

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4969509号
(P4969509)

(45) 発行日 平成24年7月4日(2012.7.4)

(24) 登録日 平成24年4月13日(2012.4.13)

(51) Int.Cl.

F I

HO 4 N 5/232 (2006.01)

GO 3 B 5/00 (2006.01)

HO 4 N 101/00 (2006.01)

HO 4 N 5/232 Z

GO 3 B 5/00 F

HO 4 N 101:00

請求項の数 7 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2008-116407 (P2008-116407)	(73) 特許権者	311003743
(22) 出願日	平成20年4月25日 (2008.4.25)		オンセミコンダクター・トレーディング・
(65) 公開番号	特開2009-267873 (P2009-267873A)		リミテッド
(43) 公開日	平成21年11月12日 (2009.11.12)		英国領バミューダ・エイチエム 11 ハ
審査請求日	平成23年4月1日 (2011.4.1)		ミルトン・チャーチストリート2・クラレ
			ンドンハウス・コーダン サービスーズ
			リミテッド 気付
		(74) 代理人	100105924
			弁理士 森下 賢樹
		(72) 発明者	岩田 直人
			東京都港区赤坂2-17-22 株式会社
			フルキャストテクノロジー内
		審査官	高野 美帆子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動補正制御回路およびそれを搭載する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像装置に加わる振動による光軸のずれを補正する振動補正制御回路であって、
前記振動を検出する振動検出素子から出力される角速度信号を積分し、前記撮像装置の移動量を示す移動量信号を生成する積分回路と、
前記撮像装置におけるパンニング状態またはチルティング状態の終了を判定する制御部と、を備え、
前記制御部は、前記パンニング状態または前記チルティング状態において、前記角速度信号の振幅値を所定の単位期間に複数サンプリングし、それらサンプリング値の平均値が、所定の基本閾値よりゼロの近くに存在する場合、前記パンニング状態または前記チルティング状態の終了と判定することを特徴とする振動補正制御回路。

【請求項 2】

前記制御部は、前記パンニング状態または前記チルティング状態においてサンプリングした角速度信号の振幅値が、前記基本閾値よりゼロから離れた値に設定された外側閾値よりゼロから離れて存在するとき、前記振幅値が前記外側閾値よりゼロの近くに存在するようになるまで、前記パンニング状態または前記チルティング状態の終了判定を停止することを特徴とする請求項 1 に記載の振動補正制御回路。

【請求項 3】

前記積分回路は、デジタルフィルタで構成され、当該デジタルフィルタは、前記移動量信号の振幅値とすべき積算値を保持するレジスタを含み、

前記制御部は、前記パンニング状態または前記チルティング状態において前記レジスタに保持されている積算値の絶対値を漸次的に減少させるよう制御し、

前記制御部は、前記平均値が前記基本閾値よりゼロの近くに存在し、かつ前記レジスタに保持される積算値が所定の設定値以下のとき、前記パンニング状態または前記チルティング状態の終了と判定し、それ以外のとき前記パンニング状態または前記チルティング状態の終了と判定しないことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の振動補正制御回路。

【請求項 4】

撮像装置に加わる振動による光軸のずれを補正する振動補正制御回路であって、

前記振動を検出する振動検出素子から出力される角速度信号を積分し、前記撮像装置の移動量を示す移動量信号を生成する積分回路と、

前記振動の補正処理を無効にしているパンニング状態またはチルティング状態と、前記補正処理を有効にしている振動補正状態との間の状態であり、前記振動補正状態のときより前記補正処理の感度が弱く設定されている弱振動補正状態の終了を判定する制御部と、を備え、

前記制御部は、前記弱振動補正状態において、前記移動量信号の振幅値を所定の単位期間に複数サンプリングし、それらサンプリング値の平均値が、所定の閾値よりゼロの近くに存在する場合、前記弱振動補正状態の終了と判定することを特徴とする振動補正制御回路。

【請求項 5】

前記積分回路から出力される移動量信号をゼロ方向にセンタリングするためのセンタリング処理回路をさらに備え、

前記制御部は、前記センタリング処理回路から出力される移動量信号の振幅値をサンプリング対象とすることを特徴とする請求項 4 に記載の振動補正制御回路。

【請求項 6】

前記制御部は、前記平均値を算出するための除数を n (n は正の偶数) とした場合、前回の単位期間における前記サンプリング値の合計の半分と、今回の単位期間における $n/2$ 個の前記サンプリング値の合計とを加算した値を n で除算することにより、今回の単位期間における前記平均値を算出することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の振動補正制御回路。

【請求項 7】

レンズと、

撮像素子と、

前記レンズまたは前記撮像素子を駆動する駆動素子と、

前記レンズまたは前記撮像素子の位置を検出する位置検出素子と、

振動を検出する振動検出素子と、

請求項 1 から 6 のいずれかに記載の振動補正制御回路と、を備え、

前記振動補正制御回路は、前記位置検出素子から出力される位置信号および前記移動量信号に基づいて、前記レンズまたは前記撮像素子の位置を補正すべく前記駆動素子を制御することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、手振れなどの振動による光軸のずれを補正する振動補正制御回路およびそれを搭載する撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

光学式手振れ補正機能を搭載したデジタルカメラが普及している。光学式手振れ補正は、カメラの振動を検出する振動検出素子と、その振動によるブレを打ち消す方向にレンズの位置を動かす駆動素子によって光軸を補正するものである。光学式手振れ補正では、ユーザが意図してカメラに加えた振動は補正しないようにする必要がある。たとえば、ユー

10

20

30

40

50

ザがカメラをパン動作させたり、チルト動作させたりする場合、それは意図してカメラに加えられている振動であり、手振れ補正機能を発動しないようにする必要がある。

【特許文献１】特開２００７－３２４９２９号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００３】

手振れ補正機能が停止しているパンニング状態またはチルティング状態が終了すると、手振れ補正機能が再開する。パンニング状態またはチルティング状態の終了が誤判定された場合、ユーザが意図して加えたカメラの動きの少なくとも一部が打ち消されてしまう。このように、パンニング状態またはチルティング状態の終了判定は重要な判定である。

10

【０００４】

本発明はこうした状況に鑑みなされたものであり、その目的は、パンニング状態またはチルティング状態の終了判定を精度よく行うことができる振動補正制御回路およびそれを搭載する撮像装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００５】

本発明のある態様の振動補正制御回路は、撮像装置に加わる振動による光軸のずれを補正する振動補正制御回路であって、振動を検出する振動検出素子から出力される角速度信号を積分し、撮像装置の移動量を示す移動量信号を生成する積分回路と、撮像装置におけるパンニング状態またはチルティング状態の終了を判定する制御部と、を備える。制御部は、パンニング状態またはチルティング状態において、角速度信号の振幅値を所定の単位期間に複数サンプリングし、それらサンプリング値の平均値が、所定の基本閾値よりゼロの近くに存在する場合、パンニング状態またはチルティング状態の終了と判定する。

20

【０００６】

本発明の別の態様もまた、振動補正制御回路である。この振動補正制御回路は、撮像装置に加わる振動による光軸のずれを補正する振動補正制御回路であって、振動を検出する振動検出素子から出力される角速度信号を積分し、撮像装置の移動量を示す移動量信号を生成する積分回路と、振動の補正処理を無効にしているパンニング状態またはチルティング状態と、補正処理を有効にしている振動補正状態との間の状態であり、振動補正状態のときより補正処理の感度が弱く設定されている弱振動補正状態の終了を判定する制御部と、を備える。制御部は、弱振動補正状態において、移動量信号の振幅値を所定の単位期間に複数サンプリングし、それらサンプリング値の平均値が、所定の閾値よりゼロの近くに存在する場合、弱振動補正状態の終了と判定する。

30

【０００７】

本発明のさらに別の態様は、撮像装置である。この装置は、レンズと、撮像素子と、レンズまたは撮像素子を駆動する駆動素子と、レンズまたは撮像素子の位置を検出する位置検出素子と、振動を検出する振動検出素子と、振動補正制御回路と、を備える。振動補正制御回路は、位置検出素子から出力される位置信号および移動量信号に基づいて、レンズまたは撮像素子の位置を補正すべく駆動素子を制御する。

【発明の効果】

40

【０００８】

本発明によれば、パンニング状態またはチルティング状態の終了判定を精度よく行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【０００９】

