

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2009-217167  
(P2009-217167A)

(43) 公開日 平成21年9月24日(2009.9.24)

(51) Int.Cl.  
GO2B 15/167 (2006.01)  
GO2B 13/18 (2006.01)

F I  
GO2B 15/167  
GO2B 13/18

テーマコード (参考)  
2H087

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2008-63008 (P2008-63008)  
(22) 出願日 平成20年3月12日 (2008.3.12)

(71) 出願人 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 松井 拓未  
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株  
式会社内

最終頁に続く

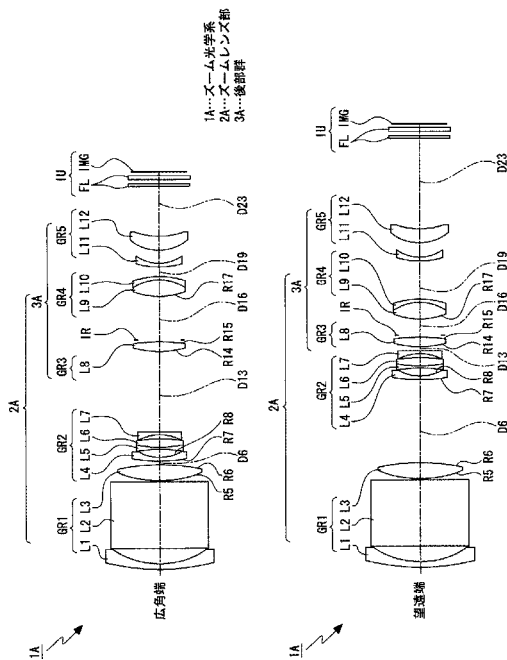
(54) 【発明の名称】 ズーム光学系及び撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 小型化及び高変倍化を図る。

【解決手段】 光軸方向において物体側から順に、変倍時に光軸方向へ移動するレンズ群を有するズームレンズ部2Aと、光学像を電気的信号に変換する撮像素子とを設け、ズームレンズ部に、光路を略90°折り曲げる反射部材L2を有すると共に光軸方向における最も物体側に位置され変倍時に光軸方向において固定された正の屈折力を有する第1レンズ群GR1と、第1レンズ群の像側に位置された負の屈折力を有する第2レンズ群GR2と、第2レンズ群の像側に位置され一つ以上のレンズ群を有すると共に正の屈折力を有する後部群3Aとを設け、撮像素子を変倍時に光軸方向へ移動させるようにした。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光軸方向において物体側から順に、変倍時に前記光軸方向へ移動する少なくとも一つのレンズ群を有するズームレンズ部と、該ズームレンズ部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たズーム光学系であって、

前記ズームレンズ部は、

光路を略 90° 折り曲げる反射部材を有すると共に前記光軸方向における最も物体側に位置され変倍時に前記光軸方向において固定された正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、

前記第 1 レンズ群の像側に位置された負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、

前記第 2 レンズ群の像側に位置され一つ以上のレンズ群を有すると共に正の屈折力を有する後部群とを備え、

前記撮像素子が少なくとも変倍時に前記光軸方向へ移動するようにしたことを特徴とするズーム光学系。

## 【請求項 2】

以下の条件式 (1) を満足するようにした

ことを特徴とする請求項 1 に記載のズーム光学系。

$$(1) \quad 1.0 < S D t / S D w < 1.4$$

但し、

S D t : 望遠端におけるズームレンズ部の最も物体側の面から撮像面までの光軸上の距離

S D w : 広角端におけるズームレンズ部の最も物体側の面から撮像面までの光軸上の距離とする。

## 【請求項 3】

前記ズームレンズ部に、変倍時又は合焦時において、前記撮像素子との光軸上における距離が一定に保持された状態で移動する少なくとも一つのレンズ群を設けた

ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のズーム光学系。

## 【請求項 4】

変倍時に光軸方向へ移動する少なくとも一つのレンズ群を有するズームレンズ部と、該ズームレンズ部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、前記ズームレンズ部のレンズ群を前記光軸方向へ移動させるレンズ駆動機構とを備え、前記ズームレンズ部と前記撮像素子が前記光軸方向において物体側から順に配置された撮像装置であって、

前記ズームレンズ部は、

光路を略 90° 折り曲げる反射部材を有すると共に前記光軸方向における最も物体側に位置され変倍時に前記光軸方向において固定された正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、

前記第 1 レンズ群の像側に位置された負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、

前記第 2 レンズ群の像側に位置され一つ以上のレンズ群を有すると共に正の屈折力を有する後部群とを備え、

前記撮像素子が少なくとも変倍時に前記光軸方向へ移動するようにした

ことを特徴とする撮像装置。

## 【請求項 5】

前記ズームレンズ部のレンズ群を前記光軸方向へ移動させる前記レンズ駆動機構によって前記撮像素子を前記光軸方向へ移動させるようにした

ことを特徴とする請求項 4 に記載の撮像装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明はズーム光学系及び撮像装置に関する。詳しくは、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ等のデジタル入出力機器の撮影光学系に好適な小型で高変倍率を有するズーム光学系及び撮像装置の技術分野に関する。

## 【背景技術】

## 【 0 0 0 2 】

近年、デジタルスチルカメラ等の固体撮像素子を用いた撮像装置が普及している。このような撮像装置においては、使用される固体撮像素子の記録画素数の増加に伴い、結像性能の優れた撮影用レンズ、特に、ズームレンズが求められている。

## 【 0 0 0 3 】

また、ズームレンズを含むズーム光学系の高変倍化と小型化への要求も高く、小型化に関しては、特に、撮影時に撮像装置を被写体に正対させた際の前後方向における小型化、即ち、奥行き方向における薄型化が求められている。

## 【 0 0 0 4 】

奥行き方向における薄型化に好適なズーム光学系及び撮像装置としては、例えば、第 1 レンズ群に光路を 90° 折り曲げる反射部材を有する所謂折曲ズーム光学系及び撮像装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

## 【 0 0 0 5 】

また、光路を 90° 折り曲げる反射部材を有する折曲ズーム光学系において、約 5 倍程度の高変倍化を図ったズーム光学系及び撮像装置が知られている（例えば、特許文献 2 参照）。

## 【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 3 5 4 8 7 1 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 5 - 1 8 1 6 3 5 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 7 】

ところが、特許文献 1 に記載されたズーム光学系にあっては、プリズムによって光路を 90° 折り曲げるにより小型化及び薄型化を図るようにしているが、変倍比が 3 倍程度と小さく、市場の要求を十分に満足する変倍率を有していない。

## 【 0 0 0 8 】

また、特許文献 2 に記載されたズーム光学系にあっては、高変倍化が図られているものの、高変倍化に伴って第 1 レンズ群を通過する光線の有効径が増大するため、反射部材が大型になると共に光学全長が長くなり、十分な小型化及び薄型化が図られていない。

## 【 0 0 0 9 】

従って、従来の折曲ズーム光学系においては、小型化と高変倍化の両立を確保することが困難であった。

## 【 0 0 1 0 】

そこで、本発明ズーム光学系及び撮像装置は、上記した問題点を克服し、小型化及び高変倍化を図ることを課題とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 1 1 】

ズーム光学系は、上記した課題を解決するために、光軸方向において物体側から順に、変倍時に前記光軸方向へ移動する少なくとも一つのレンズ群を有するズームレンズ部と、該ズームレンズ部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、前記ズームレンズ部は、光路を略 90° 折り曲げる反射部材を有すると共に前記光軸方向における最も物体側に位置され変倍時に前記光軸方向において固定された正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、前記第 1 レンズ群の像側に位置された負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、前記第 2 レンズ群の像側に位置され一つ以上のレンズ群を有すると共に正の屈折力を有する後部群とを備え、前記撮像素子が少なくとも変倍時に前記光軸方向へ移動するようにしたものである。

## 【 0 0 1 2 】

従って、ズーム光学系にあっては、変倍時にズームレンズ部の少なくとも一つのレンズ群が光軸方向へ移動されると共に撮像素子が光軸方向へ移動される。

## 【 0 0 1 3 】

上記したズーム光学系においては、以下の条件式(1)を満足することが望ましい。

$$(1) \quad 1.0 < S D t / S D w < 1.4$$

但し、

$S D t$  : 望遠端におけるズームレンズ部の最も物体側の面から撮像面までの光軸上の距離  
 $S D w$  : 広角端におけるズームレンズ部の最も物体側の面から撮像面までの光軸上の距離とする。

#### 【0014】

条件式(1)を満足することにより、第1レンズ群及び第2レンズ群の屈折力が弱まり、広角端においては、歪曲収差、倍率色収差等の補正が容易となり、望遠端においては、軸上色収差等の補正が容易となる。

10

#### 【0015】

また、上記したズーム光学系においては、ズームレンズ部に、変倍時又は合焦時において、撮像素子との光軸上における距離を一定にした状態で移動する少なくとも一つのレンズ群を設けることが望ましい。

#### 【0016】

ズームレンズ部に撮像素子との光軸上における距離を一定にした状態で移動するレンズ群を設けることにより、レンズ群と撮像素子を連結して両者の移動を同一の駆動機構によって行うことが可能となる。

#### 【0017】

撮像装置は、上記した課題を解決するために、変倍時に光軸方向へ移動する少なくとも一つのレンズ群を有するズームレンズ部と、該ズームレンズ部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、前記ズームレンズ部のレンズ群を前記光軸方向へ移動させるレンズ駆動機構とを備え、前記ズームレンズ部と前記撮像素子が前記光軸方向において物体側から順に配置され、前記ズームレンズ部は、光路を略90°折り曲げる反射部材を有すると共に前記光軸方向における最も物体側に位置され変倍時に前記光軸方向において固定された正の屈折力を有する第1レンズ群と、前記第1レンズ群の像側に位置された負の屈折力を有する第2レンズ群と、前記第2レンズ群の像側に位置され一つ以上のレンズ群を有すると共に正の屈折力を有する後部群とを備え、前記撮像素子が少なくとも変倍時に前記光軸方向へ移動するようにしたものである。

