

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5882593号
(P5882593)

(45) 発行日 平成28年3月9日(2016.3.9)

(24) 登録日 平成28年2月12日(2016.2.12)

(51) Int. Cl.			F I		
GO2B	7/28	(2006.01)	GO2B	7/28	N
GO2B	7/34	(2006.01)	GO2B	7/34	
GO3B	15/00	(2006.01)	GO3B	15/00	Q
GO2B	7/36	(2006.01)	GO2B	7/36	
GO3B	13/36	(2006.01)	GO3B	13/36	

請求項の数 19 (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-55223 (P2011-55223)
 (22) 出願日 平成23年3月14日(2011.3.14)
 (65) 公開番号 特開2012-189934 (P2012-189934A)
 (43) 公開日 平成24年10月4日(2012.10.4)
 審査請求日 平成26年3月6日(2014.3.6)

(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

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮影レンズにより結像される被写体像を撮像する撮像装置であって、

前記被写体像の撮像平面上でのデフォーカス量を前記撮像平面上の複数の位置の焦点検出領域で検出するとともに、前記被写体像のデフォーカス量を検出した時刻を検出する焦点検出手段と、

前記焦点検出手段により過去に検出されたデフォーカス量と該デフォーカス量を検出した時刻とを記憶し、記憶したデフォーカス量と時刻の関係に基づいて前記被写体像の焦点位置の時間的な軌跡を予測し、所定の時刻における前記被写体像の焦点位置を予測する予測手段と、

前記被写体像の前記撮像平面上での変位を、前記被写体像の動きベクトルと、前記撮像装置の本体の動きの情報とに基づいて検出する検出手段と、

前記検出手段の出力に基づいて、前記予測手段が前記被写体像の焦点位置を予測する際に前記デフォーカス量を参照する前記焦点検出領域の位置を変更するように制御する制御手段と、

を備えることを特徴とする撮像装置。

【請求項2】

前記制御手段は、前記検出手段の出力に基づいて、前記予測手段が前記被写体像の焦点位置を予測する際に用いる過去の前記デフォーカス量に対して、過去に遡って前記デフォーカス量を参照する時間的な範囲を変更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】

撮影レンズにより結像される被写体像を撮像する撮像装置であって、

前記被写体像の撮像平面上でのデフォーカス量を前記撮像平面上の複数の位置の焦点検出領域で検出するとともに、前記被写体像のデフォーカス量を検出した時刻を検出する焦点検出手段と、

前記焦点検出手段により過去に検出されたデフォーカス量と該デフォーカス量を検出した時刻とを記憶し、記憶したデフォーカス量と時刻の関係に基づいて前記被写体像の焦点位置の時間的な軌跡を予測し、所定の時刻における前記被写体像の焦点位置を予測する予測手段と、

前記被写体像より得られた複数のフレームの画像データを用いて、前記被写体像の前記撮像平面上での変位を検出する第 1 の検出手段と、

ジャイロを用いて、前記被写体像の前記撮像平面上での変位を検出する第 2 の検出手段と、

前記第 1 の検出手段の出力と第 2 の検出手段の出力の差に基づいて、前記予測手段が前記被写体像の焦点位置を予測する際に前記デフォーカス量を参照する前記焦点検出領域の位置を変更するように制御する制御手段と、

を備えることを特徴とする撮像装置。

【請求項 4】

前記制御手段は、前記撮影レンズの焦点距離に応じて、前記予測手段が前記被写体像の焦点位置を予測する際に前記デフォーカス量を参照する前記焦点検出領域の位置を変更するように制御することを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記予測手段は、前記検出手段の出力と所定の閾値とを比較し、前記検出手段の出力が前記閾値を上回った場合、前記検出手段の出力が前記閾値を上回る前のタイミングから直近のタイミングまでにおける過去の前記焦点検出手段の出力に基づいて前記被写体像の焦点位置を予測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 6】

前記予測手段は、前記第 1 の検出手段または前記第 2 の検出手段の出力と所定の閾値とを比較し、前記第 1 の検出手段または前記第 2 の検出手段の出力が前記閾値を上回った場合、前記第 1 の検出手段または前記第 2 の検出手段の出力が前記閾値を上回る前のタイミングから直近のタイミングまでにおける過去の前記焦点検出手段の出力に基づいて前記被写体像の焦点位置を予測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 7】

前記検出手段は前記被写体像の変位の検出の信頼度を出力し、前記制御手段は、前記信頼度に基づいて前記予測手段が前記被写体像の焦点位置を予測する際に前記デフォーカス量を参照する前記焦点検出領域の位置を変更するように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 8】

前記第 1 の検出手段は前記被写体像の変位の検出の信頼度を出力し、前記制御手段は、前記信頼度に基づいて前記予測手段が前記被写体像の焦点位置を予測する際に前記デフォーカス量を参照する前記焦点検出領域の位置を変更するように制御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 9】

前記信頼度は、前記撮像平面上における前記被写体像の大きさに基づいて算出されることを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の撮像装置。

【請求項 10】

前記制御手段は、直近の前記検出手段の検出の信頼度がさらに過去における検出の信頼度より高ければ、直近に予測された焦点位置の軌跡に基づいて焦点位置を制御することを特徴とする請求項 7 に記載の撮像装置。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

前記制御手段は、直近の前記第 1 の検出手段の検出の信頼度がさらに過去における検出の信頼度より高ければ、直近に予測された焦点位置の軌跡に基づいて焦点位置を制御することを特徴とする請求項 8 に記載の撮像装置。

【請求項 1 2】

前記予測手段は、直近の前記検出手段の検出の信頼度がさらに過去における検出の信頼度より低ければ、焦点位置の軌跡を予測し直すことを特徴とする請求項 7 に記載の撮像装置。

【請求項 1 3】

前記予測手段は、直近の前記第 1 の検出手段の検出の信頼度がさらに過去における検出の信頼度より低ければ、焦点位置の軌跡を予測し直すことを特徴とする請求項 8 に記載の撮像装置。

10

【請求項 1 4】

前記検出手段は被写体像の前記撮像平面上での変位候補を複数出力し、さらに前記複数の変位候補それぞれに対応した信頼度を出力し、前記予測手段は、信頼度の高い変位候補に対応する前記焦点検出手段の出力が焦点検出不能であった場合、次に信頼度の高い変位候補に対応する前記焦点検出手段の出力に基づいて、予測結果を出力することを特徴とする請求項 7 に記載の撮像装置。

【請求項 1 5】

前記第 1 の検出手段は被写体像の前記撮像平面上での変位候補を複数出力し、さらに前記複数の変位候補それぞれに対応した信頼度を出力し、前記予測手段は、信頼度の高い変位候補に対応する前記焦点検出手段の出力が焦点検出不能であった場合、次に信頼度の高い変位候補に対応する前記焦点検出手段の出力に基づいて、予測結果を出力することを特徴とする請求項 8 に記載の撮像装置。

20

【請求項 1 6】

前記検出手段から出力された複数の変位候補とそれぞれの信頼度とに基づいて、前記予測手段は重み付け係数を設定し、さらに前記予測手段は前記重み付け係数に従って複数の変位候補に対応した焦点位置の軌跡を合成し、前記制御手段は、合成された焦点位置の軌跡に従って焦点位置を制御することを特徴とする請求項 7 に記載の撮像装置。

【請求項 1 7】

前記検出手段は、前記撮影レンズの像倍率係数に基づいて、検出した変位を補正することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

30

【請求項 1 8】

前記検出手段は、前記撮像平面上の予め指定された方向においてのみ、変位を検出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 1 9】

前記第 1 の検出手段は、前記撮像平面上の予め指定された方向においてのみ、変位を検出することを特徴とする請求項 3 に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、撮像装置における自動焦点調節技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、特許文献 1 に記載されているように、焦点検出を行う主被写体の 2 次元の撮影平面上における相対的な移動を輝度信号あるいは色差信号の変化に基づいて検出して、主被写体の移動に合わせて焦点検出位置を移動させる焦点検出装置が提案されている。

【0003】

また、従来、特許文献 2 に記載されているように、主被写体の焦点検出を連続的に行いながら、焦点検出の経時変化に基づいて所定時間後の主被写体の焦点位置を予測する焦点

50

検出装置が提案されている。

【0004】

特許文献2に記載の焦点検出装置では、所定時間後の主被写体の焦点位置を予測するにあたって、所定経過時間内の焦点検出結果から、像面移動方向の移動速度変化カーブを算出する。移動速度変化カーブの算出に先立ち、主被写体の像面移動速度の変化が所定の閾値を超えているか判定する。像面移動速度の変化が小さい場合は、長めの経過時間に渡る焦点検出結果から、像面移動方向の移動速度変化カーブを算出する。像面移動速度の変化が大きい場合は、短めの経過時間に渡る焦点検出結果から移動速度変化カーブを算出する。このような動作を行うことで、予測誤差をある程度抑えられるようになる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開昭60-249477号公報

【特許文献2】特許第03218730号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述したように、主被写体の急峻な移動を考慮した焦点検出装置が提案されている。しかし、例えばフィギュアスケートの演技者に対して焦点検出する場合、ジャンプや転倒など演技途中で急峻に移動方向が変化する場合があり、演技者に焦点を合わせ続けることが難しかった。これは、主被写体の像面移動方向の速度変化だけでなく、2次元の撮影平面上における主被写体の構図も変化してしまうためである。

【0007】

そこで、本発明の目的は、オートフォーカス機能を有する撮像装置において、主被写体の急峻な運動特性の変化を考慮して適切に焦点調整し続けることを可能とすることである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係わる撮像装置は、撮影レンズにより結像される被写体像を撮像する撮像装置であって、前記被写体像の撮像平面上でのデフォーカス量を前記撮像平面上の複数の位置の焦点検出領域で検出するとともに、前記被写体像のデフォーカス量を検出した時刻を検出する焦点検出手段と、前記焦点検出手段により過去に検出されたデフォーカス量と該デフォーカス量を検出した時刻とを記憶し、記憶したデフォーカス量と時刻の関係に基づいて前記被写体像の焦点位置の時間的な軌跡を予測し、所定の時刻における前記被写体像の焦点位置を予測する予測手段と、前記被写体像の前記撮像平面上での変位を、前記被写体像の動きベクトルと、前記撮像装置の本体の動きの情報とに基づいて検出する検出手段と、前記検出手段の出力に基づいて、前記予測手段が前記被写体像の焦点位置を予測する際に前記デフォーカス量を参照する前記焦点検出領域の位置を変更するように制御する制御手段と、を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、オートフォーカス機能を有する撮像装置において、主被写体の急峻な運動特性の変化を考慮して適切に焦点調整し続けることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の第1の実施形態のデジタルカメラの構成を示すブロック図。

