

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5888137号  
(P5888137)

(45) 発行日 平成28年3月16日(2016.3.16)

(24) 登録日 平成28年2月26日(2016.2.26)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/20 (2006.01)  
G02B 13/18 (2006.01)G02B 15/20  
G02B 13/18

請求項の数 10 (全 53 頁)

(21) 出願番号 特願2012-134773 (P2012-134773)  
 (22) 出願日 平成24年6月14日 (2012.6.14)  
 (65) 公開番号 特開2013-257497 (P2013-257497A)  
 (43) 公開日 平成25年12月26日 (2013.12.26)  
 審査請求日 平成27年1月22日 (2015.1.22)

(73) 特許権者 000002185  
 ソニー株式会社  
 東京都港区港南1丁目7番1号  
 (74) 代理人 100116942  
 弁理士 岩田 雅信  
 (72) 発明者 細井 正晴  
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 堀井 康司

(56) 参考文献 特開2007-264600 (JP, A )

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及び撮像装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体側より像側へ順に配置された負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レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群によって構成され、

前記第2レンズ群は物体側より像側へ順に配置された正の屈折力を有する前群と正の屈折力を有する後群とから成り、

前記前群は物体側より像側へ順に配置された正レンズと正レンズと負レンズと正レンズから成り、

前記後群が少なくとも1枚の正レンズを有し、

10

以下の条件式(1)を満足する

ズームレンズ。

(1)  $f_2 \cdot 84 = f_{2r} / f_w < 13.0$

但し、

$f_{2r}$  : 後群の焦点距離

$f_w$  : 広角端状態で無限遠合焦時におけるレンズ全系の焦点距離  
とする。

## 【請求項 2】

前記後群が光軸と垂直方向へ移動されて防振されたようにした  
請求項1に記載のズームレンズ。

20

**【請求項 3】**

前記後群が1枚の正レンズ又は正レンズと負レンズの接合レンズによって構成された  
請求項1又は請求項2に記載のズームレンズ。

**【請求項 4】**

以下の条件式(2)を満足する

請求項1乃至請求項3の何れかに記載のズームレンズ。

$$(2) -10.0 < (R_2f + R_2r) / (R_2f - R_2r) < -0.1$$

但し、

$R_2f$ ：後群の最も物体側の面の曲率半径

$R_2r$ ：後群の最も像側の面の曲率半径

10

とする。

**【請求項 5】**

以下の条件式(3)を満足する

請求項1乃至請求項4の何れかに記載のズームレンズ。

$$(3) 0.7 < f_{21} / f_{2f} < 1.4$$

但し、

$f_{21}$ ：第2レンズ群における最も物体側の正レンズの焦点距離

$f_{2f}$ ：前群の焦点距離

とする。

**【請求項 6】**

20

前記第3レンズ群が光軸方向へ移動されてフォーカシングが行われるようにした

請求項1乃至請求項5の何れかに記載のズームレンズ。

**【請求項 7】**

前記第3レンズ群が光軸方向へ移動されてフォーカシングが行われ、

以下の条件式(4)を満足する

請求項6に記載のズームレンズ。

$$(4) -2.0 < f_3 / f_w < -1.0$$

但し、

$f_3$ ：第3レンズ群の焦点距離

$f_w$ ：広角端状態で無限遠合焦時におけるレンズ全系の焦点距離

30

とする。

**【請求項 8】**

前記第1レンズ群が物体側より像側へ順に配置された負レンズと正レンズによって構成された

請求項1乃至請求項7の何れかに記載のズームレンズ。

**【請求項 9】**

広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群と前記第3レンズ群が光軸方向へ移動され、前記第4レンズ群が光軸方向へ移動又は固定された

請求項1乃至請求項8の何れかに記載のズームレンズ。

40

**【請求項 10】**

ズームレンズと前記ズームレンズによって形成された光学像を電気的信号に変換する撮像素子とを備え、

前記ズームレンズは、

物体側より像側へ順に配置された負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レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群とによって構成され、

前記第2レンズ群は物体側より像側へ順に配置された正の屈折力を有する前群と正の屈折力を有する後群とから成り、

前記前群は物体側より像側へ順に配置された正レンズと正レンズと負レンズと正レンズ

50

から成り、

前記後群が少なくとも1枚の正レンズを有し、

以下の条件式(1)を満足する

撮像装置。

(1)  $2.84 \leq f_{2r} / f_w < 1.30$

但し、

$f_{2r}$ ：後群の焦点距離

$f_w$ ：広角端状態で無限遠合焦時におけるレンズ全系の焦点距離  
とする。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本技術はズームレンズ及び撮像装置の技術分野に関する。詳しくは、特に、レンズ交換式のデジタルカメラシステムの撮像レンズ系として好適なズームレンズ及びそれを用いた撮像装置の技術分野に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、撮像装置として、例えば、レンズ交換式のデジタルカメラシステムが急速に普及している。特に、ノンレフレックスカメラと呼ばれるカメラ本体内にクイックリターンミラーを持たないレンズ交換式のデジタルカラーマラシステムに移行しつつある。

20

【0003】

ノンレフレックスカメラ用の交換レンズにおいては、サイズの小型化と共に従来の交換レンズが備えている良好な結像性能、防振機構及びフォーカシング機構が求められている。

【0004】

このような撮像装置に備えられる小型化に適したズームレンズとしては、物体側より像側へ順に、負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、正の屈折力を有する第4レンズ群とが配置されたタイプがある（例えば、特許文献1、特許文献2及び特許文献3参照）。

【0005】

30

特許文献1に記載されたズームレンズは、第2レンズ群が物体側より像側へ順に配置された正レンズと負レンズと負レンズと正レンズによって構成されている。

【0006】

特許文献2に記載されたズームレンズは、第2レンズ群が物体側より像側へ順に配置された正レンズと正レンズと負レンズと負レンズと正レンズによって構成され、又は、物体側より像側へ順に配置された正レンズと正レンズと負レンズと正レンズによって構成されている。

【0007】

特許文献3に記載されたズームレンズは、第2レンズ群が物体側より像側へ順に配置された正レンズと負レンズと正レンズによって構成され、又は、物体側より像側へ順に配置された正レンズと正レンズと負レンズと負レンズと正レンズによって構成されている。

40

【0008】

【特許文献1】特開2006-208889号公報

【特許文献2】特開2001-343584号公報

【特許文献3】特開2012-27262号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

ところで、近年は、レンズ鏡筒の小型化の要求が高く、レンズ鏡筒の小型化を図るためにズームレンズのズーミング時における第2レンズ群の移動量を小さくする必要があ

50

り、そのためには第2レンズ群の屈折力を強くする必要がある。

**【0010】**

ところが、特許文献1、特許文献2及び特許文献3に記載されたズームレンズにあっては、小型化のために第2レンズ群の屈折力を強くすると、第2レンズ群における正レンズの枚数が少ないため、各レンズの屈折力が強くなり、球面収差やコマ収差を良好に補正することが困難になり結像性能を含む良好な光学性能を確保することができなくなる。

**【0011】**

そこで、本技術ズームレンズ及び撮像装置は、上記した問題点を克服し、小型化を図ると共に結像性能を含む良好な光学性能を確保することを課題とする。

**【課題を解決するための手段】**

**【0012】**

第1に、ズームレンズは、上記した課題を解決するために、物体側より像側へ順に配置された負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レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群とによって構成され、前記第2レンズ群は物体側より像側へ順に配置された正の屈折力を有する前群と正の屈折力を有する後群とから成り、前記前群は物体側より像側へ順に配置された正レンズと正レンズと負レンズと正レンズから成り、前記後群が少なくとも1枚の正レンズを有し、以下の条件式(1)を満足するものである。

$$(1) \quad 2.84 \quad f_{2r} / f_w < 13.0$$

但し、

f<sub>2r</sub>：後群の焦点距離

f<sub>w</sub>：広角端状態で無限遠合焦時におけるレンズ全系の焦点距離  
とする。

**【0013】**

従って、ズームレンズにあっては、第2レンズ群が4枚の正レンズを有しているため、小型化を図るためにズーミング時における第2レンズ群の移動量を小さくした場合においても第2レンズ群の各レンズの屈折力を強くする必要がない。また、条件式(1)を満足することにより、第2レンズ群の後群の屈折力が適正化される。

**【0014】**

第2に、上記したズームレンズにおいては、前記後群が光軸と垂直方向へ移動されて防振されることが望ましい。

**【0015】**

後群が光軸と垂直方向へ移動されて防振されることにより、後群はレンズの径を小さくして重量を軽くすることが可能であるため、防振するために必要なアクチュエータが小さくて済む。

**【0018】**

第4に、上記したズームレンズにおいては、前記後群が1枚の正レンズ又は正レンズと負レンズの接合レンズによって構成されることが望ましい。

**【0019】**

後群が1枚の正レンズ又は正レンズと負レンズの接合レンズによって構成されることにより、後群の重量が軽くなり、より小型なアクチュエータを使用して防振することができる。

**【0020】**

第5に、上記したズームレンズにおいては、以下の条件式(2)を満足することが望ましい。

$$(2) \quad -10.0 < (R_{2f} + R_{2r}) / (R_{2f} - R_{2r}) < -0.1$$

但し、

R<sub>2f</sub>：後群の最も物体側の面の曲率半径

R<sub>2r</sub>：後群の最も像側の面の曲率半径

とする。

10

20

30

40

50

**【0021】**

条件式(2)を満足することにより、球面収差が良好に補正される。

**【0022】**

第6に、上記したズームレンズにおいては、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

$$(3) 0.7 < f_{21} / f_{2f} < 1.4$$

但し、

$f_{21}$ ：第2レンズ群における最も物体側の正レンズの焦点距離

$f_{2f}$ ：前群の焦点距離

とする。

10

**【0023】**

条件式(3)を満足することにより、第2レンズ群の最も物体側の正レンズの屈折力が適正化される。

**【0024】**

第7に、上記したズームレンズにおいては、前記第3レンズ群が光軸方向へ移動されてフォーカシングが行われることが望ましい。

**【0025】**

第3レンズ群が光軸方向へ移動されてフォーカシングが行われることにより、フォーカスストロークが短縮化される。

**【0026】**

第8に、上記したズームレンズにおいては、前記第3レンズ群が光軸方向へ移動されてフォーカシングが行われ、以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

$$(4) -2.0 < f_3 / f_w < -1.0$$

但し、

$f_3$ ：第3レンズ群の焦点距離

$f_w$ ：広角端状態で無限遠合焦時におけるレンズ全系の焦点距離  
とする。

20

**【0027】**

第3レンズ群が光軸方向へ移動されてフォーカシングが行われ、以下の条件式(4)を満足することにより、第3レンズ群の屈折力が適正化され、フォーカシングしたときの性能の向上及びフォーカスストロークの短縮化が図られる。

30

**【0028】**

第9に、上記したズームレンズにおいては、前記第1レンズ群が物体側より像側へ順に配置された負レンズと正レンズによって構成されることが望ましい。

**【0029】**

第1レンズ群が物体側より像側へ順に配置された負レンズと正レンズによって構成されることにより、第1レンズ群の光軸方向における薄型化が確保されると共に諸収差が良好に補正される。

**【0030】**

第10に、上記したズームレンズにおいては、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群と前記第3レンズ群が光軸方向へ移動され、前記第4レンズ群が光軸方向へ移動又は固定されることが望ましい。

40

**【0031】**

広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際し、第1レンズ群と第2レンズ群と第3レンズ群が光軸方向へ移動され、第4レンズ群が光軸方向へ移動又は固定されることにより、ズーミング時の各群の移動量が小さくなる。

**【0032】**

撮像装置は、上記した課題を解決するために、ズームレンズと前記ズームレンズによって形成された光学像を電気的信号に変換する像素子とを備え、前記ズームレンズは、物体側より像側へ順に配置された負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

50

2レンズ群と負の屈折力を有する第3レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群とによって構成され、前記第2レンズ群は物体側より像側へ順に配置された正の屈折力を有する前群と正の屈折力を有する後群とから成り、前記前群は物体側より像側へ順に配置された正レンズと正レンズと負レンズと正レンズから成り、前記後群が少なくとも1枚の正レンズを有し、以下の条件式(1)を満足するものである。

$$(1) \frac{f_2}{f_2r} < \frac{1}{f_w} < 0$$

但し、

f<sub>2r</sub>：後群の焦点距離

f<sub>w</sub>：広角端状態で無限遠合焦時におけるレンズ全系の焦点距離

とする。

10

### 【0033】

従って、撮像装置にあっては、ズームレンズにおいて、第2レンズ群が4枚の正レンズを有しているため、小型化を図るためにズーミング時における第2レンズ群の移動量を小さくした場合においても第2レンズ群の各レンズの屈折力を強くする必要がない。また、条件式(1)を満足することにより、第2レンズ群の後群の屈折力が適正化される。

### 【発明の効果】

### 【0034】

本技術ズームレンズは、物体側より像側へ順に配置された負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レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群とによって構成され、前記第2レンズ群は物体側より像側へ順に配置された正の屈折力を有する前群と正の屈折力を有する後群とから成り、前記前群は物体側より像側へ順に配置された正レンズと正レンズと負レンズと正レンズから成り、前記後群が少なくとも1枚の正レンズを有し、以下の条件式(1)を満足している。

20

$$(1) \frac{f_2}{f_2r} < \frac{1}{f_w} < 0$$

但し、

f<sub>2r</sub>：後群の焦点距離

f<sub>w</sub>：広角端状態で無限遠合焦時におけるレンズ全系の焦点距離

とする。

### 【0035】

従って、第2レンズ群が4枚の正レンズを有しているため、小型化を図るためにズーミング時における第2レンズ群の移動量を小さくした場合においても第2レンズ群の各レンズの屈折力を強くする必要がなく、小型化を図ることができると共に結像性能を含む良好な光学性能を確保することができる。また、条件式(1)を満足することにより、第2レンズ群の後群の屈折力が適正化される。

30

### 【0036】

請求項2に記載した技術にあっては、前記後群が光軸と垂直方向へ移動されて防振されるようにしている。

### 【0037】

従って、第2レンズ群の後群は、レンズの径を小さくして重量を軽くすることが可能であるため、防振するために必要なアクチュエータが小さくて済み、レンズの大型化を回避することができ、小型化を図ることができる。

40

### 【0040】

請求項3に記載した技術にあっては、前記後群が1枚の正レンズ又は正レンズと負レンズの接合レンズによって構成されている。

### 【0041】

従って、後群の重量が軽くなり、より小型なアクチュエータを使用して防振することができ、鏡筒の一層の小型化を図ることができる。

### 【0042】

請求項4に記載した技術にあっては、以下の条件式(2)を満足する。

$$(2) -1.0 < (R_2f + R_2r) / (R_2f - R_2r) < -0.1$$

50

但し、

$R_{2f}$ ：後群の最も物体側の面の曲率半径

$R_{2r}$ ：後群の最も像側の面の曲率半径

とする。

#### 【0043】

従って、球面収差が良好に補正され、光学性能の向上を図ることができる。

#### 【0044】

請求項5に記載した技術にあっては、以下の条件式(3)を満足する。

$$(3) 0.7 < f_{21} / f_{2f} < 1.4$$

但し、

$f_{21}$ ：第2レンズ群における最も物体側の正レンズの焦点距離

$f_{2f}$ ：前群の焦点距離

とする。

#### 【0045】

従って、第2レンズ群の最も物体側の正レンズの屈折力が適正化され、第2レンズ群内の収差補正効果の良好なバランスが確保され、光学性能の向上を図ることができる。

#### 【0046】

請求項6に記載した技術にあっては、前記第3レンズ群が光軸方向へ移動されてフォーカシングが行われるようにしている。

#### 【0047】

従って、負の屈折力を有する第3レンズ群はピント敏感度が大きいため、フォーカスストロークが短縮化され、鏡筒サイズの小型化を図ることができる。

#### 【0048】

請求項7に記載した技術にあっては、前記第3レンズ群が光軸方向へ移動されてフォーカシングが行われ、以下の条件式(4)を満足する。

$$(4) -2.0 < f_3 / f_w < -1.0$$

但し、

$f_3$ ：第3レンズ群の焦点距離

$f_w$ ：広角端状態で無限遠合焦時におけるレンズ全系の焦点距離

とする。

#### 【0049】

従って、第3レンズ群の屈折力が適正化され、フォーカシングしたときの性能の向上及びフォーカスストロークの短縮化が図られ、光学性能の向上及び小型化を図ることができる。

#### 【0050】

請求項8に記載した技術にあっては、前記第1レンズ群が物体側より像側へ順に配置された負レンズと正レンズによって構成されている。

#### 【0051】

従って、第1レンズ群の光軸方向における薄型化を確保した上で、諸収差、特に、歪曲収差、コマ収差、倍率色収差及び軸上色収差を良好に補正することができ、光学性能の向上を図ることができる。

#### 【0052】

請求項9に記載した技術にあっては、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群と前記第3レンズ群が光軸方向へ移動され、前記第4レンズ群が光軸方向へ移動又は固定されている。

#### 【0053】

従って、ズーミング時の各群の移動量が小さくなり、鏡筒サイズを小型化することができる。

#### 【0054】

本技術撮像装置は、ズームレンズと前記ズームレンズによって形成された光学像を電気

10

20

30

40

50

的信号に変換する撮像素子とを備え、前記ズームレンズは、物体側より像側へ順に配置された負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レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群とによって構成され、前記第2レンズ群は物体側より像側へ順に配置された正の屈折力を有する前群と正の屈折力を有する後群とから成り、前記前群は物体側より像側へ順に配置された正レンズと正レンズと負レンズと正レンズから成り、前記後群が少なくとも1枚の正レンズを有し、以下の条件式(1)を満足している。

$$(1) \frac{f_2}{f_2r} < \frac{f_w}{13}$$

但し、

$f_{2r}$ ：後群の焦点距離

10

$f_w$ ：広角端状態で無限遠合焦時におけるレンズ全系の焦点距離  
とする。

#### 【0055】

従って、ズームレンズにおいて、第2レンズ群が4枚の正レンズを有しているため、小型化を図るためにズーミング時ににおける第2レンズ群の移動量を小さくした場合においても第2レンズ群の各レンズの屈折力を強くする必要がなく、小型化を図ることができると共に結像性能を含む良好な光学性能を確保することができる。また、条件式(1)を満足することにより、第2レンズ群の後群の屈折力が適正化される。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0056】

