

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-102436

(P2014-102436A)

(43) 公開日 平成26年6月5日(2014.6.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 7/34 (2006.01)	G02B 7/11 C	2H011
G02B 7/28 (2006.01)	G02B 7/11 N	2H151
G03B 13/36 (2006.01)	G03B 3/00 A	5C122
H04N 5/232 (2006.01)	H04N 5/232 H	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2012-255509 (P2012-255509)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成24年11月21日 (2012.11.21)		キヤノン株式会社
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
		(74) 代理人	100076428
			弁理士 大塚 康徳
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

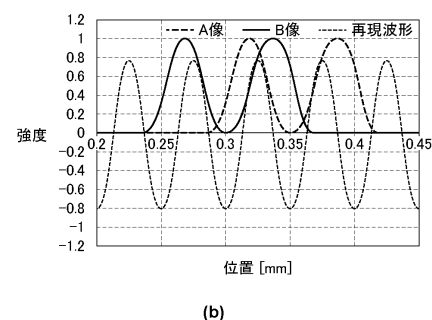
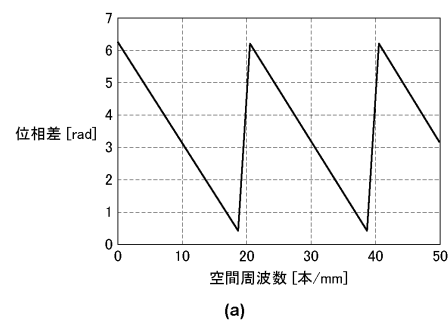
(54) 【発明の名称】 焦点検出装置及び方法、及び撮像装置

(57) 【要約】

【課題】被写体が持つ空間周波数に依存しない精度の高い焦点検出を可能とすること。

【解決手段】撮影レンズの異なる瞳領域を透過した光束をそれぞれ受光して、前記異なる瞳領域に対応した一对の画像を出力する像生成手段(106、300)から得られた、前記一对の画像の位相差が最も小さくなるか、または最も 2π に近づく空間周波数を求め(図9)、該空間周波数から前記一对の画像の像ずれ量を求める演算手段(150、154)と、前記演算手段により求めた前記像ずれ量に基づいて、前記撮影レンズを合焦させるための前記撮影レンズの制御量を求める合焦制御手段(150、250、251)とを有する。

【選択図】 図9



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮影レンズの異なる瞳領域を透過した光束をそれぞれ受光して、前記異なる瞳領域に対応した一对の画像を出力する像生成手段から得られた、前記一对の画像の位相差が最も小さくなるか、または最も 2π に近づく空間周波数を求め、該空間周波数から前記一对の画像の像ずれ量を求める演算手段と、

前記演算手段により求めた前記像ずれ量に基づいて、前記撮影レンズを合焦させるための前記撮影レンズの制御量を求める合焦制御手段と

を有することを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 2】

前記演算手段は、前記一对の画像をそれぞれフーリエ変換し、変換された前記一对の画像を位相に変換して、前記空間周波数を求めることを特徴とする請求項 1 に記載の焦点検出装置。

【請求項 3】

前記演算手段は、前記空間周波数の逆数を前記像ずれ量として求めることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の焦点検出装置。

【請求項 4】

前記撮影レンズのレンズ情報を取得する取得手段を更に有し、

前記演算手段は、更に、前記レンズ情報に基づいて前記瞳領域の口径蝕を計算し、該口径蝕に基づいて前記一对の画像の非対称性を修正し、該修正した一对の画像を用いて前記空間周波数を求めることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の焦点検出装置。

【請求項 5】

前記演算手段は、前記制御量が予め決められた範囲外である場合に、前記口径蝕に基づく非対称性を修正した前記一对の画像を用いて、前記空間周波数を求めることを特徴とする請求項 4 に記載の焦点検出装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の焦点検出装置と、

前記像生成手段と

を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 7】

前記像生成手段は、前記一对の画像を生成する第 1 の像生成手段と、前記一对の画像と記録用の画像とを生成する第 2 の像生成手段とを含み、動画を撮影する場合には、前記一对の画像は前記第 2 の像生成手段から出力され、動画を撮影しない場合には、前記一对の画像は前記第 1 の像生成手段から出力されることを特徴とする請求項 6 に記載の撮像装置。

【請求項 8】

前記第 2 の像生成手段は複数の画素が 2 次元に配置されて成る撮像素子であって、前記複数の画素の少なくとも一部が、それぞれ、前記撮影レンズの異なる瞳領域を透過した光束をそれぞれ受光する複数の光電変換部に分割されていることを特徴とする請求項 7 に記載の撮像装置。

【請求項 9】

演算手段が、撮影レンズの異なる瞳領域を透過した光束をそれぞれ受光して、前記異なる瞳領域に対応した一对の画像を出力する像生成手段から得られた、前記一对の画像の位相差が最も小さくなるか、または最も 2π に近づく空間周波数を求め、該空間周波数から前記一对の画像の像ずれ量を求める演算工程と、

合焦制御手段が、前記演算工程で求めた前記像ずれ量に基づいて、前記撮影レンズを合焦させるための前記撮影レンズの制御量を求める合焦制御工程と

を有することを特徴とする焦点検出方法。

【請求項 10】

前記演算工程では、前記一对の画像をそれぞれフーリエ変換し、変換された前記一对の画像を位相に変換して、前記空間周波数を求めることを特徴とする請求項 9 に記載の焦点検出方法。

