

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6298362号
(P6298362)

(45) 発行日 平成30年3月20日 (2018. 3. 20)

(24) 登録日 平成30年3月2日 (2018. 3. 2)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 2 B 7/28 (2006. 01)

G O 2 B 7/28 N

G O 2 B 7/34 (2006. 01)

G O 2 B 7/34

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 22 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2014-114371 (P2014-114371)
 (22) 出願日 平成26年6月2日 (2014. 6. 2)
 (65) 公開番号 特開2015-227995 (P2015-227995A)
 (43) 公開日 平成27年12月17日 (2015. 12. 17)
 審査請求日 平成29年5月31日 (2017. 5. 31)

(73) 特許権者 000001007
 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 康德
 (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】 撮像装置及びその制御方法、及び撮像システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像素子から出力された信号に基づいて、複数の異なる焦点検出方法のいずれかを用いて、撮影光学系を合焦状態に制御するための評価値を検出する焦点検出手段と、

前記評価値を、検出に用いられた焦点検出方法に応じて補正する補正手段と、

前記複数の異なる焦点検出方法のうち、予め決められた焦点検出方法を用いて検出された評価値を補正するための基準補正值を算出するための情報と、前記予め決められた焦点検出方法を除く焦点検出方法を用いて検出された評価値を補正するための補正值を、前記基準補正值から算出するための情報とを記憶した記憶手段とを有し、

前記補正手段は、前記記憶手段に記憶された情報を用いて、前記評価値を補正するための補正值を算出して、前記補正を行うことを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記基準補正值を算出するための情報は、前記撮像素子の特性及び撮影時の前記撮影光学系の状態に応じて、前記複数の焦点検出方法の間で互いに異なる情報であって、前記補正值を算出するための情報は、撮影時の前記撮影光学系の状態に応じて、前記複数の焦点検出方法の間で互いに異なる情報であることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記予め決められた焦点検出方法は、前記評価値に基づいて制御された前記撮影光学系の位置と、前記撮像素子から出力された信号により構成された画像が合焦している場合の前記撮影光学系の位置との差が最も生じやすい焦点検出方法であることを特徴とする請求

10

20

項 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記補正手段は、更に、焦点検出を行う焦点検出領域の像高に基づいて、前記基準補正値を算出することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記撮像素子の特性は、前記撮像素子に設定された瞳距離と、前記撮像素子の画素サイズの少なくともいずれかを含むことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記撮影光学系の状態は、焦点調節状態、絞り値、射出瞳距離の少なくともいずれかを含むことを特徴とする請求項 2、3、5 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

10

【請求項 7】

前記撮像素子は、1 つのマイクロレンズに対して複数の光電変換部を有し、位相差検出用の信号を出力する複数の画素を備え、

前記焦点検出手段に用いられる複数の焦点検出方法は、前記位相差検出用の信号に基づいて行われる位相差方式の焦点検出方法を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 8】

前記焦点検出手段に用いられる前記複数の焦点検出方法は、前記撮像素子から得られる信号のコントラストに基づいて行われるコントラスト方式の焦点検出方法を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

20

【請求項 9】

異なる解像度で読み出し可能な撮像素子と、

前記撮像素子から出力された信号に基づいて、複数の異なる焦点検出方法のいずれかをを用いて、撮影光学系を合焦状態に制御するための評価値を検出する焦点検出手段と、

前記評価値を、撮影時の解像度及び検出に用いられた焦点検出方法の組み合わせに応じて補正する補正手段と、

前記異なる解像度及び前記複数の異なる焦点検出方法の複数の組み合わせのうち、予め決められた組み合わせで検出された評価値を補正するための基準補正値を算出するための情報と、前記予め決められた組み合わせを除く組み合わせで検出された評価値を補正するための補正値を、前記基準補正値から算出するための情報とを記憶した記憶手段とを有し

30

、
前記補正手段は、前記記憶手段に記憶された情報を用いて、前記評価値を補正するための補正値を算出して、前記補正を行うことを特徴とする撮像装置。

【請求項 10】

前記基準補正値を算出するための情報は、前記撮像素子の特性及び撮影時の前記撮影光学系の状態に応じて、前記複数の組み合わせの間で互いに異なる情報であって、前記補正値を算出するための情報は、撮影時の前記撮影光学系の状態に応じて、前記複数の組み合わせの間で互いに異なる情報であることを特徴とする請求項 9 に記載の撮像装置。

【請求項 11】

前記予め決められた組み合わせは、前記評価値に基づいて制御された前記撮影光学系の位置と、前記撮像素子から出力された信号により構成された画像が合焦状態にある場合の前記撮影光学系の位置との差が最も生じやすい組み合わせであることを特徴とする請求項 10 に記載の撮像装置。

40

【請求項 12】

前記補正手段は、更に、焦点検出を行う焦点検出領域の像高に基づいて、前記基準補正値を算出することを特徴とする請求項 9 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 13】

前記撮像素子の特性は、前記撮像素子に設定された瞳距離と、前記撮像素子の画素サイズの少なくともいずれかを含むことを特徴とする請求項 10 または 11 に記載の撮像装置。

50

【請求項 14】

前記撮影光学系の状態は、焦点調節状態、絞り値、射出瞳距離の少なくともいずれかを
含むことを特徴とする請求項 10、11、13 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 15】

前記撮像素子は、1つのマイクロレンズに対して複数の光電変換部を有し、位相差検出
用の信号を出力する複数の画素を備え、

前記焦点検出手段に用いられる複数の焦点検出方法は、前記位相差検出用の信号に基づ
いて行われる位相差方式の焦点検出方法を含むことを特徴とする請求項 9 乃至 14 のい
ずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 16】

前記焦点検出手段に用いられる前記複数の焦点検出方法は、前記撮像素子から得られる
信号のコントラストに基づいて行われるコントラスト方式の焦点検出方法を含むことを特
徴とする請求項 9 乃至 15 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 17】

撮影光学系と撮像装置とを含む撮像システムにおいて、

前記撮像装置が、

撮像素子から出力された信号に基づいて、撮影光学系を合焦状態に制御するための評
価値を検出する焦点検出手段と、

前記評価値を、検出に用いられた焦点検出方法に応じて補正する補正手段とを有し、

前記撮影光学系が、

複数の異なる焦点検出方法のうち、予め決められた焦点検出方法を用いて検出された
評価値を補正するための基準補正値を算出するための情報と、前記予め決められた焦点検
出方法を除く焦点検出方法を用いて検出された評価値を補正するための補正値を、前記基
準補正値から算出するための情報とを記憶した記憶手段とを有し、

前記撮影光学系は、前記記憶手段に記憶された情報のうち、前記焦点検出手段が検出に
用いた焦点検出方法に応じた情報を前記撮像装置に出力し、

前記補正手段は、前記撮影光学系から出力された情報を用いて、前記評価値を補正する
ための補正値を算出して、前記補正を行うことを特徴とする撮像システム。

【請求項 18】

撮影光学系と撮像装置とを含む撮像システムにおいて、

前記撮像装置が、

異なる解像度で読み出し可能な撮像素子と、

前記撮像素子から出力された信号に基づいて、撮影光学系を合焦状態に制御するた
めの評価値を検出する焦点検出手段と、

前記評価値を、撮影時の解像度及び検出に用いられた焦点検出方法に応じて補正する
補正手段とを有し、

前記撮影光学系が、

複数の異なる解像度と複数の異なる焦点検出方法の複数の組み合わせのうち、予め決
められた組み合わせで検出された評価値を補正するための基準補正値を算出するための情
報と、前記予め決められた組み合わせを除く組み合わせで検出された評価値を補正するた
めの補正値を、前記基準補正値から算出するための情報とを記憶した記憶手段とを有し、

前記撮影光学系は、前記記憶手段に記憶された情報のうち、前記撮像装置で用いられた
組み合わせに応じた情報を前記撮像装置に出力し、

前記補正手段は、前記撮影光学系から出力された情報を用いて、前記評価値を補正する
ための補正値を算出して、前記補正を行うことを特徴とする撮像システム。

【請求項 19】

焦点検出手段が、撮像素子から出力された信号に基づいて、複数の異なる焦点検出方
法のいずれかを用いて、撮影光学系を合焦状態に制御するための評価値を検出する焦点検出
工程と、

前記複数の異なる焦点検出方法のうち、予め決められた焦点検出方法を用いて検出され

10

20

30

40

50

た評価値を補正するための基準補正値を算出するための情報と、前記予め決められた焦点検出方法を除く焦点検出方法を用いて検出された評価値を補正するための補正値を、前記基準補正値から算出するための情報とを記憶した記憶手段から、取得手段が、前記焦点検出工程で用いられた焦点検出方法に応じた情報を取得する取得工程と、

補正手段が、前記取得工程で取得した情報を用いて、前記評価値を補正するための補正値を算出する算出工程と、

前記補正手段が、前記検出された評価値を、前記算出された補正値を用いて補正する補正工程と

を有することを特徴とする撮像装置の制御方法。

【請求項 20】

前記取得工程では、前記撮影光学系に設けられた前記記憶手段から、前記情報を取得することを特徴とする請求項 19 に記載の撮像装置の制御方法。

【請求項 21】

焦点検出手段が、異なる解像度で読み出し可能な撮像素子から出力された信号に基づいて、複数の異なる焦点検出方法のいずれかを用いて、撮影光学系を合焦状態に制御するための評価値を検出する焦点検出工程と、

前記異なる解像度及び前記複数の異なる焦点検出方法の複数の組み合わせのうち、予め決められた組み合わせで検出された評価値を補正するための基準補正値を算出するための情報と、前記予め決められた組み合わせを除く組み合わせで検出された評価値を補正するための補正値を、前記基準補正値から算出するための情報とを記憶した記憶手段から、取得手段が、前記焦点検出工程で用いられた組み合わせに応じた情報を取得する取得工程と、

補正手段が、前記取得工程で取得した情報を用いて、前記評価値を補正するための補正値を算出する算出工程と、

前記補正手段が、前記検出された評価値を、前記算出された補正値を用いて補正する補正工程と

を有することを特徴とする撮像装置の制御方法。

【請求項 22】

前記取得工程では、前記撮影光学系に設けられた前記記憶手段から、前記情報を取得することを特徴とする請求項 21 に記載の撮像装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置及びその制御方法、及び撮像システムに関し、更に詳しくは、自動焦点調節機能を有する撮像装置及びその制御方法、及び撮像システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

