

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5404122号
(P5404122)

(45) 発行日 平成26年1月29日 (2014. 1. 29)

(24) 登録日 平成25年11月8日 (2013. 11. 8)

(51) Int. Cl.		F I			
G02B	7/28	(2006.01)	G02B	7/11	N
G02B	7/36	(2006.01)	G02B	7/11	D
G03B	13/36	(2006.01)	G03B	3/00	A
H04N	5/232	(2006.01)	H04N	5/232	H

請求項の数 5 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2009-75727 (P2009-75727)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成21年3月26日 (2009. 3. 26)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2010-230776 (P2010-230776A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(43) 公開日	平成22年10月14日 (2010. 10. 14)	(74) 代理人	100106909
審査請求日	平成24年1月25日 (2012. 1. 25)		弁理士 棚井 澄雄
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100094400
			弁理士 鈴木 三義
		(74) 代理人	100086379
			弁理士 高柴 忠夫
		(74) 代理人	100129403
			弁理士 増井 裕士

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 焦点位置調整装置およびカメラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被写体からの光を結像する撮影光学系と、
 該撮影光学系により結像される前記被写体の像を、少なくとも2つの異なる波長または波長帯域の光を撮像面で光電変換して、少なくとも第1および第2の画像信号を生成する撮像部と、

該撮像部の前記撮像面に対して、前記撮影光学系を光軸に沿う方向に移動させる焦点位置移動機構と、

前記少なくとも2つの異なる波長または波長帯域における前記撮影光学系のデフォーカス特性のデータを記憶するデータ記憶部と、

前記撮像部によって生成された少なくとも前記第1および第2の画像信号に応じて、それぞれの波長または波長帯域での合焦状態を表す第1および第2の評価値を算出し、前記デフォーカス特性のデータに基づいて、前記第1および第2の評価値を組合せて、撮像時の前記撮影光学系の位置が焦点位置に対して被写体側にあるか物体側にあるかを判定して、前記撮像時の前記撮影光学系の位置と、該位置から前記焦点位置までの光軸に沿う方向の移動量とを求める合焦状態評価部と、

該合焦状態評価部で求められた前記移動量に基づいて前記焦点位置移動機構を駆動する移動制御部とを備えることを特徴とする焦点位置調整装置。

【請求項2】

前記撮像部は、

前記第 1 の画像信号として、可視領域光を光電変換した画像信号を生成し、
 前記第 2 の画像信号として、赤外領域光を光電変換した画像信号を生成することを特徴とする請求項 1 に記載の焦点位置調整装置。

【請求項 3】

前記撮像部は、
 光電変換を行う撮像素子と、
 該撮像素子と、前記撮影光学系との間の光路上で、前記撮影光学系からの光の波長選択を行う波長選択手段とを備えることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の焦点位置調整装置。

【請求項 4】

前記撮像部は、
 互いに相対波長感度が異なる第 1 および第 2 の受光部を有する撮像素子を備え、
 前記第 1 および第 2 の受光部のいずれか一方は、前記少なくとも 2 つの異なる波長または波長帯域の光のうち、いずれか 1 つの波長または波長帯域の光に対して、より大きな相対感度を有し、
 前記第 1 および第 2 の受光部のいずれか一方によって、前記いずれか 1 つの波長または波長帯域の光を光電変換して、前記第 1 または第 2 の画像信号を生成することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の焦点位置調整装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の焦点位置調整装置を備えることを特徴とするカメラ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、焦点位置調整装置およびカメラに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば、デジタルカメラやビデオカメラ等においてオートフォーカスを行う焦点位置調整装置では、撮像レンズの焦点状態を検出する際、例えば、山登り制御方式と呼ばれる方式や、TTL (Through The Lens) 位相差方式などを用いて焦点位置調整を行っている。

山登り制御方式とは、撮像レンズの位置を光軸に沿う方向に移動させながら、撮像素子から画像信号を取得し、その画像信号の合焦評価値の変化における最大ピーク値を探索し、この最大ピーク値が得られる撮像レンズ位置を、合焦位置と判定する方式である。合焦評価値としては、例えば、フォーカスエリア内のコントラスト値などが用いられる。

また、TTL 位相差方式とは、撮像レンズの瞳を一对の領域に分割して、分割された瞳領域を通過する光束が形成する一对の像の相対的な位置変化を検出することによって撮像レンズの焦点状態を評価し、合焦位置を探索する方式である。

例えば、特許文献 1 には、レンズを 1 ステップずつ移動させながら、このレンズを介してセンサ回路に入力された画像信号をもとに評価値データを算出し、この評価値データの大きさから合焦位置の特定を行う山登り制御方式による焦点位置調整を行うオートフォーカス装置が記載されている。

特許文献 1 では、電源投入時にレンズ原点位置を検出し、レンズを至近側の特定位置に移動させて、この至近側の特定位置から望遠側に向けて逐次レンズを移動させて山登り方式によるオートフォーカスを行う。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2007 - 121580 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

しかしながら、上記のような従来の焦点位置調整装置には、以下のような問題があった。

T T L位相差方式を採用する焦点位置調整装置では、山登り制御方式に比べて高速に焦点位置調整を行うことができるものの、撮影レンズ透過後の光束を分割する光学系と分割後の光束の位置検出を行う光センサとを配置する必要がある。このため、部品点数および部品配置スペースが増大するため、低コスト化、小型化が難しいという問題がある。特に、コンパクトカメラや携帯電話の内蔵カメラなどには、不向きな装置構成となる。

一方、山登り制御方式では、簡素な構成により焦点位置調整を行えるものの、1ステップずつ移動して、画像信号を取得しながら、合焦位置を超える位置まで移動し、さらにレンズを原点位置に復帰して再度合焦位置に移動するため、高速のオートフォーカスを行うことができないという問題がある。

特許文献1に記載の技術によれば、原点位置の復帰時間を短縮し、至近側の画像に対するフォーカス時間は短縮するため、従来の山登り制御方式よりは、ある程度、オートフォーカス時間を短縮することができるものの、望遠側の画像が多い場合には時間短縮の効果が低くなるという問題がある。また、合焦位置を検出してから、フォーカス位置に向かって検出方向と逆方向に戻って合焦位置に移動するため、移動方向による位置誤差が発生しやすいという問題もある。

【 0 0 0 5 】

本発明は、上記のような問題に鑑みてなされたものであり、簡素な構成により焦点位置調整時間を短縮することができる焦点位置調整装置およびカメラを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記の課題を解決するために、請求項1に記載の発明では、被写体からの光を結像する撮影光学系と、該撮影光学系により結像される前記被写体の像を、少なくとも2つの異なる波長または波長帯域の光を撮像面で光電変換して、少なくとも第1および第2の画像信号を生成する撮像部と、該撮像部の前記撮像面に対して、前記撮影光学系を光軸に沿う方向に移動させる焦点位置移動機構と、前記少なくとも2つの異なる波長または波長帯域における前記撮影光学系のデフォーカス特性のデータを記憶するデータ記憶部と、前記撮像部によって生成された少なくとも前記第1および第2の画像信号に応じて、それぞれの波長または波長帯域での合焦状態を表す第1および第2の評価値を算出し、前記デフォーカス特性のデータに基づいて、前記第1および第2の評価値を組合せて、撮像時の前記撮影光学系の位置が焦点位置に対して被写体側にあるか物体側にあるかを判定して、前記撮像時の前記撮影光学系の位置と、該位置から前記焦点位置までの光軸に沿う方向の移動量とを求める合焦状態評価部と、該合焦状態評価部で求められた前記移動量に基づいて前記焦点位置移動機構を駆動する移動制御部とを備える構成とする。

この発明によれば、撮像部によって、少なくとも2つの異なる波長または波長帯域の光を光電変換して、少なくとも第1および第2の画像信号を生成する。そして、合焦状態評価部により、撮像部によって生成された少なくとも第1および第2の画像信号に基づいて、それぞれの波長または波長帯域での合焦状態を評価する。そして、移動制御部により、合焦状態評価部の評価結果に基づいて、焦点位置移動機構を駆動することで、撮影光学系の焦点位置調整を行うことができる。

第1および第2の画像信号は、2つの異なる波長または波長帯域による焦点状態の情報を含んでいるため、撮影光学系の色収差を考慮してこれらの合焦状態を比較することで、合焦位置からの距離を評価することができる。