図１は、本発明の実施の形態に係る撮像装置５００の全体構成を示すブロック図である。撮像装置５００は、振動検出素子６０、レンズ７０、位置検出素子８０、駆動素子９０、振動補正制御回路１００、撮像素子２００および画像処理部３００を備える。図１では図面内のスペースの関係上、後述する制御部３１を省略して描いている。

【００１０】

50

撮像素子 200 は、光学部品であるレンズ 70 を透過した光信号を電気信号に変換する。撮像素子 200 は CCD センサまたは CMOS イメージセンサを採用することができる。画像処理部 300 は、撮像素子 200 により撮像された画像信号に対し、各種加工を施したり、圧縮符号化したりする。

【0011】

駆動素子 90 はレンズ 70 を駆動する。たとえばボイスコイルモータを採用することができる。位置検出素子 80 はレンズ 70 の位置を検出する。たとえばホール素子を採用することができる。ホール素子は、ホール効果を利用した磁気センサであり、レンズ 70 のパン方向およびチルト方向の位置検出素子として機能する。振動検出素子 60 は撮像装置 500 に加わる振動を検出する。たとえばジャイロセンサを採用することができる。ジャイロセンサは、撮像装置 500 のヨー方向およびピッチ方向に加わる振動を角速度としてそれぞれ検出する。

10

【0012】

振動補正制御回路 100 は、撮像装置 500 に加わる振動による光軸のずれを補正する。より具体的には、振動補正制御回路 100 は、位置検出素子 80 から出力される位置信号および後述する移動量信号に基づいて、レンズ 70 の位置を補正すべく駆動素子 90 を制御する。

【0013】

振動補正制御回路 100 は、アナログ/デジタル変換回路 20、第 1 イコライザ 30、第 2 イコライザ 40 およびデジタル/アナログ変換回路 50 を有する。

20

アナログ/デジタル変換回路 20 は、振動検出素子 60 から出力されるアナログ形式の角速度信号をデジタル形式の角速度信号に変換して第 1 イコライザ 30 に出力する。また、位置検出素子 80 から出力されるアナログ形式の位置信号をデジタル形式の位置信号に変換して第 2 イコライザ 40 に出力する。アナログ/デジタル変換回路 20 は、両方の変換処理を時分割で実行する。

【0014】

第 1 イコライザ 30 は、振動検出素子 60 から出力される角速度信号に応じて撮像装置 500 の移動量を求め、その移動量を示す移動量信号を生成する。振動検出素子 60 としてジャイロセンサを採用する場合、ジャイロセンサから出力される角速度信号に応じて、撮像装置 500 の移動角度を示す角度信号を生成する。撮像装置 500 の移動量は、振動検出素子 60 の出力信号を積分して求めることができる。第 2 イコライザ 40 は、位置検出素子 80 の出力信号および第 1 イコライザ 30 により生成された移動量信号に基づいて、レンズ 70 の位置を補正すべく駆動素子 90 を駆動するための制御信号を生成する。

30

【0015】

デジタル/アナログ変換回路 50 は、第 2 イコライザ 40 から出力されるデジタル形式の制御信号をアナログ形式の制御信号に変換して駆動素子 90 に出力する。駆動素子 90 は、この制御信号に基づき、レンズ 70 の光軸と撮像素子 200 の中心とが一致するようにレンズ 70 の位置を制御する。それとともに振動補正状態では、撮像装置 500 の移動量を補正すべくレンズ 70 の位置を制御する。

【0016】

40

図 2 は、実施の形態 1 に係る振動補正制御回路 100 を説明するための構成図である。なお、図 2 ではアナログ/デジタル変換回路 20 およびデジタル/アナログ変換回路 50 は、省略して描いている。

【0017】

第 1 ゲイン調整回路 32 は、振動検出素子 60 から出力される角速度信号の振幅を調整する。具体的には、制御部 31 により設定されるゲインで角速度信号を増幅する。このゲインは 0 ~ 1.0 の範囲で指定される。積分回路 36 は、第 1 ゲイン調整回路 32 から出力される角速度信号を積分し、補正すべき移動量を示す移動量信号を生成する。図 2 では、第 1 ゲイン調整回路 32 と積分回路 36 との間に、第 1 セレクタ 34 a、ハイパスフィルタ 34 b および第 2 セレクタ 34 c が挿入されているが、これらは必須ではなく、第 1

50

ゲイン調整回路 3 2 と積分回路 3 6 は直接接続されていてもよい。なお後述するように、ハイパスフィルタ 3 4 b をデジタルフィルタで構成する場合、第 1 セレクタ 3 4 a および第 2 セレクタ 3 4 c の機能はそのデジタルフィルタにより実現可能である。

【 0 0 1 8 】

センタリング処理回路 3 8 は、積分回路 3 6 から出力される移動量信号をゼロ方向にセンタリングする。センタリング処理回路 3 8 は、ハイパスフィルタで構成することができる。第 2 ゲイン調整回路 3 9 は、センタリング処理回路 3 8 によりセンタリングされた移動量信号の振幅を調整する。具体的には、制御部 3 1 により設定されるゲインで角速度信号を増幅する。このゲインは通常、1 . 0 に設定される。このゲインが 1 . 0 未満に設定される場合については後述する実施の形態 4 で説明する。

10

【 0 0 1 9 】

制御部 3 1 は、積分回路 3 6 から出力される移動量信号の振幅値を参照して、第 1 ゲイン調整回路 3 2 のゲインを制御する。制御部 3 1 は、積分回路 3 6 から出力される移動量信号の振幅値を参照対象としてもよいし、センタリング処理回路 3 8 から出力される移動量信号の振幅値を参照対象としてもよいし、第 2 ゲイン調整回路 3 9 から出力される移動量信号の振幅値を参照対象としてもよい。すなわち、図 2 における N 2 地点、N 3 地点および N 4 地点のいずれを参照対象としてもよい。

【 0 0 2 0 】

制御部 3 1 は、撮像装置 5 0 0 におけるパンニング状態またはチルティング状態の開始を検出するための外側閾値と、当該外側閾値よりゼロに近い値に設定された内側閾値との間に、当該移動量信号の振幅値が存在するとき、第 1 ゲイン調整回路 3 2 のゲインをつぎのように設定する。すなわち、当該移動量信号の振幅値が当該外側閾値よりゼロから離れて存在するときに設定されるゲイン G_1 (G_1 は固定値) と、その振幅値が当該内側閾値よりゼロの近くに存在するときに設定されるゲイン G_3 ($G_1 < G_3$ は固定値) との間の範囲に位置するゲイン G_2 ($G_1 < G_2 < G_3$) を設定する。上記内側閾値は、同じ絶対値を持つ値が正側および負側にそれぞれ設定される。上記外側閾値も同様に、当該内側閾値の外側に、同じ絶対値を持つ値が正側および負側にそれぞれ設定される。

20

【 0 0 2 1 】

たとえば、制御部 3 1 は、上記移動量信号の振幅値が当該外側閾値よりゼロから離れて存在するとき第 1 ゲイン調整回路 3 2 のゲインを実質的に 0 に設定し、その振幅値が当該内側閾値よりゼロの近くに存在するとき第 1 ゲイン調整回路 3 2 のゲインを実質的に 1 . 0 に設定し、その振幅値が当該外側閾値と当該内側閾値との間に存在するとき第 1 ゲイン調整回路 3 2 のゲイン G_2 を $0 < G_2 < 1 . 0$ の範囲内の値に設定する。たとえば、0 . 5 に設定する。0 に近い値に設定されるほど、パンニング状態またはチルティング状態に遷移されにくくなり、1 . 0 に近い値に設定されるほど、パンニング状態またはチルティング状態に遷移されやすくなる。

30

【 0 0 2 2 】

制御部 3 1 は、当該移動量信号の振幅値が当該外側閾値よりゼロから離れて存在するときパンニング状態またはチルティング状態と判定する。この状態では、振動補正処理を無効にするため第 1 ゲイン調整回路 3 2 のゲインを実質的に 0 に設定し、振動検出素子 6 0 から出力される角速度信号が積分回路 3 6 に入力されないよう制御する。

40

【 0 0 2 3 】

制御部 3 1 は、当該移動量信号の振幅値が当該内側閾値よりゼロの近くに存在するとき通常の振動補正状態と判定する。この状態では、振動補正処理を完全に有効にするため第 1 ゲイン調整回路 3 2 のゲインを実質的に 1 . 0 に設定し、振動検出素子 6 0 から出力される角速度信号が積分回路 3 6 にそのまま入力されるよう制御する。

