

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5848603号
(P5848603)

(45) 発行日 平成28年1月27日(2016.1.27)

(24) 登録日 平成27年12月4日(2015.12.4)

(51) Int.Cl.	F 1
HO4N 5/232 (2006.01)	HO4N 5/232 Z
HO4N 5/228 (2006.01)	HO4N 5/228 Z
GO3B 5/00 (2006.01)	GO3B 5/00 J
	GO3B 5/00 K

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2011-286629 (P2011-286629)
 (22) 出願日 平成23年12月27日 (2011.12.27)
 (65) 公開番号 特開2013-135443 (P2013-135443A)
 (43) 公開日 平成25年7月8日 (2013.7.8)
 審査請求日 平成26年12月3日 (2014.12.3)

(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】撮像装置及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光学系によって結像された被写体像を撮像する撮像手段と、
 ズームレンズの変倍位置を検出するズーム検出手段と、
 装置の振れを検出する振れ検出手段と、
 前記撮像手段によって撮像された画像から動きベクトルを検出するベクトル検出手段と

、
 前記振れに基づいて、第1の振れ補正量を求める第1の取得手段と、
 前記動きベクトルに基づいて、第2の振れ補正量を求める第2の取得手段と、
 前記第1の振れ補正量に基づいて、前記振れによる画像のブレを光学的に補正する第1の補正手段と、
 10

前記第2の振れ補正量に基づいて、前記振れによる画像のブレを画像の切り出し範囲を変更することによって補正する第2の補正手段と、

前記ズームレンズの変倍位置が広角端と望遠端を含まない予め決められた範囲内にある場合に、前記範囲外にある場合よりも前記第1の振れ補正量及び前記第2の振れ補正量を抑制するように制御する制御手段と

を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記制御手段は、前記第1の振れ補正量及び前記第2の振れ補正量をそれぞれ抑制する第1及び第2の出力制限部を有し、前記ズームレンズの前記変倍位置が前記範囲内にある

場合に、前記範囲外にある場合よりも、前記第1及び第2の出力制限部の出力をより制限す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】

前記第2の取得手段はハイパスフィルタを含み、前記制御手段は、前記ズームレンズの変倍位置が前記範囲内にある場合に、前記範囲外にある場合よりも、前記ハイパスフィルタのカットオフ周波数をより高くするとともに、前記広角端のカットオフ周波数よりも前記望遠端のカットオフ周波数を低くすることを特徴とする請求項1または2に記載の撮像装置。

【請求項4】

前記第2の取得手段は積分手段を含み、前記制御手段は、前記ズームレンズの変倍位置が前記範囲内にある場合に、前記範囲外にある場合よりも、前記積分手段の時定数をより短くするとともに、前記広角端の時定数よりも前記望遠端の時定数を長くすることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の撮像装置。 10

【請求項5】

光学系によって結像された被写体像を撮像する撮像手段を有する撮像装置の制御方法であって、

ズーム検出手段が、ズームレンズの変倍位置を検出するズーム検出工程と、

振れ検出手段が、前記撮像装置の振れを検出する振れ検出工程と、

ベクトル検出手段が、前記撮像手段によって撮像された画像から動きベクトルを検出するベクトル検出工程と、 20

第1の取得手段が、前記振れに基づいて、第1の振れ補正量を求める第1の取得工程と、

第2の取得手段が、前記動きベクトルに基づいて、第2の振れ補正量を求める第2の取得工程と、

制御手段が、前記ズームレンズの変倍位置が広角端と望遠端を含まない予め決められた範囲内にある場合に、前記範囲外にある場合よりも、前記第1の振れ補正量及び前記第2の振れ補正量を抑制するように制御する制御工程と、

第1の補正手段が、抑制された前記第1の振れ補正量に基づいて、前記振れを光学的に補正する第1の補正工程と、

第2の補正手段が、抑制された前記第2の振れ補正量に基づいて、前記振れを画像の切り出し範囲を変更することによって補正する第2の補正工程と、 30

を有することを特徴とする撮像装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置において、光学式手ブレ補正方式と電子式手ブレ補正方式とを併用して、撮像装置の振れにより生じる像ブレを補正する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、撮像装置の小型化や光学系の高倍率化に伴い、撮像装置の振れ等が撮影画像の品位を低下させる大きな原因となっていることに着目し、このような装置の振れ等により生じた撮像画像の振れを補正するブレ補正機能が種々提案されている。撮像装置に搭載される従来のブレ補正機能として、電子ズーム中のみ光光学式手ブレ補正方式と電子式手ブレ補正方式とを併用した補正方法がある（例えば、特許文献1参照）。 40

【0003】

まず、光学式手ブレ補正方式では、撮像装置の振れを検出し、検出した振れを相殺するように、手ブレ補正用の光学系を駆動して、撮像素子に入射される被写体光が、撮像面上で常に同じ位置になるようにして振れを補正する。次に、電子式手ブレ補正方式では、画像間のブレを求ることで、光学式手ブレ補正方式によって補正しきれなかった振れ残りを検出し、求めた画像間のブレを相殺するように画像の読み出し領域を動かすことで、低 50

域周波数の振れ残りを補正する。なお、画像の読み出し領域を移動可能な範囲は、電子ズームが行われたときに生じる余剩画素の範囲となる。このように、光学式手ブレ補正方式と電子式手ブレ補正方式とを併用することで、補正性能を向上させることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平11-146260号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

