

(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2016-71275
(P2016-71275A)

(43) 公開日 平成28年5月9日(2016.5.9)

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

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2014-202793 (P2014-202793)
(22) 出願日 平成26年10月1日 (2014.10.1)

(71) 出願人 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 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
Fターム(参考) 2H011 BA23 BA33 BB02 CA21
2H151 BA06 BA47 CB09 CB22 DA02
DA03 DA04

最終頁に続く

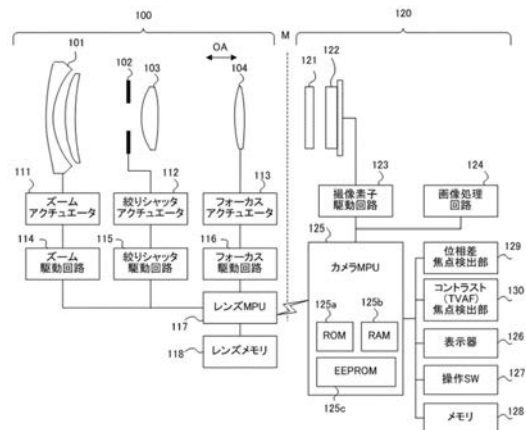
(54) 【発明の名称】 撮像装置およびフォーカス制御プログラム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】位相差焦点検出領域とコントラスト焦点検出領域のいずれも主被写体に対してずれることなく設定して、良好なハイブリッドAFを行う。

【解決手段】撮像装置は、撮像素子122の位相差検出用画素を用いて位相差検出方式による焦点検出を行う第1の焦点検出手段129と、撮像用画素からの出力を用いてコントラスト検出方式による焦点検出を行う第2の焦点検出手段130と、位相差AF後にコントラストAFを行う制御手段125と、少なくとも1つの位相差検出可能領域において位相差焦点検出領域を設定する第1の設定手段125と、コントラスト焦点検出領域を設定する第2の設定手段125とを有する。第2の設定手段は、位相差焦点検出領域と同じ数のコントラスト焦点検出領域を、両焦点検出領域の特定位置が互いに一致するように設定する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

撮像に用いられる複数の撮像用画素と位相差検出方式による焦点検出に用いられる複数の位相差検出用画素とを含み、前記複数の位相差検出用画素が互いに離間した複数の位相差検出可能領域を形成するように配置された撮像素子と、

前記位相差検出用画素からの出力を用いて前記位相差検出方式による焦点検出を行う第 1 の焦点検出手段と、

前記撮像用画素からの出力を用いてコントラスト検出方式による焦点検出を行う第 2 の焦点検出手段と、

前記第 1 の焦点検出手段により得られる第 1 の焦点検出情報に応じてフォーカス素子を移動させ、その後前記第 2 の焦点検出手段により得られる第 2 の焦点検出情報に応じて前記フォーカス素子を移動させる制御手段と、

前記複数の位相差検出可能領域のうち少なくとも 1 つの位相差検出可能領域において前記第 1 の焦点検出手段による焦点検出を行う第 1 の焦点検出領域を設定する第 1 の設定手段と、

前記撮像素子のうち前記第 2 の焦点検出手段による焦点検出を行う第 2 の焦点検出領域を設定する第 2 の設定手段とを有し、

前記第 2 の設定手段は、前記第 1 の焦点検出領域と同じ数の前記第 2 の焦点検出領域を、該第 1 および第 2 の焦点検出領域の特定位置が互いに一致するように設定することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記特定位置は、前記第 1 および第 2 の焦点検出領域の重心の位置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】

前記第 2 の設定手段は、前記第 2 の焦点検出領域の大きさを、前記第 1 の焦点検出領域の大きさに対して一致する又は所定の画素数以下の差を有するように設定することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記第 2 の設定手段は、前記第 2 の焦点検出領域を、前記第 1 の焦点検出領域が設定された前記位相差検出可能領域とは別の前記位相差検出可能領域に重ならないように設定することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記複数の位相差検出可能領域は、それぞれ第 1 の方向に延びるライン形状を有し、前記第 1 の方向に対して直交する第 2 の方向に互いに離間していることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項 6】

撮像に用いられる複数の撮像用画素と位相差検出方式による焦点検出に用いられる複数の位相差検出用画素とを含み、前記複数の位相差検出用画素が互いに離間した複数の位相差検出可能領域を形成するように配置された撮像素子を有する撮像装置のコンピュータにフォーカス制御処理を実行させるコンピュータプログラムであって、

前記フォーカス制御処理は、

前記位相差検出用画素からの出力を用いて前記位相差検出方式による焦点検出を行う第 1 の焦点検出ステップと、

前記撮像用画素からの出力を用いてコントラスト検出方式による焦点検出を行う第 2 の焦点検出ステップと、

前記位相差検出方式による焦点検出により得られる第 1 の焦点検出情報に応じてフォーカス素子を移動させ、その後前記コントラスト検出方式による焦点検出により得られる第 2 の焦点検出情報に応じて前記フォーカス素子を移動させるステップとを含み、

前記第 1 の焦点検出ステップにおいて、前記複数の位相差検出可能領域のうち少なくとも 1 つの位相差検出可能領域において前記位相差検出方式による焦点検出を行う第 1 の焦

10

20

30

40

50

点検出領域を設定し、

前記第2の焦点検出ステップにおいて、前記撮像素子のうち前記コントラスト検出方式による焦点検出を行う第2の焦点検出領域を設定し、

該第2の焦点検出ステップにおいて、前記第1の焦点検出領域と同じ数の前記第2の焦点検出領域を、該第1および第2の焦点検出領域の特定位置が互いに一致するように設定することを特徴とするフォーカス制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、位相差検出方式およびコントラスト検出方式によるオートフォーカス(A F)が可能なデジタルカメラやビデオカメラ等の撮像装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

上記のような撮像装置には、撮像およびコントラスト検出方式による焦点検出に用いられる撮像用画素と位相差検出方式による焦点検出に用いられる位相差検出用画素とを含む撮像素子を有し、いわゆるセンサ位相差A FとコントラストA Fとを併用するものがある。

