

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第6178573号  
(P6178573)

(45) 発行日 平成29年8月9日 (2017.8.9)

(24) 登録日 平成29年7月21日 (2017.7.21)

(51) Int.Cl.

F I

HO 4 N 5/232 (2006.01)

GO 3 B 5/00 (2006.01)

HO 4 N 5/232 4 8 0

GO 3 B 5/00 J

請求項の数 11 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2012-286174 (P2012-286174)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成24年12月27日 (2012.12.27)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2014-128017 (P2014-128017A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成26年7月7日 (2014.7.7)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成27年12月21日 (2015.12.21)		弁理士 大塚 康德
		(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】 像ブレ補正装置及びその制御方法、プログラム、記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

装置の振れを検出する振れ検出手段の出力に対して、周波数帯域制限を行う第1のフィルタと、

前記振れ検出手段の出力に対して、前記第1のフィルタよりも高次のフィルタ演算を行う第2のフィルタと、

前記第1のフィルタの演算結果と前記第2のフィルタの演算結果のうち、いずれか一方の演算結果を選択する選択手段と、

前記選択手段によって選択された前記演算結果に基づいて、積分演算を含む振れ補正量演算を行う補正量演算手段と、

撮像装置の撮像方向を変更する動作が行われているか否かを判定する判定手段と、

前記判定手段により、前記撮像装置が撮像方向を変更する動作を行っている状態から、前記撮像方向を変更する動作が終了したと判定される状態に移移するとき、前記選択手段を、前記第2のフィルタの演算結果を選択している第1の状態から、前記第1のフィルタの演算結果を選択している第2の状態に切り替え、該第2の状態に切り替えてから所定時間後に、該第2の状態から、前記第1の状態よりもカットオフ周波数を低くした第2のフィルタの演算結果を選択している第3の状態に切り替えるように制御する制御手段と、

を備えることを特徴とする像ブレ補正装置。

【請求項 2】

前記判定手段は、前記第 2 のフィルタの演算結果の絶対値が所定値より大きく、かつ、該演算結果が、前記撮像方向を変更する動作によって、前記振れ検出手段の出力が変動したときの符号とは逆符号であるとき、前記撮像装置の撮像方向を変更する動作が終了したと判定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】

前記判定手段は、前記第 1 のフィルタ又は前記第 2 のフィルタの入力と出力との差分が第 1 の閾値より小さいとき、前記撮像装置の撮像方向を変更する動作が終了したと判定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 4】

前記判定手段は、前記第 1 のフィルタ又は前記第 2 のフィルタの入力と出力との差分が第 2 の閾値より大きいとき、前記撮像装置が撮像方向を変更する動作を行っているとして判定することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の像ブレ補正装置。

10

【請求項 5】

装置の振れを検出する振れ検出手段の出力に対して、第 1 のフィルタにより周波数帯域制限を行う第 1 のフィルタ工程と、

前記振れ検出手段の出力に対して、前記第 1 のフィルタよりも高次の第 2 のフィルタによりフィルタ演算を行う第 2 のフィルタ工程と、

前記第 1 のフィルタの演算結果と前記第 2 のフィルタの演算結果のうち、いずれか一方の演算結果を選択する選択工程と、

前記選択工程によって選択された前記演算結果に基づいて、積分演算を含む振れ補正量演算を行う補正量演算工程と、

20

撮像装置の撮像方向を変更する動作が行われているか否かを判定する判定工程と、

前記判定工程により、前記撮像装置が撮像方向を変更する動作を行っているとして判定されている状態から、前記撮像方向を変更する動作が終了したと判定される状態に遷移するとき、前記選択工程を、前記第 2 のフィルタの演算結果を選択している第 1 の状態から、前記第 1 のフィルタの演算結果を選択している第 2 の状態に切り替え、該第 2 の状態に切り替えてから所定時間後に、該第 2 の状態から、前記第 1 の状態よりもカットオフ周波数を低くした第 2 のフィルタの演算結果を選択している第 3 の状態に切り替えるように制御する制御工程と、

を有することを特徴とする像ブレ補正装置の制御方法。

30

【請求項 6】

請求項 5 に記載の制御方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 7】

請求項 5 に記載の制御方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記憶したコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【請求項 8】

振れ検出手段の出力に対して、周波数帯域制限を行う第 1 のフィルタ演算の結果と前記第 1 のフィルタ演算よりも高次のフィルタ演算を行う第 2 のフィルタ演算の結果のうち、いずれか一方のフィルタ演算の結果を選択する選択手段と、

前記選択手段によって選択されたフィルタ演算の結果に基づいて、積分演算を含む振れ補正量演算を行う補正量演算手段と、

40

撮像装置の撮像方向を変更する動作が行われているか否かを判定する判定手段と、

前記判定手段により、前記撮像装置が撮像方向を変更する動作を行っているとして判定されている状態から、前記撮像方向を変更する動作が終了したと判定される状態に遷移するとき、前記選択手段を、前記第 2 のフィルタ演算の結果を選択している第 1 の状態から、前記第 1 のフィルタ演算の結果を選択している第 2 の状態に切り替え、該第 2 の状態に切り替えてから所定時間後に、該第 2 の状態から、前記第 1 の状態よりもカットオフ周波数を低くした第 2 のフィルタ演算の結果を選択している第 3 の状態に切り替えるように制御する制御手段と、

を備えることを特徴とする像ブレ補正装置。

50

**【請求項 9】**

振れ検出手段の出力に対して、周波数帯域制限を行う第 1 のフィルタ演算の結果と前記第 1 のフィルタ演算よりも高次のフィルタ演算を行う第 2 のフィルタ演算の結果のうち、いずれか一方のフィルタ演算の結果を選択する選択工程と、

前記選択工程によって選択されたフィルタ演算の結果に基づいて、積分演算を含む振れ補正量演算を行う補正量演算工程と、

撮像装置の撮像方向を変更する動作が行われているか否かを判定する判定工程と、

前記判定工程により、前記撮像装置が撮像方向を変更する動作を行っていると判定されている状態から、前記撮像方向を変更する動作が終了したと判定される状態に遷移するとき、前記選択工程を、前記第 2 のフィルタ演算の結果を選択している第 1 の状態から、前記第 1 のフィルタ演算の結果を選択している第 2 の状態に切り替え、該第 2 の状態に切り替えてから所定時間後に、該第 2 の状態から、前記第 1 の状態よりもカットオフ周波数を低くした第 2 のフィルタ演算の結果を選択している第 3 の状態に切り替えるように制御する制御工程と、

