

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6223195号  
(P6223195)

(45) 発行日 平成29年11月1日(2017.11.1)

(24) 登録日 平成29年10月13日(2017.10.13)

(51) Int.Cl.	F 1		
<b>HO4N</b> 5/232 (2006.01)	HO4N	5/232	480
<b>GO3B</b> 5/00 (2006.01)	GO3B	5/00	J
	GO3B	5/00	K
	GO3B	5/00	F

請求項の数 8 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2014-6225 (P2014-6225)	(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
(22) 出願日	平成26年1月16日(2014.1.16)	(74) 代理人	100114775 弁理士 高岡 亮一
(65) 公開番号	特開2015-136019 (P2015-136019A)	(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
(43) 公開日	平成27年7月27日(2015.7.27)		
審査請求日	平成29年1月13日(2017.1.13)	審査官	高野 美帆子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 像ブレ補正装置およびその制御方法、光学機器、撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の像ブレ補正手段により画像のブレを補正する像ブレ補正装置であって、  
振れ検出手段から出力された振れ検出信号をデジタルフィルタにより低周波信号と高周波信号に分離する信号分離手段と、

前記高周波信号から第1補正量を算出し、かつ前記低周波信号から第2補正量を算出するか、または前記低周波信号から第1補正量を算出し、かつ前記高周波信号から第2補正量を算出する算出手段と、

前記信号分離手段を制御する制御手段と、を備え、

前記制御手段は、前記高周波信号から前記算出手段が前記第1補正量を算出して前記複数の像ブレ補正手段のうちの第1像ブレ補正手段に出力し、かつ前記低周波信号から前記算出手段が前記第2補正量を算出して前記複数の像ブレ補正手段のうちの第2像ブレ補正手段に出力する第1制御と、前記低周波信号から前記算出手段が前記第1補正量を算出して前記第1像ブレ補正手段に出力し、かつ前記高周波信号から前記算出手段が前記第2補正量を算出して前記第2像ブレ補正手段に出力する第2制御とを切り替える際に、前記デジタルフィルタの演算結果として保持されている中間値を変更して前記第1補正量および第2補正量の信号を連続的に変化させる制御を行うことを特徴とする像ブレ補正装置。

【請求項2】

前記信号分離手段は、前記制御手段からの制御信号によって前記低周波信号および高周波信号の出力先を切り替える切替手段を有し、

10

20

前記算出手段は、前記切替手段から取得した前記低周波信号または高周波信号から前記第1補正量を算出する第1算出手段、および前記切替手段から取得した前記低周波信号または高周波信号から前記第2補正量を算出する第2算出手段を有することを特徴とする請求項1に記載の像ブレ補正装置。

【請求項3】

前記デジタルフィルタはハイパスフィルタ特性またはローパスフィルタ特性を有しており、前記信号分離手段は前記振れ検出信号と前記デジタルフィルタの出力信号との差分を演算し、

前記算出手段は、前記デジタルフィルタの出力信号または前記差分の信号を取得して前記第1補正量を算出する第1算出手段、および前記デジタルフィルタの出力信号または前記差分の信号を取得して前記第2補正量を算出する第2算出手段を有することを特徴とする請求項1に記載の像ブレ補正装置。

10

【請求項4】

振れの角速度信号を角度信号または位置信号に変換する積分手段をさらに備え、

前記信号分離手段は前記振れ検出信号として前記積分手段からの信号を取得して低周波信号と高周波信号に分離することを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の像ブレ補正装置。

【請求項5】

請求項1ないし4のいずれか1項に記載の像ブレ補正装置を備えることを特徴とする光学機器。

20

【請求項6】

請求項1ないし4のいずれか1項に記載の像ブレ補正装置を備えることを特徴とする撮像装置。

【請求項7】

前記制御手段は、撮影光学系のズーム倍率が閾値以上である場合、前記第1制御に変更し、撮影光学系のズーム倍率が閾値より小さい場合、前記第2制御に変更することを特徴とする請求項6に記載の撮像装置。

【請求項8】

複数の像ブレ補正手段により画像のブレを補正する像ブレ補正装置にて実行される制御方法であって、

30

制御手段により制御される信号分離手段が、振れ検出手段から出力された振れ検出信号をデジタルフィルタにより低周波信号と高周波信号に分離する信号分離ステップと、

算出手段が、前記高周波信号から第1補正量を算出し、かつ前記低周波信号から第2補正量を算出するか、または前記低周波信号から第1補正量を算出し、かつ前記高周波信号から第2補正量を算出する算出ステップと、を有し、

前記算出ステップにて前記制御手段は、前記高周波信号から前記算出手段が算出する前記第1補正量を前記複数の像ブレ補正手段のうちの第1像ブレ補正手段に出力し、かつ前記低周波信号から前記算出手段が前記第2補正量を前記複数の像ブレ補正手段のうちの第2像ブレ補正手段に出力する第1制御と、前記低周波信号から前記算出手段が算出する前記第1補正量を前記第1像ブレ補正手段に出力し、かつ前記高周波信号から前記算出手段が算出する前記第2補正量を前記第2像ブレ補正手段に出力する第2制御とを切り替える際に、前記デジタルフィルタの演算結果として保持されている中間値を変更して前記第1補正量および第2補正量の信号を連続的に変化させる制御を行うことを特徴とする像ブレ補正装置の制御方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の像ブレ補正手段を用いて画像のブレを補正する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

50

近年、撮像装置は小型化や光学系の高倍率化に伴い、装置の振れ等が撮影画像の品位を低下させる原因となっていることに着目し、振れ等により生じる撮影画像のブレを補正するブレ補正機能が種々提案されている。特許文献1には、撮像装置に搭載されるブレ補正機能として、複数のブレ補正手段を併用して制御する方法が開示されている。角速度センサ信号を低周波数帯域と高周波数帯域に分離し、各々のブレ補正手段によって撮像装置の像ブレ補正が行われる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第4518197号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

前記特許文献1に開示の技術では、2つのブレ補正手段に係る低周波数帯域での補正と高周波数帯域での補正との割り当てが固定である。しかし、例えば変倍光学系を備えた撮像装置の場合、2つのブレ補正手段の補正可能量が、図5に示すようにズーム倍率によって変化することがある。各ブレ補正手段の補正可能量は、撮影光学系の光量バランスやMTF (Modulation Transfer Function) 特性等で決定される。

【0005】

撮像装置に加えられる振れには、低周波ほど振幅が大きく、高周波ほど振幅が小さくなるという特性がある。このため、2つのブレ補正手段について、補正可能量が大きい方に低周波数帯域での補正を割り当て、補正可能量が小さい方に高周波数帯域での補正を割り当てる制御が考えられる。図5のように、ズーム倍率が変化したときに2つのブレ補正手段の補正可能量の大小関係が変化する場合、2つのブレ補正手段に対する高周波数帯域での補正と低周波数帯域での補正の割り当てを変更した方が、最適なブレ補正制御を行うことができる。

20

本発明は、振れ検出信号の低周波成分および高周波成分に基づいて複数の像ブレ補正手段を制御する像ブレ補正装置において、高周波数帯域と低周波数帯域とで補正の割り当てを切り替える際、補正信号を滑らかに変化させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

30

【0006】

上記課題を解決するために、本発明に係る装置は、複数の像ブレ補正手段により画像のブレを補正する像ブレ補正装置であって、振れ検出手段から出力された振れ検出信号をデジタルフィルタにより低周波信号と高周波信号に分離する信号分離手段と、前記高周波信号から第1補正量を算出し、かつ前記低周波信号から第2補正量を算出するか、または前記低周波信号から第1補正量を算出し、かつ前記高周波信号から第2補正量を算出する算出手段と、前記信号分離手段を制御する制御手段と、を備える。

前記制御手段は、前記高周波信号から前記算出手段が前記第1補正量を算出して前記複数の像ブレ補正手段のうちの第1像ブレ補正手段に出力し、かつ前記低周波信号から前記算出手段が前記第2補正量を算出して前記複数の像ブレ補正手段のうちの第2像ブレ補正手段に出力する第1制御と、前記低周波信号から前記算出手段が前記第1補正量を算出して前記第1像ブレ補正手段に出力し、かつ前記高周波信号から前記算出手段が前記第2補正量を算出して前記第2像ブレ補正手段に出力する第2制御とを切り替える際に、前記デジタルフィルタの演算結果として保持されている中間値を変更して前記第1補正量および第2補正量の信号を連続的に変化させる制御を行う。

40

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、振れ検出信号の低周波成分および高周波成分に基づいて複数の像ブレ補正手段を制御する像ブレ補正装置において、高周波数帯域と低周波数帯域とで補正の割り当てを切り替える際、補正信号を滑らかに変化させることができる。

50

## 【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の第1および第3実施形態に係る像ブレ補正装置の構成例を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1および第2実施形態に係る周波数分離部の構成例を示すブロック図である。

