

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6742173号
(P6742173)

(45) 発行日 令和2年8月19日 (2020.8.19)

(24) 登録日 令和2年7月30日 (2020.7.30)

(51) Int. Cl.

F I

G02B 7/28 (2006.01)
G03B 15/00 (2006.01)
G03B 13/36 (2006.01)
H04N 5/232 (2006.01)

G O 2 B 7/28 N
 G O 3 B 15/00 Q
 G O 3 B 13/36
 H O 4 N 5/232
 H O 4 N 5/232 1 2 7

請求項の数 14 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2016-131036 (P2016-131036)
 (22) 出願日 平成28年6月30日 (2016.6.30)
 (65) 公開番号 特開2018-4918 (P2018-4918A)
 (43) 公開日 平成30年1月11日 (2018.1.11)
 審査請求日 令和1年7月1日 (2019.7.1)

(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 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二
 (74) 代理人 100130409
 弁理士 下山 治
 (74) 代理人 100134175
 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 焦点調節装置及び方法、及び撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入射する光を光電変換して画像信号を出力する撮像手段から出力された前記画像信号から、追尾する被写体の領域、及び当該領域の像面位置及び信頼度を検出する追尾手段と、
 前記追尾手段により検出された像面位置の履歴に基づいて、予め決められた時点の像面位置を予測する予測手段と、

前記追尾手段により検出された信頼度に基づいて、前記像面位置の誤差範囲を設定する設定手段と、

前記予測手段により予測された前記画像信号の撮影時点での像面位置と、前記追尾手段により検出された像面位置との差が、前記誤差範囲内にある場合に、前記追尾手段により検出された被写体の領域を焦点調節領域として決定する決定手段と、

前記焦点調節領域に焦点を合わせるためのフォーカスレンズの駆動量を算出する算出手段と、を有し、

前記予測手段は、更に、予め決められた将来の時点での前記焦点調節領域に含まれる被写体の像面位置を予測し、前記算出手段は、前記予測された将来の時点での像面位置に焦点を合わせるように前記駆動量を算出することを特徴とする焦点調節装置。

【請求項 2】

前記設定手段は、前記信頼度が予め決められた閾値以下の場合に、第1の誤差範囲を設定し、前記信頼度が予め決められた閾値よりも高い場合に、前記第1の誤差範囲よりも広い第2の誤差範囲を設定することを特徴とする請求項1に記載の焦点調節装置。

10

20

【請求項 3】

前記設定手段は、前記信頼度が高くなるほど、段階的に前記誤差範囲を広げることを特徴とする請求項 1 に記載の焦点調節装置。

【請求項 4】

前記設定手段は、前記信頼度が高くなるほど、前記誤差範囲を広くすることを特徴とする請求項 1 に記載の焦点調節装置。

【請求項 5】

前記撮影時点での像面位置と、前記予測した将来の時点での被写体の像面位置との差が、前記誤差範囲内に無い場合に、前記像面位置の履歴の少なくとも一部を、古い方から削除することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の焦点調節装置。

10

【請求項 6】

前記決定手段は、前記予測手段により予測された前記撮影時点での像面位置と、前記追尾手段により検出された像面位置との差が、前記誤差範囲内に無い場合に、前記予測手段により予測された前記撮影時点での像面位置に近い像面位置を有する前記画像信号の領域を前記焦点調節領域として決定することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の焦点調節装置。

【請求項 7】

前記予測手段により予測された前記撮影時点での像面位置に近い像面位置を有する前記画像信号の領域が無い場合に、前記算出手段は、前記駆動量を算出しないことを特徴とする請求項 6 に記載の焦点調節装置。

20

【請求項 8】

前記追尾手段は、前記追尾する被写体の領域をテンプレートとして、前記画像信号の部分領域とを照合して評価値を求め、前記評価値の分布に応じて前記信頼度を求めることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の焦点調節装置。

【請求項 9】

前記追尾手段は、前記画像信号における前記被写体の特徴色の分布に基づいて前記被写体の領域を検出し、当該領域内と当該領域外との特徴色の分布に基づいて前記信頼度を求めることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の焦点調節装置。

【請求項 10】

前記追尾手段は、前記信頼度を求める際、前記信頼度の履歴を参照して、前記画像信号における信頼度を求めることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の焦点調節装置。

30

【請求項 11】

入射する光を光電変換して画像信号を出力する撮像手段と、
請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の焦点調節装置と
を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 12】

追尾手段が、入射する光を光電変換して画像信号を出力する撮像手段から出力された前記画像信号から、追尾する被写体の領域、及び当該領域の像面位置及び信頼度を検出する追尾工程と、

40

予測手段が、前記追尾工程で検出された像面位置の履歴に基づいて、前記画像信号を撮影した撮影時点での像面位置を予測する予測工程と、

設定手段が、前記追尾工程で検出された信頼度に基づいて、前記像面位置の誤差範囲を設定する設定工程と、

決定手段が、前記予測工程で予測された前記画像信号の撮影時点での像面位置と、前記追尾工程で検出された像面位置との差が、前記誤差範囲内にある場合に、前記追尾工程で検出された被写体の領域を焦点調節領域として決定する決定工程と、

前記予測手段が、更に、予め決められた将来の時点での前記焦点調節領域に含まれる被写体の像面位置を予測する第 2 の予測工程と、

算出手段が、前記第 2 の予測工程で予測された前記像面位置に焦点を合わせるためのフ

50

フォーカスレンズの駆動量を算出する算出工程と
を有することを特徴とする焦点調節方法。

【請求項 13】

コンピュータを、請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の焦点調節装置の各手段として機能させるためのプログラム。

【請求項 14】

請求項 13 に記載のプログラムを記憶したコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は焦点調節装置及び方法、及び焦点調節装置を備えた撮像装置に関し、特に被写体追尾により焦点調節を行う焦点調節装置及び方法、及び焦点調節装置を備えた撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、移動している被写体を高精度に追尾するための焦点調節装置が多く提案されている。光軸方向の被写体の移動を高精度に追尾するための一つの方式として、移動している被写体の将来の像面位置を予測することで追尾性能を向上させる焦点調節装置が特許文献 1 に開示されている。特許文献 1 では、過去複数回の焦点検出結果を記憶しておき、将来の被写体の像面位置の変化を予測するのに最も適した関数を選択する。

