

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6351247号
(P6351247)

(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.

G03B 5/00 (2006.01)
HO4N 5/232 (2006.01)

F 1

G03B 5/00
HO4N 5/232F
480

請求項の数 14 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2013-257051 (P2013-257051)
 (22) 出願日 平成25年12月12日 (2013.12.12)
 (65) 公開番号 特開2015-114535 (P2015-114535A)
 (43) 公開日 平成27年6月22日 (2015.6.22)
 審査請求日 平成28年12月5日 (2016.12.5)

(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 100114775
 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
 ャノン株式会社内

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】

振れ検出信号の低域成分を除去するハイパスフィルタと、
前記振れ検出信号を前記ハイパスフィルタで処理した検出信号を用いて像振れ補正を行う第1制御モードと前記ハイパスフィルタで処理しない前記振れ検出信号を用いて像振れ補正を行う第2制御モードを含む制御モードを備える制御手段と、
を備え、

前記制御手段は、前記第1制御モードから前記第2制御モードへ変更する際、前記振れ検出信号から前記ハイパスフィルタの出力を減算した第1の信号を記憶手段に保持し、前記記憶手段に記憶された前記第1の信号が示すオフセット量を前記振れ検出信号から減算した第2の信号を用いて像振れ補正を行うことを特徴とする像振れ補正装置。

【請求項 2】

前記振れ検出信号に対して低周波成分と高周波成分に分割する分割手段を備え、
前記制御手段は、前記第1制御モードにて前記ハイパスフィルタで処理した検出信号を前記分割手段により分割した信号を用いて像振れ補正を行い、前記第2制御モードにて前記ハイパスフィルタで処理しない検出信号を前記分割手段により分割した信号を用いて像振れ補正を行う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】

前記制御手段は、

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口一

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、前記第1ローパスフィルタおよび前記第2ローパスフィルタの出力を加算して、像振れ補正に係る目標位置の制御信号を出力する合成手段と、前記ハイパスフィルタで処理した検出信号を取得して前記第1制御モードと前記第2制御モードとの切り替えを判定する判定手段と、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。**【請求項4】**

前記分割手段は、

10

前記低周波成分を抽出する第3ローパスフィルタと、

前記第2の信号から、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と、を備え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、前記第1制御モードにて、前記第2ローパスフィルタの出力が閾値以上になった場合、前記分割手段により分割された低周波成分と高周波成分の信号に対してそれぞれ1倍未満のゲインを乗算することを特徴とする請求項3または請求項4に記載の像振れ補正装置。

【請求項6】

20

請求項1から5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7】

請求項1から5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8】

前記像振れ補正装置は、前記振れ検出信号を取得して像振れ補正を行う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さらに備えることを特徴とする請求項7に記載の撮像装置。

【請求項9】

30

前記制御手段は、前記撮像装置の撮影倍率または振れ状態を判定して制御モードを決定し、前記決定に従って、前記第1制御モードまたは前記第2制御モードを選択することを特徴とする請求項8に記載の撮像装置。

【請求項10】

前記制御手段は、静止画撮影モードまたは静止画撮影の待機状態である場合、前記第1制御モードを選択することを特徴とする請求項8または請求項9に記載の撮像装置。

【請求項11】

前記制御手段は、前記撮影倍率が閾値以上である場合に前記第2制御モードを選択し、前記撮影倍率が閾値未満である場合に前記第1制御モードを選択す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12】

前記制御手段は、前記ハイパスフィルタの出力が閾値より小さい場合に前記第2制御モードを選択することを特徴とする請求項8から11のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項13】

前記制御手段は、前記撮像装置がパンニングまたはチルティングの動作中である場合、前回選択された前記第1制御モードまたは前記第2制御モードを継続し、前記撮像装置がパンニングまたはチルティングの動作中でない場合に前記第2制御モードを選択することを特徴とする請求項8から12のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項14】

振れ検出信号の低域成分をハイパスフィルタにより除去するステップと、

50

前記振れ検出信号を前記ハイパスフィルタで処理した検出信号を用いて像振れ補正を行う第1制御モードと前記ハイパスフィルタで処理しない前記振れ検出信号を用いて像振れ補正を行う第2制御モードを含む制御モードで制御手段が像振れ補正の制御を行う制御ステップと、

を備え、

前記制御ステップでは前記制御手段により、前記第1制御モードから前記第2制御モードへ変更する際、前記振れ検出信号から前記ハイパスフィルタの出力を減算した第1の信号を記憶手段に保持し、前記記憶手段に記憶された前記第1の信号が示すオフセット量を前記振れ検出信号から減算した第2の信号を用いて像振れ補正を行うことを特徴とする像振れ補正装置の制御方法。

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っ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

【0005】

【特許文献1】特開2006-113264号公報

【特許文献2】特開2011-118073号公報

【特許文献3】特開2010-004370号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

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、HPFを用いないため、角速度センサのオフセット、温度変動が大きい場合や、歩きながらの撮影時等のように低周波数での振れが比較的大きい場合に、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。

本発明は、装置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】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明に係る装置は、振れ検出信号の低域成分を除去するハイパスフィルタと、前記振れ検出信号を前記ハイパスフィルタで処理した検出信号を用いて像振れ補正を行う第1制御モードと前記ハイパスフィルタで処理しない前記振れ検出信号を用いて像振れ補正を行う第2制御モードを含む制御モードを備える制御手段と、を備える。前記制御手段は、前記第1制御モードから前記第2制御モードへ変更する際、前記振れ検出信号から前記ハイパスフィルタの出力を減算した第1の信号を記憶手段に保持し、前記記憶手段に記憶された前記第1の信号が示すオフセット量を前記振れ検出信号から減算した第2の信号を用いて像振れ補正を行う。

【発明の効果】

【0008】

本発明の像振れ補正装置によれば、装置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】

【0009】

【図1】図2から図11と併せて本発明の実施形態を説明するため、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(A)、振れ補正制御部及びレンズ位置制御部の内部構成(B)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。