【図2】位相差AFセンサ上の焦点検出領域の様態を説明する模式図。

【図3】コントラスト評価値算出用回路を説明するブロック図。

【図4】被写体の像面移動の予測方法を説明する図。

【図5】追尾部で検出された撮像平面上における被写体変位を示すグラフ。

10

20

30

40

50

- 【図6】第1の実施形態の動作を示すフローチャート。
 【図7】第2の実施形態のデジタルカメラの構成を示すブロック図。
 【図8】第2の実施形態の動作を示すフローチャート。
 【図9】第3の実施形態のデジタルカメラの構成を示すブロック図。
 【図10】第3の実施形態の動作を示すフローチャート。
 【図11】第5の実施形態の動作を示すフローチャート。
 【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施形態について図1から図11を用いて説明する。

【0012】

(第1の実施形態)

<デジタルカメラの構成>

図1は本発明の撮像装置の第1の実施形態であるデジタルカメラの構成を示すブロック図である。図1に示すように、デジタルカメラ200には、撮影レンズ100が不図示のマウント部のレンズ装着機構を介して着脱可能に取り付けられている。マウント部には、電気接点ユニット107が設けられている。この電気接点ユニット107には、通信クロックライン、データ転送ライン、データ受信ラインなどからなる通信バスライン用の端子がある。これらによりデジタルカメラ200と撮影レンズ100が通信可能となっている。デジタルカメラ200は、撮影レンズ100とこの電気接点ユニット107を介して通信を行い、撮影レンズ100内のフォーカスレンズ101および入射光量を調整する絞り102の駆動を制御する。なお、図1には、撮影レンズ100内のレンズとしてフォーカスレンズ101のみを示しているが、この他に変倍レンズや固定レンズが設けられ、これらを含めてレンズユニットを構成する。また、電気接点ユニット107には、通信バスラインと、カメラ側から画像信号の電荷蓄積タイミングをレンズ側に伝送するための同期信号ラインも設けられている。

【0013】

不図示の被写体からの光束は、撮影レンズ100内のフォーカスレンズ101を含むレンズユニットおよび絞り102を介して、デジタルカメラ200内のクイックリターンミラー203に導かれる。クイックリターンミラー203は、撮影光路内に光軸に対して斜めに配置されている。そして、ミラー駆動機構213によりアップダウン駆動が行われることにより被写体からの光束を上方のファインダ光学系に導く第1の位置(図示した位置)と、撮影光路外に退避する第2の位置とに移動が可能である。

【0014】

クイックリターンミラー203の中央部はハーフミラーになっており、クイックリターンミラー203が第1の位置にダウンしているときには、被写体からの光束の一部がこのハーフミラー部を透過する。そして、この透過した光束は、クイックリターンミラー203の背面側に設けられたサブミラー204で反射される。

【0015】

そして、焦点検出回路206及び予測演算回路237とともに自動焦点調整ユニットを構成する位相差AFセンサ部205に導かれる。位相差AFセンサ部205は、サブミラー204で反射された光束を分割する公知の一对の瞳分割光学系と一对のラインセンサ群から構成され、ラインセンサは焦点検出領域に対応して存在している。位相差AFセンサ部205が複数の焦点検出領域を備える様態を図2に示す。図2は、2次元の撮像平面上における焦点検出領域を網掛けで示している。本発明の実施形態の一例として示す位相差AFセンサ群205は計45点の焦点検出領域を備え、それぞれの領域に対応する一对のラインセンサの像信号出力を焦点検出回路206へ出力する。また、ラインセンサの電荷蓄積時刻を焦点検出回路へ出力する。ここで、ラインセンサの電荷蓄積時刻は、ラインセンサの電荷蓄積開始から終了までの期間の中間にあたる時刻であり、電荷蓄積タイミングの重心を示す時刻である。図中、焦点検出の各領域を指定して説明できるよう、水平座標と垂直座標を図示している。焦点検出回路206は、入力された各ラインセンサの像信号

10

20

30

40

50

出力から、相関演算に基づく公知の位相差検出を行い、フォーカスレンズ101の現在の焦点位置と被写体の焦点位置とのデフォーカス量を算出する。デフォーカス量は焦点検出領域それぞれで算出され、対応するラインセンサの電荷蓄積時刻とともに予測演算回路237へ出力される。予測演算回路237は、入力された各焦点検出領域のデフォーカス量と後述する追尾部209の出力に基づいて、被写体の像面移動の予測を行い、フォーカスレンズ101の駆動要求量を決定する。決定された駆動要求量はシステムコントローラ230を通じて、レンズコントローラ108へ通知され、駆動要求量に基づいてフォーカスレンズ101の焦点位置が制御される。また、予測演算回路237は、過去4回の焦点検出で得られた各焦点検出領域のデフォーカス量と対応する電荷蓄積時刻を記憶し、所定時間後の被写体の像面移動を予測する際に用いる。また、予測演算回路237は主被写体の像面移動を予測する上で特に着目する焦点検出領域を選択し、最終的に選択された焦点検出領域の出力に基づいて予測が行われる。本実施形態では過去4回のデフォーカス量に基づいて予測を行っているが、これに限らず、予測回数を増減させても良い。

10

【0016】

一方、クイックリターンミラー203で反射された光束は、ピント面に存在するファインダスクリーン202、ペンタプリズム201、接眼レンズ207により構成されるファインダ光学系を介して撮影者の目に至る。また、測光部208がペンタプリズム201で折り曲げられた光束を斜めから観察するように配置され、光束のうち2次元の撮影平面に相当する領域内で、さらに複数に分割された区分領域ごとに測光が行われる。上記区分領域の各測光結果は、システムコントローラ230と追尾部209へ出力される。

20

【0017】

追尾部209では、上記区分領域の各測光結果のうち直近2フレーム分の測光結果を記憶し、公知の相関演算により2次元の撮影平面内で主被写体が位置する領域を追尾する。追尾結果は、移動方向と移動量が含まれた移動ベクトル情報としてシステムコントローラ230へ出力される。

【0018】

クイックリターンミラー203が第2の位置にアップした際には、撮影レンズ100からの光束は、機械シャッターであるフォーカルプレーンシャッター210および光学フィルタ211を介して、撮像素子212に至る。光学フィルタ211は、赤外線をカットして可視光線のみを撮像素子212へ導く機能と、光学ローパスフィルタとしての機能を有する。また、フォーカルプレーンシャッター210は、先幕および後幕を有して構成されており、撮影レンズ100からの光束の透過および遮断を制御する。

30

【0019】

また、デジタルカメラ200は、全体の制御を司るシステムコントローラ230を有する。システムコントローラ230は、CPUやMPU等により構成され、後述する各回路の動作を制御する。システムコントローラ230は、電気接点ユニット107を介して、通信バスラインにより、撮影レンズ100内のレンズコントローラ108に対して通信を行う。レンズコントローラ108もシステムコントローラ230と同様にCPUやMPU等により構成され、撮影レンズ100内の各回路の動作を制御する。

【0020】

システムコントローラ230とレンズコントローラ108間の通信では、撮影レンズ100内のフォーカスレンズ101の駆動命令、停止命令、駆動量、駆動速度がシステムコントローラ230から送信される。また、さらに絞り102の駆動量、駆動速度がシステムコントローラ230から送信される。また、さらにレンズ側の各種データの送信要求がシステムコントローラ230から送信される。

40

【0021】

フォーカス駆動の際、システムコントローラ230はレンズコントローラ108に対して、レンズ駆動方向や駆動量および駆動速度についての指令を通信によって行う。レンズコントローラ108は、システムコントローラ230からのレンズ駆動命令を受信すると、レンズ駆動制御部104を介して、フォーカスレンズ101を光軸方向に駆動してフォ

50

ーカス制御を行うレンズ駆動機構103を制御する。レンズ駆動機構103は、ステッピングモータを駆動源として有する。レンズコントローラ108は、システムコントローラ230からの絞り制御命令を受信すると、絞り制御駆動部106を介して、絞り102を駆動する絞り駆動機構105を制御し、指令された値まで絞り102を制御する。

【0022】

また、システムコントローラ230は、シャッタ制御部215と測光部208とも接続されている。シャッタ制御部215は、システムコントローラ230からの信号に応じて、フォーカルプレーンシャッタ210の先幕および後幕の走行駆動を制御する。また、フォーカルプレーンシャッタ210の先幕および後幕は駆動源がバネにより構成されており、シャッタ走行後、次の動作のためにバネチャージを要する。シャッタチャージ機構214は、このバネチャージを行う。また、システムコントローラ230は、測光部208あるいは撮像素子212における所定の測光領域の出力から得られる露光量に基づいて設定される、撮像素子212の電荷蓄積時間、露光感度および絞り値の露出制御プログラムが定められたプログラム線図を記憶する。また、システムコントローラ230は、レンズコントローラ108にレンズ駆動命令を送信して、レンズ駆動制御部104を介して、レンズ駆動機構103を制御する。これにより、被写体像を撮像素子212上に結像させる。

【0023】

また、カメラDSP227の内部にはコントラストAFに用いるコントラスト評価値の算出を行う回路ブロック、コントラスト評価値算出を行う領域の位置や大きさを決定する回路ブロックが内蔵されている。これら回路ブロックについては詳しくは後述するが、ここでいうコントラスト評価値とはフォーカスレンズ101を含む光学系の合焦状態を示す値である。カメラDSP227には、タイミングジェネレータ219、セレクトタ222を介してA/Dコンバータ217が接続されており、またワークメモリ226も接続されている。

【0024】

ここで、撮像素子212は、全体の駆動タイミングを決定しているタイミングジェネレータ219からの信号に基づき、画素毎の水平駆動および垂直駆動を制御するドライバー218からの出力で制御される。これにより、被写体像を光電変換して画像信号を生成して出力する。そして、撮像素子212で生成された画像信号は、CDS/AGC回路216で増幅され、A/Dコンバータ217でデジタル信号に変換される。デジタルカメラ200は、操作スイッチ232からの操作入力により、撮像素子212の撮像フレームレートが設定されることで、タイミングジェネレータ219から出力される信号が変換される。これにより、撮像素子212の撮像フレームレートが上記の設定通りに制御される。この撮像フレームレートは、動画用の画像信号を生成する動画撮影モード及び静止画用の画像信号を生成する静止画撮影モードを含む複数の撮影モードに応じて変更してもよい。

【0025】

A/Dコンバータ217からの出力は、システムコントローラ230からの信号に基づいて信号を選択するセレクトタ222を介してメモリコントローラ228に入力され、フレームメモリであるDRAM229に全て転送される。ビデオカメラやコンパクトデジタルカメラでは、撮影前の状態で、この転送結果をビデオメモリ221に定期的(毎フレーム)に転送することで、モニタ表示部220によりファインダ表示(ライブビュー)等を行っている。一眼レフデジタルカメラでは、通常、撮影前時点ではクイックリターンミラー203やフォーカルプレーンシャッタ210により撮像素子212が遮光されているため、ライブビュー表示が行えない。

【0026】

この点、クイックリターンミラー203をアップし撮影光路より退避させてからフォーカルプレーンシャッタ210を開いた状態にすることで、ライブビュー動作が可能となる。また、ライブビュー時に撮像素子212からの画像信号をカメラDSP227もしくはシステムコントローラ230が処理することで、フォーカスレンズ101を含む光学系の合焦状態を示すコントラスト評価値を得ることができる。そして、この評価値を用いてコ

