

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5869812号
(P5869812)

(45) 発行日 平成28年2月24日(2016.2.24)

(24) 登録日 平成28年1月15日(2016.1.15)

(51) Int.Cl.

G03B 5/00 (2006.01)

F 1

G O 3 B 5/00

J

請求項の数 10 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2011-199934 (P2011-199934)
 (22) 出願日 平成23年9月13日 (2011.9.13)
 (65) 公開番号 特開2013-61490 (P2013-61490A)
 (43) 公開日 平成25年4月4日 (2013.4.4)
 審査請求日 平成26年9月9日 (2014.9.9)

(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 康徳
 (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】像ぶれ補正装置及びそれを備えた撮像装置、像ぶれ補正装置の制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

像ぶれ補正装置であって、
結像光学系の光軸に直交する方向に移動可能な補正部材を、振れ検出手段が検出した振れに基づいて移動させ、前記結像光学系による像ぶれを補正する防振制御手段とを有し、
前記防振制御手段は、前記像ぶれ補正装置が用いられる光学機器の撮影時におけるシャッタ速度が第1所定値よりも速くかつ該第1所定値より速い第2所定値より遅い場合、前記第1所定値より遅い場合もしくは前記第2所定値より速い場合よりも、前記補正部材の可動範囲を広くするとともに、前記シャッタ速度が前記第1所定値より遅い場合もしくは前記第2所定値より速い場合においても像振れを補正することを特徴とする像ぶれ補正装置。

【請求項 2】

前記振れ検出手段が検出した振れの大きさ及び前記補正部材の位置に基づいて、パンニング動作を検出するパンニング検出手段をさらに有し、

前記防振制御手段は、前記パンニング検出手段がパンニング動作を検出すると、前記補正部材の位置を強制的にセンタリングするパンニング制御を実施し、

前記像ぶれ補正装置が用いられる光学機器が撮影準備状態にある場合に、前記防振制御手段は、前記パンニング検出手段によってパンニング動作が検出されていない場合には、前記パンニング制御を無効とし、前記パンニング検出手段によってパンニング動作が検出されている場合には、前記パンニング制御を有効とすることを特徴とする請求項1記載の

像ぶれ補正装置。

【請求項 3】

前記防振制御手段は、前記光学機器が前記撮影準備状態にある場合の前記補正部材の可動範囲を、前記シャッタ速度が前記第1所定値より遅い場合の可動範囲もしくは前記第2所定値より速い場合の可動範囲と同じ範囲とすることを特徴とする請求項2記載の像ぶれ補正装置。

【請求項 4】

前記防振制御手段は、前記振れ検出手段の検出した振れを表す信号の帯域を制限するフィルタと、該フィルタの出力を所定値でクランプするリミッタとを有し、前記リミッタの出力を用いて前記補正部材を駆動することを特徴とする請求項2又は請求項3記載の像ぶれ補正装置。 10

【請求項 5】

前記防振制御手段は、前記撮影準備状態で、前記パンニング検出手段によってパンニング動作が検出されていない場合、前記パンニング検出手段によってパンニング動作が検出されている場合よりも前記フィルタのカットオフ周波数を低減することを特徴とする請求項4記載の像ぶれ補正装置。

【請求項 6】

前記防振制御手段は、前記撮影時には、前記パンニング検出手段によってパンニング動作が検出されているかどうかにかかわらず、前記フィルタのカットオフ周波数を、前記撮影準備状態でも撮影時でもない場合よりも低減することを特徴とする請求項4又は請求項5記載の像ぶれ補正装置。 20

【請求項 7】

前記リミッタが、第1駆動リミッタと、該第1駆動リミッタよりも大きな値でクランプする第2駆動リミッタとを有し、

前記防振制御手段は、前記撮影時におけるシャッタ速度が、前記第1所定値よりも速くかつ前記第2所定値より遅い場合には前記第2駆動リミッタの出力を、前記シャッタ速度が前記第1所定値より遅い場合もしくは前記第2所定値より速い場合には前記第1駆動リミッタの出力を用いて前記補正部材を駆動することを特徴とする請求項4乃至請求項6のいずれか1項に記載の像ぶれ補正装置。 30

【請求項 8】

前記防振制御手段は、前記シャッタ速度が前記第1所定値より遅い場合と、前記シャッタ速度が前記第2所定値より速い場合とで、前記補正部材の可動範囲を同じにすることを特徴とする請求項1乃至請求項7のいずれか1項に記載の像ぶれ補正装置。

【請求項 9】

請求項1乃至請求項8のいずれか1項に記載の像ぶれ補正装置を備えたことを特徴とする撮像装置。

【請求項 10】

像ぶれ補正装置の制御方法であつて、

防振制御手段が、結像光学系の光軸に直交する方向に移動可能な補正部材を、振れ検出手段が検出した振れに基づいて移動させ、前記結像光学系による像ぶれを補正する防振制御工程を有し、 40

前記防振制御工程において前記防振制御手段は、前記像ぶれ補正装置が用いられる光学機器の撮影時におけるシャッタ速度が第1所定値よりも速くかつ該第1所定値より速い第2所定値より遅い場合、前記第1所定値より遅い場合もしくは前記第2所定値より速い場合よりも、前記補正部材の可動範囲を広くするとともに、前記シャッタ速度が前記第1所定値より遅い場合もしくは前記第2所定値より速い場合においても像振れを補正することを特徴とする像ぶれ補正装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は像ぶれ補正装置及びその制御方法に関し、特に画像振れを補正する機能を有する像ぶれ補正装置、撮像装置及びその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、撮像装置の振れを検出して、この振れに起因する画像振れを補正するように移動可能な可動体（防振レンズ及びその保持部材）を駆動する像ぶれ補正装置を備えた撮像装置が知られている。像ぶれ補正装置における振れ検出には角速度センサがよく用いられる。角速度センサは、圧電素子等の振動材を一定周波数で振動させ、回転運動成分により発生するコリオリ力に応じた電圧を角速度情報として出力する。像ぶれ補正装置は、得られた角速度情報を積分して振れの量及び方向を求め、画像振れをキャンセルするように可動体を駆動する補正位置制御信号を出力する。可動体の駆動時には、可動体の現在位置が可動体位置信号として像ぶれ補正装置にフィードバックされ、像ぶれ補正装置は可動体位置信号に応じた補正位置制御信号を出力するフィードバック制御が行われる。10

【0003】

一方、撮影者が意図的に撮像装置を移動させる場合がある。例えば、撮像装置を水平方向に移動（回転）させながら撮影するパンニング撮影である。しかし、パンニング動作を振れとして検出して可動体を駆動した場合、パンニング動作による振れは一般には防振レンズを最大量を移動させてもキャンセルできない大きさであるため、パンニング動作終了時には防振レンズが最大量移動した状態にある。従って、パンニング動作終了時には防振レンズを動かせない方向が存在し、十分な像ぶれ補正が行えないという問題があった。この問題を回避するため、パンニング動作によって像ぶれ補正量が大きくなった場合には、防振レンズの位置を強制的にセンタリングするパンニング制御が知られている。20