20

#### 【0018】

従って、撮像装置にあっては、変倍時にズーム光学系のズームレンズ部の少なくとも一つのレンズ群が光軸方向へ移動されると共に撮像素子が光軸方向へ移動される。

30

#### 【0019】

上記した撮像装置においては、ズームレンズ部のレンズ群を光軸方向へ移動させるレンズ駆動機構によって撮像素子を光軸方向へ移動させるようにすることが望ましい。

#### 【0020】

レンズ群を光軸方向へ移動させるレンズ駆動機構によって撮像素子を光軸方向へ移動させるようにすることにより、レンズ群の移動と撮像素子の移動が同一の駆動機構によって行われる。

#### 【発明の効果】

40

#### 【0021】

本発明ズーム光学系は、光軸方向において物体側から順に、変倍時に前記光軸方向へ移動する少なくとも一つのレンズ群を有するズームレンズ部と、該ズームレンズ部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たズーム光学系であって、前記ズームレンズ部は、光路を略90°折り曲げる反射部材を有すると共に前記光軸方向における最も物体側に位置され変倍時に前記光軸方向において固定された正の屈折力を有する第1レンズ群と、前記第1レンズ群の像側に位置された負の屈折力を有する第2レンズ群と、前記第2レンズ群の像側に位置され一つ以上のレンズ群を有すると共に正の屈折力を有する後部群とを備え、前記撮像素子が少なくとも変倍時に前記光軸方向へ移動するようにしたことを特徴とする。

50

## 【 0 0 2 2 】

従って、本発明ズーム光学系にあっては、小型化及び高変倍化を図ることができる。

## 【 0 0 2 3 】

本発明撮像装置は、変倍時に光軸方向へ移動する少なくとも一つのレンズ群を有するズームレンズ部と、該ズームレンズ部によって形成された光学像を電氣的信号に変換する撮像素子と、前記ズームレンズ部のレンズ群を前記光軸方向へ移動させるレンズ駆動機構とを備え、前記ズームレンズ部と前記撮像素子が前記光軸方向において物体側から順に配置された撮像装置であって、前記ズームレンズ部は、光路を略 90° 折り曲げる反射部材を有すると共に前記光軸方向における最も物体側に位置され変倍時に前記光軸方向において固定された正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、前記第 1 レンズ群の像側に位置された負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、前記第 2 レンズ群の像側に位置され一つ以上のレンズ群を有すると共に正の屈折力を有する後部群とを備え、前記撮像素子が少なくとも変倍時に前記光軸方向へ移動するようにしたことを特徴とする。

10

## 【 0 0 2 4 】

従って、本発明撮像装置にあっては、小型化及び高変倍化を図ることができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 2 5 】

以下に、本発明ズーム光学系及び撮像装置を実施するための最良の形態について図面を参照して説明する。

## 【 0 0 2 6 】

20

先ず、本発明ズーム光学系について説明する。

## 【 0 0 2 7 】

本発明ズーム光学系は、光軸方向において物体側から順に、変倍時に前記光軸方向へ移動する少なくとも一つのレンズ群を有するズームレンズ部と、該ズームレンズ部によって形成された光学像を電氣的信号に変換する撮像素子とを備え、前記ズームレンズ部は、光路を略 90° 折り曲げる反射部材を有すると共に前記光軸方向における最も物体側に位置され変倍時に前記光軸方向において固定された正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、前記第 1 レンズ群の像側に位置された負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、前記第 2 レンズ群の像側に位置され一つ以上のレンズ群を有すると共に正の屈折力を有する後部群とを備え、前記撮像素子が少なくとも変倍時に前記光軸方向へ移動するようにしている。

30

## 【 0 0 2 8 】

本発明に係るズーム光学系は、例えば、デジタルビデオカメラ等に設けられたレンズ鏡筒の内部に配置され、例えば、撮影時にレンズ鏡筒の一部が上方又は側方（左右方向）へ突出される所謂ポップアップ型の撮像装置に設けられる。

## 【 0 0 2 9 】

ズーム光学系 1 は、図 1 に示すように、変倍時に光軸 S 方向へ移動する少なくとも一つのレンズ群を有するズームレンズ部 2 と、該ズームレンズ部 2 によって形成された光学像を電氣的信号に変換する撮像素子 3 とが光軸 S 方向において物体側から順に配置されている。

## 【 0 0 3 0 】

40

ズームレンズ部 2 は、第 1 レンズ群 4 と該第 1 レンズ群の像側に配置された第 2 レンズ群 5 と該第 2 レンズ群 5 の像側に配置された後部群 6 とによって構成されている。

## 【 0 0 3 1 】

第 1 レンズ群 4 は正の屈折力を有し、変倍時に光軸 S 方向へ移動せず固定とされている。第 1 レンズ群 4 は、図示しない単数又は複数のレンズと、光路を略 90° 折り曲げる反射部材 4 a とを有している。反射部材 4 a としては、例えば、プリズムや反射ミラーが用いられている。

## 【 0 0 3 2 】

第 2 レンズ群 5 は負の屈折力を有し、図示しない複数のレンズによって構成されている。第 2 レンズ群 5 は変倍時に光軸 S 方向へ移動される。

50

## 【 0 0 3 3 】

後部群 6 は正の屈折力を有し、単数又は複数のレンズ群、例えば、第 3 レンズ群、第 4 レンズ群及び第 5 レンズ群によって構成されている。または、後部群 6 は、例えば、第 3 レンズ群、第 4 レンズ群、第 5 レンズ群及び第 6 レンズ群によって構成されている。後部群 6 は変倍時に、例えば、第 4 レンズ群又は第 4 レンズ群と第 6 レンズ群が光軸 S 方向へ移動される。

## 【 0 0 3 4 】

撮像素子 3 としては、例えば、C C D (Charge Coupled Devices) や C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等の固体撮像素子が用いられている。撮像素子 3 は変倍時に光軸 S 方向へ移動される。

10

## 【 0 0 3 5 】

撮像装置 7 において、撮影時には、例えば、撮像装置 7 の本体部 8 からズーム光学系 1 の一部が上方又は側方へ突出される。撮影が行われると、第 1 レンズ群 4 から取り込まれた撮影光 (光学像) が該第 1 レンズ群 4 の反射部材 4 a で 90° 折り曲げられ、第 2 レンズ群 5 及び後部群 6 を介して撮像素子 3 に至り、該撮像素子 3 によって電気的信号に変換される。

## 【 0 0 3 6 】

上記したように、本発明ズーム光学系にあっては、ズームレンズ部の光軸方向における最も物体側に、光路を略 90° 折り曲げる反射部材を有する第 1 レンズ群を配置することにより所謂折曲ズーム光学系が形成され、小型化を図ることができる。特に、第 2 レンズ群及び後部群の光軸方向を、被写体と撮影者を結ぶ方向に直交する方向に設定してズーム光学系をデジタルビデオカメラ等の撮像装置に配置することにより、撮像装置の奥行き方向における小型化、即ち、薄型化を図ることができる。

20

## 【 0 0 3 7 】

また、一般に、ズーム光学系における高変倍化を図るためには、変倍時に、後部群の結像倍率を大きく変化させることが有効であるが、後部群の倍率変化と同時に結像位置の変動も大きくなり易く、この結像位置の変動を補正するためにレンズ群の数やレンズの数を増加させることが従来から行われている。

## 【 0 0 3 8 】

しかしながら、本発明ズーム光学系にあっては、変倍時に撮像素子を光軸方向へ移動させているため、レンズ群の数及びレンズの数を増やすことなく変倍時における後部群の結像倍率の変化を大きくすることができ、高変倍化を図ることができる。従って、レンズ群の数及びレンズの数の増加に伴う大型化を来たすことなく、高変倍化を図ることができる。

30

## 【 0 0 3 9 】

さらに、本発明ズーム光学系において、ズームレンズ部の焦点距離の変化に応じて適切に光学全長を変化させることにより、収差補正の自由度が増え、高い光学性能を確保することができる。

## 【 0 0 4 0 】

以上に記載した通り、本発明ズーム光学系にあっては、ズームレンズ部に、物体側から順に配置された正の屈折力を有する第 1 レンズ群と負の屈折力を有する第 2 レンズ群と正の屈折力を有する後部群とを設け、第 1 レンズ群に光路を略 90° 折り曲げる反射部材を設け、変倍時に撮像素子を光軸方向へ移動させることにより、小型化及び高変倍化を図ることができる。

40

## 【 0 0 4 1 】

本発明の一実施形態のズーム光学系にあっては、以下の条件式 (1) を満足するように構成することが望ましい。

$$(1) \quad 1.0 < S D t / S D w < 1.4$$

但し、

S D t : 望遠端におけるズームレンズ部の最も物体側の面から撮像面までの光軸上の距離

50

S D w : 広角端におけるズームレンズ部の最も物体側の面から撮像面までの光軸上の距離とする。

【 0 0 4 2 】

条件式 ( 1 ) は、広角端における光学全長と望遠端における光学全長との比を規定する式である。

【 0 0 4 3 】

S D t / S D w の値が条件式 ( 1 ) の下限値を下回ると、変倍による像面位置の変動の補正作用が弱くなり過ぎるため、高変倍化が困難となる。

【 0 0 4 4 】

逆に、S D t / S D w の値が条件式 ( 1 ) の上限値を上回ると、望遠端における光学全長が長くなり過ぎるため、小型化が困難となる。また、ズームレンズ部と撮像素子の距離が大きくなり過ぎるため、ズーム光学系の大型化を来す他、収差の補正が困難となる。

【 0 0 4 5 】

従って、ズーム光学系は、条件式 ( 1 ) を満足することにより、第 1 レンズ群及び第 2 レンズ群の屈折力を弱めることができ、広角端においては、特に、歪曲収差、倍率色収差等の補正が容易となり、望遠端においては、特に、軸上色収差等の補正が容易となり、高い光学性能の実現を図ることができると共に小型化及び高変倍化の両立を図ることができる。

【 0 0 4 6 】

尚、一層の高性能化並びに小型化及び高変倍化を図るためには、条件式 ( 1 ) の下限値を 1 . 0 5 とし、上限値を 1 . 3 5 とすることが好ましい。

【 0 0 4 7 】

また、本発明の一実施形態のズーム光学系にあっては、ズームレンズ部に、変倍時又は合焦時において、撮像素子との光軸上における距離を一定にした状態で移動する少なくとも一つのレンズ群を設けることが望ましい。