10

20

30

40

50

ントラスト評価方式の焦点検出を行うことが可能となる。

【 0 0 2 7 】

撮影時には、システムコントローラ 2 3 0 からの制御信号によって、1 フレーム分の各画素データを D R A M 2 2 9 から読み出し、カメラ D S P 2 2 7 で画像処理を行ってから、一旦、ワークメモリ 2 2 6 に記憶する。そして、ワークメモリ 2 2 6 のデータを圧縮・伸張回路 2 2 5 で所定の圧縮フォーマットに基づいて圧縮し、その結果を外部の不揮発性メモリ 2 2 4 に記憶する。不揮発性メモリ 2 2 4 として、通常、フラッシュメモリ等の不揮発性メモリを使用する。また、ハードディスクや磁気ディスクであっても良い。さらに、システムコントローラ 2 3 0 と接続されている表示部 2 3 1 は、後述する各スイッチ類により設定または選択されたカメラの動作状態を、液晶素子、L E D (発光ダイオード)、有機 E L 等の表示素子により表示される。

10

【 0 0 2 8 】

操作スイッチ 2 3 2 は、デジタルカメラ 2 0 0 の各種設定項目に対する操作入力を行う操作部材である。リリーススイッチ S W 1 (2 3 3) は、測光や焦点検出などの撮影準備動作を開始させるためのスイッチである。リリーススイッチ S W 2 (2 3 4) は、撮影動作 (静止画を取得するための電荷蓄積および電荷読み出し動作) を開始させるためのスイッチである。ライブビューモードスイッチ 2 3 5 は、ライブビュー表示の入切を制御するためのスイッチである。動画スイッチ 2 3 6 は、連続撮影動作 (動画を取得するための繰り返しの電荷蓄積および電荷読み出し動作) を開始させるためのスイッチである。

【 0 0 2 9 】

20

一方、レンズユニットとしての撮影レンズ 1 0 0 において、レンズコントローラ 1 0 8 には、メモリ 1 0 9 が設けられている。メモリ 1 0 9 には、撮影レンズ 1 0 0 の焦点距離、開放絞り値、設定可能な絞り駆動速度情報といった性能情報、撮影レンズ 1 0 0 を識別するための固有の情報であるレンズ I D (識別) 情報が記憶されている。なお、性能情報およびレンズ I D 情報は、デジタルカメラ 2 0 0 へ撮影レンズ 1 0 0 が装着される時における初期通信により、システムコントローラ 2 3 0 へ送信されシステムコントローラ 2 3 0 はこれらを E E P R O M 2 2 3 に記憶させる。

【 0 0 3 0 】

また、撮影レンズ 1 0 0 には、フォーカスレンズ 1 0 1 の位置情報を検出するためのレンズ位置情報検出部 1 1 0 が設けられている。レンズ位置情報検出部 1 1 0 で検出されたレンズ位置情報は、レンズコントローラ 1 0 8 に読み取られる。レンズ位置情報は、フォーカスレンズ 1 0 1 の駆動制御に用いられ、電気接点ユニット 1 0 7 を介してシステムコントローラ 2 3 0 に送信される。レンズ位置情報検出部 1 1 0 は、例えばレンズ駆動機構を構成するモータの回転パルス数を検出するパルスエンコーダ等により構成される。その出力はレンズコントローラ 1 0 8 内の不図示のハードウェアカウンタに接続され、レンズが駆動されるとその位置情報がハード的にカウントされる。レンズコントローラ 1 0 8 がレンズ位置情報を読み取る際は、内部のハードウェアカウンタのレジスタにアクセスして、記憶されているカウンタ値を読み込む。

30

【 0 0 3 1 】

次に、カメラ D S P 2 2 7 のコントラスト評価値算出回路ブロックについて、図 3 を用いて説明する。図 3 はカメラ D S P 2 2 7 内の回路ブロックを説明するためのブロック図である。

40

【 0 0 3 2 】

撮像素子 2 1 2 で生成された画像信号は、上述のように C D S / A G C 回路 2 1 6 で増幅され、A / D コンバータ 2 1 7 でデジタル信号に変換される。デジタル化された画像データはセレクタ 2 2 2 を介してカメラ D S P 2 2 7 に入力される。コントラスト A F に用いられるコントラスト評価値を算出するため、カメラ D S P 2 2 7 に入力された画像データは、まずカメラ D S P 2 2 7 内の D S P 内部メモリ 2 4 1 を経て、焦点検出領域抽出ブロック 2 4 2 に入力される。焦点検出領域抽出ブロック 2 4 2 は、全画面の画像データから焦点検出領域とその近傍の画像をトリミングして、次のコントラスト評価値算出ブロッ

50

ク 2 4 3 に送るためのブロックである。焦点検出領域の大きさとしては、画面の外枠に対して $1/5 \sim 1/10$ 程度が望ましい。なお、焦点検出領域の画面内の位置や大きさは、システムコントローラ 2 3 0 より焦点検出領域抽出ブロック 2 4 2 に対して設定できるよう構成される。コントラスト評価値算出ブロック 2 4 3 は、焦点検出領域とその近傍の画像に対してデジタルフィルタ演算により所定の周波数成分を抽出して、コントラスト評価値としてシステムコントローラ 2 3 0 に送るためのブロックである。

【 0 0 3 3 】

< 被写体の像面移動の予測方法 >

次に予測演算回路 2 3 7 における主被写体の像面移動の予測方法について説明する。図 4 は被写体の像面移動（焦点位置の軌跡）を予測する方法を説明するための図である。図 4 において、直近の焦点検出に係る電荷蓄積時刻（厳密には電荷蓄積時間の蓄積中心となる時刻） t_0 と、過去 n 回前の焦点検出に係る電荷蓄積時刻 t_n での検出デフォーカス量 D_n と、検出デフォーカス量 D_n に基づいてフォーカスレンズ 1 0 1 を駆動させた駆動量 M_n を示している。時刻 t_p では、直近までのデフォーカス量 D_{-3} 乃至 D_0 に基づいて予測された駆動量だけフォーカスレンズを動かして始めており、時刻 t_0 から t_p までにフォーカスレンズが駆動した量 M_p を示している。また、電荷蓄積時刻 t_n における被写体の像面位置を f_n とおき、時刻 t_p における被写体の像面位置を f_p とおいている。また、フォーカスレンズ 1 0 1 の焦点の結像位置を L_n とおいている。また、時刻 t_0 乃至 t_{-3} での焦点検出結果に基づいて、次回の焦点検出時刻 t_p における被写体の像面移動予想位置 f_p とそこまでの駆動量 M_p を示している。

【 0 0 3 4 】

過去 4 回の焦点検出結果から被写体の像面移動速度を求める場合、被写体の像面移動関数を下記の式 1 に示す 3 次式 $f(t)$ とおく。式 1 に $(t-3, f-3)$ 乃至 $(t-0, f-0)$ を代入して得られる下記の式 2 を解いて、3 次式 $f(t)$ の各項の係数 (h, i, j, k) を求める。

【 0 0 3 5 】

$$f(t) = h \times t^3 + i \times t^2 + j \times t + k \quad \dots (式 1)$$

【 0 0 3 6 】

【 数 1 】

$$\begin{pmatrix} t_{-3}^3 & t_{-3}^2 & t_{-3} & 1 \\ t_{-2}^3 & t_{-2}^2 & t_{-2} & 1 \\ t_{-1}^3 & t_{-1}^2 & t_{-1} & 1 \\ t_0^3 & t_0^2 & t_0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} h \\ i \\ j \\ k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{-3} \\ f_{-2} \\ f_{-1} \\ f_0 \end{pmatrix} \quad \dots (式 2)$$

【 0 0 3 7 】

ここで、被写体の像面位置 f_n は、下記の式 3 で求められる。

【 0 0 3 8 】

$$f_n = L_n + D_n \quad \dots (式 3)$$

次に、求められた被写体の像面移動関数 $f(t)$ から、時刻 t_p における被写体の推定の像面位置 f_p を、下記の式 4 から求める。

【 0 0 3 9 】

$$f_p = h \times t_p^3 + i \times t_p^2 + j \times t_p + k \quad \dots (式 4)$$

次に、時刻 t_p に被写体の推定の像面位置 f_c へ焦点位置を移動させるためのフォーカスレンズ 1 0 1 の駆動量 M_p は、下記の式 5 で得られる。

【 0 0 4 0 】

$$M_p = f_p - L_0 \quad \dots (式 5)$$

この後、時刻 t_p における不図示の検出デフォーカス量 D_p を、位相差 A F センサ部 2 0 5 乃至焦点検出回路 2 0 6 で検出することで、被写体の像面検出の予測を再帰的に行う

ことができるようになる。焦点検出時刻 t_p における不図示の検出デフォーカス量 D_p が小さな値であれば予測精度が高いことを意味し、大きな値であれば予測精度が低いことを意味する。

【 0 0 4 1 】

上述した予測方法の説明では、被写体の像面移動を3次式を用いて予測していたが、これに限らず、予測演算回路 2 3 7 の演算性能に応じて、任意の多次式で予測して差し支えない。

【 0 0 4 2 】

< 予測方法の切り替え >

次に、本実施形態の特徴的な動作である、光軸に垂直な2次元平面における被写体の変位に基づいて、被写体の像面移動の予測方法を切り替える動作について説明する。

【 0 0 4 3 】

図5は、追尾部 2 0 9 で検出された撮像平面上における被写体の変位を示したグラフであり、図5 (a) は、撮像素子 2 1 2 の撮像平面を基準にして、水平方向の被写体変位 5 0 1 を示している。また、図5 (b) は、垂直方向の変位 5 0 2 を示している。図5において、水平垂直それぞれの検出変位軸に添えられた数字は、図2における焦点検出領域の座標に対応している。図5で示されている水平方向の変位 5 0 1 および垂直方向の変位 5 0 2 は、動いている人物が被写体であることを想定して描いており、その人物がジャンプした場合の推移をグラフ化している。図5 (a) では、時刻 $t - 3$ 乃至 t_0 と予測演算を完了した時刻 t_p において、被写体が水平座標 1 0 の焦点検出範囲に存在し続けていることを示している。図5 (b) では、時刻 $t - 3$ 乃至 $t - 1$ では垂直座標 3 の焦点検出範囲に存在している。しかし、被写体である人物がジャンプしたことで、時刻 t_0 にて垂直座標 0 の焦点検出範囲に移動し、予測演算を完了した時刻 t_p にて垂直座標 2 の焦点検出範囲に移動したことを示している。

【 0 0 4 4 】

予測演算回路 2 3 7 は、追尾部 2 0 9 から出力される被写体の移動方向と移動量が含まれた移動ベクトル情報を、システムコントローラ 2 3 0 を通じて取得し、移動ベクトル情報を焦点検出領域の座標に置き換える。これにより、被写体はその焦点検出領域に存在しているかを認識する。

