

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6188536号
(P6188536)

(45) 発行日 平成29年8月30日 (2017. 8. 30)

(24) 登録日 平成29年8月10日 (2017. 8. 10)

(51) Int. Cl.

F 1

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 0

請求項の数 15 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2013-226137 (P2013-226137)
 (22) 出願日 平成25年10月31日 (2013. 10. 31)
 (65) 公開番号 特開2015-87558 (P2015-87558A)
 (43) 公開日 平成27年5月7日 (2015. 5. 7)
 審査請求日 平成28年10月20日 (2016. 10. 20)

(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 100110412
 弁理士 藤元 亮輔
 (74) 代理人 100104628
 弁理士 水本 敦也
 (74) 代理人 100121614
 弁理士 平山 倫也
 (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
 審査官 井 亀 諭

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置、撮像システム、撮像装置の制御方法、プログラム、および、記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フォーカスレンズを含む撮影光学系の互いに異なる瞳領域を通過した光束に基づいて、
 一对の信号を出力する複数の焦点検出画素を含む撮像素子と、
 前記一对の信号の位相差に基づいてデフォーカス量を検出する焦点検出手段と、
 前記撮像素子が前記一对の信号を出力する間隔を設定する設定手段と、
 前記フォーカスレンズを駆動制御する制御手段と、を有し、
 前記制御手段は、前記設定手段による前記間隔の変更処理中に、前記焦点検出手段の検
 出可能デフォーカス範囲に関する情報に基づいて前記フォーカスレンズを駆動制御する、
 ことを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記デフォーカス量の信頼性を判定する信頼性判定手段を更に有し、
 前記制御手段は、前記設定手段による前記間隔の変更処理中に、前記信頼性が所定値よ
 りも低いと判定された場合、前記焦点検出手段の検出可能デフォーカス範囲に関する情報
 に基づいて前記フォーカスレンズを駆動制御す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】

前記設定手段は、前記撮像素子が前記一对の信号を出力する前記間隔として、第 1 の間
 隔または該第 1 の間隔よりも短い第 2 の間隔に設定可能であり、

前記信頼性判定手段は、前記第 1 の間隔から前記第 2 の間隔への変更処理中に、該第 1

の間隔で得られた前記一对の信号の位相差に基づいて前記デフォーカス量の前記信頼性を判定することを特徴とする請求項 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記制御手段は、前記第 1 の間隔から前記第 2 の間隔への変更処理中における前記フォーカスレンズの駆動速度よりも、該第 1 の間隔から該第 2 の間隔への変更完了後の該フォーカスレンズの駆動速度を小さくすることを特徴とする請求項 3 に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記信頼性判定手段は、前記一对の信号の一致度に基づいて前記デフォーカス量の信頼性を判定することを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記焦点検出手段の検出可能デフォーカス範囲は、前記信頼性判定手段が前記信頼性を有すると判定するための閾値に基づいて設定されるデフォーカス範囲であることを特徴とする請求項 2 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記検出可能デフォーカス範囲に関する情報を記憶する記憶手段を更に有し、

前記制御手段は、前記記憶手段から得られた前記検出可能デフォーカス範囲に関する情報に基づいて前記フォーカスレンズを駆動制御する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】

前記制御手段は、前記撮影光学系の特性情報または焦点検出領域の位置に応じて、前記検出可能デフォーカス範囲に関する情報に基づいて算出される前記フォーカスレンズの駆動量を変更する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。

【請求項 9】

前記焦点検出手段は、焦点検出領域の前記焦点検出画素から得られる前記一对の信号の位相差に基づいて、該焦点検出領域における前記デフォーカス量を検出することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 10】

前記制御手段は、第 1 の被写体よりも至近側に位置する第 2 の被写体に焦点調節を行うように前記フォーカスレンズを駆動制御することを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 11】

前記制御手段は、前記フォーカスレンズの駆動可能範囲に関する情報に基づいて、該駆動可能範囲を超えない方向に該フォーカスレンズを駆動することを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 12】

撮影光学系を備えたレンズ装置と、

請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の撮像装置と、を有することを特徴とする撮像システム。

【請求項 13】

フォーカスレンズを含む撮影光学系の互いに異なる瞳領域を通過した光束に基づいて、一对の信号を出力する複数の焦点検出画素を含む撮像素子を備えた撮像装置の制御方法であって、

焦点検出手段を用いて、前記撮像素子から第 1 の間隔で得られた一对の信号の位相差に基づいてデフォーカス量を検出するステップと、

合焦判定を行うステップと、

前記合焦判定において合焦状態ではないと判定された場合、前記第 1 の間隔から、該第 1 の間隔よりも短い第 2 の間隔に変更するステップと、

前記第 1 の間隔から前記第 2 の間隔への変更処理中に、前記焦点検出手段の検出可能デフォーカス範囲に関する情報に基づいて前記フォーカスレンズを駆動制御するステップと、を有することを特徴とする撮像装置の制御方法。

10

20

30

40

50

【請求項 14】

コンピュータに、請求項 13 に記載の撮像装置の制御方法を実行させるように構成されていることを特徴とするプログラム。

【請求項 15】

請求項 14 に記載のプログラムを記憶していることを特徴とする記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、焦点検出画素を含む撮像素子を備えた撮像装置に関する。

【背景技術】

10

【0002】

特許文献 1 には、各画素にマイクロレンズが形成された 2 次元の撮像素子を用いて瞳分割方式の焦点検出を行う装置が開示されている。マイクロレンズを介して撮影光学系の互いに異なる瞳領域を受光する場合、撮影光学系によるケラレの影響を受けやすい。ケラレが発生すると、デフォーカス量に含まれる誤差が大きくなる。また、ケラレによる影響は、デフォーカス量が大きくなるにつれて大きくなる。そしてデフォーカス量が大きくなると、焦点検出結果の信頼性が低下するため、信頼性のある焦点検出結果が得られない場合がある。

【0003】

信頼性のある焦点検出結果が得られない場合、フォーカスレンズを駆動して信頼性のある焦点検出結果が得られるか否かを探索する、いわゆるサーチ駆動を行うことが知られている。サーチ駆動を含む焦点調節処理を高速に行うには、フォーカスレンズの駆動中に、一对の出力波形を頻繁に取得しながら、より信頼性のある焦点検出結果を迅速に取得する必要がある。

20

【0004】

特許文献 2 には、瞳分割方式とは異なるコントラスト検出方式の撮像面を用いた焦点検出方式において、焦点検出中に光電変換部の出力波形を得る頻度を上げる、すなわち、より高速なフレームレートに変更する構成が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0005】

【特許文献 1】特開 2010 - 117679 号公報

【特許文献 2】特開 2013 - 25107 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献 1 の焦点検出方式において、特許文献 2 のように焦点検出中のフレームレートを高速に変更して焦点調節を行う場合、以下のような問題がある。すなわち、撮像素子から出力信号を取得する場合、蓄積電荷のリセット動作および読み出し動作が繰り返し行われている。このため、フレームレートを変更する場合、再度リセット動作が必要となる。フレームレート変更後には、リセット動作などの処理を行うことがあるため、フレームレートの変更処理は一定の時間を要し、焦点調節に要する時間が長くなってしまふ。特に、焦点調節開始時にデフォーカス量が大きく信頼性のある焦点検出結果が得られない場合に顕著となる。

40

【0007】

そこで本発明は、デフォーカス量が大きい状態から高速な焦点調節が可能な撮像装置、撮像システム、撮像装置の制御方法、プログラム、および、記憶媒体を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一側面としての撮像装置は、フォーカスレンズを含む撮影光学系の互いに異な

50

る瞳領域を通過した光束に基づいて、一对の信号を出力する複数の焦点検出画素を含む撮像素子と、前記一对の信号の位相差に基づいてデフォーカス量を検出する焦点検出手段と、前記撮像素子が前記一对の信号を出力する間隔を設定する設定手段と、前記フォーカスレンズを駆動制御する制御手段とを有し、前記制御手段は、前記設定手段による前記間隔の変更処理中に、前記焦点検出手段の検出可能デフォーカス範囲に関する情報に基づいて前記フォーカスレンズを駆動制御する。

【0009】

本発明の他の側面としての撮像システムは、撮影光学系を備えたレンズ装置と、前記撮像装置とを有する。

【0010】

本発明の他の側面としての撮像装置の制御方法は、フォーカスレンズを含む撮影光学系の互いに異なる瞳領域を通過した光束に基づいて、一对の信号を出力する複数の焦点検出画素を含む撮像素子を備えた撮像装置の制御方法であって、焦点検出手段を用いて、前記撮像素子から第1の間隔で得られた一对の信号の位相差に基づいてデフォーカス量を検出するステップと、合焦判定を行うステップと、前記合焦判定において合焦状態ではないと判定された場合、前記第1の間隔から、該第1の間隔よりも短い第2の間隔に変更するステップと、前記第1の間隔から前記第2の間隔への変更処理中に、前記焦点検出手段の検出可能デフォーカス範囲に関する情報に基づいて前記フォーカスレンズを駆動制御するステップとを有する。

【0011】

本発明の他の側面としてのプログラムは、コンピュータに、前記撮像装置の制御方法を実行させるように構成されている。

【0012】

本発明の他の側面としての記憶媒体は、前記プログラムを記憶している。

【0013】

本発明の他の目的及び特徴は、以下の実施例において説明される。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、デフォーカス量が大きい状態から高速な焦点調節が可能な撮像装置、撮像システム、撮像装置の制御方法、プログラム、および、記憶媒体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本実施例における撮像システムの概略構成を示すブロック図である。