【 0 0 4 8 】

ズームレンズ部に撮像素子との光軸上における距離を一定にした状態で移動するレンズ群を設けることにより、レンズ群と撮像素子を連結し両者の移動を同一の駆動機構によって行うことができ、撮像素子及びレンズ群を移動させるための駆動機構の簡素化、小型化及び低コスト化を図ることができる。

【 0 0 4 9 】

次に、本発明ズーム光学系の具体的な実施の形態及び該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。

【 0 0 5 0 】

尚、以下の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。

【 0 0 5 1 】

「 S i 」は物体側から数えて像側へ第 i 番目の面 ( 第 i 面 ) の面番号、「 R i 」は第 i 番目の面の曲率半径、「 D i 」は第 i 番目の面と第 i + 1 番目の面との間の面間隔 ( レンズの中心間の距離又は空気間隔 )、「 N i 」は第 i レンズを構成する材質の d 線 ( 波長 5 8 7 . 6 n m ) における屈折率、「  $n_i$  」は第 i レンズを構成する材質の d 線におけるアッペ数である。面番号に関し「 A S P 」は当該面が非球面であることを示し、曲率半径に関し「 I N F 」は当該面が平面であることを示し、面間隔に関し「 variable 」は当該面間隔が可変間隔であることを示す。

【 0 0 5 2 】

また、「 f 」はレンズ全系の焦点距離、「 F n o . 」は F ナンバー、「  $\omega$  」は半画角、「 K 」は円錐定数を示す。

【 0 0 5 3 】

各数値実施例において用いられたレンズには、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、「 Z 」を非球面の頂点における接平面と球面との光軸からの高さ「 H 」 (  $= \sqrt{X^2 + Y^2}$  ) のときの光軸方向における距離、「 C 」を非球面の頂点の曲率

10

20

30

40

50

(1/R)、「K」を円錐定数、「A<sub>2i</sub>」を第2i次の非球面係数とすると、以下の数1式によって定義される。

【0054】

【数1】

$$Z = \frac{C \cdot H^2}{1 + \{1 - (1 + K) \cdot C^2 \cdot H^2\}^{\frac{1}{2}}} + \sum (A_{2i} \cdot H^{2i})$$

【0055】

図2は、本発明の第1の実施の形態におけるズーム光学系1Aのレンズ構成を示す図である。

10

【0056】

第1の実施の形態におけるズーム光学系1Aは、図2に示すように、12枚のレンズ(一つのプリズムを含む。)によって構成され、変倍比が約6倍とされている。

【0057】

ズーム光学系1Aは、正の屈折力を有する第1レンズ群GR1、負の屈折力を有する第2レンズ群GR2、正の屈折力を有する第3レンズ群GR3、正の屈折力を有する第4レンズ群GR4及び負の屈折力を有する第5レンズ群GR5が物体側から順に配置されて構成されたズームレンズ部2Aと、光学フィルターFL及び撮像面IMGから成る撮像素子ユニットIUとによって構成されている。第3レンズ群GR3、第4レンズ群GR4及び第5レンズ群GR5は後部群3Aを構成している。

20

【0058】

第1レンズ群GR1は、負の屈折力を有する第1レンズL1と、光路を90°折り曲げる反射部材として機能するプリズムL2と、正の屈折力を有する第3レンズL3とが物体側から順に配置されて構成されている。第1レンズ群GR1は、変倍時に光軸方向において固定されている。

【0059】

第2レンズ群GR2は、負の屈折力を有する第4レンズL4と、負の屈折力を有する第5レンズL5と、正の屈折力を有する第6レンズL6と、負の屈折力を有する第7レンズL7とが物体側から順に配置されて構成されている。第5レンズL5と第6レンズL6は、第5レンズL5の像側と第6レンズL6の物体側を向いた同じ曲率半径を有する凹面と凸面が接合され、接合面R10を有する接合レンズを構成している。第2レンズ群GR2は、広角端から望遠端への変倍時に光軸方向において物体側から像側へ移動される。

30

【0060】

第3レンズ群GR3は正の屈折力を有する第8レンズL8によって構成されている。第3レンズ群GR3は、変倍時に光軸方向において固定されている。

【0061】

第4レンズ群GR4は、正の屈折力を有する第9レンズL9と、負の屈折力を有する第10レンズL10とが物体側から順に配置されて構成されている。第9レンズL9と第10レンズL10は、第9レンズL9の像側と第10レンズL10の物体側を向いた同じ曲率半径を有する凸面と凹面が接合され、接合面R18を有する接合レンズを構成している。第4レンズ群GR4は変倍時に光軸方向へ移動される。

40

【0062】

第5レンズ群GR5は、負の屈折力を有する第11レンズL11と、正の屈折力を有する第12レンズL12とが物体側から順に配置されて構成されている。第12レンズL12は、光軸と直交する方向へ移動可能とされ像ブレを補正するシフトレンズとしても機能する。第5レンズ群GR5は、変倍時に光軸方向において固定されている。

【0063】

第3レンズ群GR3と第4レンズ群GR4の間には開口絞りIR(絞り面R16)が配置され、該開口絞りIRは固定されている。

50



## 【 0 0 6 4 】

第 5 レンズ群 G R 5 の像側には、光学フィルター F L 及び撮像面 I M G から成る撮像素子ユニット I U が配置されている。光学フィルター F L は、例えば、ローパスフィルターや赤外線カットフィルター等によって構成され、撮像面 I M G は、例えば、C C D や C M O S 等の撮像面によって構成されている。撮像素子ユニット I U は、広角端から望遠端への変倍時に、第 5 レンズ群 G R 5 との間隔が広がる方向へ移動する。

## 【 0 0 6 5 】

ズーム光学系 1 A においては、被写体距離の変化に伴う結像位置の変化に応じて、第 4 レンズ群 G R 4 と撮像素子ユニット I U の一方又は双方が光軸方向へ移動され、合焦が行われる。

## 【 0 0 6 6 】

表 1 に、第 1 の実施の形態におけるズーム光学系 1 A に具体的数値を適用した数値実施例 1 A のレンズデータを示す。

## 【 0 0 6 7 】

【表 1】

Si	Ri	Di	Ni	$\nu_i$
1	32.202	0.750	1.92286	20.88
2	12.126	2.150		
3	INF	9.000	1.90366	31.32
4	INF	0.200		
5 (ASP)	14.175	2.230	1.69350	53.2
6 (ASP)	-28.978	D6 (variable)		
7 (ASP)	26.790	0.550	1.85348	40.1
8 (ASP)	7.167	0.953		
9	-25.340	0.400	1.78590	43.93
10	18.602	1.180	1.92286	20.88
11	-15.816	0.468		
12	-6.757	0.430	1.77250	49.62
13	195.784	D13 (variable)		
14 (ASP)	11.886	1.290	1.58313	59.46
15 (ASP)	-21.499	0.2		
16	INF	D16 (variable)		開口絞り
17 (ASP)	9.874	2.230	1.58313	59.46
18	-6.340	0.430	1.80610	33.27
19	-11.730	D19 (variable)		
20	12.326	0.430	2.00060	45.8
21	4.750	1.920		
22	6.402	1.920	1.48749	70.44
23	12.5	D23 (variable)		
24	INF	0.300	1.52300	58.6
25	INF	0.550		
26	INF	0.500	1.55671	58.56
27	INF			

## 【 0 0 6 8 】

ズーム光学系 1 A において、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、第 1 レンズ群 G R 1 と第 2 レンズ群 G R 2 との間の面間隔 D 6、第 2 レンズ群 G R 2 と第 3 レンズ群

10

20

30

40

50

G R 3 との間の面間隔 D 1 3、第 3 レンズ群 G R 3 ( 開口絞り I R ) と第 4 レンズ群 G R 4 との間の面間隔 D 1 6、第 4 レンズ群 G R 4 と第 5 レンズ群 G R 5 との間の面間隔 D 1 9 及び第 5 レンズ群 G R 5 と撮像素子ユニット I U との間の面間隔 D 2 3 が変化する。数値実施例 1 A における各面間隔の広角端状態 ( 焦点距離  $f = 6.0$  )、中間焦点距離状態 ( 標準画角 ) ( 焦点距離  $f = 14.7$  ) 及び望遠端状態 ( 焦点距離  $f = 36.0$  ) における可変間隔を、F ナンバー F n o . 及び半画角 と共に表 2 に示す。

【 0 0 6 9 】

【表 2】

f	6.0	14.7	36.0
Fno.	3.5	4.3	5.5
$\omega$ (度)	32.3	13.5	5.6
D6	0.55	6.78	11.03
D13	11.03	4.79	0.55
D16	6.08	4.47	2.20
D19	1.35	2.96	5.23
D23	6.81	9.66	12.31

10

【 0 0 7 0 】

ズーム光学系 1 A において、第 1 レンズ群 G R 1 の第 3 レンズ L 3 の物体側の面 ( R 5 )、第 1 レンズ群 G R 1 の第 3 レンズ L 3 の像側の面 ( R 6 )、第 2 レンズ群 G R 2 の第 4 レンズ L 4 の物体側の面 ( R 7 )、第 2 レンズ群 G R 2 の第 4 レンズ L 4 の像側の面 ( R 8 )、第 3 レンズ群 G R 3 の第 8 レンズ L 8 の物体側の面 ( R 1 4 )、第 3 レンズ群 G R 3 の第 8 レンズ L 8 の像側の面 ( R 1 5 ) 及び第 4 レンズ群 G R 4 の第 9 レンズ L 9 の物体側の面 ( R 1 7 ) は非球面に形成されている。数値実施例 1 A における非球面の 4 次、6 次、8 次及び 1 0 次の非球面係数 A 4、A 6、A 8 及び A 1 0 を円錐定数 K と共に表 3 に示す。

20

【 0 0 7 1 】

尚、表 3 及び後述する非球面係数を示す表において、「E - i」は 1 0 を底とする指数表現、即ち、「 $10^{-i}$ 」を表しており、例えば、「0.12345E - 05」は「 $0.12345 \times 10^{-5}$ 」を表している。