撮像装置の焦点調節方法の一般的な方式として、コントラスト A F 方式と位相差 A F 方式とがある。コントラスト A F 方式も位相差 A F 方式もビデオカメラやデジタルスチルカメラで多く用いられる A F 方式であり、撮像素子が焦点検出用センサとして用いられるものが存在する。これらの焦点調節方法は、光学系の諸収差の影響で焦点検出結果に誤差を含む場合があり、その誤差を低減するための方法が、種々提案されている。

【0003】

例えば、特許文献 1 には、焦点検出を行うために用いる信号の評価周波数（評価帯域）によって、焦点検出結果を補正する補正値を算出する方法が開示されている。このような焦点検出誤差は、上述の焦点調節方法によらず、コントラスト A F 方式や位相差 A F 方式に用いられる焦点調節用信号の評価帯域などによって発生する。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特許第 5 0 8 7 0 7 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、特許文献 1 に記載された構成では、焦点検出を行うために用いる信号の種類が増えるほど、必要な補正值も多くなる。そのため、補正值を記憶するために必要なメモリ容量が増えることにつながり、コストアップにつながる。特に焦点検出機能を有するカメラに対して、撮影レンズが交換可能な撮像装置の場合には、焦点検出機能の違いや焦点検出方法の違いに対応した補正值を撮影レンズが記憶することが必要となるため、メモリ容量の増大は、撮影レンズのコストアップにつながる。

10

【 0 0 0 6 】

本発明は上記問題点を鑑みてなされたものであり、撮像装置において、焦点検出結果を補正する精度を損なうことなく、補正值を記憶するための容量の増大を防ぐことを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上記目的を達成するために、本発明の撮像装置は、撮像素子から出力された信号に基づいて、複数の異なる焦点検出方法のいずれかを用いて、撮影光学系を合焦状態に制御するための評価値を検出する焦点検出手段と、前記評価値を、検出に用いられた焦点検出方法に応じて補正する補正手段と、前記複数の異なる焦点検出方法のうち、予め決められた焦点検出方法を用いて検出された評価値を補正するための基準補正值を算出するための情報と、前記予め決められた焦点検出方法を除く焦点検出方法を用いて検出された評価値を補正するための補正值を、前記基準補正值から算出するための情報とを記憶した記憶手段とを有し、前記補正手段は、前記記憶手段に記憶された情報を用いて、前記評価値を補正するための補正值を算出して、前記補正を行う。

20

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、撮像装置において、焦点検出結果を補正する精度を損なうことなく、補正值を記憶するための容量の増大を防ぐことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】本発明の実施の形態におけるデジタルカメラの概略構成を示すブロック図。

【図 2】実施の形態における受光画素をレンズユニット側から見た平面図。

【図 3】実施の形態における読み出し回路を含む撮像素子 1 2 2 の概略構成を示す図。

【図 4】実施の形態における、撮影光学系の射出瞳面と、像面中央近傍に配置された画素の光電変換部との共役関係を説明する図。

【図 5】実施の形態における T V A F 焦点検出部の構成を主に示すブロック図。

【図 6】実施の形態における焦点検出領域の例を示す図。

【図 7 A】第 1 の実施形態における A F 動作を示すフローチャート。

40

【図 7 B】第 1 の実施形態における A F 動作を示すフローチャート。

【図 8】第 1 の実施形態における B P 補正值を算出する動作を示すフローチャート。

【図 9】第 1 の実施形態における B P 補正值の算出方法を説明する図。

【図 1 0】第 2 の実施形態におけるレンズユニットと着脱可能なカメラ本体間での情報のやり取りを示す概念図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

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。

【 0 0 1 1 】

< 第 1 の実施形態 >

50

第１の実施形態では、本発明をレンズ交換可能な一眼レフタイプのデジタルカメラに適用した例について説明する。

【００１２】

撮像装置の構成の説明

図１は、第１の実施形態におけるデジタルカメラの概略構成を示すブロック図である。上述したように、第１の実施形態におけるデジタルカメラは交換レンズ式一眼レフカメラであり、レンズユニット１００とカメラ本体１２０とを有する。レンズユニット１００は図中央の点線で示されるマウントＭを介して、カメラ本体１２０と接続される。

【００１３】

レンズユニット１００は、第１レンズ群１０１、絞り兼用シャッタ１０２、第２レンズ群１０３、フォーカスレンズ群（以下、単に「フォーカスレンズ」と呼ぶ。）１０４、及び、駆動／制御系を有する。このようにレンズユニット１００は、フォーカスレンズ１０４を含むと共に被写体の像を形成する撮影レンズを有する。

10

【００１４】

第１レンズ群１０１は、レンズユニット１００の先端に配置され、光軸方向ＯＡに進退可能に保持される。絞り兼用シャッタ１０２は、その開口径を調節することで撮影時の光量調節を行う他、静止画撮影時には露光秒時調節用シャッタとして機能する。絞り兼用シャッタ１０２及び第２レンズ群１０３は一体として光軸方向ＯＡに進退し、第１レンズ群１０１の進退動作との連動によりズーム機能を実現する。また、フォーカスレンズ１０４を光軸方向ＯＡに進退させることで焦点調節が行われる。

20

【００１５】

駆動／制御系は、ズームアクチュエータ１１１、絞りシャッタアクチュエータ１１２、フォーカスアクチュエータ１１３、ズーム駆動回路１１４、絞りシャッタ駆動回路１１５、フォーカス駆動回路１１６、レンズＭＰＵ１１７、レンズメモリ１１８を有する。

【００１６】

ズーム駆動回路１１４は、撮影者のズーム操作に応じてズームアクチュエータ１１１を駆動して、第１レンズ群１０１や第２レンズ群１０３を光軸方向ＯＡに進退駆動させることで、ズーム操作を行う。シャッタ駆動回路１１５は、絞りシャッタアクチュエータ１１２を駆動制御して絞り兼用シャッタ１０２の開口径を制御して、撮影光量を調節すると共に、静止画撮影時の露光時間制御を行う。フォーカス駆動回路１１６は、焦点検出結果に基づいてフォーカスアクチュエータ１１３を駆動制御して、フォーカスレンズ１０４を光軸方向ＯＡに進退駆動させることで、焦点調節を行う。また、フォーカスアクチュエータ１１３には、フォーカスレンズ１０４の現在位置を検出する位置検出部としての機能が備わっている。

30

【００１７】

レンズＭＰＵ１１７は、レンズユニット１００に係る全ての演算、制御を行い、ズーム駆動回路１１４、絞りシャッタ駆動回路１１５、フォーカス駆動回路１１６、レンズメモリ１１８を制御する。また、レンズＭＰＵ１１７は、現在のレンズ位置を検出し、カメラＭＰＵ１２５からの要求に対してレンズ位置情報を通知する。このレンズ位置情報は、フォーカスレンズ１０４の光軸上位置、撮影光学系が移動していない状態の射出瞳の光軸上位置、直径、射出瞳の光束を制限するレンズ枠の光軸上位置、直径などの情報を含む。レンズメモリ１１８には自動焦点調節に必要な光学情報を記憶する。

40

【００１８】

一方、カメラ本体１２０は、光学的ローパスフィルタ（ＬＰＦ）１２１、撮像素子１２２、駆動／制御系を有する。光学的ＬＰＦ１２１と撮像素子１２２はレンズユニット１００からの光束によって被写体像を形成する撮像光学系として機能する。また、第１レンズ群１０１、絞り兼用シャッタ１０２、第２レンズ群１０３、フォーカスレンズ１０４、光学的ＬＰＦ１２１は、上述した撮影光学系を構成している。

【００１９】

光学的ＬＰＦ１２１は、撮影画像の偽色やモアレを軽減する。撮像素子１２２はＣＭＯ

50

S センサとその周辺回路で構成され、横方向にm画素、縦方向にn画素が配置される。撮像素子122は、図2を参照して後述するような構成の光電変換素子を有する画素を含んでおり、後述する位相差方式の焦点検出(位相差AF)を行うための一对の信号を出力することができる。得られた画像データの内、位相差AFに対応する画像データは、画像処理回路124で焦点検出用画像データに変換される。一方で、得られた画像データの内、表示や記録、コントラスト方式の焦点検出のために用いられる画像データも、画像処理回路124に送られ、目的に合わせた所定の処理が行われる。

【0020】

駆動/制御系は、撮像素子駆動回路123、画像処理回路124、カメラMPU125、表示器126、操作スイッチ群127、メモリ128、撮像面位相差焦点検出部129、TVAF焦点検出部130を有する。

10

【0021】

撮像素子駆動回路123は、撮像素子122の動作を制御するとともに、取得した画像信号をA/D変換してカメラMPU125及び画像処理回路124に送信する。画像処理回路124は、撮像素子122が取得した画像信号の変換、カラー補間、JPEG圧縮などを行う。

【0022】

カメラMPU(プロセッサ)125は、カメラ本体120に係る全ての演算、制御を行い、撮像素子駆動回路123、画像処理回路124、表示器126、操作SW127、メモリ128、撮像面位相差焦点検出部129、TVAF焦点検出部130を制御する。また、カメラMPU125はマウントMの信号線を介してレンズMPU117と接続され、レンズMPU117に対してレンズ位置の取得や所定の駆動量でのレンズ駆動要求を発行したり、レンズユニット100に固有の光学情報を取得したりする。なお、カメラMPU125には、カメラ動作を制御するプログラムを格納したROM125a、変数を記憶するRAM125b、諸パラメータを記憶するEEPROM125cが内蔵されている。

20

【0023】

表示器126はLCDなどから構成され、カメラの撮影モードに関する情報、撮影前のプレビュー画像と撮影後の確認用画像、焦点検出時の合焦状態表示画像などを表示する。操作スイッチ群127は、電源スイッチ、レリーズ(撮影トリガ)スイッチ、ズーム操作スイッチ、撮影モード選択スイッチ等で構成される。第1の実施形態におけるメモリ128は、フラッシュメモリ等の着脱可能なメモリで、撮影済み画像を記録する。

30

【0024】

撮像面位相差焦点検出部129は、撮像素子122、画像処理回路124により得られる焦点検出用画像データの像信号により位相差方式の焦点検出処理(撮像面位相差AF)を行う。より具体的には、撮像面位相差焦点検出部129は、撮影光学系の一対の瞳領域を通過する光束により焦点検出用画素に形成される一对の像のずれ量に基づいて撮像面位相差AFを行う。撮像面位相差AFの方法については、後に詳細に説明する。