【0004】

像ぶれ補正装置を有する撮像装置によって静止画撮影を行う場合、防振効果が高いほうが望ましい。しかし、パンニング動作と認識される振れが発生すると、ユーザがパンニング撮影しているかどうかに関わらずパンニング制御が動作してしまい、防振効果が低下してしまう問題があった。

【0005】

パンニング制御と防振効果の両立を図るために、手ブレの影響が現れにくい高速シャッタ時はパンニング制御に移行し易くし、手ブレの影響が現れ易い低速シャッタ時はパンニング制御に移行しにくくすることが提案されている（特許文献1）。30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2006-201723号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1記載の方法では、状況に応じて必要な防振効果を提供しながら、防振レンズが最大駆動位置に留まってしまう現象の抑制や、防振レンズが結像光学系の光軸中心からずれることによる画質劣化の抑制を実現することはできない。40

本発明はこのような従来技術の課題に鑑みてなされたものである。本発明は、状況に応じて必要な防振効果を提供しながら、防振レンズが最大駆動位置に留まってしまう現象の抑制や、防振レンズが光軸中心からずれることによる画質劣化の抑制を実現可能な像ぶれ補正装置、撮像装置及びその制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述の目的を達成するため、本発明の一見地に係る像ぶれ補正装置は、結像光学系の光軸に直交する方向に移動可能な補正部材を、振れ検出手段が検出した振れに基づいて移動させ、結像光学系による像ぶれを補正する防振制御手段とを有し、防振制御手段は、像ぶ50

れ補正装置が用いられる光学機器の撮影時におけるシャッタ速度が第1所定値よりも速くかつ第1所定値より速い第2所定値より遅い場合、第1所定値より遅い場合もしくは第2所定値より速い場合よりも、補正部材の可動範囲を広くするとともに、シャッタ速度が第1所定値より遅い場合もしくは第2所定値より速い場合においても像振れを補正することを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

この構成により、本発明によれば、状況に応じて必要な防振効果を提供しながら、防振レンズが最大駆動位置に留まってしまう現象の抑制や、防振レンズが光学中心からずることによる画質劣化の抑制を実現可能な撮像装置及びその制御方法を提供できる。 10

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】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

【図2】図1における防振駆動部の構成例を示すブロック図

【図3】本発明の実施形態に係る像ぶれ補正機構の構成例を示す分解斜視図

【図4】本発明の実施形態に係る防振制御部の機能構成例を示すブロック図

【図5】図4におけるスイッチA～Eと、レリーズスイッチの状態、安定性判定部による判定結果、及びシャッタ速度との関係例を示す図

【図6】本発明の実施形態に係る防振制御における、ズーム位置と防振レンズ駆動角度の関係例を示す図 20

【図7A】本発明の実施形態に係る防振レンズの目標位置の演算処理の詳細を示すフローチャート

【図7B】本発明の実施形態に係る防振レンズの目標位置の演算処理の詳細を示すフローチャート

【図7C】本発明の実施形態に係る防振レンズの目標位置の演算処理の詳細を示すフローチャート

【図7D】本発明の実施形態に係る防振レンズの目標位置の演算処理の詳細を示すフローチャート

【図8】本発明の実施形態に係る安定性判定部の動作の詳細を示すフローチャート

【図9】本発明の実施形態に係るデジタルオフセット補償制御を説明するためのデジタルフィルタのブロック図 30

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照して本発明の例示的な実施形態について詳細に説明する。

図1は、本発明の実施形態に係る像ぶれ補正装置を含む撮像装置の機能構成例を示すブロック図である。本実施形態において撮像装置100はデジタルスチルカメラであるが、動画撮影機能を有していてもよい。

【0012】

ズームユニット101は、結像光学系を構成する撮影レンズの一部であり、レンズの倍率を変更するズームレンズを含んでいる。ズーム駆動部102は、制御部118の制御に従ってズームユニット101の駆動を制御する。補正部材としての防振レンズ103は、撮影レンズの光軸に対して直交する方向に移動可能に構成されている。防振駆動部104は、防振レンズ103の駆動を制御する。 40

【0013】

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である。絞り・シャッタ駆動部106は、制御部118の制御に従って絞り・シャッタユニット105を駆動する。フォーカスレンズ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に構成される。フォーカス駆動部108は、制御部118の制御に従ってフォーカスレンズ107を駆動する。

【0014】

撮像部 109 は、撮影レンズによる光学像を、CCDイメージセンサやCMOSイメージセンサなどの撮像素子を用いて画素単位の電気信号に変換する。撮像信号処理部 110 は、撮像部 109 から出力された電気信号に対して、A/D 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、表示用の映像を生成したり、記録用に符号化処理やデータファイル化を行ったりする。

【0015】

表示部 112 は、映像信号処理部 111 が output 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 113 は、撮像装置 100 の全体に、用途に応じて電源を供給する。外部入出力端子部 114 は、外部装置との間で通信信号及び映像信号を入出力する。操作部 115 は撮像装置 100 にユーザが指示を与えるためのボタンやスイッチなどを有する。記憶部 116 は、映像情報など様々なデータを記憶する。姿勢検出部 117 は、撮像装置 100 の姿勢を検出し、映像信号処理部 111 及び表示部 112 に姿勢情報を提供する。制御部 118 は例えば CPU、ROM、RAM を有し、ROM に記憶された制御プログラムを RAM に展開して CPU で実行することによって撮像装置の各部を制御し、以下に説明する様々な動作を含む撮像装置 100 の動作を実現する。

【0016】

操作部 115 には、押し込み量に応じて第 1 スイッチ (SW1) および第 2 スイッチ (SW2) が順にオンするように構成されたレリーズボタンが含まれる。レリーズボタンが約半分押し込まれたときにレリーズスイッチ 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レリーズスイッチ SW2 がオンする。レリーズスイッチ SW1 がオンすると、制御部 118 が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く AF 評価値に基づいてフォーカス駆動部 108 を制御することにより自動焦点検出を行う。また、制御部 118 は映像信号の輝度情報と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ースピードを決定する AE 処理を行う。レリーズスイッチ SW2 がオンされると、制御部 118 は決定した絞り及びシャッタ速度で撮影を行い、撮像部 109 で得られた画像データを記憶部 116 に記憶するように各部を制御する。

【0017】

操作部 115 には、像ぶれ補正（防振）モードを選択可能にする防振スイッチが含まれる。防振スイッチにより像ぶれ補正モードが選択されると、制御部 118 が防振駆動部 104 に防振動作を指示し、これを受けた防振駆動部 104 が防振オフの指示がなされるまで防振動作を行う。また、操作部 115 には、静止画撮影モードと動画撮影モードとのうちの一方を選択可能な撮時モード選択スイッチが含まれており、それぞれの撮影モードにおいて防振駆動部 104 の動作条件を変更することができる。

【0018】

また、操作部 115 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、再生モード時には防振動作を停止する。

操作部 115 には、またズーム変倍の指示を行う変倍スイッチが含まれる。変倍スイッチによりズーム変倍の指示があると、制御部 118 を介して指示を受けたズーム駆動部 102 がズームユニット 101 を駆動して、指示されたズーム位置にズームユニット 101 を移動させる。