本明細書では、「少なくとも2つの異なる波長または波長帯域の光」とは、少なくとも2つの異なる波長の光、または、少なくとも2つの異なる波長帯域の光を意味する。「異なる波長帯域」は、互いの波長帯域が重複しない場合に限定されず、一方の波長帯域が他方の波長帯域の一部または全部を包含する場合も含まれるものとする。

また、データ記憶部に撮影光学系のデフォーカス特性のデータを記憶しておくので、合焦状態を迅速に評価することができる。また、複数のデフォーカス特性のデータをデータ記憶部に記憶しておいたり、必要に応じて、デフォーカス特性データをデータ記憶部に記憶させることで、例えば、撮影光学系が交換されたり、撮影光学系の焦点距離を可変したりする場合でも、それぞれに対応した焦点位置調整を行うことができる。

【0007】

請求項2に記載の発明では、請求項1に記載の焦点位置調整機構において、前記撮像部は、前記第1の画像信号として、可視領域光を光電変換した画像信号を生成し、前記第2の画像信号として、赤外領域光を光電変換した画像信号を生成する構成とする。

この発明によれば、第1の画像信号として可視領域光を光電変換した画像信号を、第2の画像信号として赤外領域光を光電変換した画像信号を、それぞれ生成するので、可視領域光および赤外領域光のいずれか一方に対して収差補正された撮影光学系を用いることにより、可視領域光および赤外領域光のいずれか他方に対する色収差が顕著になるため、合焦状態の違いを容易に検出することができる。このため、従来用いられる汎用的な撮影光学系を用いて焦点位置調整を高精度に行うことができる。

また、一般にCCDなどの汎用的な撮像素子は、赤外領域光にも感度を有しているため、撮像部を安価に構成することができる。

【0008】

請求項3に記載の発明では、請求項1または2に記載の焦点位置調整装置において、前記撮像部は、光電変換を行う撮像素子と、該撮像素子と、前記撮影光学系との間の光路上で、前記撮影光学系からの光の波長選択を行う波長選択手段とを備える構成とする。

この発明によれば、撮像素子と撮影光学系との間の光路上に配置された波長選択手段を用いて、撮像素子に到達する光の波長選択を行うため、波長感度が同一の受光部を並べた撮像素子であっても、第1および第2の画像信号を容易に生成することができる。

【0009】

請求項4に記載の発明では、請求項1または2に記載の焦点位置調整装置において、前記撮像部は、

互いに相対波長感度が異なる第1および第2の受光部を有する撮像素子を備え、前記第1および第2の受光部のいずれか一方は、前記少なくとも2つの異なる波長または波長帯域の光のうち、いずれか1つの波長または波長帯域の光に対して、より大きな相対感度を有し、前記第1および第2の受光部のいずれか一方によって、前記いずれか1つの波長または波長帯域の光を光電変換して、前記第1または第2の画像信号を生成する構成とする。

この発明によれば、第1および第2の受光部のいずれか一方によって、少なくとも2つの異なる波長または波長帯域の光のうち、いずれか1つの波長または波長帯域の光を光電変換して、第1または第2の画像信号を生成することができる。このため、少なくとも第1および第2の受光部のいずれか一方は、例えば、フィルタなどによって波長選択を行うことなく、したがって光量損失することなく、いずれか1つの波長または波長帯域の光による第1または第2の画像信号を生成することができる。

【0011】

請求項5に記載の発明では、カメラにおいて、請求項1～4のいずれかに記載の焦点位置調整装置を備える構成とする。

この発明によれば、請求項1～4のいずれかに記載の焦点位置調整装置を備えるので、請求項1～4のいずれかに記載の発明と同様の作用を備える。

【発明の効果】

【0012】

本発明の焦点位置調整装置およびカメラによれば、少なくとも2つの異なる波長または波長帯域の光を用いて合焦状態を評価することによって焦点位置調整を行うので、簡素な構成により焦点位置調整時間を短縮することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る焦点位置調整装置を備えるカメラの概略構成を示す模式的な断面図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施形態に係る焦点位置調整装置に用いる撮影光学系の色収差について説明するグラフである。

【図 3】本発明の第 1 の実施形態に係る焦点位置調整装置に用いる撮像素子の撮像エリアについて説明する模式図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施形態に係る焦点位置調整装置に用いる撮像素子の合焦状態評価エリアおよび合焦状態非評価エリアの単位受光部の配列を示す模式的な部分拡大図である。

10

【図 5】図 4 (b) における A - A 断面図および B - B 断面図である。

【図 6】本発明の第 1 の実施形態に係る焦点位置調整装置の制御手段の機能構成を示す機能ブロック図である。

【図 7】本発明の第 1 の実施形態に係る焦点位置調整装置の焦点位置と合焦評価値との関係を示す模式的なグラフである。

【図 8】本発明の第 1 の実施形態に係る焦点位置調整装置のオートフォーカス制御のフローチャートである。

【図 9】本発明の第 1 の実施形態の変形例に係る焦点位置調整装置に用いる撮像素子の合焦状態評価エリアの単位受光部の配列を示す模式的な部分拡大図、およびその C - C 断面図である。

20

【図 10】本発明の第 2 の実施形態に係る焦点位置調整装置の焦点位置と合焦評価値の比との関係を示す模式的なグラフである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

以下では、本発明の実施形態について添付図面を参照して説明する。すべての図面において、実施形態が異なる場合であっても、同一または相当する部材には同一の符号を付し、共通する説明は省略する。

【 0 0 1 5 】

[第 1 の実施形態]

本発明の第 1 の実施形態に係る焦点位置調整装置について、それを備えるカメラとともに

30

について説明する。図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る焦点位置調整装置を備えるカメラの概略構成を示す模式的な断面図である。図 2 は、本発明の第 1 の実施形態に係る焦点位置調整装置に用いる撮影光学系の色収差について説明するグラフである。横軸は横倍率、縦軸は光束の RMS 値を示す。図 3 は、本発明の第 1 の実施形態に係る焦点位置調整装置に用いる撮像素子の撮像エリアについて説明する模式図である。図 4 (a)、(b) は、それぞれ、本発明の第 1 の実施形態に係る焦点位置調整装置に用いる撮像素子の合焦状態評価エリアおよび合焦状態非評価エリアの単位受光部の配列を示す模式的な部分拡大図である。図 5 (a)、(b) は、それぞれ、図 4 (b) における A - A 断面図および B - B 断面図である。図 6 は、本発明の第 1 の実施形態に係る焦点位置調整装置の制御手段の機能構成を示す機能ブロック図である。図 7 は、本発明の第 1 の実施形態に係る焦点位置調整装置の焦点位置と合焦評価値との関係を示す模式的なグラフである。横軸は光軸に沿う方向の位置、縦軸は合焦評価値を示す。

40

【 0 0 1 6 】

本実施形態の焦点位置調整装置は、例えば、デジタルスチルカメラ、ビデオカメラなどの撮像装置に好適に用いることができるものである。また、例えば、ノートパソコン、携帯電話、PDA(Personal Digital Assistants、個人用携帯端末)などといったカメラ付情報機器などにも好適に用いることができる。

以下では、図 1 に示すように、一例として、一般撮影用途のコンパクトデジタルカメラであるカメラ 100 において焦点位置調整を行う焦点位置調整装置 110 の場合の例で説

50

明する。本実施形態のカメラ 100 は、被写体を可視光領域で撮影するためのものである。

【0017】

カメラ 100 の概略構成は、カメラ筐体 7 に、撮影レンズユニット 1、撮像素子 2、焦点位置移動機構 5、液晶モニタ 6、リリーススイッチ 8、撮像制御部 3、赤外領域光源 10、および焦点位置制御部 4 などが配置されてなる。

このうち、焦点位置調整装置 110 は、撮像素子 2、撮像制御部 3、焦点位置移動機構 5、および焦点位置制御部 4 に含まれる後述の合焦状態評価部 40 と移動制御部 43 とから構成される。

【0018】

撮影レンズユニット 1 は、被写体からの光を撮像素子 2 の撮像面に結像する撮影光学系であるレンズ 1a が、レンズ鏡筒 1b に収められてなる。レンズ鏡筒 1b は、カメラ筐体 7 に設けられた焦点位置移動機構 5 によって、光軸 O に沿って移動可能に保持されている。

