

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5023820号
(P5023820)

(45) 発行日 平成24年9月12日(2012.9.12)

(24) 登録日 平成24年6月29日(2012.6.29)

(51) Int.Cl.

F 1

GO2B 15/20	(2006.01)	GO2B 15/20
GO2B 13/18	(2006.01)	GO2B 13/18
GO3B 5/00	(2006.01)	GO3B 5/00

J

請求項の数 11 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2007-151790 (P2007-151790)
(22) 出願日	平成19年6月7日 (2007.6.7)
(65) 公開番号	特開2008-304706 (P2008-304706A)
(43) 公開日	平成20年12月18日 (2008.12.18)
審査請求日	平成22年3月24日 (2010.3.24)

(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
(74) 代理人	100085501 弁理士 佐野 静夫
(74) 代理人	100128842 弁理士 井上 温
(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

審査官 堀井 康司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】防振機能を有する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、正のパワーを有する第1レンズ群と、負のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群と、負のパワーを有する第4レンズ群と、正のパワーを有する第5レンズ群と、から構成された、全ての群間隔を変化させて変倍を行う、防振機能を有するズームレンズであって、

前記第3レンズ群が全体として正のパワーを有する正レンズ成分と正のパワーを有する接合レンズとから構成され、前記接合レンズを光軸に垂直な方向に移動させることにより像ブレを補正し、以下の条件式(1)を満足することを特徴とするズームレンズ；

$$1.7 < nd3p \dots (1)$$

10

ただし、

nd3p：正レンズ成分中の正レンズの平均屈折率、
である。

【請求項 2】

前記正レンズ成分中の少なくとも1枚の正レンズが以下の条件式(2)を満足することを特徴とする請求項1記載のズームレンズ；

$$-0.7 < (R1+R2) / (R1-R2) < 0.6 \dots (2)$$

ただし、

R1：正レンズ成分中の少なくとも1枚の正レンズの物体側面の曲率半径、

R2：正レンズ成分中の少なくとも1枚の正レンズの像側面の曲率半径、

20

である。

【請求項 3】

前記正レンズ成分が1枚の正レンズで構成されていることを特徴とする請求項1又は2記載のズームレンズ。

【請求項 4】

全ズーム域において以下の条件式(3)を満足することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載のズームレンズ；

$$0.5 < (1 - c) / r < 3.0 \quad \dots (3)$$

ただし、

c：接合レンズの横倍率、

r：接合レンズより像側のすべてのレンズの合成横倍率、

である。

【請求項 5】

前記接合レンズの物体側の空気境界面が物体側に凸面を向けており、前記接合レンズの像側の空気境界面が像側に凸面を向けている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。

【請求項 6】

前記接合レンズが、物体側から順に、正レンズと負レンズと正レンズとから成る3枚接合レンズである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。

【請求項 7】

前記第5レンズ群がズーミング中に光軸方向に対して固定であることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

前記第5レンズ群が1枚の正レンズのみで構成されていることを特徴とする請求項1～7のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

前記第4レンズ群が1枚の負レンズのみで構成されていることを特徴とする請求項1～8のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

請求項1～9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 11】

請求項10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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は防振機能を有する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倍以上で広角域から望遠域まで良好な光学性能を有し、かつ、像ブレ補正時の性能劣化の小さい、防振機能を有する小型のズームレンズと、それを備えた撮像装置等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、広角化、手振れ補正等)や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

10

20

30

40

50

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いる。

【0003】

これらの要求を満足する手段の1つとして、物体側より順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、負のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群と、負のパワーを有する第4レンズ群と、正のパワーを有する第5レンズ群と、を配置した防振ズームレンズが、特許文献1で提案されている。

【特許文献1】特開2004-212611号公報

【発明の開示】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1で開示されているズームレンズは、一眼レフカメラ用の交換レンズを想定したものであるため、ズーム比が5倍程度であり、十分な小型化が達成されているとは言えない。また、像ブレ補正時の性能劣化も十分に抑えられてはいない。

【0005】

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、12倍程度の高変倍比を有しつつも高い光学性能を有し、かつ、像ブレ補正時にも高い光学性能を有する、十分に小型のズームレンズと、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】

20

【0006】

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、物体側より像側へ順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、負のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群と、負のパワーを有する第4レンズ群と、正のパワーを有する第5レンズ群と、から構成された、全ての群間隔を変化させて変倍を行う、防振機能を有するズームレンズであって、前記第3レンズ群が全体として正のパワーを有する正レンズ成分と正のパワーを有する接合レンズとから構成され、前記接合レンズを光軸に垂直な方向に移動させることにより像ブレを補正し、以下の条件式(1)を満足することを特徴とする。

$$1.7 < nd3p \dots (1)$$

ただし、

30

nd3p：正レンズ成分中の正レンズの平均屈折率、
である。

【0007】

第2の発明のズームレンズは、上記第1の発明において、前記正レンズ成分中の少なくとも1枚の正レンズが以下の条件式(2)を満足することを特徴とする。

$$-0.7 < (R1+R2) / (R1-R2) < 0.6 \dots (2)$$

ただし、

R1：正レンズ成分中の少なくとも1枚の正レンズの物体側面の曲率半径、
R2：正レンズ成分中の少なくとも1枚の正レンズの像側面の曲率半径、
である。

40

【0008】

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、前記正レンズ成分が1枚の正レンズで構成されていることを特徴とする。

【0009】

第4の発明のズームレンズは、上記第1～第3のいずれか1つの発明において、全ズーム域において以下の条件式(3)を満足することを特徴とする。

$$0.5 < (1- c) / r < 3.0 \dots (3)$$

ただし、

c：接合レンズの横倍率、

r：接合レンズより像側のすべてのレンズの合成横倍率、

50

である。

【0010】

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、前記接合レンズの物体側の空気境界面が物体側に凸面を向けており、前記接合レンズの像側の空気境界面が像側に凸面を向いていることを特徴とする。

【0011】

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、前記接合レンズが、物体側から順に、正レンズと負レンズと正レンズとから成る3枚接合レンズであることを特徴とする。