30

【 0 0 7 2 】

【表 3】

Si	$\epsilon$	A4	A6	A8	A10
5	1	-9.13866E-05	-9.13866E-05	-6.86488E-08	1.10635E-09
6	1	-5.17355E-05	-5.17355E-05	-8.28059E-08	1.28311E-09
7	1	2.17301E-04	2.17301E-04	3.63986E-07	0.00000E+00
8	1	6.61510E-05	6.61510E-05	1.90827E-06	0.00000E+00
14	1	-3.51391E-04	-3.51391E-04	-8.37823E-07	-4.90414E-09
15	1	-1.42701E-04	-1.42701E-04	-1.60656E-06	2.55483E-08
17	1	-2.96496E-04	-2.96496E-04	-8.43699E-07	3.64971E-08

40

【 0 0 7 3 】

表 4 にズーム光学系 1 A における上記条件式 ( 1 ) の各値、即ち、S D t、S D w、S D t / S D w を示す。

【 0 0 7 4 】

【表 4】

	SDt		60.00
	SDw		54.50
条件式(1)	SDt/SDw	$1.0 < \sim < 1.4$	1.10

## 【0075】

表 4 から明らかなように、ズーム光学系 1 A は、前記条件式 (1) を満足するようにされている。

## 【0076】

図 3 乃至図 5 に数値実施例 1 A の無限遠合焦状態での諸収差図を示し、図 3 は広角端状態 ( $f = 6.0$ )、図 4 は中間焦点距離状態 ( $f = 14.7$ )、図 5 は望遠端状態 ( $f = 36.0$ ) における諸収差図を示す。

## 【0077】

図 3 乃至図 5 に示す球面収差図には、実線で d 線 (波長  $587.6 \text{ nm}$ ) の値を示し、点線で c 線 (波長  $656.3 \text{ nm}$ ) の値を示し、一点鎖線で g 線 (波長  $435.8 \text{ nm}$ ) の値を示す。また、図 3 乃至図 5 に示す非点収差図には、実線でサジタル像面における値を示し、破線でメリディオナル像面における値を示す。

## 【0078】

各収差図から、数値実施例 1 A 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。

## 【0079】

図 6 は、本発明の第 2 の実施の形態におけるズーム光学系 1 B のレンズ構成を示す図である。

## 【0080】

第 2 の実施の形態におけるズーム光学系 1 B は、図 6 に示すように、13 枚のレンズ (一つのプリズムを含む。) によって構成され、変倍比が約 7 倍とされている。

## 【0081】

ズーム光学系 1 B は、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G R 1、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G R 2、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G R 3、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G R 4、負の屈折力を有する第 5 レンズ群 G R 5 及び正の屈折力を有する第 6 レンズ群 G R 6 が物体側から順に配置されて構成されたズームレンズ部 2 B と、光学フィルター F L 及び撮像面 I M G から成る撮像素子ユニット I U とによって構成されている。第 3 レンズ群 G R 3、第 4 レンズ群 G R 4、第 5 レンズ群 G R 5 及び第 6 レンズ群 G R 6 は後部群 3 B を構成している。第 1 レンズ群 G R 1 は、負の屈折力を有する第 1 レンズ L 1 と、光路を  $90^\circ$  折り曲げる反射部材として機能するプリズム L 2 と、正の屈折力を有する第 3 レンズ L 3 とが物体側から順に配置されて構成されている。第 1 レンズ群 G R 1 は、変倍時に光軸方向において固定されている。

## 【0082】

第 2 レンズ群 G R 2 は、負の屈折力を有する第 4 レンズ L 4 と、負の屈折力を有する第 5 レンズ L 5 と、正の屈折力を有する第 6 レンズ L 6 と、負の屈折力を有する第 7 レンズ L 7 とが物体側から順に配置されて構成されている。第 5 レンズ L 5 と第 6 レンズ L 6 は、第 5 レンズ L 5 の像側と第 6 レンズ L 6 の物体側を向いた同じ曲率半径を有する凹面と凸面が接合され、接合面 R 10 を有する接合レンズを構成している。第 2 レンズ群 G R 2 は、広角端から望遠端への変倍時に光軸方向において物体側から像側へ移動される。

## 【0083】

第 3 レンズ群 G R 3 は正の屈折力を有する第 8 レンズ L 8 によって構成されている。第 3 レンズ群 G R 3 は、変倍時に光軸方向において固定されている。

## 【0084】

第 4 レンズ群 G R 4 は、正の屈折力を有する第 9 レンズ L 9 と、負の屈折力を有する第

10

20

30

40

50

10 レンズ L 10 とが物体側から順に配置されて構成されている。第9レンズ L 9 と第10レンズ L 10 は、第9レンズ L 9 の像側と第10レンズ L 10 の物体側を向いた同じ曲率半径を有する凸面と凹面が接合され、接合面 R 18 を有する接合レンズを構成している。第4レンズ群 G R 4 は変倍時に光軸方向へ移動される。

【0085】

第5レンズ群 G R 5 は、負の屈折力を有する第11レンズ L 11 と、正の屈折力を有する第12レンズ L 12 とが物体側から順に配置されて構成されている。第12レンズ L 12 は、光軸と直交する方向へ移動可能とされ像ブレを補正するシフトレンズとしても機能する。第5レンズ群 G R 5 は、変倍時に光軸方向において固定されている。

【0086】

第6レンズ群 G R 6 は正の屈折力を有する第13レンズ L 13 によって構成されている。第6レンズ群 G R 6 は、変倍時に、撮像素子ユニット I U と一体となって移動される。従って、第6レンズ群 G R 6 と撮像素子ユニット I U とは、変倍時に、両者の距離が一定に保持された状態で光軸方向へ移動される。

【0087】

第3レンズ群 G R 3 と第4レンズ群 G R 4 の間には開口絞り I R (絞り面 R 16) が配置され、該開口絞り I R は固定されている。

【0088】

第6レンズ群 G R 6 の像側には、光学フィルター F L 及び撮像面 I M G から成る撮像素子ユニット I U が配置されている。光学フィルター F L は、例えば、ローパスフィルターや赤外線カットフィルター等によって構成され、撮像面 I M G は、例えば、C C D や C M O S 等の撮像面によって構成されている。撮像素子ユニット I U は、広角端から望遠端への変倍時に、第5レンズ群 G R 5 との間隔が広がる方向へ移動する。

【0089】

ズーム光学系 1 B においては、被写体距離の変化に伴う結像位置の変化に応じて、第4レンズ群 G R 4 と撮像素子ユニット I U の一方又は双方が光軸方向へ移動され、合焦が行われる。

【0090】

表5に、第2の実施の形態におけるズーム光学系 1 B に具体的数値を適用した数値実施例 1 B のレンズデータを示す。

【0091】

10

20

30

【表 5】

Si	Ri	Di	Ni	$\nu_i$
1	32.485	0.750	1.92286	20.88
2	12.322	2.150		
3	INF	10.400	1.90366	31.32
4	INF	0.200		
5 (ASP)	14.547	2.230	1.69350	53.2
6 (ASP)	-29.300	D6(variable)		
7 (ASP)	87.210	0.550	1.85348	40.1
8 (ASP)	7.038	0.800		
9	1115.302	0.400	1.80610	33.27
10	7.841	1.180	1.92286	20.88
11	-37.377	0.595		
12	-7.513	0.430	1.77250	49.62
13	-165.819	D13(variable)		
14 (ASP)	10.944	1.550	1.58313	59.46
15 (ASP)	-21.075	0.2		
16	INF	D16(variable)		開口絞り
17 (ASP)	10.444	2.600	1.58313	59.46
18	-6.143	0.430	1.80610	33.27
19	-11.593	D19(variable)		
20	23.062	0.430	2.00060	45.8
21	4.750	1.920		
22	6.871	1.920	1.48749	70.44
23	19.376	D23(variable)		
24	INF	1.482	1.81474	37.03
25 (ASP)	-8.943	0.500		
26	INF	0.300	1.52300	58.6
27	INF	0.500		
28	INF	0.5	1.55671	58.56
29	INF	0.6		

## 【0092】

ズーム光学系 1 B において、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、第 1 レンズ群 G R 1 と第 2 レンズ群 G R 2 との間の面間隔 D 6、第 2 レンズ群 G R 2 と第 3 レンズ群 G R 3 との間の面間隔 D 13、第 3 レンズ群 G R 3 (開口絞り I R) と第 4 レンズ群 G R 4 との間の面間隔 D 16、第 4 レンズ群 G R 4 と第 5 レンズ群 G R 5 との間の面間隔 D 19 及び第 5 レンズ群 G R 5 と第 6 レンズ群 G R 6 との間の面間隔 D 23 が変化する。数値実施例 1 B における各面間隔の広角端状態 (焦点距離  $f = 6.0$ )、中間焦点距離状態 (標準画角) (焦点距離  $f = 15.9$ ) 及び望遠端状態 (焦点距離  $f = 41.0$ ) における可変間隔を、F ナンバー F n o . 及び半画角 と共に表 6 に示す。

## 【0093】

【表 6】

f	6.0	15.9	41.0
Fno.	3.55	4.4	5.83
$\omega$ (度)	32.3	12.6	4.9
D6	0.55	7.43	11.82
D13	11.82	4.94	0.55
D16	6.22	4.26	2.20
D19	1.35	3.31	5.37
D23	7.44	10.88	15.44

10

## 【0094】

ズーム光学系 1 B において、第 1 レンズ群 G R 1 の第 3 レンズ L 3 の物体側の面 ( R 5 )、第 1 レンズ群 G R 1 の第 3 レンズ L 3 の像側の面 ( R 6 )、第 2 レンズ群 G R 2 の第 4 レンズ L 4 の物体側の面 ( R 7 )、第 2 レンズ群 G R 2 の第 4 レンズ L 4 の像側の面 ( R 8 )、第 3 レンズ群 G R 3 の第 8 レンズ L 8 の物体側の面 ( R 1 4 )、第 3 レンズ群 G R 3 の第 8 レンズ L 8 の像側の面 ( R 1 5 )、第 4 レンズ群 G R 4 の第 9 レンズ L 9 の物体側の面 ( R 1 7 ) 及び第 6 レンズ群 G R 6 の第 1 3 レンズ L 1 3 の像側の面 ( R 2 5 ) は非球面に形成されている。数値実施例 1 B における非球面の 4 次、6 次、8 次及び 1 0 次の非球面係数 A 4、A 6、A 8 及び A 1 0 を円錐定数 K と共に表 7 に示す。

