

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6960755号
(P6960755)

(45) 発行日 令和3年11月5日(2021.11.5)

(24) 登録日 令和3年10月14日(2021.10.14)

(51) Int.Cl.	F 1
G02B 7/34 (2021.01)	G02B 7/34
H04N 5/232 (2006.01)	H04N 5/232 120
H04N 5/238 (2006.01)	H04N 5/238
G03B 13/36 (2021.01)	G03B 13/36
G03B 7/095 (2021.01)	G03B 7/095

請求項の数 20 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2017-61883 (P2017-61883)
(22) 出願日	平成29年3月27日 (2017.3.27)
(65) 公開番号	特開2018-163322 (P2018-163322A)
(43) 公開日	平成30年10月18日 (2018.10.18)
審査請求日	令和2年3月24日 (2020.3.24)

(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	110003281 特許業務法人大塚国際特許事務所
(72) 発明者	浜野 英之 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ ヤノン株式会社内
(72) 発明者	福田 浩一 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	藏田 敦之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】撮像装置及びその制御方法、プログラム、記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

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、一対の像信号を取得することが可能な撮像素子と、

前記一対の像信号の位相差に基づいて、前記撮影光学系の焦点状態を検出する焦点検出手段と、

焦点検出の信頼度を判定する信頼度判定手段と、

前記撮影光学系の絞りの開口を制御する制御手段と、を備え、

前記制御手段は、前記絞りの開口が第1の絞り開口状態に制御された状態で行われた前記焦点検出の信頼度が閾値よりも低いと前記信頼度判定手段により判定された場合、前記第1の絞り開口状態よりも前記絞りが絞り込まれた第2の絞り開口状態に変更するよう制御し、且つ前記第1の絞り開口状態で検出可能なデフォーカス量と前記第2の絞り開口状態で検出可能なデフォーカス量の差が所定値より小さい場合には、前記第2の絞り開口状態に変更しないように制御することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記焦点検出手段による焦点検出の結果に基づいて、前記撮影光学系のフォーカスレンズを駆動して焦点調節を行う焦点調節手段をさらに備え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の絞り開口状態に変更する場合、前記絞り制御手段は前記絞りを前記第2の絞

り開口状態へ変更し、前記焦点検出手段は、前記第2の絞り開口状態で前記焦点検出を行うことを特徴とする請求項2に記載の撮像装置。

【請求項4】

前記焦点調節手段は、前記第2の絞り開口状態で行われた前記焦点検出の結果に基づいて、前記フォーカスレンズを駆動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】

前記第1の絞り開口状態における前記フォーカスレンズの駆動速度よりも、前記第2の絞り開口状態における前記フォーカスレンズの駆動速度の方が速い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】

前記焦点調節手段の焦点調節にかかる時間に関する情報に基づいて、前記第1の絞り開口状態から前記第2の絞り開口状態へ変更する場合の前記絞りの絞り込み量を算出する算出手段をさらに備え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】

前記焦点調節にかかる時間に関する情報は、前記焦点調節手段による焦点調節可能な最大デフォーカス量の情報、前記焦点調節手段による焦点調節可能な範囲の端までのデフォーカス量の情報、前記フォーカスレンズの駆動速度の情報の少なくとも1つであることを特徴とする請求項6に記載の撮像装置。

【請求項8】

前記第1の絞り開口状態で検出可能なデフォーカス量と前記第2の絞り開口状態で検出可能なデフォーカス量の差が所定値以上であっても、前記焦点調節手段による焦点調節可能な範囲の端までのデフォーカス量が第2の所定値より小さい場合に、前記第2の絞り開口状態へ変更を行わないことを特徴とする請求項2乃至7のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項9】

前記第1の絞り開口状態で検出可能なデフォーカス量と前記第2の絞り開口状態で検出可能なデフォーカス量の差が所定値以上であっても、前記焦点検出手段で用いられる一対の像信号の明暗差が第3の所定値より小さい場合に、前記第2の絞り開口状態への変更を行わない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】

被写体の明るさを測光する測光手段をさらに備え、前記第1の絞り開口状態で検出可能なデフォーカス量と前記第2の絞り開口状態で検出可能なデフォーカス量の差が所定値以上であっても、前記測光手段により被写体の明るさが第4の所定値より暗いと判定された場合に、前記第2の絞り開口状態への変更を行わない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】

動画を撮影中の場合、前記第2の絞り開口状態への変更を行わない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】

前記絞りを前記第2の絞り開口状態から前記第1の絞り開口状態へ戻す動作を行うか否かを判定する判定手段を有することを特徴とする請求項1乃至11のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項13】

前記判定手段は、前記第2の絞り開口状態において、前記焦点検出手段により検出されたデフォーカス量が第5の所定値より小さくなるまで、絞りを前記第2の絞り開口状態から前記第1の絞り開口状態へ戻す動作を行わないことを特徴とする請求項12に記載の撮像装置。

【請求項14】

前記焦点検出の信頼性が第1の所定値より低い場合に、前記フォーカスレンズのサーチ

10

20

30

40

50

駆動を行うか否かを判定する第2の判定手段をさらに備えることを特徴とする請求項2乃至8のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項15】

前記撮像素子は、1つの画素について複数の光電変換部を有することを特徴とする請求項1乃至14のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項16】

前記撮像素子は、光電変換部の一部が遮光された焦点検出専用の画素を有することを特徴とする請求項1乃至14のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項17】

前記第1の絞り開口状態は、開放状態であることを特徴とする請求項1乃至16のいずれか1項に記載の撮像装置。 10

【請求項18】

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、一対の像信号を取得することが可能な撮像素子を備える撮像装置を制御する方法であって、

前記一対の像信号の位相差に基づいて、前記撮影光学系の焦点状態を検出する焦点検出工程と、

焦点検出の信頼度を判定する信頼度判定工程と、

前記撮影光学系の絞りの開口を制御する制御工程と、を有し、

前記制御工程では、前記絞りの開口が第1の絞り開口状態に制御された状態で行われた前記焦点検出の信頼度が閾値よりも低いと前記信頼度判定工程において判定された場合、前記第1の絞り開口状態よりも前記絞りが絞り込まれた第2の絞り開口状態に変更するよう²⁰に制御し、且つ前記第1の絞り開口状態で検出可能なデフォーカス量と前記第2の絞り開口状態で検出可能なデフォーカス量の差が所定値より小さい場合には、前記第2の絞り開口状態に変更しないように制御することを特徴とする撮像装置の制御方法。

【請求項19】

請求項18に記載の制御方法の各工程をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項20】

請求項18に記載の制御方法の各工程をコンピュータに実行させるため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】 30

【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ものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、焦点検出画素を含む撮像素子を用いて、撮像面において位相差検出方式のオートフォーカスを行う撮像装置が知られている。

【0003】

例えば、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通過した光を受光する場合、焦点検出の精度が撮影光学系のピント状態の影響を受けやすい。ピント状態としてボケが大きい場合、すなわち、デフォーカス量が大きい場合は、焦点検出を行う信号の形状が崩れ、検出されるデフォーカス量に含まれる誤差が大きくなる。また、ボケによる影響は、デフォーカス量が大きくなるにつれて大きくなり、焦点検出結果の信頼性が低下する。そのため、信頼性のある焦点検出結果が得られない場合がある。 40

【0004】

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査する、いわゆるサーチ駆動を行うことが知られている。サーチ駆動は、焦点検出可能な被写体を探査でき、焦点調節可能な頻度を高める反 50

面、焦点調節時間が長くなるという課題がある。

【0005】

特許文献1では、焦点検出不能時に、絞りを一時的に絞り込み、その状態で焦点検出を行い、その後絞りを開く駆動を行うことにより、上述のボケの影響を低減している。絞り込み中の焦点検出信号は深度が深くなり、デフォーカス方向を含むデフォーカス情報を検出可能な頻度を高めることができる。これにより、サーチ駆動を行う頻度を低減することにより、焦点調節時間が長くなることを抑制できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第5879762号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1の焦点検出方式においては、絞りがより開いた状態で得られた焦点検出結果の信頼性が低い場合に、常に絞りを絞り込むように構成されており、次のような問題がある。すなわち、絞りが絞り込まれた状態で焦点検出が可能になる保証はなく、絞り込まれた状態でもなお焦点検出ができない場合がある。このような場合には、絞り込みまずにサーチ駆動を開始していた場合に比べて、焦点調節時間が長くなるという問題がある。

20

【0008】

また、特許文献1では、絞り込みを行った状態で得られた焦点検出結果の信頼性が高い場合には、すぐに絞りを撮影絞りに戻すように制御している。その場合に、より開いた絞り状態に戻すことにより、再び焦点検出が不能になったり、焦点調節時間が長くなったりする課題については触れられていない。

【0009】

本発明は上述した課題に鏡みてなされたものであり、その目的は、デフォーカス量が大きい状態でも、高速な焦点調節を可能とする撮像装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

30

本発明に係わる撮像装置は、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、一対の像信号を取得することが可能な撮像素子と、前記一対の像信号の位相差に基づいて、前記撮影光学系の焦点状態を検出する焦点検出手段と、焦点検出の信頼度を判定する信頼度判定手段と、前記撮影光学系の絞りの開口を制御する制御手段と、を備え、前記制御手段は、前記絞りの開口が第1の絞り開口状態に制御された状態で行われた前記焦点検出の信頼度が閾値よりも低いと前記信頼度判定手段により判定された場合、前記第1の絞り開口状態よりも前記絞りが絞り込まれた第2の絞り開口状態に変更するように制御し、且つ前記第1の絞り開口状態で検出可能なデフォーカス量と前記第2の絞り開口状態で検出可能なデフォーカス量の差が所定値より小さい場合には、前記第2の絞り開口状態に変更しないように制御することを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、デフォーカス量が大きい状態でも、高速な焦点調節を可能とする撮像装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の一実施形態に係わる撮像装置の構成を示すブロック図。