【 0 0 4 5 】

追尾部 2 0 9 から出力される被写体の移動量が所定の閾値（以降、撮像平面移動閾値と呼ぶ。）を超えた場合、本実施形態の特徴的な動作として、被写体の像面移動の予測方法を変更する。具体的には、予測に用いる焦点検出範囲を被写体の移動先に変更するとともに、予測に用いる検出デフォーカス結果をより直近に近いもののみを用るようにし、さらに像面移動関数 $f(t)$ の次数を下げる。具体的には、変更された焦点検出範囲において、時刻 $t - 1$ 乃至 t_0 の2回分の検出デフォーカス結果を用いて、像面移動関数 $f(t)$ の次数を1次式に下げて予測演算を行い、その予測結果に基づいてフォーカスレンズ 1 0 1 を駆動させるようにする。

【 0 0 4 6 】

このような予測方法の切り替えを行うことにより、追尾部 2 0 9 の出力結果から被写体の動作が急変したと思われる場合に、被写体の動きが異なる過去のデフォーカス検出結果に引きずられるて予測精度が悪化することを抑えることができるようになる。

【 0 0 4 7 】

< 撮像平面移動閾値の設定方法 >

撮像平面移動閾値は、着目する焦点検出領域を隣接する焦点検出領域、あるいはさらに離れた焦点検出領域へ移動させるかを判断するために用いられる。このため、撮像平面閾値は隣接する焦点検出領域まで被写体が移動しているかを検出するために、撮像素子 2 1 2 の撮像平面を基準にして、隣接する焦点検出領域までの水平方向および垂直方向の各位置間隔の 5 0 % 乃至 1 0 0 % 程度を閾値として採用することが望ましい。しかし、これに限らず、撮像平面上で大きな像として写っている被写体を念頭に、さらに閾値を大きくし

10

20

30

40

50

て、大きな被写体移動でのみ予測動作を変更しても差し支えない。

【 0 0 4 8 】

< デジタルカメラの動作 >

上述した本実施形態の動作について、図 6 のフローチャートを用いて説明する。特に説明しない限り、下記制御はシステムコントローラ 2 3 0 の制御により行われる。

【 0 0 4 9 】

まず、リリーススイッチ S W 1 (2 3 3) が押下されて、A F 命令が発生することにより開始される。なお、デジタルカメラ 2 0 0 は、あらかじめ電源が投入されているものとする。

【 0 0 5 0 】

はじめに、ステップ S 6 0 1 にて、位相差 A F センサ部 2 0 5 の各ラインセンサの電荷蓄積を行う。電荷蓄積後、位相差 A F センサ部 2 0 5 は、蓄積結果と電荷蓄積時刻（厳密には電荷蓄積時間の蓄積中心となる時刻）を焦点検出回路 2 0 6 へ出力する。出力後、ステップ S 6 0 2 へ進む。

【 0 0 5 1 】

ステップ S 6 0 2 では、焦点検出回路 2 0 6 が位相差 A F センサ部 2 0 5 での電荷蓄積結果に基づいてデフォーカス量の算出を行い、デフォーカス量と電荷蓄積時刻を予測演算回路 2 3 7 へ出力する。予測演算回路 2 3 7 は、入力されたデフォーカス量と電荷蓄積時刻の情報を記憶する。記憶後、ステップ S 6 0 3 へ進む。

【 0 0 5 2 】

ステップ S 6 0 3 では、測光部 2 0 8 で得られた測光演算用の画像データを用いて、追尾部 2 0 9 が位相差 A F センサ部 2 0 5 の焦点検出動作に合わせて、撮像平面上における被写体の移動方向と移動量を検出する。被写体の認識方法はいわゆる被写体追尾であり公知の技術を用いる。具体的には初回の焦点検出タイミングでは、例えば中央といった着目する焦点検出領域に合わせて被写体のテンプレートを作成する。被写体のテンプレートは輝度情報や色情報で構成される。被写体の移動方向と移動量の検出は、測光部 2 0 8 で得られた測光演算用の画像データにおいて、被写体のテンプレートと最も近い撮像平面上の位置を移動後の被写体として判断する。そして、直近の焦点検出タイミングとなる移動後の被写体位置と、さらに焦点検出 1 回分過去の焦点検出タイミングとなる移動前の被写体位置に基づいて、追尾部 2 0 9 は被写体の移動方向と移動量を算出する。被写体の移動方向と移動量は、撮像平面上の水平方向と垂直方向に分離して検出され、システムコントローラ 2 3 0 を通じて、予測演算回路 2 3 7 へ出力される。算出後、ステップ S 6 0 4 へ進む。

【 0 0 5 3 】

ステップ S 6 0 4 では、予測演算回路 2 3 7 が、入力された被写体の移動量と所定の撮像平面移動閾値との大小関係を比較する。被写体の移動量が閾値を上回っていれば、ステップ S 6 0 6 へ進む。上回っていないければ、ステップ S 6 0 5 へ進む。

【 0 0 5 4 】

ステップ S 6 0 5 では、着目焦点検出領域における過去の焦点検出情報 (t_0, f_0) 乃至 ($t-3, f-3$) を用いて、式 1 乃至式 5 に従って、レンズ駆動量 M_p を算出する。なお、ステップ S 6 0 5 を通るサブルーチンでは焦点検出領域を変更しない。算出後、ステップ S 6 0 8 へ進む。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 6 0 6 では、被写体の撮像平面移動量に基づいて、予測演算回路 2 3 7 が認識している着目焦点検出領域を変更する。変更後、ステップ S 6 0 7 へ進む。ステップ S 6 0 7 では、ステップ S 6 0 6 で変更された着目焦点検出領域における直近の焦点検出情報 (t_0, f_0) と、変更前の着目焦点検出領域におけるさらに過去の焦点検出情報 ($t-1, f-1$) 乃至 ($t-3, f-3$) を用いて、式 1 乃至式 5 に従って、レンズ駆動量 M_p を算出する。算出後、ステップ S 6 0 8 へ進む。

【 0 0 5 6 】

10

20

30

40

50

ステップS608では、ステップS605あるいはステップS607で算出されたレンズ駆動の目標位置に基づいて、レンズ駆動制御部104がレンズ駆動機構103を通じてフォーカスレンズ101を駆動させる。駆動後、ステップS609へ進む。

【0057】

ステップS609では、次の予測演算に向けて、予測演算回路237はレンズ駆動の目標位置を記憶する。記憶後、ステップS610へ進む。ステップS610では、レリーズスイッチSW1(233)が解放されているか判断する。解放されていないならば、ステップS611へ進む。解放されていれば、ステップS601へ戻る。

【0058】

ステップS611では、レリーズスイッチSW2(234)が押下されているか判断する。押下されていれば、ステップS612へ進み、所定の撮影動作が行われる。レリーズスイッチSW2(234)が押下されていないならば、本実施形態の動作を終了する。

【0059】

上述の動作を行うことにより、被写体の急峻な運動特性が変化しても、着目する焦点検出領域を適切に切り替えつつ、焦点位置の予測演算を行うことができ、被写体にピントを合わせ続けられるようになる。

【0060】

(第1の実施形態の変形例)

第1の実施形態では、追尾部209が、前回の焦点検出時の測光用画像データとさらに1回分過去の焦点検出時の測光用画像データを用いて相関演算を行い、被写体の移動方向と移動量を検出していた。しかし、これに限らず、撮影レンズ100の像倍率情報(像倍率係数)をレンズコントローラ108からシステムコントローラ230を通じて追尾部209へ随時出力し、追尾部209は像倍率情報に基づいて測光用画像データを変倍してから相関演算を行っても良い。このような動作を行うことにより、相関演算の精度を高めることができ、ひいては予測演算の精度が高められるため、フォーカスをより高精度に制御できるようになる。

【0061】

また、第1の実施形態では、予測演算回路237が着目する焦点検出領域を任意の方向に変更していたが、これに限らず、特定方向のみに変更しても良い。このような動作を行うことにより、例えば、フィギュアスケートの選手の演技を追うようにフォーカスを制御する場合、あらかじめ上下方向のみに焦点検出範囲を変更するよう設定する。そして、選手が途中でジャンプしたときに、予測が変化する可能性が高いと推測して、予測演算を変更させるよう動作するようになる。

【0062】

(第2の実施形態)

第1の実施形態では測光部208で得られた測光用の画像データを用いて、追尾部209が撮像平面上の被写体の移動を検出していた。しかし、これに限らず、デジタルカメラ200にジャイロを備えてデジタルカメラ200の姿勢変位を検出し、この姿勢変位を利用して、着目する焦点検出領域を切り替えながら、被写体の像面位置の予測演算を行っても良い。例えば、プロカメラマンが被写体を追う場合、通常時は撮影者が構図を適切に保持できていると見なして、着目する焦点検出領域の過去所定回数分の検出デフォーカス結果に基づいて、被写体の像面位置を予測し続ける。一方、撮影者が構図を適切に保持できないほど被写体が撮像平面上で急峻に変化する時は、撮影者がデジタルカメラ200の姿勢を急峻に変化させて構図を立て直すことになる。このようなデジタルカメラ200の急峻な姿勢変位をジャイロで検出して、被写体の像面位置の予測方法を適切に変更しようとするものである。以下、本実施形態について説明する。

【0063】

<デジタルカメラの構成>

図7は、第2の実施形態のデジタルカメラの構成を示すブロック図である。なお、第1の実施形態における図1と同じ構成要素には同じ図番を付与している。図1との差異は、

10

20

30

40

50

図 1 に備わっていた追尾部 2 0 9 が無く、代わりにジャイロ 2 3 8 が備わっていることである。

【 0 0 6 4 】

ジャイロ 2 3 8 は、ロール / ピッチ / ヨーの計 3 軸の各角速度を検出し、直前の焦点検出時刻 t_0 から、さらに焦点検出 1 回分過去の焦点検出時間 $t - 1$ までの期間における角度変位を、3 軸の角速度を積分することで算出する。算出後、上記の角度変位に基づいて、ジャイロ 2 3 8 は図 2 における焦点検出領域の座標に変換し、システムコントローラ 2 3 0 を通じて予測演算回路 2 3 7 へ出力する。予測演算回路 2 3 7 は、焦点検出回路 2 0 6 から入力された各焦点検出領域のデフォーカス量と、ジャイロ 2 3 8 から入力された焦点検出領域の座標に変換された角度変位に基づいて、被写体の像面移動の予測を行い、フォーカスレンズ 1 0 1 の駆動要求量を決定する。ジャイロ 2 3 8 で角度変位が焦点検出領域の座標に変換されるため、予測演算回路 2 3 7 での動作内容は、第 1 の実施形態の動作内容と変わらない。

10

【 0 0 6 5 】

< デジタルカメラの動作 >

上述した第 2 の実施形態の動作について、図 8 のフローチャートを用いて説明する。特に説明しない限り、下記制御はシステムコントローラ 2 3 0 の制御により行われる。

【 0 0 6 6 】

まず、リリーススイッチ SW_1 (2 3 3) が押下されて、AF 命令が発生することにより開始される。なお、デジタルカメラ 2 0 0 は、あらかじめ電源が投入されているものとする。

