

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5376823号
(P5376823)

(45) 発行日 平成25年12月25日(2013.12.25)

(24) 登録日 平成25年10月4日(2013.10.4)

(51) Int.Cl.	F I
G O 2 B 7/36 (2006.01)	G O 2 B 7/11 D
G O 3 B 13/36 (2006.01)	G O 3 B 3/00 A
H O 4 N 5/232 (2006.01)	H O 4 N 5/232 H
H O 4 N 101/00 (2006.01)	H O 4 N 101/00

請求項の数 3 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2008-88405 (P2008-88405)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成20年3月28日 (2008.3.28)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2009-244375 (P2009-244375A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成21年10月22日 (2009.10.22)	(74) 代理人	100110412
審査請求日	平成23年3月28日 (2011.3.28)		弁理士 藤元 亮輔
		(74) 代理人	100104628
			弁理士 水本 敦也
		(72) 発明者	木本 賢志
			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	高橋 雅明

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】

撮像素子を用いて生成された映像信号から映像のコントラスト状態を示す焦点評価値を算出する焦点評価手段と、

フォーカスレンズを目標位置に移動させるように、該フォーカスレンズを駆動するアクチュエータの位置フィードバック制御を行う位置制御手段と、

前記フォーカスレンズを移動させながら複数の前記焦点評価値を取得する評価値取得処理、及び前記複数の焦点評価値に基づいて決定した合焦位置に前記フォーカスレンズを移動させる合焦処理を行うフォーカス制御手段とを有し、

前記位置制御手段は、

撮影準備動作における前記評価値取得処理において、垂直同期期間ごとにレンズ位置を取得するとともに、前記フォーカスレンズを所定速度で移動させるように前記目標位置を垂直同期期間内において順次更新しながら複数回の前記位置フィードバック制御を繰り返す第1のモードと、撮影準備動作における前記評価値取得処理後の前記合焦処理において、垂直同期期間とは同期せずに、前記フォーカスレンズを前記所定速度よりも速い速度で前記合焦位置に移動させるように、前記目標位置を前記合焦位置に固定して前記位置フィードバック制御を行う第2のモードとを有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記アクチュエータは、リニアアクチュエータであることを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記フォーカス制御手段は、前記評価値取得処理を行う前に、前記フォーカスレンズを該評価値取得処理の開始位置に移動させる開始処理を行い、

前記位置制御手段は、前記開始処理において、前記目標位置を前記開始位置に固定して前記位置フィードバック制御を行うことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アクチュエータを位置フィードバック制御してオートフォーカス（AF）を行うデジタルスチルカメラ等の撮像装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

撮像装置においてフォーカスレンズを移動させるアクチュエータとしては、ステッピングモータが使用されることが多かったが、最近では特許文献 1 にて開示されているように、騒音や振動の発生が少なく、高速性に優れたリニアモータが使用される場合もある。

【0003】

リニアモータは、駆動対象物の現在位置（検出位置）と目標位置との偏差を零にする制御、すなわち位置フィードバック制御が行われることが前提のアクチュエータであり、フィードバックループの良好な応答特性により駆動対象物を高速移動させることができる。したがって、フォーカスレンズの駆動にリニアアクチュエータを用いることで、AFの高速化が可能となる。

20

【0004】

また、デジタルスチルカメラには、いわゆるスキャンAFが行われるものがある。スキャンAFでは、フォーカスレンズを無限遠端と至近端との間で移動（スキャン）させながら映像信号から映像のコントラスト状態を示す焦点評価値を複数取得する。そして、それら複数の焦点評価値に基づいて、最大の焦点評価値が得られたフォーカスレンズ位置を合焦位置と決定し、該合焦位置にフォーカスレンズを移動させる。

【0005】

ただし、スキャンAFを行うデジタルスチルカメラにおいて、フォーカスレンズの駆動にリニアアクチュエータを用いると、通常の位置フィードバック制御ではフォーカスレンズを所定の速度で移動させることが難しいことから、以下のような問題が生じる。すなわち、フォーカスレンズをスキャンする際のフォーカスレンズの移動速度が速すぎると、焦点評価値を取得する各フォーカスレンズ位置での正確な焦点評価値の取得が困難になる。この結果、合焦精度が低下する。

30

【0006】

特許文献 1 には、リニアモータに対して、フォーカスレンズを所定平均速度で移動させるように、目標位置を所定周期（小移動量）ごとに更新しながら複数回の位置フィードバック制御を行うビデオカメラが開示されている。このような制御によって、フォーカスレンズの擬似的な速度制御が可能となる。特許文献 1 のビデオカメラでは、目標位置の更新周期を焦点評価値に応じて切り替えることで、合焦位置付近の領域ではフォーカスレンズを遅く移動させて合焦精度を高め、それ以外の領域ではフォーカスレンズを速く移動させてAFに要する時間を短縮している。

40

【特許文献 1】特許第 3 6 1 0 1 7 6 公報

【発明の開示】

【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 にて開示された擬似的速度制御は、ビデオカメラによる動画撮影に適したものであり、スキャンAFを行うデジタルスチルカメラにそのまま適用することはできない。また、静止画像を記録するデジタルスチルカメラにおいては、連続して被写体を撮像するビデオカメラとは異なり、撮影者が望むシャッターチャンスを逃さないよ

50

うに、ＡＦに要する時間が可能な限り短いことが特に要求される。

【０００８】

本発明は、リニアモータ等、位置フィードバック制御が行われるアクチュエータによりフォーカスレンズを移動させてスキャンＡＦを行う撮像装置であって、良好な合焦精度を確保しつつ、ＡＦに要する時間を短縮できるようにした撮像装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

本発明の一側面としての撮像装置は、撮像素子を用いて生成された映像信号から映像のコントラスト状態を示す焦点評価値を算出する焦点評価手段と、フォーカスレンズを目標位置に移動させるように、該フォーカスレンズを駆動するアクチュエータの位置フィードバック制御を行う位置制御手段と、フォーカスレンズを移動させながら複数の焦点評価値を取得する評価値取得処理、及び該複数の焦点評価値に基づいて決定した合焦位置にフォーカスレンズを移動させる合焦処理を行うフォーカス制御手段とを有する。そして、位置制御手段は、撮影準備動作における評価値取得処理において、垂直同期期間ごとにレンズ位置を取得するとともに、フォーカスレンズを所定速度で移動させるように目標位置を垂直同期期間内において順次更新しながら複数回の位置フィードバック制御を繰り返す第１のモードと、撮影準備動作における評価値取得処理後の合焦処理において、垂直同期期間とは同期せずに、フォーカスレンズを所定速度よりも速い速度で合焦位置に移動させるように、目標位置を合焦位置に固定して位置フィードバック制御を行う第２のモードとを有することを特徴とする。

【発明の効果】

【００１０】

本発明によれば、スキャンＡＦにおいて複数の焦点評価値を取得する際には、擬似的な速度制御によってフォーカスレンズを正確な焦点評価値を取得可能な所定平均速度で移動させることができる。そして、フォーカスレンズを合焦位置に移動させる際には、通常の位置フィードバック制御によって高速でフォーカスレンズを移動させることができる。これにより、良好な合焦精度を確保しつつ、スキャンＡＦに要する時間を短縮することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１１】

以下、本発明の好ましい実施例について図面を参照しながら説明する。

【００１２】

図１には、本発明の実施例１であるデジタルスチルカメラ（撮像装置）の構成を示している。

【００１３】

該カメラの光学系は、不図示のレンズ鏡筒部内に収容されている。該光学系において、１０１は変倍レンズであり、光軸方向に移動することで変倍を行う。１０５は光量を制御する絞りであり、１２７は撮像素子１１６の露光量を制御するシャッタである。１０６はフォーカスレンズであり、光軸方向に移動することで焦点調節を行う。

【００１４】

１０２は変倍レンズ１０１を移動させるズームモータである。１０４は絞り１０５を駆動する絞りモータである。１２８はシャッタ１２７を開閉動作させるシャッタモータである。１０３はズームモータ１０２、絞りモータ１０４及びシャッタモータ１２８の動作を制御するモータドライバ回路であり、ズームモータ１０２、絞りモータ１０４及びシャッタモータ１２５に対して供給する電圧又は電流を制御する。モータドライバ回路１０３は、後述するシステム制御部１１５からの制御対象モータの駆動指示を受けて、該制御対象モータの動作を制御する。

【００１５】

１０７はフォーカスレンズ１０６を移動させるフォーカスモータである。フォーカスモ

10

20

30

40

50

ータ１０７は、後述するようにリニアアクチュエータにより構成されている。

【００１６】

１１６は上述した光学系により形成された被写体像を電気信号に変換する光電変換素子としての撮像素子である。撮像素子１１６は、ＣＣＤセンサ又はＣＭＯＳセンサにより構成される。

【００１７】

１１７は撮像素子１１６からの出力に含まれるノイズを除去するＣＤＳ回路や撮像素子１１６からのアナログ出力のＡ／Ｄ変換前に非線形増幅を行う非線形増幅回路を含むＡ／Ｄ変換部である。１１８はＡ／Ｄ変換部１１７からのデジタル信号から映像信号を生成する画像処理部である。１２９は画像処理部１１８で生成された映像信号に対してＷＢ（ホワイトバランス）処理を行うＷＢ処理部である。

10

【００１８】

１３１はＡＥ処理部であり、画像処理部１１８で生成された映像信号から得られた輝度情報又は不図示の測光ユニットにより得られた測光情報に基づいて、絞り値やシャッタ速度等のＡＥ制御値を生成する。

【００１９】

１３０は焦点評価手段としてのＡＦ処理部であり、画像処理部１１８で生成された映像信号から高周波成分を抽出することで焦点評価値を生成し、システム制御部１１５に送る。焦点評価値は、映像のコントラスト状態（鮮鋭度）を示す値であり、コントラスト評価値又はＡＦ評価値とも称される。

20

【００２０】

１１９は映像信号を所定のフォーマットに変換するフォーマット変換部である。１２０はメモリ（ＤＲＡＭ）である。ＤＲＡＭ１２０は、高速バッファ又は画像の圧縮伸張処理における作業用メモリとして使用される。