20

以下に、本技術ズームレンズ及び撮像装置を実施するための最良の形態について説明する。

#### 【0057】

##### [ズームレンズの構成]

本技術ズームレンズは、物体側より像側へ順に配置された負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レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群とによって構成されている。

#### 【0058】

また、本技術ズームレンズは、第2レンズ群は物体側より像側へ順に配置された正の屈折力を有する前群と正の屈折力を有する後群とから成り、前群は物体側より像側へ順に配置された正レンズと正レンズと負レンズと正レンズから成り、後群が少なくとも1枚の正レンズを有している。

30

#### 【0059】

上記のように本技術ズームレンズにあっては、第2レンズ群が4枚の正レンズを有しているため、小型化を図るためにズーミング時ににおける第2レンズ群の移動量を小さくした場合においても第2レンズ群の各レンズの屈折力を強くする必要がなく、球面収差やコマ収差を良好に補正することができる。

#### 【0060】

具体的には、第2レンズ群における負レンズの物体側に配置された2枚の正レンズで発生する球面収差やコマ収差を負レンズの像側の面で補正することができる。また、第2レンズ群の負レンズから発散した光束を、この負レンズの像側に配置された2枚の正レンズで収束させると共にコマ収差を良好に補正することができる。

40

#### 【0061】

従って、本技術ズームレンズにあっては、小型化を図ることができると共に結像性能を含む良好な光学性能を確保することができる。

#### 【0062】

本技術の一実施形態によるズームレンズにあっては、第2レンズ群の後群が光軸と垂直方向へ移動されて防振されることが望ましい。

#### 【0063】

第2レンズ群の後群は、レンズの径を小さくして重量を軽くすることが可能であるため

50

、防振するために必要なアクチュエータが小さくて済み、レンズの大型化を回避することができ、小型化を図ることができる。

**【0064】**

本技術の一実施形態によるズームレンズにあっては、以下の条件式(1)を満足する。

**【0065】**

$$(1) \underline{2.84} f_{2r} / f_w < 13.0$$

但し、

$f_{2r}$ ：後群の焦点距離

$f_w$ ：広角端状態で無限遠合焦時におけるレンズ全系の焦点距離  
とする。

10

**【0066】**

条件式(1)は、広角端状態における無限遠合焦時のレンズ全系の焦点距離に対する第2レンズ群の後群の焦点距離の比を規定する式である。

**【0067】**

条件式(1)を下回ると、後群(防振レンズ群)の屈折力が強くなり過ぎるため、防振したときの光学性能の低下が大きくなってしまう。

**【0068】**

逆に、条件式(1)を上回ると、後群の屈折力が弱くなり過ぎるため、防振するために後群を光軸と垂直方向へ移動させる幅が長くなり、鏡筒が径方向に大型化してしまう。

**【0069】**

従って、ズームレンズが条件式(1)を満足することにより、第2レンズ群の後群の屈折力が適正化され、光学性能の向上及び小型化を図ることができる。

20

**【0070】**

尚、ズームレンズにおいては、以下の条件式(1)を満足することがより好ましい。

$$(1) \underline{2.84} f_{2r} / f_w < 9.0$$

ズームレンズが条件式(1)を満足することにより、第2レンズ群の後群の屈折力が一層適正化され、一層の光学性能の向上及び一層の小型化を図ることができる。

**【0071】**

本技術の一実施形態によるズームレンズにあっては、後群が1枚の正レンズ又は正レンズと負レンズの接合レンズによって構成されることが望ましい。

30

**【0072】**

第2レンズ群の後群をこのような構成にすることにより、後群(防振レンズ群)の重量が軽くなり、より小型なアクチュエータを使用して防振することができ、鏡筒の一層の小型化を図ることができる。

**【0073】**

本技術の一実施形態によるズームレンズにあっては、以下の条件式(2)を満足することが望ましい。

$$(2) -10.0 < (R_2f + R_2r) / (R_2f - R_2r) < -0.1$$

但し、

$R_2f$ ：後群の最も物体側の面の曲率半径

40

$R_2r$ ：後群の最も像側の面の曲率半径

とする。

**【0074】**

条件式(2)は、第2レンズ群の後群のシェイプファクターを規定する式である。

**【0075】**

条件式(2)を下回ると、後群の最も像側の面が曲率の大きい像側を向く凹面になり、軸上光束の像側の面への入射角度が大きくなるため、球面収差が悪化する。

**【0076】**

逆に、条件式(2)を上回ると、後群の最も像側の面が像側を向く凸面になり、後群内での球面収差の補正効果が小さくなってしまう。

50

**【0077】**

従って、ズームレンズが条件式(2)を満足することにより、球面収差が良好に補正され、光学性能の向上を図ることができる。

**【0078】**

尚、ズームレンズにおいては、以下の条件式(2)を満足することがより好ましい。  
 $(2) -8.0 < (R_2 f + R_2 r) / (R_2 f - R_2 r) < -0.3$

ズームレンズが条件式(2)を満足することにより、球面収差がより良好に補正され、一層の光学性能の向上を図ることができる。

**【0079】**

本技術の一実施形態によるズームレンズにあっては、以下の条件式(3)を満足するこ  
10  
とが望ましい。

$$(3) 0.7 < f_{21} / f_{2f} < 1.4$$

但し、

$f_{21}$ ：第2レンズ群における最も物体側の正レンズの焦点距離

$f_{2f}$ ：前群の焦点距離

とする。

**【0080】**

条件式(3)は、第2レンズ群の前群の焦点距離に対する第2レンズ群における最も物  
20  
体側の正レンズの焦点距離の比を規定する式である。

**【0081】**

条件式(3)を下回ると、最も物体側の正レンズの屈折力が強くなり過ぎるため、この  
正レンズで発生する球面収差やコマ収差が悪化する。

**【0082】**

逆に、条件式(3)を上回ると、最も物体側の正レンズの屈折力が弱くなり過ぎるため  
、前群の他の2枚の正レンズの屈折力が強くなり、第2レンズ群内の収差補正効果のバ  
ランスが崩れ、収差が悪化してしまう。

**【0083】**

従って、ズームレンズが条件式(3)を満足することにより、第2レンズ群の最も物体  
30  
側の正レンズの屈折力が適正化され、第2レンズ群内の収差補正効果の良好なバランスが  
確保され、光学性能の向上を図ることができる。

**【0084】**

尚、ズームレンズにおいては、以下の条件式(3)を満足することがより好ましい。  
 $(3) 0.8 < f_{21} / f_{2f} < 1.2$

ズームレンズが条件式(3)を満足することにより、第2レンズ群の最も物体側の正  
レンズの屈折力がより適正化され、第2レンズ群内の収差補正効果のより良好なバラン  
スが確保され、一層の光学性能の向上を図ることができる。

**【0085】**

本技術の一実施形態によるズームレンズにあっては、第3レンズ群が光軸方向へ移動さ  
れてフォーカシングが行われるようにするこ  
とが望ましい。

**【0086】**

負の屈折力を有する第3レンズ群はピント敏感度（レンズ群が光軸方向へ移動されたとき  
のピント位置の変化量）が大きいため、第3レンズ群をフォーカス群にすると、フォー  
カスストロークが短くなり、鏡筒サイズを小型化することができる。

**【0087】**

従って、第3レンズ群が光軸方向へ移動されてフォーカシングが行われるようにするこ  
とにより、フォーカスストロークが短縮化され、鏡筒サイズの小型化を図ることができる  
。

**【0088】**

本技術の一実施形態によるズームレンズにあっては、第3レンズ群が光軸方向へ移動さ  
れてフォーカシングが行われ、以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

10

20

30

40

50

$$(4) -2.0 < f_3 / f_w < -1.0$$

但し、

$f_3$ ：第3レンズ群の焦点距離

$f_w$ ：広角端状態で無限遠合焦時におけるレンズ全系の焦点距離  
とする。

#### 【0089】

条件式(4)は、広角端状態における無限遠合焦時のレンズ全系の焦点距離に対する第3レンズ群の焦点距離の比を規定する式である。

#### 【0090】

条件式(4)を下回ると、第3レンズ群の屈折力が強くなり過ぎるため、フォーカシングしたときの性能低下が大きくなってしまう。 10

#### 【0091】

逆に、条件式(4)を上回ると、第3レンズ群の屈折力が弱くなり過ぎるため、ピント敏感度が小さくなりフォーカスストロークが長くなるため、鏡筒サイズが大型化してしまう。

#### 【0092】

従って、ズームレンズが条件式(4)を満足することにより、第3レンズ群の屈折力が適正化され、フォーカシングしたときの性能の向上及びフォーカスストロークの短縮化が図られ、光学性能の向上及び小型化を図ることができる。

#### 【0093】

尚、ズームレンズにおいては、以下の条件式(4)を満足することがより好ましい。

$$(4) -1.6 < f_3 / f_w < -1.1$$

ズームレンズが条件式(4)を満足することにより、第3レンズ群の屈折力がより適正化され、フォーカシングしたときの一層の性能の向上及びフォーカスストロークの一層の短縮化が図られ、一層の光学性能の向上及び一層の小型化を図ることができる。 20

#### 【0094】

本技術の一実施形態によるズームレンズにあっては、第1レンズ群が物体側より像側へ順に配置された負レンズと正レンズによって構成されることが望ましい。

#### 【0095】

第1レンズ群が上記のように構成されることにより、第1レンズ群の光軸方向における薄型化を確保した上で、諸収差、特に、歪曲収差、コマ収差、倍率色収差及び軸上色収差を良好に補正することができ、光学性能の向上を図ることができる。 30

#### 【0096】

本技術の一実施形態によるズームレンズにあっては、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際し、第1レンズ群と第2レンズ群と第3レンズ群が光軸方向へ移動され、第4レンズ群が光軸方向へ移動又は固定されることが望ましい。

#### 【0097】

広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際し、第1レンズ群と第2レンズ群と第3レンズ群が光軸方向へ移動され、第4レンズ群が光軸方向へ移動又は固定されることにより、ズーミング時の各群の移動量が小さくなり、鏡筒サイズを小型化することができる。 40

#### 【0098】

##### [ズームレンズの数値実施例]

以下に、本技術ズームレンズの具体的な実施の形態及び実施の形態に具体的な数値を適用した数値実施例について、図面及び表を参照して説明する。

#### 【0099】

尚、以下の各表や説明において示した記号の意味等については、下記に示す通りである。

#### 【0100】

「面番号」は物体側から像側へ数えた第*i*番目の面の面番号、「R」は第*i*番目の面の近軸曲率半径、「D」は第*i*番目の面と第*i*+1番目の面の間の軸上面間隔（レンズの中 50

心の厚み又は空気間隔)、「N」は第*i*番目の面から始まるレンズ等のd線(=587.6nm)における屈折率、「」は第*i*番目の面から始まるレンズ等のd線におけるアッベ数を示す。

#### 【0101】

「面番号」に関し「ASP」は当該面が非球面であることを示し、「R」に関し「Infinity」は当該面が平面であることを示し、「D」に関し「Di」は可変間隔であることを示す。

#### 【0102】

「」は円錐定数(コーニック定数)、「A4」、「A6」、「A8」、「A10」はそれぞれ4次、6次、8次、10次の非球面係数を示す。 10

#### 【0103】

「Fno」はFナンバー、「f」は焦点距離、「」は半画角を示す。

#### 【0104】

尚、以下の非球面係数を示す各表において、「E-n」は10を底とする指数表現、即ち、「10のマイナスn乗」を表しており、例えば、「0.12345E-05」は「0.12345×(10のマイナス五乗)」を表している。

#### 【0105】

各実施の形態において用いられたズームレンズには、レンズ面が非球面に形成されたものがある。非球面形状は、「x」をレンズ面の頂点からの光軸方向における距離(サグ量)、「y」を光軸方向に垂直な方向における高さ(像高)、「c」をレンズの頂点における近軸曲率(曲率半径の逆数)、「」を円錐定数(コーニック定数)、「Ai」を各次の非球面係数とすると、以下の式によって定義される。 20

#### 【0106】

#### 【数1】

$$x = \frac{y^2 \cdot c^2}{1 + \{1 - (1 + \kappa) \cdot y^2 \cdot c^2\}^{1/2}} + \sum A_i \cdot y^i$$

#### 【0107】

以下に示す第1の実施の形態乃至第8の実施の形態におけるズームレンズ1乃至ズームレンズ8は、物体側より像側へ順に配置された負の屈折力を有する第1レンズ群GR1と正の屈折力を有する第2レンズ群GR2と負の屈折力を有する第3レンズ群GR3と正の屈折力を有する第4レンズ群GR4とによって構成されている。 30

#### 【0108】

<第1の実施の形態>

図1は、本技術の第1の実施の形態におけるズームレンズ1のレンズ構成を示している。

#### 【0109】

ズームレンズ1は変倍比が2.94倍にされている。

#### 【0110】

ズームレンズ1は、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際し、第1レンズ群GR1と第2レンズ群GR2と第3レンズ群GR3と第4レンズ群GR4が光軸方向へ移動される。

#### 【0111】

第1レンズ群GR1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズである第1レンズL1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第2レンズL2とが物体側より像側へ順に配置されて成る。

#### 【0112】

第2レンズ群GR2は、物体側に位置された前群G2fと像側に位置された後群G2rとによって構成されている。 50

## 【0113】

前群 G 2 f は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第 3 レンズ L 3 と、物体側に位置された両凸レンズである第 4 レンズ L 4 と像側に位置された両凹レンズである第 5 レンズ L 5 とが接合された接合レンズと、両凸レンズである第 6 レンズ L 6 とが物体側より像側へ順に配置されて成る。

## 【0114】

後群 G 2 r は、両凸レンズである第 7 レンズ L 7 から成る。

## 【0115】

第 3 レンズ群 G R 3 は、両凹レンズである第 8 レンズ L 8 から成る。

## 【0116】

第 4 レンズ群 G R 4 は、両凸レンズである第 9 レンズ L 9 から成る。

## 【0117】

第 2 レンズ群 G R 2 における第 3 レンズ L 3 と第 4 レンズ L 4 の間には開口絞り S が配置され、開口絞り S は第 2 レンズ群 G R 2 と一緒に光軸方向へ移動される。

## 【0118】

第 4 レンズ群 G R 4 と像面 I M G の間には図示しないカバーガラスが配置されている。

## 【0119】

表 1 に、第 1 の実施の形態におけるズームレンズ 1 に具体的な数値を適用した数値実施例 1 のレンズデーターを示す。

## 【0120】

## 【表 1】

面番号	R	D	N	$\nu$
1	172.566	1.080	1.88300	40.80
2(ASP)	12.058	4.000		
3	19.766	2.018	2.00272	19.32
4	32.048	(D4)		
5(ASP)	13.010	2.283	1.69350	53.20
6(ASP)	199.000	1.500		
7	Infinity	0.500		
8	11.062	3.353	1.49700	81.61
9	-31.892	0.700	1.83400	37.34
10	8.850	1.526		
11	15.567	2.500	1.48749	70.44
12	-34.265	0.500		
13	24.398	1.601	1.48749	70.44
14	-351.765	(D14)		
15	-24.720	0.790	1.69680	55.46
16(ASP)	30.038	(D16)		
17(ASP)	93.933	2.190	1.80610	40.73
18(ASP)	-60.132	(D18)		

## 【0121】

ズームレンズ 1 において、第 1 レンズ群 G R 1 の第 1 レンズ L 1 の像側の面（第 2 面）、第 2 レンズ群 G R 2 の第 3 レンズ L 3 の両面（第 5 面、第 6 面）、第 3 レンズ群 G R 3 の第 8 レンズ L 8 の像側の面（第 16 面）及び第 4 レンズ群 G R 4 の第 9 レンズ L 9 の両面（第 17 面、第 18 面）は非球面に形成されている。数値実施例 1 における非球面の 4 次、6 次、8 次、10 次の非球面係数 A 4、A 6、A 8、A 10 を円錐定数と共に表 2 に示す。

10

20

30

40

50

【0122】

【表2】

面番号	$\kappa$	A4	A6	A8	A10
2	-0.083257779	-1.2058E-05	-3.9503E-07	3.1552E-09	-2.6164E-11
5	0	-6.3285E-06	-5.1744E-07	1.0598E-08	-2.0601E-10
6	0	2.3738E-06	-2.1246E-07	6.8489E-10	-7.7144E-11
16	-0.8909625	6.1843E-05	-2.7882E-07	-1.0586E-09	1.0602E-11
17	0	-8.8132E-05	7.6707E-07	-8.7771E-09	7.0405E-11
18	0	-9.0000E-05	6.3117E-07	-8.4535E-09	6.5005E-11

10

【0123】

ズームレンズ1において、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際して、第1レンズ群G R 1と第2レンズ群G R 2の間の面間隔D 4、第2レンズ群G R 2と第3レンズ群G R 3の間の面間隔D 14、第3レンズ群G R 3と第4レンズ群G R 4の間の面間隔D 16及び第4レンズ群G R 4と像面I M Gの間の面間隔D 18が変化する。数値実施例1における各面間隔の広角端状態、中間焦点距離状態及び望遠端状態における可変間隔をFナンバーF no、焦点距離f及び半画角 $\omega$ とともに表3に示す。

【0124】

【表3】

20

	広角端	中間焦点距離	望遠端
Fno	3.61	4.77	5.77
f	16.48	28.20	48.50
$\omega$	46.00	27.66	16.19
D4	23.043	10.230	0.800
D14	3.325	4.565	9.669
D16	3.775	5.594	6.410
D18	13.817	20.784	26.837