【請求項 11】

前記演算工程では、前記空間周波数の逆数を前記像ずれ量として求めることを特徴とする請求項 9 または 10 に記載の焦点検出方法。

【請求項 12】

取得手段が、前記撮影レンズのレンズ情報を取得する取得工程と、

前記演算手段が、更に、前記レンズ情報に基づいて前記瞳領域の口径蝕を計算し、該口径蝕に基づいて前記一对の画像の非対称性を修正する修正工程と、

前記演算手段が、前記修正した一对の画像を用いて前記空間周波数を求め、該空間周波数から前記一对の画像の像ずれ量を求める再演算工程と

を有することを特徴とする請求項 9 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の焦点検出方法。

【請求項 13】

前記演算手段が、前記制御量が予め決められた範囲外である場合に、前記修正工程及び前記再演算工程を実行することを特徴とする請求項 12 に記載の焦点検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮影レンズの異なる瞳領域を透過した光束により生成される像を用いて撮影レンズの焦点状態を検出する焦点検出装置及び方法、及び撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、撮像装置であるデジタルカメラに用いられる焦点検出方式には、ビデオカメラ及びコンパクトカメラで多く用いられているコントラスト検出方式や、一眼レフカメラで多く用いられている位相差検出方式等がある。一般に、一眼レフカメラに用いられる位相差方式の焦点検出方式では、撮影光路に設置されたハーフミラー等により光束をファインダー光学系と焦点検出光学系とに分割して検出を行うため、静止画を撮影する場合に用いられる。焦点検出光学系は、通常、撮影レンズの異なる瞳領域を透過した光束を受光する 2 以上の再結像レンズ、絞り及び撮像素子とで構成されている。

【0003】

撮影レンズの焦点状態は、撮影レンズの異なる瞳領域を透過した光束により生成される 2 つの焦点検出像の像ずれ量より算出される。2 つの焦点検出像の像ずれ量は、2 つの焦点検出像に対して相関演算を行うことにより算出され、その算出方法は例えば特許文献 1 等に開示されている。

【0004】

一方、撮像素子により撮影を行うカメラにおいて動画画像を観察したり記録したりする場合、コントラスト検出方式の焦点調節方法が用いられるのが一般的である。コントラスト検出方式の焦点調節方法は、撮影レンズのフォーカスレンズを光軸方向に移動しながら撮像素子で撮像された画像の高周波成分を抽出し、コントラストがピークとなるレンズ位置を検出して焦点調節を行うものである。しかしながら、コントラスト検出方式の焦点調節方法では、フォーカスレンズを動かしながら画像のコントラストを比較するため、高速で焦点調節を行うことができない。また、近年では一眼レフカメラでも動画を撮影することが可能となり、動画撮影中も高速に焦点調節を行うことが望まれている。

【0005】

そこで本出願人は、CMOS 型撮像素子の一部を構成するオンチップマイクロレンズ 1 つに対して 2 つの光電変換部を設けることにより、位相差方式の焦点検出が可能な撮像装置の特許文献 2 に開示している。特許文献 2 に開示された撮像素子では、オンチップマイクロレンズは撮影レンズの瞳と 2 つの光電変換部とが共役関係になるように構成されている。その結果、各光電変換部には撮影レンズの異なる瞳領域を透過した光束が入射するた

10

20

30

40

50

め、各光電変換部で得られた画像を用いて公知の位相差方式の焦点検出を行うことが可能となっている。

【0006】

また、撮影レンズの異なる瞳領域を透過した光束により生成される焦点検出像を用いて撮影レンズの焦点状態を検出する際、焦点検出像の予め決められた空間周波数の位相を検出して焦点状態を求める焦点検出方法が特許文献3に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開昭63-18314号公報

10

【特許文献2】特開2001-124984号公報

【特許文献3】特公昭62-37634号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献3の方法では、検出された焦点検出像の予め決められた空間周波数の位相を用いて焦点状態を求める場合、被写体が検出に用いる予め決められた空間周波数成分を含んでいなければ精度の高い焦点検出ができないという欠点があった。

【0009】

本発明は上記問題点を鑑みてなされたものであり、被写体が持つ空間周波数に依存しない精度の高い焦点検出を可能とすることを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために、本発明の焦点検出装置は、撮影レンズの異なる瞳領域を透過した光束をそれぞれ受光して、前記異なる瞳領域に対応した一对の画像を出力する像生成手段から得られた、前記一对の画像の位相差が最も小さくなるか、または最も 2π に近づく空間周波数を求め、該空間周波数から前記一对の画像の像ずれ量を求める演算手段と、前記演算手段により求めた前記像ずれ量に基づいて、前記撮影レンズを合焦させるための前記撮影レンズの制御量を求める合焦制御手段とを有する。

【発明の効果】

30

【0011】

本発明によれば、被写体が持つ空間周波数に依存しない精度の高い焦点検出を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施の形態における撮像装置の概略構成を示す図。

【図2】実施の形態の撮像素子の構成の一例を説明するための図。

【図3】実施の形態の瞳分割の概念を説明するための図。

【図4】実施の形態に係る撮像装置の概略構成を示すブロック図。

【図5】実施の形態に係る撮像処理を示すフローチャート。

40

【図6】実施の形態に係る焦点検出1の処理を示すフローチャート。

【図7】実施の形態に係る焦点検出2の処理を示すフローチャート。

【図8】実施の形態に係る位相情報の演算処理方法を説明するための図。

【図9】実施の形態に係る位相情報の演算処理方法を説明するための図。

【図10】実施の形態に係る位相情報の演算処理方法を説明するための図。

【図11】実施の形態に係る他の被写体を撮影した場合の位相情報の演算処理方法を説明するための図。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、添付図面を参照して本発明を実施するための最良の形態を詳細に説明する。ただ