【 0 0 2 4 】

制御部 3 1 は、当該移動量信号の振幅値が当該外側閾値と当該内側閾値との間に存在するとき、振動補正処理の感度を弱く設定する弱振動補正状態に制御すべき状態と判定する。当該移動量信号の振幅値が当該外側閾値に近づいてくると、パン動作またはチルト動作

50

によるものではない、手振れによる低周波の振動が加わっただけでも当該外側閾値を超えてしまう。そこで、弱振動補正状態に遷移させ、角速度信号の振幅値を減衰させることにより積分回路 3 6 で積算される積算値、すなわち移動量信号の振幅値の上昇を抑制する。

【 0 0 2 5 】

制御部 3 1 は、上記移動量信号の振幅値が上記外側閾値と上記内側閾値との間に存在するとき、上記角速度信号の振幅値を参照し、所定の設定値と比較する。上記角速度信号の振幅値が所定の設定値よりゼロの近くに存在する場合、上記移動量信号の振幅値が上記内側閾値よりゼロの近くに存在するときのゲイン G 3 を第 1 ゲイン調整回路 3 2 に設定してもよい。上記設定値は、同じ絶対値を持つ値が正側および負側にそれぞれ設定される。

【 0 0 2 6 】

すなわち、弱振動補正状態に制御すべき状態でも、振動検出素子 6 0 から出力される角速度信号の振幅値（N 1 地点）が所定の設定値よりゼロの近くに存在する場合、通常の振動補正状態を維持するよう制御する。上記角速度信号が弱い状態で弱振動補正状態に遷移させると、振動補正処理の感度低下によりファインダ内の画像が不自然に動き、その動きがユーザに気付かれてしまうためである。

【 0 0 2 7 】

上記外側閾値、上記内側閾値、弱振動補正状態における第 1 ゲイン調整回路 3 2 のゲイン、および上記設定値は、実験結果やシミュレーション結果にもとづき、設計者が意図する、振動補正処理の感度を実現するための値に設定される。

【 0 0 2 8 】

第 1 セレクタ 3 4 a、ハイパスフィルタ 3 4 b および第 2 セレクタ 3 4 c を設ける場合、ハイパスフィルタ 3 4 b は、第 1 ゲイン調整回路 3 2 から出力される角速度信号をフィルタリングし、積分回路 3 6 に出力する。後述するようにハイパスフィルタ 3 4 b は角速度信号をゼロ方向にセンタリングする作用を持つ。

【 0 0 2 9 】

制御部 3 1 は、上記移動量信号の振幅値が上記内側閾値よりゼロの近くに存在するときハイパスフィルタ 3 4 b の能力を無効にし、当該振幅値が上記外側閾値と上記内側閾値との間に存在するときハイパスフィルタ 3 4 b の能力を有効にしてもよい。また、制御部 3 1 は、上記移動量信号の振幅値が上記内側閾値よりゼロの近くに存在するとき、ハイパスフィルタ 3 4 b の能力を弱め、当該振幅値が上記外側閾値と上記内側閾値との間に存在するときハイパスフィルタ 3 4 b の能力を強めてもよい。たとえば、通常の振動補正状態のとき、第 1 セレクタ 3 4 a および第 2 セレクタ 3 4 c を制御してハイパスフィルタ 3 4 b をバイパスするルートを選択する。弱振動補正状態に制御すべき状態のとき、第 1 セレクタ 3 4 a および第 2 セレクタ 3 4 c を制御してハイパスフィルタ 3 4 b を通るルートを選択する。弱振動補正状態に制御すべき状態のとき、ハイパスフィルタ 3 4 b の能力を有効にして、角速度信号をセンタリングすることにより、積分回路 3 6 で積算される積算値、すなわち移動量信号の振幅値の上昇を抑制する。なお、パンニング状態またはチルティング状態のとき、第 1 ゲイン調整回路 3 2 により角速度信号が無効に制御されるため、ハイパスフィルタ 3 4 b の能力の有効または無効は全体の制御に関係なく、どちらでもよい。

【 0 0 3 0 】

制御部 3 1 は、弱振動補正状態に制御すべき状態でも、振動検出素子 6 0 から出力される角速度信号の振幅値（N 1 地点）が所定の設定値よりゼロの近くに存在する場合、ハイパスフィルタ 3 4 b の能力を無効にしてもよい。

【 0 0 3 1 】

加算回路 4 2 は、位置検出素子 8 0 から出力される位置信号と第 1 イコライザ 3 0 から出力される移動量信号とを加算する。サーボ回路 4 4 は、加算回路 4 2 の出力信号に応じて、駆動素子 9 0 を駆動するための制御信号を生成する。

【 0 0 3 2 】

図 3 は、ハイパスフィルタ 3 4 b、積分回路 3 6 およびセンタリング処理回路 3 8 を構成することが可能なデジタルフィルタ 1 0 の一例を示す回路図である。すなわち、積分回

10

20

30

40

50

路 3 6 はローパスフィルタ、センタリング処理回路 3 8 はハイパスフィルタで構成することができる。

【 0 0 3 3 】

デジタルフィルタ 1 0 は、第 1 乗算器 1 1、第 1 レジスタ 1 2、第 2 乗算器 1 3、加算器 1 4、第 2 レジスタ 1 5 および第 3 乗算器 1 6 を有する。第 1 乗算器 1 1 は、入力値 X_n を係数 a で乗算する。第 1 レジスタ 1 2 は入力値 X_n を一時保持する。第 2 乗算器 1 3 は、第 1 レジスタ 1 2 に保持される一サンプリング周期前の入力値 $X(n-1)$ を係数 b で乗算する。加算器 1 4 は、第 1 乗算器 1 1 の出力値、第 2 乗算器 1 3 の出力値、および第 3 乗算器 1 6 の出力値を加算する。第 2 レジスタ 1 5 は、加算器 1 4 の出力値を一時保持する。第 3 乗算器 1 6 は、第 2 レジスタ 1 5 に保持される一サンプリング周期前の出力値 $Y(n-1)$ を係数 c で乗算する。

10

【 0 0 3 4 】

すなわち、このデジタルフィルタ 1 0 は、下記式 1 に示す演算を行う。

$$Y_n = X_n \cdot a + X(n-1) \cdot b + Y(n-1) \cdot c \quad \cdots \text{(式 1)}$$

X_n ($n = 1, 2, 3 \cdots$) は入力値、 Y_n は出力値、 a は第 1 乗算器 1 1 の係数、 b は第 2 乗算器 1 3 の係数、および c は第 3 乗算器 1 6 の係数を示す。

【 0 0 3 5 】

デジタルフィルタ 1 0 でローパスフィルタを構成する場合、第 1 乗算器 1 1 の係数 a 、第 2 乗算器 1 3 の係数 b 、および第 3 乗算器 1 6 の係数 c を下記式 2 の関係を満たすように設定する。

20

$$(0 <) a \quad b \quad c \quad \cdots \text{(式 2)}$$

【 0 0 3 6 】

この場合、第 2 レジスタ 1 5 および第 3 乗算器 1 6 の系の作用が大きくなり、累積加算の機能が主となる。よって、デジタルフィルタ 1 0 は積分機能を備え、第 2 レジスタ 1 5 には積分値が格納される。ここで、係数 a と係数 b とを略同じ値に設定しているのは、一サンプリング周期前の入力値の遅延成分を加算することによって、ランダムノイズを低減させるためである。なお、係数 a および係数 b を係数 c より小さく設定するほど、積分値の上昇を抑制することができる。このデジタルフィルタ 1 0 で積分回路 3 6 を構成する場合、係数 a および係数 b と、係数 c との比率は、設計者が意図する、振動補正処理の感度を実現するための値に設定される。

30

【 0 0 3 7 】

デジタルフィルタ 1 0 でハイパスフィルタを構成する場合、第 1 乗算器 1 1 の係数 a 、第 2 乗算器 1 3 の係数 b 、および第 3 乗算器 1 6 の係数 c を下記式 3、4 の関係を満たすように設定する。

$$a - b \quad \cdots \text{(式 3)}$$

$$c > 0 \quad \cdots \text{(式 4)}$$

【 0 0 3 8 】

この場合、第 1 乗算器 1 1 の出力と第 2 乗算器 1 3 の出力を加算器 1 4 で加算した値は、一サンプリング期間における入力値の変動分を示す。その変動分を第 2 レジスタ 1 5 および第 3 乗算器 1 6 の系を用いて、累積加算することによって、高周波成分のみを出力するフィルタとなる。