【0003】

このようないわゆるハイブリッド方式のA Fを行う撮像装置として特許文献1には、以下のようなカメラが開示されている。このカメラでは、ユーザによってコントラストA F用の焦点検出領域が任意に選択される。そして、選択されたコントラストA F用の焦点検出領域に複数の位相差A F用の焦点検出領域が含まれる場合に、カメラは該複数の位相差A F用の焦点検出領域のうちコントラストA F用の焦点検出領域との重複領域の面積が最大の焦点検出領域を選択する。カメラは、選択された位相差A F用の焦点検出領域で位相差A Fを行った後、コントラストA F用の焦点検出領域でコントラストA Fを行う。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2007-256885号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1にて開示されたカメラでは、撮像素子(撮影画面)上で位置が固定された複数の位相差A F用の焦点検出領域から、ユーザにより選択されたコントラストA F用の焦点検出領域との重複領域の面積が最大の焦点検出領域が選択される。このため、コントラストA F用の焦点検出領域に含まれる合焦目標である主被写体に対して必ずしも位相差A F用の焦点検出領域が重なるとは限らない。すなわち、位相差A F用の焦点検出領域が主被写体に対してずれていると、良好な位相差A Fが行われず、その後のコントラストA Fの精度の低下や遅れが生ずる等の悪影響が生じ得る。また、複数の位相差A F用の焦点検出領域のそれぞれについてコントラストA F用の焦点検出領域との重複面積の演算が必要となるため、演算を行うMPUやCPUの負荷が大きくなるという問題もある。

40

【0006】

本発明は、位相差A F用の焦点検出領域とコントラストA F用の焦点検出領域のいずれも主被写体に対してずれることなく設定でき、良好なハイブリッドA Fを行えるようにした撮像装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一側面としての撮像装置は、撮像に用いられる複数の撮像用画素と位相差検出方式による焦点検出に用いられる複数の位相差検出用画素とを含み、複数の位相差検出用

50

画素が互いに離間した複数の位相差検出可能領域を形成するように配置された撮像素子と、位相差検出用画素からの出力を用いて位相差検出方式による焦点検出を行う第1の焦点検出手段と、撮像用画素からの出力を用いてコントラスト検出方式による焦点検出を行う第2の焦点検出手段と、第1の焦点検出手段により得られる第1の焦点検出情報に応じてフォーカス素子を移動させ、その後第2の焦点検出手段により得られる第2の焦点検出情報に応じてフォーカス素子を移動させる制御手段と、複数の位相差検出可能領域のうち少なくとも1つの位相差検出可能領域において第1の焦点検出手段による焦点検出を行う第1の焦点検出領域を設定する第1の設定手段と、撮像素子のうち第2の焦点検出手段による焦点検出を行う第2の焦点検出領域を設定する第2の設定手段とを有する。そして、第2の設定手段は、第1の焦点検出領域と同じ数の第2の焦点検出領域を、該第1および第2の焦点検出領域の特定位置が互いに一致するように設定することを特徴とする。

【0008】

また、本発明の他の一側面としてのフォーカス制御プログラムは、撮像に用いられる複数の撮像用画素と位相差検出方式による焦点検出に用いられる複数の位相差検出用画素とを含み、複数の位相差検出用画素が互いに離間した複数の位相差検出可能領域を形成するように配置された撮像素子を有する撮像装置のコンピュータにフォーカス制御処理を実行させるコンピュータプログラムである。フォーカス制御処理は、位相差検出用画素からの出力を用いて位相差検出方式による焦点検出を行う第1の焦点検出ステップと、撮像用画素からの出力を用いてコントラスト検出方式による焦点検出を行う第2の焦点検出ステップと、位相差検出方式による焦点検出により得られる第1の焦点検出情報に応じてフォーカス素子を移動させ、その後コントラスト検出方式による焦点検出により得られる第2の焦点検出情報に応じてフォーカス素子を移動させるステップとを含む。第1の焦点検出ステップにおいて、複数の位相差検出可能領域のうち少なくとも1つの位相差検出可能領域において位相差検出方式による焦点検出を行う第1の焦点検出領域を設定し、第2の焦点検出ステップにおいて、撮像素子のうちコントラスト検出方式による焦点検出を行う第2の焦点検出領域を設定する。そして、該第2の焦点検出ステップにおいて、第1の焦点検出領域と同じ数の第2の焦点検出領域を、該第1および第2の焦点検出領域の特定位置が互いに一致するように設定することを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、特別な演算を行うことなく位相差検出方式での焦点検出領域に対してコントラスト検出方式での焦点検出領域をずれがほとんど生じないように設定することができる。したがって、該ずれに起因した精度の低下や遅れを生じさせることなく、高精度ハイブリッドAFを高速で行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施例であるデジタルカメラシステムの構成を示すブロック図。
【図2】実施例における撮像素子をレンズユニット側から見た正面図。
【図3】実施例における撮像用画素の構造を説明する正面図および断面図。
【図4】実施例における位相差検出用画素の構造を説明する正面図と断面図。
【図5】実施例における位相差検出用画素を含む撮像素子をレンズユニット側から見た正面図。
【図6】実施例における位相差検出信号の出力例を示す図。
【図7】実施例におけるAF処理を示すフローチャート。
【図8】実施例における被写体と焦点検出領域の対応関係を示す図。
【図9】実施例における複数の被写体と焦点検出領域との対応関係を示す図。
【図10】実施例におけるコントラスト評価値の出力例を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

【0012】

図1には、本発明の実施例である撮像装置としてのデジタルカメラ（以下、カメラ本体という）120とカメラ本体120に着脱可能な交換レンズ（以下、レンズユニットという）100とにより構成されるレンズ交換式デジタルカメラシステムの構成を示している。レンズユニット100は、図1中に点線で示したマウントMを介してカメラ本体120に機械的および電氣的に接続される。

【0013】

レンズユニット100は、被写体側（図の左側）から順に配置された、第1レンズ群101、絞り兼シャッタ102、第2レンズ群103およびフォーカスレンズ群（以下、単にフォーカスレンズという）104を含む撮像光学系を有する。また、レンズユニット100は、該撮像光学系の駆動およびその制御を行うレンズ駆動制御系を有する。

10

【0014】

第1レンズ群101は、光軸方向OAに移動可能に保持されている。絞り兼用シャッタ102は、その開口径を変化させることで光量調節を行ったり、静止画撮像時に設定されたシャッタ秒時で開閉するシャッタ動作を行うことで後述する撮像素子122の露光量を制御したりする。絞り兼用シャッタ102と第2レンズ群103は一体となって光軸方向OAに移動可能に保持されている。第1および第2レンズ群101、103が光軸方向OAに移動することにより、変倍が行われる。フォーカス素子としてのフォーカスレンズ104は、光軸方向OAに移動して焦点調節を行う。