【0003】

また、撮影画像の画像特徴を基に行う追尾位置と、過去の焦点検出結果の予測から得られる追尾位置と、任意の指定位置（開始検出点）とから、所定条件を満たす追尾位置を選択する方式が特許文献 2 に開示されている。さらに、特許文献 3 でも、画像特徴に基づく追尾と、過去の焦点検出結果の予測から得られる像面位置を併用する焦点調節の方法に関して開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2001 - 21794 号公報

【特許文献 2】特開 2012 - 208507 号公報

【特許文献 3】特許第 5882593 号明細書

【発明の概要】

【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 では、これまでの検出結果から予測できないような動きを行うと、追尾に失敗する場合がある。一方、特許文献 2 では、予測できないような動きに対して、ユーザが撮影開始時に指定した位置を優先している。しかし、ユーザが画面の所定位置で追尾したい被写体を捉え続ける必要があるため、カメラの操作に慣れていないユーザには扱いが難しい。特許文献 3 では、画像特徴に基づく追尾結果に基づいて、予測する際のデフォーカス量を参照する焦点検出領域の位置を変更することにより、急峻な運動特性の変化を考慮している。しかしながら、画像特徴に基づく追尾が誤るケースは、十分に考慮されていない。

【0006】

本発明は上記問題点を鑑みてなされたものであり、追尾した被写体に焦点調節を行う場合に、誤追尾による誤動作を防ぐとともに、光軸方向に不規則に移動する被写体に対して適切な焦点調節を行うことを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明の焦点調節装置は、入射する光を光電変換して画像

10

20

30

40

50

信号を出力する撮像手段から出力された前記画像信号から、追尾する被写体の領域、及び当該領域の像面位置及び信頼度を検出する追尾手段と、前記追尾手段により検出された像面位置の履歴に基づいて、予め決められた時点の像面位置を予測する予測手段と、前記追尾手段により検出された信頼度に基づいて、前記像面位置の誤差範囲を設定する設定手段と、前記予測手段により予測された前記画像信号の撮影時点での像面位置と、前記追尾手段により検出された像面位置との差が、前記誤差範囲内にある場合に、前記追尾手段により検出された被写体の領域を焦点調節領域として決定する決定手段と、前記焦点調節領域に焦点を合わせるためのフォーカスレンズの駆動量を算出する算出手段と、を有し、前記予測手段は、更に、予め決められた将来の時点での前記焦点調節領域に含まれる被写体の像面位置を予測し、前記算出手段は、前記予測された将来の時点での像面位置に焦点を合わせるように前記駆動量を算出する。

10

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、追尾した被写体に焦点調節を行う場合に、誤追尾による誤動作を防ぐとともに、光軸方向に不規則に移動する被写体に対して適切な焦点調節を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の実施形態における撮像装置の断面図と、撮像装置の機能構成を示すブロック図。

20

【図2】実施形態における撮像素子の構造を示す図。

【図3】実施形態における画素構造と瞳分割の概略説明図。

【図4】実施形態における焦点調節及び撮像処理のフローチャート。

【図5】実施形態における被写体追尾処理のフローチャート。

【図6】実施形態におけるテンプレートマッチングの例を示す図。

【図7】実施形態における焦点検出処理のフローチャート。

【図8】実施形態における焦点調節領域の設定処理のフローチャート。

【図9】実施形態における像面方向の閾値設定を説明する図。

【図10】実施形態における撮影前予測処理のフローチャート。

【発明を実施するための形態】

30

【0010】

以下、添付図面を参照して本発明を実施するための形態を詳細に説明する。ただし、本形態において例示される構成部品の寸法、形状、それらの相対配置などは、本発明が適用される装置の構成や各種条件により適宜変更されるべきものであり、本発明がそれらの例示に限定されるものではない。

【0011】

全体構成

図1は、本発明の実施形態における撮像装置の全体構成を示す図であり、図1(a)は撮像装置の断面図、図1(b)は機能構成を示すブロック図である。一般的にカメラには、ある時刻における被写体の像面に対してレンズを駆動するモード(ワンショット撮影モード)と、将来の被写体の像面を予測しながらレンズを駆動するモード(サーボ撮影モード)の2種類がある。本実施形態では、撮像装置がサーボ撮影モードに設定されたときの動きについて説明する。

40

【0012】

本実施形態では、撮像装置として、ファインダ104及び撮像素子103を有するカメラ本体100と、撮影光学系を有する撮影レンズ120とを組み合わせ使用して使用するレンズ交換式のデジタルスチルカメラについて説明する。しかしながら、本発明はレンズ交換式のデジタルスチルカメラに限るものではなく、画像信号に基づいて焦点調節を行うことのできる様々な光学機器に応用することが可能である。

【0013】

50

カメラ本体１００は、撮像素子１０３、ファインダ１０４、表示器１０５、ＣＰＵ１１０、撮像素子制御回路１０２、メモリ回路１０１、インターフェース回路１０６、画像処理回路１０７、電気接点１０８、クイックリターンミラー１０９を備えている。

【００１４】

撮像素子１０３は、ＣＭＯＳ(Complementary Metal Oxide Semiconductor)イメージセンサ、ＣＣＤ(Charge Coupled Device)イメージセンサ等により形成され、カメラ本体１００の撮影レンズ１２０の予定結像面に配置されている。なお、撮像素子１０３は、本実施形態ではＣＭＯＳイメージセンサであるものとして説明する。

【００１５】

ここで、図２を参照して、本実施形態における撮像素子１０３の画素構造について説明する。図２は、撮像素子１０３の画素構造を示す図であり、図２（ａ）は撮像素子１０３の画素配列の平面図、図２（ｂ）は画素２１０Ｇの断面図を示している。

10

【００１６】

図２（ａ）は、撮像素子１０３の画素配列を、４行×４列の画素範囲で示している。画素群２１０は２行×２列のベイヤー配列の画素からなり、Ｒ（赤）の分光感度を有する画素２１０Ｒが左上に、Ｇ（緑）の分光感度を有する画素２１０Ｇが右上と左下に、Ｂ（青）の分光感度を有する画素２１０Ｂが右下に配置されている。また、画素２１０Ｒ、２１０Ｇ、２１０Ｂは、それぞれ、瞳分割用の２つの光電変換部２０１ａ、２０１ｂを有する。光電変換部２０１ａは、撮影レンズ１２０の射出瞳の第１瞳領域を通過した光束を受光して光電変換する。また、光電変換部２０１ｂは、第１瞳領域と異なる第２瞳領域を通過した光束を受光して光電変換する。上記構成を有する各画素は、撮像用画素および焦点検出用画素として機能する。