40

【 0 0 3 9 】

すなわち、入力値の周波数が低い場合、当該変動分が小さくなり、当該変動分を一サンプリング周期前の出力値に加算しても、出力値の変動は小さくなる。結果として、低周波成分は通過していないように見える。一方、入力値の周波数が高い場合、当該変動分が大きくなり、当該変動分を一サンプリング周期前の出力値に加算すると、出力値の変動は大きくなる。結果として、高周波成分は通過しているように見える。このデジタルフィルタ 1 0 で、ハイパスフィルタ 3 4 b およびセンタリング処理回路 3 8 を構成することができる。

【 0 0 4 0 】

50

図4は、振動検出素子60から出力される角速度信号、積分回路36から出力される移動量信号、およびセンタリング処理回路38から出力される移動量信号の一例を示す図である。図2に沿って説明すると、振動検出素子60から出力される角速度信号はN1地点の信号であり、積分回路36から出力される移動量信号がN2地点の信号であり、およびセンタリング処理回路38から出力される移動量信号がN3地点の信号である。

【0041】

振動検出素子60から出力される角速度信号(N1地点)が領域R1、R2、R3(図4内で丸で囲まれている領域)で正側に膨らんでいる。これに応答して、積分回路36から出力される移動量信号(N2地点)が上昇していることが分かる。センタリング処理回路38は、積分回路36により積分された移動量信号の低周波数成分、つまり直流成分を除去するので、センタリング処理回路38から出力される移動量信号(N3地点)は、その移動量信号(N2地点)からオフセット成分を除去した信号となる。

【0042】

図5は、実施の形態1に係る、センタリング処理回路38から出力される移動量信号の一例を示す図である。制御部31は、パンニング状態またはチルティング状態に遷移させるか否かを判定するために、センタリング処理回路38から出力される移動量信号(N3地点)を監視する。もちろん、第2ゲイン調整回路39のゲインが1.0に設定されるため、センタリング処理回路38から出力される移動量信号(N3地点)の代わりに第2ゲイン調整回路39から出力される移動量信号(N4地点)を監視してもよい。

【0043】

図5における閾値1が上記内側閾値に対応し、閾値2が上記外側閾値に対応する。閾値1と閾値2との間の領域が上記弱振動補正状態に制御すべき領域である。図5における領域R4は通常の振動補正状態から上記弱振動補正状態に遷移したため、当該移動量信号の振幅値の上昇が抑制され、パンニング状態またはチルティング状態に突入しなかったことを示す。領域R5は当該移動量信号の振幅値が閾値2を超え、パンニング状態またはチルティング状態に突入したことを示す。

【0044】

図6は、実施の形態1に係るパンニング状態またはチルティング状態への突入を判定するための処理を示すフローチャートである。手振れ補正処理が有効に機能している状態で、制御部31は積分回路36、センタリング処理回路38および第2ゲイン調整回路39から出力される移動量信号のいずれかを監視する(S11)。制御部31は、その移動量信号の振幅値の絶対値が内側閾値の絶対値を超えたか否かを判定する(S12)。超えない場合(S12のN)、通常の手振れ補正状態と判定し、第1ゲイン調整回路32のゲインを1.0に設定し(S13)、かつハイパスフィルタ34bの能力を無効にする(S14)。

【0045】

ステップS12にて、上記移動量信号の振幅値の絶対値が内側閾値の絶対値を超えた場合(S12のY)、制御部31は当該移動量信号の振幅値の絶対値が外側閾値の絶対値を超えたか否かを判定する(S15)。超えない場合(S15のN)、制御部31は振動検出素子60から出力される角速度信号を監視する(S16)。

【0046】

制御部31は、その角速度信号の振幅値の絶対値が、所定の設定値の絶対値を超えたか否かを判定する(S17)。超えない場合(S17のN)、ステップS13に遷移し、通常の手振れ補正状態と判定した場合と同様の処理を行う。超えた場合(S17のY)、制御部31は弱手振れ補正状態に制御すべき状態と判定し、第1ゲイン調整回路32のゲインを0.5に設定し(S18)、かつハイパスフィルタ34bの能力を有効にする(S19)。

【0047】

ステップS15にて、当該移動量信号の振幅値の絶対値が外側閾値の絶対値を超えた場合(S15のY)、制御部31は、パンニング状態またはチルティング状態と判定し、第

10

20

30

40

50

１ゲイン調整回路３２のゲインを０に設定し（Ｓ２０）、かつハイパスフィルタ３４ｂの能力を無効にする（Ｓ２１）。

【００４８】

以上説明したように実施の形態１によれば、上記移動量信号の振幅値がパンニング状態またはチルティング状態への突入を判定するための閾値に近づいてくると、上記角速度信号の振幅値を減衰させることにより、上記移動量信号の振幅値の上昇を抑制することができる。よって、低周波数帯域に対しても感度を持ちつつ、パン動作中またはチルト動作中と誤判定されることにより、振動を補正すべき状態にも関わらず振動補正が停止する事態を抑制することができる。また、角速度信号を減衰するとともに、その角速度信号をハイパスフィルタに入力させると、上記移動量信号の振幅値の上昇をさらに抑制することができる。

10

【００４９】

上記移動量信号の振幅値がパンニング状態またはチルティング状態への突入を判定するための閾値に近づいてきても、上記角速度信号の振幅値が小さい場合、上述した角速度信号の減衰処理を発動しないようにすることもできる。この場合、当該減衰処理によりファインダ内の画像が不自然に動き、その動きがユーザに気付かれてしまう事態を抑制することができる。

【００５０】

図７は、実施の形態２に係る振動補正制御回路１００を説明するための構成図である。実施の形態２に係る振動補正制御回路１００の構成は、実施の形態１に係る振動補正制御回路１００の構成と同じである。実施の形態１では第１ゲイン調整回路３２およびハイパスフィルタ３４ｂの制御について注目したが、実施の形態２では積分回路３６およびセンタリング処理回路３８の制御について説明する。

20

【００５１】

なお、第１ゲイン調整回路３２およびハイパスフィルタ３４ｂの制御は、実施の形態１に係る制御に限定されるものではない。たとえば、上記内側閾値を設けず、上記弱振動補正状態を想定しない構成も可能である。その場合、制御部３１は上記外側閾値を超えたらパンニング状態またはチルティング状態、超えなければ、通常の振動補正状態と判定する。前者の場合、第１ゲイン調整回路３２のゲインを実質的に０に設定し、後者の場合、実質的に１．０に設定する。

30

【００５２】

制御部３１は、撮像装置５００がパンニング状態またはチルティング状態であるか否かを判定する。実施の形態１で説明したように、制御部３１は、積分回路３６から出力される移動量信号の振幅値（Ｎ２地点）、センタリング処理回路３８から出力される移動量信号の振幅値（Ｎ３地点）または第２ゲイン調整回路３９から出力される移動量信号の振幅値（Ｎ４地点）を参照して、パンニング状態またはチルティング状態に突入したか否かを判定することができる。また、後述する実施の形態３で説明するように振動検出素子６０から出力される角速度信号の振幅値（Ｎ１地点）の平均値を参照して、パンニング状態またはチルティング状態に突入したか否かを判定してもよい。

【００５３】

積分回路３６は、デジタルフィルタで構成され、当該デジタルフィルタは、移動量信号の振幅値とすべき積算値を保持するレジスタを含む。このデジタルフィルタを図３に示したデジタルフィルタ１０で構成する場合、当該積算値は第２レジスタ１５に保持される。

40

【００５４】

制御部３１は、パンニング状態またはチルティング状態であると判定した場合、上記レジスタに保持されている積算値の絶対値を減少させる。その際、当該積算値の絶対値を漸次的に減少させることが望ましい。パンニング状態またはチルティング状態のとき、制御部３１により第１ゲイン調整回路３２のゲインは実質的に０に設定されるため、積分回路３６への角速度信号の入力は無効となる。

【００５５】

50

センタリング処理回路 38 は、デジタルハイパスフィルタで構成されてもよい。制御部 31 は、パンニング状態またはチルティング状態であると判定した場合、当該デジタルハイパスフィルタの遮断周波数が高くなるよう、そのデジタルハイパスフィルタの係数を変更してもよい。たとえば、制御部 31 はパンニング状態またはチルティング状態のとき、当該デジタルハイパスフィルタの遮断周波数を 0.3 Hz にそれ以外の状態のとき 0.1 Hz に設定する。