30

【0125】

図2乃至図4は数値実施例1の無限遠合焦状態における諸収差図を示し、図2は広角端状態、図3は中間焦点距離状態、図4は望遠端状態における諸収差図を示す。

【0126】

図2乃至図4には、球面収差図において実線はd線(587.56nm)、点線はC線(波長656.3nm)、一点鎖線はg線(波長435.8nm)における値を示すものであり、非点収差図において実線はd線のサジタル像面、破線はd線のメリディオナル像面における値を示すものであり、歪曲収差図において実線はd線における値を示すものである。

【0127】

40

図5乃至図13は数値実施例1の無限遠合焦状態における諸収差図を示す。図5乃至図13においてd e cは偏芯補正量を示す。図5乃至図13において、実線はd線(587.56nm)、点線はC線(波長656.3nm)、一点鎖線はg線(波長435.8nm)における値を示す。

【0128】

図5は広角端状態において防振が行われていないときの横収差図、図6は広角端状態において一方の方向へ防振が行われたときの横収差図、図7は広角端状態において他方の方向へ防振が行われたときの横収差図を示す。

【0129】

図8は中間焦点距離状態において防振が行われていないときの横収差図、図9は中間焦

50

点距離状態において一方の方向へ防振が行われたときの横収差図、図10は中間焦点距離状態において他方の方向へ防振が行われたときの横収差図を示す。

**【0130】**

図11は望遠端状態において防振が行われていないときの横収差図、図12は望遠端状態において一方の方向へ防振が行われたときの横収差図、図13は望遠端状態において他方の方向へ防振が行われたときの横収差図を示す。

**【0131】**

各収差図から、数値実施例1は諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

**【0132】**

10

<第2の実施の形態>

図14は、本技術の第2の実施の形態におけるズームレンズ2のレンズ構成を示している。

**【0133】**

ズームレンズ2は変倍比が2.94倍にされている。

**【0134】**

ズームレンズ2は、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際し、第1レンズ群GR1と第2レンズ群GR2と第3レンズ群GR3と第4レンズ群GR4が光軸方向へ移動される。

**【0135】**

20

第1レンズ群GR1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズである第1レンズL1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第2レンズL2とが物体側より像側へ順に配置されて成る。

**【0136】**

第2レンズ群GR2は、物体側に位置された前群G2fと像側に位置された後群G2rとによって構成されている。

**【0137】**

前群G2fは、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第3レンズL3と、物体側に位置された両凸レンズである第4レンズL4と像側に位置された両凹レンズである第5レンズL5とが接合された接合レンズと、両凸レンズである第6レンズL6とが物体側より像側へ順に配置されて成る。

30

**【0138】**

後群G2rは、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第7レンズL7から成る。

**【0139】**

第3レンズ群GR3は、両凹レンズである第8レンズL8から成る。

**【0140】**

第4レンズ群GR4は、両凸レンズである第9レンズL9から成る。

**【0141】**

第2レンズ群GR2における第3レンズL3と第4レンズL4の間には開口絞りSが配置され、開口絞りSは第2レンズ群GR2と一体になって光軸方向へ移動される。

40

**【0142】**

第4レンズ群GR4と像面IMGの間には図示しないカバーガラスが配置されている。

**【0143】**

表4に、第2の実施の形態におけるズームレンズ2に具体的数値を適用した数値実施例2のレンズデーターを示す。

**【0144】**

【表4】

面番号	R	D	N	$\nu$
1	222.856	1.080	1.88300	40.80
2(ASP)	13.144	5.129		
3	23.358	2.066	2.00272	19.32
4	40.451	(D4)		
5(ASP)	13.236	2.254	1.69350	53.20
6(ASP)	199.000	1.500		
7	Infinity	0.603		
8	11.768	3.346	1.49700	81.61
9	-26.834	0.700	1.83400	37.34
10	9.476	2.302		
11	20.302	2.500	1.48749	70.44
12	-26.661	1.350		
13	28.027	1.550	1.48749	70.44
14	177.704	(D14)		
15	-29.838	0.790	1.69680	55.46
16(ASP)	41.776	(D16)		
17(ASP)	106.007	2.103	1.80610	40.73
18(ASP)	-77.857	(D18)		

10

20

30

【0145】

ズームレンズ2において、第1レンズ群G R 1の第1レンズL 1の像側の面（第2面）、第2レンズ群G R 2の第3レンズL 3の両面（第5面、第6面）、第3レンズ群G R 3の第8レンズL 8の像側の面（第16面）及び第4レンズ群G R 4の第9レンズL 9の両面（第17面、第18面）は非球面に形成されている。数値実施例2における非球面の4次、6次、8次、10次の非球面係数A 4、A 6、A 8、A 10を円錐定数と共に表5に示す。

【0146】

【表5】

面番号	$\kappa$	A4	A6	A8	A10
2	-0.028720073	-1.9428E-05	-2.3338E-07	1.2218E-09	-1.2032E-11
5	0	-5.2082E-06	-3.9851E-07	1.1483E-08	-1.8808E-10
6	0	6.9720E-06	-2.6694E-07	6.7233E-09	-1.3501E-10
16	0.143949144	2.1880E-05	7.9266E-07	-2.6969E-08	3.0251E-10
17	0	-9.0000E-05	1.3085E-06	-9.2491E-09	5.4608E-11
18	0	-8.0748E-05	8.5592E-07	-4.3070E-09	3.1387E-11

40

【0147】

ズームレンズ2において、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際して、第1レンズ群G R 1と第2レンズ群G R 2の間の面間隔D 4、第2レンズ群G R 2と第3レンズ群G R 3の間の面間隔D 14、第3レンズ群G R 3と第4レンズ群G R 4の間の面間隔D 16及び第4レンズ群G R 4と像面I M Gの間の面間隔D 18が変化する。数値実施例2における各面間隔の広角端状態、中間焦点距離状態及び望遠端状態における可変間隔をFナンバーF no、焦点距離f及び半画角とともに表6に示す。

【0148】

【表6】

	広角端	中間焦点距離	望遠端
Fno	3.61	4.76	5.77
f	16.48	28.20	48.50
$\omega$	39.65	23.62	13.86
D4	25.530	11.003	0.800
D14	4.151	4.959	9.242
D16	3.277	5.199	6.410
D18	13.271	20.955	29.662

10

## 【0149】

図15乃至図17は数値実施例2の無限遠合焦状態における諸収差図を示し、図15は広角端状態、図16は中間焦点距離状態、図17は望遠端状態における諸収差図を示す。

## 【0150】

図15乃至図17には、球面収差図において実線はd線(587.56nm)、点線はC線(波長656.3nm)、一点鎖線はg線(波長435.8nm)における値を示すものであり、非点収差図において実線はd線のサジタル像面、破線はd線のメリディオナル像面における値を示すものであり、歪曲収差図において実線はd線における値を示すものである。

20

## 【0151】

図18乃至図26は数値実施例2の無限遠合焦状態における諸収差図を示す。図18乃至図26においてd e cは偏芯補正量を示す。図18乃至図26において、実線はd線(587.56nm)、点線はC線(波長656.3nm)、一点鎖線はg線(波長435.8nm)における値を示す。

## 【0152】

図18は広角端状態において防振が行われていないときの横収差図、図19は広角端状態において一方の方向へ防振が行われたときの横収差図、図20は広角端状態において他方の方向へ防振が行われたときの横収差図を示す。

## 【0153】

30

図21は中間焦点距離状態において防振が行われていないときの横収差図、図22は中間焦点距離状態において一方の方向へ防振が行われたときの横収差図、図23は中間焦点距離状態において他方の方向へ防振が行われたときの横収差図を示す。

## 【0154】

図24は望遠端状態において防振が行われていないときの横収差図、図25は望遠端状態において一方の方向へ防振が行われたときの横収差図、図26は望遠端状態において他方の方向へ防振が行われたときの横収差図を示す。

## 【0155】

各収差図から、数値実施例2は諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

40

## 【0156】

<第3の実施の形態>

図27は、本技術の第3の実施の形態におけるズームレンズ3のレンズ構成を示している。

## 【0157】

ズームレンズ3は変倍比が2.95にされている。

## 【0158】

ズームレンズ3は、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際し、第1レンズ群G R 1と第2レンズ群G R 2と第3レンズ群G R 3と第4レンズ群G R 4が光軸方向へ移動される。

50

**【 0 1 5 9 】**

第1レンズ群G R 1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズである第1レンズL 1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第2レンズL 2とが物体側より像側へ順に配置されて成る。

**【 0 1 6 0 】**

第2レンズ群G R 2は、物体側に位置された前群G 2 fと像側に位置された後群G 2 rとによって構成されている。

**【 0 1 6 1 】**

前群G 2 fは、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第3レンズL 3と、物体側に位置された両凸レンズである第4レンズL 4と像側に位置された両凹レンズである第5レンズL 5とが接合された接合レンズと、両凸レンズである第6レンズL 6とが物体側より像側へ順に配置されて成る。 10

**【 0 1 6 2 】**

後群G 2 rは、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第7レンズL 7から成る。

**【 0 1 6 3 】**

第3レンズ群G R 3は、両凹レンズである第8レンズL 8から成る。

**【 0 1 6 4 】**

第4レンズ群G R 4は、両凸レンズである第9レンズL 9から成る。

**【 0 1 6 5 】**

第2レンズ群G R 2における第3レンズL 3と第4レンズL 4の間には開口絞りSが配置され、開口絞りSは第2レンズ群G R 2と一体になって光軸方向へ移動される。 20

**【 0 1 6 6 】**

第4レンズ群G R 4と像面I M Gの間には図示しないカバーガラスが配置されている。

**【 0 1 6 7 】**

表7に、第3の実施の形態におけるズームレンズ3に具体的数値を適用した数値実施例3のレンズデーターを示す。

**【 0 1 6 8 】**

【表7】

面番号	R	D	N	$\nu$
1	252.042	0.900	1.88300	40.80
2(ASP)	13.051	4.982		
3	23.082	2.030	2.00272	19.32
4	39.631	(D4)		
5(ASP)	13.322	2.289	1.69350	53.20
6(ASP)	500.000	1.500		
7	Infinity	0.807		
8	13.379	3.311	1.49700	81.61
9	-22.314	0.700	1.83400	37.34
10	10.047	2.304		
11	19.300	2.834	1.48749	70.44
12	-17.847	0.500		
13	20.527	2.000	1.48749	70.44
14	37.448	(D14)		
15	-23.792	0.790	1.69680	55.46
16(ASP)	33.341	(D16)		
17(ASP)	460.205	2.800	1.80610	40.73
18(ASP)	-44.425	(D18)		

10

20

30

【0169】

ズームレンズ3において、第1レンズ群G R 1の第1レンズL 1の像側の面（第2面）、第2レンズ群G R 2の第3レンズL 3の両面（第5面、第6面）、第3レンズ群G R 3の第8レンズL 8の像側の面（第16面）及び第4レンズ群G R 4の第9レンズL 9の両面（第17面、第18面）は非球面に形成されている。数値実施例3における非球面の4次、6次、8次、10次の非球面係数A 4、A 6、A 8、A 10を円錐定数と共に表8に示す。

【0170】

【表8】

面番号	$\kappa$	A4	A6	A8	A10
2	-0.068595226	-1.6373E-05	-2.2102E-07	1.1605E-09	-1.0927E-11
5	0	-4.2029E-06	-4.7644E-07	1.4891E-08	-1.8091E-10
6	0	1.4546E-05	-3.1972E-07	1.0536E-08	-1.4041E-10
16	0.722868887	2.4690E-05	5.4539E-07	-2.0353E-08	2.6505E-10
17	0	-8.7087E-05	1.5948E-06	-1.8007E-08	1.2184E-10
18	0	-7.5992E-05	1.0346E-06	-1.0379E-08	6.8995E-11

40

【0171】

ズームレンズ3において、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際して、第1レンズ群G R 1と第2レンズ群G R 2の間の面間隔D 4、第2レンズ群G R 2と第3レンズ群G R 3の間の面間隔D 14、第3レンズ群G R 3と第4レンズ群G R 4の間の面間隔D 16及び第4レンズ群G R 4と像面I M Gの間の面間隔D 18が変化する。数値実施例3における各面間隔の広角端状態、中間焦点距離状態及び望遠端状態における可変間隔をFナンバーF no、焦点距離f及び半画角とともに表9に示す。

【0172】

## 【表9】

	広角端	中間焦点距離	望遠端
Fno	3.62	4.75	5.94
f	16.48	28.20	48.55
$\omega$	45.79	27.34	16.17
D4	25.328	10.764	0.800
D14	3.756	4.942	8.200
D16	3.168	5.089	6.410
D18	13.399	20.121	29.819

10

## 【0173】

図28乃至図30は数値実施例3の無限遠合焦状態における諸収差図を示し、図28は広角端状態、図29は中間焦点距離状態、図30は望遠端状態における諸収差図を示す。

## 【0174】

図28乃至図30には、球面収差図において実線はd線(587.56nm)、点線はC線(波長656.3nm)、一点鎖線はg線(波長435.8nm)における値を示すものであり、非点収差図において実線はd線のサジタル像面、破線はd線のメリディオナル像面における値を示すものであり、歪曲収差図において実線はd線における値を示すものである。

20

## 【0175】

各収差図から、数値実施例3は諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

## 【0176】

<第4の実施の形態>

図31は、本技術の第4の実施の形態におけるズームレンズ4のレンズ構成を示している。

## 【0177】

ズームレンズ4は変倍比が2.94倍にされている。

## 【0178】

ズームレンズ4は、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際し、第1レンズ群GR1と第2レンズ群GR2と第3レンズ群GR3と第4レンズ群GR4が光軸方向へ移動される。

30

## 【0179】

第1レンズ群GR1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズである第1レンズL1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第2レンズL2とが物体側より像側へ順に配置されて成る。

## 【0180】

第2レンズ群GR2は、物体側に位置された前群G2fと像側に位置された後群G2rとによって構成されている。

40

## 【0181】

前群G2fは、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第3レンズL3と、物体側に位置された両凸レンズである第4レンズL4と像側に位置された両凹レンズである第5レンズL5とが接合された接合レンズと、両凸レンズである第6レンズL6とが物体側より像側へ順に配置されて成る。

## 【0182】

後群G2rは、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第7レンズL7から成る。

## 【0183】

第3レンズ群GR3は、両凹レンズである第8レンズL8から成る。

50

## 【0184】

第4レンズ群G R 4は、両凸レンズである第9レンズL 9から成る。

## 【0185】

第2レンズ群G R 2における第3レンズL 3と第4レンズL 4の間には開口絞りSが配置され、開口絞りSは第2レンズ群G R 2と一体になって光軸方向へ移動される。

## 【0186】

第4レンズ群G R 4と像面I M Gの間には図示しないカバーガラスが配置されている。

## 【0187】

表10に、第4の実施の形態におけるズームレンズ4に具体的数値を適用した数値実施例4のレンズデーターを示す。

## 【0188】

## 【表10】

面番号	R	D	N	v
1	207.145	0.900	1.88300	40.80
2(ASP)	12.897	5.460		
3	23.870	2.008	2.00272	19.32
4	41.783	(D4)		
5(ASP)	13.282	2.292	1.69350	53.20
6(ASP)	500.000	1.500		
7	Infinity	0.735		
8	13.765	3.176	1.49700	81.61
9	-22.381	0.700	1.83400	37.34
10	10.276	2.042		
11	21.088	2.628	1.48749	70.44
12	-17.983	0.500		
13	27.193	1.756	1.48749	70.44
14	43.331	(D14)		
15	-25.957	0.790	1.69680	55.46
16(ASP)	49.562	(D16)		
17(ASP)	105.052	2.192	1.80610	40.73
18(ASP)	-76.458	(D18)		

## 【0189】

ズームレンズ4において、第1レンズ群G R 1の第1レンズL 1の像側の面（第2面）、第2レンズ群G R 2の第3レンズL 3の両面（第5面、第6面）、第3レンズ群G R 3の第8レンズL 8の像側の面（第16面）及び第4レンズ群G R 4の第9レンズL 9の両面（第17面、第18面）は非球面に形成されている。数値実施例4における非球面の4次、6次、8次、10次の非球面係数A 4、A 6、A 8、A 10を円錐定数と共に表1に示す。

## 【0190】

10

20

30

40

【表 1 1】

面番号	$\kappa$	A4	A6	A8	A10
2	-0.044265615	-2.0512E-05	-2.2485E-07	1.0226E-09	-1.2101E-11
5	0	-5.0324E-06	-4.5168E-07	1.4687E-08	-1.9964E-10
6	0	1.6363E-05	-3.5851E-07	1.1849E-08	-1.7724E-10
16	-1	2.7873E-05	2.9409E-07	-9.5449E-09	8.2000E-11
17	0	-8.9886E-05	1.3122E-06	-1.5327E-08	7.9689E-11
18	0	-8.4462E-05	9.9251E-07	-1.0816E-08	5.2171E-11

10

## 【0 1 9 1】

ズームレンズ 4において、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際して、第1レンズ群 G R 1 と第2レンズ群 G R 2 の間の面間隔 D 4 、第2レンズ群 G R 2 と第3レンズ群 G R 3 の間の面間隔 D 1 4 、第3レンズ群 G R 3 と第4レンズ群 G R 4 の間の面間隔 D 1 6 及び第4レンズ群 G R 4 と像面 I M G の間の面間隔 D 1 8 が変化する。数値実施例 4 における各面間隔の広角端状態、中間焦点距離状態及び望遠端状態における可変間隔を F ナンバー F n o 、焦点距離 f 及び半画角  $\omega$  とともに表 1 2 に示す。

## 【0 1 9 2】

【表 1 2】

	広角端	中間焦点距離	望遠端
Fno	3.61	4.75	5.77
f	16.48	28.20	48.50
$\omega$	45.88	27.54	16.29
D4	25.220	10.814	0.800
D14	4.998	6.068	10.564
D16	3.277	5.072	6.410
D18	13.326	20.698	28.946

20

## 【0 1 9 3】

30

図 3 2 乃至 図 3 4 は数値実施例 4 の無限遠合焦状態における諸収差図を示し、図 3 2 は広角端状態、図 3 3 は中間焦点距離状態、図 3 4 は望遠端状態における諸収差図を示す。