20

【００１７】

また、図２（ｂ）に示すように、光電変換部２０１ａ、２０１ｂは、ｐ型層２００およびｎ型層から構成されるフォトダイオードにより構成される。マイクロレンズ２０２は、受光面からＺ方向に所定の距離だけ離れた位置に、カラーフィルタ２０３上に形成されている。

【００１８】

本実施形態では、撮像素子１０３の全ての画素２１０Ｒ、２１０Ｇ、２１０Ｂに、瞳分割用の光電変換部２０１ａ、２０１ｂが設けられている。２つの光電変換部２０１ａ、２０１ｂは、マイクロレンズ２０２の光軸に対し、＋Ｘ方向および－Ｘ方向にそれぞれ偏心しているため、１つのマイクロレンズ２０２を用いて瞳分割を行うことが可能である。そのため、光電変換部２０１ａ、２０１ｂを含む画素は、焦点検出用画素として用いられる。なお、ここでは、全画素を焦点検出用画素で構成した場合について説明するが、本発明はこれに限定されるものではなく、焦点検出用画素が全画素のうちの一部の画素にのみ設けられている構成であってもよい。また、図２（ａ）に示す例では、光電変換部２０１ａ、２０１ｂは、マイクロレンズ２０２の光軸に対し、Ｘ方向に偏心した配置となっているが、Ｙ方向に偏心した配置としても良いし、Ｘ方向及びＹ方向に偏心した画素が混在するようにしても良い。これにより、Ｘ方向の輝度分布を有する被写体だけでは無く、Ｙ方向に輝度分布を有する被写体にも対応した構成とすることができる。また、撮像素子の１０３の各画素または一部の画素が２つ以上の光電変換部を有する構成としても良い。

30

40

【００１９】

続いて図３を参照して、撮像素子１０３の瞳分割機能について説明する。図３は、撮像素子１０３の瞳分割機能の説明図であり、１つの画素部における瞳分割の様子を示している。なお、図３において図２（ｂ）と同じ構成には同じ参照番号を付している。

【００２０】

図３の上方には、射出瞳３０２、および、開口枠３０３（例えば、絞り枠やレンズ枠）がそれぞれ示されている。射出瞳３０２のうち、瞳領域３０２ａは光電変換部２０１ａに対応し、瞳領域３０２ｂは光電変換部２０１ｂに対応する。像信号Ａは、－Ｘ方向に偏心したｎ型層に対応する光電変換部２０１ａで取得される。また、像信号Ｂは、＋Ｘ方向に

50

偏心したn型層に対応する光電変換部201bで取得される。

【0021】

本実施形態において、像信号Aは、図2(a)に示されるように、X方向に規則的に配列した複数の光電変換部201aから得られた信号である。すなわち像信号Aは、撮影光学系の射出瞳領域の一部を通過し、絞り値に応じて基線長が異なる対の光束から得られた像信号の一方である。また、像信号Bは、図2(a)に示されるように、X方向に規則的に配列した複数の光電変換部201bから得られた信号である。すなわち像信号Bは、撮影光学系の異なる射出瞳領域を通過し、絞り値に応じて基線長が異なる対の光束から得た像信号の他方である。

【0022】

図1に戻り、クイックリターンミラー109は、撮像素子103への光路上にあるときには、撮影レンズ120からの撮影光束をファインダ104方向へ反射する。ファインダ104は、クイックリターンミラー109が反射する被写体像を操作者が観察可能にする。また、撮影時及びライブビューモード時には、クイックリターンミラー109は、光路から退避し、撮影レンズ120を介して入射した光束が撮像素子103へ到達可能な状態とする。なお、図示しないが、クイックリターンミラー109と撮像素子103との間には、シャッタが設けられており、撮影時及びライブビューモード時にシャッタ開状態となる。

【0023】

撮像素子制御回路102は、CPU110の指示に従い、撮像素子103を駆動制御する。メモリ回路101は、撮像素子103により撮像された画像を記憶すると共に、撮像素子103の受光分布を記憶する。画像処理回路107は、撮像素子103により撮影した画像信号を画像処理する。インターフェース回路106は、画像処理回路107により画像処理された画像をカメラ外部に出力するために用いられる。電気接点108は、撮影レンズ120の電気接点124と接触して、電力及び各種信号の通信に用いられる。

【0024】

表示器105は、LCD(Liquid Crystal Display)パネル等により形成され、撮影画像の表示や撮影情報等の情報の表示を行う。また表示器105は、ライブビューモード時には、撮影予定の領域をリアルタイムで動画表示する。ここで、ライブビューモードとは、撮影レンズ120を介して入射し、撮像素子103に結像された被写体像を、プレビュー用に低画素数の動画像として読み出し、表示器105にリアルタイムで表示するモードである。このライブビューモード時には、後述する撮像面における位相差AFを実行することができる。さらに、連写撮影中には各連写時の低画素数の静止画像を表示器105に表示する。

【0025】

CPU110は、カメラ全体を統括的に制御する制御部である。CPU110は、位相差検出部111、被写体追尾部116、デフォーカス量換算部112、焦点調節領域設定部115、記憶部113、焦点調節部114、予測部119を備え、撮影レンズ120の焦点状態の算出と駆動指示を行う。

【0026】

位相差検出部111は、撮像素子103から得た一对の像信号Aと像信号Bの相対的な位相差を検出し、デフォーカス量換算部112は、位相差検出部111が検出した位相差を、換算係数を用いてデフォーカス量へ換算する。被写体追尾部116は、撮像素子103から得た画像信号の特徴に基づいて、追尾する被写体の領域(以下、「追尾領域」と呼ぶ。)及び位置(以下、「追尾位置」と呼ぶ。)と、追尾の信頼度(追尾尤度)を算出する。焦点調節領域設定部115は、被写体追尾部116により検出した追尾領域、追尾位置及び信頼度に基づき、焦点調節部114で焦点を合わせる領域を判別する。記憶部113は、撮影時刻(撮影時点)と、換算したデフォーカス量から算出した追尾領域の像面位置とをメモリ回路101に記憶させる。

【0027】

焦点調節部 114 は、換算したデフォーカス量に基づいて焦点位置を移動させるようにレンズ CPU 122 に指示を行う。さらに焦点調節部 114 は、将来の像面位置を予測部 119 を用いて予測し、撮影レンズ 120 の焦点位置が予測した像面位置に来るために必要なレンズ駆動量を算出し、レンズ CPU 122 に指示を行う。