【0056】

当該デジタルハイパスフィルタを図 3 に示したデジタルフィルタ 10 で構成する場合、制御部 31 はデジタルフィルタ 10 の遮断周波数を高くするとき、係数 a および係数 c の値を減少させ、係数 b の値を上昇させる。加算器 14 で加算される一サンプリング周期前の出力値 $Y(n-1)$ が減少するため、出力値 Y の減少を早めることができる。よって、デジタルフィルタ 10 の係数 a、係数 b および係数 c を変更することにより、センタリング処理回路 38 のセンタリング能力を強めることができる。逆に、上記遮断周波数を低くするとき、係数 a および係数 c の値を上昇させ、係数 b の値を減少させる。

【0057】

図 8 は、積分回路 36 を図 3 に示したデジタルフィルタ 10 で構成した場合における、第 2 レジスタ 15 に保持される積算値の遷移を示す図である。図 8 にて時刻 T1 までが振動補正状態であり、時刻 T1 以降がパンニング状態またはチルティング状態である。制御部 31 はパンニング状態またはチルティング状態に遷移すると、領域 R6 に示すように第 2 レジスタ 15 に保持される積算値を段階的に減少させる。図 8 では単位時間ごとに第 2 レジスタ 15 に保持される積算値から所定の固定値を減算して、第 2 レジスタ 15 に再設定している。なお、減算する値は固定値に限らず、パンニング状態またはチルティング状態に遷移した初期段階では上記積算値から減算する値を小さな値とし、時間経過にしたがい減算する値を徐々に大きな値に変更していてもよい。

【0058】

以上説明したように実施の形態 2 によれば、パンニング状態またはチルティング状態中に、デジタルフィルタで構成された積分回路内のレジスタに保持される、補正すべき移動量信号とすべき積算値を減少させることによりつぎの効果を奏する。すなわち、パンニング状態またはチルティング状態が終了したとき、レンズの位置が中心位置に一致またはできるだけ中心位置に近い状態で振動補正機能を再開させることができる。よって、パン方向およびチルト方向のそれぞれについて、レンズの可動範囲を十分に確保することができる。また、レジスタ内の積算値を減算することにより、レンズの移動態様を柔軟に設定することができる。

【0059】

また、レジスタ内の積算値を漸次的に減算することにより、ファインダ内の画像が不自然に動き、その動きがユーザに気付かれてしまうことを抑制することができる。また、パンニング状態またはチルティング状態中に、積分回路から出力される移動量信号の振幅値をセンタリングするためのハイパスフィルタの遮断周波数を大きくすることにより、振動補正状態のときより、そのハイパスフィルタのセンタリング能力を高めることができる。また、そのセンタリングによる、ファインダ内の画像の動きはユーザに気付かれにくいものである。

【0060】

図 9 は、実施の形態 3 の実施例 1 に係る振動補正制御回路 100 を説明するための構成図である。実施の形態 3 の実施例 1 に係る振動補正制御回路 100 の構成は、実施の形態 1 に係る振動補正制御回路 100 の構成と同じである。実施の形態 1 では、弱振動補正状態の設置、およびパンニング状態またはチルティング状態の開始判定について説明したが、実施の形態 3 の実施例 1 ではパンニング状態またはチルティング状態の終了判定について説明する。

【0061】

制御部 31 は、撮像装置 500 におけるパンニング状態またはチルティング状態の終了

10

20

30

40

50

を以下の手法により判定する。すなわち、制御部 31 は、パンニング状態またはチルティング状態において、振動検出素子 60 から出力される角速度信号の振幅値を所定の単位期間に複数サンプリングし、それらサンプリング値の平均値が、所定の基本閾値よりゼロの近くに存在する場合、パンニング状態またはチルティング状態の終了と判定する。パンニング状態またはチルティング状態の終了と判定すると、実施の形態 1 で説明したように制御部 31 は第 1 ゲイン調整回路 32 のゲインを実質的に 1.0 に設定する。

【0062】

実施の形態 3 の実施例 1 にて、パンニング状態またはチルティング状態の開始判定手法はとくに限定されない。たとえば、実施の形態 1 で説明した手法を用いることができる。また、制御部 31 は振動検出素子 60 から出力される角速度信号の振幅値を所定の単位期間に複数サンプリングし、それらサンプリング値の平均値が、所定の基本閾値よりゼロから離れて存在する場合、パンニング状態またはチルティング状態の開始と判定してもよい。

【0063】

制御部 31 は、パンニング状態またはチルティング状態においてサンプリングした角速度信号の振幅値が、上記基本閾値よりゼロから離れた値に設定された外側閾値よりゼロから離れて存在するとき、その振幅値が上記外側閾値よりゼロの近くに存在するようになるまで、パンニング状態またはチルティング状態の終了判定を停止してもよい。当該外側閾値を設定すれば、ゼロから大きく外れている、ノイズなどによる角速度信号の異常値を検出することができる。上記平均値を算出するためのサンプリング値にこのような異常値が含まれると、当該平均値が歪められ、誤判定の原因となる。

【0064】

積分回路 36 は、デジタルフィルタで構成されてもよく、当該デジタルフィルタは、上記移動量信号の振幅値とすべき積算値を保持するレジスタを含んでもよい。このデジタルフィルタを図 3 に示したデジタルフィルタ 10 で構成する場合、当該積算値は第 2 レジスタ 15 に保持される。制御部 31 は、パンニング状態またはチルティング状態において当該レジスタに保持されている積算値の絶対値を漸次的に減少させてもよい。

【0065】

この場合において、制御部 31 は、上記平均値が上記基本閾値よりゼロの近くに存在し、かつ当該レジスタに保持される積算値が所定の設定値以下のとき、パンニング状態またはチルティング状態の終了と判定し、それ以外のときパンニング状態またはチルティング状態の終了と判定しない。すなわち、上記平均値が上記基本閾値よりゼロの近くに存在する場合でも、当該レジスタに保持される積算値が上記設定値を超えるときは、パンニング状態またはチルティング状態の終了と判定しない。すなわち、レンズの位置が中心位置から大きく離れている場合、レンズの位置が中心位置に近づくまで振動補正処理の再開を保留する。実施の形態 2 で説明した趣旨による。

【0066】

上記基本閾値は、同じ絶対値を持つ値が正側および負側にそれぞれ設定される。上記外側閾値も同様に、当該基本閾値の外側に、同じ絶対値を持つ値が正側および負側にそれぞれ設定される。上記設定値も、同じ絶対値を持つ値が正側および負側にそれぞれ設定される。上記基本閾値、上記外側閾値、上記単位期間、その単位期間におけるサンプリング数、上記設定値は、実験結果やシミュレーション結果にもとづき、設計者が意図する、振動補正処理の感度を実現するための値に設定される。

【0067】

図 10 は、実施の形態 3 の実施例 1 に係る、振動検出素子 60 から出力される角速度信号の別の例を示す図である。図 11 は、図 10 に示す角速度信号を基礎とした、各単位期間における平均値の算出過程および算出結果を示す図である。図 10 の横軸には各単位期間の先頭に数字 (1 ~ 18) を振っており、図 11 の項目「期間先頭」に対応する。

【0068】

制御部 31 は、パンニング状態またはチルティング状態を終了させるか否かを判定する

ために、振動検出素子 60 から出力される角速度信号 (N1 地点) を監視する。制御部 31 は、当該角速度信号の振幅値を所定の単位期間ごとに複数サンプリングし、各単位期間におけるサンプリング値の平均値が、閾値 3 よりゼロの近くに存在するか否か判定する。

【0069】

制御部 31 は、上記平均値を算出するための除数を n (n は正の偶数) とした場合、前回の単位期間におけるサンプリング値の合計の半分と、今回の単位期間における $n/2$ 個のサンプリング値の合計とを加算した値を n で除算することにより、今回の単位期間における平均値を算出してもよい。

【0070】

図 10、11 の例では各単位期間におけるサンプリング数を 8 に設定している。また、上記閾値 3 を 5、上記閾値 4 を 10 に設定している。制御部 31 は、単位期間 1 (以下、期間先頭 1 から期間先頭 2 までの期間を単位期間 1 と表記する。単位期間 2 以降も同様。) 内に、上記角速度信号の振幅値を 8 個サンプリングし、その合計値を 8 で除算する。これにより、単位期間 1 の平均値を算出する。図 11 の例では 6.7625 である。この平均値の絶対値は上記閾値 3 の絶対値を超えるため、制御部 31 はパンニング状態またはチルティング状態と判定する。