【0025】

TVAF焦点検出部130は、画像処理回路124にて得られた画像情報のコントラスト成分により各種TVAF用評価値を算出し、コントラスト方式の焦点検出処理(TVAF)を行う。コントラスト方式の焦点検出処理では、フォーカスレンズ104を移動しながら複数のフォーカスレンズ位置で焦点評価値を算出し、焦点評価値がピークとなるフォーカスレンズ位置を検出する。

40

【0026】

このように、第1の実施形態は撮像面位相差AFとTVAFを組み合わせしており、状況に応じて、選択的に使用したり、組み合わせで使用したりすることができる。カメラMPU125は、撮像面位相差AFとTVAF各々の焦点検出結果を用いて、フォーカスレンズ104の位置を制御する。

【0027】

焦点検出の説明

50

次に、撮像素子 1 2 2 の信号を用いた、デジタルカメラにおける焦点検出の詳細について説明する。第 1 の実施形態の焦点検出では撮像面位相差 A F と T V A F を採用している。まず、それぞれの A F 方式について説明する。

【 0 0 2 8 】

(撮像面位相差 A F の説明)

最初に、図 2 から図 4 を用いて、撮像面位相差 A F について説明する。図 2 は第 1 の実施形態における撮像素子 1 2 2 の画素配列を模式的に示した図で、2 次元 C M O S エリアセンサの縦 (Y 方向) 6 行と横 (X 方向) 8 列の範囲を、レンズユニット 1 0 0 側から観察した状態を示している。カラーフィルタにはベイヤー配列が適用され、奇数行の画素 2 1 1 には、左から順に緑 (Green) と赤 (Red) のカラーフィルタが交互に設けられる。また、偶数行の画素 2 1 1 には、左から順に青 (Blue) と緑 (Green) のカラーフィルタが交互に設けられる。また、オンチップマイクロレンズ 2 1 1 i がカラーフィルタの上に構成されている。オンチップマイクロレンズ 2 1 1 i の内側に配置された複数の矩形は、それぞれ光電変換部 2 1 1 a、2 1 1 b である。

【 0 0 2 9 】

第 1 の実施形態では、すべての画素の光電変換部は X 方向に 2 分割され、分割された一方の領域の光電変換信号と、2 つの領域の光電変換信号の和をそれぞれ独立して読み出しできる構成となっている。そして、独立して読み出しされた信号は、2 つの領域の光電変換信号の和と分割された一方の領域の光電変換信号との差分をとることにより、もう一方の光電変換領域で得られる信号に相当する信号を得ることができる。このように分割された領域の光電変換信号は、位相差検出用の信号として、後述する方法で位相差 A F に用いられるほか、視差情報を有した複数画像から構成される立体 (3 D) 画像を生成するために用いることもできる。一方で、2 つの領域の光電変換信号の和は、通常の撮影画像として用いられる。

【 0 0 3 0 】

図 3 は、第 1 の実施形態における読み出し回路を含む撮像素子 1 2 2 の概略構成を示す図である。1 5 1 は水平走査回路、1 5 3 は垂直走査回路である。そして各画素の境界部には、垂直走査ライン 1 5 2 a 及び 1 5 2 b と、水平走査ライン 1 5 4 a 及び 1 5 4 b が配線され、各光電変換部 2 1 1 a、2 1 1 b からはこれらの走査ラインを介して信号が外部に読み出される。

【 0 0 3 1 】

なお、第 1 の実施形態の撮像素子 1 2 2 は、解像度の異なる以下の 2 種類の読み出しモードで駆動可能とする。第 1 の読み出しモードは全画素読み出しモードと称するもので、高精細静止画を撮像するためのモードである。この場合は、全画素の信号が読み出される。

【 0 0 3 2 】

第 2 の読み出しモードは間引き読み出しモードと称するもので、動画記録、もしくはレビュー画像の表示のみを行うためのモードである。この場合に必要な画素数は全画素よりも少ないため、画素群は X 方向及び Y 方向共に所定比率に間引いた画素からのみ信号を読み出す。また、高速に読み出す必要がある場合にも、同様に間引き読み出しモードを用いる。X 方向に間引く際には、信号の加算を行って S / N の改善を図り、Y 方向に対する間引きは、間引かれる行の信号出力を無視する。位相差方式、コントラスト方式の焦点検出も通常は、第 2 の読み出しモードで行われる。但し、より高精度に焦点検出を行いたい場合やライブビュー表示を拡大して表示する場合には、第 1 の読み出しモードで焦点検出を行ったり、ライブビュー表示を行ったりする。

【 0 0 3 3 】

図 4 は、第 1 の実施形態の撮像装置において、撮影光学系の射出瞳面と、像高ゼロすなわち像面中央近傍に配置された画素 2 1 1 の光電変換部との共役関係を説明する図である。撮像素子 1 2 2 の画素 2 1 1 の光電変換部 2 1 1 a、2 1 1 b と、撮影光学系の射出瞳面とは、オンチップマイクロレンズ 2 1 1 i によって共役関係となるように設計される。

そして撮影光学系の射出瞳は、一般的に光量調節用の虹彩絞りが置かれる面とほぼ一致する。一方、第1の実施形態における撮影光学系は変倍機能を有したズームレンズであるが、光学タイプによっては変倍操作を行うと、射出瞳の像面からの距離や大きさが変化する。図4における撮影光学系は、焦点距離が広角端と望遠端の間、すなわちMiddleの状態を示している。これを標準的な射出瞳距離Zepと仮定して、オンチップマイクロレンズの形状や、像高(X、Y座標)に応じた偏心パラメータの最適設計がなされる。

【0034】

図4(a)において、鏡筒部材101bは第1レンズ群を保持し、鏡筒部材104bはフォーカスレンズ104を保持する。絞り102は、絞り開放時の開口径を規定する開口板102aと、絞り込み時の開口径を調節するための絞り羽根102bとを有する。なお、撮影光学系を通過する光束の制限部材として作用する鏡筒部材101b、開口板102a、絞り羽根102b、及び鏡筒部材104bは、像面から観察した場合の光学的な虚像を示している。また、絞り102の近傍における合成開口をレンズの射出瞳と定義し、前述したように像面からの距離をZepとしている。

【0035】

図4(a)では、被写体像を光電変換するための画素211は、像面中央近傍に配置されるものを示しており、以下、中央画素と呼ぶ。中央画素211は、最下層より、光電変換部211a、211b、配線層211e~211g、カラーフィルタ211h、及びオンチップマイクロレンズ211iの各部材で構成される。そして2つの光電変換部211a、211bはオンチップマイクロレンズ211iによって撮影光学系の射出瞳面に投影される。また別の言い方をすれば、撮影光学系の射出瞳が、オンチップマイクロレンズ211iを介して、光電変換部211a、211bの表面に投影されることになる。

【0036】

図4(b)は、撮影光学系の射出瞳面上における、光電変換部211a、211bの投影像を示したもので、光電変換部211a及び211bに対する投影像は各々EP1a及びEP1bとなる。また本第1の実施形態では、上述したように、撮像素子122は、2つの光電変換部211aと211bのいずれか一方の出力と、両方の和の出力を得ることができる。両方の和の出力は、撮影光学系のほぼ全瞳領域である投影像EP1a、EP1bの両方の領域を通過した光束を光電変換したものに対応する。

【0037】

図4(a)において、撮影光学系を通過する光束の最外部をLで示すように、光束は、絞りの開口板102aで規制されており、投影像EP1a及びEP1bは撮影光学系によるケラレがほぼ発生していない。また、図4(b)では、図4(a)の光束をTLで示している。円で示される光束TLの内側に、光電変換部211a、211bの投影像EP1a、EP1bの大部分が含まれていることから、ケラレがほぼ発生していないことがわかる。光束は、絞りの開口板102aでのみ制限されているため、光束TLは、開口板102aの開口径とほぼ等しいと言える。この際、像面中央では各投影像EP1a及びEP1bのケラレ状態は光軸に対して対称となり、各光電変換部211a及び211bが受光する光量は等しい。

【0038】

このように、マイクロレンズ211iと、分割された光電変換部211a及び211bにより、レンズユニット100の射出光束が瞳分割される。そして、同一行上に配置された所定範囲内の複数の画素211において、光電変換部211aの出力をつなぎ合わせて編成したものをAF用A像、同じく光電変換部211bの出力をつなぎ合わせて編成したものをAF用B像とする。なお、AF用A像及びB像の信号としては、光電変換部211a、211bの、ペイヤー配列の緑、赤、青、緑の出力を加算し、疑似的に輝度(Y)信号として算出されたものを用いるものとする。但し、赤、青、緑の色毎に、AF用A像、B像を編成してもよい。このように生成したAF用A像とB像の相対的な像ずれ量を相関演算により検出することで、所定領域の焦点ずれ量、すなわちデフォーカス量を検出することができる。なお、第1の実施形態では、AF用A像もしくはB像のいずれか一方は撮

10

20

30

40

50

像素子 1 2 2 からは出力されないが、上述した通り、A 像出力と B 像出力の和が出力されるため、その出力と他方の出力の差分から、もう一方の信号を得ることができる。

【 0 0 3 9 】

以上図 2 ～ 図 4 を参照して説明した様に、撮像素子 1 2 2 は射出瞳を分割した光束を受光する画素を備えているため、得られた信号から位相差 A F を行うことが可能である。

【 0 0 4 0 】

なお、上述の説明では、水平方向に射出瞳を分割する構成を説明したが、撮像素子 1 2 2 上に、垂直方向に射出瞳を分割する画素を合わせて設けてもよい。両方向に射出瞳を分割する画素を設けることにより、水平だけでなく、垂直方向の被写体のコントラストに対応した焦点検出を行うことができる。また、すべての画素の光電変換部を 2 分割するものとして説明したが、光電変換部を 3 分割以上してもよく、また、位相差 A F のみのためだけであれば一部の画素の光電変換部を分割するように構成してもよい。

【 0 0 4 1 】

(T V A F の説明)

次に、T V A F のための各種 A F 用評価値の算出の流れについて説明する。図 5 は、T V A F 焦点検出部 1 3 0 の構成を主に示すブロック図である。