【0028】

撮影レンズ 120 は、カメラ本体 100 に対して着脱可能な交換レンズである。撮影レンズ 120 は、フォーカスレンズを含むレンズ群等から成る撮影光学系、レンズ CPU 122、撮影レンズ駆動機構 121、絞り駆動機構 123、絞り 125、電気接点 124 を備えている。

【0029】

撮影レンズ駆動機構 121 は、撮像素子 103 の撮像面付近にある焦点位置を光軸方向に移動させるように複数のレンズ群を駆動することで、撮影する被写体の光学像を撮像素子 103 上に結像させる。レンズ CPU 122 は、カメラ本体 100 の CPU 110 から送られてくる焦点調節情報を電気接点 124 を介して受信し、その焦点調節情報に基づいて撮影レンズ駆動機構 121 を駆動する。

【0030】

絞り駆動機構 123 は、絞り 125 を駆動する機構及びそのアクチュエータを有し、カメラ CPU 110 の指示に従って絞り 125 を駆動する。

【0031】

撮像処理

続いて、図 4 を用いて、本実施形態におけるサーボ撮影モードにおける焦点調節及び撮像処理の流れについて説明する。この処理は、撮影準備スイッチがオンされて撮影準備が指示されると開始される。なお、一般的なカメラでは撮影ボタンのスイッチが半押しの状態で、撮影準備スイッチがオンとなる。

【0032】

処理が開始されると、S101 で、被写体追尾部 116 による被写体追尾処理を行い、追尾する被写体の領域（追尾領域）及びその位置（追尾位置）、及び追尾位置の信頼度を求める。なお、被写体追尾処理の詳細については、図 5 および図 6 を用いて後述する。次の S102 では、焦点検出処理を行う。なお、焦点検出処理の詳細については、図 7 を用いて後述する。続いて S103 で、焦点調節領域の設定処理を行い、焦点調節を行う領域（焦点調節領域）を設定する。なお、焦点調節領域の設定処理の詳細については、図 8 を用いて後述する。

【0033】

S104 で、撮影前予測処理を行う。撮影前予測処理では、後述するように撮影開始スイッチがオン状態であれば、S102 の焦点検出処理における位相差検出時から撮像素子 103 による撮影時までの被写体の像面位置を予測部 119 によって予測する。また、撮影開始スイッチがオフ状態であれば、次の位相差検出時までの被写体の像面位置を予測部 119 によって予測する。なお、予測方法の詳細については図 10 を用いて後述する。

【0034】

S105 で、S104 で予測した被写体の像面位置に合焦するように撮影レンズ 120 を動かすために必要なレンズ駆動量を算出し、レンズ CPU 122 に伝える。

【0035】

次に S106 で、撮影開始スイッチの状態を判定し、スイッチオン状態であれば、S107 の撮影に移行し、スイッチオフ状態であれば、S110 に移行する。なお、一般的なカメラでは撮影ボタンのスイッチが全押しの状態で、撮影開始スイッチがオンとなる。

【0036】

S107 で、撮像素子制御回路 102 に指示を行い、撮像素子 103 を駆動制御させ、撮像素子 103 により撮影された画像をメモリ回路 101 に記憶する。S108 において、次の位相差検出時の被写体の像面位置を予測部 119 によって予測し、S109 で、S108 で予測した像面位置に合焦するように撮影レンズ 120 を動かすために必要なレン

10

20

30

40

50

ズ駆動量を算出し、レンズCPU122に伝える。

【0037】

S110で撮影準備スイッチオフ判定を行い、スイッチオフ状態であれば処理を終了し、スイッチオン状態であればS101へ戻って、上記処理を繰り返す。

【0038】

(被写体追尾処理)

次に、S101で行われる被写体追尾部116による被写体追尾処理の一例を図5のフローチャートを参照しながら説明する。

【0039】

本実施形態の被写体追尾部116が行う処理として、目的とする被写体を示す部分画像をテンプレートとして、供給された画像の部分領域と照合し、照合する部分領域を変化させて、相違度が低い領域を推定する方法(テンプレートマッチング)を説明する。また、本実施形態では、目的とする被写体の時間方向のスケール変換に対応するため、被写体の特徴色を抽出し、撮影画像中の特徴色の分布状況に基づき被写体領域を推定する方法による推定も行うものとする。そして、推定された被写体領域に基づきテンプレートの更新を行う。

【0040】

まず、S201において、撮像素子103により被写体からの反射光を電気信号に変換し、読み出すことで、画像情報を得る。読み出した画像情報は、デジタル信号に変換され、被写体追尾部116に送られる。

【0041】

S202では、追尾対象の被写体が存在するか否かを判定する。追尾対象の被写体が存在する場合は、被写体の追尾処理をS205からS208で実施する。追尾対象の被写体が存在しない場合は、追尾対象の被写体を決定するため、S203で被写体検出を行う。

【0042】

S203における被写体検出の方法としては、大きく分けて、撮影者の指示に基づく検出方法と、自動で検出する方法とがある。撮影者の指示に基づく検出方法では、タッチパネルやボタンなどを含む入力インターフェースを介して、撮影画像中の被写体の位置が指示され、指示された位置情報に基づいて被写体領域を抽出する。一方、自動で検出する方法としては、顔検出などが一般的である。顔検出の公知技術は、顔に関する知識(肌色情報、目・鼻・口などのパーツ)を利用する方法と、ニューラルネットに代表される学習アルゴリズムにより顔検出のための識別器を構成する方法などがある。また、顔検出では、検出率向上のためにこれらを組み合わせて顔検出を行うのが一般的である。具体的には、特開2002-251380号公報に記載のウェーブレット変換と画像特徴量を利用して顔検出する方法などが挙げられる。

【0043】

S204では、抽出された被写体領域から、追尾対象の特徴量を抽出する。本実施形態では、テンプレートマッチングに基づく追尾処理を行うため、被写体領域の画像パターンを特徴量として保持しておく。また、特徴色の分布に基づいて被写体領域の推定を行うため、被写体領域の色ヒストグラム H_{in} を保持しておく。その後、次回撮影のサンプリング周期まで待ち状態となる。