【００２１】

１２１は半導体メモリや光ディスク等の記録媒体に記録用画像（静止画）を記録する画像記録部である。

【００２２】

１１５はシステム制御部であり、撮像シーケンスやＡＦシーケンス等の処理を行う。システム制御部１１５は、フォーカス制御手段として機能する。本実施例では、システム制御部１１５は、ＡＦシーケンスとして、以下の処理を含むスキャンＡＦを行う。スキャンＡＦは、フォーカスレンズ１０６を移動させながら複数の焦点評価値を取得する評価値取得処理と、該複数の焦点評価値に基づいて合焦位置を決定し、該合焦位置にフォーカスレンズ１０６を移動させる合焦処理とを含む。また、評価値取得処理の前に、フォーカスレンズ１０６を該評価値取得処理の開始位置に移動させる開始処理も含む。

30

【００２３】

１０８はフォーカスレンズ１０６の位置（現在位置）を検出するための位置エンコーダである。１１３及び１１２はそれぞれ、位置エンコーダ１０８からの出力を増幅及び微分する増幅回路及び微分回路である。位置エンコーダ１０８の出力は、システム制御部１１５にも供給される。

40

【００２４】

１１４は増幅回路１１３からの出力（フォーカスレンズ１０６の現在位置に対応する検出位置信号）とシステム制御部１１５からの出力（フォーカスレンズ１０６の目標位置に対応する目標信号）とを比較する比較回路である。１１１は比較回路１１４からの出力（現在位置と目標位置との偏差）を積分する積分回路である。比較回路１１４からの出力である偏差が零になるように位置フィードバック制御が行われる。

【００２５】

１１０は微分回路１１２及び積分回路１１１からの出力を加算する加算回路１１０である。微分回路１１２が設けられている理由については後述する。

【００２６】

50

増幅回路 113、微分回路 112、比較回路 114、積分回路 111 及び加算回路 110 は、システム制御部 115 とともに位置制御手段としての位置制御回路を構成する。

【0027】

109 は加算回路 110 からの出力に応じてフォーカスマータ 107 の駆動を制御するモータドライバ 109 である。

【0028】

122 は画像表示用メモリ（以下、VRAM という）であり、123 は画像や各種情報を表示する表示部であり、LCD や有機 EL 等により構成されている。

【0029】

124 は各種スイッチが配置された操作部である。133 は電源を投入するために操作されるメインスイッチである。125 は AF や AE 等の撮像準備動作を開始させる撮像準備スイッチ（以下、SW1）であり、126 は撮像動作（本露光）を開始させる撮像スイッチ（以下、SW2 という）である。SW1 及び SW2 はそれぞれ、不図示のリリースボタンの第 1 ストローク操作（半押し）及び第 2 ストローク操作（全押し）によって ON される。

10

【0030】

次に、フォーカスマータ 107 及び位置制御回路について詳しく説明する。フォーカスマータ 107 としてリニアモータを用いると、ステッピングモータや DC モータ等の回転タイプのアクチュエータを用いる場合のような駆動力伝達機構が不要となる。このため、フォーカスマータ 107 を駆動するための構成が簡略化され、カメラの小型化及び軽量化を図ることができる。

20

【0031】

本実施例では、フォーカスマータ 107 として、リニアモータの 1 つであるムービングコイルタイプのボイスコイルモータを使用する。ボイスコイルモータを使用したフォーカスレンズ駆動機構を図 2 に示す。

【0032】

図 2 に示すフォーカス駆動機構 200 は、図 1 中のフォーカスレンズ 106 に相当するフォーカスレンズ 201 を保持するレンズ保持枠 202 と、該レンズ保持枠 202 の外周に固定されたヨーク 203 及びコイル 206 とを有する。レンズ保持枠 202 は、ガイドバー 204 によって光軸方向にガイドされる。ヨーク 203 の一端は、カメラのレンズ鏡筒部を構成する固定筒 209 の内周面に接着されており、他端側の長尺部は、光軸方向に延びている。コイル 206 は、レンズ保持枠 202 に設けられたホビン 205 に巻き付けられている。

30

【0033】

固定筒 209 の内周におけるヨーク 203 に対向した位置には、光軸方向に延びるヨーク 207 が接着により固定されている。ヨーク 207 には、マグネット 208 が接着されている。ヨーク 203 とヨーク 207（及びマグネット 208）の間には、コイル 206 が配置されている。ヨーク 203、207、マグネット 208 及びコイル 206（ホビン 205）によって、ボイスコイルモータが構成される。

【0034】

ヨーク 203 とヨーク 207 の間は、レンズ鏡筒部の半径方向に磁場が形成された状態となっている。コイル 206 に電流を流すと、コイル 206 を光軸方向に移動させる駆動力が発生する。このため、ホビン 205 を一体に構成しているレンズ保持枠 202 が、これにより保持されているフォーカスレンズ 201 とともに光軸方向に移動する。

40

【0035】

コイル 206 の片側には、基準電圧が印加されている。モータドライバ 109 は、コイル 206 の反対側（基準電圧が印加されていない側）に、基準電圧に対して正又は負となる電圧を印加することにより、コイル 206 に流れる電流の極性を切り替える。これにより、フォーカスマータ 107（つまりはフォーカスレンズ 106）の駆動方向を変更することができる。また、コイル 206 に印加する電圧のレベルを変化させることで、フォー

50

カスレンズ１０６の駆動量を変更することができる。

【００３６】

フォーカスマータ１０７は、前述した位置制御回路による位置フィードバック制御が行われる。微分回路１１２によってフォーカスレンズ１０６の移動速度（微分回路１１２の微分結果）をフィードバックしているのは、フィードバックループ制御系を安定させるためである。また、フォーカスレンズ１０６の急激な移動を抑制することで、表示部１２３に表示される自然な映像の取得を可能とするとともに、フォーカスレンズ１０６がその移動可能な範囲を超えてレンズ鏡筒部内の他の部材に衝突することを防ぐためである。

【００３７】

システム制御部１１５からは、比較回路１１４に対して、前述した目標信号が供給される。フォーカスレンズ１０６の現在位置と目標位置との相関関係がＤＲＡＭ１２０にデータテーブルとして予め記憶されている。システム制御部１１５は、位置エンコーダ１０８により得られるフォーカスレンズ１０６の検出位置信号（現在位置情報）と目標位置とに応じて該データテーブルを参照することにより、目標信号を生成する。

10

【００３８】

次に、本実施例における主としてシステム制御部１１５での処理（撮像シーケンスやＡＦシーケンス等）について、図３～図１７を用いて説明する。これらの処理は、システム制御部１１５に内蔵されたメモリに格納されたコンピュータプログラムに従って実行される。

【００３９】

20

図６は本発明の実施例１に係わる電子撮像装置の撮影準備動作及び撮影動作を示したフローチャートである。まず、ステップＳ３０１において、システム制御部１１５は、ＳＷ１（１２５）の状態を調べ、ＯＮであればステップＳ３０２へ進み、ＯＦＦであればステップＳ３０１に戻る。

【００４０】

ステップＳ３０２では、システム制御部１１５は、ＡＥ処理部１３１にＡＦ用のＡＥ処理を行わせ、絞り値やシャッタ速度等のＡＥ制御値をＡＦ動作に適した値に設定する。そして、ステップＳ３０３では、システム制御部１１５は、通常のＡＦ動作（スキャンＡＦ）を行う。このＡＦ動作については後述する。

【００４１】

30

次に、ステップＳ３０４では、システム制御部１１５は、ステップＳ３０３でのＡＦ動作が終了した状態で、ＡＥ処理部１３１に本露光用ＡＥ処理を行わせる。前述したステップＳ３０２では、ＡＦ動作に適した絞り値やシャッタ速度が設定されたが、ここでは実際に記録される記録用画像の取得（本露光）に適した絞り値やシャッタ速度が設定される。

【００４２】

次に、ステップＳ３０５では、システム制御部１１５は、再びＳＷ１（１２５）の状態を調べ、ＯＮであればステップＳ３０６へ進み、ＯＦＦであればステップＳ３０１に戻る。

【００４３】

ステップＳ３０６では、システム制御部１１５は、ＳＷ２（１２６）の状態を調べる。ＳＷ２（１２６）がＯＮであれば次のステップＳ３０７に進み、ＯＦＦであればステップＳ３０５に戻る。

40

【００４４】

ステップＳ３０７では、システム制御部１１５は、合焦が得られた状態で、撮像（本露光）処理を行う。この撮像処理については後述する。

【００４５】

図６のステップＳ３０７で示した撮像処理について、図１１のフローチャートを用いて詳しく説明する。まず、ステップＳ８０１では、システム制御部１１５は、モータドライバ１０３を通じて絞り１０５及びシャッタ１２７を制御し、静止画記録のための撮像素子１１６の露光を行う。ステップＳ８０２では、システム制御部１１５は、Ａ／Ｄ変換部１

50

１７に撮像素子１１６に蓄積された電荷（アナログ信号）を読み出させる。

【００４６】

次にステップＳ８０３では、システム制御部１１５は、Ａ／Ｄ変換部１１７にアナログ信号をデジタル信号に変換させる。さらに、ステップＳ８０４では、システム制御部１１５は、画像処理回路１１８にＡ／Ｄ変換部１１７から出力されたデジタル信号に対する各種画像処理を行わせ、画像信号を生成させる。また、システム制御部１１５は、ＷＢ処理部１２９に画像信号に対するＷＢ調整を行わせる。

【００４７】

そして、ステップＳ８０５では、システム制御部１１５は、フォーマット変換部１１９に、ＷＢ調整後の出力画像信号（静止画）を静止画記録に適したＪＰＥＧ等の所定のフォーマットに圧縮させる。

【００４８】

最後に、ステップＳ８０６では、システム制御部１１５は、圧縮された画像信号を画像記録部１２１を通じて記録媒体に書き込み、保存する。

【００４９】

次に、図６のステップＳ３０３でのＡＦ動作（スキャンＡＦ）について、図７のフローチャートを用いて説明する。

【００５０】

まず、ステップＳ４０１では、システム制御部１１５は、評価値取得処理によりフォーカスレンズ１０６の位置と対応付けながら複数の焦点評価値をサンプリングする際のサーチ範囲を設定する。本実施例では、図４に丸囲み２の矢印で示すように、サーチ範囲での１度のフォーカスレンズ１０６の移動（以下、スキャン動作という）で複数の焦点評価値をサンプリングする。また、サーチ範囲は、無限遠端から特定の至近距離（至近端でもよいし、至近端よりも無限遠側の位置でもよい）とする。

【００５１】

次に、ステップＳ４０２では、システム制御部１１５は、図４に丸囲み１の矢印で示すように、ステップＳ４０１で設定したサーチ範囲におけるスキャン動作の開始位置にフォーカスレンズ１０６を移動させる開始処理を行う。本実施例では、開始位置は無限遠端とする。