【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】図5に続く第1制御方法での処理を示すフローチャートである。

【図8】第1制御方法での処理に関連する振れ補正制御部の内部構成を示すブロック図である。

【図9】第2制御方法での処理に関連する振れ補正制御部の内部構成を示すブロック図である。

【図10】制御切り替え判定部の処理を示すフローチャートである。

【図11】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。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0010】

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、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】

10

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。

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。

20

【0012】

絞り・シャッタユニット105は、絞り機能を有するメカニカルシャッタを有する。絞り・シャッタ駆動制御部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。

【0013】

30

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。

【0014】

40

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。

【0015】

操作部117は、レリーズ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レリーズスイッチを

50

含む。レリーズボタンが約半分押し込まれたときに SW1 がオンし、レリーズ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 119 は、AF (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 108 を制御することにより焦点調節を行う。AF 評価値は、例えば映像信号処理部 111 が表示部 112 に出力する表示用の映像信号に基づいて生成される。

システム制御部 119 は映像信号の輝度情報を取得し、AE (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に絞り値及びシャッタ速度が決定される。SW2 がオンすると、システム制御部 119 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 109 によって得られた画像データを記憶部 118 に記憶させる制御等を行う。

10

【0016】

操作部 117 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 119 は振れ補正レンズ駆動制御部 104 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 104 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 117 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 104 の動作条件を変更することができる。また、操作部 117 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あり、再生モード時には振れ補正動作を停止する。操作部 117 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 119 はズーム駆動制御部 102 に指示を出してズームユニット 101 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。

20

【0017】

次に、図 2 (A) を参照して、振れ補正レンズ駆動制御部 104 の構成を説明する。図 2 (A) は、振れ補正レンズ駆動制御部 104 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 201 及び第 2 振れセンサ 202 を備える。

第 1 振れセンサ 201 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 201 は、振れ検出信号を第 1 振れ補正制御部 203 に出力する。第 2 振れセンサ 202 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 202 は、振れ検出信号を第 2 振れ補正制御部 204 に出力する。

30

【0018】

第 1 及び第 2 振れ補正制御部 203, 204 はそれぞれ、ピッチ方向、ヨー方向における補正レンズ 103 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 103 の駆動を制御する。第 1 振れ補正制御部 203 は補正位置制御信号を第 1 レンズ位置制御部 205 に出力し、第 2 振れ補正制御部 204 は補正位置制御信号を第 2 レンズ位置制御部 206 に出力する。

40

第 1 レンズ位置制御部 205 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 207 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 203 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 206 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 208 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 204 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。

補正レンズ 103 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

50

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。

【0019】

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。

【0020】

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をとして出力する。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。

【0021】

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。

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。

【0022】

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。

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 つのフォローワーピン 302 及び不図示の可動フォローワー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 つのフォローワーピンが嵌合し、カム溝に沿って光軸方向に進退するように構成される。

【0023】

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 303 は、側面の 3 箇所に腕部 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。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

10

20

30

40

50

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。

【0024】

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気的に接続され、コイル308, 309への電力供給回路を形成している。

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。

【0025】

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。

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。

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。

【0026】

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516にて、オフセット成分を除去する前の振れ信号から減算されることで、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。オフセット記憶部502の出力は減算部517にて、第1振れセンサ201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502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502で保持するオフセット値の更新を停止する。この処理は、後述するように第1制御モードから第2制御モードへの移行時に実行される。これ以後の第2制御モードでは、HPF501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515及びローパスフィルタ(以下、LPFと記す)508に出力される。

【0027】

オフセット値を除去した振れ信号は、LPF508で処理されることで低周波成分が抽出される。LPF508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

10

20

30

40

50

号の低周波成分を抽出する。そして、減算部 515 は、オフセット除去後の振れ信号から、LPF508 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、LPF508 と減算部 515 により、振れ信号を複数の周波数成分（本例では低周波成分と高周波成分）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 LPF508 から低周波ブレーキゲイン部 509 に出力される。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 515 から高周波ブレーキゲイン部 505 に出力される。高周波ブレーキゲイン部 505 は、ブレーキゲイン決定部 503 が決定したゲインを、高周波振れ信号に乗算する。ブレーキゲイン乗算後の高周波振れ信号は、高周波リミッタ 506 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 LPF507 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 506 の出力は、カットオフ周波数を変更可能な高周波 LPF507 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 LPF507（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。

【0028】

一方、LPF508（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て、低周波ブレーキゲイン部 509 により、ブレーキゲイン決定部 503 が決定したゲインが乗算される。そして、減算部 518 は低周波ブレーキゲイン部 509 の出力から、オフセット算出部 514 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 510 により制限され、さらに低周波 LPF511（第2ローパスフィルタ）で積分処理される。低周波 LPF511 はカットオフ周波数が変更可能であり、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 LPF511 はフィルタ演算の収束時定数が可変である。オフセット算出部 514 は低周波 LPF511 の出力からオフセット値を算出する。周波数分割後にブレーキゲインが乗算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 510 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 LPF511 により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 103 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 LPF507 及び低周波 LPF511 の各出力は加算部 519 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。

【0029】

パン・チルト判定部 504 は、振れ信号、HPF501 の出力、及び加算部 519 の出力を取得して、撮像装置が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 HPF501 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 103 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。

このとき、HPF501、LPF508、高周波 LPF507、低周波 LPF511 は、パン・チルト判定部 504 の判定結果を受けて、カットオフ周波数が高い値に設定される。あるいはパン・チルト判定部 504 は、カットオフ周波数を変更する代わりに、デジタルフィルタの内部の演算記憶値である中間値が所定値以上に増加しないように中間値を変更する処理を行う。高周波リミッタ 506、低周波リミッタ 510 はそれぞれに対応するフィルタへの入力を所定値以内に制限する演算処理を実行する。