【図3】周波数分離部の内部のフィルタの構成例を示すブロック図である。

【図4】第1および第2像ブレ補正部の構成例を示すブロック図である。

【図5】第1および第2像ブレ補正部について、ズーム倍率による補正可能量の変化の一例を示すグラフである。

10

【図6】本発明の第1乃至第4実施形態において、周波数分離制御部が行う制御の効果を説明するグラフである。

【図7】本発明の第2および第4実施形態に係る像ブレ補正装置の構成例を示すブロック図である。

【図8】本発明の第3および第4実施形態に係る周波数分離部の構成例を示すブロック図である。

【図9】本発明の第5実施形態に係る像ブレ補正装置の構成例を示すブロック図である。

【図10】本発明の第5実施形態の周波数分離制御部が行う処理を説明するためのフローチャートである。

【図11】本発明の第5実施形態の周波数分離制御部が行う制御の効果を説明するグラフである。

20

【図12】本発明の第5実施形態の変形例に係る周波数分離制御部が行う制御の効果を説明するグラフである。

## 【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の各実施形態について図面を用いて説明する。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カメラ等の撮像装置、携帯電話やタブレット端末等の撮像装置を具備する電子機器に適用できる。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像ブレ補正制御に関して説明する（他の方向の像ブレ補正制御については同様であるため、説明を省略する）。

30

【0010】

## 〔第1実施形態〕

図1を参照して、本発明の第1実施形態に係る像ブレ補正装置100の各構成部とその動作例について具体的に説明する。図1は像ブレ補正装置100の構成例を示すブロック図である。

【0011】

角速度センサ101は、像ブレ補正装置100に加わる振れを検出する。振れ検出信号である角速度信号は低周波成分減衰部102に供給される。低周波成分減衰部102は、角速度センサ101からの角速度信号に含まれる低周波数成分を減衰させて高周波数帯域の信号を出力する。低周波数成分の減衰には、例えばHPF（ハイパスフィルタ）を用いる。信号分離を行う周波数分離部103は、低周波成分減衰部102の出力を取得して更に、高周波角速度信号と低周波角速度信号に分離する。分離された各信号はそれぞれ敏感度演算部104、108に送られる。周波数分離部103の構成例を図2に示す。

40

【0012】

図2(A)に示す例では、周波数分離部103に対する入力信号がHPF（ハイパスフィルタ）201と減算部202で処理される。入力信号をHPF201に通じた後の出力は高周波角速度信号となる。また、減算部202は入力信号からHPF201の出力を減算し、減算出力は低周波角速度信号となる。スイッチ203および204は出力信号の切替部を構成する。スイッチ203はHPF201の出力段に設けられ、スイッチ204は

50

減算部 202 の出力段に設けられる。スイッチ 203 および 204 は、敏感度演算部 104 に供給される信号 Out1\_\_1 と、敏感度演算部 108 に供給される信号 Out1\_\_2 について、高周波角速度信号と低周波角速度信号のどちらを供給するかを選択する役割を有する。図 2 (A) では、信号 Out1\_\_1 を高周波角速度信号とし、信号 Out1\_\_2 を低周波角速度信号とする。このような切替制御は、後述する周波数分離制御部 112 からの制御信号による指示に従って行われる。

#### 【0013】

図 2 (B) に示す例では、周波数分離部 103 に対する入力信号が LPF (ローパスフィルタ) 211 と減算部 212 で処理される。入力信号を LPF 211 に通した後の出力は低周波角速度信号となる。また、減算部 212 は入力信号から LPF 211 の出力を減算し、減算出力は高周波角速度信号となる。スイッチ 213 および 214 は出力信号の切替部を構成する。スイッチ 213 は減算部 212 の出力段に設けられ、スイッチ 214 は LPF 211 の出力段に設けられる。スイッチ 213 および 214 は、敏感度演算部 104 に供給される信号 Out2\_\_1 と、敏感度演算部 108 に供給される信号 Out2\_\_2 について、高周波角速度信号と低周波角速度信号のどちらを供給するかを選択する役割を有する。図 2 (B) では、信号 Out2\_\_1 を高周波角速度信号とし、信号 Out2\_\_2 を低周波角速度信号とする。

#### 【0014】

図 2 (C) に示す例は、図 2 (A) に対して、信号 Out1\_\_1 が低周波角速度信号となり、信号 Out1\_\_2 が高周波角速度信号となるように、スイッチ 203 およびスイッチ 204 の接続状態を変更した例を示す。同様に、図 2 (D) に示す例は、図 2 (B) に対して信号 Out2\_\_1 が低周波角速度信号となり、信号 Out2\_\_2 が高周波角速度信号となるように、スイッチ 213 およびスイッチ 214 の接続状態を変更した例を示す。このような切替制御は、後述する周波数分離制御部 112 からの制御信号による指示に従って行われる。

#### 【0015】

図 2 (A) 乃至 (D) に示す HPF 201 または LPF 211 はデジタルフィルタであり、例えば、図 3 に示す一般的な再帰型デジタルフィルタ (IIR フィルタ) の構成をもつ。ゲイン部 a, b, c は、各入力信号に対して係数 a, b, c をそれぞれ乗算して出力する。HPF 201 の場合には係数 a, b が正値であり、係数 c は負値である。また、LPF 211 の場合には、係数 a, b, c はいずれも正値である。Z<sup>-1</sup> (遅延素子) は、入力信号を 1 サンプリング時間だけ遅延させて出力する。HPF 201 または LPF 211 において、n サンプリング目の入力信号を FIL\_IN[n] とし、出力信号を FIL\_OUT[n] とし、Z<sup>-1</sup> へ供給される信号 (以下、フィルタ中間値という) を Z[n] とする。FIL\_OUT[n] と Z[n] の計算値は以下ようになる。

#### 【0016】

$$\text{FIL\_OUT}[n] = b \cdot Z[n] + c \cdot Z[n - 1] \quad \dots (\text{式 } 1)$$

$$Z[n] = \text{FIL\_IN}[n] + a \cdot Z[n - 1] \quad \dots (\text{式 } 2)$$

(式 1) と (式 2) の演算を繰り返し行うことにより、周波数分離部 103 に対する入力信号について、HPF 201 では低周波数帯域の信号を減衰させ、LPF 211 では高周波数帯域の信号を減衰させて出力する。なお、本実施形態においては、簡単のため遅延素子が 1 つの一次 IIR フィルタを用いて説明するが、2 つ以上の遅延素子を有する高次のフィルタを用いてもよい。

#### 【0017】

図 1 の敏感度演算部 104、積分部 105、リミッタ 106 は、周波数分離部 103 から取得した高周波角速度信号または低周波角速度信号に基づいて、第 1 像ブレ補正量 (第 1 補正量) を演算する第 1 算出ブロックを構成する。本実施形態では、低周波角速度信号および高周波角速度信号の一方の信号から第 1 補正量を算出する第 1 算出処理と、後述のように他方の信号から第 2 補正量を算出する第 2 算出処理が実行される。第 1 像ブレ補正量の信号は第 1 像ブレ補正部 107 に出力される。敏感度演算部 104 は、角速度センサ

10

20

30

40

50

101が検出した振れを補正するために感度を演算する。この感度は、第1像ブレ補正部107をどれだけ駆動すればよいかを示す係数であり、該係数を角速度信号に乗算した結果が積分部105に出力される。積分部105は、感度演算部104からの出力を積分し、第1像ブレ補正部107の補正量を算出する。リミッタ106は、第1像ブレ補正部107が補正可能範囲内で駆動されるように、積分部105の出力を制限する。リミッタ106の出力は第1像ブレ補正量の信号として第1像ブレ補正部107に出力される。

#### 【0018】

一方、感度演算部108、積分部109、リミッタ110は、周波数分離部103から取得した低周波角速度信号または高周波角速度信号に基づいて、第2像ブレ補正量(第2補正量)を演算する第2算出ブロックを構成する。第2像ブレ補正量の信号は第2像ブレ補正部111に出力される。各部108~110については、感度演算部108へ入力される周波数帯域が異なること、およびリミッタ110の出力先が第2像ブレ補正部111であること以外、各部104~106と同様であるため、説明を省略する。

#### 【0019】

第1像ブレ補正部107および第2像ブレ補正部111の構成として、図4(A)乃至(C)に例示する。

図4(A)は、補正光学系305の可動光学部材(補正レンズ等)を光軸と垂直な方向にシフトさせ、あるいは光軸上の任意の点を中心に回動させる等の動作により、像ブレ補正を行う場合の構成例を示す。減算部301は、入力信号(像ブレ補正量の信号)から、補正光学系305の位置を検出する位置検出部306の出力を減算する。その減算結果(差分)である偏差データは制御フィルタ302に供給される。制御フィルタ302は、入力データを所定のゲインで増幅する増幅部、および位相補償フィルタで構成される。減算部301からの偏差データは、制御フィルタ302にて増幅および位相補償処理が行われた後、モータ駆動部303に出力される。モータ駆動部303に接続されたモータ304は、補正光学系305の駆動用のボイス・コイル型モータである。モータ304の駆動により、補正光学系305の可動光学部材が移動される。位置検出部306は、磁石とそれに対向する位置に備えられたホール・センサとを備え、補正光学系305の可動光学部材の移動量を検出する。その検出結果を示す信号は減算部301に出力される。これによって、入力信号に対して、補正光学系305に係る移動量を追従させるフィードバック制御系が構成される。補正光学系305は、可動光学部材の移動量に応じて光軸の向きを偏向する、光学的に像ブレ補正可能な補正系である。リミッタ106(またはリミッタ110)の出力に従って補正レンズ等を駆動することにより、像ブレを補正することができる。

