

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6351246号
(P6351246)

(45) 発行日 平成30年7月4日(2018.7.4)

(24) 登録日 平成30年6月15日(2018.6.15)

(51) Int.Cl.

F I

G O 3 B 5/00 (2006.01)

G O 3 B 5/00 J

H O 4 N 5/232 (2006.01)

H O 4 N 5/232 4 8 O

請求項の数 12 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2013-257050 (P2013-257050)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成25年12月12日 (2013.12.12)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2015-114534 (P2015-114534A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成27年6月22日 (2015.6.22)	(74) 代理人	100114775
審査請求日	平成28年12月1日 (2016.12.1)		弁理士 高岡 亮一
		(72) 発明者	竹内 謙司
			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】 像振れ補正装置及びその制御方法、光学機器、撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

振れ検出信号を複数の周波数成分に分割する分割手段と、
前記振れ検出信号からパンニングまたはチルティングが判定された場合、パンニングまたはチルティングの速度を検出し、検出した前記速度に基づいて、前記分割された複数の周波数成分に対するそれぞれのフィルタ演算のカットオフ周波数または当該フィルタ演算にて算出される中間値を独立に変更し、前記フィルタ演算を行った信号を合成して振れ補正手段の制御信号を生成する制御手段と、を備え、
前記制御手段は、パンニングまたはチルティングの速度が閾値以下である場合、前記振れ補正手段に係る低周波の目標位置を収束させ、前記振れ補正手段に係る高周波の目標位置を収束させる制御を行わず、パンニングまたはチルティングの速度が前記閾値より大きい場合、前記振れ補正手段に係る低周波及び高周波の目標位置をともに収束させることを特徴とする像振れ補正装置。

【請求項 2】

前記分割手段は、前記振れ検出信号を低周波成分と高周波成分とに分割し、
前記制御手段は、
パンニングまたはチルティングの速度を判定する判定手段と、
前記高周波成分を積分処理するとともにフィルタ演算の収束時定数が可変の第1ローパスフィルタと、
前記低周波成分を積分処理するとともにフィルタ演算の収束時定数が可変の第2ローパ

スフィルタと、

前記判定手段により判定されたパンニングまたはチルティングの速度により前記カットオフ周波数または中間値が変更される、前記第 1 ローパスフィルタおよび第 2 ローパスフィルタの出力信号を加算して、前記振れ補正手段の目標位置の制御信号を出力する合成手段を有することを特徴とする請求項 1 に記載の像振れ補正装置。

【請求項 3】

前記分割手段は、

前記低周波成分を抽出する第 3 ローパスフィルタと、

前記振れ検出信号から、前記第 3 ローパスフィルタが抽出する前記低周波成分を減算して前記高周波成分を出力する減算手段を備えることを特徴とする請求項 2 に記載の像振れ補正装置。

10

【請求項 4】

前記判定手段はパンニングまたはチルティングの速度を閾値と比較し、該速度が閾値より大きい場合と該速度が閾値以下の場合とで前記フィルタ演算を変更することを特徴とする請求項 3 に記載の像振れ補正装置。

【請求項 5】

前記制御手段は、パンニングまたはチルティングが終了した場合、前記低周波の目標位置を算出する前に、前記高周波の目標位置を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の像振れ補正装置。

【請求項 6】

20

前記制御手段は、パンニングまたはチルティングの判定条件を、装置が静止状態にあるか否かにより変更することを特徴とする請求項 4 または 5 のいずれか 1 項に記載の像振れ補正装置。

【請求項 7】

前記制御手段は、振れ方向のうちの少なくとも第 1 軸回りの方向にて静止状態にあり、かつ前記第 1 軸回りの方向とは異なる第 2 軸回りの方向にて静止状態でない場合、前記第 2 軸回りの方向にてパンニングまたはチルティングの状態にあると判定して前記振れ補正手段に係る低周波の目標位置を収束させる制御を行うことを特徴とする請求項 6 に記載の像振れ補正装置。

【請求項 8】

30

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の像振れ補正装置を備えることを特徴とする光学機器。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の像振れ補正装置を備えることを特徴とする撮像装置。

【請求項 10】

前記振れ補正手段は、撮影光学系の光軸とは異なる方向に移動可能な補正レンズであり、

前記振れ検出信号を取得して前記補正レンズの目標位置を決定して、前記補正レンズの位置を前記目標位置に収束させるフィードバック制御を行う位置制御手段を備えることを特徴とする請求項 9 に記載の撮像装置。

40

【請求項 11】

前記振れ検出信号を取得して撮像装置が三脚に設置された静止状態にあるか否かを判定する三脚判定手段を備え、

前記三脚判定手段によりピッチ方向およびヨー方向にて撮像装置が静止状態でないと判定された場合、前記制御手段はフィルタ演算の入力を制限することを特徴とする請求項 10 に記載の撮像装置。

【請求項 12】

像振れ補正装置にて実行される制御方法であって、

分割手段が振れ検出信号を複数の周波数成分に分割する工程と、

50

制御手段により、前記振れ検出信号を取得してパンニングまたはチルティングが判定された場合、パンニングまたはチルティングの速度を検出し、検出した前記速度に基づいて、前記分割された複数の周波数成分に対するそれぞれのフィルタ演算のカットオフ周波数または当該フィルタ演算にて算出される中間値を独立に変更する工程と、

前記制御手段により、前記フィルタ演算を行った信号を合成して振れ補正手段の制御信号を生成する工程と、を有し、

前記制御手段は、パンニングまたはチルティングの速度が閾値以下である場合、前記振れ補正手段に係る低周波の目標位置を収束させ、前記振れ補正手段に係る高周波の目標位置を収束させる制御を行わず、パンニングまたはチルティングの速度が前記閾値より大きい場合、前記振れ補正手段に係る低周波及び高周波の目標位置をともに収束させることを特徴とする制御方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学機器や撮像装置等における像振れ補正技術に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルカメラ等の撮像装置で撮像された画像には、例えば撮像時にカメラ本体部を保持するユーザの手振れ等より像振れを生じる場合がある。このため、カメラ本体部に加えられた振動を検出して、被写体の像振れを補正する機能をもつ装置がある。光学式像振れ補正処理や電子式像振れ補正処理が知られている。光学式像振れ補正処理では、角速度センサ等でカメラ本体部の振れを検出し、撮影光学系内の光学部材（補正レンズ）を移動させて撮影光学系の光軸方向を変化させる。これにより撮像素子の受光面に結像される像を移動して振れを補正できる。また、電子式像振れ補正処理では、撮像画像に画像処理を施して擬似的に像振れが補正される。

20

【0003】

角速度センサ等から出力される振れ検出信号は、手振れ等の補正すべき振動に起因する信号の他に、パンニング操作のような撮影者の意図的なカメラ操作に起因する信号等も含む。よって、単に振れ検出信号に基づいて補正レンズを駆動すると、パンニングやチルティングの操作（以下、パン操作等という）時のような大きな振れに対しても像振れ補正が行われる。そのため、補正レンズの目標位置が可動範囲を超えてしまう可能性がある。あるいは、パン操作等の後に画像揺れ（揺れ戻し）が生じ、ユーザがカメラ操作や映像に違和感を抱く可能性がある。揺れ戻し補正処理では、角速度センサの振れ検出信号がパン操作等によるものであると判断した場合、像振れ補正を停止する。補正レンズは可動範囲の中心（変位量0とする基準位置）に戻して停止される。

30

【0004】

ところで、パン操作等の終了時に角速度の急激な変化が生じた際、検出信号処理系のハイパスフィルタ（HPF）や積分器の残留信号等により振れ検出信号が厳密には0にならず、漸進的に0に近づくことがある。このため、像振れ補正の再開の際に補正レンズが振れ検出信号により大きく動き、画像の揺れ戻しが発生する。その対策として、特許文献1に開示の装置は、角速度の信号処理系フィルタのカットオフ周波数をパン操作等の終了時に段階的に変化させる像振れ補正を行う。また、特許文献2では、揺れ戻しの原因となっている角速度の信号処理系フィルタに極低域のカットオフ周波数を持つHPFやLPF（積分器）を使用せずに、補正レンズの駆動を角速度に応じた速度制御で行う方法を開示する。また、特許文献3に開示の装置は、角速度センサで検出した振れ信号に基づき補正レンズにより振れを補正し、低周波成分の振れ信号に基づき電子式像振れ補正により振れを補正する。これにより、パン操作等での大きな振れに対して補正レンズの駆動域を十分に確保できる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 1 1 3 2 6 4 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 1 - 1 1 8 0 7 3 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 1 0 - 0 0 4 3 7 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 6 】