## 【0 1 9 4】

図 3 2 乃至 図 3 4 には、球面収差図において実線は d 線 ( 5 8 7 . 5 6 n m ) 、点線は C 線 ( 波長 6 5 6 . 3 n m ) 、一点鎖線は g 線 ( 波長 4 3 5 . 8 n m ) における値を示すものであり、非点収差図において実線は d 線のサジタル像面、破線は d 線のメリディオナル像面における値を示すものであり、歪曲収差図において実線は d 線における値を示すものである。

## 【0 1 9 5】

各収差図から、数値実施例 4 は諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

40

## 【0 1 9 6】

< 第 5 の実施の形態 >

図 3 5 は、本技術の第 5 の実施の形態におけるズームレンズ 5 のレンズ構成を示している。

## 【0 1 9 7】

ズームレンズ 5 は変倍比が 2 . 9 4 倍にされている。

## 【0 1 9 8】

ズームレンズ 5 は、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際し、第1レンズ群 G R 1 と第2レンズ群 G R 2 と第3レンズ群 G R 3 と第4レンズ群 G R 4 が光軸方向へ移動される

50

。

【0199】

第1レンズ群G R 1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズである第1レンズL 1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第2レンズL 2とが物体側より像側へ順に配置されて成る。

【0200】

第2レンズ群G R 2は、物体側に位置された前群G 2 fと像側に位置された後群G 2 rとによって構成されている。

【0201】

前群G 2 fは、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第3レンズL 3と、物体側に位置された両凸レンズである第4レンズL 4と像側に位置された両凹レンズである第5レンズL 5とが接合された接合レンズと、両凸レンズである第6レンズL 6とが物体側より像側へ順に配置されて成る。 10

【0202】

後群G 2 rは、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第7レンズL 7から成る。

【0203】

第3レンズ群G R 3は、両凹レンズである第8レンズL 8から成る。

【0204】

第4レンズ群G R 4は、両凸レンズである第9レンズL 9から成る。 20

【0205】

第2レンズ群G R 2における第3レンズL 3と第4レンズL 4の間には開口絞りSが配置され、開口絞りSは第2レンズ群G R 2と一体になって光軸方向へ移動される。

【0206】

第4レンズ群G R 4と像面IMGの間には図示しないカバーガラスが配置されている。

【0207】

表13に、第5の実施の形態におけるズームレンズ5に具体的数値を適用した数値実施例5のレンズデーターを示す。

【0208】

【表13】

面番号	R	D	N	v
1	246.600	0.900	1.88300	40.80
2(ASP)	12.556	5.428		
3	24.320	1.979	2.00272	19.32
4	44.567	(D4)		
5(ASP)	13.479	2.259	1.69350	53.20
6(ASP)	500.000	1.500		
7	Infinity	0.850		
8	15.459	3.125	1.49700	81.61
9	-22.753	0.700	1.83400	37.34
10	10.656	1.423		
11	18.318	2.801	1.48749	70.44
12	-15.980	0.500		
13	22.520	2.000	1.48749	70.44
14	29.430	(D14)		
15	-26.924	0.700	1.69680	55.46
16(ASP)	37.572	(D16)		
17(ASP)	101.677	2.800	1.80610	40.73
18(ASP)	-75.914	(D18)		

10

20

30

## 【0209】

ズームレンズ5において、第1レンズ群G R 1の第1レンズL 1の像側の面（第2面）、第2レンズ群G R 2の第3レンズL 3の両面（第5面、第6面）、第3レンズ群G R 3の第8レンズL 8の像側の面（第16面）及び第4レンズ群G R 4の第9レンズL 9の両面（第17面、第18面）は非球面に形成されている。数値実施例5における非球面の4次、6次、8次、10次の非球面係数A 4、A 6、A 8、A 10を円錐定数と共に表14に示す。

## 【0210】

【表14】

面番号	$\kappa$	A4	A6	A8	A10
2	-0.079655155	-2.1973E-05	-2.2610E-07	8.1072E-10	-1.1921E-11
5	0	-1.6763E-06	-4.0557E-07	1.4582E-08	-1.5234E-10
6	0	2.6285E-05	-3.2059E-07	1.2905E-08	-1.5121E-10
16	-0.398112386	5.1095E-05	-9.5426E-07	3.3746E-08	-5.0130E-10
17	0	-6.5273E-05	1.0194E-06	-1.4505E-08	7.4877E-11
18	0	-6.5560E-05	8.0577E-07	-1.0268E-08	4.5059E-11

40

## 【0211】

ズームレンズ5において、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際して、第1レンズ群G R 1と第2レンズ群G R 2の間の面間隔D 4、第2レンズ群G R 2と第3レンズ群G R 3の間の面間隔D 14、第3レンズ群G R 3と第4レンズ群G R 4の間の面間隔D 16及び第4レンズ群G R 4と像面I M Gの間の面間隔D 18が変化する。数値実施例5における各面間隔の広角端状態、中間焦点距離状態及び望遠端状態における可変間隔をFナンバーF no、焦点距離f及び半画角とともに表15に示す。

## 【0212】

【表15】

	広角端	中間焦点距離	望遠端
Fno	3.61	4.75	5.77
f	16.48	28.20	48.50
$\omega$	45.88	27.48	16.28
D4	24.679	10.365	0.800
D14	4.132	5.852	9.839
D16	3.083	5.201	6.500
D18	14.630	20.508	29.397

10

## 【0213】

図36乃至図38は数値実施例5の無限遠合焦状態における諸収差図を示し、図36は広角端状態、図37は中間焦点距離状態、図38は望遠端状態における諸収差図を示す。

## 【0214】

図36乃至図38には、球面収差図において実線はd線(587.56nm)、点線はC線(波長656.3nm)、一点鎖線はg線(波長435.8nm)における値を示すものであり、非点収差図において実線はd線のサジタル像面、破線はd線のメリディオナル像面における値を示すものであり、歪曲収差図において実線はd線における値を示すものである。

20

## 【0215】

各収差図から、数値実施例5は諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

## 【0216】

## &lt;比較例&gt;

図39は、本技術の比較例におけるズームレンズ6のレンズ構成を示している。

## 【0217】

ズームレンズ6は変倍比が2.94倍にされている。

## 【0218】

ズームレンズ6は、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際し、第1レンズ群GR1と第2レンズ群GR2と第3レンズ群GR3と第4レンズ群GR4が光軸方向へ移動される。

30

## 【0219】

第1レンズ群GR1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズである第1レンズL1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第2レンズL2とが物体側より像側へ順に配置されて成る。

## 【0220】

第2レンズ群GR2は、物体側に位置された前群G2fと像側に位置された後群G2rとによって構成されている。

## 【0221】

前群G2fは、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第3レンズL3と、物体側に位置された両凸レンズである第4レンズL4と像側に位置された両凹レンズである第5レンズL5とが接合された接合レンズと、両凸レンズである第6レンズL6とが物体側より像側へ順に配置されて成る。

40

## 【0222】

後群G2rは、両凸レンズである第7レンズL7から成る。

## 【0223】

第3レンズ群GR3は、両凹レンズである第8レンズL8から成る。

## 【0224】

第4レンズ群GR4は、両凸レンズである第9レンズL9から成る。

50

## 【0225】

第2レンズ群G R 2における第3レンズL 3と第4レンズL 4の間には開口絞りSが配置され、開口絞りSは第2レンズ群G R 2と一体になって光軸方向へ移動される。

## 【0226】

第4レンズ群G R 4と像面I M Gの間には図示しないカバーガラスが配置されている。

## 【0227】

表16に、比較例におけるズームレンズ6に具体的な数値を適用した数値比較例のレンズデーターを示す。

## 【0228】

【表16】

10

面番号	R	D	N	v
1	209.621	0.900	1.88300	40.80
2(ASP)	12.777	4.568		
3	22.308	2.115	2.00272	19.32
4	38.457	(D4)		
5(ASP)	14.009	2.188	1.69350	53.20
6(ASP)	264.212	1.876		
7	Infinity	0.545		
8	11.173	3.414	1.49700	81.61
9	-29.429	0.700	1.83400	37.34
10	9.523	1.696		
11	23.515	2.120	1.48749	70.44
12	-66.701	0.717		
13	20.835	2.000	1.48749	70.44
14	-42.768	(D14)		
15	-28.543	0.700	1.69680	55.46
16(ASP)	26.229	(D16)		
17(ASP)	77.834	2.268	1.80610	40.73
18(ASP)	-70.071	(D18)		

20

30

## 【0229】

ズームレンズ6において、第1レンズ群G R 1の第1レンズL 1の像側の面（第2面）、第2レンズ群G R 2の第3レンズL 3の両面（第5面、第6面）、第3レンズ群G R 3の第8レンズL 8の像側の面（第16面）及び第4レンズ群G R 4の第9レンズL 9の両面（第17面、第18面）は非球面に形成されている。数値比較例における非球面の4次、6次、8次、10次の非球面係数A4、A6、A8、A10を円錐定数と共に表17に示す。

## 【0230】

40

【表17】

面番号	$\kappa$	A4	A6	A8	A10
2	-0.095321274	-1.5951E-05	-2.5027E-07	1.4406E-09	-1.2807E-11
5	0	2.1160E-07	-4.7133E-07	1.2653E-08	-1.9556E-10
6	0	6.4546E-06	-2.9707E-07	6.1345E-09	-1.1939E-10
16	0.592435986	1.8563E-05	8.9461E-07	-3.4318E-08	4.0878E-10
17	0	-8.8812E-05	1.5677E-06	-8.6394E-09	5.7729E-11
18	0	-7.8489E-05	1.0564E-06	-4.6513E-09	5.3059E-11

50

## 【0231】

ズームレンズ6において、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際して、第1レンズ群G R 1と第2レンズ群G R 2の間の面間隔D 4、第2レンズ群G R 2と第3レンズ群G R 3の間の面間隔D 14、第3レンズ群G R 3と第4レンズ群G R 4の間の面間隔D 16及び第4レンズ群G R 4と像面I M Gの間の面間隔D 18が変化する。数値比較例における各面間隔の広角端状態、中間焦点距離状態及び望遠端状態における可変間隔をFナンバーF n o、焦点距離f及び半画角 $\omega$ とともに表18に示す。

## 【0232】

## 【表18】

	広角端	中間焦点距離	望遠端
F n o	3.61	4.77	5.77
f	16.48	28.20	48.50
$\omega$	45.43	27.40	16.16
D4	25.823	11.061	0.800
D14	3.342	4.725	8.612
D16	3.501	5.623	6.500
D18	14.987	21.454	30.182

10

## 【0233】

20

図40乃至図42は数値比較例の無限遠合焦状態における諸収差図を示し、図40は広角端状態、図41は中間焦点距離状態、図42は望遠端状態における諸収差図を示す。

## 【0234】

図40乃至図42には、球面収差図において実線はd線(587.56nm)、点線はC線(波長656.3nm)、一点鎖線はg線(波長435.8nm)における値を示すものであり、非点収差図において実線はd線のサジタル像面、破線はd線のメリディオナル像面における値を示すものであり、歪曲収差図において実線はd線における値を示すものである。

## 【0235】

30

各収差図から、数値比較例は諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

## 【0236】

<第6の実施の形態>

図43は、本技術の第6の実施の形態におけるズームレンズ7のレンズ構成を示している。

## 【0237】

ズームレンズ7は変倍比が2.94倍にされている。

## 【0238】

ズームレンズ7は、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際し、第1レンズ群G R 1と第2レンズ群G R 2と第3レンズ群G R 3が光軸方向へ移動され、第4レンズ群G R 4が固定されている。

40

## 【0239】

第1レンズ群G R 1は、両凹レンズである第1レンズL 1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第2レンズL 2とが物体側より像側へ順に配置されて成る。

## 【0240】

第2レンズ群G R 2は、物体側に位置された前群G 2 fと像側に位置された後群G 2 rとによって構成されている。

## 【0241】

前群G 2 fは、両凸レンズである第3レンズL 3と、物体側に位置された両凸レンズである第4レンズL 4と像側に位置された両凹レンズである第5レンズL 5とが接合された

50

接合レンズと、両凸レンズである第6レンズL6とが物体側より像側へ順に配置されて成る。

【0242】

後群G2rは、両凸レンズである第7レンズL7から成る。

【0243】

第3レンズ群GR3は、両凹レンズである第8レンズL8から成る。

【0244】

第4レンズ群GR4は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第9レンズL9から成る。

【0245】

第2レンズ群GR2における第3レンズL3と第4レンズL4の間には開口絞りSが配置され、開口絞りSは第2レンズ群GR2と一体になって光軸方向へ移動される。

【0246】

第4レンズ群GR4と像面IMGの間には図示しないカバーガラスが配置されている。

【0247】

表19に、第6の実施の形態におけるズームレンズ7に具体的数値を適用した数値実施例6のレンズデーターを示す。

【0248】

【表19】

面番号	R	D	N	v
1	-106.599	1.000	1.88300	40.80
2(ASP)	14.121	4.483		
3	28.595	1.953	2.00272	19.32
4	67.578	(D4)		
5(ASP)	17.978	2.022	1.69350	53.20
6(ASP)	-154.251	2.243		
7	Infinity	0.500		
8	11.910	3.485	1.49700	81.61
9	-33.602	0.700	1.83400	37.34
10	11.615	1.675		
11	28.531	2.500	1.48749	70.44
12	-22.561	0.500		
13	44.764	1.491	1.48749	70.44
14	-149.915	(D14)		
15	-334.863	0.790	1.69680	55.46
16(ASP)	19.669	(D16)		
17(ASP)	-42.143	1.785	1.80610	40.73
18(ASP)	-24.554	(D18)		

【0249】

ズームレンズ7において、第1レンズ群GR1の第1レンズL1の像側の面（第2面）、第2レンズ群GR2の第3レンズL3の両面（第5面、第6面）、第3レンズ群GR3の第8レンズL8の像側の面（第16面）及び第4レンズ群GR4の第9レンズL9の両面（第17面、第18面）は非球面に形成されている。数値実施例6における非球面の4次、6次、8次、10次の非球面係数A4、A6、A8、A10を円錐定数と共に表20に示す。

【0250】

10

20

30

40

## 【表20】

面番号	$\kappa$	A4	A6	A8	A10
2	-0.287418167	-2.1083E-05	-1.0621E-07	1.1573E-10	-1.7023E-12
5	0	1.5623E-05	-3.4289E-07	1.1067E-08	-1.1128E-10
6	0	3.2944E-05	-3.0633E-07	8.0061E-09	-8.2150E-11
16	0.346531803	4.6386E-05	6.9628E-08	-1.2808E-08	1.9953E-10
17	0	5.3642E-06	9.9004E-07	-1.0689E-08	2.4875E-11
18	0	-3.1116E-07	9.1358E-07	-8.7467E-09	1.4842E-11

10

## 【0251】

ズームレンズ7において、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際して、第1レンズ群G R 1と第2レンズ群G R 2の間の面間隔D 4、第2レンズ群G R 2と第3レンズ群G R 3の間の面間隔D 14、第3レンズ群G R 3と第4レンズ群G R 4の間の面間隔D 16及び第4レンズ群G R 4と像面I M Gの間の面間隔D 18が変化する。数値実施例6における各面間隔の広角端状態、中間焦点距離状態及び望遠端状態における可変間隔をFナンバーF n o、焦点距離f及び半画角 $\omega$ とともに表21に示す。

## 【0252】

## 【表21】

	広角端	中間焦点距離	望遠端
Fno	3.61	4.85	5.77
f	16.48	28.20	48.50
$\omega$	42.01	26.46	15.88
D4	23.777	10.769	0.800
D14	2.749	5.505	12.951
D16	3.538	11.323	15.211
D18	18.308	18.308	18.308

20

## 【0253】

30

図44乃至図46は数値実施例6の無限遠合焦状態における諸収差図を示し、図44は広角端状態、図45は中間焦点距離状態、図46は望遠端状態における諸収差図を示す。

## 【0254】

図44乃至図46には、球面収差図において実線はd線(587.56nm)、点線はC線(波長656.3nm)、一点鎖線はg線(波長435.8nm)における値を示すものであり、非点収差図において実線はd線のサジタル像面、破線はd線のメリディオナル像面における値を示すものであり、歪曲収差図において実線はd線における値を示すものである。

## 【0255】

各収差図から、数値実施例6は諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

40

## 【0256】

<第7の実施の形態>

図47は、本技術の第7の実施の形態におけるズームレンズ8のレンズ構成を示している。

## 【0257】

ズームレンズ8は変倍比が2.94倍にされている。

## 【0258】

ズームレンズ8は、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際し、第1レンズ群G R 1と第2レンズ群G R 2と第3レンズ群G R 3と第4レンズ群G R 4が光軸方向へ移動される

50

。

【0259】

第1レンズ群G R 1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズである第1レンズL 1と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第2レンズL 2とが物体側より像側へ順に配置されて成る。

【0260】

第2レンズ群G R 2は、物体側に位置された前群G 2 fと像側に位置された後群G 2 rとによって構成されている。

【0261】

前群G 2 fは、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第3レンズL 3と、物体側に位置された両凸レンズである第4レンズL 4と像側に位置された両凹レンズである第5レンズL 5とが接合された接合レンズと、両凸レンズである第6レンズL 6とが物体側より像側へ順に配置されて成る。 10

【0262】

後群G 2 rは、両凸レンズである第7レンズL 7と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズである第8レンズL 8とが接合された接合レンズから成る。

【0263】

第3レンズ群G R 3は、両凹レンズである第9レンズL 9から成る。

【0264】

第4レンズ群G R 4は、両凸レンズである第10レンズL 10から成る。 20

【0265】

第2レンズ群G R 2における第3レンズL 3と第4レンズL 4の間には開口絞りSが配置され、開口絞りSは第2レンズ群G R 2と一体になって光軸方向へ移動される。

