

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5045267号  
(P5045267)

(45) 発行日 平成24年10月10日 (2012.10.10)

(24) 登録日 平成24年7月27日 (2012.7.27)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>G02B 15/20</b>	<b>(2006.01)</b>	G02B 15/20	
<b>G02B 13/18</b>	<b>(2006.01)</b>	G02B 13/18	
<b>G03B 5/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G03B 5/00	J
<b>G03B 17/17</b>	<b>(2006.01)</b>	G03B 17/17	

請求項の数 9 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2007-169356 (P2007-169356)	(73) 特許権者	303000408 コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社 東京都八王子市石川町2970番地
(22) 出願日	平成19年6月27日 (2007.6.27)	(74) 代理人	100085501 弁理士 佐野 静夫
(65) 公開番号	特開2009-8845 (P2009-8845A)	(74) 代理人	100128842 弁理士 井上 温
(43) 公開日	平成21年1月15日 (2009.1.15)	(72) 発明者	相馬 祥人 東京都八王子市石川町2970番地 コニカミノルタオプト株式会社内
審査請求日	平成22年3月24日 (2010.3.24)	審査官	堀井 康司

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】

物体側から順に、光路を略90度折り曲げる反射光学素子を含み負の光学的パワーを有する第1レンズ群と、正の光学的パワーを有する第2レンズ群と、負の光学的パワーを有する第3レンズ群と、正の光学的パワーを有する第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含んでおり、広角端から望遠端への変倍に際して、前記第1レンズ群と前記第4レンズ群が像面に対して光軸方向に不動であり、前記第1レンズ群と第2レンズ群との間隔及び前記第3レンズ群と第4レンズ群との間隔が減少し、前記第4レンズ群と第5レンズ群との間隔が変化するように、少なくとも前記第2レンズ群と前記第3レンズ群と前記第5レンズ群が光軸に沿って移動し、以下の条件式(1)を満たし、前記第1レンズ群が、物体側から順に、像側に強い凹面を向けた負レンズと前記反射光学素子を含んでおり、前記負レンズが以下の条件式(2)を満たすことを特徴とするズームレンズ；

$$1.0 < |f1| / fw < 6.0 \quad \dots (1)$$

$$1.5 < |fL1| / fw < 5.0 \quad \dots (2)$$

ただし、

f1：第1レンズ群の焦点距離、

fw：広角端における全系の焦点距離、

fL1：第1レンズ群内の負レンズの焦点距離、

である。

【請求項2】

前記第1レンズ群が、物体側から順に、像側に強い凹面を向けた負レンズと前記反射光学素子を含んでおり、前記反射光学素子の像側に少なくとも1枚の正レンズを配置し、前記正レンズが以下の条件式(3)及び(4)を満たすことを特徴とする請求項1記載のズームレンズ；

$$d1p < 26.0 \quad \dots (3)$$

$$g, F1p + 0.001767 \times d1p - 0.6477 > 0.01 \quad \dots (4)$$

ただし、

d1p：第1レンズ群内の正レンズのアップ数の平均値、

g, F1p：第1レンズ群内の正レンズの部分分散比の平均値(部分分散比は  $g, F = (ng - nF) / (nF - nC)$  で定義される)、

である。

【請求項3】

前記第4レンズ群を光軸に垂直な方向に移動させることによって、像面上の結像のブレを補正することを特徴とする請求項1又は2記載のズームレンズ。

【請求項4】

前記第4レンズ群が最も像側のレンズを含む部分群を有しており、前記部分群を光軸に垂直な方向に移動させることによって、像面上の結像のブレを補正することを特徴とする請求項1又は2記載のズームレンズ。

【請求項5】

前記第3レンズ群が少なくとも1枚の正レンズを有し、前記正レンズが以下の条件式(5)及び(6)を満たすことを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載のズームレンズ；

$$d3p < 26.0 \quad \dots (5)$$

$$g, F3p + 0.001767 \times d3p - 0.6477 > 0.01 \quad \dots (6)$$

ただし、

d3p：第3レンズ群内の正レンズのアップ数の平均値、

g, F3p：第3レンズ群内の正レンズの部分分散比の平均値(部分分散比は  $g, F = (ng - nF) / (nF - nC)$  で定義される)、

である。

【請求項6】

以下の条件式(7)及び(8)を満たすことを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載のズームレンズ；

$$0.6 < f2 / |f1| < 2.0 \quad \dots (7)$$

$$0.2 < (2t / 2w) / (ft / fw) < 0.5 \quad \dots (8)$$

ただし、

f2：第2レンズ群の焦点距離、

2w：第2レンズ群の広角端における近軸横倍率、

2t：第2レンズ群の望遠端における近軸横倍率、

ft：望遠端における全系の焦点距離、

である。

【請求項7】

請求項1～6のいずれか1項に記載のズームレンズと、受光面上に形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備え、前記撮像素子の受光面上に被写体の光学像が形成されるように前記ズームレンズが設けられていることを特徴とする撮像装置。

【請求項8】

前記第4レンズ群の物体側に隣り合って位置し、変倍時に像面に対して移動しないメカニカルシャッタを更に備えたことを特徴とする請求項7記載の撮像装置。

【請求項9】

請求項7又は8記載の撮像装置と、その撮像装置に対して被写体の静止画撮影、動画撮影のうちの少なくとも一方を行わせる制御部と、を具備することを特徴とするデジタル機器。

10

20

30

40

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明はズームレンズ及び撮像装置に関するものであり、例えば被写体の映像を撮像素子で取り込むためのオプティカルユニット等に用いられ、特に変倍比が7倍程度で比較的広角なズーム域を含むズームレンズと、それを備えた撮像装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、デジタルカメラが急速に普及し、単に画像をコンピュータに取り込むための手段にとどまらず、従来の銀塩カメラと同様に写真を残すための道具として広く用いられるようになってきている。それに伴って、写真を残すのに有用な機能(例えば、高変倍比、広画角化等)や薄型・コンパクト化への要望が強くなっている。また、撮像素子の画素数が年々増加の傾向にあるため、更に高い光学性能を達成することが要求されている。主に動画を取り込むための機器(例えば、カムコーダ等)においても、静止画撮影機能やハイビジョンへの対応等を背景として、従来以上に高い光学性能が要求されるようになってきている。

## 【0003】

撮像機能を有する装置(デジタルカメラ等)を薄型化するのに有効な手段として、光学ユニット内で光路を折り曲げることが一般的に行われている。例えば、物体側から順に、光路を折り曲げるプリズムを含んだ正の光学的パワーを有する第1レンズ群と、負の光学的パワーを有する第2レンズ群と、正の光学的パワーを有する第3レンズ群と、正の光学的パワーを有する第4レンズ群と、負の光学的パワーを有する第5レンズ群と、を配置したズームレンズが特許文献1で提案されており、いわゆる正リードズームタイプを構成することによって、5倍程度の変倍比を達成している。また、物体側から順に、光路を折り曲げるプリズムを含んだ負の光学的パワーを有する第1レンズ群と、負の光学的パワーを有する第2レンズ群と、正の光学的パワーを有する第3レンズ群と、を配置して広画角化を図ったズームレンズが特許文献2で提案されている。

## 【0004】

光路の折り曲げがないストレートタイプのズームレンズとして、光路の折り曲げがある上記屈曲タイプのズーム構成よりも高い変倍比を有するものが提案されている。例えば、物体側から順に、負の光学的パワーを有する第1レンズ群と、正の光学的パワーを有する第2レンズ群と、負の光学的パワーを有する第3レンズ群と、正の光学的パワーを有する第4レンズ群と、正の光学的パワーを有する第5レンズ群と、を配置し、変倍時に第2レンズ群、第3レンズ群及び第5レンズ群を移動させることにより、7倍～17倍程度の大きな変倍比を達成したズームレンズが特許文献3及び4で提案されている。

【特許文献1】特開2006-71993号公報

【特許文献2】特開2004-348082号公報

【特許文献3】特開平5-107476号公報

【特許文献4】特開平5-323196号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

しかしながら、特許文献1に開示されているズームレンズは、5倍程度の変倍比を達成してはいるが、広角端の全画角が60度程度であり広画角とは言えない。第1レンズ群内に反射光学素子を配置して光路を折り曲げる場合、光路を折り曲げるのに必要な空間の大きさ(例えば反射光学素子がプリズムの場合にはプリズムの光路長)は、折り曲げ前後の光軸を含む断面内における、反射光学素子の入射面での軸外光線高さ(軸外光線高さ)と射出面での軸外光線高さのどちらか高い方の光線高さに依存する。したがって、折り曲げに必要な空間を小さくするためには、反射光学素子の物体側に負レンズを配置して入射瞳位置をより物体側へ位置させることが有効である。特許文献1に開示されているズームレンズでは、第1レンズ群の光学的パワーが正であるため、反射光学素子の物体側に位置する負レンズの負の光

10

20

30

40

50

学的パワーを強くするのは困難である。したがって、特許文献 1 に開示されているズームレンズを更に広画角化しようとする、折り曲げに必要なスペースが増大してしまう。

【 0 0 0 6 】

特許文献 2 に開示されているズームレンズは、70 度を超える広画角を達成してはいるが、変倍比が 3 倍程度であり十分とは言えない。第 1 レンズ群が負の光学的パワーを有する負リードズームタイプでは、一般的に入射瞳位置が比較的物体側に位置するため、物体に近いレンズの有効径を小さくするのが容易であり、また、広角端でレトロフォーカス型の構成をとりやすくなる等の広画角化に適した特長もある。しかしながら、特許文献 2 に開示されているズームレンズは、絞りを有し正の光学的パワーを持つレンズ群を大きく移動させることで変倍を行っているため、絞りの開口径が一定の場合、変倍による F ナンバーの変動が大きいという問題がある。したがって、F ナンバーの変動を許容できる範囲に抑えつつ更なる高変倍化を達成するためには、変倍時に絞り径を変化させるような機構が必要となる。

10

【 0 0 0 7 】

特許文献 3 及び 4 に開示されているズームレンズは、70 度程度の画角と 7 倍を超える変倍比を同時に達成してはいるが、スチルカメラに用いるには性能が十分とは言えない。第 1 レンズ群の負の光学的パワーが比較的弱いため、第 1 レンズ群の有効径が大きくなり易いという問題もあり、また、光路を折り曲げるのに必要なスペースも確保されていない。したがって、これらのズームレンズでは撮像装置の薄型化を実現することはできない。

20

【 0 0 0 8 】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであって、その目的は、全画角 70 度を超える広画角を変倍域中に含み、7 倍程度の変倍比を有しつつ、第 1 レンズ群内での光路の折り曲げにより撮像装置の薄型化を可能とするズームレンズと、それを備えた撮像装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

上記目的を達成するために、第 1 の発明のズームレンズは、物体側から順に、光路を略 90 度折り曲げる反射光学素子を含み負の光学的パワーを有する第 1 レンズ群と、正の光学的パワーを有する第 2 レンズ群と、負の光学的パワーを有する第 3 レンズ群と、正の光学的パワーを有する第 4 レンズ群と、第 5 レンズ群と、を含んでおり、広角端から望遠端への変倍に際して、前記第 1 レンズ群と前記第 4 レンズ群が像面に対して光軸方向に不動であり、前記第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との間隔及び前記第 3 レンズ群と第 4 レンズ群との間隔が減少し、前記第 4 レンズ群と第 5 レンズ群との間隔が変化するように、少なくとも前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群と前記第 5 レンズ群が光軸に沿って移動し、以下の条件式(1)を満たし、前記第 1 レンズ群が、物体側から順に、像側に強い凹面を向けた負レンズと前記反射光学素子を含んでおり、前記負レンズが以下の条件式(2)を満たすことを特徴とする。

30

$$1.0 < |f1| / fw < 6.0 \quad \dots(1)$$

$$1.5 < |fL1| / fw < 5.0 \quad \dots(2)$$

ただし、

f1：第 1 レンズ群の焦点距離、

fw：広角端における全系の焦点距離、

fL1：第 1 レンズ群内の負レンズの焦点距離、

である。

40

【 0 0 1 1 】

第 2 の発明のズームレンズは、上記第 1 の発明において、前記第 1 レンズ群が、物体側から順に、像側に強い凹面を向けた負レンズと前記反射光学素子を含んでおり、前記反射光学素子の像側に少なくとも 1 枚の正レンズを配置し、前記正レンズが以下の条件式(3)及び(4)を満たすことを特徴とする。

$$d1p < 26.0 \quad \dots(3)$$

50

$$g, F1p + 0.001767 \times d1p - 0.6477 > 0.01 \quad \dots (4)$$

ただし、

d1p：第1レンズ群内の正レンズのアッペ数の平均値、

g, F1p：第1レンズ群内の正レンズの部分分散比の平均値(部分分散比は  $g, F = (ng - nF) / (nF - nC)$  で定義される)、

である。

#### 【0012】

第3の発明のズームレンズは、上記第1又は第2の発明において、前記第4レンズ群を光軸に垂直な方向に移動させることによって、像面上の結像のブレを補正することを特徴とする。

10

#### 【0013】

第4の発明のズームレンズは、上記第1又は第2の発明において、前記第4レンズ群が最も像側のレンズを含む部分群を有しており、前記部分群を光軸に垂直な方向に移動させることによって、像面上の結像のブレを補正することを特徴とする。