【0030】

ブレーキゲイン決定部 503 は、低周波 LPF511 により算出された補正レンズ 103 の低周波での目標値が所定の閾値以上になった時に、高周波ブレーキゲイン部 505 及び低周波ブレーキゲイン部 509 に 1 倍未満のゲインを設定する。これにより、補正レン

10

20

30

40

50

ズ 1 0 3 が駆動可能な範囲外に駆動されることを防止できる。本処理により、大きな振れが撮像装置に加わった場合に補正レンズ 1 0 3 が可動範囲以上に駆動されてしまうことを防止でき、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。

以上のように生成された振れ信号の低周波及び高周波の振れ角度信号が加算部 5 1 9 10 にて合成されて、補正レンズ目標位置としてレンズ位置制御部 4 0 7 へ出力される。レンズ位置制御部 4 0 7 は、補正レンズ目標位置、及びホール素子 2 0 9 が検出した位置情報に基づき、フィードバック制御による振れ補正制御を実行する。

【 0 0 3 1 】

制御切り替え判定部 5 1 3 は、H P F 5 0 1 が処理した後の振れ信号、L P F 5 0 8 及び減算部 5 1 5 により抽出した高周波振れ信号、操作部 1 1 7 により撮影者が設定したリーズ情報、撮影倍率等（焦点距離）の情報を取得する。制御切り替え判定部 5 1 3 は、これらの信号や情報に応じて、第 1 制御方法または第 2 制御方法を選択する。第 1 制御方法は、H P F 5 0 1 で処理した検出信号を周波数分割した信号を用いて像振れ補正を行う第 1 制御モードにおける制御方法である。また、第 2 制御方法は、H P F 5 0 1 で処理しない検出信号を周波数分割した信号を用いて像振れ補正を行う第 2 制御モードにおける制御方法である。なお、第 1 制御方法及び第 2 制御方法の詳細については図 5 から図 7 を用いて後述する。

【 0 0 3 2 】

図 1 0 に示すフローチャートを参照して、第 1 制御方法または第 2 制御方法を選択する際の判定条件及び判定処理を説明する。第 1 制御モードと第 2 制御モードとの切り替え判定処理は、制御切り替え判定部 5 1 3 が撮像装置の撮影条件や振れ状態に基づいて一定周期で実行する。 20

判定処理が開始すると（S 9 0 1）、操作部 1 1 7 により撮影者が設定した撮影モードの取得及びモード判定が行われる（S 9 0 2）。モード判定の結果、静止画撮影モード、または静止画撮影の待機状態である場合には S 9 1 1 に進み、第 1 制御方法が選択される。一方、静止画撮影モード、または静止画撮影の待機状態ではないと判定された場合には、S 9 0 3 に進み、撮影倍率が所定の閾値以上であるか否かが判定される。S 9 0 3 にて、撮影倍率が所定の閾値未満の場合、S 9 1 1 に進み、第 1 制御方法が選択される。撮影倍率が所定の閾値以上である場合には、S 9 0 4 に処理を進める。 30

【 0 0 3 3 】

S 9 0 4 では、前回の判定周期での処理にて第 1 制御方法が選択されているか否かが判定される。第 1 制御方法が選択されていた場合、S 9 0 5 に処理を進め、第 1 制御方法が選択されていなかった場合、S 9 1 0 に進み、前回に選択されている制御方法が継続する。S 9 0 5 では、H P F 5 0 1 の出力が所定値未満であるか否かが判定される。H P F 5 0 1 の出力が所定値未満の場合、S 9 0 6 に処理を進め、所定値以上の場合には S 9 1 0 に移行する。 40

【 0 0 3 4 】

S 9 0 6 で減算部 5 1 5 の出力が所定値より小さいか否かが判定され、所定値未満の場合、S 9 0 7 に処理を進め、所定値以上の場合には S 9 1 0 に移行する。S 9 0 7 では撮像装置がズーム駆動による変倍動作中でないかどうかが判断され、変倍中でない場合、S 9 0 8 に処理を進め、変倍動作中の場合には S 9 1 0 に移行する。S 9 0 8 でパン・チルト判定部 5 0 4 は、撮像装置がパンニングまたはチルティングの動作中（以下、「パン／チルト中」という）でないかどうかを判定する。撮像装置がパン／チルト中でない場合、S 9 0 9 に処理を進め、パン／チルト中である場合には S 9 1 0 に移行する。S 9 0 9 では第 2 制御方法が選択される。

【 0 0 3 5 】

S 9 0 4 から S 9 0 8 での判定において肯定判断結果が下された場合には第 2 制御方法が選択される。いずれか 1 つでも否定判断結果が出た場合には、前回の判定周期での処理により選択されている制御方法が継続する。撮像装置の撮影条件や振れ状態に係る判定条件 50

件を用いて制御方法をそれぞれ選択する理由を以下に説明する。

まず、静止画撮影では基本的に動画撮影に比べて露光時間が短く揺れ戻し影響が小さい。また、静止画撮影の待機中は撮影状態ではないため撮影者が撮像装置をしっかり構えていない場合に揺れが大きい。よって、低域の揺れ成分を除去する第1制御方法を選択する処理が行われる。また、撮影倍率が小さい領域では、大きい領域に対して揺れ戻しが目立ちづらく、歩きながらの撮影等のように大きな揺れが発生しやすい条件であるため、第1制御方法が選択される。HPF501の出力や、減算部515の出力が所定値より小さい場合、または変倍動作による振動がない場合、またはパン操作等による大きな揺れが発生していない条件の場合、前回の判定周期での処理により選択されている制御方法が継続する。これは、第2制御方法で使用するオフセット記憶部502の保持するオフセット値に、誤ったオフセットが記憶されないようにするためである。

