

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5753371号
(P5753371)

(45) 発行日 平成27年7月22日(2015.7.22)

(24) 登録日 平成27年5月29日(2015.5.29)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 B 7/28 (2006.01)

G O 2 B 7/28 N

G O 2 B 7/34 (2006.01)

G O 2 B 7/34

G O 2 B 7/36 (2006.01)

G O 2 B 7/36

G O 3 B 13/36 (2006.01)

G O 3 B 13/36

H O 4 N 5/232 (2006.01)

H O 4 N 5/232 H

請求項の数 7 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-262903 (P2010-262903)
 (22) 出願日 平成22年11月25日(2010.11.25)
 (65) 公開番号 特開2012-113171 (P2012-113171A)
 (43) 公開日 平成24年6月14日(2012.6.14)
 審査請求日 平成25年11月22日(2013.11.22)

(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】 撮像装置およびその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮像用画素と、位相差検出用画素とを有する撮像素子と、

前記位相差検出用画素から得られる位相差信号を用いて、撮像レンズのフォーカス駆動量及び駆動方向を決定する決定手段と、

を備え、前記撮像素子で撮像した動画の記録が可能な撮像装置であって、

動画記録中かつ前記撮像レンズのフォーカス駆動を停止している際に、焦点検出の再起動が必要か否かを前記撮像用画素から得られる評価値に基づいて判定し、焦点検出の再起動が必要と判定された場合、前記撮像レンズの絞りの開口径が、設定されている焦点検出領域に含まれている前記位相差検出用画素から得られる位相差信号を用いた、前記決定手段による焦点検出が可能な開口径か否かを判定する判定手段と、

前記判定手段により、前記撮像レンズの絞りの開口径が、設定されている焦点検出領域に含まれている前記位相差検出用画素から得られる位相差信号を用いた、前記決定手段による焦点検出が可能な開口径でないと判定された場合、前記決定手段によって撮像レンズのフォーカス駆動量及び駆動方向を決定する間、前記撮像レンズの絞りの開口径を前記決定手段による焦点検出が可能な大きさに変更する制御手段と、

前記決定手段が決定したフォーカス駆動量及び駆動方向に従って、前記撮像レンズのフォーカス駆動を行う駆動手段と、
 を有し、

前記制御手段は、前記撮像レンズの絞りの開口径が、前記設定されている焦点検出領域

10

20

に含まれている前記位相差検出用画素から得られる位相差信号を用いた、前記決定手段による焦点検出が可能な絞りの大きさを超える場合には、当該大きさを超えない大きさに前記撮像レンズの絞りの開口径を変更することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記制御手段は、前記決定手段によって撮像レンズのフォーカス駆動量及び駆動方向を決定する間、前記撮像レンズの絞りの開口径が小さくなるように変更する場合、前記撮像素子から読み出した画像信号に適用するゲインを上昇させて、前記変更による光量の減少を補うことを特徴とする請求項 1 記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記撮像レンズの絞りの開口径が、前記設定されている焦点検出領域に含まれている前記位相差検出用画素から得られる位相差信号を用いた、前記決定手段による焦点検出が可能な絞りの大きさに満たない場合には、当該大きさ以上となるように前記撮像レンズの絞りの開口径を変更することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の撮像装置。

10

【請求項 4】

前記制御手段は、前記決定手段によって撮像レンズのフォーカス駆動量及び駆動方向を決定する間、前記撮像レンズの絞りの開口径を大きくなるように変更する場合、前記撮像素子における蓄積時間を短縮して、前記変更による光量の増加を相殺することを特徴とする請求項 3 記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記判定手段は、前記撮像用画素から得られる画像信号から抽出されるコントラスト評価値が所定値以下である場合に、前記焦点検出の再起動が必要と判定することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

20

【請求項 6】

前記撮像レンズを、着脱可能に装着する装着手段をさらに有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 7】

撮像用画素と、位相差検出用画素とを有する撮像素子と、

前記位相差検出用画素から得られる位相差信号を用いて、撮像レンズのフォーカス駆動量及び駆動方向を決定する決定手段と、

を備え、前記撮像素子で撮像した動画の記録が可能な撮像装置の制御方法であって、

30

判定手段が、動画記録中かつ前記撮像レンズのフォーカス駆動を停止している際に、焦点検出の再起動が必要か否かを前記撮像用画素から得られる評価値に基づいて判定し、焦点検出の再起動が必要と判定された場合、前記撮像レンズの絞りの開口径が、設定されている焦点検出領域に含まれている前記位相差検出用画素から得られる位相差信号を用いた、前記決定手段による焦点検出が可能な開口径か否かを判定する判定工程と、

前記判定工程において、前記撮像レンズの絞りの開口径が、設定されている焦点検出領域に含まれている前記位相差検出用画素から得られる位相差信号を用いた、前記決定手段による焦点検出が可能な開口径でないと判定された場合、前記決定手段によって撮像レンズのフォーカス駆動量及び駆動方向を決定する間、制御手段が、前記撮像レンズの絞りの開口径を前記決定手段による焦点検出が可能な大きさに変更する制御工程と、

40

駆動手段が、前記決定手段が決定したフォーカス駆動量及び駆動方向に従って、前記撮像レンズのフォーカス駆動を行う駆動工程と、
を有し、

前記制御工程において前記制御手段は、前記撮像レンズの絞りの開口径が、前記設定されている焦点検出領域に含まれている前記位相差検出用画素から得られる位相差信号を用いた、前記決定手段による焦点検出が可能な絞りの大きさを超える場合には、当該大きさを超えない大きさに前記撮像レンズの絞りの開口径を変更することを特徴とする撮像装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は撮像装置およびその制御方法に関し、特に動画記録可能な撮像装置およびその制御方法に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

従来、自動焦点検出 (A F) 機能を有し、動画撮影可能な撮像装置が知られている。例えば特許文献 1 には、被写体像のコントラスト成分に基づいて順次焦点検出用レンズを駆動する所謂山登り制御を用いた自動焦点検出 (コントラスト A F) 機能を備えるビデオカメラが開示されている。特許文献 1 では、合焦位置で焦点検出用レンズを停止した後、再度焦点検出の必要が発生した際には、まず焦点検出用レンズを前後に駆動し、合焦方向を

10

【 0 0 0 3 】

自動焦点検出方法としては、上述したコントラスト A F の他に、レンズの射出瞳の異なる領域を通過した光束の成す像の位相差を用いて非合焦距離 (デフォーカス量) を判定する位相差検出 A F など一般的に用いられている。