近年、手ブレ補正の技術分野において、望遠側で手の震え等によって発生する細かい手ブレを補正するだけでなく、広角側で歩行時の体の揺れも補正する技術が普及してきている。これに伴い、広角側から望遠側まで全てのズーム領域で最適な防振制御を行うことが望まれている。そのため、従来のように電子ズーム中のみ光学式手ブレ補正と電子式手ブレ補正を併用するのでは、最適な防振制御であるとは言い難い。

【0006】

本発明は上記問題点を鑑みてなされたものであり、光学式手ブレ補正と電子式手ブレ補正を併用するブレ補正方法において、ズーム位置に応じた手ブレ補正制御を行うとともに、レンズを小型化することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明の撮像装置は、光学系によって結像された被写体像を撮像する撮像手段と、ズームレンズの変倍位置を検出するズーム検出手段と、装置の振れを検出する振れ検出手段と、前記撮像手段によって撮像された画像から動きベクトルを検出するベクトル検出手段と、前記振れに基づいて、第1の振れ補正量を求める第1の取得手段と、前記動きベクトルに基づいて、第2の振れ補正量を求める第2の取得手段と、前記第1の振れ補正量に基づいて、前記振れによる画像のブレを光学的に補正する第1の補正手段と、前記第2の振れ補正量に基づいて、前記振れによる画像のブレを画像の切り出し範囲を変更することによって補正する第2の補正手段と、前記ズームレンズの変倍位置が広角端と望遠端を含まない予め決められた範囲内にある場合に、前記範囲外にある場合よりも前記第1の振れ補正量及び前記第2の振れ補正量を抑制するように制御する制御手段とを有する。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、光学式手ブレ補正と電子式手ブレ補正を併用するブレ補正方法において、ズーム位置に応じた手ブレ補正制御を行うとともに、レンズを小型化することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の実施形態における撮像装置の構成の一例を示すブロック図。

【図2】実施形態におけるズーム制御変更部が行う処理のフローチャート。

【図3】図2のS100及びS101における処理を説明するためのグラフ。

【図4】実施形態における、ズーム倍率とレンズの像円径の関係を説明するためのグラフ。

【図5】図2のS102及びS103における処理を説明するためのグラフ。

【図6】実施形態における、広角歩行撮影時のブレ補正制御について説明するためのグラフ。

【図7】実施形態における、望遠静止撮影時のブレ補正制御について説明するためのグラフ。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【0010】

以下、添付図面を参照して本発明を実施するための最良の形態を詳細に説明する。なお、以下の説明では、画像の横方向または縦方向のいずれか一方のプレ補正制御に関して説明を行い、他方向のプレ補正制御は同様の制御であるため、説明を省略する。

【0011】

図1は、本発明の第1の実施形態に係る撮像装置の一例として、ビデオカメラの構成を示すブロック図である。以下、図1の撮像装置100の各構成部とその一例の動作について具体的に説明する。

【0012】

角速度センサ102（振れ検出手段）は、撮像装置100に加わる振れを角速度信号として検出し、その角速度信号をA/D変換器103に供給する。A/D変換器103は、角速度センサ102からの角速度信号をデジタル化して、角速度データとしてμCOM101内部のHPF104に供給する。HPF104は、任意の周波数帯域でその特性を変更し得る機能を有しており、A/D変換器103からの角速度データに含まれる低周波数成分を遮断して高周波数帯域の信号を出力する。なお、HPF104は、A/D変換器103の出力から、A/D変換器103の出力に対して高周波数帯域の信号を遮断するフィルタ（LPF）を通過させた信号を減算する構成にしてもよい。

10

【0013】

撮像光学系115は、ズーミング、フォーカシング等の動作を行い、被写体像を撮像素子117に結像する。ズームエンコーダ116（ズーム検出手段）は、撮像光学系115に含まれるズームレンズのズーム位置（変倍位置）を検出し、μCOM101内部の焦点距離演算部105に出力する。焦点距離演算部105では、ズームエンコーダ116の出力より撮像光学系115の焦点距離を算出し、補正光学系114を駆動するのに最適な値となるように、HPF104の出力を補正する。

20

【0014】

積分器106は、任意の周波数帯域でその特性を変更し得る機能を有しており、焦点距離演算部105からの出力を積分し、補正光学系114の駆動量（光学補正データ、第1の振れ補正量）を算出する。即ち、A/D変換器103、HPF104、焦点距離演算部105、積分器106により、第1の取得手段が形成される。光学補正データ出力制限部131（第1の出力制限部）は、補正光学系114がズーム制御変更部130によって決定される可動範囲内で駆動されるように、積分器106の出力を制限する。

30

【0015】

減算器107は、補正光学系114の位置を検出する位置検出部112の出力をA/D変換器113にてA/D変換し、デジタル化したデータを光学補正データ出力制限部131の出力から減算し、その結果である偏差データを制御フィルタ108に供給する。制御フィルタ108は、入力データを所定のゲインで増幅する増幅器、及び位相補償フィルタで構成されている。減算器107から供給された偏差データは、制御フィルタ108において増幅器及び位相補償フィルタによる信号処理が行われた後、パルス幅変調部109に出力される。