20

【 0 0 6 7 】

はじめに、ステップ S_{801} にて、位相差 AF センサ部 2 0 5 の各ラインセンサの電荷蓄積を行う。電荷蓄積後、位相差 AF センサ部 2 0 5 は、蓄積結果と電荷蓄積時刻（厳密には電荷蓄積時間の蓄積中心となる時刻）を焦点検出回路 2 0 6 へ出力する。出力後、ステップ S_{802} へ進む。

【 0 0 6 8 】

ステップ S_{802} では、焦点検出回路 2 0 6 が位相差 AF センサ部 2 0 5 での電荷蓄積結果に基づいてデフォーカス量の算出を行い、デフォーカス量と電荷蓄積時刻を予測演算回路 2 3 7 へ出力する。予測演算回路 2 3 7 は、入力されたデフォーカス量と電荷蓄積時刻の情報を記憶する。記憶後、ステップ S_{803} へ進む。

30

【 0 0 6 9 】

ステップ S_{803} では、ジャイロ 2 3 8 がデジタルカメラ 2 0 0 の姿勢の変化を検出する。ジャイロ 2 3 8 は、図 2 における焦点検出領域の座標に変換された角度変位を、システムコントローラ 2 3 0 を通じて、予測演算回路 2 3 7 へ出力する。角度変位の出力後、ステップ S_{804} へ進む。

【 0 0 7 0 】

ステップ S_{804} では、予測演算回路 2 3 7 が、入力された角度変位と所定の角速度閾値との大小関係をそれぞれ比較する。角度変位が閾値を上回っていれば、ステップ S_{806} へ進む。上回っていなければ、ステップ S_{805} へ進む。

40

【 0 0 7 1 】

ステップ S_{805} では、着目焦点検出領域における過去の焦点検出情報 (t_0, f_0) 乃至 ($t - 3, f - 3$) を用いて、式 1 乃至式 5 に従って、レンズ駆動量 M_p を算出する。なお、ステップ S_{805} を通るサブルーチンでは焦点検出領域を変更しない。算出後、ステップ S_{808} へ進む。

【 0 0 7 2 】

ステップ S_{806} では、焦点検出領域の座標に変換された角度変位に基づいて、予測演算回路 2 3 7 が認識している着目焦点検出領域を変更する。変更後、ステップ S_{807} へ進む。ステップ S_{807} では、ステップ S_{806} で変更された着目焦点検出領域における直近の焦点検出情報 (t_0, f_0) と、変更前の着目焦点検出領域におけるさらに過去の

50

焦点検出情報 ($t - 1$, $f - 1$) 乃至 ($t - 3$, $f - 3$) を用いて、式 1 乃至式 5 に従って、レンズ駆動量 M_p を算出する。算出後、ステップ S 8 0 8 へ進む。

【 0 0 7 3 】

ステップ S 8 0 8 では、ステップ S 8 0 5 あるいはステップ S 8 0 7 で算出されたレンズ駆動の目標位置に基づいて、レンズ駆動制御部 1 0 4 がレンズ駆動機構 1 0 3 を通じてフォーカスレンズ 1 0 1 を駆動させる。駆動後、ステップ S 8 0 9 へ進む。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 8 0 9 では、次回の予測演算に向けて、予測演算回路 2 3 7 はレンズ駆動の目標位置を記憶する。記憶後、ステップ S 8 1 0 へ進む。

【 0 0 7 5 】

ステップ S 8 1 0 では、レリーズスイッチ S W 1 (2 3 3) が解放されているか判断する。解放されていないならば、ステップ S 8 1 1 へ進む。解放されていれば、ステップ S 8 0 1 へ戻る。

【 0 0 7 6 】

ステップ S 8 1 1 では、レリーズスイッチ S W 2 (2 3 4) が押下されているか判断する。押下されていれば、ステップ S 8 1 2 へ進み、所定の撮影動作が行われる。レリーズスイッチ S W 2 (2 3 4) が押下されていないならば、本実施形態の動作を終了する。

【 0 0 7 7 】

このような動作を行うことにより、デジタルカメラ 2 0 0 の急峻な姿勢変位をジャイロ 2 3 8 で検出して、被写体の像面位置の予測方法を適切に変更し、被写体にピントを合わせ続けられるようになる。具体的には、図 5 (b) の変位例において、被写体である人物がジャンプしたことで、撮影者が時刻 t_0 にてジャンプした被写体を所望の構図に収めようと、デジタルカメラ 2 0 0 を上向きにしている。また、被写体である人物がジャンプを終えて着地したことで、時刻 t_p にて着地した被写体を所望の構図に収めようと、デジタルカメラ 2 0 0 の姿勢を上向きから直している。したがって、撮影者がプロカメラマンである場合など、被写体の急峻な移動に対して構図抜けを短い時間に収められるような条件で、被写体の像面位置の予測方法を適切に変更できるようになる。

【 0 0 7 8 】

(第 2 の実施形態の変形例)

第 2 の実施形態では、図 7 にてジャイロ 2 3 8 がデジタルカメラ 2 0 0 に内蔵された構成で説明していたが、これに限らず、ジャイロ 2 3 8 が撮影レンズ 1 0 0 に内蔵された構成でも差し支えない。この場合、ジャイロ 2 3 8 の出力をレンズコントローラ 1 0 8 乃至システムコントローラ 2 3 0 を通じて、デジタルカメラ 2 0 0 側に送信するように構成することで、第 2 の実施形態と同様の動作を行うことができるようになる。

【 0 0 7 9 】

(第 3 の実施形態)

第 1 の実施形態では、異なる被写体に焦点を合わせ直すために、撮影者がパン / チルト操作を行って構図を決め直す必要が生じた場合に、レリーズスイッチ S W 1 (2 3 3) を一旦解放して、焦点検出動作を終了させる必要があった。また、第 2 の実施形態では、被写体の急峻な移動に対して構図抜けを短い時間に収める必要があった。これらの制約を解消するために、デジタルカメラ 2 0 0 に第 1 の実施形態における追尾部 2 0 9 (撮影レンズの影響を受ける第 1 の検出手段) と、第 2 の実施形態におけるジャイロ 2 3 8 (撮影レンズの影響を受けない第 2 の検出手段) の両方を備える構成にしても良い。以下、第 3 の実施形態について説明する。

【 0 0 8 0 】

< デジタルカメラの構成 >

図 9 は第 3 の実施形態に係るデジタルカメラの構成を示すブロック図である。第 1 の実施形態を示す図 1 や、第 2 の実施形態を示す図 7 との差異は、第 1 の実施形態で説明した追尾部 2 0 9 と、第 2 の実施形態で説明したジャイロ 2 3 8 の両方をデジタルカメラ 2 0 0 に備える点である。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 1 】

予測演算回路 2 3 7 には、追尾部 2 0 9 から測光用の画像データに基づく被写体の移動方向と移動量が、システムコントローラ 2 3 0 を通じて入力される。また、予測演算回路 2 3 7 には、ジャイロ 2 3 8 からデジタルカメラ 2 0 0 の姿勢の角度変位が、システムコントローラ 2 3 0 を通じて入力される。上記の被写体の移動方向と移動量や、角度変位といった情報は、ともに図 2 を用いて説明した焦点検出領域の座標に変換されて、予測演算回路 2 3 7 へ入力される。

【 0 0 8 2 】

< 予測方法の切り替え >

次に、第 3 の実施形態の特徴的な動作である、被写体の移動方向と移動量や、角度変位といった情報に基づいて、被写体の像面移動の予測方法を切り替える動作について説明する。

10

【 0 0 8 3 】

追尾部 2 0 9 から出力される被写体の移動方向と移動量は、被写体自体の撮像平面上の移動と、デジタルカメラ 2 0 0 の姿勢変化の両方が含まれている。一方、ジャイロ 2 3 8 から出力される角度変位は、デジタルカメラ 2 0 0 の姿勢変化が含まれている。このことから、追尾部 2 0 9 の出力結果からジャイロ 2 3 8 の出力結果を差し引いたものを用いることで、被写体の移動をより正確に認識することができるようになる。被写体の移動とデジタルカメラ 2 0 0 の姿勢変化とを分けて認識できるようになるため、リリーススイッチ S W 1 (2 3 3) を一旦解放にすることなく、撮影者が構図を調整し続けながら、被写体の移動に応じた焦点検出領域の変更ができるようになる。

20

【 0 0 8 4 】

< 撮像平面移動閾値の設定方法 >

撮像平面移動閾値について第 1 の実施形態で説明しているが、第 3 の実施形態では、さらに撮影レンズ 1 0 0 の焦点距離に応じて撮像平面移動閾値を変更する。これは、焦点距離が長くなるにつれて、被写体像が相対的に大きく写り、着目する焦点検出領域を細かく移動させなくても差し支えない可能性が高まるためである。撮像平面移動閾値の変更は、焦点距離の絶対値に基づいて行うことが望ましい。

【 0 0 8 5 】

しかし、これに限らず、撮影レンズ 1 0 0 がズームレンズである場合に、S W 1 押下中にズーム操作がなされる可能性を考慮して、S W 1 押下直後の焦点距離を基準とした焦点距離の変化量あるいは変化率に基づいて、撮像平面移動閾値を変更しても良い。

30

【 0 0 8 6 】

< デジタルカメラの動作 >

上述した第 3 の実施形態の動作について、図 1 0 のフローチャートを用いて説明する。特に説明しない限り、下記制御はシステムコントローラ 2 3 0 の制御により行われる。

【 0 0 8 7 】

まず、リリーススイッチ S W 1 (2 3 3) が押下されて、A F 命令が発生することにより開始される。なお、デジタルカメラ 2 0 0 は、あらかじめ電源が投入されているものとする。

40

【 0 0 8 8 】

はじめに、ステップ S 1 0 0 1 にて、位相差 A F センサ部 2 0 5 の各ラインセンサの電荷蓄積を行う。電荷蓄積後、位相差 A F センサ部 2 0 5 は、蓄積結果と電荷蓄積時刻（厳密には電荷蓄積時間の蓄積中心となる時刻）を焦点検出回路 2 0 6 へ出力する。出力後、ステップ S 1 0 0 2 へ進む。

【 0 0 8 9 】

ステップ S 1 0 0 2 では、焦点検出回路 2 0 6 が位相差 A F センサ部 2 0 5 での電荷蓄積結果に基づいてデフォーカス量の算出を行い、デフォーカス量と電荷蓄積時刻を予測演算回路 2 3 7 へ出力する。予測演算回路 2 3 7 は、入力されたデフォーカス量と電荷蓄積時刻の情報を記憶する。記憶後、ステップ S 1 0 0 3 へ進む。

50

【 0 0 9 0 】

ステップ S 1 0 0 3 では、測光部 2 0 8 で得られた測光演算用の画像データを用いて、追尾部 2 0 9 が位相差 A F センサ部 2 0 5 の焦点検出動作に合わせて、撮像平面上における被写体の移動方向と移動量を検出する。被写体の移動方向と移動量は、撮像平面上の水平方向と垂直方向に分離して検出され、システムコントローラ 2 3 0 を通じて、予測演算回路 2 3 7 へ出力される。算出後、ステップ S 1 0 0 4 へ進む。