20

## 【0095】

【表 7】

Si	$\varepsilon$	A4	A6	A8	A10
5	1	-9.13866E-05	-9.13866E-05	-6.86488E-08	1.10635E-09
6	1	-5.17355E-05	-5.17355E-05	-8.28059E-08	1.28311E-09
7	1	2.18238E-04	2.18238E-04	9.44435E-08	0.00000E+00
8	1	7.13071E-05	7.13071E-05	7.21196E-07	0.00000E+00
14	1	-3.51391E-04	-3.51391E-04	-8.37823E-07	-4.90414E-09
15	1	-1.42701E-04	-1.42701E-04	-1.60656E-06	2.55483E-08
17	1	-2.96496E-04	-2.96496E-04	-8.43699E-07	3.64971E-08
25	1	8.38151E-04	8.38151E-04	3.55479E-07	0.000000+00

30

## 【0096】

表 8 にズーム光学系 1 B における上記条件式 ( 1 ) の各値、即ち、S D t、S D w、S D t / S D w を示す。

## 【0097】

【表 8】

	SDt		68.00
	SDw		60.00
条件式(1)	SDt/SDw	1.0<~<1.4	1.13

40

## 【0098】

表 8 から明らかなように、ズーム光学系 1 B は、前記条件式 ( 1 ) を満足するようにされている。

## 【0099】

図 7 乃至図 9 に数値実施例 1 B の無限遠合焦状態での諸収差図を示し、図 7 は広角端状態 ( f = 6 . 0 )、図 8 は中間焦点距離状態 ( f = 1 5 . 9 )、図 9 は望遠端状態 ( f = 4 1 . 0 ) における諸収差図を示す。

## 【0100】

50

図 7 乃至図 9 に示す球面収差図には、実線で d 線（波長 587.6 nm）の値を示し、点線で c 線（波長 656.3 nm）の値を示し、一点鎖線で g 線（波長 435.8 nm）の値を示す。また、図 7 乃至図 9 に示す非点収差図には、実線でサジタル像面における値を示し、破線でメリディオナル像面における値を示す。

【0101】

各収差図から、数値実施例 1 B 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。

【0102】

図 10 は、本発明の第 3 の実施の形態におけるズーム光学系 1 C のレンズ構成を示す図である。

【0103】

第 3 の実施の形態におけるズーム光学系 1 C は、図 10 に示すように、13 枚のレンズ（一つのプリズムを含む。）によって構成され、変倍比が約 8 倍とされている。

【0104】

ズーム光学系 1 C は、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G R 1、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G R 2、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G R 3、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G R 4、負の屈折力を有する第 5 レンズ群 G R 5 及び正の屈折力を有する第 6 レンズ群 G R 6 が物体側から順に配置されて構成されたズームレンズ部 2 B と、光学フィルター F L 及び撮像面 I M G から成る撮像素子ユニット I U とによって構成されている。第 3 レンズ群 G R 3、第 4 レンズ群 G R 4、第 5 レンズ群 G R 5 及び第 6 レンズ群 G R 6 は後部群 3 B を構成している。第 1 レンズ群 G R 1 は、負の屈折力を有する第 1 レンズ L 1 と、光路を 90° 折り曲げる反射部材として機能するプリズム L 2 と、正の屈折力を有する第 3 レンズ L 3 とが物体側から順に配置されて構成されている。第 1 レンズ群 G R 1 は、変倍時に光軸方向において固定されている。

【0105】

第 2 レンズ群 G R 2 は、負の屈折力を有する第 4 レンズ L 4 と、負の屈折力を有する第 5 レンズ L 5 と、正の屈折力を有する第 6 レンズ L 6 と、負の屈折力を有する第 7 レンズ L 7 とが物体側から順に配置されて構成されている。第 5 レンズ L 5 と第 6 レンズ L 6 は、第 5 レンズ L 5 の像側と第 6 レンズ L 6 の物体側を向いた同じ曲率半径を有する凹面と凸面が接合され、接合面 R 10 を有する接合レンズを構成している。第 2 レンズ群 G R 2 は、広角端から望遠端への変倍時に光軸方向において物体側から像側へ移動される。

【0106】

第 3 レンズ群 G R 3 は正の屈折力を有する第 8 レンズ L 8 によって構成されている。第 3 レンズ群 G R 3 は、変倍時に光軸方向において固定されている。

【0107】

第 4 レンズ群 G R 4 は、正の屈折力を有する第 9 レンズ L 9 と、負の屈折力を有する第 10 レンズ L 10 とが物体側から順に配置されて構成されている。第 9 レンズ L 9 と第 10 レンズ L 10 は、第 9 レンズ L 9 の像側と第 10 レンズ L 10 の物体側を向いた同じ曲率半径を有する凸面と凹面が接合され、接合面 R 18 を有する接合レンズを構成している。第 4 レンズ群 G R 4 は変倍時に光軸方向へ移動される。

【0108】

第 5 レンズ群 G R 5 は、負の屈折力を有する第 11 レンズ L 11 と、正の屈折力を有する第 12 レンズ L 12 とが物体側から順に配置されて構成されている。第 12 レンズ L 12 は、光軸と直交する方向へ移動可能とされ像ブレを補正するシフトレンズとしても機能する。第 5 レンズ群 G R 5 は、変倍時に光軸方向において固定されている。

【0109】

第 6 レンズ群 G R 6 は正の屈折力を有する第 13 レンズ L 13 によって構成されている。第 6 レンズ群 G R 6 は、変倍時に、撮像素子ユニット I U と一体となって移動される。従って、第 6 レンズ群 G R 6 と撮像素子ユニット I U とは、変倍時に、両者の距離が一定に保持された状態で光軸方向へ移動される。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 1 0 】

第 3 レンズ群 G R 3 と第 4 レンズ群 G R 4 の間には開口絞り I R ( 絞り面 R 1 6 ) が配置され、該開口絞り I R は固定されている。

## 【 0 1 1 1 】

第 6 レンズ群 G R 6 の像側には、光学フィルター F L 及び撮像面 I M G から成る撮像素子ユニット I U が配置されている。光学フィルター F L は、例えば、ローパスフィルターや赤外線カットフィルター等によって構成され、撮像面 I M G は、例えば、C C D や C M O S 等の撮像面によって構成されている。撮像素子ユニット I U は、広角端から望遠端への変倍時に、第 5 レンズ群 G R 5 との間隔が広がる方向へ移動する。

## 【 0 1 1 2 】

ズーム光学系 1 C においては、被写体距離の変化に伴う結像位置の変化に応じて、第 4 レンズ群 G R 4 と撮像素子ユニット I U の一方又は双方が光軸方向へ移動され、合焦が行われる。

## 【 0 1 1 3 】

表 9 に、第 3 の実施の形態におけるズーム光学系 1 C に具体的数値を適用した数値実施例 1 C のレンズデーターを示す。

## 【 0 1 1 4 】



【表 9】

Si	Ri	Di	Ni	$\nu_i$
1	34.496	0.750	1.92286	20.88
2	12.964	2.150		
3	INF	10.400	1.90366	31.32
4	INF	0.200		
5 (ASP)	14.276	2.230	1.69350	53.2
6 (ASP)	-32.835	D6(variable)		
7 (ASP)	1824.230	0.550	1.85348	40.1
8 (ASP)	7.350	0.811		
9	-137.828	0.400	1.80610	33.27
10	7.868	1.180	1.92286	20.88
11	-28.748	0.585		
12	-7.434	0.430	1.77250	49.62
13	-50.982	D13(variable)		
14 (ASP)	10.366	1.550	1.58313	59.46
15 (ASP)	-22.748	0.2		
16	INF	D16(variable)		開口絞り
17 (ASP)	10.127	2.600	1.58313	59.46
18	-6.098	0.430	1.80610	33.27
19	-11.643	D19(variable)		
20	62.589	0.430	2.00060	45.8
21	4.750	1.920		
22	7.109	1.920	1.48749	70.44
23	29.680	D23(variable)		
24	37.572	2.391	1.81474	37.03
25 (ASP)	-8.545	0.500		
26	INF	0.300	1.52300	58.6
27	INF	0.500		
28	INF	0.5	1.55671	58.56
29	INF	0.6		

## 【0115】

ズーム光学系 1C において、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、第 1 レンズ群 GR 1 と第 2 レンズ群 GR 2 との間の面間隔 D 6、第 2 レンズ群 GR 2 と第 3 レンズ群 GR 3 との間の面間隔 D 13、第 3 レンズ群 GR 3 (開口絞り IR) と第 4 レンズ群 GR 4 との間の面間隔 D 16、第 4 レンズ群 GR 4 と第 5 レンズ群 GR 5 との間の面間隔 D 19 及び第 5 レンズ群 GR 5 と第 6 レンズ群 GR 6 との間の面間隔 D 23 が変化する。数値実施例 1C における各面間隔の広角端状態 (焦点距離  $f = 6.0$ )、中間焦点距離状態 (標準画角) (焦点距離  $f = 15.9$ ) 及び望遠端状態 (焦点距離  $f = 47.8$ ) における可変間隔を、F ナンバー  $Fno.$  及び半画角 と共に表 10 に示す。

## 【0116】

【表 1 0】

f	6.0	15.9	47.8
Fno.	3.55	4.84	6.51
$\omega$ (度)	32.2	12.6	4.3
D6	0.55	7.00	12.03
D13	12.03	5.58	0.55
D16	5.25	3.92	2.20
D19	1.66	2.99	4.71
D23	6.99	12.56	21.49