【図2A】撮像素子の画素の回路図。

【図2B】撮像素子の画素配列を示す図。

【図2C】撮像素子の構成を示す図。

50

【図3A】撮影光学系の射出瞳面と撮像素子の光電変換部との共役関係の説明図。

【図3B】撮影光学系の射出瞳面と撮像素子の光電変換部との共役関係の説明図。

【図4】撮影範囲内における焦点検出領域を示す図。

【図5】焦点検出領域内での焦点検出信号を示す図。

【図6】カメラの焦点調節および撮影動作を示すフローチャート。

【図7】焦点調節のサブルーチンを示すフローチャート。

【図8】撮影のサブルーチンを示すフローチャート。

【図9】絞込み要否判定のサブルーチンを示すフローチャート。

【図10】絞込み量の算出のサブルーチンを示すフローチャート。

【図11】絞り開放判定のサブルーチンを示すフローチャート。 10

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の一実施形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

【0014】

図1は、複数の撮影レンズを交換可能なカメラとその撮影レンズからなるカメラシステムであって焦点調節装置を有する撮像装置の構成を示す図である。図1において、本実施形態の焦点調節装置を含むカメラシステムはカメラ100とこれに交換可能に装着される撮影レンズ300とを備えて構成される。初めに、カメラ100の構成について説明する。

【0015】 20

カメラ100は、複数種類の撮影レンズ300が存在するカメラシステムに対応しており、同一種類のレンズでも製造番号が異なるものが装着可能である。更には、焦点距離や開放F値が異なる撮影レンズ300若しくはズーム機能を備える撮影レンズ300なども装着可能で、同種、異種の撮影レンズにかかわらず交換可能な構成を有する。

【0016】

このカメラ100において、撮影レンズ300を通過した光束は、カメラマウント106を通過し、メインミラー130により上方へ反射されて光学ファインダ104に入射する。光学ファインダ104により、撮影者は被写体を光学像として観察しながら撮影できる。光学ファインダ104内には、表示部54の一部の機能、例えば、合焦表示、手振れ警告表示、絞り値表示、露出補正表示等が設置されている。 30

【0017】

メインミラー130は半透過性のハーフミラーで構成され、メインミラー130に入射する光束のうち一部はこのハーフミラー部を通過しサブミラー131で下方へ反射されて焦点検出装置105へ入射する。焦点検出装置105は、2次結像光学系からなる位相差検出方式AF機構を採用しており、得られた光学像を電気信号に変換しAF部(オートフォーカス部)42へ送る。AF部42では、この電気信号から位相差検出演算を行う。この演算結果に基づき、システム制御回路50が、撮影レンズ300のフォーカス制御部342(後述する)に対して、焦点調節処理などの制御を行う。本実施形態では、焦点検出結果の補正もAF部42で行う。AF部42は、焦点検出手段として働く。

【0018】 40

一方、撮影レンズ300の焦点調節処理が終了し静止画撮影、電子ファインダ表示、動画撮影を行う場合には、不図示のクイックリターン機構によりメインミラー130とサブミラー131を撮影光束外に退避させる。こうして、撮影レンズ300を通過した光束は、露光量を制御するためのシャッター12を介して、光学像を電気信号に変換する撮像素子14に入射する。これらの撮影動作終了後には、メインミラー130とサブミラー131は図示される様な位置に戻る。

【0019】

撮像素子14によって光電変換された電気信号はA/D変換器16へ送られ、アナログ信号出力がデジタル信号(画像データ)に変換される。タイミング発生回路18は、撮像素子14、A/D変換器16、D/A変換器26にクロック信号や制御信号を供給する。 50

タイミング発生回路 18 は、メモリ制御回路 22 及びシステム制御回路 50 により制御される。画像処理回路 20 は、A/D 変換器 16 からの画像データ或いはメモリ制御回路 22 からの画像データに対して所定の画素補間処理や色変換処理を行う。画像処理回路 20 は、画像データを用いて所定の演算処理を行う。

【0020】

撮像素子 14 は焦点検出装置の一部を有し、クイックリターン機構によりメインミラー 130 とサブミラー 131 が撮影光束外に退避した状態においても位相差検出方式 AF を行うことができる。得られた画像データのうち、焦点検出に対応する画像データは、画像処理部 20 で焦点検出用画像データに変換される。その後、システム制御回路 50 を介して AF 部 42 へ送られ、焦点調節装置により撮影レンズ 300 の焦点合わせが行われる。
なお、画像処理回路 20 による撮像素子 14 の画像データを演算した演算結果に基づき、システム制御回路 50 が、撮影レンズ 300 のフォーカス制御部 342 に対して焦点合わせを行う所謂コントラスト方式 AF も可能な構成となっている。こうして、電子ファインダ観察時や動画撮影時では、メインミラー 130 とサブミラー 131 が撮影光束外に退避するが、撮像素子 14 による位相差検出方式 AF とコントラスト方式 AF の両者が可能となっている。特に、位相差検出方式 AF が可能であるため高速な焦点合わせが可能である。

【0021】

この様に、本実施形態のカメラ 100 は、メインミラー 130 とサブミラー 131 が撮影光路内にある通常の静止画撮影では、焦点検出装置 105 による位相差検出方式 AF を用いる。また、メインミラー 130 とサブミラー 131 が撮影光束外へ退避する電子ファインダ観察時や動画撮影時では、撮像素子 14 による位相差検出方式 AF とコントラスト方式 AF を用いる構成となっている。従って、静止画撮影、電子ファインダ、動画撮影のどの動作においても焦点調節が可能である。

【0022】

メモリ制御回路 22 は、A/D 変換器 16、タイミング発生回路 18、画像処理回路 20、画像表示メモリ 24、D/A 変換器 26、メモリ 30、圧縮伸長回路 32 を制御する。そして、A/D 変換器 16 のデータが画像処理回路 20、メモリ制御回路 22 を介して、或いは A/D 変換器 16 のデータが直接メモリ制御回路 22 を介して、画像表示メモリ 24 或いはメモリ 30 に書き込まれる。画像表示部 28 は液晶モニタ等から構成され、画像表示メモリ 24 に書き込まれた表示用の画像データを、D/A 変換器 26 を介して画像表示部 28 により表示する。画像表示部 28 を用いて撮像した画像データを逐次表示することにより、電子ファインダ機能を実現できる。画像表示部 28 は、システム制御回路 50 の指示により表示を ON/OFF することが可能であり、表示を OFF にした場合にはカメラ 100 の電力消費を大幅に低減できる。

【0023】

また、メモリ 30 は、撮影した静止画像や動画像を記憶するためのものであり、所定枚数の静止画像や所定時間の動画像を記憶するのに十分な記憶容量を備えている。これにより、連射撮影やパノラマ撮影の場合にも、高速かつ大量の画像書き込みをメモリ 30 に対して行うことができる。また、メモリ 30 はシステム制御回路 50 の作業領域としても使用できる。圧縮伸長回路 32 は、適応離散コサイン変換 (ADCT) 等により画像データを圧縮伸長する機能を有し、メモリ 30 に記憶された画像を読み込んで圧縮処理或いは伸長処理を行い、処理を終えた画像データをメモリ 30 に書き込む。

【0024】

シャッター制御部 36 は、測光部 46 からの測光情報に基づいて、撮影レンズ 300 側の絞り 312 を制御する絞り制御部 344 と連携しながら、シャッター 12 を制御する。インターフェース部 38 とコネクタ 122 は、カメラ 100 と撮影レンズ 300 との間で制御信号、状態信号、データ信号等を伝え合うと共に、各種電圧の電流を供給する機能も備えている。また、電気通信のみならず、光通信、音声通信等を伝達する構成としてもよい。測光部 46 は、

A E 処理を行う。撮影レンズ 3 0 0 を通過した光束を、カメラマウント 1 0 6 、ミラー 1 3 0 、そして不図示の測光用レンズを介して、測光部 4 6 に入射させることにより、画像の露出状態を測定できる。また、測光部 4 6 は、フラッシュ 4 8 と連携することで調光処理機能も有する。なお、画像処理回路 2 0 による撮像素子 1 4 の画像データを演算した演算結果に基づき、システム制御回路 5 0 が、シャッター制御部 3 6 と撮影レンズ 3 0 0 の絞り制御部 3 4 4 に対して A E 制御を行うことも可能である。フラッシュ 4 8 は、A F 補助光の投光機能、フラッシュ調光機能も有する。

【 0 0 2 5 】

システム制御回路 5 0 はカメラ 1 0 0 の全体を制御し、メモリ 5 2 はシステム制御回路 5 0 の動作用の定数、変数、プログラム等を記憶する。表示部 5 4 はシステム制御回路 5 0 でのプログラムの実行に応じて、文字、画像、音声等を用いて動作状態やメッセージ等を表示する液晶表示装置である。カメラ 1 0 0 の操作部近辺の視認し易い位置に単数或いは複数設置され、例えば L C D や L E D 等の組み合わせにより構成される。表示部 5 4 の表示内容のうち、L C D 等に表示するものとしては、記録枚数や残撮影可能枚数等の撮影枚数に関する情報や、シャッタースピード、絞り値、露出補正、フラッシュ等の撮影条件に関する情報等がある。その他、電池残量や日付・時刻等も表示される。また、表示部 5 4 は、前述した様にその一部の機能が光学ファインダ 1 0 4 内に設置されている。

【 0 0 2 6 】

不揮発性メモリ 5 6 は、電気的に消去・記録可能なメモリであり、例えば E E P R O M 等が用いられる。6 0 , 6 2 , 6 4 , 6 6 , 6 8 , 7 0 は、システム制御回路 5 0 に各種の動作指示を入力するための操作部であり、スイッチやダイアル、タッチパネル、視線検知によるポインティング、音声認識装置等の単数或いは複数の組み合わせで構成される。