を有することを特徴とする像ブレ補正装置の制御方法。

**【請求項 10】**

請求項 9 に記載の制御方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

**【請求項 11】**

請求項 9 に記載の制御方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記憶したコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、撮像装置の振れに起因する撮影画像の像振れを機械的、あるいは電子的に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。この点に着目し、このような装置の振れ等により生じた撮像画像の像振れを補正する像振れ補正機能が提案されている。

**【0003】**

像振れ補正機能においては、撮影者が意図的に撮像装置の撮影範囲を変更させるパンニング操作による画像の動きまでも補正してしまうと、撮影者のパンニング操作の妨げとなってしまう。そのため、撮像装置がパンニング状態であることを検出して、パンニングの動きを補正しないようにする機能が種々提案されている。例えば特許文献 1 では、次のような像振れ補正装置が開示されている。即ち、次数の異なる複数の H P F（ハイパスフィルタ）を有し、パンニング時には高次の H P F を選択し、パンニングで生じる低周波数帯域の振れ信号を減衰し、パンニング以外のときには、低次の H P F を選択し、低周波数帯域の振れ信号まで補正する。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0004】**

**【特許文献 1】** 特開 2 0 0 7 - 7 2 3 1 2 号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、上記従来例では以下のような問題点があった。即ち、上記従来例においては、像振れ補正装置を駆動する補正目標位置演算の最終段に、次数の異なる H P F の出力の切替を行うスイッチが配置されている。このような構成を採用すると、H P F の切替時に、次数の異なる H P F の出力同士の差分が画の動きとなって現れ、ピクツキが見えて

10

20

30

40

50

しまうという問題があった。

【 0 0 0 6 】

本発明は上述した課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、パンニング時の動きを補正してしまうことを防止しつつ、良好な像振れ補正効果を得ることができる撮像装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明に係わる像ブレ補正装置は、装置の振れを検出する振れ検出手段の出力に対して、周波数帯域制限を行う第1のフィルタと、前記振れ検出手段の出力に対して、前記第1のフィルタよりも高次のフィルタ演算を行う第2のフィルタと、前記第1のフィルタの演算結果と前記第2のフィルタの演算結果のうち、いずれか一方の演算結果を選択する選択手段と、前記選択手段によって選択された前記演算結果に基づいて、積分演算を含む振れ補正量演算を行う補正量演算手段と、撮像装置の撮像方向を変更する動作が行われているか否かを判定する判定手段と、前記判定手段により、前記撮像装置が撮像方向を変更する動作を行っている状態と判定されている状態から、前記撮像方向を変更する動作が終了したと判定される状態に遷移するとき、前記選択手段を、前記第2のフィルタの演算結果を選択している第1の状態から、前記第1のフィルタの演算結果を選択している第2の状態に切り替え、該第2の状態に切り替えてから所定時間後に、該第2の状態から、前記第1の状態よりもカットオフ周波数を低くした第2のフィルタの演算結果を選択している第3の状態に切り替えるように制御する制御手段と、を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、パンニング時の動きを補正してしまうことを防止しつつ、良好な像振れ補正効果を得ることができる撮像装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図1】本発明の撮像装置の実施形態としてのビデオカメラの構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施形態における、パンニング制御部108の処理を示すフローチャートである。

【図3】速度が遅いパンニング動作が行われているときの、像振れ補正動作を説明するためのグラフである。

【図4】本発明の第1の実施形態における、HPF106及びHPF107の周波数特性を示すボード線図である。

【図5】速度が速いパンニング動作が行われているときの、像振れ補正動作を説明するためのグラフである。

【図6】本発明の第2の実施形態における、パンニング制御部108の処理を示すフローチャートである。

【図7】本発明の第2の実施形態における、HPF107の周波数特性を示すボード線図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

以下、本発明の実施形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。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像振れ補正制御に関して説明を行い、他方向の像振れ補正制御は同様の制御であるため、説明を省略する。

【 0 0 1 1 】

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

【 0 0 1 2 】

振れ検出手段としての角速度センサ102は、例えばジャイロセンサであり、撮像装置

10

20

30

40

50

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アナログ信号からデジタル信号に変換(A/D変換)して、 $\mu$ COM101内部の基準値演算部104及び減算器105に供給する(以下、角速度センサ信号とする)。

#### 【0013】

角速度センサ102からの角速度センサ信号は、加えられる振動がゼロのときの出力が環境によって変動するものとする。角速度センサ102が撮像装置100の振れ量を検出した信号に、上記振動がゼロのときの出力変動が重畳された信号となっている。そこで基準値演算部104では、角速度センサ102に加えられる振動がゼロのときの角速度センサ信号、すなわち「基準値」を算出し、減算器105に供給する。ここで、基準値の演算には、角速度センサ信号の所定時間の平均値を用いる等、公知の方法を用いればよい。減算器105では、角速度センサ信号から基準値を減算した結果を、HPF(ハイパスフィルタ)106、HPF(ハイパスフィルタ)107、及びパンニング制御部108に供給する。減算器105の出力を、以下角速度信号とする。

10

#### 【0014】

周波数帯域制限を行うHPF106(第1のフィルタ)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、減算器105からの角速度信号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(ハイパスフィルタ演算)。HPF107(第2のフィルタ)は、HPF106と同様、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、減算器105からの角速度信号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。ただし、HPF107は、HPF106よりも高次のHPFを構成しており、同じカットオフ周波数であれば、カットオフ周波数以下の周波数帯域のゲインは、HPF107の方がHPF106よりも小さい。

20

#### 【0015】

HPF選択部109は、パンニング制御部108の指示に従って、HPF106の出力かHPF107の出力かのいずれか一方の信号を選択して、焦点距離演算部110に供給する。パンニング制御部108は、減算器105の出力、HPF106の出力、HPF107の出力から、撮像装置がパンニング状態(撮像方向を変更する動作状態)であるかどうかの判定を行う。そして、その判定結果に応じて、HPF106やHPF107の特性を変更したり、HPF選択部109の制御を変更する等の処理を行う。

30

#### 【0016】

補正光学系119は、例えば撮像光学系120の一部をなすシフトレンズであり、光軸に垂直方向に移動することによって光軸を偏向し、撮像画像のブレ像振れを光学的に補正する。撮像光学系120は、複数のレンズ群からなり、ズーミング、フォーカシング等の動作を行うことができる。撮像光学系120は、補正光学系119を通して、被写体像を撮像素子122に結像させる。ズームエンコーダ121は、撮像光学系120のズーム位置を検出し、 $\mu$ COM101内部の焦点距離演算部110に出力する。焦点距離演算部110では、ズームエンコーダ121の出力より撮像光学系120の焦点距離を算出し、補正光学系119を駆動するのに最適なゲインを、HPF選択部109の出力に対して乗算し、積分器111に供給する。積分器111は、HPF106またはHPF107からの出力を積分し(積分演算)、補正光学系119の目標駆動位置に変換し、減算器112に供給する。