【 0 0 4 2 】

撮像素子 1 2 2 から読み出された信号が T V A F 焦点検出部 1 3 0 に入力されると、A F 評価用信号処理回路 4 0 1 において、ベイヤ配列信号からの緑 (G) 信号の抽出と、低輝度成分を強調して高輝度成分を抑圧するガンマ補正処理が施される。第 1 の実施形態では、T V A F を緑 (G) 信号を用いて行う場合を説明するが、赤 (R)、青 (B)、緑 (G) の全ての信号を用いてもよい。また、R G B 全色用いて輝度 (Y) 信号を生成してもよい。従って、A F 評価用信号処理回路 4 0 1 で生成される出力信号は、用いられた色によらず、以後の説明では、輝度信号 Y と呼ぶこととする。

【 0 0 4 3 】

次に、Y ピーク評価値の算出方法について説明する。A F 評価用信号処理回路 4 0 1 によってガンマ補正された輝度信号 Y は、水平ライン毎のラインピーク値を検出するためのラインピーク検出回路 4 0 2 へ入力される。この回路によって、領域設定回路 4 1 3 によって設定された各焦点検出領域内で水平ライン毎の Y ラインピーク値が求められる。更に、ラインピーク検出回路 4 0 2 の出力は垂直ピーク検出回路 4 0 5 に入力される。この回路によって、領域設定回路 4 1 3 によって設定された各焦点検出領域内で垂直方向にピークホールドが行われ、Y ピーク評価値が生成される。Y ピーク評価値は、高輝度被写体や低照度被写体の判定に有効である。

【 0 0 4 4 】

次に、Y 積分評価値の算出方法について説明する。A F 評価用信号処理回路 4 0 1 によってガンマ補正された輝度信号 Y は、水平ライン毎の積分値を検出するための水平積分回路 4 0 3 へ入力される。この回路によって、領域設定回路 4 1 3 によって設定された各焦点検出領域内で水平ライン毎の輝度信号 Y の積分値が求められる。更に、水平積分回路 4 0 3 の出力は垂直積分回路 4 0 6 に入力される。この回路によって、領域設定回路 4 1 3 によって設定された各焦点検出領域内で垂直方向に積分が行われ、Y 積分評価値を生成される。Y 積分評価値は、各焦点検出領域内全体の明るさを判断することができる。

【 0 0 4 5 】

次に、Max - Min 評価値の算出方法について説明する。A F 評価用信号処理回路 4 0 1 によってガンマ補正された輝度信号 Y は、ラインピーク検出回路 4 0 2 に入力され、各焦点検出領域内で水平ライン毎の Y ラインピーク値が求められる。また、ガンマ補正された輝度信号 Y は、ライン最小値検出回路 4 0 4 に入力される。この回路によって、各焦点検出領域内で水平ライン毎の輝度信号 Y の最小値が検出される。検出された水平ライン毎の輝度信号 Y のラインピーク値及び最小値は減算器に入力され、(ラインピーク値 - 最小値) を計算した上で垂直ピーク検出回路 4 0 7 に入力される。この回路によって、各焦点検出領域内で垂直方向にピークホールドが行われ、Max - Min 評価値が生成される

。Max - Min 評価値は、低コントラスト及び高コントラストの判定に有効である。

【0046】

次に、領域ピーク評価値の算出方法について説明する。AF 評価用信号処理回路 401 によってガンマ補正された輝度信号 Y は、BPF 408 に通すことによって特定の周波数成分が抽出され焦点信号が生成される。この焦点信号は、水平ライン毎のラインピーク値を検出するためのラインピーク検出回路 409 へ入力される。ラインピーク検出回路 409 は、各焦点検出領域内で水平ライン毎のラインピーク値を求める。求めたラインピーク値は、垂直ピーク検出回路 411 によって各焦点検出領域内でピークホールドされ、領域ピーク評価値が生成される。領域ピーク評価値は、各焦点検出領域内で被写体が移動しても変化が少ないので、合焦状態から再度合焦点を探す処理に移行するための再起動判定に有効である。

10

【0047】

次に、全ライン積分評価値の算出方法について説明する。領域ピーク評価値と同様に、ラインピーク検出回路 409 は、各焦点検出領域内で水平ライン毎のラインピーク値を求める。次に、ラインピーク値を垂直積分回路 410 に入力し、各焦点検出領域内で垂直方向に全水平走査ライン数について積分して全ライン積分評価値を生成する。高周波全ライン積分評価値は、積分の効果でダイナミックレンジが広く、感度が高いので、合焦位置の検出を行うためのTVAFのメインの評価値として有効である。第1の実施形態では、デフォーカス状態に応じて評価値が変化し、焦点調節に用いるこの全ライン積分評価値を焦点評価値と呼ぶ。

20

【0048】

領域設定回路 413 は、カメラMPU 125 により設定された画面内の所定の位置にある信号を選択するための各焦点検出領域用のゲート信号を生成する。ゲート信号は、ラインピーク検出回路 402、水平積分回路 403、ライン最小値検出回路 404、ラインピーク検出回路 409、垂直ピーク検出回路 405、407、411、垂直積分回路 406、410 の各回路に入力される。そして、各評価値が各焦点検出領域内の輝度信号 Y で生成されるように、輝度信号 Y が各回路に入力するタイミングが制御される。また、領域設定回路 413 は、各焦点検出領域に合わせて、複数の領域の設定が可能である。

【0049】

カメラMPU 125 内のAF制御部 151 は、上述したようにして求められた各評価値を取り込み、フォーカス駆動回路 116 を通じてフォーカスアクチュエータ 113 を制御し、フォーカスレンズ 104 を光軸方向OAに移動させてAF制御を行う。

30

【0050】

第1の実施形態では、各種のAF用評価値を上述の通り水平ライン方向に算出するのに加えて、垂直ライン方向にも算出する。これにより、水平、垂直いずれの方向の被写体のコントラスト情報に対しても焦点検出を行うことができる。

【0051】

TVAFを行う際には、フォーカスレンズ 104 を駆動しながら、上述した各種のAF用評価値を算出し、全ライン積分評価値が最大値となるフォーカスレンズ位置を検出することにより、焦点検出を行う。

40

【0052】

焦点検出領域の説明

図6は、撮影範囲内における焦点検出領域を示す図で、この焦点検出領域内で撮像素子 122 から得られた信号に基づいて撮像面位相差AF及びTVAFが行われる。図6において、点線で示す長方形は撮像素子 122 の撮影範囲 217 を示す。撮影範囲 217 内には撮像面位相差AFを行う3つの横方向の焦点検出領域 218 a h、218 b h、218 c h が形成されている。第1の実施形態では、撮像面位相差AF用の焦点検出領域を撮影範囲 217 の中央部と左右2箇所の計3箇所を備える構成とした。また、3つの撮像面位相差AF用の焦点検出領域 218 a h、218 b h、218 c h のそれぞれを包含する形で、TVAFを行う焦点検出領域 219 a、219 b、219 c が形成されている。TV

50

A Fを行う焦点検出領域では図5の水平方向と垂直方向の焦点評価値を用いて、コントラスト検出を行う。

【0053】

なお、図6に示す例では、大きくわけて3つの領域に焦点検出領域を配置した例を示しているが、本発明は3つの領域に限られるものではなく、任意の位置に複数の領域を配置してもよい。また、光電変換部がY方向に分割されている場合、撮像面位相差A F用の焦点検出領域として、縦方向に画素が並ぶ領域を設定すれば良い。

【0054】

焦点検出処理の流れの説明

次に、図7を参照して、上記構成を有するデジタルカメラにおける本第1の実施形態における焦点検出(A F)処理について説明する。なお、第1の実施形態におけるA F処理の概要は次の通りである。まず、焦点検出領域218 a h、218 b h、218 c hそれぞれについて、位相差A Fにより焦点ずれ量(デフォーカス量)と信頼性とを求める。そして、所定の信頼性を有するデフォーカス量が得られた領域と、得られなかった領域に区分する。全ての焦点検出領域218 a h、218 b h、218 c hにおいて所定の信頼性を有するデフォーカス量が得られていれば、最至近の被写体に合焦するようにフォーカスレンズ104を駆動する。

【0055】

一方、所定の信頼性を有するデフォーカス量が得られなかった領域が存在する場合、焦点検出領域219 a ~ cの内、対応する領域について、フォーカスレンズ駆動前後の焦点評価値の変化量を用いて、より至近側に被写体が存在するか判定する。そして、より至近側に被写体が存在すると判定された場合は、コントラストA Fにより得られた焦点評価値の変化に基づき、フォーカスレンズ104を駆動する。ただし、これより以前に焦点評価値が得られていない場合には焦点評価値の変化量を求めることができない。その場合、予め決められたデフォーカス量よりも大きい、所定の信頼性を有するデフォーカス量が得られた領域が存在する場合には、得られたデフォーカス量のうち、最至近の被写体に合焦するようにフォーカスレンズ104を駆動する。それ以外の場合、即ち、所定の信頼性を有するデフォーカス量が得られた領域が存在しない場合、及び、得られたデフォーカス量が予め決められたデフォーカス量以下の場合には、デフォーカス量に関係のない所定量のレンズ駆動を行う。なお、デフォーカス量が小さい場合にデフォーカス量に関係のない所定量のレンズ駆動を行う理由は、そのデフォーカス量に基づくレンズ駆動量では、次の焦点検出時に、焦点評価値の変化を検出することが難しい可能性が高いからである。

【0056】

いずれかの方法により、焦点検出を終えると、用いた焦点検出時の条件に基づいて、焦点検出補正値の算出を行い、焦点検出結果の補正を行う。そして、補正の施された焦点検出結果に基づき、フォーカスレンズ104の駆動を行い、焦点調節処理を終える。

【0057】

以下、上述したA F処理について、詳細に説明する。図7 A及び図7 Bは、第1の実施形態における撮像装置のA F動作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、カメラM P U 125によって実行される。カメラM P U 125は、A F動作を開始すると、S 1においてまず被写体に対する焦点調節を行うための焦点検出領域を設定する。ここでは、例えば、図5に示したような3か所の焦点検出領域が設定されるものとする。

【0058】

次にS 2において、至近判定フラグを1に設定する。S 3では、各焦点検出領域で、焦点検出に必要な信号を取得する。具体的には、撮像素子122で露光を行った後、撮像面位相差A F用の焦点検出領域218 a h、218 b h、218 c h内の焦点検出用画素の像信号を取得する。なお、ここで取得した像信号に対して、特開2010 - 117679号公報に記載されている補正処理を行ってもよい。更に、T V A Fに用いる焦点検出領域219 a、219 b、219 cの領域内の画素信号を取得し、焦点評価値を算出する。算