【0019】

姿勢検出部 117 からの姿勢情報により映像信号処理部 111 からの映像信号が縦長か横長かが決定され、表示部 112 における画像表示方向が決定される。

【0020】

(防振駆動部 104 の構成)

図 2 は、防振駆動部 104 の機能構成例を示すブロック図である。

第 1 振動センサ 201 は、例えば角速度センサであり、通常姿勢（画像の長さ方向が水

10

20

30

40

50

平方向とほぼ一致する姿勢)における、撮像装置100の垂直方向(ピッチ方向)の振動を検出する。第2振動センサ202は例えば角速度センサであり、通常姿勢における撮像装置の水平方向(ヨー方向)の振動を検出する。第1及び第2防振制御部203, 204はそれぞれピッチ方向、ヨー方向における防振レンズの補正位置制御信号を出力し、防振レンズの駆動を制御する。

【0021】

第1PID部205は、第1防振制御部203からのピッチ方向での補正位置制御信号と、第1ホール素子209からの防振レンズのピッチ方向での位置情報とから、PID制御によって例えばアクチュエータである第1ドライブ部207を駆動する。同様に、第2PID部206は、第2防振制御部204からのヨー方向での補正位置制御信号と、第2ホール素子210からの防振レンズのヨー方向での位置情報とから、PID制御によって例えばアクチュエータである第2ドライブ部208を駆動する。10

【0022】

第1及び第2PID部205, 206の出力は姿勢検出部117にも供給され、撮像装置100の姿勢検出に用いられる。

【0023】

(防振駆動部104の動作)

次に、図2に示す防振駆動部104による防振レンズ103の駆動制御動作について説明する。

第1及び第2防振制御部203, 204には、第1及び第2振動センサ201, 202から、撮像装置100のピッチ方向、ヨー方向の振れを表す振れ信号(角速度信号)が供給される。第1及び第2防振制御部203, 204はこの振れ信号に基づいて、ピッチ方向及びヨー方向に防振レンズ103を駆動する補正位置制御信号をそれぞれ生成し、第1及び第2PID部205, 206に出力する。20

【0024】

第1及び第2ホール素子209, 210は、防振レンズ103に設けられた磁石による磁場の強さに応じた電圧を有する信号を、防振レンズ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。位置情報は第1及び第2PID部205, 206及び第1及び第2防振制御部203, 204に供給される。第1及び第2PID部205, 206は、第1及び第2ホール素子209, 210からの信号値が、第1及び第2防振制御部203, 204からの補正位置制御信号値に収束するよう、第1及び第2ドライブ部207, 208を駆動しながらフィードバック制御する。30

【0025】

なお、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ため、所定の補正位置制御信号に対して防振レンズ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の出力調整を行う。このとき、第1及び第2PID部205, 206では、P制御(比例制御)とI制御(積分制御)とD制御(微分制御)とを用いたPID制御を行う。

【0026】

また、第1PID部205で用いられる積分補償値により姿勢検出部117が姿勢検出する。またI制御を行わないPD制御では防振レンズ103の目標位置と第1及び第2ホール素子209, 210によって検出された検出位置との差分量(偏差量)により姿勢検出部が姿勢検出する。40

【0027】

第1及び第2防振制御部203, 204は、第1及び第2振動センサ201, 202からの振れ情報に基づき、画像振れを打ち消すように防振レンズ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防振制御部203, 204は、振れ情報(角速度信号)にフィルタ処理等を行うことにより補正位置制御信号を生成することができる。以上の動作により、撮影時に手ぶれ等の振動が撮像装置100に存在しても、ある程度の振動までは画像振れを防止できる。また、第1及び第2防振制御部250

03, 204は、第1及び第2振動センサ201, 202からの振れ情報と、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100のパンニング状態を検出し、パンニング制御を行う。

【0028】

(像ぶれ補正機構)

図3は、防振レンズ103、防振駆動部104、絞り・シャッタユニット105、絞り・シャッタ駆動部106に相当する像ぶれ補正機構の具体的構成例を示す分解斜視図である。

【0029】

ベース301は像ぶれ補正機構の基台であり、絞り・シャッタユニット105及びNDフィルタ機構もベース301に固定される。ベース301には一体的に図示の2つのフォローワピン302及び不図示の可動フォローワピンが設けられ、ベース301の径方向外側にあ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】

防振レンズ103はホルダ316に不図示のカシメ爪によって保持されている。

レンズカバー303は防振レンズ103を通過する光束を制限する開口部を備え、側面に伸びた3カ所の腕部304それぞれに開口305が設けられており、ホルダ316の側面3カ所に設けられた突起315と嵌合することによりホルダに一体的に保持される。ホルダには前述した磁石312, 313が一体的に保持されている。

10

20

【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が転が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でホルダ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より微小な振幅で、かつ高周期の振動を実現できるため、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補正を行うことが可能になる。

【0032】

スラストスプリング314は一端がホルダ316の突起315に係合し、他端がベース301の不図示の突起に係合して伸ばされた状態で保持され、ホルダ316をベース301に向かって付勢している。ラジアルスプリング317, 318はホルダ316の回転を防ぐ。

30

【0033】

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の端部が絡げられている。フレキシブル基板(FPC)324は、そのランド325がボビン310, 311のピンと半田付けなどにより電気的に接続され、コイル308, 309に電力を供給する回路を形成している。

【0034】

また第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ている。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。

40

【0035】

なお、ここで説明した振れ補正機構は一例であり、このタイプの振れ補正機構でなければ本発明が特徴的な効果を得られないということはない。例えば、レンズの代わりに撮像素子を駆動する構成であっても良いし、ガイドバーでホルダをガイドする構成であっても良い。また、スラストスプリング314やラジアルスプリング317, 318を廃してマグネットの吸着力を利用してホルダ316をベース301に向かって付勢してもよい。

【0036】

(防振制御部の構成)

50

図4(a)は、本発明における防振制御部の機能構成例を示すブロック図である。なお、第1及び第2防振制御部203, 204は同一構成で同一の動作を行うため、以下では第1防振制御部203の構成を説明する。

【0037】

第1A/D変換器(A/D)401は、第1振動センサ201が検出した振れ信号をデジタル値に変換する。デジタル変換された振れ信号は、加算器415にて、デジタルオフセット補償演算部405にて演算されたデジタルオフセット補償値を減算された後、デジタルハイパスフィルタ403に入力される。

第2A/D変換器402は、第1ホール素子209から防振レンズ103の位置情報を取得し、デジタル値に変換して安定性判定部407に出力する。

10

【0038】

スイッチAは、デジタルオフセット補償演算に必要なデジタルハイパスフィルタ403の中間値を使用してデジタルオフセット値を更新するかどうかを決定するスイッチである。ここでデジタルオフセット補償について図9を用いて説明する。図9は、デジタルハイパスフィルタのブロック図を示し、a, b, cの係数によって決定されるカットオフ周波数で入力X[n]の特定帯域成分をカットして出力Y[n]を算出する。本ブロック図において、デジタルフィルタ入力部に加算されている入力がデジタルオフセット補償値であり、入力X[n]に含まれる静止時オフセット量を除去するために使用される。デジタルオフセット補償値は、デジタルハイパスフィルタの中間値Zが0になるように、特定のサンプリング周期で演算、更新される値である。