なお、図 1 は模式図のため、レンズ 1a を単レンズのように描いているが、レンズ 1a は単レンズに限定されず、レンズ群からなってもよい。

また、レンズ 1a は、被写体の像を撮像素子 2 上に適宜倍率で結像することができれば、適宜のレンズを採用することができる。例えば、固定焦点レンズであってもよいし、可変焦点レンズであってもよい。

また、本実施形態では、撮影レンズユニット 1 は、カメラ 100 本体に組み込まれており、交換可能には設けられていないが、例えば、カメラ 100 本体に交換マウントなどを設けて、着脱可能および交換可能に設けてもよい。この場合、交換レンズの種類は、交換マウントに撮影レンズユニット 1 を装着することによって、後述する撮像制御部 3 が識別できるようになっている。

【0019】

レンズ 1a の収差は、本実施形態では、一般的なカメラ用レンズと同様に、可視領域光において良好となるように補正されている。このため、可視領域光以外の波長領域の光、例えば赤外領域光や紫外領域光などでは色収差を有している。

図 2 に、レンズ 1a の色収差による焦点位置ずれの一例を示す。図 2 は、焦点距離 14.25 mm のレンズ 1a の撮像面 M に対する焦点位置を、無限遠から至近位置の中間状態である $MG = -0.033$ の位置に合わせたときに、至近位置から無限遠まで物体撮影を試みた際の被写体からの光束の広がり径を RMS 値でプロットしたものである。ここで、横軸は、物体距離に対応する横倍率 MG で表している。すなわち、 $MG = 0$ は物体距離が無限遠であることを表し、 MG が負側で絶対値が大きくなるほど至近位置に近づくことを意味する。

曲線 300 は、可視領域光である波長 546.07 nm の場合、曲線 301 は、赤外領域光である波長 900 nm 場合の変化をそれぞれ示す。

レンズ 1a は、無収差レンズではないので、波長に応じて有限の広がりを持つ。そのため、曲線 300、301 は、いずれも、谷底部が湾曲した全体として V 字状の変化を示し、それぞれの RMS 値は、横倍率 $MG = -0.038$ 、 $MG = -0.022$ で最小値となる極値をとる。これらの極値は、それぞれの焦点位置に対応している。波長 900 nm の極値と、波長 546.07 nm の極値とは、 $\Delta = 0.016$ だけずれており、波長 546.07 nm の光の結像位置に対して、波長 900 nm の光の結像位置が、像側に 0.19 mm ずれることが分かる。

また、光束径の RMS 値が大きいほど、像がぼけるためコントラストが低くなることを意味する。

【0020】

撮像素子 2 は、複数の単位受光部が配置され、レンズ 1a を通して結像される光の像を各単位受光部ごとに光電変換して、撮像信号を生成するものであり、例えば、CCD や CMOS センサなどを採用することができる。

本実施形態では、図 3 に示すように、矩形の撮像エリア P 内に単位受光部 p_1 、 p_2

10

20

30

40

50

、 p_3 、 p_4 からなる画素 P_i が、撮影画素数に応じた数だけ格子状に配列されている。

本実施形態では、単位受光部は、図4(a)、(b)に示すように、可視領域光のカラー画像を撮影するため、光の三原色であるR(赤色)、G(緑色)、B(青色)の各色成分をそれぞれ受光するR光受光部20R、G光受光部20G、B光受光部20Bを備える。また、焦点位置調整に用いる撮像信号を取得するため、赤外領域(IR)光を受光するIR光受光部20IRを備える。

【0021】

撮像エリアPは、図3に示すように、中央部に、被写体の撮影用の撮像信号を取得するとともに合焦状態の評価に用いる撮像信号をも取得する合焦状態評価エリア20aが設けられている。そして、合焦状態評価エリア20a以外の領域は、被写体の撮影用の撮像信号のみを取得する合焦状態非評価エリア20bとされる。

10

本実施形態では、合焦状態評価エリア20aは、撮像エリアPの中央の円状の領域としているが、例えば、矩形や多角形状などの他の形状の領域としてもよい。設定位置は、中央には限定されないが、より良好な合焦精度を得るためには、レンズ1aの収差が良好に補正された撮像エリアPの中央の領域が好ましい。

【0022】

合焦状態評価エリア20aでは、各画素 P_i は、図4(a)に示すように、単位受光部 p_1 、 p_2 、 p_3 、 p_4 が、それぞれR光受光部20R、G光受光部20G、IR光受光部20IR、B光受光部20Bから構成されている。

また、合焦状態非評価エリア20bでは、各画素 P_i は、図4(b)に示すように、単位受光部 p_1 、 p_2 、 p_3 、 p_4 が、それぞれR光受光部20R、G光受光部20G、G光受光部20G、B光受光部20Bから構成されている。

20

合焦状態非評価エリア20bにおける単位受光部の配列は、ベイヤ配列RGG Bとして知られる配列であり、合焦状態評価エリア20aにおける単位受光部の配列は、ベイヤ配列において、G光受光部20GをIR光受光部20IRに置換した、配列RG(IR) Bなる配列になっている。

【0023】

撮像素子2の断面構成は、図5(a)、(b)に示すように、電源線や撮像信号を転送する回路が形成された回路基板2cと、受光部2b、およびカバーガラス2aが層状に配置されている。

30

受光部2bは、光電変換を行うセンサ部分であり、可視領域および赤外領域の波長光に感度を有する。そして、各画素 P_i における各単位受光部 p_1 、 p_2 、 p_3 、 p_4 の配列に対応して、回路基板2c上に格子状に配列されている。各受光部2bの受光面は、一平面上に整列され、撮像面Mを形成している。

各受光部2b上には、R光受光部20R、G光受光部20G、B光受光部20B、IR光受光部20IRのエリアに応じて、入射光の波長選択を行うRフィルタ2R、Gフィルタ2G、Bフィルタ2B、IRフィルタ2IRが、形成されている。

Rフィルタ2R、Gフィルタ2G、Bフィルタ2Bは、それぞれ、光の三原色であるR光、G光、B光の波長帯域の光のみをそれぞれ透過させるものである。

IRフィルタ2IRは、少なくとも後述する赤外領域光源10の波長光を含み、受光部2bに感度を有する赤外領域光のみを透過させて波長選択を行うものである。

40

また、特に図示しないが、同様に、合焦状態非評価エリア20bの各受光部2b上には、R光受光部20R、G光受光部20G、B光受光部20Bのエリアに応じて、入射光の波長選択を行うRフィルタ2R、Gフィルタ2G、Bフィルタ2Bが形成されている。

【0024】

焦点位置移動機構5は、撮影レンズユニット1のレンズ鏡筒1bをレンズ1aの光軸Oに沿って移動可能に保持し、撮像制御部3および焦点位置制御部4からの制御信号に応じて、撮像面Mに対してレンズ1aの焦点位置を移動させるものである。

焦点位置移動機構5としては、本実施形態では、特に図示しないが、ステッピングモータなどの回転力をボールネジなどの直動機構に伝達してレンズ鏡筒1bを光軸Oに沿って

50

移動させる機構を採用している。この他にも、アクチュエータやリニアモータなどの周知の直動機構を適宜採用することができる。

【0025】

液晶モニタ6は、撮像素子2によって撮像された画像や、カメラ100の操作や設定を行う操作画面などを表示する表示部である。

リリーススイッチ8は、シャッタを開放するための操作スイッチであり、撮像制御部3に電氣的に接続されている。そして、リリーススイッチ8は、例えば、半押し操作によってオートフォーカス動作を行う制御信号を撮像制御部3に送出する。

【0026】

撮像制御部3は、カメラ100の装置動作全般を制御するものである。そして、例えば、ボタン、スイッチ、ダイヤルなどからなる操作部（不図示）、液晶モニタ6、焦点位置移動機構5、撮像素子2、リリーススイッチ8、焦点位置制御部4、撮像素子2、および赤外領域光源10などと電氣的に接続されている。