特許文献 1 に記載の技術では、パン操作等の直後の像振れ補正効果が弱くなってしまうという課題がある。また、特許文献 2 に記載の技術では、露光時以外では補正レンズを位置制御によりセンタリングする動作となるため、ユーザの体の揺れ等の、振れ検出信号の低域成分に対する像振れ補正効果が弱くなる。また、H P F を用いないため、角速度センサのオフセットや温度変動が大きい場合に、補正レンズの位置が可動範囲の中心から乖離してしまうという課題もある。オフセットや温度変動の少ない水晶ジャイロセンサ等を使用すると、コスト上昇を招く原因となる。また、特許文献 3 に記載の技術では、電子式像振れ補正を行うことができない場合、露光時の低周波数の像振れ補正性能が低下するという課題がある。

10

本発明は、パン操作等の際に大きな振れが生じた場合でも良好な像振れ補正を実現する像振れ補正装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

20

本発明の像振れ補正装置は、振れ検出信号を複数の周波数成分に分割する分割手段と、前記振れ検出信号からパンニングまたはチルティングが判定された場合、パンニングまたはチルティングの速度を検出し、検出した前記速度に基づいて、前記分割された複数の周波数成分に対するそれぞれのフィルタ演算のカットオフ周波数または当該フィルタ演算にて算出される中間値を独立に変更し、前記フィルタ演算を行った信号を合成して振れ補正手段の制御信号を生成する制御手段と、を備え、前記制御手段は、パンニングまたはチルティングの速度が閾値以下である場合、前記振れ補正手段に係る低周波の目標位置を収束させ、前記振れ補正手段に係る高周波の目標位置を収束させる制御を行わず、パンニングまたはチルティングの速度が前記閾値より大きい場合、前記振れ補正手段に係る低周波及び高周波の目標位置をともに収束させる。

30

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明の像振れ補正装置によれば、パン操作等の際に大きな振れが生じた場合でも良好な像振れ補正を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】撮像装置の機能構成例を示すブロック図である。

【図 2】振れ補正レンズ駆動部の構成例、振れ補正制御部及びレンズ位置制御部の内部構成を示すブロック図である。

【図 3】振れ補正機構部の構成例を示す分解斜視図である。

40

【図 4】振れ補正制御部の内部構成例を示すブロック図である。

【図 5】振れ補正制御部の処理の前半部を示すフローチャートである。

【図 6】図 5 に続く振れ補正制御部の処理を示すフローチャートである。

【図 7】速いパンニング検知の処理例を示すフローチャートである

【図 8】遅いパンニング検知の処理例を示すフローチャートである。

【図 9】速いパンニング検知の判定フラグのタイミングを例示する図である。

【図 10】再帰型デジタルフィルタの構成例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

以下、本発明の好適な実施形態について添付図面を参照して詳細に説明する。本発明は

50

、デジタル一眼レフカメラに装着される交換レンズやレンズ鏡筒のような光学機器、デジタルビデオカメラ、監視カメラ、Webカメラ等の撮影装置、携帯電話やタブレット端末等の撮影装置を具備する電子機器に適用できる。尚、本発明は以下の実施形態に限定されるものではなく、本発明の実施に有利な具体例を示すにすぎない。また、以下の実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが本発明の課題解決のために必須のものであるとは限らない。

【0011】

図1は、本発明の実施形態に係る撮像装置の機能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として、デジタルスチルカメラを例示するが、動画撮影機能を有するカメラでもよい。

10

【0012】

撮影光学系（結像光学系）を構成するズームユニット101は、倍率が可変な撮影レンズ装置の一部であり、撮影レンズ装置の倍率を変更するズームレンズを含む。ズーム駆動制御部102は、システム制御部119の制御指令に従ってズームユニット101の駆動を制御する。振れ補正レンズ（以下、補正レンズという）103は、像振れ補正部材として撮影光学系の一部を構成する光学部材である。補正レンズ103は、撮影光学系の光軸と異なる方向、例えば光軸と直交する方向に移動可能なシフトレンズである。振れ補正レンズ駆動制御部104は、システム制御部119の制御指令に従って補正レンズ103を駆動する。

【0013】

20

絞り・シャッターユニット105は、絞り機能を有するメカニカルシャッターを有する。絞り・シャッター駆動制御部106は、システム制御部119の制御指令に従って絞り・シャッターユニット105を駆動する。フォーカスユニット107は撮影レンズの一部であり、撮影レンズの光軸に沿って位置を変更可能なフォーカスレンズを有する。フォーカス駆動制御部108は、システム制御部119の制御指令に従ってフォーカスユニット107を駆動し、焦点調節動作を行う。

【0014】

撮像部109は、CCD（電荷結合素子）イメージセンサやCMOS（相補型金属酸化膜半導体）イメージセンサ等の撮像素子を備える。撮像素子は、撮影光学系により結像される光学像を、画素単位の電気信号に光電変換する。撮像信号処理部110は、撮像部109が出力した電気信号に対して、A（アナログ）/D（デジタル）変換、相関二重サンプリング、ガンマ補正、ホワイトバランス補正、色補間処理等を行い、映像信号に変換する。映像信号処理部111は、撮像信号処理部110から出力された映像信号を、用途に応じて加工する。具体的には、映像信号処理部111は表示用の映像信号を生成し、記録用に符号化処理やデータのファイル化処理を行う。

30

【0015】

表示部112は、映像信号処理部111が出力する表示用の映像信号に基づいて、必要に応じて画像表示を行う。電源部115は、撮像装置全体に、用途に応じて電源を供給する。外部入出力端子部116は、外部装置との間で通信信号及び映像信号の入出力に使用する。操作部117はユーザが撮像装置を操作する際に使用し、撮像装置に指示を与えるためのボタンやスイッチ等を有する。記憶部118は、映像情報等の様々なデータを記憶する。カメラシステムを制御するシステム制御部119はCPU（中央演算処理装置）、ROM（リード・オンリ・メモリ）、RAM（ランダム・アクセス・メモリ）等を有する。ROMに記憶された制御プログラムをRAMに展開してCPUが実行することによって、撮像装置の各部が制御され、以下に説明する様々な動作が実現される。

40

【0016】

操作部117は、リリースボタンの押し込み量に応じて第1スイッチ（SW1と記す）及び第2スイッチ（SW2と記す）が順にオンするように構成されたリリーススイッチを含む。リリースボタンが約半分押し込まれたときにSW1がオンし、リリースボタンが最後まで押し込まれたときにSW2がオンする。SW1がオンすると、システム制御部11

50

9 は、A F（オートフォーカス）評価値に基づいてフォーカス駆動制御部 1 0 8 を制御することにより焦点調節を行う。A F 評価値は、例えば映像信号処理部 1 1 1 が表示部 1 1 2 に出力する表示用の映像信号に基づいて生成される。

【0017】

システム制御部 1 1 9 は映像信号の輝度情報を取得し、A E（自動露出）処理を行う。例えば予め定められたプログラム線図に基づいて適切な露光量を得るための絞り値及びシャッタ速度が決定される。S W 2 がオンすると、システム制御部 1 1 9 は決定した絞り及びシャッタ速度での撮影動作を行い、撮像部 1 0 9 によって得られた画像データを記憶部 1 1 8 に記憶させる制御等を行う。

【0018】

操作部 1 1 7 は、像振れ補正モードを選択するための像振れ補正スイッチを含む。像振れ補正スイッチの操作により像振れ補正モードが選択された場合、システム制御部 1 1 9 は振れ補正レンズ駆動制御部 1 0 4 に対して振れ補正動作を指示する。この指示を受けた振れ補正レンズ駆動制御部 1 0 4 は像振れ補正のオフ指示がなされるまで振れ補正動作を続行する。また、操作部 1 1 7 は、静止画撮影モードや動画撮影モード等を選択するためのモード選択スイッチを含む。選択された各撮影モードにおいて振れ補正レンズ駆動制御部 1 0 4 の動作条件を変更することができる。また、操作部 1 1 7 には再生モードを選択するための再生モード選択スイッチも含まれており、再生モード時には振れ補正動作を停止する。操作部 1 1 7 は、ズーム倍率変更の指示を行うための倍率変更スイッチを含む。倍率変更スイッチの操作によりズーム倍率変更の指示があった場合、システム制御部 1 1 9 はズーム駆動制御部 1 0 2 に指示を出してズームユニット 1 0 1 を駆動する。ズームレンズは指示された位置に移動して変倍動作が行われる。