10

## 【0 1 1 7】

ズーム光学系 1 C において、第 1 レンズ群 G R 1 の第 3 レンズ L 3 の物体側の面 ( R 5 )、第 1 レンズ群 G R 1 の第 3 レンズ L 3 の像側の面 ( R 6 )、第 2 レンズ群 G R 2 の第 4 レンズ L 4 の物体側の面 ( R 7 )、第 2 レンズ群 G R 2 の第 4 レンズ L 4 の像側の面 ( R 8 )、第 3 レンズ群 G R 3 の第 8 レンズ L 8 の物体側の面 ( R 1 4 )、第 3 レンズ群 G R 3 の第 8 レンズ L 8 の像側の面 ( R 1 5 )、第 4 レンズ群 G R 4 の第 9 レンズ L 9 の物体側の面 ( R 1 7 ) 及び第 6 レンズ群 G R 6 の第 1 3 レンズ L 1 3 の像側の面 ( R 2 5 ) は非球面に形成されている。数値実施例 1 C における非球面の 4 次、6 次、8 次及び 1 0 次の非球面係数 A 4、A 6、A 8 及び A 1 0 を円錐定数 K と共に表 1 1 に示す。

20

## 【0 1 1 8】

【表 1 1】

Si	$\epsilon$	A4	A6	A8	A10
5	1	-9.13866E-05	-9.13866E-05	-6.86488E-08	1.10635E-09
6	1	-5.17355E-05	-5.17355E-05	-8.28059E-08	1.28311E-09
7	1	6.73353E-04	6.73353E-04	9.93963E-07	0.00000E+00
8	1	5.71437E-04	5.71437E-04	1.09033E-06	0.00000E+00
14	1	-3.51391E-04	-3.51391E-04	-8.37823E-07	-4.90414E-09
15	1	-1.42701E-04	-1.42701E-04	-1.60656E-06	2.55483E-08
17	1	-2.96496E-04	-2.96496E-04	-8.43699E-07	3.64971E-08
25	1	1.19037E-03	1.19037E-03	4.48473E-07	0.000000+00

30

## 【0 1 1 9】

表 1 2 にズーム光学系 1 C における上記条件式 ( 1 ) の各値、即ち、S D t、S D w、S D t / S D w を示す。

## 【0 1 2 0】

【表 1 2】

	SDt		74.50
	SDw		60.00
条件式(1)	SDt/SDw	1.0<~<1.4	1.24

40

## 【0 1 2 1】

表 1 2 から明らかなように、ズーム光学系 1 C は、前記条件式 ( 1 ) を満足するようにされている。

## 【0 1 2 2】

図 1 1 乃至図 1 3 に数値実施例 1 C の無限遠合焦状態での諸収差図を示し、図 1 1 は広角端状態 ( f = 6 . 0 )、図 1 2 は中間焦点距離状態 ( f = 1 5 . 9 )、図 1 3 は望遠端状態 ( f = 4 7 . 8 ) における諸収差図を示す。

50

## 【0123】

図11乃至図13に示す球面収差図には、実線でd線（波長587.6nm）の値を示し、点線でc線（波長656.3nm）の値を示し、一点鎖線でg線（波長435.8nm）の値を示す。また、図11乃至図13に示す非点収差図には、実線でサジタル像面における値を示し、破線でメリディオナル像面における値を示す。

## 【0124】

各収差図から、数値実施例1C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。

## 【0125】

尚、上記したズーム光学系1A、1B、1Cのように、光路を折り曲げる反射部材としてプリズムを使用する場合には、プリズムを屈折率の高い硝材によって形成することが望ましい。プリズムを屈折率の高い硝材によって形成することにより、反射部材を小型化することが可能となり、ズーム光学系1A、1B、1Cの小型化を図ることが可能である。

## 【0126】

また、光量調整装置として、開口絞りIRに代えて、例えば、NDフィルターや液晶調光素子を用いることも可能である。NDフィルターや液晶調光素子を用いることにより、光量調整装置の配置スペースが小さくなり、一層の小型化を図ることができる。

## 【0127】

次に、本発明撮像装置について説明する。

## 【0128】

本発明撮像装置は、変倍時に光軸方向へ移動する少なくとも一つのレンズ群を有するズームレンズ部と、該ズームレンズ部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、ズームレンズ部のレンズ群を光軸方向へ移動させるレンズ駆動機構とを備え、前記ズームレンズ部と前記撮像素子が前記光軸方向において物体側から順に配置された撮像装置である。

## 【0129】

撮像装置に備えられたズームレンズ部は、光路を略90°折り曲げる反射部材を有すると共に前記光軸方向における最も物体側に位置され変倍時に前記光軸方向において固定された正の屈折力を有する第1レンズ群と、前記第1レンズ群の像側に位置された負の屈折力を有する第2レンズ群と、前記第2レンズ群の像側に位置され一つ以上のレンズ群を有すると共に正の屈折力を有する後部群とを備え、前記撮像素子が少なくとも変倍時に前記光軸方向へ移動するようにしている。

## 【0130】

上記したように、本発明撮像装置にあつては、ズームレンズ部の光軸方向における最も物体側に、光路を略90°折り曲げる反射部材を有する第1レンズ群を配置することにより所謂折曲ズーム光学系が形成され、小型化を図ることができる。特に、第2レンズ群及び後部群の光軸方向を、被写体と撮影者を結ぶ方向に直交する方向に設定することにより、撮像装置の奥行き方向における小型化、即ち、薄型化を図ることができる。

## 【0131】

また、一般に、ズーム光学系における高変倍化を図るためには、変倍時に、後部群の結像倍率を大きく変化させることが有効であるが、後部群の倍率変化と同時に結像位置の変動も大きくなり易く、この結像位置の変動を補正するためにレンズ群の数やレンズの数を増加させることが従来から行われている。

## 【0132】

しかしながら、本発明撮像装置にあつては、変倍時に撮像素子を光軸方向へ移動させているため、レンズ群の数及びレンズの数を増やすことなく変倍時における後部群の結像倍率の変化を大きくすることができ、高変倍化を図ることができる。従って、レンズ群の数及びレンズの数の増加に伴う大型化を来たすことなく、高変倍化を図ることができる。

## 【0133】

さらに、本発明撮像装置において、ズームレンズ部の焦点距離の変化に応じて適切に光

10

20

30

40

50

学全長を変化させることにより、収差補正の自由度が増え、高い光学性能を確保することができる。

【 0 1 3 4 】

以上に記載した通り、本発明撮像装置にあっては、ズームレンズ部に、物体側から順に配置された正の屈折力を有する第 1 レンズ群と負の屈折力を有する第 2 レンズ群と正の屈折力を有する後部群とを設け、第 1 レンズ群に光路を略 90° 折り曲げる反射部材を設け、変倍時に撮像素子を光軸方向へ移動させることにより、小型化及び高変倍化を図ることができる。

【 0 1 3 5 】

本発明の一実施形態の撮像装置にあっては、ズームレンズ部のレンズ群を光軸方向へ移動させるレンズ駆動機構によって撮像素子を光軸方向へ移動させるようにすることが望ましい。

10

【 0 1 3 6 】

レンズ群を光軸方向へ移動させるレンズ駆動機構によって撮像素子を光軸方向へ移動させるようにすることにより、レンズ群の移動と撮像素子の移動を同一の駆動機構によって行うことができ、撮像素子及びレンズ群を移動させるための駆動機構の簡素化、小型化及び低コスト化を図ることができる。

【 0 1 3 7 】

図 1 4 に、本発明撮像装置の一実施形態によるデジタルスチルカメラのブロック図を示す。

20

【 0 1 3 8 】

撮像装置（デジタルスチルカメラ）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、撮影された画像等を表示するLCD（Liquid Crystal Display）40と、メモリーカード1000への画像信号の書込及び読出を行う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。

【 0 1 3 9 】

30

カメラブロック10は、ズーム光学系（本発明が適用されるズーム光学系1A、1B、1C）を含み、ズームレンズ部11とCCDやCMOS等の撮像素子12等により構成されている。

【 0 1 4 0 】

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。

【 0 1 4 1 】

画像処理部30は、所定の画像データ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仕様の変換処理等を行う。

【 0 1 4 2 】

40

LCD40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各種のデータを表示する機能を有している。

【 0 1 4 3 】

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

【 0 1 4 4 】

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。

【 0 1 4 5 】

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リリースボタンや、動

50

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CPU 60に対して出力する。

【0146】

レンズ駆動制御部80は、CPU 60からの制御信号に基づいてズームレンズ部11の各レンズ及び撮像素子12を駆動するレンズ駆動機構81を制御する。レンズ駆動機構81は、ズームレンズ部11の各レンズの他、撮像素子12をも光軸方向へ移動させる機構である。

【0147】

メモリーカード1000は、例えば、R/W 50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。

【0148】

以下に、撮像装置100における動作を説明する。

【0149】

撮影の待機状態では、CPU 60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LCD 40に出力され、カメラスルー画像として表示される。また、入力部70からのズームングのための指示入力信号が入力されると、CPU 60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部11の所定のレンズ及び撮像素子12が移動される。

【0150】

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。変換されたデータはR/W 50に出力され、メモリーカード1000に書き込まれる。

【0151】

尚、フォーカシングは、例えば、入力部50のシャッターリリース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、CPU 60からの制御信号に基づいてレンズ駆動制御部80がズームレンズ部11の所定のレンズ及び撮像素子12を移動させることにより行われる。

【0152】

メモリーカード1000に記録された画像データを再生する場合には、入力部70に対する操作に応じて、R/W 50によってメモリーカード1000から所定の画像データが読み出され、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LCD 40に出力されて再生画像が表示される。

【0153】

尚、上記したズーム光学系及び撮像装置は、被写体の撮影時に取り込まれる撮影光の光路を反射部材によって折り曲げ、その折り曲げた方向、即ち、撮影者に対して上下方向又は左右方向を含む面内において所定のレンズ又は撮像素子を移動させることによりズームング及びフォーカシングを行うことが可能である。

【0154】

従って、撮像装置の奥行きが小さく、小型化、薄型化を図ることができる。

【0155】

尚、上記した実施の形態においては、撮像装置をデジタルスチ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デジタルスチルカメラに限られることはなく、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PDA（Personal Digital Assistant）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。

【0156】

上記各実施の形態において示した各部の形状及び数値は、何れも本発明を実施するための具体化のほんの一例に過ぎず、これらによって本発明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。

10

20

30

40

50

## 【図面の簡単な説明】

## 【0157】

【図1】図2乃至図14と共に本発明撮像装置及びズームレンズを実施するための最良の形態を示すものであり、本図は、撮像装置を示す概念図である。

【図2】本発明ズーム光学系の第1の実施の形態のレンズ構成を示す図である。

【図3】図4及び図5と共に第1の実施の形態に具体的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4】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5】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6】本発明ズーム光学系の第2の実施の形態のレンズ構成を示す図である。