【００５２】

ここで、本実施例では、フォーカスレンズ１０６の駆動方法、すなわちフォーカスマータ１０７の制御方法について、２つの制御モードを使い分ける。１つは位置制御モードであり、もう１つは擬似速度制御モードである。位置制御モードはスキャンＡＦのうち開始処理と合焦処理において、擬似速度制御モードは評価値取得処理においてそれぞれ設定（選択）される。合焦処理でのフォーカスレンズ１０６の移動は、図４に丸囲み３の矢印で示している。

【００５３】

なお、位置制御モードでのフォーカスマータ１０７の制御も擬似速度制御モードでのフォーカスマータ１０７の制御も、フォーカスレンズ１０６を目標位置に移動させるように該フォーカスレンズ１０６を駆動する位置フィードバック制御である。

【００５４】

位置制御モードでは、フォーカスマータ１０７の位置フィードバック制御のために構成されたフィードバックループの応答特性により決定される移動速度で、固定された目標位置にフォーカスレンズ１０６を移動させるようにフォーカスマータ１０７を制御する。ここにいう「固定された目標位置」とは、フォーカスマータ１０７の駆動終了まで更新されない目標位置を意味し、本実施例では、スキャン動作の開始位置と、サンプリングされた複数の焦点評価値に基づいて決定された合焦位置である。駆動終了まで目標位置が更新されないことにより、フォーカスレンズ１０６は、その移動開始位置から一気に目標位置に移動することになる。

【００５５】

10

20

30

40

50

なお、以下の説明において「合焦位置」には、実際にピントが合うフォーカスレンズ位置だけでなく、それが得られないために複数の焦点評価値に基づいて暫定的に決定されたフォーカスレンズ位置も含む。

【 0 0 5 6 】

位置制御モードでのシステム制御部 1 1 5 の処理について図 1 2 のフローチャートを用いて説明する。なお、図 1 2 は、位置制御モードでの処理と擬似速度制御モードでの処理を併せて示している。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 9 0 1 では、システム制御部 1 1 5 は、フォーカスモータ 1 0 7 に対する擬似速度制御モードでの駆動要求がされているか否かを判断する。擬似速度制御モードでの駆動要求ではない場合、すなわち位置制御モードでの駆動要求である場合には、ステップ S 9 0 6 に進む。

10

【 0 0 5 8 】

ステップ S 9 0 6 では、システム制御部 1 1 5 は、目標位置をスキャン動作の開始位置又は合焦位置に固定し、該目標位置にフォーカスレンズ 1 0 6 を移動させるように、比較回路 1 1 4 に目標位置に対応する駆動電圧信号を出力する。これにより、フォーカスレンズ 1 0 6 は、後述する擬似速度制御モードでの平均移動速度よりも速い速度で目標位置に一気に移動する。

【 0 0 5 9 】

擬似速度制御モードでは、評価値取得処理においてフォーカスレンズ 1 0 6 をスキャン動作の開始位置から最終目標位置であるスキャン動作の終了位置に移動させる際に、フォーカスレンズ 1 0 6 が所定時間後に終了位置に到達するように目標位置を順次更新する。本実施例では、垂直同期期間よりも速い周期で、n 回（複数回）、目標位置が更新される。なお、ここにいう n 回には、最初の目標位置の設定も 1 回の更新として含む。これにより、n 回の位置フィードバック制御によってフォーカスレンズ 1 0 6 が最終目標位置に到達することになる。

20

【 0 0 6 0 】

擬似速度制御モードでのシステム制御部 1 1 5 の処理について図 1 2 のフローチャートを用いて説明する。

【 0 0 6 1 】

30

ステップ S 9 0 1 にて擬似速度制御モードでの駆動要求であると判断されると、ステップ S 9 0 2 に進む。ステップ S 9 0 2 では、システム制御部 1 1 5 は、フォーカスレンズ 1 0 6 の現在位置が最終目標位置であるか否かを判断する。現在位置が最終目標位置である場合には、そのまま処理を終了する。一方、フォーカスレンズ 1 0 6 の現在位置が最終目標位置に到達していない場合には、ステップ 9 0 3 に進む。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 9 0 3 では、システム制御部 1 1 5 は、1 回の位置フィードバック制御当たりのフォーカスレンズ 1 0 6 の移動量 ΔF を算出する。この移動量 ΔF は、フォーカスレンズの 1 0 6 の移動開始位置と最終目標位置（移動終了位置）との差と、スキャン動作におけるフォーカスレンズの 1 0 6 の所定平均速度 V_f とから、以下の式（1）により算出される。

40

【 0 0 6 3 】

$$\Delta F = V_f / n \quad \dots (1)$$

次に、ステップ S 9 0 4 では、システム制御部 1 1 5 は、フォーカスレンズ 1 0 6 の現在位置を F_0 として、今回の位置フィードバック制御によってフォーカスレンズ 1 0 6 を移動させる目標位置 F_x を、以下の式（2）により算出する。

【 0 0 6 4 】

$$F_x = F_0 \pm \Delta F \quad \dots (2)$$

式（2）における符号「 $\pm$ 」は、スキャン動作においてフォーカスレンズ 1 0 6 を至近方向に移動させる場合は「 $+$ 」となり、無限遠方向に移動させる場合は「 $-$ 」となる。

50

【 0 0 6 5 】

そして、ステップ S 9 0 5 では、システム制御部 1 1 5 は、ステップ S 9 0 4 で得られた目標位置 F_x に相当する駆動電圧信号を比較回路 1 1 4 に供給する。これにより、フォーカスレンズ 1 0 6 が目標位置 F_x まで移動する。この後、ステップ S 9 0 2 に戻る。

【 0 0 6 6 】

システム制御部 1 1 5 は、ステップ S 9 0 2 でフォーカスレンズ 1 0 6 の現在位置が最終目標位置に到達するまでステップ S 9 0 3 ~ ステップ S 9 0 5 の処理を n 回繰り返す。

【 0 0 6 7 】

n 回のうち 1 回の位置フィードバック制御ごとのフォーカスレンズ 1 0 6 の移動速度は、フィードバックループの応答特性によって決定される移動速度となるが、1 垂直同期期間単位での平均移動速度は V_f になる。つまり、図 3 の左側の図に示すように、位置制御モードでは、フィードバックループの応答特性によって決定される速い速度でフォーカスレンズ 1 0 6 を移動させる。これに対し、擬似速度制御モードでは、周期的な目標位置の更新によって位置制御モードでの移動速度より低速の所定平均速度にてフォーカスレンズ 1 0 6 を移動させる。

【 0 0 6 8 】

図 3 の右側の図は、左側の図における擬似速度制御モードでのフォーカスレンズ 1 0 6 の移動軌跡を示している。図中の細線は、位置フィードバック制御の繰り返しによる実際のフォーカスレンズ 1 0 6 の移動軌跡を示し、太線は、実際の移動軌跡を均した見かけ上のフォーカスレンズ 1 0 6 の移動軌跡を示す。

【 0 0 6 9 】

次に、図 8 を用いて、フォーカスレンズ 1 0 6 を評価値取得処理（スキャン動作）の開始位置に移動させるための開始処理について説明する。

【 0 0 7 0 】

まず、ステップ S 5 0 1 では、システム制御部 1 1 5 は、フォーカスモータ 1 0 7 の制御モードを「位置制御モード」に設定する。

【 0 0 7 1 】

次に、ステップ S 5 0 2 では、システム制御部 1 1 5 は、図 6 のステップ S 4 0 1 で決定したサーチ範囲におけるスキャン動作の開始位置にフォーカスレンズ 1 0 6 を移動させるように、フォーカスモータ 1 0 7 を位置制御モードで制御する。

【 0 0 7 2 】

次に、ステップ S 5 0 3 では、システム制御部 1 1 5 は、フォーカスレンズ 1 0 6 がスキャン動作の開始位置に到達してか否かを確認し、到達していれば処理を終了する。到達していないければ、再びステップ S 5 0 3 に戻り、フォーカスレンズ 1 0 6 がスキャン動作の開始位置に到達するのを待つ。

【 0 0 7 3 】

図 7 において、ステップ S 4 0 2 で開始処理が終了すると、ステップ S 4 0 3 に進み、評価値取得処理（スキャン動作）を行う。図 1 0 を用いて、評価値取得処理について説明する。

【 0 0 7 4 】

まず、ステップ S 7 0 1 では、システム制御部 1 1 5 は、フォーカスモータ 1 0 7 の制御モードを「擬似速度制御モード」に設定する。

【 0 0 7 5 】

次に、ステップ S 7 0 2 では、システム制御部 1 1 5 は、現在がフォーカスレンズ 1 0 6 の駆動タイミングであるか否かを判断する。具体的には、焦点評価値は所定周期で A F 処理部 1 3 0 で算出されるため、その周期に同期したタイミングであるか否かを判断する。フォーカスレンズ 1 0 6 の駆動タイミングでなければ、再びステップ S 7 0 2 に戻り、駆動タイミングになるのを待つ。フォーカスレンズ 1 0 6 の駆動タイミングである場合は、ステップ S 7 0 3 に進む。

【 0 0 7 6 】

ステップS703では、システム制御部115は、図12に示した擬似速度制御モードでフォーカスモータ107の制御を行い、フォーカスレンズ106の移動（スキャン動作）を開始する。スキャン動作での平均移動速度は、フォーカスレンズ106を移動させながら周期的に焦点評価値を必要な精度（正確さ）で取得できるように予め設定されている。

【0077】

次に、ステップS704では、システム制御部115は、現時点がフォーカスレンズ106の位置情報の取得タイミングであるか否かを判断する。取得タイミングでなければステップS704に戻り、取得タイミングを待つ。取得タイミングであるならば、次のステップS705に進む。

10

【0078】

ステップS705では、システム制御部115は、この時点で位置エンコーダ108を通じて検出されたフォーカスレンズ106の位置情報を取得し、これをDRAM120に記憶させる。

【0079】

次に、ステップS706では、システム制御部115は、現時点が焦点評価値の取得タイミングであるか否かを判断し、取得タイミングでなければステップS706に戻り、取得タイミングを待つ。取得タイミングであるならば、次のステップS707に進む。

【0080】

ステップS707では、システム制御部115は、AF処理部130からこの時点での焦点評価値を取得する。そして、取得した焦点評価値をステップS705で取得したフォーカスレンズ106の位置と対応付けてDRAM120に記憶させる。