【 0 0 9 1 】

ステップ S 1 0 0 4 では、ジャイロ 2 3 8 がデジタルカメラ 2 0 0 の姿勢の変化を検出する。ジャイロ 2 3 8 は、図 2 における焦点検出領域の座標に変換された角度変位を、システムコントローラ 2 3 0 を通じて、予測演算回路 2 3 7 へ出力する。角度変位の出力後、ステップ S 1 0 0 5 へ進む。

10

【 0 0 9 2 】

ステップ S 1 0 0 5 では、追尾部で得られた被写体の移動方向と移動量に対して、ジャイロにおける角度変位を差し引いて得られた、補正後の移動方向と移動量を算出する。算出後、ステップ S 1 0 0 6 へ進む。ステップ S 1 0 0 6 では、撮影レンズ 1 0 0 の焦点距離に応じて、後述するステップ S 1 0 0 7 で用いられる所定の撮像平面移動閾値が設定される。設定後、ステップ S 1 0 0 7 へ進む。

【 0 0 9 3 】

ステップ S 1 0 0 7 では、撮像平面上の水平方向と垂直方向に分離して得られた補正後の移動量と、ステップ S 1 0 0 6 で設定された撮像平面移動閾値との大小関係を比較する。補正後の移動量が閾値を上回っていれば、ステップ S 1 0 0 8 へ進む。上回っていなければ、ステップ S 1 0 0 9 へ進む。

20

【 0 0 9 4 】

ステップ S 1 0 0 8 では、着目焦点検出領域における過去の焦点検出情報 (t_0 , f_0) 乃至 ($t - 3$, $f - 3$) を用いて、式 1 乃至式 5 に従って、レンズ駆動量 M_p を算出する。なお、ステップ S 1 0 0 7 を通るサブルーチンでは焦点検出領域を変更しない。算出後、ステップ S 1 0 1 1 へ進む。

【 0 0 9 5 】

ステップ S 1 0 0 9 では、被写体の撮像平面移動量に基づいて、予測演算回路 2 3 7 が認識している着目焦点検出領域を変更する。変更後、ステップ S 1 0 1 0 へ進む。ステップ S 1 0 1 0 では、ステップ S 1 0 0 9 で変更された着目焦点検出領域における直近の焦点検出情報 (t_0 , f_0) と、変更前の着目焦点検出領域におけるさらに過去の焦点検出情報 ($t - 1$, $f - 1$) 乃至 ($t - 3$, $f - 3$) を用いて、式 1 乃至式 5 に従って、レンズ駆動量 M_p を算出する。算出後、ステップ S 1 0 1 1 へ進む。

30

【 0 0 9 6 】

ステップ S 1 0 1 1 では、ステップ S 1 0 0 8 あるいはステップ S 1 0 1 0 で算出されたレンズ駆動の目標位置に基づいて、レンズ駆動制御部 1 0 4 がレンズ駆動機構 1 0 3 を通じてフォーカスレンズ 1 0 1 を駆動させる。駆動後、ステップ S 1 0 1 2 へ進む。

【 0 0 9 7 】

ステップ S 1 0 1 2 では、次回の予測演算に向けて、予測演算回路 2 3 7 はレンズ駆動の目標位置を記憶する。記憶後、ステップ S 1 0 1 3 へ進む。ステップ S 1 0 1 3 では、リリーススイッチ S W 1 (2 3 3) が解放されているか判断する。解放されていないならば、ステップ S 1 0 1 4 へ進む。解放されていれば、ステップ S 1 0 0 1 へ戻る。

40

【 0 0 9 8 】

ステップ S 1 0 1 4 では、リリーススイッチ S W 2 (2 3 4) が押下されているか判断する。押下されていれば、ステップ S 1 0 1 5 へ進み、所定の撮影動作が行われる。リリーススイッチ S W 2 (2 3 4) が押下されていないならば、本実施形態の動作を終了する。

【 0 0 9 9 】

上述の動作を行うことにより、被写体の移動をより正確に認識することができるようになり、ひいては焦点検出の予測動作の精度を高めることができる。また、被写体の移動と

50

デジタルカメラ 200 の姿勢変化とを分けて認識できるようになるため、リリーススイッチ SW1 (233) を一旦解放にすることなく、撮影者が構図を調整し続けながら、被写体の移動に応じた焦点検出領域の変更ができるようになる。また、被写体の急峻な移動に対して構図抜きを短い時間に収めなくて済むようにできる。

【0100】

(第4の実施形態)

第1乃至第3の実施形態では、着目する焦点検出領域を移動した場合、移動された着目焦点検出領域における直近の焦点検出情報 (t_0, f_0) と、移動前の着目焦点検出領域におけるさらに過去の焦点検出情報 ($t-1, f-1$) 乃至 ($t-3, f-3$) を用いて、式1乃至式5に従って、レンズ駆動量 M_p を算出していた。しかし、これに限らず、着目する焦点検出領域が移動された場合、移動された着目焦点検出領域における直近の焦点検出情報 (t_0, f_0) と、移動前の着目焦点検出領域における過去1回分の焦点検出情報 ($t-1, f-1$) のみ用いて、レンズ駆動量 M_p を算出しても良い。

10

【0101】

このような動作を行うことで、被写体が像面移動方向以外の方向に移動した場合に、時間的に古い焦点検出結果を参照せず、時間的に新しい焦点検出結果のみを用いて予測演算を行うため、予測精度が向上する可能性を高められるようになる。

【0102】

第4の実施形態に係わるデジタルカメラの構成や動作ステップは、第1乃至第3の実施形態と同様に実現可能である。すなわち、第2の予測演算における過去の焦点検出情報の参照範囲を上述したように変更して、参照範囲に合わせて像面移動関数 $f(t)$ の次数を2次に下げればよい。

20

【0103】

(第5の実施形態)

第1の実施形態、第3の実施形態、あるいは第4の実施形態では、追尾部 209 で被写体の移動量が検出された場合に、予測演算回路 237 が着目する焦点検出範囲を変更するかを判断していた。しかし、これに限らず、追尾部 209 で移動量を検出するとともに、検出時に行う相関演算における相関度合いに基づいて追尾部 209 が信頼度を算出しても良い。また、追尾部 209 が算出された信頼度を予測演算回路 237 へ出力し、予測演算回路 237 が着目する焦点検出範囲を変更するかを信頼度も踏まえて判断しても良い。以下、第5の実施形態について説明する。

30

【0104】

<デジタルカメラの構成>

第5の実施形態に係わるデジタルカメラの構成は、図1を用いて説明した第1の実施形態に係わるデジタルカメラ 200 の構成と同様である。ただし、追尾部 209 は、被写体の移動方向と移動量を検出する上で行われる公知の相関演算の相関度合いや着目被写体の大きさに基づいて、相関演算の信頼度を算出する。追尾部 209 は、算出された信頼度を、検出された被写体の移動方向と移動量とともにシステムコントローラ 230 を通じて予測演算回路 237 へ出力する。

【0105】

一般的に相関演算は、被写体の大きさが大きいほど、相関があるかを判断する画素が増えるため、より高精度に演算できる。また、同一被写体であっても、例えば人物を被写体とすると、人物の姿勢が変化することで、相関度合いが低くなる。この場合、被写体の移動方向や移動量を求めるには、信頼度が低くなってしまう。このことから、被写体の大きさが所定の基準より大きければ信頼度が高く、小さければ信頼度が低くなるよう、数値としての信頼度を演算するようにする。また、相関度合いが所定の基準より高ければ信頼度が高く、相関度合いが所定の基準より低ければ信頼度が低くなるよう、数値としての信頼度を演算するようにする。下記の式6は、信頼度 R を数値として算出する一例である。

40

$$R = \frac{S}{S_{std}} \times \frac{C}{C_{std}} \quad \dots \text{(式6)}$$

但し、 R : 信頼度

50

: 比例係数
 S_{in} : 測光用画像データにおける被写体の大きさ
 S_{std} : 基準の大きさ
 C_{in} : 相関度合い
 C_{std} : 基準の相関度合い

式6において、比例係数は任意の自然数であり、信頼度Rの数値の取りうる範囲を調整する目的で設けている。

【0106】

<デジタルカメラの動作>

上述した本実施形態の動作について、図11のフローチャートを用いて説明する。特に説明しない限り、下記制御はシステムコントローラ230の制御により行われる。

10

【0107】

まず、リリーススイッチSW1(233)が押下されて、AF命令が発生することにより開始される。なお、デジタルカメラ200は、あらかじめ電源が投入されているものとする。

【0108】

はじめに、ステップS1101にて、位相差AFセンサ部205の各ラインセンサの電荷蓄積を行う。電荷蓄積後、位相差AFセンサ部205は、蓄積結果と電荷蓄積時刻(厳密には電荷蓄積時間の蓄積中心となる時刻)を焦点検出回路206へ出力する。出力後、ステップS1102へ進む。

20

【0109】

ステップS1102では、焦点検出回路206が位相差AFセンサ部205での電荷蓄積結果に基づいてデフォーカス量の算出を行い、デフォーカス量と電荷蓄積時刻を予測演算回路237へ出力する。予測演算回路237は、入力されたデフォーカス量と電荷蓄積時刻の情報を記憶する。記憶後、ステップS1103へ進む。

【0110】

ステップS1103では、測光部208で得られた測光演算用の画像データを用いて、追尾部209が位相差AFセンサ部205の焦点検出動作に合わせて、撮像平面上における被写体の移動方向と移動量を検出する。被写体の移動方向と移動量は、撮像平面上の水平方向と垂直方向に分離して検出され、システムコントローラ230を通じて、予測演算回路237へ出力される。算出後、ステップS1104へ進む。

30

【0111】

ステップS1104では、予測演算回路237が、入力された相関演算の信頼度と所定の信頼度閾値との大小関係を比較する。相関演算の信頼度が信頼度閾値を上回っていれば、ステップS1105へ進む。上回っていなければ、ステップS1114へ進む。

【0112】

ステップS1105では、予測演算回路237が、入力された被写体の移動量と所定の撮像平面移動閾値との大小関係を比較する。被写体の移動量が閾値を上回っていれば、ステップS1106へ進む。上回っていなければ、ステップS1107へ進む。

【0113】

ステップS1106では、着目焦点検出領域における過去の焦点検出情報(t_0, f_0)乃至($t-3, f-3$)を用いて、式1乃至式5に従って、レンズ駆動量 M_p を算出する。なお、ステップS1106を通るサブルーチンでは焦点検出領域を変更しない。算出後、ステップS1109へ進む。

40

【0114】

ステップS1107では、被写体の撮像平面移動量に基づいて、予測演算回路237が認識している着目焦点検出領域を変更する。変更後、ステップS1108へ進む。ステップS1108では、ステップS1107で変更された着目焦点検出領域における直近の焦点検出情報(t_0, f_0)と、変更前の着目焦点検出領域におけるさらに過去の焦点検出情報($t-1, f-1$)乃至($t-3, f-3$)を用いて、式1乃至式5に従って、レン

