 【0064】

なお、条件式(5)の代わりに、以下の条件式(5')を満足すると、よりいっそうの性能向上とコンパクト化をバランスよく実現できるので好ましい。

化とのバランスがとれたものとなるので好ましい。

$$0.45 < |r_{211}| / f_2 < 0.7 \quad \dots (5')$$

但し、 $r_{211}$  は第2レンズ群において最も物体側に配置された負のレンズの物体側面の曲率半径、 $f_2$  は第2レンズ群の焦点距離である。

#### 【0065】

上記条件式(6)は、第2レンズ群内での収差補正を良好に行うための条件式である。

条件式(6)の上限を上回ると、第2レンズ群の絞りから離れた面での軸外収差の発生量、特にコマ収差の発生量が大きくなる。この結果、第2レンズ群内での補正が困難になる。他方、条件式(6)の下限を下回ると、第2レンズ群のパワーが強くなることによって第2レンズ群内での残収差量が大きくなる。この結果、変倍に伴う収差の変化量が大きくなってしまう。

#### 【0066】

その他、本発明においては、第1レンズ群を、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズを配置して構成することが望ましい。第1レンズの物体側の面を凹面として、発生する歪曲収差の符号を負とすることで、広角端での歪曲収差が正に大きくならないようにすることができる。

#### 【0067】

#### 【実施例】

以下、本発明の実施例を示す。

#### 第1実施例

図1は本発明による3群ズーム光学系の第1実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。図2～4は第1実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、図2は広角端、図3は中間、図4は望遠端での状態を示している。

#### 【0068】

第1実施例の3群ズーム光学系は、物体側より順に、正の第1レンズ群G1と、絞りSと、正の第2レンズ群G2と、負の第3レンズ群G3とで構成されている。

正の第1レンズ群G1は、物体側より順に、負の第1レンズL1<sub>1</sub>と、正の第2レンズL1<sub>2</sub>とで構成されている。負の第1レンズL1<sub>1</sub>は、物体側に凹面を向けたメニスカスレンズである。第2レンズL1<sub>2</sub>は、両凸レンズである。

正の第2レンズ群G2は、物体側より順に、負の第1レンズL2<sub>1</sub>と、正の第2レンズL2<sub>2</sub>と、物体側に非球面を有する正の第3レンズL2<sub>3</sub>とで構成されている。負の第1レンズL2<sub>1</sub>は、物体側に凹面を向けたメニスカスレンズである。正の第2レンズL2<sub>2</sub>は、両凸レンズである。第3レンズL2<sub>3</sub>は、物体側に凹面を向けたメニスカスレンズである。負の第3レンズ群G3は、物体側より順に、物体側に非球面を有する正の第1レンズL3<sub>1</sub>と、負の第2レンズL3<sub>2</sub>とで構成されている。正の第1レンズL3<sub>1</sub>は、物体側に凹面を向けたメニスカスレンズである。負の第2レンズL3<sub>2</sub>も、物体側に凹面を向けたメニスカスレンズである。

#### 【0069】

また、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少するように、各レンズ群

10

20

30

40

50

が物体側に移動するズーム方式を採用している。

絞りSは、第2レンズ群G2と一体で移動するようになっている。

【0070】

次に、第1実施例の3群ズーム光学系を構成する光学部材のレンズデータを示す。

なお、第1実施例の数値データにおいて、 $r_1$ 、 $r_2$ 、...は各レンズ面の曲率半径、 $d_1$ 、 $d_2$ 、...は各レンズの肉厚または空気間隔、 $n_{d1}$ 、 $n_{d2}$ 、...は各レンズのd線での屈折率、 $\nu_{d1}$ 、 $\nu_{d2}$ 、...は各レンズのアッベ数、FNOはFナンバーを表している。

なお、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。

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

10

なお、これらの記号は後述の各実施例の数値データにおいても共通である。

【0071】

数値データ 1

$r_1 = -26.1046$				
$d_1 = 1.7194$	$n_{d1} = 1.84666$	$\nu_{d1} = 23.78$		
$r_2 = -43.0582$				
$d_2 = 0.1648$				
$r_3 = 30.5591$				
$d_3 = 2.7695$	$n_{d3} = 1.51633$	$\nu_{d3} = 64.14$		10
$r_4 = -45.8224$				
$d_4 = D_4$				
$r_5 = \infty$ (絞り)				
$d_5 = 1.3000$				
$r_6 = -11.6219$				
$d_6 = 2.1058$	$n_{d6} = 1.74100$	$\nu_{d6} = 52.64$		
$r_7 = -820.5624$				20
$d_7 = 0.2000$				
$r_8 = 25.3615$				
$d_8 = 3.2021$	$n_{d8} = 1.51823$	$\nu_{d8} = 58.90$		
$r_9 = -18.2603$				
$d_9 = 0.4674$				
$r_{10} = -503.4798$ (非球面)				
$d_{10} = 2.9128$	$n_{d10} = 1.58313$	$\nu_{d10} = 59.46$		30
$r_{11} = -13.3757$				
$d_{11} = D_{11}$				
$r_{12} = -21.8387$ (非球面)				
$d_{12} = 2.50$	$n_{d12} = 1.52542$	$\nu_{d12} = 55.78$		
$r_{13} = -21.3079$				
$d_{13} = 3.1286$				
$r_{14} = -11.5619$				40
$d_{14} = 1.4496$	$n_{d14} = 1.78590$	$\nu_{d14} = 44.20$		
$r_{15} = -118.5199$				

【 0 0 7 2 】

## 非球面係数

## 第10面

$$K=0$$

$$A_4 = -1.1802 \times 10^{-4} \quad A_6 = -1.3155 \times 10^{-6} \quad A_8 = 4.6122 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -8.3990 \times 10^{-10}$$

## 第12面

$$K=0$$

$$A_4 = 7.4366 \times 10^{-5} \quad A_6 = 7.3536 \times 10^{-7} \quad A_8 = -4.8394 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 3.6179 \times 10^{-11}$$

10

【0073】

## ズームデータ

	広角端	中間	望遠端
焦点距離	28.97	54.9	96.61
FNO.	5.8	8.5	12.0
D4	3.6	9.23	16.71
D11	10.71	5.43	2.15

20

【0074】

## 第2実施例

図5は本発明による3群ズーム光学系の第2実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。図6～8は第2実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、図6は広角端、図7は中間、図8は望遠端での状態を示している。

30

【0075】

第2実施例の3群ズーム光学系は、第1実施例と同様に、物体側より順に、正の第1レンズ群G1と、絞りSと、正の第2レンズ群G2と、負の第3レンズ群G3とで構成されている。

正の第1レンズ群G1は、物体側より順に、負の第1レンズL1<sub>1</sub>と、正の第2レンズL1<sub>2</sub>とで構成されている。

正の第2レンズ群G2は、物体側より順に、負の第1レンズL2<sub>1</sub>と、正の第2レンズL2<sub>2</sub>と、物体側に非球面を有する正の第3レンズL2<sub>3</sub>とで構成されている。

負の第3レンズ群G3は、物体側より順に、物体側に非球面を有する正の第1レンズL3<sub>1</sub>と、負の第2レンズL3<sub>2</sub>とで構成されている。

40

各レンズの形状は、第1実施例と同じである。

【0076】

また、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動するズーム方式を採用している。

絞りSは、第2レンズ群G2と一体で移動するようになっている。

【0077】

次に、第2実施例の3群ズーム光学系を構成する光学部材のレンズデータを示す。



数値データ 2

$r_1 = -29.0482$				
$d_1 = 2.1001$	$n_{d1} = 1.84666$	$\nu_{d1} = 23.78$		
$r_2 = -51.3356$				
$d_2 = 0.3098$				
$r_3 = 26.3085$				
$d_3 = 2.7899$	$n_{d3} = 1.51633$	$\nu_{d3} = 64.14$		10
$r_4 = -59.0919$				
$d_4 = D_4$				
$r_5 = \infty$ (絞り)				
$d_5 = 1.3000$				
$r_6 = -11.4998$				
$d_6 = 2.7278$	$n_{d6} = 1.74320$	$\nu_{d6} = 49.34$		
$r_7 = -151.6003$				20
$d_7 = 0.1041$				
$r_8 = 26.0792$				
$d_8 = 2.8927$	$n_{d8} = 1.51742$	$\nu_{d8} = 52.43$		
$r_9 = -18.7805$				
$d_9 = 0.2668$				
$r_{10} = -248.2211$ (非球面)				
$d_{10} = 2.9286$	$n_{d10} = 1.58313$	$\nu_{d10} = 59.46$		30
$r_{11} = -13.4032$				
$d_{11} = D_{11}$				
$r_{12} = -23.6440$ (非球面)				
$d_{12} = 2.5000$	$n_{d12} = 1.52542$	$\nu_{d12} = 55.78$		
$r_{13} = -22.5766$				
$d_{13} = 2.9367$				
$r_{14} = -11.7428$				40
$d_{14} = 1.6000$	$n_{d14} = 1.79952$	$\nu_{d14} = 42.22$		
$r_{15} = -151.5947$				

【 0 0 7 8 】

## 非球面係数

## 第10面

$$K=0$$

$$A_4 = -1.2744 \times 10^{-4} \quad A_6 = -9.8834 \times 10^{-7} \quad A_8 = 3.6110 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -6.2108 \times 10^{-10}$$

## 第12面

$$K=0$$

$$A_4 = 7.7228 \times 10^{-5} \quad A_6 = 7.3331 \times 10^{-7} \quad A_8 = -7.4042 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 5.1027 \times 10^{-11}$$

10

【0079】

## ズームデータ

	広角端	中間	望遠端
焦点距離	28.96	54.9	100.33
FNO.	4.7	8.1	12.4
D4	4.45	10.22	16.94
D11	10.31	5.11	1.76

20

【0080】

## 第3実施例

図9は本発明による3群ズーム光学系の第3実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。図10～12は第3実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、図10は広角端、図11は中間、図12は望遠端での状態を示している。

30

【0081】

第3実施例の3群ズーム光学系は、第1実施例と同様に、物体側より順に、正の第1レンズ群G1と、絞りSと、正の第2レンズ群G2と、負の第3レンズ群G3とで構成されている。

正の第1レンズ群G1は、物体側より順に、負の第1レンズL1<sub>1</sub>と、正の第2レンズL1<sub>2</sub>とで構成されている。

正の第2レンズ群G2は、物体側より順に、負の第1レンズL2<sub>1</sub>と、正の第2レンズL2<sub>2</sub>と、物体側に非球面を有する正の第3レンズL2<sub>3</sub>とで構成されている。

負の第3レンズ群G3は、物体側より順に、物体側に非球面を有する正の第1レンズL3<sub>1</sub>と、負の第2レンズL3<sub>2</sub>とで構成されている。