20

【0081】

次に、ステップS708では、システム制御部115は、フォーカスレンズ106がスキャン動作の終了位置に到達したか否かを判断する。到達していなければステップS704に戻り、フォーカスレンズ106の位置と焦点評価値を取得して、これら対応付けてDRAM120に記憶させる処理を繰り返す（ステップS704～S707）。終了位置に到達した場合は、そこで評価値取得処理を終了する。

【0082】

以上の評価値取得処理によって、サーチ範囲内で所定間隔の複数のフォーカスレンズ位置に対応した複数の焦点評価値が取得される。システム制御部115は、次に、図7のステップS404に進み、該複数の焦点評価値に基づいて合焦位置を算出する処理を行う。

30

【0083】

この合焦位置算出処理について、図13～図16を用いて説明する。サーチ範囲で取得された焦点評価値は、遠近競合等の特殊な場合を除けば、横軸にフォーカスレンズ位置をとり、縦軸に焦点評価値をとると、その変化の軌跡を示す形状が、図16に示すような山状になる。このため、焦点評価値の変化の軌跡が山状になっているか否かを、焦点評価値の最大値と最小値の差、上記軌跡のうち所定値（SlopeThr）以上の勾配で傾斜している部分の長さ、及び傾斜している部分の勾配から判定する。そして、焦点評価値の変化軌跡が山状である場合には、合焦位置を算出できるか否かを示す合焦可否判定を行うことができる。

40

【0084】

合焦可否判定の判定結果は、以下のように○、×、で表される。

【0085】

○：焦点評価値の変化軌跡が山状になっており、焦点評価値が最大となるフォーカスレンズ位置（ピーク位置）を合焦位置とすることができる。

【0086】

×：被写体のコントラストが低くて焦点評価値の変化の軌跡が山状になっておらず、合焦位置を算出できない。

【0087】

50

：サーチ範囲に対応する被写体距離の範囲外に被写体が存在する（合焦位置が存在する方向がサーチ範囲よりも近距離方向である場合は N E A Rとし、遠距離方向である場合は F A Rとする）。

【 0 0 8 8 】

ここで、図 1 6 には、山状の軌跡で変化する焦点評価値を A ~ E として示している。変化軌跡の頂上（A）から傾斜が続いていると認められる焦点評価値を D, E とし、D と E 間の幅を焦点評価値の山の幅 L とする。また、A と D 間の差 S L 1 と A と E 間の差 S L 2 との和である S L 1 + S L 2 を、焦点評価値の山の勾配 S L とする。

【 0 0 8 9 】

図 1 3 のフローチャートは、ステップ S 4 0 4 における合焦位置算出処理を示している 10

【 0 0 9 0 】

まず、ステップ S 1 0 0 0 において、システム制御部 1 1 5 は、評価値取得処理によって取得した複数の焦点評価値のうち最大値 m a x と最小値 m i n を求めるとともに、最大値 m a x を与えるフォーカスレンズ位置（スキャンポイントともいう）i o を求める。

【 0 0 9 1 】

次に、ステップ S 1 0 0 1 では、システム制御部 1 1 5 は、焦点評価値の山の幅（変数）L と山の勾配（変数）S L をともに零に初期化する。

【 0 0 9 2 】

次に、ステップ S 1 0 0 2 では、システム制御部 1 1 5 は、焦点評価値の最大値 m a x 20
を与えるスキャンポイント i o が、スキャン動作を行ったサーチ範囲における遠距離側の端（本実施例では、無限遠端）か否かを確認する。遠距離側端でないならばステップ S 1 0 0 3 に進み、遠距離側端である場合は、ステップ S 1 0 0 3 をスキップとしてステップ S 1 0 0 4 に進む。

【 0 0 9 3 】

ステップ S 1 0 0 3 では、システム制御部 1 1 5 は、焦点評価値の無限遠方向への単調減少を調べる。

【 0 0 9 4 】

ここで、ステップ S 1 0 0 3 における無限遠方向への単調減少を調べる処理について、 30
図 1 4 のフローチャートを用いて説明する。

【 0 0 9 5 】

まずステップ S 1 1 0 0 では、システム制御部 1 1 5 は、カウンタ変数 i を i o に初期化する。次のステップ S 1 1 0 1 では、システム制御部 1 1 5 は、スキャンポイント i における焦点評価値の値 d [i] と、i より 1 スキャンポイント分無限遠側のスキャンポイント i - 1 における焦点評価値の値 d [i - 1] との差を求める。そして、この差を所定値 S l o p e T h r と比較する。

【 0 0 9 6 】

d [i] - d [i - 1] S l o p e T h r であれば、無限遠方向への単調減少が生じていると判定し、ステップ S 1 1 0 2 に進む。ステップ S 1 1 0 2 では、システム制御部 40
1 1 5 は、焦点評価値が S l o p e T h r 以上の傾きで傾斜している部分の長さ（山の幅）L と、単調減少区間における減少量（勾配）S L を、以下の式（3）を用いて更新する。そして、ステップ S 1 1 0 3 に進む。

【 0 0 9 7 】

L = L + 1

S L = S L + (d [i] - d [i - 1]) ... (3)

一方、d [i] - d [i - 1] S l o p e T h r でなければ、システム制御部 1 1 5 は、無限遠方向への単調減少は生じていないと判定し、本処理を終了して、図 1 3 のステップ S 1 0 0 4 へ進む。

【 0 0 9 8 】

ステップ S 1 1 0 3 では、システム制御部 1 1 5 は、i = i - 1 として、無限遠方向へ 50

の単調減少を調べる点を1スキャンポイント分無限遠側に移動させる。そして、次のステップS 1 1 0 4では、システム制御部1 1 5は、カウンタ変数 i がサーチ範囲における遠距離側端を示す値 ($= 0$) になったか否かをチェックする。カウンタ変数 i の値が0、すなわち単調減少を調べる点がサーチ範囲におけるスキャン動作の開始位置に達すると、無限遠方向への単調減少を調べる処理を終了する。そして、図13のステップS 1 1 0 4に進む。以上のようにして、 $i = i_0$ から無限遠方向への単調減少を調べる。

【0099】

図13において、ステップS 1 0 0 4では、焦点評価値の最大値 max を与えるスキャンポイント i_0 がサーチ範囲における近距離側の端位置 (ここでは、至近端とする) か否かを調べる。至近端でないならばステップS 1 0 0 5へ進み、焦点評価値の至近方向への単調減少を調べる。また、至近端である場合はこの処理をスキップして、ステップS 1 0 0 6に進む。

10

【0100】

ここで、ステップS 1 0 0 5における焦点評価値の至近方向への単調減少を調べる処理について、図15のフローチャートを用いて説明する。

【0101】

まずステップS 1 2 0 0では、システム制御部1 1 5は、カウンタ変数 i を i_0 に初期化する。次のステップS 1 2 0 1では、システム制御部1 1 5は、スキャンポイント i における焦点評価値の値 $d[i]$ と、 i より1スキャンポイント分至近側のスキャンポイント $i + 1$ における焦点評価値の値 $d[i + 1]$ との差を求める。そして、この差を所定値 $SlopeThr$ と比較する。

20

【0102】

$d[i] - d[i + 1] \leq SlopeThr$ であれば、システム制御部1 1 5は、至近方向への単調減少が生じていると判定して、ステップS 1 2 0 2に進む。ステップS 1 2 0 2では、システム制御部1 1 5は、焦点評価値が $SlopeThr$ 以上の傾きで傾斜している部分の長さ (山の幅) L と、単調減少区間における減少量 (勾配) SL を、以下の式 (4) を用いて更新する。そして、ステップS 1 2 0 3に進む。

【0103】

$$L = L + 1$$

$$SL = SL + (d[i] - d[i + 1]) \quad \dots (4)$$

30

一方、 $d[i] - d[i + 1] > SlopeThr$ でなければ、システム制御部1 1 5は、焦点評価値の至近方向への単調減少は生じていないと判定し、至近方向への単調減少を調べる処理を終了して、図13のステップS 1 0 0 6へ進む。

【0104】

ステップS 1 2 0 3では、システム制御部1 1 5は、 $i = i + 1$ として、至近方向への単調減少を調べる点を1スキャンポイント分至近側に移動させる。そして、次のステップS 1 2 0 4では、システム制御部1 1 5は、カウンタ変数 i がサーチ範囲における近距離側端 (至近端) を示す値 ($= N$) になったか否かをチェックする。カウンタ変数 i の値が N 、すなわち単調減少を調べる点がサーチ範囲におけるスキャン動作の終了位置に達すると、至近方向への単調減少を調べる処理を終了する。そして、図13のステップS 1 0 0 6に進む。以上のようにして、 $i = i_0$ から至近方向への単調減少を調べる。

40

【0105】

図13のステップS 1 0 0 6において、システム制御部1 1 5は、焦点評価値の最大値 max を与えるスキャンポイント i_0 がスキャン動作を行ったサーチ範囲における至近端であり、かつ $d[n] - d[n - 1] \leq SlopeThr$ であるか否かを判別する。ここで、 $d[n]$ は至近端のスキャンポイント n における焦点評価値の値であり、 $d[n - 1]$ は n より1スキャンポイント分無限遠側のスキャンポイント $n - 1$ における焦点評価値である。 $d[n] - d[n - 1] \leq SlopeThr$ であればステップS 1 0 1 2に進み、そうでなければステップS 1 0 0 7に進む。

【0106】

50

ステップS1007では、システム制御部115は、焦点評価値の最大値 max を与えるスキャンポイント i_0 がスキャン動作を行ったサーチ範囲における無限遠側端であり、かつ $d[0] - d[1] \leq SlopeThr$ であるか否かを判別する。ここで、 $d[0]$ は無限遠側端のスキャンポイント0における焦点評価値の値であり、 $d[1]$ は0より1スキャンポイント分至近側のスキャンポイント1における焦点評価値の値である。 $d[0] - d[1] \leq SlopeThr$ であればステップS1011に進み、そうでなければステップS1008に進む。

【0107】

ステップS1008では、 $SlopeThr$ 以上の勾配の部分の長さ(山の幅) L が所定値 L_0 以上で、かつ該勾配の平均値 SL/L が所定値 SL_0/L_0 以上で、さらに焦点評価値の最大値 max と最小値 min の差が所定値以上か否かを判別する。 $L \geq L_0$ 、 $SL/L \geq SL_0/L_0$ 、かつ $max - min \geq$ 所定値であれば、ステップS1009に進み、そうでなければステップS1010へ進む。