40

#### 【0017】

位置検出部117は、補正光学系119の位置を検出する。そしてA/D変換器118は、位置検出部117からの出力をアナログ信号からデジタル信号へ変換(A/D変換)する。減算器112は、A/D変換器118にてデジタル化した補正光学系119の位置データを、積分器111の出力から減算し(補正量演算)、その結果である偏差データを制御フィルタ113に供給する。

#### 【0018】

制御フィルタ113は、偏差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

50

フィルタで構成されている。減算器 112 から供給された偏差データは、制御フィルタ 113 に供給される。制御フィルタ 113 は、減算器 112 から供給された偏差データに対して上記増幅器及び位相補償フィルタによる信号処理を行い、パルス幅変調部 114 に出力される。パルス幅変調部 114 は、制御フィルタ 113 を通過して供給されたデータを、パルス波のデューティ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 115 に供給する。

【0019】

モータ 116 は、補正光学系 119 の駆動用のボイス・コイル型モータである。モータ 116 は、モータ駆動部 115 から駆動制御されることにより、補正光学系 119 を光軸と垂直な方向に移動する。位置検出部 117 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 119 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 118 を介して、上述した減算器 112 に供給する。これによって、積分器 111 の出力に対して補正光学系 119 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。

【0020】

補正光学系 119 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（結像位置を移動させる）、光学的に振れ補正可能な補正系である。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 122 に結像される。

【0021】

撮像素子 122 は、撮像光学系 120 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 123 に供給する。信号処理部 123 は、撮像素子 122 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、撮像装置の液晶モニタや外部モニタに映像を表示させるための出力端子等に出力量する。

【0022】

（第 1 の実施形態）

図 2（a）は、本発明の第 1 の実施形態におけるパンニング制御部 108 の処理の流れを示したフローチャートである。以下、図 2（a）のフローチャートを用いて、パンニング制御部 108 の処理について説明する。図 2（a）のフローチャートの処理は、例えば 60 分の 1 秒毎に繰り返し行われる。

【0023】

パンニング制御部 108 は、ステップ S100 において、HPF106 及び HPF107 の入力信号である減算器 105 の出力から、HPF106 あるいは HPF107 の出力信号を減算した結果を、変数 HPF\_DIFF に格納する。

【0024】

ステップ S100 の後はステップ S101 の処理に移行し、パンニング判定結果を示すフラグである PAN\_FLAG が 0 か 1 のどちらであるかの判定を行う。PAN\_FLAG が 1 の場合は、パンニング中の判定が行われていることを示し、PAN\_FLAG が 0 の場合は、パンニング中でないという判定が行われていることを示す。ステップ S101 において、PAN\_FLAG が 0 と判定された場合は、ステップ S102 の処理に進む。

【0025】

ステップ S102 及びステップ S103 は、上記 HPF\_DIFF に格納された結果から、パンニングが開始されたかどうかの判定を行う。ステップ S102 において、パンニング制御部 108 は、上記 HPF\_DIFF がパンニング開始を判定するための閾値 PAN\_START\_TH（第 2 の閾値）よりも大きいかどうかの判定を行う。ステップ S102 において、HPF\_DIFF が PAN\_START\_TH 以下と判定されたときは、ステップ S103 に進む。ステップ S103 では、HPF\_DIFF が -PAN\_START\_TH よりも小さいかどうかの判定つまり、ステップ S102 の判定とは逆方向のパンニングが開始されたかどうかの判定を行う。ステップ S103 において、HPF\_DIFF

FFが-PAN\_\_START\_\_TH以上と判定されると、本処理は終了となる。

【0026】

なお、ステップS100で算出するHPF\_\_DIFFは、HPFの入力と出力との差分、即ちHPFで減衰された角速度信号の低周波数成分である。よって、HPF\_\_DIFFは、代替として、例えば角速度信号に対して、高周波数成分を減衰するLPF（ローパスフィルタ）演算を行った結果や、移動平均を演算した結果等を用いても、同様の判定を行うことができる。

【0027】

ステップS102において、HPF\_\_DIFFがPAN\_\_START\_\_THよりも大きいと判定されたときは、ステップS104の処理へ進む。ステップS102において、HPF\_\_DIFFが-PAN\_\_START\_\_THよりも小さいと判定されたときは、ステップS105の処理へ進む。ステップS104及びステップS105では、パンニング中であることを示すフラグPAN\_\_FLAGに1を格納する。また、ステップS104では、パンニング方向を示すフラグSIGN\_\_FLAGに1を格納し、ステップS105ではSIGN\_\_FLAGに0を格納する。

【0028】

ステップS104又はステップS105の後、ステップS106の処理へ進む。ステップS106では、パンニング制御部108は、HPF選択部109に対して、HPF107の演算結果を選択するよう指示を送る。そして、HPF選択部109は、次にパンニング制御部108の指示があるまでは、HPF107の演算結果を選択し、焦点距離演算部110に供給する。ステップS106の処理の後、本処理は終了となる。

【0029】

ステップS101において、PAN\_\_FLAGが1と判定された場合は、現在パンニング中であることを示しており、ステップS107の処理に進み、パンニングが終了したかどうか（パンニング終了状態に遷移したか否か）の判定を行う。図2（b）のフローチャートは、ステップS107の処理の流れを示したフローチャートである。以下、図2（b）のフローチャートを用いてステップS107の処理（パンニングが終了したかどうか判定）の説明を行う。

【0030】

ステップS110において、パンニング制御部108は、HPF\_\_DIFFの絶対値がパンニング終了を判定するための閾値PAN\_\_FINISH（第1の閾値）よりも小さいかどうかの判定を行う。ステップS110でHPF\_\_DIFFの絶対値がPAN\_\_FINISHよりも小さいと判定された場合は、パンニング制御部108はパンニングが終了したと判定し、ステップS113の処理に進む。

【0031】

ステップS113では、パンニング制御部108はPAN\_\_FLAGに0を格納し、ステップS114の処理に進む。ステップS114では、パンニング制御部108は、HPF選択部109に対して、HPF106の演算結果を選択するよう指示を送る。そして、HPF選択部109は、次にパンニング制御部108の指示があるまでは、HPF106の演算結果を選択し、焦点距離演算部110に供給する。ステップS114の処理の後、本処理は終了となる。