【図2】本実施例における撮像素子の画素部の平面図である。

【図3】本実施例における撮影画素の構造を説明する平面図および断面図である。

【図4】本実施例における焦点検出画素の構造を説明する平面図および断面図である。

【図5】本実施例における一对の焦点検出信号の例を示す図である。

【図6】本実施例において、撮影範囲内の焦点検出領域および被写体の状況の例を示す図である。

【図7】本実施例における撮像装置の焦点調節および撮影工程（撮像装置の制御方法）を示すフローチャートである。

【図8】本実施例における焦点調節のサブルーチンを示すフローチャートである。

【図9】本実施例における検出可能デフォーカス範囲の例を示す図である。

【図10】本実施例において、フォーカスレンズ位置と検出可能なデフォーカス範囲との関係を示す図である。

【図11】本実施例の焦点調節処理におけるフォーカスレンズ位置と時間の関係を説明する図である。

【図12】本実施例における撮影サブルーチンを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 6 】

以下、本発明の実施例について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【 0 0 1 7 】

まず、図 1 を参照して、本実施例における撮像システムの構成について説明する。図 1 は、撮像システム 1 0 の概略構成を示すブロック図である。本実施例において、撮像システム 1 0 は、焦点調節装置を備え、レンズ交換可能な一眼レフタイプのデジタルカメラシステムである。撮像システム 1 0 は、カメラ本体 1 2 0 (撮像装置)と、カメラ本体 1 2 0 に着脱可能なレンズユニット 1 0 0 (レンズ装置)とを備えて構成される。レンズユニット 1 0 0 は、図 1 の中央の点線で示されるマウント M を介して、カメラ本体 1 2 0 と接続される。なお本実施例は、これに限定されるものではなく、カメラ本体 1 2 0 とレンズユニット 1 0 0 とが一体的に構成された撮像装置にも適用可能である。

10

【 0 0 1 8 】

レンズユニット 1 0 0 (撮影光学系)は、第 1 レンズ群 1 0 1、絞り兼用シャッタ 1 0 2、第 2 レンズ群 1 0 3、フォーカスレンズ 1 0 4 (フォーカスレンズ群)、および、駆動/制御系を有する。このようにレンズユニット 1 0 0 は、フォーカスレンズ 1 0 4 を含むとともに、被写体像 (光学像) を形成する撮影レンズを有する。

【 0 0 1 9 】

第 1 レンズ群 1 0 1 は、レンズユニット 1 0 0 の先端に配置され、光軸方向 O A に進退可能に保持される。絞り兼用シャッタ 1 0 2 は、その開口径を調節することにより撮影時の光量調節を行う。また絞り兼用シャッタ 1 0 2 は、静止画撮影時に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 1 0 2 および第 2 レンズ群 1 0 3 は、一体的に光軸方向 O A に進退し、第 1 レンズ群 1 0 1 の進退動作との連動によりズーム機能を実現する。フォーカスレンズ 1 0 4 は、光軸方向 O A の進退により焦点調節を行う。

20

【 0 0 2 0 】

駆動/制御系は、ズームアクチュエータ 1 1 1、絞りシャッタアクチュエータ 1 1 2、フォーカスアクチュエータ 1 1 3、ズーム駆動回路 1 1 4、絞りシャッタ駆動回路 1 1 5、フォーカス駆動回路 1 1 6、レンズ M P U 1 1 7、およびレンズメモリ 1 1 8 を有する。

【 0 0 2 1 】

ズームアクチュエータ 1 1 1 は、第 1 レンズ群 1 0 1 および第 2 レンズ群 1 0 3 を光軸方向 O A に進退駆動してズーム操作を行う。絞りシャッタアクチュエータ 1 1 2 は、絞り兼用シャッタ 1 0 2 の開口径を制御して撮影光量を調節するとともに、静止画撮影時の露光時間制御を行う。フォーカスアクチュエータ 1 1 3 は、フォーカスレンズ 1 0 4 を光軸方向 O A に進退駆動して焦点調節を行うとともに、フォーカスレンズ 1 0 4 の現在位置を検出する位置検出部として機能する。

30

【 0 0 2 2 】

ズーム駆動回路 1 1 4 は、撮影者のズーム操作に応じてズームアクチュエータ 1 1 1 を駆動する。絞りシャッタ駆動回路 1 1 5 は、絞りシャッタアクチュエータ 1 1 2 を駆動制御して絞り兼用シャッタ 1 0 2 の開口を制御する。フォーカス駆動回路 1 1 6 は、焦点検出結果に基づいてフォーカスアクチュエータ 1 1 3 を駆動制御し、フォーカスレンズ 1 0 4 を光軸方向 O A に進退駆動して焦点調節を行う。

40

【 0 0 2 3 】

レンズ M P U 1 1 7 は、レンズユニット 1 0 0 に関する全ての演算および制御を行い、ズーム駆動回路 1 1 4、絞りシャッタ駆動回路 1 1 5、フォーカス駆動回路 1 1 6、および、レンズメモリ 1 1 8 を制御する。またレンズ M P U 1 1 7 は、現在のレンズ位置を検出し、カメラ M P U 1 2 5 (制御手段)からの要求に対してレンズ位置情報を通知する。レンズメモリ 1 1 8 は、自動焦点調節 (A F 制御)に必要な光学情報やレンズ駆動可能範囲などの情報を記憶する。またレンズ M P U 1 1 7 (駆動可能範囲出力手段)は、カメラ M P U 1 2 5 からの要求に応じて、レンズ駆動可能範囲などの情報を通知する。

【 0 0 2 4 】

50

カメラ本体 120 は、光学的ローパスフィルタ 121、撮像素子 122、および、駆動／制御系を有する。光学的ローパスフィルタ 121 および撮像素子 122 は、レンズユニット 100 からの光束により被写体像（光学像）を形成する撮像系である。本実施例において、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、光学的ローパスフィルタ 121、および、撮像素子 122 により、撮影光学系が構成される。また、焦点調節のために撮影光学系（レンズユニット 100）の一部を駆動する必要があるが、本実施例ではフォーカスアクチュエータ 113（レンズ駆動手段）がフォーカスレンズ 104 を駆動する。ただし本実施例はこれに限定されるものではなく、撮像素子駆動回路 123 が撮像素子 122 を駆動することにより焦点調節を行ってもよい。

10

【0025】

光学的ローパスフィルタ 121 は、撮影画像の偽色やモアレを軽減する。撮像素子 122 は、横方向 m 画素、縦方向 n 画素からなる CMOS センサなどの光電変換素子およびその周辺回路で構成され、各画素からの信号を独立して出力可能に構成されている。また、本実施例の撮像素子 122 は、被写体像を形成するための複数の撮影画素、および、複数の焦点検出画素を含む。撮像素子 122 は複数の焦点検出画素を含むことにより、撮像面で位相差検出方式による焦点検出（撮像面位相差 AF）が可能となる。このように撮像素子 122 は、フォーカスレンズ 104 を含む撮影光学系の互いに異なる瞳領域を通過した光束に基づいて、一对の信号を出力する複数の焦点検出画素を含む。なお、撮像素子 122 の構成については、詳細に後述する。

20

【0026】

カメラ本体 120 の駆動／制御系は、撮像素子駆動回路 123、画像処理回路 124、カメラ MPU 125、表示器 126、操作スイッチ群 127（操作 SW）、メモリ 128、撮像面位相差焦点検出部 129、および、TVAF 焦点検出部 130 を含む。

【0027】

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、撮像素子 122 から得られた画像信号を A/D 変換してカメラ MPU 125 に送信する。また撮像素子駆動回路 123 は、カメラ MPU 125 の要求に応じて、撮像素子 122 の駆動フレームレートを切り替える。撮像素子駆動回路 123 およびカメラ MPU 125 は、駆動フレームレート切り替える出力間隔制御手段、すなわち撮像素子 122 が一对の信号を出力する間隔を設定する設定手段として機能する。画像処理回路 124 は、撮像素子 122 により得られた画像の 変換、カラー補間、JPEG 圧縮などの画像処理を行う。

30

【0028】

カメラ MPU 125 は、カメラ本体 120 に関する全ての演算および制御を行い、撮像素子駆動回路 123、画像処理回路 124、表示器 126、操作スイッチ群 127、メモリ 128、撮像面位相差焦点検出部 129、および TVAF 焦点検出部 130 を制御する。カメラ MPU 125 は、マウント M の信号線を介してレンズ MPU 117 と接続され、レンズ MPU 117 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する。またカメラ MPU 125 は、レンズ MPU 117 から、レンズユニット 100 に固有の光学情報を取得する。

40

【0029】

カメラ MPU 125 には、カメラ動作（撮像システム 10 またはカメラ本体 120 の動作）を制御するプログラムを格納する ROM 125a、変数を記憶する RAM 125b、各種のパラメータを記憶する EEPROM 125c が内蔵されている。カメラ MPU 125 は、ROM 125a に格納されたプログラムにより、後述する焦点検出を含む AF 制御を行う。またカメラ MPU 125 は、撮像面位相差 AF において、焦点検出位置の像高が大きい場合にケラレの影響が大きくなって焦点検出の信頼度が低下するのを回避するため、ケラレの影響を低減するための補正を行ってもよい。

【0030】

表示器 126 は、LCD などから構成され、カメラ本体 120 の撮影モードに関する情

50

報、撮影前のプレビュー画像と撮影後の確認用画像、焦点調節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などで構成される。メモリ 128 は、着脱可能なフラッシュメモリであり、撮影済み画像を記録する。なお、メモリ 128 はフラッシュメモリに限定されるものではなく、着脱可能な汎用のメモリを用いることができる。

【0031】

撮像面位相差焦点検出部 129（焦点検出手段）は、撮像素子 122 の焦点検出画素からの画素信号に基づいて、位相差検出方式による焦点検出を行う。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（レンズユニット 100）の互いに異なる瞳領域（一对の瞳領域）を通過する光束により焦点検出画素で形成される像ずれ量に基づいて撮像面位相差 AF を行う。すなわち撮像面位相差焦点検出部 129 は、一对の信号の位相差（像ずれ量）に基づいてデフォーカス量を検出する。なお、撮像面位相差 AF の詳細については後述する。