【0071】

制御部 31 は、単位期間 2 内に、上記角速度信号の振幅値を 4 個サンプリングし、その合計値と (単位期間 1 のサンプリング値の合計 / 2) との合計値を 8 で除算する。これにより、単位期間 2 の平均値を算出する。図 11 の例では 7.34375 である。このように、単位期間 2 以降の平均値の算出では (前回の単位期間におけるサンプリング値の合計 / 2) を受け継ぐことにより、サンプリング数を減少させることができる。

【0072】

図 11 の例では、単位期間 6 の平均値が上記閾値 3 を下抜けするため、制御部 31 は期間先頭 7 でパンニング状態またはチルティング状態を終了する。そして、たとえば、期間先頭 11 で再度、パンニング状態またはチルティング状態が開始する。制御部 31 は当該角速度信号ではなく、上記移動量信号を監視してその開始を判定してもよい。また、当該平均値を算出し続け、その平均値の絶対値が上記閾値 3 の絶対値を超えたときその開始と判定してもよい。

【0073】

図 11 の例では、単位期間 12 内における 3 個目のサンプリング値が上記閾値 4 を上抜けている。制御部 31 はサンプリングした角速度信号の振幅値の絶対値が上記閾値 4 の絶対値を超えている期間、上記平均値の算出処理を停止する。それに伴い、(前回の単位期間におけるサンプリング値の合計 / 2) もリセットする。

【0074】

制御部 31 はサンプリングした角速度信号の振幅値が上記閾値 4 を下抜けすると、上記平均値の算出を再開する。単位期間 13 から平均値の算出を再開している。(前回の単位期間におけるサンプリング値の合計 / 2) を受け継がないため、制御部 31 は単位期間 13 内に上記角速度信号の振幅値を 8 個サンプリングし、その合計値を 8 で除算する。

【0075】

以上説明したように実施の形態 3 の実施例 1 によれば、上記角速度信号の振幅値の平均値を、パンニング状態またはチルティング状態の終了判定の基礎とすることにより、その終了判定を精度よく行うことができる。また、判定用の基本閾値よりゼロから離れた位置に外側閾値を設定することにより、上記角速度信号の異常値を検出することができる。当該異常値が検出された単位期間では上記終了判定を停止することにより、当該異常値により上記平均値が歪められることを抑制することができる。よって、当該終了判定の精度をさらに向上させることができる。

【0076】

また、積分回路内のレジスタに保持される積算値を、上記終了判定の一条件に加えることにより、レンズの位置が適切な範囲内に存在する状態で振動補正処理を再開することが

10

20

30

40

50

できる。また、各単位期間において上記平均値を算出する際、前回の単位期間における平均値の一部を受け継ぐことにより、今回の単位期間におけるサンプリング数および演算量を低減することができる。前回の単位期間における平均値の一部を受け継ぐと、当該平均値の変動を抑制する効果を持つため、パンニング状態またはチルティング状態の終了をより抑制的に判定する効果を持つ。

【 0 0 7 7 】

図 1 2 は、実施の形態 3 の実施例 2 に係る振動補正制御回路 1 0 0 を説明するための構成図である。実施の形態 3 の実施例 2 に係る振動補正制御回路 1 0 0 の構成は、実施の形態 1 に係る振動補正制御回路 1 0 0 の構成と同じである。実施の形態 1 では、弱振動補正状態の設置、およびパンニング状態またはチルティング状態の開始判定について説明したが、実施の形態 3 の実施例 2 では当該弱振動補正状態の終了判定について説明する。

10

【 0 0 7 8 】

制御部 3 1 は、振動の補正処理を無効にしているパンニング状態またはチルティング状態と、その補正処理を有効にしている振動補正状態との間の状態であり、当該振動補正状態のときより補正処理の感度が弱く設定されている弱振動補正状態の終了をつぎの手法により判定する。

【 0 0 7 9 】

制御部 3 1 は、当該弱振動補正状態において、上記移動量信号の振幅値を所定の単位期間に複数サンプリングし、それらサンプリング値の平均値が、所定の閾値 6 よりゼロの近くに存在する場合、弱振動補正状態の終了と判定する。制御部 3 1 は、積分回路 3 6 から出力される移動量信号の振幅値を参照対象としてもよいし、センタリング処理回路 3 8 から出力される移動量信号の振幅値を参照対象としてもよいし、第 2 ゲイン調整回路 3 9 から出力される移動量信号の振幅値を参照対象としてもよい。すなわち、図 1 2 における N 2 地点、N 3 地点および N 4 地点のいずれを参照対象としてもよい。上記閾値 6 は同じ絶対値を持つ値が正側および負側にそれぞれ設定される。上記閾値 6 は、実験結果やシミュレーション結果にもとづき、設計者が意図する、振動補正処理の感度を実現するための値に設定される。

20

【 0 0 8 0 】

実施の形態 3 の実施例 2 でも実施の形態 3 の実施例 1 で説明した平均値の算出方法（（前回の単位期間における平均値 / 2）を受け継ぐ方法）を用いることができる。ただし、上記移動量信号の振幅値は積算値であり、一般的に上記移動量信号の振幅値の変化は上記角速度信号の振幅値の変化より小さいことから、上記外側閾値を設ける必要性は、上記角速度信号の振幅値の平均値を算出する場合より小さい。

30

【 0 0 8 1 】

以上説明したように実施の形態 3 の実施例 2 によれば、上記移動量信号の振幅値の平均値を、上記弱振動補正状態の終了判定の基礎とすることにより、その終了判定を精度よく行うことができる。

【 0 0 8 2 】

図 1 3 は、実施の形態 4 に係る振動補正制御回路 1 0 0 を説明するための構成図である。実施の形態 4 に係る振動補正制御回路 1 0 0 の構成は、実施の形態 1 に係る振動補正制御回路 1 0 0 の構成と同じである。実施の形態 4 では第 1 ゲイン調整回路 3 2、センタリング処理回路 3 8 および第 2 ゲイン調整回路 3 9 の制御について説明する。

40

【 0 0 8 3 】

第 2 ゲイン調整回路 3 9 は、センタリング処理回路 3 8 から出力される移動量信号の振幅を調整する。制御部 3 1 は、撮像装置 5 0 0 におけるパンニング状態またはチルティング状態の終了を検出する。その終了判定は、とくに限定されないが、実施の形態 3 で説明した手法を用いてもよい。なお、パンニング状態またはチルティング状態の開始判定も、とくに限定されないが、実施の形態 1 で説明した手法を用いてもよい。

【 0 0 8 4 】

制御部 3 1 は、パンニング状態またはチルティング状態においてその終了を検出したと

50

き、低下させていた第 1 ゲイン調整回路 3 2 のゲインを元のゲインに戻しつつ、第 2 ゲイン調整回路 3 9 のゲインを所定の値まで低下させ、その後、漸次的に元のゲインまで上昇させる。実施の形態 1 で説明したように、第 1 ゲイン調整回路 3 2 のゲインは、パンニング状態またはチルティング状態では実質的に 0 に設定される。それ以外の状態では、上記弱振動補正状態を考慮しなければ、実質的に 1 . 0 に設定される。この場合、低下させていた第 1 ゲイン調整回路 3 2 のゲインは実質的に 0 であり、第 1 ゲイン調整回路 3 2 の元のゲインは実質的に 1 . 0 である。

【 0 0 8 5 】

第 2 ゲイン調整回路 3 9 のゲインは、振動補正状態中も、パンニング状態中またはチルティング状態中も実質的に 1 . 0 に設定されることが一般的である。この場合、第 2 ゲイン調整回路 3 9 の元のゲインとは実質的に 1 . 0 である。第 2 ゲイン調整回路 3 9 における、上記所定の値および元のゲインに戻すスピードは、実験結果やシミュレーション結果にもとづき、設計者により任意に設定される。たとえば、上記所定の値を 0 . 5 に設定してもよい。

【 0 0 8 6 】

センタリング処理回路 3 8 は、デジタルハイパスフィルタで構成され、積分回路 3 6 から出力される移動量信号をゼロ方向にセンタリングし、第 2 ゲイン調整回路 3 9 に出力する。制御部 3 1 は、パンニング状態またはチルティング状態においてその終了を検出したとき、高くしていた上記デジタルハイパスフィルタの遮断周波数が元の周波数に戻るよう、当該デジタルハイパスフィルタの係数を変更してもよい。