【0032】

ここで、図3のグラフを用いて、ステップS110でパンニングが終了したと判定されたときの、像振れ補正動作について説明する。

【0033】

図3は本実施形態の撮像装置100において、パンニング動作を含む振れが撮像装置100に加わった時の、角速度信号、HPF106及びHPF107の出力、ステップS100で演算するHPF\_\_DIFF、HPF選択部109の出力、積分器106の出力の時間による変化を示したグラフである。時間0からT01までは、固定点を撮影しているときの振れが撮像装置100に加えられている状態である。固定点撮影とは、撮影者が撮像

10

20

30

40

50

装置を持ち、特にテレ側で動きの少ない被写体を撮影することとする。時間  $T01$  から  $T02$  にかけては速度がゆっくりなパンニングが行われ、パンニング速度を徐々に遅くしながら、再度固定点の撮影に戻ろうとしている状態である。時間  $T02$  以降は、時間  $0$  から  $T01$  と同様、固定点を撮影しているときの振れが撮像装置  $100$  に加えられている状態である。

#### 【0034】

図3(a)は、減算器  $105$  の出力である角速度信号の時間による変化を示したグラフである。時間  $T01$  から  $T02$  にかけては速度がゆっくりなパンニングが行われているため、角速度信号は時間  $T01$  からゆっくりとプラス方向に変位し、時間  $T02$  にかけてゆっくりとゼロ基準の信号に戻る。

10

#### 【0035】

図3(b)では、実線のグラフは  $HPF106$  の出力を示し、点線のグラフは  $HPF107$  の出力を示し、これらの時間による変化を示したグラフである。ここで、 $HPF106$  及び  $HPF107$  の周波数特性の一例を図4に示す。

#### 【0036】

図4(a)は周波数とゲインの関係を示し、図4(b)は周波数と位相の関係を示すボード線図である。図4の実線は  $HPF106$  の周波数特性を示し、点線は  $HPF107$  の周波数特性を示す。図4(a)の  $fc01$ 、 $fc02$  は、 $HPF106$ 、 $HPF107$  のカットオフ周波数を示している。 $HPF107$  の低周波数帯域の減衰率を大きくするため、 $fc01$  と  $fc02$  との関係は、 $fc01 < fc02$  とする。 $HPF107$  は、 $HPF106$  よりも高次の  $HPF$  であるため、図4(a)に示すように、カットオフ周波数以下のゲインの下がり方は、 $HPF106$  よりも  $HPF107$  の方が大きい。また、図4(b)に示すように、カットオフ周波数付近の位相の進み方が、 $HPF106$  よりも  $HPF107$  の方が大きい。なお、上記カットオフ周波数の一例としては、 $fc01 = 0.1\text{ Hz}$ 、 $fc02 = 0.5\text{ Hz}$ 、 $HPF$  の次数の一例としては、 $HPF106$  が一次  $HPF$ 、 $HPF107$  が二次  $HPF$  等となる。

20

#### 【0037】

図3(b)の  $HPF107$  の出力は、図4(a)で説明したように低周波数帯域のゲインの減衰率が大きいいため、図3(a)で示したパンニングによる角速度信号の低周波数成分はほぼ除去される。また、 $HPF107$  の出力は、図4(b)で説明したように、位相が若干進んだ信号となる。一方図3(b)の  $HPF106$  の出力は、 $HPF107$  よりも低周波数帯域のゲインの減衰率が小さいため、 $HPF107$  よりも、図3(a)で示したパンニングによる角速度信号の低周波数成分の減衰量は小さくなる。

30

#### 【0038】

図3(c)は、ステップ  $S100$  で演算する  $HPF\_DIFF$  の時間による変化を示したグラフである。図3(c)では、 $HPF107$  の入力から  $HPF107$  の出力を引いた結果を  $HPF\_DIFF$  としている。なお、 $HPF\_DIFF$  の演算には、 $HPF106$  の入力と出力の差分を用いてもよい。

#### 【0039】

図3(d)は、 $HPF$  選択部  $109$  の出力の時間による変化を示したグラフである。図3(c)のグラフにおいて、 $HPF\_DIFF$  の演算結果は、時間  $T03$  において、パンニング開始を判定するための閾値  $PAN\_START\_TH$  よりも大きくなる。そして、時間  $T03$  で、図2(a)のフローチャートのステップ  $S102$  の判定結果が  $YES$  となり、パンニングが開始されたと判定される。よって、ステップ  $S106$  の処理によって、 $HPF$  選択部  $109$  は、時間  $T03$  から  $HPF107$  の出力を選択する。その後、図3(c)のグラフにおいて、 $HPF\_DIFF$  の演算結果は、時間  $T04$  において、パンニング終了を判定するための閾値  $PAN\_FINISH\_TH$  よりも小さくなる。そして、時間  $T04$  で、図2(b)のフローチャートのステップ  $S110$  の判定結果が  $YES$  となり、パンニングが終了したと判定される。よって、ステップ  $S114$  の処理によって、 $HPF$  選択部  $109$  は、時間  $T04$  から  $HPF106$  の出力を選択する。

40

50



## 【 0 0 4 0 】

図 3 ( e ) は、積分器 1 1 1 の出力の時間による変化を示したグラフである。本実施形態においては、パンニングが行われている時間 T 0 3 と時間 T 0 4 との間は、角速度信号の低周波数成分の減衰率が大きい H P F 1 0 7 の出力を選択し、その結果を用いて、焦点距離演算部 1 1 0 及び積分器 1 1 1 の演算を行っている。そのため、パンニングによって発生する角速度信号の低周波数成分を積分して、積分器 1 1 1 の出力が増加し続け、パンニングの動きまで補正してしまうことを回避することができる。そして、パンニング終了判定が行われる時間 T 0 4 以降は、位相の進みが小さい H P F 1 0 6 の出力を選択することにより、固定点の撮影に最適な像振れ補正性能を実現することができる。

## 【 0 0 4 1 】

10

ここで、H P F 1 0 6 の出力と H P F 1 0 7 の出力は、図 4 で説明したように周波数特性が異なる。よって、H P F 選択部 1 0 9 の出力は、H P F 1 0 6 と H P F 1 0 7 の切替を行うときに、例えば図 3 ( d ) の時間 T 4 のように、大きく変化することがある。そこで、本実施形態においては、H P F 選択部 1 0 9 の後段に積分器 1 1 1 を配置した。これによって、積分の周波数特性は、周波数が高いほどゲインが小さくなる特性となっているため、図 3 ( d ) の時間 T 4 に示すような H P F 切替時の出力変化が生じたとしても、積分の周波数特性に従ってその変化が減衰される。そのため、H P F 切替時の映像の動きを微小に抑えることができる。