【0015】

レンズ駆動制御系は、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およびレンズメモリ118を含む。

20

【0016】

ズーム駆動回路114はユーザのズーム操作に応じてズームアクチュエータ111を駆動する。ズームアクチュエータ111は、第1および第2レンズ群101、103を光軸方向OAに移動させる。絞りシャッタ駆動回路115は、レンズMPU117からの絞りシャッタ制御信号を受けて絞りシャッタアクチュエータ112を駆動する。絞りシャッタアクチュエータ112は、絞り兼用シャッタ102の開口径を変化させたり絞り兼用シャッタ102にシャッタ動作を行わせたりする。フォーカス駆動回路116は、レンズMPU117からのフォーカス制御信号を受けてフォーカスアクチュエータ113を駆動する。フォーカスアクチュエータ113は、フォーカスレンズ104を光軸方向OAに移動させる。フォーカスアクチュエータ113は、フォーカスレンズ104の位置を検出するための不図示のフォーカス位置センサを備えている。

30

【0017】

レンズMPU117は、レンズユニット100に関する演算を行い、上記駆動回路114～116を介してアクチュエータ111～113の駆動を制御する。また、レンズMPU117は、上記フォーカス位置センサからの出力を用いてフォーカスレンズ104の位置（以下、フォーカス位置という）を検出し、後述するカメラMPU125からの要求に応じてフォーカス位置の情報をカメラMPU125に送信する。レンズメモリ118は、カメラMPU125が行うオートフォーカス（AF）に必要な該レンズユニット100に固有の光学情報を記憶している。

40

【0018】

カメラ本体120は、光学的ローパスフィルタ121と、撮像素子122と、カメラ駆動制御系とを有する。光学ローパスフィルタ121は、レンズユニット（撮像光学系）100により形成された被写体像のうち不要な高周波成分をカットして偽色やモアレを軽減する。

【0019】

撮像素子122は、複数の画素がマトリクス状に配置されたCMOSセンサ等の光電変

50

換素子とその周辺回路で構成され、全画素からの独立出力が可能に構成されている。本実施例の撮像素子122は、被写体像の撮像を行うための複数の撮像用画素と、位相差検出方式による撮像光学系の焦点状態の検出を行うための複数の位相差検出用画素とを含む。撮像光学系の焦点状態の検出を、以下、焦点検出という。撮像素子122が位相差検出用画素を含むことで、いわゆる撮像面位相差AFを行うことができる。撮像素子122の詳細な構成については後述する。

【0020】

本実施例では、焦点調節のために撮像光学系の一部を構成するフォーカスレンズ104を光軸方向OAに移動させるが、撮像素子122をフォーカス素子として光軸方向OAに移動させて焦点調節を行ってもよい。

10

【0021】

カメラ駆動制御系は、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、位相差焦点検出部129およびコントラスト焦点検出部130を有する。

【0022】

撮像素子駆動回路123は、撮像素子122の駆動（光電変換による電荷蓄積とその読み出し）を制御するとともに、各画素からの出力信号をA/D変換してカメラMPU125に出力する。画像処理回路124は、撮像素子122における撮像用画素からの出力信号に対して変換およびカラー補間等の画像処理を行って画像データ信号を生成したり、該画像データ信号の圧縮処理を行ったりする。

20

【0023】

カメラMPU125は、カメラ本体120に関する演算を行い、撮像素子駆動回路123、画像処理回路124、表示器126、位相差焦点検出部129およびコントラスト焦点検出部130を制御する。また、カメラMPU125は、マウントMに設けられた信号線を介してレンズMPU117と通信可能に接続されている。カメラMPU125は、レンズMPU117にフォーカス位置の取得要求やフォーカスレンズ104の駆動指令（フォーカス駆動指令）を送信したり、レンズMPU117からフォーカス位置の情報やレンズメモリ118に記憶された光学情報を受信したりする。

【0024】

コンピュータとしてのカメラMPU125には、制御用のコンピュータプログラムを格納したROM125a、制御用の変数を記憶したRAM125bおよび各種パラメータを記憶したEEPROM125cが内蔵されている。カメラMPU125は、ROM125aに格納されたコンピュータプログラムにより、後述するAF処理（焦点検出およびその結果に基づくフォーカスレンズ104の移動の制御）を実行する。以下、AF処理において、フォーカスアクチュエータ113を介してフォーカスレンズ104を移動させることをフォーカス駆動という。

30

【0025】

また、カメラMPU125は、AF処理に際して、人物の顔を自動的に検出する、いわゆる顔認識処理も行うことができる。

【0026】

表示器126は、LCD等の表示素子により構成され、撮像モードに関する情報、撮像前のプレビュー画像、撮像後の確認用画像およびAFによる合焦完了を表示する画像等を表示する。操作スイッチ群127は、電源スイッチ、レリーズ（撮像トリガ）スイッチ、ズーム操作スイッチ、撮像モード選択スイッチ等を含む。

40

【0027】

カメラ本体120には、画像記録メモリ128の着脱が可能である。画像記録メモリ128は、撮像により取得された画像を記録する半導体メモリや光ディスク等の記録媒体である。

【0028】

第1の焦点検出手段としての位相差焦点検出部129は、撮像素子122に設けられた

50

複数の位相差検出用画素からの出力信号（位相差像信号）を用いて位相差検出方式での焦点検出を行う。詳しくは後述するが、複数の位相差検出用画素のうちそれぞれ対をなす位相差検出用画素は、撮像光学系における互いに異なる射出瞳領域を通過した光束によって形成された一对の被写体像を光電変換して一对の位相差像信号を出力する。位相差焦点検出部 129 は、該一对の位相差像信号のずれ量である位相差（像ずれ量）から第 1 の焦点検出情報としてのデフォーカス量を演算する。デフォーカス量が所定値以下となる位置にフォーカスレンズ 104 を移動させることで、撮像光学系を被写体に対して合焦状態またはこれに近い状態とすることができる。

【0029】

第 2 の焦点検出手段としてのコントラスト焦点検出部 130 は、画像処理回路 124 で生成された画像データ信号のコントラスト成分から撮像光学系の焦点状態に対応する第 2 の焦点検出情報としてのコントラスト評価値を算出する。このようなコントラスト検出方式の焦点検出とコントラスト評価値によるを含む AF は、TVAF とも称される。コントラスト評価値がピークとなる位置にフォーカスレンズ 104 を移動させることで、撮像光学系を被写体に対して高精度に合焦状態とすることができる。

10

【0030】

本実施例では、撮像面位相差 AF と TVAF とを組み合わせたハイブリッド AF を行う。ただし、撮像状況に応じたカメラ MPU 125 による制御により、撮像面位相差 AF と TVAF のうち一方のみが行われる場合もある。