#### 【0014】

第5の発明のズームレンズは、上記第1～第4のいずれか1つの発明において、前記第3レンズ群が少なくとも1枚の正レンズを有し、前記正レンズが以下の条件式(5)及び(6)を満たすことを特徴とする。

$$d3p < 26.0 \quad \dots (5)$$

$$g, F3p + 0.001767 \times d3p - 0.6477 > 0.01 \quad \dots (6)$$

20

ただし、

d3p：第3レンズ群内の正レンズのアッペ数の平均値、

g, F3p：第3レンズ群内の正レンズの部分分散比の平均値(部分分散比は  $g, F = (ng - nF) / (nF - nC)$  で定義される)、

である。

#### 【0015】

第6の発明のズームレンズは、上記第1～第5のいずれか1つの発明において、以下の条件式(7)及び(8)を満たすことを特徴とする。

$$0.6 < f2 / |f1| < 2.0 \quad \dots (7)$$

$$0.2 < (2t / 2w) / (ft / fw) < 0.5 \quad \dots (8)$$

30

ただし、

f2：第2レンズ群の焦点距離、

2w：第2レンズ群の広角端における近軸横倍率、

2t：第2レンズ群の望遠端における近軸横倍率、

ft：望遠端における全系の焦点距離、

である。

#### 【0016】

第7の発明の撮像装置は、上記第1～第6のいずれか1つの発明に係るズームレンズと、受光面上に形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備え、前記撮像素子の受光面上に被写体の光学像が形成されるように前記ズームレンズが設けられていることを特徴とする。

40

#### 【0017】

第8の発明の撮像装置は、上記第7の発明において、前記第4レンズ群の物体側に隣り合って位置し、変倍時に像面に対して移動しないメカニカルシャッタを更に備えたことを特徴とする。

#### 【0018】

第9の発明のデジタル機器は、上記第7又は第8の発明に係る撮像装置と、その撮像装置に対して被写体の静止画撮影、動画撮影のうちの少なくとも一方を行わせる制御部と、を具備することを特徴とする。

#### 【発明の効果】

50

## 【 0 0 1 9 】

本発明で規定される特性を保持することによって、ズーム領域中に全画角70度を超える領域を含んだ7倍程度の変倍比を有する光路折り曲げズームレンズが、全ズーム域にわたって球面収差が80 $\mu$ m以内、像面湾曲が50 $\mu$ m以内、歪曲収差が最大で5%程度、軸上色収差(g線)が100 $\mu$ m程度の高い光学性能を保持しつつ、比較的小型で実現可能となる。したがって本発明によれば、全画角70度を超える広画角を変倍域中に含み、7倍程度の変倍比を有しつつ、第1レンズ群内での光路の折り曲げにより撮像装置の薄型化を可能とする小型で高性能のズームレンズと、それを備えた撮像装置を実現することができる。そして、本発明に係る撮像装置をデジタルカメラ等のデジタル機器に用いることによって、デジタル機器の薄型・軽量・コンパクト化、低コスト化、高性能化、高機能化等に寄与することができる。

10

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 2 0 】

以下、本発明に係るズームレンズ、撮像装置等を、図面を参照しつつ説明する。本発明に係るズームレンズは、物体側から順に、光路を略90度折り曲げる反射光学素子を含み負の光学的パワーを有する第1レンズ群と、正の光学的パワーを有する第2レンズ群と、負の光学的パワーを有する第3レンズ群と、正の光学的パワーを有する第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含んでおり、広角端から望遠端への変倍に際して、前記第1レンズ群と前記第4レンズ群が像面に対して光軸方向に不動であり、前記第1レンズ群と第2レンズ群との間隔及び前記第3レンズ群と第4レンズ群との間隔が減少し、前記第4レンズ群と第5レンズ群との間隔が変化するように、少なくとも前記第2レンズ群と前記第3レンズ群と前記第5レンズ群が光軸に沿って移動し、以下の条件式(1)を満たすことを特徴としている。

20

$$1.0 < |f1| / fw < 6.0 \quad \dots(1)$$

ただし、

f1：第1レンズ群の焦点距離、

fw：広角端における全系の焦点距離、

である。

## 【 0 0 2 1 】

上記のように、物体側から順に、負・正・負・正の第1～第4レンズ群と第5レンズ群とを配し、光路を略90度折り曲げる反射光学素子を第1レンズ群内に設け、第1レンズ群の光学的パワーを広角端における全系の焦点距離に対して適正な比で設定し、第1レンズ群と第4レンズ群を固定群とし、少なくとも第2レンズ群、第3レンズ群及び第5レンズ群を移動群として、広角端から望遠端への変倍に際し、第1、第2レンズ群間隔及び第3、第4レンズ群間隔を減少させ、第4、第5レンズ群間隔を変化させる構成は、高変倍比化と小型化と光学性能とを良好にバランスさせる上で好ましい。つまり、このような構成をとることにより、比較的広角な部分を変倍中に含み7倍程度の変倍比を有する光路折り曲げズームレンズを、全変倍域にわたって優れた光学性能を保持しつつも、比較的小型で達成することができる。

30

## 【 0 0 2 2 】

条件式(1)は、ズームレンズをコンパクトに保ちつつ広角化を達成し、さらに全変倍域において良好な結像性能を確保する上で好ましい条件範囲を、広角端での全系の焦点距離に対する第1レンズ群の焦点距離の比によって規定している。条件式(1)の上限を上回ると、第1レンズ群の光学的パワーが弱くなりすぎて、広角化を進めていくと第1レンズ群の口径が大きくなってしまふ。結果として光路の折り曲げに必要なスペースが増大し、当初の目的である撮像装置の薄型化を阻害してしまうことになるため望ましくない。また、第1レンズ群の光学的パワーが弱いと、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔を変化させることによる変倍作用が十分に得られず、所望の変倍比を確保しつつ光学系を小型化することが困難になる。逆に、条件式(1)の下限を下回ると、ズームレンズの小型化の観点では好ましいが、第1レンズ群の光学的パワーが強くなり過ぎて、像面湾曲や歪曲収差等の

40

50

補正が困難になる。

【0023】

上記特徴的構成を有することにより、広い画角を変倍域中に含む高い変倍比を有しつつ、第1レンズ群内での光路の折り曲げにより撮像装置の薄型化を可能とする小型で高性能のズームレンズを実現することができる。そして、そのズームレンズを備えた撮像装置をデジタルカメラ等の機器に用いれば、その薄型・軽量・コンパクト化、低コスト化、高性能化、高機能化等に寄与することができる。こういった効果をバランス良く得るとともに、更に高い光学性能等を達成するための条件等を以下に説明する。

【0024】

以下の条件式(1a)を満たすことが望ましく、条件式(1b)を満たすことが更に望ましい。

$$1.5 < |f1| / fw < 4.0 \quad \dots (1a)$$

$$2.0 < |f1| / fw < 3.5 \quad \dots (1b)$$

これらの条件式(1a)、(1b)は、前記条件式(1)が規定している条件範囲のなかでも、前記観点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定している。

【0025】

光学絞りは、第2レンズ群の最も像側の面と第4レンズ群の最も像側の面とで規定される領域内に配置されることが望ましい。絞りを有するレンズ群が移動することで変倍を行う、変倍比が3倍程度の一般的な負リード光学系では、変倍中のFナンバーの変動を許容範囲内に収めつつ高変倍にしようとする、広角端において、絞りを有するレンズ群での軸上光線高さが高くなりすぎるため、広角端で絞り径を絞ることができる機構が必要となる。一方、本発明に係るズームレンズでは、変倍作用の主な部分を第2レンズ群と第3レンズ群で担っているため、第3レンズ群より像側の領域では変倍中の軸上光線高さの変化が小さくなる。したがって、光学絞りにおいては変倍中の軸上光線高さの変動が小さいため、そのような機構は不要となる。また、望遠端におけるFナンバーが所望のFナンバーより明るい場合には、絞りを有するレンズ群より物体側のレンズ群で軸上光束を切ることにより、所望のFナンバーまで暗くして性能を改善することが可能である。

【0026】

第1レンズ群が、物体側から順に、像側に強い凹面を向けた負レンズと前記反射光学素子を含んでおり、前記負レンズが以下の条件式(2)を満たすことが望ましい。

$$1.5 < |fL1| / fw < 5.0 \quad \dots (2)$$

ただし、

fL1：第1レンズ群内の負レンズの焦点距離、

fw：広角端における全系の焦点距離、

である。

【0027】

最も物体側に光学的パワーの比較的強い負レンズを配置することで、入射瞳位置を物体側へ導くことができる。その結果、反射光学素子に入射する軸外光束の光線高さが低くなり、光路を折り曲げるのに必要なスペースを小さくすることができる。条件式(2)は、良好な結像性能を保ちつつ、折り曲げに必要なスペースを小さくする上で好ましい条件範囲を、広角端での全系の焦点距離に対する前記負レンズの焦点距離の比によって規定している。条件式(2)の上限を上回ると、前記負レンズの光学的パワーが弱すぎて、折り曲げに必要なスペースが増大する。逆に、条件式(2)の下限を下回ると、前記負レンズの光学的パワーが強くなりすぎて、折り曲げに必要なスペースは減少するが、前記負レンズで発生する像面湾曲や歪曲収差が大きくなりすぎ、以降のレンズ系での補正が困難になる。この条件式(2)を満たすことによって、画角70度を超えるような広画角にも係わらず、反射光学素子を十分に小さくすることが可能となり、結果として撮像装置の薄型化を達成することができる。

【0028】

以下の条件式(2a)を満たすことが更に望ましい。

$$2.0 < |fL1| / fw < 4.0 \quad \dots (2a)$$

この条件式(2a)は、上記条件式(2)が規定している条件範囲のなかでも、上記観点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定している。

【0029】

第1レンズ群が、物体側から順に、像側に強い凹面を向けた負レンズと前記反射光学素子を含んでおり、前記反射光学素子の像側に少なくとも1枚の正レンズを配置し、前記正レンズが以下の条件式(3)及び(4)を満たすことが望ましい。

$$d1p < 26.0 \quad \dots (3)$$

$$g, F1p + 0.001767 \times d1p - 0.6477 > 0.01 \quad \dots (4)$$

ただし、

d1p：第1レンズ群内の正レンズのアッペ数の平均値、

g, F1p：第1レンズ群内の正レンズの部分分散比の平均値(部分分散比は  $g, F = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$  で定義される)、

である。

【0030】

反射光学素子の像側に少なくとも1枚の正レンズを配置し、第1レンズ群内の正レンズのアッペ数の平均値が条件式(3)を満たすようにすることが、色収差の補正の点で望ましい。条件式(3)の上限を上回ると、第1レンズ群内の負の光学的パワーで発生する色収差を補正する作用が不足し、第1レンズ群で発生する色収差を抑えつつ、第1レンズ群に必要な負の光学的パワーを確保することが困難になる。また、条件式(4)を満たすことで、前記正レンズにおける短波長側の屈折率が相対的に高くなるため、望遠端の軸上色収差2次スペクトルの効果的な削減が可能となる。

【0031】

第4レンズ群を光軸に垂直な方向に移動させることによって、像面上の結像のブレを補正することが望ましい。また、第4レンズ群が最も像側のレンズを含む部分群を有しており、前記部分群を光軸に垂直な方向に移動させることによって、像面上の結像のブレを補正することが望ましい。第4レンズ群は変倍時に像面に対して不動であるので、第4レンズ群又は第4レンズ群の一部(すなわち部分群)を光軸に垂直な方向に移動させて防振することが、メカ構成や防振の機構構成の観点で望ましい。

【0032】

第3レンズ群が少なくとも1枚の正レンズを有し、前記正レンズが以下の条件式(5)及び(6)を満たすことが望ましい。

$$d3p < 26.0 \quad \dots (5)$$

$$g, F3p + 0.001767 \times d3p - 0.6477 > 0.01 \quad \dots (6)$$

ただし、

d3p：第3レンズ群内の正レンズのアッペ数の平均値、

g, F3p：第3レンズ群内の正レンズの部分分散比の平均値(部分分散比は  $g, F = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$  で定義される)、

である。

【0033】

第3レンズ群内の正レンズのアッペ数の平均値が条件式(5)を満たすようにすることは、色収差の補正の点で望ましい。また、条件式(6)を満たすことによって、前記正レンズにおける短波長側の屈折率が相対的に高くなるため、望遠端の軸上色収差2次スペクトルの効果的な削減が可能となる。

【0034】

以下の条件式(7)及び(8)を満たすことが望ましい。

$$0.6 < f2 / |f1| < 2.0 \quad \dots (7)$$

$$0.2 < (2t / 2w) / (ft / fw) < 0.5 \quad \dots (8)$$

ただし、

f1：第1レンズ群の焦点距離、

f2：第2レンズ群の焦点距離、

10

20

30

40

50

2w：第2レンズ群の広角端における近軸横倍率、  
 2t：第2レンズ群の望遠端における近軸横倍率、  
 fw：広角端における全系の焦点距離、  
 ft：望遠端における全系の焦点距離、  
 である。

【0035】

条件式(7)は、ズームレンズの小型化を達成することと全変倍域において良好な結像性能を得ることを両立させる上で好ましい条件範囲を、第1レンズ群の焦点距離に対する第2レンズ群の焦点距離の比によって規定している。条件式(7)の下限を下回ると、第2レンズ群の光学的パワーが強くなりすぎて、第2レンズ群で発生する望遠端における球面収差や像面湾曲を補正することが困難になる。逆に、条件式(7)の上限を上回ると、第2レンズ群のパワーが弱くなり過ぎて、望遠端において光学全長を小さく保つことが困難になる。