【0019】

次に、図 2（A）を参照して、振れ補正レンズ駆動制御部 1 0 4 の構成を説明する。図 2（A）は、振れ補正レンズ駆動制御部 1 0 4 の機能構成例を示すブロック図である。振れ検出部は、複数の方向におけるそれぞれの振れを検出するために、第 1 振れセンサ 2 0 1 及び第 2 振れセンサ 2 0 2 を備える。

【0020】

第 1 振れセンサ 2 0 1 は、例えば角速度センサであり、通常の姿勢（画像の長手方向が水平方向とほぼ一致する基準姿勢）における、撮像装置の垂直方向（ピッチ方向）の振れを検出する。第 1 振れセンサ 2 0 1 は、振れ検出信号を第 1 振れ補正制御部 2 0 3 に出力する。第 2 振れセンサ 2 0 2 は、例えば角速度センサであり、通常の姿勢における撮像装置の水平方向（ヨー方向）の振れを検出する。第 2 振れセンサ 2 0 2 は、振れ検出信号を第 2 振れ補正制御部 2 0 4 に出力する。

【0021】

第 1 及び第 2 振れ補正制御部 2 0 3、2 0 4 はそれぞれ、ピッチ方向、ヨー方向における補正レンズ 1 0 3 の目標位置を決定し、目標位置に関する補正位置制御信号を出力し、補正レンズ 1 0 3 の駆動を制御する。第 1 振れ補正制御部 2 0 3 は補正位置制御信号を第 1 レンズ位置制御部 2 0 5 に出力し、第 2 振れ補正制御部 2 0 4 は補正位置制御信号を第 2 レンズ位置制御部 2 0 6 に出力する。

【0022】

第 1 レンズ位置制御部 2 0 5 は、フィードバック制御によって、例えばアクチュエータを含む第 1 ドライブ部 2 0 7 の駆動制御を行う。このフィードバック制御は、第 1 振れ補正制御部 2 0 3 からのピッチ方向における補正位置制御信号と、後述する位置検出信号に基づいて実行される。同様に、第 2 レンズ位置制御部 2 0 6 は、フィードバック制御によって、アクチュエータを含む第 2 ドライブ部 2 0 8 の駆動制御を行う。このフィードバック制御は、第 2 振れ補正制御部 2 0 4 からのヨー方向における補正位置制御信号と、後述する位置検出信号に基づいて実行される。

【0023】

補正レンズ 1 0 3 の位置検出部は、2 つの方向に対応する位置情報を取得するために、

10

20

30

40

50

第1ホール素子209及び第2ホール素子210を備える。第1ホール素子209は、補正レンズ103のピッチ方向における位置検出を行い、検出した位置情報を第1レンズ位置制御部205に出力する。また、第2ホール素子210は、補正レンズ103のヨー方向における位置検出を行い、検出した位置情報を第2レンズ位置制御部206に出力する。

【0024】

次に、振れ補正レンズ駆動制御部104が行う補正レンズ103の駆動制御について説明する。第1及び第2振れ補正制御部203、204はそれぞれ、第1及び第2振れセンサ201、202から、撮像装置のピッチ方向、ヨー方向の振れを表す振れ検出信号（角速度信号）を取得する。第1及び第2振れ補正制御部203、204は、振れ検出信号に基づいて、ピッチ方向及びヨー方向に補正レンズ103を駆動する補正位置制御信号を生成し、第1及び第2レンズ位置制御部205、206にそれぞれ出力する。

10

【0025】

第1及び第2ホール素子209、210はそれぞれ、補正レンズ103を含むユニットに設けられた磁石による磁場の強さに応じた電圧信号を、補正レンズ103のピッチ方向及びヨー方向における位置情報として出力する。各位置情報は第1及び第2レンズ位置制御部205、206に出力される。第1及び第2レンズ位置制御部205、206はそれぞれ第1及び第2ドライブ部207、208の駆動制御を行う。つまり、第1及び第2ホール素子209、210からの各信号値は補正レンズ103の位置を表す。各信号値が、第1及び第2振れ補正制御部203、204からの補正位置制御信号値（補正レンズ103の目標位置を表す。）にそれぞれ収束するようにフィードバック制御が実現される。尚、第1及び第2ホール素子209、210から出力される位置信号値にはばらつきがある。そのため、所定の補正位置制御信号に対して補正レンズ103が所定の位置に移動するように、第1及び第2ホール素子209、210の出力調整が行われる。

20

【0026】

第1及び第2振れ補正制御部203、204は、第1及び第2振れセンサ201、202からの振れ検出情報に基づき、像振れを打ち消すように補正レンズ103の位置を移動させる補正位置制御信号をそれぞれ出力する。例えば、第1及び第2振れ補正制御部203、204は、振れ検出情報をもつ角速度信号または該信号にフィルタ処理等を施した信号から補正速度や補正位置の制御信号を生成する。

30

【0027】

以上の動作により、撮影時において撮像装置に手振れ等の振動が加わった場合でも、ある程度の振動に対して像振れを補正できる。また第1及び第2振れ補正制御部203、204は、第1及び第2振れセンサ201、202の検出情報と、第1及び第2ホール素子209、210の出力に基づいて撮像装置の振れ状態を検出してパンニング（またはチルティング）制御を行う。

【0028】

次に図3を参照して、振れ補正機構部を説明する。図3は、振れ補正機構部の具体的な構成例を示す分解斜視図である。振れ補正機構部は、補正レンズ103、振れ補正レンズ駆動制御部104、絞り・シャッタユニット105、絞り・シャッタ駆動制御部106に相当する部分である。

40

【0029】

ベース301は振れ補正機構部の基台であり、絞り・シャッタユニット105及びND（Neutral Density）フィルタ機構がベース301に固定される。ベース301には一体的に2つのフォロワピン302及び不図示の可動フォロワピンが設けられている。ベース301の径方向の外側に配置される、不図示のカム筒の3本のカム溝にこれら3つのフォロワピンが嵌合し、カム溝に沿って光軸方向に進退するように構成される。

【0030】

補正レンズ103はホルダ316に不図示のカシメ爪によって保持される。レンズカバー303は補正レンズ103を通過する光束を制限する開口部を有する。レンズカバー3

50

03は、側面の3箇所腕部304を有する。腕部304は開口部305を有しており、ホルダ316の側面の3箇所に設けた突起315と嵌合することで、レンズカバー303がホルダ316に一体的に保持される。ホルダ316には磁石312, 313が一体的に保持されている。

【0031】

ホルダ316は3つのボール307を介してベース301に圧接されており、ボール307により転動支持されることにより、光軸に垂直な面内の任意方向に移動可能である。ボール307によりホルダ316を保持する構成は、ガイドバーでホルダをガイドする構成に比べて、より微小な振幅で、かつ高速の移動を実現できる。このため、高画素数の撮像素子を有する撮像装置においても良好な像振れ補正が可能になる。

10

【0032】

スラストスプリング314は、その一端がホルダ316の突起315に係合し、他端がベース301に設けた不図示の突起に係合する。スラストスプリング314は伸張状態で保持され、ホルダ316をベース301に向けて付勢する。ラジアルスプリング317, 318はホルダ316の回転を防ぐ役目をもつ。樹脂製のボビン310, 311の先端には金属製のピンが一体的に構成されており、コイル308, 309の端部が取り付けられている。フレキシブル基板(FPC)324は、そのランド325がボビン310, 311のピンと半田付け等により電氣的に接続され、コイル308, 309への電力供給回路を形成している。

【0033】

20

第1及び第2ホール素子209, 210は磁石312, 313の近傍に配置され、磁石312, 313による磁界をそれぞれ検出する。第1及び第2ホール素子209, 210はFPC324に実装され、FPC324を通じて電力が供給される。FPC327は絞り・シャッタユニット105及びNDフィルタ駆動部に電力を供給する回路を形成する。FPC324, 327は、突起321によってホルダ320に固定される。

【0034】

次に、図2(B)、図4を参照して、第1振れ補正制御部203及び第1レンズ位置制御部205の内部構成を説明する。尚、第2振れ補正制御部204及び第2レンズ位置制御部206についても、同様の内部構成を有しているため、それらの説明は省略する。

【0035】

30

図2(B)において、振れ検出手段としての第1振れセンサ201は、撮像装置に加わる振れを検出し、振れに応じた振れ信号(角速度信号)を出力する。振れ信号は、第1振れ補正制御部203で処理された後、減算部406に出力される。第1振れ補正制御部203の構成については図4を用いて後述する。