S909からS911のいずれかの処理が終わるとリターン処理となる。

【0036】

次に、図5から図7のフローチャートを参照して、第1制御方法及び第2制御方法での処理を説明する。揺れ補正制御演算は一定周期で実行される。図5及び図6は第2制御方法（第2制御モード時）での処理の流れを説明するフローチャートである。S605の判定ステップで第1制御方法の選択が判定されると、図7のフローチャートに示す第1制御方法（第1制御モード時）での処理に移行する。

図5のS601で処理が開始すると、HPF501は第1振れセンサ201から振れ信号を取得し（S602）、演算により低域成分を除去する（S603）。次に減算部516は、振れ信号から、低域を除去した振れ信号を減算する（S604）。これにより、振れ信号に含まれる低域のオフセットが算出される。次のS605で制御切り替え判定部513は、第1制御方法が選択されているか否かを判定する（図10参照）。判定の結果、第1制御方法が選択されている場合には、図7のS633へ移行する。

【0037】

図7に示す第1制御方法では、S634にてオフセット記憶部502がS604で算出された低域の振れ信号オフセットを保持して更新する。次に減算部517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（S635）、減算結果を保持する（S636）。次にパン・チルト判定部504は、撮像装置がパン/チルト中であるか否かを判定する（S637）。パン/チルト中である場合、S639に進み、パン/チルト中でない場合、S638に移行する。S639でパン・チルト判定部504は、LPF508のカットオフ周波数を高周波側に設定した後にS638に処理を進める。

S638でLPF508は演算を行い、演算値を保持する（S640）ことで、振れ量の低周波成分を抽出する。次に、パン・チルト判定部504は再度、撮像装置がパン/チルト中であるか否かを判定する（S641）。撮像装置がパン/チルト中である場合、S643に進み、パン/チルト中でない場合、S642に移行する。S643でブレーキゲイン決定部503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、1倍未満の低周波ブレーキゲインの乗算処理を行う。さらにS644でパン・チルト判定部504は、低周波LPF511のカットオフ周波数を高周波側へ変更する処理を行った後、S642に処理を進める。

【0038】

S642で低周波LPF511は演算を行い、演算結果を保持する（S645）。これにより、低周波の振れ量に対する、補正レンズ目標位置が算出される。次のS646で減算部515は、S636、S640で保持しておいたオフセット除去後の振れ量から、LPF508の演算値を減算することにより、振れ量の高周波成分を抽出する。S647でパン・チルト判定部504は撮像装置がパン/チルト中であるか否かを判定する。撮像装置がパン/チルト中の場合、S649に処理を進め、パン/チルト中でない場合にはS648に移行する。S649では、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、1倍未満の高周波ブレーキゲインの乗算処理が実行される。パン・チルト判定部504は高周波LPF507のカッ

10

20

30

40

50

トオフ周波数を高周波側へ変更する（S 6 5 0）。

S 6 4 8 で高周波 L P F 5 0 7 は演算を行い、演算結果を保持する（S 6 5 1）。これにより、高周波の振れ量に対する、補正レンズ目標位置が算出される。S 6 5 2 にて加算部 5 1 9 は、S 6 4 5, S 6 5 1 で保持しておいた、低周波及び高周波の補正レンズ目標位置を加算し、最終的な補正レンズ目標位置を算出する。S 6 5 3 で処理を終了する。

【0 0 3 9】

次に、図 5 の S 6 0 5 で第 2 制御方法が選択されている場合の処理を説明する。この場合、S 6 0 6 へ移行し、オフセット記憶部 5 0 2 は S 6 0 4 で算出された低域の振れ信号オフセットを保持し、更新を停止する。これにより、第 1 制御方法から第 2 制御方法に切り替わった時のオフセットが固定値として保持される。次に、減算部 5 1 6 は振れ信号から、オフセット記憶部 5 0 2 に記憶したオフセット値を減算し（S 6 0 7）、減算結果を保持する（S 6 0 8）。つまり第 2 制御方法では、振れ信号のオフセット演算を停止することで、H P F 5 0 1 による低域成分除去を行わない振れ信号を像振れ補正に使用する。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。次にパン・チルト判定部 5 0 4 は、撮像装置がパン／チルト中であるかを判定する（S 6 0 9）。撮像装置がパン／チルト中である場合、S 6 1 1 に進み、パン／チルト中でない場合には S 6 1 0 に移行する。S 6 1 1 でパン・チルト判定部 5 0 4 は、L P F 5 0 8 の中間値から所定値を減算することで、パンニング動作等の大きな振れに対して、フィルタの中間値が増加しすぎることを抑える。

【0 0 4 0】

S 6 1 0 にて、L P F 5 0 8 は演算を行い、演算値を保持する（S 6 1 2）ことで、振れ量の低周波成分を抽出する。次にオフセット算出部 5 1 4 は、低周波リミッタ 5 1 0 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（S 6 1 4）。減算部 5 1 8 は振れ量の低周波成分からオフセット量を減算する（S 6 1 6）。次に図 6 の S 6 1 7 に進み、パン・チルト判定部 5 0 4 は再度、撮像装置がパン／チルト中であるか否かを判定する。撮像装置がパン／チルト中の場合、S 6 1 9 に進み、パン／チルト中でない場合には S 6 1 8 に移行する。S 6 1 9 で低周波リミッタ 5 1 0 は、低周波 L P F 5 1 1 への入力が所定値以上にならないように制限する。パン・チルト判定部 5 0 4 は、補正レンズ 1 0 3 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 1 0 3 が駆動範囲から外れないように低周波 L P F 5 1 1 のカットオフ周波数を高く設定する（S 6 2 0）。さらにパン・チルト判定部 5 0 4 は、低周波 L P F 5 1 1 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（S 6 2 1）。