10

【0036】

条件式(8)は、第2レンズ群の変倍作用に関する好ましい条件範囲を規定している。条件式(8)の上限を上回ると、第2レンズ群の変倍作用が強くなりすぎて、広角端の像面湾曲及び望遠端の球面収差の補正が困難になる。逆に、条件式(8)の下限を下回ると、第3レンズ群による変倍作用が強くなりすぎて、広角端の球面収差の補正が困難になる。

【0037】

以下の条件式(7a)及び(8a)を満たすことが更に望ましい。

20

$$0.8 < f_2 / |f_1| < 1.5 \quad \dots (7a)$$

$$0.25 < (2t / 2w) / (ft / fw) < 0.4 \quad \dots (8a)$$

この条件式(7a)、(8a)は、上記条件式(7)、(8)が規定している各条件範囲のなかでも、上記観点等に基づいた更に好ましい条件範囲を規定している。

【0038】

第4レンズ群の物体側に隣り合って位置し、変倍時に像面に対して移動しないメカニカルシャッタを更に備えることが望ましい。このように構成すると、変倍中にメカニカルシャッタを不動(つまり変倍時に位置固定)にすることができるので、メカ構成の簡略化の点で望ましい。

【0039】

30

本発明に係るズームレンズは、画像入力機能付きデジタル機器(例えば、デジタルカメラ、ビデオカメラ等)用の撮像光学系としての使用に適しており、これを撮像素子等と組み合わせることにより、被写体の映像を光学的に取り込んで電気的な信号として出力する撮像装置を構成することができる。撮像装置は、被写体の静止画撮影や動画撮影に用いられるカメラの主たる構成要素を成す光学装置であり、例えば、物体(すなわち被写体)側から順に、物体の光学像を形成する撮像光学系と、撮像光学系により形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備えることにより構成される。

【0040】

カメラの例としては、デジタルカメラ、ビデオカメラ、監視カメラ、車載カメラ、テレビ電話用カメラ等が挙げられ、また、パーソナルコンピュータ、携帯情報機器(例えば、モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯情報端末等の小型で携帯可能な情報機器端末)、これらの周辺機器(スキャナー、プリンター等)、その他のデジタル機器等に内蔵又は外付けされるカメラが挙げられる。これらの例から分かるように、撮像装置を用いることによりカメラを構成することができるだけでなく、各種機器に撮像装置を搭載することによりカメラ機能を付加することが可能である。例えば、カメラ付き携帯電話等の画像入力機能付きデジタル機器を構成することが可能である。

40

【0041】

図17に、デジタル機器CU(デジタルカメラ等の画像入力機能付きデジタル機器に相当する。)の概略構成例を模式的断面で示す。図17に示すデジタル機器CUに搭載されている撮像装置LUは、物体(すなわち被写体)側から順に、物体の光学像(像面)IMを変

50

倍可能に形成するズームレンズZ L (撮像光学系に相当する。)と、平行平板P T (必要に応じて配置される光学的ローパスフィルター、赤外カットフィルター等の光学フィルター；撮像素子S Rのカバーガラス等に相当する。)と、ズームレンズZ Lにより受光面S S上に形成された光学像I Mを電気的な信号に変換する撮像素子S Rと、を備えている。この撮像装置L Uで画像入力機能付きデジタル機器C Uを構成する場合、通常そのボディ内部に撮像装置L Uを配置することになるが、カメラ機能を実現するには必要に応じた形態を採用することが可能である。例えば、ユニット化した撮像装置L Uをデジタル機器C Uの本体に対して着脱自在又は回転自在に構成することが可能である。

#### 【0042】

撮像素子S Rとしては、例えば複数の画素を有するC C D (Charge Coupled Device)やC M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor)センサー等の固体撮像素子が用いられる。ズームレンズZ Lは、撮像素子S Rの受光面S S上に被写体の光学像I Mが形成されるように設けられているので、ズームレンズZ Lによって形成された光学像I Mは、撮像素子S Rによって電気的な信号に変換される。

#### 【0043】

デジタル機器C Uは、撮像装置L Uの他に、信号処理部1、制御部2、メモリ3、操作部4、表示部5等を備えている。撮像素子S Rで生成した信号は、信号処理部1で所定のデジタル画像処理や画像圧縮処理等が必要に応じて施され、デジタル映像信号としてメモリ3 (半導体メモリ、光ディスク等)に記録されたり、場合によってはケーブルを介したり赤外線信号に変換されたりして他の機器に伝送される。制御部2はマイクロコンピュータから成っており、撮影機能、画像再生機能、並びにズーム及びフォーカシングのためのレンズ移動機構等を集中的に制御する。例えば、被写体の静止画撮影、動画撮影のうちの少なくとも一方を行うように、制御部2により撮像装置L Uに対する制御が行われる。表示部5は液晶モニター等のディスプレイを含む部分であり、撮像素子S Rによって変換された画像信号あるいはメモリ3に記録されている画像情報を用いて画像表示を行う。操作部4は、操作ボタン (例えばリリースボタン)、操作ダイヤル (例えば撮影モードダイヤル)等の操作部材を含む部分であり、操作者が操作入力した情報を制御部2に伝達する。

#### 【0044】

ズームレンズZ Lは、前述したように負・正・負・正の4群と第5レンズ群を含むズーム構成になっており、複数のレンズ群が光軸A Xに沿って移動し、レンズ群間隔を変化させることにより変倍 (すなわちズーム)を行う構成になっている。ズームレンズZ Lで形成されるべき光学像は、撮像素子S Rの画素ピッチにより決定される所定の遮断周波数特性を有する光学的ローパスフィルター (図17中の平行平板P Tに相当する。)を通過することにより、電気的な信号に変換される際に発生するいわゆる折り返しノイズが最小化されるように、空間周波数特性が調整される。これにより、色モアレの発生を抑えることができる。ただし、解像限界周波数周辺の性能を抑えてやれば、光学的ローパスフィルターを用いなくてもノイズの発生を懸念する必要がなく、また、ノイズがあまり目立たない表示系 (例えば、携帯電話の液晶画面等)を用いてユーザーが撮影や鑑賞を行う場合には、光学的ローパスフィルターを用いる必要がない。

#### 【0045】

次に、第1～第5の実施の形態を挙げて、ズームレンズZ Lの具体的な光学構成を更に詳しく説明する。図1～図5に、ズームレンズZ Lの第1～第5の実施の形態を、広角端(W)、中間(M)、望遠端(T)でのレンズ配置でそれぞれ示す。これらのズームレンズZ Lは屈曲光学系として構成されており、図1～図5はその光路展開状態における光学断面で各レンズ構成等を示している。

#### 【0046】

第1、第2、第5の実施の形態のズームレンズZ Lは、撮像素子S Rに対して物体の光学像I Mを変倍可能に形成する負・正・負・正・正の5群ズームレンズであり、そのズームは、各レンズ群間隔 (面間隔 $d_{71}$ 、 $d_{12}$ 、 $d_{15}$ 、 $d_{23}$ 、 $d_{25}$ である。)を変化させることにより行われる。第3、第4の実施の形態のズームレンズZ Lは、撮像素子

10

20

30

40

50

S R に対して物体の光学像 I M を変倍可能に形成する負・正・負・正・負・正の 6 群ズームレンズであり、そのズーミングは、各レンズ群間隔(面間隔  $d_7$  ,  $d_{12}$  ,  $d_{15}$  ,  $d_{21}$  ,  $d_{23}$  である。)を変化させることにより行われる。

【 0 0 4 7 】

図 1 ~ 図 5 中に、各実施の形態における移動群のズーム移動の軌跡を実線  $m_2$  ,  $m_3$  ,  $m_5$  で模式的に示す。いずれの実施の形態においても、第 2 レンズ群  $G r_2$  と第 3 レンズ群  $G r_3$  と第 5 レンズ群  $G r_5$  がズーミングにおいて移動し(つまり移動群である)、各ズーム移動の軌跡  $m_2$  ,  $m_3$  ,  $m_5$  が、広角端(W)から望遠端(T)へのズーミングにおける第 2 レンズ群  $G r_2$  , 第 3 レンズ群  $G r_3$  , 第 5 レンズ群  $G r_5$  の移動(つまり像面 I M に対する相対的な位置の変化)をそれぞれ示している。

10

【 0 0 4 8 】

例えば、第 1 , 第 2 , 第 5 の実施の形態では、広角端(W)から望遠端(T)への変倍に際して、第 2 レンズ群  $G r_2$  が単調に物体側へ移動し、第 3 レンズ群  $G r_3$  が単調に像側へ移動し、第 5 レンズ群  $G r_5$  が単調に像側へ移動する。第 3 , 第 4 の実施の形態では、広角端(W)から望遠端(T)への変倍に際して、第 2 レンズ群  $G r_2$  が単調に物体側へ移動し、第 3 レンズ群  $G r_3$  が像側へ移動し(中間(M)と望遠端(T)との間で中間(M)より物体側に位置する焦点距離が存在する。)、第 5 レンズ群  $G r_5$  が単調に物体側へ移動する。いずれの実施の形態においても、第 1 レンズ群  $G r_1$  と第 4 レンズ群  $G r_4$  はズーミングにおいて位置固定であるため(つまり固定群である)、第 1 レンズ群  $G r_1$  と第 2 レンズ群  $G r_2$  との間隔及び第 3 レンズ群  $G r_3$  と第 4 レンズ群  $G r_4$  との間隔が減少し、第 4 レンズ群  $G r_4$  と第 5 レンズ群  $G r_5$  との間隔が変化するように、少なくとも第 2 レンズ群  $G r_2$  と第 3 レンズ群  $G r_3$  と第 5 レンズ群  $G r_5$  が光軸 A X に沿って移動することになる。

20

【 0 0 4 9 】

いずれの実施の形態においても、第 5 レンズ群  $G r_5$  がフォーカス成分になっている。第 1 , 第 2 , 第 5 の実施の形態では、図 1 , 図 2 , 図 5 中の矢印  $m_F$  で示すように、第 5 レンズ群  $G r_5$  を物体側へ移動させることにより、近距離物体へのフォーカシングを行う構成になっている。第 3 , 第 4 の実施の形態では、図 3 , 図 4 中の矢印  $m_F$  で示すように、第 5 レンズ群  $G r_5$  を像側へ移動させることにより、近距離物体へのフォーカシングを行う構成になっている。

30

【 0 0 5 0 】

第 1 , 第 4 , 第 5 の実施の形態では、図 1 , 図 4 , 図 5 に示すように、第 4 レンズ群  $G r_4$  又はその部分群 L V を像ブレ補正群として、光軸 A X に垂直な方向(白抜き矢印)に移動させることにより、像ブレを補正する構成になっている。例えば、第 1 の実施の形態の場合、第 4 レンズ群  $G r_4$  全体を(像ブレ補正群として)光軸 A X に垂直な方向に移動させることによって、像面 I M 上の結像のブレを補正する構成になっている。第 4 の実施の形態の場合、第 4 レンズ群が最も像側に有する正レンズ 1 枚を部分群 L V (像ブレ補正群)として、その部分群 L V を光軸 A X に垂直な方向に移動させることによって、像面 I M 上の結像のブレを補正する構成になっている。第 5 の実施の形態の場合、第 4 レンズ群が最も像側に有する負レンズ 1 枚を部分群 L V (像ブレ補正群)として、その部分群 L V を光軸 A X に垂直な方向に移動させることによって、像面 I M 上の結像のブレを補正する構成になっている。

40

【 0 0 5 1 】

いずれの実施の形態においても、第 4 レンズ群  $G r_4$  は最も物体側に絞り(開口絞りに相当する。) S T を有している。つまり、第 4 レンズ群  $G r_4$  の物体側に隣り合うように絞り S T が配置されている。広角端(W)から望遠端(T)へのズーミングにおいて、絞り S T は第 4 レンズ群  $G r_4$  と共に像面 I M に対して光軸 A X 方向に不動の構成になっているので、絞り S T は第 4 レンズ群  $G r_4$  の一部として考えることができる。また、第 4 レンズ群  $G r_4$  と共にズーム位置固定のメカニカルシャッタが、第 4 レンズ群  $G r_4$  の物体側に隣り合うように、必要に応じて配置される。第 4 レンズ群  $G r_4$  の物体側には絞り S T

50

が隣り合うように配置されているので、絞りSTと一体的にメカニカルシャッタを構成することができる。各実施の形態のレンズ構成を以下に詳しく説明する。

【0052】

第1の実施の形態(図1)では、各レンズ群が以下のように構成されている。第1レンズ群Gr1は、物体側から順に、像側面が非球面から成る像側に凹の負メニスカスレンズ(第1レンズL1)と、プリズムPRと、物体側に凸の正メニスカスレンズ(第2レンズL2)及び像側に凹の負メニスカスレンズ(第3レンズL3)から成る接合レンズと、で構成されている。第2レンズ群Gr2は、物体側から順に、像側に凹の負メニスカスレンズ及び両凸の正レンズから成る接合レンズと、両凸の正レンズと、で構成されている。第3レンズ群Gr3は、物体側から順に、像側に凸の正メニスカスレンズ(正レンズLp)及び両凹の負レンズから成る接合レンズで構成されている。第4レンズ群Gr4(像ブレ補正群)は、物体側から順に、絞りSTと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、像側に凹の負メニスカスレンズ及び両凸の正レンズから成る接合レンズと、像側面が非球面から成る物体側に凹の負メニスカスレンズと、で構成されている。第5レンズ群Gr5は、物体側面が非球面から成る両凸の正レンズ1枚で構成されている。