【0036】

減算部406は、第1振れ補正制御部203により生成される信号から、第1ホール素子209による位置検出信号を減算し、補正レンズ目標位置の信号をレンズ位置制御部407へ出力する。レンズ位置制御部407は制御演算器を備え、例えばPID制御器により、P(比例)制御、I(積分)制御、D(微分)制御の演算を行う。レンズ位置制御部407は第1ドライブ部207に補正レンズ103の駆動信号を出力する。補正レンズ目標位置に対する、第1ホール素子209で検出された位置情報のフィードバック制御により、像振れ補正動作が実行される。

40

【0037】

図4は、第1振れ補正制御部203の構成例を示すブロック図である。

ハイパスフィルタ(以下、HPFと記す)501は、第1振れセンサ201から出力された振れ信号から、比較的低周波のオフセット成分を除去するためのデジタルフィルタであり、カットオフ周波数が変更可能である。HPF501でオフセット成分を除去した振れ信号は、減算部517にて、オフセット成分を除去する前の振れ信号から減算することで、振れ信号のオフセット成分が抽出される。抽出された振れ信号のオフセット成分は、オフセット記憶部502に保持される。

50

【 0 0 3 8 】

オフセット記憶部 5 0 2 の出力は減算部 5 1 8 にて、第 1 振れセンサ 2 0 1 から出力された振れ信号から減算されることで、振れ信号からオフセット成分を除去した振れ信号が算出される。本実施形態では、オフセット記憶部 5 0 2 への入力を予め計算しておき、制御開始と同時にオフセット記憶部 5 0 2 で保持するオフセット値の更新を停止する。これ以後、H P F 5 0 1 を使用せずに振れ信号から固定のオフセット値を除去する。オフセット値を除去した振れ信号は、減算部 5 1 5 及びローパスフィルタ（以下、L P F と記す）5 0 8 に出力される。

【 0 0 3 9 】

L P F 5 0 8 は、フィルタ演算の収束時定数が可変なフィルタであり、振れ信号の低周波成分を抽出する。そして、減算部 5 1 5 は、オフセット除去後の振れ信号から、L P F 5 0 8 により抽出された振れ信号の低周波成分を減算する。これにより、振れ信号の高周波成分を取得できる。すなわち本実施形態では、L P F 5 0 8 と減算部 5 1 5 により、振れ信号を低周波成分と高周波成分とに分割する分割手段が構成される。低周波成分の振れ信号（以下、低周波振れ信号という）は L P F 5 0 8 から減算部 5 1 9 に出力される。

【 0 0 4 0 】

高周波成分の振れ信号（以下、高周波振れ信号という）は減算部 5 1 5 から高周波リミッタ 5 0 6 に出力される。高周波振れ信号は、高周波リミッタ 5 0 6 により制限される。つまり、所定値以上の大きな振れ信号が高周波 L P F 5 0 7 に入力されないように信号レベルが制限される。高周波リミッタ 5 0 6 の出力は、カットオフ周波数を変更可能な高周波 L P F 5 0 7 で積分処理される。高周波振れ信号を積分処理する高周波 L P F 5 0 7 （第 1 ローパスフィルタ）はフィルタ演算の収束時定数が可変である。この積分処理により、角速度情報から角度情報に変換され、高周波成分のみ抽出された振れ角度信号が生成される。

【 0 0 4 1 】

一方、L P F 5 0 8 （第 3 ローパスフィルタ）により抽出された、低周波振れ信号に対し、減算部 5 1 9 はオフセット算出部 5 1 4 が算出したオフセット値を減算する。オフセット減算後の低周波振れ信号は、低周波リミッタ 5 1 0 により制限され、さらに低周波 L P F 5 1 1 （第 2 ローパスフィルタ）で積分処理される。低周波 L P F 5 1 1 はカットオフ周波数を変更可能であり、低周波成分のみを抽出した振れ角度信号を生成する。低周波成分を積分処理する低周波 L P F 5 1 1 はフィルタ演算の収束時定数が可変である。

【 0 0 4 2 】

オフセット算出部 5 1 4 は低周波 L P F 5 1 1 の出力からオフセット値を算出する。L P F 5 0 8 により分割された低周波振れ信号に振れが発生していない状態での定常的なオフセット成分が乗っている場合に、オフセット成分が低周波リミッタ 5 1 0 の入力端で 0 となるように減算するオフセット値が算出される。これによって、低周波 L P F 5 1 1 で積分された低周波振れ角度信号が単調増加してしまうために補正レンズ 1 0 3 が制御可能な範囲外に駆動されることを防止できる。

高周波 L P F 5 0 7 及び低周波 L P F 5 1 1 の各出力は加算部 5 2 0 にて加算されて、補正レンズの目標位置として出力される。

【 0 0 4 3 】

パン・チルト判定部 5 0 4 は、振れ信号、H P F 5 0 1 の出力、及び加算部 5 2 0 の出力、三脚判定部 5 1 6 の判定結果を用いて、パンニングやチルティングの状態か否かを判定する。以下の場合にパン操作中又はチルト操作中と判定される。

（ 1 ）撮像装置が、パン操作等で大きく振られた際に、振れ信号または H P F 5 0 1 によるオフセット除去後の振れ信号が所定の判定基準値（閾値）より大きくなった場合。

（ 2 ）補正レンズ 1 0 3 の位置が可動範囲の中心位置から所定値以上に大きく離れた場合。

（ 3 ）片軸のみ三脚状態と判定された場合。

【 0 0 4 4 】

前記(1)の条件判断では、HPF501のカットオフ周波数が高い値に設定される。また、高周波LPF507、低周波LPF511については、前記(2)の条件判断にてカットオフ周波数が高い値に設定される。また前記(3)の条件判断では、三脚判定部516による判定結果を使用する。三脚判定部516は、撮像装置が三脚等の支持部材に設置された静止状態にあるか否かを判定する状態判定処理を行う。例えば三脚判定部516は、所定時間中に所定値以下のHPF501の出力信号を検出したことにより、カメラを三脚に固定した状態を検出する。また三脚判定部516は、所定時間中に所定値以上のHPF501の出力信号を検出したことにより、三脚状態の解除と判定する。

【0045】

三脚状態の検出については、撮像装置の正位置に対して、ピッチ方向、ヨー方向に対して別々に判定される。ピッチ方向、ヨー方向のいずれかの方向のみ三脚状態を検出した際、パン・チルト判定部504は、パン操作中またはチルト操作中と判定する。この場合、パン・チルト判定部504は、高周波リミッタ506、低周波リミッタ510で入力を制限する。その際、LPF508、高周波LPF507、低周波LPF511のフィルタ中間値に対して、前記(1)の条件判断結果に応じて、所定値が加算または減算される。これにより、中間値をゼロに向かう方向へ収束させる処理が行われる。

【0046】

図10は、再帰型1次デジタルフィルタの構成を示すブロック図である。一例として加算部ADD1とADD2、ゲイン部(乗算部)a, b, c及び遅延部(一時記憶部)Z-1からなる構成例を示す。

サンプリング回数をnで表し、今回のサンプリング時点での入力値をX[n]とし、前回のサンプリング時点における中間値をZ[n-1]とする。今回のサンプリング時点における中間値をZ[n]とする。入力値X[n]とゲイン部aの出力は加算部ADD1にて加算され、中間値Z[n]が算出されて遅延部Z-1に記憶される。

【0047】

フィルタ演算における記憶値である中間値Z[n]は、ゲイン部bを介して加算部ADD2に出力される。加算部ADD2は、ゲイン部bの出力に対してゲイン部cの負出力を加算する。このゲイン部cの出力は、前回における中間値Z[n-1]にゲイン係数を乗算した信号出力である。こうして、今回のサンプリング時点における中間値Z[n]と、前回のサンプリング時点における中間値Z[n-1]から、今回のサンプリング時点における出力値Y[n]が算出される。本例ではデジタルフィルタの周波数におけるゲイン及び位相特性を決定する各ゲイン部の定数(ゲイン係数)をa, b, cと記す。

【0048】

直接的に中間値を減らす方法は、デジタルフィルタのカットオフ周波数を高周波側に変更する方法に比べて、設定したカットオフ周波数の時定数に依存しない。このため、中間値をゼロに収束させる速度を制御しやすく、またパン・チルト処理の終了後において、フィルタ出力に係る揺れ戻しを低減できるというメリットがある。本処理により、大きな振れが撮像装置に加わった場合でも、補正レンズ103が可動範囲以上に駆動してしまうことを防止できる。またパンニング動作直後の揺れ戻しにより撮影画像が不安定になることを防止できる。