【0266】

第4レンズ群G R 4と像面IMGの間には図示しないカバーガラスが配置されている。

【0267】

表22に、第7の実施の形態におけるズームレンズ8に具体的数値を適用した数値実施例7のレンズデーターを示す。

【0268】

【表 2 2】

面番号	R	D	N	$\nu$
1	356.541	0.900	1.88300	40.80
2(ASP)	13.056	4.318		
3	22.863	2.136	2.00272	19.32
4	40.961	(D4)		
5(ASP)	13.325	2.296	1.69350	53.20
6(ASP)	500.000	1.500		
7	Infinity	0.500		
8	11.604	3.329	1.49700	81.61
9	-29.954	0.700	1.83400	37.34
10	9.329	2.942		
11	19.032	2.500	1.48749	70.44
12	-35.185	0.733		
13	28.578	1.887	1.48749	70.44
14	-46.492	0.800	1.59551	39.22
15	-114.818	(D15)		
16	-22.448	0.790	1.69680	55.46
17(ASP)	34.976	(D17)		
18(ASP)	158.919	2.280	1.80610	40.73
19(ASP)	-45.685	(D19)		

【0269】

ズームレンズ8において、第1レンズ群G R 1の第1レンズL 1の像側の面（第2面）、第2レンズ群G R 2の第3レンズL 3の両面（第5面、第6面）、第3レンズ群G R 3の第9レンズL 9の像側の面（第17面）及び第4レンズ群G R 4の第10レンズL 10の両面（第18面、第19面）は非球面に形成されている。数値実施例7における非球面の4次、6次、8次、10次の非球面係数A 4、A 6、A 8、A 10を円錐定数と共に表23に示す。

【0270】

【表 2 3】

面番号	$\kappa$	A4	A6	A8	A10
2	-0.002539326	-2.2051E-05	-2.6568E-07	1.3866E-09	-1.4234E-11
5	0	-7.2617E-06	-4.1153E-07	9.5425E-09	-9.8598E-11
6	0	5.5396E-06	-2.6943E-07	5.7344E-09	-4.7964E-11
17	-0.860812011	1.8967E-05	1.1739E-06	-3.6582E-08	3.9920E-10
18	0	-9.0000E-05	1.6315E-06	-1.0060E-08	7.1076E-11
19	0	-7.7952E-05	1.1424E-06	-6.6939E-09	6.9426E-11

【0271】

ズームレンズ8において、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際して、第1レンズ群G R 1と第2レンズ群G R 2の間の面間隔D 4、第2レンズ群G R 2と第3レンズ群G R 3の間の面間隔D 15、第3レンズ群G R 3と第4レンズ群G R 4の間の面間隔D 17及び第4レンズ群G R 4と像面I M Gの間の面間隔D 19が変化する。数値実施例7における各面間隔の広角端状態、中間焦点距離状態及び望遠端状態における可変間隔をFナンバーF n o、焦点距離f及び半画角とともに表24に示す。

【0272】

10

20

30

40

50

【表24】

	広角端	中間焦点距離	望遠端
Fno	3.61	4.72	5.76
f	16.48	28.20	48.50
$\omega$	42.33	26.83	16.07
D4	25.826	11.325	0.800
D15	3.422	4.602	9.402
D17	3.114	5.036	6.410
D19	13.527	20.704	27.731

10

【0273】

図48乃至図50は数値実施例7の無限遠合焦状態における諸収差図を示し、図48は広角端状態、図49は中間焦点距離状態、図50は望遠端状態における諸収差図を示す。

【0274】

図48乃至図50には、球面収差図において実線はd線(587.56nm)、点線はC線(波長656.3nm)、一点鎖線はg線(波長435.8nm)における値を示すものであり、非点収差図において実線はd線のサジタル像面、破線はd線のメリディオナル像面における値を示すものであり、歪曲収差図において実線はd線における値を示すものである。

20

【0275】

各収差図から、数値実施例7は諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

【0276】

#### [ズームレンズの条件式の各値]

以下に、本技術ズームレンズの条件式の各値について説明する。

【0277】

表25にズームレンズ1乃至ズームレンズ8の数値実施例1乃至数値実施例7等における前記条件式(1)乃至条件式(4)の各値を示す。

【0278】

30

【表25】

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
	f2r	46.87	68.03	89.72	144.62
	fw	16.48	16.48	16.48	16.48
条件式(1)	f2r/fw	2.84	4.13	5.44	8.78
	R2f	24.398	28.027	20.527	27.193
	R2r	-351.765	177.704	37.448	43.331
条件式(2)	(R2f+R2r)/(R2f-R2r)	-0.87	-1.37	-3.43	-4.37
	f21	19.97	20.35	19.70	19.64
	f2f	20.56	22.28	20.60	20.91
条件式(3)	f21/f2f	0.97	0.91	0.96	0.94
	f3	-19.35	-24.87	-19.81	-24.34
条件式(4)	f3/fw	-1.17	-1.51	-1.20	-1.48

		実施例5	比較例	実施例6	実施例7
	f2r	179.72	29.04	70.89	50.45
	fw	16.48	16.48	16.48	16.48
条件式(1)	f2r/fw	10.90	1.76	4.30	3.06
	R2f	22.520	20.835	44.764	28.578
	R2r	29.430	-42.768	-149.915	-114.818
条件式(2)	(R2f+R2r)/(R2f-R2r)	-7.52	-0.34	-0.54	-0.60
	f21	19.94	21.26	23.33	19.70
	f2f	20.01	25.62	21.10	22.22
条件式(3)	f21/f2f	1.00	0.83	1.11	0.89
	f3	-22.41	-19.51	-26.64	-19.51
条件式(4)	f3/fw	-1.36	-1.18	-1.62	-1.18

## 【0279】

表25から明らかなように、ズームレンズ1乃至ズームレンズ8は条件式(1)乃至条件式(4)を満足するようにされている。

## 【0280】

## [撮像装置の構成]

本技術撮像装置は、ズームレンズとズームレンズによって形成された光学像を電気的信号に変換する撮像素子とを備え、ズームレンズが、物体側より像側へ順に配置された負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レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群とによって構成されている。

## 【0281】

また、本技術撮像装置は、ズームレンズにおいて、第2レンズ群は物体側より像側へ順に配置された正の屈折力を有する前群と正の屈折力を有する後群とから成り、前群は物体側より像側へ順に配置された正レンズと正レンズと負レンズと正レンズから成り、後群が少なくとも1枚の正レンズを有し、以下の条件式(1)を満足している。

$$(1) \quad 2.84 < f_{2r} / f_w < 13.0$$

但し、

$f_{2r}$ ：後群の焦点距離

$f_w$ ：広角端状態で無限遠合焦時におけるレンズ全系の焦点距離  
とする。

10

20

30

40

50

## 【0282】

上記のように本技術撮像装置にあっては、ズームレンズの第2レンズ群が4枚の正レンズを有しているため、小型化を図るためにズーミング時における第2レンズ群の移動量を小さくした場合においても第2レンズ群の各レンズの屈折力を強くする必要がなく、球面収差やコマ収差を良好に補正することができる。

## 【0283】

具体的には、第2レンズ群における負レンズの物体側に配置された2枚の正レンズで発生する球面収差やコマ収差を負レンズの像側の面で補正することができる。また、第2レンズ群の負レンズから発散した光束を、この負レンズの像側に配置された2枚の正レンズで収束させると共にコマ収差を良好に補正することができる。

10

## 【0284】

従って、本技術撮像装置にあっては、ズームレンズにおける小型化を図ることができると共に結像性能を含む良好な光学性能を確保することができる。

## 【0285】

## [撮像装置の一実施形態]

図51に、本技術撮像装置の一実施形態による交換レンズ式のデジタルカメラのプロック図を示す。

## 【0286】

撮像装置（デジタルカメラ）100は、撮像機能を担うカメラブロック10と、撮影された画像信号のアナログ - デジタル変換等の信号処理を行うカメラ信号処理部20と、画像信号の記録再生処理を行う画像処理部30とを有している。また、撮像装置100は、撮影された画像等を表示するLCD（Liquid Crystal Display）等の表示部40と、メモリーカード1000への画像信号の書き及び読み出を行うR/W（リーダ / ライタ）50と、撮像装置の全体を制御するCPU（Central Processing Unit）60と、ユーザーによって所要の操作が行われる各種のスイッチ等から成る入力部70と、カメラブロック10に配置されたレンズの駆動を制御するレンズ駆動制御部80とを備えている。

20

## 【0287】

カメラブロック10は、例えば、交換レンズに備えられ、ズームレンズ11（本技術が適用されるズームレンズ1乃至ズームレンズ8）を含む光学系や、CCD（Charge Coupled Device）やCMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）等の撮像素子12等とによって構成されている。

30

## 【0288】

カメラ信号処理部20は、撮像素子12からの出力信号に対するデジタル信号への変換、ノイズ除去、画質補正、輝度・色差信号への変換等の各種の信号処理を行う。

## 【0289】

画像処理部30は、所定の画像データーフォーマットに基づく画像信号の圧縮符号化・伸張復号化処理や解像度等のデーター仕様の変換処理等を行う。

## 【0290】

表示部40はユーザーの入力部70に対する操作状態や撮影した画像等のデーターを表示する機能を有している。

40

## 【0291】

R/W50は、画像処理部30によって符号化された画像データーのメモリーカード1000への書き及びメモリーカード1000に記録された画像データーの読み出を行う。

## 【0292】

CPU60は、撮像装置100に設けられた各回路ブロックを制御する制御処理部として機能し、入力部70からの指示入力信号等に基づいて各回路ブロックを制御する。

## 【0293】

入力部70は、例えば、シャッター操作を行うためのシャッターレリーズボタンや、動作モードを選択するための選択スイッチ等によって構成され、ユーザーによる操作に応じた指示入力信号をCPU60に対して出力する。

50

**【0294】**

レンズ駆動制御部80は、CPU60からの制御信号に基づいてズームレンズ11の各レンズを駆動する図示しないモータ等を制御する。

**【0295】**

メモリーカード1000は、例えば、R/W50に接続されたスロットに対して着脱可能な半導体メモリーである。

**【0296】**

以下に、撮像装置100における動作を説明する。

**【0297】**

撮影の待機状態では、CPU60による制御の下で、カメラブロック10において撮影された画像信号が、カメラ信号処理部20を介して表示部40に出力され、カメラスルーライクとして表示される。また、入力部70からのズーミングのための指示入力信号が入力されると、CPU60がレンズ駆動制御部80に制御信号を出力し、レンズ駆動制御部80の制御に基づいてズームレンズ11の所定のレンズが移動される。10

**【0298】**

入力部70からの指示入力信号によりカメラブロック10の図示しないシャッターが動作されると、撮影された画像信号がカメラ信号処理部20から画像処理部30に出力されて圧縮符号化処理され、所定のデーターフォーマットのデジタルデータに変換される。変換されたデーターはR/W50に出力され、メモリーカード1000に書き込まれる。

**【0299】**

フォーカシングは、例えば、入力部70のシャッターレリーズボタンが半押しされた場合や記録(撮影)のために全押しされた場合等に、CPU60からの制御信号に基づいてレンズ駆動制御部80がズームレンズ11の所定のレンズを移動させることにより行われる。20

**【0300】**

メモリーカード1000に記録された画像データーを再生する場合には、入力部70に対する操作に応じて、R/W50によってメモリーカード1000から所定の画像データーが読み出され、画像処理部30によって伸張復号化処理が行われた後、再生画像信号が表示部40に出力されて再生画像が表示される。

**【0301】****[その他]**

本技術ズームレンズ及び本技術撮像装置においては、第1レンズ群乃至第4レンズ群に加えて屈折力を有さないレンズや絞り等の他の光学要素が配置されていてもよい。この場合において、本技術ズームレンズのレンズ構成は第1レンズ群乃至第4レンズ群の実質的に4群のレンズ構成にされている。30

**【0302】****[本技術]**

本技術は、以下の構成にすることもできる。

**【0303】**

<1> 物体側より像側へ順に配置された負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レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群とによって構成され、前記第2レンズ群は物体側より像側へ順に配置された正の屈折力を有する前群と正の屈折力を有する後群とから成り、前記前群は物体側より像側へ順に配置された正レンズと正レンズと負レンズと正レンズから成り、前記後群が少なくとも1枚の正レンズを有するズームレンズ。40

**【0304】**

<2> 前記後群が光軸と垂直方向へ移動されて防振されたようにした前記<1>に記載のズームレンズ。

**【0305】**

<3> 以下の条件式(1)を満足する前記<1>又は前記<2>に記載のズームレンズ50

。

$$(1) 1.2 < f_2r / fw < 13.0$$

但し、

f<sub>2r</sub>：後群の焦点距離fw：広角端状態で無限遠合焦時におけるレンズ全系の焦点距離  
とする。

## 【0306】

&lt;4&gt;前記後群が1枚の正レンズ又は正レンズと負レンズの接合レンズによって構成された前記&lt;1&gt;から前記&lt;3&gt;の何れかに記載のズームレンズ。

## 【0307】

&lt;5&gt;以下の条件式(2)を満足する前記&lt;1&gt;から前記&lt;4&gt;の何れかに記載のズームレンズ。

$$(2) -10.0 < (R_2f + R_2r) / (R_2f - R_2r) < -0.1$$

但し、

R<sub>2f</sub>：後群の最も物体側の面の曲率半径R<sub>2r</sub>：後群の最も像側の面の曲率半径  
とする。

## 【0308】

&lt;6&gt;以下の条件式(3)を満足する前記&lt;1&gt;から前記&lt;5&gt;の何れかに記載のズームレンズ。

$$(3) 0.7 < f_{21} / f_{2f} < 1.4$$

但し、

f<sub>21</sub>：第2レンズ群における最も物体側の正レンズの焦点距離f<sub>2f</sub>：前群の焦点距離  
とする。

## 【0309】

&lt;7&gt;前記第3レンズ群が光軸方向へ移動されてフォーカシングが行われるようにした前記&lt;1&gt;から前記&lt;6&gt;の何れかに記載のズームレンズ。

## 【0310】

&lt;8&gt;前記第3レンズ群が光軸方向へ移動されてフォーカシングが行われ、以下の条件式(4)を満足する前記&lt;1&gt;から前記&lt;6&gt;の何れかに記載のズームレンズ。

$$(4) -2.0 < f_3 / fw < -1.0$$

但し、

f<sub>3</sub>：第3レンズ群の焦点距離fw：広角端状態で無限遠合焦時におけるレンズ全系の焦点距離  
とする。

## 【0311】

&lt;9&gt;前記第1レンズ群が物体側より像側へ順に配置された負レンズと正レンズによって構成された前記&lt;1&gt;から前記&lt;8&gt;の何れかに記載のズームレンズ。

## 【0312】

&lt;10&gt;広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群と前記第3レンズ群が光軸方向へ移動され、前記第4レンズ群が光軸方向へ移動又は固定された前記&lt;1&gt;から前記&lt;9&gt;の何れかに記載のズームレンズ。

## 【0313】

&lt;11&gt;ズームレンズと前記ズームレンズによって形成された光学像を電気的信号に変換する撮像素子とを備え、前記ズームレンズは、物体側より像側へ順に配置された負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レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群とによって構成され、前記第2レンズ群は物体側より像側へ順に配置された正の屈折力を有する前群と正の屈折力を有する後群とから成り、前記前群は物体側より像側へ順に配置された正レンズと正レンズと負レンズと正レ

10

20

30

40

50

ンズから成り、前記後群が少なくとも1枚の正レンズを有する撮像装置。

**【0314】**

<12> 実質的にレンズ屈折力を有さないレンズを含む光学要素がさらに配置されている前記<1>から前記<10>の何れかに記載のズームレンズ又は前記<11>に記載の撮像装置。

**【0315】**

尚、上記した実施の形態においては、撮像装置を交換式のデジタルカメラに適用した例を示したが、撮像装置の適用範囲は交換式のデジタルカメラに限られることはなく、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、カメラが組み込まれた携帯電話、カメラが組み込まれた携帯端末やパーソナルコンピューター等のデジタル入出力機器のカメラ部等として広く適用することができる。 10

**【0316】**

上記した各実施の形態において示した各部の形状及び数値は、何れも本技術を実施するための具体化のほんの一例に過ぎず、これらによって本技術の技術的範囲が限定的に解釈されることがあってはならないものである。

**【図面の簡単な説明】**

**【0317】**

【図1】図2乃至図51と共に本技術ズームレンズ及び撮像装置を実施するための最良の形態を示すものであり、本図は、ズームレンズの第1の実施の形態のレンズ構成を示す図である。 20

【図2】図3及び図13と共に第1の実施の形態に具体的な数値を適用した数値実施例の収差図を示し、本図は、広角端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図3】中間焦点距離状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図4】望遠端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図5】広角端状態において防振が行われていないときの横収差を示す図である。

【図6】広角端状態において一方の方向へ防振が行われたときの横収差を示す図である。

【図7】広角端状態において他方の方向へ防振が行われたときの横収差を示す図である。

【図8】中間焦点距離状態において防振が行われていないときの横収差を示す図である。

【図9】中間焦点距離状態において一方の方向へ防振が行われたときの横収差を示す図である。 30

【図10】中間焦点距離状態において他方の方向へ防振が行われたときの横収差を示す図である。

【図11】望遠端状態において防振が行われていないときの横収差を示す図である。

【図12】望遠端状態において一方の方向へ防振が行われたときの横収差を示す図である。

【図13】望遠端状態において他方の方向へ防振が行われたときの横収差を示す図である。

【図14】ズームレンズの第2の実施の形態のレンズ構成を示す図である。

【図15】図16及び図26と共に第2の実施の形態に具体的な数値を適用した数値実施例の収差図を示し、本図は、広角端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。 40

【図16】中間焦点距離状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図17】望遠端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図18】広角端状態において防振が行われていないときの横収差を示す図である。