50

ズ駆動量 M_p を算出する。算出後、ステップ S 1 1 0 9 へ進む。

【 0 1 1 5 】

ステップ S 1 1 0 9 では、ステップ S 1 1 0 6 あるいはステップ S 1 1 0 8 で算出されたレンズ駆動の目標位置に基づいて、レンズ駆動制御部 1 0 4 がレンズ駆動機構 1 0 3 を通じてフォーカスレンズ 1 0 1 を駆動させる。駆動後、ステップ S 1 1 1 0 へ進む。

【 0 1 1 6 】

ステップ S 1 1 1 0 では、次の予測演算に向けて、予測演算回路 2 3 7 はレンズ駆動の目標位置を記憶する。記憶後、ステップ S 1 1 1 1 へ進む。ステップ S 1 1 1 1 では、リリーススイッチ S W 1 (2 3 3) が解放されているか判断する。解放されていないならば、ステップ S 1 1 1 2 へ進む。解放されていれば、ステップ S 1 1 0 1 へ戻る。

10

【 0 1 1 7 】

ステップ S 1 1 1 2 では、リリーススイッチ S W 2 (2 3 4) が押下されているか判断する。押下されていれば、ステップ S 1 1 1 3 へ進み、所定の撮影動作が行われる。リリーススイッチ S W 2 (2 3 4) が押下されていなければ、本実施形態の動作を終了する。

【 0 1 1 8 】

ステップ S 1 1 1 4 では、測光部 2 0 8 で得られた測光演算用の画像データを用いて、追尾部 2 0 9 が位相差 A F センサ部 2 0 5 の焦点検出動作に合わせて、撮像平面上における被写体の移動方向と移動量を検出する。検出方法については、ステップ S 1 1 0 5 で説明したものと同一である。予測演算回路 2 3 7 は、入力された被写体の移動量と所定の撮像平面移動閾値との大小関係を比較する。被写体の移動量が閾値を上回っていれば、ステップ S 1 1 1 5 へ進み、被写体の移動方向と移動量に基づいて、焦点検出回路 2 0 6 が着目する焦点検出領域を切り替えて、ステップ S 1 1 1 6 へ進む。被写体の移動量が閾値を上回っていないならば、ステップ S 1 1 1 6 へ進む。ステップ S 1 1 1 6 では、着目する焦点検出領域における直近の検出デフォーカス量に基づいて、レンズ駆動の目標位置を設定する。設定後、ステップ S 1 1 0 9 へ進む。

20

【 0 1 1 9 】

上述の動作を行うことにより、相関演算の信頼度が高い場合、被写体像が大きくデフォーカスしておらず予測演算が適切だと推定して、前回の予測演算式に従って予測演算を行い、フォーカスを制御する。また、相関演算の信頼度が低い場合、被写体像が大きくデフォーカスしていて予測演算が適切でないとして推定して、参照する検出デフォーカス量を変更して予測演算を行い、フォーカスを制御する。このような予測演算の変更を行うことにより、フォーカスの追従性をより高められる。

30

【 0 1 2 0 】

(第 5 の実施形態の変形例)

本実施形態では、追尾部 2 0 9 から出力された信頼度と所定の信頼度閾値との大小関係に基づいて予測演算を変更していた。しかし、これに限らず、直近のフォーカス制御に係る信頼度が、さらに 1 回前のフォーカス制御に係る信頼度より高くなっていけば、予測演算が適切だと推定して、前回の予測演算式に従って予測演算を行い、フォーカスを制御するようにする。また、直近のフォーカス制御に係る信頼度が、さらに 1 回前のフォーカス制御に係る信頼度より低くなっていけば、予測演算が適切でないとして、参照する検出デフォーカス量を変更して予測演算を行い、フォーカスを制御するようにする。このような動作を行うことにより、第 5 の実施形態と同様に、フォーカスの追従性をより高められる。

40

【 0 1 2 1 】

また、第 5 の実施形態では、ステップ S 1 1 0 7 あるいはステップ S 1 1 1 5 で説明した、着目する焦点検出領域を変更する際、変更先の焦点検出領域の検出デフォーカス量が測距不能で得られなかった場合、フォーカスの予測演算を続行できなかった。しかし、これに限らず、追尾部 2 0 9 における被写体の移動方向と移動量の検出において、変位候補を複数検出 (複数出力) するようにして、信頼度に基づいてそれぞれを順位付けしておく。そして、最も信頼度の高い候補である変更後の焦点検出領域にて、検出デフォーカス量

50

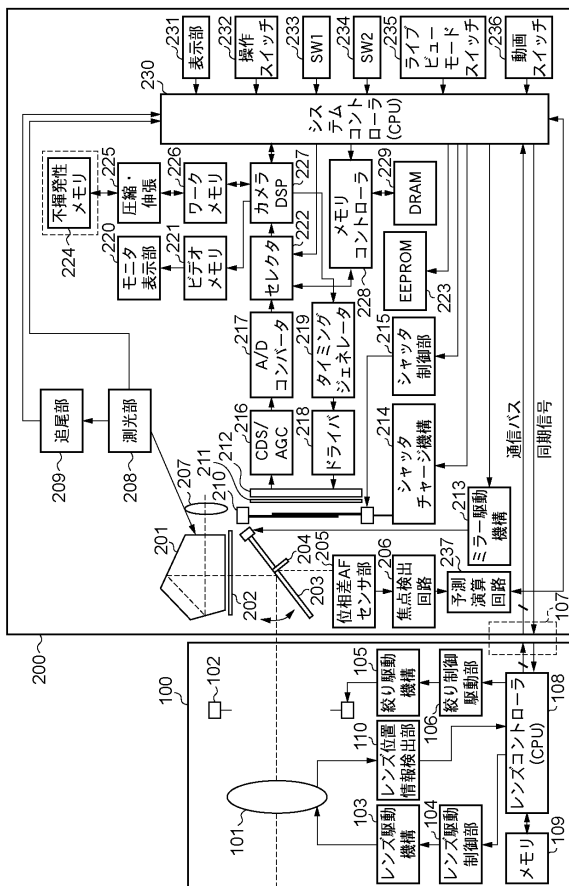
が測距不能（焦点検出不能）で得られなかった場合、次順位の信頼度の候補である焦点検出領域へ着目する焦点検出領域を変更するようにする。このような動作を行うことにより、着目する焦点検出領域の変更先が測距不能であった場合でも、フォーカスの予測演算を続行しやすくできる。

【0122】

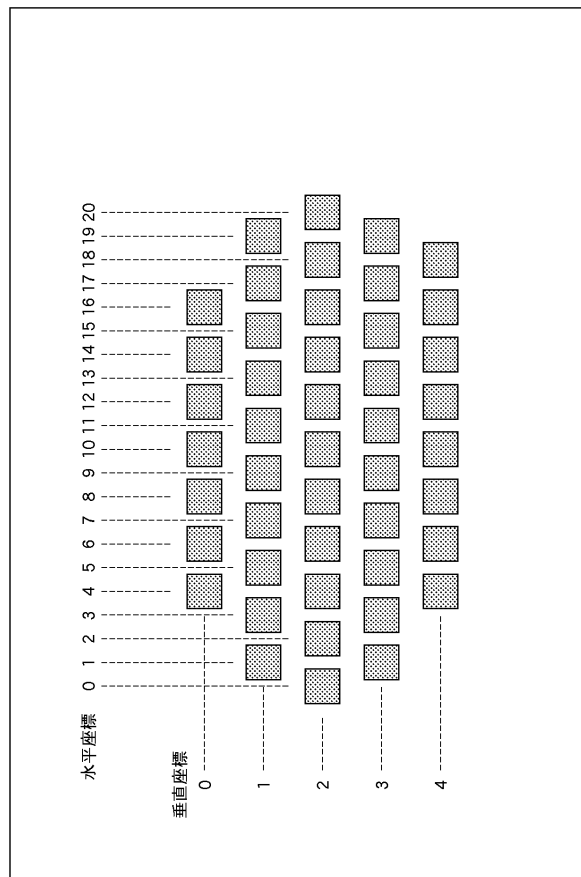
また、第5の実施形態では、最も信頼度の高い候補である変更後の焦点検出領域における直近の検出デフォーカス量と、変更前の焦点検出領域におけるさらに過去の検出デフォーカス量に基づいて、予測演算を行い、フォーカスを制御していた。しかし、これに限らず、追尾部209における被写体の移動方向と移動量の検出において、複数の候補を検出するようにして、信頼度に基づいてそれぞれを順位付けしておく。そして、信頼度に応じた重み付け係数をそれぞれに設定し、追尾部209からシステムコントローラ230を通じて予測演算回路237へ出力する。そして、予測演算回路237は、追尾部209から出力された複数の候補に対応したそれぞれの予測演算式を算出して、目標位置のレンズ駆動量をそれぞれ算出する。そして、算出されたレンズ駆動量に対して対応する重き付け係数を掛けて足し合わせ（合成し）、その足し合わせたものを正式な目標位置のレンズ駆動量として、フォーカスを制御する。このような動作を行うことにより、第5の実施形態と同様に、フォーカスの追従性をより高められる。