【0012】

第7の発明のズームレンズは、上記第1～第6のいずれか1つの発明において、前記第5レンズ群がズーミング中に光軸方向に対して固定であることを特徴とする。

【0013】

第8の発明のズームレンズは、上記第1～第7のいずれか1つの発明において、前記第5レンズ群が1枚の正レンズのみで構成されていることを特徴とする。

【0014】

第9の発明のズームレンズは、上記第1～第8のいずれか1つの発明において、前記第4レンズ群が1枚の負レンズのみで構成されていることを特徴とする。

【0015】

第10の発明の撮像装置は、上記第1～第9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。

【0016】

第11の発明のデジタル機器は、上記第10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】

【0017】

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度を超える部分を含んだ12倍程度の高変倍比を有するズームレンズが、全ズーム域にわたって球面収差及び像面湾曲がほぼ50μm以内、歪曲収差が最大5%程度という高い光学性能を保持し、さらに像ブレ補正時の結像性能劣化も最小限にとどめつつ、光学全長78mm程度の小さなサイズで実現可能となる。したがって本発明によれば、12倍程度の高変倍比を有しつつも高い光学性能を有し、かつ、像ブレ補正時にも高い光学性能を有する、十分に小型のズームレンズと、それを備えた撮像装置及びデジタル機器を実現することができる。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。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

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、物体側より像側へ順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、負のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群と、負のパワーを有する第4レンズ群と、正のパワーを有する第5レンズ群と、から構成された、防振機能を有するズームレンズであって、第3レンズ群が正レンズ成分と正のパワーを有する接合レンズとを含み、接合レンズを光軸に垂直な方向に移動させることにより像ブレを補正することを特徴としている。

【0019】

一般に、一部のレンズ成分を光軸に垂直な方向へ移動させることで像ブレ補正を行う場

10

20

30

40

50

合、そのレンズ成分の偏心による偏心収差の発生が問題となる。主な偏心収差としては、像面の傾き、偏心コマ収差、偏心横色収差、軸外像点移動誤差等が挙げられる。これらの偏心収差を小さく抑えるためには、偏心レンズ成分の非偏心時における収差発生量を十分小さくしておくことが必要である。したがって、偏心レンズ成分にはある程度の収差補正自由度が必要である。

【0020】

ところが、偏心レンズ成分を複数のレンズで構成すると、レンズ枠の構成が複雑化し、レンズ枠が大型化する傾向にある。また、光学要素が複数になると、それらをレンズ枠に組み込む際に発生する誤差要因が増えてしまう。レンズ枠は、像ブレ補正のための駆動手段等が取り付けられた後、固定筒に取り付けられる。したがって、完成状態の検査時に組み立て上の不具合が認められた場合には、駆動手段等も分解する必要がある。以上のことから、量産時の効率を考慮すると、偏心レンズ成分は誤差要素の少ない単一要素で構成するのが望ましい。単一要素から成る偏心レンズ成分として、非球面レンズ1枚を用いることが考えられる。しかしその場合、偏心横色収差の補正を行うために低分散材料を用いるしかなく、それによって色収差を含めた他の収差の補正自由度が減少してしまう。

10

【0021】

上記の問題点を考慮して、本発明に係るズームレンズでは偏心レンズ成分として接合レンズを採用している。偏心レンズ成分として接合レンズを用いると、偏心レンズ成分の収差補正の自由度もある程度確保することができ、量産時の効率の問題も軽減される。また、一般的な高変倍比の正・負・正・負・正のズームレンズでは、全系の収束作用の主な部分を第3レンズ群に担わせているため、光学系の小型化のためには第3レンズ群のパワーを強くすることが望ましい。本発明に係るズームレンズでは、第3レンズ群を正レンズ成分と正のパワーを有する接合レンズとで構成することによって、第3レンズ群のパワーの確保を容易にしている。

20

【0022】

第3レンズ群は、物体側から順に、正レンズ成分と正のパワーを有する接合レンズとを含む構成であってもよく、物体側から順に、正のパワーを有する接合レンズと正レンズ成分とを含む構成であってもよい。ただし、収差補正の観点からすれば、第3レンズ群は、物体側から順に、正レンズ成分と正のパワーを有する接合レンズとを含む構成であることが好ましい。その構成によると、第3レンズ群に入射した軸上光線を正レンズ成分で低くした後、接合レンズに入射させることができるので、接合レンズ内の負レンズの光学的パワーを強くすることが可能となる。その結果、望ましい色収差補正や球面収差補正の効果を得ることができる。

30

【0023】

上述したように、偏心レンズ成分の収差発生量は小さいことが望ましいが、加えて、第3レンズ群を構成するもう一方の要素である正レンズ成分の収差発生量も小さいことが望ましい。なぜなら、第3レンズ群を構成する2つの要素のうち、片方の収差発生量が十分小さいとき、もう一方の要素の収差発生量も十分小さくしないと、第3レンズ群全体の収差発生量を十分小さくすることができなくなり、第3レンズ群全体で偏心した際の偏心収差を十分小さくすることが困難になるからである。したがって、第3レンズ群全体の偏心感度と偏心レンズ成分である接合レンズの偏心感度の点から、固定側の正レンズ成分は高い屈折率を有することが望ましい。

40

【0024】

上記観点から、以下の条件式(1)を満足することが望ましい。

$$1.7 < nd3p \dots (1)$$

ただし、

nd3p：正レンズ成分中の正レンズの平均屈折率、
である。

【0025】

条件式(1)は、正レンズ成分を構成する正レンズの屈折率に関する好ましい条件範囲を

50

規定している。条件式(1)の下限を下回ると、正レンズ成分を構成する各正レンズの屈折率が低すぎて、正レンズ成分で発生する収差量を十分小さくすることが困難になる。したがって、正レンズ成分で発生する収差量を十分小さくするためには、正レンズ成分においてより多くのレンズ枚数が必要となり、コストとサイズの点で懸念がある。

【0026】

以下の条件式(1a)を満足することが更に望ましい。

$$1.75 < nd3p \dots (1a)$$

この条件式(1a)は、上記条件式(1)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。

【0027】

正レンズ成分中の少なくとも1枚の正レンズは、以下の条件式(2)を満足することが望ましい。

$$-0.7 < (R1+R2) / (R1-R2) < 0.6 \dots (2)$$

ただし、

R1：正レンズ成分中の少なくとも1枚の正レンズの物体側面の曲率半径、

R2：正レンズ成分中の少なくとも1枚の正レンズの像側面の曲率半径、

である。

【0028】

条件式(2)は、正レンズ成分を構成する正レンズの形状に関する好ましい条件範囲を規定している。条件式(2)で規定された範囲を逸脱すると、その正レンズで発生する球面収差が増大し、偏心時に発生する偏心コマ収差を十分小さく抑えることが困難になる。

