

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6366374号
(P6366374)

(45) 発行日 平成30年8月1日 (2018.8.1)

(24) 登録日 平成30年7月13日 (2018.7.13)

(51) Int. Cl.	F I
G O 2 B 7/28 (2006.01)	G O 2 B 7/28 N
G O 2 B 7/36 (2006.01)	G O 2 B 7/36
G O 3 B 13/36 (2006.01)	G O 3 B 13/36
H O 4 N 5/232 (2006.01)	H O 4 N 5/232 1 2 O

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2014-123820 (P2014-123820)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成26年6月16日 (2014.6.16)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2015-64556 (P2015-64556A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成27年4月9日 (2015.4.9)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成29年6月12日 (2017.6.12)		弁理士 大塚 康德
(31) 優先権主張番号	特願2013-180355 (P2013-180355)	(74) 代理人	100112508
(32) 優先日	平成25年8月30日 (2013.8.30)		弁理士 高柳 司郎
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(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】 焦点検出装置及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

2次元状に配置された複数の画素を有する撮像素子と、
前記撮像素子の副走査方向の合焦評価値を得るための、異なる周波数の信号の処理にそれぞれ適した複数のフィルタと、

前記複数のフィルタから使用するフィルタを選択する選択手段と、

前記使用するフィルタに応じて、前記撮像素子の主走査方向の間引き率を設定する設定手段と、

前記複数の画素の領域のうち、焦点調節処理に用いる信号を読み出す検出領域から、前記設定手段により設定された間引き率で画像信号を順次読み出し、記憶手段に記憶するように制御する制御手段と、

前記検出領域における画像信号のラインのうち、前記使用するフィルタによる処理に必要なライン数の画像信号が前記記憶手段に記憶される毎に、該記憶された画像信号を前記使用するフィルタにより処理して、合焦評価値を求める処理手段と、

前記処理手段により得られた合焦評価値に基づいて、前記焦点調節処理を行う焦点調節手段とを有し、

前記設定手段は、前記使用するフィルタが第一の周波数より高い第二の周波数の信号の処理に適している場合、前記フィルタが第一の周波数の信号の処理に適している場合より低い間引き率を設定することを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 2】

前記検出領域から得られた画像信号に基づいて、前記複数のフィルタのうち、前記使用するフィルタを選択するために用いる、画像のボケ具合を表す合焦度を算出する算出手段を更に有し、

前記選択手段は、前記複数のフィルタのうち、前記算出された合焦度が第一の合焦度よりも高い第二の合焦度の場合、前記第一の合焦度の場合より高い周波数の信号の処理に適したフィルタを前記使用するフィルタとして選択す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】

前記制御手段は、更に、フォーカスレンズと前記撮像素子との距離を変化させながら、各距離において合焦評価値を取得するように制御し、

10

前記選択手段は、前記複数のフィルタのうち、単位時間あたりに変化する前記距離の間隔が第一の間隔よりも小さい第二の間隔の場合、前記第一の間隔の場合より高い周波数の信号の処理に適したフィルタを前記使用するフィルタとして選択す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4】

前記フィルタによる処理に必要なライン数をTとした場合に、前記設定手段は $1/T$ を間引き率として設定す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】

前記フィルタによる処理に必要なライン数をT、前記読み出した画像信号を記憶するための前記記憶手段のメモリ容量をM、前記検出領域の主走査方向の画素数をCとした場合に、前記設定手段は、 $M/(T \times R \times C)$ を間引き率として設定す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。

20

【請求項6】

前記制御手段は、処理するラインをずらしながら、前記検出領域すべてについて処理を行うことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の焦点検出装置。

【請求項7】

2次元状に配置された複数の画素を有する撮像素子と、前記撮像素子の副走査方向の合焦評価値を得るための、異なる周波数の信号の処理にそれぞれ適した複数のフィルタとを有する焦点検出装置の制御方法であって、

30

前記複数のフィルタから使用するフィルタを選択する選択工程と、

前記使用するフィルタに応じて、前記撮像素子の主走査方向の間引き率を設定する設定工程と、

前記複数の画素の領域のうち、焦点調節処理に用いる信号を読み出す検出領域から、前記設定工程により設定された間引き率で画像信号を順次読み出し、記憶手段に記憶する読み出し工程と、

前記検出領域における画像信号のラインのうち、前記使用するフィルタによる処理に必要なライン数の画像信号が前記記憶手段に記憶される毎に、該記憶された画像信号を前記使用するフィルタにより処理して、合焦評価値を求める処理工程と、

前記処理工程で得られた合焦評価値に基づいて、前記焦点調節処理を行う焦点調節工程とを有し、

40

前記設定工程では、前記使用するフィルタが第一の周波数より高い第二の周波数の信号の処理に適している場合、前記フィルタが第一の周波数の信号の処理に適している場合より低い間引き率を設定することを特徴とする焦点検出装置の制御方法。

【請求項8】

前記検出領域から得られた画像信号に基づいて、前記複数のフィルタのうち、前記使用するフィルタを選択するために用いる、画像のボケ具合を表す合焦度を算出する算出工程を更に有し、