【図19】広角端状態において一方の方向へ防振が行われたときの横収差を示す図である。

【図20】広角端状態において他方の方向へ防振が行われたときの横収差を示す図である。

【図21】中間焦点距離状態において防振が行われていないときの横収差を示す図である。 50

。

【図22】中間焦点距離状態において一方の方向へ防振が行われたときの横収差を示す図である。

【図23】中間焦点距離状態において他方の方向へ防振が行われたときの横収差を示す図である。

【図24】望遠端状態において防振が行われていないときの横収差を示す図である。

【図25】望遠端状態において一方の方向へ防振が行われたときの横収差を示す図である

。

【図26】望遠端状態において他方の方向へ防振が行われたときの横収差を示す図である

。

【図27】ズームレンズの第3の実施の形態のレンズ構成を示す図である。

【図28】図29及び図30と共に第3の実施の形態に具体的な数値を適用した数値実施例の収差図を示し、本図は、広角端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図29】中間焦点距離状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図30】望遠端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図31】ズームレンズの第4の実施の形態のレンズ構成を示す図である。

【図32】図33及び図34と共に第4の実施の形態に具体的な数値を適用した数値実施例の収差図を示し、本図は、広角端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図33】中間焦点距離状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図34】望遠端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図35】ズームレンズの第5の実施の形態のレンズ構成を示す図である。

【図36】図37及び図38と共に第5の実施の形態に具体的な数値を適用した数値実施例の収差図を示し、本図は、広角端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図37】中間焦点距離状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図38】望遠端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図39】ズームレンズの第6の実施の形態のレンズ構成を示す図である。

【図40】図41及び図42と共に第6の実施の形態に具体的な数値を適用した数値実施例の収差図を示し、本図は、広角端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図41】中間焦点距離状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図42】望遠端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図43】ズームレンズの第7の実施の形態のレンズ構成を示す図である。

【図44】図45及び図46と共に第7の実施の形態に具体的な数値を適用した数値実施例の収差図を示し、本図は、広角端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図45】中間焦点距離状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図46】望遠端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図47】ズームレンズの第8の実施の形態のレンズ構成を示す図である。

【図48】図49及び図50と共に第8の実施の形態に具体的な数値を適用した数値実施例の収差図を示し、本図は、広角端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図49】中間焦点距離状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図50】望遠端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図51】撮像装置の一例を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0318】

1...ズームレンズ、2...ズームレンズ、3...ズームレンズ、4...ズームレンズ、5...ズ

10

20

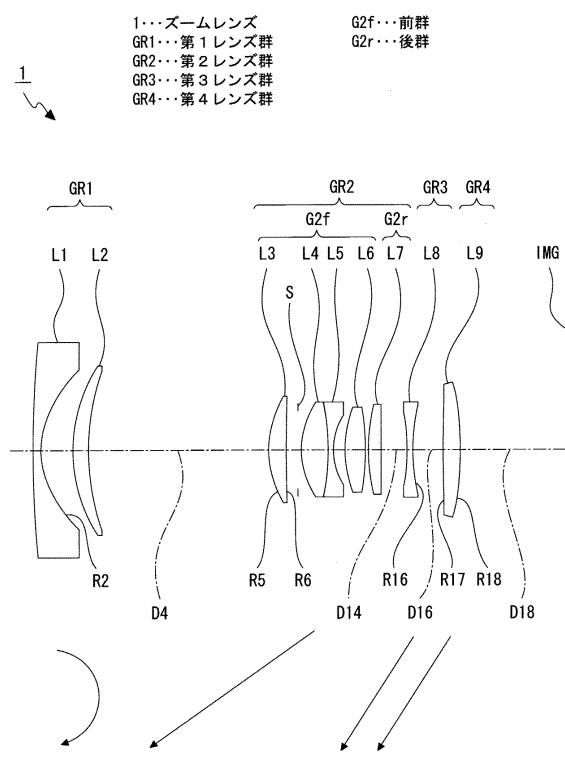
30

40

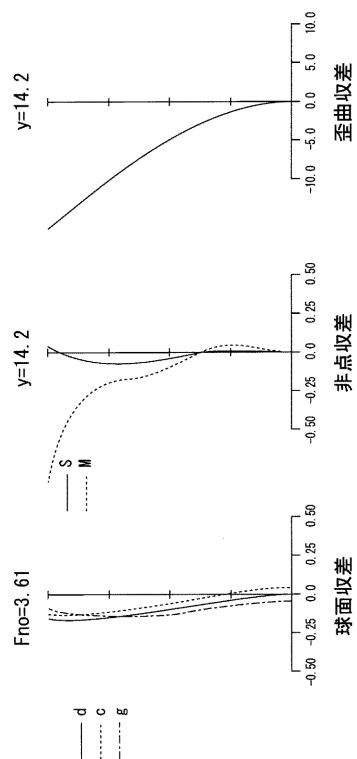
50

—ムレンズ、6…ズームレンズ、7…ズームレンズ、8…ズームレンズ、G R 1…第1レンズ群、G R 2…第2レンズ群、G R 3…第3レンズ群、G R 4…第4レンズ群、G 2 f…前群、G 2 r…後群、100…撮像装置、11…ズームレンズ、12…撮像素子