【0032】

TVAF 焦点検出部 130 は、コントラスト方式による焦点検出（TVAF）を行う。より具体的には、TVAF 焦点検出部 130 は、画像処理回路 124 により得られた画像情報の高周波成分に基づいてコントラスト評価値を算出する。コントラスト方式による焦点検出は、フォーカスレンズ 104 を移動して得られたコントラスト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ことに行われる。このように本実施例の撮像システム 10 において、撮像面位相差焦点検出部 129 および TVAF 焦点検出部 130 は、撮像面位相差 AF と TVAF とを組み合わせることで焦点検出を行う。カメラ MPU 125 は、その焦点検出結果に基づいてフォーカスレンズ 104 を駆動制御する（合焦制御を行う）。本実施例の撮像システム 10 は、状況に応じて、撮像面位相差 AF または TVAF を選択的に、または、これらを組み合わせることで実行することができる。

【0033】

次に、撮像面位相差 AF について詳述する。図 2 は、撮像素子 122 の画素部の平面図であり、被写体像が形成される受光画素（画素部）をレンズユニット 100 側から見た図を示している。400 は、撮像素子 122 において、横方向に m 画素、縦方向に n 画素で構成される画素部全体の撮影範囲である。401 は画素である。画素 401 上には、オンチップでベイヤー配列の原色カラーフィルタがそれぞれ形成されており、2 行 × 2 列の 4 画素周期で配列されている。図 2 においては、煩雑さをなくするため、画素部のうち左上側の 10 画素 × 10 画素のみを表示し、その他の画素については省略している。

【0034】

前述のように、撮像素子 122 は、複数の撮影画素および複数の焦点検出画素を含む。各撮影画素は、被写体像を形成する撮影光学系の射出瞳の全領域を通過する光束を受光し、その光束の受光量に応じた画素信号（被写体像を生成するための画素信号）を出力する。また、各焦点検出画素は、撮影光学系の射出瞳の一部の領域を通過する光束を受光し、その光束の受光量に応じた焦点検出信号（位相差検出方式に用いられる焦点検出信号）を出力する。各画素がベイヤー配列のカラーフィルタにより覆われている場合、撮像素子 122 は、2 行 × 2 列の画素のうち、対角に配置される一对の G 画素を撮影画素として残し、R 画素および B 画素を一对の焦点検出画素に置き換えて構成されている。このように、撮像素子 122 は、撮影光学系の射出瞳の互いに異なる領域を通過した光束により形成される少なくとも一对の光学像を光電変換して、少なくとも一对の焦点検出信号を出力することができる。

【0035】

図 3 および図 4 は、図 2 における画素 401（撮影画素および焦点検出画素）の構造をそれぞれ説明する図である。本実施例において、2 行 × 2 列の 4 画素のうち、対角 2 画素に G（緑色）の分光感度を有する画素を配置し、他の 2 画素に R（赤色）と B（青色）の分光感度を有する画素を各 1 個配置したベイヤー配列が採用されている。そして、このベ

ィヤー配列の画素間に、後述する構造の焦点検出画素が配置される。

【 0 0 3 6 】

図 3 (a) および図 4 (a) は、2 行 × 2 列の画素を示す平面図である。図 3 (b) および図 4 (b) は、図 1 におけるレンズユニット 1 0 0 および撮像素子 1 2 2 を図 1 中の上側から見た場合の光学断面図である。ここでは、レンズユニット 1 0 0 は、仮想的な 1 枚のレンズとして図示している。なお、説明に不要な部材については省略している。

【 0 0 3 7 】

図 3 は、撮影画素の配置および構造を示している。図 3 (a) は 2 行 × 2 列の撮影画素の平面図であり、このペイヤー配列による 2 行 × 2 列の構造が繰り返し配置される。図 3 (a) の A - A 断面図である図 3 (b) において、M L は各画素の最前面に配置されたオンチップマイクロレンズ、C F_R は R (赤色) のカラーフィルタ、C F_G は G (緑色) のカラーフィルタである。P D (P h o t o D i o d e) は、撮像素子 1 2 2 の光電変換素子である。C L (C o n t a c t L a y e r) は、撮像素子 1 2 2 内の各種信号を伝達する信号線を形成するための配線層である。3 1 1 はレンズユニット (図 1 のレンズユニット 1 0 0 に対応) 、4 1 1 はレンズユニット 1 0 0 の射出瞳、L はレンズユニット 3 1 1 の光軸である。なお図 3 は、撮像素子 1 2 2 の画素部における中心付近の画素、すなわちレンズユニット 3 1 1 の光軸 L 上付近の画素構造図である。

【 0 0 3 8 】

ここで、撮影画素のオンチップマイクロレンズ M L と光電変換素子 P D は、レンズユニット 3 1 1 を通過した光束を可能な限り有効に取り込むように構成されている。換言すると、レンズユニット 1 0 0 の射出瞳 4 1 1 と光電変換素子 P D は、マイクロレンズ M L により共役関係にあり、かつ光電変換素子 P D の有効面積は大きい面積に設計される。図 3 (b) における光束 4 1 0 はその様子を示しており、射出瞳 4 1 1 の全領域が光電変換素子 P D に取り込まれている。なお、図 3 (b) では R 画素の入射光束について説明したが、G 画素及び B (青色) 画素も同様の構造を有する。また、マイクロレンズ M L の周辺部材 (カラーフィルタ C F_R、C F_G、光電変換素子 P D、配線層 C L) は、説明を理解し易くするために拡大して表示されているが、実際にはミクロンオーダーの形状である。

【 0 0 3 9 】

図 4 は、レンズユニット 3 1 1 の水平方向 (横方向) に瞳分割を行うための焦点検出画素の平面図および断面図を示す。ここで水平方向とは、図 2 中において撮像素子 1 2 2 の長手方向である。図 4 (a) は、焦点検出画素を含む 2 行 × 2 列の画素の平面図である。画像の記録または観賞のための画像信号 (画素信号) を得る場合、G 画素で輝度情報の主成分を取得する。これは、人間の画像認識特性は輝度情報に敏感であるためであり、G 画素が欠損すると画質劣化が認知されやすい。一方、R 画素または B 画素は、色情報 (色差情報) を取得する画素であるが、人間の視覚特性は色情報には鈍感である。このため、色情報を取得する画素は多少の欠損が生じて画質劣化は認識され難い。そこで本実施例においては、2 行 × 2 列の画素のうち、G 画素は撮影画素として残し、R 画素と B 画素を焦点検出画素に置き換える。この焦点検出画素を、図 4 (a) において S_{H A} および S_{H B} と示す。

【 0 0 4 0 】

図 4 (b) は、図 4 (a) における A - A 断面図である。マイクロレンズ M L および光電変換素子 P D は、図 3 (b) に示される撮影画素と同一構造である。なお図 4 も、撮像素子 1 2 2 のうち中心付近の画素、すなわちレンズユニット 3 1 1 の光軸 L 上付近の画素の構造を示している。本実施例では、焦点検出画素からの画素信号は画像生成には用いられない。このため、色分離用カラーフィルタの代わりに、透明膜 C F_W (白色) が配置される。また、撮像素子 1 2 2 において射出瞳 4 1 1 を分割するため、配線層 C L の開口部はマイクロレンズ M L の中心線に対して所定方向 (一方向) に偏心している。

【 0 0 4 1 】

具体的には、画素 S_{H A} の開口部 O P_{H A} は、マイクロレンズ M L の中心線に対して右側に距離 4 2 1_{H A} だけ偏心しているため、レンズユニット 3 1 1 の光軸 L を挟んで左側

10

20

30

40

50

の射出瞳領域 4 2 2 H_A を通過した光束 4 2 0 H_A を受光する。同様に、画素 S_{H_B} の開口部 OP_{H_B} は、マイクロレンズ ML の中心線に対して左側に距離 4 2 1 H_B だけ偏心しているため、レンズユニット 3 1 1 の光軸 L を挟んで右側の射出瞳領域 4 2 2 H_B を通過した光束 4 2 0 H_B を受光する。そして、図 4 (b) から明らかなように、偏心量 4 2 1 H_A は偏心量 4 2 1 H_B に等しい。このように、マイクロレンズ ML と開口部 OP の偏心により、レンズユニット 3 1 1 (撮影レンズ) の互いに異なる瞳領域 (射出瞳領域 4 2 2 H_A 、4 2 2 H_B) を通過する光束 4 2 0 H_A 、4 2 0 H_B を取り出すことが可能である。

【0042】

以上のような構成を有する複数の画素 S_{H_A} を水平方向に配列し、これらの画素群から取得した被写体像 (画素信号) を A 像 (A 像信号) とする。また、複数の画素 S_{H_B} も水平方向に配列し、これらの画素群から取得した被写体像 (画素信号) を B 像 (B 像信号) とする。そして、取得した A 像と B 像の相対位置を検出することにより、水平方向に輝度分布を有する被写体像の焦点ずれ量 (デフォーカス量) を検出することができる。

【0043】

なお、図 4 は撮像素子 1 2 2 の中央付近の焦点検出画素について示している。一方、中央付近以外の焦点検出画素に関しては、マイクロレンズ ML と配線層 CL の開口部 OP_{H_A} 、 OP_{H_B} を図 4 (b) とは異なる状態で偏心させることにより、射出瞳 4 1 1 を分割することができる。具体的には、開口部 OP_{H_A} を例として説明すると、開口部 OP_{H_A} の中心と射出瞳領域 4 2 2 H_A の中心とを結ぶ線上に略球状のマイクロレンズ ML の球芯を合わせるように偏心させる。これにより、撮像素子 1 2 2 の周辺部においても、図 4 に示される中央付近の焦点検出画素と略同等の瞳分割を行うことができる。なお、取得した像信号に対して、特許文献 1 に記載の補正処理を行ってもよい。