【 0 0 0 4 】

また、コントラスト A F と位相差検出 A F との組み合わせについても提案されている。例えば特許文献 2 には、レンズの絞り機構によって射出瞳が小さくされたことにより、現在設定されている焦点検出領域では位相差検出 A F が使用できない場合に、コントラスト A F を用いて焦点検出を行う焦点検出装置が提案されている。

20

【 0 0 0 5 】

これまで、コントラスト A F は撮像画像から焦点情報 (コントラスト成分) を検出し、位相差検出 A F は撮像素子とは別の検出素子を用いて焦点情報 (一对の像) を検出するのが一般的であった。しかし、撮像素子に位相差検出用画素を形成することにより、撮像素子の出力でコントラスト A F と位相差検出 A F を行う撮像装置も提案されている (特許文献 3) 。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開平 2 - 1 4 0 0 7 4 号公報

30

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 7 - 8 4 8 7 8 2 号公報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 7 - 6 5 3 3 0 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

従来、電子ビューファインダー (E V F) が主に用いられている小型デジタルカメラでは動画撮影機能を有するのが通常であったが、レンズ交換式デジタルカメラにおいては動画撮影機能を持たないものや、動画撮影中は自動焦点検出ができないものが多かった。しかしながら、近年では、レンズ交換式デジタルカメラにおいても、E V F と同様の所謂ライブビュー機能を備えるものが増え、それとともに動画撮影機能も標準的になってきている。

40

【 0 0 0 8 】

このように、デジタル (スチル) カメラと、デジタルビデオカメラとは機能的に似たものになってきているが、自動焦点検出方法に関しては依然として大きな差異が存在する。ビデオカメラは動画撮影を主目的としているため、合焦距離が変動することを想定した自動焦点検出を行う。具体的には、焦点検出後も、合焦位置を中心に焦点検出用レンズを前後に微小な範囲 (撮影される動画像に大きな影響が出ない範囲) で常に移動 (ウォブリング) させ、合焦方向の検出を行っている。そのため、撮像レンズもウォブリングに対応したものが用いられる。

【 0 0 0 9 】

50

これに対し、デジタルスチルカメラは静止画撮影を主目的としているため、焦点検出できた場合には、その位置で焦点検出用レンズを停止させるのが通常である。従って、デジタルスチルカメラに用いられる撮像レンズは、ウォブリングのような微小範囲の駆動に対応していないものが多い。そのため、一旦焦点検出できた後、ウォブリングのような合焦方向検出のための駆動を行った場合、駆動量が大きく、撮像画像の画質に影響がでてしまう。レンズ固定式のデジタルスチルカメラの場合、今後はウォブリングを考慮したレンズを備えるものが増えると予想されるため、近い将来改善されることが期待される。しかしながら、レンズ交換式のデジタルスチルカメラにおいて、近い将来、使用可能な全ての撮像レンズ（交換レンズ）がウォブリングに対応したものとなることは考えにくく、当分の間は問題が残るものと予想される。

10

【0010】

本発明はこのような従来技術の課題に鑑みなされたものであり、微小量の駆動に対応していない撮像レンズが装着された場合でも、動画撮影に適した焦点検出動作が可能な撮像装置およびその制御方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上述の目的は、撮像用画素と、位相差検出用画素とを有する撮像素子と、位相差検出用画素から得られる位相差信号を用いて、撮像レンズのフォーカス駆動量及び駆動方向を決定する決定手段と、を備え、撮像素子で撮像した動画の記録が可能な撮像装置であって、動画記録中かつ撮像レンズのフォーカス駆動を停止している際に、焦点検出の再起動が必要か否かを撮像用画素から得られる評価値に基づいて判定し、焦点検出の再起動が必要と判定された場合、撮像レンズの絞りの開口径が、設定されている焦点検出領域に含まれている位相差検出用画素から得られる位相差信号を用いた、決定手段による焦点検出が可能な開口径か否かを判定する判定手段と、判定手段により、撮像レンズの絞りの開口径が、設定されている焦点検出領域に含まれている位相差検出用画素から得られる位相差信号を用いた、決定手段による焦点検出が可能な開口径でないと判定された場合、決定手段によって撮像レンズのフォーカス駆動量及び駆動方向を決定する間、撮像レンズの絞りの開口径を決定手段による焦点検出が可能な大きさに変更する制御手段と、決定手段が決定したフォーカス駆動量及び駆動方向に従って、撮像レンズのフォーカス駆動を行う駆動手段と、を有し、制御手段は、撮像レンズの絞りの開口径が、設定されている焦点検出領域に含まれている位相差検出用画素から得られる位相差信号を用いた、決定手段による焦点検出が可能な絞りの大きさを超える場合には、当該大きさを超えない大きさに撮像レンズの絞りの開口径を変更することを特徴とする撮像装置によって達成される。

20

30

【発明の効果】

【0012】

このような構成により、本発明によれば、微小量の駆動に対応していない撮像レンズが装着された場合でも、動画撮影に適した焦点検出動作が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る撮像装置の構成例を示すブロック図。

40

【図2】本発明の第1の実施形態における撮像用画素の配置と構造の例を示す図。

【図3】本発明の第1の実施形態において、レンズの水平方向（横方向）に瞳分割を行なうための位相差検出用画素の配置と構造の例を示す図。

【図4】本発明の第1の実施形態において、レンズの垂直方向（縦方向）に瞳分割を行なうための位相差検出用画素の配置と構造の例を示す図。

【図5】本発明の第1の実施形態において、映像信号の注目画素 $a(m, k)$ 近傍の画素の並びを示した図。

【図6】レンズの合焦位置の前後でのコントラストレベルの変化の例を示す図。

【図7】絞りの開口径が大きい場合に、像高の違う位置の位相差検出用画素へ入射する光束の状態の例を示す図。

50

【図 8】本発明の第 1 の実施形態に係る撮像装置における、焦点調節用レンズが合焦位置で停止した状態での動作を説明するためのフローチャート。

【図 9】絞りの開口径が小さい場合に、レンズの光軸中心に近い領域に設けられた位相差検出画素に入射する光束の様子を示した図。

【図 10】本発明の第 2 の実施形態に係る撮像装置における、焦点調節用レンズが合焦位置で停止した状態での動作を説明するためのフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明に係る撮像装置及びその制御方法の例示的な実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