50

し、本形態において例示される構成部品の寸法、形状、それらの相対配置などは、本発明が適用される装置の構成や各種条件により適宜変更されるべきものであり、本発明がそれらの例示に限定されるものではない。

【0014】

図1は、本発明の実施の形態における撮像装置であるデジタルカメラの概略構成を示す図であり、図1(a)は光学ファインダーを用いた観察状態を示し、図1(b)は被写体を撮影している状態を示している。本実施の形態におけるデジタルカメラは、カメラ本体100に対してカメラ側マウント111とレンズ側マウント201を介して撮影レンズ200が着脱可能な一眼レフタイプのデジタルカメラとして構成されている。

【0015】

撮影レンズ200は複数のレンズ群203と絞り204とから構成されており、図1(a)に示すように観察状態では撮影レンズ200を透過した被写体光は、カメラ本体100の跳ね上げミラー101で反射してピント板102近傍に収斂する。さらにピント板102で拡散透過した被写体光は、ペンタダハプリズム103及び接眼レンズ104を介して、不図示の撮影者の目に導かれる。

【0016】

なお、跳ね上げミラー101はハーフミラーで、跳ね上げミラー101を透過した一部の被写体光はサブミラー105で反射して焦点検出装置106に導かれる。焦点検出装置106は第1の像生成手段で、撮影レンズ200の異なる瞳領域を透過した光束を受光する2以上の再結像レンズ及びラインセンサとで構成されている。再結像レンズの縮小倍率は1/10で、被写体光をラインセンサ上に結像している。焦点検出装置106は、撮影レンズ200の異なる瞳領域を透過する光束により生成される一対の像を出力し、演算手段はこの一対の像に基づいて撮影レンズ200の焦点状態を検出する。なお、焦点検出装置106は静止画を撮影する場合に用いられる。

【0017】

また、撮影レンズ200の予定結像面には撮像素子(イメージセンサ)300が配設されている。撮像素子300は複数の画素が2次元に配置されて成る第2の像生成手段で、1画素が複数の光電変換部に分割され、各光電変換部は撮影レンズ200の異なる瞳領域を透過した光束を受光するように構成されている。

【0018】

また、本実施の形態のデジタルカメラは動画を撮影することが可能で、動画撮影時には図1(b)に示すように跳ね上げミラー101及びサブミラー105が撮影光路から退避し、シャッター107が開口状態に設定される。この時、撮像素子300で撮影された画像は、液晶表示素子109で視認できるようになっている。

【0019】

次に、撮像素子300の構成の一例について、図2を参照して説明する。図2(a)は、撮像素子300にベイヤー配列の原色カラーモザイクフィルタがオンチップで形成された場合の画素配列を示す図であり、ここでは、4行×4列分の画素範囲を示している。画素群310は2行×2列の画素からなり、対角2画素に緑(G)の分光感度を有する画素310Gを配置し、他の2画素に赤(R)の分光感度を有する画素310Rと青(B)の分光感度を有する画素310Bを配置している。図2(b)は画素310Gを拡大したものであり、瞳分割用に複数の光電変換部(以下、「副画素311a、311b」と呼ぶ。)を有している。画素310R、310Bも同様に、それぞれ2つの副画素311a、311bを有し、いずれの画素も、副画素311a、311bそれぞれから独立に受光して得られた像信号を出力可能である。このように独立に得られた像信号を、焦点検出に使用することも、また、画素毎に加算することで撮像に使用することもできる。このような構成を有する画素群310が繰り返し配列されている。なお、図2に示す構成では、すべての画素が副画素311a、311bを有するものとしているが、副画素を有する画素を、撮像素子300内に離散的に配置してもよい。離散的に配置した場合には、カラーフィルタの代わりに、透明なフィルタで覆うように構成しても良い。

10

20

30

40

50

【0020】

図2(c)は、図2(b)のa-aでの断面図である。図2(c)において、320はp型層、312はオンチップマイクロレンズ、313は主にGの帯域の光を透過するカラーフィルタである。p型層320に包含されるように2つのn型層が形成され、副画素311a、311bが構成されている。副画素311a、311bは、光軸に対してそれぞれ、+x方向、-x方向に偏心している。これにより、1つのマイクロレンズ312を用いて瞳分割を行うことができる。なお、カラーフィルタ313が透過する光の帯域が、それぞれ主にRの帯域及びBの帯域であるところが異なる以外、画素310R及び310Bも同様の構成を有する。

【0021】

10

次に、図2(b)に示した撮像素子300に含まれる画素の1つである画素310Gを例として、瞳分割の概念について図3を参照して説明する。射出瞳301の大きさは、絞りの開口の大きさや、レンズを保持するレンズ枠などの大きさによって変化する。また、302aは副画素311aを撮影レンズ200の射出瞳位置に投影した形状、302bは副画素311bを撮影レンズ200の射出瞳位置に投影した形状を示している。

【0022】

20

ここで、x方向に規則的に配列された副画素311aから取得した像信号をA像（結像光学系の異なる射出瞳領域を通過した一对の光束から得た像信号の一方）とする。同様に、x方向に規則的に配列された副画素311bから取得した像信号をB像（結像光学系の異なる射出瞳領域を通過した一对の光束から得た像信号の他方）とする。そして、A像とB像の相対的な像ずれ量から相関演算を用いてデフォーカス量（制御量）を算出することで、結像光学系の焦点位置を算出することができる。このようにして求めた焦点位置に基づいて、結像光学系の焦点ずれ量を調節する。なお、ここではx方向に輝度分布を有する被写体に対応した構成について説明したが、同様の構成をy方向にも展開することでy方向に輝度分布を有する被写体にも対応した構成をとることが可能である。