40

【0016】

パルス幅変調部109は、制御フィルタ108を通過して供給されたデータを、パルス波のデューティー比を変化させる波形（即ちPWM波形）に変調して、モータ駆動部110に供給する。モータ111は、補正光学系114の駆動用のボイス・コイル型モータであり、モータ駆動部110によって駆動されることにより、補正光学系114が光軸と垂直な方向に移動される。位置検出部112は、磁石とそれに対向する位置に備えられたホール・センサとからなり、補正光学系114の光軸と垂直な方向への移動量を検出し、その検出結果をA/D変換器113を介して、上述した減算器107に供給する。これによって、光学補正データ出力制限部131の出力に対して、補正光学系114の光軸と垂直な方向への移動量を追従させる、フィードバック制御系を構成している。

【0017】

50

補正光学系 114 は、例えばシフトレンズであり、光軸と垂直な方向に移動されることにより光軸を偏向する、光学的に振れ補正可能な補正系である（第1の補正手段）。その結果、装置の振れ等により生じる撮像面上の被写体の移動が補正された像が、撮像素子 117 に結像される。

【0018】

撮像素子 117 は、撮像光学系 115 によって結像された被写体像を撮像画像信号としての電気信号に変換し、信号処理部 118 に供給する。信号処理部 118 は、撮像素子 117 により得られた信号から、例えばNTSC フォーマットに準拠したビデオ信号（映像信号）を生成して動きベクトル検出部 125 と画像メモリ 119 に供給する。

【0019】

動きベクトル検出部 125 は、信号処理部 118 で生成された現在の映像信号に含まれる輝度信号と、画像メモリ 119 に格納された1フィールド前の映像信号に含まれる輝度信号とに基づいて、画像の動きベクトルを検出する。動きベクトル検出部 125 によって検出された動きベクトルデータは、μCOM101 内部のHPF128（ハイパスフィルタ）に供給される。なお、図1の 126、127 で示す「A」は、「A」126 から「A」127 に信号が流れることを示している。

【0020】

HPF128 は、任意の周波数帯域でその特性を変更し得る機能を有しており、動きベクトルデータに含まれる低周波数成分を遮断して高周波数帯域の信号を出力する。HPF128 は、動きベクトル検出部 125 の出力から、動きベクトル検出部 125 の出力に対して高周波数帯域の信号を遮断するフィルタ（LPF）を通過させた信号を減算する構成にしてもよい。積分器 129 は、任意の周波数帯域でその特性を変更し得る機能を有しており、HPF128 からの出力を積分する。そして、画像のブレが相殺されるように画像メモリ 119 の画像の読み出し位置を制御するための制御量（電子補正データ、第2の振れ補正データ）を算出する。即ち、HPF128、積分器 129 により、第2の取得手段が形成される。電子補正データ出力制限部 132（第2の出力制限部）は、画像メモリ 119 の画像の読み出し位置の範囲が、ズーム制御変更部 130 によって決定される範囲内で設定されるように、積分器 129 の出力を制限する。即ち、ズーム制御変更部 130、光学補正データ出力制限部 131、電子補正データ出力制限部 132 により、制御手段が構成される。

【0021】

メモリ読み出し制御部 120 は、電子補正データ出力制限部 132 が算出した制御量に応じて、画像メモリ 119 からの画像の読み出し位置を決定する（第2の補正手段）。これによって電子的にブレが補正された映像信号が画像メモリ 119 から出力される。メモリ読み出し制御部 120 は更に、表示制御部 121 に映像信号を出力して表示デバイス 122 に画像を表示させる。表示制御部 121 は表示デバイス 122 を駆動し、表示デバイス 122 は液晶表示素子（LCD）等により画像を表示する。またメモリ読み出し制御部 120 は、記録開始や終了の指示に用いる操作部（不図示）によって映像信号の記録が指示された場合、記録制御部 123 に映像信号を出力して記録媒体 124 に記録させる。記録媒体 124 は、ハードディスク等の磁気記録媒体や半導体メモリ等の情報記録媒体である。

【0022】

ズーム制御変更部 130 は、ズームエンコーダ 116 の出力に基づいて、光学補正データ出力制限部 131、電子補正データ出力制限部 132、HPF128、積分器 129 の制御を変更する。

【0023】

次に、本実施形態におけるズーム制御変更部 130 が実行する処理について、以下に図面を用いて詳細な説明を行う。図2は、ズーム制御変更部 130 の処理の流れを示したフローチャートである。図2のフローチャートの処理は、例えば60分の1秒等の間隔で繰り返し行われる。

10

20

30

40

50

【0024】

S100において、ズーム制御変更部130は、ズームエンコーダ116の出力に基づいて、光学補正データリミット値OPT_LIMIT(第1のリミット値)を算出し、光学補正データ出力制限部131に設定する。このリミット値を設定することによって、積分器106の出力がOPT_LIMITを超えていたとしても、光学補正データ出力制限部131からは光学補正データリミット値OPT_LIMITが出力されることになる。これによって、補正光学系114がズーム制御変更部130によって決定される可動範囲内で駆動されるように光学補正データに制限をかけることができる。