#### 【0020】

図4(B)は、撮像素子310を光軸と垂直な方向にシフトさせる場合の像ブレ補正部の構成例を示す。図4(A)との相違点は、像ブレ補正の駆動対象が補正光学系305から撮像素子310に変更されたことである。よって、図4(A)と同様の構成部の説明は省略する。

図4(C)は、像ブレを電子的に補正する場合の像ブレ補正部の構成例を示す。図4(C)に示す画像メモリ321、信号処理部322、撮像素子323、記録媒体・表示デバイス324は、像ブレ補正装置100を搭載した撮像装置が備えている。撮像素子323は、撮像装置の撮影光学系によって結像された被写体像を撮像画像信号に変換して信号処理部322に供給する。信号処理部322は、撮像素子323から取得した信号に基づき、NTSC(National Television System Committee)フォーマット等に準拠した映像信号を生成して画像メモリ321に記憶させる。メモリ読み出し制御部320は、リミッタ106(またはリミッタ110)の出力する像ブレ補正量(第1補正量または第2補正量)に従って、画像メモリ321からの画像の読み出し位置を変更する。これにより、電子的に像ブレが補正された映像信号が画像メモリ321から出力される。メモリ読み出し制御部320は更に、記録媒体・表示デバイス324に映像信号を出力する。つまり、表示デバイスの画面上に像ブレ補正後の画像が表示され、また像ブレ補正後の画像データが記

10

20

30

40

50

録媒体に記録される。なお、表示デバイスは画像を表示する液晶表示素子（LCD）等のデバイスであり、記録媒体は、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。

#### 【0021】

第1像ブレ補正部107と第2像ブレ補正部111の割り当てにおいては、図4（A）～（C）のいずれかを任意に変更することができる。例えば、第1像ブレ補正部107が図4（A）に示す構成であって、第2像ブレ補正部111が図4（B）または（C）に示す構成とされる。または、撮影光学系にて2種類の補正光学系が存在する場合に、第1像ブレ補正部107および第2像ブレ補正部111ともに図4（A）に示す構成にしてもよい。

10

#### 【0022】

次に図1の周波数分離制御部112について説明する。

周波数分離制御部112は、像ブレ補正装置100を搭載する撮像装置のズーム位置情報等に基づいて、周波数分離部103の制御状態を変更する。図5は、第1像ブレ補正部107の補正可能量（実線）および第2像ブレ補正部111の補正可能量（点線）を例示したグラフである。横軸は像ブレ補正装置100を搭載した撮像装置における撮影光学系のズーム倍率を示し、縦軸に補正可能量を示す。上述したように、撮像装置に加えられる振れは、低周波ほど振幅が大きく、高周波ほど振幅が小さくなるという特性がある。このため、2つの像ブレ補正部について、補正可能量が大きい方に低周波数帯域での補正を割り当て、補正可能量が小さい方に高周波数帯域での補正を割り当てる制御を行う方が補正可能量を有効に使用することができる。以下では、高周波信号から算出される第1補正量を第1像ブレ補正部107に出力するとともに低周波信号から算出される第2補正量を第2像ブレ補正部111に出力する制御を「第1制御」とする。これとは逆に、低周波信号から算出される第1補正量を第1像ブレ補正部107に出力するとともに高周波信号から算出される第2補正量を第2像ブレ補正部111に出力する制御を「第2制御」とする。なお、第1制御と第2制御との変更については、撮影光学系の光学情報や撮影条件等を示す変数値が予め設定された閾値以上であるか、または閾値未満であるかに応じて行われる。

20

#### 【0023】

例えば、周波数分離制御部112は、撮影光学系のズーム倍率を図5に示した倍率X（閾値）と比較して、以下の制御を行う。

30

（1）ズーム倍率がXより小さい場合：第1像ブレ補正部107によって低周波数帯域での像ブレ補正が行われるように周波数分離部103の動作を変更すること。

（2）ズーム倍率がX以上である場合：第1像ブレ補正部107によって高周波数帯域でのブレ補正が行われるように周波数分離部103の動作を変更すること。

第2像ブレ補正部111については、周波数分離制御部112が、撮影光学系のズーム倍率を図5に示した倍率Xと比較して、以下の制御を行う。

（3）ズーム倍率がXより小さい場合：第2像ブレ補正部111によって高周波数帯域での像ブレ補正が行われるように周波数分離部103の動作を変更すること。

（4）ズーム倍率がX以上である場合：第2像ブレ補正部111によって低周波数帯域でのブレ補正が行われるように周波数分離部103の動作を変更すること。

40

#### 【0024】

具体的には、周波数分離制御部112は、前記（1）の場合、周波数分離部103を図2（C）または図2（D）の状態にする制御を行う。また周波数分離制御部112は、前記（2）の場合、周波数分離部103を図2（A）または図2（B）の状態にする制御を行う。

ここで、高周波数帯域での像ブレ補正と低周波数帯域での像ブレ補正を、第1像ブレ補正部107と第2像ブレ補正部111とで入れ替える際には、以下に示す問題が生じ得る。

#### 【0025】

50

図6は敏感度演算部への入力信号の時間的変化を例示したグラフであり、横軸に時間を示す。図6(A)は、図2(A)乃至(D)に示した信号Out1\_\_1またはOut2\_\_1、即ち敏感度演算部104への入力信号について時間的変化を示す。また、図6(B)は、図2(A)乃至(D)に示した信号Out1\_\_2またはOut2\_\_2、即ち敏感度演算部108への入力信号について時間的変化を示す。図6(A)および(B)において、時刻0から時刻T10までの期間中、周波数分離部103は図2(C)および(D)に示す状態になっている。この場合、信号Out1\_\_1またはOut2\_\_1は低周波角速度信号であり、信号Out1\_\_2またはOut2\_\_2は高周波角速度信号である。実線のグラフは、時刻T10にて周波数分離制御部112によって、高周波信号と低周波信号との入れ替えが行われた場合の信号変化を示す。また、点線のグラフは上記信号の入れ替えが行われなかった場合の信号変化を示す。

10

## 【0026】

信号Out1\_\_1またはOut2\_\_1は、積分部105で積分された後に駆動目標位置として第1像ブレ補正部107に供給される。つまり、積分前の信号Out1\_\_1またはOut2\_\_1は、第1像ブレ補正部107の駆動目標位置に関する速度(駆動速度)を示す。同様に、信号Out1\_\_2またはOut2\_\_2の信号は第2像ブレ補正部111の駆動目標位置に関する速度(駆動速度)を示す。図6(A)および(B)に実線のグラフで示すように、時刻T10では信号の大きさが急峻に変化している。これによって、第1像ブレ補正部107および第2像ブレ補正部111に係る駆動速度が大きく変化する。このため、第1像ブレ補正部107および第2像ブレ補正部111が駆動速度の変化に追従し

20

## 【0027】

このような現象を回避するために、周波数分離制御部112は、高周波角速度信号と低周波角速度信号との間で入れ替えたときに、入れ替え後の各信号が連続的に変化するように制御を行う。この制御は、信号Out1\_\_1, Out1\_\_2, Out2\_\_1, Out2\_\_2に関して行われる。具体的には、HPF201またはLPF211のフィルタ中間値を書き換える処理が行われる。例えば、図2(C)の状態から図2(A)の状態への切替を行う場合、切替前のHPF201の出力は信号Out1\_\_2として出力され、切替後には信号Out1\_\_1として出力される。よって周波数分離制御部112は、切替が行われる直前の信号と切替後のHPF201の出力とが略一致するように制御を行う。この切替直前の信号Out1\_\_1の出力を、図6(A)に示すMID1とする。切替後のHPF201の出力がMID1から変化するように、フィルタ中間値を下式に従って書き換える処理が行われる。

30

## 【0028】

$$Z[n-1] = (MID1 - b \cdot FIL\_IN[n-1]) / (a \cdot b + c) \quad \dots (式3)$$

このとき、(式2)に(式3)を代入すると、以下の式となる。

$$Z[n] = FIL\_IN[n] + a \cdot (MID1 - b \cdot FIL\_IN[n-1]) / (a \cdot b + c) \quad \dots (式4)$$

また、(式1)に(式3)および(式4)を代入すると、以下の式となる。

$$FIL\_OUT[n] = MID1 + b \cdot (FIL\_IN[n] - FIL\_IN[n-1]) \quad \dots (式5)$$

40

(式5)より、左辺に示すHPF201の出力は、MID1と、周波数分離部103への入力信号の1サンプリング期間の変化分(入力信号の差分)に係数bを乗算した数値とを加算した値となる。フィルタ演算が行われるサンプリング周波数は、像ブレ補正装置100に加えられる振れ周波数よりも、十分小さい値に設定される。このため、入力信号の差分が小さな値となり、上記切替が行われる前後で信号Out1\_\_1は連続的な信号となる。信号Out1\_\_2についても、周波数分離部103への入力信号からHPF201の出力を減算した信号であるため、同様に上記切替の前後で連続的な信号となる。

## 【0029】

また、図2(D)の状態から図2(B)の状態に切替を行う場合、切替前のLPF211の出力は信号Out2\_\_1として出力され、切替後のLPF211の出力は信号Out