【0023】

また、各画素に2つに光電変換部が構成されている場合について説明したが、3つ以上の光電変換部を構成し、得られた像信号を加算、間引きするなどして一对の画像を得るようにしてもよい。

【0024】

30

次に、本実施の形態における撮影動作について、図4のデジタルカメラの概略構成を示すブロック図及び図5の撮像処理のフローチャートを参照して説明する。

【0025】

図5のフローチャートにおいて、カメラ本体100の不図示の電源がONされると（S101でYES）、カメラ本体100を制御するカメラCPU150は動画撮影を指示する操作スイッチa151の状態を確認する（S102）。使用者によって操作スイッチa151がONされ、動画撮影が指示されていれば（S102でYES）、カメラCPU150は図1(b)に示すように跳ね上げミラー101及びサブミラー105を撮影光路から退避させる。更に、シャッター制御回路156を介してシャッター107を開口状態にする。また、カメラCPU150は、レンズCPU250を介して絞り制御回路252により絞り204を制御して、適切な露光となるように調整する。

40

【0026】

撮影を行うための準備が整うと、カメラCPU150は撮像素子制御回路153を介して撮像素子300による被写体の撮影を行う（S103）。撮像素子300で撮影された画像は演算回路154で表示用の画像に処理され、液晶表示素子制御回路155を介して液晶表示素子109に表示される（S104）。更に、演算回路154にて記録用の画像に画像処理された画像は、メモリ回路157に記録される（S105）。なお、画像を記録する先は着脱可能な記録メディアでも構わない。

【0027】

画像の記録を行いながら、演算手段であるカメラCPU150及び演算回路154は、

50

撮像素子300で撮影された画像に基づいて撮影レンズ200の焦点状態を検出する(S200)。なお、S200における処理(焦点検出1)については、図6を参照して後述する。

【0028】

撮影レンズ200の焦点状態が検出されると、検出された焦点状態に基づいて合焦制御を行う。まず、カメラCPU150は合焦判定を行い(S106)、撮影レンズ200が合焦状態でなければ(S106でNO)、カメラCPU150は算出された撮影レンズ200のデフォーカス量をレンズCPU250に送信する。レンズCPU250は、撮影レンズ200のデフォーカス量をフォーカスレンズのステップ駆動量に変換した後、フォーカスレンズ駆動回路251に信号を送信してフォーカスレンズを駆動する(S107)。

10

【0029】

引き続きカメラCPU150は動画撮影を指示する操作スイッチa151の状態を確認し、操作スイッチa151がON状態であれば(S102でYES)、S103に進んで、上述した動画撮影を継続する。

【0030】

一方、動画撮影を指示する操作スイッチa151がOFFであれば(S102でNO)、カメラCPU150は静止画撮影を指示する操作スイッチb152の状態を確認する(S108)。操作スイッチb152にて静止画撮影の前段操作(SW1)が実行されていなければ(S108でNO)、S101に戻る。

【0031】

操作スイッチb152にて静止画撮影のため前段操作(SW1 ON)が実行されると、撮影レンズ200の焦点状態の検出が実行される(S300)。なお、このときの跳ね上げミラー101及びサブミラー105は撮影光路に挿入された図1(a)に示す状態である。焦点検出を行うための計算は、焦点検出装置106から出力される画像に基づいて、カメラCPU150及び演算回路154からなる演算手段で行われる。なお、S300における処理(焦点検出2)については、図7を参照して後述する。

20

【0032】

撮影レンズ200の焦点状態が検出されると、検出された焦点状態に基づいて合焦制御を行う。まず、演算手段より算出された撮影レンズ200のデフォーカス量より、撮影レンズ200が合焦状態であれば(S110でYES)、カメラCPU150は静止画撮影を指示する操作スイッチb152の状態を確認する(S112)。一方、撮影レンズ200が合焦状態でなければ(S110)、カメラCPU150は検出された撮影レンズ200のデフォーカス量をレンズCPU250に送信する。レンズCPU250は、撮影レンズ200のデフォーカス量をフォーカスレンズのステップ駆動量に変換した後、フォーカスレンズ駆動回路251に信号を送信してフォーカスレンズを駆動する(S111)。さらに、カメラCPU150は静止画撮影を指示する操作スイッチb152の状態を確認する(S112)。

30

【0033】

操作スイッチb152にて静止画撮影の後段操作(SW2)が実行されていなければ(S112でNO)、S101に戻って待機する。一方、操作スイッチb152にて静止画撮影のため後段操作(SW2 ON)が実行されると(S112でYES)、カメラCPU150は図1(b)に示すように跳ね上げミラー101及びサブミラー105を撮影光路から退避させる。更に、シャッタ制御回路156を介してシャッタ107を開口状態にする。また、カメラCPU150は、レンズCPU250を介して絞り制御回路252により絞り204を制御して、適切な露光となるように調整する。

40

【0034】

静止画撮影を行うための準備が整うと、カメラCPU150は撮像素子制御回路153を介して撮像素子300による被写体の撮影を行う(S113)。撮像素子300で撮影された画像は演算回路154で表示用の画像に処理され、液晶表示素子制御回路155を介して液晶表示素子109に表示される(S114)。更に、演算回路154で記録用の

50

画像に画像処理された画像は、メモリ回路157に記録される(S115)。なお、画像を記録する先は、着脱可能な記録メディアでも構わない。

【0035】

画像の記録が終了すると(S115)、S101に戻ってカメラCPU150は待機する。また、カメラ本体100の不図示の電源がOFFされていると(S101でNO)、一連のカメラ撮影動作を終了する(S116)。