【0044】

ところで、画素 S_{H_A} 、 S_{H_B} においては、撮影画面の水平方向に輝度分布を有する被写体、例えば縦線に対しては焦点検出可能である。しかし、垂直方向に輝度分布を有する、例えば横線などの被写体については焦点検出を行うことができない。撮影画面の垂直方向に輝度分布を有する被写体の焦点検出を行うには、撮影光学系の垂直方向にも瞳分割を行う画素を備えるように構成すればよい。本実施例では、後述するように、縦横両方向に焦点検出画素を備える。また、焦点検出画素は、本来の色情報を有さないため、撮影画像の形成の際には、周辺部の画素信号から補間演算することによって信号 (撮影信号) を生成する。従って、撮像素子 1 2 2 において、焦点検出画素を連続的に配列するのではなく、離散的に並べる。これにより、撮影画像の画質の低減を抑制することができる。

【0045】

なお本実施例では、撮像素子 1 2 2 上に撮影画素とは別に焦点検出画素の複数の対を配置し、射出瞳の一部の領域を通過する光束を受光する焦点検出画素の出力信号を用いて焦点検出を実現する。しかしながら、撮像素子 1 2 2 から焦点検出用の出力信号を用いる方法は、これに限定されるものではない。例えば、撮像素子 1 2 2 の 1 画素が、複数の光電変換部を持つように構成してもよい。このような構成の撮像素子を持つ撮像装置は、特開 2 0 0 7 - 4 4 7 1 号公報などにも開示されている。

【0046】

図 5 は、本実施例における一对の焦点検出信号 4 3 0 a、4 3 0 b の例を示す図である。一对の焦点検出信号 4 3 0 a、4 3 0 b は、撮像素子 1 2 2 の焦点検出画素 S_{H_A} 、 S_{H_B} のそれぞれから得られた画素信号に対して、画像処理回路 1 2 4 による各種の画像処理 (補正) が行われた信号である。一对の焦点検出信号 4 3 0 a、4 3 0 b は、画像処理後、撮像面位相差焦点検出部 1 2 9 へ送られる。

【0047】

図 5 において、横軸は連結された信号の画素配列方向、縦軸は信号の強度をそれぞれ示す。ここでは、レンズユニット 1 0 0 が撮像素子 1 2 2 に対してデフォーカスした状態 (非合焦状態) である。このため、焦点検出信号 4 3 0 a は左側にずれ、焦点検出信号 4 3

10

20

30

40

50

0 bは右側にずれている。撮像面位相差焦点検出部129は、焦点検出信号430a、430bのずれ量(相対ずれ量)を、周知の相関演算などを用いて算出する。これにより、レンズユニット100のデフォーカス量を求めることができる。

【0048】

カメラMPU125は、レンズMPU117から送信されたフォーカスレンズ104の位置情報および撮像面位相差焦点検出部129から得られるデフォーカス量に基づいて、フォーカスレンズ104の駆動量を算出する。その後、カメラMPU125は、フォーカスレンズ104の位置情報に基づいて、レンズMPU117に対して、フォーカスレンズ104を駆動すべき位置情報を送信する。これにより、フォーカスアクチュエータ113などを用いた焦点調節を行うことが可能となる。

10

【0049】

図6(a)は、撮影範囲内における焦点検出領域を示す図である。図6(a)に示される焦点検出領域218、219内で撮像素子122から得られた画素信号に基づいて、撮像面位相差AFおよびTVAFが行われる。図6(a)の焦点検出領域は、図4(b)に示される撮影レンズの水平方向(横方向)に瞳分割を行う画素を含む焦点検出領域に加え、撮影レンズの垂直方向(縦方向)に瞳分割を行う画素を含む焦点検出領域を含む。また、図6(a)中の点線で示される長方形は、撮像素子122の画素が形成された撮影範囲217である。撮影範囲217内には、撮像面位相差AFを行うため、縦横それぞれ3方向の焦点検出領域218ah、218bh、218ch、218av、218bv、218cvが設けられている。そして、縦横の焦点検出領域は、互いに交わるように配置され、所謂クロス型の焦点検出領域を構成している。

20

【0050】

本実施例では、図6(a)に示されるように、撮影範囲217の中央部と左右2箇所の計3つの領域にてクロス型の焦点検出領域を設けるように構成されている。また、3つの撮像面位相差AFを行う焦点検出領域のそれぞれを包含するように、TVAFを行う焦点検出領域219a、219b、219cが設けられている。TVAF焦点検出部130は、焦点検出領域219a、219b、219cにおいて、図6(a)の水平方向の高周波成分を用いてコントラスト方式の焦点検出(コントラスト検出)を行う。なお、図6(a)では、撮影範囲217の中央部と左右2か所の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、本実施例はこれに限定されるものではない。任意の位置に複数の焦点検出領域を配置することができる。

30

【0051】

次に、本実施例におけるカメラ本体120(撮像装置)の焦点調節および撮影工程(撮像装置の制御方法)について説明する。図7は、撮像装置の制御方法を示すフローチャートであり、撮像装置のライブビュー状態で撮影を行う際のメインフローを示している。図7の各ステップは、主に、カメラMPU125の指令に基づいて実行される。

【0052】

図7においてライブビュー撮影が開始されると、まずステップS1において、カメラMPU125は、撮像素子駆動回路123を制御することにより撮像素子122の撮像動作を開始して、撮像データ(画素信号)を取得する。続いてステップS2において、カメラMPU125は、ステップS1にて得られた撮像データから、画像データ(撮影信号、すなわち撮影画像)および焦点検出データ(焦点検出信号)を取得する。前述のように、本実施例の撮像素子122は、画像データ(撮影画像)を取得する際に用いられる撮影画素に加えて、焦点検出データ(焦点検出信号)を取得する際に用いられる焦点検出画素を備えており、一度に両方のデータを取得可能である。

40

【0053】

続いてステップS3において、カメラMPU125は、ステップS2にて得られた画像データに基づいて、プレビュー画像を表示器126に表示する、所謂ライブビュー表示を行う。撮影者は、このプレビュー画像を目視して撮影時の構図決定を行う。ここでいうライブビュー表示は、撮影者が撮影範囲や撮影条件の確認を行うために行われ、第1の時間

50

間隔（第1の間隔）で更新される。第1の時間間隔は、例えば、33.3ms（30fps）や16.6ms（60fps）に設定される。

【0054】

続いてステップS4において、カメラMPU125（撮像面位相差焦点検出部129）は、図6に示される3つの焦点検出領域における焦点検出データを用いて焦点検出処理を行う。すなわち撮像面位相差焦点検出部129は、図5に示されるような焦点検出信号のずれ量（第1の間隔で得られた一対の信号の位相差）に基づいて、デフォーカス量を算出するまでの処理を焦点検出処理として行う。

【0055】

続いてステップS5において、カメラMPU125は、撮影準備開始を示すスイッチSw1のオン/オフを検出する。操作スイッチ群127の一つであるリリース（撮影トリガ）スイッチは、そのスイッチの押し込み量に応じて、2段階のオン/オフを検出することが可能である。スイッチSw1は、リリース（撮影トリガ）スイッチの1段階目のオン/オフで検出可能に構成されている。ステップS5にてスイッチSw1のオンが検出されない場合、ステップS10に進む。ステップS10において、カメラMPU125は、メインスイッチがオフされたか否かを判定する。メインスイッチがオフされていない場合、ステップS2に戻る。一方、メインスイッチがオフされた場合、本フローを終了する。

【0056】

一方、ステップS5にてスイッチSw1のオンが検出されると、ステップS6に進む。ステップS6において、カメラMPU125は、焦点検出領域を設定する。焦点検出領域は、撮影者が指示する焦点検出領域に設定することができる。または、ステップS4にて得られた3つの焦点検出領域のデフォーカス量の情報や焦点検出領域の撮影範囲中心からの距離の情報を用いて、カメラMPU125が焦点検出領域を設定するように構成してもよい。一般に、撮影者が意図する被写体は、より撮影距離の短い位置に存在する確率が高く、撮影範囲内の中央に存在する確率が高い。このため、カメラMPU125が焦点検出領域を設定する場合、そのような焦点検出領域が優先的に選択されることが好ましい。

【0057】

次にステップS7において、カメラMPU125は合焦判定を行う。すなわちカメラMPU125は、選択された焦点検出領域で検出されたデフォーカス量（デフォーカス量の絶対値）が所定量以下（許容値以下）であるか否か、すなわち合焦状態であるか否かを判定する。デフォーカス量が許容値以下である（合焦状態である）と判定された場合、ステップS8に進む。ステップS8において、カメラMPU125は、表示器126に合焦表示（合焦状態であることを示す表示）を行い、ステップS9に進む。

【0058】

一方、ステップS7において、選択された焦点検出領域で検出されたデフォーカス量が許容値よりも大きい（合焦状態ではない）と判定された場合、ステップS200に進む。ステップS200において、カメラMPU125（撮像面位相差焦点検出部129）は、焦点調節処理を行う。ステップS200の焦点調節処理の詳細については後述する。ステップS200の焦点調節処理が終了すると、ステップS9に進む。

【0059】

ステップS9において、カメラMPU125は、撮影開始指示を示すスイッチSw2のオン/オフを検出する。操作スイッチ群127の一つであるリリース（撮影トリガ）スイッチは、そのスイッチの押し込み量に応じて、2段階のオン/オフを検出することが可能である。スイッチSw2は、リリース（撮影トリガ）スイッチの2段階目のオン/オフで検出可能に構成されている。ステップS9にてスイッチSw2のオンが検出されない場合、スイッチSw2のオンが検出されるまでステップS9にて撮影待機状態を維持する。一方、ステップS9にてスイッチSw2のオンが検出されると、ステップS300に進む。ステップS300において、カメラMPU125は、撮影サブルーチンを実行する。ステップS300の撮影サブルーチンの詳細については後述する。