## 【 0 0 4 2 】

図 2 ( b ) のフローチャートの説明に戻って、ステップ S 1 1 0 において、H P F \_ D I F F の絶対値が P A N \_ F I N I S H よりも小さいと判定されなかったときは、ステップ S 1 1 1 の処理に進む。

20

## 【 0 0 4 3 】

ステップ S 1 1 1 及びステップ S 1 1 2 は、H P F 1 0 7 の出力の大きさが、パンニング方向とは逆方向 ( 逆符号 ) に所定値より大きくなったときに、パンニングの終了判定を行う処理である。パンニング制御部 1 0 8 は、ステップ S 1 1 1 において、パンニング方向を示すフラグ S I G N \_ F L A G が 1 であり、かつ H P F 1 0 7 の出力が、パンニング終了を判定するための閾値 H P F \_ C H A N G E \_ T H よりも大きいかどうかの判定を行う。ステップ S 1 1 1 で N O と判定された場合は、ステップ S 1 1 2 の処理へ進み、S I G N \_ F L A G が 0 かつ H P F 1 0 7 の出力が - H P F \_ C H A N G E \_ T H よりも小さいかどうかの判定を行う。ステップ S 1 1 2 で N O と判定された場合は、本処理は終了となる。ステップ S 1 1 1 又はステップ S 1 1 2 で Y E S と判定された場合は、パンニングが終了したと判定され、上述したステップ S 1 1 3 及びステップ S 1 1 4 の処理を行った後、本処理は終了となる。

30

## 【 0 0 4 4 】

ここで、図 5 のグラフを用いて、ステップ S 1 1 1 又はステップ S 1 1 2 でパンニングが終了したと判定されたときの、像振れ補正動作について説明する。

## 【 0 0 4 5 】

図 5 は本実施形態における撮像装置 1 0 0 において、パンニング動作を含む振れが撮像装置 1 0 0 に加わった時の、角速度信号、H P F 1 0 6 及び H P F 1 0 7 の出力、ステップ S 1 0 0 で演算する H P F \_ D I F F、H P F 選択部の出力、積分器 1 0 6 の出力の時間による変化を示したグラフである。時間 0 から T 1 1 までは、固定点を撮影しているときの振れが撮像装置 1 0 0 に加えられている状態である。時間 T 1 1 から T 1 2 にかけては速度が速いパンニングが行われ、パンニング動作を急峻に停止し、再度固定点の撮影に戻ろうとしている状態である。時間 T 1 2 以降は、時間 0 から T 1 1 と同様、固定点を撮影しているときに振れが撮像装置 1 0 0 に加えられている状態である。

40

## 【 0 0 4 6 】

図 5 ( a ) は、減算器 1 0 5 の出力である角速度信号の時間による変化を示したグラフである。時間 T 1 1 から T 1 2 にかけては速度が速いパンニングが行われているため、角速度信号は時間 T 1 1 で急峻にプラス方向に変位し、時間 T 1 2 で急峻にゼロ基準の信号

50

に戻る。

#### 【 0 0 4 7 】

図 5 ( b ) では、実線のグラフは H P F 1 0 6 の出力を示し、点線のグラフは H P F 1 0 7 の出力を示し、これらの時間による変化を示したグラフである。H P F 1 0 6 及び H P F 1 0 7 の周波数特性は、図 4 と同様であるものとする。時間 T 1 1 におけるパンニング開始時の角速度信号の変動は、速度が速いパンニングの場合はその周波数が高くなる。よって、H P F 1 0 6、H P F 1 0 7 どちらの出力も、図 5 ( b ) に示すように、時間 T 1 1 における角速度信号の変動はほとんど減衰されない。その後、時間 T 1 1 と T 1 2 の間でパンニングが継続しているときは、H P F 1 0 7 の出力は、図 4 ( a ) のように低周波数帯域のゲインの減衰率が大きいため、角速度信号の低周波数成分は素早く減衰される。一方、図 5 ( b ) の H P F 1 0 6 の出力は、H P F 1 0 7 よりも低周波数帯域のゲインの減衰率が小さいため、H P F 1 0 7 よりも、角速度信号の低周波数成分の減衰は緩やかとなる。そして、時間 T 1 2 におけるパンニング終了時の角速度信号の変動は、パンニング開始時と同様周波数が高いため、H P F 1 0 6、H P F 1 0 7 とともに、ほとんど減衰されない。その後、時間 T 1 2 以降は、H P F 1 0 6 の出力は緩やかに、H P F 1 0 7 の出力は素早くゼロ基準の信号に戻っていく。

10

#### 【 0 0 4 8 】

図 5 ( c ) は、ステップ S 1 0 0 で演算する H P F \_ D I F F の時間による変化を示したグラフである。図 5 ( c ) では、図 3 ( c ) と同様 H P F 1 0 7 の入力から H P F 1 0 7 の出力を引いた結果を H P F \_ D I F F としているが、H P F \_ D I F F の演算には、H P F 1 0 6 の入力と出力の差分を用いてもよい。

20

#### 【 0 0 4 9 】

図 5 ( d ) は、H P F 選択部 1 0 9 の出力の時間による変化を示したグラフである。図 5 ( c ) のグラフにおいて、H P F \_ D I F F の演算結果は、時間 T 1 3 において、パンニング開始を判定するための閾値 P A N \_ S T A R T \_ T H よりも大きくなる。そして、時間 T 1 3 で、図 2 ( a ) のフローチャートのステップ S 1 0 2 の判定結果が Y E S となり、パンニングが開始されたと判定される。よって、ステップ S 1 0 4 の処理によって、S I G N \_ F L A G には 0 が格納され、ステップ S 1 0 6 の処理によって、H P F 選択部 1 0 9 は、時間 T 1 3 から H P F 1 0 7 の出力を選択する。

#### 【 0 0 5 0 】

その後、時間 T 1 4 において、先に説明した、H P F \_ D I F F の演算結果が P A N \_ F I N I S H \_ T H よりも小さくなる。しかし、図 5 ( c ) の時間 T 1 4 にてパンニングが終了したと判定すると、以下のような問題点が生じる。即ち、H P F 1 0 7 の出力は、時間 T 1 2 において、パンニングで変動した方向とは逆方向の符号の出力変動が生じる。時間 T 1 4 のタイミングは、その出力変動よりも後になる。これによって、パンニング終了後に、上記出力変動によって映像が勝手に動いてしまう、所謂揺り戻し現象が生じる。いわゆる揺り戻し現象の揺り戻し量は、パンニングの速度が速いほど大きくなる。