【0108】

ステップS1009では、システム制御部115は、合焦可否判定結果を○とする。そして、焦点評価値の最大値 max とこれを与えるスキャンポイントに隣接する1又は複数のスキャンポイントの焦点評価値とを用いて補間演算を行い、真の最大の焦点評価値を求め、これを与えるスキャンポイント(ピーク位置)である合焦位置を算出する。この合焦位置が、実際にピントが合うフォーカスレンズ位置として、後述する図9における「合焦位置」に決定される。

【0109】

ステップS1010では、システム制御部115は、合焦可否判定結果を×とする。この場合は、焦点距離や撮像モードに応じた特定の距離に対応するフォーカスレンズ位置が暫定的な合焦位置として、図9における「合焦位置」に決定される。

【0110】

ステップS1011では、サーチ範囲よりも無限遠側に合焦位置があることを示すFARを合焦可否判定結果とし、ステップS1012では、サーチ範囲よりも至近側に合焦位置があることを示すNEARを合焦可否判定結果とする。この場合、サーチ範囲における焦点評価値が大きい側の端位置が、暫定的な合焦位置として、図9における「合焦位置」に決定される。以上のようにして、合焦位置算出処理を終了する。

【0111】

次に、フォーカスレンズ106を合焦位置に移動させる処理(合焦処理)について、図9を用いて説明する。この処理は、基本的には図12で説明したスキャン動作の開始位置への移動処理と同様であるが、目標位置が図7のステップS404で決定した合焦位置である点が異なる。

【0112】

図9のステップS601では、システム制御部115は、フォーカスモータ107の制御モードを「位置制御モード」に設定する。

【0113】

次に、ステップS602では、システム制御部115は、図13のステップS1009～S1012で決定された合焦位置にフォーカスレンズ106を移動させるようにフォーカスモータ107を位置制御モードで制御する。これにより、フォーカスレンズ106は、擬似速度制御モードでの平均移動速度よりも速い速度で目標位置である合焦位置に一気に移動する。

【0114】

次に、ステップS603では、システム制御部115は、フォーカスレンズ106が合焦位置に到達したか否かを確認し、到達していれば処理を終了する。到達していなければ、ステップS603に戻り、フォーカスレンズ106の移動完了を待つ。こうして図6のステップS303でのAF動作が終了し、撮像処理(本露光)が可能な状態となる。

【0115】

10

20

30

40

50

これまで説明した処理によるフォーカスレンズ位置の時間的な変化を図示すると、図5のようになる。すなわち、まずフォーカスモータ107が位置制御モードで制御されてフォーカスレンズ106がスキャン動作の開始位置に高速で移動する（開始処理）。次に、フォーカスモータ107が疑似速度制御モードで制御されて、開始処理よりも低速である所定平均速度でフォーカスレンズ106がスキャン動作を行う（評価値取得処理）。そして、フォーカスモータ107が位置制御モードで制御されて、フォーカスレンズ106が合焦位置に高速で移動する（合焦処理）。

【0116】

このように、AF動作において単にフォーカスレンズ106を目標位置に移動させればよい開始処理と合焦処理では、通常的位置フィードバック制御により、フォーカスレンズ106をフィードバックループの応答特性に従って高速移動させる。これにより、AF動作に要する時間を短縮することができる。一方、フォーカスレンズ106を移動させながら焦点評価値を取得する評価値取得処理においては、複数回の位置フィードバック制御による疑似的な速度制御によって、開始処理と合焦処理に比べてフォーカスレンズ106の移動速度を下げる。これにより、正確な焦点評価値を取得することができ、最終的な合焦精度を向上させることができる。

【実施例1】

【0117】

上記実施例1では、AF動作を、開始処理、評価値取得処理及び合焦処理という最も基本的な処理のみを含むように説明したが、本発明はこれに限定されない。

【0118】

例えば、図17に示すように、まず全サーチ範囲で粗いフォーカスレンズ位置間隔で第1の評価値取得処理を行う（図中の丸囲み1）。次に、第1の評価値取得処理で得られた焦点評価値が高いサーチ範囲において細かいフォーカスレンズ位置間隔で第2の評価値取得処理を行うようにしてもよい（図中の丸囲み3）。これにより、より高精度に合焦位置を算出することができる。

【0119】

この場合、第1及び第2の評価値取得処理ではいずれも、疑似速度制御モードでフォーカスモータが制御される。そして、より正確な焦点評価値が必要となる第2の評価値取得処理でのフォーカスレンズの移動速度（所定平均速度）を、第1の評価値取得処理での移動速度よりも遅くするとよい。

【0120】

また、第1の評価値取得処理の終了位置から第2の評価値取得処理の開始位置へのフォーカスレンズの移動（図中の丸囲み3）に際しては、位置制御モードでフォーカスモータが制御される。第2の評価値取得処理の終了位置から該第2の評価値取得処理により決定された合焦位置へのフォーカスレンズの移動（図中の丸囲み4）においても、位置制御モードでフォーカスモータが制御される。

【0121】

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

【0122】

例えば、スキャンAF以外のAF動作においても、最短時間でのフォーカスレンズ移動が要求される処理であるかフォーカスレンズの疑似的な速度制御が要求される処理であるかに応じて、位置制御モードと疑似速度制御モードとを切り替えるようにしてもよい。

【0123】

さらに、上記実施例では、光学系（レンズ）一体型の撮像装置について説明したが、本発明は、レンズ交換型の撮像装置にも適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0124】