20

【0039】

図4(a)に戻って、レリーズスイッチ状態通知部409は、撮像装置100の操作部115に含まれるレリーズスイッチSW1, SW2の状態を安定性判定部407に通知する。安定性判定部407は、周期カウンタ4071と、撮像装置100がパンニング動作中かを判定するパンニング動作判定部4072とを有する。安定性判定部407は、デジタルハイパスフィルタ403のカットオフ周波数を変更することにより、パンニング中には最適なパンニング制御を行う。具体的には、パンニング中はデジタルハイパスフィルタ403のカットオフ周波数を高くして、撮像装置をパンニングする動作によって像ぶれ補正量が大きくなった場合に防振レンズ103の位置を強制的にセンタリングする。

30

【0040】

防振デジタルフィルタ406により処理された振れ信号は、さらに第2デジタルローパスフィルタ408で処理され出力される。第1デジタルローパスフィルタ404および、防振デジタルフィルタ406、第2デジタルローパスフィルタ408の演算は、同一の演算サンプリング内で並列に処理される。そして、レリーズスイッチ状態通知部409から通知されたレリーズスイッチSW1, SW2の状態により、第1及び第2デジタルローパスフィルタ404, 408の出力の一方がスイッチCにより選択される。

【0041】

スイッチCにより選択された振れ信号は、スイッチDの状態に応じ、第1駆動リミッタ410および第2駆動リミッタ411の一方でクランプ処理される。なお、手ぶれ補正角度とレンズの移動量との関係は、撮影レンズの焦点距離に応じて変化する。そのため、撮影レンズの焦点距離によらず補正角度を一定にした場合でも、防振レンズの駆動距離は依然として撮影レンズの焦点距離に依存する。従って、第1駆動リミッタ410および第2駆動リミッタ411は、ズーム倍率通知部412が通知する撮影レンズの焦点距離に応じて、その上限値を変更する。

40

【0042】

第1駆動リミッタおよび第2駆動リミッタは例えば図6で示すように、ズーム位置により異なるようにしてもよいし、ズーム位置で同じ駆動角度にしてもよい。本例では、第2駆動リミッタは第1駆動リミッタに比べて防振性能がより必要となるTele側で補正角を大きくするようなテーブルとしている。次に第1駆動リミッタおよび、第2駆動リミッタでクランプ処理された防振レンズ目標位置は、シャッタ速度通知部413の通知結果に

50

よって動作するスイッチDにより一方が選択される。そして、選択された一方が防振レンズ目標位置414として、第1及び第2PID部205、206に入力される。

【0043】

図4(b)は、第1及び第2防振制御部203、204の別の構成例を示す図であり、図4(a)の構成とパンニング制御に係る構成のみが異なる。すなわち、図4(b)の構成では、安定性判定部407の判定結果に応じて、デジタルハイパスフィルタ403による演算結果をデジタルローパスフィルタ404および防振デジタルフィルタ406に入力するかどうかを制御するスイッチBを有する。スイッチBがオフの場合、デジタルハイパスフィルタ403の出力はデジタルローパスフィルタ404および防振デジタルフィルタ406に接続されない。この場合、デジタルローパスフィルタ404および防振デジタルフィルタ406は、1サンプリング前のデジタルハイパスフィルタ403の出力を入力として用いる。これにより、デジタルフィルタのフィルタ係数を変更することなく、フィルタ演算のサンプリングを変更することでデジタルフィルタのカットオフ周波数を変更することができる。10

【0044】

例えば、1kHzのデジタルフィルタ演算周期で、1Hzのカットオフ周波数をもつハイパスフィルタを設計し、フィルタ係数を決定したとする。この場合、フィルタ係数を変更せずに、1kHzのフィルタ演算周期のうち2回に1回だけ演算を実行すると、デジタルフィルタの演算周期は500Hz相当になり、ハイパスフィルタのカットオフ周波数は、設計値の半分の0.5Hzとなる。このように、フィルタの演算周期を変更することで、カットオフ周波数を変更することができる。20

【0045】

図4(a)および図4(b)に示した防振制御部では、レリーズスイッチの状態、安定性判定部407による判定結果、及びシャッタ速度により、スイッチA～Eの状態が決定される。これら条件とスイッチの状態との関係例を図5に示す。なお、図5において”-”は、スイッチの状態が対応する条件に影響されないことを意味している。図5に示すスイッチ制御の作用については、以下で説明する。

【0046】

次に、本実施形態における防振制御動作の詳細を図7および図8を用いて説明する。

図7A～7Dは防振レンズの目標位置の演算処理の詳細を、図8は安定性判定部407の動作の詳細をそれぞれ示すフローチャートである。30

【0047】

目標位置演算処理は一定周期ごとに処理される。図7Aにおいて、目標位置演算処理が開始すると、第1A/D401により第1振動センサ201からの角速度情報を取得する(S101)。また、第2A/D402により、第1ホール素子209から防振レンズ103のピッチ方向の位置情報を取得する(S102)。次に、安定性判定部407において、安定性判定演算を行う(S103)。次に、レリーズスイッチ状態通知部409によりレリーズスイッチの状態を取得し(S104)、レリーズスイッチの状態によって3つの処理に分岐する。レリーズスイッチSW1、SW2がいずれもOFF、即ち撮影状態にない場合には図7Bの処理を、レリーズスイッチSW1がONでSW2がOFFの場合には図7Cの処理を、レリーズスイッチSW2がON(=SW1もON)の場合には図7Dの処理を行う。40

【0048】

ここで、図7B～7Dの処理を説明する前に、S103で行う安定性判定演算処理の詳細を図8に示すフローチャートを用いて説明する。安定性判定演算処理は一定の周期で実行される。

【0049】

まず、安定性判定部407のパンニング動作判定部4072は、S101で第1A/D401が取得した角速度情報の絶対値と、S102で第2A/D402が取得した防振レンズ103の位置情報の絶対値の少なくとも一方が、所定値より大きいかどうか判定する50

。少なくとも一方が所定値より大きければ、撮像装置 100 は振られた状態あるいはパンニング中であると考えられる。そのためパンニング動作判定部 4072 は、撮像装置 100 の状態は安定していないと判定し、周期カウンタ 4071 をクリアする (S503)。

【0050】

一方、角速度情報の絶対値と、防振レンズ 103 の位置情報の絶対値の両方が所定値以下である場合、撮影者の意図する被写体は動いておらず、撮影者が撮像装置 100 をしっかりと構えた状態と考えられる。そのためパンニング動作判定部 4072 は、撮像装置 100 の状態が安定していると判定し、周期カウンタ 4071 をインクリメントする (S502)。

【0051】

パンニング動作判定部 4072 は、周期カウンタ 4071 の値が所定値より大きいかを判定し (S504)、大きい場合には一定時間連続して安定した状態を維持していると判定して安定フラグを有効にする (S505)。一方、周期カウンタ 4071 が所定値以下の場合、安定した状態ないと判断し、安定フラグを無効にする (S506)。