【0029】

以下の条件式(2a)を満足することが更に望ましい。

$$-0.5 < (R1+R2) / (R1-R2) < 0.5 \dots (2a)$$

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。

【0030】

正レンズ成分は、1枚の正レンズで構成されていることが好ましい。正レンズ成分を1枚の正レンズで構成することにより、第3レンズ群全体の軽量・小型化が可能となる。例えば、条件式(1)と条件式(2)を同時に満足することにより、正レンズ成分で発生する収差量を十分小さく抑えつつ、正レンズ1枚で正レンズ成分に必要なパワーを得ることができる。

【0031】

全ズーム域において、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

$$0.5 < (1 - c) / r < 3.0 \dots (3)$$

ただし、

c：接合レンズの横倍率、

r：接合レンズより像側のすべてのレンズの合成横倍率、

である。

【0032】

条件式(3)は、偏心レンズ成分の像ブレ補正感度に関する好ましい条件範囲を規定している。条件式(3)の下限を下回ると、偏心レンズ成分を光軸に垂直な面内で移動させた量に対する像面上での像点の移動する量が小さすぎて、偏心レンズ成分を大きく移動させないと十分な像ブレ補正効果を得ることができなくなる。このため、偏心レンズ成分の移動範囲を十分に確保しようとすると、光学ユニットが大型化してしまう。また、偏心レンズ成分を十分な速度で移動させないと、望ましい像ブレ補正効果を得ることができないため、駆動手段も大型化する傾向にある。条件式(3)の上限を上回ると、偏心レンズ成分を光軸に垂直な面内で移動させた量に対する像面上での像点の移動する量が大きすぎて、小型化の点では望ましいが、偏心レンズ成分の位置検出手段に求められる位置検出精度が高くなり、それを満足できない場合は十分な像ブレ補正効果を得ることが困難になる。あるいは

10

20

30

40

50

は、位置検出手精度を上げることによるコスト上昇が懸念される。

【0033】

以下の条件式(3a)を満足することが更に望ましい。

$$0.7 < (1 - c) / r < 2.5 \dots (3a)$$

この条件式(3a)は、上記条件式(3)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。

【0034】

接合レンズの物体側の空気境界面が物体側に凸面を向けており、接合レンズの像側の空気境界面が像側に凸面を向けていることが望ましい。接合レンズの2面ある空気境界面が共に正のパワーを有することで、第3レンズ群に必要なパワーをそれぞれの面に分担させることができ。したがって、ある特定のレンズ面にパワーを集中することを避けることができ、各レンズで発生する収差を十分小さくする上で有利となる。

10

【0035】

接合レンズは、物体側から順に、正レンズと負レンズと正レンズとから成る3枚接合レンズであることが望ましい。接合レンズをレンズ3枚の接合にすることにより、偏心レンズ成分を单一要素に保ったままで、接合レンズの収差補正自由度をさらに増やすことができる。特に、接合面では比較的強い曲率を設定することができるため、高次収差を発生させて収差補正の自由度を高めることができる。また、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、正レンズの順に配列することにより、正パワーの確保が容易になる。つまり、この配列で正レンズ2枚と負レンズ1枚の接合レンズの構成とすることにより、正のパワーを確保する上で有利になる。

20

【0036】

第3レンズ群が、正レンズ成分と正のパワーを有する接合レンズとの間に、絞りを有することが望ましい。絞りを第3レンズ群内に配置することにより、望遠端での第2レンズ群から第3レンズ群までの距離を減らすことができる。その結果、(第2レンズ群を射出する軸上光束は発散しているので、)第3レンズ群での軸上光線高さを低く抑えることが可能となり、第3レンズ群における球面収差やコマ収差の発生を抑えることができる。

【0037】

第5レンズ群は、ズーミング中に光軸方向に対して固定であることが望ましい。第5レンズ群をズーミング中固定とすることにより、機構の簡略化を効果的に達成することができる。

30

【0038】

第5レンズ群は、1枚の正レンズのみで構成されていることが望ましい。第5レンズ群は像面に近いため軸上光線高さが低く、球面収差やコマ収差の発生量が比較的小さい。したがって、第5レンズ群を1枚の正レンズで構成することが、低コスト化や光学系の小型化を達成する上で望ましい。

【0039】

第4レンズ群は、1枚の負レンズのみで構成されていることが望ましい。第4レンズ群は像面に比較的近いため軸上光線高さが低く、球面収差やコマ収差の発生量が比較的小さい。したがって、第4レンズ群を1枚の負レンズで構成することが、低コスト化や光学系の小型化を達成する上で望ましい。

40

【0040】

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。

【0041】

50

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(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。

【0042】

図13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。)の概略光学構成例を模式的断面で示す。図13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を変倍可能に形成するズームレンズZLと、平行平面板PT(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SRのカバーガラス等に相当する。)と、ズームレンズZLにより受光面SS上に形成された光学像IMを電気的な信号に変換する撮像素子SRと、を備えている。この撮像装置LUで画像入力機能付きデジタル機器CUを構成する場合、通常そのボディ内部に撮像装置LUを配置することになるが、カメラ機能を実現する際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LUをデジタル機器CUの本体に対して着脱自在又は回動自在に構成することが可能である。

10

【0043】

撮像素子SRとしては、例えば複数の画素を有するCCD(Charge Coupled Device)やCMOS(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ZLは、撮像素子SRの受光面SS上に被写体の光学像IMが形成されるように設けられているので、ズームレンズZLによって形成された光学像IMは、撮像素子SRによって電気的な信号に変換される。

【0044】

デジタル機器CUは、撮像装置LU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SR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、並びにズーミング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なうように、制御部2により撮像装置LU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SR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(例えばレリーズボタン)、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、操作者が操作入力を制御部2に伝達する。

30

【0045】

ズームレンズZLは、前述したように正・負・正・負・正の5群ズーム構成になっており、複数のレンズ群が光軸AX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(すなわちズーミング)を行う構成になっている。ズームレンズZLで形成されるべき光学像は、撮像素子SR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13中の平行平面板PT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