40

各レンズの形状は、第1実施例と同じである。

【0082】

また、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動するズーム方式を採用している。

絞りSは、第2レンズ群G2と一体で移動するようになっている。

【0083】

次に、第3実施例の3群ズーム光学系を構成する光学部材のレンズデータを示す。

数値データ 3

$r_1 = -29.7766$				
$d_1 = 1.8897$	$n_{d1} = 1.84666$	$\nu_{d1} = 23.78$		
$r_2 = -52.7655$				
$d_2 = 0.2005$				
$r_3 = 25.5122$				
$d_3 = 2.9281$	$n_{d3} = 1.51633$	$\nu_{d3} = 64.14$		10
$r_4 = -64.0366$				
$d_4 = D_4$				
$r_5 = \infty$ (絞り)				
$d_5 = 1.3000$				
$r_6 = -11.5267$				
$d_6 = 3.0242$	$n_{d6} = 1.74320$	$\nu_{d6} = 49.34$		
$r_7 = -128.8692$				20
$d_7 = 0.1000$				
$r_8 = 25.8951$				
$d_8 = 2.7952$	$n_{d8} = 1.51742$	$\nu_{d8} = 52.43$		
$r_9 = -18.6316$				
$d_9 = 0.2574$				
$r_{10} = -180.2551$ (非球面)				
$d_{10} = 2.7144$	$n_{d10} = 1.58313$	$\nu_{d10} = 59.46$		30
$r_{11} = -13.5694$				
$d_{11} = D_{11}$				
$r_{12} = -23.9971$ (非球面)				
$d_{12} = 2.5000$	$n_{d12} = 1.52542$	$\nu_{d12} = 55.78$		
$r_{13} = -22.2582$				
$d_{13} = 2.7767$				
$r_{14} = -11.9656$				40
$d_{14} = 1.6000$	$n_{d14} = 1.79952$	$\nu_{d14} = 42.22$		
$r_{15} = -195.1772$				

【 0 0 8 4 】

## 非球面係数

## 第10面

$$K=0$$

$$A_4 = -1.2883 \times 10^{-4} \quad A_6 = -8.6350 \times 10^{-7} \quad A_8 = 3.7816 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -8.3820 \times 10^{-10}$$

## 第12面

$$K=0$$

$$A_4 = 7.8640 \times 10^{-5} \quad A_6 = 6.7540 \times 10^{-7} \quad A_8 = -7.2079 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 4.6708 \times 10^{-11}$$

10

【0085】

## ズームデータ

	広角端	中間	望遠端
焦点距離	28.5	54.8	96.6
FNO.	4.7	8.0	12.2
D4	4.55	10.58	16.47
D11	10.44	5.01	1.81

20

【0086】

## 第4実施例

図13は本発明による3群ズーム光学系の第4実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。図14～16は第4実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、図14は広角端、図15は中間、図16は望遠端での状態を示している。

30

【0087】

第4実施例の3群ズーム光学系は、第1実施例と同様に、物体側より順に、正の第1レンズ群G1と、絞りSと、正の第2レンズ群G2と、負の第3レンズ群G3とで構成されている。

正の第1レンズ群G1は、物体側より順に、負の第1レンズL1<sub>1</sub>と、正の第2レンズL1<sub>2</sub>とで構成されている。

正の第2レンズ群G2は、物体側より順に、負の第1レンズL2<sub>1</sub>と、正の第2レンズL2<sub>2</sub>と、物体側に非球面を有する正の第3レンズL2<sub>3</sub>とで構成されている。

負の第3レンズ群G3は、物体側より順に、物体側に非球面を有する正の第1レンズL3<sub>1</sub>と、負の第2レンズL3<sub>2</sub>とで構成されている。

40

各レンズの形状は、第1実施例と同じである。

【0088】

また、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動するズーム方式を採用している。

絞りSは、第2レンズ群G2と一体で移動するようになっている。

【0089】

次に、第4実施例の3群ズーム光学系を構成する光学部材のレンズデータを示す。

数値データ 4

$r_1 = -29.7754$				
$d_1 = 1.8898$	$n_{d1} = 1.84666$	$\nu_{d1} = 23.78$		
$r_2 = -52.7649$				
$d_2 = 0.2006$				
$r_3 = 25.5121$				
$d_3 = 2.9282$	$n_{d3} = 1.51633$	$\nu_{d3} = 64.14$		10
$r_4 = -64.0326$				
$d_4 = D_4$				
$r_5 = \infty$ (絞り)				
$d_5 = 1.3000$				
$r_6 = -11.5273$				
$d_6 = 3.0241$	$n_{d6} = 1.74320$	$\nu_{d6} = 49.34$		
$r_7 = -128.7316$				20
$d_7 = 0.1000$				
$r_8 = 25.8886$				
$d_8 = 2.7963$	$n_{d8} = 1.51742$	$\nu_{d8} = 52.43$		
$r_9 = -18.6305$				
$d_9 = 0.2631$				
$r_{10} = -180.6129$ (非球面)				
$d_{10} = 2.712$	$n_{d10} = 1.58313$	$\nu_{d10} = 59.46$		30
$r_{11} = -13.5683$				
$d_{11} = D_{11}$				
$r_{12} = -23.9631$ (非球面)				
$d_{12} = 2.5000$	$n_{d12} = 1.52542$	$\nu_{d12} = 55.78$		
$r_{13} = -22.2286$				
$d_{13} = 2.7767$				
$r_{14} = -11.9621$				40
$d_{14} = 1.6000$	$n_{d14} = 1.79952$	$\nu_{d14} = 42.22$		
$r_{15} = -196.5289$				

【 0 0 9 0 】

## 非球面係数

## 第10面

$$K=0$$

$$A_4 = -1.3080 \times 10^{-4} \quad A_6 = -3.3800 \times 10^{-7} \quad A_8 = -5.9570 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 2.6706 \times 10^{-10}$$

## 第12面

$$K=0$$

$$A_4 = 7.9894 \times 10^{-5} \quad A_6 = 6.1048 \times 10^{-7} \quad A_8 = -6.2957 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 4.2811 \times 10^{-11}$$

10

【0091】

## ズームデータ

	広角端	中間	望遠端
焦点距離	28.97	54.8	96.6
FNO.	4.7	8.0	12.4
D4	4.75	10.58	16.47
D11	10.27	5.01	1.82

20

【0092】

## 第5実施例

図17は本発明による3群ズーム光学系の第5実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。図18~20は第5実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、図18は広角端、図19は中間、図20は望遠端での状態を示している。

30

【0093】

第5実施例の3群ズーム光学系は、物体側より順に、正の第1レンズ群G1と、絞りSと、正の第2レンズ群G2'と、負の第3レンズ群G3'とで構成されている。

正の第1レンズ群G1は、物体側より順に、負の第1レンズL1<sub>1</sub>と、正の第2レンズL1<sub>2</sub>とで構成されている。

正の第2レンズ群G2'は、物体側より順に、物体側に非球面を有する負の第1レンズL2<sub>1</sub>'と、正の第2レンズL2<sub>2</sub>と、正の第3レンズL2<sub>3</sub>'とで構成され、負の第1レンズL2<sub>1</sub>'と正の第2レンズL2<sub>2</sub>とが接合されている。

負の第3レンズ群G3'は、物体側より順に、物体側に非球面を有する負の第1レンズL3<sub>1</sub>'と、負の第2レンズL3<sub>2</sub>とで構成されている。

40

第1レンズ群と第3レンズ群における各レンズの形状は、第1実施例と同じである。また、第2レンズ群において、負の第1レンズL2<sub>1</sub>'と正の第2レンズL2<sub>2</sub>は、物体側に凹面を向けたメニスカスレンズである。正の第3レンズL2<sub>3</sub>'は、両凸レンズである。

【0094】

また、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2'との間隔が増大し、第2レンズ群G2'と第3レンズ群G3'との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動するズーム方式を採用している。

絞りSは、第2レンズ群G2'と一体で移動するようになっている。

【0095】

次に、第5実施例の3群ズーム光学系を構成する光学部材のレンズデータを示す。

50

数値データ 5

$r_1 = -39.0000$				
$d_1 = 1.1800$	$n_{d1} = 1.80518$	$\nu_{d1} = 25.42$		
$r_2 = -103.1705$				
$d_2 = 0.1500$				
$r_3 = 22.2787$				
$d_3 = 2.7126$	$n_{d3} = 1.51823$	$\nu_{d3} = 58.90$		10
$r_4 = -108.8075$				
$d_4 = D\ 4$				
$r_5 = \infty$ (絞り)				
$d_5 = 1.2000$				
$r_6 = -13.0300$ (非球面)				
$d_6 = 1.8000$	$n_{d6} = 1.80610$	$\nu_{d6} = 40.92$		
$r_7 = -325.7145$				20
$d_7 = 4.2500$	$n_{d7} = 1.56732$	$\nu_{d7} = 42.84$		
$r_8 = -13.1713$				
$d_8 = 0.2165$				
$r_9 = 52.6735$				
$d_9 = 2.9578$	$n_{d9} = 1.48749$	$\nu_{d9} = 70.23$		
$r_{10} = -13.2575$				
$d_{10} = D\ 1\ 0$				30
$r_{11} = -26.7500$ (非球面)				
$d_{11} = 2.2000$	$n_{d11} = 1.52542$	$\nu_{d11} = 55.78$		
$r_{12} = -29.5301$				
$d_{12} = 3.5002$				
$r_{13} = -11.3172$				
$d_{13} = 1.5500$	$n_{d13} = 1.80400$	$\nu_{d13} = 46.57$		
$r_{14} = -92.1889$				40

【 0 0 9 6 】

## 非球面係数

## 第6面

$$K=0$$

$$A_4 = -1.5082 \times 10^{-4} \quad A_6 = -1.9799 \times 10^{-6} \quad A_8 = 8.0553 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -7.0926 \times 10^{-9}$$

## 第11面

$$K=-1.0728$$

$$A_4 = 7.4870 \times 10^{-5} \quad A_6 = 3.7173 \times 10^{-7} \quad A_8 = -3.8027 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 4.3625 \times 10^{-11}$$

10

【0097】

## ズームデータ

	広角端	中間	望遠端
焦点距離	28.97	52.87	96.5
FNO.	5.8	8.0	12.0
D4	4.2	10.65	15.04
D10	9.81	5.25	2.30

20

【0098】

## 第6実施例

図21は本発明による3群ズーム光学系の第6実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。図22～24は第6実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、図22は広角端、図23は中間、図24は望遠端での状態を示している。

30

【0099】

第6実施例の3群ズーム光学系は、第5実施例と同様に、物体側より順に、正の第1レンズ群G1と、絞りSと、正の第2レンズ群G2'と、負の第3レンズ群G3'とで構成されている。