【0036】

次に、動画撮影時にS200で行われる焦点検出1の処理に先立って、静止画撮影時にS300で行われる焦点検出2の処理について、図7のフローチャートを参照しながら説明する。まず、カメラCPU150は、使用者が設定した焦点検出領域を確認し(S301)、焦点検出装置106より焦点検出領域に対応した一对の焦点検出用画像を読み出す(S302)。演算回路154は一对の焦点検出用画像をそれぞれ高速フーリエ変換して、一对の焦点検出用画像に含まれる各空間周波数に対する位相情報をそれぞれ算出する(S303)。

【0037】

ここで、S303で行われる演算処理方法について図8を参照して説明する。図8(a)は白い2本線が並んだ被写体の場合に焦点検出装置106より得られた1対の焦点検出用画像(A像及びB像)を示している。図中横軸は焦点検出装置106を構成するラインセンサ上の位置を表しており、2つの焦点検出用画像の像ずれ量は0.05mmである。また、図8(b)は高速フーリエ変換後求められた2つの焦点検出用画像の振幅の空間周波数特性、図8(c)は高速フーリエ変換後に求められた2つの焦点検出用画像の位相の空間周波数特性を示している。図8(a)に示すように2つの焦点検出用画像の波形形状はほぼ一致しているため、図8(b)に示す2つの焦点検出用画像の振幅の空間周波数特性もほぼ一致している。また同図において、ほとんど振幅を有していない空間周波数があることもわかる。

【0038】

次に、図8(c)に示す求められた2つの焦点検出用画像の位相を0~2 π に変換して、2つの焦点検出用画像の位相差を算出したものを図9(a)に示す。このとき、位相差が最も小さくなる(あるいは最も2 π に近づく)空間周波数が、2つの焦点検出用画像の像ずれ量を表している。2つの焦点検出用画像の位相差が零、あるいは2 π となる空間周波数成分は、2つの焦点検出用画像にそれぞれ含まれているとともに、位相が一致していることを意味している。

【0039】

2つの焦点検出用画像の位相差が最も小さくなる(あるいは最も2 π に近づく)空間周波数が、2つの焦点検出用画像の像ずれ量を表していることを図9(b)を用いて説明する。図9(b)では、ラインセンサ上の2つの焦点検出用画像(A像及びB像)と、位相差が最も小さくなる(あるいは最も2 π に近づく)空間周波数成分(図中点線)を示している。図中、位相差が最も小さくなる(あるいは最も2 π に近づく)空間周波数成分は、「再現波形」として点線で表している。再現波形は2つの焦点検出用画像に対してそれぞれ有するが、2つの焦点検出用画像に含まれる空間周波数の位相差が零、あるいは2 π に近い空間周波数成分のため、2つの焦点検出用画像に対する再現波形はほぼ一致している。そして図中に示した再現波形の1周期が、2つの焦点検出用画像の像ずれ量と一致しているのが判る。

【0040】

以上のようにCPU150は、2つの焦点検出用画像の位相差が最も小さくなる(あるいは最も2 π に近づく)空間周波数(=20本/mm)を求めて、その逆数を2つの焦点検出用画像の像ずれ量(=1/20mm)とする。

【0041】

さらにCPU150は、焦点検出装置106が固有に有する基線長と焦点検出用画像の位相の空間周波数特性とから求められた像ずれ量から、撮影レンズ200のデフォーカス

量を算出する（S 3 0 4）。デフォーカス量が算出されると、メインのルーチンにリターンする（S 3 0 5）。

【0 0 4 2】

次に、S 2 0 0で行われる動画撮影時の焦点検出1の処理について、図6のフローチャートを参照しながら説明する。まずカメラCPU150は、撮影レンズ200での光束のケラレ状態を知るためにレンズCPU250を介してレンズ情報を読み出す（S 2 0 1）。次に、使用者が設定した焦点検出領域を確認する（S 2 0 2）。さらに、CPU150はメモリ回路157に記憶された撮像素子300の受光分布を読み出す。さらに、CPU150は撮影レンズ200のレンズ情報から設定されている焦点検出領域における口径蝕を計算する。そして、メモリ回路157から読み出された撮像素子300の受光分布と撮影レンズ200の口径蝕とから線像分布関数を算出する（S 2 0 3）。 10

【0 0 4 3】

撮影レンズ200の異なる瞳領域を透過する光束より生成される2像を用いて撮影レンズ200の焦点状態を検出する場合、瞳領域を透過する光束の重心位置により焦点検出精度が決まってくる。撮影レンズ200の異なる瞳領域を通過する光束の重心間隔を基線長と呼び、基線長は撮影レンズ200の異なる瞳領域を透過する焦点検出用画素の受光分布の射影である線像分布関数の重心の間隔から算出される（S 2 0 4）。基線長が算出されるとCPU150は、メモリ回路157から一对の焦点検出用画像を読み出す（S 2 0 5）。 20

【0 0 4 4】

次に、各像高に対応する線像分布関数に基づいて一对の焦点検出用画像の出力の偏りを補正（いわゆるシェーディング補正）する（S 2 0 6）。さらに演算回路154は、シェーディング補正された一对の焦点検出用画像をそれぞれ高速フーリエ変換して空間周波数に対する位相情報を算出する（S 2 0 7）。 30

【0 0 4 5】

ここで、S 2 0 7で行われる演算処理方法について図10を参照して説明する。図10（a）は、白い2本線が並んだ被写体の場合にシェーディング補正後に得られる2つの焦点検出用画像（A像及びB像）を示している。図中横軸は撮像素子300上の位置を表しており、2つの焦点検出用画像の像ずれ量は0.5mmである。ここで2つの焦点検出用画像は、撮影レンズ200での口径蝕の違いから像ずれ方向に対して非対称な信号になっている。 30