【0025】

光学補正データリミット値OPT_LIMITの算出方法について、図3(a)のグラフを用いて説明する。図3(a)において、横軸はズームエンコーダ116の出力から算出される撮像装置100のズーム倍率を示し、縦軸は光学補正データリミット値OPT_LIMITの値を示している。ズーム倍率が広角端のとき、光学補正データリミット値OPT_LIMITをWIDE_OPT_LIMITとする。そして、ズーム倍率が広角端から倍率ZOOM_1まで大きくなるにつれて(範囲外)、光学補正データリミット値OPT_LIMITをMIDD_OPT_LIMIT(<WIDE_OPT_LIMIT)まで小さくすることで、抑振効果を低減していく。ズーム倍率がZOOM_1からZOOM_2までは(範囲内)、光学補正データリミット値OPT_LIMITの値はMIDD_OPT_LIMITで固定することで、抑振効果を抑制する。そして、ズーム倍率が倍率ZOOM_2から望遠端まで大きくなるにつれて(範囲外)、光学補正データリミット値OPT_LIMITをTELE_OPT_LIMIT(>MIDD_OPT_LIMIT)まで大きくすることで、抑振効果を上げていく。

【0026】

光学補正データリミット値OPT_LIMITを図3(a)に示すように算出する理由について、以下に説明する。撮像装置100に加えられた振れ角度を θ 、撮像装置100の焦点距離を f とすると、撮像素子117上でのブレ量は $f \tan \theta$ で近似される。つまり、同じ振れ角度を補正するためには、望遠側になるほど、大きなブレ補正量が必要となる。補正光学系114が光軸と垂直な方向に移動した距離と、補正光学系114が移動したときの撮像素子117上での被写体の移動距離との比を補正光学系114の敏感度と定義すると、補正光学系114の敏感度はズーム倍率によってあまり変化しない。よって、所定の振れ角度を補正するための補正光学系114の移動量は、望遠側になるほど大きくなる。図3(a)で、ズーム倍率がZOOM_2から望遠端へと大きくなるに従って、光学補正データリミット値OPT_LIMITを大きくしているのは、このためである。

【0027】

一方、ユーザーが歩行撮影を行っている時に撮像装置100に加えられる振れは、ユーザーが静止状態の時の振れと比較して非常に大きい。上述したように、撮像装置100に加えられた振れ角度が θ のときの、撮像素子117上でのブレ量は $f \tan \theta$ で近似される。よって、広角端付近で焦点距離 f が小さいときは、歩行時に θ が大きくなつたとしても、ブレ補正を行うための補正光学系114の移動量はそれほど大きくならない。しかし、焦点距離が大きい時にも歩行時の振れを補正しようとすると、補正光学系114の移動量を、焦点距離 f に比例して大きくする必要が生じ、レンズの大型化を招いてしまう。これを防ぐために、歩行時の振れの補正是広角端付近のみに限定し、広角端では、図3(a)に示すように光学補正データリミット値OPT_LIMITの値を大きくする。そして、ズーム倍率が広角端からZOOM_1へと大きくなるに従って、光学補正データリミット値OPT_LIMITを小さくすることで、抑振効果を低減していく。

【0028】

ズーム倍率がZOOM_1からZOOM_2の間では、光学補正データリミット値OPT_LIMITを最小値MIDD_OPT_LIMITで固定することで、抑振効果を抑制している。これは、歩行時のブレ補正を行わず、焦点距離も短いズーム領域では、補正光学系114の移動量を大きくする必要がなく、更に補正光学系114の移動量を小さくすることによって、レンズの像円径を小さくすることができ、レンズの小型化に寄与するためである。

【0029】

10

20

30

40

50

図2に戻って、S100の処理の後はS101へと進む。S101において、ズーム制御変更部130は、ズームエンコーダ116の出力に基づいて、電子補正データリミット値ELEC_LIMIT(第2のリミット値)を算出し、電子補正データ出力制限部132に設定する。このリミット値を設定することによって、積分器129の出力がELEC_LIMITを超えていたとしても、電子補正データ出力制限部132からは電子補正データリミット値ELEC_LIMITが出力されることになる。これによって、画像メモリ119の画像の読み出し位置の範囲が、ズーム制御変更部130によって決定される範囲内で設定されるように電子補正データに制限をかけることになる。

【0030】

ここで、電子補正データリミット値ELEC_LIMITの算出方法について、図3(b)のグラフを用いて説明する。図3(b)において、横軸はズームエンコーダ116の出力から算出される撮像装置100のズーム倍率を示し、縦軸は電子補正データリミット値ELEC_LIMITの値を示している。ズーム倍率が広角端のとき、ELEC_LIMITをWIDE_ELEC_LIMIT(>0)とし、ズーム倍率が広角端から倍率ZOOM_1まで大きくなるにつれて(範囲外)、ELEC_LIMITを0まで小さくすることで、抑振効果を低減していく。ズーム倍率がZOOM_1からZOOM_2までは(範囲内)、ELEC_LIMITの値は0で固定とすることで、抑振効果を抑制する。そして、ズーム倍率が倍率ZOOM_2から望遠端まで大きくなるにつれて(範囲外)、電子補正データリミット値ELEC_LIMITの値をTELE_ELEC_LIMIT(>0)まで大きくすることで、抑振効果を上げていく。

【0031】

電子補正データリミット値ELEC_LIMITを図3(b)に示すように算出する理由について、以下に説明する。上述したように、同じ振れ角度を補正するためには、望遠側になるほど大きなプレ補正量が必要となる。このとき、補正光学系114で補正しきれないプレ残りも大きくなる。このプレ残りを補正するために、図3(b)において、ズーム倍率がZOOM_2から望遠端へと大きくなるに従って、電子補正データリミット値ELEC_LIMITの値を大きくすることで、抑振効果を上げていく。