正の第1レンズ群G1は、物体側より順に、負の第1レンズL1<sub>1</sub>と、正の第2レンズL1<sub>2</sub>とで構成されている。

正の第2レンズ群G2'は、物体側より順に、物体側に非球面を有する負の第1レンズL2<sub>1</sub>'と、正の第2レンズL2<sub>2</sub>と、正の第3レンズL2<sub>3</sub>'とで構成され、負の第1レンズL2<sub>1</sub>'と正の第2レンズL2<sub>2</sub>とが接合されている。

負の第3レンズ群G3'は、物体側より順に物体側に非球面を有する負の第1レンズL3<sub>1</sub>'と、負の第2レンズL3<sub>2</sub>とで構成されている。

40

各レンズの形状は、第5実施例と同じである。

【0100】

また、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2'との間隔が増大し、第2レンズ群G2'と第3レンズ群G3'との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動するズーム方式を採用している。

絞りSは、第2レンズ群G2'と一体で移動するようになっている。

【0101】

次に、第6実施例の3群ズーム光学系を構成する光学部材のレンズデータを示す。



数値データ 6

$r_1 = -38.8000$				
$d_1 = 1.1800$	$n_{d1} = 1.85415$	$\nu_{d1} = 23.78$		
$r_2 = -107.3772$				
$d_2 = 0.1500$				
$r_3 = 21.4077$				
$d_3 = 2.6873$	$n_{d3} = 1.51952$	$\nu_{d3} = 52.43$		10
$r_4 = -106.9403$				
$d_4 = D\ 4$				
$r_5 = \infty$ (絞り)				
$d_5 = 1.2000$				
$r_6 = -13.0400$ (非球面)				
$d_6 = 1.8000$	$n_{d6} = 1.81028$	$\nu_{d6} = 40.92$		
$r_7 = -324.8862$				20
$d_7 = 4.2929$	$n_{d7} = 1.55069$	$\nu_{d7} = 45.79$		
$r_8 = -12.5111$				
$d_8 = 0.2200$				
$r_9 = 54.5595$				
$d_9 = 3.0000$	$n_{d9} = 1.48898$	$\nu_{d9} = 70.23$		
$r_{10} = -13.1439$				
$d_{10} = D\ 1\ 0$				30
$r_{11} = -26.1000$ (非球面)				
$d_{11} = 2.5000$	$n_{d11} = 1.52745$	$\nu_{d11} = 55.78$		
$r_{12} = -34.8496$				
$d_{12} = 3.4945$				
$r_{13} = -11.6221$				
$d_{13} = 1.5500$	$n_{d13} = 1.77582$	$\nu_{d13} = 49.60$		
$r_{14} = -120.4014$				40

【 0 1 0 2 】

## 非球面係数

## 第6面

$$K=0$$

$$A_4 = -1.6232 \times 10^{-4} \quad A_6 = -2.3650 \times 10^{-6} \quad A_8 = 7.9432 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -7.0944 \times 10^{-9}$$

## 第11面

$$K=-0.9862$$

$$A_4 = 7.4130 \times 10^{-5} \quad A_6 = 3.3125 \times 10^{-7} \quad A_8 = -3.6218 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 3.6949 \times 10^{-11}$$

10

【0103】

## ズームデータ

	広角端	中間	望遠端
焦点距離	28.86	52.81	96.87
FNO.	5.8	8.0	12.0
D4	4.19	10.55	14.63
D10	9.53	5.19	2.39

20

【0104】

## 第7実施例

図25は本発明による3群ズーム光学系の第7実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。図26～28は第7実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、図26は広角端、図27は中間、図28は望遠端での状態を示している。

30

【0105】

第7実施例の3群ズームレンズは、物体側より順に、正の第1レンズ群G1と、絞りSと、正の第2レンズ群G2と、負の第3レンズ群G3"とで構成されている。

正の第1レンズ群G1は、物体側より順に、負の第1レンズL1<sub>1</sub>と、正の第2レンズL1<sub>2</sub>とで構成されている。

正の第2レンズ群G2は、物体側より順に、負の第1レンズL2<sub>1</sub>と、正の第2レンズL2<sub>2</sub>と、物体側に非球面を有する正の第3レンズL2<sub>3</sub>とで構成されている。

負の第3レンズ群G3"は、物体側より順に、両面に非球面を有する正の第1レンズL3<sub>1</sub>"と、負の第2レンズL3<sub>2</sub>とで構成されている。

各レンズの形状は、第1実施例と同じである。

40

【0106】

また、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3"との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動するズーム方式を採用している。

絞りSは、第2レンズ群G2と一体で移動するようになっている。

【0107】

次に、第7実施例の3群ズーム光学系を構成する光学部材のレンズデータを示す。

数値データ 7

$r_1 = -26.2811$				
$d_1 = 1.6867$	$n_{d1} = 1.84666$	$\nu_{d1} = 23.78$		
$r_2 = -43.9546$				
$d_2 = 0.2322$				
$r_3 = 29.6705$				
$d_3 = 2.8165$	$n_{d3} = 1.51633$	$\nu_{d3} = 64.14$		10
$r_4 = -46.5840$				
$d_4 = D_4$				
$r_5 = \infty$ (絞り)				
$d_5 = 1.3000$				
$r_6 = -11.4783$				
$d_6 = 2.6597$	$n_{d6} = 1.74100$	$\nu_{d6} = 52.64$		
$r_7 = -197.8995$				20
$d_7 = 0.1948$				
$r_8 = 26.4936$				
$d_8 = 2.9680$	$n_{d8} = 1.51823$	$\nu_{d8} = 58.90$		
$r_9 = -18.6119$				
$d_9 = 0.2648$				
$r_{10} = -563.9304$ (非球面)				
$d_{10} = 2.6895$	$n_{d10} = 1.58313$	$\nu_{d10} = 59.46$		30
$r_{11} = -13.6507$				
$d_{11} = D_{11}$				
$r_{12} = -23.7375$ (非球面)				
$d_{12} = 2.5000$	$n_{d12} = 1.52542$	$\nu_{d12} = 55.78$		
$r_{13} = -22.5767$ (非球面)				
$d_{13} = 3.0176$				
$r_{14} = -11.5482$				40
$d_{14} = 1.6000$	$n_{d14} = 1.78590$	$\nu_{d14} = 44.20$		
$r_{15} = -140.2510$				

【 0 1 0 8 】

## 非球面係数

## 第10面

$$K=0$$

$$A_4 = -1.2112 \times 10^{-4} \quad A_6 = -1.0389 \times 10^{-6} \quad A_8 = 5.3158 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -9.8418 \times 10^{-10}$$

## 第12面

$$K=0$$

$$A_4 = 9.6543 \times 10^{-5} \quad A_6 = 2.0172 \times 10^{-7} \quad A_8 = -1.1396 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 2.1057 \times 10^{-11}$$

## 第13面

$$K=0$$

$$A_4 = 1.4209 \times 10^{-5} \quad A_6 = -1.2014 \times 10^{-7} \quad A_8 = 3.8122 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = -7.5176 \times 10^{-12}$$

【0109】

## ズームデータ

	広角端	中間	望遠端
焦点距離	29.04	55.08	96.6
FNO.	5.8	8.3	10.8
D4	4.51	9.89	16.48
D11	10.44	5.22	2.06

【0110】

## 第8実施例

図29は本発明による3群ズーム光学系の第8実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。図30～32は第8実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、図30は広角端、図31は中間、図32は望遠端での状態を示している。

【0111】

第8実施例の3群ズーム光学系は、物体側より順に、正の第1レンズ群G1と、絞りSと、正の第2レンズ群G2'と、負の第3レンズ群G3とで構成されている。

正の第1レンズ群G1は、物体側より順に、負の第1レンズL1<sub>1</sub>と、正の第2レンズL1<sub>2</sub>とで構成されている。

正の第2レンズ群G2'は、物体側より順に、負の第1レンズL2<sub>1</sub>と、正の第2レンズL2<sub>2</sub>と、両面に非球面を有する正の第3レンズL2<sub>3</sub>'とで構成されている。

負の第3レンズ群G3は、物体側より順に、物体側に非球面を有する正の第1レンズL3<sub>1</sub>と、負の第2レンズL3<sub>2</sub>とで構成されている。

各レンズの形状は、第1実施例と同じである。

【0112】

また、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2'との間隔が増大し、第2レンズ群G2'と第3レンズ群G3との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動するズーム方式を採用している。

絞りSは、第2レンズ群G2'と一体で移動するようになっている。

## 【 0 1 1 3 】

次に、第 8 実施例の 3 群ズーム光学系を構成する光学部材のレンズデータを示す。

$r_1 = -29.7768$				
$d_1 = 1.8899$	$n_{d1} = 1.84666$	$\nu_{d1} = 23.78$		
$r_2 = -52.7651$				
$d_2 = 0.2019$				
$r_3 = 25.5153$				
$d_3 = 2.9286$	$n_{d3} = 1.51633$	$\nu_{d3} = 64.14$		10
$r_4 = -64.0420$				
$d_4 = D_4$				
$r_5 = \infty$ (絞り)				
$d_5 = 1.3000$				
$r_6 = -11.5278$				
$d_6 = 3.0241$	$n_{d6} = 1.74320$	$\nu_{d6} = 49.34$		20
$r_7 = -128.7452$				
$d_7 = 0.1000$				
$r_8 = 25.8930$				
$d_8 = 2.7924$	$n_{d8} = 1.51742$	$\nu_{d8} = 52.43$		
$r_9 = -18.6314$				
$d_9 = 0.2560$				
$r_{10} = -180.6186$ (非球面)				30
$d_{10} = 2.7139$	$n_{d10} = 1.58313$	$\nu_{d10} = 59.46$		
$r_{11} = -13.5685$ (非球面)				
$d_{11} = D_{11}$				
$r_{12} = -23.9637$ (非球面)				
$d_{12} = 2.5000$	$n_{d12} = 1.52542$	$\nu_{d12} = 55.78$		
$r_{13} = -22.2265$				
$d_{13} = 2.7767$				40
$r_{14} = -11.9631$				
$d_{14} = 1.6000$	$n_{d14} = 1.79952$	$\nu_{d14} = 42.22$		
$r_{15} = -196.1132$				

## 【 0 1 1 4 】

## 非球面係数

## 第10面

$$K=0$$

$$A_4 = -1.0799 \times 10^{-4} \quad A_6 = -1.6005 \times 10^{-6} \quad A_8 = 3.4452 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -3.9380 \times 10^{-10}$$

## 第11面

$$K=0$$

$$A_4 = 2.2203 \times 10^{-5} \quad A_6 = -5.8143 \times 10^{-7} \quad A_8 = 1.6619 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 7.1387 \times 10^{-11}$$

## 第12面

$$K=0$$

$$A_4 = 8.8451 \times 10^{-5} \quad A_6 = -3.9424 \times 10^{-7} \quad A_8 = -3.8883 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 3.1943 \times 10^{-11}$$