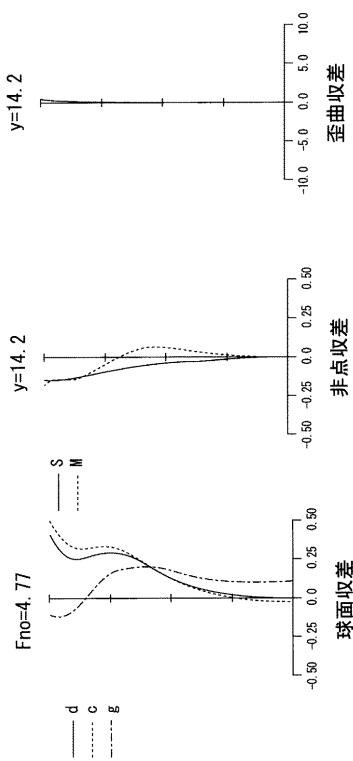
【図1】



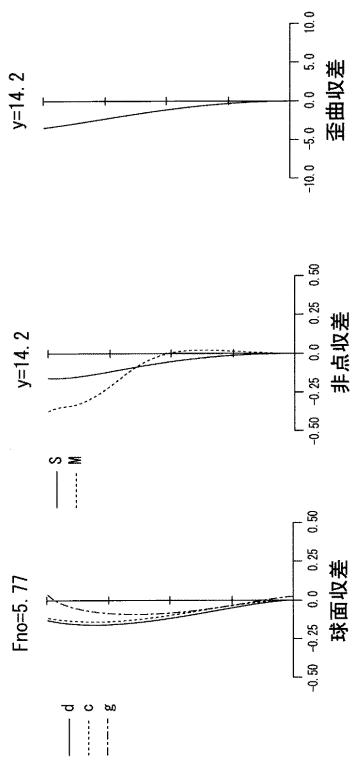
【図2】



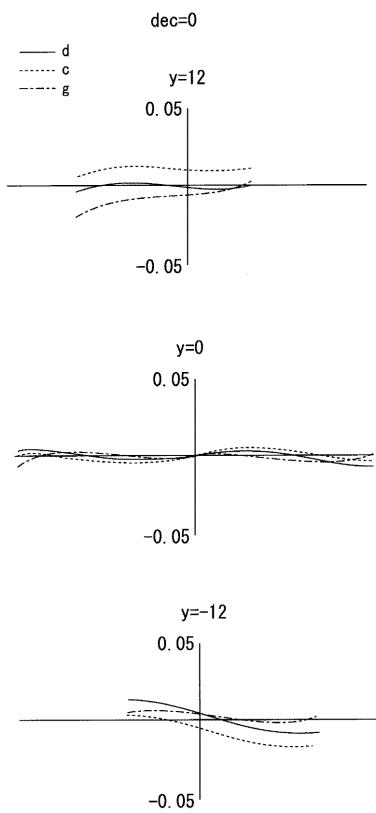
【図3】



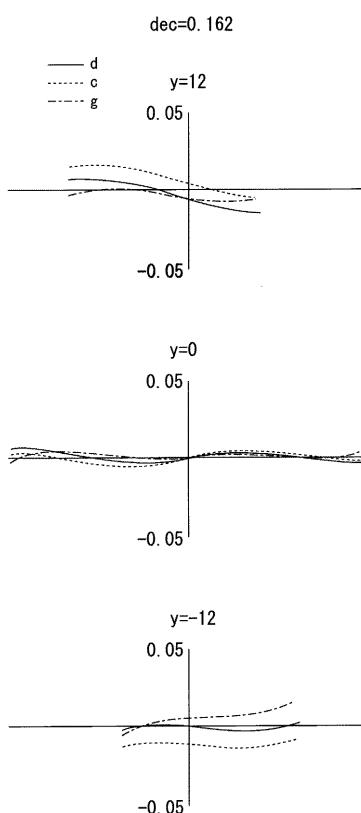
【図4】



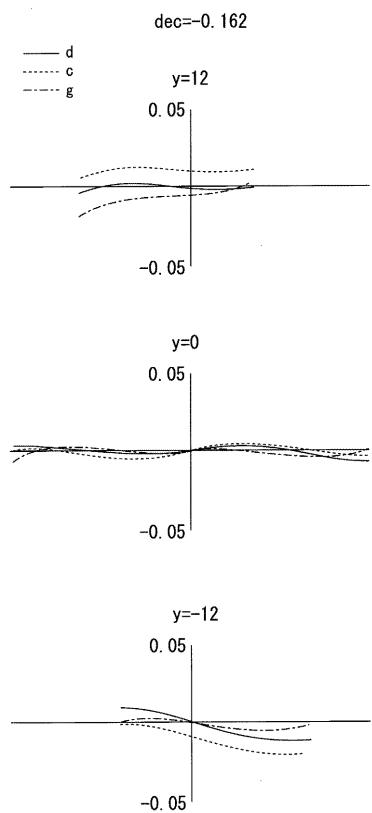
【図5】



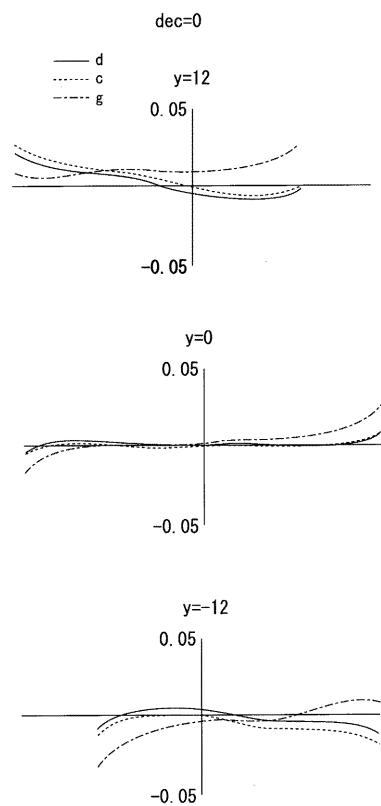
【図6】



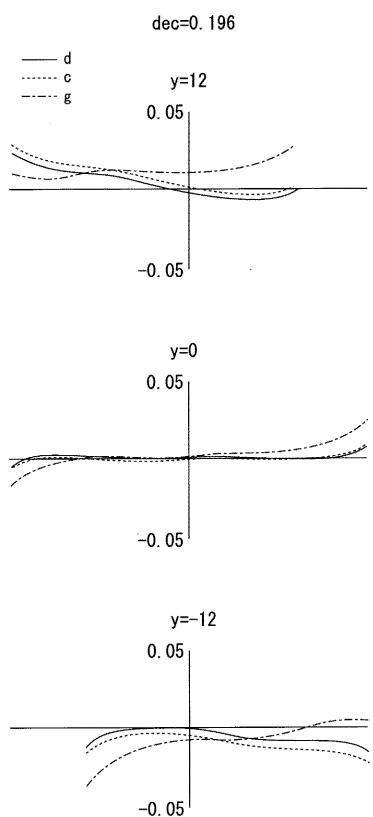
【図7】



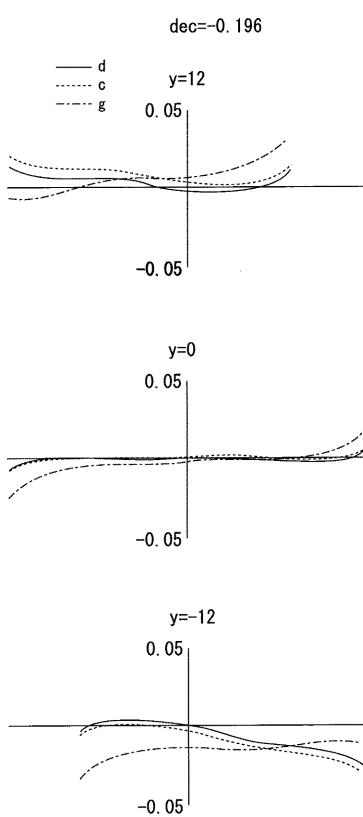
【図8】



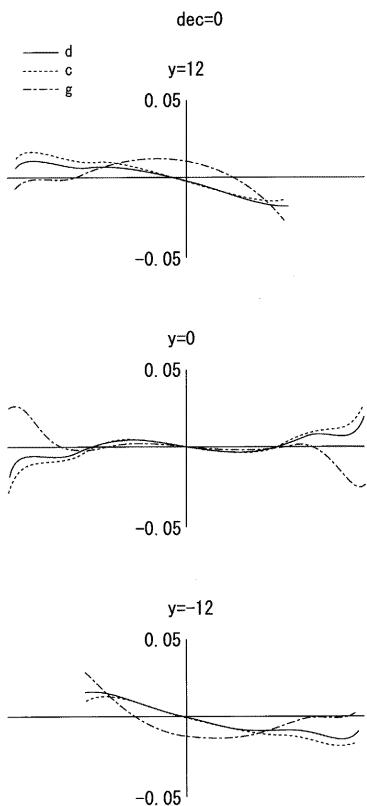
【図9】



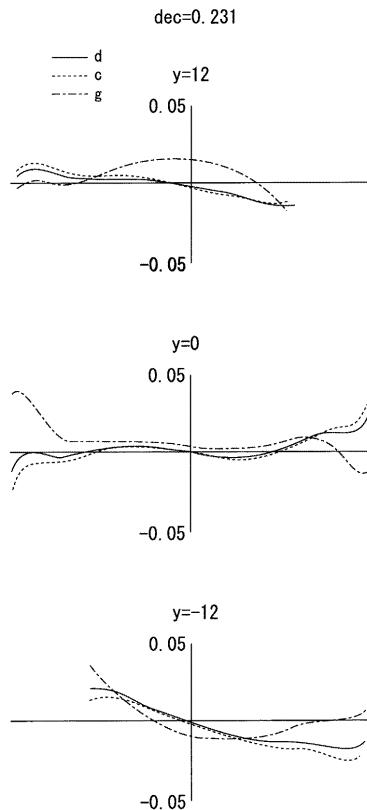
【図10】



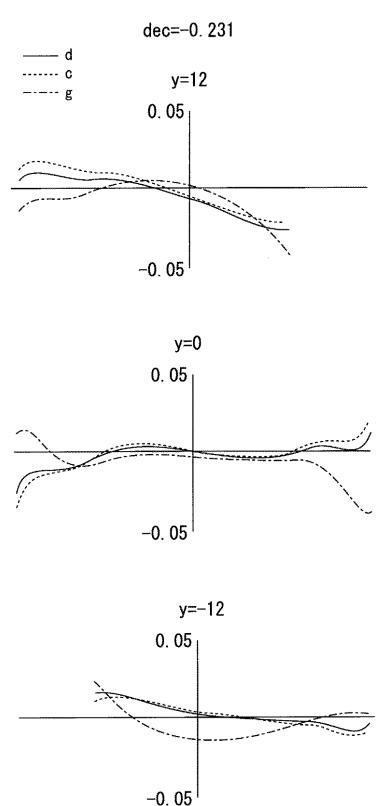
【図 1 1】



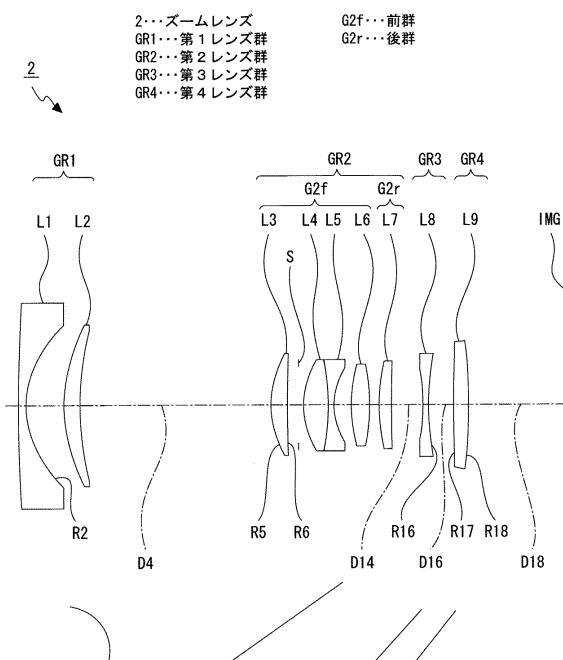
【図 1 2】



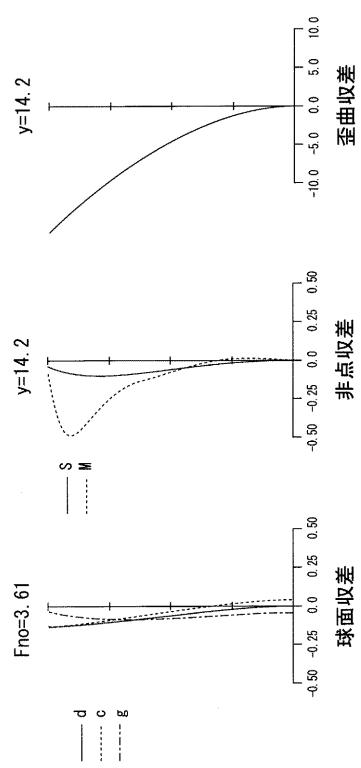
【図 1 3】



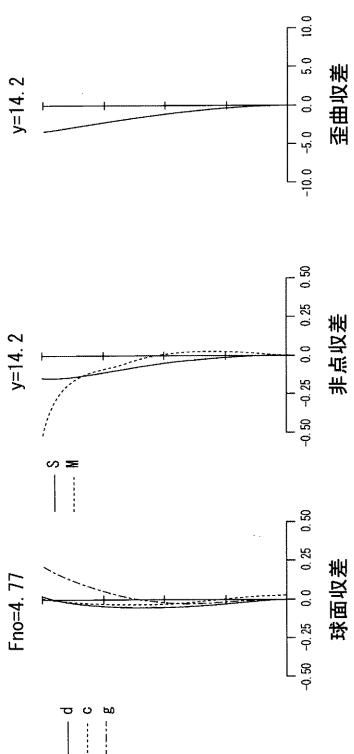
【図 1 4】



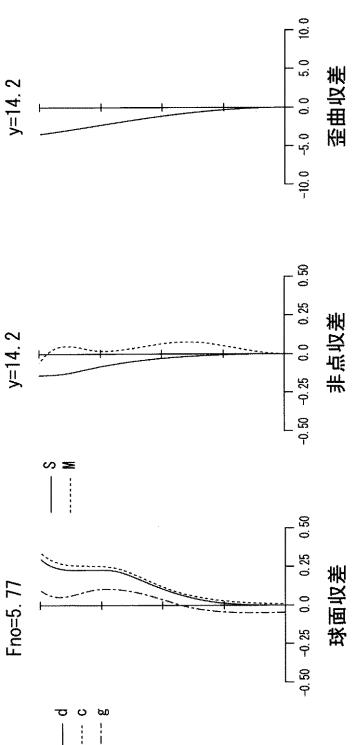
【図 1 5】



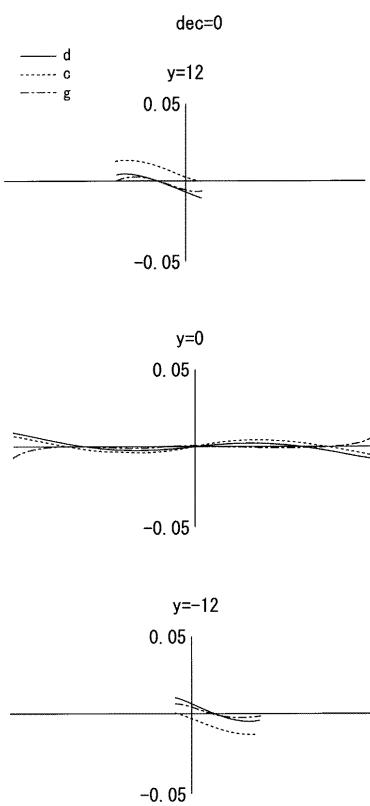
【図 1 6】



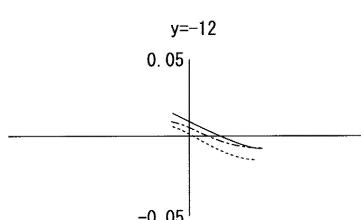
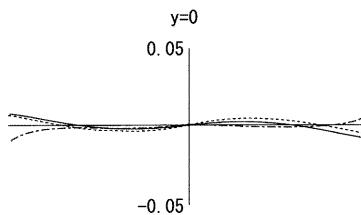
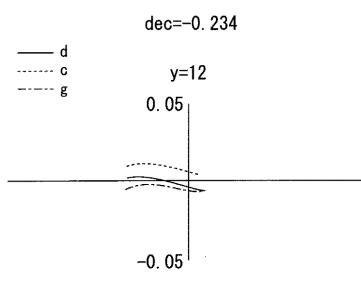
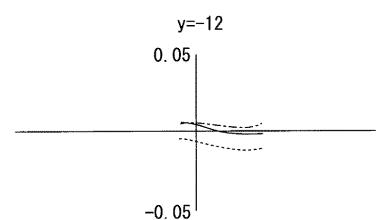
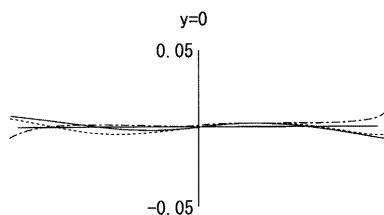
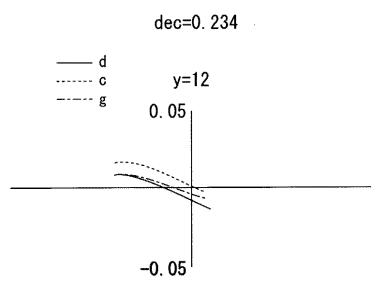
【図 1 7】



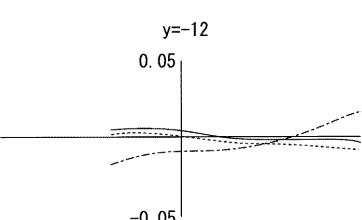
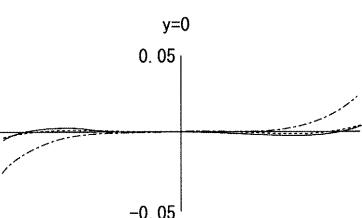
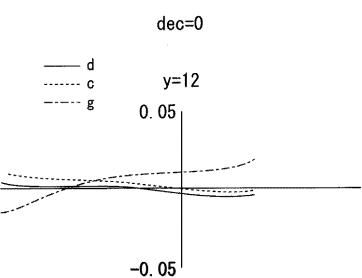
【図 1 8】



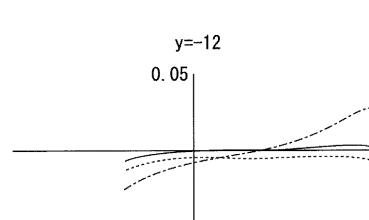
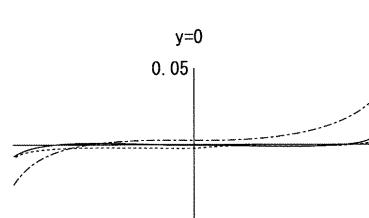
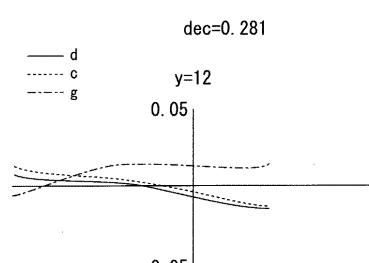
【図19】