【 0 0 2 7 】

モードダイアルスイッチ 6 0 は、電源オフ、オート撮影モード、マニュアル撮影モード、再生モード、P C 接続モード等の各機能モードを切り替え設定できる。シャッタースイッチ S W 1 (6 2) は、不図示のシャッター ボタンが半押しされると O N となり、A F 処理、A E 処理、A W B 処理、E F 処理等の動作開始を指示する。シャッタースイッチ S W 2 (6 4) は、シャッター ボタンが全押しされると O N となり、撮影に関する一連の処理の動作開始を指示する。撮影に関する処理とは、露光処理、現像処理及び記録処理等のことである。露光処理では、撮像素子 1 4 から読み出した信号を A / D 変換器 1 6 、メモリ制御回路 2 2 を介してメモリ 3 0 に画像データとして書き込む。現像処理では、画像処理回路 2 0 やメモリ制御回路 2 2 での演算を用いた現像を行う。記録処理では、メモリ 3 0 から画像データを読み出し、圧縮・伸長回路 3 2 で圧縮を行い、記録媒体 1 5 0 或いは 1 6 0 に画像データとして書き込む。

【 0 0 2 8 】

画像表示 O N / O F F スイッチ 6 6 は、画像表示部 2 8 の O N / O F F を設定できる。この機能により、光学ファインダ 1 0 4 を用いて撮影を行う際に、液晶モニタ等から成る画像表示部 2 8 への電流供給を遮断することにより、省電力を図ることができる。クイックレビュー O N / O F F スイッチ 6 8 は、撮影直後に撮影した画像データを自動再生するクイックレビュー機能の O N / O F F を設定する。操作部 7 0 は、各種ボタンやタッチパネル等からなる。各種ボタンには、メニュー ボタン、フラッシュ設定 ボタン、単写 / 連写 / セルフタイマー切り替え ボタン、露出補正 ボタン等がある。

【 0 0 2 9 】

電源制御部 8 0 は、電池検出回路、D C / D C コンバータ、通電するブロックを切り替えるスイッチ回路等により構成されている。電池の装着の有無、電池の種類、電池残量の検出を行い、検出結果及びシステム制御回路 5 0 の指示に基づいて D C / D C コンバータを制御し、必要な電圧を必要な期間、記録媒体を含む各部へ供給する。コネクタ 8 2 及び 8 4 は、アルカリ電池やリチウム電池等の一次電池、N i C d 電池やN i M H 電池やリチウムイオン電池等の二次電池、A C アダプタ等からなる電源部 8 6 をカメラ 1 0 0 と接続する。

10

20

30

40

50

【0030】

インターフェース90及び94は、メモリカードやハードディスク等の記録媒体との接続機能を有し、コネクタ92及び96は、メモリカードやハードディスク等の記録媒体と物理的接続を行う。記録媒体着脱検知部98は、コネクタ92または96に記録媒体が装着されているかどうかを検知する。なお、本実施形態では、記録媒体を取り付けるインターフェース及びコネクタを2系統持つものとして説明しているが、インターフェース及びコネクタは、単数或いは複数、いずれの系統数を備える構成としても構わない。また、異なる規格のインターフェース及びコネクタを組み合わせて備える構成としても構わない。更に、インターフェース及びコネクタにLANカード等の各種通信カードを接続することで、コンピュータやプリンタ等の他の周辺機器との間で画像データや画像データに付属した管理情報を転送し合うことができる。

10

【0031】

通信部110は、有線通信、無線通信等の各種通信機能を有する。コネクタ112は、通信部110によりカメラ100を他の機器と接続し、無線通信の場合はアンテナである。記録媒体150及び160は、メモリカードやハードディスク等である。記録媒体150及び160は、半導体メモリや磁気ディスク等から構成される記録部152、162、カメラ100とのインターフェース154、164、カメラ100と接続を行うコネクタ156、166を備えている。

20

【0032】

次に、撮影レンズ300について説明する。撮影レンズ300は、カメラ100に着脱可能に構成される。レンズマウント306は、撮影レンズ300をカメラ100と機械的に結合し、カメラマウント106を介してカメラ100に交換可能に取り付けられる。カメラマウント106及びレンズマウント306内には、撮影レンズ300をカメラ100と電気的に接続するコネクタ122及びコネクタ322の機能が含まれている。レンズ311には被写体の焦点合わせを行うフォーカスレンズが含まれ、絞り312は撮影光束の光量を制御する。

【0033】

コネクタ322及びインターフェース338は、撮影レンズ300をカメラ100のコネクタ122と電気的に接続する。そして、コネクタ322は、カメラ100と撮影レンズ300との間で制御信号、状態信号、データ信号等を伝え合うと共に、各種電圧の電流を供給される機能も備えている。コネクタ322は電気通信のみならず、光通信、音声通信等を伝達する構成としてもよい。ズーム制御部340はレンズ311のズーミングを制御し、フォーカス制御部342はレンズ311のフォーカスレンズの動作を制御する。フォーカス制御部342とレンズ311は、焦点調節手段を構成している。撮影レンズ300がズーム機能のない単焦点レンズタイプであればズーム制御部340はなくてもよい。絞り制御部344は、測光部46からの測光情報に基づいて、シャッター12を制御するシャッター制御部36と連携しながら、絞り312を制御する。絞り制御部344と絞り312は、絞り開口調節手段を構成している。

30

【0034】

レンズシステム制御回路346は撮影レンズ300全体を制御する。そして、レンズシステム制御回路346は、撮影レンズの動作用の定数、変数、プログラム等を記憶するメモリの機能を備えている。不揮発性メモリ348は、撮影レンズ固有の番号等の識別情報、管理情報、開放絞り値や最小絞り値、焦点距離等の機能情報、現在や過去の各設定値などを記憶する。本実施形態においては、撮影レンズ300の状態に応じたレンズ枠情報も記憶されている。このレンズ枠情報は、撮影レンズ300を通過する光束を決定する枠開口の撮像素子14からの距離と枠開口の半径の情報である。絞り312は、撮影レンズを通過する光束を決定する枠に含まれ、他にもレンズを保持するレンズ枠部品の開口などが枠に該当する。また、撮影レンズを通過する光束を決定する枠は、レンズ311のフォーカス位置やズーム位置によって異なるため、レンズ311のフォーカス位置やズーム位置に対応して複数用意されている。そして、カメラ100が、焦点検出手段を用いて焦点検

40

50

出を行う際には、レンズ311のフォーカス位置とズーム位置に対応した最適なレンズ枠情報が選択され、カメラ100にコネクタ322を通じて送られる構成となっている。

【0035】

以上が、カメラ100と撮影レンズ300からなるカメラシステムの構成である。次に、撮像素子14からなる焦点検出装置について詳細を説明する。この焦点検出装置は焦点検出装置105と同様に位相差検出方式A/Fを採用している。その構成について説明する。

【0036】

図1に示す撮像素子14の構成を図2A～2Cを用いてより詳細に説明する。図2Aは、撮像素子14内の画素200の構成を示す回路図である。1つの画素200は、2つのフォトダイオード(PD)201a, 201b、2つの転送スイッチ202a, 202b、フローティングディフュージョン領域203、増幅部204、リセットスイッチ205、選択スイッチ206を有する。なお、各スイッチはMOSトランジスタ等により構成され得る。以下の説明では各スイッチは一例としてN型のMOSトランジスタであるものとするが、各スイッチはP型のMOSトランジスタであってもよく、その他のスイッチング素子であってもよい。

10

【0037】

このように、本実施形態における撮像素子14は、1つの画素200内に、2つのフォトダイオードを有する。ただし、各画素200に設けられるフォトダイオードの個数は図2Aに示される2つに限定されず、3つ以上(例えば、4つ)設けられてもよい。本実施形態においてフォトダイオード201a, 201bは、後述するように、焦点検出画素として機能するとともに、撮像画素としても機能する。

20

【0038】

フォトダイオード201a, 201bは、図2Bに示す同一のマイクロレンズ236を通過した光を受光し、光電変換によりその受光量に応じた信号電荷を生成する光電変換部として機能する。フォトダイオード201aにより得られる信号をA信号、フォトダイオード201bにより得られる信号をB信号と呼ぶ。

【0039】

転送スイッチ202aはフォトダイオード201aとフローティングディフュージョン領域203との間に接続され、転送スイッチ202bはフォトダイオード201bとフローティングディフュージョン領域203との間に接続される。転送スイッチ202a, 202bは、それぞれフォトダイオード201a, 201bで発生した電荷を共通のフローティングディフュージョン領域203に転送する素子である。転送スイッチ202a, 202bは、それぞれ制御信号TX_A, TX_Bによって制御される。

30

【0040】

フローティングディフュージョン領域203は、フォトダイオード201a, 201bから転送された電荷を一時的に保持するとともに、保持した電荷を電圧信号に変換する電荷電圧変換部として機能する。

【0041】

増幅部204は、ソースフォロワMOSトランジスタである。増幅部204のゲートは、フローティングディフュージョン領域203に接続され、増幅部204のドレインは電源電位VDDを供給する共通電源208に接続される。増幅部204は、フローティングディフュージョン領域203に保持された電荷に基づく電圧信号を増幅して、画像信号として出力する。

40

【0042】

リセットスイッチ205は、フローティングディフュージョン領域203と共に電源208との間に接続される。リセットスイッチ205は、制御信号RESによって制御され、フローティングディフュージョン領域203の電位を電源電位VDDにリセットする機能を有する。

【0043】

50

選択スイッチ 206 は、増幅部 204 のソースと垂直出力線 207 の間に接続される。選択スイッチ 206 は、制御信号 S E L によって制御され、増幅部 204 で増幅された画像信号を垂直出力線 207 に出力する。