【0115】

## ズームデータ

	広角端	中間	望遠端
焦点距離	28.97	54.8	96.6
FNO.	4.7	8.0	10.8
D4	4.74	10.58	16.47
D11	10.27	5.01	1.82

【0116】

## 第9実施例

図33は本発明による3群ズーム光学系の第9実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。図34～36は第9実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、図34は広角端、図35は中間、図36は望遠端での状態を示している。

【0117】

第9実施例の3群ズームレンズは、第7実施例と同様に、物体側より順に、正の第1レンズ群G1と、絞りSと、正の第2レンズ群G2と、負の第3レンズ群G3"とで構成されている。

正の第1レンズ群G1は、物体側より順に、負の第1レンズL1<sub>1</sub>と、正の第2レンズL1<sub>2</sub>とで構成されている。

正の第2レンズ群G2は、物体側より順に、負の第1レンズL2<sub>1</sub>と、正の第2レンズL2<sub>2</sub>と、物体側に非球面を有する正の第3レンズL2<sub>3</sub>とで構成されている。

負の第3レンズ群G3"は、物体側より順に、両面に非球面を有する正の第1レンズL3<sub>1</sub>"と、負の第2レンズL3<sub>2</sub>とで構成されている。

各レンズの形状は、第1実施例と同じである。

【0118】

また、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3"との間隔が減少するように、各レンズ群が物体側に移動するズーム方式を採用している。

絞り S は、第 2 レンズ群 G 2 と一体で移動するようになっている。

【 0 1 1 9 】

次に、第 9 実施例の 3 群ズーム光学系を構成する光学部材のレンズデータを示す。

### 数値データ 9

$r_1 = -34.4901$				
$d_1 = 1.6905$	$n_{d1} = 1.84666$	$\nu_{d1} = 23.78$		
$r_2 = -62.8039$				
$d_2 = 0.7166$				10
$r_3 = 22.3757$				
$d_3 = 2.8629$	$n_{d3} = 1.51633$	$\nu_{d3} = 64.14$		
$r_4 = -129.3448$				
$d_4 = D_4$				
$r_5 = \infty$ (絞り)				
$d_5 = 1.3000$				
$r_6 = -11.6081$				20
$d_6 = 3.6275$	$n_{d6} = 1.74100$	$\nu_{d6} = 52.64$		
$r_7 = -27.7487$				
$d_7 = 0.1000$				
$r_8 = 36.7975$				
$d_8 = 2.9192$	$n_{d8} = 1.51633$	$\nu_{d8} = 64.14$		
$r_9 = -21.8415$				
$d_9 = 0.3602$				30
$r_{10} = -55.1703$ (非球面)				
$d_{10} = 1.9131$	$n_{d10} = 1.58313$	$\nu_{d10} = 59.46$		
$r_{11} = -14.9310$				
$d_{11} = D_{11}$				
$r_{12} = -25.8923$ (非球面)				
$d_{12} = 2.6158$	$n_{d12} = 1.57530$	$\nu_{d12} = 33.47$		
$r_{13} = -22.5722$ (非球面)				40
$d_{13} = 2.8194$				
$r_{14} = -11.8128$				
$d_{14} = 1.4379$	$n_{d14} = 1.79952$	$\nu_{d14} = 42.22$		
$r_{15} = -158.1700$				

【 0 1 2 0 】

## 非球面係数

## 第10面

$$K=0$$

$$A_4 = -1.0208 \times 10^{-4} \quad A_6 = 1.1125 \times 10^{-6} \quad A_8 = -4.9781 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 8.1420 \times 10^{-10}$$

## 第12面

$$K=0$$

$$A_4 = 6.8458 \times 10^{-5} \quad A_6 = -9.4152 \times 10^{-7} \quad A_8 = 1.4932 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -2.8325 \times 10^{-11}$$

## 第13面

$$K=0$$

$$A_4 = -1.5250 \times 10^{-5} \quad A_6 = -9.5320 \times 10^{-7} \quad A_8 = 8.6745 \times 10^{-9}$$

【0121】

ズームデータ

	広角端	中間	望遠端
焦点距離	28.97	54.8	96.6
FNO.	5.8	8.0	12.0
D4	4.23	10.14	17.02
D11	10.09	4.56	1.13

【0122】

次に、各実施例における条件式の値を表1に示す。

【表1】

	$ f3 /h$	$f3/f31$	$fw/h$	$fw/f1$	$ r211 /f2$	$D_{G2}/f2$
実施例1	0.75	-0.025	1.341	0.48	0.5	0.38
実施例2	0.74	-0.03	1.34	0.49	0.51	0.39
実施例3	0.75	-0.041	1.32	0.49	0.51	0.39
実施例4	0.75	-0.041	1.34	0.49	0.51	0.39
実施例5	0.71	0.02	1.34	0.45	0.62	0.44
実施例6	0.68	0.067	1.33	0.44	0.64	0.46
実施例7	0.74	-0.032	1.34	0.49	0.5	0.38
実施例8	0.75	-0.041	1.34	0.49	0.51	0.39
実施例9	0.77	-0.07	1.34	0.49	0.5	0.38

【0123】

以上説明した本発明の3群ズーム光学系は、コンパクトカメラ撮影用対物レンズaとして用いられる。図37は本発明の3群ズーム光学系を備えたコンパクトカメラの斜視図で、図38は断面図である。図38中、G1は正の屈折力を有する第1レンズ群、G2は正の屈折力を有する第2レンズ群、G3は負の屈折力を有する第3レンズ群を示している。そして、第1レンズ群G1～第3レンズ群G3でもって、上記実施例で説明したような本

10

20

30

40

50



発明の３群ズーム光学系が構成されている。また、 $L_b$ は撮影用光路、 $L_e$ はファインダー用光路を示しており、撮影用光路 $L_b$ とファインダー用光路 $L_e$ は平行に並んでいる。被写体の像は、ファインダー用対物レンズ、像正立プリズム、絞り、及び接眼レンズからなるファインダーにより観察される。また、撮影用対物レンズ $a$ により、フィルム上に結像される。

ここで、フィルム直前には、図３９に示すような撮影範囲を規定する矩形の開口を持つ視野絞りが配置されている。そして、この視野絞りの対角長が $2h$ である。

【０１２４】

また、フィルムの代わりに、ＣＣＤ等の電子撮像素子を用いた電子カメラの撮影用対物レンズとして、本発明の３群ズーム光学系を用いることができる。その場合、電子撮像素子へ入射する軸上、及び軸外の主光線がほぼ垂直となるように、電子撮像素子の撮像面の直前に正レンズを配置してもよい。この場合は、電子撮像素子の最大有効撮像範囲の対角長が $2h$ である。

10

【０１２５】

以上説明したように、本発明の３群ズーム光学系は、特許請求の範囲に記載された発明の他に、次に示すような特徴も備えている。

【０１２６】

(１) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項１に記載の３群ズーム光学系。

$$1.2 < fw/h < 1.6$$

但し、 $fw$ は最広角端での焦点距離、 $h$ は最大像高である。

20

【０１２７】

(２) 前記第３レンズ群における少なくとも１面の非球面を有するレンズ( $L_{31}$ )が、プラスチックレンズで構成されていることを特徴とする請求項１又は上記(１)に記載の３群ズーム光学系。

【０１２８】

(３) 前記第２レンズ群が、物体側より順に、負レンズ( $L_{21}$ )と、正レンズ( $L_{22}$ )と、正レンズ( $L_{23}$ )とで構成されていることを特徴とする請求項１、上記(１)、(２)のいずれかに記載の３群ズーム光学系。

【０１２９】

(４) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項１、上記(１)～(３)のいずれかに記載の３群ズーム光学系。

30

$$0.3 < fw/f1 < 0.6$$

但し、 $fw$ は最広角端での焦点距離、 $f1$ は第１レンズ群の焦点距離である。

【０１３０】

(５) 前記第２レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負レンズ( $L_{21}$ )が、前記第２レンズ群の最も物体側に配置され、次の条件式を満足することを特徴とする請求項１、上記(１)～(４)のいずれかに記載の３群ズーム光学系。

$$0.4 < |r_{211}|/f2 < 0.8$$

但し、 $r_{211}$ は負レンズ( $L_{21}$ )の物体側面の曲率半径、 $f2$ は第２レンズ群の焦点距離である。

40

【０１３１】

(６) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項１、上記(１)～(５)のいずれかに記載の３群ズーム光学系。

$$0.3 < D_{G2}/f2 < 0.6$$

但し、 $D_{G2}$ は第２レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、 $f2$ は第２レンズ群の焦点距離である。

【０１３２】

(７) 前記第１レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ( $L_{11}$ )が、前記第１レンズ群の最も物体側に配置されていることを特徴とする請求項１、上記(１)～(６)のいずれかに記載の３群ズーム光学系。

50

## 【 0 1 3 3 】

( 8 ) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項 2 に記載の 3 群ズーム光学系。

$$1.2 < fw/h < 1.6$$

但し、 $fw$  は最広角端での焦点距離、 $h$  は最大像高である。

## 【 0 1 3 4 】

( 9 ) 前記第 2 レンズ群が、物体側より順に、負レンズ ( $L_{21}$ ) と、正レンズ ( $L_{22}$ ) と、正レンズ ( $L_{23}$ ) とで構成されていることを特徴とする請求項 2 又は上記 ( 8 ) に記載の 3 群ズーム光学系。

## 【 0 1 3 5 】

( 10 ) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項 2、上記 ( 8 )、( 9 ) のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。 10

$$0.3 < fw/f1 < 0.6$$

但し、 $fw$  は最広角端での焦点距離、 $f1$  は第 1 レンズ群の焦点距離である。

## 【 0 1 3 6 】

( 11 ) 前記第 2 レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負レンズ ( $L_{21}$ ) が、前記第 2 レンズ群の最も物体側に配置され、次の条件式を満足することを特徴とする請求項 2、上記 ( 8 ) ~ ( 10 ) のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

$$0.4 < |r_{211}|/f2 < 0.8$$

但し、 $r_{211}$  は負レンズ ( $L_{21}$ ) の物体側面の曲率半径、 $f2$  は第 2 レンズ群の焦点距離である。 20

## 【 0 1 3 7 】

( 12 ) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項 2、上記 ( 8 ) ~ ( 11 ) のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

$$0.3 < D_{G2}/f2 < 0.6$$

但し、 $D_{G2}$  は第 2 レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、 $f2$  は第 2 レンズ群の焦点距離である。

## 【 0 1 3 8 】

( 13 ) 前記第 1 レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ ( $L_{11}$ ) が、前記第 1 レンズ群の最も物体側に配置されていることを特徴とする請求項 2、上記 ( 8 ) ~ ( 12 ) のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。 30

## 【 0 1 3 9 】

( 14 ) 前記第 3 レンズ群における少なくとも 1 面の非球面を有するレンズ ( $L_{31}$ ) が、プラスチックレンズで構成されていることを特徴とする請求項 3 に記載の 3 群ズーム光学系。