【0049】

以上のように生成された低周波及び高周波振れ角度信号が合成されて補正レンズ103の目標位置信号がレンズ位置制御部407へ入力される。レンズ位置制御部407は、補正レンズ目標位置及びホール素子209が検出した位置情報に基づくフィードバック制御により像振れ補正動作を行う。

【0050】

次に、撮像装置のパンニング(またはチルティング)の速度や静止状態に応じた補正レンズ目標位置の算出方法の変更について説明する。本実施形態では、パン・チルト判定部504は、撮影者が意図的に行ったパン操作等の動作速度を閾値と比較する。動作速度が速い場合と遅い場合の2種類を別々に検出し、各場合に応じて低周波、高周波の像振れ補

10

20

30

40

50

正量の演算処理が変更される。

【 0 0 5 1 】

図 7 のフローチャートを参照して、パン操作等の動作速度が速い場合のパンニングの検出方法について説明する。パン・チルト判定部 5 0 4 が行うパンニング検知の判定処理では、一定周期で同一の処理が、第 1 軸及び第 2 軸に対して別々に実行される。

【 0 0 5 2 】

まず、速いパンニング判定処理が開始すると (S 7 0 1)、振れ情報及び判定基準値を使用して撮像装置の姿勢がパンニング等により不安定な状態であるか否かが判定される (S 7 0 2)。パン・チルト判定部 5 0 4 は、撮像装置の姿勢が不安定な状態であると判定した場合、S 7 1 2 に進んでパン検知判定処理を行う。また、撮像装置の姿勢が安定な状態であると判定された場合には S 7 0 3 に進む。

10

【 0 0 5 3 】

パン検知判定処理から説明すると、S 7 1 2 で、第 1 フラグ (以下、「初回パン検知フラグ」という) がセットされているか否かが判定される。初回パン検知フラグは、パン検知用の第 2 フラグ (以下、「パン検知フラグ」という) がセットされてから、クリアされるまでの間に複数回セットされることを防止するためのフラグである。初回パン検知フラグがセットされていなければ、S 7 0 6 へ移行する。また、初回パン検知フラグがセットされている場合には、S 7 1 3 に進む。S 7 1 3 では高周波振れ信号のレベルが第 3 閾値 (「所定値 3 」と記す) と比較される。高周波振れ信号のレベルが所定値 3 以上である場合、S 7 1 4 に進むが、所定値 3 より小さい場合にはパンニング中ではないと判定され、S 7 0 6 へ移行する。

20

【 0 0 5 4 】

S 7 1 4 にて、高周波向きの速いパン検知フラグ (第 3 フラグ) がセットされる。次の S 7 1 5 にて、低周波向きの速いパン検知フラグ (第 4 フラグ) がセットされ、さらに S 7 1 6 では、初回パン検知フラグがクリアされる。そして安定カウンタの値がゼロにクリアされる (S 7 1 7)。安定カウンタとは、撮像装置の振れ量が所定時間に亘って小さいか否かを判断するためのカウンタ変数であり、S 7 0 8 で使用する。S 7 1 7 の後、S 7 0 6 (高周波向きの速いパンフラグのクリア判定処理) へ移行する。

【 0 0 5 5 】

一方、S 7 0 2 にて撮像装置の姿勢が安定であると判定された場合、S 7 0 3 に進み、パン検知終了の判定処理が行われる。S 7 0 3 にて高周波振れ信号が第 1 閾値 (「所定値 1 」と記す) と比較される。高周波振れ信号が所定値 1 以下である場合、S 7 0 4 に進むが、所定値 1 を超える場合にはパンニング状態であると判定されて S 7 0 6 へ移行する。

30

【 0 0 5 6 】

S 7 0 4 では、パンニングが終了したと判定され、低周波向きの速いパン検知フラグがクリアされる。そして、初回パン検知フラグがセットされ (S 7 0 5)、再度パンニングを検知した場合に備える。次の S 7 0 6 にて、高周波振れ信号が第 2 閾値 (「所定値 2 」と記す) と比較される。高周波振れ信号が所定値 2 を超える場合、パンニング状態であると判定し、速いパンニング判定を終了する (S 7 1 1)。

【 0 0 5 7 】

また、S 7 0 6 にて高周波振れ信号が所定値 2 以下の場合には、パンニング終了の条件を満たすので、S 7 0 7 に進む。S 7 0 7 にて安定カウンタの値がインクリメントにより 1 だけ加算される。次に、安定カウンタの値が所定値 (閾値) と比較される (S 7 0 8)。安定カウンタの値が所定値以上であると判定された場合、S 7 0 9 に進むが、所定値未満の場合には、まだパンニングが終了していないと判定されて S 7 1 1 へ移行する。

40

【 0 0 5 8 】

S 7 0 8 で安定カウンタの値が所定値以上になった場合、振れ状態が所定時間に亘って小さいと判断され、パンニングが終了したと判定される。この場合、高周波向きの速いパン検知フラグがクリアされ (S 7 0 9)、安定カウンタに所定値がセットされる (S 7 1 0)。そして、速いパンニング判定を終了する (S 7 1 1)。

50

【 0 0 5 9 】

このように、補正レンズ 1 0 3 の低周波の振れ目標値と高周波の振れ目標値の演算に対して別々のパン検知判定とパン検知終了判定が実行される。尚、速いチルティングの検知判定及び検知終了判定についても前記と同様に行われる。

【 0 0 6 0 】

図 9 は速いパンニング判定を説明するタイミングチャートである。高周波振れ信号の時間的变化と、低周波及び高周波向けの各パン検知フラグについてのセット及びクリアのタイミングを例示する。図 9 には、パンニング判定に使用する高周波振れ信号は、振れ量が上昇して所定値 1、所定値 2、所定値 3 の順に超えた後にピーク値を示してから、徐々に低下していく例を示す。パンニングの検知を行うための所定値 3 と、低周波向けパンニング終了判定を行うための所定値 1、及び高周波向けパンニング終了判定を行うための所定値 2 は、「所定値 3 > 所定値 2 > 所定値 1」の関係とする。

10

【 0 0 6 1 】

各パン検知フラグは、高周波振れ信号の振れ量が所定値 3 に到達した時点でセットされる。つまり、高周波、低周波のパンニング検知は同じタイミングである。しかし、低周波向けパン検知フラグ（第 4 フラグ）は、高周波振れ信号の振れ量が低下して所定値 1 に達する時点でクリアされる。また高周波向けパン検知フラグ（第 3 フラグ）は、高周波振れ信号の振れ量が低下して所定値 2 に達する時点でクリアされる。パンニング終了判定については、高周波向けパン検知フラグの方が早いタイミングで判定され、低周波向けパン検知フラグは、振れ信号が十分小さくなった遅いタイミングで判定される。このように、低周波と高周波とでパンニング終了の判定タイミングには時間差がある。

20

【 0 0 6 2 】

次に、図 8 のフローチャートを参照して、遅いパンニングの検出方法について説明する。パン検知の判定処理は一定周期で同一の処理が、第 1 軸及び第 2 軸に対して別々に実行される。例えば、第 1 軸回りの方向をピッチ方向とし、第 2 軸回りの方向をヨー方向とする。

【 0 0 6 3 】

まず、遅いパンニング判定処理が開始すると（S 8 0 1）、振れ情報及び判定基準値を使用して撮像装置が三脚に設置されている静止状態（以下、「三脚おき状態」という）であるか否かが判定される（S 8 0 2）。三脚おき状態以外を、「非三脚状態」という。撮像装置の正位置に対して、第 1 軸について三脚おき状態であって、かつ第 2 軸について非三脚状態であると判定された場合、S 8 0 3 に処理を進めるが、判定条件を満たさない場合、S 8 0 7 に移行する。

30

【 0 0 6 4 】

S 8 0 3 にて、第 5 フラグである、第 1 軸の遅いパン検知フラグがクリアされ、S 8 0 4 にて、第 6 フラグである、第 1 軸の三脚時の遅いパン検知フラグがクリアされる。さらに S 8 0 5 にて、第 7 フラグである、第 2 軸の遅いパン検知フラグがセットされる。S 8 0 6 にて、第 8 フラグである、第 2 軸の三脚時の遅いパン検知フラグがセットされる。そして遅いパンニング判定を終了する（S 8 2 5）。