【 0044 】

図 2C は、撮像素子 14 の構成を示す図である。撮像素子 14 は、画素アレイ 234、垂直走査回路 209、電流源負荷 210、読み出し回路 235、共通出力線 228, 229、水平走査回路 232、データ出力部 233 を有する。

【 0045 】

画素アレイ 234 は、行列状に配置された複数の画素 200 を有する。図 2C には説明を簡略化するために、水平方向に n 画素、垂直方向に 4 画素を示しているが、画素 200 の行数及び列数は任意である。また、各画素 200 には複数色のカラーフィルタのうちいずれか 1 つが設けられている。図 2C に示す例では、カラーフィルタの色は赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B) とする。これらの各画素 200 はベイヤー配列に従って配置される。また、本実施形態における撮像素子 14 は画素アレイ 234 の一部が遮光層で遮光された領域 (O B) を持つ。

【 0046 】

垂直走査回路 209 は、行ごとに設けられた駆動信号線 208 を介して、各行の画素 200 に制御信号を出力する。なお、図 2C では、駆動信号線 208 は、簡略化のため行ごとに 1 本ずつ図示されているが、実際には行ごとに複数の駆動信号線が接続される。

【 0047 】

同じ列の画素 200 は列ごとに設けられた垂直出力線 207 に共通接続される。各画素 200 から出力される信号は、この垂直出力線 207 を介して読み出し回路 235 に入力され、読み出し回路 235 で処理される。電流源負荷 210 は各列の垂直出力線 207 に接続される。

【 0048 】

水平走査回路 232 は、制御信号 h s r (0) ~ h s r (n - 1) を出力することにより、複数の読み出し回路 235 の中から信号を出力させる列を順次選択する。選択された列の読み出し回路 235 は、共通出力線 228, 229 を介してデータ出力部 233 に処理した信号を出力する。

【 0049 】

次に、読み出し回路 235 の具体的な回路構成について説明する。読み出し回路 235 は、クランプ容量 211、フィードバック容量 214 ~ 216、オペアンプ 213、基準電圧源 212、スイッチ 217 ~ 220 を有する。また、比較器 221、L a t c h _ N 222、L a t c h _ S 223、スイッチ 226, 227 を有する。

【 0050 】

垂直出力線 207 により読み出し回路 235 に入力される信号はクランプ容量 211 を介してオペアンプ 213 の反転入力端子に入力される。オペアンプ 213 の非反転入力端子には、基準電圧源 212 から基準電圧 V r e f が供給される。フィードバック容量 214 ~ 216 はオペアンプ 213 の反転入力端子と出力端子の間に接続される。スイッチ 217 もオペアンプ 213 の反転入力端子と出力端子の間に接続され、フィードバック容量 214 ~ 216 の両端をショートさせる機能を有する。スイッチ 217 は制御信号 R E S _ C により制御される。また、スイッチ 218 ~ 220 は制御信号 G A I N 0 ~ 2 で制御される。

【 0051 】

比較器 221 にはオペアンプ 213 の出力信号と、ランプ信号発生器 230 から出力されるランプ信号 224 が入力される。L a t c h _ N 222 はノイズレベル (N 信号) を保持するための記憶素子であり、L a t c h _ S は A 信号および A 信号と B 信号が加算された A B 信号の信号レベル (S 信号) を保持するための記憶素子である。L a t c h _ N 222 と L a t c h _ S 223 は、それぞれ制御信号 L A T E N _ N, L A T E N _ S で制御され、比較器 221 の出力信号と、カウンタ 231 から出力されるカウンタ値 225

10

20

30

40

50

とが入力される。Latch_N222とLatch_S223の出力端子はスイッチ226, 227を介してそれぞれ共通出力線228, 229に接続される。共通出力線228, 229はデータ出力部233に接続される。

【0052】

スイッチ226, 227は水平走査回路232からの制御信号hsr(h)信号で制御される。ここで、hは制御信号線が接続されている読み出し回路235の列番号を示す。Latch_N222とLatch_S223に保持された信号は、共通出力線238, 229、データ出力部233を介して外部へ出力される。この動作を水平転送と呼ぶ。

【0053】

なお、本実施形態の撮像素子は以下の2種類の読み出しモードを有する。第1の読み出しモードは全画素読み出しモードと称するもので、高精細静止画を撮像するためのモードである。この場合は、全画素の信号が読み出される。

【0054】

第2の読み出しモードは間引き読み出しモードと称するもので、動画記録、もしくはプレビュー画像の表示のみを行なうためのモードである。この場合に必要な画素数は全画素数よりも少ないため、画素群はX方向及びY方向ともに所定比率に間引いた画素のみ読み出される。また、高速に読み出す必要がある場合にも、同様に間引き読み出しモードを用いる。X方向に間引く際には、信号の加算を行いS/Nの改善を図り、Y方向に対する間引きは、間引かれる行の信号出力を無視する。

【0055】

図3A、図3Bは、本実施形態の撮像装置において、撮影光学系の射出瞳面と、像高ゼロすなわち像面中央近傍に配置された撮像素子の光電変換部の共役関係を説明する図である。撮像素子内の光電変換部と撮影光学系の射出瞳面は、オンチップマイクロレンズによって共役関係となるように設計される。そして撮影光学系の射出瞳は、一般的に光量調節用の虹彩絞りが置かれる面とほぼ一致する。一方、本実施形態の撮影光学系は変倍機能を有したズームレンズであるが、光学タイプによっては変倍操作を行なうと、射出瞳の像面からの距離や大きさが変化する。図3Aにおける撮影光学系は、焦点距離が広角端と望遠端の中間、すなわちMidleの状態を示している。これを標準的な射出瞳距離Zepと仮定して、オンチップマイクロレンズの形状や、像高(X、Y座標)に応じた偏心パラメータの最適設計がなされる。

【0056】

図3Aにおいて、101はレンズ311を構成する第1レンズ群、101bは第1レンズ群を保持する鏡筒部材、105はレンズ311を構成する第3レンズ群、105bは第3レンズ群を保持する鏡筒部材である。312は絞りで、312aは絞り開放時の開口径を規定する開口板、312bは絞り込み時の開口径を調節するための絞り羽根である。なお、撮影光学系を通過する光束の制限部材として作用する101b, 312a, 312b, 105bは、像面から観察した場合の光学的な虚像を示している。また、絞り312の近傍における合成開口をレンズの射出瞳と定義し、前述したように像面からの距離をZepとしている。

【0057】

被写体像を光電変換するための画素2110は、像面中央近傍に配置されており、本実施形態では、中央画素と呼ぶ。中央画素2110は、最下層より、光電変換部201a, 201b、配線層2110e~2110g、カラーフィルタ2110h、オンチップマイクロレンズ236の各部材で構成される。そして2つの光電変換部はオンチップマイクロレンズ236によって撮影光学系の射出瞳面に投影される。また別の言い方をすれば、撮影光学系の射出瞳が、オンチップマイクロレンズ236を介して、光電変換部の表面に投影されることになる。

【0058】

図3Bは、撮影光学系の射出瞳面上における、光電変換部の投影像を示した図で、光電変換部201a及び201bに対する投影像は各々EP1a及びEP1bとなる。また本

10

20

30

40

50

実施形態では、撮像素子は、2つの光電変換部201aと201bのいずれか一方の出力と、両方の和の出力を得ることができる画素を有している。両方の和の出力は、撮影光学系のほぼ全瞳領域である投影像EP1a, EP1bの両方の領域を通過した光束を光電変換したものである。投影像EP1aを第1の瞳領域と呼び、投影像EP1bを第2の瞳領域と呼ぶ。

【0059】

図3Aで、撮影光学系を通過する光束の最外部をLで示すと、光束Lは、絞りの開口板312aで規制されており、投影像EP1a及びEP1bは撮影光学系でケラレがほぼ発生していない。図3Bでは、図3Aの光束Lを、TLで示している。TLで示す円の内部に、光電変換部の投影像EP1a, EP1bの大部分が含まれていることからも、ケラレがほぼ発生していないことがわかる。光束Lは、絞りの開口板312aでのみ制限されているため、TLは、312aと言い換えることができる。この際、像面中央では各投影像EP1a, EP1bのけられ状態は光軸に対して対称となり、各光電変換部201a及び201bが受光する光量は等しい。

【0060】

以上図2A～図3Bを用いて説明した様に、撮像素子14は撮像のみの機能だけではなく焦点検出装置としての機能も有している。また、焦点検出方法としては、射出瞳を分割した光束を受光する焦点検出用画素を備えているため、位相差検出方式AFを行うことが可能である。

【0061】

図4は、撮影範囲400内における焦点検出領域401を示す図で、この3つの焦点検出領域内で撮像素子14による位相差検出方式AFが行われる。焦点検出領域401内では、撮影範囲400内の水平方向のコントラスト差を用いて位相差検出を行う。

【0062】

なお本実施形態では、撮像素子14の1画素が、複数の光電変換部を持つように説明したが、焦点検出画素の実現方法はこれに限定されるものではない。例えば、撮像素子14の画素が、互いに異なる一部を遮光された光電変換部を持ち、焦点検出専用の画素として配置されるように構成してもよい。

【0063】

図5は、本実施形態における一対の焦点検出信号の例を示す図である。一対の焦点検出信号430a, 430bは、撮像素子14から得られた画素信号(A信号、B信号)に対して、画像処理回路20による各種の画像処理(補正)が施された信号である。一対の焦点検出信号430a, 430bは、AF部42へ送られる。

【0064】

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、撮影レンズ300の焦点が撮像素子14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430aは左側にずれ、焦点検出信号430bは右側にずれている。AF部42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、撮影光学系のピント状態を示すデフォーカス量を求めることができる。