【0044】

次に、S202において追尾対象の被写体が存在すると判定された場合の追尾処理について説明する。この場合、S205においてマッチング処理を行う。ここで、図6を参照して、テンプレートマッチングの詳細に関して説明する。図6(a)は、テンプレートマッチングにおける被写体モデル(テンプレート)の例を示す。601は追尾対象の被写体を示す部分画像(テンプレート)であり、この画像の画素パターンを特徴量として扱う。602はテンプレート601の特徴量を表現したものであり、画素データの輝度信号を特徴量とする。特徴量 $T(i, j)$ は、テンプレート領域内の座標を (i, j) 、水平画素数を W 、垂直画素数を H とすると、式(1)で表現される。

$$T(i, j) = \{T(0, 0), T(1, 0), \dots, T(W-1, H-1)\} \quad \dots (1)$$

【0045】

図6(b)は、追尾対象の被写体を探索する画像の情報を示す。603はマッチング処理を行う画像の範囲(探索範囲)を示す。探索範囲603における座標は (x, y) で表現する。604はマッチングの評価値を取得するための部分領域である。また、605は部分領域604の特徴量を表現したものであり、テンプレート601と同様に画像データの輝度信号を特徴量とする。特徴量 $S(i, j)$ は、部分領域内の座標を (i, j) 、水平画素数を W 、垂直画素数を H とすると、式(2)で表現される。

$$S(i, j) = \{S(0, 0), S(1, 0), \dots, S(W-1, H-1)\} \quad \dots (2)$$

【0046】

テンプレート601と部分領域604との類似性を評価する演算方法として、差分絶対和、いわゆるSAD(Sum of Absolute Difference)値を用いる。SAD値は、式(3)により算出される。

【0047】

$$V(x, y) = \sum_{y=0}^{H-1} \sum_{x=0}^{W-1} |T(i, j) - S(i, j)| \quad \dots (3)$$

【0048】

部分領域604を探索範囲603の左上から順に1画素ずつずらしながら、SAD値 $V(x, y)$ を演算する。演算された $V(x, y)$ が最小値を示す座標 (x, y) がテンプレート601と最も類似した位置を示す。つまり、最小値を示す位置が探索範囲603において目的とする追尾対象の被写体が存在する可能性の高い位置となる。

【0049】

ここでは、特徴量として輝度信号の1次元の情報を用いる例を示したが、明度・色相・彩度の信号等の3次元の情報の特徴量として扱ってもよい。また、マッチングの評価値としてSAD値に関して説明したが、正規化相互相関、いわゆるNCC(Normalized Correlation Coefficient)等の異なる演算方法により得られた値を用いても良い。

【0050】

次いで、S205のマッチング処理によって検出された位置に基づき、S206で追尾対象の被写体の領域(以下、追尾領域)を検出する。S204で保持した追尾領域内の色ヒストグラムと現在時刻の撮影画像の全体または一部の色ヒストグラム H_{out} から、式(4)で表現される情報量を算出する。

$$I(a) = -\log_2 H_{in}(a) / H_{out}(a) \quad \dots (4)$$

【0051】

この情報量は、色ヒストグラムの各ビンにおいて、画像全体または一部に対して被写体領域内の生起確率を示す。この情報量に基づき現在時刻の撮影画像の各画素に対して適応することで、追尾対象の被写体である可能性を示すマップができる。このマップに基づき追尾領域を検出する。また、検出された追尾領域の重心位置が被写体追尾部116が出力する追尾位置となる。

【0052】

次いで、S207において、S206で算出した追尾位置の信頼度を算出する。被写体追尾の確からしさを妨げる要因としては、被写体の変化、類似被写体の存在、追尾誤差の蓄積が挙げられる。これらの要因をマッチング処理や追尾領域の推定から取得される各種評価値を乗じることで信頼度を算出する。

【0053】

まず、マッチング処理の式(3)による $V(x, y)$ の最小値が大きいほど、被写体の変化が大きいことを示す。従って、最小値が大きいほど信頼度が小さくなるようにする。ま

10

20

30

40

50

た、マッチング処理の式(3)による $V(x, y)$ の最小値と類似した値が、被写体の推定位置と所定閾値以上離れた位置において存在する場合は、類似被写体が存在する可能性が高い。そのため、被写体の推定位置と所定閾値以上離れた位置に属するSAD値とSAD値の最小値の類似度が高いほど、信頼度を低くする。また、式(4)で示す被写体の色特徴を示す情報量の被写体領域内の平均値(期待値)であるエントロピーが小さいほど、被写体の変化が大きいことを示す。これは式(5)で表現される。

【0054】

$$E_{in} = - \sum_{a=1}^N H_{in}(a) I(a) \quad \cdots (5)$$

10

式(5)の値が小さいほど信頼度を小さくする。また、式(4)で示す被写体の色特徴を示す情報量の被写体領域外の平均値(期待値)であるエントロピーが大きいほど、類似対象が存在する可能性が高い。これは式(6)で表現される。

【0055】

$$E_{out} = - \sum_{a=1}^N H_{out}(a) I(a) \quad \cdots (6)$$

20

式(6)の値が大きいほど信頼度を小さくする。さらに被写体追尾の確からしさが一度低くなるとその後、追尾の信頼性も低くなる。そのため、信頼度算出において履歴の信頼度を加味する。例えば、所定期間の信頼度平均値を現在フレームの信頼度として扱う。以上のようにして追尾位置の信頼度を算出する。

【0056】

次に、S208において、被写体特徴量の更新を行う。ここでは、S206で推定された追尾領域に基づいてテンプレートの更新を行うことで、被写体のスケール変化に対応できる。そして、処理が終了し、次回撮影のサンプリング周期まで待ち状態となる。

【0057】

(焦点検出処理)

次に、S102で行われる焦点検出処理の動作の一例を、図7のフローチャートに基づいて説明する。S301で、撮像素子103から出力される一対の像信号A、像信号Bを取得する。そしてS302において、位相差検出部111により、S101で検出した追尾領域や、過去の焦点検出領域の履歴から求めた領域、予め決められた領域などの複数の領域において、S301で取得した像信号A、像信号Bの位相差(像ずれ量)を算出する。続いて、S303において、デフォーカス量換算部112により、S302で算出した像ずれ量をデフォーカス量に換算する。そしてS304において、得られた焦点検出情報をメモリ回路101に記憶する。ここでは、各領域の像面位置と、その撮影時刻を記憶する。

30

40

【0058】

(焦点調節領域の設定処理)

続いて、S103で行われる焦点調節領域の設定処理について、図8のフローチャートを参照して説明する。

【0059】

50

まず、S 4 0 1において、後述する前回の予測処理で算出された被写体の像面位置の予測式を用いて、撮像素子1 0 3が撮影を行った時刻における被写体の像面位置を予測する。