前記選択工程では、前記複数のフィルタのうち、前記算出された合焦度が第一の合焦度よりも高い第二の合焦度の場合、前記第一の合焦度の場合より高い周波数の信号の処理に適

50

したフィルタを前記使用するフィルタとして選択することを特徴とする請求項7に記載の焦点検出装置の制御方法。

【請求項9】

フォーカスレンズと前記撮像素子との距離を変化させながら、各距離において合焦評価値を取得するように制御する制御工程を更に有し、

前記選択工程では、前記複数のフィルタのうち、単位時間あたりに変化する前記距離の間隔が第一の間隔よりも小さい第二の間隔の場合、前記第一の間隔の場合より高い周波数の信号の処理に適したフィルタを前記使用するフィルタとして選択することを特徴とする請求項7に記載の焦点検出装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、焦点検出装置及びその制御方法に関し、特に画像を撮影するための撮像素子により得られる画像信号を用いて焦点調節を行う焦点検出装置及びその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルカメラやビデオカメラにおいては、CCDやCMOSセンサ等の撮像素子の出力信号を利用し、被写体のコントラスト評価値に応じた信号を検出して合焦させるコントラスト検出式のオートフォーカス（以下、AF）方法が一般的に用いられている。この方法では、フォーカスレンズを所定の移動範囲にわたって光軸方向に移動させながら被写体のコントラスト評価値を順次検出し（AFスキャン動作）、コントラスト評価値が最大となるフォーカスレンズ位置を合焦位置として検出する。

20

【0003】

また、撮像素子からの出力信号を内蔵メモリ（SDRAM）に記憶し、記憶した出力信号から、撮像素子の主走査方向及び副走査方向のコントラスト評価値を取得することで、より高精度に合焦制御を行う焦点検出装置が知られている。一般的には、水平方向が撮像素子の主走査方向であるので、垂直方向である副走査方向にコントラスト評価を行う際には、複数ライン分の撮像素子からの信号（センサ信号）を記録することができるだけのメモリ容量が必要となる。

30

【0004】

特許文献1は、垂直方向のコントラスト評価を行う際のメモリ容量を削減するために、水平方向（主走査方向）には、センサ信号を加算した状態で記憶する方法が開示されている。一ライン分のセンサ信号が加算信号数分の1に削減されるので、少ないメモリ容量で、垂直方向（副走査方向）の焦点検出を実現することが可能である。

【0005】

特許文献2は、焦点検出の計算タクトを削減するために、合焦度合に応じて、間引き率を変更する方法が開示されている。大きく画像がボケている時には、間引き率を大きくし、合焦位置付近では間引き率を小さくすることで、高精度な焦点検出を行うことが可能である。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平8-317272号公報

【特許文献2】特開2008-199477号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1に開示された従来技術では、主走査方向には合焦度合に関わらず、一律の加算率でセンサ信号を加算して垂直方向の焦点検出を行うので、焦点検出精

50

度が損なわれてしまう可能性がある。例えば、合焦付近で加算率を大きくしてしまうと、高周波成分が失われた状態で焦点検出をすることになってしまい、高精度な焦点検出ができない可能性がある。

【0008】

一方で、特許文献2に開示された従来技術では、被写体の合焦度合に応じてセンサ信号の間引き率を変更する方法が開示されているが、コントラスト評価値を取得する際のフィルタ処理については述べられていない。また、副走査方向のコントラスト評価についても述べられていない。例えば、特許文献2では、ボケが大きい場合には合焦度合が低いと判定され、間引き率を大きく設定する。この場合に、高周波フィルタで評価してしまうと、十分な焦点検出精度が出ない可能性がある。

10

【0009】

本発明は上記問題点を鑑みてなされたものであり、撮像素子から得られる画像信号を用いて、撮像素子の主走査方向及び副走査方向共に高精度な焦点検出を行えるようにすることを目的とする。

【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、本発明の撮像装置は、2次元状に配置された複数の画素を有する撮像素子と、前記撮像素子の副走査方向の合焦評価値を得るための、異なる周波数の信号の処理にそれぞれ適した複数のフィルタと、前記複数のフィルタから使用するフィルタを選択する選択手段と、前記使用するフィルタに応じて、前記撮像素子の主走査方向の間引き率を設定する設定手段と、前記複数の画素の領域のうち、焦点調節処理に用いる信号を読み出す検出領域から、前記設定手段により設定された間引き率で画像信号を順次読み出し、記憶手段に記憶するように制御する制御手段と、前記検出領域における画像信号のラインのうち、前記使用するフィルタによる処理に必要なライン数の画像信号が前記記憶手段に記憶される毎に、該記憶された画像信号を前記使用するフィルタにより処理して、合焦評価値を求める処理手段と、前記処理手段により得られた合焦評価値に基づいて、前記焦点調節処理を行う焦点調節手段とを有し、前記設定手段は、前記使用するフィルタが第一の周波数より高い第二の周波数の信号の処理に適している場合、前記フィルタが第一の周波数の信号の処理に適している場合より低い間引き率を設定する。

20

【発明の効果】

30

【0011】

本発明によれば、撮像素子から得られる画像信号を用いて、撮像素子の主走査方向及び副走査方向共に高精度な焦点検出を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】第1の実施形態における撮像装置の概略構成を示すブロック図。

【図2】第1の実施形態におけるAF動作手順を示すフローチャート。

【図3】第1の実施形態におけるAF枠の一例を示す図。

【図4】第1の実施形態における間引き率を説明するための図。

【図5】第1の実施形態における合焦度とフィルタ及び間引き率との組み合わせの概念を示す図。

40

【図6】第1の実施形態における合焦判定の一例を示す図。

【図7】第1の実施形態における異なる合焦度の時に読み出される撮像素子の画素の概念を示す図。

【図8】第2の実施形態におけるAF動作手順を示すフローチャート。

【図9】メモリ8を説明するための図。

【図10】メモリ8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形態を詳細に説明する。

50

【0014】

<第1の実施形態>

本発明の好ましい第1の実施形態について、図1～図6に基づいて詳細に説明する。図1は、本発明の第1の実施形態における焦点検出装置を備えた撮像装置の概略構成を示すブロック図である。