40

50

スフィルターを用いる必要がない。

【0046】

次に、第1～第3の実施の形態を挙げて、ズームレンズZLの具体的な光学構成を更に詳しく説明する。図1～図3に、ズームレンズZLの第1～第3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。第1～第3の実施の形態のズームレンズZLは、撮像素子SRに対して物体の光学像IMを変倍可能に形成する正・負・正・負・正の5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(つまり、面間隔d5, d11, d18, d20)を変化させることにより行われる。図14(A)～(C)に、第1～第3の実施の形態にそれぞれ対応するズーム移動の軌跡を矢印で模式的に示す。各ズーム移動の軌跡は、広角端(W)から望遠端(T)へのズーミングにおける第1レンズ群Gr1～第5レンズ群Gr5の移動(つまり像面IMに対する相対的な位置の変化)をそれぞれ示している。なお、破線矢印の移動軌跡は、第5レンズ群Gr5がズーミングにおいて位置固定であること(つまり固定群であること)を示している。

【0047】

いずれの実施の形態においても、図1～図3に示すように、第3レンズ群Gr3は正レンズ成分GrPと正のパワーを有する接合レンズGrVとを含んでおり、接合レンズGrVを光軸AXに垂直な方向(両矢印)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。つまり、接合レンズGrVが偏心レンズ成分になっている。また、第3レンズ群Gr3において、正レンズ成分GrPと接合レンズGrVとの間には絞り(つまり開口絞り)STが配置されており、その絞りSTは第3レンズ群Gr3と一緒にズーム移動する構成(図1～図3)になっている。各実施の形態のレンズ構成を以下に詳しく説明する。

【0048】

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、像側に凹の負メニスカスレンズ及び物体側に凸の正メニスカスレンズから成る接合レンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、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と、両凹の負レンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、で構成されている。第3レンズ群Gr3は、物体側から順に、両凸の正レンズから成る正レンズ成分GrPと、絞りSTと、両凸の正レンズ、両凹の負レンズ及び両凸の正レンズから成る接合レンズGrVと、で構成されている。第4レンズ群Gr4は、両面が非球面から成る像側に凹の負メニスカスレンズ1枚で構成されている。第5レンズ群Gr5は、両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。

【0049】

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、像側に凹の負メニスカスレンズ及び物体側に凸の正メニスカスレンズから成る接合レンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、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と、両凹の負レンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、で構成されている。第3レンズ群Gr3は、物体側から順に、両凸の正レンズから成る正レンズ成分GrPと、絞りSTと、両凸の正レンズ、両凹の負レンズ及び両凸の正レンズから成る接合レンズGrVと、で構成されている。第4レンズ群Gr4は、両面が非球面から成る像側に凹の負メニスカスレンズ1枚で構成されている。第5レンズ群Gr5は、両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。

【0050】

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、像側に凹の負メニスカスレンズ及び物体側に凸の正メニスカスレンズから成る接合レンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、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と、両凹の負レンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、で構成されている。第3レンズ群Gr3は、物体側から順に、両凸の正レンズから成る正レンズ成分GrPと、絞りSTと、両

凸の正レンズ、両凹の負レンズ及び両凸の正レンズから成る接合レンズG r Vと、で構成されている。第4レンズ群G r 4は、両面が非球面から成る像側に凹の負メニスカスレンズ1枚で構成されている。第5レンズ群G r 5は、両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。

【0051】

図14に示すように、第1～第3の実施の形態(図1～図3)において、移動群である第1レンズ群G r 1～第4レンズ群G r 4の移動軌跡はいずれも曲線である。第1レンズ群G r 1は、広角端(W)と中間(M)との間で、広角端(W)のときよりも像側に位置する焦点距離が存在する。つまり、広角端(W)と中間(M)との間で像側に凸の軌跡を描くように、像側への移動後に像側から物体側へUターン移動する。第2レンズ群G r 2は、広角端(W)から望遠端(T)へのズーミングにおいて、極値を持たない移動軌跡を描くように像側へ単調に移動する。第3レンズ群G r 3と第4レンズ群G r 4は、中間(M)と望遠端(T)との間で、中間(M)のときよりも物体側に位置する焦点距離が存在する。つまり、中間(M)と望遠端(T)との間で物体側に凸の軌跡を描くように、物体側への移動後に物体側から像側へUターン移動する。

【実施例】

【0052】

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1～3は、前述した第1～第3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3の実施の形態を表す光学構成図(図1～図3)や移動軌跡図(図14)は、対応する実施例1～3のレンズ構成、光路、ズーム移動等をそれぞれ示している。

【0053】

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線に関するアーベ数vd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。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である。なお、すべてのデータについてE-n=x 10^-nである。

$$X(H) = (C_0 \cdot H^2) / [1 + \{1 - (1+K) \cdot C_0^2 \cdot H^2\}] + (A_j \cdot H^j) \dots \text{(AS)}$$

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。

【0054】

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, バックフォーカス(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。また、表1に各実施例の条件式対応値を示す。

【0055】

図4～図6は、実施例1～実施例3にそれぞれ対応する偏心前(通常状態), 無限遠合焦状態での縦収差図であり、(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。図4～図6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はd線, g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(%)

10

20

30

40

50

を表している。

【0056】

図7～図12は、実施例1～実施例3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7及び図8は実施例1、図9及び図10は実施例2、図11及び図12は実施例3にそれぞれ対応している。図7～図12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S Rの受光面S S上での像高(光軸AXからの距離に相当する。)である。)である。図7、図9、図11は、広角端(W)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おり、図8、図10、図12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7～図12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。

【0057】

実施例1

単位: mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	
1	48.134	1.500	1.84666	23.78	
2	27.178	5.400	1.48749	70.45	
3	395.693	0.100			20
4	27.076	3.600	1.77250	49.65	
5	87.156	可変			
6	63.747	0.900	1.88300	40.80	
7	9.313	4.300			
8	-30.028	0.700	1.72916	54.66	
9	10.717	1.280			
10	13.037	2.400	1.92286	20.88	
11	41.109	可変			
12	38.386	1.600	1.80420	46.49	
13	-33.376	0.250			30
14(絞り)		0.870			
15	10.497	2.600	1.59551	39.23	
16	-8.918	2.000	1.80610	33.27	
17	5.460	3.900	1.65844	50.84	
18	-11.890	可変			
19*	8.445	1.400	1.60700	27.10	
20*	3.591	可変			
21*	16.747	3.700	1.53048	55.72	
22*	-13.010	2.488			
23		1.100	1.51680	64.20	40
24		0.000			