50



2\_\_2として出力される。よって周波数分離制御部112は、上記切替が行われる直前の信号と切替後のLPF211の出力とが略一致するように制御を行う。具体的には、上記切替が行われる直前の信号Out2\_\_2を、図6(B)に示すMID2とする。切替後のLPF211の出力がMID2から変化するように、フィルタ中間値を下式に従って書き換える処理が行われる。

【0030】

$$Z[n-1] = (MID2 - b \cdot FIL\_IN[n-1]) / (a \cdot b + c) \quad \dots (式6)$$

このとき、(式4)、(式5)と同様の計算を行うと、以下の式となる。

$$FIL\_OUT[n] = MID2 + b \cdot (FIL\_IN[n] - FIL\_IN[n-1]) \quad \dots (式7)$$

(式7)より、左辺に示すLPF211の出力は、MID2と、周波数分離部103への入力信号の差分に係数bを乗算した数値とを加算した値となり、上記切替が行われる前後で信号Out2\_\_2は連続的な信号となる。信号Out2\_\_2についても、周波数分離部103への入力信号からHPF201の出力を減算した信号であるため、同様に上記切替前後で連続的となる。

【0031】

図6(C)は、上記したフィルタ中間値の書き換えを行ったときの信号Out1\_\_1またはOut2\_\_1の時間的変化を示したグラフである。図6(D)は、上記したフィルタ中間値の書き換えを行ったときの信号Out1\_\_2またはOut2\_\_2の時間的変化を示したグラフである。

図6(A)および(B)において時刻T10で生じていた急激な信号変化による不連続は、図6(C)および(D)では生じず、切替の前後で信号が滑らかにつながっている。時刻T10で高周波角速度信号と低周波角速度信号の切替が行われた後には、HPF201またはLPF211の時定数に従って徐々に信号レベルが変化し、フィルタ中間値の書き換えによって生じたオフセット成分は収束していく。このオフセット成分の変化についてはHPF201またはLPF211の時定数によって調整可能である。したがって、図6(A)および(B)に実線で示すグラフで説明したような、駆動速度の急峻な変化を抑制できるので、第1像ブレ補正部107および第2像ブレ補正部111の追従誤差が映像に及ぼす影響に起因する現象の発生を防止することができる。

【0032】

本実施形態では、周波数分離部103にて、第1像ブレ補正部107と第2像ブレ補正部111に対する高周波角速度信号と低周波角速度信号の出力先が切替可能である。更には、信号の切替前後で信号が連続的になるように、周波数分離部103が有するHPFまたはLPFのフィルタ中間値を変更する処理が行われる。これによって、第1像ブレ補正部107と第2像ブレ補正部111の高周波数帯域での補正と低周波数帯域での補正について割り当てを変更する際、信号を滑らかに切り替えることができる。

本実施形態によれば、振れ検出信号(角速度信号)を低周波数帯域と高周波数帯域の各成分に分離し、高周波数帯域での補正と低周波数帯域での補正の割り当てを切り替えて最適な像ブレ補正性能を実現することができる。

【0033】

[第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態を説明する。図7は、第2実施形態に係る像ブレ補正装置120の構成例を示すブロック図である。第1実施形態に係る図1の構成と同様の部分については既に使用した符号を用いることで、それらの詳細な説明を省略し、相違点を説明する。なお、このような説明の省略については、後述の実施形態でも同様である。

【0034】

本実施形態では、図1に示す積分部105および積分部109に代えて、周波数分離部103の前段に積分部121を配置した点が異なる。積分部121は、低周波成分減衰部102からの信号を積分することで、角度信号を生成して周波数分離部103に供給する。周波数分離部103は、積分部121の角度信号を高周波角度信号と低周波角度信号に分離し、各信号を敏感度演算部104、108にそれぞれ出力する。

## 【 0 0 3 5 】

周波数分離部 1 0 3 の構成については、図 2 ( A ) 乃至 ( D ) に示す高周波角速度信号を高周波角度信号と読み替え、低周波角速度信号を低周波角度信号と読み替えればよい。敏感度演算部 1 0 4 , 1 0 8 は、周波数分離部 1 0 3 からの低周波角度信号または高周波角度信号を補正するために、第 1 像ブレ補正部 1 0 7、第 2 像ブレ補正部 1 1 1 の各敏感度を角度信号に乗算してリミッタ 1 0 6 , 1 1 0 にそれぞれ供給する。第 1 像ブレ補正部 1 0 7 , 第 2 像ブレ補正部 1 1 1 は、リミッタ 1 0 6 , 1 1 0 の各出力に従って像ブレ補正動作を行う。

## 【 0 0 3 6 】

本実施形態と第 1 実施形態は、速度情報を角度情報または位置情報に変換するための積分部の配置に関し、周波数分離部 1 0 3 の前であるか後であるかという点で相違する。第 1 実施形態においては、図 6 ( A ) および ( B ) に示す実線のグラフにて、時刻 T 1 0 の信号の不連続性について、第 1 像ブレ補正部 1 0 7 , 第 2 像ブレ補正部 1 1 1 に係る駆動速度の変化が急峻なることを説明した。本実施形態の場合、図 2 ( A ) 乃至 ( D ) に示す出力信号 O u t 1 \_ 1 , O u t 1 \_ 2 または O u t 2 \_ 1 , O u t 2 \_ 2 に対して、敏感度演算部 1 0 4 および敏感度演算部 1 0 8 にて敏感度が乗算される。乗算結果はリミッタ 1 0 6 , 1 1 0 を介して第 1 像ブレ補正部 1 0 7 および第 2 像ブレ補正部 1 1 1 にそれぞれ供給される。そのため、図 6 ( A ) および ( B ) に示す実線のグラフにて、時刻 T 1 0 に示すような急峻な変化が生じると、第 1 像ブレ補正部 1 0 7 , 第 2 像ブレ補正部 1 1 1 がステップ駆動されることとなる。その結果、高周波角度信号と低周波角度信号との切替時に映像が動いてしまうことが避けられない。特に像ブレ補正部が、図 4 ( A ) および ( B ) に示すような機械的に可動部が動く構成を有する場合、ステップ駆動の瞬間だけでなく、駆動後も暫くの間、リンギングによって映像が動き続ける現象が生じる可能性がある。

## 【 0 0 3 7 】

そこで、本実施形態において、第 1 実施形態の場合と同様、( 式 3 ) および ( 式 6 ) に示したように、周波数分離部 1 0 3 の内部の一時記憶部に保持されるフィルタ中間値の書き換え処理が行われる。これによって、図 6 ( C ) および ( D ) に示すように、周波数分離部 1 0 3 にて高周波角度信号と低周波角度信号との切替時に信号を滑らかにつなぐことができる。即ち、第 1 像ブレ補正部 1 0 7 および第 2 像ブレ補正部 1 1 1 がステップ駆動されることによって映像に不自然な動きが生じる現象を防止できる。

## 【 0 0 3 8 】

本実施形態に係る像ブレ補正装置においては、周波数分離部 1 0 3 の前に積分部 1 2 1 が配置され、角度信号または位置信号を高周波成分および低周波成分に分離する処理が行われる。周波数分離部 1 0 3 にて第 1 像ブレ補正部 1 0 7 と第 2 像ブレ補正部 1 1 1 に対する高周波角度信号と低周波角度信号の出力先の切替を行う際、切替前後で信号が連続的になるように、フィルタ中間値が更新される。フィルタとは周波数分離部 1 0 3 が有する H P F または L P F である。本実施形態によれば、第 1 像ブレ補正部 1 0 7 と第 2 像ブレ補正部 1 1 1 に係る高周波数帯域での補正と低周波数帯域での補正との割り当てを変更する際に、信号を滑らかに切り替えることで良好な像ブレ補正性能を実現できる。

## 【 0 0 3 9 】

## [ 第 3 実施形態 ]

次に、本発明の第 3 実施形態を説明する。本実施形態に係る像ブレ補正装置の構成は図 1 に示す第 1 実施形態の場合と同様であるが、周波数分離部 1 0 3 の内部構成が図 2 とは異なり、図 8 に示す構成である。

図 8 ( A ) にて、周波数分離部 1 0 3 に対する入力信号は H P F 3 1 1 H および減算部 3 1 2 で処理される。入力信号を H P F 3 1 1 H に通した後の出力信号が高周波角速度信号であり、減算部 3 1 2 が入力信号から H P F 3 1 1 H の出力を減算した出力信号が低周波角速度信号である。また、図 8 ( B ) にて、周波数分離部 1 0 3 に対する入力信号は L P F 3 1 1 L および減算部 3 1 2 で処理される。入力信号を L P F 3 1 1 L に通した後の

10

20

30

40

50

出力信号が低周波角速度信号であり、減算部 3 1 2 が入力信号から L P F 3 1 1 L の出力を減算した出力信号が高周波角速度信号である。

【 0 0 4 0 】

本実施形態において、周波数分離制御部 1 1 2 は、第 1 像ブレ補正部 1 0 7 と第 2 像ブレ補正部 1 1 1 により、高周波数帯域での補正と低周波数帯域での補正とを切り替える際、周波数分離部 1 0 3 内部のフィルタの特性を、H P F と L P F との間に入れ替える。即ち、図 8 に示す H P F 3 1 1 H と L P F 3 1 1 L とを相互に入れ替える処理が実行される。これによって、敏感度演算部 1 0 4 への出力信号 O u t 3 \_ 1 と敏感度演算部 1 0 8 への出力信号 O u t 3 \_ 2 について、高周波角速度信号と低周波角速度信号との間で切り替えることができる。