【0052】

次に、図 7A の S104 における分岐後の処理について説明する。

レリーズスイッチ SW1, SW2 いずれも OFF の場合、撮像装置は安定していない可能性が高い。そのため、安定性の判定結果およびシャッタ速度に依存しない処理を実行する (図 7B)。

【0053】

安定性判定部 407 は、レリーズスイッチ状態通知部からレリーズスイッチ SW1, SW2 がいずれも OFF である通知を受けると、スイッチ A を ON する。これにより、デジタルオフセット補償演算部 405 が、デジタルハイパスフィルタ 403 の中間値を取得し (S201)、デジタルオフセット補償値を演算し (S202)、演算したデジタルオフセット補償値を保存する (S203)。そして、加算器 415 が、第 1 A / D 401 が出力する角速度情報に含まれるオフセット、温度ドリフトなどの影響を除去するため、保存されたデジタルオフセット補償値を減算する (S204)。

【0054】

次に、安定性判定部 407 は、無効の安定フラグを出力することにより、デジタルハイパスフィルタ 403 のスイッチ E を、パンニング制御有効の状態にする。これにより、デジタルハイパスフィルタ 403 はカットオフ周波数を高くする (S205)。また、図 4 (b) の構成では、スイッチ B が ON される。

【0055】

デジタルハイパスフィルタ 403 は高いカットオフ周波数でフィルタ処理を行い (S206)、その結果が第 1 デジタルローパスフィルタ 404 でフィルタ処理され (S207) て角速度から角度に変換される。同時に、防振デジタルフィルタ 406 により、デジタルハイパスフィルタ 403 で処理された角速度情報をフィルタ処理し (S208)、さらに第 2 デジタルローパスフィルタ 408 でフィルタ処理し (S209)、角度に変換する。

【0056】

ここで、第 1 及び第 2 デジタルローパスフィルタ 404, 408 を並列処理している理由は、どちらのフィルタ出力を利用するかを後で選択するためである。フィルタ演算の出力が不連続にならないように、演算サンプリングごとに両方のフィルタ処理を並列に実行する。

【0057】

ここで、第 1 デジタルローパスフィルタ 404 は、パンニング動作中など撮像装置 100 が不安定な状態であっても、防振レンズ 103 が最大駆動位置に留まることを抑制するカットオフ周波数を有する。

【0058】

また、防振デジタルフィルタ 406 及び第 2 デジタルローパスフィルタ 408 は、第 1

10

20

30

40

50

デジタルローパスフィルタ404と比較すると防振レンズ103が最大駆動位置に留まりやすいが、低域の周波数まで防振性能が高くなるようなカットオフ周波数を有する。

【0059】

レリーズスイッチSW1, SW2がいずれもOFFの場合、低域の防振性能を向上させることよりも、防振レンズ103が最大駆動位置に留まることの抑制に重点を置く。そのため、スイッチCが第1デジタルローパスフィルタ404の出力を選択するようにレリーズスイッチ状態通知部409によって制御する(S210)。そして、シャッタ速度通知部413は、はシャッタ速度に関わらず第1駆動リミッタを選択するようにスイッチDを制御する。これにより、第1デジタルローパスフィルタ404の出力を第1駆動リミッタ410がクランプ処理する(S211)。第1駆動リミッタ410の出力をレンズ目標位置として第1PID部205に出力する(S213)。10

【0060】

レリーズスイッチSW1がONで、SW2がOFFである場合の処理を、図7Cを用いて説明する。

この状態は、撮影準備状態であり、被写体への合焦動作や露出条件の算出などが行われている。そのため、できるだけ静止した被写体像を撮影者に提供するために低域の防振効果を向上させることが望ましい。防振効果を向上させた状態でパンニング動作がなされた場合、防振レンズ103が最大駆動位置に留まりやすくなってしまう。そのため、撮像装置が安定していないと判定される場合には、防振レンズ103が最大駆動位置に留まりにくくすることを防振特性を向上させることより優先させる。20

【0061】

安定性判定部407は、S103で判定した撮像装置の安定性判定結果(安定性フラグ)を取得する(S301)。撮像装置100が安定状態にあると判断され安定性フラグが有効の場合、安定性判定部407は、スイッチAをOFFに、スイッチEをパンニング制御無効にする。パンニング制御が無効になることで、低域の防振効果が向上する。なお、図4(b)の構成を有する場合、スイッチBを周期的に(例えば演算周期のn倍(n=2の整数)で)OFFすることにより、第1デジタルローパスフィルタ404及び防振デジタルフィルタ406のカットオフ周波数を低減し、防振効果を高める。

【0062】

スイッチAがOFFの場合、デジタルオフセット補償演算部405はレリーズスイッチOFFの時にS203で保存したSW1押下直前のデジタルオフセット補償保存値を取得し、加算器415に供給する(S303)。これにより、加算器415は第1A/D401の出力する角速度情報から、レリーズスイッチがOFFのときのデジタルオフセット補償値を減算する(S304)。30

【0063】

その後は、図7BにおけるS206~S213と同様のデジタルフィルタ処理を行い、第1デジタルローパスフィルタ404の演算結果を第1駆動リミッタ410でクランプ処理した結果をレンズ目標位置とする。

【0064】

一方、S302で安定性フラグが無効(撮像装置100が不安定)である場合には、レリーズOFF状態と全く同じ処理S201~S213を実行する。40

【0065】

最後に、レリーズスイッチSW2がONになった場合の処理を、図7Dを用いて説明する。

レリーズスイッチSW2がONになった場合、本撮影が開始されるため、防振性能が最も必要な状態である。また、露光中にパンニング制御の有効/無効やデジタルオフセット補償値の更新/非更新を切り替えると、デジタルフィルタの演算が不連続になりむしろ画像ブレを引き起こす可能性がある。従って、撮像装置100の安定性判定結果にかかわらず、防振効果が最も高くなるようなフィルタ処理を行う。

【0066】

50

まず、デジタルオフセット補償値の更新は行わないため、安定性判定部 407 はスイッチ A を OFF とする。また、図 4 (b) の構成を有する場合、スイッチ B を周期的に（例えば演算周期の n 倍（n 2 の整数）で）OFF することにより、第 1 デジタルローパスフィルタ 404 及び防振デジタルフィルタ 406 のカットオフ周波数を低減し、防振効果を高める。

【0067】

まず、レリーズスイッチ SW1 が ON で撮像装置 100 が安定状態にある場合と同様、角速度情報から、保存されたデジタルオフセット補償値を減算する（S303、S304）。その後、S206～S209 では、デジタルオフセット補償値が減算された角速度情報を、デジタルフィルタ 404, 406, 408 で処理する。

10

【0068】

レリーズスイッチ SW2 が ON の状態では、防振効果を最優先するため、レリーズスイッチ状態通知部 409 は、第 2 デジタルローパスフィルタ 408 の出力を選択するようにスイッチ C を制御する。

【0069】

また、シャッタ速度通知部 413 で、本撮影時のシャッタ速度を取得し（S402）、シャッタ速度に応じて第 2 デジタルローパスフィルタ 408 の出力を第 1 駆動リミッタ 410 と第 2 駆動リミッタ 411 の一方でクランプするようにスイッチ D を制御する。なお、第 2 駆動リミッタ 411 は第 1 駆動リミッタ 410 よりも大きな値でクランプするため、つまり第 2 駆動リミッタ 411 でクランプした方がレンズの可動範囲が広くなり、大きな手ぶれ角も補正できるようになる。