10

(第 1 の実施形態)

図 1 は本発明の第 1 の実施形態に係る撮像装置の構成例を示すブロック図である。本実施形態に係る撮像装置 100 は、レンズ交換式であり、レンズマウント 109 を介して撮像レンズ 101 が着脱可能に構成される。撮像装置 100 と撮像レンズ 101 とはレンズマウント 109 を通じて双方向に通信可能である。102 は撮像レンズ 101 に内蔵される絞り、103 は撮像素子、104 は信号処理回路、105 は制御回路、106 は動画記録ボタン、107 は表示部、108 は着脱自在のメモリーカードである。

【0015】

被写体像は撮像レンズ 101 にて撮像素子 103 上に投影され電気信号に変換されるが、その際、撮像素子 103 上に画像撮影に適切な量の光束が到達するように、撮像装置 100 が有する自動露出制御機能によって絞り 102 が適切な開口寸法に設定される。

20

【0016】

撮像素子 103 からは光電変換された被写体像の画像信号が読み出される。後述するように、撮像素子 103 には通常の画素（撮像用画素）に加え、位相差検出用画素が設けられており、両者の信号が読み出されて信号処理回路 104 に入力される。なお、本実施形態では、撮像素子 103 の部分領域を焦点検出領域として設定可能であり、設定可能な焦点検出領域の各々には、位相差検出 AF を行うための位相差検出用画素が含まれているものとする。

【0017】

信号処理回路 104 は、撮像用画素信号と位相差検出用画素信号とで異なる処理を適用する。信号処理回路 104 は、撮像用画素信号に対しては従来と同様、色補間処理、ガンマ処理等の画像処理（現像処理とも呼ばれる）を適用し、映像信号に変換する。なお、位相差検出用画素からは画像用の信号を得ることができないため、信号処理回路 104 は、位相差検出用画素における画像用の信号を、近傍の撮像用画素の信号から所定の補間処理によって生成する。

30

【0018】

また、信号処理回路 104 は、撮像用画素信号から得られた映像信号に所定の処理を施してコントラスト信号（例えば、空間周波数領域における高周波成分）を得る。

【0019】

信号処理回路 104 にて生成された映像信号は表示部 107 に表示される。以上の処理を連続して（例えば 30 回 / 秒）行うことで、動画が撮影される。この動画を表示部 107 に表示することで、表示部 107 を電子ビューファインダ（EVF）として機能させることができる。また、例えば動画記録ボタン 106 が押下されることにより、記録指示が与えられると、信号処理回路 104 が映像信号に圧縮処理を適用して記録用の映像信号を生成し、メモリーカード 108 への記録を開始する。表示部 107 への映像の表示は動画記録ボタン 106 が押下されるまでの期間（スタンバイ期間）のみならず、動画記録中もメモリーカード 108 への記録と並行して継続する。なお、表示部 107 へ表示する映像（表示用映像）は、処理負荷を軽減するため、記録用の映像よりも解像度を低下させてもよい。動画記録中に動画記録ボタン 106 が再度押下されると、信号処理回路 104 はメモリーカード 108 への動画記録を停止するが、表示部 107 への表示は継続する。

40

50

【 0 0 2 0 】

一方、信号処理回路 1 0 4 は、撮像レンズ 1 0 1 の射出瞳の同一の領域を通過した光束を受光する複数の位相差検出用画素の信号に対して所定の処理を適用し、位相差検出用信号を生成する。さらに、撮像素子 1 0 3 において近接して配置され、かつ撮像レンズ 1 0 1 の射出瞳の異なる領域を通過した光束を受光する複数の位相差検出用画素から得られた位相差検出用信号から、信号処理回路 1 0 4 は位相差信号を生成する。

【 0 0 2 1 】

制御回路 1 0 5 は信号処理回路 1 0 4 が生成した位相差信号をもとに、撮像レンズ 1 0 1 が有する焦点調節用レンズの駆動量および駆動方向を算出し、対応するフォーカス駆動信号を生成して撮像レンズ 1 0 1 に供給する。連写中の焦点検出は、記録画像用の画像信号の読み出しの合間に読み出された画像信号を用いて行われる。

10

【 0 0 2 2 】

撮像レンズ 1 0 1 と、撮像装置 1 0 0 の制御回路 1 0 5 とは、上述したフォーカス駆動信号以外に、絞り 1 0 2 を制御するための絞り制御信号および、レンズ状態を判定するための状態信号などの通信を行う。状態信号の内容には、例えば、装着された撮像レンズ 1 0 1 の種類を判定するためのレンズ種別情報や、絞り値の情報が含まれている。

【 0 0 2 3 】

図 2 ないし図 4 は、撮像用画素と位相差検出用画素（A F 画素）の構造を説明する図である。

本実施形態の撮像素子 1 0 3 は、2 行×2 列の 4 画素の対角 2 画素に G（緑色）の分光感度を有する画素を配置し、他の 2 画素に R（赤色）と B（青色）の分光感度を有する画素を各 1 個配置した、バイヤー配列を採用している。また、バイヤー配列の画素の一部として、後述する構造の位相差検出用画素が所定の規則に従って分散配置される。

20

【 0 0 2 4 】

図 2 に、本実施形態における撮像用画素の配置と構造の例を示す。

図 2（a）は 2 行×2 列の撮像用画素の平面図である。上述の通り、バイヤー配列では対角方向に 2 つの G 画素が、他の 2 画素に R と B の画素が配置される。そしてこのような 2 行×2 列の配列が撮像素子 1 0 3 の全体にわたって繰り返される。

【 0 0 2 5 】

図 2（b）は、図 2（a）の A - A 断面と、撮影光学系からの光路を示す図である。

30

M L は各画素の最前面に配置されたオンチップマイクロレンズ、C F R は R（Red）のカラーフィルタ、C F G は G（Green）のカラーフィルタである。P D は画素の光電変換部を模式的に示したものの、C L は C M O S イメージセンサ内の各種信号を伝達する信号線を形成するための配線層である。T L は撮影光学系を模式的に示したものである。