10

【 0 0 4 1 】

H P F 3 1 1 H や L P F 3 1 1 L は、図 3 に示すような一般的な I I R フィルタの構成を有する。I I R フィルタを H P F として構成するか、または L P F として構成するかについては、ゲイン係数  $a$  ,  $b$  ,  $c$  の値を変更することにより実現できる。つまり、図 3 の構成例において H P F を構成する場合のゲイン係数を、 $a = H P F \_ a$  ,  $b = H P F \_ b$  ,  $c = H P F \_ c$  とし、L P F を構成する場合のゲイン係数を、 $a = L P F \_ a$  ,  $b = L P F \_ b$  ,  $c = L P F \_ c$  とする。これらのゲイン係数を相互に入れ替えることによって、図 8 ( A ) に示すハイパスフィルタ特性の状態と、図 8 ( B ) に示すローパスフィルタ特性の状態との間で相互変換を行うことができる。

【 0 0 4 2 】

フィルタの特性を L P F と H P F との間に入れ替えることによって、高周波数帯域での像ブレ補正と低周波数帯域での像ブレ補正を、第 1 像ブレ補正部 1 0 7 と第 2 像ブレ補正部 1 1 1 に対して入れ替える場合には、図 6 ( A ) および ( B ) に示す問題が生じる。ただし、図 6 の縦軸については「O u t 1 \_ 1 又は O u t 2 \_ 1 」を「O u t 3 \_ 1 」と読み替え、「O u t 1 \_ 2 又は O u t 2 \_ 2 」を「O u t 3 \_ 2 」と読み替えて、以下に説明する。

20

図 6 ( A ) および ( B ) において、時刻 0 から時刻 T 1 0 までの期間中、周波数分離部 1 0 3 は図 8 ( B ) に示す状態である。つまり、信号 O u t 3 \_ 1 は低周波角速度信号であり、信号 O u t 3 \_ 2 は高周波角速度信号である。図 6 ( A ) および ( B ) に示す実線のグラフは、時刻 T 1 0 において周波数分離制御部 1 1 2 によって、高周波角速度信号と低周波角速度信号との入れ替えが行われた場合の信号変化を示す。また、点線のグラフは上記信号の入れ替えが行われなかった場合の信号変化を示す。

30

【 0 0 4 3 】

信号 O u t 3 \_ 1 は、積分部 1 0 5 で積分された後に駆動目標位置として第 1 像ブレ補正部 1 0 7 に供給される。つまり、積分前の信号 O u t 3 \_ 1 は、第 1 像ブレ補正部 1 0 7 の駆動速度を示す。同様に、信号 O u t 3 \_ 2 は第 2 像ブレ補正部 1 1 1 の駆動速度を示す。図 6 ( A ) に実線グラフでは、時刻 T 1 0 にて L P F 3 1 1 L を H P F 3 1 1 H に切り替えた瞬間に、信号の大きさが急峻に変化している。これによって、第 1 像ブレ補正部 1 0 7 および第 2 像ブレ補正部 1 1 1 の駆動速度が大きく変化する。このため、第 1 像ブレ補正部 1 0 7 および第 2 像ブレ補正部 1 1 1 が駆動速度の変化に追従し得ない場合、そのときの追従誤差によって撮影画像に影響を及ぼす現象が生じる可能性がある。

40

【 0 0 4 4 】

このような現象を回避するために、周波数分離制御部 1 1 2 は、信号 O u t 3 \_ 1 , O u t 3 \_ 2 について、高周波角速度信号と低周波角速度信号とを入れ替えたときに、入れ替えた後の各信号が連続的になるように制御を行う。つまり、第 1 実施形態の場合と同様、L P F 3 1 1 L または H P F 3 1 1 H のフィルタ中間値を書き換える処理が行われる。例えば、図 8 ( B ) の状態から図 8 ( A ) の状態への切替を行う場合、切替前のフィルタはローパスフィルタ特性、L P F 3 1 1 L として機能しており、切替後にはハイパスフィルタ特性、H P F 3 1 1 H として機能する。よって周波数分離制御部 1 1 2 は、切替が行われる直前の L P F 3 1 1 L の出力と、切替後の H P F 3 1 1 H の出力とが略一致するよ

50

うに制御を行う。この切替直前のLPF311Lの出力を、図6(A)に示したMID1とする。切替後のHPF311Hの出力がMID1から変化するように、フィルタ中間値を以下の式に従って書き換える処理が行われる。

【0045】

$$Z[n-1] = (MID1 - HPF\_b \cdot FIL\_IN[n-1]) / (HPF\_a \cdot HPF\_b + HPF\_c) \dots (式8)$$

このとき、(式4)および(式5)と同様の計算を行うと、以下の式となる。

$$FIL\_OUT[n] = MID1 + HPF\_b \cdot (FIL\_IN[n] - FIL\_IN[n-1]) \dots (式9)$$

(式9)より、左辺に示すHPF311Hの出力は、MID1と、周波数分離部103への入力信号の1サンプリング期間の変化分(入力信号の差分)に係数HPF\_bを乗算した数値とを加算した値となる。フィルタ演算が行われるサンプリング周波数は、像ブレ補正装置100に加えらるる振れ周波数よりも、十分小さい値に設定される。このため、入力信号の差分も小さな値となり、上記切替が行われる前後で信号Out3\_1は連続的な信号となる。信号Out3\_2についても、周波数分離部103への入力信号からHPF311Hの出力を減算した信号であるため、同様に上記切替の前後で連続的な信号となる。

【0046】

一方、図8(A)の状態から図8(B)の状態に切替を行う場合も同様に、フィルタ中間値を下式に従って書き換えることによって、切替の前後で連続的な信号にすることができる。

$$Z[n-1] = (MID1 - LPF\_b \cdot FIL\_IN[n-1]) / (LPF\_a \cdot LPF\_b + LPF\_c) \dots (式10)$$

フィルタ中間値の書き換え処理を行った場合における、信号Out3\_1, Out3\_2の時間的变化は、図6(C)および(D)に示すグラフとなる。図6(C)および(D)では、時刻T10において、図8(B)から図8(A)の状態への切り替え時に不連続は生じず、切替の前後で信号が滑らかにつながっている。時刻T10で高周波角速度信号と低周波角速度信号の切替を行った後には、HPF311Hの時定数に従って徐々に信号レベルが変化し、フィルタ中間値の書き換えによって生じたオフセット成分は収束していく。このオフセット成分の変化はHPF311Hの時定数によって調整可能である。したがって、前記実施形態の場合と同様、第1像ブレ補正部107および第2像ブレ補正部111の追従誤差が映像に及ぼす影響に起因する現象の発生を防止できる。

【0047】

第3実施形態では、第1像ブレ補正部107と第2像ブレ補正部111に対する高周波角速度信号と低周波角速度信号の切替を、周波数分離部103が有するフィルタ特性の変更により行う。即ち、HPF311HとLPF311Lとの間で相互の切り替えが行われる。これによって、簡単な構成で第1像ブレ補正部107と第2像ブレ補正部111に対する高周波角速度信号と低周波角速度信号の切替を行える。更に、切替の際にはHPFまたはLPFのフィルタ中間値を変更する処理が行われる。よって、第1像ブレ補正部107と第2像ブレ補正部111による、高周波数帯域での補正と低周波数帯域での補正について割り当てを変更する際、信号を滑らかに切り替えて良好な像ブレ補正性能を実現することができる。

【0048】

[第4実施形態]

次に、本発明の第4実施形態を説明する。本実施形態に係る像ブレ補正装置の構成は図7のブロック図に示す通りであり、周波数分離部103の構成は図8のブロック図に示す通りである。また、図6(A)乃至(D)を参照する場合、縦軸の「Out1\_1又はOut2\_1」を「Out3\_1」と読み替え、「Out1\_2又はOut2\_2」を「Out3\_2」と読み替えるものとする。

【0049】

本実施形態と第3実施形態との差異は、速度情報を角度情報または位置情報に変換するための積分部121(図7参照)が、周波数分離部103の前に位置する点である。第3実施形態では、図6(A)および(B)に示す実線のグラフにおいて時刻T10での信号

の不連続性について、第1像ブレ補正部107、第2像ブレ補正部111の速度変化が急峻になることを説明した。本実施形態では、図8(A)または(B)での出力信号Out3\_1、Out3\_2に対して、敏感度演算部104および敏感度演算部108が敏感度をそれぞれ乗算する。これらの演算結果は、リミッタ106、110を介して第1像ブレ補正部107および第2像ブレ補正部111にそれぞれ供給される。そのため、図6(A)および(B)の実線のグラフにて時刻T10で急峻な変化が生じると、第1像ブレ補正部107、第2像ブレ補正部111がステップ駆動されることとなる。その結果、高周波角度信号と低周波角度信号との切替時に映像が動いてしまう可能性がある。