【0 0 4 6】

また図10（b）は、高速フーリエ変換後求められた2つの焦点検出用画像の位相差の空間周波数特性を示している。CPU150は、位相差が最も小さくなる（あるいは最も 2π に近づく）空間周波数（2本/mm）を求めて、その逆数を2つの焦点検出用画像の像ずれ量（ $=1/2\text{mm}$ ）とする。さらにCPU150は、先に求めた基線長と像ずれ量とから撮影レンズ200の暫定のデフォーカス量を算出する（S 2 0 8）。 40

【0 0 4 7】

CPU150は、算出された暫定デフォーカス量が所定の範囲内であるかどうかを判定する（S 2 0 9）。暫定デフォーカス量が所定の範囲内であると判定された場合には（S 2 0 9でYES）、メインルーチンにリターンする（S 2 1 5）。暫定デフォーカス量が所定の範囲内である場合に像修正処理を行わないのは、デフォーカス量が小さいときには、2像の非対称性があまり崩れていないので像修正をしなくても十分な精度でデフォーカス量を求めることができるからである。 40

【0 0 4 8】

一方、暫定デフォーカス量が所定の範囲外であると判定された場合には（S 2 0 9でNO）、さらに精度良くデフォーカス量を算出するために、焦点検出用画像の対称性を向上させる像修正処理を行う。焦点検出用画像の像修正処理を行うために、CPU150はまず像修正を行うためのフィルタ（像修正フィルタ）を作成する（S 2 1 0）。像修正フィルタは、既に求められた線像分布関数と算出された暫定デフォーカス量に基づいて求めら 50

れる。

【0049】

像修正フィルタが作成されると（S210）、撮像素子300で出力された焦点検出用画像の非対称性を無くすためのフィルタ処理が演算回路154にて行われる（S211）。フィルタ処理が行われた焦点検出用画像は、図8（a）に示した焦点検出用画像波形にほぼ近いものとなる。焦点検出用画像に対してフィルタ処理を行ったため、基線長算出のための線像分布関数にもフィルタ処理を行って基線長を再計算する（S212）。

【0050】

さらに演算回路154は、修正された焦点検出用画像を高速フーリエ変換して空間周波数に対する位相情報を再演算する（S213）。そしてCPU150は、高速フーリエ変換後の焦点検出用画像の位相差が最も小さくなる（あるいは最も 2π に近づく）空間周波数を求めて、2つの焦点検出用画像の像ずれ量とする。さらにCPU150は、先に求めた修正基線長と像ずれ量とから、撮影レンズ200のデフォーカス量を算出する（S214）。デフォーカス量が算出されると、メインルーチンに復帰する（S215）。

【0051】

次に、図11を参照して、図8（a）に示すものとは別の被写体を撮影した例について説明する。図11（a）は、撮像素子300にて撮像された被写体の一对の焦点検出用画像（A像及びB像）を示している。図中横軸は撮像素子300上の位置を表しており、2つの焦点検出用画像の像ずれ量は0.8mmである。

【0052】

また図11（b）は、演算回路154にて高速フーリエ変換後、CPU150にて求められた2つの焦点検出用画像の位相差の空間周波数特性を示している。CPU150は、位相差が最も小さくなる（あるいは最も 2π に近づく）空間周波数（1.25本/mm）を求めて、その逆数を2つの焦点検出用画像の像ずれ量（ $=1/1.25\text{mm}$ ）とする。さらにCPU150は、基線長と算出された像ずれ量とから撮影レンズ200のデフォーカス量を算出する。

【0053】

なお、高速フーリエ変換して求められる2つの焦点検出用画像の位相情報は離散的な空間周波数で求まるため、位相差が最も小さくなる（あるいは最も 2π に近づく）空間周波数近傍で補間処理を行って求めるのが有効である。

【0054】

上記の通り本実施の形態によれば、被写体が持つ空間周波数に依存しない精度の高い焦点検出を行うことが可能となる。

【0055】

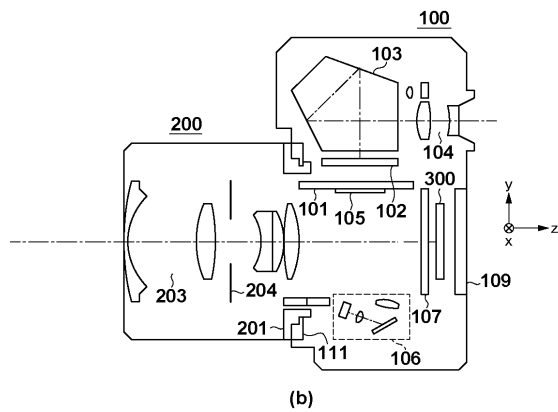
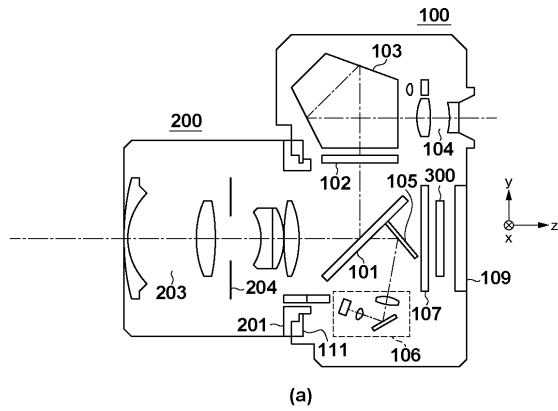
また、口径蝕に応じた焦点検出処理を行うことで、焦点検出用の光束のケラレ状態に応じた像の修復が可能となり、合焦精度を向上させることが可能となる。