30

#### 【 0 0 5 1 】

図 2 ( b ) のフローチャートにおけるステップ S 1 1 1 及びステップ S 1 1 2 の処理は、その揺り戻し現象を最小限に抑えるための処理である。図 5 ( b ) のグラフの時間 T 1 5 において、H P F 1 0 7 の出力は - H P F \_ C H A N G E \_ T H よりも小さくなり、かつ上述したように S I G N \_ F L A G は 0 となっているため、ステップ S 1 1 2 で Y E S と判定される。よって、ステップ S 1 1 4 の処理によって、H P F 選択部 1 0 9 は、時間 T 1 5 から H P F 1 0 6 の出力を選択する。図 5 ( b ) のグラフから分かるように、時間 T 1 5 のタイミングは、上記揺り戻し現象を引き起こす出力変動が生じるタイミングよりも早い。また、H P F 1 0 6 の出力は、時間 T 1 1 から時間 T 1 2 までの間の、低周波数成分の減衰量が小さいため、パンニングで変動した方向と逆方向の符号の出力は、図 5 ( b ) のグラフに示すように、H P F 1 0 7 の出力よりも小さい。従って、図 5 ( d ) に示すように、H P F 1 0 7 の上記出力変動が生じる前の時間 T 1 5 に、H P F 選択部 1 0 9 の選択を、H P F 1 0 7 から H P F 1 0 6 の出力に切り替えることによって、上記揺り戻

40

50

し現象を最小限に抑えることが可能となる。

【 0 0 5 2 】

図 5 ( e ) は、積分器 1 1 1 の出力の時間による変化を示したグラフである。本実施形態においては、パンニングが行われている時間 T 1 3 と時間 T 1 5 との間は、角速度信号の低周波数成分の減衰率が大きい H P F 1 0 7 の出力を選択し、その結果を用いて、焦点距離演算部 1 1 0 及び積分器 1 1 1 の演算を行っている。これによって、パンニングによって発生する角速度信号の低周波数成分を積分して、積分器 1 1 1 の出力が増加し続け、すぐに補正限界まで達してしまうことを回避することができる。そして、パンニング終了判定時に、H P F 1 0 7 の出力がパンニングによって変動する方向とは逆方向に大きく変動する前のタイミングで、H P F 選択部 1 0 9 の選択を H P F 1 0 6 の出力に切り替える。これにより、図 5 ( e ) に示すように、パンニング終了時の揺り戻しを最小限に抑えることが可能となる。

10

【 0 0 5 3 】

( 第 2 の実施形態 )

図 6 ( a ) は、本発明の第 2 の実施形態における、パンニング制御部 1 0 8 の処理の流れを示したフローチャートである。以下、図 6 ( a ) のフローチャートを用いて、パンニング制御部 1 0 8 の処理について説明する。図 6 ( a ) のフローチャートの処理は、例えば 6 0 分の 1 秒毎に繰り返し行われる。なお、図 6 のフローチャートは、図 2 と同様の処理については、同じ符号を付しており、詳細な説明は省略する。

【 0 0 5 4 】

20

第 1 の実施形態においては、非パンニング時は、H P F 選択部 1 0 9 は H P F 1 0 6 の出力を選択し、パンニング時は H P F 1 0 7 の出力を選択する構成としていた。一方、第 2 の実施形態においては、非パンニング撮影時には、H P F 選択部 1 0 9 は、カットオフ周波数を低くした H P F 1 0 7 の出力を選択し、パンニング撮影時には、カットオフ周波数を固定点撮影時よりも高くした H P F 1 0 7 の出力を選択する。そして、パンニング終了直後のみ H P F 1 0 6 の出力を選択する構成としている。

【 0 0 5 5 】

図 6 ( a ) のフローチャートは、図 2 ( a ) のフローチャートに対して、ステップ S 1 0 6 の処理がステップ S 2 0 0 に変更されている点と、ステップ S 1 0 7 の処理の内容が変更されている点以外は同じ処理となっている。ステップ S 2 0 0 は、ステップ S 1 0 2 又はステップ S 1 0 3 でパンニングが開始されたと判定された後に行う処理であり、H P F 1 0 7 のカットオフ周波数を、パンニングが行われていないと判定されているときよりも高くする。

30

【 0 0 5 6 】

H P F 1 0 7 の周波数特性を図 7 に示す。図 7 ( a ) は周波数とゲインの関係を示し、図 7 ( b ) は周波数と位相の関係を示すボード線図である。図 7 の実線はパンニングが行われていないと判定されているときの H P F 1 0 7 の周波数特性を示し、点線はパンニングが行われていると判定されているときの H P F 1 0 7 の周波数特性を示す。図 7 ( a ) の  $f_{c11}$ 、 $f_{c02}$  は、各々のカットオフ周波数を示している。パンニングが行われていると判定されているときのカットオフ周波数  $f_{c02}$  は、図 4 と同様であるものとし、 $f_{c11}$  と  $f_{c02}$  との関係は、 $f_{c11} < f_{c02}$  とする。

40

【 0 0 5 7 】

次に、ステップ S 1 0 7 の処理について、図 6 ( b ) のフローチャートを用いて説明を行う。図 6 ( b ) のフローチャートは、図 2 ( b ) のフローチャートに対して、ステップ S 1 1 3 の処理がステップ S 2 1 0 に変更されている点と、ステップ S 2 1 1 乃至ステップ S 2 1 4 の処理が追加されている点以外は同じ処理となっている。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 2 1 1 においては、パンニング制御部 1 0 8 は、パンニング終了後所定時間が経過したかどうかを判別するためのフラグ W A I T \_ F L A G の値を判定する。W A I T \_ F L A G が 0 の場合は、ステップ S 1 1 0 乃至ステップ S 1 1 2 の処理によって、上

50

述したパンニングが終了したかどうかの判定を行う。ステップS 1 1 0乃至ステップS 1 1 2の処理によって、パンニングが終了したと判定されたときは、ステップS 2 1 0の処理に進み、W A I T \_ F L A Gに1を格納する。また、ステップS 2 1 0の処理の後、ステップS 1 1 4の処理へ進み、H P F選択部1 0 9は、次にパンニング制御部1 0 8の指示があるまでは、H P F 1 0 6の演算結果を選択し、焦点距離演算部1 1 0に供給する。ステップS 1 1 4の処理の後、本処理は終了となる。