20

【0070】

S403 でシャッタ速度通知部 413 は、本撮影時のシャッタ速度 T_v が第 1 所定値 T_{v1} < 第 2 所定値を満たすか判定する。ここでは、例えば第 1 所定値が 1 / 30 秒、第 2 所定値が 1 秒であるものとする。

【0071】

(a) シャッタ速度 T_v が第 1 所定値（1 / 30 秒）未満、すなわち 1 / 30 より速い場合、シャッタ速度通知部 413 は第 1 駆動リミッタ 410 を選択するようにスイッチ D を制御する（S211）。つまり、露光時間が短い場合、露光時間中に撮影レンズが大きく動く可能性は少ないため、防振レンズ 103 の可動範囲を狭くする。これにより、仮に露光中に撮像装置 100 が大きく振られた場合でも防振レンズ 103 が最大駆動位置に留まることを抑制できる。また、光軸中心付近で撮像できるため、画像の周縁部における画質劣化を抑制でき、高精細な画像を撮影することができる。

30

【0072】

(b) シャッタ速度 T_v が第 1 所定値（1 / 30 秒）以上、すなわち 1 / 30 もしくはそれより遅く、第 2 所定値（1 秒）より速い場合、シャッタ速度通知部 413 は、第 2 駆動リミッタ 411 を選択するようにスイッチ D を制御する（S404）。これにより、防振レンズ 103 の可動範囲が広くなるため、大きな手ぶれも補正できるようになり、手ぶれによる画像の劣化が補正される。

40

【0073】

(c) シャッタ速度 T_v が第 2 所定値（1 秒）もしくはそれより遅い場合、シャッタ速度通知部 413 は第 1 駆動リミッタを選択するようにスイッチ D を制御する（S211）。これは、露光時間が長い場合には、露光中の防振レンズ 103 の光軸からの移動量が大きくなるため、長秒露光時に防振レンズの可動範囲を広くすることで、防振レンズ 103 が最大駆動位置に留まることの防止と、防振性能の向上を意図した制御である。しかし、露光時間が長くなればなるほど、防振レンズ 103 の光軸からの移動量が大きくなるため、防振レンズ 103 の可動範囲を広くしても、防振レンズ 103 が最大駆動位置に留まることを抑制しにくくなる。さらに、可動範囲を広くした状態で防振レンズ 103 が最大駆動位置に留まると、光軸中心からの移動量が大きいことによる画像周縁部の画質劣化もまた大きくなる。そのため、ある程度長い露光時（シャッタ速度が第 2 所定値もしくはそれ

50

より遅い場合)には、防振レンズ103の可動範囲を広げないようにしている。

【0074】

つまり、まとめると、

シャッタ速度が第1所定値より速い場合…レンズの可動範囲が狭い状態(第1駆動リミッタ410)

シャッタ速度が第1所定値かそれより遅く第2所定値より速い場合…レンズの可動範囲が広い状態(第2駆動リミッタ411)

シャッタ速度が第2所定値かそれより遅い場合…レンズの可動範囲が狭い状態(第1駆動リミッタ410)

となる。

10

【0075】

なお、本実施形態では、シャッタ速度が第1所定値より速い場合およびシャッタ速度が第2所定値より遅い場合はどちらもレンズの可動範囲が狭い状態(第1駆動リミッタ410)とした。しかしながら、この「狭い」は、「広い」と「狭い」の二者択一ではなく、単に第2駆動リミッタ411に対して狭いことを意味している。すなわち、シャッタ速度が第1所定値より速い場合およびシャッタ速度が第2所定値より遅い場合とも同じレンズの可動範囲である必要はなく、それぞれの場合のレンズの可動範囲が第2駆動リミッタ411に対して狭ければよい。たとえば、長秒露光時は短秒露光時よりもレンズの移動が大きいため、シャッタ速度が第1所定値より速い場合よりもシャッタ速度が第2所定値より遅い場合の方が、レンズ可動範囲が広くても構わない。

20

【0076】

即ち、この場合のレンズ可動範囲は、

シャッタ速度が第1所定値より速い場合のレンズ可動範囲 < シャッタ速度が第2所定値かそれより遅い場合のレンズ可動範囲 < シャッタ速度が第1所定値かそれより遅く第2所定値より速い場合のレンズ可動範囲(第2駆動リミッタ411)

という不等式が成立する。

もちろん、第2駆動リミッタ411に対して狭ければ、シャッタ速度が第2所定値より遅い場合よりもシャッタ速度が第1所定値より速い場合の方が、レンズ可動範囲が広くても良い。

【0077】

30

以上説明したように、実施形態によれば、レリーズスイッチの状態や、撮像装置が安定しているかどうか、またシャッタ速度を考慮して、防振レンズの駆動範囲とパンニング制御の有効/無効を適切に制御することができる。特に、本撮影時の防振制御においては、シャッタ速度が第1所定値もしくはそれより遅いか、第1所定値より遅い第2所定値より速い場合には防振性能を重視し、それ以外の場合よりも防振レンズの駆動範囲を大きくする。そのため、防振レンズが最大駆動位置に留まることを抑制しながら、画質劣化を抑制することが可能である。

【0078】

(その他の実施形態)

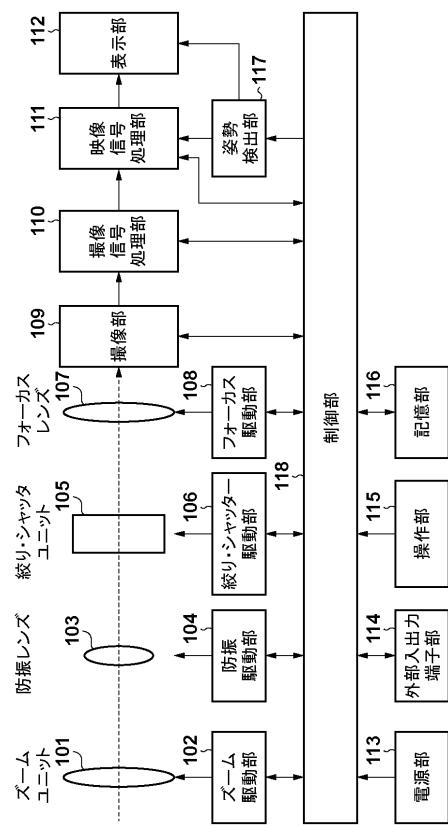
本実施形態はデジタルカメラを例に取ったが、本発明の像ぶれ補正装置はその他の形態にも使用でき、たとえばデジタルビデオカメラに用いてもよい。また、携帯電話や電子機器に用いられるレンズ鏡筒や、デジタル一眼レフカメラの交換レンズ、交換レンズ式のデジタルビデオカメラのレンズのような光学機器にも使用可能である。