10

【0053】

第2の実施の形態(図2)では、各レンズ群が以下のように構成されている。第1レンズ群Gr1は、物体側から順に、像側面が非球面から成る像側に凹の負メニスカスレンズ(第1レンズL1)と、プリズムPRと、両凸の正レンズ(第2レンズL2)及び両凹の負レンズ(第3レンズL3)から成る接合レンズと、で構成されている。第2レンズ群Gr2は、物体側から順に、像側に凹の負メニスカスレンズ及び両凸の正レンズから成る接合レンズと、両凸の正レンズと、で構成されている。第3レンズ群Gr3は、物体側から順に、像側に凸の正メニスカスレンズ(正レンズLp)及び両凹の負レンズから成る接合レンズで構成されている。第4レンズ群Gr4は、物体側から順に、絞りSTと、両凸の正レンズと、両凸の正レンズ及び両凹の負レンズから成る接合レンズと、像側面が非球面から成る物体側に凹の負メニスカスレンズと、で構成されている。第5レンズ群Gr5は、物体側面が非球面から成る両凸の正レンズ1枚で構成されている。

20

【0054】

第3の実施の形態(図3)では、各レンズ群が以下のように構成されている。第1レンズ群Gr1は、物体側から順に、像側面が非球面から成る像側に凹の負メニスカスレンズ(第1レンズL1)と、プリズムPRと、物体側に凸の正メニスカスレンズ(第2レンズL2)及び像側に凹の負メニスカスレンズ(第3レンズL3)から成る接合レンズと、で構成されている。第2レンズ群Gr2は、物体側から順に、両凸の正レンズ及び物体側に凹の負メニスカスレンズから成る接合レンズと、両凸の正レンズと、で構成されている。第3レンズ群Gr3は、物体側から順に、両凹の負レンズ及び物体側に凸の正メニスカスレンズ(正レンズLp)から成る接合レンズで構成されている。第4レンズ群Gr4は、物体側から順に、絞りSTと、両凸の正レンズ及び物体側に凹の負メニスカスレンズから成る接合レンズと、像側面が非球面から成る両凸の正レンズと、で構成されている。第5レンズ群Gr5は、両凹の負レンズ1枚で構成されている。第6レンズ群Gr6は、両面が非球面から成る像側に凸の正メニスカスレンズ1枚で構成されている。

30

40

【0055】

第4の実施の形態(図4)では、各レンズ群が以下のように構成されている。第1レンズ群Gr1は、物体側から順に、像側面が非球面から成る像側に凹の負メニスカスレンズ(第1レンズL1)と、プリズムPRと、両凸の正レンズ(第2レンズL2)及び両凹の負レンズ(第3レンズL3)から成る接合レンズと、で構成されている。第2レンズ群Gr2は、物体側から順に、両凸の正レンズ及び物体側に凹の負メニスカスレンズから成る接合レンズと、両凸の正レンズと、で構成されている。第3レンズ群Gr3は、物体側から順に、両凹の負レンズ及び物体側に凸の正メニスカスレンズ(正レンズLp)から成る接合レンズで構成されている。第4レンズ群Gr4は、物体側から順に、絞りSTと、両凸の正レンズ及び像側面が非球面から成る物体側に凹の負メニスカスレンズから成る接合レンズと

50

、両凸の正レンズ(部分群L V)と、で構成されている。第5レンズ群G r 5は、両凹の負レンズ1枚で構成されている。第6レンズ群G r 6は、両面が非球面から成る像側に凸の正メニスカスレンズ1枚で構成されている。

【0056】

第5の実施の形態(図5)では、各レンズ群が以下のように構成されている。第1レンズ群G r 1は、物体側から順に、像側面が非球面から成る両凹の負レンズ(第1レンズL 1)と、プリズムP Rと、物体側に凸の正メニスカスレンズ(第2レンズL 2)及び像側に凹の負メニスカスレンズ(第3レンズL 3)から成る接合レンズと、で構成されている。第2レンズ群G r 2は、物体側から順に、像側に凹の負メニスカスレンズ及び両凸の正レンズから成る接合レンズと、両凸の正レンズと、で構成されている。第3レンズ群G r 3は、物体側から順に、両凹の負レンズ及び物体側に凸の正メニスカスレンズ(正レンズL p)から成る接合レンズで構成されている。第4レンズ群G r 4は、物体側から順に、絞りS Tと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、両凸の正レンズ及び像側面が非球面から成る物体側に凹の負メニスカスレンズから成る接合レンズと、両凹の負レンズ(部分群L V)と、で構成されている。第5レンズ群G r 5は、物体側面が非球面から成る両凸の正レンズ1枚で構成されている。

【0057】

各実施の形態のズームレンズZ Lは、光軸A Xを略90度折り曲げるプリズムP Rを(屈曲手段として)第1レンズ群G r 1内に有する屈曲光学系の構成になっている。プリズムP Rは光束を略90度折り曲げる反射面を含んでおり、その反射面によりズームレンズZ Lを屈曲光学系として使用するための光路の折り曲げが行われ、その際、光軸A Xが略90度(つまり90度又は実質的に90度)折り曲げられるようにして光束が反射される。このようにズームレンズZ Lの光路中に光路を折り曲げる反射面を設ければ、撮像装置L Uの配置の自由度が高まるとともに、撮像装置L Uの厚さ方向のサイズを変化させて、撮像装置L Uの見かけ上の薄型化を達成することが可能となる。なお、光路の折り曲げ位置はズームレンズZ Lの途中だけに限らず、必要に応じて更にズームレンズZ Lの前側や後側側に設定してもよい。光路の適正な折り曲げにより、撮像装置L Uが搭載されるデジタル機器C Uの見かけ上の薄型化やコンパクト化を効果的に達成することが可能となる。

【0058】

各実施の形態では、反射光学素子であるプリズムP Rが、光軸A Xを折り曲げる屈曲手段として用いられており、ズームレンズZ Lの光軸A Xを略90度折り曲げるように、1つの反射面で光束を反射させる構成になっている。その反射面を構成する反射光学素子は、プリズム類(直角プリズム等)に限らず、例えばミラー類(平面ミラー等)でも構わない。また、屈曲手段が有する反射面は2つ以上でもよい。つまり、2つ以上の反射面でズームレンズZ Lの光軸A Xを略90度折り曲げるように光束を反射させる反射光学素子を用いてもよい。光路を折り曲げるための光学的作用も反射に限らず、屈折、回折、又はそれらの組み合わせでもよい。つまり、反射面、屈折面、回折面、又はそれらのうちの2つ以上を組み合わせる有する屈曲手段を用いてもよい。また、各実施の形態に用いられているプリズムP Rは光学的なパワーを有していないが、光路を折り曲げる屈曲手段に光学的なパワーを持たせてもよい。例えば、プリズムの反射面、光入射側面、光射出側面；ミラーの反射面等に、ズームレンズZ Lの光学的なパワーを一部負担させれば、レンズ素子のパワー負担を減らして光学性能を向上させることが可能となる。

【実施例】

【0059】

以下、本発明を実施したズームレンズの構成等を、コンストラクションデータ等を挙げて更に具体的に説明する。ここで挙げる実施例1~5は、前述した第1~第5の実施の形態にそれぞれ対応する数値実施例であり、第1~第5の実施の形態を表す光学構成図(図1~図5)は、対応する実施例1~5のレンズ構成、ズーム移動等をそれぞれ示している。

【0060】

10

20

30

40

50

各実施例のコンストラクションデータでは、左側の欄から順に、面番号，曲率半径r(mm)，軸上での面間隔d(mm)，d線に関する屈折率nd，d線に関するアッペ数vd，部分分散比g,Fを示す。面番号に\*が付された面は非球面であり、非球面の面形状を表わす以下の式(AS)で定義される。なお、各実施例の非球面データにおいて表記の無い項の係数は0であり、すべてのデータに関して $E-n = \times 10^{-n}$ である。

$$X(H) = (C0 \cdot H^2) / [1 + \{1 - (1+K) \cdot C0^2 \cdot H^2\}] + (Aj \cdot H^j) \dots (AS)$$

ただし、式(AS)中、

X(H)：高さHの位置での光軸AX方向の変位量(面頂点基準)、

H：光軸AXに対して垂直な方向の高さ、

C0：近軸曲率(=1/r)、

K：円錐係数、

Aj：j次の非球面係数、

である。

【0061】

各種データとして、ズーム比，焦点距離(mm)，Fナンバー，半画角(°)，像高(mm)，レンズ全長(mm)，BF(mm)，可変面間隔(mm)を示し、ズームレンズ群データとして、各レンズ群の焦点距離(mm)を示す。ただし、ここで使っているBFは、カバーガラス(平行平板PTに相当する。)の像側面から像面までの距離を表すものとする。また、表1に各実施例の条件式対応値を示す。

【0062】

図6～図10は、実施例1～実施例5にそれぞれ対応する収差図であり、(W)は広角端，(M)は中間，(T)は望遠端における諸収差(左から順に、球面収差等，非点収差，歪曲収差である。)を示している。ただし、実施例1，4，5にそれぞれ対応する図6，図9，図10は、偏心前(通常状態)，無限遠合焦状態での縦収差図である。図6～図10中、FNOはFナンバー、Y'(mm)は撮像素子SRの受光面SS上での最大像高(光軸AXからの距離に相当する。)である。球面収差図において、実線d，一点鎖線g，二点鎖線cはd線，g線，c線に対する球面収差(mm)をそれぞれ表しており、破線SCは正弦条件不満足量(mm)を表している。非点収差図において、破線DMはメリディオナル面、実線DSはサジタル面でのd線に対する各非点収差(mm)を表している。また、歪曲収差図において実線はd線に対する歪曲(%)を表している。

【0063】

図11～図16は、実施例1，4，5にそれぞれ対応する偏心前(通常時)及び偏心後(像ブレ補正時)の無限遠合焦状態での横収差図であり、図11及び図12は実施例1、図13及び図14は実施例4、図15及び図16は実施例5にそれぞれ対応している。図11～図16中、(A)，(B)は偏心前の横収差図であり、(C)～(E)は偏心後の横収差図である(y'(mm)は撮像素子SRの受光面SS上での像高(光軸AXからの距離に相当する。))である。)。図11，図13，図15は、広角端(W)で0.3度の角度の像ブレを偏心レンズ成分(すなわち像ブレ補正群)の偏心により補正したときの軸上及び軸外での横収差の劣化を表しており、図12，図14，図16は、望遠端(T)で0.3度の角度の像ブレを偏心レンズ成分の偏心により補正したときの軸上及び軸外での横収差の劣化を表している。ただし、図11～図16から分かるように、収差劣化は小さく、像ブレ補正状態でも良好な性能が確保できている。

【0064】

実施例1

単位：mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	g,F
物面					
1	96.245	0.700	1.85135	40.1	
2*	9.751	3.340			

10

20

30

40

50

3		13.550	1.90366	31.3	
4		0.100			
5	13.448	2.000	1.84666	23.8	0.6191
6	54.819	0.600	1.90366	31.3	
7	13.002	可変			
8	26.102	0.600	1.84666	23.8	
9	11.458	2.850	1.72916	54.7	
10	-47.679	0.100			
11	20.173	1.620	1.72916	54.7	
12	-1306.596	可変			10
13	-16.096	0.920	1.94595	18.0	0.6544
14	-6.817	0.600	1.88300	40.8	
15	14.752	可変			
16(絞リ)		0.500			
17	5.887	1.350	1.80420	46.5	
18	10.616	0.190			
19	7.161	0.750	1.80610	40.7	
20	3.454	3.750	1.49700	81.6	
21	-20.703	1.570			
22	-6.025	0.700	1.60700	27.1	20
23*	-268.109	可変			
24*	14.987	2.150	1.53048	55.7	
25	-18.498	可変			
26		0.500	1.51680	64.2	
27		BF			

像面

【 0 0 6 5 】

非球面データ

第2面

K=0.0000,A4=-1.2818E-04,A6=-1.0863E-06,A8= 8.1760E-09,A10=-1.8561E-10

30

第23面

K=0.0000,A4= 9.7803E-04,A6=-1.0548E-06,A8= 5.4289E-07,A10=-8.9569E-08

第24面

K=0.0000,A4=-6.8701E-09,A6= 3.5790E-08,A8=-1.8047E-07,A10= 6.0633E-09

【 0 0 6 6 】

各種データ

ズーム比 6.8

	(W) 広角	(M) 中間	(T) 望遠
焦点距離	4.743	13.414	32.255
Fナンバー	3.500	3.819	5.490
半画角	38.622	14.531	6.168
像高	3.600	3.600	3.600
レンズ全長	73.500	73.500	73.500
BF	0.500	0.500	0.500
d7	13.3206	5.0881	1.1747
d12	0.6088	12.3146	20.9274
d15	9.1727	5.6993	1.0000
d23	0.7152	3.5247	9.4833
d25	10.7428	7.9332	1.9747

40

【 0 0 6 7 】

50

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-11.812
2	8	13.956
3	13	-8.950
4	16	14.460
5	24	15.963
6	26	-

【 0 0 6 8 】

実施例 2

10

単位 : mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	g,F
物面					
1	349.546	0.700	1.82114	24.1	
2*	11.047	3.000			
3		13.850	1.90366	31.3	
4		0.100			
5	25.715	2.000	1.92286	20.9	0.6388
6	-52.076	0.600	1.80610	33.3	
7	19.218	可変			
8	39.746	0.600	1.84666	23.8	
9	13.291	2.460	1.72916	54.7	
10	-65.314	0.100			
11	16.957	1.950	1.72916	54.7	
12	-181.542	可変			
13	-14.476	0.908	1.92286	20.9	0.6388
14	-6.657	0.600	1.80420	46.5	
15	13.066	可変			
16(絞リ)		0.500			
17	6.933	1.820	1.58144	40.9	
18	-94.510	2.860			
19	8.175	2.800	1.49700	81.6	
20	-4.927	0.600	1.80518	25.5	
21	58.521	1.030			
22	-7.794	0.700	1.60700	27.1	
23*	-118.211	可変			
24*	75.574	2.250	1.53048	55.7	
25	-8.393	可変			
26		0.500	1.51680	64.2	
27		BF			