【 0 0 2 6 】

ここで、撮像用画素のオンチップマイクロレンズ M L と光電変換部 P D は、撮影光学系 T L を通過した光束を可能な限り有効に取り込むように構成されている。換言すると、撮影撮像光学系 T L の射出瞳 E P と光電変換部 P D は、マイクロレンズ M L により共役関係にあり、かつ光電変換部 P D の有効面積は大面積に設計される。また、図 2（b）では R 画素の入射光束について図示したが、G 画素及び B（Blue）画素も同一の構造となっている。従って、撮像用の R G B 各画素に対応した射出瞳 E P は大径となり、被写体からの光束を効率よく取り込んで画像信号の S / N を向上させている。

40

図 3 は、本実施形態において、レンズの水平方向（横方向）に瞳分割を行なうための位相差検出用画素（A F 画素）の配置と構造の例を示す。

【 0 0 2 7 】

図 3（a）は、位相差検出用画素対を含む 2 行×2 列の画素の平面図である。撮像信号を得る場合、G 画素は輝度情報の主成分をなす。人間の画像認識特性は輝度情報に敏感であるため、G 画素が欠損すると画質劣化が認められやすい。一方で緑色以外の色の画素、具体的には R 画素もしくは B 画素は、色情報を取得する画素であるが、人間の画像認識特性は色情報に鈍感であるため、色情報を取得する画素は多少の欠損が生じて画質劣化に

50

気づきにくい。そこで本実施形態においては、2行×2列の画素のうち、G画素は撮像用画素として残し、R画素とB画素の位置に位相差検出用画素対SHA及びSHBを配置している。

【0028】

図3(b)は、図3(a)のA-A断面(すなわち、位相差検出用画素対の断面)と、撮影光学系からの光路を示す図である。

マイクロレンズMLと、光電変換部PDは図2(b)に示した撮像用画素と同一構造である。本実施形態においては、位相差検出用画素の信号は画像信号として利用しないため、色分離用カラーフィルタの代わりに無色透明なフィルタCFWが配置される。また、一対の画素で瞳分割を行なうため、配線層CLの開口部はマイクロレンズMLの中心線に対して一方向に偏倚している。すなわち、位相差検出用画素対を構成する第1のAF画素SHAと第2のAF画素SHBの開口は、互いに異なる方向に偏倚している。

【0029】

具体的には、位相差検出用画素SHAの開口部OPHAは水平方向右側に偏倚しているため、レンズTLの左側の射出瞳EPHAを通過した光束を受光する。同様に、位相差検出用画素SHBの開口部OPHBは水平方向左側に偏倚しているため、レンズTLの右側の射出瞳EPHBを通過した光束を受光する。水平方向に規則的に配列した複数の位相差検出用画素SHAで取得した輝度波形をA像波形(第1の像波形)とする。また、水平方向に規則的に配列した複数の位相差検出用画素SHBで取得した輝度波形をB像波形(第2の像波形)とする。これらA像波形とB像波形の相対位置を検出することで、水平方向に輝度分布を有する被写体像のピントずれ量(デフォーカス量)が検出できる。

【0030】

なお、位相差検出用画素対SHA及びSHBを用いることで、その配列方向に輝度分布を有する被写体、例えば縦線に対しては焦点検出可能だが、配列方向に直交する方向にのみ輝度分布を有する被写体である横線は焦点検出不能である。そこで本実施形態では、後者についても焦点検出できるよう、レンズの垂直方向(縦方向)にも瞳分割を行なう位相差検出用画素も設けている。

【0031】

図4は、本実施形態において、レンズの垂直方向(縦方向)に瞳分割を行なうための位相差検出用画素の配置と構造の例を示す。

図4(a)は、位相差検出用画素を含む2行×2列の画素の平面図で、図3(a)と同様に、G画素は撮像用画素として残し、RとBの画素位置に位相差検出用画素対SVC及びSVDを配置している。

【0032】

図4(b)は、図4(a)のA-A断面(すなわち、位相差検出用画素対の断面)と、撮影光学系からの光路を示す図である。

図3(b)との比較から分かるように、図4(b)の画素は瞳分離方向が縦方向になっていること以外、位相差検出用画素の構造は共通である。すなわち、位相差検出用画素SVCの開口部OPVCは垂直方向下側に偏倚しているため、レンズTLの上側の射出瞳EPVCを通過した光束を受光する。同様に、位相差検出用画素SVDの開口部OPVDは垂直方向上側に偏倚しているため、レンズTLの下側の射出瞳EPVDを通過した光束を受光する。

【0033】

垂直方向に規則的に配列した複数の位相差検出用画素SVCで取得した被写体像をC像波形とする。また、垂直方向に規則的に配列した複数の位相差検出用画素SVDで取得した被写体像をD像波形とする。これらC像波形とD像波形の相対位置を検出することで、垂直方向に輝度分布を有する被写体像のピントずれ量(デフォーカス量)が検出できる。

【0034】

次に、信号処理回路104が行うコントラスト信号の抽出手順を説明する。

図5は信号処理回路104にて撮像用画素信号から変換した映像信号の注目画素a(m

10

20

30

40

50

、 k ）近傍の画素の並びを示した図である。信号処理回路104は、注目画素 $a(m, k)$ に対して以下の演算を行って、水平方向エッジ信号 $EdgeH$ 、垂直方向エッジ信号 $EdgeV$ 、および二次元エッジ信号 $Edge2D$ を算出する。

$$EdgeH = \{a(m, k) \times 2 - a(m-n, k) - a(m+n, k)\} / 2$$

$$EdgeV = \{a(m, k) \times 2 - a(m, k-l) - a(m, k+l)\} / 2$$

$$Edge2D = \{a(m, k) \times 4 - a(m-n, k) - a(m+n, k) - a(m, k-l) - a(m, k+l)\} / 4 \quad (\text{式1})$$

ここで (m, k) は注目画素の座標であり、 k, l はそれぞれ水平および垂直方向の相関距離（画素数）である。 k, l の値は、撮像光学系の焦点面での解像度などに応じて定めることができるが、概ね2から8程度の値である。

【0035】

信号処理回路104は、所定の焦点検出領域に含まれる各画素について求めたそれぞれのエッジ信号の絶対値を積分し、焦点検出領域のコントラスト信号を得る。また、信号処理回路104は、コントラスト信号が、どの程度合焦位置に近いことを示しているかを表すコントラスト評価値を求める。コントラスト評価値は、コントラストレベルの最高値と、現在得られているコントラストレベルの値との関係から、例えば予め用意したテーブルによって決定してもよい。あるいは、予め定めた計算式で求めてもよい。本実施形態では、コントラスト評価値が高いほど、得られているコントラストレベルが高いものとする。