【0015】

図1において、1は、例えばデジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ等の撮像装置である。ズームレンズ群2及びフォーカスレンズ群3は、撮影光学系を構成している。絞り4は撮影光学系を透過する光束の量を制御する。ズームレンズ群2、フォーカスレンズ群3、絞り4は、レンズ鏡筒31内に構成される。

10

【0016】

撮像素子5は、例えばCCDやCMOSセンサ等に代表されるセンサで、複数の画素が2次元状に配置され、撮影光学系を透過して結像された被写体像を光電変換する。撮像回路6は撮像素子5により光電変換された電気信号を受けて各種の画像処理を施すことにより所定の画像信号を生成する。A/D変換回路7は撮像回路6により生成されたアナログ画像信号をデジタル画像信号に変換する。

【0017】

メモリ8はA/D変換回路7から出力されるデジタル画像信号を一時的に記憶するバッファメモリ等であり、例えばSDRAMにより構成される。撮像素子5の撮像領域の一部領域から出力される画像信号をメモリ8に記録し、メモリ8に記録した画像信号をMPU15を介して後述するスキャンAF処理回路14に読み出して、焦点検出を行うことができる。

20

【0018】

D/A変換回路9はメモリ8に記憶された画像信号を読み出してアナログ信号に変換するとともに、再生出力に適する形態の画像信号に変換する。画像表示装置10は、D/A変換回路9により変換された画像信号を表示する液晶表示装置(LCD)等である。圧縮伸長回路11は、メモリ8に一時記憶された画像信号を読み出して圧縮処理や符号化処理を施し、記憶用メモリ12での記憶に適した形態の画像データにする。記憶用メモリ12は、圧縮伸長回路11により処理された画像データを記憶する。また、圧縮伸長回路11は、記憶用メモリ12に記憶された画像データを読み出して伸長処理や復号化処理を施し、再生表示等をするのに最適な形態の画像データにする。

30

【0019】

記憶用メモリ12としては様々な形態のものを適用することができる。例えば、装置に対して着脱可能なカード形状やスティック形状を有するフラッシュメモリ等の半導体メモリの他、ハードディスクやフレキシブルディスク等の磁気記憶媒体であってもよい。

【0020】

AE処理回路13はA/D変換回路7から出力される画像信号を用いて自動露出(AE)処理を行う。また、スキャンAF処理回路14はA/D変換回路7から出力される画像信号を用いて受けてオートフォーカス(AF)処理を行う。

【0021】

MPU15は撮像装置1の各構成の制御を行うものであり、演算用のメモリを内蔵している。タイミングジェネレータ(TG)16は所定のタイミング信号を発生する。17はCCDドライバであり、TG16からのタイミング信号に基づいて、撮像素子5を駆動する。

40

【0022】

第1モータ駆動回路18は、MPU15の制御に基づいて絞り駆動モータ21を駆動することで絞り4を駆動する。第2モータ駆動回路19は、MPU15の制御に基づいてフォーカス駆動モータ22を駆動することでフォーカスレンズ群3を駆動する。また、第3モータ駆動回路20は、MPU15の制御に基づいてズーム駆動モータ23を駆動することでズームレンズ群2を駆動する。

50

【0023】

操作スイッチ24は各種のスイッチ群からなり、例えば、主電源スイッチ、撮影動作（記憶動作）等を開始させるリリーススイッチ、再生スイッチ、ズームスイッチ、AF評価値信号のモニターへの表示をON/OFFするためのスイッチ等を含む。主電源スイッチは、撮像装置1を起動させ、電源供給を行うためのものである。また、リリーススイッチは、撮影動作に先立って行われるAE処理、AF処理を開始させる指示信号を発生する第1ストロークと実際の露光動作を開始させる指示信号を発生する第2ストロークとの二段スイッチにより構成される。再生スイッチは再生動作を開始させ、ズームスイッチは撮影光学系のズームレンズ群2を移動させズームを行わせる。

【0024】

EEPROM25は電氣的に書き換え可能な読み出し専用メモリで、各種制御等を行うプログラムや各種動作を行わせるために使用するデータ等が予め記憶されている。26は電池、28はフラッシュ発光部、27はフラッシュ発光部28の閃光発光を制御するスイッチング回路、29はAF動作のOK/NGを表示するためのLEDなどの表示素子である。

【0025】

次に、図2を参照して、上記構成を有する撮像装置1の第1の実施形態における合焦動作（AF動作）について説明する。図2は、撮像装置1のAF動作手順を示すフローチャートである。この動作に関する制御プログラムは、MPU15によって実行される。

【0026】

MPU15は、AF動作を開始すると、まずS1においてAF枠（検出領域）を設定する。この処理では、図3に示すように画像全領域に対して、焦点調節処理を行う検出領域を示すAF枠301の位置と大きさを設定する。AF枠301の位置と大きさは、撮影モードに応じて手動または自動で適宜決めることができる。図3は顔検知モードで人間の顔に合わせてAF枠301が設定された例を示す図である。MPU15は、この時のAF枠301の行数Rと列数C及び位置（x，y）を記録する。なお、AF枠301の位置は、例えば、AF枠301のその他の角や中心の座標であってもよい。