【0032】

一方上述したように、広角端近傍では歩行時の振れの補正を行う。歩行時には、静止状態と比較して撮像装置100に対して大きな振動が加わる。これによって補正光学系114も振動してしまい、歩行時の振動に合わせて映像が振動するという現象が生じる。この映像の振動を補正するために、図3(b)においては、ズーム倍率広角端のときに電子補正データリミット値ELEC_LIMITを大きくすることで、抑振効果を低減していく。ズーム倍率が広角端からZOOM_1の間で電子補正データリミット値ELEC_LIMITの値を小さくしていく、ZOOM_1からZOOM_2の間で0に固定することで、抑振効果を抑制している。これは、補正光学系114の移動量を小さくするのと同様、レンズの像円径を小さくすることができ、レンズの小型化に寄与するためである。

【0033】

図4は、横軸が撮像装置100のズーム倍率を示し、縦軸がレンズの像円径を示したグラフである。図4に示すように、ズーム倍率が広角端のときの像円径をWIDE_IMAGE_HEIGHTとする。前述したように、図3(a)図3(b)のズーム倍率ZOOM_1からZOOM_2にかけて、プレ補正範囲を小さく設定している。そのため、図4に示すように、ZOOM_1とZOOM_2の間のZOOM_5で、像円径をWIDE_IMAGE_HEIGHTより小さいMIDD_IMAGE_HEIGHTと設定することができる。ZOOM_5から望遠端にかけては、像円径はTELE_IMAGE_HEIGHT(>MIDD_IMAGE_HEIGHT)まで広がっていく。一般的に、レンズサイズを決めるのに支配的なのは、望遠側のズーム域の像円径ではなく、広角寄りのズーム域の像円径である。よって、図4に示すように、広角寄りのズーム倍率ZOOM_5で像円径を小さくすれば、レンズの小型化を実現することができる。

【0034】

図2に戻って、S101の処理の後はS102へと進む。S102において、ズーム制御変更部130は、ズームエンコーダ116の出力に基づいて、HPF128のカットオ

10

20

30

40

50

フ周波数ELEC_HPF_FCを算出し、H P F 1 2 8 のカットオフ周波数がELEC_HPF_FCとなるようにフィルタ係数を設定する。

【0035】

ここで、カットオフ周波数ELEC_HPF_FCの算出方法について、図5(a)のグラフを用いて説明する。図5(a)において、横軸はズームエンコーダ116の出力から算出される撮像装置100のズーム倍率を示し、縦軸はカットオフ周波数ELEC_HPF_FCの値を示している。ズーム倍率が広角端のとき、カットオフ周波数ELEC_HPF_FCはWIDE_ELEC_HPF_FCとする。そして、ズーム倍率が広角端から倍率ZOOM_3まで大きくなるにつれて(範囲外)、カットオフ周波数ELEC_HPF_FCをMIDD_ELEC_HPF_FC(>WIDE_ELEC_HPF_FC)まで大きくすることで、抑振効果を低減していく。ズーム倍率がZOOM_3からZOOM_4までは(範囲内)、カットオフ周波数ELEC_HPF_FCはMIDD_ELEC_HPF_FCで固定とすることで、抑振効果を抑制している。そして、ズーム倍率が倍率ZOOM_4から望遠端まで大きくなるにつれて(範囲外)、カットオフ周波数ELEC_HPF_FCをTELE_ELEC_HPF_FC(<WIDE_ELEC_HPF_FC)まで小さくすることで、抑振効果を上げていく。S102の処理の後はS103へと進む。

【0036】

S103において、ズーム制御変更部130は、積分器129の出力に基づいて、積分器129の時定数ELEC_INT_Tを算出し、積分器129の時定数がELEC_INT_Tとなるようにフィルタ係数を設定する。

【0037】

ここで、時定数ELEC_INT_Tの算出方法について、図5(b)のグラフを用いて説明する。
図5(b)において、横軸はズームエンコーダ116の出力から算出される撮像装置100のズーム倍率を示し、縦軸は時定数ELEC_INT_Tの値を示している。ズーム倍率が広角端のとき、時定数ELEC_INT_TはWIDE_ELEC_INT_Tとする。そして、ズーム倍率が広角端から倍率ZOOM_3まで大きくなるにつれて(範囲外)、時定数ELEC_INT_Tの値をMIDD_ELEC_IN_T(<WIDE_ELEC_INT_T)まで小さくすることで、抑振効果を低減していく。ズーム倍率がZOOM_3からZOOM_4までは(範囲内)、時定数ELEC_INT_Tの値はMIDD_ELEC_INT_Tで固定とすることで、抑振効果を抑制している。そして、ズーム倍率が倍率ZOOM_4から望遠端まで大きくなるにつれて、時定数ELEC_INT_Tの値をTELE_ELEC_INT_T(>WIDE_ELEC_INT_T)まで大きくすることで(範囲外)、抑振効果を上げていく。S103の処理の後、本処理は終了となる。なお、S102とS103の処理は、どちらか一方だけを行い、他方の処理を行わないようにしても問題ない。

【0038】

なお、図5(a)において、ズーム倍率ZOOM_3からZOOM_4の間でH P F 1 2 8 のカットオフ周波数を高くし、図5(b)において、ズーム倍率ZOOM_3からZOOM_4の間で積分器129の時定数を小さくしているのは、以下の理由による。広角端と望遠端の間のズーム域では、図3(b)に示すように、電子補正データ出力制限部132のリミット値を小さくしているため、画像メモリ119の読み出し位置変更によるブレ補正において、読み出し位置の限界に達しやすくなる。よって、H P F 1 2 8 のカットオフ周波数を高くする、あるいは積分器129の時定数を小さくすることによって低周波大振幅のブレを減衰し、高周波小振幅のブレのみを補正するようにしている。