【0 0 6 0】

次にS 4 0 2で、S 1 0 1で被写体追尾部1 1 6が算出した追尾位置の信頼度が予め決められた閾値よりも高いかどうかを判定する。ここで、図9を参照して、追尾位置の信頼度に基づき設定される、S 4 0 1で予測された像面位置に対する誤差範囲の概念について説明する。図9 (a)において、9 0 1は撮像装置、9 0 2は追尾対象の被写体、9 0 3は被写体の許容移動範囲を示しており、追尾位置の信頼度が低い場合を示している。また、図9 (b)の9 0 4は、追尾位置の信頼度が高い場合の許容移動範囲を示している。追尾位置の信頼度が閾値より高ければ、S 4 0 3において、図9 (b)に示すように広めの許容移動範囲9 0 4に対応する像面の誤差範囲T 2を設定する。一方、追尾位置の信頼度が閾値以下であれば、S 4 0 4において、図9 (a)に示すように通常の許容移動範囲9 0 3に対応する像面の誤差範囲T 1を設定する。

10

【0 0 6 1】

次にS 4 0 5で、S 1 0 1で算出された追尾領域の像面位置が、S 4 0 3またはS 4 0 4で設定された誤差範囲内に収まっているかを判定する。誤差範囲内に収まっていれば (S 4 0 5でY E S)、S 4 0 6で追尾領域を焦点調節領域として設定する。一方、追尾領域の像面位置が誤差範囲内に収まっていなければ (S 4 0 5でN O)、S 4 0 7で、S 1 0 2でデフォーカス量を求めた領域のうち、S 4 0 1で求めた予測式に基づく像面位置のデフォーカス量に近い領域を焦点調節領域として設定する。なお、予測式に基づく像面位置のデフォーカス量に近い領域が存在しなければ、焦点調節を行わない。

20

【0 0 6 2】

以上のように、追尾位置の信頼度が高い場合は、像面方向の誤差範囲を大きく設定する。これにより、追尾被写体が像面方向に大きく動いた場合であっても、その追尾領域のデフォーカス情報に基づき焦点調節が可能となる。一方で、追尾位置の信頼度が低い場合は、像面方向の閾値を小さくしておく。これにより、被写体追尾が誤った場合でも、大きな焦点調節の失敗へと繋がらないようにしている。

【0 0 6 3】

(撮影前予測処理)

続いて、S 1 0 4で予測部1 1 9により行われる、過去複数回の像面位置とその撮影時刻の変化から、将来の像面位置を予測するための撮影前予測処理について説明する。将来の像面位置の予測方法は特許文献1に詳しく記載されているが、本実施形態では図10のフローチャートを用いて、統計演算を用いて予測を行う例について説明する。

30

【0 0 6 4】

まず、S 5 0 1において、位相差検出部1 1 1によって検出した、S 1 0 3で設定された焦点調節領域における位相差から、デフォーカス量換算部1 1 2によってデフォーカス量を算出する。そして、次のS 5 0 2にて、算出したデフォーカス量に対応する像面位置とその撮影時刻の算出を行う。一般的に、撮像素子1 0 3から像信号が得られるまでにある程度の電荷の蓄積時間を必要とする。そのため、蓄積開始時刻と終了時刻の midpoint を撮影時刻とし、撮影レンズ1 2 0の相対的な繰り出し量にこのデフォーカス量を加えることによって、被写体の像面位置を算出する。

40

【0 0 6 5】

そして、像面位置と撮影時刻の組のデータを、次のS 5 0 3にてメモリ回路1 0 1に格納する。格納するメモリのデータ構造はキューとなっており、予め定められたデータの個数までは順に格納するがそれ以降のデータは、最も古いデータの上に最新のデータを上書きする。

【0 0 6 6】

その後、S 5 0 4へ進み、メモリ回路1 0 1に格納されたデータ数が統計演算可能かどうかを判定する。この判定の結果、統計演算に必要なデータ数が十分であればS 5 0 5へ

50

進み、統計演算による予測式を決定する。

【 0 0 6 7 】

S 5 0 5 における統計演算による予測式の決定は特許文献 1 に詳しく記載されているため詳細は省略するが、式 (7) に示すような予測関数 $f(t)$ において、重回帰分析によって各係数、 a 、 b 、 c を統計的に決定する。また、式 (7) における n は複数の代表的な動体予測撮影シーンのサンプルに対して予測を行ったとき、その予測誤差が最小となる n の値を求めている。

$$f(t) = a + bt + ct^n \quad \dots (7)$$

【 0 0 6 8 】

S 5 0 5 で予測式を決定した後は S 5 0 6 に進み、予め決められた将来時刻の像面位置を予測し、撮影レンズ 1 2 0 がその像面位置に合焦するために必要なレンズ駆動量を算出する。

【 0 0 6 9 】

一方、S 5 0 4 においてデータ数が十分でないと判定した場合、S 5 0 7 に進み、統計演算によらず算出したデフォーカス量によってレンズ駆動量を算出する。

【 0 0 7 0 】

続いて、焦点調節領域設定部 1 1 5 において、図 8 の S 4 0 6 または S 4 0 7 で設定された焦点調節領域の像面位置に対する、S 5 0 6 で算出された像面位置または S 5 0 7 で算出されたデフォーカス量に対応する像面位置の差を判定する。ここでは、像面位置の差と S 4 0 4 で設定された誤差範囲 T 1 との関係を、S 5 0 8 で判定する。像面位置が誤差範囲 T 1 内にある場合 (S 5 0 8 で N O)、特に追加処理を実施せず、処理を終了する。一方、像面位置が誤差範囲 T 1 以上の場合 (S 5 0 8 で Y E S)、S 5 0 9 において、次の予測部 1 1 9 で利用する像面位置の履歴データの一部をリセットする。ここでは例えば、古いものから一定数、または一定割合のデータを削除する。過去の像面位置情報の影響を少なくすることにより、光軸方向に不規則な追尾被写体に対する予測精度を向上させる。

【 0 0 7 1 】

上記の通り本実施形態によれば、画像特徴に基づく被写体追尾に基づき焦点調節を行う撮像装置において、誤追尾による誤動作を防ぐとともに、光軸方向に不規則に移動する被写体に対して適切な焦点調節を行うことができる。