【0027】

次に、S2では、S1で設定したAF枠301のAFスキャン（焦点検出動作）を開始するために、フォーカスレンズ群3の位置（フォーカスレンズ位置）nをスキャン開始位置（n=0）に移動する。S3において、移動したフォーカスレンズ位置nでAF枠301内の画素から画像信号を順次読み出し、スキャンAF処理回路14において公知の方法で焦点評価値E[n]を求め、MPU15に記憶する。更に、求めた焦点評価値E[n]を用いて合焦度を算出する。本第1の実施形態で使用する合焦度は、ピントが合っているほど大きい値をとるパラメータとし、ピントが合っている時を「合焦度が高い」、ボケが大きくなる程「合焦度が低い」と表現する。ここでは、例えば、フォーカスレンズ位置nにおける主走査方向の焦点評価値E[n]と輝度信号差分値D[n]（AF枠内輝度信号最大値－AF枠内輝度信号最小値）との比を、合焦度F[n]として用いる。即ち、合焦度F[n]は次の式（1）で表すことができる。

$$F[n] = E[n] / D[n] \quad \cdots (1)$$

【0028】

S4では、S3で求めた合焦度に応じてフィルタを選択する。設定条件において、合焦時の合焦度F[n]の大きさは予測可能であるので、合焦度F[n]の大きさで、画像のボケ具合がどの程度大きいかを判断することができる。例えば、合焦度F[n]が閾値以下の時には合焦度が低いと判断し、閾値を越える時には合焦度が高いと判断する。ここでの合焦度の判断は、2値に行っても良いし、各フォーカスレンズ位置での合焦度に応じて、段階的に行っても良い。

【0029】

一般的に、合焦度が低いと判断された場合には、より低い周波数の信号の処理に適し、ボケが大きい場合でも評価値変化がある低周波フィルタを選択する。また、合焦度が高い

10

20

30

40

50

と判断された場合には、より高い周波数の信号の処理に適し、合焦付近で評価値変化の大きい高周波フィルタを選択する。フィルタの選択を行うと、フィルタのタップ数 T が決まる。一般に、高周波フィルタではタップ数 T が少なく、低周波フィルタではタップ数 T が多い。本第1の実施形態では、撮像素子5の主走査方向に対して垂直方向（副走査方向）の焦点評価を行うことを目的としている。そのため、後述するように、AF動作のためにメモリ8は、最低でもフィルタのタップ数 $T \times AF$ 枠列数 C （主走査方向の画素数）分のメモリ容量が必要となる。

【0030】

次に、S5では、S4で選択されたタップ数 T 、即ち、フィルタによる処理に必要なライン数に応じて、間引き率を設定する。図4は、第1の実施形態における間引き率を説明するための図であり、撮像素子5の主走査方向の間引き率を $1/3$ とした場合のAF枠301内の領域を表している。図4において、四角枠一つ一つが画素 (i, j) を表し、白で表されている画素が読み出す画素、網掛けされている画素が間引く（読み出しを行わない）画素である。主走査方向が行方向である場合、間引きは主走査方向に行うので、 $(1, 1), (1, 4), (1, 7), \dots, (1, C), (2, 1), (2, 4), (2, 7), \dots, (R, C)$ のように読み出す。また、例えば、 $(1, 1), (1, 7), \dots, (1, C)$ というように列方向に間引く場合には、間引き率は $1/6$ となり、本実施形態では、間引き率 $1/6$ は、間引き率 $1/3$ よりも、「間引き率が大きい」と表現する。

【0031】

合焦度が高いほど、高精度な焦点検出が必要となるが、フィルタのタップ数は少なくなるために、必要読み出し行数は少なくて済むので、間引き率を小さくすることができる。逆に、合焦度が低い時は、必要な読み出し行数が多いので、間引き率を大きくとる必要がある。間引き率 $1/Z$ としては、 $1/T$ を選択しても良いし、メモリ容量を M とした場合に、 $M/(T \times R \times C)$ により求めても良い。なお、合焦度に応じたフィルタ及び間引き率の組み合わせの概念を、図5の表にまとめて表している。

【0032】

次にS6において変数 m を1に初期化する。次にS7においてAF枠301内での画素の座標を表す (i, j) の i を変数 m に設定し、S8において i が第 m 行から数えてフィルタのタップ数 T 分の画像信号を得るための最後の行を示しているかどうか（すなわち、 $i = m + T - 1$ かどうか）を判断する。図4に示す例では、 $m = 1$ 、タップ数 $T = 3$ の場合、3行目かどうかを判断する。 i がタップ数 T 分の画像信号を得るための最後の行を示している場合はS14に進み、そうでなければS9に進む。

【0033】

S9では、AF枠301内での画素の座標を表す (i, j) の j を1に初期化し、S10で (i, j) の画素から画像信号を読み出してメモリ8に記憶する。S11において j が最後の列 C に達しているかどうか（ $j < C$ かどうか）を判断する。達していなければS12において、S5で選択した間引き率の逆数 Z を j に加算し、読み出し位置を Z 画素分ずらすことで、画素を間引く。そして、S10に戻って (i, j) の画素から画像信号を読み出し、メモリ8への記憶を繰り返す。例えば、間引き率 $1/3$ の場合、3を加算することで、次のルーチンにおいて3列後の画素の信号を読み出す。S11において j が最後の列 C に達していると判断されると、S13で読み出す行を次の行に移し（ $i = i + 1$ ）、S8に戻る。