## 【 0 1 4 0 】

( 15 ) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項 3 又は上記 ( 14 ) に記載の 3 群ズーム光学系。

$$0.5 < |f3|/h < 0.8$$

但し、 $f3$  は第 3 レンズ群の焦点距離、 $h$  は最大像高である。

## 【 0 1 4 1 】

( 16 ) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項 3、上記 ( 14 )、( 15 ) のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。 40

$$0.3 < fw/f1 < 0.6$$

但し、 $fw$  は最広角端での焦点距離、 $f1$  は第 1 レンズ群の焦点距離である。

## 【 0 1 4 2 】

( 17 ) 前記第 2 レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負レンズ ( $L_{21}$ ) が、前記第 2 レンズ群の最も物体側に配置され、次の条件式を満足することを特徴とする請求項 3、上記 ( 14 ) ~ ( 16 ) のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

$$0.4 < |r_{211}|/f2 < 0.8$$

但し、 $r_{211}$  は負レンズ ( $L_{21}$ ) の物体側面の曲率半径、 $f2$  は第 2 レンズ群の焦点距 50

離である。

【 0 1 4 3 】

( 1 8 ) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項 3、上記 ( 1 4 ) ~ ( 1 7 ) のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

$$0.3 < D_{G2} / f_2 < 0.6$$

但し、 $D_{G2}$  は第 2 レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、 $f_2$  は第 2 レンズ群の焦点距離である。

【 0 1 4 4 】

( 1 9 ) 前記第 1 レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ (  $L_{11}$  ) が、前記第 1 レンズ群の最も物体側に配置されていることを特徴とする請求項 3、上記 ( 1 4 ) ~ ( 1 8 ) のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

10

【 0 1 4 5 】

( 2 0 ) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項 4 に記載の 3 群ズーム光学系。

$$1.2 < fw / h < 1.6$$

但し、 $fw$  は最広角端での焦点距離、 $h$  は最大像高である。

【 0 1 4 6 】

( 2 1 ) 前記第 3 レンズ群における少なくとも 1 面の非球面を有するレンズ (  $L_{31}$  ) が、プラスチックレンズで構成されていることを特徴とする請求項 4 又は ( 2 0 ) に記載の 3 群ズーム光学系。

【 0 1 4 7 】

20

( 2 2 ) 前記第 2 レンズ群が、物体側より順に、負レンズ (  $L_{21}$  ) と、正レンズ (  $L_{22}$  ) と、正レンズ (  $L_{23}$  ) とで構成されていることを特徴とする請求項 4、上記 ( 2 0 )、( 2 1 ) のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

【 0 1 4 8 】

( 2 3 ) 前記第 2 レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負レンズ (  $L_{21}$  ) が、前記第 2 レンズ群の最も物体側に配置され、次の条件式を満足することを特徴とする請求項 4、上記 ( 2 0 ) ~ ( 2 2 ) のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

$$0.4 < |r_{211}| / f_2 < 0.8$$

但し、 $r_{211}$  は負レンズ (  $L_{21}$  ) の物体側面の曲率半径、 $f_2$  は第 2 レンズ群の焦点距離である。

30

【 0 1 4 9 】

( 2 4 ) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項 4、上記 ( 2 0 ) ~ ( 2 3 ) のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

$$0.3 < D_{G2} / f_2 < 0.6$$

但し、 $D_{G2}$  は第 2 レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離、 $f_2$  は第 2 レンズ群の焦点距離である。

【 0 1 5 0 】

( 2 5 ) 前記第 1 レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ (  $L_{11}$  ) が、前記第 1 レンズ群の最も物体側に配置されていることを特徴とする請求項 4、上記 ( 2 0 ) ~ ( 2 4 ) のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

40

【 0 1 5 1 】

( 2 6 ) 次の条件式を満足することを特徴とする請求項 5 に記載の 3 群ズーム光学系。

$$1.2 < fw / h < 1.6$$

但し、 $fw$  は最広角端での焦点距離、 $h$  は最大像高である。

【 0 1 5 2 】

( 2 7 ) 前記第 3 レンズ群における少なくとも 1 面の非球面を有するレンズ (  $L_{31}$  ) が、プラスチックレンズで構成されていることを特徴とする請求項 5 又は ( 2 6 ) に記載の 3 群ズーム光学系。

【 0 1 5 3 】

( 2 8 ) 前記第 2 レンズ群が、物体側より順に、負レンズ (  $L_{21}$  ) と、正レンズ (  $L_{22}$  )

50

）と、正レンズ（ $L_{23}$ ）とで構成されていることを特徴とする請求項 5、上記（26）、（27）のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

【0154】

（29）次の条件式を満足することを特徴とする請求項 5、上記（26）～（28）のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

$$0.3 < f_w / f_1 < 0.6$$

但し、 $f_w$  は最広角端での焦点距離、 $f_1$  は第 1 レンズ群の焦点距離である。

【0155】

（30）前記第 2 レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負レンズ（ $L_{21}$ ）が、前記第 2 レンズ群の最も物体側に配置され、次の条件式を満足することを特徴とする請求項 5、上記（26）～（29）のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

$$0.4 < |r_{211}| / f_2 < 0.8$$

但し、 $r_{211}$  は負レンズ（ $L_{21}$ ）の物体側面の曲率半径、 $f_2$  は第 2 レンズ群の焦点距離である。

【0156】

（31）前記第 1 レンズ群を構成するレンズのうち、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ（ $L_{11}$ ）が、前記第 1 レンズ群の最も物体側に配置されていることを特徴とする請求項 5、上記（26）～（30）のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系。

【0157】

（32）請求項 1～5、上記（1）～（31）のいずれかに記載の 3 群ズーム光学系を有することを特徴とするカメラ。

【0158】

【発明の効果】

以上のように本発明の 3 群ズーム光学系によれば、変倍比 3 以上を達成しながら画角 70° 以上の結像性能が良好な 3 群ズーム光学系を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による 3 群ズーム光学系の第 1 実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。

【図 2】第 1 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、広角端での状態を示している。

【図 3】第 1 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、中間での状態を示している。

【図 4】第 1 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、望遠端での状態を示している。

【図 5】本発明による 3 群ズーム光学系の第 2 実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。

【図 6】第 2 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、広角端での状態を示している。

【図 7】第 2 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、中間での状態を示している。

【図 8】第 2 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、望遠端での状態を示している。

【図 9】本発明による 3 群ズーム光学系の第 3 実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。

【図 10】第 3 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、広角端での状態を示している。

【図 11】第 3 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、中間での状態を示している。

【図 12】第 3 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、望遠端での状態を示している。

10

20

30

40

50

【図 1 3】本発明による 3 群ズーム光学系の第 4 実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。

【図 1 4】第 4 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、広角端での状態を示している。

【図 1 5】第 4 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、中間での状態を示している。

【図 1 6】第 4 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、望遠端での状態を示している。

【図 1 7】本発明による 3 群ズーム光学系の第 5 実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。

10

【図 1 8】第 5 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、広角端での状態を示している。

【図 1 9】第 5 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、中間での状態を示している。

【図 2 0】第 5 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、望遠端での状態を示している。

【図 2 1】本発明による 3 群ズーム光学系の第 6 実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。

【図 2 2】第 6 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、広角端での状態を示している。

20

【図 2 3】第 6 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、中間での状態を示している。

【図 2 4】第 6 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、望遠端での状態を示している。

【図 2 5】本発明による 3 群ズーム光学系の第 7 実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。

【図 2 6】第 7 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、広角端での状態を示している。

【図 2 7】第 7 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、中間での状態を示している。

30

【図 2 8】第 7 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、望遠端での状態を示している。

【図 2 9】本発明による 3 群ズーム光学系の第 8 実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。

【図 3 0】第 8 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、広角端での状態を示している。

【図 3 1】第 8 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、中間での状態を示している。

【図 3 2】第 8 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、望遠端での状態を示している。

40

【図 3 3】本発明による 3 群ズーム光学系の第 9 実施例のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。

【図 3 4】第 9 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、広角端での状態を示している。

【図 3 5】第 9 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、中間での状態を示している。

【図 3 6】第 9 実施例における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、望遠端での状態を示している。

【図 3 7】本発明の 3 群ズーム光学系を用いたカメラの一例を示す概略斜視図である。

【図 3 8】図 3 7 のカメラ内部の概略構成を示す断面図である。

50

【図 3 9】図 3 8 のカメラの枠の対角長を示す説明図である。

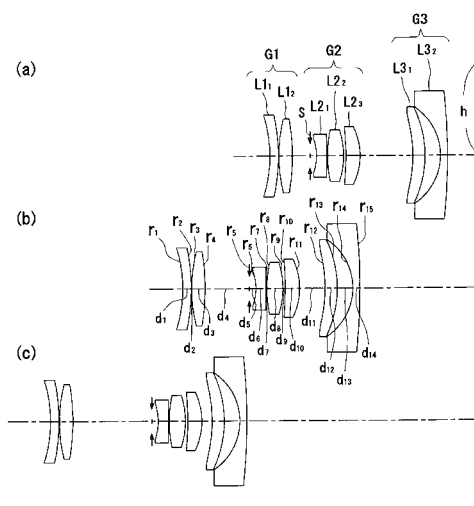
【符号の説明】

a	コンパクトカメラ用対物レンズ
G 1	正の第 1 レンズ群
G 2 , G 2 ' , G 2 ''	正の第 2 レンズ群
G 3 , G 3 ' , G 3 ''	負の第 3 レンズ群
L 1 <sub>1</sub>	第 1 レンズ群内の負の第 1 レンズ
L 1 <sub>2</sub>	第 1 レンズ群内の正の第 2 レンズ
L 2 <sub>1</sub>	第 2 レンズ群内の負の第 1 レンズ
L 2 <sub>1</sub> '	第 2 レンズ群内の物体側に非球面を有する負の第 1 レンズ
L 2 <sub>2</sub>	第 2 レンズ群内の正の第 2 レンズ
L 2 <sub>3</sub>	第 2 レンズ群内の物体側に非球面を有する正の第 3 レンズ
L 2 <sub>3</sub> ''	第 2 レンズ群内の両面に非球面を有する正の第 3 レンズ
L 3 <sub>1</sub>	第 3 レンズ群内の物体側に非球面を有する正の第 1 レンズ
L 3 <sub>1</sub> '	第 3 レンズ群内の物体側に非球面を有する負の第 1 レンズ
L 3 <sub>1</sub> ''	第 3 レンズ群内の両面に非球面を有する正の第 1 レンズ
L 3 <sub>2</sub>	第 3 レンズ群内の負の第 2 レンズ
S	絞り
L b	撮影用光路
L e	ファインダー用光路