【0031】

次に、撮像面位相差 AF および TVAF を行うための撮像素子 122 の画素構成について詳述する。図 2 には、撮像素子 122 の撮像面 400 レンズユニット 100 側から見て示している。撮像面 400 上には、横方向 m 個（ m 行） \times 縦方向 n 個（ n 列）の画素 401 が配列されている。上述したように撮像素子 122 は、複数の撮像用画素と複数の位相差検出用画素とを含む。複数の撮像用画素のうち横方向 2 個（2 行） \times 縦方向 2 個（2 列）の 4 つの画素 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（R, G, G, B）が形成され、この 4 つ 1 組の画素が横方向および縦方向に繰り返し配列されている。各撮像用画素は、撮像光学系の射出瞳の全域を通る光を受光して、受光量に応じた撮像用画素信号を出力する。なお、図 2 には左上の領域の画素 401 のみを示し、他の領域の画素は図示を省略している。

20

30

【0032】

また、各位相差検出用画素は、撮像光学系の射出瞳の一部の領域を通る光を受光して、受光量に応じた位相差検出用画素信号としての位相差像信号を出力する。上述した 4 つ 1 組の画素 401 のうち対角に配置された 2 つ（一对）の G 画素は撮像用画素として用いられ、R 画素と B 画素に相当する画素が一对の位相差検出用画素として用いられる。

【0033】

図 3（a）には上述した 2 行 \times 2 列の撮像用画素の配置を、図 3（b）には図 3（a）における A - A 線で切断したときの撮像用画素の断面構造をそれぞれ示している。また、図 4（a）には 2 行 \times 2 列の画素に含まれる撮像用画素と位相差検出用画素の配置を、図 4（b）には図 4（a）における B - B 線で切断したときの位相差検出用画素の断面構造をそれぞれ示している。なお、図 3（b）および図 4（b）には、撮像光学系 311 と該撮像光学系 311 から各画素に入射する光束を模式的に示している。なお、図 3（b）および図 4（b）では、実際にはミクロンオーダーのサイズの画素構造を拡大して示していると同時に、説明に不要な構成要素については図示を省略している。

40

【0034】

図 3（a）に示す 2 行 \times 2 列の撮像用画素は、2 つの対角方向のうち一方に配置された R（赤）画素および B（青）画素と他方に配置された 2 つの G（緑）画素とにより構成されている。図 3（b）において、ML 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である。CF_R は R 画素に設けられた R カラーフィルタであり、CF_G は G 画素に設けられた G カラーフィルタである。PD（Photo Diode）は画素ごとに設けられた光電

50

変換部であり、CL (Contact Layer) は画素ごとに設けられ、撮像素子122内において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。411は撮像光学系311の射出瞳であり、Lは撮像光学系311の光軸である。なお、図3(b)は、撮像素子122の中心付近、すなわち光軸L付近の画素の構造を示しており、このことは図4(b)も同じである。

【0035】

オンチップマイクロレンズMLと光電変換部PDは、撮像光学系311を通過した光束をできるだけ有効に取り込むように構成されている。言い換えれば、撮像光学系311の射出瞳411と光電変換部PDとはマイクロレンズMLにより共役な関係となるように配置されており、かつ光電変換部PDの有効面積は可能な限り大きく設定されている。これにより、図3(b)において射出瞳411の全域を通過した光束410が光電変換部PDに取り込まれる。なお、図3(b)にはR画素に入射する光束410のみを示しているが、G画素およびB画素についても同様である。

10

【0036】

図4(a)に示す2行×2列の画素は、2つの対角方向のうち一方に配置された2つ(一对)の位相差検出用画素 S_{HA} 、 S_{HB} と他方に配置された2つのG画素とにより構成されている。一对の位相差検出用画素 S_{HA} 、 S_{HB} は、横方向(撮像素子122の長辺が延びる水平方向)に瞳分割を行う。G画素は輝度情報の主成分を取得する画素であり、人間の画像認識特性からG画素が欠けると画質劣化が認識されやすい。一方、RおよびB画素は色情報(色差情報)を取得する画素であり、人間の視覚特性は色情報には鈍感で、RおよびB画素が欠けても画質劣化が認識されにくい。このため、位相差検出用画素 S_{HA} 、 S_{HB} を図3(a)におけるRおよびB画素に代えて配置している。

20

【0037】

図4(b)において、マイクロレンズMLと光電変換部PDは、図3(b)に示した撮像用画素と同様に設けられている。一方、配線層CLは、位相差検出用画素 S_{HA} 、 S_{HB} により射出瞳411を分割するため、配線層CLの開口部がマイクロレンズMLの中心線に対して一方向に偏心するように設けられている。

【0038】

具体的には、位相差検出用画素 S_{HA} の開口部 OP_{HA} は、マイクロレンズMLの中心線に対して右側に偏心量 421_{HA} だけ偏心している。このため、位相差検出用画素 S_{HA} の光電変換部PDは、射出瞳411のうち光軸Lよりも左側の射出瞳領域 422_{HA} を通過した光束 420_{HA} を受光する。これに対して、位相差検出用画素 S_{HB} の開口部 OP_{HB} は、マイクロレンズMLの中心線に対して左側に偏心量 421_{HB} だけ偏心している。このため、位相差検出用画素 S_{HB} の光電変換部PDは、射出瞳411のうち光軸Lよりも右側の射出瞳領域 422_{HB} を通過した光束 420_{HB} を受光する。図から明らかな様に、偏心量 421_{HA} と偏心量 421_{HB} とは互いに等しい。このように、位相差検出用画素 S_{HA} 、 S_{HB} は、マイクロレンズMLに対する配線層CLの開口部 OP_{HA} 、 OP_{HB} の偏心によって互いに異なる射出瞳領域 422_{HA} 、 422_{HB} を通過する光束 420_{HA} 、 420_{HB} を取り出すことが可能となっている。

30

【0039】

位相差検出用画素 S_{HA} 、 S_{HB} はそれぞれ、撮像素子122において水平方向に複数配置される。これら複数の位相差検出用画素 S_{HA} により受光される被写体像をA像とし、該複数の位相差検出用画素 S_{HA} から出力される位相差検出用像信号をA像信号という。同様に水平方向に配置された複数の位相差検出用画素 S_{HB} により受光される被写体像をB像とし、該複数の位相差検出用画素 S_{HB} から出力される位相差検出用像信号をB像信号という。A像とB像の相対位置差、つまりはA像信号とB像信号の位相差を検出(算出)することで、水平方向に輝度分布を有する被写体に対する撮像光学系311のデフォーカス量を求めることができる。

40

【0040】

本実施例における撮像素子122には、図示はしないが、垂直方向に輝度分布を有する

50

被写体に対する撮像光学系 3 1 1 のデフォーカス量を求めるために垂直方向に瞳分割を行う位相差検出用画素も、後述する位相差検出ライン（図 5 参照）内に設けられている。