10

20

30

40

50

出された焦点評価値は、RAM 125bに記憶される。

【0059】

次に、S4において、焦点評価値のピーク（極大値）が検出されたか否かを判定する。これは、コントラスト方式の焦点検出を行うためのもので、信頼性のあるピークが検出された場合には、焦点検出を終えるため、S20に進む。焦点評価値の信頼性は、例えば、特開2010-078810号公報の図10から図13で説明されているような方法を用いればよい。

【0060】

つまり、合焦状態を示す焦点評価値が山状になっているか否かを、焦点評価値の最大値と最小値の差、一定値（SlopeThr）以上の傾きで傾斜している部分の長さ、及び傾斜している部分の勾配から判断する。これにより、ピークの信頼性判定を行うことができる。

10

【0061】

第1の実施形態では、位相差AFと併用しているため、同一の焦点検出領域や他の焦点検出領域で、より至近側の被写体の存在が確認されている場合には、信頼性のある焦点評価値ピークが検出された際であっても、焦点検出を終えずに、S5に進んでもよい。その場合、焦点評価値ピークの位置に対応するフォーカスレンズ104の位置を記憶しておき、以後、信頼性のある焦点検出結果が得られなかった場合に、記憶したフォーカスレンズ104の位置を焦点検出結果とする。また、1回目の焦点評価値の算出結果のみからではピークを検出することができないため、S5に進む。

20

【0062】

S5において、撮像面位相差AF用の各焦点検出領域218ah、218bh、218chについて、得られた一对の像信号のずれ量（位相差）を算出し、予め記憶されているデフォーカス量への換算係数を用いて、デフォーカス量を算出する。ここでは、算出されるデフォーカス量の信頼性も判定し、所定の信頼性を有すると判定された焦点検出領域のデフォーカス量のみを、以後のAF処理で用いる。撮影レンズによるケラレの影響により、デフォーカス量が大きくなるにつれて、検出される対の像信号のずれ量は、より多くの誤差を含むようになる。そのため、算出されるデフォーカス量が大きい場合や、対の像信号の形状の一致度が低い場合、対の像信号のコントラストが低い場合には、高精度な焦点検出は不可能、言い換えると、算出されたデフォーカス量の信頼性が低い、と判断する。以下、算出されたデフォーカス量が所定の信頼性を有する場合に「デフォーカス量が算出された」と表現し、デフォーカス量が何らかの理由で算出できない、または、算出されたデフォーカス量の信頼性が低い場合に「デフォーカス量が算出できない」と表現する。

30

【0063】

次に、S6では、S1で設定した複数の焦点検出領域218ah、218bh、218chの全てでデフォーカス量が算出できたか否かを判断する。全ての焦点検出領域でデフォーカス量が算出できた場合にはS20に進み、算出されたデフォーカス量の中で、最も至近側にある被写体を示すデフォーカス量が算出された焦点検出領域に対して、BP（ベストポイント）補正値を算出する。ここで、最も至近側の被写体を選択する理由は、一般に、撮影者がピントを合わせたい被写体が、至近側に存在することが多いためである。また、BP補正値は、記録画像の合焦位置と焦点検出結果との差を補正するためのものである。

40

【0064】

記録画像の合焦位置と焦点検出結果との差が発生する原因としては、次の3つが主なものとして知られている。1つめは、記録画像の合焦状態を評価する空間周波数帯域と焦点検出信号の評価帯域の差により発生する誤差（以下、「空間周波数BP」と呼ぶ。）である。この誤差は、撮影光学系が球面収差を有する場合に発生する。2つめは、記録画像の鑑賞時に評価する色と焦点検出信号に用いられている色の差により発生する誤差（以下、「色BP」と呼ぶ。）である。この誤差は、撮影光学系が色収差を有する場合に発生する。3つめは、記録画像の鑑賞時に評価するコントラスト方向と焦点検出信号が評価するコ

50

ントラスト方向の差により発生する誤差（以下、「縦横 B P」と呼ぶ。）である。この誤差は、撮影光学系が非点収差を有するときに発生する。

【 0 0 6 5 】

以上のような要因により、発生する誤差を補正するための補正值が、B P 補正值である。発生原因からも明らかなとおり、収差の発生状況により補正量が異なるため、撮影光学系の特性に応じた補正值が必要である。また、焦点検出信号の特性によっても補正值が必要である。第 1 の実施形態では、第 1 の読み出しモードまたは第 2 の読み出しモードで焦点検出を行う場合、また、撮像面位相差 A F または T V A F を行う場合に応じて、必要な補正量が異なる。第 1 の実施形態では、第 2 の読み出しモードで撮像面位相差 A F を行う場合の B P 補正值から、簡易的にその他の場合の B P 補正值を算出することにより、B P 補正值の記憶容量を削減する。これにより、撮像装置のコスト低減や演算負荷の低減を行うことができる。B P 補正值の算出方法の詳細については後述する。

10

【 0 0 6 6 】

次に、S 2 1 では、S 2 0 で算出された B P 補正值を用いて以下の式（ 1 ）により焦点検出結果 D E F __ B を補正し、D E F __ A を算出する。

$$D E F _ A = D E F _ B + B P \quad \dots (1)$$

【 0 0 6 7 】

S 2 2 では、式（ 1 ）で算出された補正後のデフォーカス量 D E F __ A に基づいてフォーカスレンズ 1 0 4 の駆動を行う（合焦制御）。

次に、S 2 3 に進み、レンズ駆動に用いたデフォーカス量が算出された焦点検出領域に関して、表示器 1 2 6 に合焦表示を行い、A F 処理を終了する。

20

【 0 0 6 8 】

一方、S 6 でデフォーカス量が算出できない焦点検出領域が存在した場合には、図 7 B の S 7 に進む。S 7 では、至近判定フラグが 1 であるか否かを判定する。至近判定フラグは、A F 動作が始まってから、レンズ駆動が一度も行われていない場合に 1 となり、レンズ駆動が 1 回以上 行われている場合に 0 となるフラグである。至近判定フラグが 1 である場合には、S 8 に進む。

【 0 0 6 9 】

S 8 では、全ての焦点検出領域でデフォーカス量を算出できなかった場合、もしくは、算出されたデフォーカス量のうち、最も至近側の被写体の存在を示すデフォーカス量が所定の閾値 A 以下の場合には、S 9 に進む。S 9 では、至近側に予め決められた量、フォーカスレンズ 1 0 4 のレンズ駆動を行う。

30

【 0 0 7 0 】

ここで S 8 で Y e s の場合に、所定量のレンズ駆動を行う理由を説明する。まず、複数の焦点検出領域の中で、デフォーカス量が算出できた領域が無い場合とは、現時点では、ピント合わせを行うべき被写体が見つからない場合である。そのため、合焦不能であると判断する前に、全ての焦点検出領域に対して、ピント合わせを行うべき被写体の存在を確認するために、所定量のレンズ駆動を行い、後述する焦点評価値の変化を判定できるようにする。また、算出されたデフォーカス量の中で最も至近側の被写体の存在を示すデフォーカス量が所定の閾値 A 以下の場合とは、現時点で、ほぼ合焦状態の焦点検出領域が存在している場合である。このような状況では、デフォーカス量が算出できなかった焦点検出領域に、より至近側に、現時点では検出されていない被写体がある可能性を確認するために、所定量のレンズ駆動を行い、後述する焦点評価値の変化を判定できるようにする。なお、ここでのレンズ駆動量は、撮影光学系の F 値やレンズ駆動量に対する撮像素子面上でのピント移動量の感度を鑑みて定めればよい。

40

【 0 0 7 1 】

一方で、S 8 で N o の場合、すなわち、算出されたデフォーカス量の中で最も至近側の被写体の存在を示すデフォーカス量が所定の閾値 A より大きい場合には、S 1 0 に進む。この場合には、デフォーカス量が算出された焦点検出領域は存在するものの、その焦点検出領域は合焦状態ではない場合である。そのため、S 1 0 では、算出されたデフォーカス

50

量の中で最も至近側の被写体の存在を示すデフォーカス量に基づき、レンズ駆動を行う。

【0072】

S 9もしくはS 10にてレンズ駆動を行った後、S 11に進み、至近判定フラグを0に設定し、図7AのS 3に戻る。

【0073】

S 7で、至近判定フラグが1ではない場合（即ち、0の場合）にはS 12に進む。S 12で、デフォーカス量が算出できなかった焦点検出領域に対応したTVAF用の焦点検出領域の焦点評価値が、レンズ駆動前後で、所定の閾値B以上変化したか否かを判断する。ここでは、焦点評価値は、増加する場合も減少する場合もあるが、焦点評価値の変化量の絶対値が、所定の閾値B以上であるか否かを判断する。

10

【0074】

S 12において、焦点評価値の変化量の絶対値が、所定の閾値B以上である場合とは、デフォーカス量は算出できないものの、焦点評価値の増減により、被写体のボケ状態の変化を検出できたことを意味している。そのため、第1の実施形態では、撮像面位相差AFによるデフォーカス量が検出できない場合でも、焦点評価値の増減に基づいて被写体の存在を判定し、AF処理を継続する。これにより、デフォーカス量が大きく、撮像面位相差AFでは検出できない被写体に対して、焦点調節を行うことができる。

【0075】

ここで、判定に用いられる所定の閾値Bは、事前に行われたレンズ駆動量に応じて変更する。レンズ駆動量が大きい場合には、閾値Bとしてより大きい値を設定し、レンズ駆動量が小さい場合には、閾値Bとしてより小さい値を設定する。これは、被写体が存在する場合には、レンズ駆動量の増加に応じて、焦点評価値の変化量も増加するためである。これらのレンズ駆動量毎の閾値Bは、EEPROM 125cに記憶されている。

20

【0076】

焦点評価値の変化量の絶対値が、所定の閾値B以上である場合にはS 13に進み、焦点評価値の変化量が閾値以上ある焦点検出領域が、無限遠側被写体の存在を示す焦点検出領域のみであるか否かを判定する。焦点検出領域が無限遠側被写体の存在を示す場合とは、レンズ駆動の駆動方向が至近方向で焦点評価値が減少、もしくは、レンズ駆動の駆動方向が無限遠方向で焦点評価値が増加した場合である。

【0077】

焦点評価値の変化量が閾値B以上である焦点検出領域が、無限遠側被写体の存在を示す焦点検出領域のみでない場合にはS 14に進み、至近側に所定量のレンズ駆動を行う。これは、焦点評価値の変化量が閾値B以上ある焦点検出領域の中に、至近側被写体の存在を示す焦点検出領域があるためである。なお、至近側を優先する理由は上述した通りである。