【図7】図8及び図9と共に第2の実施の形態に具体的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8】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9】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10】本発明ズーム光学系の第3の実施の形態のレンズ構成を示す図である。

【図11】図12及び図13と共に第3の実施の形態に具体的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12】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13】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14】本発明撮像装置の一実施形態を示すブロック図である。

## 【符号の説明】

## 【0158】

1 ... ズーム光学系、2 ... ズームレンズ部、3 ... 撮像素子、4 ... 第1レンズ群、4a ... 反射部材、5 ... 第2レンズ群、6 ... 後部群、7 ... 撮像装置、1A ... ズーム光学系、2A ... ズームレンズ、3A ... 後部群、1B ... ズーム光学系、2B ... ズームレンズ、3B ... 後部群、1C ... ズーム光学系、2C ... ズームレンズ、3C ... 後部群、81 ... レンズ駆動機構、100 ... 撮像装置、11 ... ズームレンズ部、12 ... 撮像素子

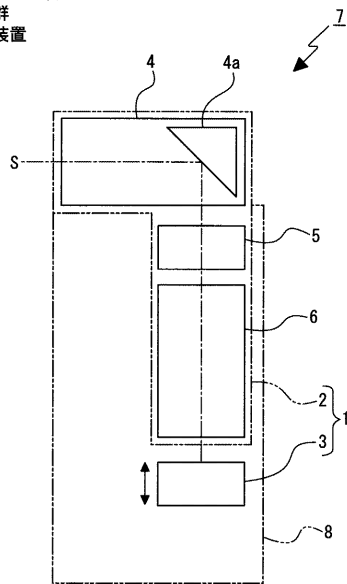
10

20

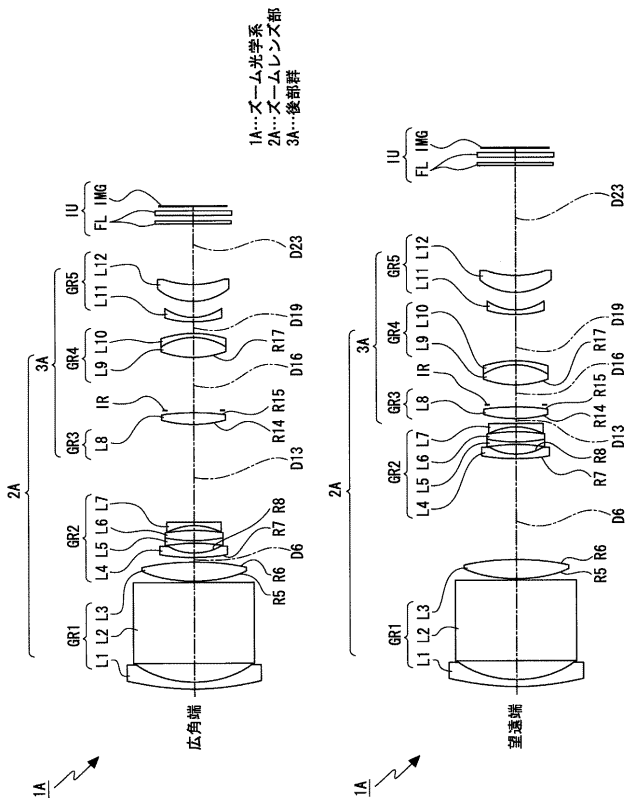
30

【 図 1 】

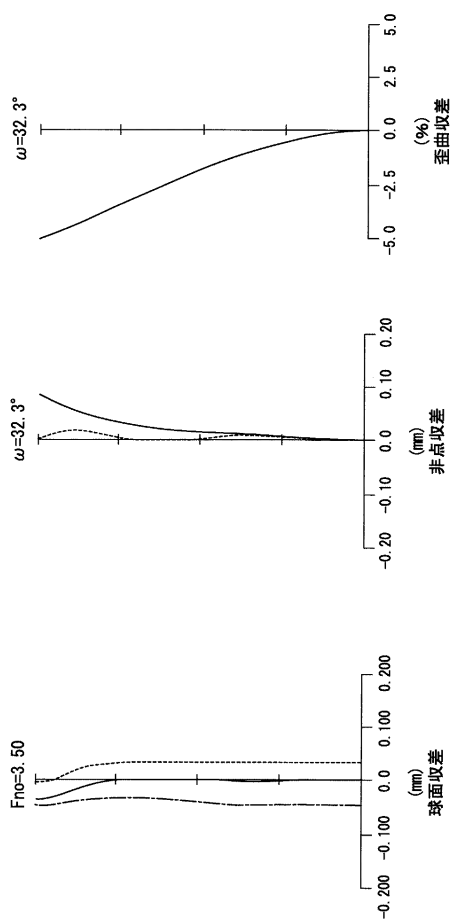
- 1…ズーム光学系
- 2…ズームレンズ部
- 3…撮像素子
- 4…第 1 レンズ群
- 4a…反射部材
- 5…第 2 レンズ群
- 6…後部群
- 7…撮像装置