【0060】

ステップS300にて撮影サブルーチンが終了すると、ステップS10に進む。ステップS10において、カメラMPU125は、メインスイッチがオフされたか否かを判定する。メインスイッチがオフされていない場合、ステップS2に戻る。一方、メインスイッチがオフされた場合、本フローの一連の動作を終了する。

【0061】

次に、図8を参照して、図7のステップS200の焦点調節処理について説明する。図8は、焦点調節処理を示すフローチャートである。図8の各ステップは、主に、カメラMPU125の指令に基づいて実行される。

【0062】

焦点調節処理が開始されると、2つの処理が並列して行われる。第1の処理は、ステップS201のフレームレート切替処理である。ステップS201において、カメラMPU125は、合焦判定において合焦状態ではないと判定された場合、第1の時間間隔から、第1の時間間隔よりも短い第2の時間間隔に変更する。すなわちカメラMPU125は、焦点調節処理を高速に行うため、図7のステップS3にて適用される第1の時間間隔よりも短い第2の時間間隔で焦点検出データ（焦点検出信号）を取得できるように、撮像素子122の駆動を切り替える。第2の時間間隔は、例えば、8.3ms（120ps）や4.2ms（240fps）に設定される。これに応じて、表示器126におけるライブビュー表示も短い時間間隔（第2の時間間隔）で得られた画像データを用いて行われる。ライブビュー表示の更新間隔は、第2の時間間隔で行ってもよいし、画像データを間引きまたは加算するなどにより第1の時間間隔のまま行ってもよい。

【0063】

並列して行われる第2の処理は、ステップS202～S205の処理である。まずステップS202において、カメラMPU125は、事前に得られた焦点検出結果（焦点検出データ）が信頼性の高い結果（データ）であるか否かを判定する。本実施例では、カメラMPU125は、図7のステップS4にて得られた焦点検出結果（デフォーカス量：Def量）に対して判定を行う。焦点検出結果の信頼性とは、2像（A像信号、B像信号）の一致度であり、2像の一致度が良好である場合、一般的に焦点検出結果の信頼性が高い。そこで、複数の焦点検出領域が選択されている場合、信頼性の高い情報（信頼性の高いデータ）を優先的に採用する。ただし、焦点調節結果の信頼性を判定するための指標は、2像の一致度に限定されるものではない。例えば、特開2007-52072号公報に記載されているSレベルなどを指標として用いてもよい。Sレベルは、算出の際に、2像の一致度だけでなく、相関変化量やシャープネスなどを用いている。ステップS202において、カメラMPU125（信頼性判定手段）は、このような信頼性の指標に対して所定の閾値を設けることにより、焦点検出結果（デフォーカス量）の信頼性を判定する。

【0064】

ステップS202にて焦点検出結果に信頼性があると判定された場合、ステップS203に進む。ステップS203において、カメラMPU125は、検出されたデフォーカス量（検出Def量）に基づいてレンズ駆動（フォーカスレンズ104の駆動）を行う。その後、カメラMPU125はフレームレート切替処理の終了を確認して、ステップS206に進む。

【0065】

一方、ステップS202にて焦点検出結果に信頼性がないと判定された場合、ステップS204に進む。ステップS204において、カメラMPU125は、検出可能デフォーカス範囲（検出可能Def範囲）を取得する。前述のように、デフォーカス量が大きい場合には焦点調節結果の信頼性が低下する。このため、焦点調節装置として高い検出精度を保てるデフォーカス範囲が制限される。本実施例の撮像システム10は、得られた焦点検出結果の信頼性が高いか否かを、ステップS202にて判定するための閾値に加えて、焦点検出結果の信頼性が、この閾値と同等となる際のデフォーカス範囲の概算値を、検出可能デフォーカス範囲として記憶している。検出可能デフォーカス範囲（検出可能Def範囲）は、EEPROM125c（記憶手段）に記憶されており、カメラMPU125の指

示に応じて、EEPROM125cに記憶されている値が出力される。このようにEEPROM125cは、検出可能デフォーカス範囲に関する情報を記憶している。そしてカメラMPU125は、EEPROM125cから得られた検出可能デフォーカス範囲に関する情報に基づいてフォーカスレンズ104を駆動制御する。

【0066】

図9は、本実施例における検出可能デフォーカス範囲の例を示す図である。検出可能デフォーカス範囲は、フォーカスレンズ104の位置ごと、第1レンズ群101および第2レンズ群103の位置ごと（ズーム状態ごと）に記憶されている。また検出可能デフォーカス範囲は、撮影光学系のF値ごと、焦点検出領域の位置ごとにも記憶されている。このような撮影光学系の特性情報ごとに、検出可能デフォーカス範囲を記憶することにより、高精度な検出可能デフォーカス範囲情報を得ることができる。本実施例において、焦点検出領域は、図6に示されるように、中央部と左右2箇所の計3箇所を備える構成としており、左右の2箇所は、光軸に対して対称である。このため、記憶すべき検出可能デフォーカス範囲は、左右の焦点検出領域については共用することができる。このため、記憶容量を低減させることが可能である。また、図9に示されるように、離散的な情報として検出可能デフォーカス範囲を記憶しているため、実際に使用する際には補間演算などをしてよい。その場合、より少ない記憶容量を維持しながら、高精度な検出可能デフォーカス範囲の情報を取得することができる。

【0067】

ステップS204において、カメラMPU125は、現時点のズーム状態、フォーカスレンズ位置、F値、選択されている焦点検出領域に応じて、検出可能デフォーカス範囲を取得する。続いてステップS205において、カメラMPU125は、取得した検出可能デフォーカス範囲の情報に基づいてレンズ駆動を行う。すなわちカメラMPU125は、設定手段によるフレームレート（間隔）の変更処理中に、撮像面位相差焦点検出部129（焦点検出手段）の検出可能デフォーカス範囲に関する情報に基づいてフォーカスレンズ104を駆動制御する。より好ましくは、カメラMPU125は、設定手段による間隔の変更処理中に、信頼性が所定値よりも低いと判定された場合、焦点検出手段の検出可能デフォーカス範囲に関する情報に基づいてフォーカスレンズ104を駆動制御する。このレンズ駆動の詳細については後述する。レンズ駆動が終了すると、カメラMPU125はフレームレート切替処理（ステップS201）の終了を確認して、ステップS206に進む。

【0068】

ステップS206において、カメラMPU125（撮像面位相差焦点検出部129）は、図7のステップS4と同様に、焦点検出処理を行い、デフォーカス量を算出する。そしてステップS207において、カメラMPU125は、図1のステップS7と同様に、合焦判定を行う。検出されたデフォーカス量が許容値より大きい（合焦状態でない）と判定された場合、ステップS209に進む。ステップS209において、カメラMPU125は、フォーカスレンズ104の位置が駆動可能範囲の端であるか否かを判定する。

【0069】

ステップS209にてフォーカスレンズ104がまだ駆動可能である場合（すなわち、ステップS209でNoの場合）、ステップS211に進む。ステップS211において、カメラMPU125は、検出したデフォーカス量に基づいてレンズ駆動（フォーカスレンズ104の駆動）を行う。一方、ステップS209にてフォーカスレンズ104の位置が駆動可能範囲の端である場合（ステップS209でYesの場合）、ステップS210に進む。ステップS210において、カメラMPU125は、表示器126に非合焦表示（非合焦状態であることを示す表示）を行う。非合焦表示としては、例えば、焦点検出領域を示す矩形枠を、橙色などの第1の色を用いて表示する。

【0070】

一方、ステップS207にて、検出されたデフォーカス量が許容値以下（合焦状態である）と判定された場合、ステップS208に進む。ステップS208において、カメラM

10

20

30

40

50

P U 1 2 5 は、表示器 1 2 6 に合焦表示を行う。合焦表示としては、例えば、焦点検出領域を示す矩形枠を、緑色などの第 2 の色を用いて表示する。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 2 0 8 またはステップ S 2 0 9 における表示（合焦表示または非合焦表示）を終了すると、ステップ S 2 1 2 に進む。ステップ S 2 1 2 において、カメラ M P U 1 2 5 は、フレームレート切替処理を行い、フレームレートを第 2 の時間間隔よりも長い第 1 の時間間隔に変更する。ここでのフレームレート切替処理は、合焦後まで更新間隔の短い状態で撮像素子 1 2 2 を駆動させると電力消費が大きいため、電力消費を低減したほうが好ましいからである。ステップ S 2 1 2 のフレームレート切替処理が完了すると、本フロー（焦点調節処理のサブルーチン）は終了する。

10

【 0 0 7 2 】

本サブルーチンのステップ S 2 0 3 またはステップ S 2 0 5 にて実行されるレンズ駆動は、ステップ S 2 0 1 のフレームレート切替処理中に行われる。このため、焦点検出結果は更新されず、焦点検出を行った時刻とステップ S 2 0 3 にてレンズ駆動を行う時刻との間にタイムラグがある場合がある。このタイムラグにより、得られた焦点検出結果や検出可能デフォーカス範囲の情報は、信頼性が低い可能性がある。このため、算出されるレンズ駆動量に対して少なめにレンズ駆動を行ってもよい。これにより、検出された合焦位置の手前までレンズ駆動を行うことができるため、焦点調節処理の高速化を図ることが可能となる。また、合焦位置を行き過ぎる、いわゆるハンチング動作が発生しにくいため、ライブビュー表示において高品位の焦点調節処理を行うことができる。

20

【 0 0 7 3 】

本実施例は、ステップ S 2 0 1 のフレームレート切替処理と、焦点検出結果や検出可能デフォーカス範囲に基づくレンズ駆動を並列に行うように構成されている。ただし、フレームレート切替処理が先に終了した場合、並列して行われているレンズ駆動の終了を待たずに、ステップ S 2 0 6 の焦点検出処理を行ってもよい。レンズ駆動中に得られた焦点検出結果に基づきステップ S 2 1 1 にてレンズ駆動量を更新し、レンズ駆動を継続することにより、より高速な焦点調節処理を行うことができる。