#### 【0050】

そこで、本実施形態では、周波数分離部103内部のLPFとHPFとの切替の際に、第実施形態の場合と同様に(式8)および(式10)に示した、フィルタ中間値の書き換えを行う。これによって、図6(C)および(D)に示すように、周波数分離部103における高周波角度信号と低周波角度信号との切替時に信号を滑らかにつなぐことができる。したがって第1像ブレ補正部107および第2像ブレ補正部111がステップ駆動されることで映像の動きが見えてしまう現象の発生を防止できる。

#### 【0051】

本実施形態では、周波数分離部103の前段に積分部を配置した構成の像ブレ補正装置において、周波数分離部103が有するフィルタの特性をHPFとLPFとの間で切り替える際、HPFまたはLPFのフィルタ中間値を変更する。切替の前後で信号が連続的になるので、第1像ブレ補正部107と第2像ブレ補正部111による、高周波数帯域での補正と低周波数帯域での補正の割り当てを変更する際、信号が滑らかにつながり、良好な像ブレ補正性能を実現することができる。

#### 【0052】

##### [第5実施形態]

次に、本発明の第5実施形態を説明する。図9は、本実施形態に係る像ブレ補正装置130の構成例を示すブロック図である。図9の構成と図1の構成との相違点は下記の通りである。

- ・ズーム制御部131が追加されていること。
- ・周波数分離制御部112は、ズーム制御部131から情報を取得し、積分部105、109またはリミッタ106、110、あるいは両方を制御すること。

本実施形態では、像ブレ補正装置130を搭載した撮像装置がズーミング動作中である場合、第1像ブレ補正部107と第2像ブレ補正部111による、高周波数帯域での補正と低周波数帯域での補正の割り当てを切り替える処理について説明する。

#### 【0053】

ズーム制御部131は、ズームレンズの位置検出情報に基づいて、像ブレ補正装置130を搭載した撮像装置がズーミング動作中であるか否かを判定する。判定の結果、撮像装置がズーミング動作中である場合、ズーム制御部131は周波数分離制御部112に対してズーミング動作中であることを通知する。周波数分離制御部112は、この通知に従って積分部105、109、さらにはリミッタ106、110を制御する。

#### 【0054】

図10(A)は、周波数分離制御部112が行う処理の流れを示したフローチャートである。本処理は、所定の時間間隔(例えば60分の1秒等)で繰り返し行われる。

S200で周波数分離制御部112はズーム制御部131から情報を取得し、撮像装置がズーミング動作中であるか否かを判定する。周波数分離制御部112は、ズーム制御部131からの位置検出情報等に基づいてズーミング動作中と判定した場合、S201に処理を進め、ズーミング動作中ではないと判定した場合にはS204に移行する。

#### 【0055】

S201で周波数分離制御部112は、積分部105、109のうち、低周波数帯域での補正に割り当てられている方の積分部の時定数を短くする。ズーミング動作時には撮影者により、撮像装置のズーム操作部材が操作されるので、低周波数帯域のブレが生じ易い

10

20

30

40

50

。そのため、低周波数帯域での補正を、ズーミング動作中でない状態と同様に行った場合、補正部材（補正レンズ等）が補正可能限界に達してしまう可能性が高くなる。これを防ぐために、ズーミング動作中には、低周波数帯域での補正量算出用の積分部の時定数を短くする処理が実行される。時定数を小さくすることは、できるだけ補正しないように第1補正量または第2補正量を低減させて補正効果を抑制する作用をもつ。なお、積分部の時定数を短くする処理例に限らず、他の方法を採用してもよい。例えば、低周波数帯域での補正を停止する方法等のように、補正部材が補正可能限界に到達してしまうことを防止する処理であれば、如何なる処理を行ってもよい。S 2 0 1 の処理の後、S 2 0 2 に進む。

【 0 0 5 6 】

S 2 0 2 は、第1像ブレ補正部 1 0 7 と第2像ブレ補正部 1 1 1 による、低周波数帯域での補正と高周波数帯域での補正の切替、つまり周波数割り当ての切替を、周波数分離部 1 0 3 に対して行うか否かの判定処理である。本判定処理では、第1実施形態にて図5を用いて説明したように、撮像装置のズーム倍率が変化することによって、第1像ブレ補正部 1 0 7 と第2像ブレ補正部 1 1 1 との間で補正可能量の大きさの比率が逆転した際、肯定的判定結果（Y e s）が下される。S 2 0 2 にて周波数の割り当てを切り替えることが判定された場合、S 2 0 3 の処理に進み、切り替えないことが判定された場合には処理を終了する。S 2 0 3 で周波数分離制御部 1 1 2 は、周波数分離部 1 0 3 に対して高周波数帯域と低周波数帯域の切替を行うかどうかを示すフラグ（C H A N G E \_ F L A G）をセットして、本処理を終了する。

【 0 0 5 7 】

一方、S 2 0 4 で周波数分離制御部 1 1 2 は、C H A N G E \_ F L A G がセットされているか否かを判定する。S 2 0 4 で C H A N G E \_ F L A G がセットされていない場合、本処理は終了となる。また S 2 0 4 で C H A N G E \_ F L A G がセットされている場合、S 2 0 5 に処理を進め、第1像ブレ補正部 1 0 7 と第2像ブレ補正部 1 1 1 に対する低周波数帯域での補正と高周波数帯域での補正の切替処理が実行される。S 2 0 5 の後に S 2 0 6 に進み、C H A N G E \_ F L A G がリセットされた後に本処理を終了する。

【 0 0 5 8 】

次に、図10（A）の処理を行った場合の効果について、図11を参照して説明する。図11（A）および（C）では、横軸を時間軸とし、積分部 1 0 5 の出力信号の時間的変化を示す。また、図11（B）および（D）では、横軸を時間軸とし、積分部 1 0 9 の出力信号の時間的変化を示す。図11（A）乃至（D）では、時刻 T 3 0 から時刻 T 3 2 までの期間に撮像装置のズーミング動作が行われ、それ以外の期間ではズーミング動作が行われていないものとする。

【 0 0 5 9 】

図11（A）および（B）は、図10（A）で説明した処理を行わない場合の、積分部 1 0 5 , 1 0 9 の各出力変化を示す。時刻 0 から時刻 T 3 1 までの期間中、第1像ブレ補正部 1 0 7 によって低周波数帯域での補正を行い、時刻 T 3 1 以降には高周波数帯域での補正を行った場合を説明する。時刻 T 3 0 でズーミング動作が開始すると、低周波数帯域での補正量を算出する積分部 1 0 5 の時定数を設定値よりも短くする処理が実行される。このため、時刻 T 3 0 から時刻 T 3 1 にかけて積分部 1 0 5 の出力はゼロに収束する。時刻 T 3 1 は、第1像ブレ補正部 1 0 7 と第2像ブレ補正部 1 1 1 との間で補正可能量の大きさの比率に逆転が生じるタイミングを示す。つまり時刻 T 3 1 にて、低周波数帯域と高周波数帯域での補正の割り当てが切り替わる。時刻 T 3 1 以降、第2像ブレ補正部 1 1 1 によって低周波数帯域での補正が行われる。このため、積分部 1 0 5 の時定数を元の設定値に戻し、積分部 1 0 9 の時定数を短くする処理が実行される。これによって、時刻 T 3 1 から時刻 T 3 2 にかけて積分部 1 0 9 の出力がゼロに収束していく。そして、時刻 T 3 2 でズーミング動作が終了すると、積分部 1 0 9 の時定数を元の設定値に戻す処理が行われ、第2像ブレ補正部 1 1 1 による低周波数帯域での像ブレ補正が行われる。

【 0 0 6 0 】

図10（A）の処理を行わない場合には、ズーミング動作の開始直後に低周波数帯域で

10

20

30

40

50

の補正を行っている像ブレ補正部を、その補正可能範囲に中心位置に戻す制御が行われる。その後のズーミング動作中に低周波数帯域での補正と高周波数帯域での補正の切替を行った直後には、新たに低周波数帯域での補正を行う像ブレ補正部を、その補正可能範囲の中心位置に戻す制御が行われる。この場合、ズーミング動作中に撮影者が意図しない画像の動きが複数回発生すると、撮影者に違和感を与える可能性がある。

#### 【 0 0 6 1 】

これに対して、図 1 0 ( A ) の処理を行った場合の積分部 1 0 5 , 1 0 9 の各信号変化を図 1 1 ( C ) および ( D ) に示す。図 1 1 ( C ) および ( D ) にて、時刻 T 3 1 は、低周波数帯域と高周波数帯域での補正の割り当てを切り替えるタイミングを示している。しかし、図 1 0 ( A ) の S 2 0 2、S 2 0 3 の処理により、ズーミング動作中には周波数の割り当ての切替が行われず、そしてズーミング動作が終了する時刻 T 3 2 において、S 2 0 5 の処理によって、第 1 像ブレ補正部 1 0 7 と第 2 像ブレ補正部 1 1 1 に対する周波数の割り当ての切替が行われる。