【図1】本発明の実施例1である撮像装置の構成を示すブロック図。

10

20

30

40

50

【図 2】実施例 1 の撮像装置におけるボイスコイルモータを用いたフォーカスレンズ駆動機構を示す図。

【図 3】実施例 1 における位置制御モードと擬似速度制御モードを説明する図。

【図 4】実施例 1 における焦点評価値とフォーカスレンズの動作の関係を示す図。

【図 5】実施例 1 の A F 動作におけるフォーカスレンズ位置の時間的变化と制御モードとの関係を示す図。

【図 6】実施例 1 における撮像シーケンスを示すフローチャート。

【図 7】実施例 1 における A F シーケンスを示すフローチャート。

【図 8】A F シーケンス中の開始処理を示すフローチャート。

【図 9】A F シーケンス中の合焦処理を示すフローチャート。

10

【図 10】A F シーケンス中の評価値取得処理を示すフローチャート。

【図 11】撮像シーケンス中の撮像処理を示すフローチャート。

【図 12】A F シーケンス中の位置制御モードと擬似速度制御モードの切替え処理を示すフローチャート。

【図 13】A F シーケンス中の合焦可否判定処理を示すフローチャート。

【図 14】A F シーケンス中における焦点評価値の無限遠端方向での単調減少を調べる処理を示すフローチャート。

【図 15】A F シーケンス中における焦点評価値の至近方向での単調減少を調べる処理を示すフローチャート。

【図 16】合焦可否判定処理と焦点評価値との関係を説明する図。

20

【図 17】本発明の実施例 2 である撮像装置における焦点評価値とフォーカスレンズの動作の関係を示す図。

【符号の説明】

【 0 1 2 5 】

1 0 6 フォーカスレンズ

1 0 7 フォーカスモータ

1 0 8 位置エンコーダ

1 0 9 モータドライバ

1 1 0 加算回路

1 1 1 積分回路

1 1 2 微分回路

1 1 3 増幅回路

1 1 4 比較回路

1 1 5 システム制御部

1 2 5 S W 1

1 2 6 S W 2

30

【図 1】

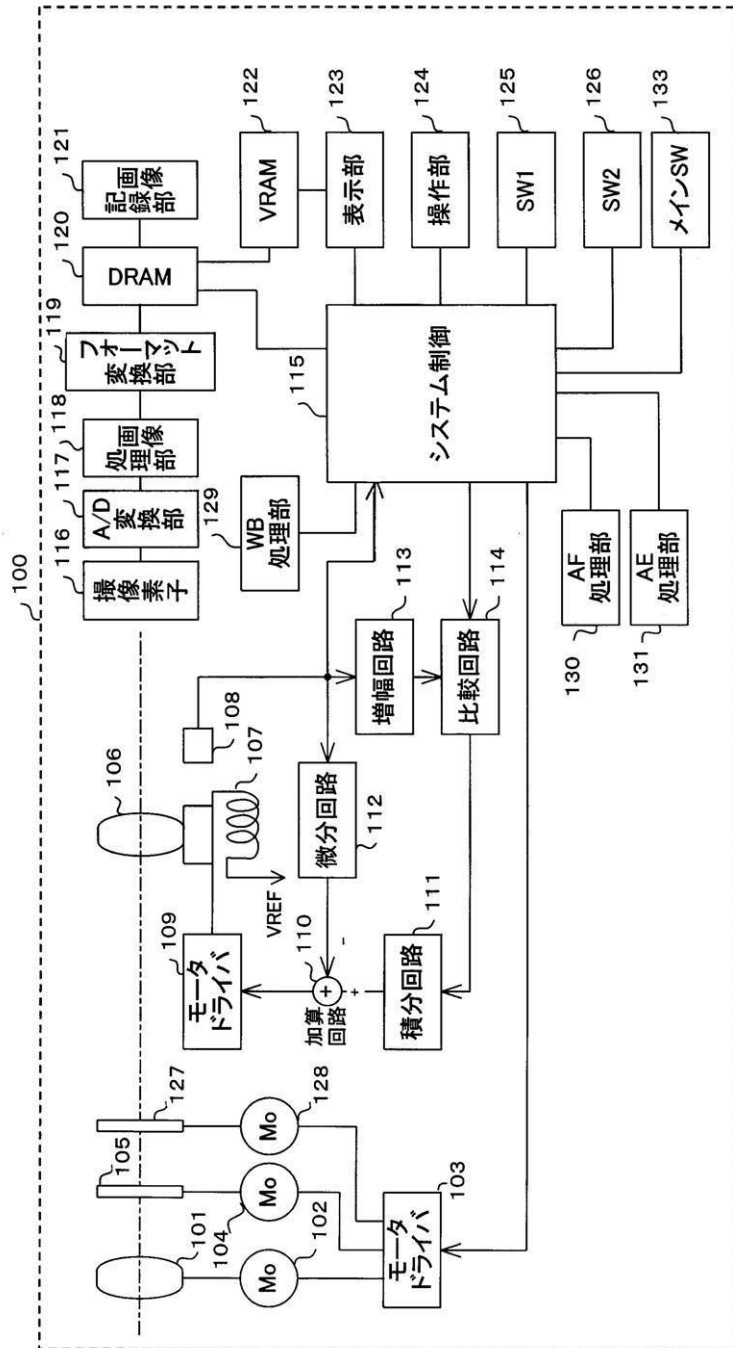
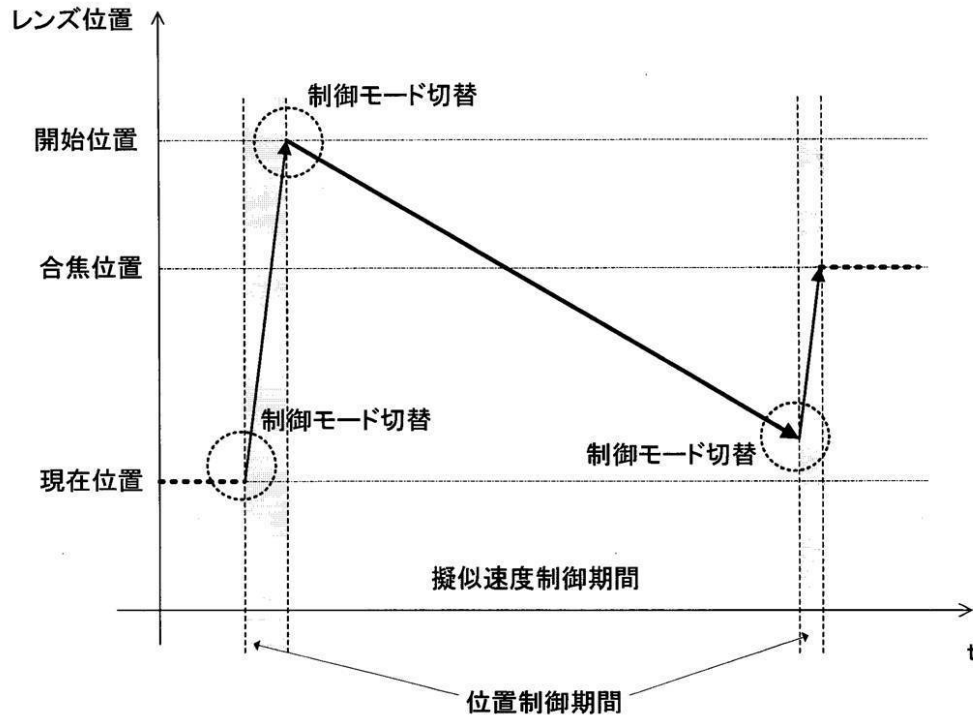
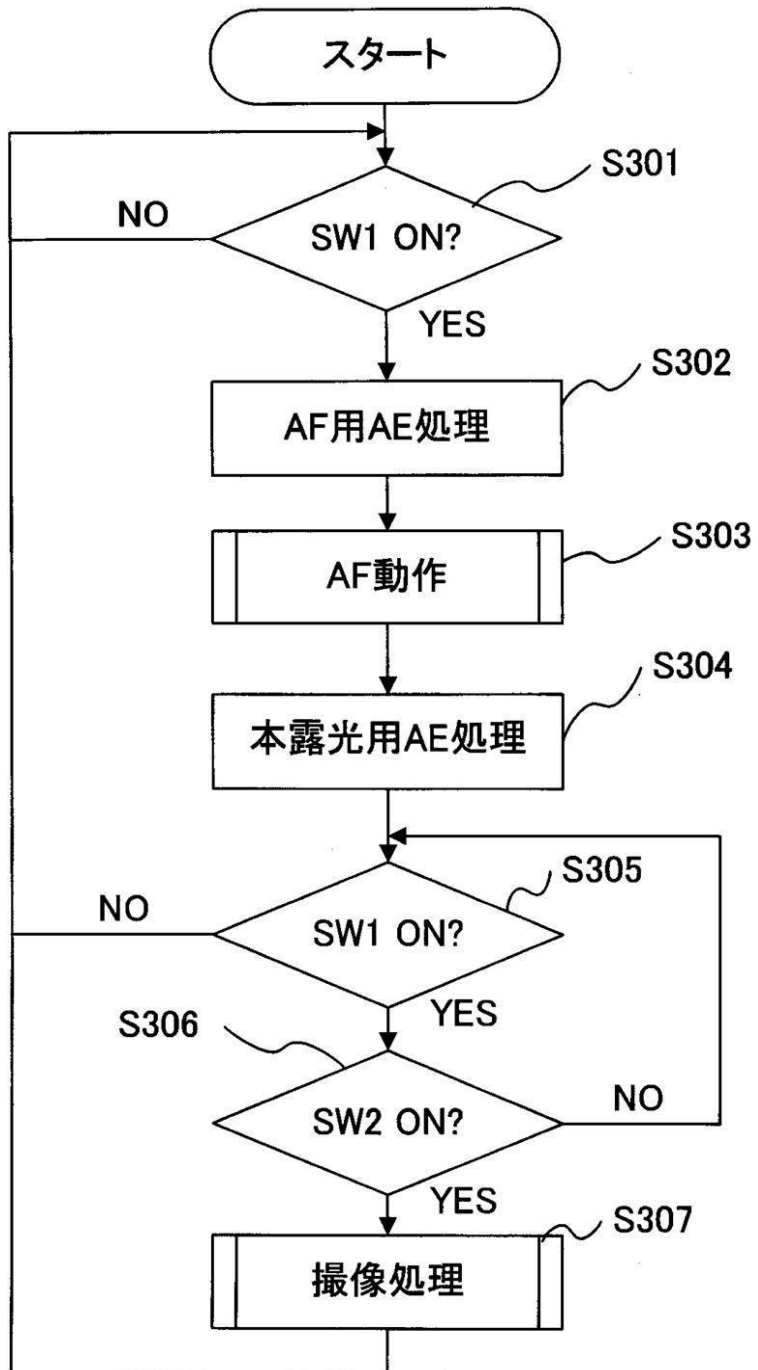


Figure 1 consists of two graphs. The left graph shows Position vs. time (t). It illustrates the transition from a position control mode (dashed line) to a simulated velocity control mode (solid line). The target position is indicated by a horizontal dashed line. The transition occurs at time t_1 , and the system reaches the target position at time t_2 . The right graph is a zoomed-in view of the simulated velocity control mode, showing the sawtooth pattern of the lens trajectory and the actual lens trajectory.