【0034】

図4の例で説明すると、上述したS7～S13の処理を行うことで、次の画像信号が読み出される。例えば、変数 $m = 1$ 、フィルタのタップ数 $T = 3$ 、間引き率 $1/Z = 1/3$ の時、太線内の白により示された画素 $(1, 1), (1, 4), \dots, (1, C), (2, 1), (2, 4), \dots, (2, C)$ が読み出されてメモリ8に記録される。また、変数 $m = 2$ の場合には、画素 $(2, 1), (2, 4), \dots, (2, C), (3, 1), (3, 4), \dots, (3, C)$ が読み出されてメモリ8に記録される。

【0035】

10

20

30

40

50

S 8で読み出す行 i がタップ数 T 分の画像信号を得るための最後の行であると判断されると、S 14に進んで j を1に初期化し、S 15で (i, j) の画素から画像信号を読み出し、メモリ8に記憶する。この読み出しにより、 j 列目の副走査方向のコントラスト評価値 $E v_m[j]$ (合焦評価値) を算出するためのデータがメモリ8に揃うことになる。従って、S 16においてS 4で設定したフィルタを用いて j 列目のコントラスト評価値 $E v_m[j]$ を算出する。例えば、 $m=1$ 、 $j=1$ の場合、図4に示す画素配列において、

$$E v_1[1] = (1, 1) * t a p_1 + (2, 1) * t a p_2 + (3, 1) * t a p_3 \quad \cdots (2)$$

により算出する。なお、上記式(2)において、 $(1, 1)$ 、 $(2, 1)$ 、 $(3, 1)$ は対応する座標の画素から読み出された画像信号を表し、 $t a p_1$ 、 $t a p_2$ 、 $t a p_3$ はフィルタ係数を示す。

【0036】

S 17において、変数 m が2以上であるかどうかを判断し、2未満の場合にはS 19に進んで、現在のフォーカスレンズ位置 n における j 列目のコントラスト評価値 $E v[j]$ として、S 16で算出したコントラスト評価値 $E v_m[j]$ を保持する。

【0037】

一方、変数 m が2以上の場合には、S 18において、先に記憶されたコントラスト評価値 $E v[j]$ と今回算出したコントラスト評価値 $E v_m[j]$ を比較する。そして、今回算出したコントラスト評価値 $E v_m[j]$ の方が大きければ、S 19において、コントラスト評価値 $E v[j]$ として、コントラスト評価値 $E v_m[j]$ を保持する。小さくなければ、コントラスト評価値 $E v[j]$ を変更せずにS 20に進む。これにより、各列のコントラスト評価値の最大値が、 $E v[j]$ として保持される。

【0038】

S 20では、S 11と同様に j が最後の列 C に達しているかどうかを判断し、達していなければS 21において j を次の読み出し列に変更してS 15に戻り、上記処理を繰り返す。一方、達していれば、S 22において変数 m を1増やし、S 23において増やした後の変数 m による処理に必要な行が $A F$ 枠301に含まれるかどうか、即ち、 $m \leq R - T + 1$ かどうかを判断する。含まれている場合にはS 7に戻って上述した処理を繰り返す。

【0039】

一方、変数 m による処理に必要な行が $A F$ 枠301から外れる場合には、 $A F$ 枠301の全ての領域についての処理を終えていることになる。そのため、S 24において、各列のコントラスト評価値 $E v[j]$ を全て積算することで、フォーカスレンズ位置 n での副走査方向のコントラスト評価値 $E v[n]$ を得る。なお、ここで算出されたコントラスト評価値 $E v[n]$ は、合焦状態に近づけば近づくほど、大きな値を取る。

【0040】

この後、フォーカスレンズ位置 n を次の位置に設定するが、S 25において、現在のフォーカスレンズ位置 n がフォーカスレンズ群3の駆動範囲における駆動終了位置 $L P e n d$ であるかどうか判断する。現在のフォーカスレンズ位置 n が $L P e n d$ でなければ、S 26で次の位置にフォーカスレンズ位置 n を移動し、S 3に戻って、上述した手順により次のフォーカスレンズ位置 n での副走査方向のコントラスト評価値 $E v[n]$ を求める。現在のフォーカスレンズ位置 n が $L P e n d$ であれば、S 27に進んで合焦判定を行う。

【0041】

図6はコントラスト評価値 $E v$ に基づく合焦判定の一例を示す。図6のように、フォーカスレンズ位置 n が、 $L P 1 \sim L P 4$ まで変化し、各フォーカスレンズ位置 n でのコントラスト評価値 $E v[n]$ が $E v[L P 1] \sim E v[L P 4]$ であるものとする。この場合のコントラスト評価値 $E v[L P 3]$ が最大値であるので、フォーカスレンズ位置 $L P 3$ が最も合焦状態に近いことがわかる。

【0042】

S 28においてM P U 15は合焦可能であるか否かを判定する。例えば、図6のように

10

20

30

40

50

コントラスト評価値 $E_v[n]$ が1つのピーク値を有する場合には合焦可能であるが、2つ以上のピーク値を有する場合や、ピーク値が得られなかった場合などは合焦不可と判定する。合焦可能であると判定された場合、S29で、MPU15は、コントラスト評価値 $E_v[n]$ に基づいてピーク位置 ($\max(E_v[n])$) を求め、求めたピーク位置にフォーカスレンズ群3を駆動する。図6に示す例では、フォーカスレンズ位置LP3にフォーカスレンズ群3を駆動する。そして、S30でMPU15は合焦表示を行い、AF動作を終了する。