10

図 1 0 ( A ) の処理においては、ズーミング動作中に周波数割り当ての切替を行わず、ズーミング動作の終了後に切替を行うので、撮影者が意図しない画像の動きが発生するタイミングを、ズーム動作終了の直後のみに限定することができる。よって、複数回の画像の動きによって撮影者に違和感を与えてしまうことを回避できる。

#### 【 0 0 6 2 】

本実施形態においては、第 1 像ブレ補正部 1 0 7 と第 2 像ブレ補正部 1 1 1 に対する高周波角速度信号と低周波角速度信号の出力先の切替を、ズーミング動作の終了後に行う。第 1 像ブレ補正部 1 0 7 と第 2 像ブレ補正部 1 1 1 による、高周波数帯域での補正と低周波数帯域での補正の割り当てを変更する際、信号を滑らかに切り替えて良好な像ブレ補正性能を実現することができる。

20

#### 【 0 0 6 3 】

次に、図 1 0 ( B ) および図 1 2 を参照して、本実施形態の変形例を説明する。変形例では周波数分離制御部 1 1 2 が積分部 1 0 5 , 1 0 9 およびリミッタ 1 0 6 , 1 1 0 を制御する。

図 1 0 ( B ) は、周波数分離制御部 1 1 2 が行う処理の流れを示したフローチャートである。図 1 0 ( A ) に対して追加した S 2 1 0 および S 2 1 1 の処理を主に説明する。

S 2 0 0 でズーミング動作中と判定された場合、S 2 0 1 の後で S 2 1 0 に処理を進める。S 2 1 0 で周波数分離制御部 1 1 2 はリミッタ 1 0 6 , 1 1 0 の設定値 ( 上限値 ) を変更する。各リミッタの設定値については、ズーム位置毎に予め決められた設定値に比べて、高周波数帯域での補正用リミッタの設定値が大きい値に変更され、低周波数帯域での補正用リミッタの設定値が小さい値に変更される。

30

#### 【 0 0 6 4 】

また、S 2 0 0 でズーミング動作中でない判定された場合、S 2 1 1 に処理を進める。S 2 1 1 では、S 2 1 0 の処理によってズーミング動作中のリミッタの設定値の変更が行われていた場合に、リミッタ 1 0 6 , 1 1 0 の設定値をズーム位置毎に決められた本来の設定値に戻す処理が行われる。S 2 1 1 の後、S 2 0 4 に処理を進める。

次に、図 1 0 ( B ) の処理を行った場合の効果について、図 1 2 を参照して説明する。図 1 2 ( A ) および ( C ) では、横軸を時間軸とし、積分部 1 0 5 の出力信号 ( 細線 ) とリミッタ 1 0 6 の設定値 ( 太線 ) の時間的变化を示す。また、図 1 2 ( B ) および ( D ) は、横軸を時間軸とし、積分部 1 0 9 の出力信号 ( 細線 ) とリミッタ 1 1 0 の設定値 ( 太線 ) の時間的变化を示す。図 1 2 ( A ) 乃至 ( D ) では、時刻 T 4 0 から時刻 T 4 1 までの期間にズーミング動作が行われ、それ以外の期間ではズーミング動作が行われていないものとする。また、時刻 0 から時刻 T 4 1 までの期間には、第 1 像ブレ補正部 1 0 7 により低周波数帯域での補正を行い、第 2 像ブレ補正部 1 1 1 により高周波数帯域での補正を行い、時刻 T 4 1 にて周波数の割り当ての切替が行われるものとする。

40

#### 【 0 0 6 5 】

図 1 2 ( A ) および ( B ) は、図 1 0 ( B ) の処理を行わない場合の、積分部 1 0 5 ,

50

109の各出力とリミッタ106, 110の各設定値の変化を示す。図12(B)に示すように、時刻0から時刻T41までの期間中、高周波数帯域での補正を行う第2像ブレ補正部111の補正可能範囲、つまりリミッタ110の設定値は、ズーム動作中に一旦小さくなる。その後リミッタ110の設定値が大きくなる。この例では、リミッタ110の設定値が小さくなったときに、積分部109の出力がリミッタ110の設定値よりも大きくなってしまふ。そのため、高周波数帯域側の補正が正しく行われなくなる可能性がある。

#### 【0066】

これに対して、図10(B)の処理を行った場合の、各リミッタの設定値の変化を図12(C)および(D)に示す。太線で示す実線のグラフは、リミッタ106, 110の各設定値の時間的变化を示している。また点線のグラフは、ズーム位置毎に決められた、リミッタ106, 110の各設定値の変化を示している。図10(B)のS210の処理によって、リミッタ106, 110の各設定値が実線のグラフで示すように変化する。

時刻T40から、低周波数帯域側での補正を行う第1像ブレ補正部107の補正目標位置となる、積分部105の出力は、図12(C)にて細線で示す実線のグラフのように、ゼロに向かって収束していく。そのため、リミッタ106の設定値については、図12(C)にて太線で示す実線のグラフのように、S210の処理でズーム位置毎に決められた設定値より小さくしても、積分部105の出力に変化はない。一方、リミッタ110の設定値については、リミッタ106の設定値を小さく制限した分だけ大きくすることができる。つまり、図12(D)にて太線で示すグラフのように、ズーム動作中(時刻T40からT41までの期間)において、S210の処理によってリミッタ110の設定値が、ズーム位置毎に決められた設定値よりも大きくなるように変更される。したがって、図12(B)で説明した、積分部109の出力がリミッタ110の設定値よりも大きくなってしまふことを防止し、高周波数帯域での補正を正しく行うことができる。

#### 【0067】

第5実施形態の変形例では、ズーム動作中、低周波数帯域での補正を行う像ブレ補正部のリミッタの設定値を小さくし、かつ高周波数帯域での補正を行う像ブレ補正部のリミッタの設定値を大きくする制御を行う。これによって、高周波数帯域での補正を行う像ブレ補正部について、ズーム位置毎に決められた補正可能範囲がズーム動作中に小さくなるような場合に当該像ブレ補正部が補正可能限界に到達することを回避できる。

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、本発明の要旨を逸脱しない様々な形態も本発明の技術的範囲に含まれる。上述の実施形態の一部を適宜組み合わせてもよい。

#### 【符号の説明】

#### 【0068】

- 100, 120, 130 像ブレ補正装置
- 101 角速度センサ
- 103 周波数分離部
- 105, 109, 121 積分部
- 107 第1像ブレ補正部
- 111 第2像ブレ補正部
- 112 周波数分離制御部
- 131 ズーム制御部