【0036】

コントラスト信号を用いた焦点検出（コントラストAF）を行う際、制御回路105は、所定の焦点検出領域内で得られるコントラスト信号が最大となるように、撮像レンズ101が有する焦点調節用レンズ（図示せず）を駆動する。以下、撮像レンズ101が有する焦点調節用レンズの駆動を、撮像レンズ101のフォーカス駆動と呼ぶ。

【0037】

図6は、撮像レンズ101をフォーカス駆動した際に、合焦位置の前後で信号処理回路104で得られるコントラストレベルがどのように変化するかを示す図である。 a は絞り102が1:2の場合の変化を、 b は同1:1.6の場合の変化を示している。図6から明らかなように、フォーカス駆動によって撮像レンズ101が合焦点に近づく、コントラスト値が増大し、離れると減少する。

【0038】

また、絞り102が開いている場合は、閉じている場合と比べて焦点深度が浅いため、 a で示される絞り102が1:2の場合の方がコントラスト値が高い領域が狭いことがわかる。そのため、制御回路105では、絞り値を勘案してコントラスト値に基づく焦点検出を行う。

【0039】

撮像素子103が有する画素のうち、位相差検出用画素とする画素の位置に制限はないため、焦点検出可能な画面内の位置に制限はない。また、上述したコントラスト信号の抽出による焦点検出も、画面内の任意の部分から得られる画像信号を用いて行うことができる。そのため、被写体の条件やユーザの指示により、画面内の特定の領域に対して焦点検出を行うことが可能であり、焦点検出を行うための画面内の領域を焦点検出領域と呼ぶ。

【0040】

図7は、絞り102の開口径が大きい場合の撮像レンズ101の光軸中心に近い（像高が小さい）領域に設けられた位相差検出画素と、光軸中心から遠い（像高が大きい）領域に設けられた位相差検出画素に入射する光束の様子を示した図である。このように、絞り102の開口径が大きい場合、光軸中心から遠い領域の位相差検出画素には正しく光束が入射しないことが発生しうる。この場合、光軸中心から遠い領域の位相差検出画素の信号からは適切な位相差検出を行うことができない。

【0041】

図8は本実施形態の撮像装置の自動焦点検出動作、特に焦点調節用レンズが合焦位置で停止した状態での動作を説明するためのフローチャートである。この動作は、制御回路105が各部を制御することによって実現される。

【 0 0 4 2 】

上述のように、動画記録中に所定の合焦条件が成立すると制御回路 1 0 5 は撮像レンズ 1 0 1 のフォーカス駆動を停止するが、被写体の移動などに伴って A F 再起動が必要となる場合がある。そのため、制御回路 1 0 5 は A F 再起動が必要かどうかをフォーカス駆動停止中に定期的に判定し、必要と判断されれば A F 再起動を実行する。信号処理回路 1 0 4 は、動画記録中も常にコントラスト信号とコントラスト評価値の算出を行っていてもよいし、A F 再起動の実行時にコントラスト信号とコントラスト評価値の算出を行っててもよい。

【 0 0 4 3 】

A F 再起動ルーチンが開始されると (S 8 0 1)、判定手段としての制御回路 1 0 5 は、現在の焦点検出領域に対して信号処理回路 1 0 4 で得られるコントラスト評価値が所定値以下か否かが判定される (S 8 0 2)。コントラスト評価値が所定値を超えている場合 (S 8 0 2 : N O) は、被写体との相対距離の変化がないか、無視できる程度と判定し、制御回路 1 0 5 は A F 再起動の必要は無いと判断し、処理を終了する。

10

【 0 0 4 4 】

一方、コントラスト評価値が所定値以下の場合 (S 8 0 2 : Y E S)、制御回路 1 0 5 は、A F 再起動が必要と判断する。コントラスト評価値の低下は、例えば被写体との相対距離が変化した場合に生じる。

【 0 0 4 5 】

A F 再起動が必要と判断すると、制御回路 1 0 5 は、撮像レンズ 1 0 1 の状態情報 (レンズ機種情報、絞り値)、現在設定されている焦点検出領域 (位相差検出用画素) の位置から、位相差検出可能な最大開口径 A_{max} を算出する。最大開口径 A_{max} は、装着されている撮像レンズ 1 0 1 の種類と焦点検出領域の位置とによって変化する射出瞳位置と、絞り 1 0 2 の開口径によって変化する射出瞳径と、設定されている焦点検出領域の撮像素子 1 0 3 上の位置によって変化する (S 8 0 3)。これは、撮像素子 1 0 3 の位相差検出用画素に入射する像が、撮像レンズ 1 0 1 の絞り開放近くでの特性によって乱れることにより規制されることによる。

20

【 0 0 4 6 】

最大開口径 A_{max} の算出方法には特に制限はなく、例えば絞り値と焦点検出領域の位置との組み合わせごとに最大開口径 A_{max} の値を記憶したテーブルをレンズ機種ごとに用意しておいてもよい。また、撮像レンズ 1 0 1 の状態情報から得られるパラメータと焦点検出領域の位置を示す値を変数とした計算式を用意しておき、都度算出することもできる。また、装着されたレンズに応じて、テーブルの使用と算出式の使用を切り替えてもよい。

30

【 0 0 4 7 】

そして、判定手段としての制御回路 1 0 5 は、現在の絞り 1 0 2 の開口径 A_0 が、算出された最大開口径 A_{max} よりも大きいかが否かが判定する (S 8 0 4)。絞り 1 0 2 の開口径 A_0 が最大開口径 A_{max} 以下の場合 (S 8 0 4 : N O)、制御回路 1 0 5 は、設定されている焦点検出領域に含まれる位相差検出用画素の出力に基づく位相差検出 A F を行い、焦点調節用レンズの駆動方向と駆動量を決定する (S 8 0 5)。

40

【 0 0 4 8 】

一方、絞り 1 0 2 の開口径 A_0 が最大開口径 A_{max} よりも大きい場合 (S 8 0 4 : Y E S)、設定されている焦点検出領域に含まれる位相差検出用画素を用いた位相差検出 A F は正しく動作しない。そのため、制御手段としての制御回路 1 0 5 は、絞り 1 0 2 の開口径を最大開口径 A_{max} 又は A_{max} より小さくなるように絞り 1 0 2 を制御する絞り制御信号を撮像レンズ 1 0 1 に出力する。また、制御回路 1 0 5 は、絞り 1 0 2 の開口径を小さくしたことによる撮像素子 1 0 3 に到達する光量の減少を補うため、信号処理回路 1 0 4 に対し、読み出した画像信号に対して適用するゲインの量を上昇するように指示する (S 8 0 6)。例えば、絞り 1 0 2 を 1 段閉じた場合、1 E V 分に相当する量、ゲインを上昇させればよい。