【 0 0 6 5 】

S 8 0 7 にて、第 2 軸について三脚おき状態であって、かつ第 1 軸について非三脚状態であるか否かが判定される。判定条件を満たす場合、S 8 0 8 に進むが、判定条件を満たさない場合、S 8 1 2 に移行する。S 8 0 8 にて第 1 軸の遅いパン検知フラグがセットされ、S 8 0 9 にて第 1 軸の三脚時の遅いパン検知フラグがセットされる。さらに S 8 1 0 にて第 2 軸の遅いパン検知フラグがクリアされ、S 8 1 1 にて第 2 軸の三脚時の遅いパン検知フラグがクリアされ、遅いパンニング判定を終了する（S 8 2 5）。

40

【 0 0 6 6 】

S 8 0 2、S 8 0 7 にて、片軸が三脚おき状態であり、かつ、もう片軸がパンニング状態であると判定されなかった場合、パン・チルト判定部 5 0 4 は、両軸にて三脚おき状態であるか、または手持ち撮影状態であると判断し、S 8 1 2 に処理を移行する。S 8 1 2

50

では、振れ信号のレベルが所定値 4 と比較され、所定値 4 以上であるか否かが判定される。振れ信号のレベルが所定値 4 以上の場合、ゆっくりした遅いパンニング状態の可能性があると判断され、S 8 1 3 に進み、所定値 4 未満の場合には S 8 1 8 に移行する。

【 0 0 6 7 】

S 8 1 3 では、遅いパン検知カウンタの値に 1 が加算される（インクリメント）。次に、遅いパン検知カウンタの値が所定値（閾値）以上であるか否かが判定される（S 8 1 4）。遅いパン検知カウンタの値が、所定値未満の場合、遅いパンニング判定を終了する（S 8 2 5）。また、S 8 1 4 にて遅いパン検知カウンタの値が所定値以上の場合、S 8 1 5 に進む。この場合、所定時間中に連続して、ある振れが発生していると判断され、遅いパン検知フラグがセットされる（S 8 1 5）。遅いパン検知カウンタに所定値がセットされる（S 8 1 6）。さらに遅いパン検知解除カウンタの値がゼロにクリアされ（S 8 1 7）、遅いパン検知フラグのクリアに備えた後、遅いパンニング判定を終了する（S 8 2 5）。

10

【 0 0 6 8 】

一方、S 8 1 8 では振れ信号のレベルが所定値 5 以下であるか否かが判定される。判定条件を満たさない場合、撮像装置の振れが大きく、遅いパンニングが終了していないと判断され、S 8 2 5 へ進む。また振れ信号のレベルが所定値 5 以下である場合には、S 8 1 9 に処理を進める。この場合、遅いパン検知解除カウンタのインクリメントが行われる（S 8 1 9）。次に、遅いパン検知解除カウンタの値が所定値以上であるか否かが判定される（S 8 2 0）。判定条件を満たさない場合、S 8 2 5 へ進んで処理を終了する。また、判定条件を満たす場合には、所定時間に亘り連続して振れが小さいと判断され、S 8 2 1 に進み、遅いパン検知フラグがクリアされる。さらに、S 8 2 2 で遅いパン検知解除カウンタに所定値がセットされた後、遅いパン検知カウンタの値がゼロにクリアされる（S 8 2 3）。S 8 2 4 にて三脚時の遅いパン検知フラグがクリアされた後、遅いパンニング判定処理を終了する。

20

【 0 0 6 9 】

このように、遅いパンニング判定では、所定時間に亘って連続して、所定値 4 以上の大きな振れ信号を検出した場合にフラグがセットされる。また所定時間に亘って連続して所定値 5 以下の振れ信号の状態が継続したことを検出した場合、フラグがクリアされる。パンニング検知判定に用いる所定値 4 と、パンニング検知解除の判定に用いる所定値 5 は、

30

「所定値 4 > 所定値 5」の関係を満たす。

【 0 0 7 0 】

手持ち状態に比べて三脚おき状態でのパンニング動作では、撮像装置が振れ状態にないため、パンニング直後の揺り戻しが目立ちやすい。この場合、手持ち状態と同様に、三脚おき状態でのパンニング検出を、所定時間の振れ状態によって判定したのでは検知が遅すぎる可能性がある。そこで、片軸にて三脚おき状態であって、もう片軸にてパンニング操作が行われた場合には、即座に遅いパンニングと判定される。これにより、三脚おき状態でのパンニングによる揺り戻しを抑えることができる。尚、遅いチルティングの検知判定及び検知終了判定についても前記と同様に行われる。

40

【 0 0 7 1 】

次に、図 4 と、図 5 及び図 6 のフローチャートを参照して、速いパンニング及び遅いパンニング時の低周波、高周波の振れ補正演算について説明する。この振れ補正制御演算は一定周期で実行される。

【 0 0 7 2 】

処理が開始すると（S 6 0 1）、H P F 5 0 1 は、振れセンサ 2 0 1 から振れ信号を取得し（S 6 0 2）、その低域周波数成分を除去する（S 6 0 3）。次に、減算部 5 1 7 は、振れ信号から H P F 5 0 1 の出力を減算し（S 6 0 4）、振れ信号に含まれる低域のオフセット成分が算出される。S 6 0 5 にて防振制御（像振れ補正制御）の開始が判定される。防振制御の開始前には、S 6 3 3 に進み、S 6 0 4 で算出された低域のオフセット成分の値がオフセット記憶部 5 0 2 に保持されることで更新される。そして、処理を終了す

50

る。

【0073】

S605にて防振制御が開始すると、S606に進む。この場合、S604で算出された低域のオフセット成分の値がオフセット記憶部502に保持され、更新を停止する。これにより、制御開始時のオフセット成分を固定値として保持することができる。次に、減算部518は、振れ信号から、オフセット記憶部502に記憶されたオフセット値を減算し(S607)、オフセット除去後の値を保持する(S608)。つまり振れ信号のオフセット演算を停止することで、HPF501による低域成分除去を行わない振れ信号が、像振れ補正に使用されることになる。こうすることで、カットオフ周波数の低いデジタルフィルタ演算による揺れ戻し動作を抑制できる。

10

【0074】

パン・チルト判定部504は、撮像装置がパンニング中またはチルティング中であるかを判定する(S609)。以下、パンニング判定を例にして説明する(具体的な処理については図6から図8参照)。撮像装置がパンニング中であると判定された場合、S611に進み、パンニング中でないと判定された場合、S610に移行する。

【0075】

S611でパン・チルト判定部504は、LPF508の中間値から所定値を減算する。これは、パンニング動作時の大きな振れに対して、LPF508の中間値が増加しすぎるのを抑制するためである。そしてLPF508は演算を行い(S610)、演算値を保持することで(S612)、振れ量の低周波成分を抽出する。次にオフセット算出部514は、低周波LPF511の入力端にてオフセットが発生しないように、オフセット量を算出する(S614)。減算部519は、LPF508の出力である、振れ量の低周波成分から、オフセット量を減算する(S616)。そして図6のS617に処理を進める。

20

【0076】

次のS617にて、パン・チルト判定部504は、再度パンニング中であるかを判定する。撮像装置がパンニング中である場合、S619に進み、パンニング中でない場合、S618に移行する。S619で低周波リミッタ510は、低周波LPF511への入力が入力値以上にならないように制限する。パン・チルト判定部504は、補正レンズ103の目標位置と駆動中心位置との距離に基づいて、補正レンズ103が駆動範囲から外れないように低周波LPF511のカットオフ周波数を変更して高く設定する(S620)。さらにパン・チルト判定部504は、低周波LPF511の中間値から所定値を減算することで、中間値の増加を抑える演算を行う(S621)。

30

【0077】

S618で低周波LPF511は演算を行って演算結果を保持し(S622)、低周波の振れ量に対する補正レンズ103の目標位置を算出する。次にS608、S612で保持しておいたオフセット除去後の振れ量から、LPF508の演算値が減算され(S623)、振れ量の高周波成分が抽出される。S624にてパン・チルト判定部504は、パンニング中であるかを判定する。撮像装置がパンニング中の場合、S627に進み、パンニング中でない場合、S625に移行する。