20

30

40

像面

【 0 0 6 9 】

非球面データ

第2面

K=0.0000,A4=-1.0262E-04,A6=-1.0226E-06,A8= 1.0248E-08,A10=-9.6537E-11

第23面

K=0.0000,A4= 9.2146E-04,A6= 1.1444E-05,A8=-2.1929E-06,A10= 5.1818E-08

第24面

K=0.0000,A4=-1.2146E-04,A6= 2.9540E-06,A8=-4.2768E-07,A10= 1.0786E-08

50

## 【 0 0 7 0 】

## 各種データ

ズーム比	6.8			
	(W) 広角	(M) 中間	(T) 望遠	
焦点距離	4.743	13.414	32.255	
Fナンバー	3.500	3.805	5.500	
半画角	38.625	14.540	6.380	
像高	3.600	3.600	3.600	
レンズ全長	73.500	73.500	73.500	
BF	0.500	0.500	0.500	10
d7	13.2561	4.4710	0.9229	
d12	0.6168	12.7093	21.0870	
d15	9.1370	5.8296	1.0000	
d23	0.7312	2.7585	7.8003	
d25	9.3310	7.3037	2.2619	

## 【 0 0 7 1 】

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	
1	1	-12.653	
2	8	14.523	20
3	13	-9.114	
4	16	12.768	
5	24	14.374	
6	26	-	

## 【 0 0 7 2 】

## 実施例 3

単位 : mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	vd	g, F	
物面						30
1	60.443	0.700	1.85135	40.1		
2*	11.737	4.000				
3		15.500	1.90366	31.3		
4		0.100				
5	22.882	1.690	1.94595	18.0	0.6544	
6	165.032	0.600	1.75520	27.5		
7	16.990	可変				
8	22.942	2.570	1.62299	58.1		
9	-12.475	0.600	1.84666	23.8		
10	-44.400	0.100				40
11	22.982	1.620	1.72916	54.7		
12	-54.967	可変				
13	-12.239	0.600	1.74330	49.2		
14	4.115	2.770	1.84666	23.8	0.6191	
15	7.704	可変				
16(絞り)		0.500				
17	5.227	5.000	1.49700	81.6		
18	-5.774	0.400	1.80610	33.3		
19	-22.621	0.100				
20	12.341	1.110	1.58913	61.2		50

21*	-18.637	可変		
22	-12.577	0.400	1.69680	55.5
23	15.069	可変		
24*	-78.636	1.450	1.60700	27.1
25*	-11.204	0.500		
26		0.500	1.51680	64.2
27		BF		

像面

【 0 0 7 3 】

非球面データ

10

第2面

K=0.0000, A4=-5.3717E-05, A6=-5.6183E-07, A8= 4.0949E-09, A10=-3.9349E-11

第21面

K=0.0000, A4= 1.3083E-03, A6= 4.7871E-05, A8=-2.6660E-06, A10= 3.7075E-07

第24面

K=0.0000, A4=-7.3547E-03, A6= 1.3810E-03, A8=-8.3530E-05, A10= 1.6501E-06

第25面

K=0.0000, A4=-1.3377E-02, A6= 2.4865E-03, A8=-1.5059E-04, A10= 3.0003E-06

【 0 0 7 4 】

各種データ

20

ズーム比 6.8

	(W) 広角	(M) 中間	(T) 望遠
焦点距離	4.743	13.414	32.255
Fナンバー	3.500	4.445	5.661
半画角	38.500	14.541	6.200
像高	3.600	3.600	3.600
レンズ全長	70.000	70.000	70.000
BF	0.500	0.500	0.500
d7	15.6040	6.9224	0.6458
d12	0.5699	9.9838	17.8352
d15	3.3071	2.5748	1.0000
d21	7.9513	4.4818	0.9852
d23	1.2577	4.7272	8.2238

30

【 0 0 7 5 】

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-15.460
2	8	14.236
3	13	-6.533
4	16	7.555
5	22	-9.780
6	24	21.352

40

【 0 0 7 6 】

実施例 4

単位 : mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	g, F
物面					
1	70.982	0.700	1.85135	40.1	
2*	11.768	3.900			

50

3		15.400	1.90366	31.3	
4		0.100			
5	23.326	2.130	1.92286	20.9	0.6388
6	-117.343	0.600	1.71736	29.5	
7	16.150	可変			
8	20.673	2.560	1.62299	58.1	
9	-13.212	0.600	1.84666	23.8	
10	-52.878	0.100			
11	22.525	1.560	1.72916	54.7	
12	-67.109	可変			10
13	-12.096	0.600	1.74330	49.2	
14	4.474	1.200	1.92286	20.9	0.6388
15	7.560	可変			
16(絞リ)		0.500			
17	4.847	6.000	1.49700	81.6	
18	-4.516	0.400	1.81474	37.0	
19*	-24.761	0.100			
20	13.489	1.660	1.58913	61.2	
21	-12.367	可変			
22	-12.497	0.400	1.71300	53.9	20
23	14.547	可変			
24*	-54.952	1.500	1.60700	27.1	
25*	-9.727	0.500			
26		0.500	1.51680	64.2	
27		BF			

像面

【 0 0 7 7 】

非球面データ

第2面

K=0.0000,A4=-6.0052E-05,A6=-5.8498E-07,A8= 4.9028E-09,A10=-4.2864E-11

30

第19面

K=0.0000,A4= 1.0793E-03,A6= 5.4093E-05,A8=-1.7859E-06,A10= 3.5533E-07

第24面

K=0.0000,A4=-5.9892E-03,A6= 1.2134E-03,A8=-7.4232E-05,A10= 1.4475E-06

第25面

K=0.0000,A4=-1.0626E-02,A6= 2.1606E-03,A8=-1.3377E-04,A10= 2.6619E-06

【 0 0 7 8 】

各種データ

ズーム比 6.8

	(W) 広角	(M) 中間	(T) 望遠
焦点距離	4.743	13.414	32.255
Fナンバー	3.500	4.436	5.705
半画角	38.344	14.537	6.213
像高	3.600	3.600	3.600
レンズ全長	70.000	70.000	70.000
BF	0.500	0.500	0.500
d7	15.7224	7.0198	0.6203
d12	0.5813	10.1911	18.2614
d15	3.5781	2.6708	1.0000
d21	7.3623	4.1109	0.8000

40

50

d23 1.2460 4.4974 7.8083

【 0 0 7 9 】

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-15.429
2	8	14.396
3	13	-6.818
4	16	7.897
5	22	-9.370
6	24	19.230

10

【 0 0 8 0 】

実施例 5

単位 : mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	g,F
物面					
1	-7449.149	0.700	1.81474	37.0	
2*	11.474	2.890			
3		13.950	1.90366	31.3	
4		0.100			
5	20.568	1.230	1.92286	20.9	0.6388
6	44.480	0.600	1.69700	48.5	
7	15.893	可変			
8	64.918	0.600	1.84666	23.8	
9	14.063	2.520	1.72916	54.7	
10	-47.981	0.100			
11	16.575	2.090	1.72916	54.7	
12	-122.416	可変			
13	-17.657	0.600	1.83481	42.7	
14	5.449	1.000	1.92286	20.9	0.6388
15	11.512	可変			
16(絞り)		0.500			
17	6.850	1.900	1.65844	50.8	
18	166.553	2.600			
19	17.304	2.150	1.49700	81.6	
20	-6.595	0.600	1.80486	24.7	
21*	-16.486	1.050			
22	-10.589	0.700	1.90366	31.3	
23	45.686	可変			
24*	55.258	2.140	1.53048	55.7	
25	-9.812	可変			
26		0.500	1.51680	64.2	
27		BF			

20

30

40

像面

【 0 0 8 1 】

非球面データ

第2面

K=0.0000,A4=-1.0539E-04,A6=-8.5696E-07,A8= 6.5791E-09,A10=-6.0994E-11

第21面

K=0.0000,A4= 9.7219E-04,A6= 1.6120E-05,A8= 4.4945E-07,A10= 6.3150E-08

50

## 第24面

K=0.0000, A4= 1.3588E-04, A6=-1.1496E-05, A8= 5.2546E-07, A10=-1.1494E-08

## 【 0 0 8 2 】

## 各種データ

ズーム比	6.80002		
	(W) 広角	(M) 中間	(T) 望遠
焦点距離	4.743	13.414	32.255
Fナンバー	3.500	3.801	5.500
半画角	38.635	14.541	6.379
像高	3.600	3.600	3.600
レンズ全長	73.493	73.493	73.493
BF	0.500	0.500	0.500
d7	13.5791	4.5571	1.3300
d12	0.5649	12.7541	20.7767
d15	8.9628	5.7956	1.0000
d23	0.7341	2.6617	8.8286
d25	10.6326	8.7051	2.5382

10

## 【 0 0 8 3 】

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-12.821
2	8	14.580
3	13	-8.806
4	16	13.275
5	24	15.888
6	26	-

20

## 【 0 0 8 4 】

## 【表1】

条件式の値		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
(1)	$ f1 /fw$	2.49	2.67	3.26	3.25	2.70
(2)	$ fL1 /fw$	2.70	2.93	3.63	2.51	2.96
(3)	$\nu d1p$	23.8	20.9	18.0	20.9	20.9
(4)	$\theta_{g, F1p} + 0.001767$ $\times \nu d1p - 0.6477$	0.0135	0.0280	0.0385	0.0280	0.028
(5)	$\nu d3p$	18.0	20.9	23.8	20.9	20.9
(6)	$\theta_{g, F3p} + 0.001767$ $\times \nu d3p - 0.6477$	0.0385	0.0280	0.0135	0.0280	0.028
(7)	$f2/ f1 $	1.18	1.15	0.92	0.93	1.14
(8)	$(\beta 2t/\beta 2w)/(ft/fw)$	0.334	0.325	0.303	0.305	0.315

30

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 8 5 】

【図1】第1の実施の形態(実施例1)の光学構成図。

【図2】第2の実施の形態(実施例2)の光学構成図。

【図3】第3の実施の形態(実施例3)の光学構成図。

【図4】第4の実施の形態(実施例4)の光学構成図。

【図5】第5の実施の形態(実施例5)の光学構成図。

【図6】実施例1の収差図。

【図7】実施例2の収差図。

【図8】実施例3の収差図。

50

【図 9】実施例 4 の収差図。

【図 10】実施例 5 の収差図。

【図 11】実施例 1 の像ブレ補正前後，広角端での横収差図。

【図 12】実施例 1 の像ブレ補正前後，望遠端での横収差図。

【図 13】実施例 4 の像ブレ補正前後，広角端での横収差図。

【図 14】実施例 4 の像ブレ補正前後，望遠端での横収差図。

【図 15】実施例 5 の像ブレ補正前後，広角端での横収差図。

【図 16】実施例 5 の像ブレ補正前後，望遠端での横収差図。

【図 17】撮像装置を搭載したデジタル機器の概略構成例を模式的断面で示す図。

【符号の説明】

10

【0086】

C U デジタル機器

L U 撮像装置

Z L 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 r 5 第 5 レンズ群

G r 6 第 6 レンズ群

20

L 1 第 1 レンズ(負レンズ)

L 2 第 2 レンズ(正レンズ)

L p 正レンズ

P R プリズム(反射光学素子)

S T 絞り(光学絞り，メカニカルシャッタ)

P T 平行平面板

S R 撮像素子

S S 受光面

I M 像面(光学像)