【 0 0 4 1 】

なお、位相差検出用画素からは色情報を取得することができないため、撮像による撮影画像の生成においては位相差検出用画素の位置の色情報を、その周辺の R および B 画素の出力信号から補間する必要がある。このため、位相差検出用画素は、撮像素子 1 2 2 上に連続的に並べずに離散的に配置する。これにより、撮影画像の画質低下を防止することができる。

【 0 0 4 2 】

図 5 の上側には、撮像素子 1 2 2 の撮像面（つまりは撮像画面）4 0 0 における位相差検出用画素の配置をレンズユニット 1 0 0 側から見て示している。図 5 の下側には、上側に示した撮像面 4 0 0 の一部を拡大して示している。

10

【 0 0 4 3 】

本実施例では、撮像面 4 0 0 内に、それぞれ水平方向（第 1 の方向）に延びるライン形状を有し、かつ互いに垂直方向（第 1 の方向に直交する第 2 の方向）に離間した複数の位相差検出ライン L_n ($n = 1 \sim 6$) が形成されている。これら位相差検出ライン L_n はそれぞれ、水平方向に複数配列された位相差検出用画素 $L_n_S_{HA}$, $L_n_S_{HB}$ ($n = 1 \sim 6$) によって形成されている。言い換えれば、各位相差検出ラインは、図 4 (a) に示した位相差検出用画素 $L_n_S_{HA}$, $L_n_S_{HB}$ と 2 つの G 画素からなる 2 行 × 2 列の画素が水平方向に複数配列されることで形成された位相差検出可能領域である。撮像面位相差 A F は、複数の位相差検出ライン L_n 上においてのみ行うことができる。これに対して、T V A F は、撮像面 4 0 0 の全域のうち任意の領域において行うことができる。

20

【 0 0 4 4 】

次に、撮像面位相差 A F について、図 6 (a) を用いて説明する。図 6 (a) には、それぞれ複数の位相差検出用画素 S_{HA} , S_{HB} からの位相差検出用信号により形成された対の A 像および B 像信号 4 3 0 a, 4 3 0 b を示す。図 6 (a) において、横軸は位相差検出用画素の並び方向を示し、縦軸は A 像および B 像信号の強度を示す。図 6 (a) は、撮像光学系が被写体に対してデフォーカスした状態を示しており、この状態では A 像および B 像信号 4 3 0 a, 4 3 0 b が互いに左右にずれている。位相差焦点検出部 1 2 9 は、この A 像および B 像信号 4 3 0 a, 4 3 0 b のずれの量である位相差を A 像および B 像信号 4 3 0 a, 4 3 0 b に対する相関演算を行って算出する。さらに位相差焦点検出部 1 2 9 は、この位相差から撮像光学系のデフォーカス量を算出する。

30

【 0 0 4 5 】

図 6 (b) には、複数の位相差検出用画素 S_{HA} からの位相差検出用信号により形成された A 像信号 4 3 0 a と、それぞれの位相差検出用画素 S_{HA} に隣接する複数の撮像用画素からの撮像用画素信号を利用して形成された位相差検出用像信号 4 3 0 i m g とを示す。これら A 像信号 4 3 0 a と位相差検出用像信号 4 3 0 i m g に対して相関演算を行ってこれらの位相差を算出し、さらに該位相差からデフォーカス量を算出してもよい。なお、この場合に算出されるデフォーカス量は実際の撮像光学系のデフォーカス量の半分の値になるので、A F に用いるためには 2 倍する必要がある。これに代えて、複数の位相差検出用画素 S_{HB} からの位相差検出用信号により形成された B 像信号 4 3 0 b と位相差検出用像信号 4 3 0 i m g の位相差から得られたデフォーカス量を加算して A F に用いるデフォーカス量としてもよい。

40

【 0 0 4 6 】

カメラ M P U 1 2 5 は、レンズ M P U 1 1 7 から受信したフォーカス位置の情報と位相差焦点検出部 1 2 9 が算出したデフォーカス量（方向を含む）とを用いて、撮像光学系を合焦状態に近づけるためのフォーカスレンズ 1 0 4 の移動量（方向を含む）を算出する。カメラ M P U 1 2 5 は、レンズ M P U 1 1 7 に対してフォーカスレンズ 1 0 4 の移動量を含むフォーカス駆動指令を送信する。レンズ M P U 1 1 7 は、フォーカス駆動指令に応じて、フォーカス駆動回路 1 1 6 を介してフォーカスアクチュエータ 1 1 3 を駆動すること

50

で、フォーカスレンズ104を移動させる。このようにして、撮像面位相差AFにより合焦状態またはこれに近い状態を得ることができる。

【0047】

次に、TVAFについて説明する。前述したように、コントラスト焦点検出部130は、画像処理回路124にて生成された画像データ信号からコントラスト評価値を算出する。図10には、横軸に示したフォーカス位置LPn (n = 1 ~ 8) の変化に伴う縦軸に示したコントラスト評価値AF_Cの一般的な変化例を示している。コントラスト評価値は、フォーカス位置の変化(移動)により撮像光学系が合焦状態に近づくほど高くなる。このため、コントラスト評価値が最も高くなるフォーカス位置(ピーク位置)を探索することで、撮像光学系の高精度な合焦状態を得ることができる。図10の例では、TVAFにより、フォーカス位置LP4とLP5の間のピーク位置にフォーカス駆動が行われる。

10

【0048】

次に、カメラMPU125が、位相差焦点検出部129およびコントラスト焦点検出部130とともに実行するAF処理(フォーカス制御処理)について、図7のフローチャートを用いて説明する。カメラMPU125は、コンピュータプログラムとしてのAF制御プログラム(フォーカス制御プログラム)に従って該AF処理を実行する。本実施例では、はじめに撮像面位相差AFを行って合焦状態またはこれに近い状態を得た後、TVAFによってさらに高精度な合焦状態を得るようにハイブリッドAFを行う。カメラMPU125は、制御手段、第1の設定手段および第2の設定手段として機能する。

20

【0049】

AF処理を開始したカメラMPU125は、ステップS1において、撮像画面(撮像素子122の撮像面400)のうち、撮像面位相差AFでの焦点検出を行う位相差焦点検出領域を設定する。ここでは、図5に示した撮像面400に配置された複数の位相差検出ラインLnのうち合焦目標である主被写体の被写体像が形成された位相差検出ライン上に位相差焦点検出領域が設定される。

【0050】

例えば、図8(a)には、人物220と背景としての建物(家)が含まれるシーンを示している。このシーンを撮像する際には、カメラMPU125は、顔認識処理によって人物220の顔を認識する。そして、カメラMPU125は、図8(b)に示すように、複数の位相差検出ラインLnのうちその顔(主被写体)の被写体像が形成されている位相差検出ラインL2上に位相差焦点検出領域AF_L2を設定する。言い換えれば、位相差検出ラインL2上における顔の被写体像が形成されている部分を位相差焦点検出領域AF_L2として設定する。なお、図5の下側に示すように、位相差検出ライン(図ではL2)上に設定される位相差焦点検出領域(図ではAF_L2)は、2列の画素の垂直方向幅を有して水平方向に延びる矩形の領域である。