【0043】

一方、S28で合焦可能であると判定されなかった場合、S31でMPU15は、予め設定された定点と呼ばれる、例えば、被写体の存在確率が高い位置などの所定の位置にフォーカスレンズ群3を駆動する。そして、S32でMPU15は非合焦表示を行い、AF動作を終了する。

【0044】

ここで、上記AF動作で読み出される画素について、図7を参照して説明する。図7(a)は間引き率1/3、図7(b)は間引き率1/6の時の例を示している。図5に示すように、S4において合焦度が高いと判断された場合には、タップ数が少なく、高周波成分の評価が可能な高周波フィルタが選択されると共に小さい間引き率が設定される。これにより、副走査方向のコントラスト評価値の算出に必要な範囲及び読み出される画素は図7(a)に示すようになる。一方、合焦度が低いと判断された場合には、タップ数が多く、低周波成分の評価が可能な低周波フィルタが選択されると共に大きい間引き率が設定され、副走査方向のコントラスト評価値の算出に必要な範囲及び読み出される画素は図7(b)に示すようになる。言い換えると、図7(a)では、間引き率が小さいので読み出されて記憶される行数 R'_{-a} は少なくなり、図7(b)では、間引き率が大きいので読み出される行数 R'_{-b} は R'_{-a} よりも多くなる。

【0045】

上記の通り本第1の実施形態によれば、メモリ8に必要な容量を列数 $C/Z \times$ タップ数 T に抑えたまま、主走査方向に垂直な方向副走査方向のコントラスト評価値を高精度に求めることができる。つまり、合焦動作に用いるメモリ容量を増やすこと無く、撮像素子から得られる画像信号を用いて、撮像素子の主走査方向及び副走査方向共に高精度な焦点検出を行える。

【0046】

なお、上記説明では図4に示すように読出す画像信号と読み出さない画像信号を一定パターンで繰り返す間引きを行うものとして説明したが、同周期で画像信号を加算して読み出しても良い。例えば、間引き率が1/3の場合、 $(1, 1) + (1, 2) + (1, 3)$ 、 $(1, 4) + (1, 5) + (1, 6)$ 、 $(1, 7) + (1, 8) + (1, 9)$ 、... というように3画素ずつ画像信号を加算して読み出し、メモリ8に記録していく方法でも良い。

【0047】

また、上記では変数 m が増えるたびに、新たに T 行分の画像信号を読み出す場合について説明したが、先に読み出した画像信号のうち、最初の1行を除く行の画像信号を、次の変数 m での処理に用いることができる。そのため、メモリ8に記憶された画像信号のうち、最初の1行を順次削除し、新しく読み出した1行をメモリ8に保持しておくことにより、読み出しにかかる処理を削減することができる。

【0048】

また、メモリ8の構成方法は以下のようにすると良い。一般的に、メモリ8の構成は図9(a)のようになる。走査線方向(図9中例示では、横方向)に読み出しが行われた行数 $R=N$ の情報は、まず、単一行メモリRAM(N)に記録される。RAM(0)からRAM(R)までの単一行メモリに記録された情報はその後、メモリ8に記録される。次に、図9(b)のようにメモリ8に記録された情報を、一つのRAMから1データずつ読み出し、一列ごとにスキャンAF処理回路14に通すことで、縦方向のコントラスト評価が

10

20

30

40

50

スムーズに可能となる。つまり、各単一行メモリRAMには、 C/Z の容量が確保されていることが望ましい。この時、メモリ8の容量は $C/Z \times R$ で決定される。

【0049】

上記のように、メモリ8が複数のラインメモリRAM(N)によって構成される場合、単一行メモリRAM(N)の容量 C/Z は、間引き率が最も大きい場合のZによって構成されることが望ましい。これは、図9(b)のように、AF処理回路に情報(R, C)を受け渡す際に、同時刻に読み出しが必要な情報を1つに抑えることで、高速化を図るためである。

【0050】

たとえば、図10(a)のようにRAM(N)が構成されていたとする。図10(a)のRAM(N)は、図9(a)図示のRAM(N)よりも容量は2倍で、数が1/2の構成になっている。この場合でも必要なメモリ8の容量としては同量であるが、一つのRAM(N)に対して、2ラインの情報が記録されていくので、スキャンAF処理回路14での処理は図10(b)のようになる。つまり、スキャンAF処理回路14での処理は、一ライン中のRAM(N)から、同時刻に2つの情報の読み出しを行わなければならない、AF処理が遅くなってしまう可能性がある。

10

【0051】

上記のように、メモリ8中のRAM(N)の構成は、容量 C/Z で、ライン数分が確保されていることが望ましい。間引き率Zが変化する場合には、最も間引き率の大きいZで、 C/Z を設けることが望ましい。

20

【0052】

また、メモリ8は、高周波フィルタ用と低周波フィルタ用をそれぞれ用意してもよい。この場合、合焦動作に用いるメモリ容量を増やすことになるが、スキャンAF処理回路14での処理に適した1ライン毎の情報をメモリ8に記憶させておくことができる。したがって、撮像素子から得られる画像信号を用いて、撮像素子の主走査方向及び副走査方向共に高精度な焦点検出を行える。

【0053】

<第2の実施形態>

次に、図8を参照して本発明の第2の実施形態における撮像装置1のAF動作について説明する。なお、撮像装置1の構成は、第1の実施形態で説明した撮像装置1の構成と同様であるため、説明を省略する。第1の実施形態との主な違いは、フィルタの選択方法にある。上述の第1の実施形態では、各フォーカスレンズ位置nで得られた合焦度に応じて、フィルタを選択していた。これに対し、第2の実施形態では、フォーカスレンズ位置の単位時間あたりの駆動間隔(以下、「サンプリング間隔」と呼ぶ。)に応じてフィルタを選択する。なお、図2を参照して説明した処理と同様の処理には同じステップ番号を付し、適宜説明を省略する。