50

【 0 0 4 9 】

そして、決定手段としての制御回路 1 0 5 は、絞り 1 0 2 の開口径が A_{max} 以下となった状態で位相差検出 A F を行い、フォーカス駆動の方向および量を決定する (S 8 0 7)。次に、制御回路 1 0 5 は、絞り 1 0 2 の開口径を A_0 に、信号処理回路 1 0 4 のゲインを G_0 に戻す (S 8 0 8)。

【 0 0 5 0 】

S 8 0 5 又は S 8 0 8 における位相差検出 A F によってフォーカス駆動量及び駆動方向を決定すると、駆動手段としての制御回路 1 0 5 は撮像レンズ 1 0 1 のフォーカス調節用レンズを駆動する (S 8 0 9)。そして、制御回路 1 0 5 は、フォーカス駆動を停止し (S 8 1 1)、A F 再起動処理を終了する。

10

【 0 0 5 1 】

このように、本実施形態によれば、A F 再起動時に、現在のレンズの絞りの開口径が、現在設定されている焦点検出領域に含まれている位相差検出用画素を用いた位相差検出 A F が可能な開口径かどうか判断する。そして、位相差検出 A F ができない開口径であれば、位相差検出 A F が可能な開口径に絞りを変更して位相差検出 A F を実行する (あるいは、位相差検出 A F を行う間、位相差検出 A F が可能な開口径に絞りを変更する)。そのため、合焦位置でレンズを停止させた後に A F 再起動が必要となった場合でも、レンズを微小駆動する必要なく、新たな合焦位置に素速くレンズを駆動することが可能である。そのため、微小駆動に対応していないレンズを用いる撮像装置で動画記録中に A F 再起動した場合でも、記録画像に焦点検出動作が与える影響を大幅に抑制できる。特にレンズ交換式カメラのように、様々なレンズが装着されうる撮像装置において効果が大きい。

20

【 0 0 5 2 】

なお、本実施形態では、撮像素子に設けられた位相差検出用画素のうち、焦点検出領域に含まれている位相差検出用画素を用いた位相差検出 A F が可能かどうかを、絞りの開口径によって判定した。しかし、開口径の代わりに、絞り値はもちろん、開口径の大きさを示す任意の値を用いて判定することが可能である。例えばテーブルを用いて最大開口径 A_{max} を求める場合、テーブルの容量を削減するために、実際の開口径よりも他の値を用いることが有効な場合もある。

【 0 0 5 3 】

(第 2 の実施形態)

30

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。本実施形態に係る撮像装置の構成は第 1 の実施形態と同じでよいため、説明を省略する。

図 9 は絞り 1 0 2 の開口径が小さい場合の撮像レンズ 1 0 1 の光軸中心に近い領域に設けられた位相差検出画素に入射する光束の様子を示した図である。絞り 1 0 2 の開口径が小さいため、射出瞳 E P の径が小さくなり、撮影光学系 T L の上側射出瞳 E P V C および下側射出瞳 E P V D を通過した光束が遮断された (けられた) 状態を示している。この状態では射出瞳 E P V C 及び E P V D を透過する光束は位相差検出用画素の開口部 O P V C および O P V D には到達しないことがわかる。

【 0 0 5 4 】

本実施形態はかかる条件下での A F 再起動動作に関する。

40

図 1 0 は、本実施形態の撮像装置の自動焦点検出動作、特に焦点調節用レンズが合焦位置で停止した状態での動作を説明するためのフローチャートである。図 1 0 において第 1 の実施形態と同じ動作については図 8 と同じ参照数字を付し、説明を省略する。

【 0 0 5 5 】

コントラスト評価値が所定値以下 (S 8 0 2 : Y E S) で、A F 再起動が必要と判断すると、制御回路 1 0 5 は、位相差検出可能な最小開口径 A_{min} を算出する (S 1 0 0 3)。最小開口径 A_{min} も最大開口径 A_{max} 同様、装着されている撮像レンズ 1 0 1 の種類と焦点検出領域の位置とによって変化する射出瞳位置と、絞り 1 0 2 の開口径によって変化する射出瞳径と、焦点検出領域の撮像素子 1 0 3 上の位置によって変化する。

【 0 0 5 6 】

50

最小開口径 A_{min} も最大開口径 A_{max} と同様、その算出方法には特に制限はなく、例えば絞り値と焦点検出領域の位置との組み合わせごとに最小開口径 A_{min} の値を記憶したテーブルをレンズ機種ごとに用意しておいてもよい。また、撮像レンズ 101 の状態情報から得られるパラメータと焦点検出領域の位置を示す値を変数とした計算式を用意しておき、都度算出することもできる。また、装着されたレンズに応じて、テーブルの使用と算出式の使用を切り替えてもよい。

【0057】

そして、制御回路 105 は、現在の絞り 102 の開口径 A_0 が、算出された最小開口径 A_{min} よりも小さいか否か判定する (S1004)。絞り 102 の開口径 A_0 が最小開口径 A_{min} 以上の場合 (S1004: NO)、制御回路 105 は、設定されている焦点

10

【0058】

一方、絞り 102 の開口径 A_0 が最小開口径 A_{min} よりも小さい場合 (S1004: YES)、設定されている焦点検出領域に含まれる位相差検出用画素を用いた位相差検出 AF は正しく動作しない。そのため、制御回路 105 は、絞り 102 の開口径を最小開口径 A_{min} 又は A_{min} より大きくなるように絞り 102 を制御する絞り制御信号を撮像レンズ 101 に出力する。また、制御回路 105 は、絞り 102 の開口径を大きくしたことによる撮像素子 103 に到達する光量の増加を相殺するため、撮像素子 103 の蓄積時間 (電子シャッタースピード) を、AF 再起動ルーチン開始前の T_0 よりも短い T_1 に設定する (S1006)。例えば、絞り 102 を 1 段開いた場合、蓄積時間を $1/2$ にすればよい。