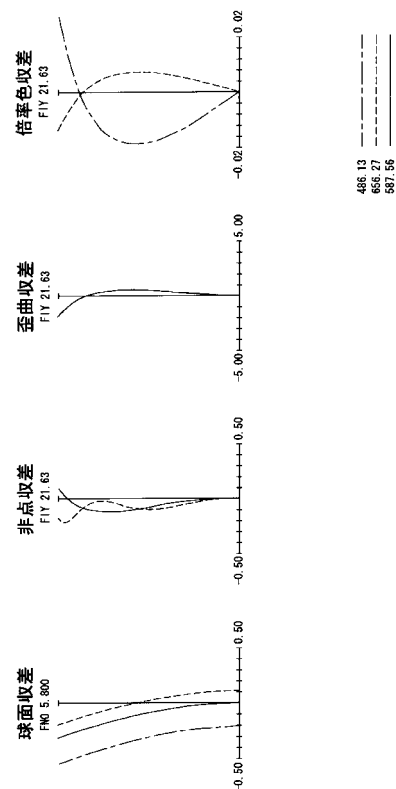
10

20

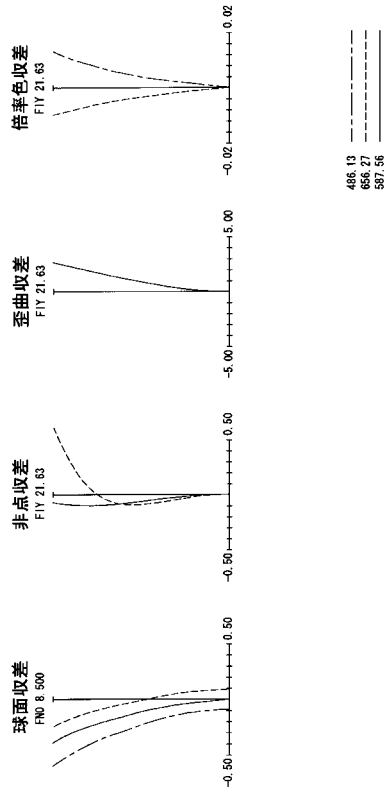
【図 1】



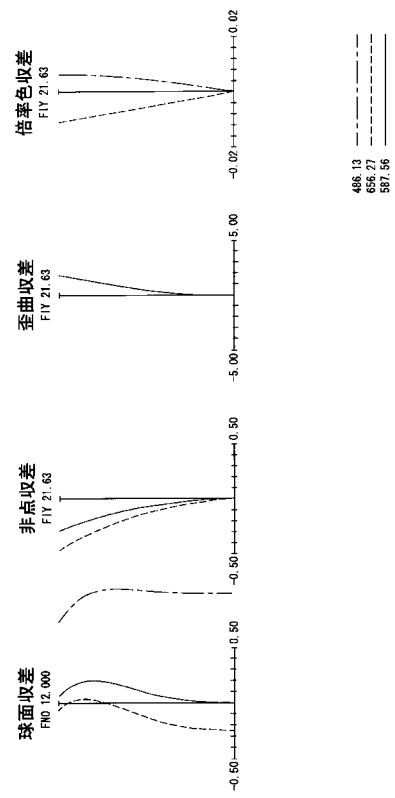
【図 2】



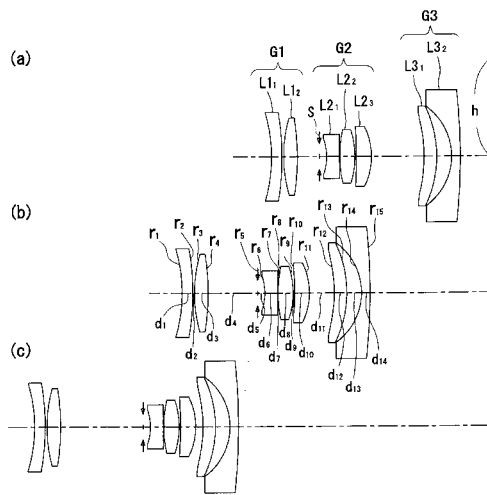
【図 3】



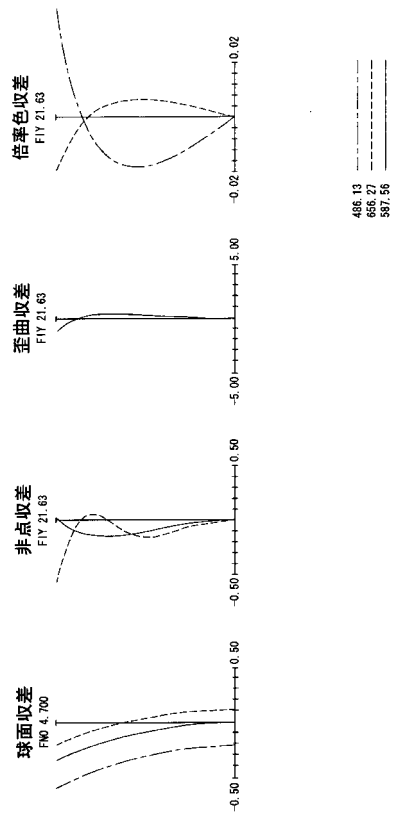
【図 4】



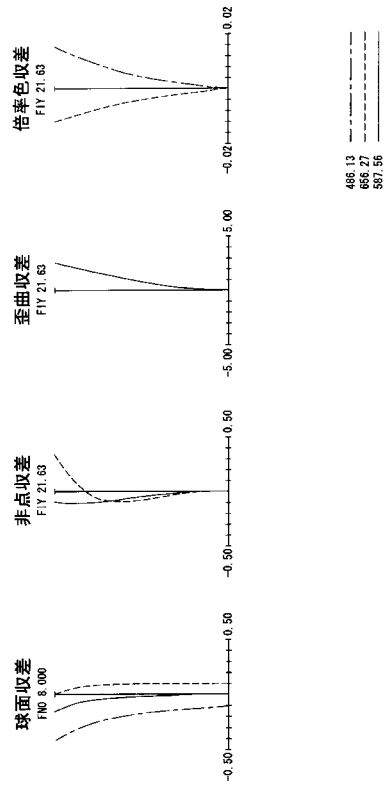
【図 5】



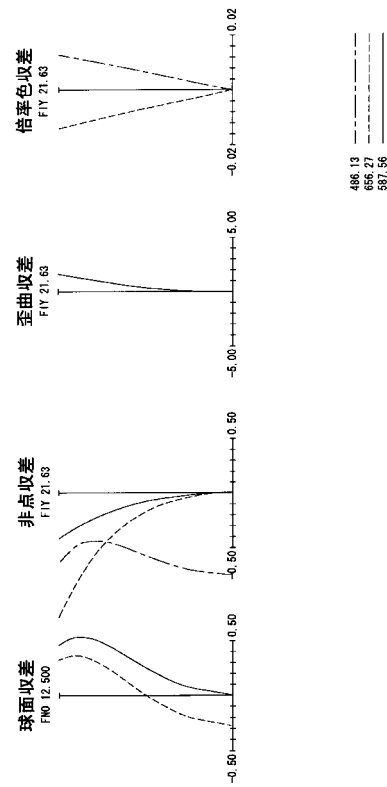
【図 6】



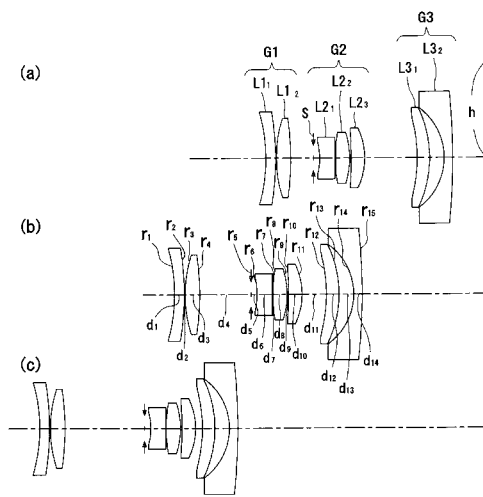
【図 7】



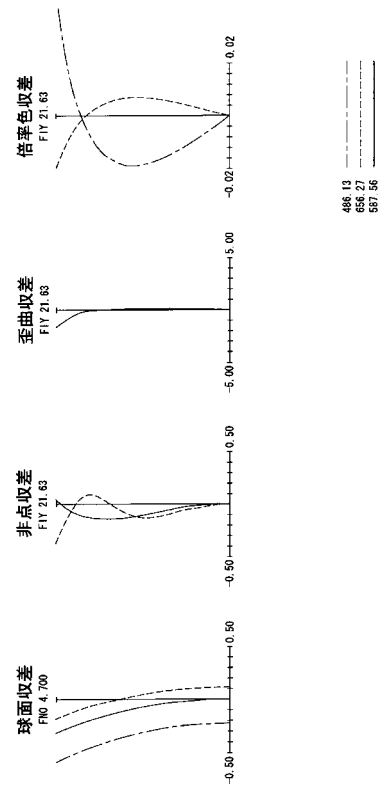
【図 8】



【図 9】

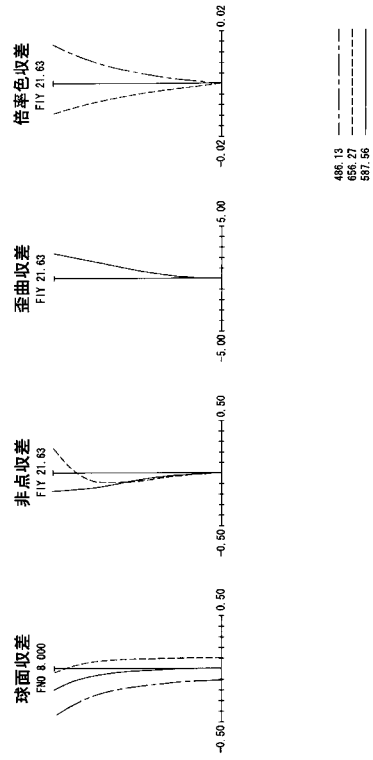


【図 10】

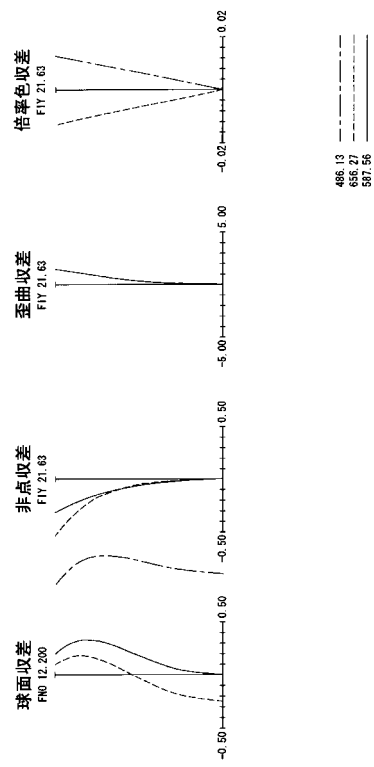




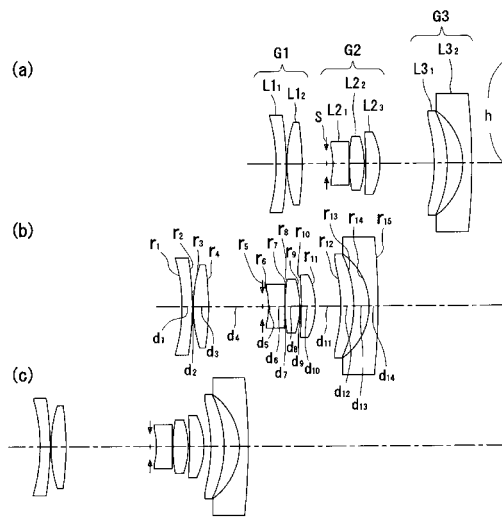
【図 1 1】



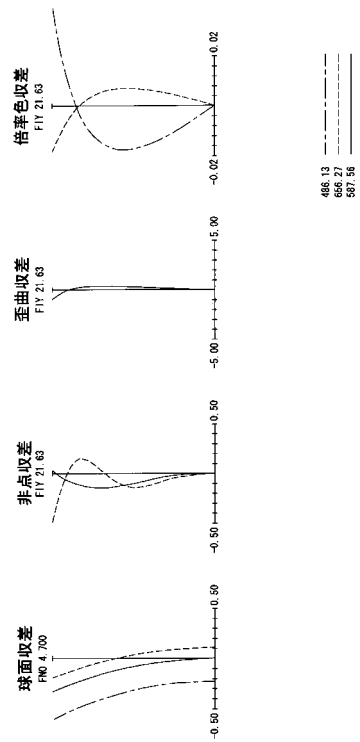
【図 1 2】



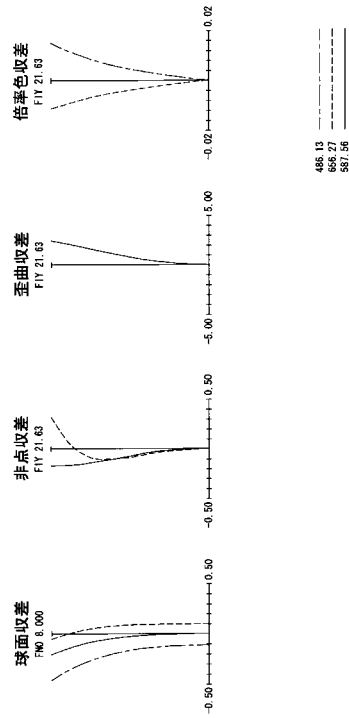
【図 1 3】