【0039】

ただし、電子補正データ出力制限部132のリミット値が小さいときは、積分器129の出力が大きくなってしまって、電子補正データ出力制限部132ですぐにリミットされるため、ブレ補正性能にはほとんど寄与しなくなる。そのため、広角端と望遠端の間のズーム域で、H P F 1 2 8 のカットオフ周波数を高くする、あるいは積分器129の時定数を小さくすることは、本発明において必須の要件ではない。

【0040】

次に図6及び図7を用いて、S102及びS103の処理の効果について説明する。図6(a)は、撮像装置100のズーム倍率が広角端の状態で、ユーザーが歩行しながら撮影を行ったときの、撮像装置100に加わる振れ量の時間による変化を示したグラフであ

10

20

30

40

50

る。図6(b)の点線のグラフは、図6(a)の振れによって生じる撮像面上のブレを100%補正するために必要な、補正光学系114の駆動位置の時間による変化を示している。図6(b)の実線のグラフは、図1の撮像装置100で、実際に補正光学系114によるブレ補正を行ったときの、補正光学系114の位置の時間による変化を示している。

【0041】

図6(b)の実線のグラフと点線のグラフに乖離があるのは、以下の理由に依る。第一に、レンズの大型化を防止するため、補正光学系114の可動範囲を、歩行時に生じる振れの最大値より狭くしていることによる。そのため、HPF104のカットオフ周波数及び積分器106の時定数設定によって、低周波数帯域の振れの抑振率を低くしている。このようにすることで、補正光学系114が光学補正データ出力制限部131のリミット値で決まる可動限界に達し、ブレ補正が急激に効かなくなってしまう現象が生じることを防止している。そのため、図6(b)の実線のグラフは点線のグラフと比較して、振幅が小さくなっている。低周波数帯域のブレを敢えて補正しないようにしている。第二に、上述したように、歩行時には静止状態と比較して撮像装置に対して大きな振動が加わるため、補正光学系114にも振動が生じてしまうことによる。これによって、図6(b)の実線のグラフは点線のグラフと比較して、高周波数帯域の振動が重畠した波形となっている。

【0042】

図6(c)の点線のグラフは、図6(a)の振れによって生じる撮像面上のブレを、図6(b)の実線波形に従って補正光学系114を駆動して補正した後のブレ残りを、100%補正するための画像メモリ119の読み出し位置の、時間による変化を示している。図6(c)の実線のグラフは、図1の撮像装置100で、実際にメモリ読み出し制御部120によるブレ補正を行ったときの、画像メモリ119の読み出し位置の時間による変化を示している。

【0043】

図2のS102では、図5(a)を用いて説明したように、広角端のHPF128のカットオフ周波数を、望遠端と比較して高く設定していた。つまり、HPF128において、低周波数帯域のブレ成分を減衰して、高周波数帯域のブレは減衰せずに出力するようになっていた。またS103では、図5(b)を用いて説明したように、広角端の積分器129の時定数を、望遠端と比較して小さく設定していた。つまり、積分器129において、低周波数帯域のブレ成分は減衰して積分し、高周波数帯域のブレは減衰せずに積分して出力するようになっていた。

【0044】

これによって、画像メモリ119の読み出し位置の時間による変化は、図6(c)の実線のグラフに示す波形となり、高周波数帯域の振動成分のみを補正することができる。歩行時の低周波数成分のブレを補正しない理由は、低周波数成分のブレは振幅が大きいため、電子補正データ出力制限部132のリミット値で決まる画像メモリ119の読み出し位置の限界に達してしまう頻度が非常に大きくなってしまうからである。また、低周波数帯域のブレはある程度残っていても、映像としては違和感は少ないが、高周波数帯域の振動が生じている映像は、見苦しい映像となってしまうため、補正することが好ましい。

【0045】

図6(d)のグラフは、図6(a)の振れによって生じる撮像面上のブレを、図6(b)及び図6(c)の実線波形に従って補正した後に残る、映像のブレ残りの時間による変化を示している。上述したように、画像メモリ119の読み出し位置変更によって、高周波数帯域の振動を補正しているため、低周波数帯域のブレ残りのみが残った映像となる。従って、光学式手ブレ補正と電子式手ブレ補正を併用した、広角歩行撮影時に最適なブレ補正制御を実現することができる。

【0046】

図7(a)は、撮像装置のズーム倍率が望遠端の状態で、ユーザーが静止した状態(歩行時ではない状態)で撮影を行ったときの、撮像装置100に加わる振れ量の時間による変化を示したグラフである。図7(a)のグラフは、体の揺れなどの低周波数帯域の振れ

10

20

30

40

50

に、手の震えなどの高周波数帯域の振れが重畠した波形となっている。

【0047】

図7(b)は、補正光学系114によるブレ補正を行ったときの、補正光学系114の位置の時間による変化を示している。角速度センサ102の出力には、一般的に低周波の揺らぎ成分が重畠されているため、HPF104あるいは積分器106によって、角速度センサ102の出力の低周波数成分を減衰している。これによって、補正光学系114の駆動量は、図7(b)に示すように、図7(a)の振れ量から低周波数成分を除去した波形となる。