【0065】

システム制御回路50は、レンズシステム制御回路346から送信されたレンズ311内のフォーカスレンズの位置情報およびAF部42から得られるデフォーカス量に基づいて、フォーカスレンズの駆動量を算出する。その後、システム制御回路50は、レンズ311内のフォーカスレンズの位置情報に基づいて、レンズシステム制御回路346及びフォーカス制御部342に対して、フォーカスレンズを駆動るべき位置情報を送信する。これにより、焦点調節を行うことが可能となる。

【0066】

次に、図6は、本実施形態におけるカメラ100の動作を示すフローチャートであり、カメラ100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6の各

10

20

30

40

50

ステップは、主にシステム制御回路 50 の指令に基づいて実行される。

【0067】

図6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、システム制御回路50は、撮像素子14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、システム制御回路50は、ステップS1において得られた撮像データから、画像データ（画像信号）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、本実施形態の撮像素子14は、1つの画素から、画像信号のデータに加えて、焦点検出信号のデータを取得可能である。

【0068】

続いてステップS3において、システム制御回路50は、ステップS2において得られた画像データに基づいて、プレビュー画像を画像表示部28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を決定する。ここで行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、所定の時間間隔で更新される。例えば、33.3ms(30fps)や16.6ms(60fps)の時間間隔で更新される。

【0069】

続いてステップS4において、システム制御回路50(AF部42)は、図4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AF部42は、図5に示されるような焦点検出信号のずれ量に基づいて、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。

10

20

【0070】

続いてステップS5において、システム制御回路50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。操作部70の一つであるシャッタースイッチ（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、シャッタースイッチの1段階目のオンで検出可能に構成されている。ステップS5においてスイッチ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、システム制御回路50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。

【0071】

30

一方、ステップS5においてスイッチ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、システム制御回路50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において得られた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、システム制御回路50が焦点検出領域を自動的に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、システム制御回路50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。

【0072】

40

次にステップS7において、システム制御回路50(AF部42)は、焦点調節処理を行う。ステップS7の焦点調節処理の詳細については後述する。ステップS7の焦点調節処理が終了すると、ステップS8に進む。

【0073】

ステップS8において、システム制御回路50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。操作部70の一つであるシャッタースイッチは、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、シャッタースイッチの2段階目のオンで検出可能に構成されている。ステップS8においてスイッチ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S8において撮影待機状態を維持する。一方、ステップS8においてスイッ

50

チ SW2 のオンが検出されると、ステップ S 9 に進む。ステップ S 9 において、システム制御回路 50 は、撮影サブルーチンを実行する。ステップ S 9 の撮影サブルーチンの詳細については後述する。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 9 において撮影サブルーチンが終了すると、ステップ S 10 に進む。ステップ S 10 において、システム制御回路 50 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 S 2 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。

【 0 0 7 5 】

次に、図 7 を参照して、図 6 のステップ S 7 の焦点調節処理について説明する。図 7 は 10
、焦点調節処理を示すフローチャートである。図 7 の各ステップは、主にシステム制御回路 50 の指令に基づいて実行される。

【 0 0 7 6 】

焦点調節処理が開始されると、ステップ S 201 において、システム制御回路 50 は、事前に行われた焦点検出結果の取得を行う。図 6 のステップ S 4 及び S 6 で設定された焦点検出領域のデフォーカス量を取得する。また、得られたデフォーカス量の信頼性が高いか否かも同時に判定する。信頼性の判定は、信頼性判定手段としてのシステム制御回路 50 が行う。具体的には、信頼性の判定として、周知の相関量の極小値の大きさと極小値近傍の相関量の差分の大きさを用いた判定などを行う。

【 0 0 7 7 】

相関量とは、1 対の焦点検出信号の領域ごとの相関度合いを示すもので、相関が高いほど小さい値を示す。そのため、相関量 COR の極小値の大きさについては、極小値が小さければ小さいほど信頼性が高いと判定する。理想的には、相関量 COR の極小値は、1 対の焦点検出信号が完全に同一形状である場合に 0 となる。しかしながら、1 対の焦点検出信号は、被写体からの光の拡散特性や光量調整誤差や画素ごとに個別に生じるノイズの影響などにより、形状が異なる。そのため、相関量 COR の極小値は、正の値となるのが一般的である。一方で、1 対の焦点検出信号の形状が異なれば異なるほど、極小値の検出精度が悪化し、結果的に焦点検出精度が悪化する。ここで行う信頼性判定では、1 つの方法として、閾値 Th r 1 よりも相関量 COR の極小値が小さければ、信頼性が高いと判定する。

【 0 0 7 8 】

また、相関量が極小値を示す領域近傍で得られた相関量の差分 D COR を用いた信頼性判定を行う。相関量の差分 D COR は、大きければ大きいほど、シフト量を高精度に算出することができる。これは、相関量が誤差によりばらついた場合でも、相関量の差分が大きければ、シフト量の検出に与える影響が小さいためである。このことから、閾値 Th r 2 より相関量の差分 D COR が大きい場合に、信頼性が高いと判定することができる。

【 0 0 7 9 】

次に、ステップ S 202 において、信頼性の高いデフォーカス量が検出できているか否かを判定する。信頼性の高いデフォーカス量が検出できている場合には、ステップ S 203 に進み、検出されたデフォーカス量が所定の閾値以下で、合焦状態にあるか否かを判定する。合焦状態ではないと判定された場合、ステップ S 203 で No となり、ステップ S 204 に進み、検出されたデフォーカス量に基づくフォーカスレンズの駆動を行う。

【 0 0 8 0 】

ステップ S 203 で、検出されたデフォーカス量が所定の閾値以下で、合焦状態にあると判定された場合 (S 203 で Yes) には、ステップ S 205 に進み、画像表示部 28 に、合焦表示を行う。例えば、焦点検出領域と対応した枠を、緑の色で表示したり、音を出力したりする。

【 0 0 8 1 】

一方で、ステップ S 202 で、信頼性の高いデフォーカス量が検出できていない場合、ステップ S 206 に進み、絞り状態変更要否判定手段であるシステム制御回路 50 は、絞

10

20

30

40

50

り込み要否判定を行う。本実施形態では、開放絞り状態（第1の絞り開口状態）で信頼性の高いデフォーカス量が検出できない場合に、絞り込みを行い第2の絞り開口状態へ移行する。これにより、検出可能なデフォーカス範囲を拡大し、誤った方向へのレンズ駆動の頻度を低減し、高速な焦点調節を実現する。但し、絞り込みを行い第2の絞り開口状態でもなお、焦点検出が不可能な場合には、絞り込みに要した時間分、焦点調節の応答性を損ねる。ステップS202では、不要な絞込みの頻度を低減するために、絞り込みの要否を判定する。詳細は後述する。

【0082】

絞り込みの要否判定を終えると、ステップS207に進み、絞り込み量の算出を行う。
上述の通り絞込みには一定の時間が必要となるため、必要最低限の絞り込み量を検出し、
駆動を行うことで、絞り込みによる焦点調節の応答性低下を最低限にすることができる。
本実施形態では、ステップS207で最適な絞込み量の算出を行う。ステップS206で
絞込み不要と判定されている場合に、ステップS207はスキップしても構わない。

10

【0083】

次に、ステップS208において、ステップS206での判定結果に基づいて、絞りを
絞るか否かの判定を行う。絞りを絞り込む場合（S208でYes）、ステップS209
に進み、ステップS207で算出された絞り込み量に基づき、絞りを駆動する。その後、
ステップS210に進み、焦点検出処理を行う。ここで行う処理は、図6のステップS4
で行われる処理と同様である。また、焦点検出の信頼性も同時に判定する。

【0084】

ステップS210の焦点検出処理を終えると、ステップS211に進み、信頼性の高い
デフォーカス量が得られたか否かを判定する。信頼性の高いデフォーカス量が得られた場合
(S211でYes)には、ステップS212に進み絞り開放判定を行う。絞り込み時
(第2の絞り開口状態)には、絞り開放時(第1の絞り開口状態)に比べて、検出可能な
デフォーカス量が大きいため、より速くフォーカスレンズを駆動しても合焦位置を通り過ぎる懸念が少ない。ステップS212では、検出されるデフォーカス量が、所定の閾値以下
になるまでは、絞り込みを行った状態(第2の絞り開口状態)でレンズ駆動を行うため
、絞りを開放状態にするべきか否かの判定を行う。

20

【0085】

ステップS213では、ステップS212の判定結果に基づいて、絞りを開くか否かを
判定する。絞りを開く場合には、ステップS214に進み、絞りを開放状態(第1の絞り
開口状態)に駆動する。その後、ステップS215に進み、図6のステップS4と同様に
焦点検出処理を行う。ステップS215で焦点検出処理を終えると、ステップS203以
降の処理を、上述した場合と同様に行う。

30

【0086】

一方で、ステップS213で絞りを開かないと判定された場合には、ステップS216
に進み、ステップS210で検出されたデフォーカス量に基づき、フォーカスレンズの駆
動を行う。ステップS216を終えると、ステップS210に戻り、引き続き第2の絞り
開口状態での焦点検出処理を行う。

【0087】

ステップS210で信頼性の高いデフォーカス量が得られなかった場合には、ステップ
S211でNoとなり、ステップS217に進む。ステップS217では、非合焦と判定
する前に、サーチ駆動が必要か否かを判定する。本実施形態では、第1の絞り開口状態と
第2の絞り開口状態の両方で、焦点検出を行っている。焦点検出時に得られる信号や評価
値から、サーチ駆動を行っても合焦状態に移行できる可能性が少ないと判定できる場合
がある。例えば、絞り込み前後で焦点検出信号の明暗差(コントラスト)が変わらない場合
などは、サーチ駆動を行っても合焦状態に移行できる可能性が低く、サーチ駆動を行う必
要はないと判定できる。もしくは、被写体信号の所定の周波数成分の変化などを検出して
、変化が少ない場合に、サーチ駆動は不要と判定してもよい。このような判定が可能にな
るのは、絞りの変化は、主に被写体光束の焦点深度にのみ影響を与えるためである。絞り