30

【0054】

S1においてAF枠を設定すると、S101において、サンプリング間隔を選択する。このサンプリング間隔はスキャンモードによって変更される。例えば、無限から至近まで大まかな合焦位置探索を行う粗スキャン時には、サンプリング間隔は広く設定される。一方、粗スキャンで見つけた合焦近傍付近を、粗スキャンよりも密に探索する密スキャン時には、サンプリング間隔は狭く設定される。または、フォーカス駆動モータ22によるレンズの駆動スピードによって判断しても良い。同じフレームレートでは、駆動スピードが速い場合にはサンプリング間隔が広い事が考えられ、駆動スピードが遅い場合にはサンプリング間隔が狭い事が考えられる。

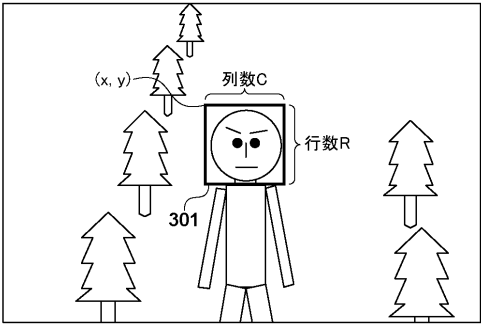
40

【0055】

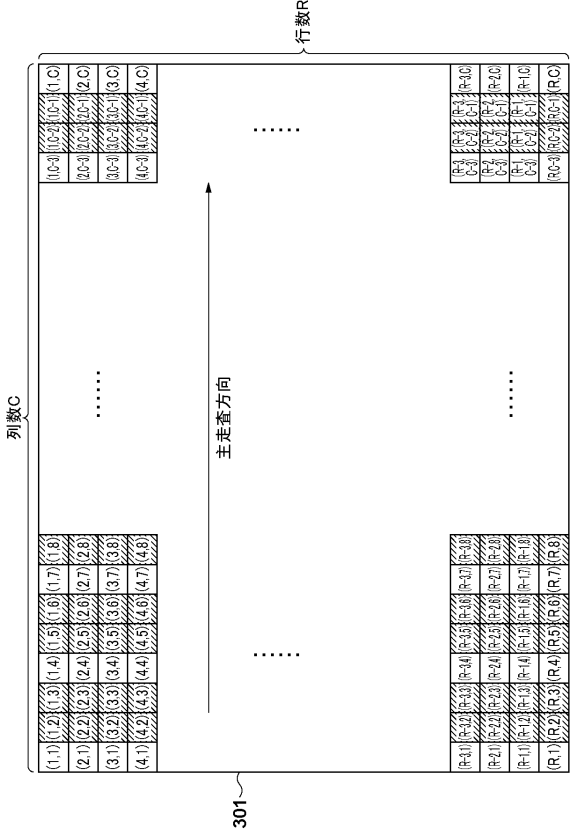
S102では、S101で選択したサンプリング間隔に応じて、フィルタを選択する。サンプリング間隔が予め決められた閾値よりも広い場合には低周波フィルタを選択し、予め決められた閾値以下の場合には高周波フィルタを選択する。S5以降では上述した第1の実施形態と同様の処理を行う。