10

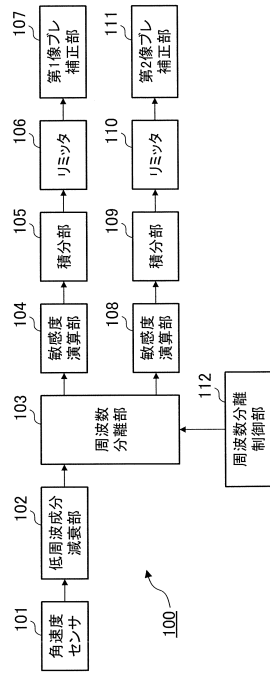
20

30

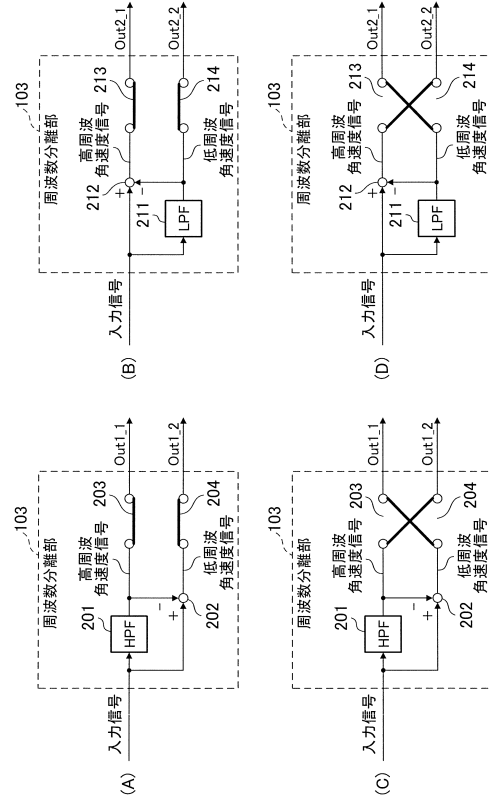
40



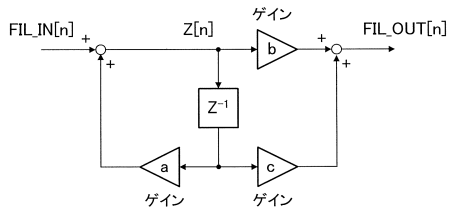
【図 1】



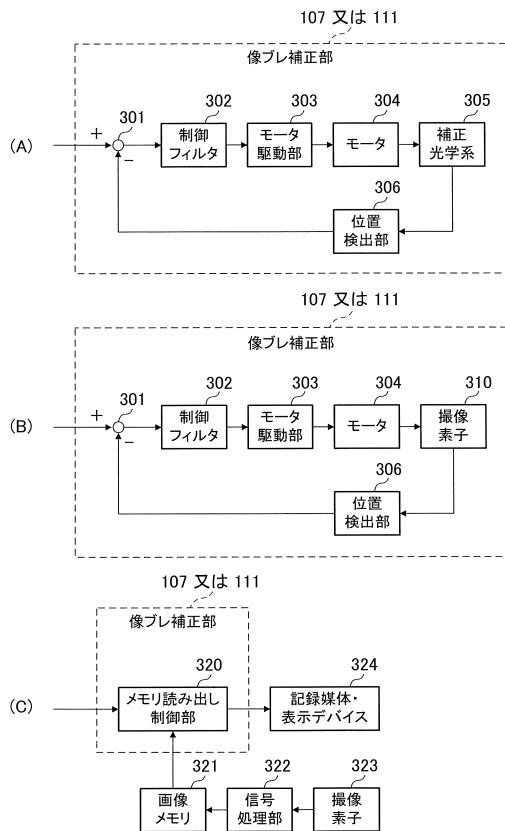
【図 2】



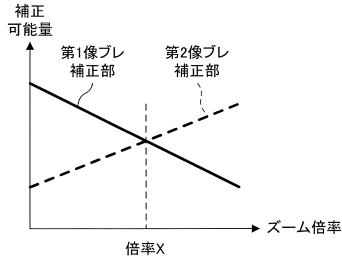
【図 3】



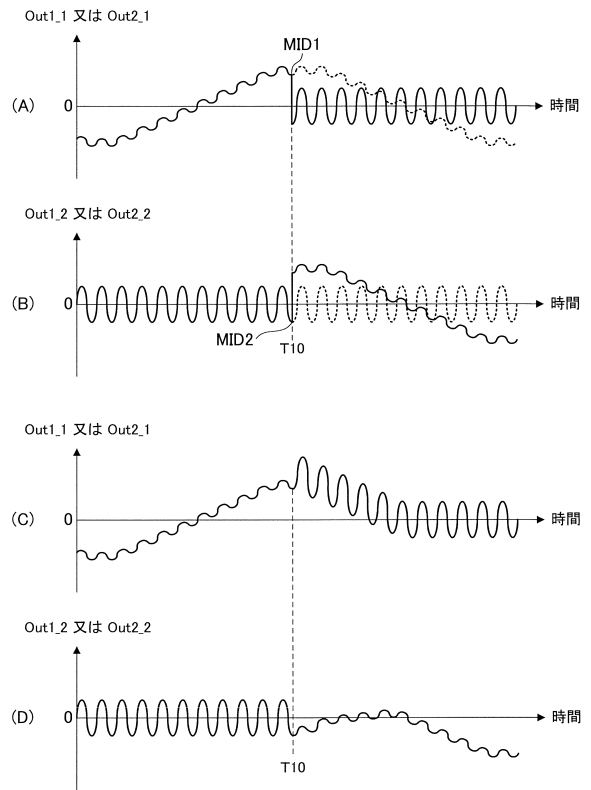
【図 4】



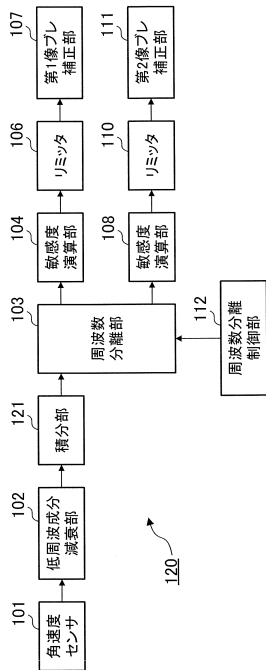
【図5】



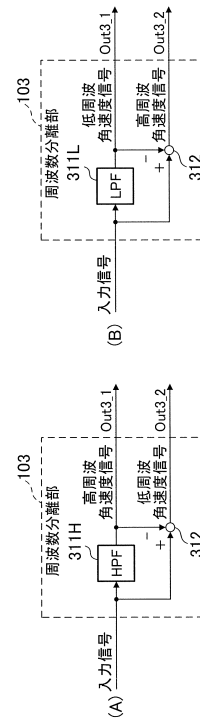
【図6】



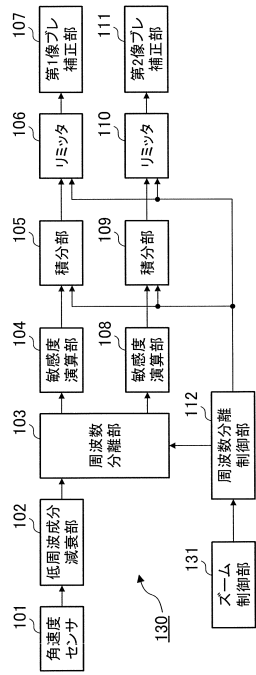
【図7】



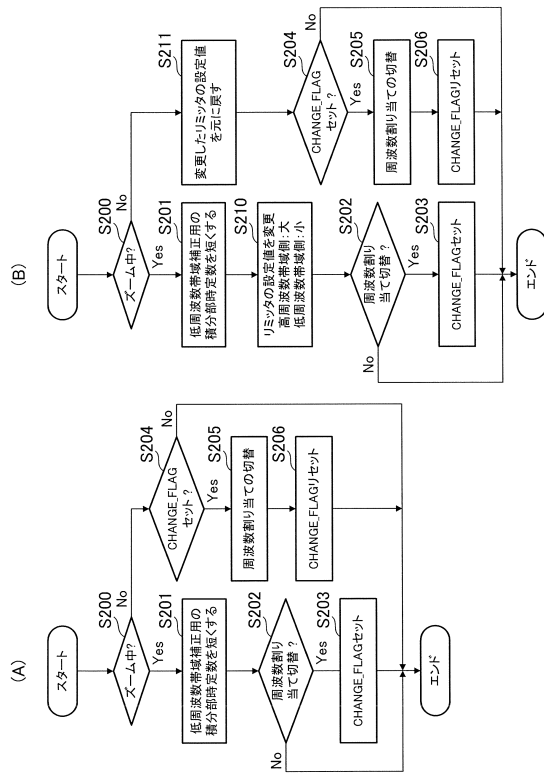
【図8】



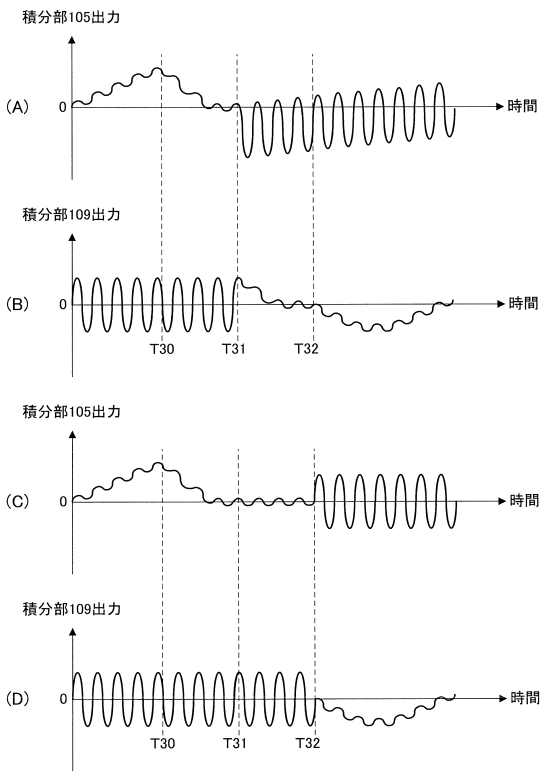
【図9】



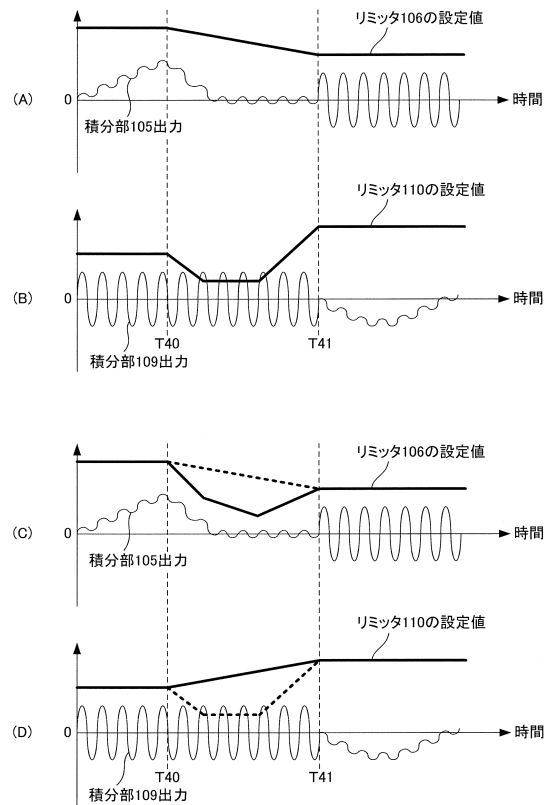
【図10】



【図11】



【図12】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-004370(JP,A)  
特開2009-272890(JP,A)  
特開2009-217076(JP,A)  
特開2008-107646(JP,A)  
特開平07-123317(JP,A)  
特開平09-163215(JP,A)  
特開2008-281925(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/222 - 5/257  
G03B 5/00