【 0 0 7 2 】

なお、上述した実施形態では、誤差範囲として、2 種類の誤差範囲のいずれかを設定する場合について説明したが、本発明はこれに限るものではなく、複数の誤差範囲を設け、信頼度が高くなるにつれて、段階的に誤差範囲を広くするようにしても良い。または、信頼度が高くなるほど、連続的に誤差範囲を広げるようにしても良い。

【 0 0 7 3 】

< 他の実施形態 >

なお、本発明は、複数の機器から構成されるシステムに適用しても、一つの機器からなる装置に適用してもよい。

【 0 0 7 4 】

また、本発明は、上述の実施形態の 1 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システム又は装置に供給し、そのシステム又は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実行する処理でも実現可能である。また、1 以上の機能を実現する回路 (例えば、A S I C) によっても実現可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 5 】

1 0 0 : カメラ本体、1 0 3 : 撮像素子、1 1 0 : C P U、1 1 1 : 位相差検出部、1 1 2 : デフォーカス量換算部、1 1 3 : 記憶部、1 1 4 : 焦点調節部、1 1 5 : 焦点調節領域設定部、1 1 6 : 被写体追尾部、1 1 9 : 予測部、1 2 0 : 撮影レンズ

10

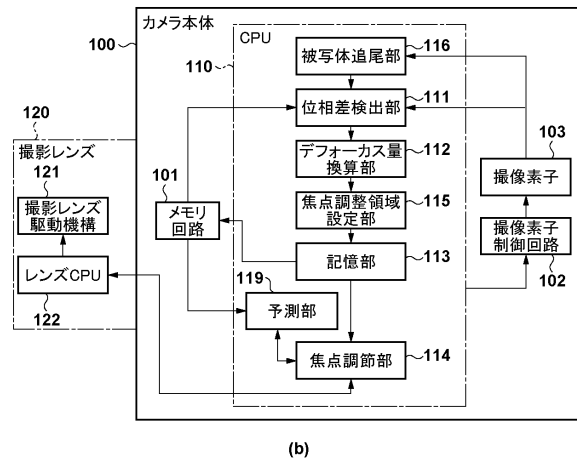
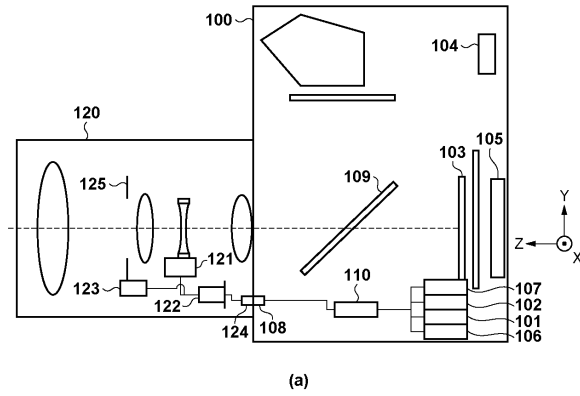
20

30

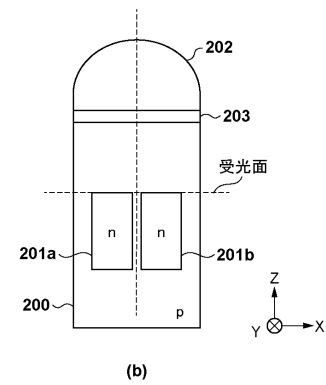
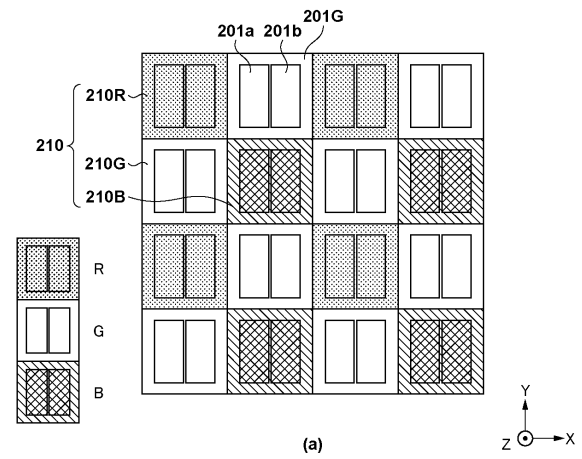
40