【0 0 4 1】

S 6 1 8 で低周波 L P F 5 1 1 は演算を行い、演算結果を保持する（S 6 2 2）。これにより、低周波の振れ量に対する、補正レンズ目標位置が算出される。次に減算部 5 1 5 は、S 6 0 8、S 6 1 2 で保持しておいたオフセット除去後の振れ量から、L P F 5 0 8 の演算値を減算する（S 6 2 3）ことで、振れ量の高周波成分を抽出する。S 6 2 4 でパン・チルト判定部 5 0 4 は、撮像装置がパン／チルト中であるか否かを判定する。撮像装置がパン／チルト中の場合、S 6 2 7 に進み、パン／チルト中でない場合、S 6 2 5 に移行する。S 6 2 7 で高周波リミッタ 5 0 6 は高周波 L P F 5 0 7 への入力を制限する。パン・チルト判定部 5 0 4 は、補正レンズ 1 0 3 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 1 0 3 が駆動範囲から外れないように、高周波 L P F 5 0 7 のカットオフ周波数を高周波側へ変更する（S 6 2 8）。さらにパン・チルト判定部 5 0 4 は、高周波 L P F 5 0 7 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（S 6 2 9）。

【0 0 4 2】

S 6 2 5 で高周波 L P F 5 0 7 は演算を行い、演算結果を保持する（S 6 3 0）ことで、高周波の振れ量に対する補正レンズ目標位置を算出する。加算部 5 1 9 は、S 6 2 2, S 6 3 0 で保持しておいた、低周波及び高周波の補正レンズ目標位置を加算して（S 6 3 1）、最終的な補正レンズ目標位置を算出する。S 6 3 2 で一連の処理を終える。

10

20

30

40

50

このように演算された目標位置に対して補正レンズ 103 の位置を追従させるフィードバック制御が実行されることで、撮像装置に加わる手振れ等の影響が除去される。ここで、振れ信号を周波数で分割する LPF 508 のカットオフ周波数については、手振れ等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 Hz ~ 5 Hz 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 Hz 以下に設定される。

【0043】

次に、撮像装置における補正レンズ制御を説明する。

図 8 を参照して、第 1 制御方法について説明する。図 8 は第 1 制御方法に対応する構成を示すブロック図である。尚、構成要素については図 4 を用いて説明した通りであり、よって第 1 制御方法の処理に関連する箇所のみ説明する。第 1 制御方法での処理の場合、HPF 501 がオフセット除去した振れ信号を、オフセット除去する前の振れ信号から減算することにより、抽出されたオフセット成分を更新しながらオフセット記憶部 502 に保持する。さらに第 1 振れセンサ 201 の出力する振れ信号からオフセット成分が減算される。低周波成分を除去したハイパスフィルタ後の振れ信号は、LPF 508 と減算部 515 により、低周波、高周波の各成分に分割される。低周波成分の信号と高周波成分の信号から補正レンズ 103 の目標位置が算出される。つまり、高周波成分の信号は高周波ブレーキゲイン部 505 を介して高周波 LPF 507 に出力される。また低周波成分の信号は低周波ブレーキゲイン部 509 を介して低周波 LPF 511 に出力される。

【0044】

ブレーキゲイン決定部 503 は、低周波 LPF 511 により算出された、補正レンズ 103 の低周波での目標値が所定値（閾値）以上になった時に、高周波ブレーキゲイン部 505 及び低周波ブレーキゲイン部 509 を 1 倍未満のゲインに設定する。これにより、補正レンズ 103 が駆動可能な範囲外に駆動されないように防止できる。また、パン・チルト判定部 504 は判定結果に応じて、撮像装置が大きく振られた場合に、各フィルタのカットオフ周波数を、パン / チルト中ではない場合に比べて高域側に変更する。各フィルタとは、HPF 501、LPF 508、高周波 LPF 507、低周波 LPF 511 である。

以上のように第 1 制御モードでは、HPF 501 により振れ信号から低周波成分を除去し、ブレーキゲインの乗算と、パン・チルト判定時のデジタルフィルタのカットオフ周波数変更処理が実行される。撮像装置に大きな振れが発生した際に補正レンズの駆動量が大きくなり過ぎないように制御が行われる。これにより、補正レンズ 103 が駆動可能範囲を超えることを防止し、歩きながらの撮影時等に防振（像振れ補正）性能を高めることができる。

【0045】

次に図 9 を参照して、第 2 制御方法について説明する。図 9 は第 2 制御方法に対応する構成を示すブロック図である。尚、構成要素については図 4 を用いて説明した通りであり、よって第 2 制御方法の処理に関連する箇所のみ説明する。

第 2 制御モードでは、HPF 501 がオフセットを除去した振れ信号を、オフセット除去前の振れ信号から減算することでオフセット成分が抽出される。このオフセット成分については、第 2 制御モードに変更されたタイミングで更新を停止し、オフセット記憶部 502 が保持する。さらに第 1 振れセンサ 201 の出力する振れ信号から、オフセット記憶部 502 に保持した固定値（オフセット成分）が減算される。これ以後、ハイパスフィルタを使用せずに、固定値であるオフセット成分を減算した振れ信号が、LPF 508 及び減算部 515 により、低周波及び高周波の各信号に分割される。分割された信号から補正レンズ 103 の目標位置が算出される。

【0046】

また、補正レンズ 103 の低周波での目標値に応じた、高周波ブレーキゲイン部 505 及び低周波ブレーキゲイン部 509 の各ゲイン値は、常に 1 倍に設定される。つまり、ブレーキ処理は行わない（図 9 ではブレーキゲイン部を図示していない）。

パン・チルト判定部 504 は、前記判定（1）の結果に応じて、HPF 501 のカット

10

20

30

40

50

オフ周波数を高域側に変更するが、L P F 5 0 8 のカットオフ周波数は変更しない。またパン・チルト判定部 5 0 4 は、高周波 L P F 5 0 7 、低周波 L P F 5 1 1 の各カットオフ周波数を、前記判定(2)の結果に応じて高域側に変更する。さらに、第2制御方法では、高周波 L P F 5 0 7 、低周波 L P F 5 1 1 に入力される振れ量を、それぞれ高周波リミッタ 5 0 6 、低周波リミッタ 5 1 0 で制限する処理が行われる。パン・チルト判定部 5 0 4 は前記判定(1)の結果に応じて、各ローパスフィルタの演算で算出される中間値から所定値を加算または減算することで、中間値を0に向かう方向へ収束させる処理を行う。各ローパスフィルタとは、L P F 5 0 8 、高周波 L P F 5 0 7 、低周波 L P F 5 1 1 である。