【 0 0 7 4 】

次に、図 1 0 を参照して、検出可能デフォーカス範囲に基づくレンズ駆動について説明する。図 1 0 は、フォーカスレンズ 1 0 4 の位置（レンズ位置）と検出可能デフォーカス範囲との関係を示す図である。P 1、P 2 はフォーカスレンズ 1 0 4 の位置である。フォーカスレンズ 1 0 4 の位置 P 1、P 2 において、検出可能デフォーカス範囲をフォーカスレンズ駆動量に換算して、F 1、F 2 として示している。図 1 0 では、至近側から無限遠側までの被写体に焦点調節を行うフォーカスレンズ 1 0 4 の駆動可能範囲として、至近側と無限遠側の駆動範囲端も示している。このようなレンズ駆動可能範囲に関する情報は、カメラ M P U 1 2 5 の指示によりレンズユニット 1 0 0 から供給される。

30

【 0 0 7 5 】

図 1 0 (a) において、焦点調節処理開始時のフォーカスレンズ 1 0 4 のレンズ位置は P 1 であり、検出可能デフォーカス範囲は F 1 である。図 1 0 (a) の状況では、図 6 (b) に示される中央の焦点検出領域が撮影者によって選択されていると想定する。中央の焦点検出領域では、人物 2 2 0 に対して焦点検出を行うことになる。しかし、F 1 は人物 2 2 0 に合焦するレンズ位置を含まないため、中央の焦点検出領域で信頼性のあるデフォーカス量を算出できない。このため、図 8 のステップ S 2 0 2 において、信頼性の高い焦点検出結果が得られないと判定され、ステップ S 2 0 4 に進む。ステップ S 2 0 4 において、カメラ M P U 1 2 5 は、検出可能デフォーカス範囲として、F 1 を取得する。続いてステップ S 2 0 5 において、取得した検出可能デフォーカス範囲の情報に基づき、図 1 0 (a) の L 1 までレンズ駆動を行う。その後、フレームレート切替処理の完了を確認し、ステップ S 2 0 6 以降の処理を行う。ステップ S 2 0 6 以降の処理を行う前に、L 1 までレンズ駆動を行っているため、人物 2 2 0 に合焦するレンズ位置までのレンズ駆動量が減り、高速に焦点調節を行うことができる。

40

50

【 0 0 7 6 】

図 1 0 (a) の状況では、検出可能デフォーカス範囲 F 1 の端の位置である L 1 までのレンズ駆動をフレームレート切替処理中に行っているが、F 1 の他方の端の位置までのレンズ駆動も考えられる。本実施例では、焦点調節の対象となる被写体は、至近側に存在する確率が高いということに基づき、至近側の駆動範囲端に向かう方向にレンズ駆動を行った。ただし、フレームレート切替処理中のレンズ駆動方向は、これに限定されるものではない。例えば、撮影シーンの解析などにより、風景など無限遠に合焦位置のある被写体が存在する確率が高いことが検出されている場合、フレームレート切替処理中のレンズ駆動方向を無限遠側の駆動範囲端に向かう方向に設定すればよい。

【 0 0 7 7 】

図 1 0 (b) では、焦点調節処理開始時のフォーカスレンズ 1 0 4 のレンズ位置は P 2 であり、検出可能デフォーカス範囲は F 2 である。図 1 0 (b) の状況では、図 6 (b) に示される右側の焦点検出領域を撮影者によって選択されていると想定する。右側の焦点検出領域では、家屋 2 2 1 に対して焦点検出を行うことになる。しかし、F 2 は、家屋 2 2 1 に合焦するレンズ位置を含まないため、右側の焦点検出領域で信頼性のあるデフォーカス量を算出できない。このため、図 8 のステップ S 2 0 2 において、信頼性の高い焦点検出結果が得られないと判定され、ステップ S 2 0 4 に進む。ステップ S 2 0 4 において、カメラ M P U 1 2 5 は、検出可能デフォーカス範囲として、F 2 を取得する。続いてステップ S 2 0 5 において、取得した検出可能デフォーカス範囲の情報に基づき、図 1 0 (b) の L 2 までレンズ駆動を行う。その後、フレームレート切替処理の完了を確認し、ステップ S 2 0 6 以降の処理を行う。ステップ S 2 0 6 以降の処理を行う前に、L 2 までレンズ駆動を行っているため、家屋 2 2 1 に合焦するレンズ位置までのレンズ駆動量が減り、高速に焦点調節を行うことができる。

【 0 0 7 8 】

図 1 0 (b) の状況では、検出可能デフォーカス範囲 F 2 の至近側範囲の中に、至近側の駆動範囲端を含んでいる。これは、レンズ位置 P 2 に対応する被写体距離より至近側には、焦点調節可能な被写体が存在しないことを示している。このような場合、他方の駆動方向である無限遠側の駆動範囲端に向かう方向にレンズ駆動を行う。同様に、検出可能デフォーカス範囲内に無限遠側の駆動範囲端を含む場合、至近側の駆動範囲端に向かう方向にレンズ駆動を行う。また、検出デフォーカス範囲が、無限遠側と至近側の両方の駆動範囲端を含む場合、焦点調節を行うことなく、非合焦表示を行ってもよい。

【 0 0 7 9 】

次に、図 1 1 を参照して、焦点調節に伴うレンズ駆動制御について説明する。図 1 1 は、図 1 0 (a) の状況における図 1 のステップ S 5 からステップ S 2 0 0 を経て焦点調節処理を行う際のフォーカスレンズ位置と時間との関係を示す図である。図 1 1 において、横軸は時間を示し、縦軸はフォーカスレンズ 1 0 4 の位置を示している。図 1 のステップ S 5 のスイッチ S w 1 を検出した時間を X 軸上の 0 としている。

【 0 0 8 0 】

図 1 1 を参照して、A F 開始時レンズ位置から A F 終了時レンズ位置への焦点調節処理について説明する。まず、カメラ M P U 1 2 5 は、時刻 T 1 でスイッチ S w 1 のオンを検出すると、焦点検出領域を設定し (S 6) 、合焦状態でないことを判定し (S 7) 、焦点調節処理 (S 2 0 0) を開始する。またカメラ M P U 1 2 5 は、フレームレート切替処理 (S 2 0 1) と並行して、信頼性の高い焦点検出結果が得られていないと判定し (S 2 0 2) 、検出可能デフォーカス範囲として F 1 を取得する (S 2 0 4) 。その後、カメラ M P U 1 2 5 は、図 1 1 の時刻 T 2 でレンズ駆動を開始する (S 2 0 5) 。図 1 1 の時刻 T 3 で、図 1 0 (a) の L 1 に到達によりレンズ駆動を完了した後、フレームレート切替処理の完了を待ち、再度、焦点検出処理を行う (S 2 0 6) 。その結果、合焦ではないと判定され (S 2 0 7 で N o) 、現在のレンズ位置が、レンズ駆動範囲端ではないと判定される (S 2 0 9 で N o) 。その後、図 1 1 の時刻 T 4 でレンズ駆動を開始する (S 2 1 0) 。レンズ駆動が開始されると、焦点検出処理 (S 2 0 6) 、合焦判定 (S 2 0 7) 、レン

10

20

30

40

50

ズ駆動範囲端判定 (S 2 0 9) を繰り返し行い、合焦状態でもレンズ駆動範囲端でもない場合、レンズ駆動量が更新され、レンズ駆動が継続される。レンズ駆動量の更新が遅い間隔で行われる場合、レンズ駆動は間欠的にステップ駆動を行うことになる。一方、レンズ駆動量の更新が速い間隔で行われる場合、レンズ駆動は停止することなく継続的に行われる。その後、図 1 1 の時刻 T 5 で合焦状態であると判定され、A F 終了時レンズ位置に到達するとレンズ駆動を停止し、合焦表示を行い (S 2 0 8)、フレームレート切替処理を行う (S 2 1 2)。

【 0 0 8 1 】

本実施例において、図 1 1 の時刻 T 2 から時刻 T 3 までの間に行われるレンズ駆動に対して、時刻 T 4 から時刻 T 5 までの間に行われるレンズ駆動の駆動速度を遅く (小さく) している。これは、以下の理由による。すなわち、時刻 T 2 から時刻 T 3 までの間に行われるレンズ駆動は、フレームレート切替処理中に検出可能デフォーカス範囲を用いて行われるため、レンズ駆動中に新たに焦点検出結果が得られることがない。このため、できる限り早くレンズ駆動を終えることが、フレームレート切替処理の完了後に、速やかに焦点検出結果を用いたレンズ駆動に移行できるようにすることになり、焦点調節処理の高速化を可能とする。すなわち、レンズ駆動速度は速いほど好ましい。

【 0 0 8 2 】

一方、時刻 T 4 から時刻 T 5 までの間、焦点検出処理 (S 2 0 6)、合焦判定 (S 2 0 7)、レンズ駆動範囲端判定 (S 2 0 9) を繰り返し行いながら、レンズ駆動が行われる。この間において、高速にレンズ駆動を行うと、焦点検出結果の更新前にレンズを一度停止する必要がある場合が発生する。レンズの駆動と停止とを繰り返しながら焦点調節を行うと、焦点調節中のライブビュー表示の品位が良好でなく、または、レンズの駆動と停止の繰り返しによる停止位置の精度が劣化するなどの弊害が生じる。このため本実施例では、図 1 1 の時刻 T 2 から時刻 T 3 の間に行われるレンズ駆動に対して、時刻 T 4 から時刻 T 5 の間に行われるレンズ駆動の駆動速度を遅く (小さく) し、高速な焦点調節と焦点調節中の表示の品位や高精度な焦点調節の両立を図っている。ただし、前述の理由により、時刻 T 4 から時刻 T 5 までの間のレンズ駆動速度を遅くしているため、焦点検出結果の更新が十分に早い場合、この限りではなく、時刻 T 2 から時刻 T 3 までの間のレンズ駆動と同様に、高速にレンズ駆動を行えばよい。