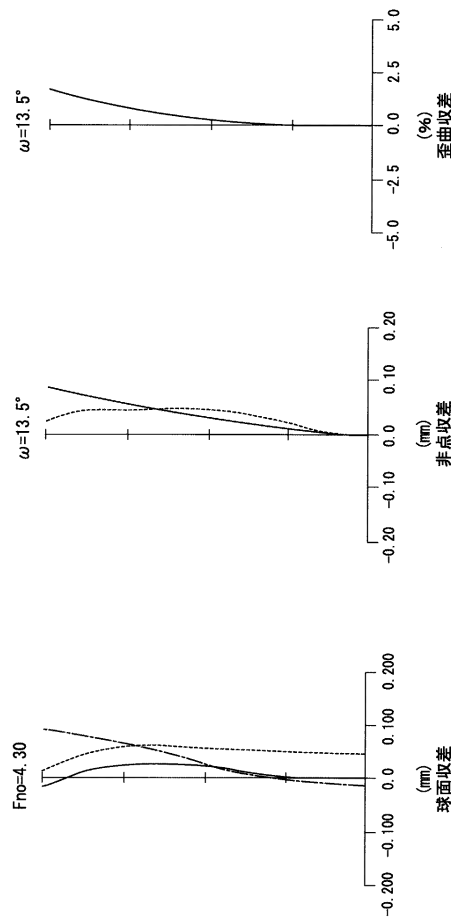
【 図 2 】



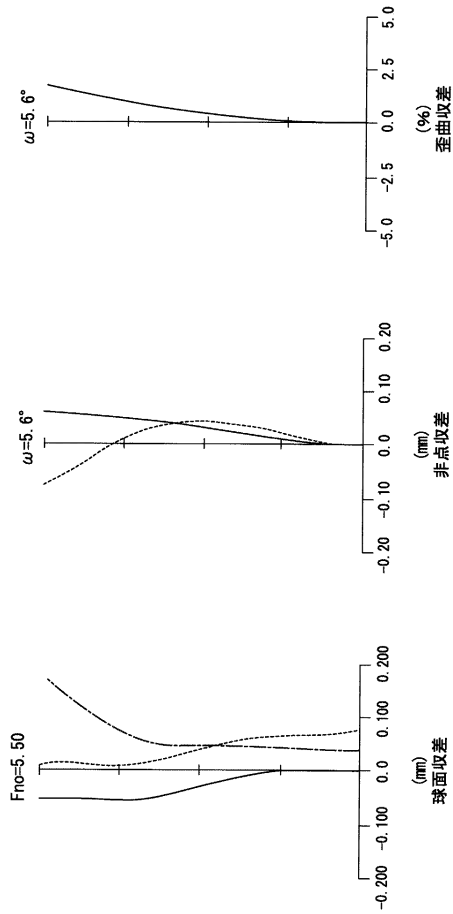
【 図 3 】



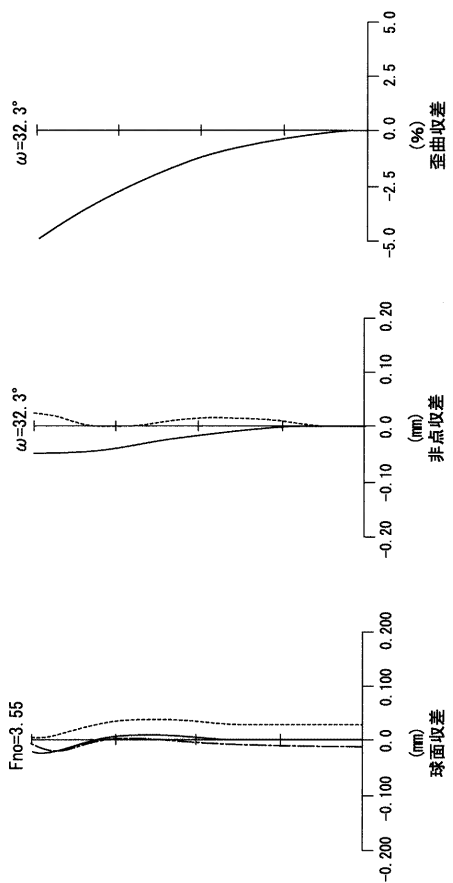
【 図 4 】



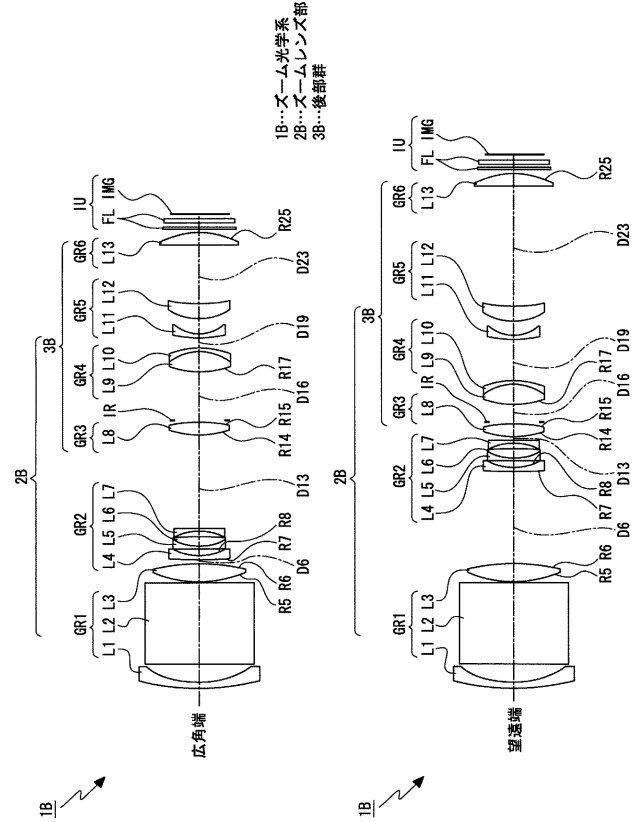
【図 5】



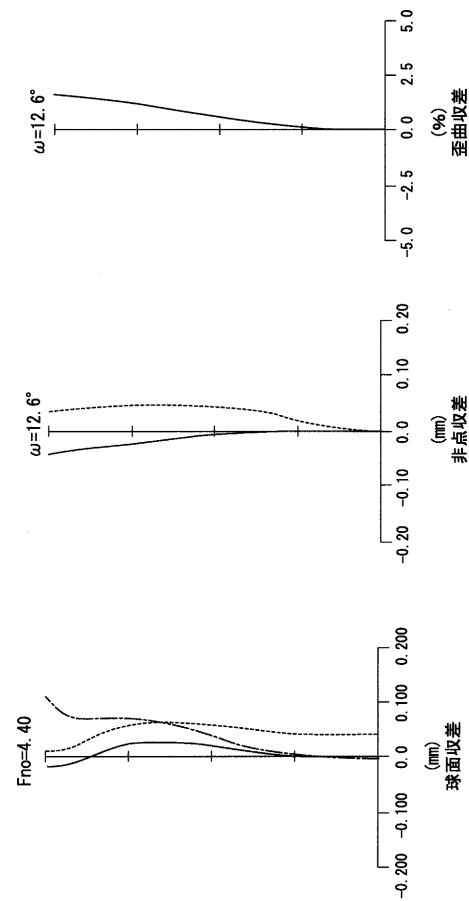
【図 7】



【図 6】

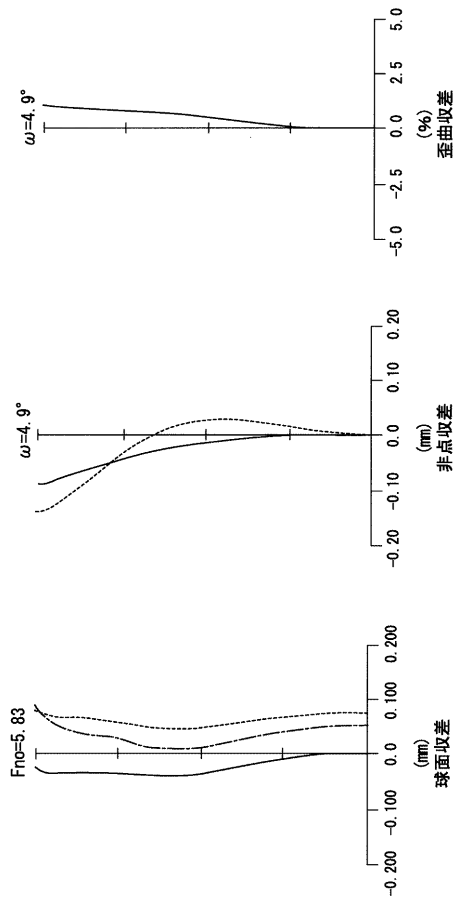


【図 8】

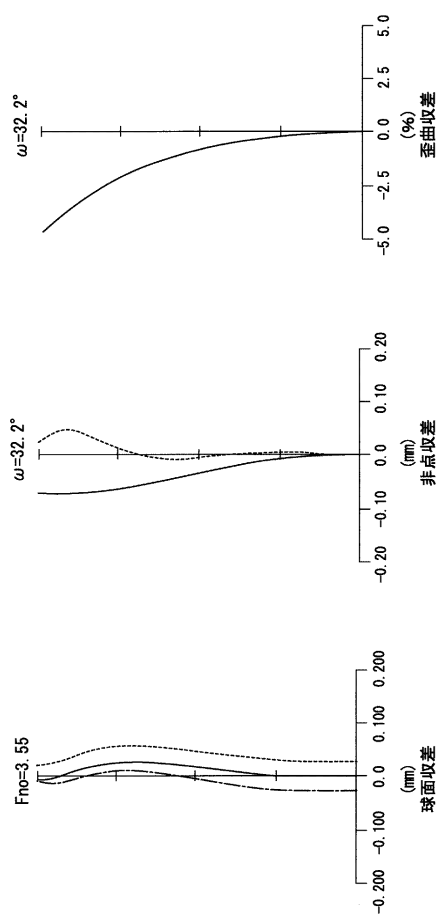




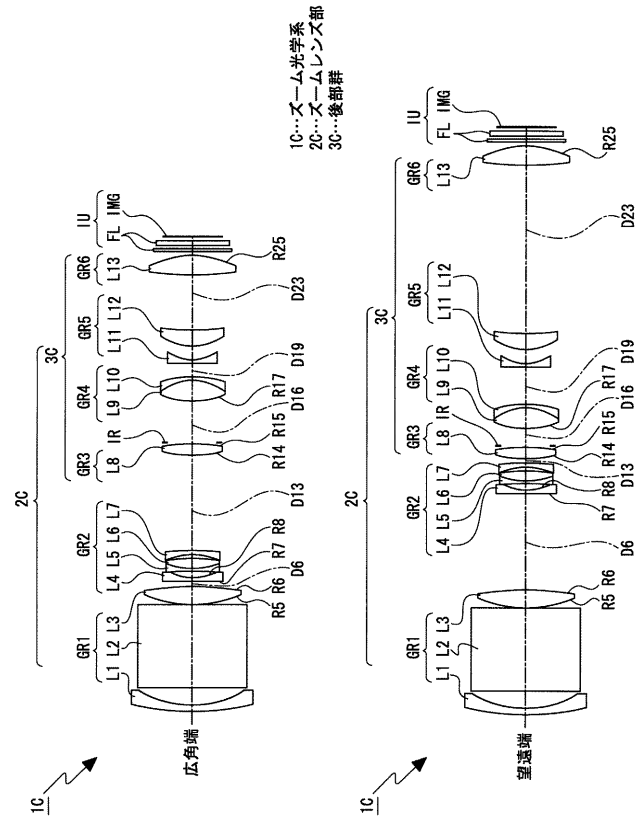
【図 9】



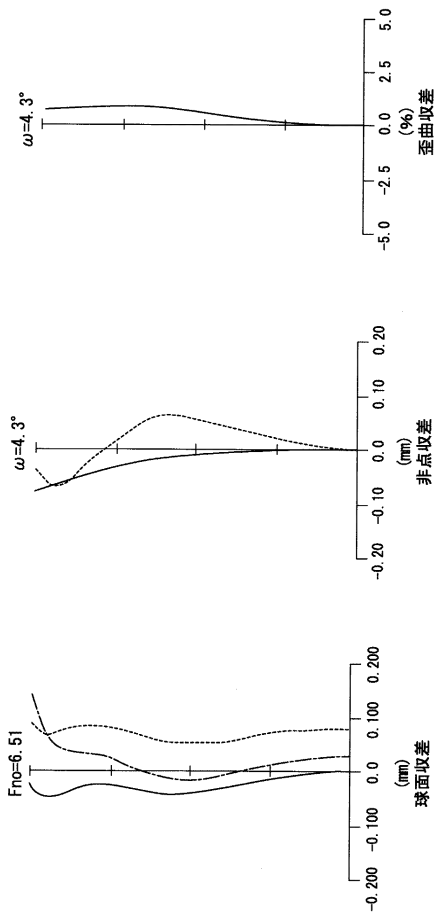
【図 1 1】



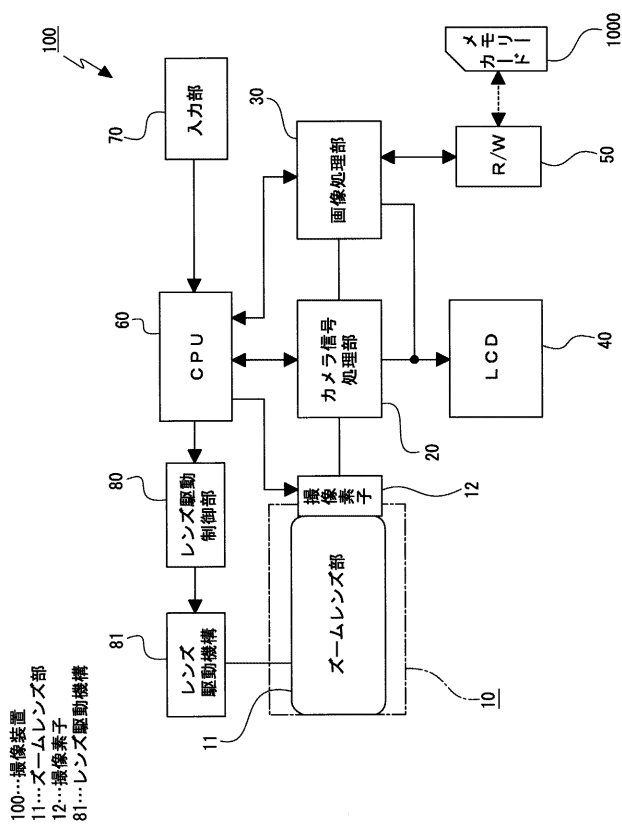
【図 1 0】



【図 13】



【図 14】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA02 KA03 LA01 MA07 MA09 MA15 MA19 PA10 PA11 PA19  
PB12 PB13 QA02 QA06 QA07 QA17 QA25 QA32 QA34 QA41  
QA42 QA46 RA05 RA12 RA13 RA32 SA44 SA47 SA49 SA52  
SA57 SA63 SA65 SA72 SA74 SA76 SB04 SB15 SB22 SB33  
SB43