#### 【0059】

ステップS 2 1 0でW A I T \_ F L A Gに1が格納された後は、ステップS 2 1 1の後にはステップS 2 1 2の処理へと進む。ステップS 2 1 2において、パンニング制御部1 0 8は、W A I T \_ F L A Gが1になってからの時間をカウントし、所定時間経過していない場合は本処理は終了し、所定時間経過した場合はステップS 2 1 3の処理に進む。なお、ステップS 2 1 2の所定時間は、第1の実施形態にて図5 ( b )を用いて説明した、H P F 1 0 7で発生する、パンニングで変動した方向とは逆方向の符号の出力変動が収束するまでの時間よりも長い時間に設定する(例えば、図5の時間T 1 5からT 1 4の期間等)。

#### 【0060】

ステップS 2 1 3において、パンニング制御部1 0 8は、H P F 1 0 7のカットオフ周波数を図7 ( b )の実線の特性に設定した後に、H P F選択部1 0 9に対して、H P F 1 0 7の演算結果を選択するよう指示を送る。H P F選択部1 0 9は、パンニング制御部1 0 8の指示に従って、H P F 1 0 7の演算結果を選択し、焦点距離演算部1 1 0に供給する。ステップS 2 1 3の処理の後にはステップS 2 1 4の処理に進み、P A N \_ F L A G及びW A I T \_ F L A Gに0を格納し、本処理は終了となる。

#### 【0061】

本実施形態によれば、パンニングが行われていると判定されている期間は、角速度信号の低周波数成分の減衰率を大きくするために、カットオフ周波数を高くしたH P F 1 0 7の出力を選択する。そして、その結果を用いて、焦点距離演算部1 1 0及び積分器1 1 1の演算を行っている。これによって、パンニングによって発生する角速度信号の低周波数成分を積分して、積分器1 1 1の出力が増加し続け、パンニングの動きまで補正してしまったり、すぐに補正限界まで達してしまうことを回避することができる。そして、パンニング終了判定時に、H P F 1 0 7の出力がパンニングによって変動する方向とは逆方向に大きく変動する前のタイミングで、H P F選択部1 0 9の選択をH P F 1 0 6の出力に切り替える。それを所定時間継続することにより、パンニング終了時の揺り戻しを最小限に抑えることが可能となる。

#### 【0062】

なお、本実施形態は、例えば補正光学系1 1 9の移動可能量が小さいときや、歩行時の振れ等大きな振れを補正すべきとき等に最適な構成である。即ち、人の振れは、周波数が低いほど大きくなり、映像の像振れは周波数が高い程見づらくなる。そのため、発生する振れを全て補正するだけの振れ補正量が確保できないときには、できるだけ低周波数帯域の振れ補正を行わず、高周波数帯域の振れ補正を行う方が、品位の高い振れ補正を実現することができる。本実施形態では、非パンニング時には、パンニング時よりもカットオフ周波数が低い高次のH P F 1 0 7を使用することによって、これを実現している。

#### 【0063】

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。上述の実施形態の一部を適宜組み合わせてもよい。

#### 【0064】

(他の実施形態)

また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア(プログラム)を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ(または