【0048】

図7(c)は、メモリ読み出し制御部120によるブレ補正を行ったときの、画像メモリ119の読み出し位置の時間による変化を示している。図2のフローチャートのS102では、図5(a)を用いて説明したように、望遠端のHPF128のカットオフ周波数を、広角端と比較して低く設定していた。つまり、HPF128において、低周波数帯域のブレ成分を減衰せずに出力するようになっていた。またS103では、図5(b)を用いて説明したように、望遠端の積分器129の時定数を、広角端と比較して大きく設定していた。つまり、積分器129において、低周波数帯域から高周波数帯域のブレ成分まで減衰せずに積分して出力するようになっていた。

10

【0049】

これによって、画像メモリ119の読み出し位置の時間による変化は、図7(c)に示す波形となり、補正光学系114で補正しなかった低周波数帯域のブレ成分を補正することができる。ユーザーが静止した状態で望遠撮影を行ったときの低周波数帯域の像面上のブレは、歩行状態で広角撮影を行ったときの低周波数帯域の像面上のブレと比較すると小さい。そのため、前者で低周波数帯域のブレを、メモリ読み出し制御部120によって補正したときに、読み出し位置の限界に達してしまう頻度は、後者と比較して少ない。従って、広角側よりも低周波数帯域のブレまで補正した方が、ブレの少ない見やすい映像となるため、補正することが好ましい。

20

【0050】

図7(d)のグラフは、図7(a)の振れによって生じる撮像面上のブレを、図7(b)及び図7(c)の波形に従って補正した後に残る、映像のブレ残りの時間に依る変化を示している。上述したように、画像メモリ119の読み出し位置変更によって、低周波数帯域の振動を補正しているため、低周波から高周波までブレ残りが少ない映像となる。これにより、光学式手ブレ補正と電子式手ブレ補正を併用した、望遠静止撮影時に最適なブレ補正制御を実現することができる。

30

【0051】

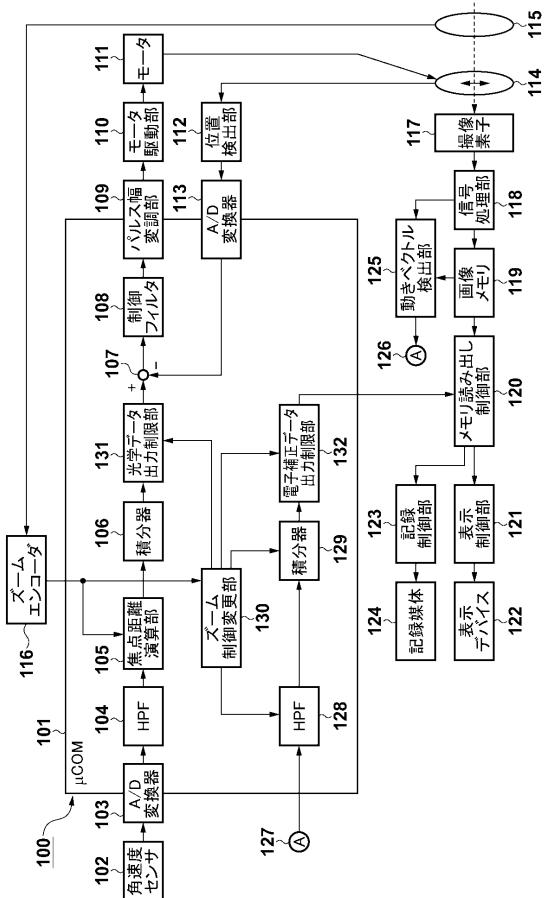
以上説明してきたように、本発明の実施形態においては、メモリ読み出し制御部120の制御範囲を、広角側と望遠側で大きくし中間ズーム域では小さくするようにした。これによって、広角歩行撮影時と望遠静止撮影時両方のブレ補正性能を向上しつつ、レンズの小型化も実現することができる。また、広角側ではHPF128のカットオフ周波数を高く、あるいは積分器129の時定数を小さくし、望遠側ではHPF128のカットオフ周波数を低く、あるいは積分器129の時定数を大きくする。これにより、ズーム域によって最適なブレ補正制御を実現することができる。

40

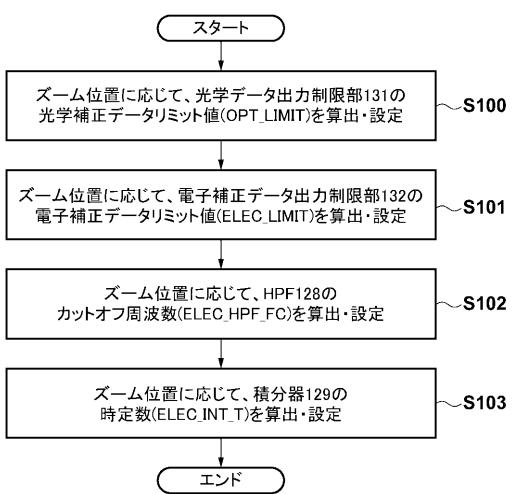
【0052】

以上、本発明をその好適な実施形態に基づいて詳述してきたが、本発明はこれら特定の実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の様々な形態も本発明に含まれる。また、上述の実施形態の一部を適宜組み合わせてもよい。