【0078】

S627で高周波リミッタ506は、高周波LPF507への入力を制限する。パン・チルト判定部504は、補正レンズ103の目標位置と駆動中心位置との距離に基づいて、補正レンズ103が駆動範囲から外れないように、高周波LPF507のカットオフ周波数を高周波側へ変更する(S628)。さらにパン・チルト判定部504は、高周波LPF507の中間値から所定値を減算することで、中間値の増加を抑える演算を行う(S629)。S625で高周波LPF507は演算を行い、演算結果を保持する(S630)。高周波の振れ量に対する補正レンズ103の目標位置が算出される。S631で加算部520は、S622、S630でそれぞれ保持された、低周波の振れ量に対する補正レンズ103の目標位置と、高周波の振れ量に対する補正レンズ103の目標位置を加算する。こうして、最終的な補正レンズの目標位置が算出され、S632で処理を終える。

40

50

【 0 0 7 9 】

このように演算された目標位置に対して、補正レンズ 1 0 3 の位置が追従するようにフィードバック制御が実行される結果、撮像装置に加わる手振れ等の影響が除去される。振れ信号を周波数で分割する L P F 5 0 8 のカットオフ周波数は、手振れの影響が大きい周波数帯が高周波側に含まれるように決定される。例えば、振れ信号が主に 3 H z ~ 5 H z 程度の周波数に多く含まれる場合には、カットオフ周波数は少なくとも 3 H z 以下に設定される。

【 0 0 8 0 】

本実施形態では、パンニング（またはチルティング）の速度を閾値と比較し、閾値より大きい速いパンニングと閾値以下の遅いパンニングの検出を別々に行い、検出結果に応じてフィルタ演算の処理内容を変更する。また、振れ信号を低周波と高周波に分割して、2種類の検出における各パンニング速度条件に応じて、低周波の振れ、高周波の振れを別々に処理することで、補正レンズの目標位置が算出される。速いパンニングの場合、低周波、高周波の振れ補正レンズ目標値ともに所定値（例えば、ゼロまたはゼロ近傍）に収束させる処理が実行される。低周波、高周波ともに補正レンズの目標位置が可動範囲の中心にセンタリングされる。その後、振れ信号（角速度信号）から補正レンズ目標位置である振れ角度信号を算出するための積分演算が行われる。低周波側の演算よりも高周波側の演算を先に開始させることで、パンニング直後の振れ補正が行われていない時間を短くし、またパンニングによる揺れ戻しを抑制できる。

【 0 0 8 1 】

一方、パンニング速度が閾値以下で遅い場合には、補正レンズが駆動可能範囲外に駆動されやすい低周波のみについて補正レンズの目標位置を所定値に収束させる処理が実行される。この場合、補正レンズに係る高周波の目標位置を収束させる制御は行わない。高周波側の振れ補正を継続させることで、パンニング時の像振れ補正効果の低下を抑えることができる。また、手持ち撮影時と、カメラが三脚等に設置された静止状態（三脚おき状態等）でのパンニングとで、遅いパンニングの判定方法が変更される。よって、揺り戻しが目立ちやすい三脚おき状態等にて、パンニング動作後の揺れ戻しによる撮影画像の変化を低減し、違和感のない画像を出力することができる。

【 0 0 8 2 】

本実施形態によれば、パン操作等による大きな振れが生じても良好な像振れ補正を実現できる。尚、本実施形態では、振れ検出信号を高周波成分と低周波成分の2種類に分割する例を説明したが、3以上の周波数成分に分割する構成にも本発明を適用可能である。

【 0 0 8 3 】

[その他の実施形態]

また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア（プログラム）を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（または C P U や M P U 等）がプログラムを読み出して実行する処理である。この場合、そのプログラム、及び該プログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体は本発明を構成することになる。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 4 】

- 1 0 3 補正レンズ
- 2 0 1 , 2 0 2 振れセンサ
- 2 0 3 , 2 0 4 振れ補正制御部
- 2 0 5 , 2 0 6 レンズ位置制御部
- 2 0 7 , 2 0 8 ドライブ部
- 5 0 4 パン・チルト判定部
- 5 0 7 高周波 L P F
- 5 0 8 L P F