30

【0078】

一方、S 13において、焦点評価値の変化量が閾値B以上ある焦点検出領域が、無限遠側被写体の存在を示す焦点検出領域のみである場合、S 15に進む。S 15では、デフォーカス量が算出された焦点検出領域が存在するか否かを判定する。デフォーカス量が算出された焦点検出領域が存在する場合（S 15でYes）には、焦点評価値による無限遠側被写体の存在よりも、撮像面位相差AFの結果を優先するため、図7AのS 20に進む。

40

【0079】

デフォーカス量が算出された焦点検出領域が存在しない場合（S 15でNo）には、被写体の存在を示す情報が、焦点評価値の変化のみであるため、その情報を用いて、S 16で無限遠側に所定量のレンズ駆動を行う。無限遠側に所定量のレンズ駆動を行った後、図7AのS 3に戻る。

【0080】

なお、S 14及びS 16で行うレンズ駆動の駆動量は、撮像面位相差AFで検出可能なデフォーカス量を鑑みて決めればよい。被写体によって検出可能なデフォーカス量は異なるが、焦点検出不可能な状態からのレンズ駆動で、被写体を検出できずに通り過ぎてしま

50

うことがないようなレンズ駆動量を予め設定しておく。

【0081】

焦点評価値の変化量の絶対値が所定の閾値B未満である場合には(S12でNo)、S17に進む。S17では、デフォーカス量が算出された焦点検出領域の有無を判定する。デフォーカス量が算出された焦点検出領域が無い場合にはS18に進み、予め定められた定点にレンズを駆動した後、S19に進み、表示器126に非合焦表示を行い、AF処理を終了する。これは、デフォーカス量が算出された焦点検出領域が無く、レンズ駆動の前後で焦点評価値の変化がある焦点検出領域も無い場合である。このような場合には、被写体の存在を示す情報が全く無いため、合焦不能として、AF処理を終了する。

【0082】

一方、S17で、デフォーカス量が算出できた焦点検出領域がある場合には、図7AのS20に進み、検出されたデフォーカス量の補正を行い(S21)、S22で合焦位置へフォーカスレンズ104を駆動する。その後、S23で表示器126に合焦表示を行い、AF処理を終了する。

【0083】

B P補正値の算出方法

次に、図8及び図9を用いて、図7のS20で行うB P補正値の算出方法について説明する。図8は、図7のS20で行う処理の詳細を示すB P補正値を算出する流れを示したサブルーチンである。

【0084】

S100で、B P補正情報の取得を行う。焦点検出結果と記録画像の合焦位置との間の差であるB P補正値は、上述の通り、撮影光学系の収差の状況や用いる焦点検出信号の特性によって値が異なる。撮影光学系の収差は、(1)撮影光学系の焦点調節状態S(フォーカス状態、ズーム状態)、(2)撮影光学系の絞り値F、(3)撮影光学系の射出瞳距離PDなどの組み合わせによって、その特性が変化する。一方、焦点検出信号の特性は、(4)焦点検出領域の撮像素子の像高H、(5)撮像素子の設定瞳距離D、(6)撮像素素、焦点検出画素の画素サイズPなどの組み合わせにより変化する。

【0085】

S100では、B P補正情報の一部として、カメラMPU125の要求に応じて、レンズMPU117を通じて、撮影光学系の焦点調節状態S、絞り値F、射出瞳距離PDを取得する。また、その他のB P補正情報として、カメラMPU125内に記憶された撮像素子122の設定瞳距離D、撮像素素の画素サイズPの情報の取得を行う。

【0086】

第1の実施形態では、上述の撮影光学系の収差の状況を表す変数と焦点検出信号の特性を表す変数を用いてB P補正値を算出する。本第1の実施形態では、カメラMPU125が、可能な焦点検出方法や撮像素子122の読み出しモードによって異なる変数を用いて、B P補正値を算出する。

【0087】

S101で、上述したS1からS17の処理により信頼性のある焦点検出結果を得た時の焦点検出方法及び撮像素子122の読み出しモードを設定する。第1の実施形態では、下記の4つのケースがあり得る。

ケース(1) 第1の読み出しモードで撮像面位相差検出式の焦点検出

ケース(2) 第2の読み出しモードで撮像面位相差検出式の焦点検出

ケース(3) 第1の読み出しモードでコントラスト方式の焦点検出

ケース(4) 第2の読み出しモードでコントラスト方式の焦点検出

【0088】

S101では、上記4つのケースの中から、現在得ている焦点検出結果がどの場合を用いているかを設定する。

【0089】

次に、S102では、S101で設定した状態に合わせたB P補正値を算出する。以下

10

20

30

40

50

、補正値の算出方法について、詳しく説明する。同じ撮影光学系の収差状況で、B P補正値の絶対値は、上記4つのケースの中でケース(2)の場合が最も大きくなる。これは、ケース(2)では、ケース(1)とは読み出しモードが異なるために、焦点検出信号が評価する空間周波数帯域が低くなるためである。また、ケース(2)では、ケース(4)とは読み出しモードは同じであるが、撮像面位相差A Fの場合、位相差検出特有の誤差が発生するため、T V A Fと比較して同等以上の誤差が発生する。また、ケース(3)は、読み出しモードの観点でも、焦点検出方式の観点でも、B P補正値の絶対値は最小となる。第1の実施形態では、上記4つのケースにおいて、各々にB P補正値を算出する構成としたが、B P補正値の大きさによって、一部のみ補正を行ってもよい。第1の実施形態では、B P補正値の絶対値が最も大きくなり得る場合の補正誤差が小さくなるように補正を行う。許容錯乱円から求まる許容されるピントずれ量に対して、B P補正誤差の許容量を、他の誤差要因を鑑みて、設定することができる。B P補正値として算出される補正量が、許容されるB P補正誤差より小さい場合には、B P補正値の算出を省略することにより、演算量の低減を図ることができる。

【0090】

第1の実施形態では、B P補正値の絶対値が最も大きくなり得る場合の補正誤差が小さくなるように補正を行う。B P補正値の絶対値が大きくなる場合には、良好な補正精度で補正を行わなければ、B P補正誤差が許容量の範囲内に収めることができない。一般に、補正対象となる量が大きければ大きいほど、補正誤差も大きくなりがちである。そのため、本実施形態では、B P補正値の絶対値が最も大きくなるケース(上記ケース(2))の補正誤差が小さくなるよう、高精度な補正値が得られる補正値演算を行う。

【0091】

以下に上述した4つのケースにそれぞれ対応するB P補正値(B P 1、B P 2、B P 3、B P 4)の算出方法を説明する。まず、B P補正値の絶対値が最も大きくなるケース(2)でのB P補正値B P 2の算出方法について説明する。まず、S 101でレンズM P U 117を通じて得た情報とカメラM P U 125内から得た情報を用いて、上述した6つの変数の内、5つの変数S、F、P D、D、Pに応じて、6つの補正値算出係数を選択する。なお、係数は、予めカメラM P U 125内のR A M 125 bに記憶されている。ここで、選択した6つの補正値算出係数をC 0(S, F, P D, D, P)、C 1(S, F, P D, D, P)、C 2(S, F, P D, D, P)、C 3(S, F, P D, D, P)、C 4(S, F, P D, D, P)、C 5(S, F, P D, D, P)と表す。

【0092】

なお、補正値算出係数は、レンズメモリ118に記憶してもよい。その場合、カメラM P U 125は、焦点検出信号の特性に関する情報をレンズM P U 117に通信により送信し、レンズM P U 117はレンズメモリ118内の情報と合わせて、6つの補正値算出係数をカメラM P U 125に送信してもよい。

【0093】

次に、焦点検出領域の像高Hを撮像素子上の像高(x、y)として、像高に応じたB P補正値B P 2を式(2)により算出する。

$$B P 2 = C_0 + C_1 x^2 + C_2 y^2 + C_3 x^4 + C_4 x^2 y^2 + C_5 y^4 \quad \dots (2)$$

【0094】

式(2)により、ケース(2)の場合のB P補正値が算出される。ケース(2)は、上述の通り最もB P補正値の絶対値が大きくなる場合なので、補正誤差も大きくなりやすい。そのため、B P補正値B P 2を決定する、各種の変数に対して誤差が小さくなるようにB P補正値B P 2を優先して、式(2)の近似式を用いて算出する。

次に、ケース(1)、(3)、(4)の場合のB P補正値B P 1、B P 3、B P 4の算出方法を説明する。これらのB P補正値は、ケース(2)の場合に比べて、補正すべきB P補正量が小さいため、式(2)で求まるB P 2の値を用いて、簡易的に算出する。補正値算出の際には、対応するケース(1)、(3)、(4)それぞれについて、上述した6つの変数の内、2つの変数S、Fに応じて、2つのオフセット成分と1つのゲイン成分を

選択する。そして、選択したオフセット成分 $O_1(S, F)$ 、 $O_2(S, F)$ 、 $O_3(S, F)$ 、 $O_4(S, F)$ 、 $O_5(S, F)$ 、 $O_6(S, F)$ とゲイン成分 $G_1(S, F)$ 、 $G_2(S, F)$ 、 $G_3(S, F)$ を用いて調整を行う。これらのオフセット成分やゲイン成分は、カメラ MPU 125 内に記憶されているか、もしくは、レンズメモリ 118 に記憶されており、通信によりカメラ MPU 125 は情報を取得する。

$$BP1 = (BP2 - O_1) \times G_1 + O_2 \quad \dots (3)$$

$$BP3 = (BP2 - O_3) \times G_2 + O_4 \quad \dots (4)$$

$$BP4 = (BP2 - O_5) \times G_3 + O_6 \quad \dots (5)$$

【0095】

なお、第1の実施形態では、像高によって変わらない値として、オフセット成分 $O_1 \sim O_6$ 、ゲイン成分 $G_1 \sim G_3$ を用いた調整を行ったが、近似式などを用いて、像高毎に異なる変数としてもよい。