20

【0059】

そして、制御回路 105 は、絞り 102 の開口径が最小開口径 A_{min} 以上となった状態で位相差検出 AF を行い、フォーカス駆動の方向および量を決定する (S807)。次に、制御回路 105 は、絞り 102 の開口径を A_0 に、撮像素子 103 の蓄積時間を T_0 に戻す (S1008)。

【0060】

S805 又は S808 における位相差検出 AF によってフォーカス駆動量及び駆動方向を決定すると、制御回路 105 は撮像レンズ 101 のフォーカス調節用レンズを駆動する (S809)。そして、制御回路 105 は、フォーカス駆動を停止し (S811)、AF 再起動処理を終了する。

30

【0061】

本実施形態によっても、第 1 の実施形態と同様の効果が得られる。なお、本実施形態においても、第 1 の実施形態と同様、S1004 における判定処理において、開口径の代わりに、絞り値はもちろん、開口径の大きさを示す任意の値を用いることが可能である。

【0062】

(他の実施形態)

上述した実施形態にかかる処理は、組み合わせて実行可能であることはいうまでもない。つまり、制御回路 105 は AF 再起動を行う場合、まず、現在設定されている焦点検出領域に含まれている位相差検出用画素を用いた位相差検出 AF が可能な開口径の範囲と、現在の絞りの開口径とを比較する。そして、絞りの開口径が範囲の上限値を上回っている場合には第 1 の実施形態を、範囲の下限値を下回っている場合には第 2 の実施形態を実施すればよい。

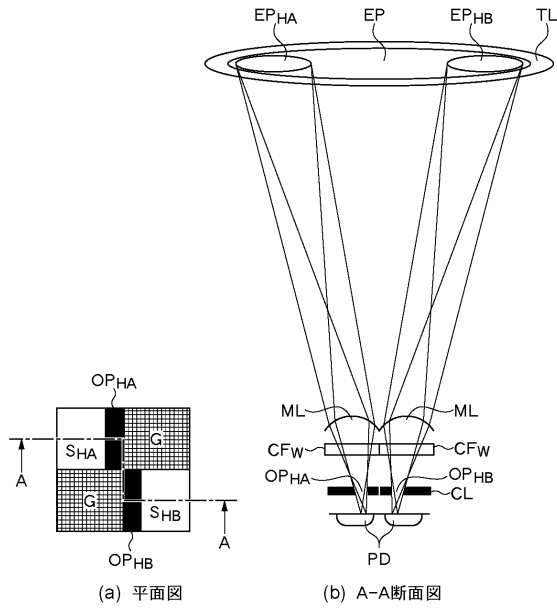
40

【0063】

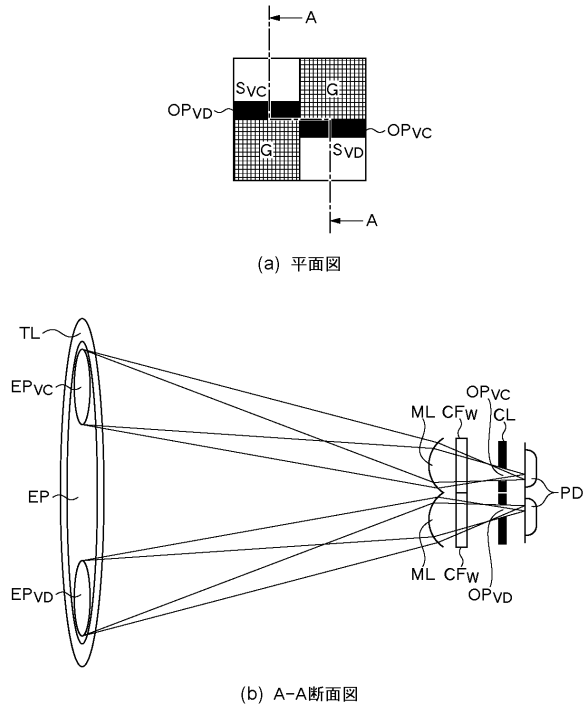
また、上述の実施形態では、位相差検出 AF を行う間に絞りの開口径を変更した場合に、信号処理回路 104 において画像信号に適用するゲインを上昇させたり、撮像素子 103 の蓄積時間を短縮されたりしたが、これらは必須ではない。位相差検出 AF に要する時間が充分短ければ、記録中の動画に与える影響は無視できるからである。例えば、位相差検出 AF が迷うような場合に、これらの対策を講じるように構成してもよい。