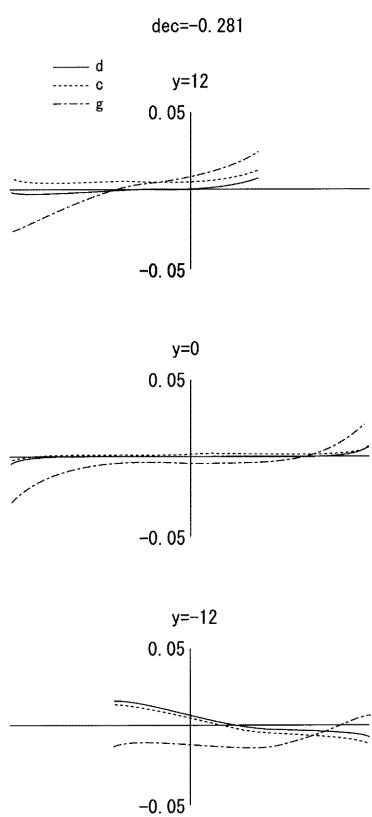
【図21】



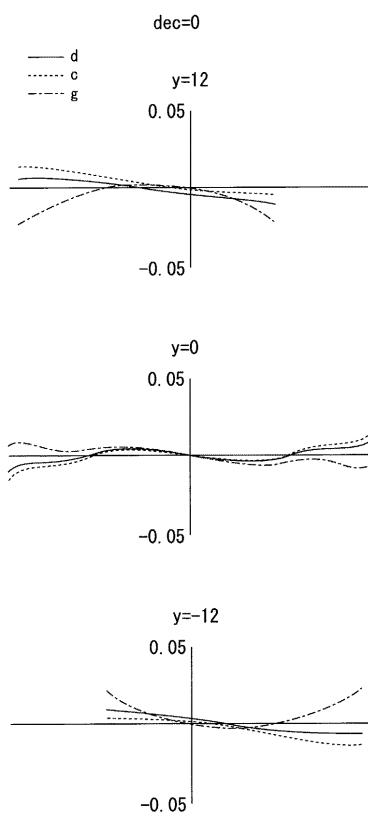
【図22】



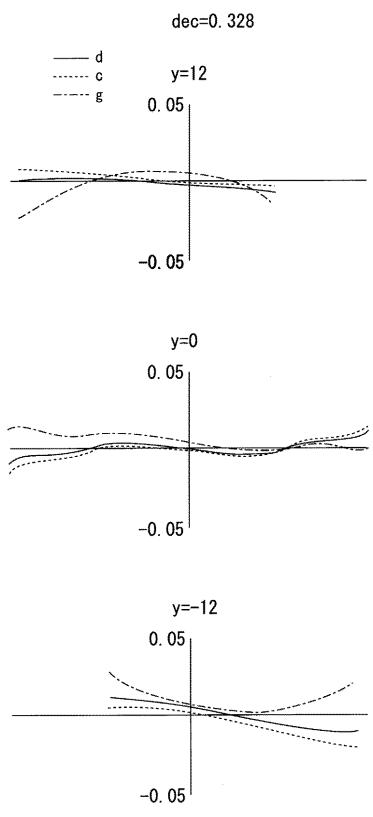
【図23】



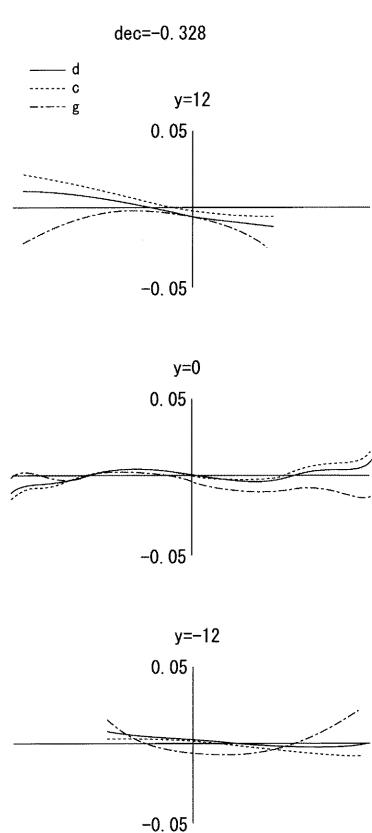
【図24】



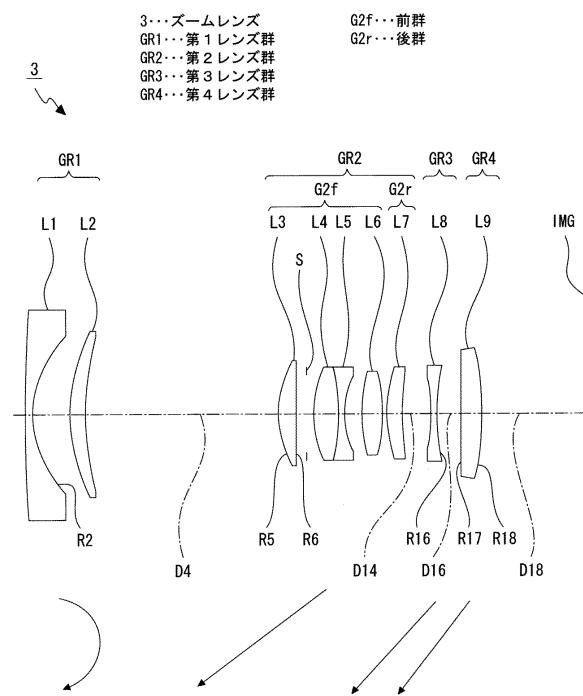
【図25】



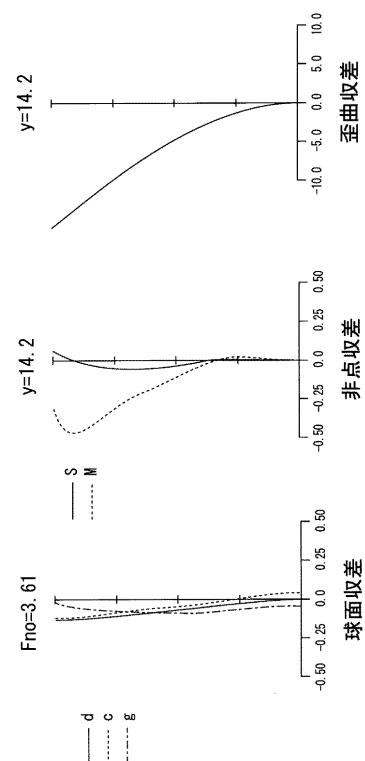
【図26】



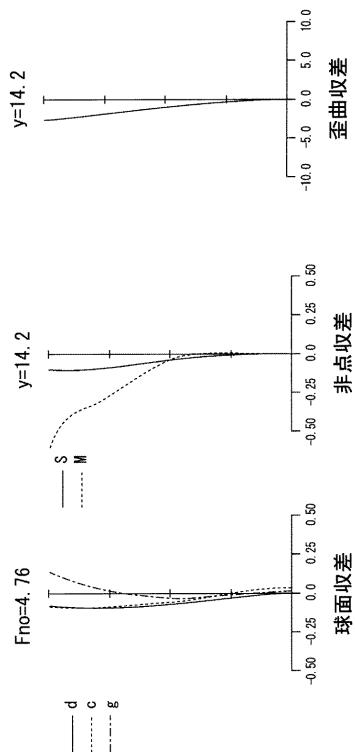
【図27】



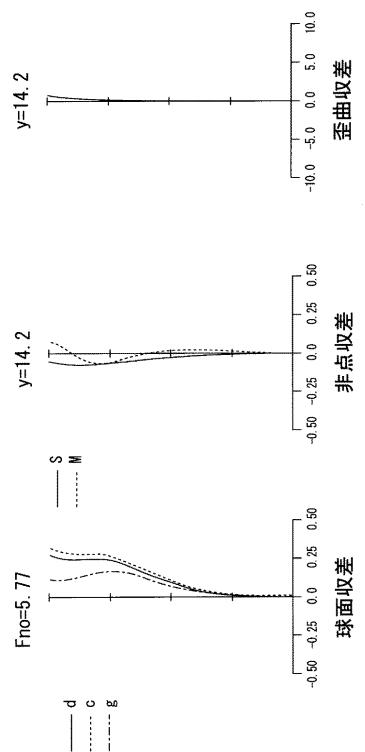
【図28】



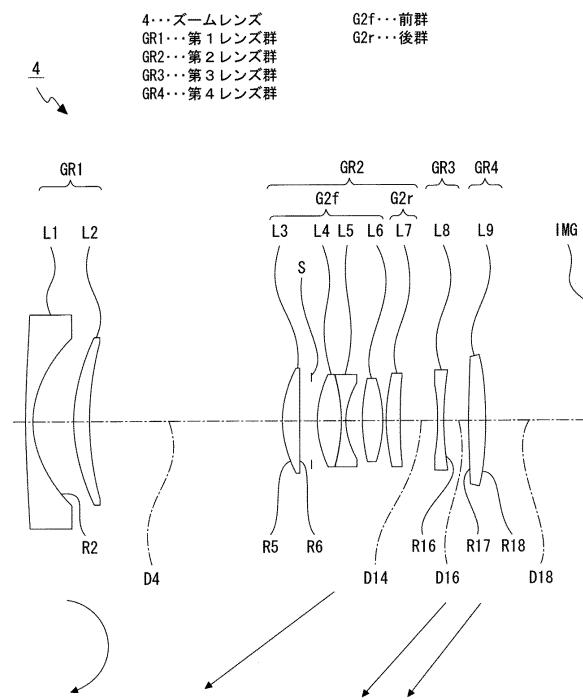
【図29】



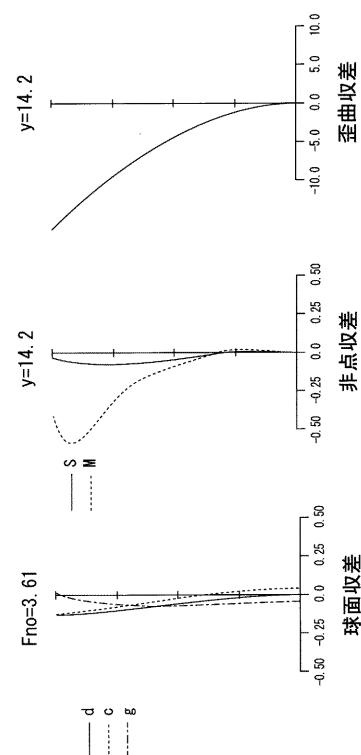
【図30】



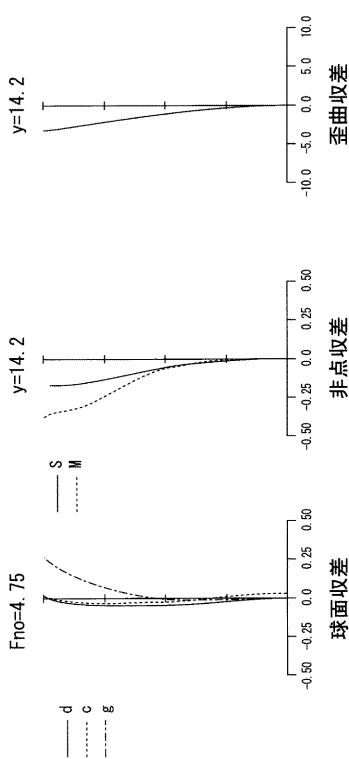
【図31】



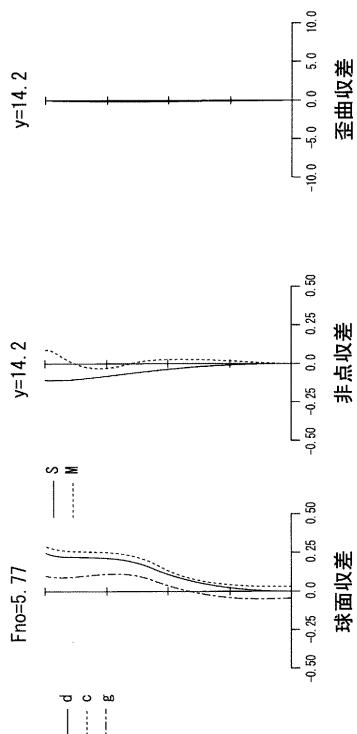
【図32】



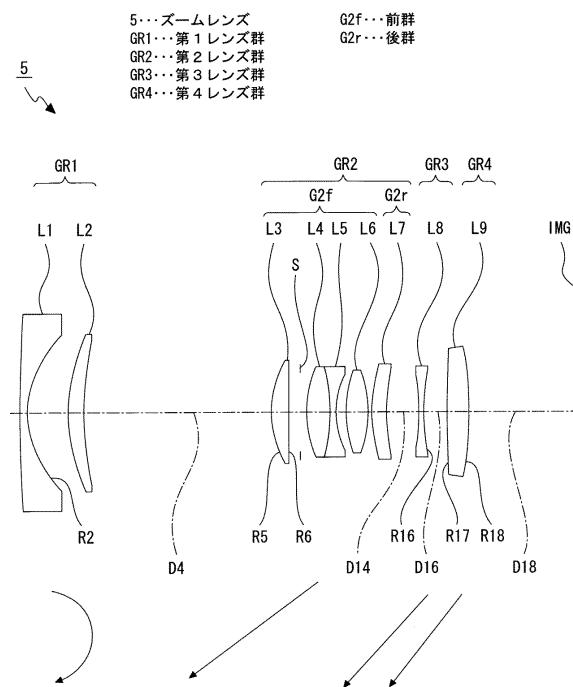
【図33】



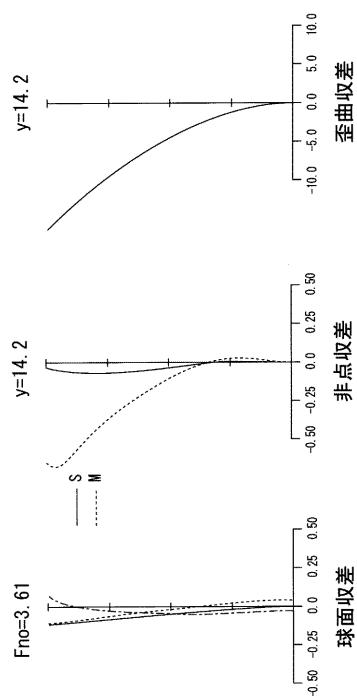
【図34】



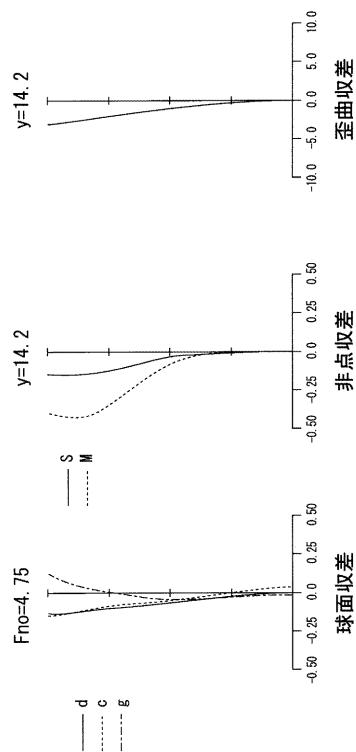
【図35】



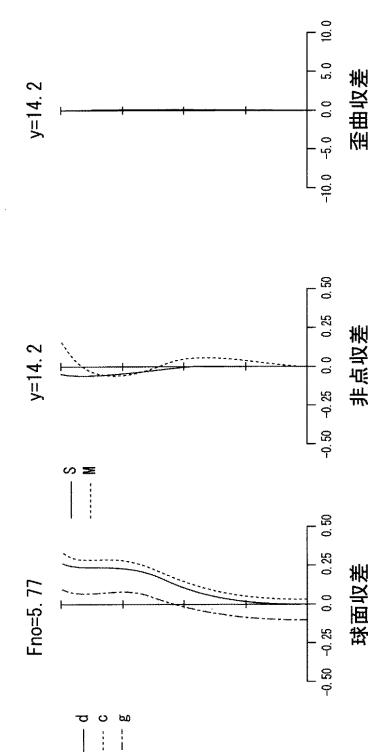
【図36】



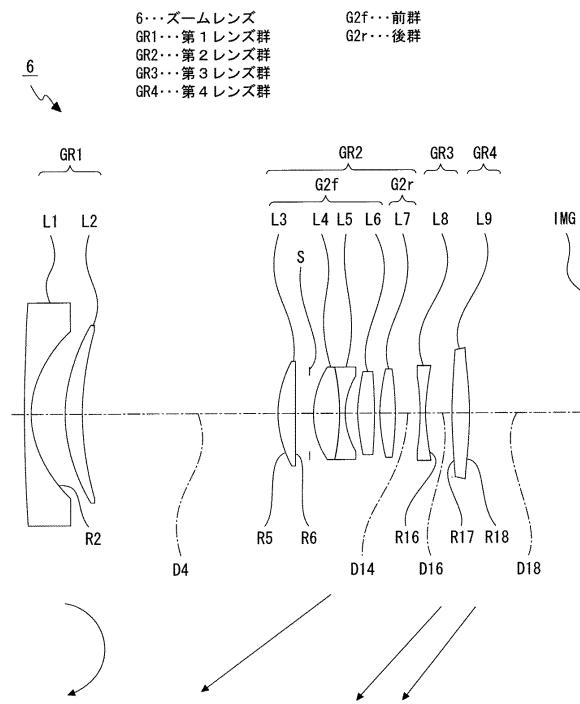
【図37】



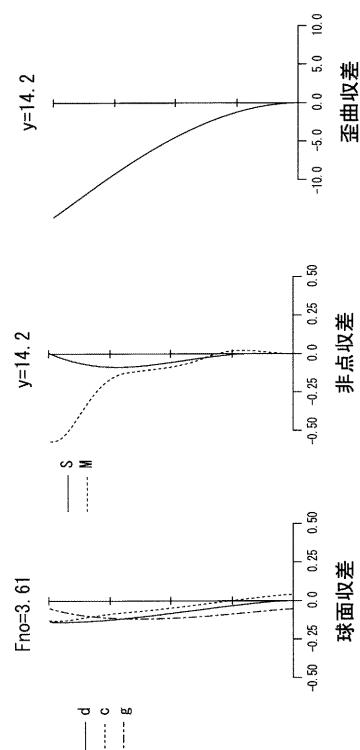
【図38】



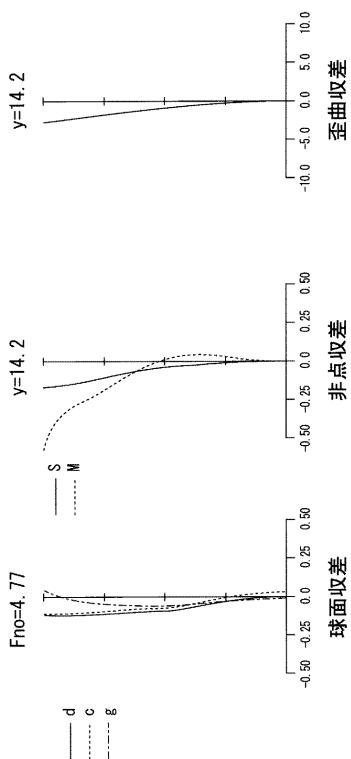
【図39】



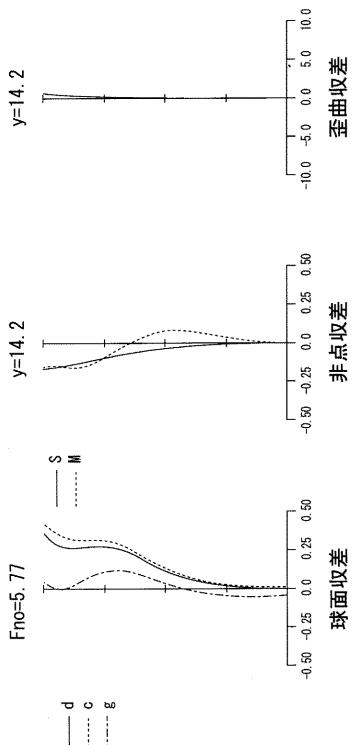
【図40】



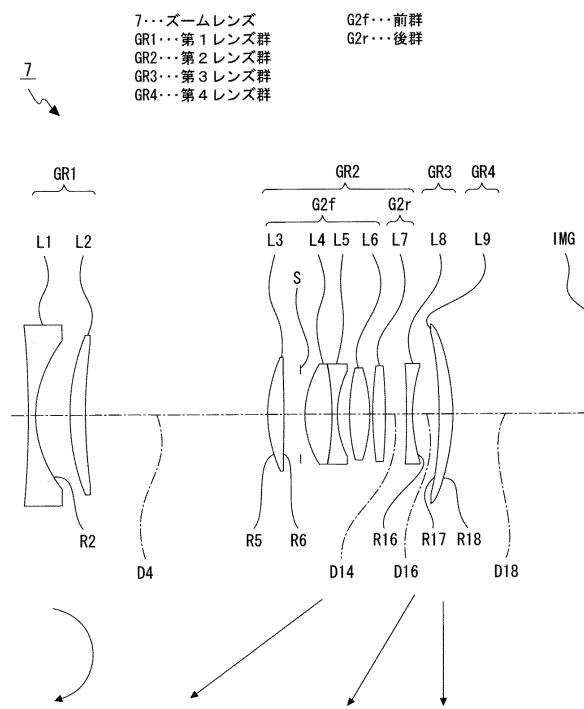
【図41】



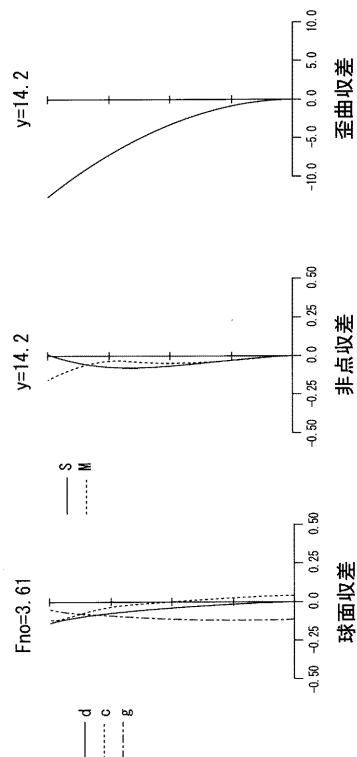
【図42】



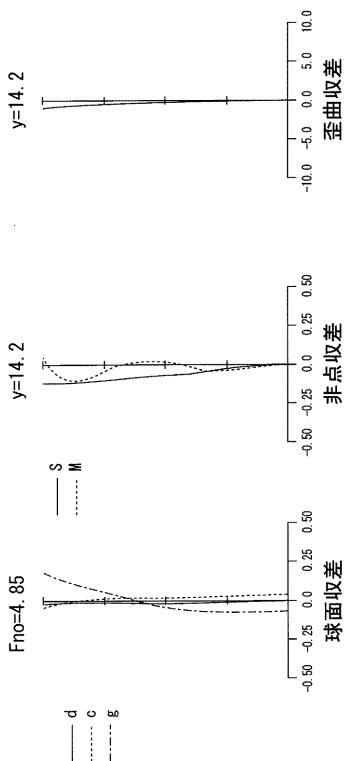
【図43】



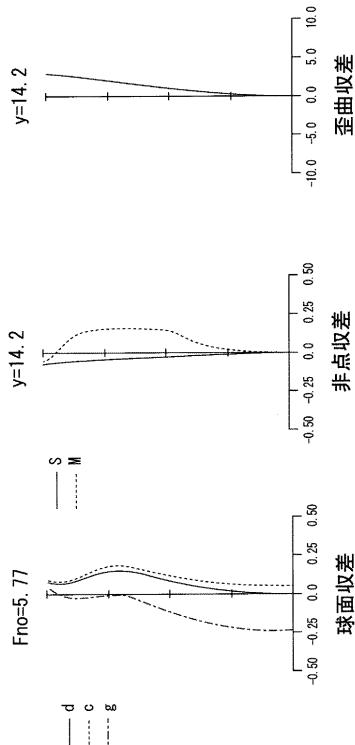
【図44】



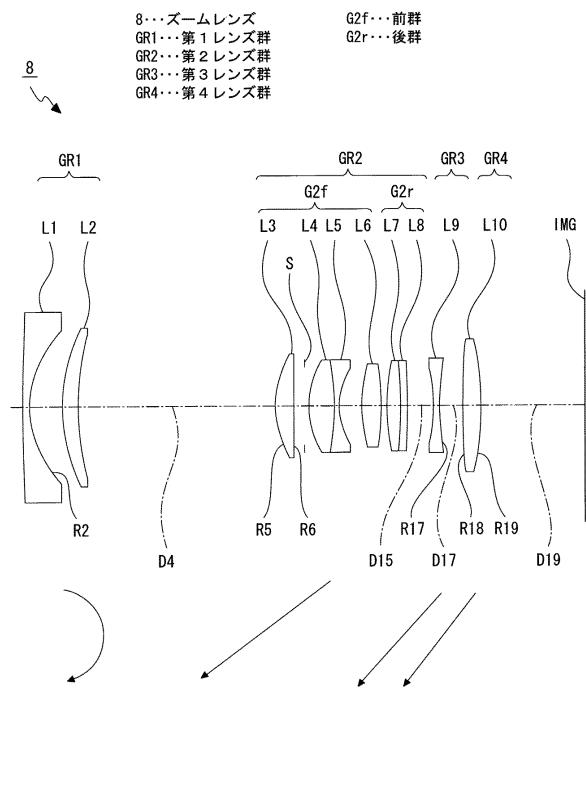
【図45】



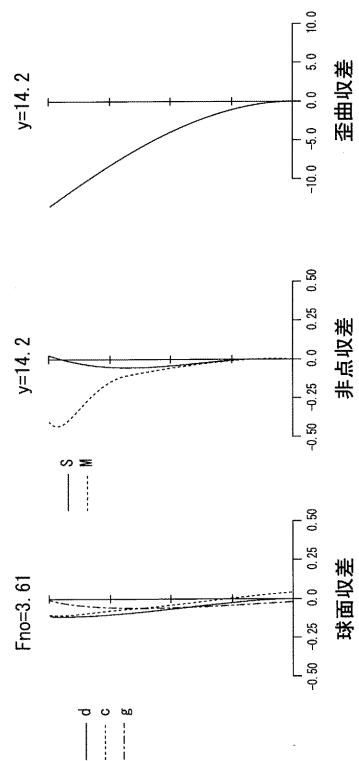
【図46】



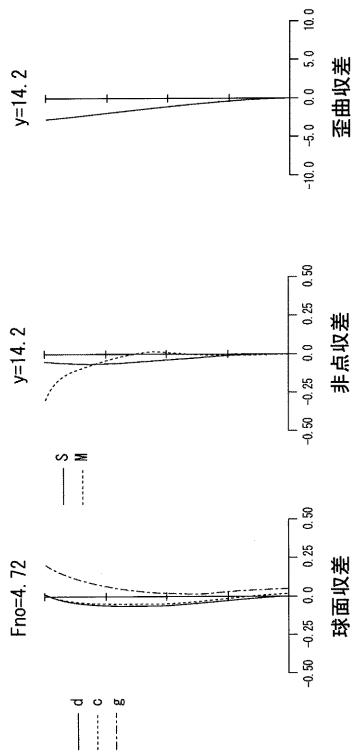
【図47】



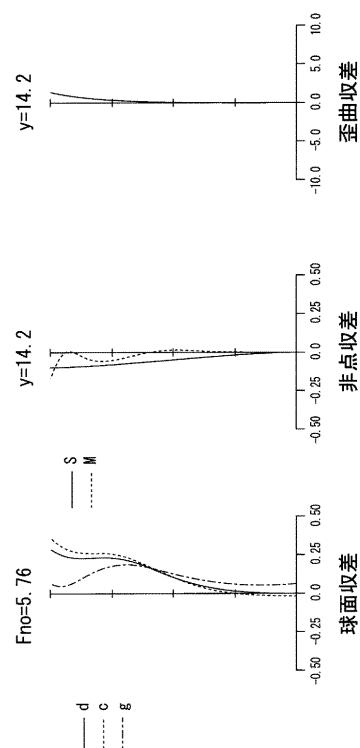
【 図 4 8 】



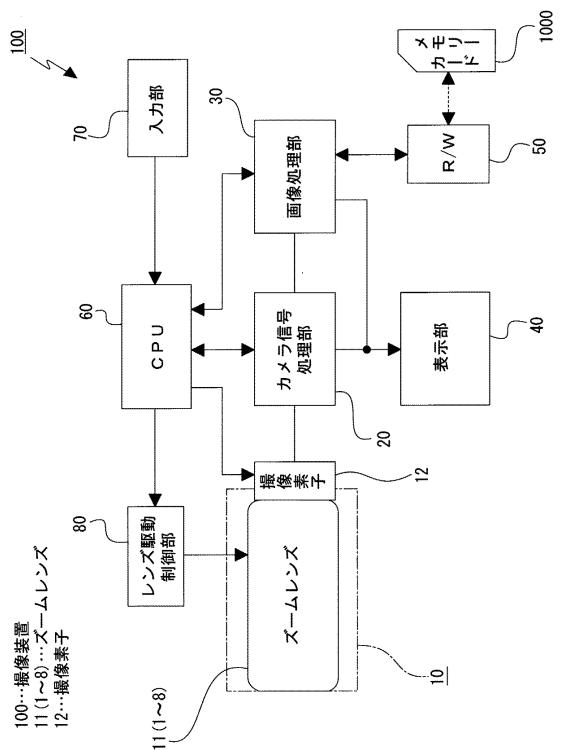
【図49】



【図50】



【図 5-1】



---

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 9 / 00 - 17 / 08  
G 02 B 21 / 02 - 21 / 04  
G 02 B 25 / 00 - 25 / 04