50

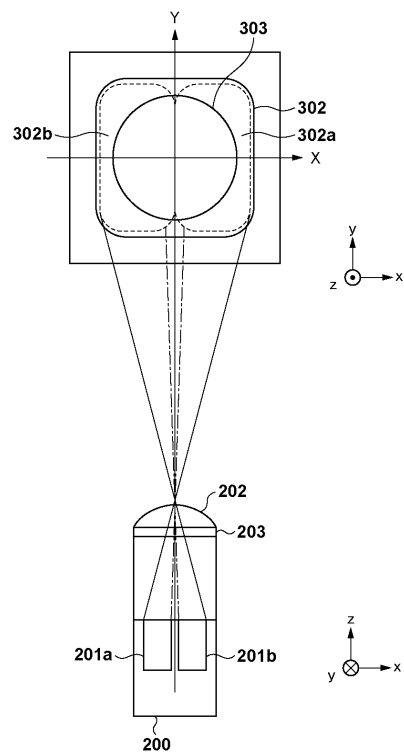
【図 1】



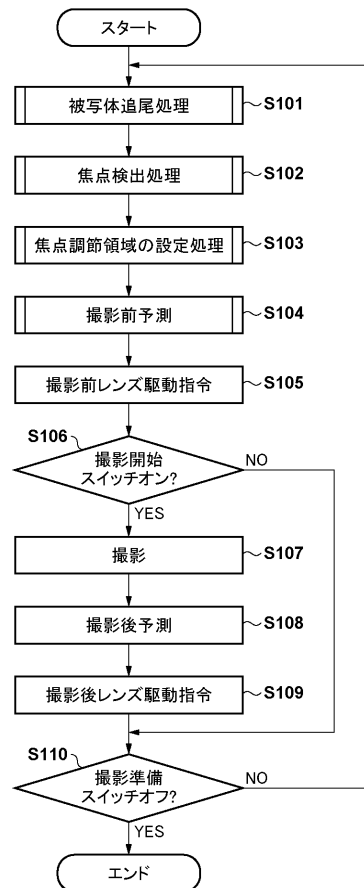
【図 2】



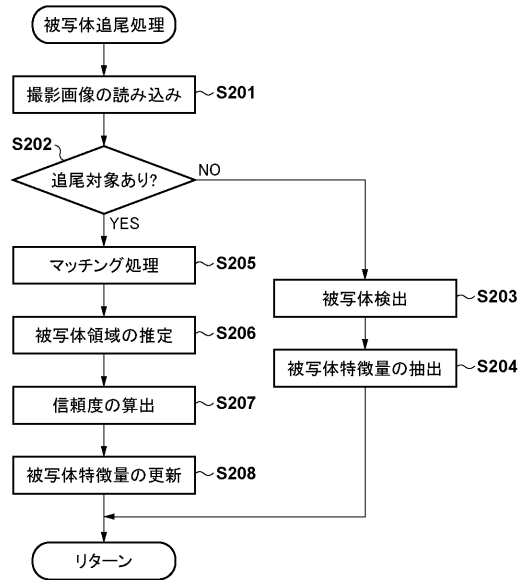
【図 3】



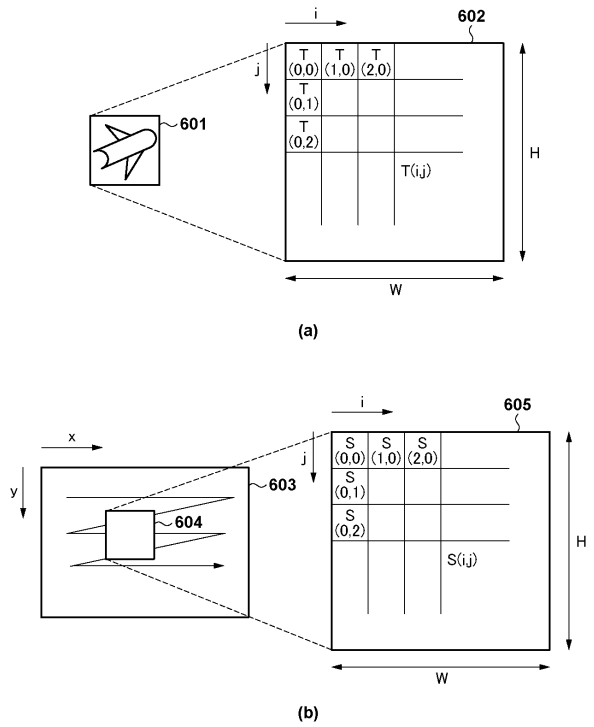
【図 4】



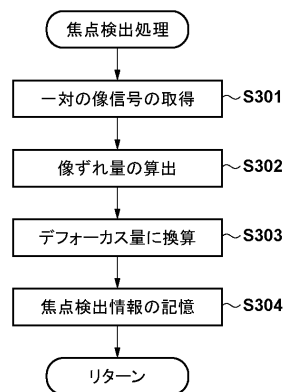
【図 5】



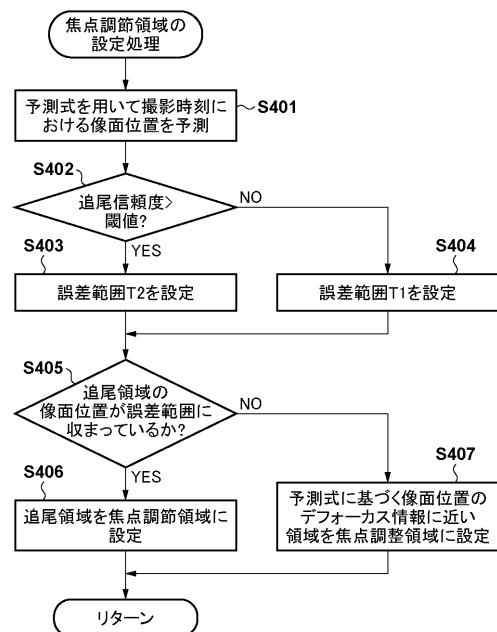
【図 6】



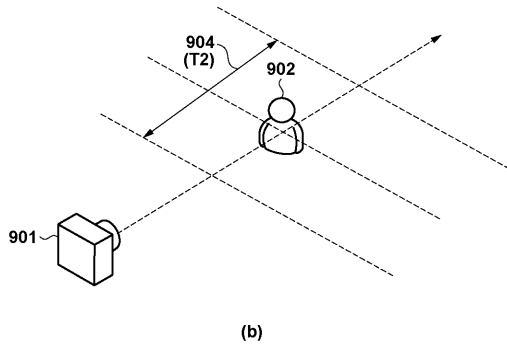
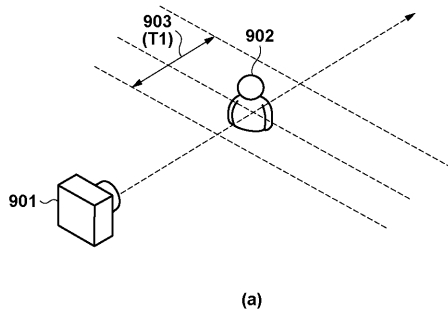
【図 7】



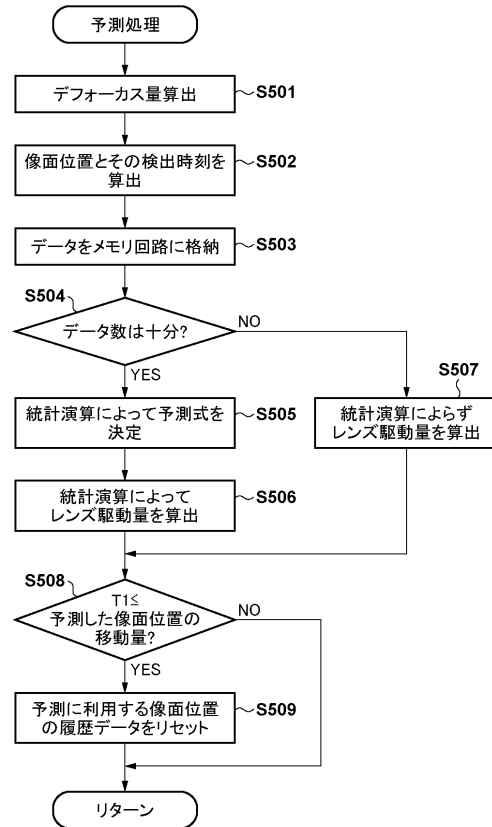
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 辻 良介

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 うし 田 真悟

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

G 0 2 B 7 / 2 8

G 0 3 B 1 3 / 3 6

H 0 4 N 5 / 2 3 2