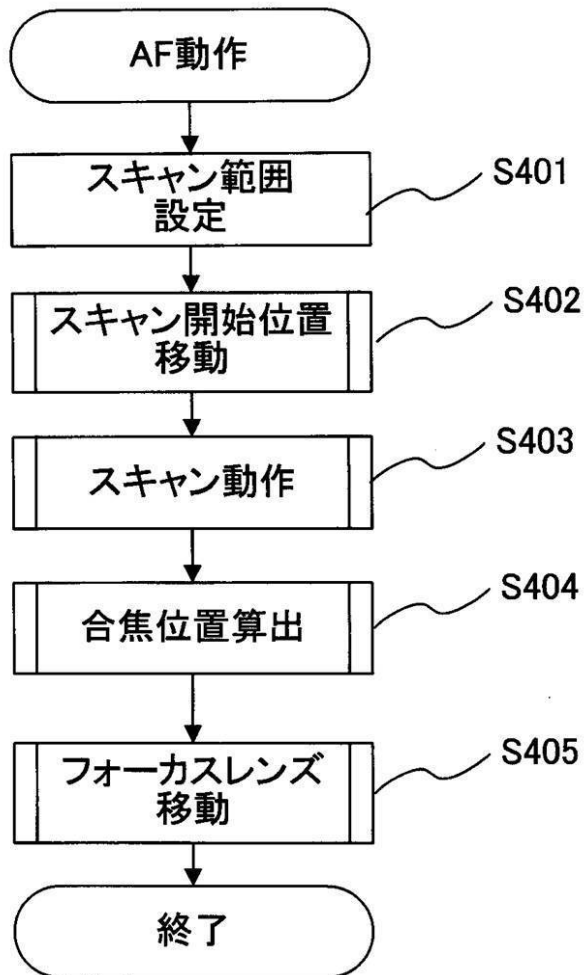
【図 5】



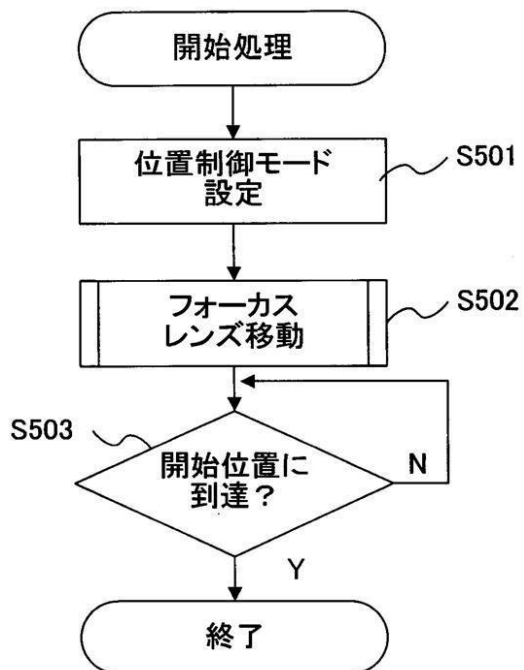
【図 6】



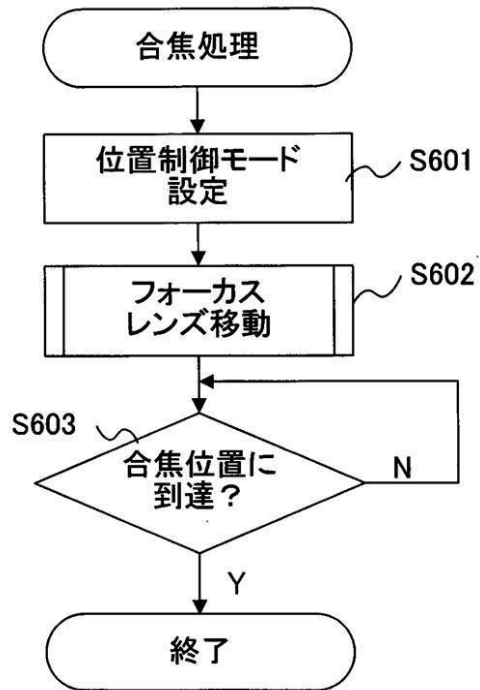
【図7】



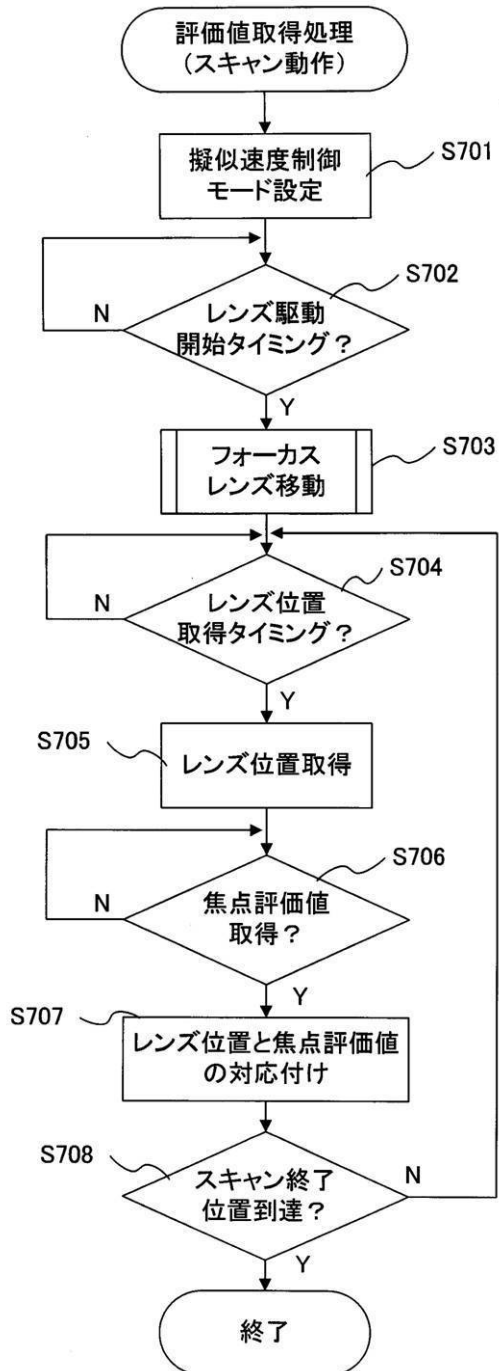
【図8】



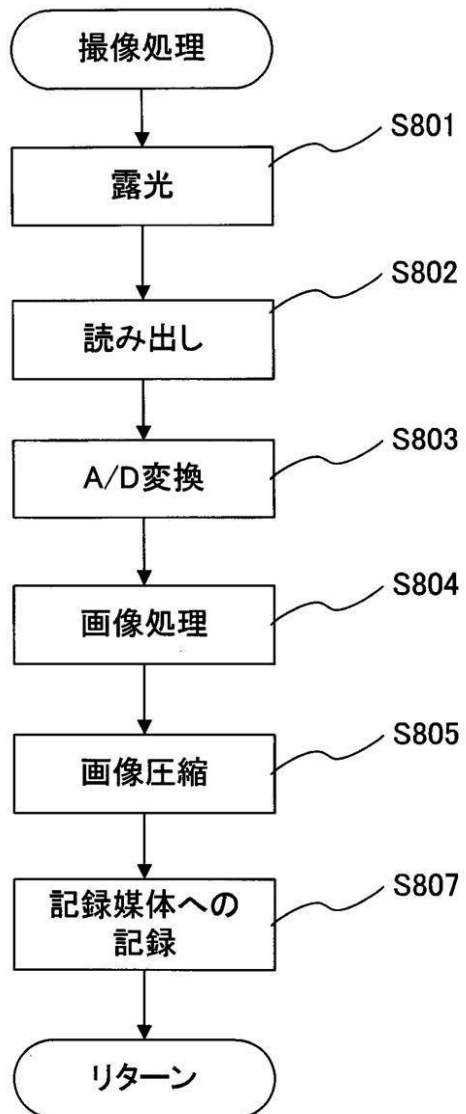
【図 9】



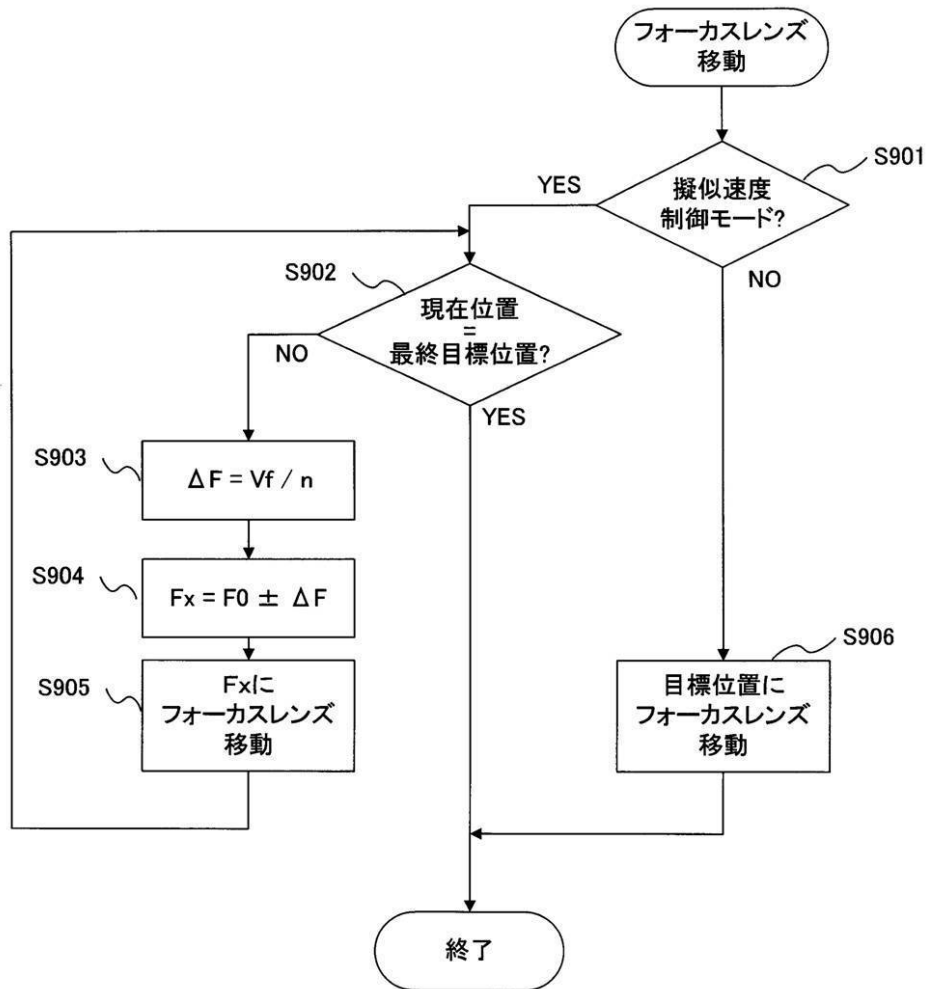
【図10】



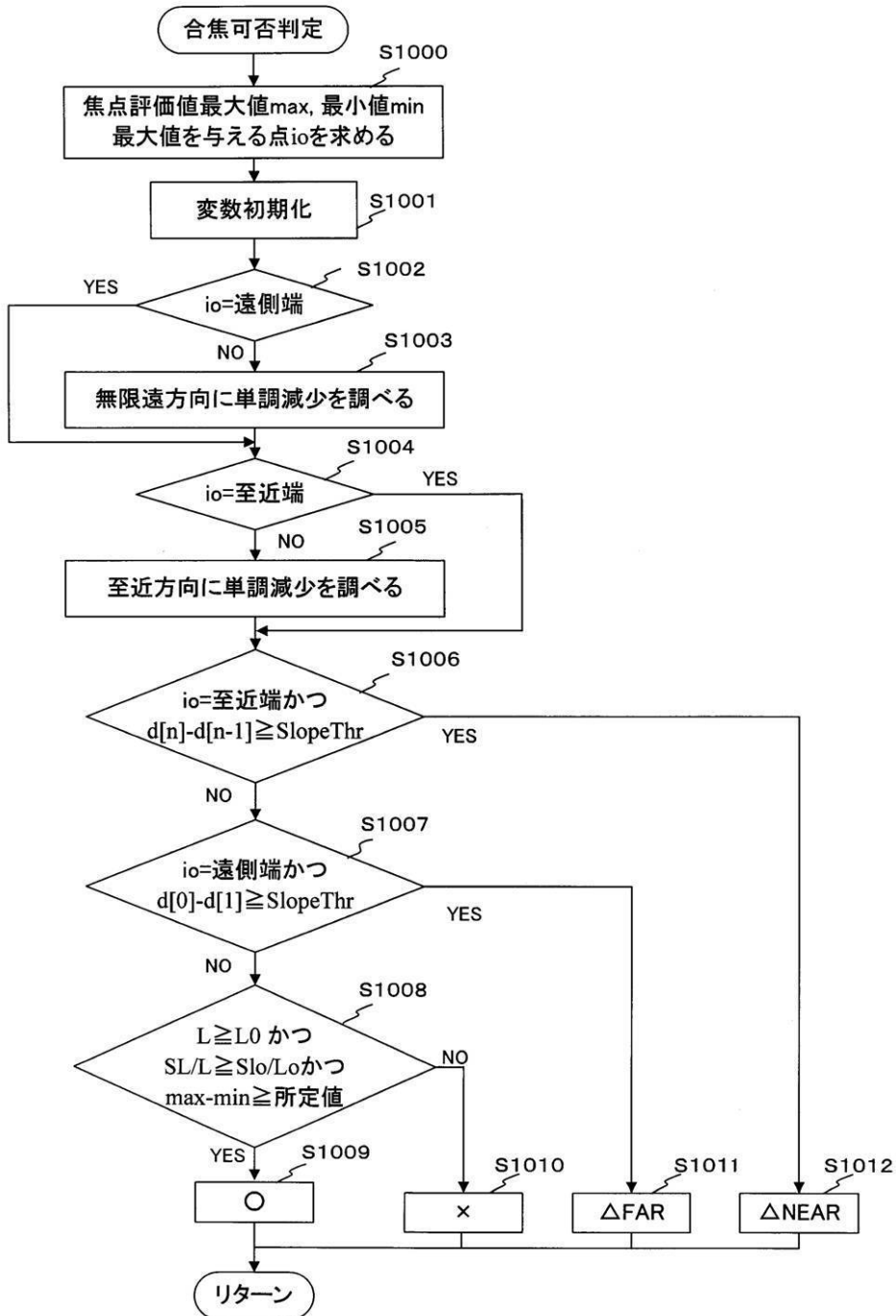
【図 11】



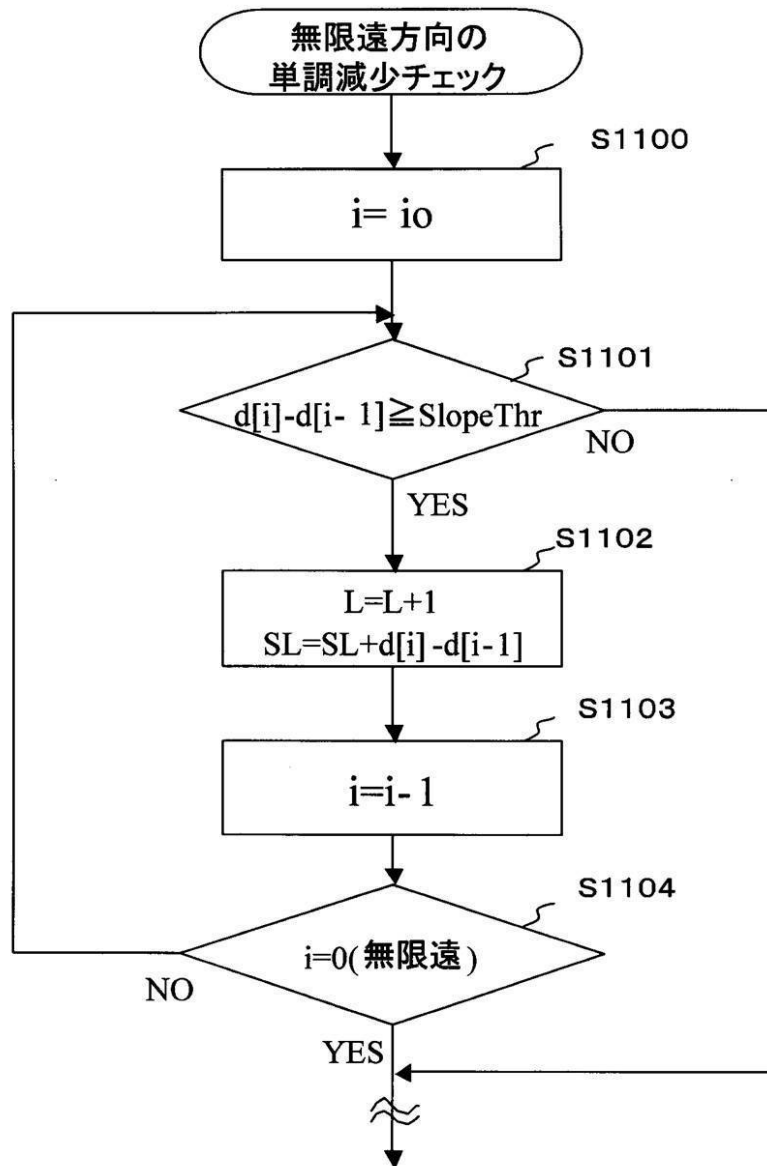