A X 光軸

30

1 信号処理部

2 制御部

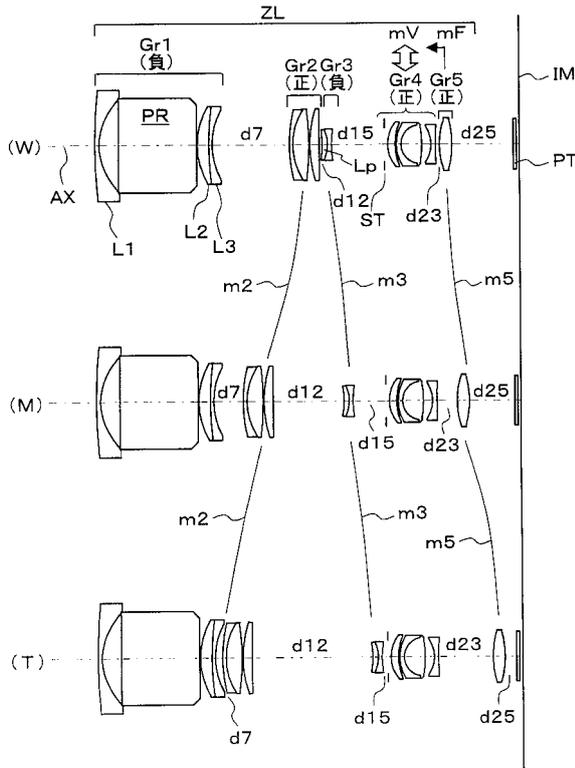
3 メモリ

4 操作部

5 表示部

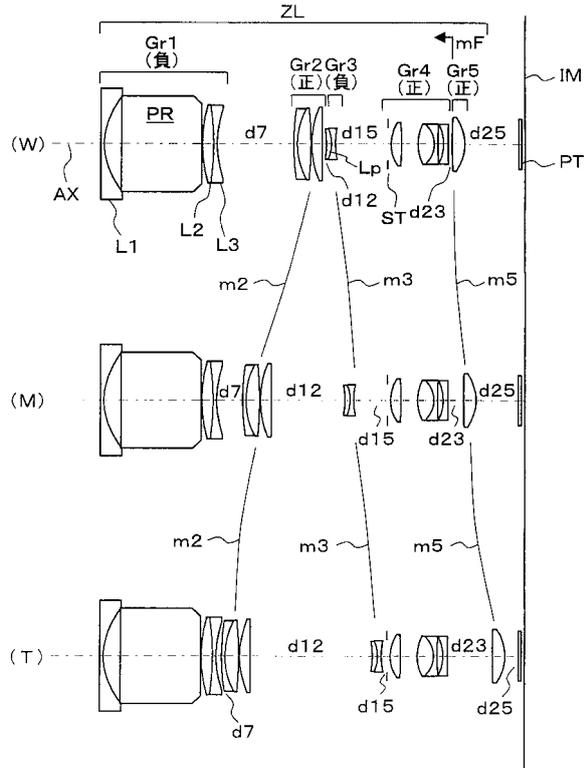
【図1】

実施例1



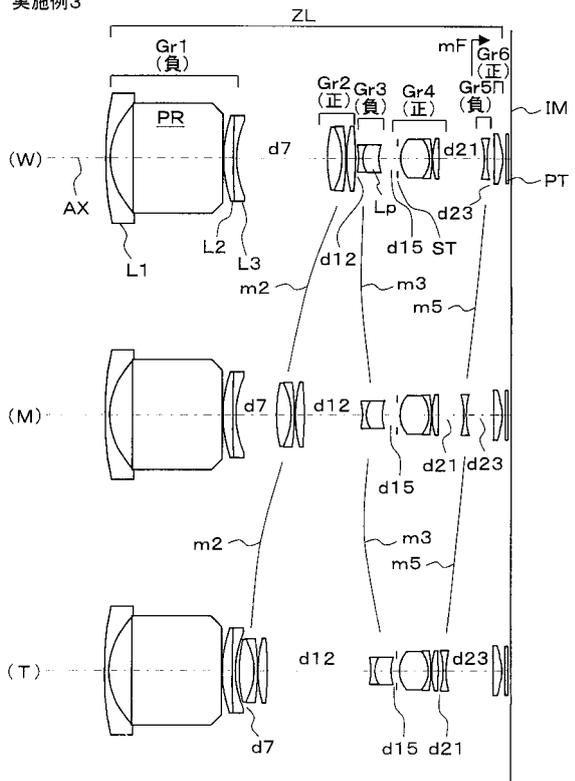
【図2】

実施例2



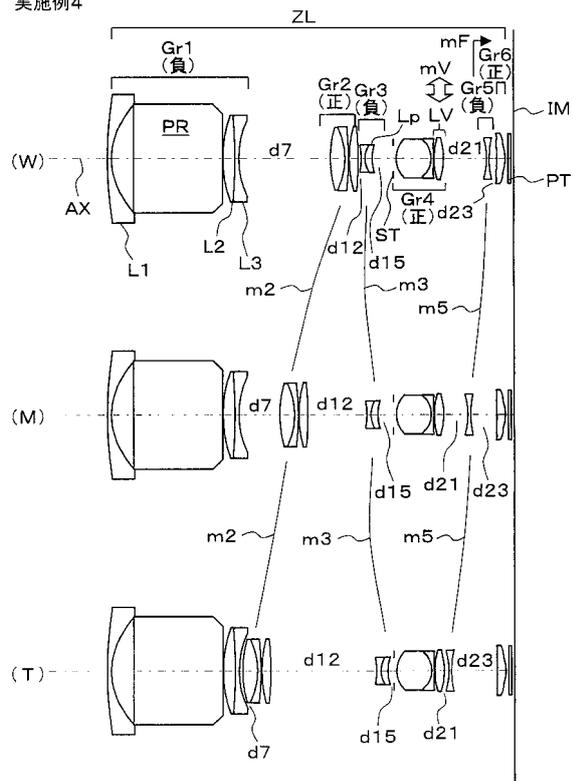
【図3】

実施例3



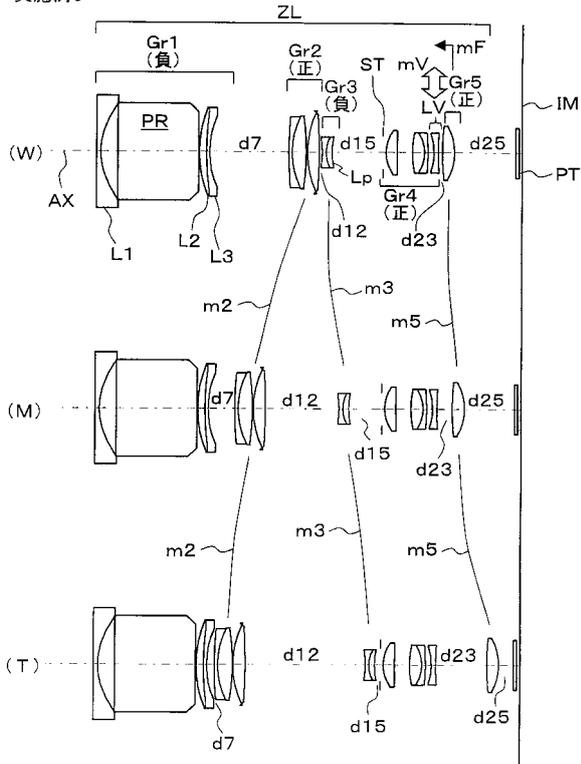
【図4】

実施例4



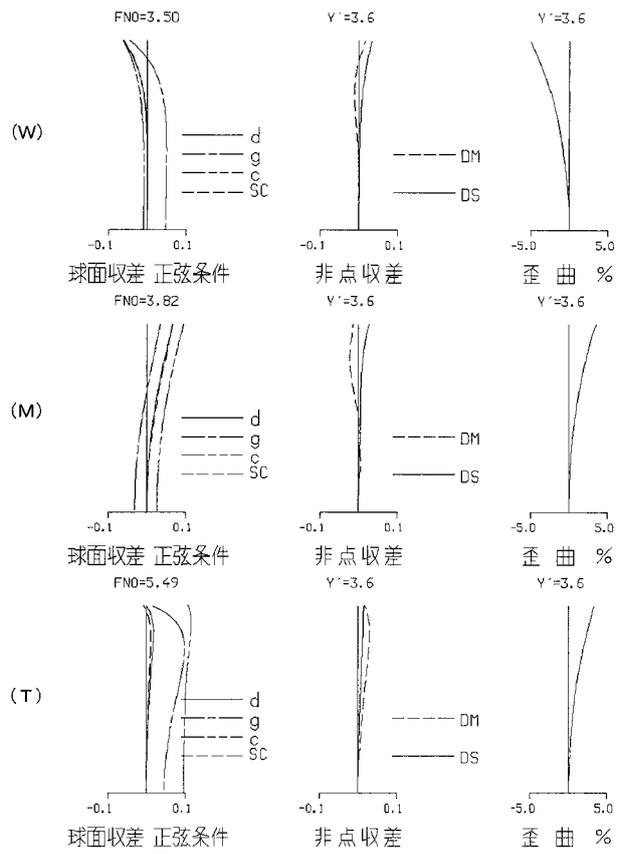
【图 5】

实施例5



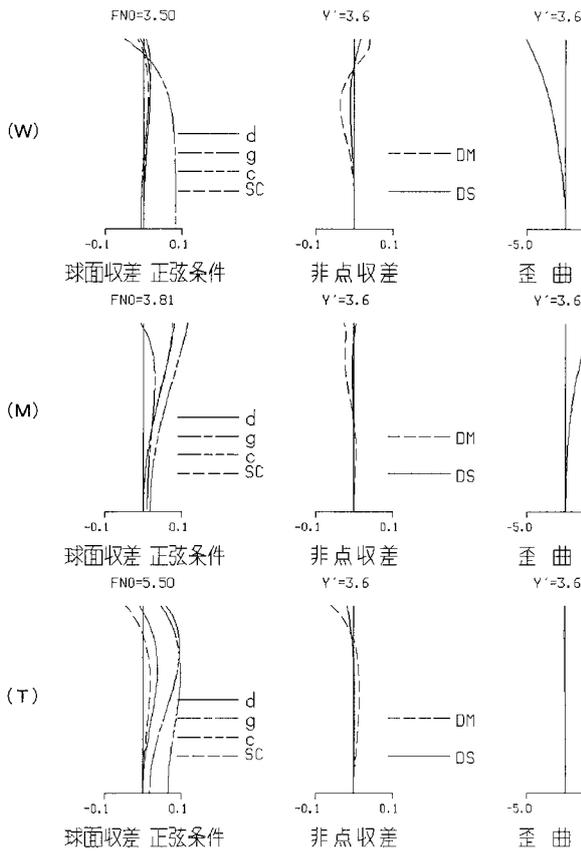
【图 6】

实施例1



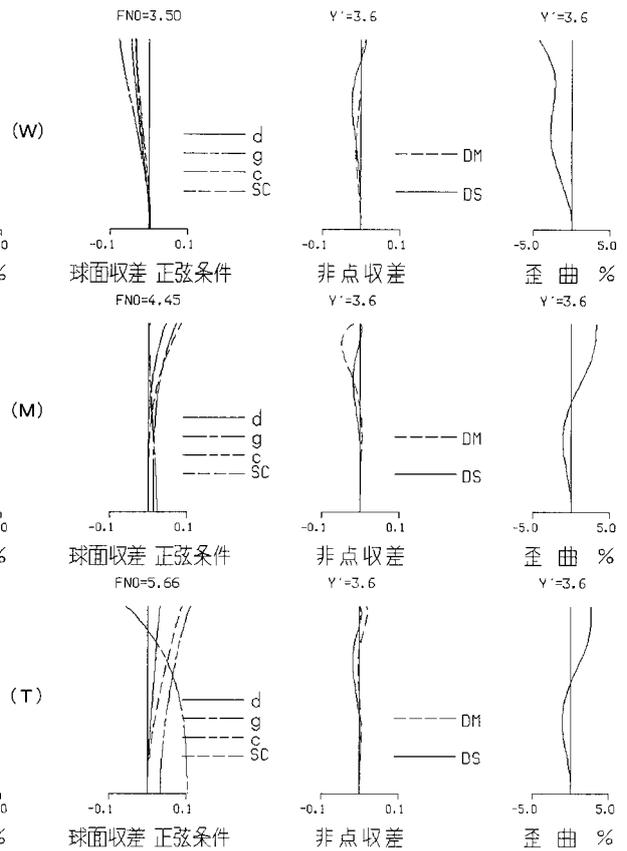
【图 7】

实施例2



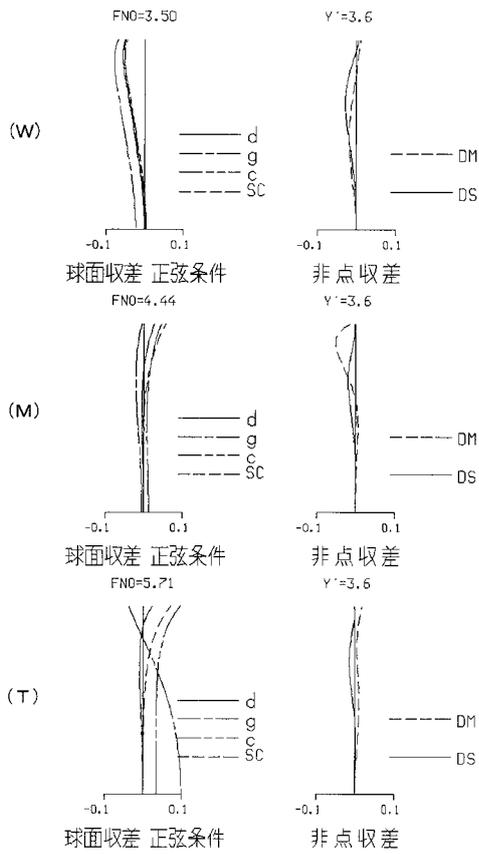
【图 8】

实施例3



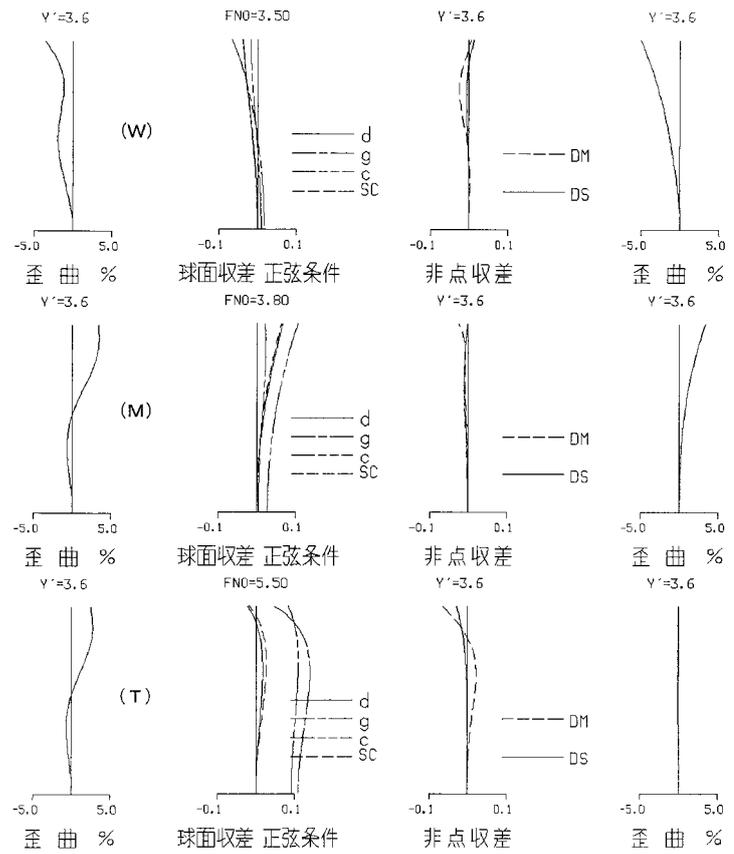
【图 9】

实施例4

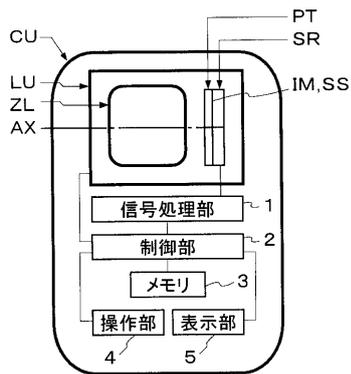