【 0 0 8 7 】

たとえば、制御部 3 1 はパンニング状態またはチルティング状態のとき当該デジタルハイパスフィルタの遮断周波数を 0 . 3 H z に、それ以外（振動補正状態など）のとき 0 . 1 H z に設定する。この場合、上記デジタルハイパスフィルタの遮断周波数が元の周波数に戻るとは、0 . 1 H z に戻ることを意味する。当該デジタルハイパスフィルタを図 3 に示したデジタルフィルタ 1 0 で構成する場合、制御部 3 1 はデジタルフィルタ 1 0 の遮断周波数を高くするとき、係数 a および係数 c の値を減少させ、係数 b の値を上昇させる。その遮断周波数を低くするとき、係数 a および係数 c の値を上昇させ、係数 b の値を減少させる。

【 0 0 8 8 】

制御部 3 1 は、パンニング状態またはチルティング状態においてその終了を検出したとき、第 2 ゲイン調整回路 3 9 のゲインを所定の値まで低下させ、その後、漸次的に元のゲインまで上昇させ、元のゲインに戻ったと実質的に同時に、上記デジタルハイパスフィルタの係数を変更することが好ましい。第 2 ゲイン調整回路 3 9 のゲインが元のゲインに戻る前に、上記デジタルハイパスフィルタの係数を変更すると、当該ゲインの変化による上記移動量信号の変動と当該係数の変更による上記移動量信号の変動が重複してしまう。逆に、第 2 ゲイン調整回路 3 9 のゲインが元のゲインに戻った後、所定期間経過後に、上記デジタルハイパスフィルタの係数を変更すると、その所定期間の間、センタリング処理回路 3 8 によるセンタリング作用が効き過ぎる状態となってしまう。

【 0 0 8 9 】

もちろん、第 2 ゲイン調整回路 3 9 のゲインが元のゲインに戻るタイミングと、上記デジタルハイパスフィルタの係数を変更するタイミングとの時間差が小さければ、このような影響は少なくなり、それらのタイミングが同時の場合と類似した効果が得られる。

【 0 0 9 0 】

図 1 4 は、パン方向の移動量信号 a 1 およびチルト方向の移動量信号 a 2 の一例を示す。図 1 4 にて、期間 t p はパンニング状態またはチルティング状態と判定されている期間を示す。期間 t h はセンタリング処理回路 3 8 を構成するハイパスフィルタの遮断周波数が通常より大きく設定される期間を示す。

【 0 0 9 1 】

制御部 3 1 は、上記閾値 2 の設定位置を調整することにより、パンニング状態またはチ

10

20

30

40

50

ルティング状態に完全に遷移する前に、パンニング状態またはチルティング状態への遷移を検知することができる。制御部 31 は、パン方向の角速度信号が入力される系統とチルト方向の角速度信号が入力される系統の両方の系統において、第 1 ゲイン調整回路 32 のゲインを実質的に 0 に設定し、センタリング処理回路 38 を構成するハイパスフィルタの遮断周波数を 0.1 Hz から 0.3 Hz に変更する。すなわち、パンニング状態またはチルティング状態において加えられる振動を無効としつつ、レンズのセンター戻し作用を強める。

【0092】

制御部 31 は、パンニング状態またはチルティング状態においてその終了を判定すると、第 2 ゲイン調整回路 39 のゲインを実質的に 0.5 に下げ、その後、徐々に実質的に 1.0 に戻す。第 2 ゲイン調整回路 39 のゲインが実質的に 1.0 に戻った時点でセンタリング処理回路 38 を構成するハイパスフィルタの遮断周波数を 0.1 Hz に戻す。

10

【0093】

パン方向の移動量信号 a1 およびチルト方向の移動量信号 a2 とともに、期間 tp の間にセンター方向にきれいに移動していることが分かる。また、期間 tp の終了後も期間 th の終了後もパン方向の移動量信号 a1 およびチルト方向の移動量信号 a2 に歪みが生じていないことが分かる。

【0094】

以上説明したように実施の形態 4 によれば、パンニング状態またはチルティング状態が終了し、振動補正機能が再開されるときに、第 2 ゲイン調整回路 39 のゲインを一時的に下げることにより、第 1 ゲイン調整回路 32 のゲイン変更による影響を緩和することができる。すなわち、第 1 ゲイン調整回路 32 のゲインが戻ることにより、上記角速度信号が上記移動量信号に影響を与え始めるが、この影響を与え始める期間における上記移動量信号の変動を抑制することができる。

20

【0095】

また、センタリング処理回路 38 を構成するハイパスフィルタの遮断周波数を第 2 ゲイン調整回路 39 のゲインが元に戻ると実質的に同時に変更することにより、第 1 ゲイン調整回路 32 のゲイン変更による影響と、当該ハイパスフィルタの遮断周波数の変更による影響を適切に分散させることができる。以上により、振動補正機能の再開による発生し得る不自然な画像の動きを抑制することができる。

30

【0096】

図 15 は、実施の形態 5 に係る振動補正制御回路 100 を説明するための構成図である。実施の形態 5 に係る振動補正制御回路 100 の構成は、実施の形態 1 に係る振動補正制御回路 100 の構成と同じである。実施の形態 5 では積分回路 36 の制御について注目する。

【0097】

実施の形態 5 では、積分回路 36 は、デジタルフィルタで構成され、当該デジタルフィルタは、上記移動量信号の振幅値とすべき積算値を保持するレジスタを含む。このデジタルフィルタを図 3 に示したデジタルフィルタ 10 で構成する場合、当該積算値は第 2 レジスタ 15 に保持される。

40

【0098】

まず、実施の形態 5 の実施例 1 について説明する。この実施例 1 に係る補正処理は、補正すべき移動量とする、角速度信号の積算値が小さい段階において実行されることが好適である。たとえば、振動補正機能が発動してから所定の期間、実行することができる。シャッターボタンの半押しで振動補正機能が発動する場合、その半押しから所定の期間、実行される。また、主電源の投入で振動補正機能が発動する場合、その主電源の投入から所定の期間、実行される。また、上述したパンニング状態またはチルティング状態から振動補正状態に遷移してから所定の期間、実行されてもよい。いずれの期間も上記積算値が大きく変動しやすい期間である。

【0099】

50

制御部 31 は、上記レジスタに保持されている積算値を所定の時間間隔で取得し、前回取得した積算値と今回取得した積算値との変化値を求め、その変化値が所定の閾値を超えるとき、今回取得した積算値から、その値をゼロに近づけるための補正値を減算して当該レジスタに再設定する。上記変化値は正の場合と負の場合があるため、上記閾値として同じ絶対値を持つ値が正側と負側に一組設けられる。より厳密には、上記変化値が上記閾値を超えとは、絶対値の増加方向に超えることを意味する。一組の閾値は段階的に複数設けられてもよく、以下、複数設ける場合の例について説明する。

【0100】

まず、段階的に設定される複数の閾値と、当該複数の閾値に比例して段階的に設定される複数の補正値とをそれぞれ関連づけるテーブルを参照する例について説明する。これら複数の閾値と複数の補正値とは、正側と負側に対称的に設けられる。

10

【0101】

制御部 31 が、上記テーブルを参照して、そのテーブルに記述されているいずれの段階の閾値を超えたかにより、上記積算値から減算すべき補正値を決定する。より具体的には、上記変化値を絶対値の増加方向に超える一つ以上の閾値のうち、最も当該変化値との差分が小さい閾値に関連づけられている補正値に決定する。

【0102】

制御部 31 は、前回取得した積算値と今回取得した積算値との間の変化が、ゼロから離れる方向への拡散変化のとき、ゼロに近づく方向への収束変化のときより、ゼロに近づける程度の大きい補正値を今回取得した積算値から減算してもよい。上記変化値が正の値の場合、上記移動量信号が正の範囲では拡散変化となり、負の範囲では収束変化となる。逆に、上記変化値が負の値の場合、上記移動量信号が正の範囲では収束変化となり、負の範囲では拡散変化となる。なお、収束変化では補正値を常に 0 とすることも可能である。すなわち、収束変化では上記減算処理を行わず、拡散変化のときのみ上記減算処理を行うことも可能である。

20

【0103】

たとえば、拡散変化のとき上記テーブルで決定された補正値に 1 を超える係数を乗算した値を、上記積算値から減算すべき補正値としてもよい。逆に、収束変化のとき上記テーブルで決定された補正値に 1 未満の係数を乗算した値を、上記積算値から減算すべき補正値としてもよい。また、あらかじめ上記テーブルを拡散変化用と収束変化用の二種類設けてもよい。