10

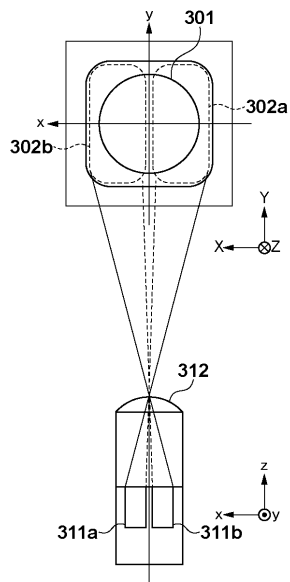
20

30

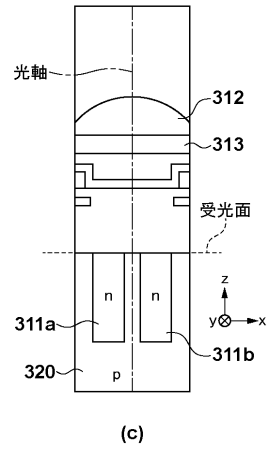
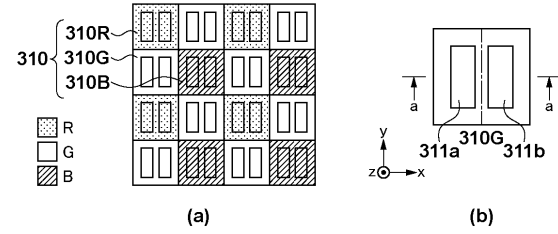
【図 1】