40

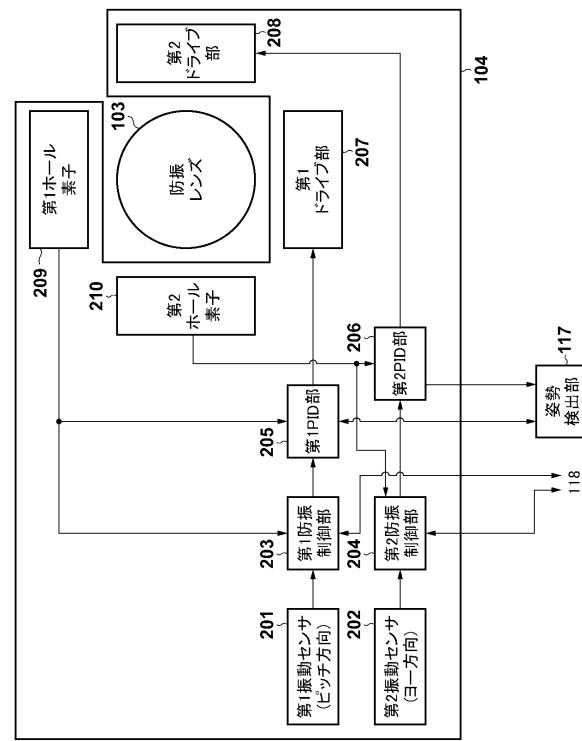
【0079】

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撮像システム或いは撮像装置に供給し、システム或いは装置のコンピュータ(又は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。

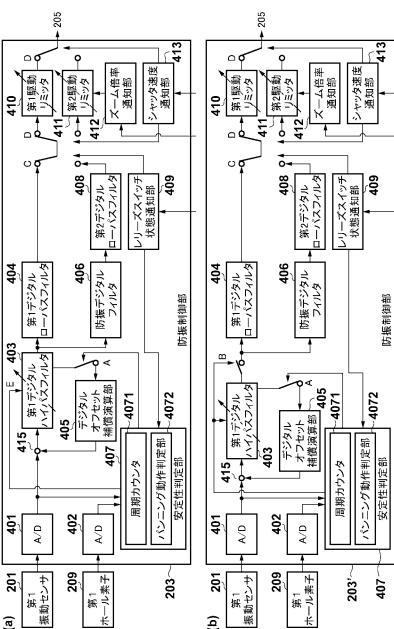
【図1】



【図2】



【図4】



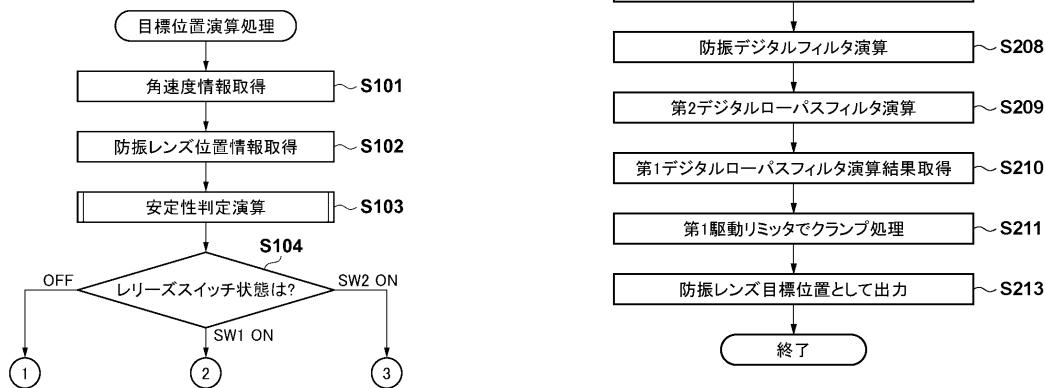
【図5】



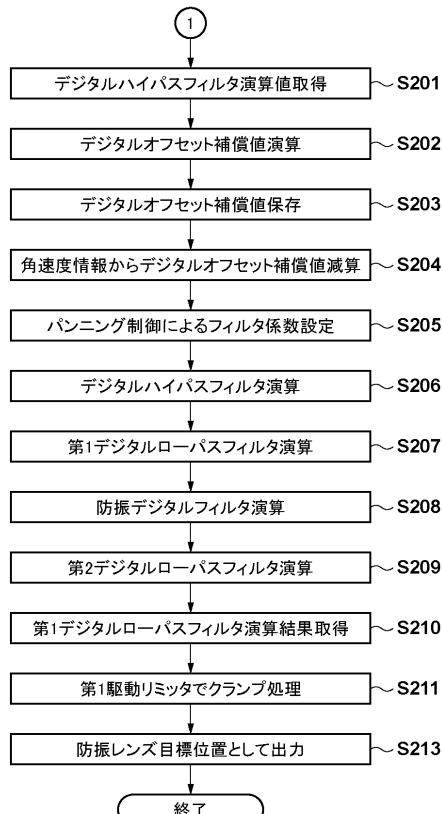
【図6】

	防振レンズ駆動角度(deg)	
ズーム位置	通常時(第1駆動リミッタ)	拡張時(第2駆動リミッタ)
Wide端	0.3	0.3
1	0.3	0.3
2	0.3	0.3
3	0.3	0.3
4	0.3	0.3
5	0.3	0.4
6	0.3	0.4
7	0.3	0.4
8	0.3	0.4
Tele端	0.3	0.4