10

20

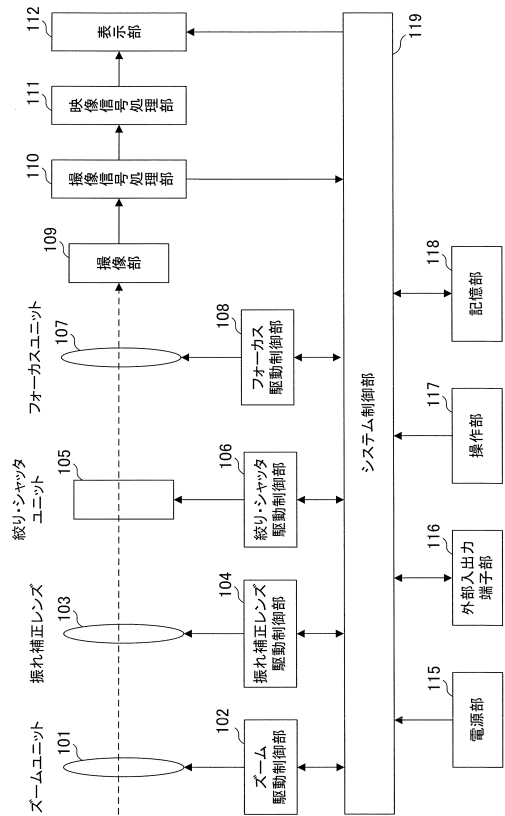
30

40

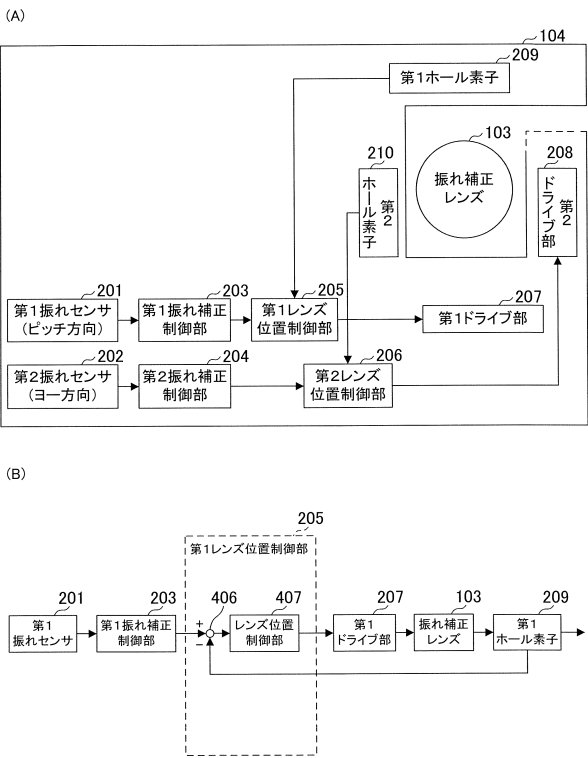
50

- 5 1 1 低周波 L P F
- 5 1 5 減算部
- 5 1 6 三脚判定部
- 5 2 0 加算部

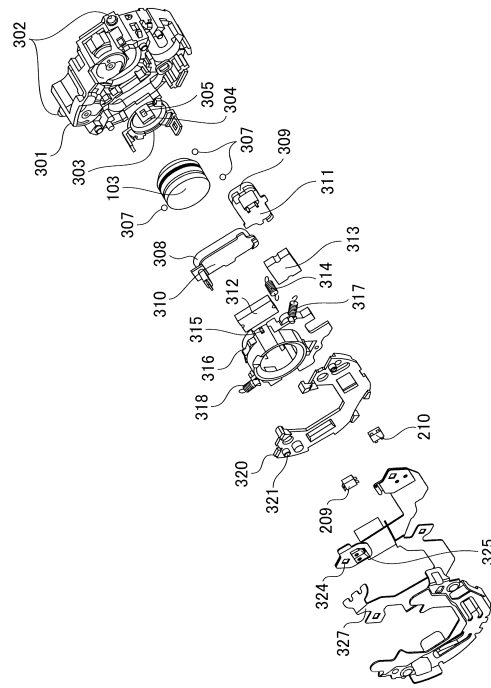
【 図 1 】



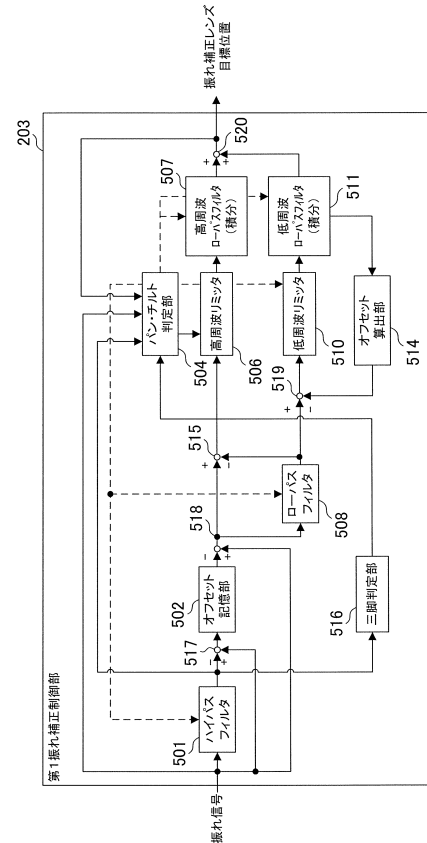
【 図 2 】



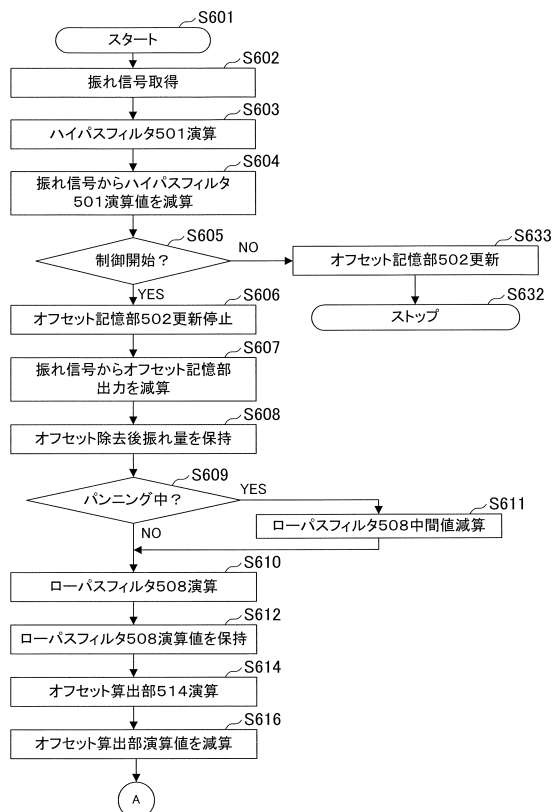
【図 3】



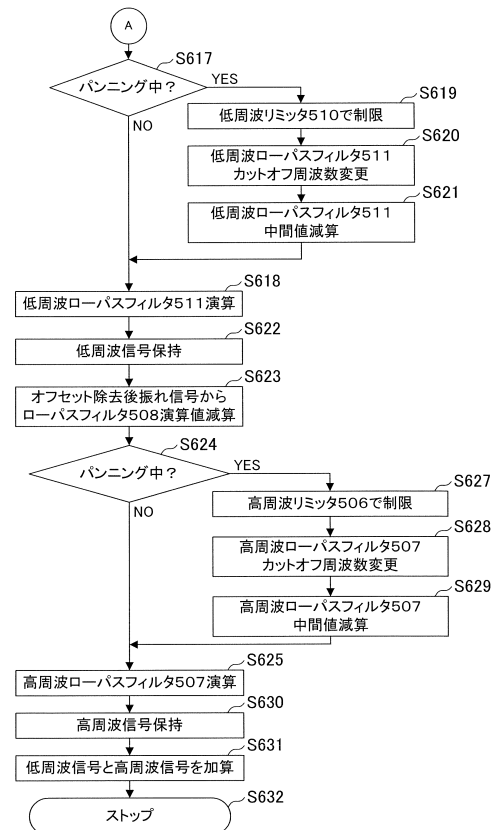
【図 4】



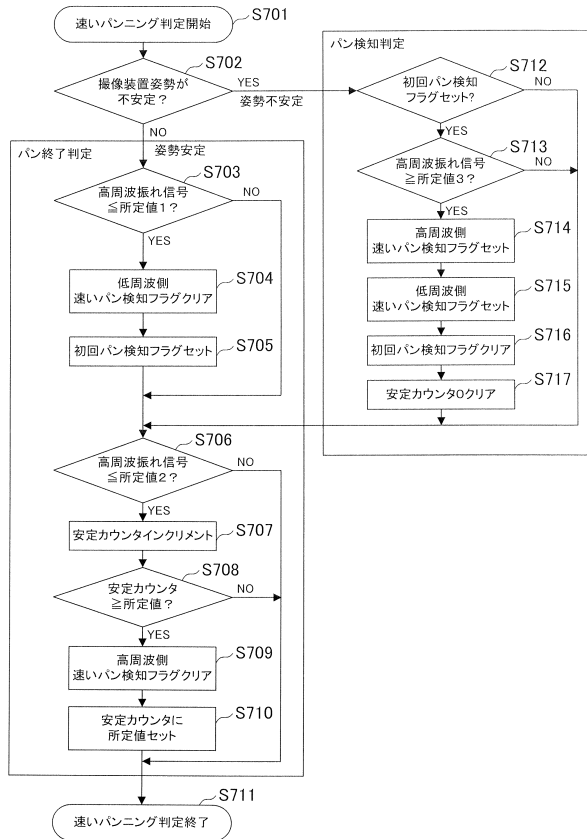
【図 5】



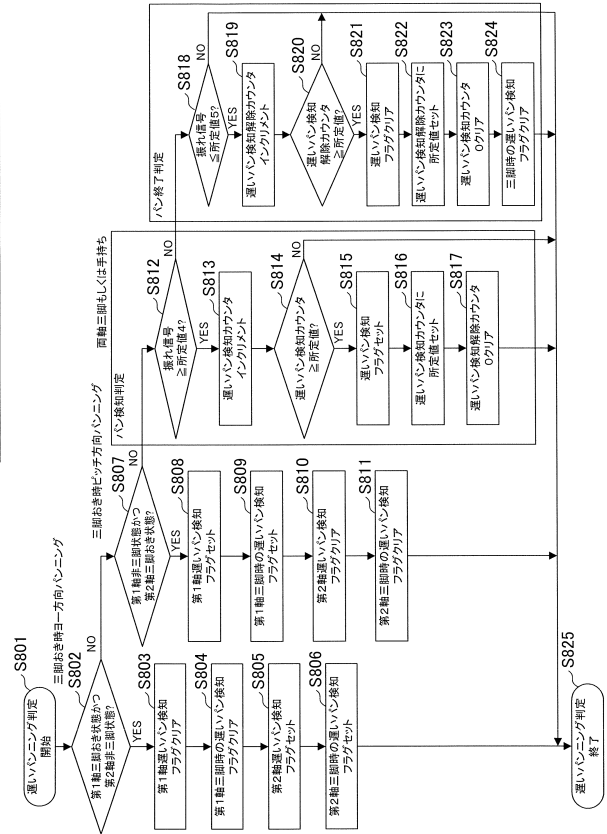
【図 6】



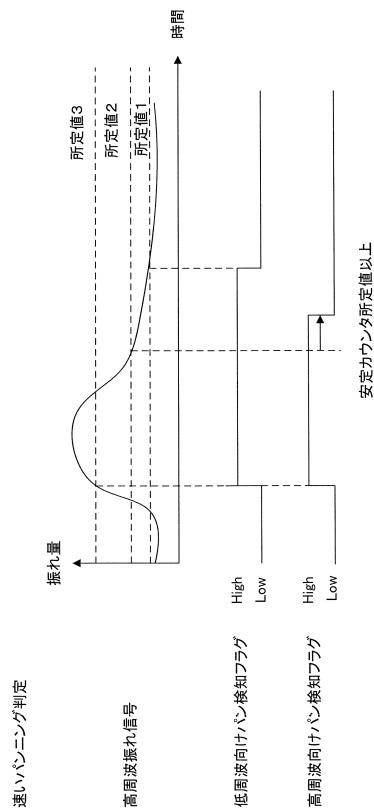
【図 7】



【図 8】

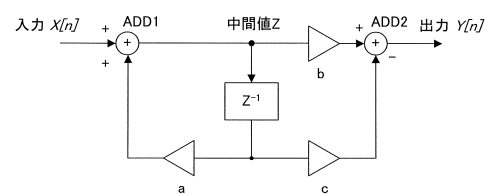


【図 9】



【図 10】

デジタルフィルタ構成



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-134426(JP,A)
特開2013-057980(JP,A)
特開2012-048138(JP,A)
特開2002-158927(JP,A)
特開2000-039640(JP,A)
特開2012-015641(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B	5/00
H04N	5/232