【0047】

10

図11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。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。

20

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、またパンニング処理またはチルティング処理の終了後において、フィルタの揺れ戻しを低減できるというメリットがある。

【0048】

30

以上のように第2制御方法による処理では、振れ信号から低周波成分を除去するHPF 5 0 1 を使用しない(ただし初期設定を除く)。またブレーキゲインの乗算、パン・チルト判定時のデジタルフィルタのカットオフ周波数変更処理によるフィルタの揺れ戻しが発生しない構成である。そのため、パン操作等における短時間の大きな揺れに対して、補正レンズ103が駆動可能な範囲外に駆動されないように防止しつつ、パン操作等の終了後にデジタルフィルタ出力の揺れ戻しによる撮影画像の変化を低減できる。よって、違和感のない画像を出力することができる。

【0049】

本実施形態では、振れ信号を低周波及び高周波の各成分に分割し、各成分に対して別々に信号処理を行った後に各信号を合算して、補正レンズ目標位置として算出する。動画撮影または静止画撮影モードもしくは静止画撮影の待機状態、撮影倍率や焦点距離等の撮影条件、パン/チルト中等での撮像装置の振れ状態に応じて、振れ信号からHPFで低域除去した後の信号を使用するか否かの切り替え処理が実行される。

40

【0050】

従来技術では、撮影条件によらずパン操作等の手振れ以外の不必要的信号に対して補正レンズが追従しないように信号を減衰させる処理を適用する。この場合、本来必要な、手振れの影響が大きい周波数に対する振れ補正性能も低下させてしまう可能性がある。本実施形態では、振れ信号の大きい撮影(歩きながらの撮影等)の場合、低周波数の振れ信号を除去するためにハイパスフィルタで処理した振れ信号に対して周波数分割処理を行う。周波数分割された複数の信号を用いて像振れ補正処理が実行される。パン操作等による揺

50

れ戻しの目立つ、動画撮影時や高倍率撮影時には、揺れ戻しを低減するために、ハイパスフィルタを使用せずに、周波数分割処理した複数の信号を用いて像振れ補正処理が実行される。本実施形態によれば、歩き撮り撮影時の像振れ補正効果を低下させずに、またパン／チルト中及びその直後の手振れ等に対する補正効果を低下させずに、撮影画像の揺れ戻しの影響を除去することができる。よって、歩きながらの撮影時や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。

【0051】

[その他の実施形態]

10

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CPUやMPU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】