40

50

込むことにより被写体光束の焦点深度が深くなり、焦点検出信号の明暗差が大きくなったり、所定の周波数成分の信号量が増えたりすることにより、検出可能なデフォーカス量が拡大する。反対に、焦点検出信号の明暗差や信号量に変化が少ない場合には、そもそもコントラストの高い被写体のパターン（模様）が焦点検出領域内に存在しないことが推定される。このことを利用して、ステップS217では、サーチの要否判定を行う。

【0088】

ステップS217で、サーチ不要と判定されると、ステップS220に進み、画像表示部28に非合焦表示を行う。例えば、焦点検出領域と対応した枠を、赤の色で表示したり、合焦表示時とは異なる音を出力したりする。

【0089】

一方で、ステップS217でサーチが必要と判定された場合には、ステップS218に進み、サーチ駆動を開始し、レンズ駆動を行いながら、焦点検出処理を行う。ここで行う焦点検出処理も図6のステップS4で行った処理と同様である。ステップS218で焦点検出を終えると、ステップS219でフォーカスレンズがレンズ駆動範囲の端部に到達しているか否かを判定する。フォーカスレンズがレンズ駆動範囲の端部に到達していない場合には、ステップS210に戻り焦点検出処理とサーチ駆動を継続する。ステップS219でフォーカスレンズがレンズ駆動範囲の端部に到達している場合は、合焦可能な被写体は、レンズ駆動範囲内に存在しないと判定し、ステップS220に進み、非合焦表示を行う。ステップS219では、レンズ駆動範囲の端部の両端を検出した際にステップS220に進んでもよいし、例えば、至近側の被写体の合焦可能な端部一方のみを検出した場合に、ステップS220に進んでもよい。一方の端部のみを検出するか、両方の端部を検出するかは、後述する検出可能なデフォーカス量を用いたレンズ端判定結果により切り替えてよい。

10

【0090】

一方で、ステップS208で絞りを絞らないと判定された場合には、ステップS218に進み、サーチ駆動を行う。ステップS218以降の動作は、上記で説明した動作と同様となる。

20

【0091】

ステップS205での合焦表示、もしくは、S220での非合焦表示を終えると、焦点調節処理のサブルーチンを終了する。本実施形態では、静止画を撮影する場合の処理フローについて説明した。一方、動画の撮影中は、絞り値の変更は記録画像に残るため、絞り込みを禁止するように構成すればよい。

30

【0092】

次に、図8を用いて、図6のステップS9における撮影サブルーチンについて説明する。図8は、撮影サブルーチンを示すフローチャートである。図8の各ステップは、主にシステム制御回路50の指令に基づいて実行される。

【0093】

まずステップS301において、システム制御回路50は、光量調節のため絞りを駆動し、露光時間を規定するシャッター12の制御（絞り・シャッター駆動）を行う。これにより画像の撮像が行われる。続いてステップS302において、システム制御回路50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S303において、システム制御回路50（画像処理回路20）は、読み出した画像信号の欠損画素補間を行う。事前に記憶された欠陥画素の位置情報に基づき補間を行う。欠陥画素としては、画素間の出力オフセットやゲインのバラつきが大きい画素や個別に配置されている場合の焦点検出画素などが含まれる。続いてステップS304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S305において、システム制御回路50は、メモリ30に撮影画像を記録する。

40

【0094】

続いてステップS306において、システム制御回路50は、ステップS305において

50

て記録した撮影画像に対応させて、カメラ100の特性情報をメモリ30およびシステム制御回路50内のメモリに記録する。カメラ100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14の画素の受光感度分布情報、カメラ100内の撮影光束のケラレ情報等である。また、カメラ100の特性情報は、カメラ100と撮影レンズ300との取り付け面から撮像素子14までの距離情報、製造誤差情報なども含む。撮像素子14の画素の受光感度分布情報は、オンチップマイクロレンズ236およびフォトダイオード201a, 201bにより決定されるため、これらの情報を記録してもよい。

【0095】

続いてステップS307において、システム制御回路50は、ステップS305において記録された撮影画像に対応させて、撮影レンズ300の特性情報をメモリ30とシステム制御回路50内のメモリに記録する。撮影レンズ300の特性情報としては、例えば、射出瞳の情報、枠情報、撮影時の焦点距離やFナンバー情報、収差情報、製造誤差情報等である。続いてステップS308において、システム制御回路50は、撮影画像に関する画像関連情報をメモリ30およびシステム制御回路50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S308が終了すると、図6のステップS9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。

【0096】

次に、図9を用いて、図7のステップS206における絞込み要否判定について説明する。図9は、絞り込み要否判定のサブルーチンを示すフローチャートである。図9の各ステップは、主にシステム制御回路50の指令に基づいて実行される。

【0097】

まずステップS401において、選択された焦点検出領域におけるF値ごとの検出可能なデフォーカス量を算出する。図3Aで説明した通り、F値によって、光電変換部の投影像のケラレ具合が変わり、2つの異なる瞳領域の光束の角度差、すなわち、基線長が変化する。小絞りになるほど、基線長は短くなり、単位デフォーカス量に対する像ずれ量は小さくなる。また、撮像素子内における焦点検出領域の位置(像高)によって、撮影光学系によるケラレの影響が異なるため、基線長が変わる。本実施形態では、撮影光学系のF値と焦点検出領域の像高を考慮し、F値毎の検出可能なデフォーカス量を算出する。例えば、開放絞りがF2.8のレンズの場合、1段毎にF4.0、F5.6、F8.0の検出可能なデフォーカス量を算出する。検出可能なデフォーカス量は、事前にF単位でF値毎に記憶し、基線長による換算を行い算出すればよい。基線長が短くなると、1対の像のずれ量の検出ばらつきが大きくなる。そのため、検出可能なデフォーカス量が小さくなるため、基線長の長短に合わせて検出可能なデフォーカス量が大小するよう換算を行う。また、検出可能なデフォーカス量を算出するF値の範囲は、開放から所定のF値までに限定してよい。上述のとおり、小絞りになると基線長が短くなり焦点検出のばらつきが大きくなる。そのため、絞り値が大きくなりすぎると、検出可能なデフォーカス量は大きくならない。本実施形態では、絞り込みによる検出可能なデフォーカス量が拡大する範囲で、絞り値の上限を設ける。

【0098】

次に、ステップS402において、レンズ端判定値の算出を行う。まず、現在のフォーカスレンズの位置からレンズ可動範囲の無限端、至近端までのデフォーカス量を取得する。いずれかデフォーカス量が小さい方の端部(端部N)までのデフォーカス量が、ステップS401で得られた現在の絞り値での検出可能なデフォーカス量より小さい場合には、現在のフォーカスレンズの位置から、端部Nまでの間に、被写体は存在しないと判断する。そのため、レンズの駆動方向としては、端部Nとは反対方向とすればよいことが決定できるため、絞り込み不要と判断する。

【0099】

次に、ステップS403において、現状のF値と絞込み状態のF値の差の判定を行う。現状のF値における検出可能なデフォーカス量に対して、絞り込み状態のF値における検

10

20

30

40

50

出可能なデフォーカス量の増加量が、所定量より大きくなっている場合には、絞り込みに必要な時間による弊害の方が大きくなってしまう。そのため、ステップ S 4 0 3 では、現状の F 値と最大絞込み時の F 値における検出可能なデフォーカス量の差が所定量より小さい場合、絞り込み不要と判断する。

【 0 1 0 0 】

次に、ステップ S 4 0 4 において、低コントラスト判定値の算出を行う。焦点検出信号のコントラスト（明暗差）が、所定量より小さい場合には、絞り込みによる検出可能なデフォーカス量の増加が見込めない場合がある。例えば、白部と黒部が共に所定量以上の面積を有するエッジ部を被写体とした場合、絞り値の変化は、被写体の光学像のボケ状態の変化に影響を与えるが、コントラストには影響を与えない。そのため、コントラストが低く、輝度変化が少ない被写体信号の場合には、低コントラストと判定し、絞り込み不要と判断する。10

【 0 1 0 1 】

次に、ステップ S 4 0 5 において低照度判定値を算出する。撮影や焦点調節を行う環境が低照度の場合、画像表示部 2 8 に表示するライブビュー表示を被写体認識可能にすることや、焦点検出信号の光量を確保することを目的として、フレームレートを下げ、露光時間を長くする対応を行なう場合がある。そのような場合に、絞り込みを行うと、より光量が減るため、逆効果となる。ステップ S 4 0 5 では、測光部 4 6 による測光量が、所定量より低い場合には、絞り込み不要と判断する。

【 0 1 0 2 】

次に、ステップ S 4 0 6 において補助光判定値を算出する。補助光は、焦点調節時にコントラストや照度不足を解消するために補助的に発光し、焦点調節を可能にすることを目的としている。そのため、ステップ S 4 0 5 と同様に、補助光を発光する場合には絞り込むと光量の低下の弊害が大きい。ステップ S 4 0 6 では、補助光の発光を行う場合には絞り込み不要と判断する。20

【 0 1 0 3 】

次に、ステップ S 4 0 7 において、ステップ S 4 0 2 からステップ S 4 0 6 で行った絞り込み要否の判断に基づき、一つでも絞り込み不要と判断されたものがある場合には、ステップ S 4 0 9 に進み、絞り込み不要と判定する。一方で、ステップ S 4 0 2 からステップ S 4 0 6 において、全ての判定で絞り込み必要と判断された場合には、ステップ S 4 0 8 に進み、絞り込み必要と判定する。ステップ S 4 0 8 もしくはステップ S 4 0 9 で絞り込みの要否の判定を終えると、絞り込み要否判定のサブルーチンを終了し、図 7 のステップ S 2 0 7 に進む。30