【0058】

非球面データ

第19面

K=0.0000, A4=-2.8022E-03, A6= 1.2536E-04, A8=-5.1902E-06, A10= 8.6442E-08

第20面

K=0.0000, A4=-4.9351E-03, A6= 1.0523E-04, A8=-1.3011E-05, A10=-6.0193E-07

第21面

K=0.0000, A4= 8.3340E-04, A6= 3.9663E-05, A8=-1.4564E-06, A10= 2.9880E-08

第22面

10

20

30

40

50

K=0.0000, A4= 8.3422E-04, A6= 2.9260E-05, A8=-5.7893E-07, A10= 2.9784E-08

【 0 0 5 9 】

各種データ

ズーム比 11.64

	(W) 広角	(M) 中間	(T) 望遠	
焦点距離	5.045	17.457	58.728	
F ナンバー	2.850	3.624	3.678	
半画角	38.683	12.237	3.713	
像高	3.840	3.840	3.840	
レンズ全長	70.967	73.986	77.526	10
B F	1.2000	1.2000	1.2002	
d5	0.5000	13.9960	25.3371	
d11	24.0588	8.9834	0.7873	
d18	2.0000	4.2191	3.9155	
d20	3.1204	5.4992	6.1972	

【 0 0 6 0 】

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	43.514
2	6	-7.702
3	12	11.025
4	19	-11.553
5	21	14.424

【 0 0 6 1 】

実施例 2

単位 : mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	
1	46.462	1.500	1.84666	23.78	
2	27.760	5.650	1.48749	70.45	30
3	510.613	0.100			
4	27.019	3.550	1.72916	54.66	
5	87.367	可変			
6	66.657	0.900	1.88300	40.80	
7	9.073	4.600			
8	-25.018	0.700	1.71300	53.93	
9	11.568	0.993			
10	13.519	2.400	1.92286	20.88	
11	49.920	可変			
12	25.934	1.500	1.81600	46.55	40
13	-50.512	0.300			
14(絞り)		0.870			
15	11.524	2.500	1.62004	36.30	
16	-8.716	2.000	1.80610	33.27	
17	5.329	3.800	1.69350	53.31	
18	-13.644	可変			
19*	7.864	1.000	1.60700	27.10	
20*	3.523	可変			
21*	15.538	3.900	1.53048	55.72	
22*	-14.663	2.520			50

23	1.100	1.51680	64.20
24	0.000		

【 0 0 6 2 】

非球面データ

第19面

K=0.0000, A4=-4.2538E-03, A6= 2.6299E-04, A8=-1.5905E-05, A10= 5.7811E-07

第20面

K=0.0000, A4=-6.5216E-03, A6= 2.4943E-04, A8=-2.5208E-05, A10=-1.7950E-07

第21面

K=0.0000, A4= 6.9931E-04, A6= 3.7076E-05, A8=-1.2668E-06, A10= 2.1961E-08

第22面

K=0.0000, A4= 6.1255E-04, A6= 2.3777E-05, A8= 1.9083E-07, A10=-3.1664E-09

【 0 0 6 3 】

各種データ

ズーム比 11.64

(W) 広角 (M) 中間 (T) 望遠

焦点距離	5.045	17.457	58.729
F ナンバー	2.850	3.664	3.754
半画角	38.686	12.354	3.726
像高	3.840	3.840	3.840
レンズ全長	70.528	74.071	77.137
B F	1.2000	1.2000	1.2000
d5	0.5000	13.8678	24.8824
d11	23.8547	9.2381	0.7000
d18	2.0000	3.9979	4.1111
d20	3.0900	5.8834	6.3599

【 0 0 6 4 】

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	43.389
2	6	-7.604
3	12	10.762
4	19	-11.517
5	21	14.888

20

30

【 0 0 6 5 】

実施例 3

単位 : mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd
1	44.541	1.500	1.84666	23.78
2	27.263	6.000	1.48749	70.45
3	625.513	0.100		
4	25.575	3.600	1.71300	53.93
5	73.822	可変		
6	68.258	0.900	1.88300	40.80
7	9.313	4.600		
8	-23.877	0.700	1.71300	53.93
9	11.337	1.200		
10	13.615	2.500	1.92286	20.88
11	51.596	可変		

40

50

12	60.702	1.400	1.77250	49.65	
13	-29.384	0.250			
14(絞り)		0.870			
15	11.418	3.000	1.60342	38.00	
16	-8.031	2.000	1.80610	33.27	
17	5.139	3.700	1.71700	47.99	
18	-12.324	可変			
19*	8.368	1.600	1.60700	27.10	
20*	3.641	可変			
21*	33.687	3.200	1.53048	55.72	10
22*	-9.41	2.910			
23		1.100	1.51680	64.20	
24		0.000			

【 0 0 6 6 】

非球面データ

第19面

K=0.0000, A4=-2.3438E-03, A6= 8.7115E-05, A8=-3.0565E-06, A10=-1.0968E-08

第20面

K=0.0000, A4=-4.4583E-03, A6= 8.1245E-05, A8=-1.3094E-05, A10=-4.6460E-07

第21面

K=0.0000, A4= 6.3402E-04, A6= 5.5287E-05, A8=-1.8789E-06, A10= 3.4962E-08

第22面

K=0.0000, A4= 7.4232E-04, A6= 3.9793E-05, A8=-8.6467E-07, A10= 2.8748E-08

【 0 0 6 7 】

各種データ

ズーム比	11.64				
		(W) 広角	(M) 中間	(T) 望遠	
焦点距離	5.045	17.457	58.729		
F ナンバー	2.850	3.639	3.631		
半画角	38.694	12.150	3.697		30
像高	3.840	3.840	3.840		
レンズ全長	71.515	73.990	77.891		
B F	1.2000	1.2000	1.2000		
d5	0.5000	13.2599	24.6092		
d11	23.4401	8.3454	0.8201		
d18	2.0000	4.0937	3.0614		
d20	3.2457	5.9611	7.0705		

【 0 0 6 8 】

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離			
1	1	42.689			
2	6	-7.681			
3	12	11.026			
4	19	-12.175			
5	21	14.231			

【 0 0 6 9 】

【表1】

条件式の値		実施例1	実施例2	実施例3
条件式(1)	nd3p	1.80420	1.81600	1.77250
条件式(2)	(R1+R2)/(R1-R2)	0.070	-0.322	0.348
条件式(3)	(1-βc)/βr	(W)広角	0.947	0.933
		(M)中間	1.266	1.257
		(T)望遠	1.284	1.296