撮像制御部3は、例えば、以下のような動作を行うことができるようになっている。

すなわち、操作部からの操作入力を受け付け、それら操作入力に基づいて撮像動作を制御したり、液晶モニタ6に撮像された画像を表示したり、操作画面の表示を行ったりする。

また、焦点位置移動機構5を制御して撮影レンズユニット1を光軸Oに沿う方向に移動させる。本実施形態のカメラ100では、電源が投入されると、撮像制御部3によって、焦点位置移動機構5を駆動し、撮影レンズユニット1の光軸Oに沿う方向の位置を初期化する。本実施形態では、撮影レンズユニット1を、無限遠の被写体に対する焦点面の位置が撮像面Mに一致する位置に移動させる。以下ではこの初期化された位置を基準位置と称する。

また、リリーススイッチ8からのオートフォーカス動作を行う制御信号に基づいて、赤外領域光源10を発光させる。

赤外領域光源10は、被写体の像を赤外領域光によって撮像するために、受光部2bが感度を有する赤外領域光を発生する光源である。

赤外領域光の波長域は、700nm以上1300nm以下の範囲が好ましい。このような波長範囲であれば、汎用の電子撮像装置に用いる撮像素子の受光感度が十分にあり、特別な改良を施すことなくオートフォーカスを実施することができるため好ましい。

本実施形態では、一例として、波長900nmのLED光源を備える。

【0027】

また、撮影レンズユニット1が交換可能に設けられている場合には、撮影レンズユニット1にはレンズ1aの光学特性を特定するための識別情報が読取可能に設けられており、撮像制御部3は、交換マウントに装着された撮影レンズユニット1からこの識別情報を読み取ることによって、レンズ1aの光学特性を特定できるようになっている。識別情報は、例えば、カメラ100内に設けられた不図示の光学センサなどを用いて読み取ってもよいし、交換マウントの接点を介して電氣的に読み取ってもよい。あるいは、識別情報を記憶したICチップなどを撮影レンズユニット1に設け、このICチップと通信を行って読み取ってもよい。

【0028】

また、撮像制御部3は、撮像素子2で光電変換された撮像信号を、必要に応じてノイズ除去処理やシェーディング補正処理などを行い、A/D変換して画像信号を取得し、画像記憶部9（図6参照）に記憶させる。画像記憶部9に記憶された画像信号から、焦点位置調整を行うための可視領域画像信号200a（第1の画像信号）および赤外領域画像信号201a（第2の画像信号）と、合焦後の被写体の像である撮影画像信号202とを生成できるようになっている。

【0029】

生成された可視領域画像信号200aおよび赤外領域画像信号201aは、これらの画像信号の生成時のレンズ1aの種類や焦点距離などを特定するレンズ情報信号220と

10

20

30

40

50

もに、焦点位置制御部 4 に送出される。レンズ情報信号 2 2 0 は、例えば、レンズ 1 a が可変焦点レンズの場合は、操作部によって設定された焦点距離の情報である。また、レンズ 1 a が交換レンズの場合には、さらに、撮影レンズユニット 1 から読み取ったレンズ 1 a の識別情報が含まれる。

ただし、レンズ情報信号 2 2 0 は、レンズ 1 a が固定焦点レンズでかつ交換レンズでない場合には、省略することができる。

【 0 0 3 0 】

生成された撮影画像信号 2 0 2 は、液晶モニタ 6 に送出されて表示されるとともに、画像記憶部 9 に送出されて画像記憶部 9 に保存される

【 0 0 3 1 】

可視領域画像信号 2 0 0 a、赤外領域画像信号 2 0 1 a は、いずれも、リリーススイッチ 8 からのオートフォーカス動作を行う制御信号を検出したときに、撮像素子 2 の合焦状態評価エリア 2 0 a の各画素 P_i の画像信号に基づいて生成され、画像記憶部 9 に記憶される。

可視領域画像信号 2 0 0 a は、合焦状態評価エリア 2 0 a の各画素 P_i 内の R 光受光部 2 0 R、G 光受光部 2 0 G、B 光受光部 2 0 B の受光輝度の和から生成されるものである。そのため、可視領域画像信号 2 0 0 a は、可視領域光のモノクロ輝度を表している。

赤外領域画像信号 2 0 1 a は、合焦状態評価エリア 2 0 a の各画素 P_i 内の I R 光受光部 2 0 I R の受光輝度から生成されるものである。

【 0 0 3 2 】

撮影画像信号 2 0 2 は、焦点位置制御部 4 によって合焦状態と評価された場合に、合焦状態評価エリア 2 0 a の各画素 P_i 内の R 光受光部 2 0 R、G 光受光部 2 0 G、B 光受光部 2 0 B の受光輝度に基づいた可視領域光の色分解信号と、合焦状態非評価エリア 2 0 b の各画素 P_i 内の R 光受光部 2 0 R、2 つの G 光受光部 2 0 G、B 光受光部 2 0 B の受光輝度に基づいた可視領域光の色分解信号とを合わせたものである。

ただし、G 光受光部 2 0 G の輝度については、合焦状態評価エリア 2 0 a では、そのままの輝度を採用し、合焦状態非評価エリア 2 0 b では、2 つの G 光受光部 2 0 G の平均輝度を採用する。

【 0 0 3 3 】

このような撮像制御部 3 の装置構成は、適宜の制御回路を備えるハードウェアのみで構成されていてもよいが、本実施形態では、CPU、メモリ、入出力インターフェースを有するコンピュータを備えてなる。そして、このコンピュータによりそれぞれの制御機能に対応するプログラムを実行するようにしている。

【 0 0 3 4 】

撮像素子 2 および撮像制御部 3 は、レンズ 1 a により結像される被写体の像を、2 つの異なる波長帯域の光を光電変換して、可視領域画像信号 2 0 0 a および赤外領域画像信号 2 0 1 a を生成する撮像部を構成している。

【 0 0 3 5 】

焦点位置制御部 4 は、図 6 に示すように、合焦状態評価部 4 0、データ記憶部 4 1、および移動制御部 4 3 からなる。

【 0 0 3 6 】

合焦状態評価部 4 0 は、撮像制御部 3 によって生成された可視領域画像信号 2 0 0 a および赤外領域画像信号 2 0 1 a に基づいて、それぞれの波長帯域での合焦状態を評価するものである。

本実施形態では、可視領域画像信号 2 0 0 a、および赤外領域画像信号 2 0 1 a に画像処理を施して、それぞれから合焦評価値を演算するようにしている。

合焦評価値は、合焦状態評価エリア 2 0 a 内の画像信号を変数とし、合焦状態で最大または最小の極値を示す評価値であれば、いかなる評価値を採用してもよい。例えば、画像の高周波成分の大きさや、輝度の大きさや、点像強度分布 (PSF) などの合焦評価値を採用することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

合焦状態評価部 4 0 では、可視領域画像信号 2 0 0 a、赤外領域画像信号 2 0 1 a に応じてそれぞれ算出される合焦評価値を、データ記憶部 4 1 に記憶された、各合焦評価値と可視領域光の焦点位置との関係（デフォーカス特性）を示す参照データに基づいて評価し、合焦位置に移動するための光軸 O に沿う方向の移動量を算出する。そして、この移動量の情報を移動制御部 4 3 に送出する。

また、合焦状態評価部 4 0 は、移動制御部 4 3 から移動が完了したことを検知すると合焦完了信号 2 1 0 を、撮像制御部 3 に送出する。

【 0 0 3 8 】

合焦状態評価部 4 0 の装置構成は、適宜の制御回路を備えるハードウェアのみで構成されていてもよいが、本実施形態では、CPU、メモリ、入出力インターフェースを有するコンピュータを備えてなる。このコンピュータは、撮像制御部 3 に用いるコンピュータを共通に利用してもよい。

【 0 0 3 9 】

データ記憶部 4 1 は、本実施形態では、ROM と RAM とからなる。

ROM は、複数種類の参照データが格納可能になっている。複数種類の参照データとしては、例えば、レンズ 1 a が可変焦点レンズである場合には、レンズ 1 a の焦点距離に応じた参照データを格納することができる。また、レンズ 1 a が交換可能に設けられている場合には、各交換レンズ固有の光学特性に応じた参照データを格納することができる。

RAM は、ROM に格納された複数種類の参照データから焦点位置調整に用いる参照データと呼び出して記憶するものである。RAM に呼び出された参照データは、合焦状態評価部 4 0 から参照できるようになっている。