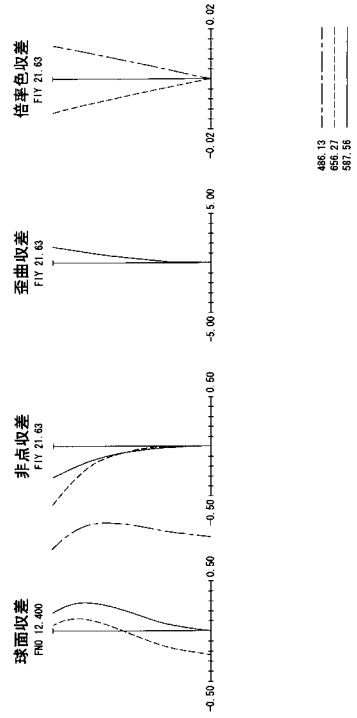
【図 1 4】



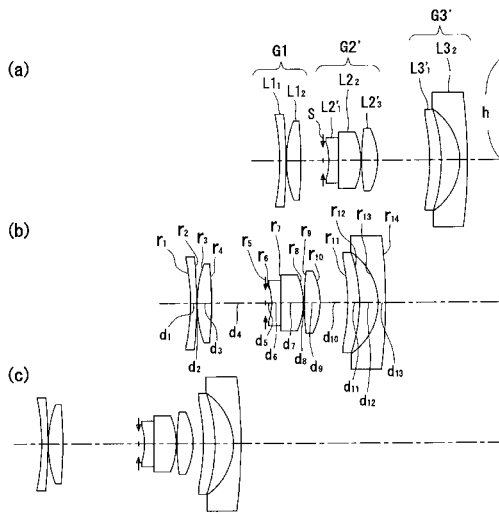
【図 15】



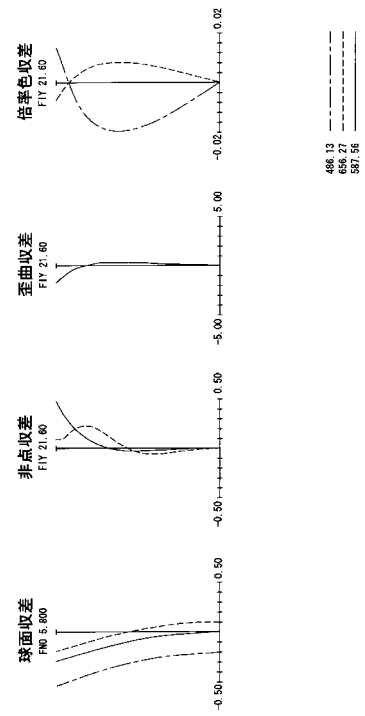
【図 16】



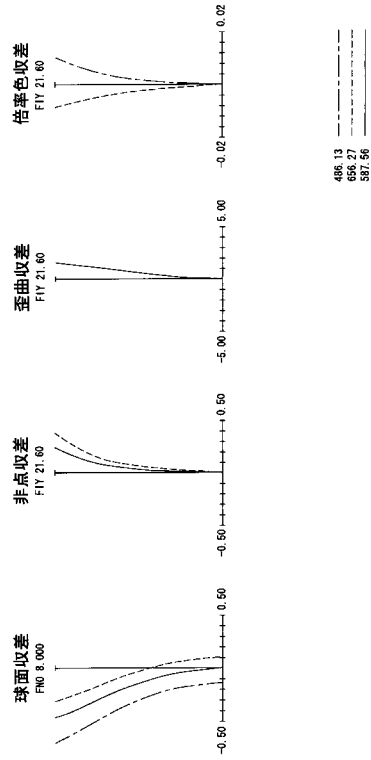
【図 17】



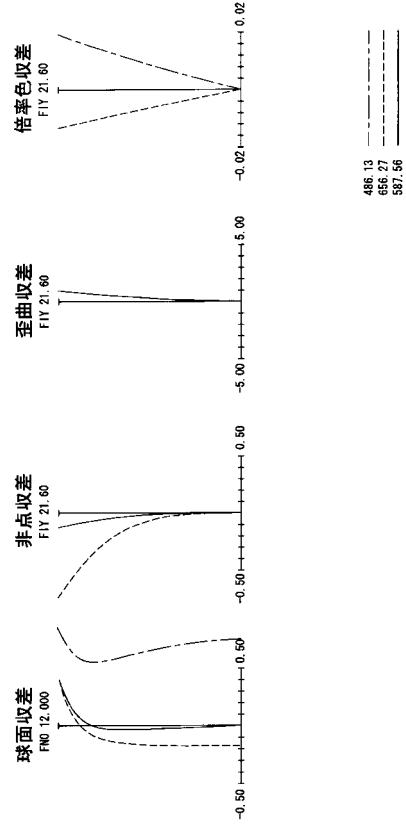
【図 18】



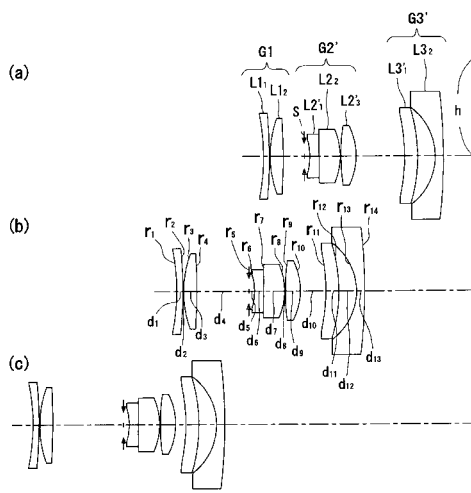
【図 19】



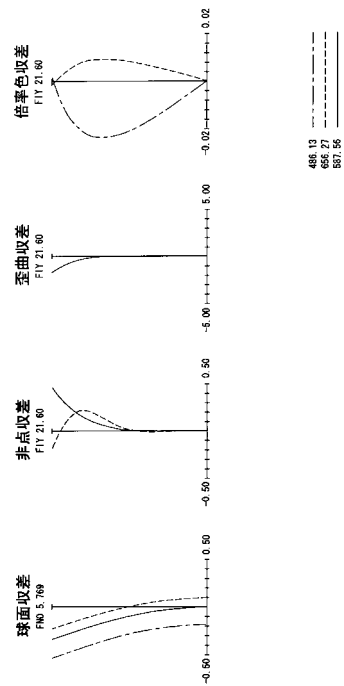
【図 20】



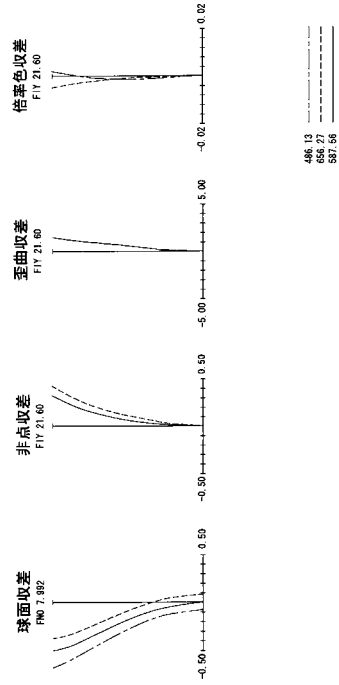
【図 21】



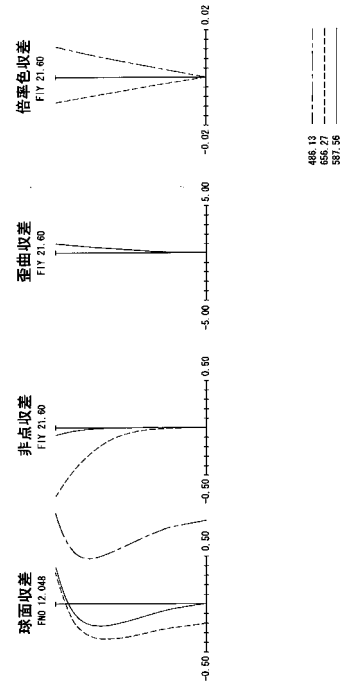
【図 22】



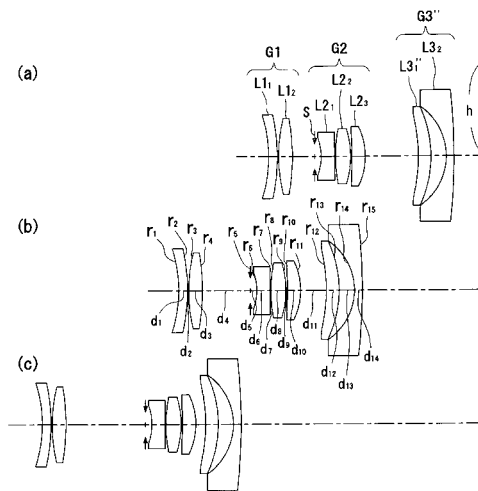
【図 2 3】



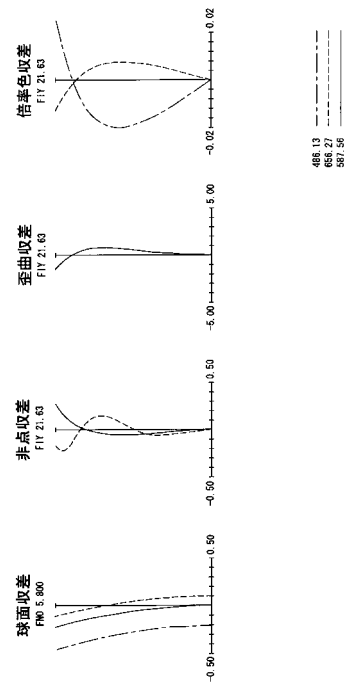
【図 2 4】



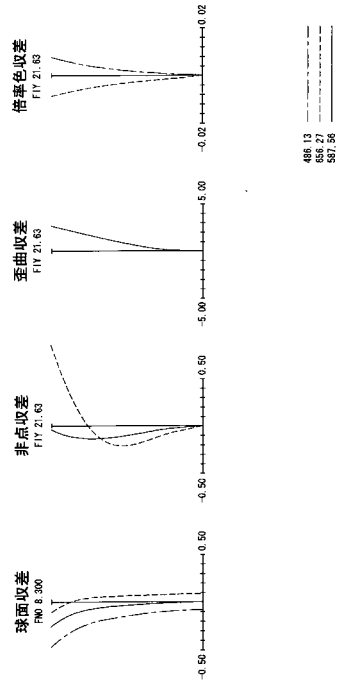
【図 2 5】



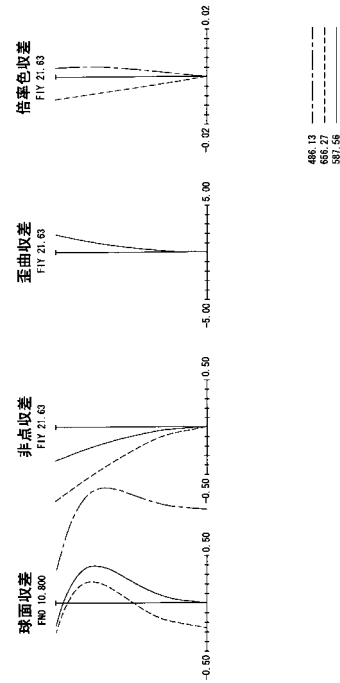
【図 2 6】



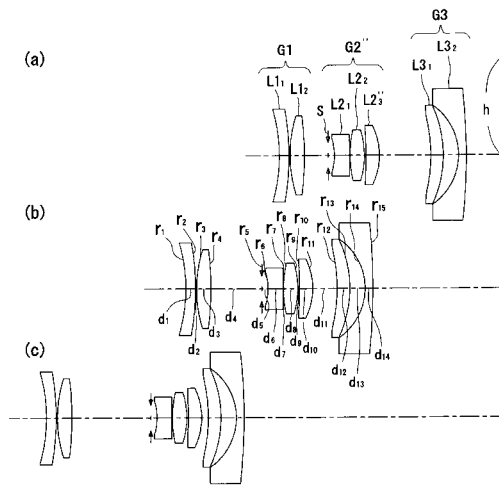