【0052】

103 補正レンズ

201, 202 振れセンサ

20

203, 204 振れ補正制御部

501 ハイパスフィルタ

504 パン・チルト判定部

507 高周波ローパスフィルタ（第1ローパスフィルタ）

508 ローパスフィルタ（第3ローパスフィルタ）

511 低周波ローパスフィルタ（第2ローパスフィルタ）

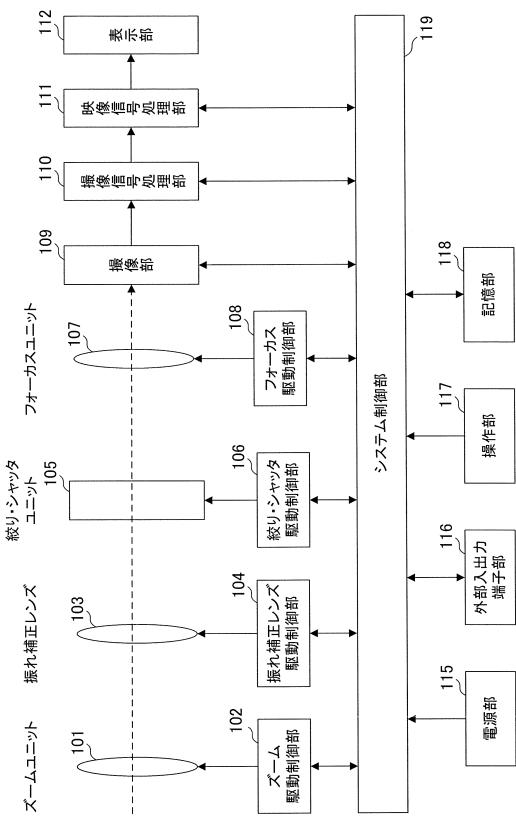
513 制御切り替え判定部

515 減算部

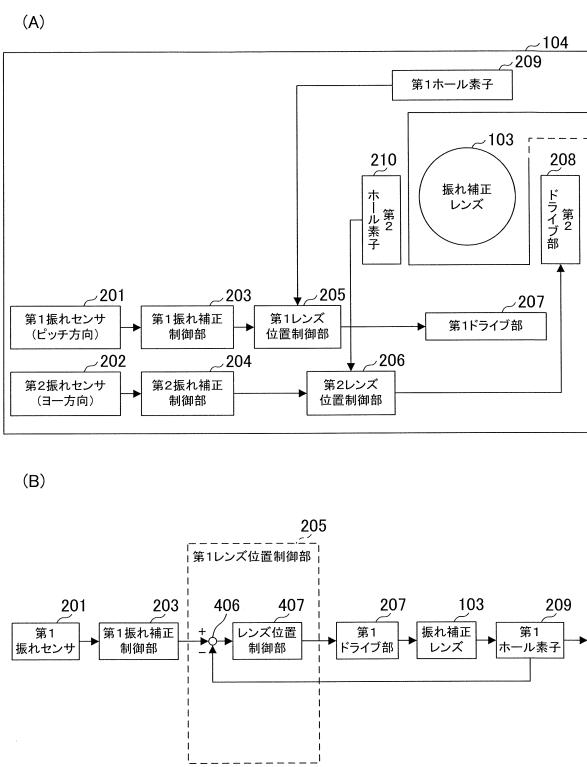
519 加算部

30

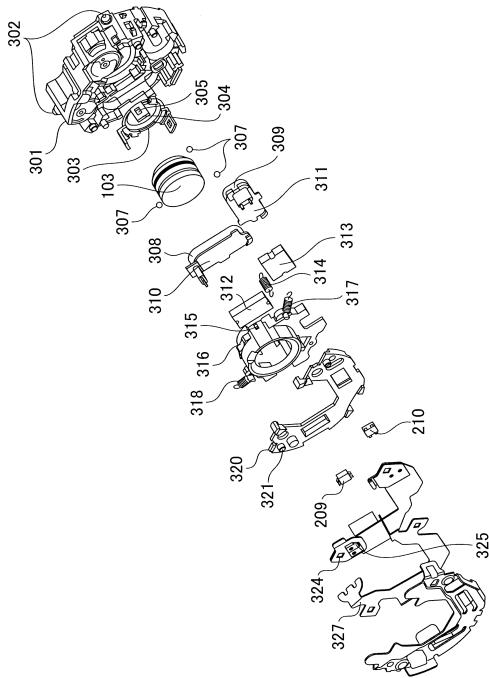
【図1】



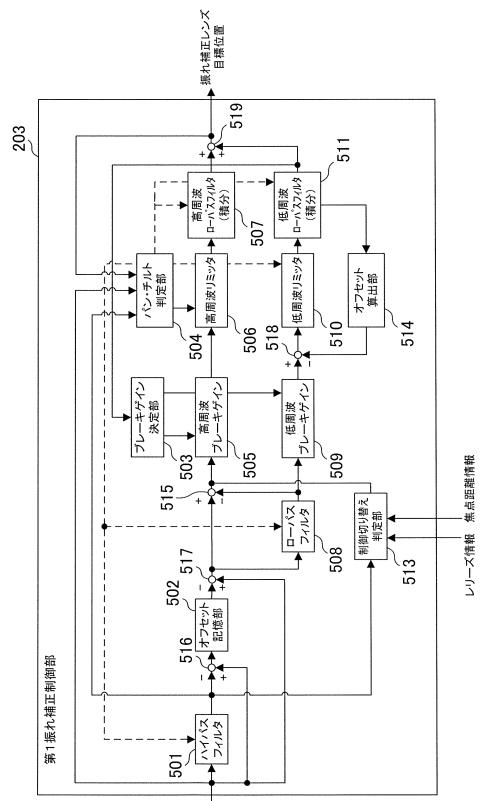
【図2】



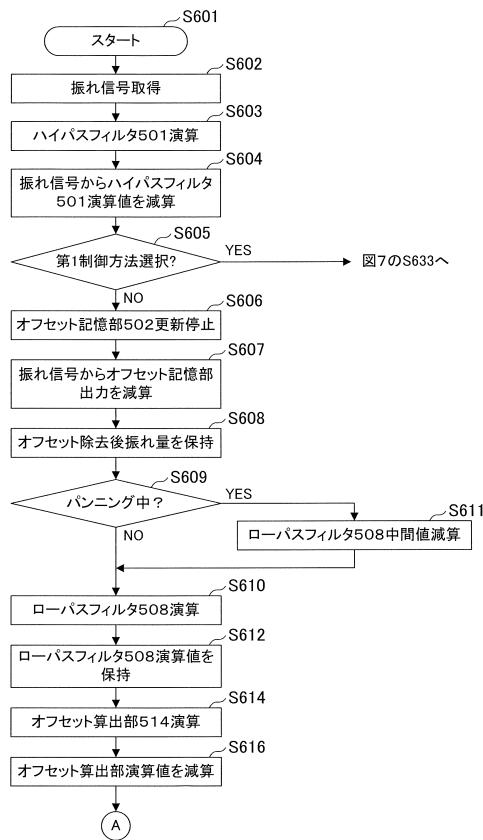
【図3】



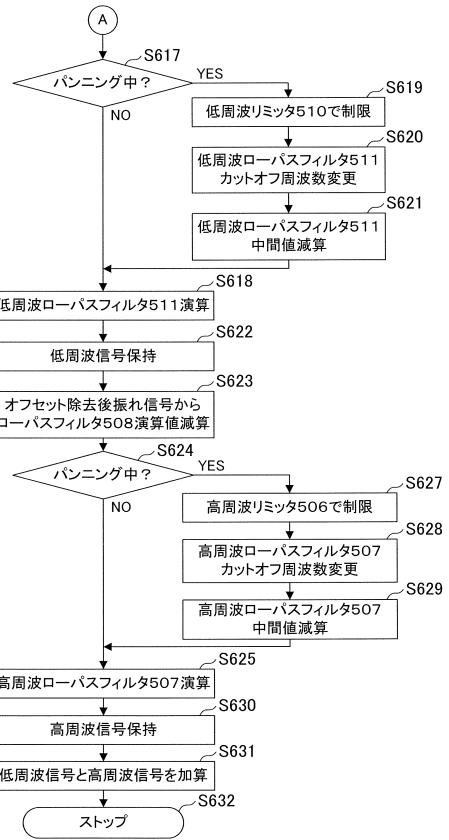
【図4】