なお、レンズ 1 a が固定焦点レンズでかつ交換レンズでない場合には、参照データは 1 種類のみでよい。

【 0 0 4 0 】

図 7 に、データ記憶部 4 1 に記憶された参照データの一例を示した。

図 7 では、撮像面 M に対するレンズ 1 a の光軸に沿う方向の位置を、基準位置を 0 とし、至近位置側、すなわち、撮影レンズユニット 1 の物体側への繰り出し方向を負とする座標系で表している。- x_0 は、至近位置の限界を示す。

なお、座標系の取り方は任意であり、以下の座標系に沿う大小関係や正負方向の記述は、異なる座標系を採用する場合には、適宜読み替えるものとする。

【 0 0 4 1 】

一般用途向けの撮影光学系は可視領域の収差は良好に補正されているが、赤外領域の収差に対しては補正されていない場合が多い。すなわち、撮像素子面上では可視光と赤外領域光との集光状態は異なる。

可視領域画像信号 2 0 0 a の位置 x に対する合焦評価値の変化は、 $y = f(x)$ で表される。すなわち、曲線 3 0 2 で示すように、谷底部が湾曲した全体として V 字状の変化を示し、谷底部の $x = S 1$ では最小値となる極値をとり、位置 x が位置 $S 1$ から離れるにしたがって合焦評価値が略直線的に増大する。

一方、赤外領域画像信号 2 0 1 a の位置 x に対する合焦評価値の変化は、 $y = g(x)$ で表される。すなわち、曲線 3 0 3 で示すように、谷底部が湾曲した全体として V 字状の変化を示し、谷底部の $x = S 2$ で最小値となる極値をとり、位置 x が位置 $S 2$ から離れるにしたがって合焦評価値が略直線的に増大する。

【 0 0 4 2 】

ここで、位置 $S 1$ 、 $S 2$ の差は、レンズ 1 a の色収差に対応する焦点距離のずれ量に等しい。また、 $f(x)$ 、 $g(x)$ の関数形は、レンズ 1 a による集光状態の変化に対応しており、合焦評価値の種類によってはレンズ 1 a のレンズデータから計算することができる。また、直接的に計算できない場合でも、予めテストチャートなどの被写体を用い被写体の位置を変化させて撮影を行うことで、実験的に関数形を決定することができる。

また、参照データは、関数 $f(x)$ 、 $g(x)$ を近似式等で表した場合の各係数が記憶

10

20

30

40

50

されていてもよいし、位置 x と、関数値 $y = f(x)$ 、 $y = g(x)$ とからなる表データとして記憶されていてもよい。

【0043】

移動制御部 43 は、合焦状態評価部 40 から送出された移動量だけ撮影レンズユニット 1 を移動させる制御信号を焦点位置移動機構 5 に送出するものである。

【0044】

次に、カメラ 100 の動作について、オートフォーカス動作を中心に説明する。

図 8 は、本発明の第 1 の実施形態に係る焦点位置調整装置のオートフォーカス制御のフローチャートである。

【0045】

本実施形態のカメラ 100 では、電源が投入されると、装置全体の初期化動作が行われる。例えば、撮像制御部 3 が焦点位置移動機構 5 を駆動し、撮影レンズユニット 1 を基準位置に移動させる。

そして、撮影者がリリーススイッチ 8 を半押しすると、撮像制御部 3 によって、赤外領域光源 10 が発光され、図 8 に示すフローにしたがってオートフォーカス制御が開始される。

【0046】

ステップ S1 では、撮像制御部 3 により、焦点位置移動機構 5 を駆動して、撮影レンズユニット 1 を基準位置から光軸 O に沿う一定方向に移動させる。本実施形態では、基準位置から至近位置に対応するレンズ位置、すなわち、物体側に繰り出す方向に移動させる。本実施形態では、ステッピングモータで駆動するため、基準位置からの移動量は、ステップ状に変化する。一回の駆動量は、合焦精度に応じて、適宜設定することができる。

【0047】

次に、ステップ S2 では、撮像制御部 3 は、撮像素子 2 によって、被写体を撮像し、可視領域画像信号 200a および赤外領域画像信号 201a を生成する。そして、生成された可視領域画像信号 200a、および赤外領域画像信号 201a を、それぞれ第 1 および第 2 の画像信号として、合焦状態評価部 40 に送出する。

また、撮像制御部 3 は、レンズ情報信号 220 も合わせて合焦状態評価部 40 に送出する。

【0048】

次に、ステップ S3 では、合焦状態評価部 40 によって、可視領域画像信号 200a、赤外領域画像信号 201a に対する演算処理を行い、それぞれの合焦評価値を算出する。このとき、合焦評価値の算出は、レンズ情報信号 220 に応じて、データ記憶部 41 に記憶された参照データの種別を選択することで、適宜の関数形を表すデータもしくはデータテーブルを呼び出すことを行う。

例えば、現在位置を x とすると、それぞれの合焦評価値は、 $f(x)$ 、 $g(x)$ となる。

算出された合焦評価値 $f(x)$ 、 $g(x)$ は、焦点位置移動機構 5 の駆動量で表される位置情報 x とともに、データ記憶部 41 に記憶される。

【0049】

次に、ステップ S4 では、赤外領域画像信号 201a の合焦評価値 $g(x)$ と、予めデータ記憶部 41 に記憶され、レンズ情報信号 220 に基づいて選択された、参照データを参照して、現在位置 x が、赤外領域光の合焦位置 S2 を負方向側に超えたかどうかを判定する。ここで、判定ミス防止のため、超えたかどうかの判定基準は、合焦位置 S2、S1 の中間の所定位置 L1 を基準とし、 $x < L1$ の場合に、合焦位置 S2 を負方向側に超えたものと判定する。

参照データは、図 7 に示す曲線 302、303 のように、それぞれ略 V 字状の曲線となるため、それぞれの曲線上で 1 つの合焦評価値に対する撮影レンズユニット 1 の位置 x は、合焦位置 S1、S2 を除いて 2 つ存在するが、それら 2 つの位置では、他方の合焦評価値を参照すると、位置の判別が可能である。

10

20

30

40

50

例えば、可視領域画像信号200aから計算された合焦評価値が y_1 であった場合、 y_1 となる位置は、 $y_1 = f(L_1) = f(L_0)$ のため、位置 L_1 、 L_0 （ただし、 $L_0 < L_1$ ）のいずれかの可能性がある。

一方、赤外領域画像信号201aの合焦評価値では、 $g(L_1) < g(L_0)$ のように異なっているため、算出された赤外領域画像信号201aの合焦評価値を参照データの $g(L_1)$ 、 $g(L_0)$ と比較することで、位置が L_1 なのか L_0 なのかを判別することができる。

したがって、 $f(x)$ 、 $g(x)$ の値から参照データに基づいて、合焦位置 S_1 、 S_2 に対する現在位置 x の位置関係を知ることができる。

【0050】

現在位置 x が、合焦位置 S_2 の正方向側にあり、合焦位置 S_2 を負方向側に超えていないと判定された場合、すなわち、合焦位置 S_2 を超えていないか、超えているとしても位置 L_1 を超えていないと判定された場合には、ステップ S_1 に戻って上記ステップ S_1 ～ステップ S_3 を繰り返す。

現在位置 x が、例えば、 $x = L_1$ を超えて合焦位置 S_2 の負方向側にあると判定された場合には、ステップ S_5 に移行する。

【0051】

ステップ S_5 では、上記各ステップ S_3 でデータ記憶部41に記憶された合焦評価値 $g(x)$ を相互に比較して、最小値 $y_{min} = g(x_2)$ を探索し、最小値 y_{min} に対応する位置 x_2 を求める。そして、参照データに記憶された、合焦位置 S_2 、 S_1 の差を用いて、可視領域光による被写体の合焦位置 x_1 を次式のように求める。

$$x_1 = x_2 + (S_1 - S_2) \quad \dots (1)$$

【0052】

次に、ステップ S_6 では、次式で表されるステップ S_5 で求めた位置 x_1 と、ステップ S_5 における現在位置 x と差 x を、移動制御部43に送出する。

$$x = x_1 - x \quad \dots (2)$$

移動制御部43は、現在位置 x から x だけ、さらに物体側に撮影レンズユニット1を駆動するための制御信号を焦点位置移動機構5に送出する。これにより、撮影レンズユニット1が位置 x_1 に移動される。