【 0 0 8 3 】

次に、図 1 2 を参照して、図 7 の撮影サブルーチン (ステップ S 3 0 0) について説明する。図 1 2 は、撮影サブルーチン (ステップ S 3 0 0) を示すフローチャートである。図 1 2 の各ステップは、主に、カメラ M P U 1 2 5 の指令に基づいて実行される。

【 0 0 8 4 】

まずステップ S 3 0 1 において、カメラ M P U 1 2 5 は、光量調節絞りを駆動し、露光時間を規定するメカニカルシャッタの開閉制御 (絞り・シャッタ駆動) を行う。続いてステップ S 3 0 2 において、カメラ M P U 1 2 5 は、高画素静止画撮影のための画像読み出し、すなわち全画素の読み出しを行う。続いてステップ S 3 0 3 において、カメラ M P U 1 2 5 (画像処理回路 1 2 4) は、読み出した画像信号の欠損画素補間を行う。すなわち、焦点検出画素の出力は撮像のための R G B カラー情報を有しておらず、画像を得る上では欠陥画素に相当するため、周囲の撮像用画素の情報から補間により画像信号を生成する。続いてステップ S 3 0 4 において、画像信号に対して 補正、色変換、エッジ強調などの画像処理を行い、撮影画像 (画像処理後の画像信号) を得る。そしてステップ S 3 0 5 において、カメラ M P U 1 2 5 は、メモリ 1 2 8 に撮影画像を記録する。

【 0 0 8 5 】

続いてステップ 3 0 6 において、カメラ M P U 1 2 5 は、ステップ S 3 0 5 にて記録した撮影画像に対応させて、カメラ本体 1 2 0 の特性情報をメモリ 1 2 8 およびカメラ M P U 1 2 5 内のメモリに記録する。カメラ本体 1 2 0 の特性情報とは、露光時間情報、現像時の画像処理情報、撮像素子 1 2 2 の撮影画素および焦点検出画素の受光感度分布情報、カメラ本体 1 2 0 内での撮影光束のケラレ情報である。また、カメラ本体 1 2 0 の特性情

10

20

30

40

50

報は、カメラ本体 120 とレンズユニット 100 との取り付け面から撮像素子 122 までの距離情報、製造誤差情報なども含む。撮像素子 122 の撮影画素および焦点検出画素の受光感度分布情報は、オンチップマイクロレンズ ML および光電変換素子 PD により決定されるため、これらの情報を記録してもよい。

【0086】

続いてステップ S307 において、カメラ MPU 125 は、ステップ S305 にて記録された撮影画像に対応させて、レンズユニット 100 の特性情報をメモリ 128 とカメラ MPU 125 内のメモリに記録する。レンズユニット 100 の特性情報としては、例えば、射出瞳 411 の情報、枠情報、撮影時の焦点距離や F ナンバー情報、収差情報、製造誤差情報である。続いてステップ S308 において、カメラ MPU 125 は、撮影画像に関する画像関連情報をメモリ 128 およびカメラ MPU 125 内のメモリに記録する。画像関連情報とは、撮影前の焦点検出動作に関する情報や、被写体移動情報、焦点検出動作の精度に関わる情報などである。ステップ S307 が終了すると、ステップ S300 の撮影サブルーチンを終了し、メインルーチンのステップ S10 に進む。

【0087】

好ましくは、設定手段は、撮像素子 122 が一对の信号を出力する間隔（フレームレート）として、第 1 の間隔（第 1 の時間間隔）または第 1 の間隔よりも短い第 2 の間隔（第 2 の時間間隔）に設定可能である。そしてカメラ MPU 125（信頼性判定手段）は、第 1 の間隔から第 2 の間隔への変更処理中に、第 1 の間隔で得られた一对の信号の位相差に基づいてデフォーカス量の信頼性を判定する。また好ましくは、カメラ MPU 125（信頼性判定手段）は、一对の信号の一致度に基づいてデフォーカス量の信頼性を判定する。より好ましくは、撮像面位相差焦点検出部 129（焦点検出手段）の検出可能デフォーカス範囲は、カメラ MPU 125（信頼性判定手段）が信頼性を有すると判定するための閾値に基づいて設定されるデフォーカス範囲である。

【0088】

好ましくは、カメラ MPU 125（制御手段）は、撮影光学系の特性情報または焦点検出領域の位置に応じて、検出可能デフォーカス範囲に関する情報に基づいて算出されるフォーカスレンズ 104 の駆動量を変更する。また好ましくは、焦点検出手段は、焦点検出領域の焦点検出画素から得られる一对の信号の位相差に基づいて、焦点検出領域におけるデフォーカス量を検出する。また好ましくは、制御手段は、第 1 の被写体よりも至近側に位置する第 2 の被写体に焦点調節を行うようにフォーカスレンズ 104 を駆動制御する。また好ましくは、制御手段は、フォーカスレンズ 104 の駆動可能範囲に関する情報に基づいて、駆動可能範囲を超えない方向にフォーカスレンズ 104 を駆動する。また好ましくは、制御手段は、第 1 の間隔から第 2 の間隔への変更処理中におけるフォーカスレンズ 104 の駆動速度よりも、第 1 の間隔から第 2 の間隔への変更完了後のフォーカスレンズの駆動速度を小さくする。

【0089】

以上のように、AF 開始時に得ているデフォーカス情報の信頼性が低い場合、検出可能デフォーカス範囲情報を用いてレンズ駆動を行うことにより、焦点検出時のデフォーカス状態によらず、高速な焦点調節を行うことができる。

【0090】

本実施例では、焦点検出手段として、撮像素子内の焦点検出画素の出力信号を用いた位相差検出方式の焦点検出を行ったが、焦点検出方法はこれに限定されるものではない。例えば、コントラスト方式の焦点検出方法を用いてもよい。この場合、AF 開始時に、コントラスト評価値の大小によりデフォーカス量が大きいかな否かを簡易的に判定することができる。デフォーカス量が大きい場合、フレームレート切替中にレンズ駆動を行う点は、前述と同様に処理をすることにより、同様の効果を得ることができる。また、焦点検出方法として、2 つの方法（位相差方式およびコントラスト方式）を組み合わせたハイブリッド式を採用してもよい。AF 開始時には、位相差検出方式の焦点検出結果からフレームレート切替中のレンズ駆動を行い、その後はコントラスト方式の焦点検出を行ってもよい。

【 0 0 9 1 】

また本実施例において、撮像素子の駆動をより短い第2の時間間隔に変更し、焦点調節処理を終えた後、再び、撮像素子の駆動をより長い第1の時間間隔に変更するように構成している。ただし、撮像素子の駆動を第1の時間間隔に戻すタイミングは、焦点調節処理を終えた後でなくてもよい。例えば、位相差検出方式の焦点検出を行っている際には、合焦状態近傍に近づくと、検出されるデフォーカス量の精度が向上し、合焦状態の手前で、焦点調節を終える目途が立つ場合がある。このような場合、焦点調節終了の目途が立ち次第、撮像素子の駆動を第1の時間間隔に戻す処理を開始してもよい。コントラスト検出方式の焦点検出を行う場合にも同様に、コントラスト評価値の極大値を検出でき次第、撮像素子の駆動を第1の時間間隔に戻す処理を開始してよい。これにより、更に迅速に、撮影処理に移行することができる。

10

【 0 0 9 2 】

〔 その他の実施形態 〕

本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。すなわち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア（プログラム）を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（又はCPUやMPU等）がプログラムを読み出して実行する処理である。この場合、撮像装置の制御方法の手順が記述されたコンピュータで実行可能なプログラムおよびそのプログラムを記憶した記憶媒体は本発明を構成する。

20

【 0 0 9 3 】

各実施例によれば、デフォーカス量が大きい状態から高速な焦点調節が可能な撮像装置、撮像システム、撮像装置の制御方法、プログラム、および、記憶媒体を提供することができる。

【 0 0 9 4 】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

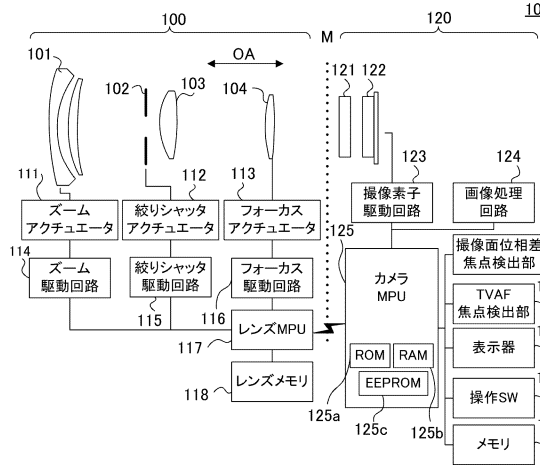
【 符号の説明 】

【 0 0 9 5 】

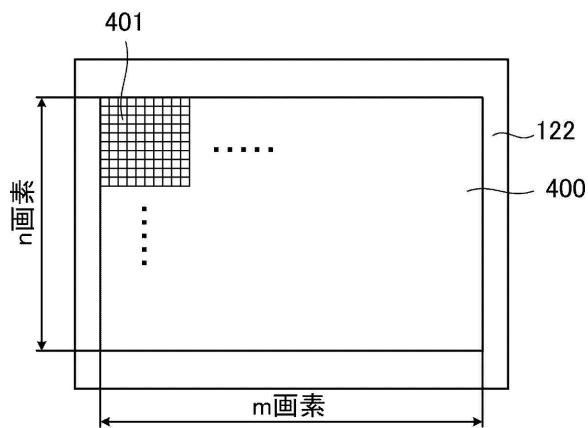
- 1 2 0 カメラ本体
- 1 2 2 撮像素子
- 1 2 3 撮像素子駆動回路
- 1 2 5 カメラMPU
- 1 2 9 撮像面位相差焦点検出部