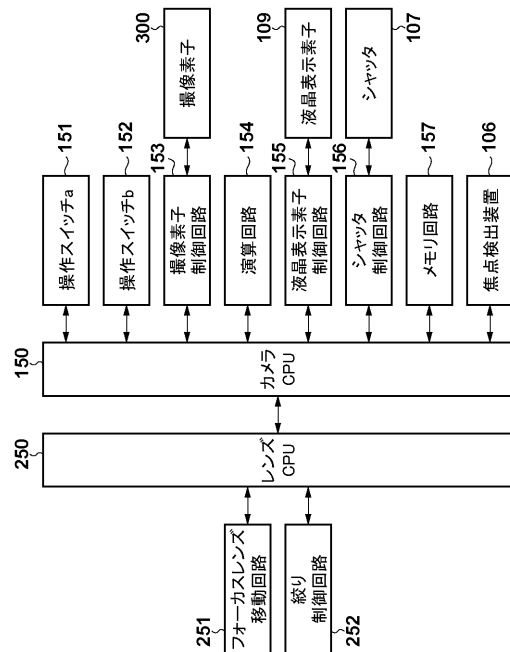
【図 3】



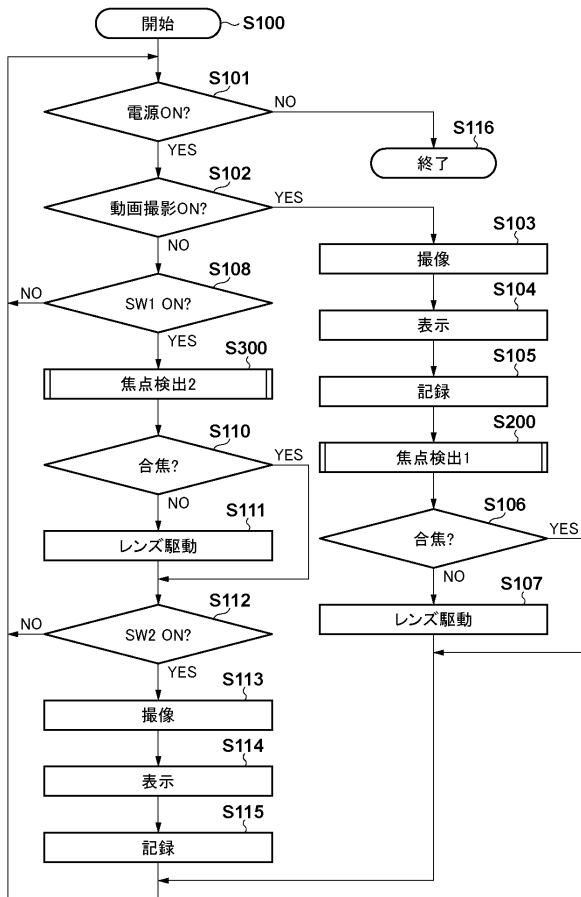
【図 2】



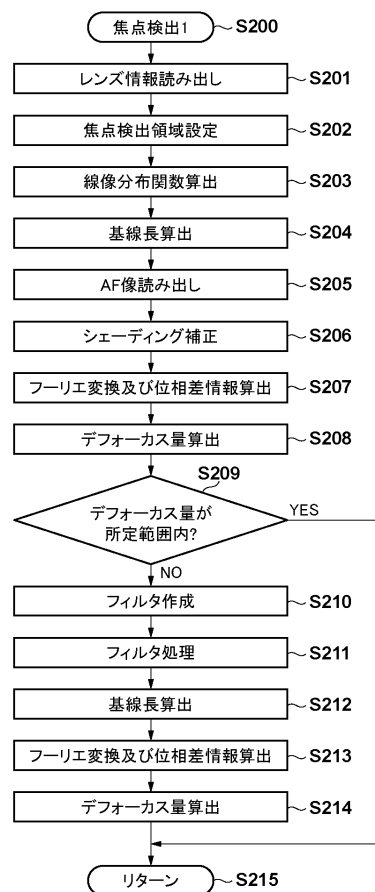
【図 4】



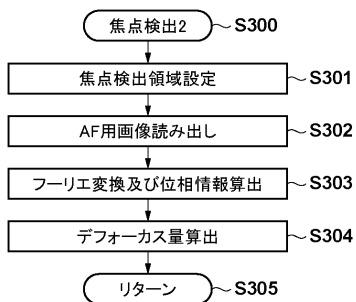
【図 5】



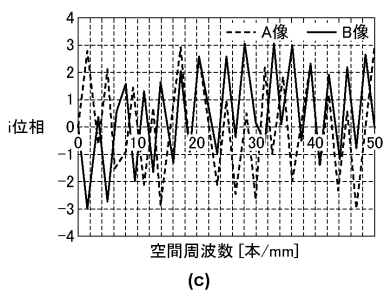
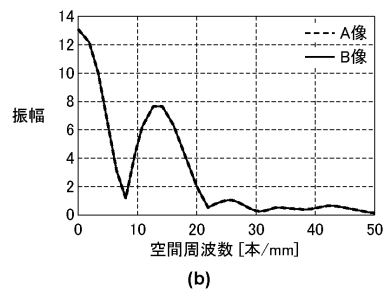
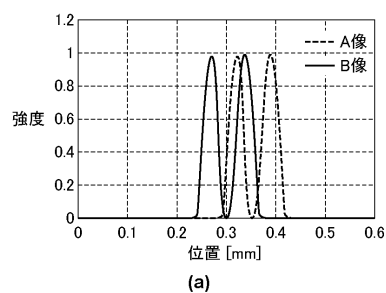
【図 6】



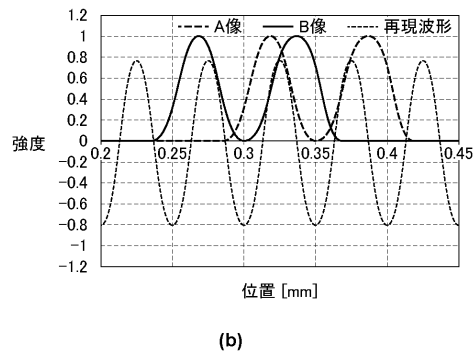
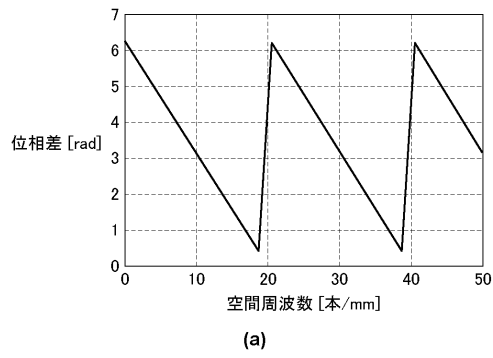
【図 7】



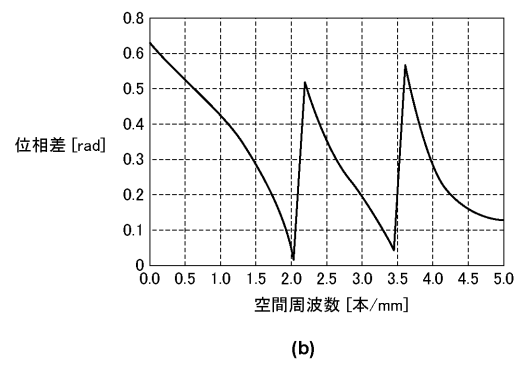
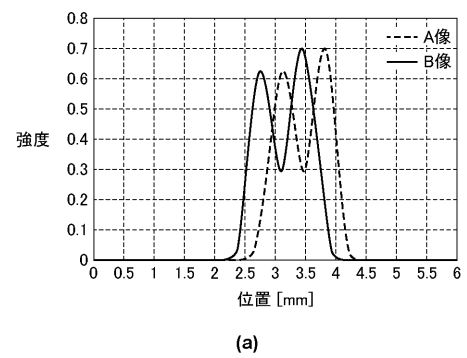
【図 8】



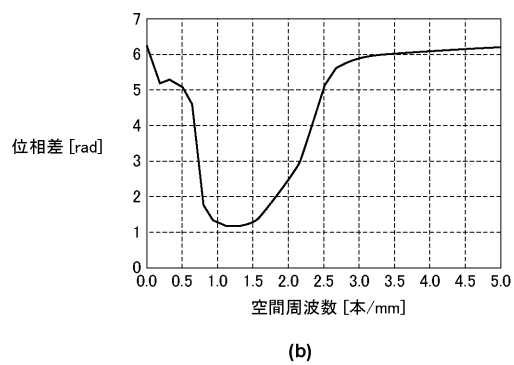
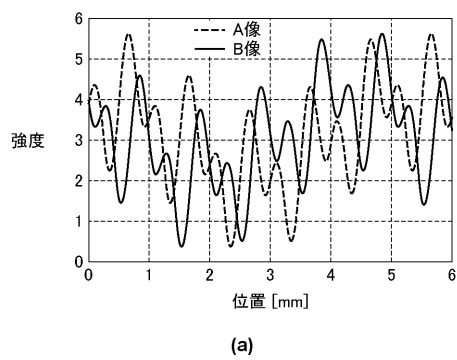
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 長野 明彦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 2H011 AA01 AA02 BA23 BA24 BB03

2H151 AA07 BA04 BA06 BA16 CB22 CB26 CE24 CE27

5C122 DA03 DA04 EA68 FB03 FC02 FD01 FD07 FD08 FF03 HA86

HA88 HB01 HB06