移動制御部43は、位置 x_1 への移動が完了すると、合焦状態評価部40に移動が完了したことを通知する。そして、合焦状態評価部40は、合焦完了信号210を撮像制御部3に送出する。

以上で合焦が完了する。

【0053】

撮像制御部3では、合焦完了信号210を検出すると、必要に応じて、合焦を撮影者に知らせる表示などを行い、リリーススイッチ8のシャッタリリースを許可する。これにより、撮影者はシャッタを切って、撮影を行うことが可能となる。

【0054】

なお、レンズ1aが可変焦点レンズで、操作部から焦点距離を変えた場合には、撮像制御部3によって、焦点距離の変更が検知され、上記ステップ S_2 で送出されるレンズ情報信号220が切り替えられる。また、レンズ1aが交換レンズであって、レンズ交換が行われた場合には、交換時に、撮像制御部3によって、交換されたレンズ1aの光学特性が取得され、上記ステップ S_2 で送出されるレンズ情報信号220が切り替えられる。

このため、本実施形態では、焦点距離を切り替えたりレンズ1aを交換したりする場合であっても、合焦評価値の演算処理や、参照データを、それぞれの焦点距離やレンズの種類に適合するものに、自動的に切り替えることができる。

【0055】

このように、本実施形態によれば、撮像素子2が、IR光受光部20IRを備えることで、可視領域画像信号200aと赤外領域画像信号201aとを取得することができる。そして、赤外領域光に基づく赤外領域画像信号201aから合焦位置 x_2 を検出し、参照

10

20

30

40

50

データとして記憶されたレンズ 1 a の色収差によって決まる赤外領域光と可視領域光とのデフォーカス特性を利用して、可視領域光による合焦位置 x_1 に撮影レンズユニット 1 を移動させるオートフォーカス動作を行うことができる。

本実施形態では、撮影レンズユニット 1 を無限遠位置に対応する基準位置から物体側に向かって移動させてオートフォーカスを行うため、無限遠位置に対応する基準位置に近い長波長側の合焦位置 x_2 を検出するために移動してから、さらに同方向に移動して、合焦位置 x_1 に移動することができる。

このため、無限遠位置に対応する基準位置から 1 ステップずつ合焦状態を評価しながらレンズを移動させて、赤外領域より短波長側の可視光の合焦位置 x_1 を検出する従来のオートフォーカス制御に比べて、より基準位置に近い赤外領域光による合焦位置 x_2 を検出し、その後連続移動して可視光の合焦位置 x_1 に移動するので、短時間に合焦状態を検出し、合焦位置に向かってより高速で移動できる。このため、合焦動作をより高速化することができる。

また、このように無限遠位置に対応する基準位置から至近側に向かう一方向に移動して、合焦させることができるので、従来のように、合焦位置 x_1 を検出してから、一度逆方向にレンズ位置を戻して、再度合焦位置 x_1 に移動することなく、合焦動作を行うことができるため、迅速な合焦を行うことができる。また、焦点位置移動機構 5 が、例えば、駆動機構のバックラッシュなどによって、移動方向の変更により移動位置誤差が発生しやすい機構を採用しても、移動方向の変更による移動位置誤差が発生しないため、高精度に合焦することができる。

【 0 0 5 6 】

また、従来の T T L 位相差検出方式のように、撮影レンズ透過後の光束を分割する光学系と分割後の光束の位置検出を行う光センサなどを配置することなく、簡素な構成によりオートフォーカスを行うことができる。

【 0 0 5 7 】

次に、上記第 1 の実施形態の変形例について説明する。

図 9 (a) は、本発明の第 1 の実施形態の変形例に係る焦点位置調整装置に用いる撮像素子の合焦状態評価エリアの単位受光部の配列を示す模式的な部分拡大図である。図 9 (b) は、図 9 (a) における C - C 断面図である。

【 0 0 5 8 】

本変形例は、上記第 1 の実施形態の撮像素子 2 に代えて、撮像素子 2 A を備えるものである。以下、上記第 1 の実施形態と異なる点を中心に説明する。

撮像素子 2 A は、図 9 (a)、(b) に示すように、撮像素子 2 の合焦状態評価エリア 2 0 a における I R 光受光部 2 0 I R を、I R 光受光部 2 1 I R に代えたものである。

I R 光受光部 2 1 I R は、赤外領域光のみに感度を有する受光部 2 1 b からなる。

【 0 0 5 9 】

本変形例の構成によれば、受光部 2 1 b の受光輝度によって赤外領域画像信号 2 0 1 a を生成することができる。受光部 2 1 b は、赤外領域光のみに感度を有するため、波長選択フィルタなどが不要となるため、光量損失を低減することができる。この結果、赤外領域光源 1 0 の発光出力を低減することができるので、カメラ 1 0 0 を小型化、低消費電力化することができる。

【 0 0 6 0 】

[第 2 の実施形態]

次に、本発明の第 2 の実施形態に係る焦点位置調整装置について説明する。

図 1 0 は、本発明の第 2 の実施形態に係る焦点位置調整装置の焦点位置と合焦評価値の比との関係を示す模式的なグラフである。横軸は光軸に沿う方向の位置、縦軸は合焦評価値を示す。

【 0 0 6 1 】

本実施形態の焦点位置調整装置 1 1 0 A は、図 1 に示すように、上記第 1 の実施形態の焦点位置調整装置 1 1 0 において、焦点位置制御部 4 に代えて焦点位置制御部 4 A を備え

10

20

30

40

50

、第1の実施形態のカメラ100に好適に用いることができるものである。

焦点位置制御部4Aは、焦点位置制御部4の合焦状態評価部40を合焦状態評価部40Aに代えたものである。以下、上記第1の実施形態と異なる点を中心に説明する。

【0062】

本実施形態の合焦状態評価部40Aは、上記第1の実施形態の合焦状態評価部40と同様に、可視領域画像信号200a、および赤外領域画像信号201aに画像処理を施して、それぞれから合焦評価値を演算するもので、合焦状態評価部40と同様に、例えばコンピュータなどから構成される。

ただし、本実施形態による合焦評価値は、上記第1の実施形態の合焦状態評価部40と同様にして、赤外領域画像信号201aおよび可視領域画像信号200aに基づく合焦評価値を求めてから、赤外領域画像信号201aに基づく合焦評価値に対する可視領域画像信号200aに基づく合焦評価値の比Rとして算出する点が上記第1の実施形態と異なる。

10

比Rを求めるための各合焦評価値は、上記第1の実施形態と同様に種々の評価値を採用することができる。以下では、光束の広がり径をRMS値の場合の例で説明する。

【0063】

また、合焦状態評価部40Aでは、算出された比Rを、データ記憶部41に記憶された、比Rと可視領域光の焦点位置との関係を示す参照データに基づいて評価し、合焦位置に移動するための光軸に沿う方向の移動量を算出する。そして、この移動量の情報を移動制御部43に送出する。

20

また、合焦状態評価部40Aは、移動制御部43から移動が完了したことを検知すると合焦完了信号210を、撮像制御部3に送出する。

【0064】

図10に、データ記憶部41に記憶された参照データの一例を示した。

図10は、上記第1の実施形態で説明した図2に示す例に対応する参照データであり、焦点距離14.25mmのレンズ1aの撮像面Mに対する焦点位置を、無限遠から至近位置の中間状態である $MG = -0.033$ の位置に合わせたときに、至近位置から無限遠まで物体撮影を試みた際の被写体からの光束の広がり径をRMS値でプロットしたものである。ここで、横軸は、物体距離に対応する横倍率MGで表している。曲線303は、可視領域である波長546.07nmのRMS値に対する赤外領域である波長900nmのRMS値の比Rを示す。

30

このような曲線303は、データ記憶部41には、位置情報に対するRMS値の比Rの値が、適宜の関数形を表すデータもしくはデータテーブルの形で記憶されている。

曲線303に示すように、比Rは、横倍率MGが、 $MG = 0 \sim -0.022$ で減少して、 $MG = -0.022$ となる位置S2で最小値 R_{min} をとり、 $MG = -0.022 \sim -0.038$ で増大して、 $MG = -0.038$ となる位置S1で最大値 R_{max} をとり、 $MG = -0.038 \sim -$ の間で、S字状曲線を描いて減少してから $R = 1$ に漸近する曲線を描き、位置S2、S1の近傍にそれぞれ谷部、頂部を有するような曲線を描いている。