30

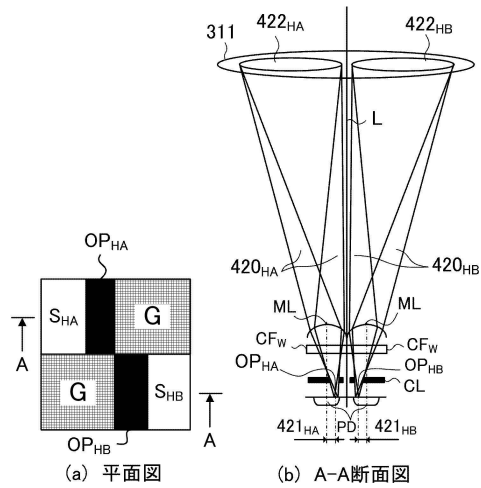
【図 1】



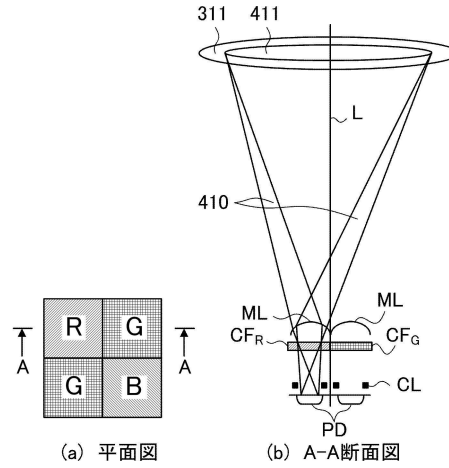
【図 2】



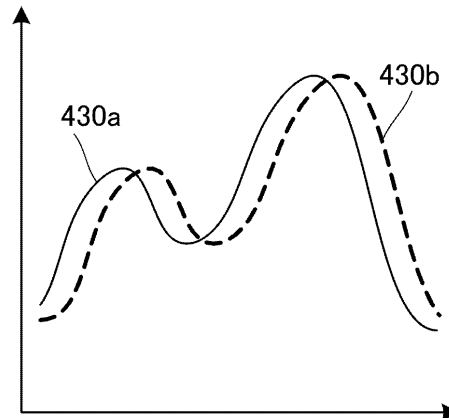
【図 4】



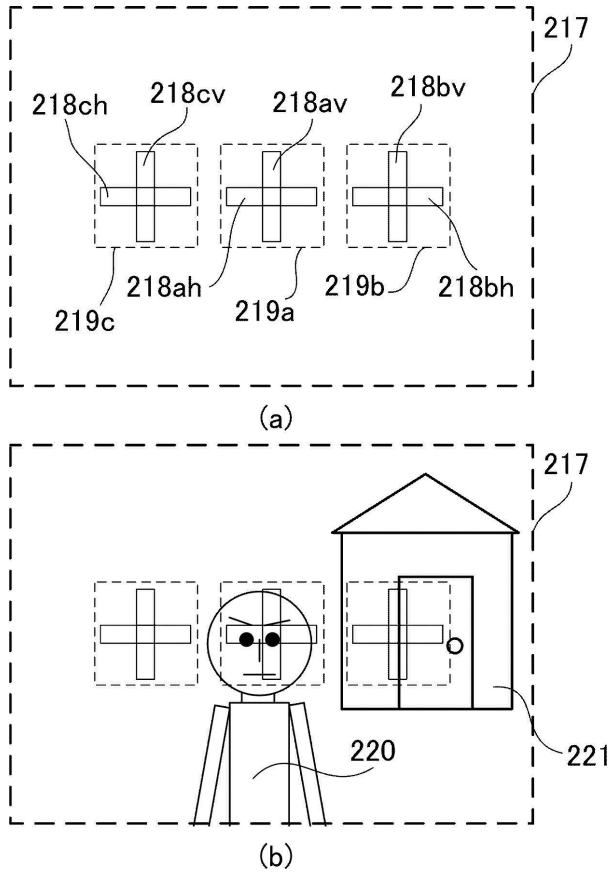
【図 3】



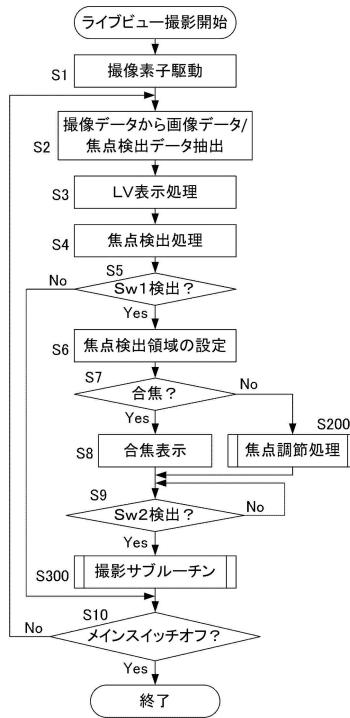
【図 5】



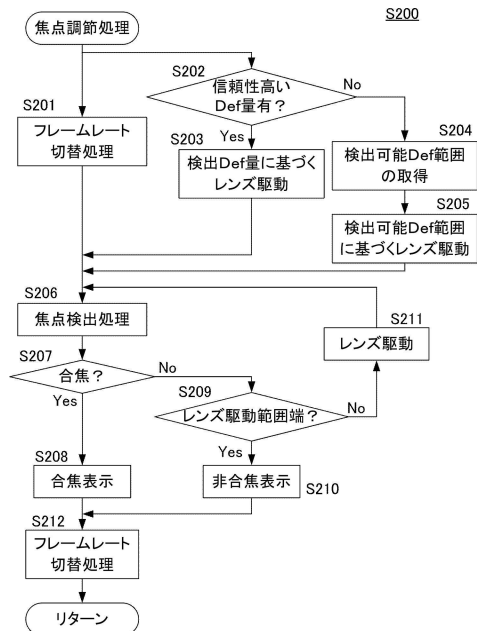
【図 6】



【図 7】



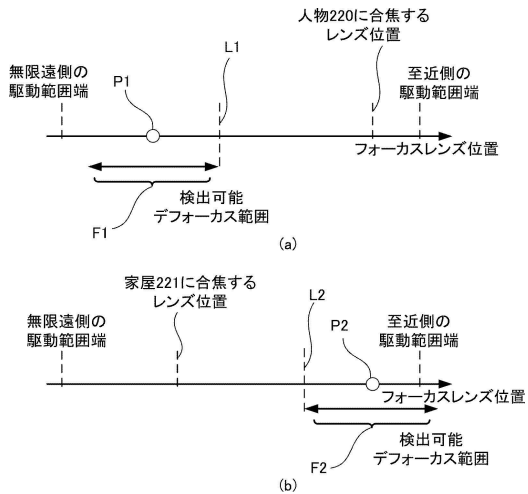
【図 8】



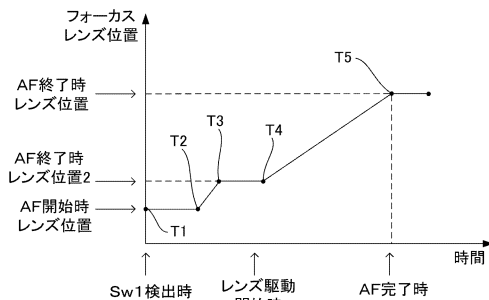
【図 9】

		ズーム位置							
フォーカス位置	1	2	3	4	5	6	7	8	
	1	DA111	DA112	DA113	DA114	DA115	DA116	DA117	DA118
	2	DA121	DA122	DA123	DA124	DA125	DA126	DA127	DA128
	3	DA131	DA132	DA133	DA134	DA135	DA136	DA137	DA138
	4	DA141	DA142	DA143	DA144	DA145	DA146	DA147	DA148
	5	DA151	DA152	DA153	DA154	DA155	DA156	DA157	DA158
	6	DA161	DA162	DA163	DA164	DA165	DA166	DA167	DA168
	7	DA171	DA172	DA173	DA174	DA175	DA176	DA177	DA178
	8	DA181	DA182	DA183	DA184	DA185	DA186	DA187	DA188

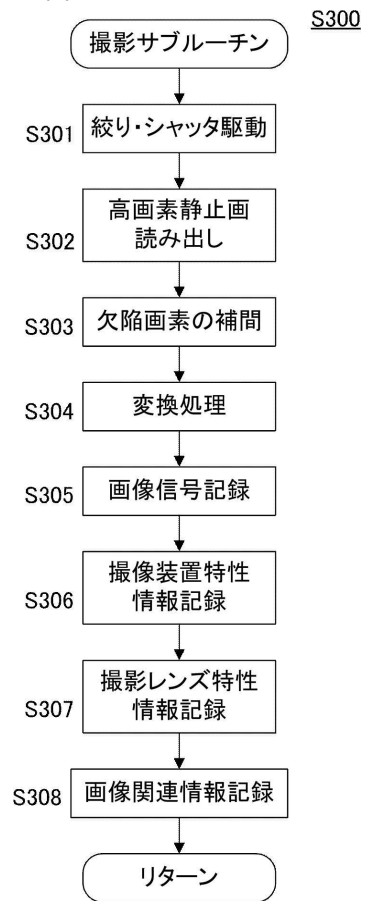
【図 10】



【図 11】



【図 1 2】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2013-113857(JP,A)
特開2010-088049(JP,A)
特開2003-262788(JP,A)
特開2012-215900(JP,A)
特開2001-099644(JP,A)
特開2008-309882(JP,A)
特開2013-104936(JP,A)
特開2013-050691(JP,A)
特開2013-007998(JP,A)
特開2013-178383(JP,A)
特開2010-268052(JP,A)
特開2000-330002(JP,A)
米国特許出願公開第2010/0171844(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 7/36
G03B 13/36
H04N 5/232