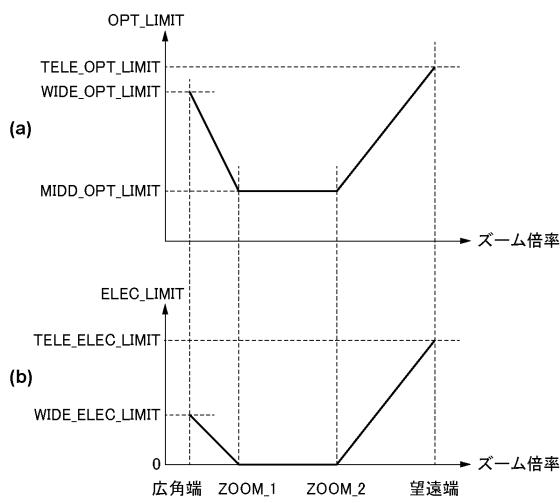
【図1】



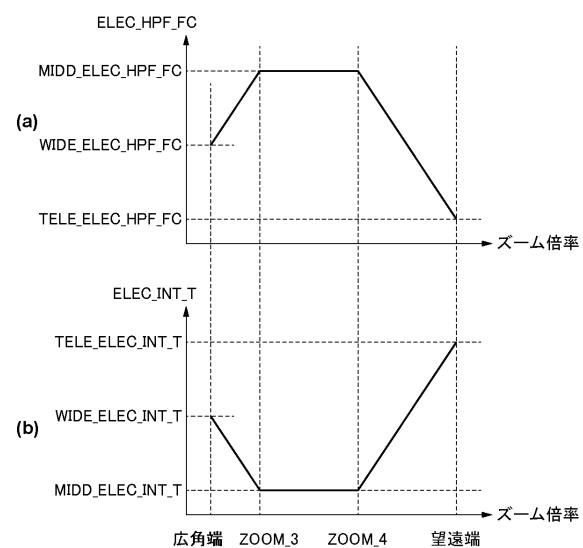
【図2】



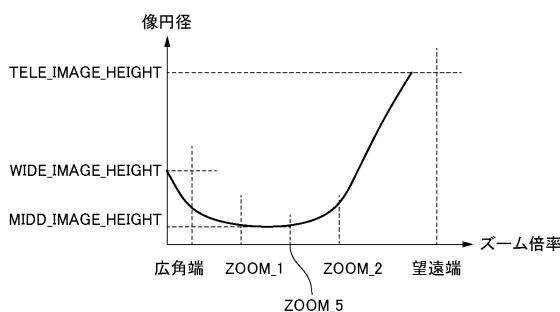
【図3】



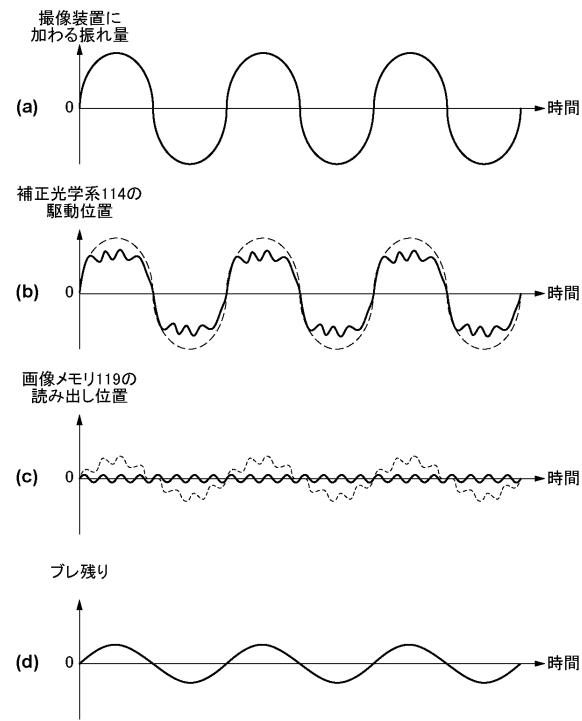
【図5】



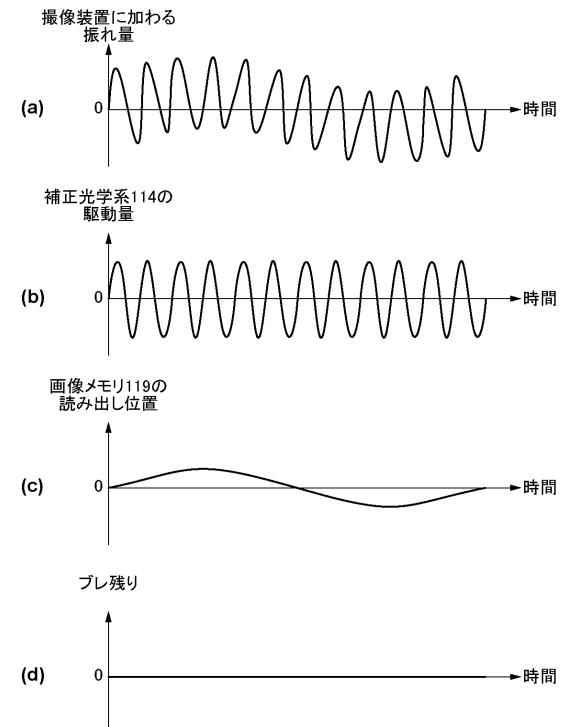
【図4】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 宮迫 賢一

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 藤原 敬利

(56)参考文献 特開平11-146260(JP,A)

特開2011-023989(JP,A)

特開平11-183951(JP,A)

特開2011-023988(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/222 - 5/257

G03B 5/00 - 5/08