ここで、位置S1、S2の差は、レンズ1aの色収差に対応する焦点距離のずれ量に等しい。

40

【0065】

次に、本実施形態の焦点位置調整装置110Aの動作について合焦動作を中心に説明する。

上記第1の実施形態と同様に、撮像制御部3から可視領域画像信号200a、赤外領域画像信号201aが送出されると、合焦状態評価部40Aによって、各画像信号に応じて、現在位置でのRMS値が算出され、それらの比Rが算出される。例えば、位置Laでは比 $R = a$ が算出され、位置Lbでは比 $R = b$ が算出される。

【0066】

例えば、 $1 < a < R_{max}$ のような $R = a$ が得られた場合、曲線303から、現在位置は、LaまたはLa'の2箇所に絞られる。

50

そこで、合焦状態評価部 40A は、移動制御部 43 に制御信号を送出して、焦点位置移動機構 5 を駆動し、撮影レンズユニット 1 を無限遠側または至近側に一定距離だけ移動させる。この一定移動距離は、位置 L_a と位置 S_1 との差、および位置 L_a' と位置 S_1 との差のうち小さい方を超えない適宜距離とする。

【0067】

例えば、無限遠側（グラフの正方向側）に移動して位置 L_b に到達したとする。位置 L_b で、同様にして、可視領域画像信号 200a、赤外領域画像信号 201a を取得して、位置 L_b での比 R を求める。例えば、図示の状態では、 $R = b$ であり、 $a < b < R_{max}$ である。

これにより、合焦状態評価部 40A は、移動前の位置が位置 L_a であって、位置 L_a' ではなかったと判定する。もし、 $R = a$ であった移動前の位置が位置 L_a' であったとすると、 $b < a$ でなければならないからである。

また、同様に、移動後の現在位置は、 $R = b$ となる位置のうち、位置 L_b' ではなく、位置 L_b であることが分かる。

このようにして、合焦状態評価部 40A は、現在位置 L_b と合焦位置である位置 S_1 との間の距離をデータ記憶部 41 に記憶された参照データから取得して、位置 S_1 に移動するための制御信号を移動制御部 43 に送出する。

これにより、焦点位置移動機構 5 が駆動され、撮影レンズユニット 1 は合焦位置である位置 S_1 に移動される。

このようにして、合焦が完了する。

【0068】

本実施形態の合焦状態評価部 40A によれば、合焦評価値の比に基づいた参照データを記憶しておくことで、少なくとも 2 回の移動によって取得された 2 箇所における合焦評価値の比から合焦位置への移動距離、移動方向を算出し、オートフォーカス動作を行うことができる。したがって、例えば、従来の山登り制御方式のように、合焦状態を繰り返し評価しながら、合焦位置を越える位置を探索するため、多数回の移動および合焦評価を繰り返し行うことなく、移動および合焦評価の回数を格段に低減できるので、迅速なオートフォーカス動作を行うことができる。

また、本実施形態における合焦評価は、合焦位置 S_1 から離れた 2 箇所でも行うことができるため、現在位置がどこであっても同様に最低 3 回の移動でオートフォーカス動作を行うことができる。1 回ごとの移動は、与えられた移動距離だけ連続移動する移動動作となるため、細かいステップでの単位移動を繰り返して同距離だけ間欠的に移動する場合に比べて格段に高速な移動を行うことができる。

【0069】

また、本実施形態では、参照データとして、合焦位置が異なる 2 波長の合焦評価値の比を用いることにより、例えば、第 1 の実施形態に用いた合焦評価値の変化に比べて、合焦位置の近傍での参照データの変化が急峻となっている。このため、合焦位置精度を向上することができる。

【0070】

次に、本実施形態の変形例について説明する。

本変形例は、参照データとして、上記第 2 の実施形態の曲線 303 の変化率を表す曲線を採用したものである。曲線 303 を、MG で表した位置を x として、 $R = H(x)$ と表す。すると、曲線 303 の変化率 $r(x)$ は、 $x = C$ （一定）として、 $r(x) = \{H(x + \Delta x) - H(x)\} / \Delta x$ のように算出することができる。この変化率 $r(x)$ は曲線 303 から一義的に決まるものである。

ここで、一定値 C は、例えば、焦点位置移動機構 5 の最小送り量などをとればよい。例えば、レンズ 1a を、 $MG = 0.002$ ずつ移動させるとした場合、 $C = 0.002$ とする。

変化率 $r(x)$ は、 x を MG の軸上で変化させたとき、 $x = S_1$ 、 S_2 の位置にて傾きがほぼゼロ（極値 = 合焦位置）の曲線となる。

10

20

30

40

50

例えば、曲線303の場合、レンズ1aを、 $x = -0.1$ から、 $x = 0$ に向かって一定速度で移動させると、変化率 $r(x)$ は、正ゼロ(S1)負ゼロ(S2)正のように変化する。この変化率 $r(x)$ は、曲線303の場合、位置 x に1対1に対応しているので、この位置 x における変化率 $r(x)$ をデータテーブルとして記憶しておく。

オートフォーカスは、現在位置 $x = La$ で、比 $R = a$ を取得し、その後、無限遠側に、 $x = 0.002$ だけ、レンズ1aを移動させた位置 Lb で、 $R = b$ を取得する。そして、これらから $r = (a - b) / (La - Lb)$ を算出する。そして、この位置 La における変化率 r を、データテーブルの $r(x)$ と比較して、位置 La を検出する。そして、データテーブルから合焦位置 $S1$ までの移動方向および移動距離を求めて、合焦位置 $S1$ にレンズ1aを駆動する。これによりオートフォーカス動作を行うことができる。

10

【0071】

ただし、レンズ1aのデフォーカス特性によっては、変化率 $r(x)$ が、 x に固有の関数とならない場合がある。例えば、図10において、 -0.08 MG S1とS2 MG 0の範囲では、変化率が正となるため、現在位置がいずれの領域か判断できない場合があり得る。すなわち、位置 x と変化率 $r(x)$ とが1対1に対応しない場合がある。

このような場合、予めレンズ1aのデフォーカス特性に基づいて、データテーブルを作成する際に分かるので、(1)これらの領域で、変化率が重ならないように、 $x = C$ の値を選定しておくか、あるいは(2)変化率 $r(x)$ に加えて、比 $R = H(x)$ を加えた複合テーブルデータを作成し、位置 x に対して変化率 $r(x)$ と比 $R = H(x)$ の組み合わせが一意に定まるようにしておくことで、位置 x の検出が可能である。

20

【0072】

このように、本変形例では、1回の微小移動前後における2箇所での合焦評価値から、合焦評価値の比の変化率 r を算出することで、合焦位置を検出することができるので、迅速なオートフォーカス動作を行うことができる。

【0073】

なお、上記の説明では、第1の画像信号が可視領域光を光電変換した画像信号であり、第2の画像信号が赤外領域光を光電変換した画像信号である場合の例で説明したが、第1および第2の画像信号は、異なる波長を有し色収差に十分な差がある波長光であれば、それぞれ適宜の波長光による画像信号を採用することができる。

【0074】

30

また、上記の第2の実施形態の説明では、2箇所の位置における合焦評価値の比を算出して、参照データを参照することによって合焦位置まで移動量を求める場合の例で説明したが、

撮影光学系を一定方向に駆動して、各移動位置で合焦評価値の比を算出し、例えば、山登り制御方式と同様にして、ピーク検出を行い、合焦評価値の比のピーク位置に合焦動作を行うようにしてもよい。この場合、合焦評価値の比は、合焦評価値の変化に比べてより急峻な変化を示すので、合焦検出の感度に優れており、単に合焦評価値のピーク検出を行う場合に比べて、少ない合焦評価回数でも合焦位置を検出することができる。