【図面の簡単な説明】

10

【0070】

【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】実施例1の像ブレ補正前の縦収差図。

【図5】実施例2の像ブレ補正前の縦収差図。

【図6】実施例3の像ブレ補正前の縦収差図。

【図7】実施例1の像ブレ補正前後, 広角端での横収差図。

【図8】実施例1の像ブレ補正前後, 望遠端での横収差図。

【図9】実施例2の像ブレ補正前後, 広角端での横収差図。

20

【図10】実施例2の像ブレ補正前後, 望遠端での横収差図。

【図11】実施例3の像ブレ補正前後, 広角端での横収差図。

【図12】実施例3の像ブレ補正前後, 望遠端での横収差図。

【図13】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。

【図14】第1~第3の実施の形態(実施例1~3)における各レンズ群のズーム移動軌跡を模式的に示す図。

【符号の説明】

【0071】

C U デジタル機器

30

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 P 正レンズ成分

G r V 接合レンズ(偏心レンズ成分)

S T 紋り(光学紋り)

P T 平行平面板

40

S R 撮像素子

S S 受光面

I M 像面(光学像)

A X 光軸

1 信号処理部

2 制御部

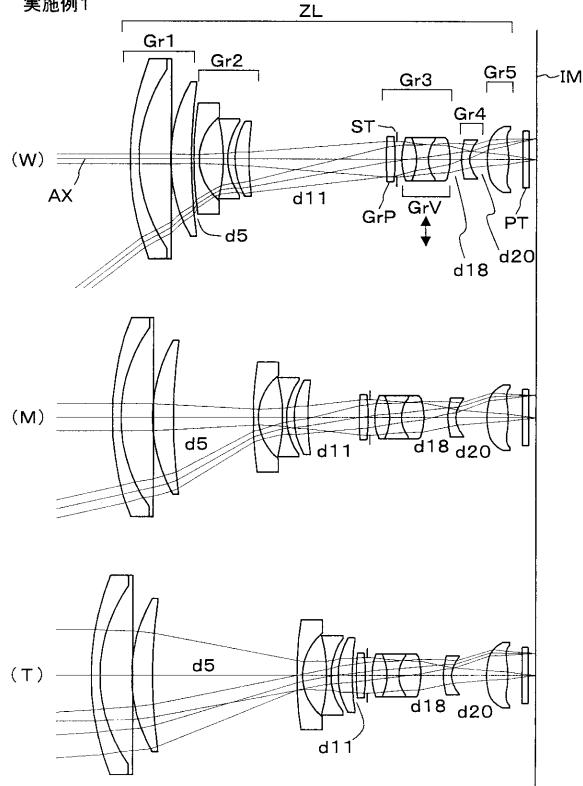
3 メモリ

4 操作部

5 表示部

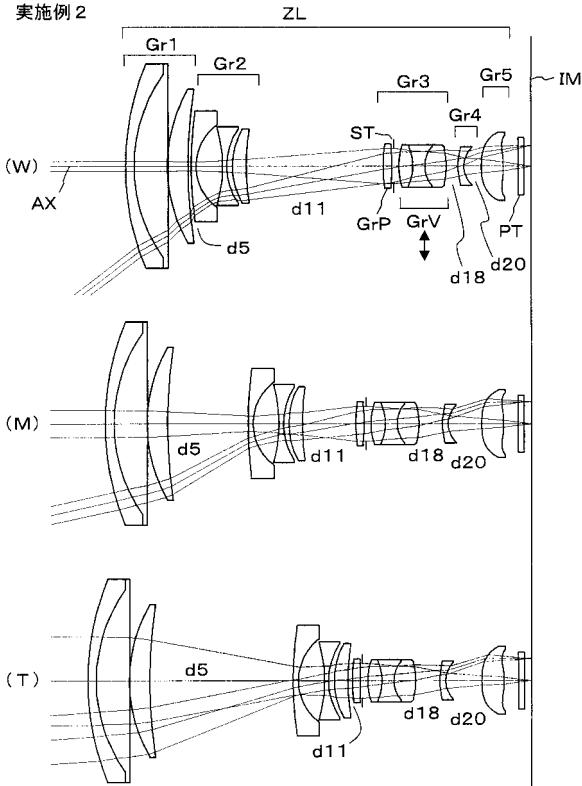
【図1】

実施例1



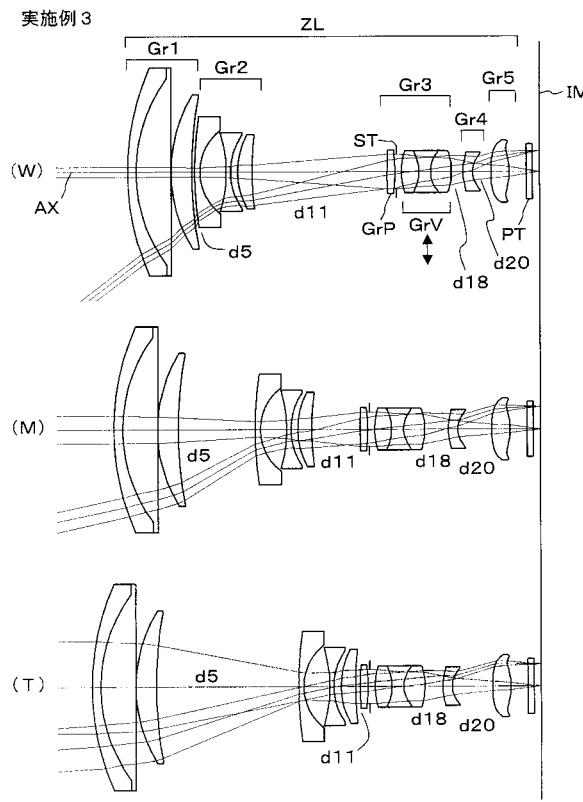
【図2】

実施例2



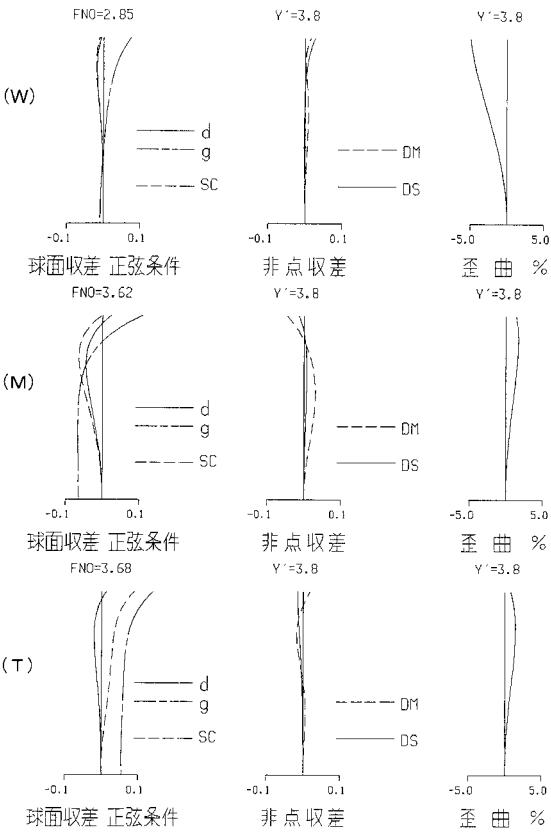
【図3】

実施例3



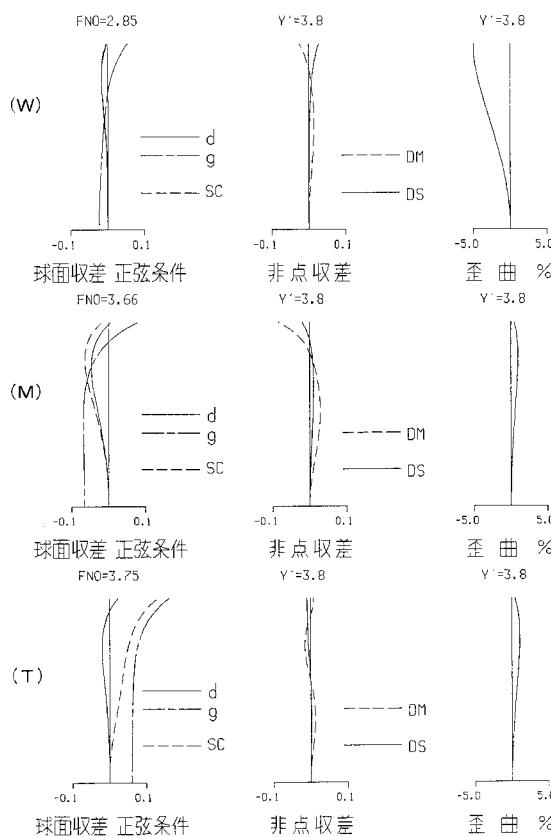
【図4】

実施例1



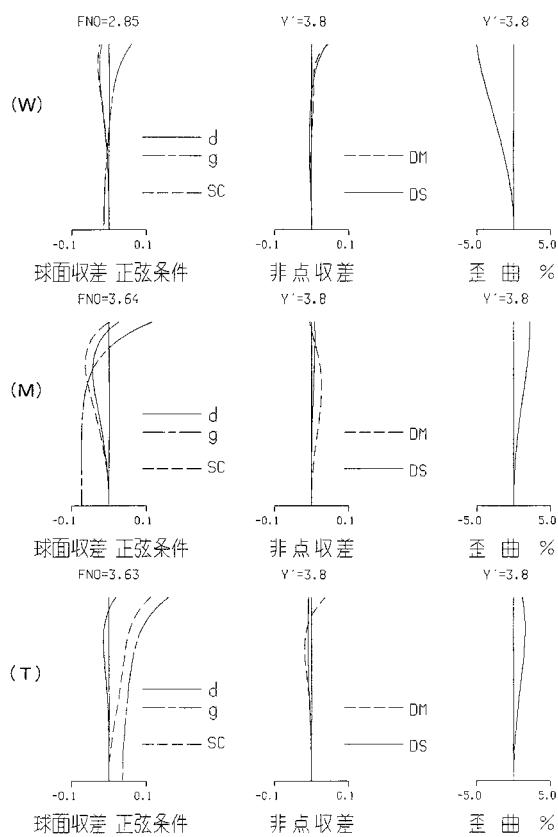
【図5】

実施例2

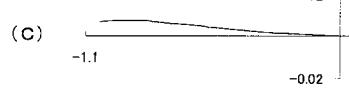


【図6】

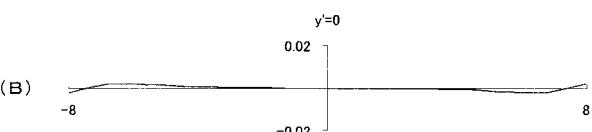
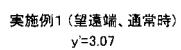
実施例3