10

上述の通り、BP補正量の発生要因は、空間周波数BPと色BPと縦横BPが主たる要因である。撮影光学系が同じ場合、焦点検出信号に用いられる色が同じであれば、焦点検出方法や撮像素子122の読み出しモードが異なっても、色BPや縦横BPの発生量は変わらない。そのため、この2つの要因による誤差を主に調整するために、オフセット成分を用いている。一方で、空間周波数BPは、焦点検出信号の評価する空間周波数帯域によって発生量が変化するため、撮像素子122の読み出しモードの変更によって値が変わる。撮像素子122の読み出しモードの違いにより画素ピッチが大きくなったり、焦点検出信号に処理されているバンドパスフィルターの評価帯域が低くなったりするほど、空間周波数BP量は大きくなる。そのため、BP補正值BP2に含まれる空間周波数BP量をゲイン成分として絶対値が1以下の値を乗じることによって値を小さくし、BP補正值BP1、BP3、BP4を算出する。

20

【0096】

図9を用いてBP補正值BP2からBP補正值BP3を精度よく算出する方法について説明する。図9はBP補正值BP2とBP補正值BP3のBP補正量を示している。BP補正值BP2は縦横BP2-1と色BP2-2と空間周波数BP2-3の和として示されている。BP補正值BP3は縦横BP3-1と色BP3-2と空間周波数BP3-3の和として示されている。

【0097】

30

焦点検出方式や撮像素子122の読み出しモードは異なるが、縦横BPの量はほぼ変わらないため、縦横BP2-1と縦横BP3-1はおおむね同量である。一方、図9では、焦点検出信号として、撮像面位相差AFでは、輝度信号Yを用いて、TVAFではG(緑)信号を用いた場合を示している。そのため、色BP2-2に対して色BP3-2は値が大きくなっている。さらに、撮像素子122の読み出しモードが異なるため、空間周波数BPに関して、空間周波数BP2-3は空間周波数BP3-3より値が大きくなっている。

【0098】

このような場合にBP補正值BP2からBP補正值BP3を算出するためには、オフセット成分 O_3 として、縦横BP2-1と色BP2-2の和に相当した値を持てばよい。そして、ゲイン成分 G_2 として、空間周波数BP2-3に対する空間周波数BP3-3の比に相当した値を持てばよい。さらに、オフセット成分 O_4 として、縦横BP3-1と色BP3-2の和に相当した値を持てばよい。これらのオフセット成分、ゲイン成分を用いることにより、BP補正值BP3は式(4)により十分に高精度な補正を行うことができる。

40

【0099】

なお、焦点検出信号に用いられる色が同じ場合や縦横BP補正值が小さい場合などには、BP補正值BP1、BP3、BP4を算出する際に用いられる2つのオフセット成分は同じ値を有してもよい。

【0100】

50

S 1 0 2 では、S 1 0 1 で設定された焦点検出方法及び読み出しモードに対応する B P 補正値を、上述した方法により算出する。

【 0 1 0 1 】

このように簡易的に B P 補正値 B P 1、B P 3、B P 4 は算出されるため、B P 補正値の精度は B P 2 には劣るが、必要な B P 補正量が小さいため、焦点検出精度に与える影響は小さく、十分に高精度な焦点検出を行うことができる。一方で、B P 補正値 B P 1、B P 3、B P 4 の算出に必要な情報は、オフセット成分とゲイン成分のみで済むため、データの記憶容量の低減、B P 補正値演算負荷を低減することができる。

【 0 1 0 2 】

なお、ゲイン成分は、1 以下の値を乗じて、より小さい B P 補正値を算出する際に用いるのが望ましいが、B P 補正値の算出方法はこれに限らない。撮影状況が暗い場合などは、焦点検出信号の S / N 比が悪化するため、S / N 比向上のために焦点検出信号の評価する空間周波数帯域を下げる場合がある。このような場合には、空間周波数 B P の量は大きくなるため、ゲイン成分として 1 より大きい値を乗じて補正してもよい。

【 0 1 0 3 】

また、上述の説明では、主に補正値の計算をカメラ M P U 1 2 5 で行ったが、本発明はこれに限るものではなく、例えば、レンズ M P U 1 1 7 で補正値の計算を行ってもよい。その場合には、カメラ M P U 1 2 5 から、レンズ M P U 1 1 7 に対して、各種情報を送信し、レンズ M P U 1 1 7 内で B P 補正値の算出を行ってもよい。その場合には、図 7 の S 2 2 で、カメラ M P U 1 2 5 から送信された合焦位置に対して、レンズ M P U 1 1 7 が補正を施して、レンズ駆動を行えばよい。

【 0 1 0 4 】

また、第 1 の実施形態では、撮影光学系の特性に起因する誤差を最も生じやすいケース (2) の B P 補正値を基準となる補正値 (基準補正値) として、ケース (1)、(3)、(4) の B P 補正値 B P 1、B P 3、B P 4 を簡易的に算出する場合について説明した。しかしながら、本発明はこれに限るものではなく、例えば、撮像装置が対応可能な複数の読み出し方法と複数の焦点検出方法の組み合わせのうち、予め決められた組み合わせについて基準となる補正値 (基準補正値) を求めるようにしてもよい。そして、この場合、その他の組み合わせの B P 補正値については、上述したようにオフセット成分及びゲイン成分を用いて簡易的に算出すればよい。

【 0 1 0 5 】

< 第 2 の実施形態 >

次に、図 1 0 を参照して、本発明の第 2 の実施形態について説明する。第 1 の実施形態との主な違いは、複数の種類のカメラ本体によって、焦点検出方式や撮像素子の読み出しモードなどが異なる点である。第 1 の実施形態では、1 種類のカメラ本体内に、複数の焦点検出方式や撮像素子の読み出しモードが存在し、各々に対応した B P 補正値を用いて焦点検出結果の補正を行った。第 2 の実施形態では、焦点検出方式や撮像素子の読み出しモードなどが異なるカメラ間でも、B P 補正を行うことを可能にする。

【 0 1 0 6 】

なお、第 2 の実施形態における撮像装置の基本的な構成、焦点検出方式、焦点検出処理及び B P 補正値の算出方法は、上述した第 1 の実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

【 0 1 0 7 】

以下、第 2 の実施形態における撮像システムのレンズユニットと複数の種類の着脱可能なカメラ本体の間でやり取りされる情報について説明する。なお、複数の種類のカメラ本体であることを示すために、以下、カメラ本体 1 2 0 a、1 2 0 b、1 2 0 c と記す。

【 0 1 0 8 】

図 1 0 は、撮像システムにおけるレンズユニット 1 0 0 と、着脱可能なカメラ本体 1 2 0 a、1 2 0 b、1 2 0 c を示している。レンズユニット 1 0 0 内のレンズメモリ 1 1 8 には、B P 補正値を算出するための係数として、第 1 の実施形態の式 (2) で用いた 6 つ

10

20

30

40

50

の補正值算出係数 ($C_0 \sim C_5$) と、焦点検出方式や撮像素子の読み出しモードに対応したオフセット成分、ゲイン成分 ($O_1 \sim O_4$ 、 G_1 、 G_2) を記憶している。

【0109】

カメラ本体120aは、第2の読み出しモードで撮像面位相差AFを行うものとする。また、カメラ本体120bは、第1の読み出しモードで撮像面位相差AFを行うものとし、カメラ本体120cは、第1の読み出しモードでTVAFを行うものとする。

【0110】

カメラ本体120aにレンズユニット100が装着された場合、カメラ本体120aのカメラMPU125は、BP補正值を算出する際に、補正值算出係数 ($C_0 \sim C_5$) を通信により取得する。その後、第1の実施形態の式(2)によりBP補正值を算出する。

10

【0111】

カメラ本体120bにレンズユニット100が装着された場合、カメラ本体120bのカメラMPU125は、BP補正值を算出する際に、補正值算出係数 ($C_0 \sim C_5$) とオフセット成分、ゲイン成分 (O_1 、 O_2 、 G_1) を通信により取得する。その後、第1の実施形態で説明した式(2)及び式(3)によりBP補正值を算出し、調整する。

【0112】

カメラ本体120cにレンズユニット100が装着された場合、カメラ本体120cのカメラMPU125は、BP補正值を調整する際に、補正值算出係数 ($C_0 \sim C_5$) とオフセット成分、ゲイン成分 (O_3 、 O_4 、 G_2) を通信により取得する。その後、第1の実施形態の式(2)及び式(4)によりBP補正值を算出する。

20

【0113】

このように構成することにより、一つのレンズユニットに対して、複数の種類のカメラ本体が装着された場合にも、比較的簡易な構成で、高精度にBP補正を行うことができる。

【0114】

なお、上記第1及び第2の実施形態では、読み出しモードと焦点検出方法との組み合わせに応じてBP補正值を算出する場合について説明したが、焦点検出方法のみに応じてBP補正值を算出するようにしてもよい。

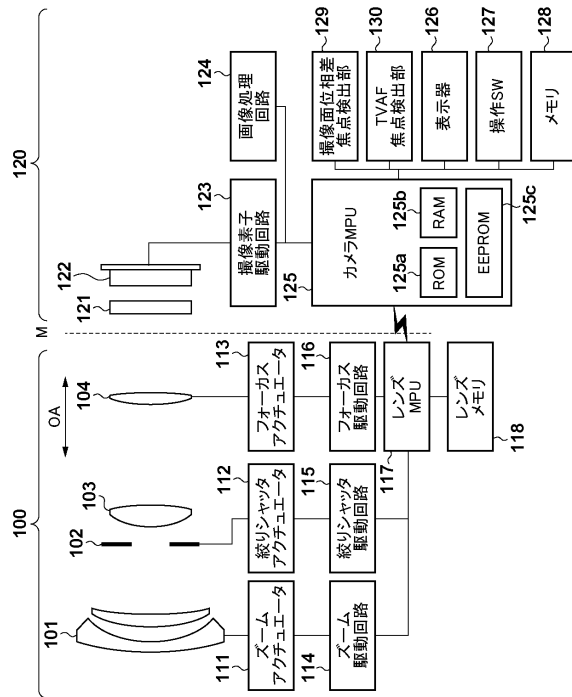
【符号の説明】

【0115】

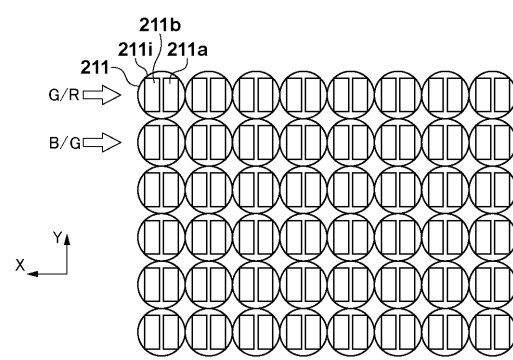
100：レンズユニット、104：フォーカスレンズ群、113：フォーカスアクチュエータ、117：レンズMPU、118：レンズメモリ、120：カメラ本体、122：撮像素子、125：カメラMPU、125a：RAM、129：撮像面位相差焦点検出部、130：TVAF焦点検出部