50

【図 3】



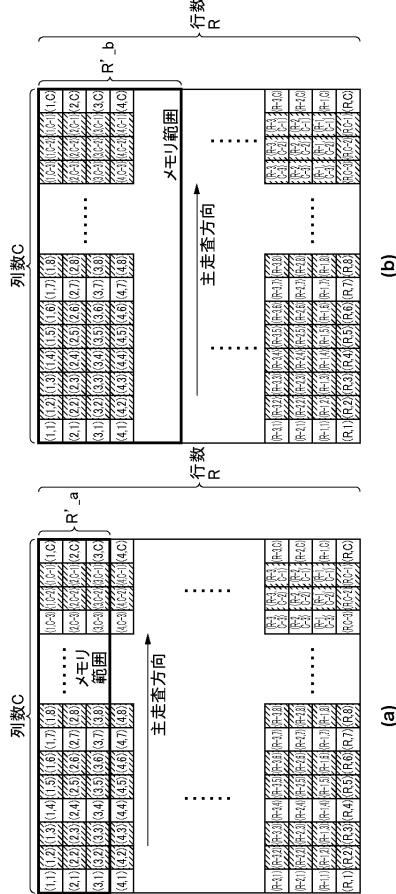
【図 4】



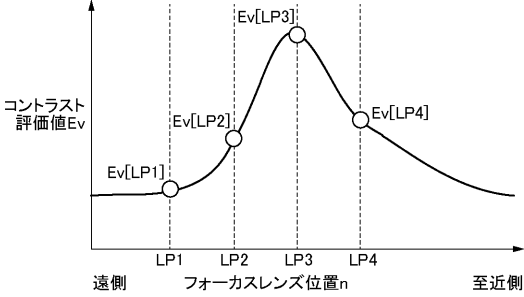
【図 5】

合焦度	フィルタ	フィルタtap数 (=必要メモリ行数)	間引き率
高	高周波	少	小
低	低周波	多	大

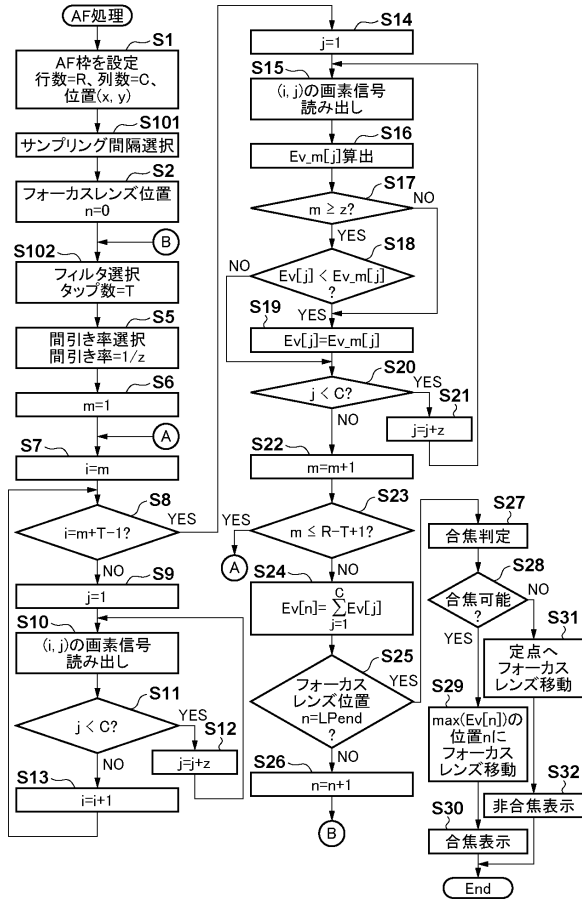
【図 7】



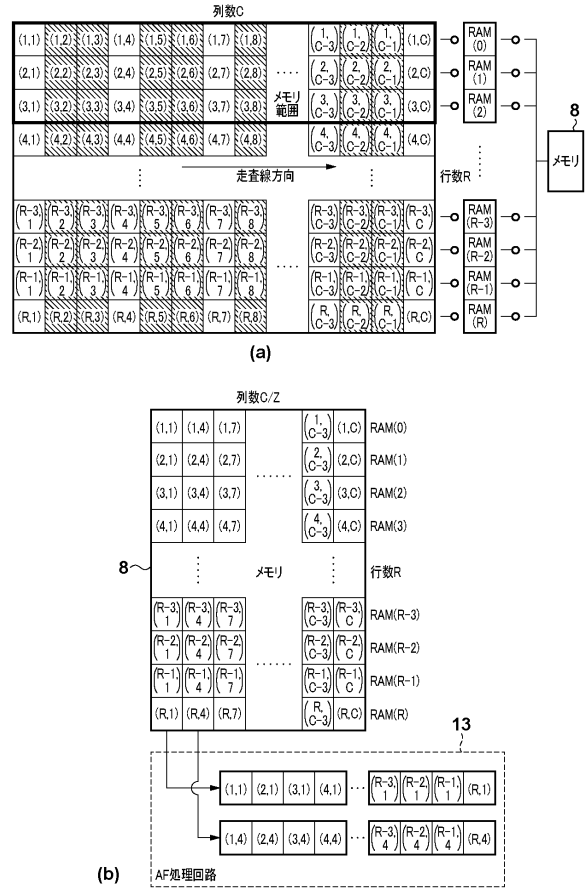
【図 6】



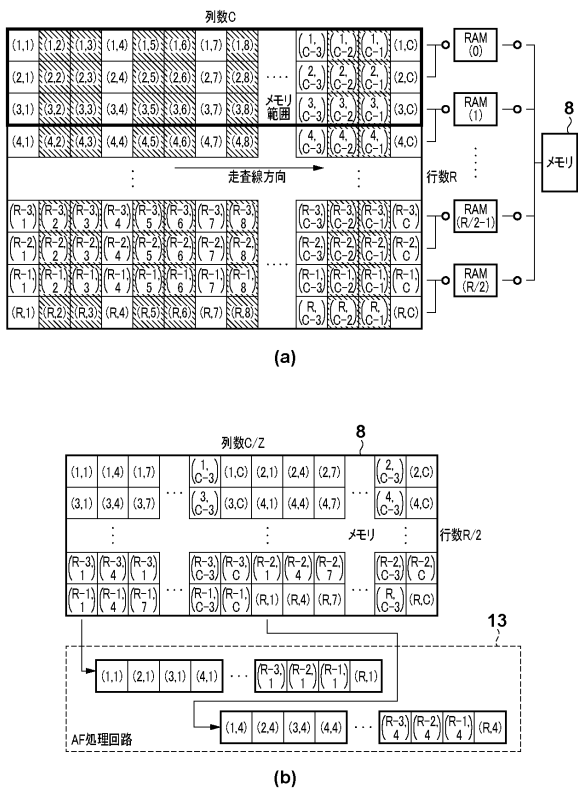
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 渡邊 友美

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

審査官 渡邊 勇

(56)参考文献 特開平06-217180 (JP, A)

特開2004-325517 (JP, A)

特開2010-098663 (JP, A)

特開2010-263394 (JP, A)

特開2003-156680 (JP, A)

特開2006-003481 (JP, A)

特開2008-199477 (JP, A)

特開平08-317272 (JP, A)

米国特許出願公開第2006/0120617 (US, A1)

特開平01-284181 (JP, A)

特開昭52-036941 (JP, A)

特開2014-074777 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 7/28 - 7/40

G03B 13/36

H04N 5/222 - 5/257