【図 12】



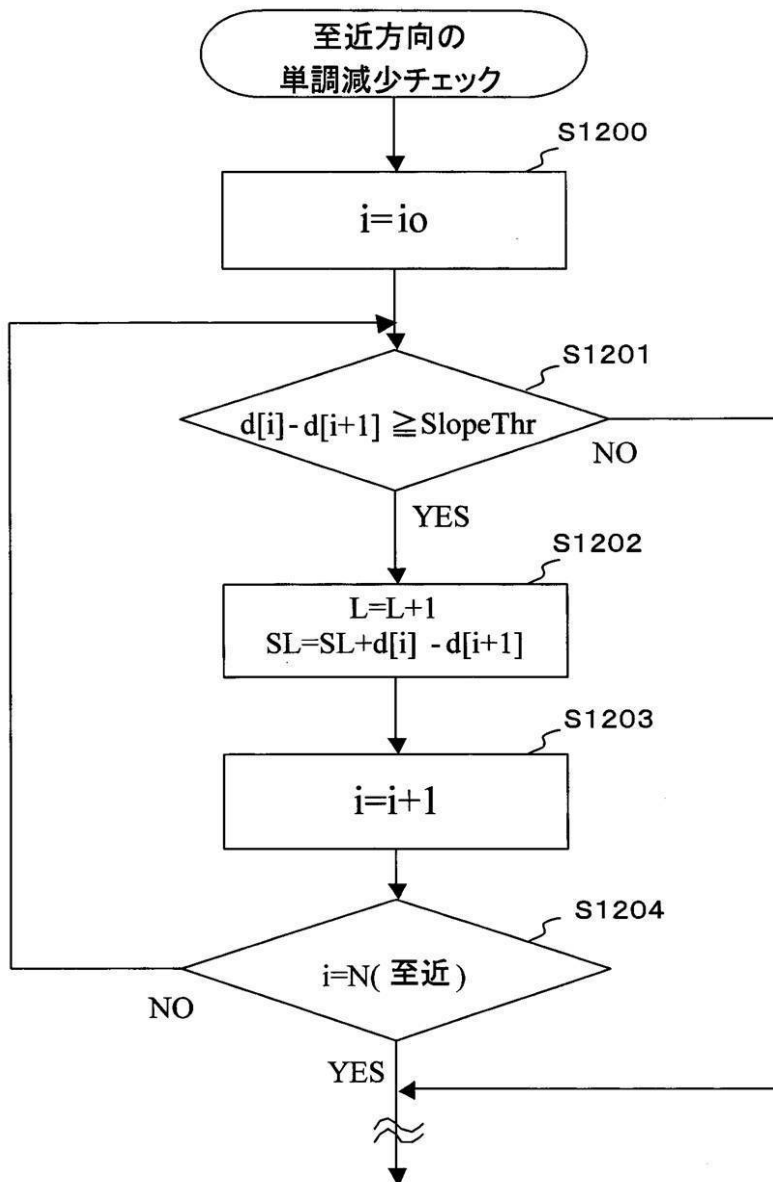
【図 13】



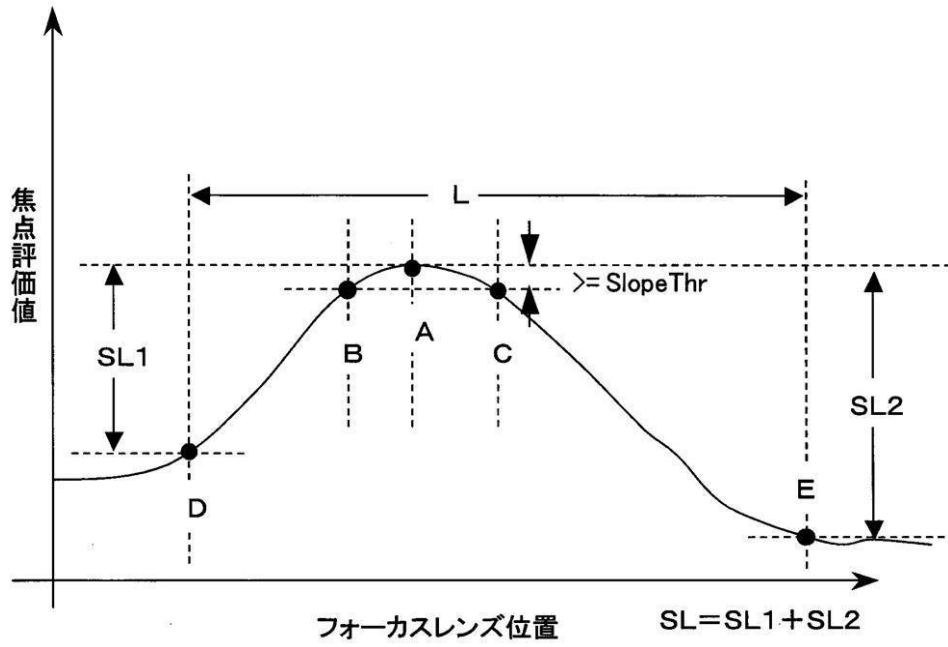
【図 14】



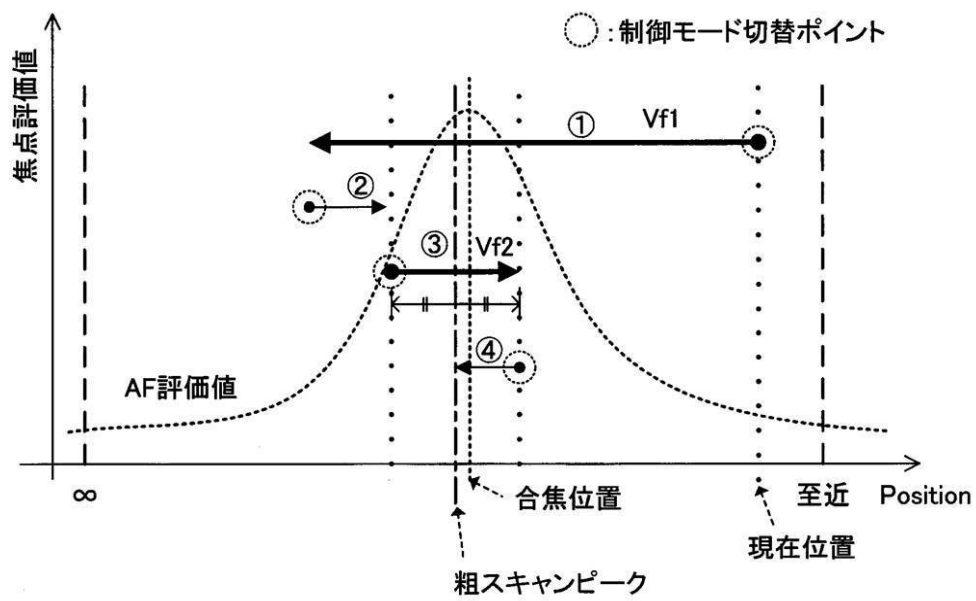
【図 15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-033811(JP,A)
特開2007-225897(JP,A)
特開平10-164417(JP,A)
特開2007-206433(JP,A)
特開平06-133203(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 7/28