30

【0051】

なお、位相差検出ラインLn上での位相差焦点検出領域の設定を、ユーザによる選択操作に応じて行ってもよい。

【0052】

次に、ステップS2(第1の焦点検出ステップ)では、カメラMPU125は、位相差焦点検出部129に、ステップS1で設定された位相差焦点検出領域での撮像面位相差AFによる焦点検出を行わせる。そして、カメラMPU125は、位相差焦点検出部129からデフォーカス量(デフォーカス方向を含む)を取得し、該デフォーカス量に基づいて、レンズMPU117を通じてフォーカスレンズ104を移動させる。すなわち、撮像面位相差AFにおけるフォーカス駆動を行う。

40

【0053】

次に、ステップS3では、カメラMPU125は、撮像面位相差AFの結果の信頼性を判定する。例えば、ステップS2でのフォーカス駆動の後に再度同じ位相差焦点検出領域で取得されたデフォーカス量が0に近い場合や、該位相差焦点検出領域内の撮像用画素を通じて得られたコントラスト評価値が所定値以上である場合には、信頼性有りとする。信

50

信頼性有りとは、合焦状態が得られたという意味である。このため、信頼性有りと判定した場合は、カメラMPU125は、AF処理を終了する。一方、再取得されたデフォーカス量が所定値よりも大きい場合およびコントラスト評価値が所定値に満たない場合や、そもそも主被写体にコントラストが無いまたは輝度飽和した画素が多数ある等の特殊な状況が検出された場合には、信頼性無しとする。信頼性無しとは、合焦状態が得られたとは確定できないという意味である。信頼性無しと判定した場合は、カメラMPU125は、ステップS4に進む。

【0054】

ステップS4では、カメラMPU125は、TVAFを行うか否かを判定する。ステップS3で特殊な状況が検出された場合には、TVAFを行っても正しい焦点検出を行えずに合焦状態が得られない可能性が高い。このため、この場合は、カメラMPU125は、AF不能としてAF処理を終了する。TVAFを行う場合には、ステップS5に進む。

10

【0055】

ステップS5では、カメラMPU125は、ステップS2で設定した位相差焦点検出領域の位置(x, y)と数mの情報を取得する。例えば図8(b)に示した例では、位相差焦点検出領域の位置として、位相差検出ラインAF_L2上の位相差焦点検出領域の重心の位置(x1, y1)を用いる。また、位相差焦点検出領域の数mは1である。

【0056】

次に、ステップS6では、カメラMPU125は、ステップS5で取得した位相差焦点検出領域の位置(x, y)と数mに応じて、TVAFによる焦点検出を行うコントラスト焦点検出領域を数mだけ設定する。具体的には、コントラスト焦点検出領域と位相差焦点検出領域の特定位置が互いに一致する(又は一致するとみなせる程に近接する)ようにコントラスト焦点検出領域を設定する。例えば、図8(b)に示す例では、コントラスト焦点検出領域219を、その特定位置としての重心の位置(x2, y2)が位相差焦点検出領域の特定位置である重心の位置(x1, y1)と一致するように設定している。これにより、コントラスト焦点検出領域は、撮像面位相差AFでの焦点検出が行われる位相差焦点検出領域が設定された位相差検出ラインAF_L2上であって該位相差焦点検出領域の特定位置にコントラスト焦点検出領域の特定位置が一致するように設定される。なお、特定位置は、重心の位置に限らず、以下に説明するようにコントラスト焦点検出領域と位相差焦点検出領域の大きさが一致するように場合には、両焦点検出領域の同じ頂点(例えば、右上の頂点)の位置でもよい。

20

30

【0057】

コントラスト焦点検出領域219の大きさは、その水平方向幅(x方向幅)および垂直方向幅(y方向幅)ともに位相差焦点検出領域AF_L2に一致する又はそれに近い大きさとするのが望ましい。位相差焦点検出領域AF_L2に近い大きさとは、例えば、位相差焦点検出領域AF_L2に対して水平方向の左右および垂直方向の上下において所定の画素数以下の差を有する(例えば、1画素や2画素を加えた)大きさである。また、コントラスト焦点検出領域219の垂直方向幅は、位相差焦点検出領域AF_L2が設定された位相差検出ラインL2とは別の位相差検出ライン(L2に対して垂直方向にて隣り合うL1またはL3)に重ならない幅とする。

40

【0058】

ただし、コントラスト焦点検出領域の大きさが小さすぎる(つまりはコントラスト焦点検出領域に含まれる撮像用画素の数が少なすぎる)とノイズに弱くなってTVAFの性能が低下するおそれがある。このため、コントラスト焦点検出領域の大きさを、上述した位相差焦点検出領域に一致する又はそれに近い大きさよりも大きくしてもよい。

【0059】

また、図9(a)には、2人の人物220, 230と背景としての建物が含まれるシーンを示している。このシーンを撮像する際には、カメラMPU125は、顔認識処理によって2人の人物220, 230の顔を認識する。そして、図9(b)に示すように、複数の位相差検出ラインLnのうち人物220, 230の顔(主被写体)の被写体像がそれぞ

50

れ形成されている位相差検出ライン L 2 , L 4 上に 2 つの位相差焦点検出領域 A F _ L 2 , A F _ L 4 を設定する。この例では、カメラ M P U 1 2 5 は、2 つ (m = 2) のコントラスト焦点検出領域 2 1 9 , 2 2 9 を、それらの重心の位置 (x 2 , y 2) , (x 4 , y 4) がそれぞれ位相差焦点検出領域の重心の位置 (x 1 , y 1) , (x 3 , y 3) と一致するように設定する。コントラスト焦点検出領域 2 1 9 , 2 2 9 の大きさはそれぞれ、上述したように位相差焦点検出領域 A F _ L 2 , A F _ L 4 に一致する又はそれに近い大きさとする。

【 0 0 6 0 】

このようにコントラスト焦点検出領域を、位相差焦点検出領域と同じ位置に (かつ大きさも同じか近い大きさで) 同じ数だけ設定することで、撮像面位相差 A F と T V A F での焦点検出領域間にずれが生じない。このため、同じ主被写体に対して撮像面位相差 A F と T V A F での焦点検出を確実に行うことができ、焦点検出領域間のずれに起因する T V A F の精度の低下や遅れが生ずることなく、主被写体に対して高精度かつ高速に合焦状態を得ることができる。しかも、コントラスト焦点検出領域の設定に際して、その位置 (および大きさ) および数に関する特別な演算を行うことなく、該設定が可能であるので、カメラ M P U 1 2 5 の演算負担を軽くすることができる。