【图 10】

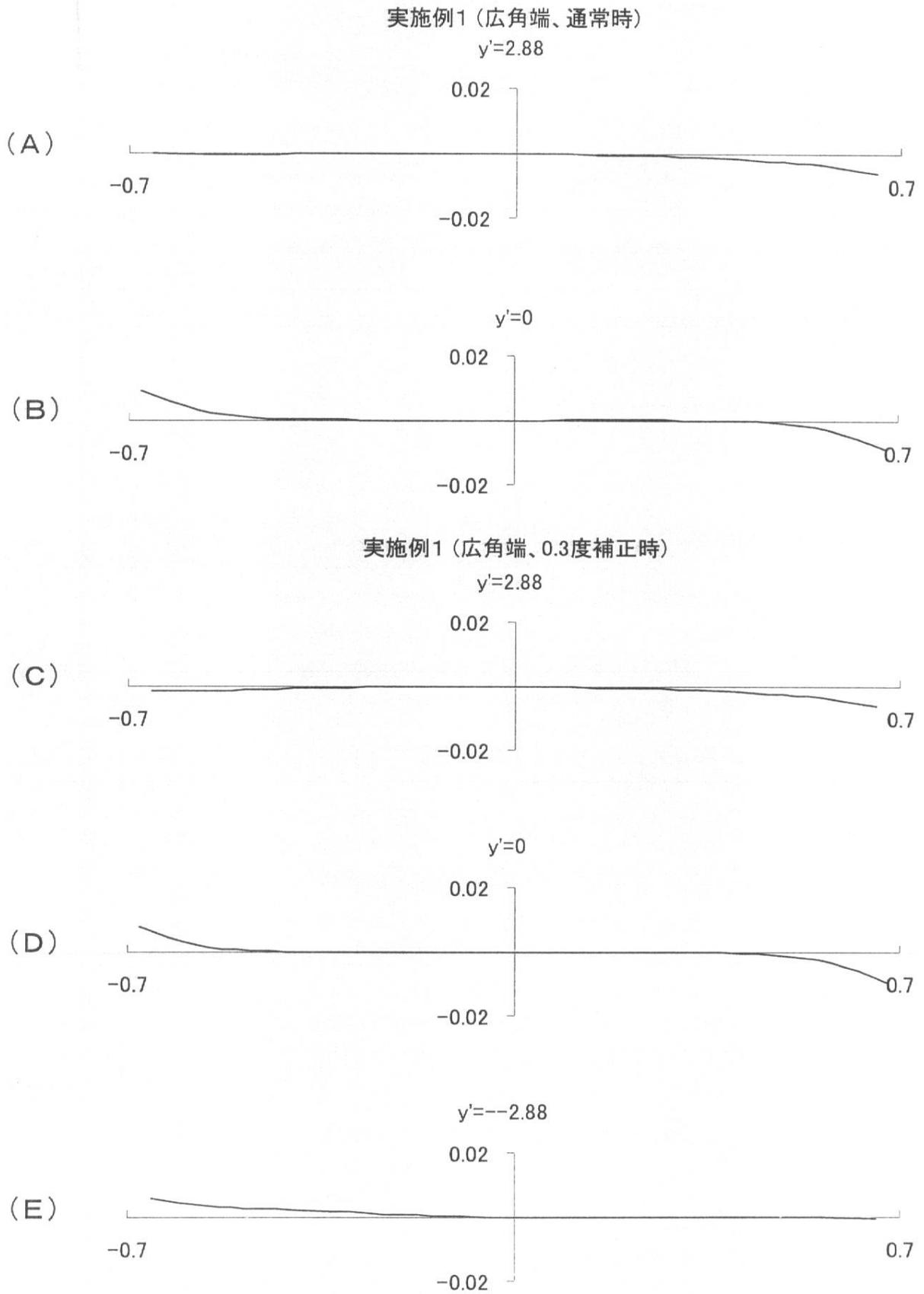
实施例5



【图 17】



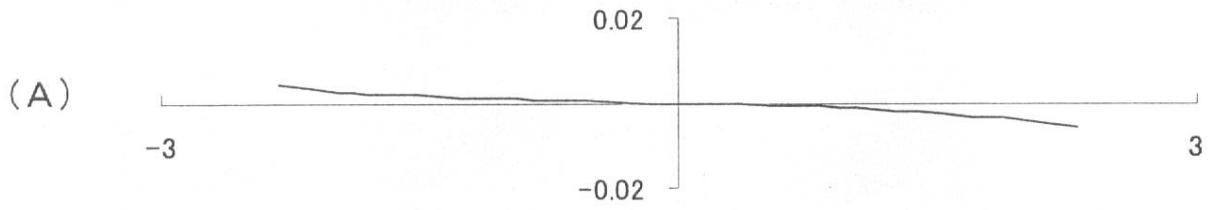
【図11】



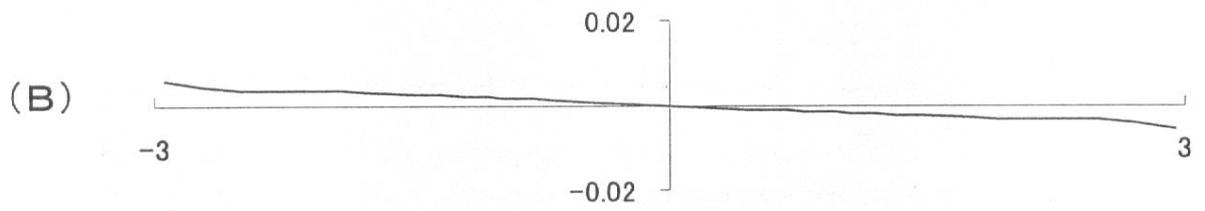
【図12】

実施例1 (望遠端、通常時)

$$y'=2.88$$

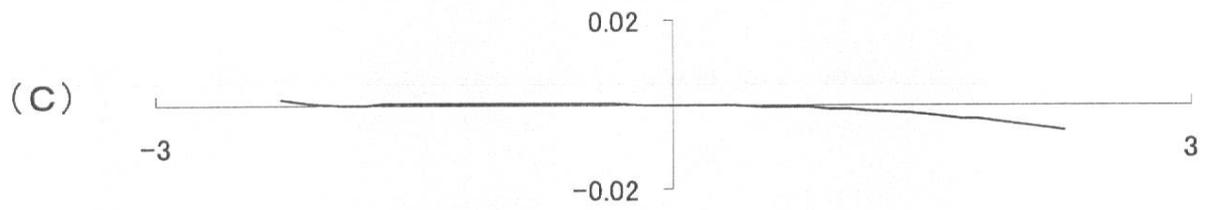


$$y'=0$$

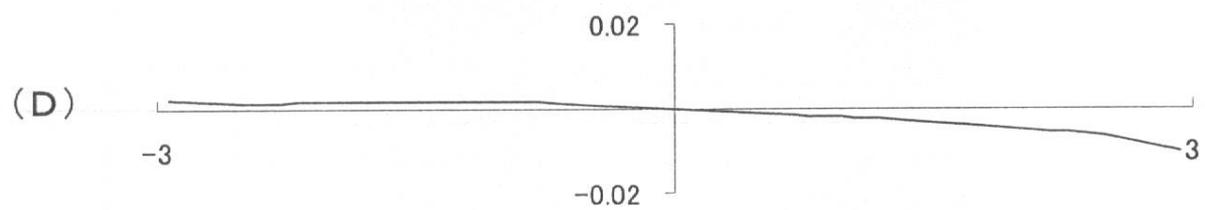


実施例1 (望遠端、0.3度補正時)

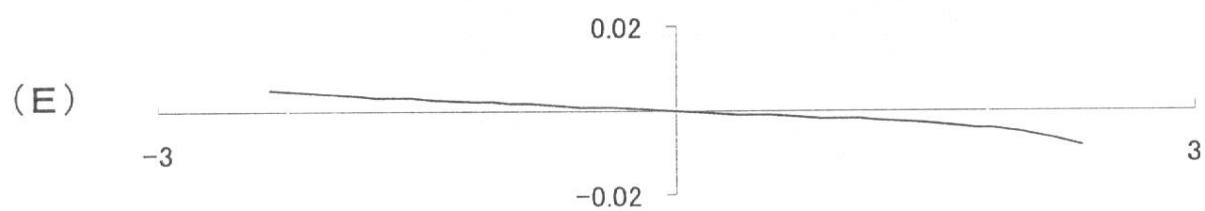
$$y'=2.88$$



$$y'=0$$



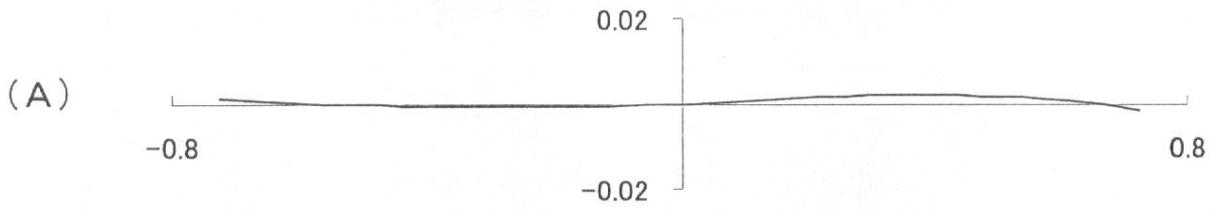
$$y'=-2.88$$



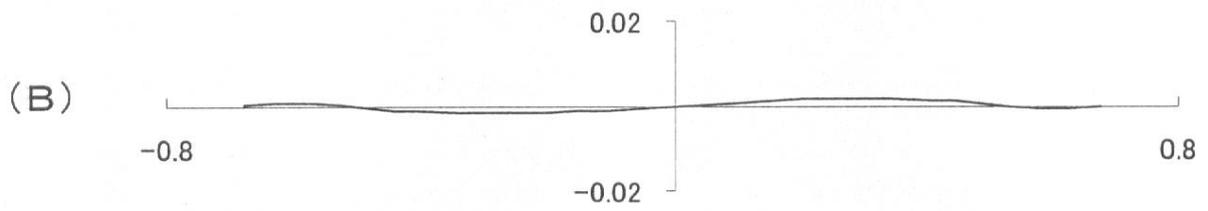
【図13】

実施例4 (広角端、通常時)

$$y'=2.88$$

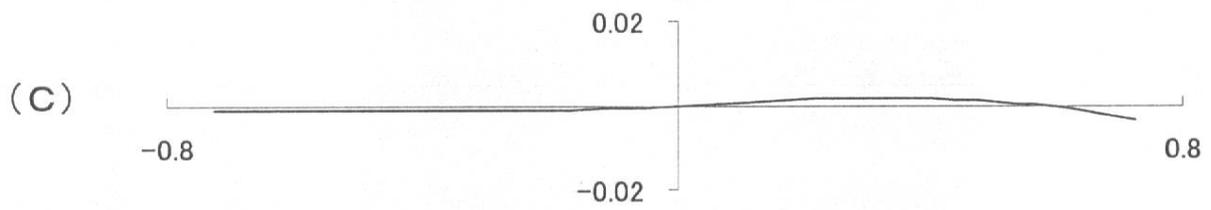


$$y'=0$$

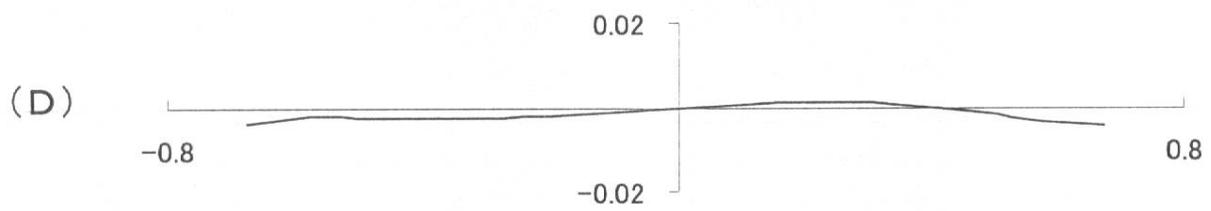


実施例4 (広角端、0.3度補正時)