10

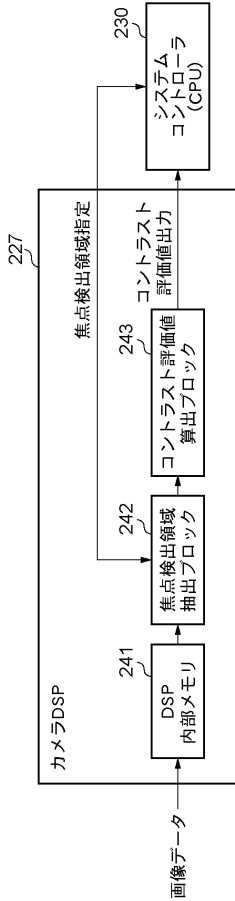
【図1】



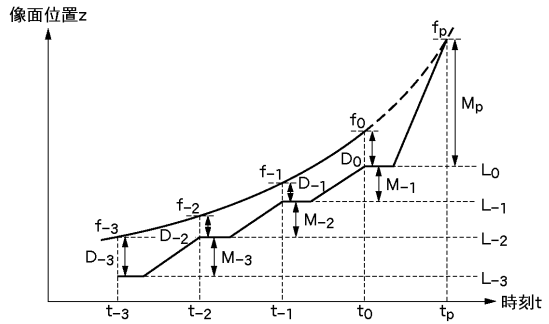
【図2】



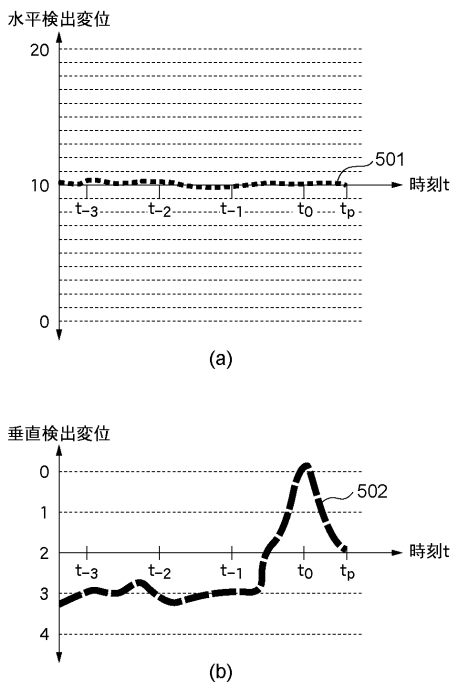
【図3】



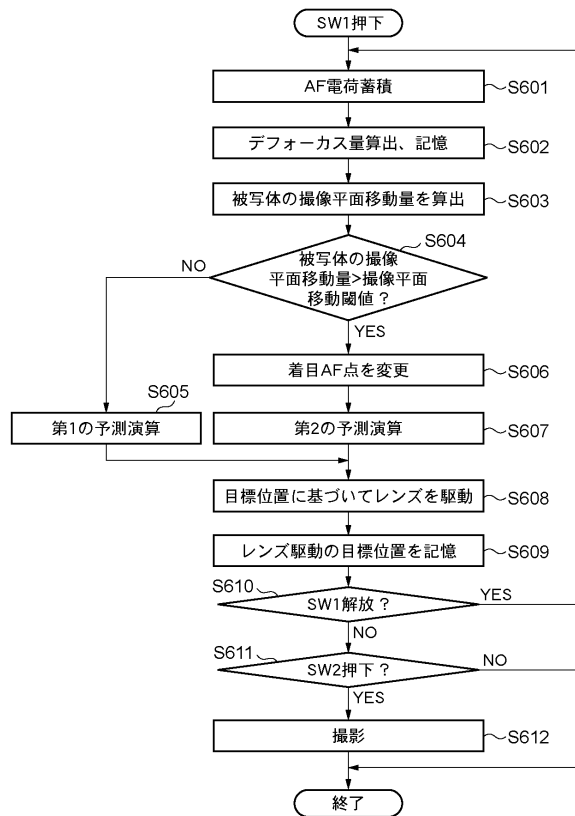
【図4】



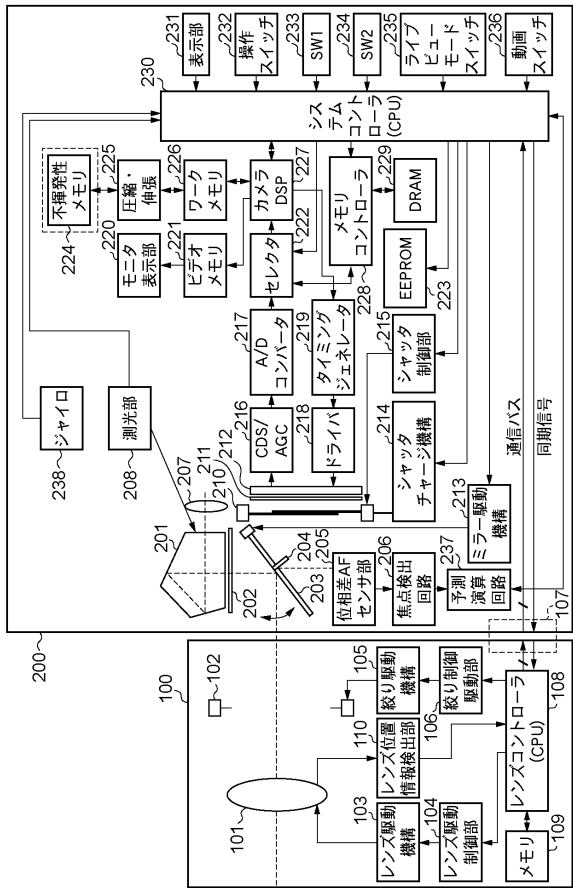
【図5】



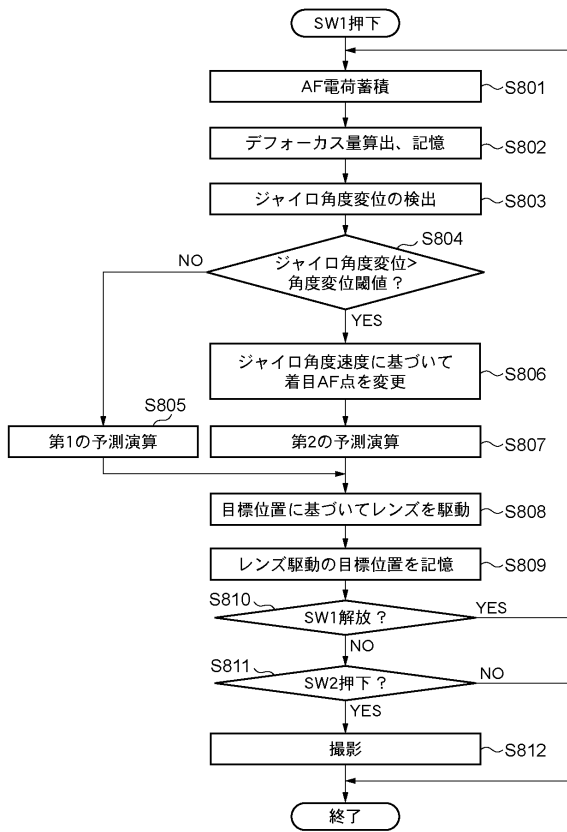
【図6】



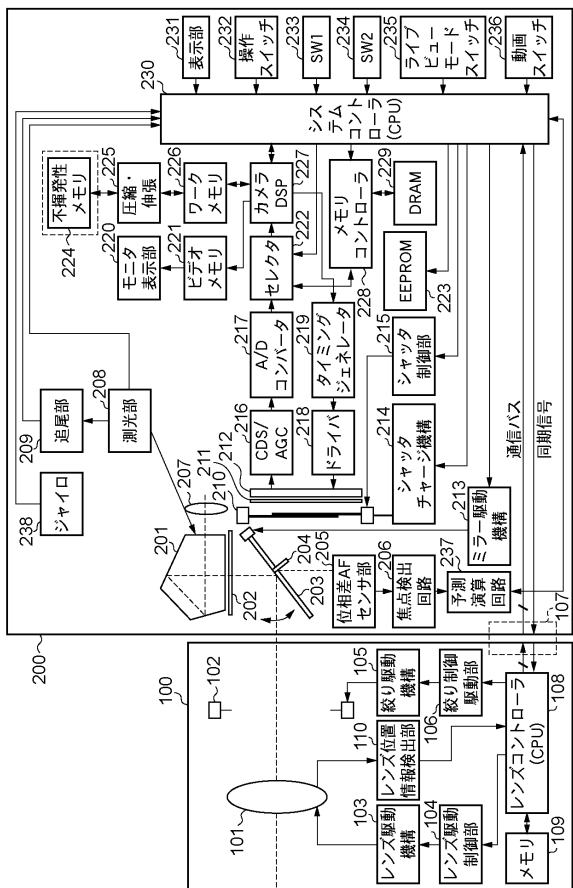
【図7】



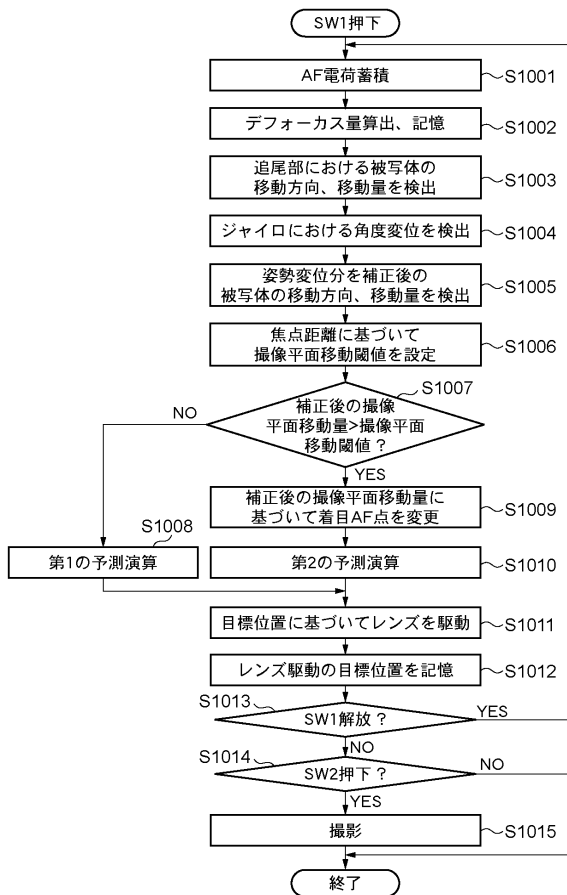
【図8】



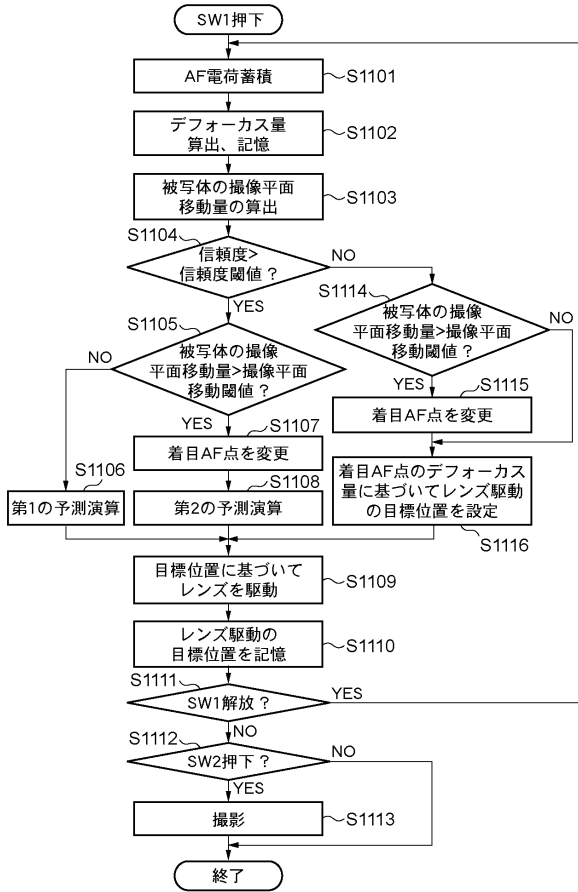
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 4 N 5/232 (2006.01) H 0 4 N 5/232 A

(72)発明者 瓦田 昌大
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 荒井 良子

(56)参考文献 特開2010-008507(JP,A)
特開平10-142486(JP,A)
特許第3218730(JP,B2)
特開2010-093320(JP,A)
特開2006-129272(JP,A)
特開2009-210815(JP,A)
特開2004-061721(JP,A)
特開2009-059326(JP,A)
特開2009-302731(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 B 7 / 2 8
G 0 2 B 7 / 3 4
G 0 2 B 7 / 3 6
G 0 3 B 1 3 / 3 6
G 0 3 B 1 5 / 0 0
H 0 4 N 5 / 2 3 2