10

【 0 0 6 1 】

次に、ステップ S 7 では、カメラ M P U 1 2 5 は、コントラスト焦点検出部 1 3 0 に、ステップ S 6 で設定したコントラスト焦点検出領域におけるコントラスト評価値を生成させ、該コントラスト評価値を取得する。ステップ S 6 およびステップ S 7 が、第 2 の焦点検出ステップに相当する。

20

【 0 0 6 2 】

そして、ステップ S 8 では、カメラ M P U 1 2 5 は、ステップ S 6 で設定したコントラスト焦点検出領域が複数か否かを判定し、1 つであればステップ S 1 0 に進み、ステップ S 7 で取得したコントラスト評価値が最大となる位置にフォーカス駆動する。一方、コントラスト焦点検出領域が複数である場合は、ステップ S 9 に進む。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 9 では、カメラ M P U 1 2 5 は、複数のコントラスト焦点検出領域で得られた複数のコントラスト評価値に対して、最終的に T V A F でのフォーカス駆動に用いるコントラスト評価値としての最終コントラスト評価値 C E V を決定するための演算を行う。例えば、図 9 (b) に示す例において、2 つのコントラスト焦点検出領域 2 1 9 , 2 2 9 からそれぞれ互いに異なるコントラスト評価値 C E V _ 2 1 9 , C E V _ 2 2 9 が得られたとする。この場合は、例えば、

30

$$C E V = (C E V _ 2 1 9 + C E V _ 2 2 9) / 2$$

なる演算を行って、コントラスト評価値 C E V _ 2 1 9 , C E V _ 2 2 9 の平均値を最終コントラスト評価値 C E V を求めてもよい。

【 0 0 6 4 】

また、それぞれのコントラスト評価値 C E V _ 2 1 9 , C E V _ 2 2 9 の信頼性を求め、信頼性が高い方により重みを付ける重み付け演算を行って最終コントラスト評価値を求めてもよい。このときの信頼性は、コントラスト評価値自体から求めてもよいし、先に行った撮像面位相差 A F での焦点検出結果であるデフォーカス量から求めてもよい。また、撮像用画素のゲインにより求めてもよい。

40

【 0 0 6 5 】

最終コントラスト評価値 C E V を決定したカメラ M P U 1 2 5 は、ステップ S 1 0 に進み、最終コントラスト評価値 C E V が最大となる位置にフォーカス駆動する。

【 0 0 6 6 】

その後、図示はしないが、カメラ M P U 1 2 5 は、表示器 1 2 6 に合焦完了を表示して A F 処理を終了する。

【 0 0 6 7 】

以上説明したように、本実施例によれば、位相差焦点検出領域に対してずれることなく

50

コントラスト焦点検出領域を設定することができるので、撮像面位相差AFで合焦目標とされた主被写体に対して確実にTVAFを行うことができる。したがって、ユーザが意図する主被写体に対して高精度に、かつ高速で合焦状態を得ることができる。

【0068】

本発明は、上述した実施例における1つ以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介して撮像装置に供給し、その装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出して実行する処理でも実現可能である。また、1つ以上の機能を実現する回路(例えば、ASIC)によっても実現可能である。

【0069】

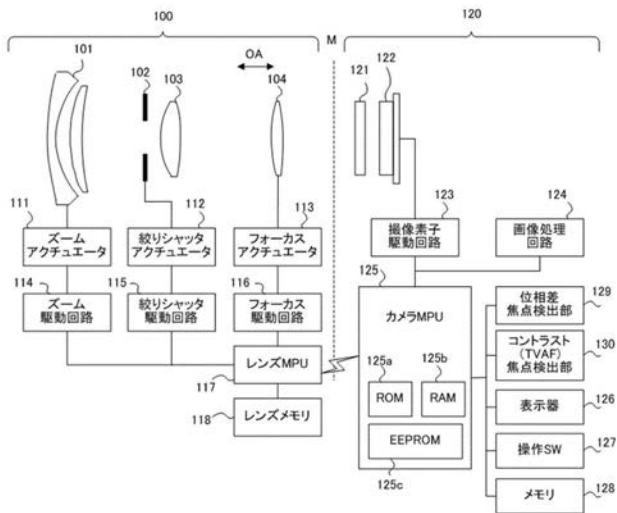
以上説明した各実施例は代表的な例にすぎず、本発明の実施に際しては、各実施例に対して種々の変形や変更が可能である。