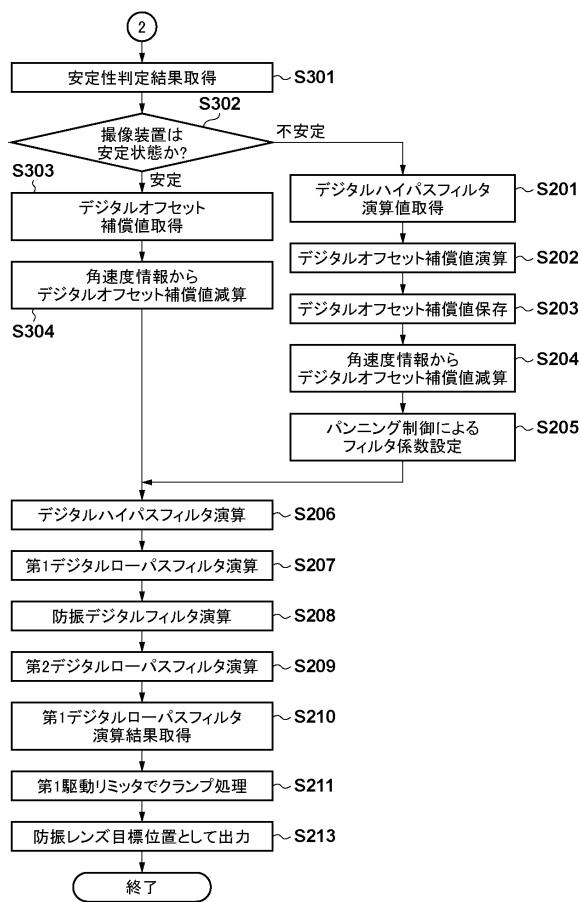
【図7 A】



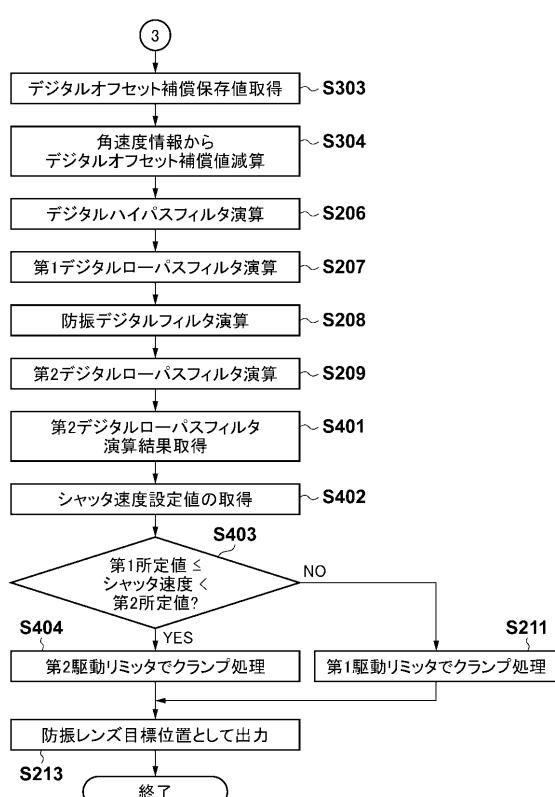
【図7 B】



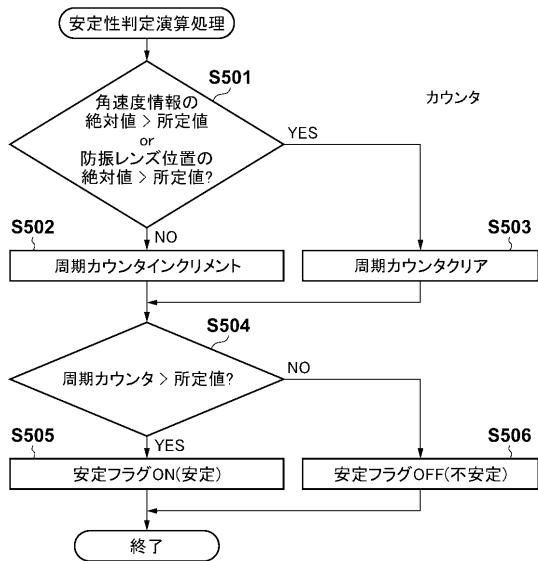
【図7 C】



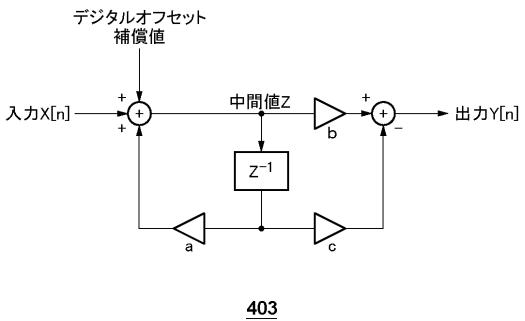
【図7 D】



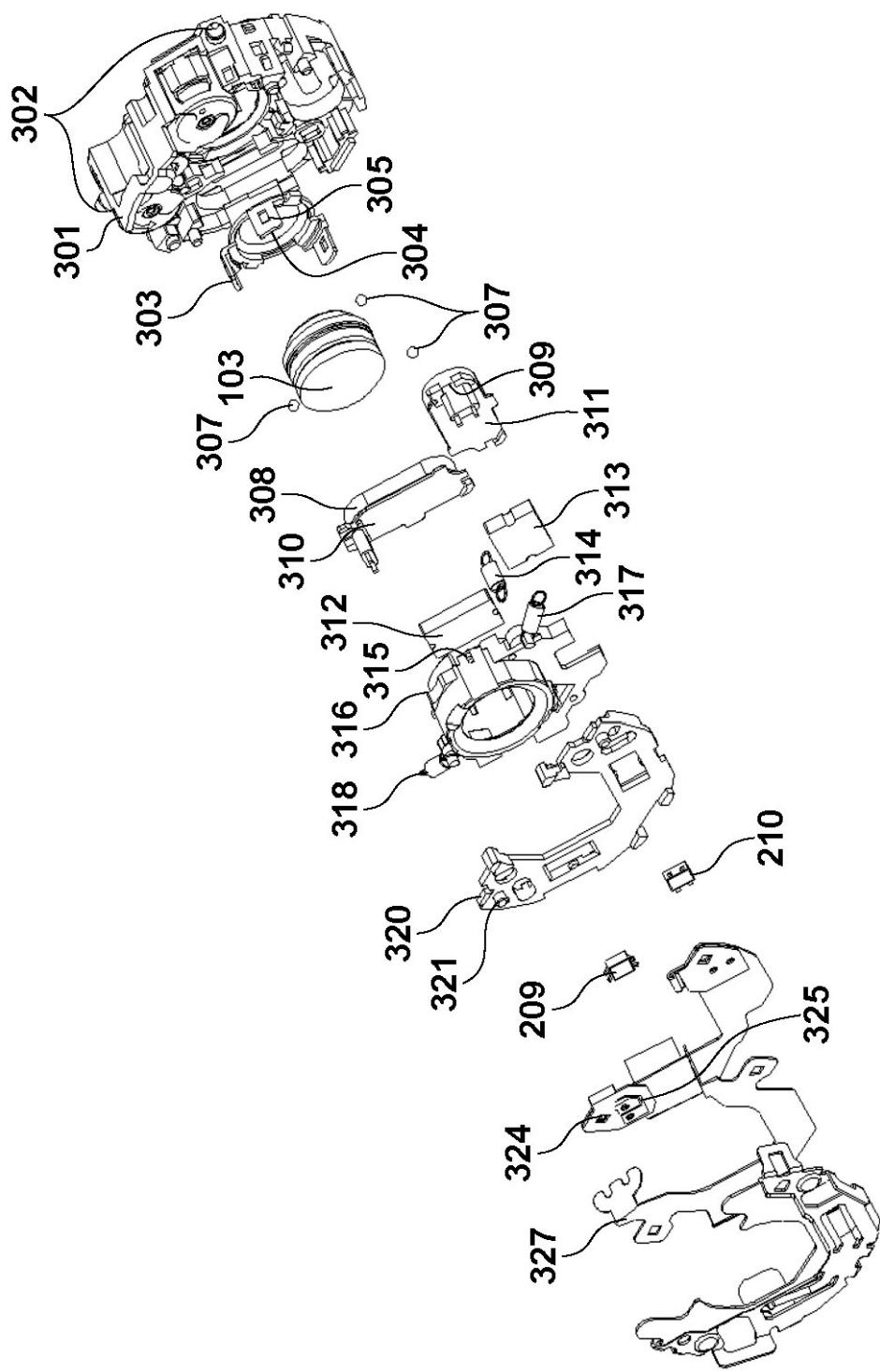
【図8】



【図9】



【図3】



フロントページの続き

(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 辻本 寛司

(56)参考文献 特開平11-064917(JP,A)

特開2000-180911(JP,A)

特開2008-275826(JP,A)

特開2009-069618(JP,A)

特開2002-148670(JP,A)

特開2001-075137(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B 5/00