【図7】



【図8】

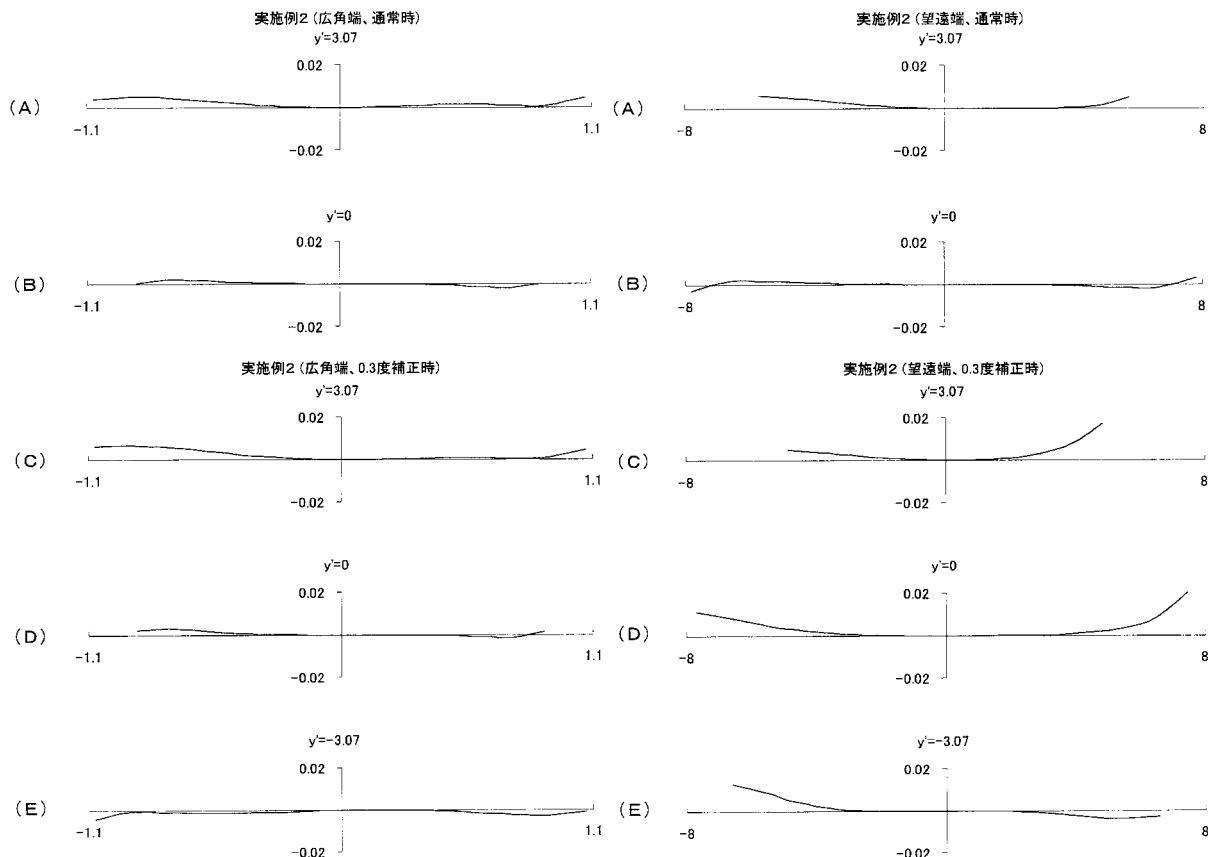
実施例1(望遠端、0.3度補正時)
 $y=3.07$

(C)

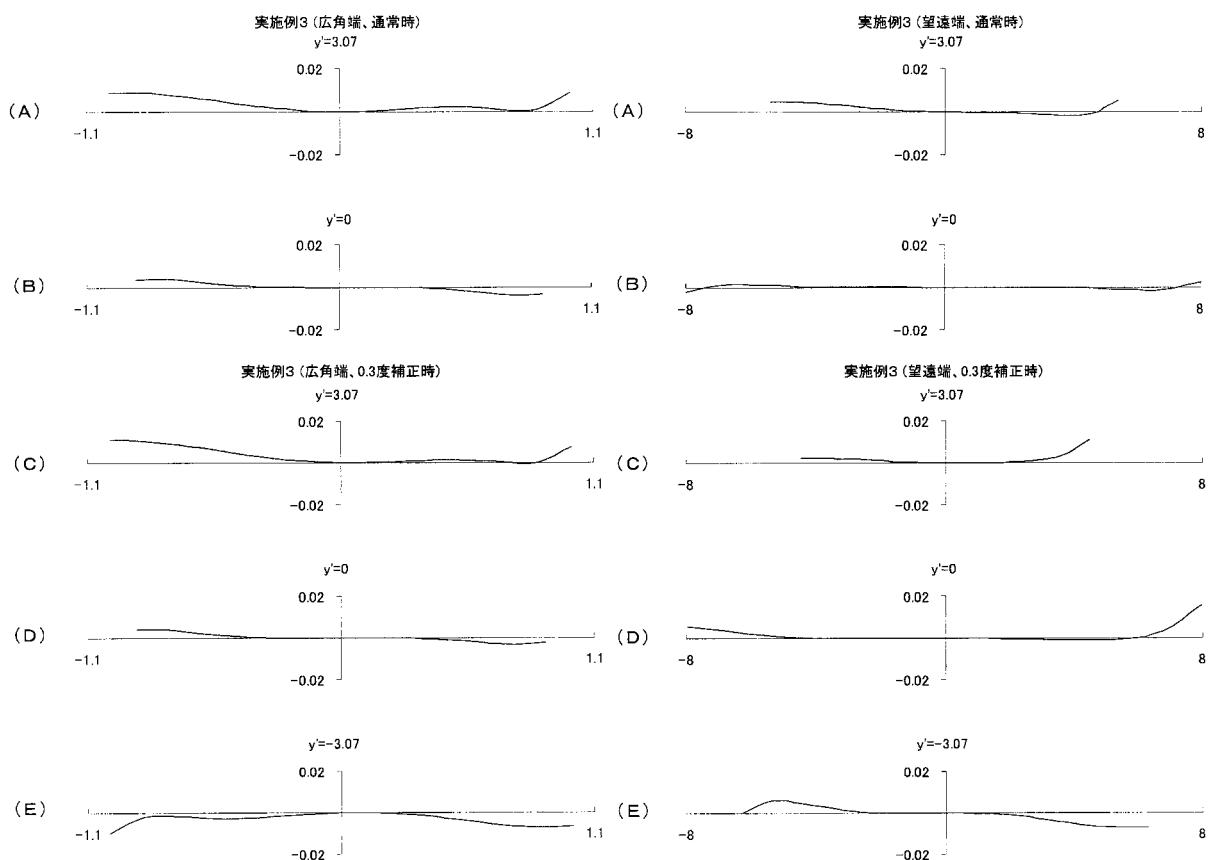
(D)

(E)

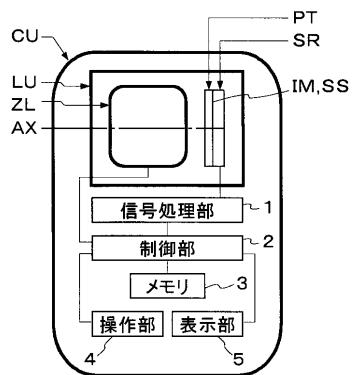
【図9】



【図11】

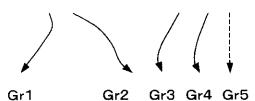


【図13】

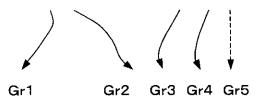


【図14】

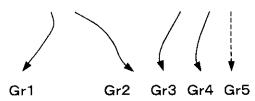
(A) 実施例1



(B) 実施例2



(C) 実施例3



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-352183(JP,A)
特開2006-337745(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 15 / 20

G 02 B 13 / 18

G 03 B 5 / 00