30

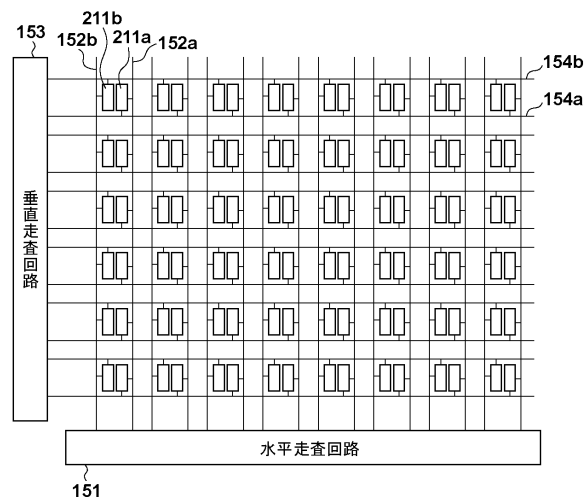
【図 1】



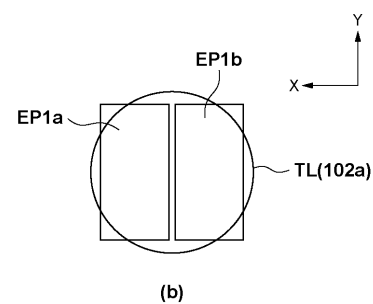
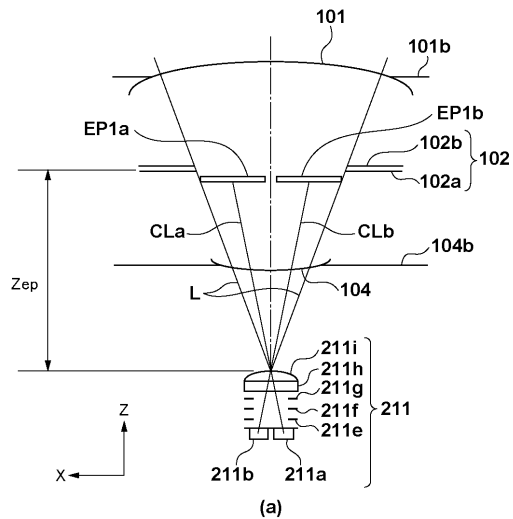
【図 2】



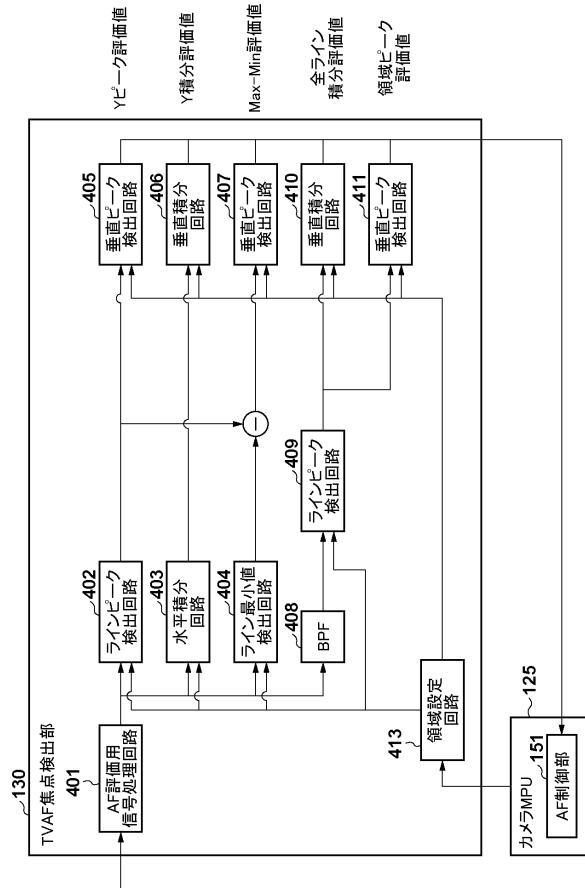
【図 3】



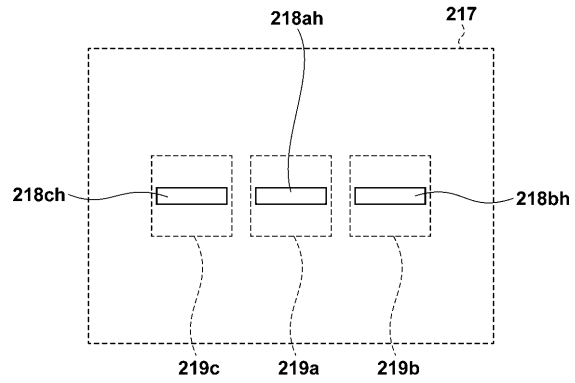
【図 4】



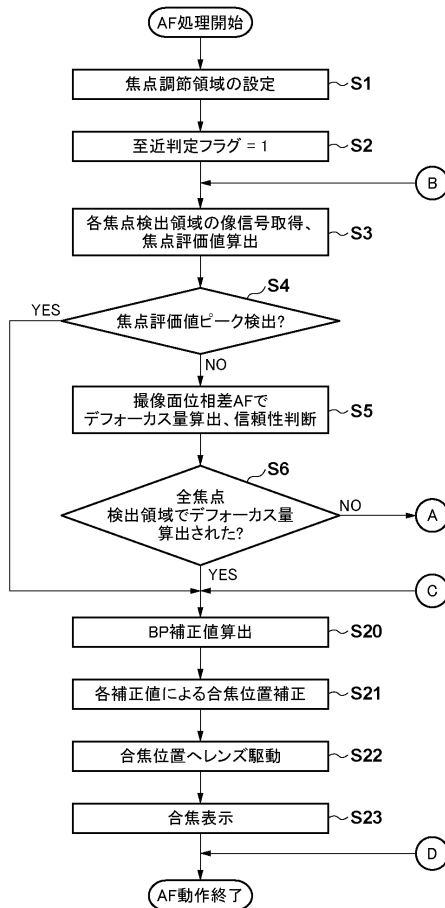
【図 5】



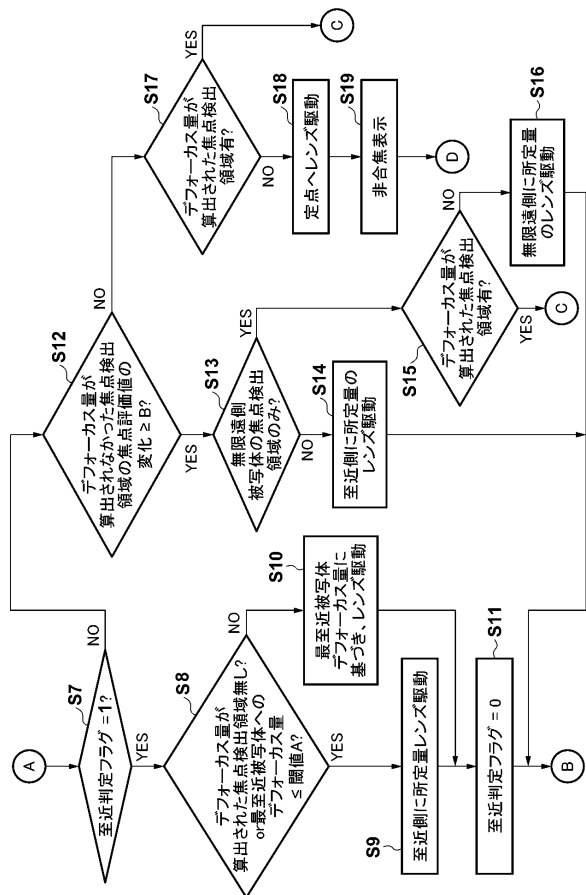
【図 6】



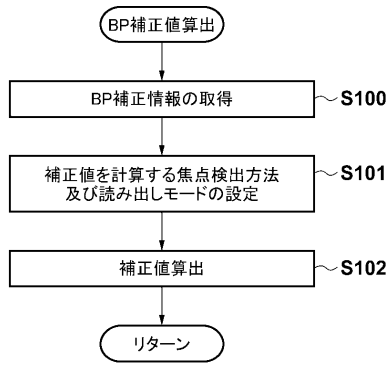
【図 7 A】



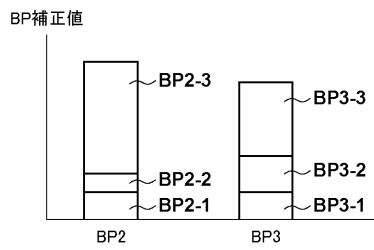
【図 7 B】



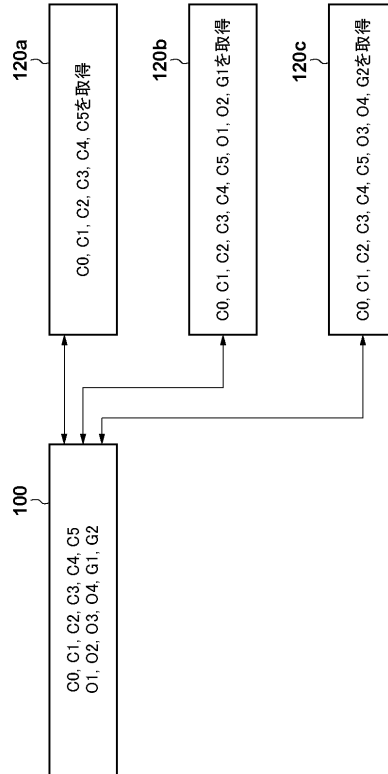
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (72)発明者 浜野 英之
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
- (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 登丸 久寿

- (56)参考文献 国際公開第2009/028181(WO, A1)
特許第5087077(JP, B2)
米国特許出願公開第2010/0194966(US, A1)
米国特許出願公開第2013/0235253(US, A1)
特開2013-186201(JP, A)
米国特許出願公開第2011/0164865(US, A1)
特開2014-235296(JP, A)
特開2014-222291(JP, A)
特開2015-222411(JP, A)
米国特許出願公開第2015/0316833(US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| G02B | 7/28 |
| G02B | 7/34 |
| G02B | 7/36 |
| G03B | 13/36 |
| H04N | 5/232 |