【図 27】



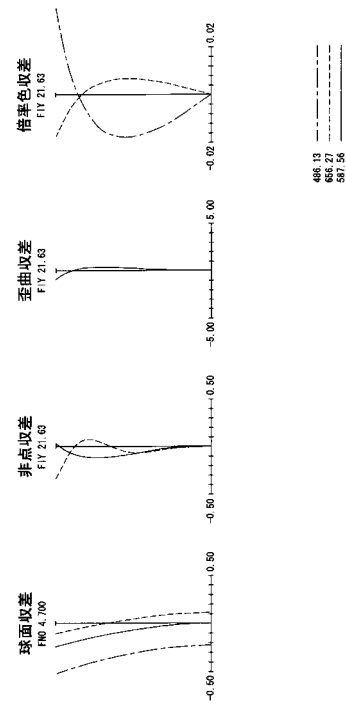
【図 28】



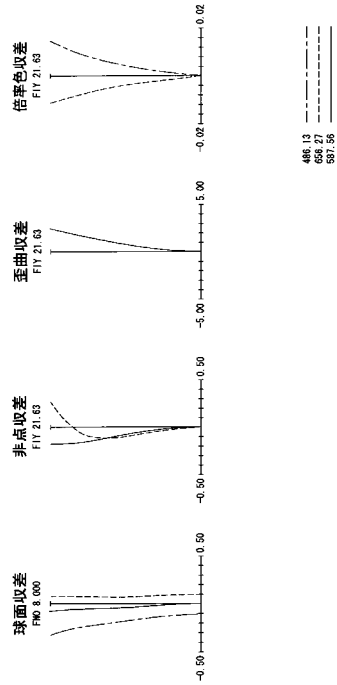
【図 29】



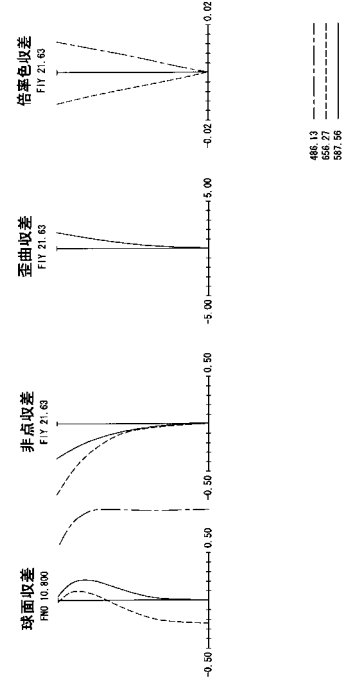
【図 30】



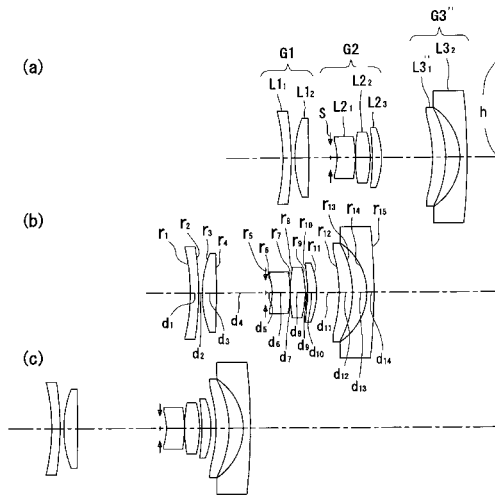
【図 3 1】



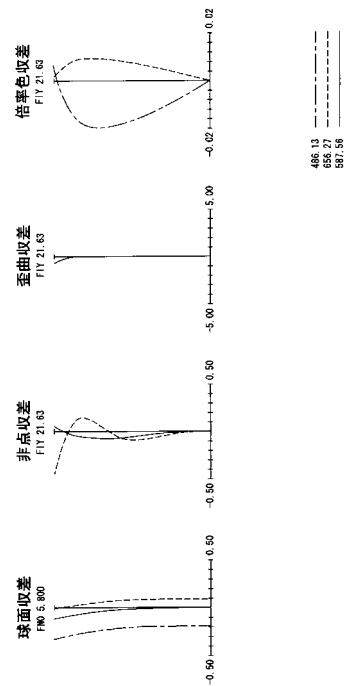
【図 3 2】



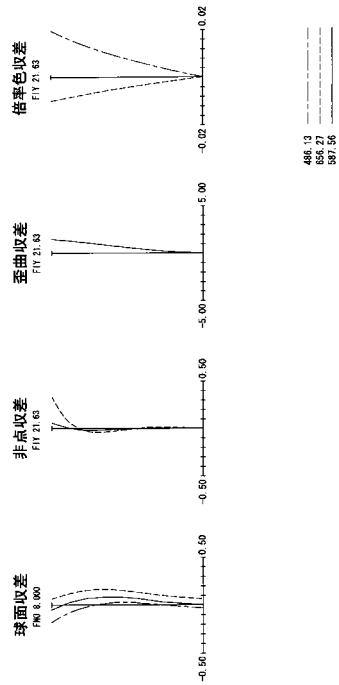
【図 3 3】



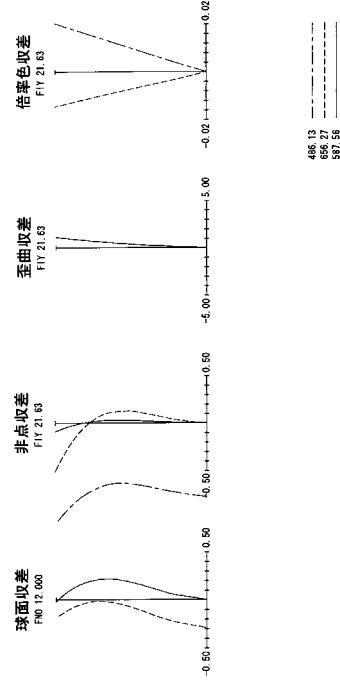
【図 3 4】



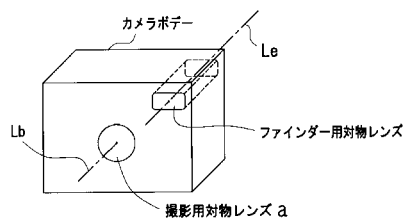
【図 3 5】



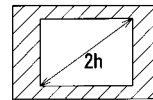
【図 3 6】



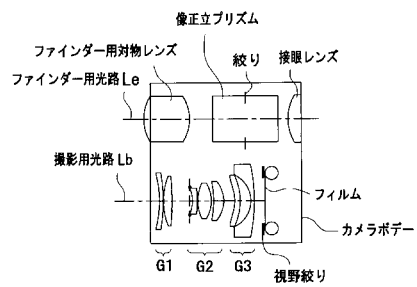
【図 3 7】



【図 3 9】



【図 3 8】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-021802(JP,A)  
特開平10-221601(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G02B 9/00-17/08