【 0 1 0 4 】

本実施形態においては、絞り込みの要否について、全ての判定条件を勘案した後に、絞り込みの要否を判定しているが、絞り込みの要否は、その都度判定してもよい。それにより不要な判定値の算出を省略することができる。

【 0 1 0 5 】

次に、図 1 0 を用いて、図 7 のステップ S 2 0 7 の絞り込み量の算出について説明する。図 1 0 は、絞り込み量の算出のサブルーチンを示すフローチャートである。図 1 0 の各ステップは、主にシステム制御回路 5 0 の指令に基づいて実行される。40

【 0 1 0 6 】

ステップ S 5 0 1 において、ステップ S 4 0 1 と同様に、選択された焦点検出領域における F 値ごとの検出可能なデフォーカス量を算出する。同様の処理のため、説明は省略する。次に、ステップ S 5 0 2 において、レンズ端検出用の絞り込み F 値の算出を行う。まず、現在のフォーカスレンズの位置からレンズ可動範囲の無限端、至近端までのデフォーカス量を取得する。いずれかデフォーカス量が小さい方の端部(端部 N)までのデフォーカス量に対して、検出可能なデフォーカス量が大きくなるような絞り値を、ステップ S 5 0 1 で算出された F 値の条件内で探索する。対応可能な絞り条件の中で、最も絞り値の変更量が少ない F 値を、絞り込み F 値として算出する。50

【0107】

次に、ステップS503において、絞込みによる焦点調節の応答性改善の効果を適切に得るための絞込みF値の算出を行う。上述のとおり、絞込みには一定の時間がかかる一方、レンズ駆動方向の誤った判断の低減やサーチ駆動時のレンズ駆動速度の高速化を行うことができる。それぞれの弊害と効果の期待値から、適切に絞込みF値を設定する必要がある。本実施形態では、無限端から至近端までのデフォーカス量D（最大デフォーカス量）と、絞り込みF値におけるレンズ駆動速度V_fと、現状の絞り値におけるレンズ駆動速度V₀、と絞込みに要する時間Tから、F値を下記のように判定する。

【0108】

$$D / V_0 - D / V_f > k \times T \quad \dots \text{(式1)}$$

10

F値毎に、レンズ駆動速度を変更して判定を行い、(式1)を満たすF値の中で、最も絞り値の変更が少ないF値を、絞り込みF値として算出する。kは定数で、適切な判定を行うために、事前に設定すればよい。(式1)では、レンズ駆動時間の低減効果が、絞り込み時間のデメリットよりも大きいことを判定している。

【0109】

ステップS503を終えると、ステップS502、ステップS503で算出された絞り値の中で値が大きい絞り値を、絞り込みF値として設定し、絞り込み量の算出のサブルーチンを終了する。本実施形態では、絞り込みによる効果が得られる範囲で、絞り込み量を最低限とすることにより、絞り込みに必要な時間を低減することができる。

【0110】

20

次に、図11を用いて、図7のステップS212における絞り開放判定について説明する。図11は、絞り込み開放判定のサブルーチンを示すフローチャートである。図11の各ステップは、主にシステム制御回路50の指令に基づいて実行される。

【0111】

ステップS601において、焦点検出領域の情報を取得する。焦点検出領域が、撮影者によって選択された撮影範囲内で位置が固定された領域であるか、人物の顔のような被写体検出結果によって撮影範囲内で位置が変動する領域であるかを取得する。絞り込んだ状態で可能であった被写体検出が、絞りを開放にしてよりボケた状態で可能である保証はない。本実施形態では、焦点検出領域をカメラが自動的に検出して設定しているような場合には、絞りを開放に駆動した場合にも、継続して被写体検出や焦点検出領域の設定が可能となるように制御を行う。

30

【0112】

ステップS602において、絞りを開放にする際のデフォーカス量の閾値を設定する。焦点検出領域が固定の場合に対して、被写体検出などで焦点検出領域を設定する場合は、閾値となるデフォーカス量を小さく設定する。次に、ステップS603において、ステップS210で得られたデフォーカス量が閾値以下であるか否かを判定する。閾値以下である場合には、ステップS604に進み、絞りを開く必要があると判定し、閾値より大きい場合には、ステップS605に進み、絞りは現状維持と判定する。ステップS604もしくはステップS605で、絞り開放判定を終えると、絞り込み開放判定のサブルーチンを終了する。

40

【0113】

本実施形態では、絞り込み状態でも被写体検出や撮影者による焦点検出領域の追尾開始位置の指定が可能である前提で、絞り込み開放判定のサブルーチンの説明を行った。しかし、絞り込み時は、焦点検出領域の設定や変更、被写体検出などの処理を行わないようにしてもよい。これにより、演算処理の負荷を減らすことができる。また、絞り開放判定として、絞り込み状態で、焦点検出可能な状態から不可能な状態に遷移した場合に、絞りを開放状態に変更するように構成してもよい。

【0114】

上述の実施形態では、1つの焦点検出領域が設定されている場合について説明した。しかし、焦点検出領域は、同時に多数設定されることもあり得る。その場合には、全焦点検出

50

領域で焦点検出が不可能な場合に、絞り込み要否の判定などを行えばよい。もしくは、複数の焦点検出領域に中央付近を優先するなどといった優先度を設け、優先度の高い焦点検出領域で焦点検出が不可能な場合に、絞り込み要否の判定などを行えばよい。

【 0 1 1 5 】

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。

【 0 1 1 6 】

(その他の実施形態)

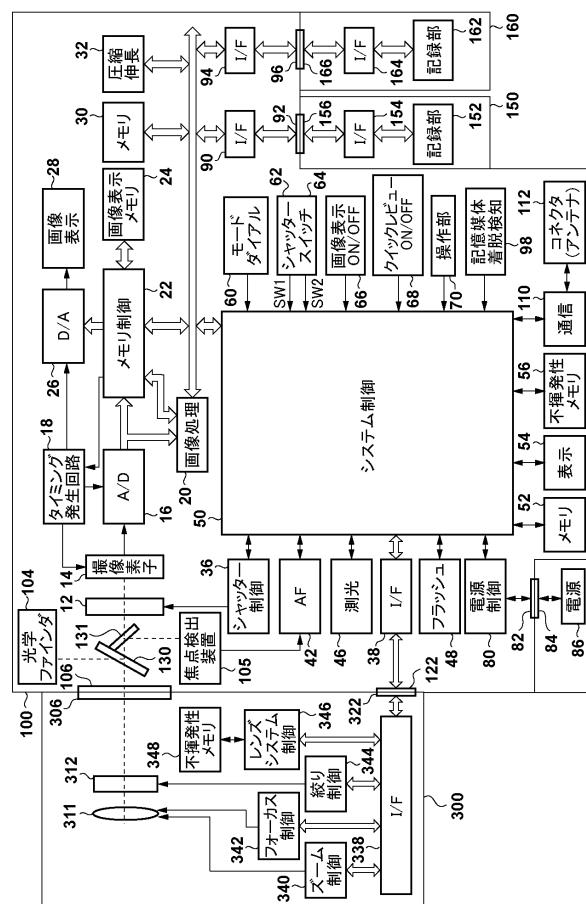
本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサーがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路(例えば、ASIC)によっても実現可能である。

【符号の説明】

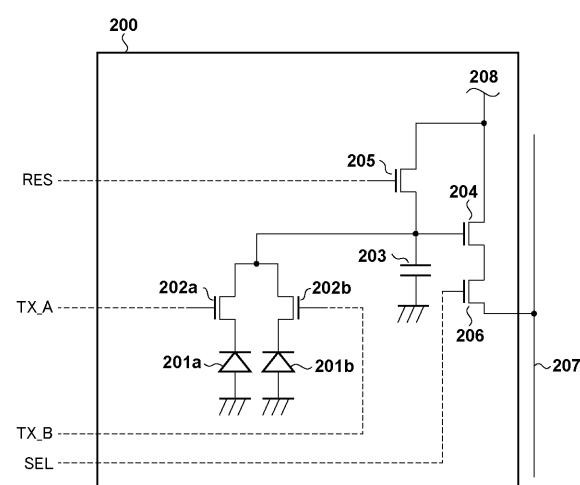
(0 1 1 7)

1 2 : シャッター、1 4 : 撮像素子、2 0 : 画像処理部、4 2 : A F 部、5 0 : システム制御回路、1 0 0 : カメラ、3 0 0 : 撮影レンズ、3 1 1 レンズ、3 1 2 : 絞り、3 4 6 : レンズシステム制御回路