10

20

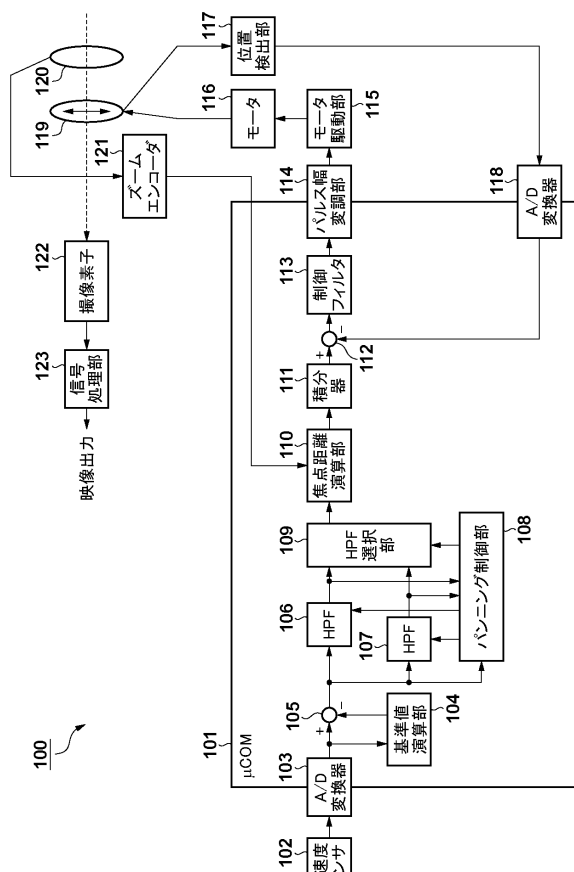
30

40

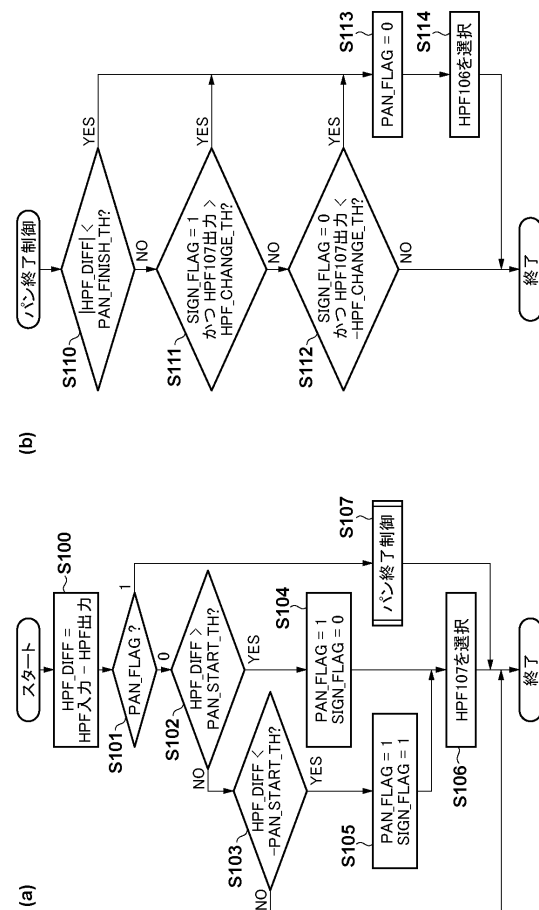
50

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。

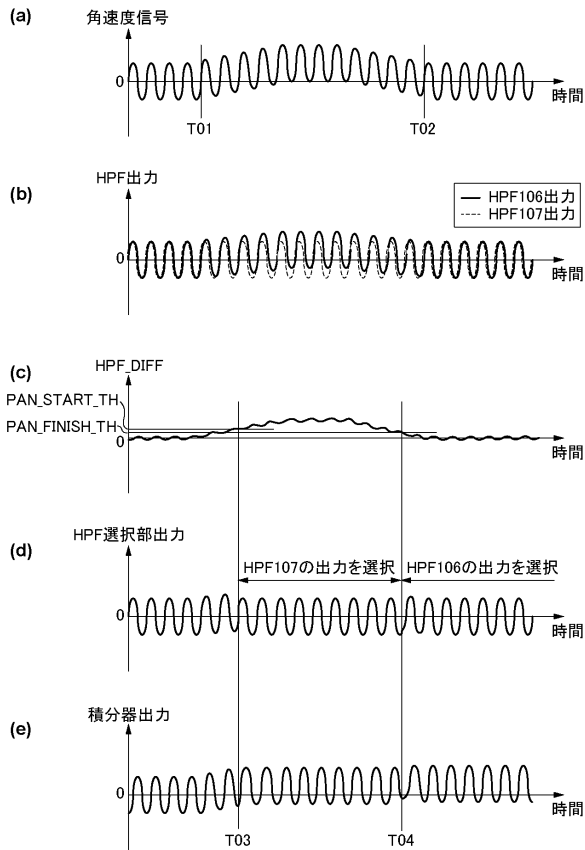
【 図 1 】



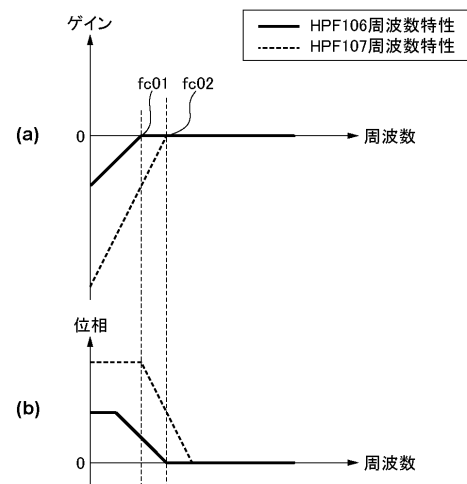
【 図 2 】



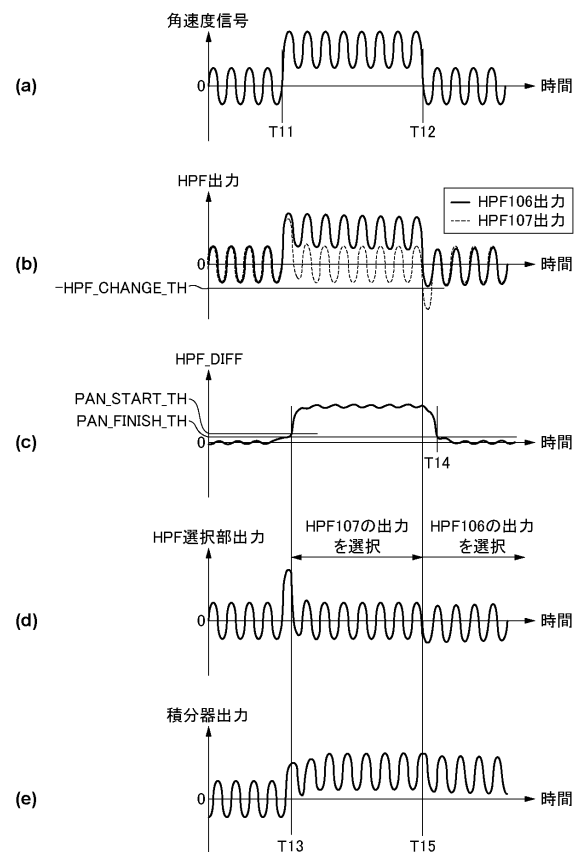
【 図 3 】



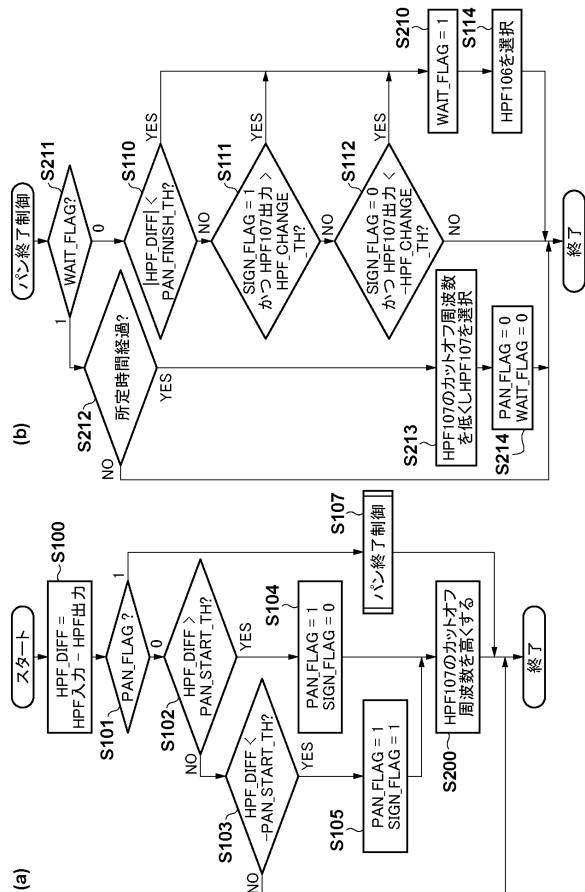
【 図 4 】



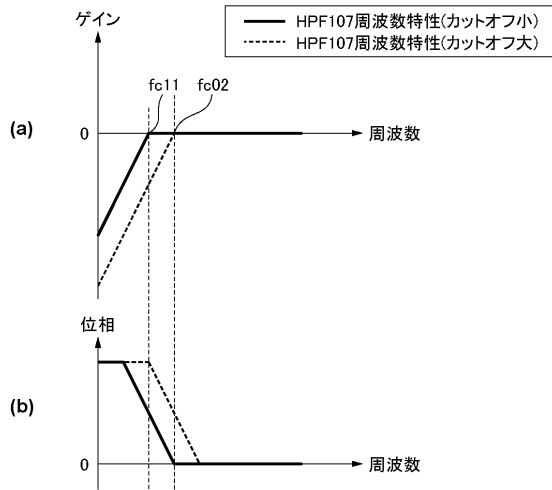
【 図 5 】



【 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 徳 田 賢二

(56)参考文献 特開2007-072312(JP,A)

特開2004-194157(JP,A)

特開2000-039637(JP,A)

特開2011-023988(JP,A)

特開2009-168939(JP,A)

特開2007-324929(JP,A)

特開2010-147857(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/232

G03B 5/00