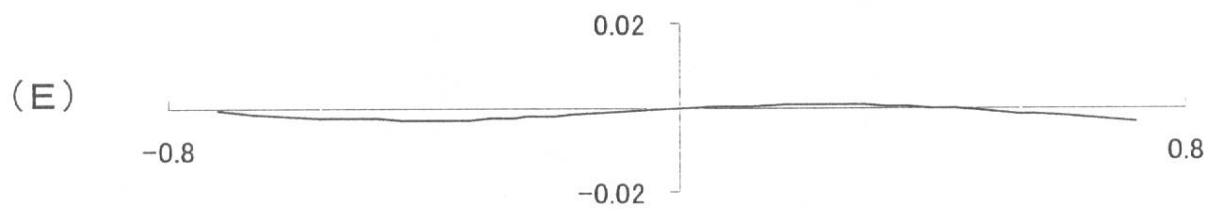
$$y'=2.88$$



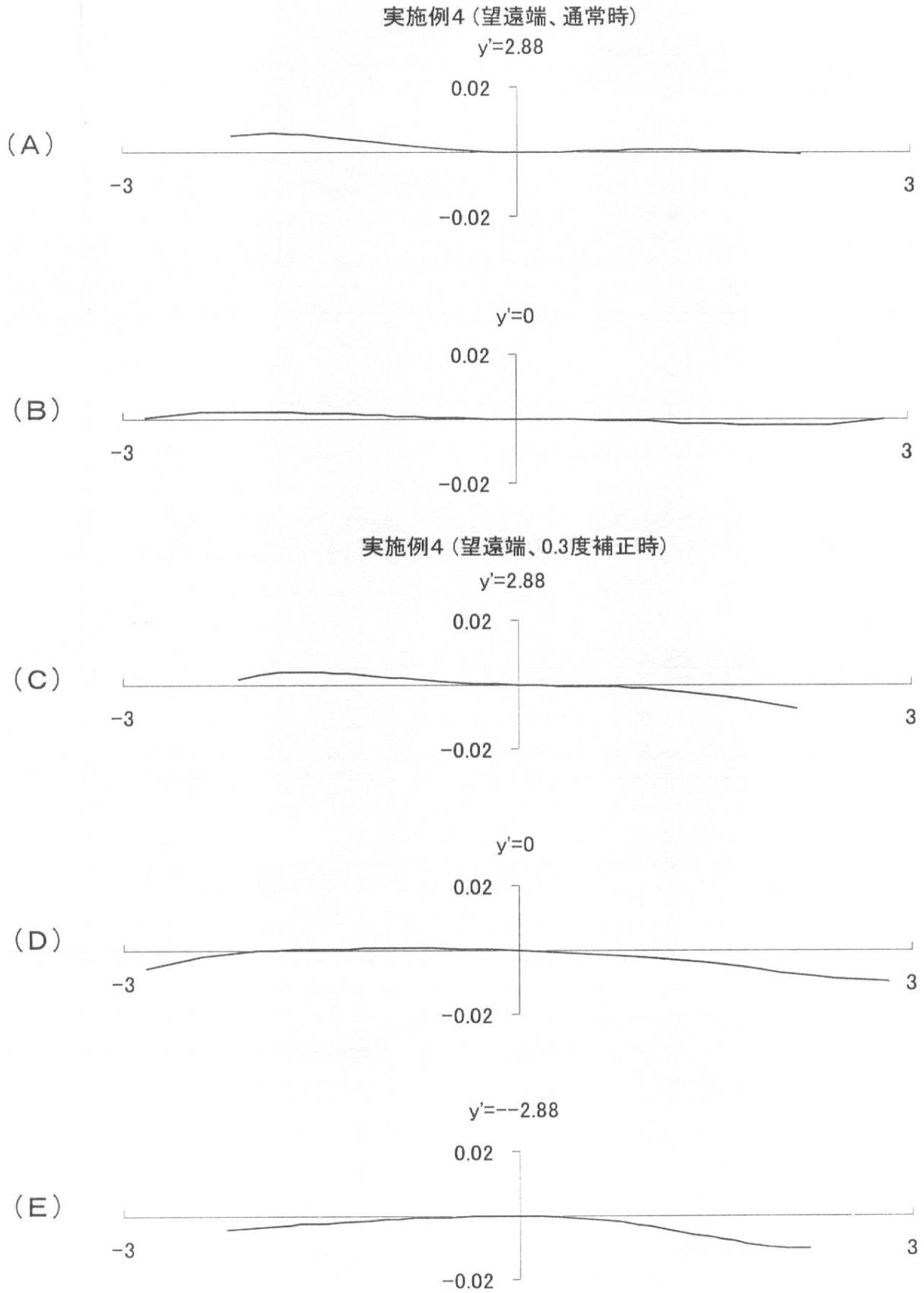
$$y'=0$$



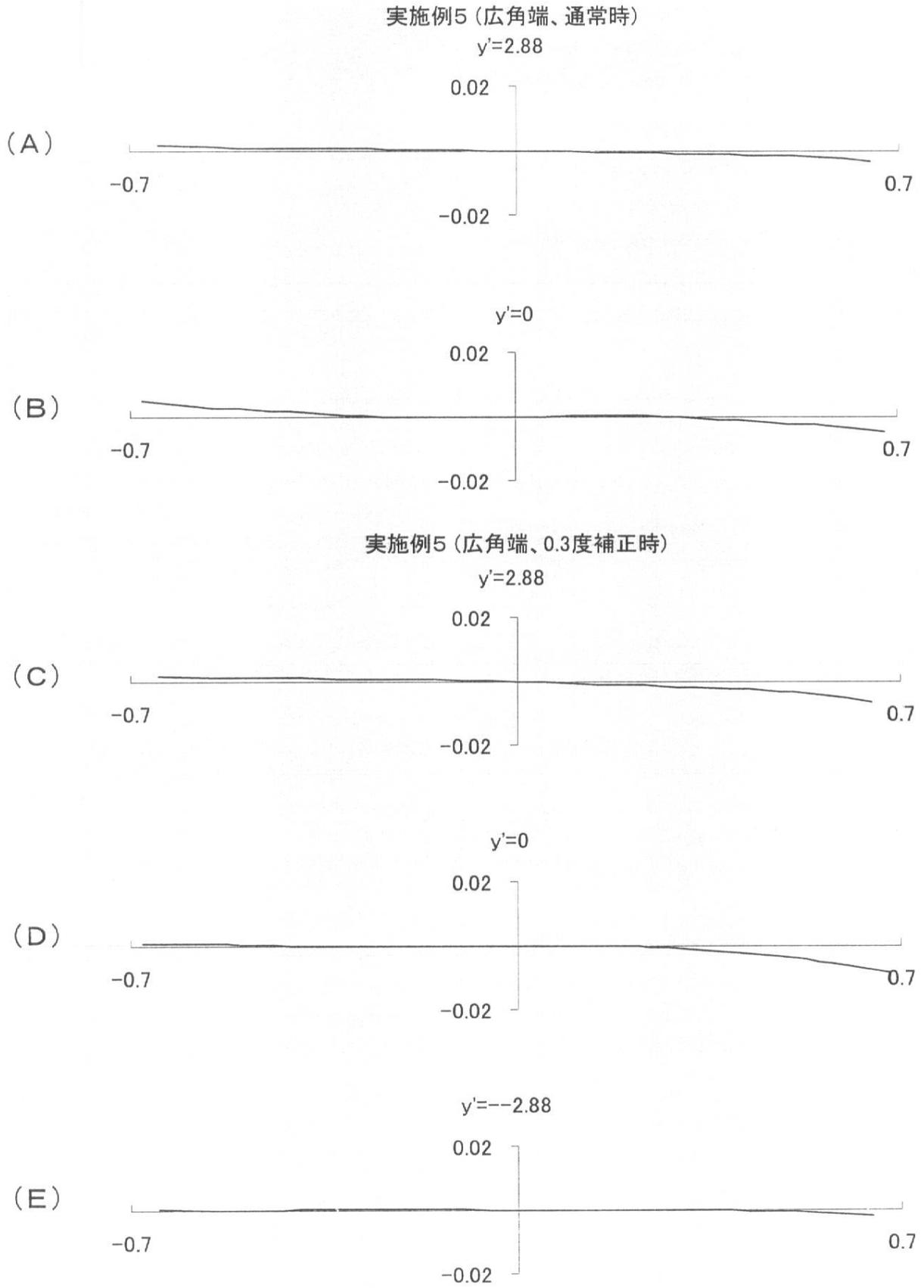
$$y'=-2.88$$



【図14】



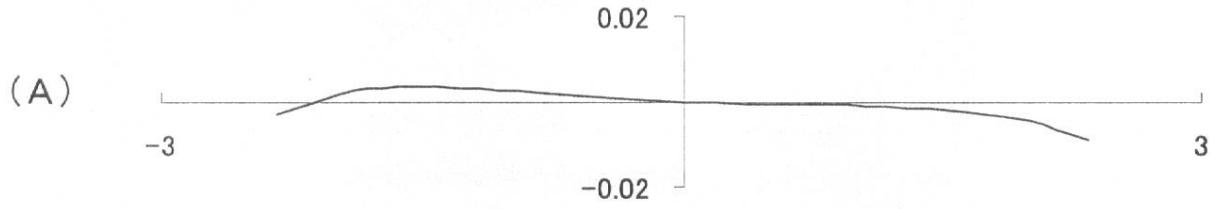
【図15】



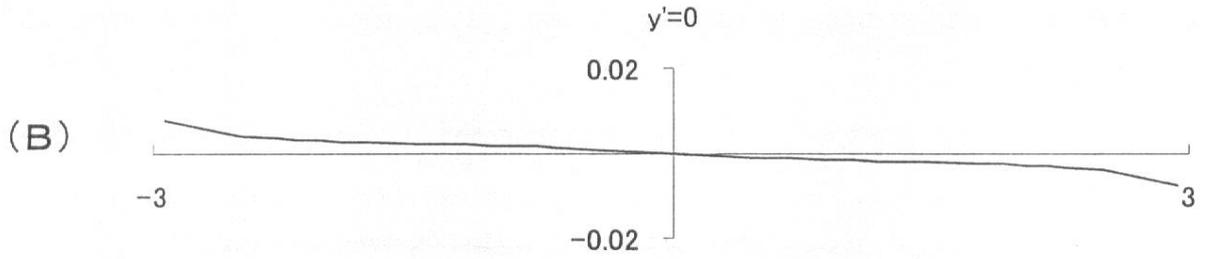
【図16】

実施例5 (望遠端、通常時)

$y'=2.88$

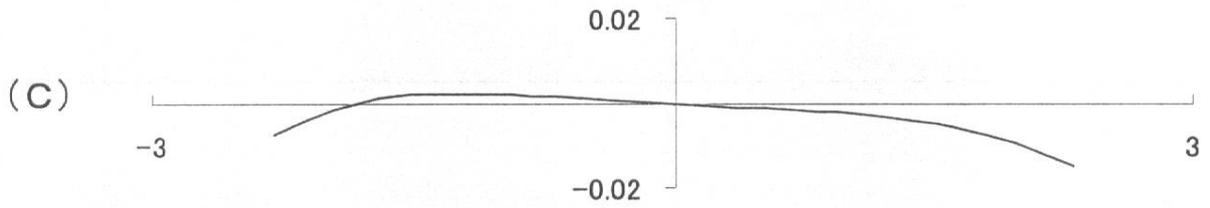


$y'=0$

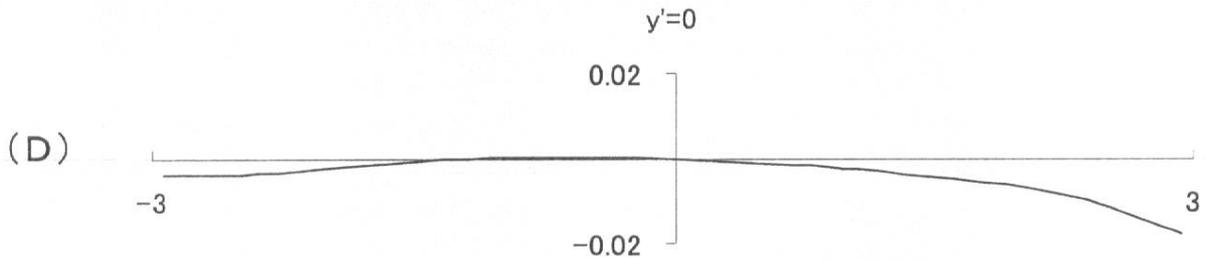


実施例5 (望遠端、0.3度補正時)

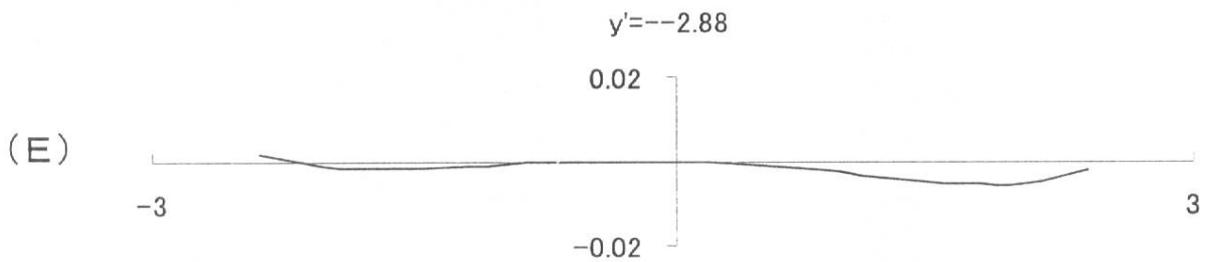
$y'=2.88$



$y'=0$



$y'=-2.88$



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平05 - 107476 (JP, A)  
特開平05 - 323196 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 15/20

G02B 13/18

G03B 5/00

G03B 17/17