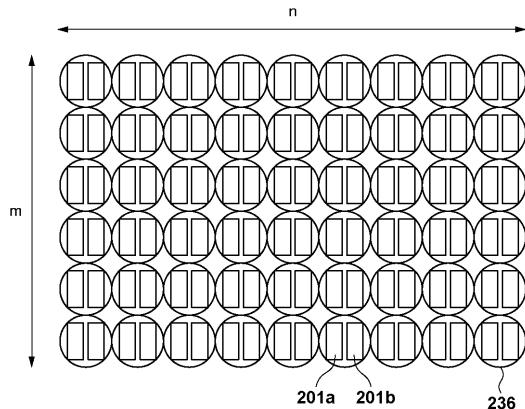
〔 四 1 〕



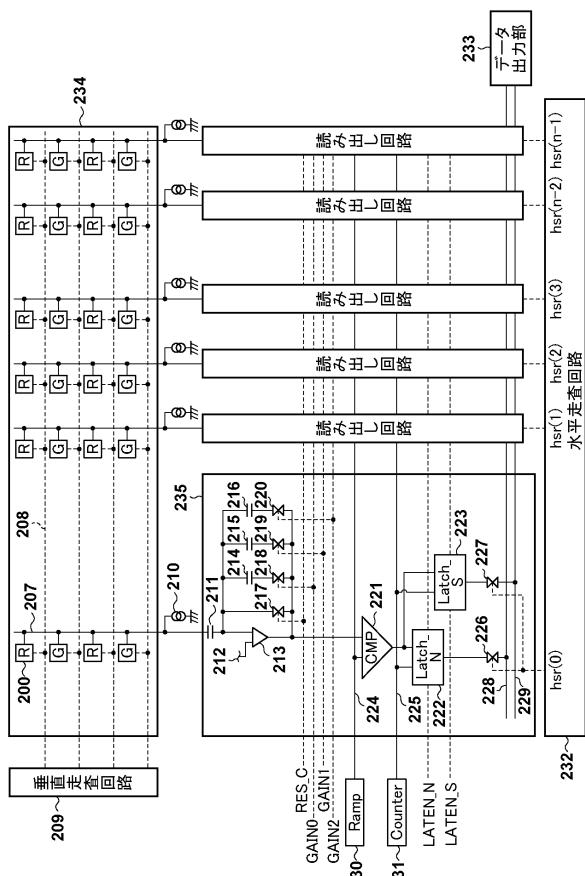
(2 A)



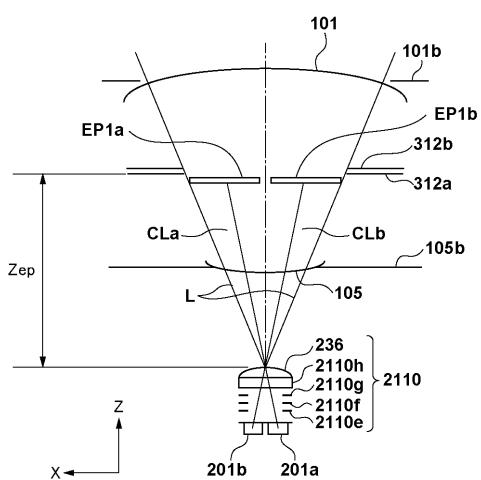
【図2B】



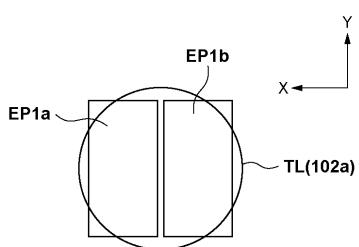
【図2C】



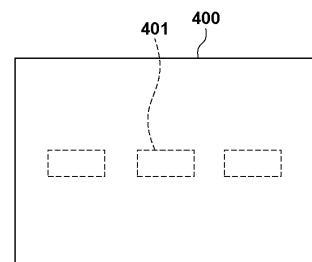
【図3A】



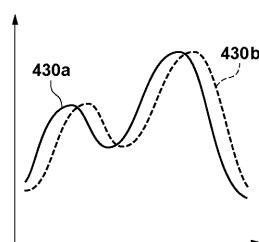
【図3B】



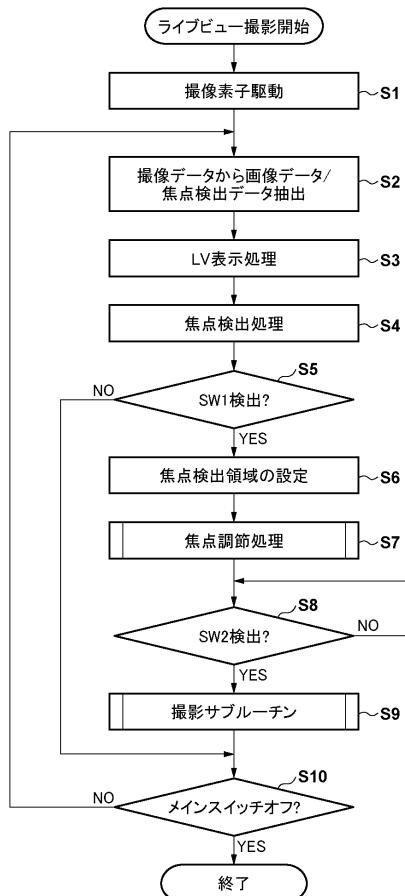
【図4】



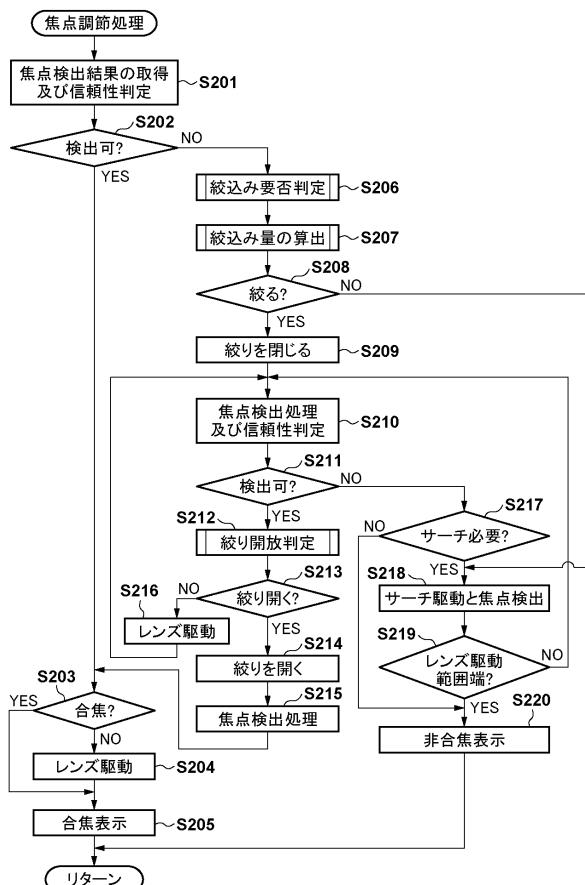
【図5】



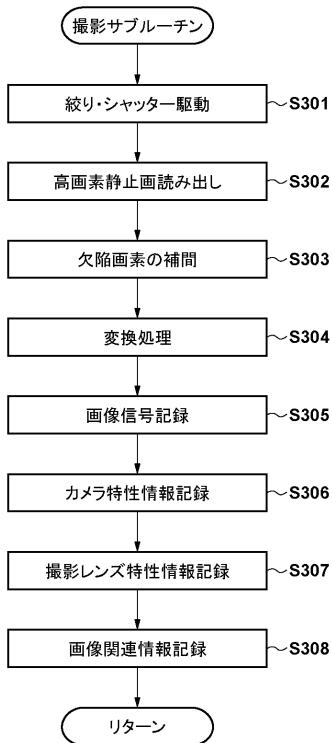
【図6】



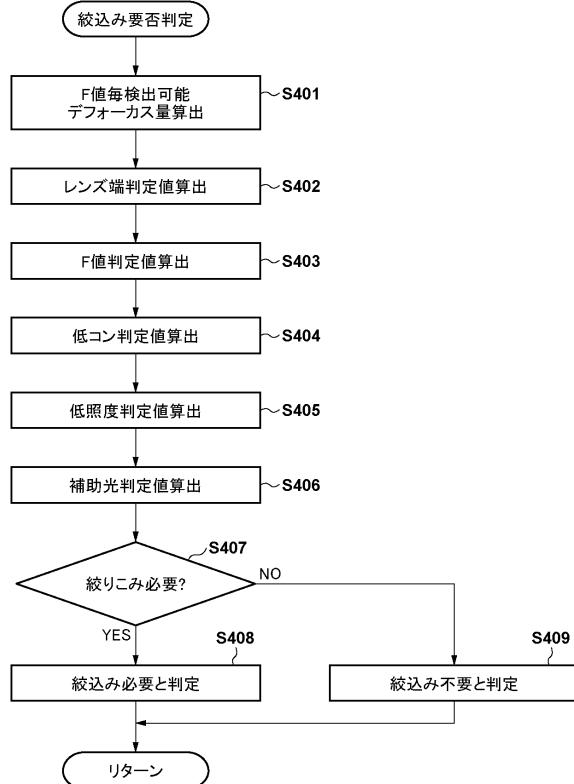
【図7】



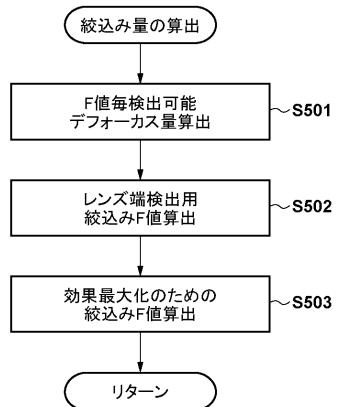
【図8】



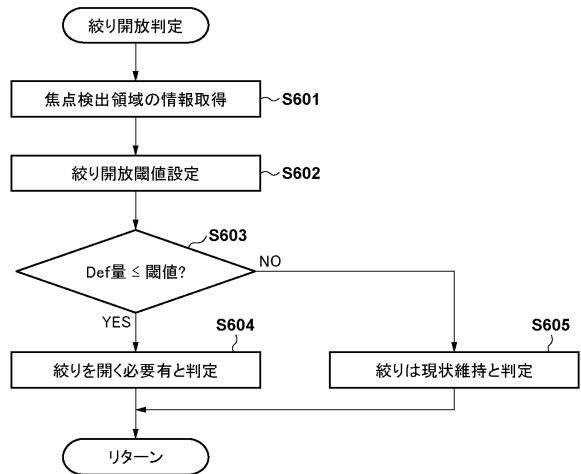
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2013-015561(JP,A)
特開2016-090903(JP,A)
特開2014-238517(JP,A)
特開2012-247722(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 7/24 - 7/40
H04N 5/222 - 5/257
G03B 13/36
G03B 7/095