【符号の説明】

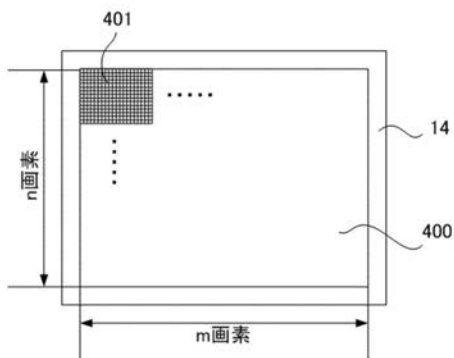
【0070】

- 122 撮像素子
- 125 カメラMPU
- 129 位相差焦点検出部
- 130 コントラスト(TVAF)焦点検出部

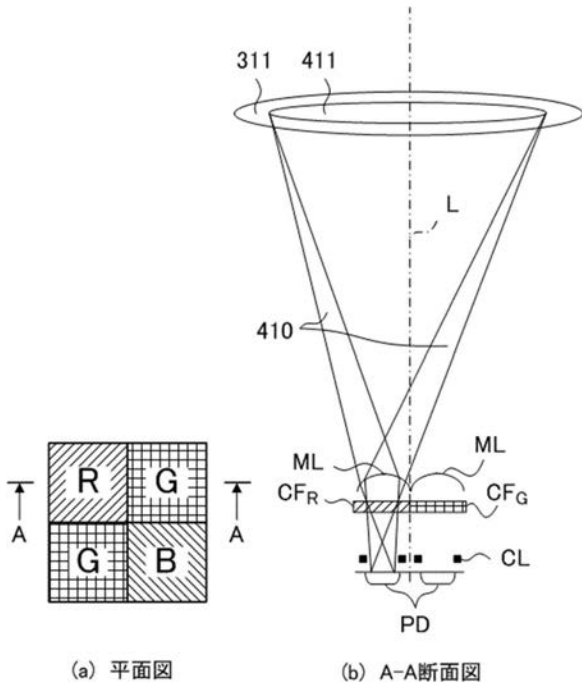
【図1】



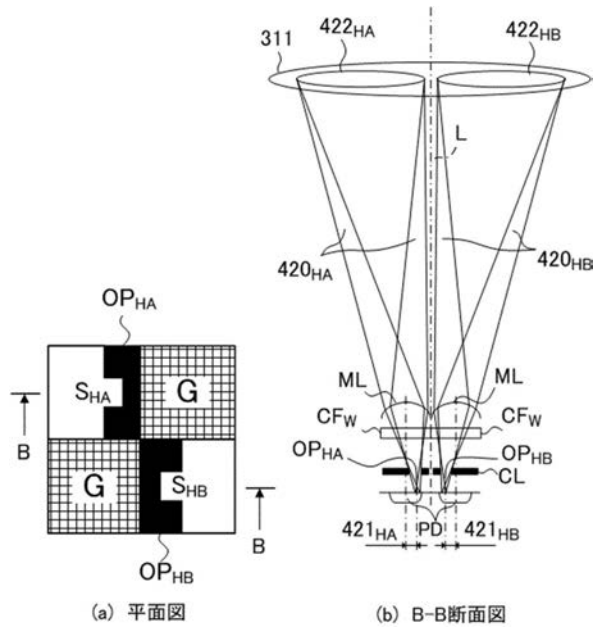
【図2】



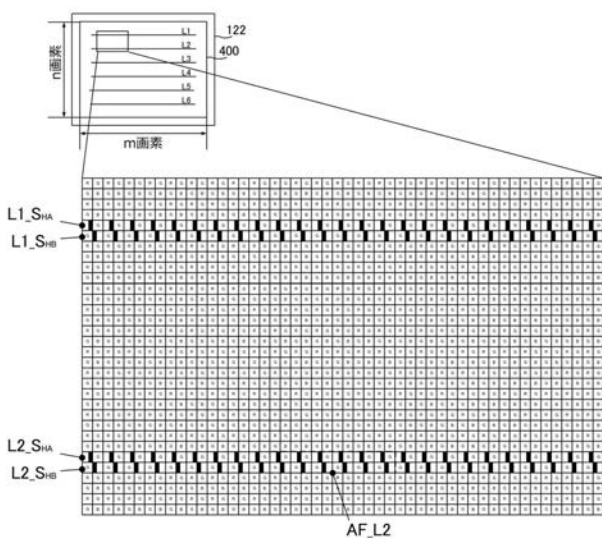
【 図 3 】



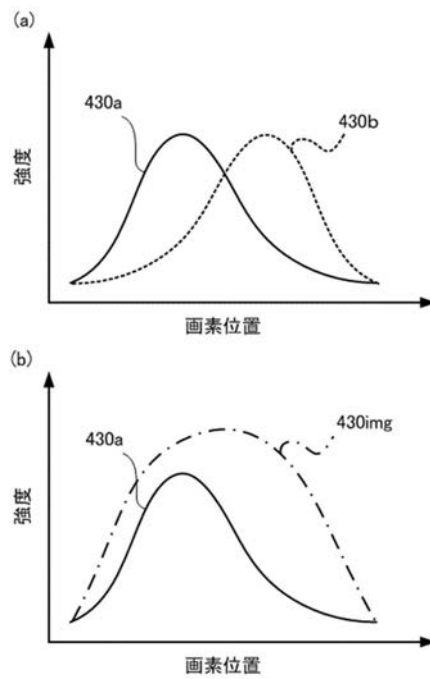
【 図 4 】



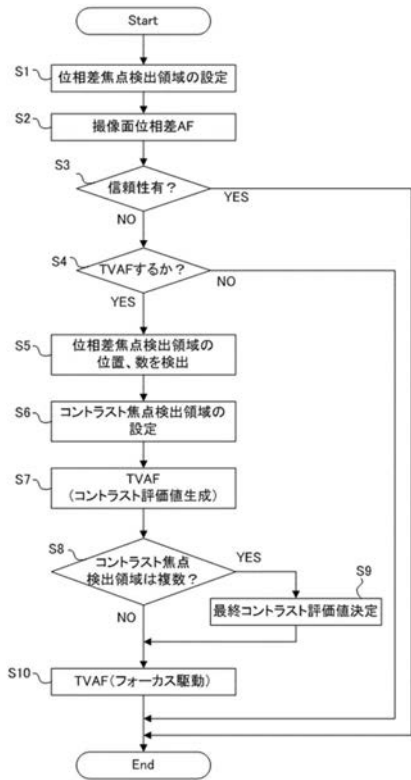
【 図 5 】



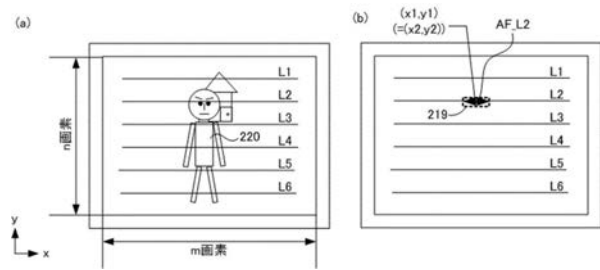
【 図 6 】



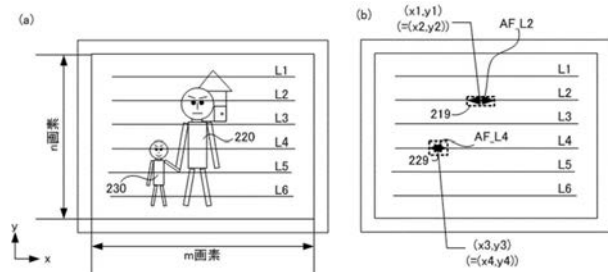
【 図 7 】



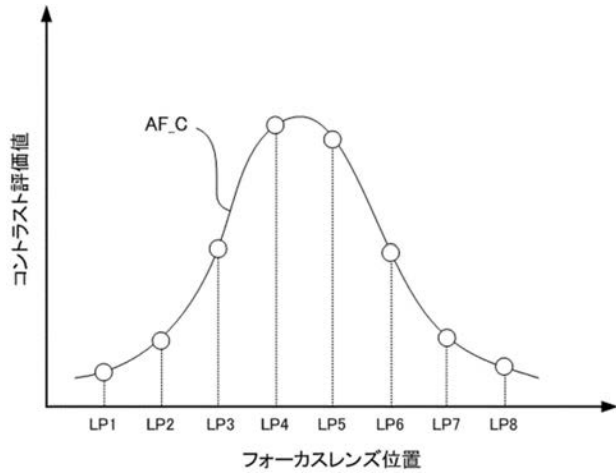
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5C122 EA59 FB05 FC02 FD01 FD06 FD07 FD13