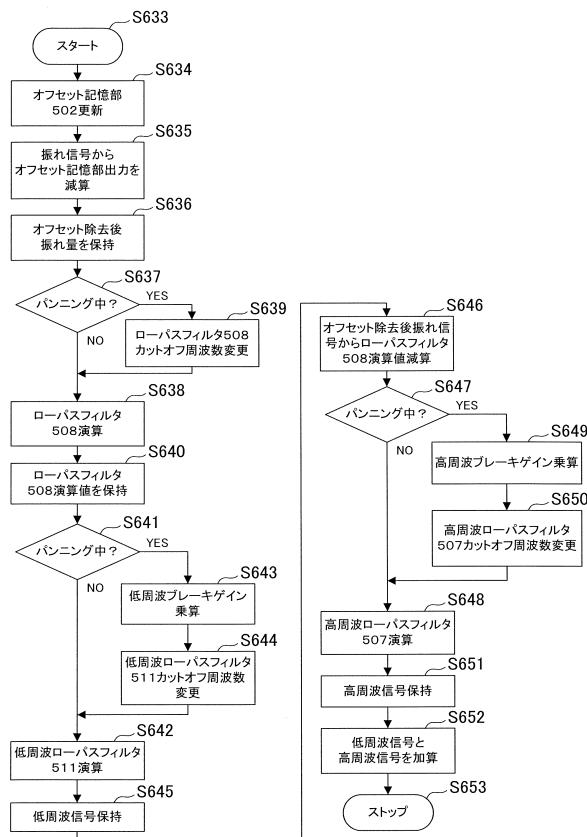
【図5】



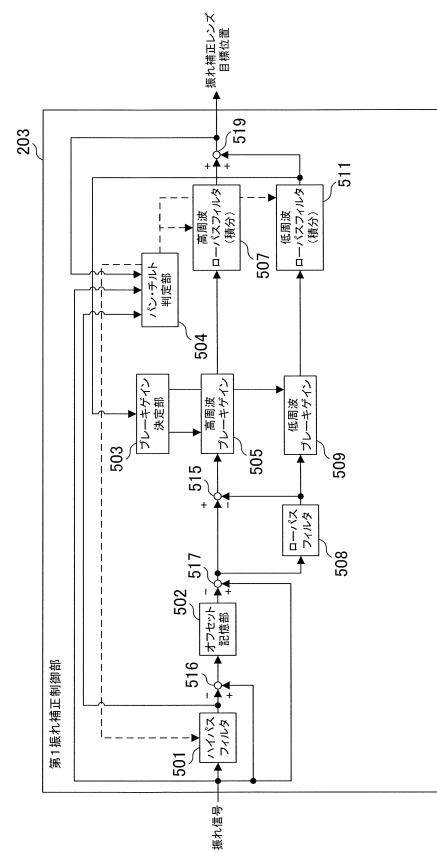
【図6】



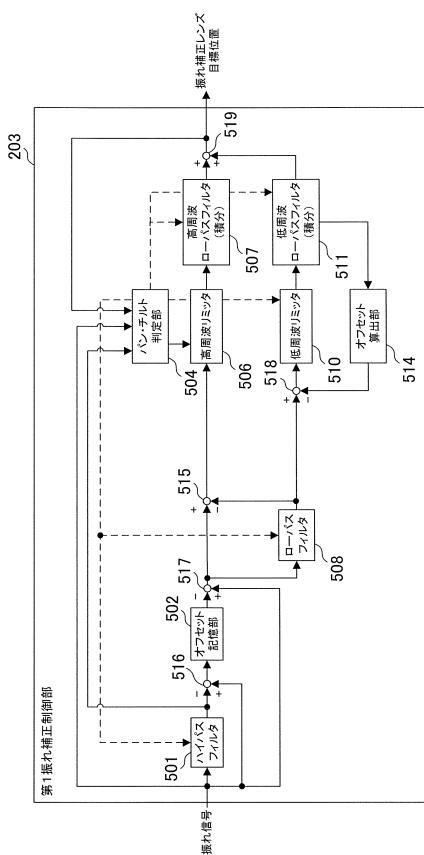
【図7】



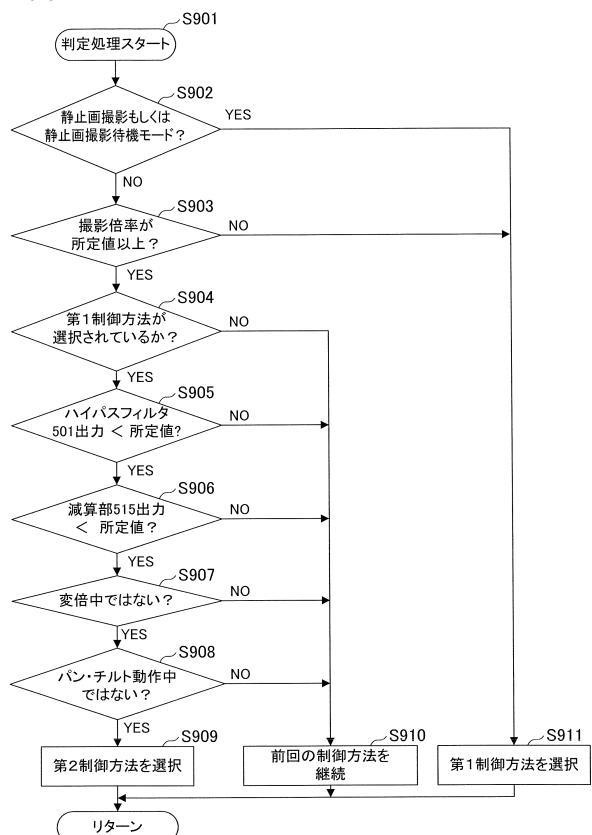
【図8】



【図9】

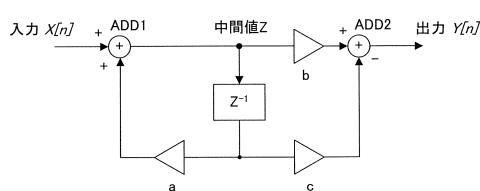


【図10】



【図11】

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2013-061490(JP,A)
特開2007-324929(JP,A)
特開2008-134426(JP,A)
特開平08-029823(JP,A)
特開2002-158927(JP,A)
特開平11-275448(JP,A)
特開2009-217075(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 03 B 5 / 00
H 04 N 5 / 232