50

【図 3】



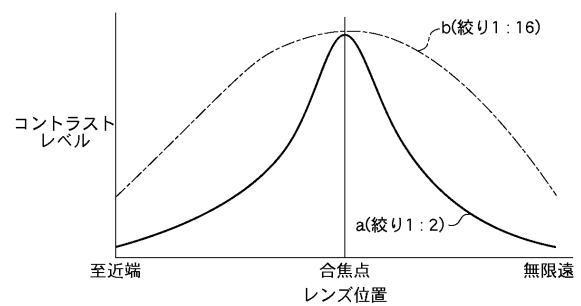
【図 4】



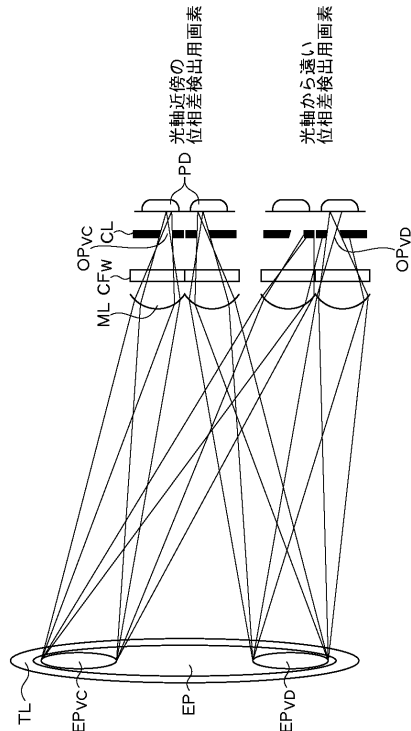
【図 5】

	m-4	m-3	m-2	m-1	m	m+1	m+2	m+3	m+4
k-4	$(m-4, k-4)$	$(m-3, k-4)$	$(m-2, k-4)$	$(m-1, k-4)$	$(m, k-4)$	$(m+1, k-4)$	$(m+2, k-4)$	$(m+3, k-4)$	$(m+4, k-4)$
k-3	$(m-4, k-3)$	$(m-3, k-3)$	$(m-2, k-3)$	$(m-1, k-3)$	$(m, k-3)$	$(m+1, k-3)$	$(m+2, k-3)$	$(m+3, k-3)$	$(m+4, k-3)$
k-2	$(m-4, k-2)$	$(m-3, k-2)$	$(m-2, k-2)$	$(m-1, k-2)$	$(m, k-2)$	$(m+1, k-2)$	$(m+2, k-2)$	$(m+3, k-2)$	$(m+4, k-2)$
k-1	$(m-4, k-1)$	$(m-3, k-1)$	$(m-2, k-1)$	$(m-1, k-1)$	$(m, k-1)$	$(m+1, k-1)$	$(m+2, k-1)$	$(m+3, k-1)$	$(m+4, k-1)$
k	$(m-4, k)$	$(m-3, k)$	$(m-2, k)$	$(m-1, k)$	(m, k)	$(m+1, k)$	$(m+2, k)$	$(m+3, k)$	$(m+4, k)$
k+1	$(m-4, k+1)$	$(m-3, k+1)$	$(m-2, k+1)$	$(m-1, k+1)$	$(m, k+1)$	$(m+1, k+1)$	$(m+2, k+1)$	$(m+3, k+1)$	$(m+4, k+1)$
k+2	$(m-4, k+2)$	$(m-3, k+2)$	$(m-2, k+2)$	$(m-1, k+2)$	$(m, k+2)$	$(m+1, k+2)$	$(m+2, k+2)$	$(m+3, k+2)$	$(m+4, k+2)$
k+3	$(m-4, k+3)$	$(m-3, k+3)$	$(m-2, k+3)$	$(m-1, k+3)$	$(m, k+3)$	$(m+1, k+3)$	$(m+2, k+3)$	$(m+3, k+3)$	$(m+4, k+3)$
k+4	$(m-4, k+4)$	$(m-3, k+4)$	$(m-2, k+4)$	$(m-1, k+4)$	$(m, k+4)$	$(m+1, k+4)$	$(m+2, k+4)$	$(m+3, k+4)$	$(m+4, k+4)$

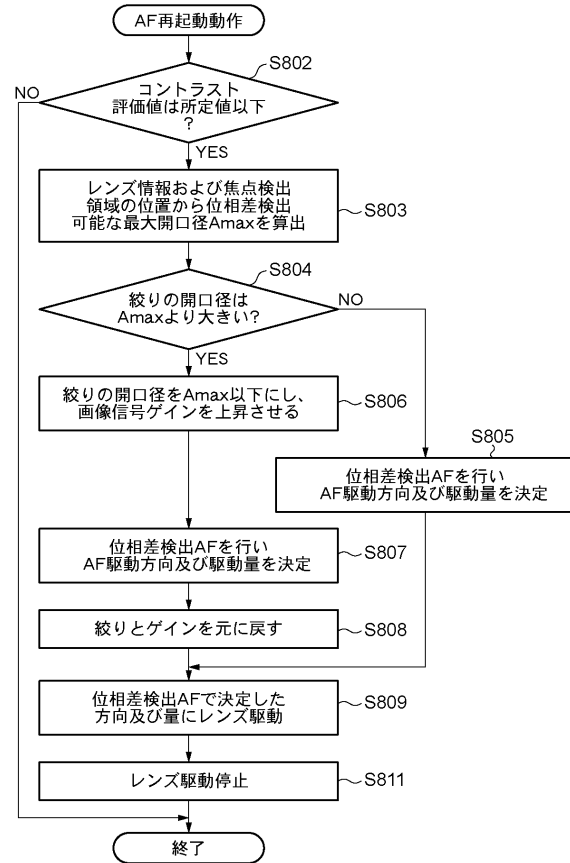
【図 6】



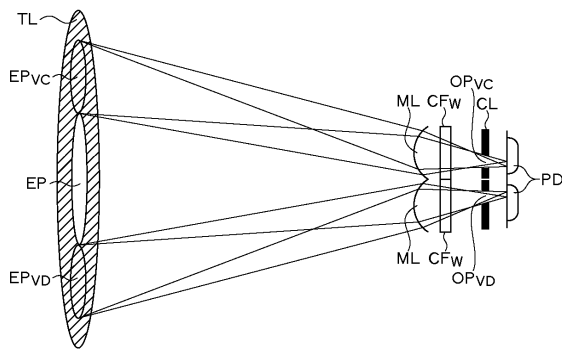
【図 7】



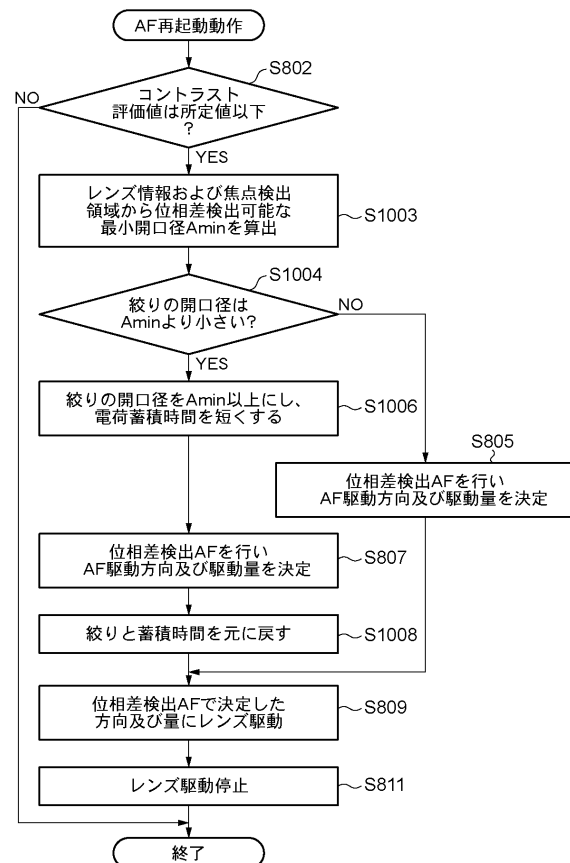
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 4 N 101/00 (2006.01) H 0 4 N 101:00

(72)発明者 高岩 敢
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 辻本 寛司

(56)参考文献 特開2010-217618(JP,A)
特開2010-181751(JP,A)
特開2008-058482(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
H 0 4 N 5 / 2 3 2
H 0 4 N 1 0 1 / 0 0