【0075】

また、上記の各実施形態、変形例に説明したすべての構成要素は、本発明の技術的思想の範囲で適宜組み合わせる実施することができる。

40

【符号の説明】

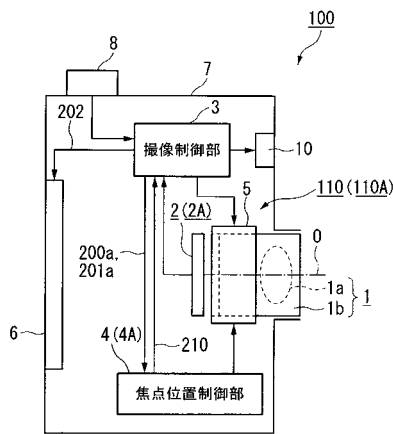
【0076】

- 1 撮影レンズユニット
- 1 a レンズ(撮影光学系)
- 2、2 A 撮像素子(撮像部)
- 2 b 受光部
- 3 撮像制御部(撮像部)
- 4、4 A 焦点位置制御部
- 5 焦点位置移動機構

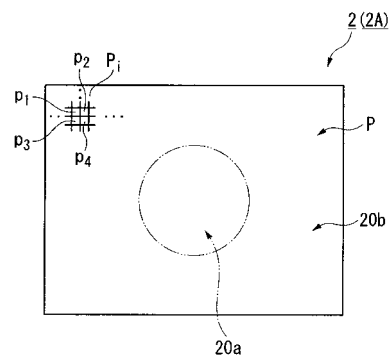
50

- 9 画像記憶部
- 10 赤外領域光源
- 20B B光受光部
- 20G G光受光部
- 20IR IR光受光部
- 20R R光受光部
- 21IR IR光受光部
- 21b 受光部
- 40、40A 合焦状態評価部
- 41 データ記憶部
- 43 移動制御部
- 100 カメラ
- 110、110 焦点位置調整装置
- 200a 可視領域画像信号(第1の画像信号)
- 201a 赤外領域画像信号(第2の画像信号)
- M 撮像面
- f(x)、g(x) 合焦評価値
- R 比(合焦評価値)

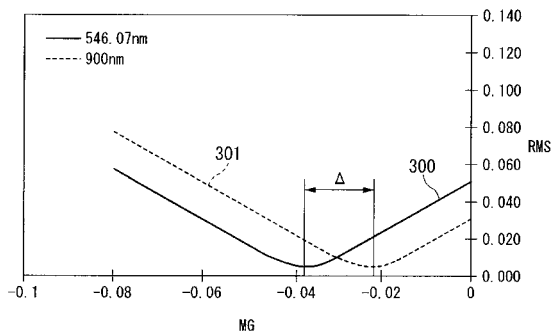
【図1】



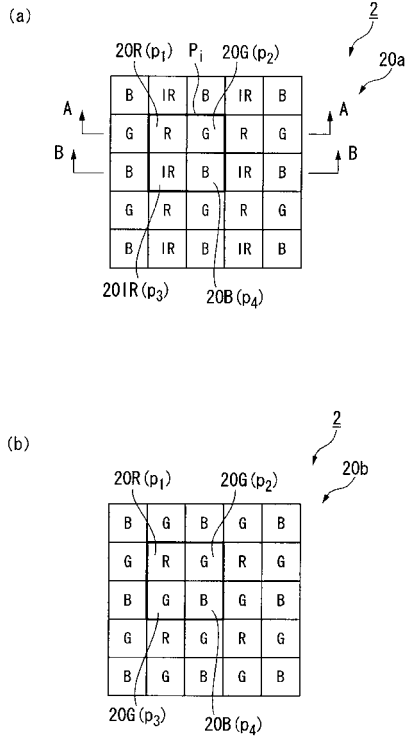
【図3】



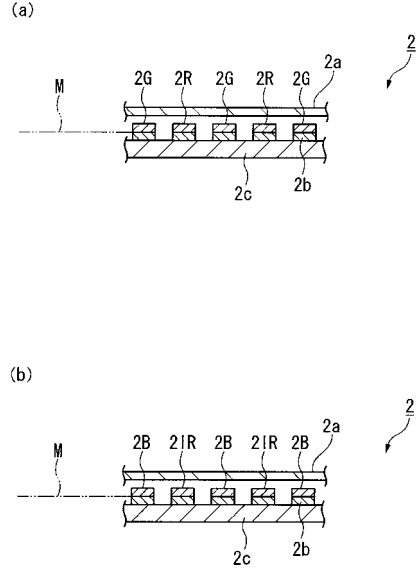
【図2】



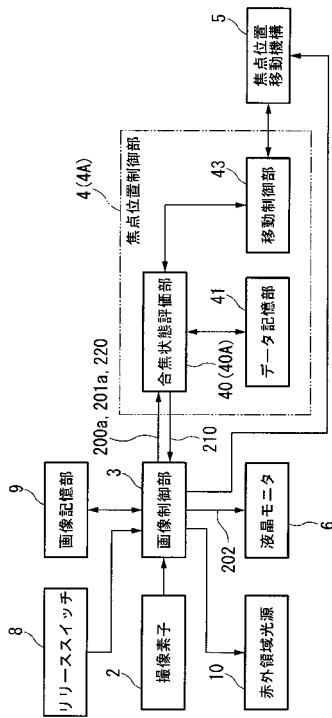
【 図 4 】



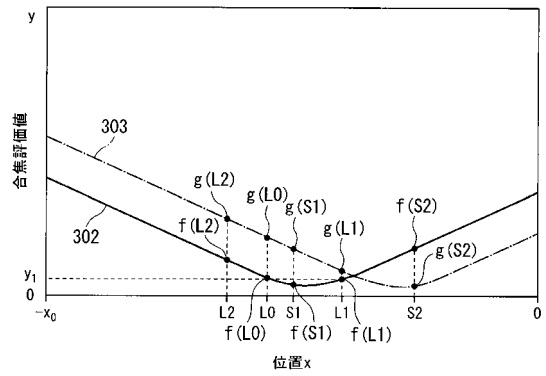
【 図 5 】



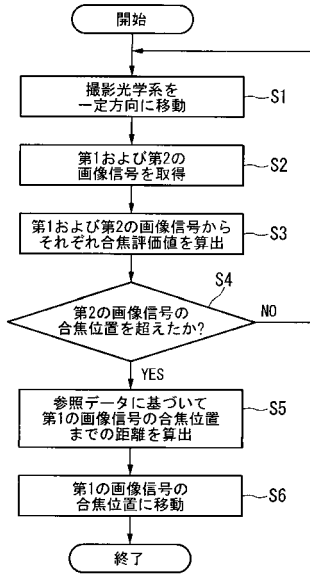
【 図 6 】



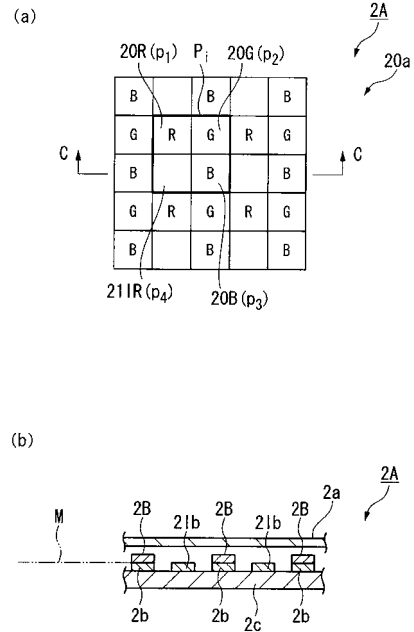
【 図 7 】



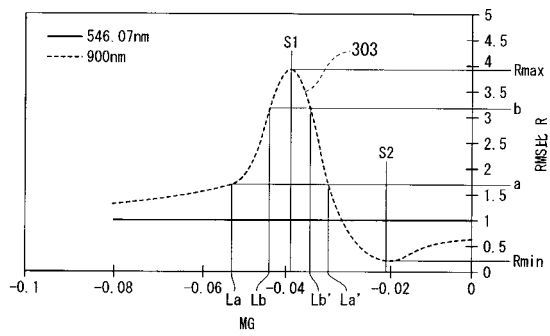
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

- (72)発明者 足立 要人
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリパス株式会社内
- (72)発明者 永岡 利之
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリパス株式会社内

審査官 居島 一仁

- (56)参考文献 特開平10-200904(JP,A)
特開平05-045574(JP,A)
特開2000-275511(JP,A)
特開2006-330272(JP,A)
特開2001-251648(JP,A)
特開平01-246516(JP,A)
特開平03-204277(JP,A)
特開昭63-053510(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B7/28-7/40
G03B13/36
H04N5/222-5/257