30

【0104】

図 16 は、実施の形態 5 の実施例 1 に係るテーブル 312 の一例を示す図である。このテーブル 312 では、閾値は - 36 から 36 まで 4 刻みで段階的に設定される。補正値はそれら閾値に対応して、- 9 から 9 まで 1 刻みで段階的に設定される。これら複数の閾値と複数の補正値は、正側と負側とで対称的に設定される。

【0105】

たとえば、上記変化値が - 34 の場合、閾値 (- 32) を絶対値の増加方向に超え、閾値 (- 36) を超えないため、補正値として - 8 が指定される。制御部 31 は、上記変化値が拡散変化の場合、- 8 に係数 1.2 を乗算した - 9.6 を上記積算値から減算すべき補正値としてもよい。

40

【0106】

図 17 は、実施の形態 5 の実施例 1 に係る、積算値の補正処理前と処理後とを比較した図である。図 17 内にて菱形の点を結ぶ線が補正処理前の積算値の推移を示し、正方形の点を結ぶ線が補正処理後の積算値の推移を示す。菱形の点および正方形の点はいずれも、積算値のサンプリング点を示す。図 17 を参照すると、補正処理後の方が積算値の推移がゼロ方向に収束されることが分かる。なお上述した、所定の時間間隔、複数の閾値、および複数の補正値は、実験結果やシミュレーション結果にもとづき、設計者により任意に設定される。

【0107】

50

以上説明したように実施の形態 5 の実施例 1 によれば、積分回路 36 のレジスタ内に保持される積算値から、その変化に応じた、ゼロ方向に近づくための補正値を減算するため、当該積算値の変動を抑制することができる。この処理を、当該積算値が小さい段階において適用すると、レンズの過敏な反応を抑制し、振動補正機能の精度を高めることができる。また、積算値の変化が大きいほど、ゼロ方向に近づく程度の高い補正値を減算するため、振動補正機能自体を損なわずに、上記積算値の変動を抑制することができる。さらに、上記テーブルを使用することにより、上記変化値の大きさに応じて上記補正値を柔軟に設定することができる。たとえば、上記変化値が非常に大きい場合、そのときの角速度信号をノイズとみなして、その角速度信号を無効とする設定も可能である。

【0108】

10

つぎに、実施の形態 5 の実施例 2 について説明する。この実施例 2 に係る補正処理も、実施例 1 と同様に上記積算値が小さい段階において実行されることが好適である。

制御部 31 は、上記レジスタに保持されている積算値を所定の時間間隔で取得し、前回取得した積算値と今回取得した積算値との変化値を求める。そして、今回取得した積算値から、当該変化値を所定の設定値で除算した補正値を減算して上記レジスタに再設定する。たとえば、当該設定値を 4 に設定した場合、上記変化値が 10 で上記補正値が 2 となる。ここでは小数点以下を切り捨てているが、小数点以下をどのように処理するかは設計者が適宜、設定することができる。この積算値の補正処理前と処理後とは図 17 と同様に、補正処理後の方が積算値の推移がゼロ方向に収束される。

【0109】

20

上記設定値は、前回取得した積算値と今回取得した積算値との間の変化が、ゼロから離れる方向への拡散変化のとき、ゼロに近づく方向への収束変化のときより、小さな値に設定されてもよい。たとえば、上記設定値を拡散変化のとき 3 に、収束変化のとき 4 に設定する。なお、収束変化のときは上記除算処理および上記減算処理を行わないことも可能である。なお上述した、所定の時間間隔および所定の設定値は、実験結果やシミュレーション結果にもとづき、設計者により任意に設定される。

【0110】

以上説明したように実施の形態 5 の実施例 2 によれば、上記テーブルに関する考察を除き、実施例 1 と同様の効果を奏する。さらに、実施例 1 と比較し、テーブルを使用しないため、構成を簡素化することができる。

30

【0111】

つぎに、実施の形態 5 の実施例 3 について説明する。この実施例 3 に係る補正処理は、実施例 1、2 と異なり、振動補正機能発動中、パンニング状態中またはチルティング状態中のいずれの期間にも適用可能である。

【0112】

制御部 31 は、上記レジスタに保持されている積算値を所定の時間間隔で取得し、前回取得した積算値と今回取得した積算値との変化値を求める。その変化値が所定の設定時間、継続的に所定の閾値以下のとき、その設定時間の終了時点で上記レジスタに保持されている積算値から、その値をゼロに近づくための補正値を減算して上記レジスタに再設定する。上記変化値は正の場合と負の場合があるため、上記閾値として同じ絶対値を持つ値が正側と負側に一組設けられる。より厳密には、上記変化値が上記閾値以下とは、絶対値の増加方向に対して上記閾値以下であることを意味する。上記補正値は固定値であってもよい。上記閾値と同様に、同じ絶対値を持つ値が正側と負側に一組設けられる。

40

【0113】

図 18 は、実施の形態 5 の実施例 3 に係る積算値の推移を示す図である。図 18 は上記角速度信号が積分回路 36 に加わっていない状態を示している。すなわち、新たに加算すべき入力値が入力されていない状態を示す。この場合、上記変化値が継続的に上記閾値以下となる上記設定時間が、連続することになる。よって、各設定時間の終了時点で上記積算値から上記補正値が減算される。当該積算値が正の範囲にある場合、正の固定値が減算され、当該積算値が負の範囲にある場合、負の固定値が減算される。

50

【 0 1 1 4 】

実施の形態 5 の実施例 3 に係る補正処理は、実施の形態 5 の実施例 1 と組み合わせて使用することが好適である。実施例 3 に係る閾値を、実施例 1 に係る段階的に設定される複数の閾値のうち、絶対値が一番小さい閾値に設定するとよい。図 1 6 の例では、実施例 3 に係る閾値を ± 4 に設定する。これにより、上記変化値が所定の設定時間、継続的に当該閾値以下のとき、その設定時間の終了時点で上記レジスタに保持されている積算値から、 ± 1 が減算されることになる。

【 0 1 1 5 】

実施の形態 5 の実施例 3 に係る補正処理は、上述した実施の形態 2 において、制御部 3 1 が、パンニング状態またはチルティング状態であると判定した場合に、上記レジスタに保持されている積算値を減少させる際にも適用可能である。なお上述した、所定の時間間隔、所定の閾値、所定の設定時間、およびゼロ方向に近づけるための補正值は、実験結果やシミュレーション結果にもとづき、設計者により任意に設定される。

【 0 1 1 6 】

以上説明したように実施の形態 5 の実施例 3 によれば、角速度信号の変化が小さいまたはゼロの状態、積分回路のレジスタ内の積算値を徐々にゼロに近づけることにより、ユーザに気づかれずにレンズの位置を中心位置に戻すことができる。

【 0 1 1 7 】

以上、本発明をいくつかの実施の形態をもとに説明した。この実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

【 0 1 1 8 】

実施の形態 1 ~ 5 では、振動検出素子 6 0、位置検出素子 8 0 および駆動素子 9 0 として、それぞれジャイロセンサ、ホール素子およびボイスコイルモータが採用可能なことに言及したが、本発明はそれに限られるものではない。たとえば、振動検出素子 6 0 は直線方向の角速度を検出するセンサを用いて、角速度信号に基づいて撮像装置 5 0 0 の振動を検出する構成にすることができる。また、駆動素子 9 0 はピエゾ素子やステッピングモータなどを用いることができる。位置検出素子 8 0 は MR 素子またはフォトスクリーンダイオードなどを用いることができる。

【 0 1 1 9 】

実施の形態 1 ~ 5 では、レンズを駆動させて手振れ補正処理を行うレンズシフト式としたが、本発明はこれに限られるものではない。たとえば、本発明は撮像装置 5 0 0 のぶれに応じて撮像素子 2 0 0 をシフトさせる撮像素子シフト方式にも適用することができる。このとき、位置検出素子 8 0 は撮像素子 2 0 0 の位置を検出し、駆動素子 9 0 は撮像素子 2 0 0 を駆動する素子とすることができる。

【 0 1 2 0 】

実施の形態 1 では、制御部 3 1 は、上記移動量信号の振幅値が上記外側閾値と上記内側閾値との間に存在するとき、ハイパスフィルタ 3 4 b の能力を有効にし、それ以外のときハイパスフィルタ 3 4 b の能力を無効にするよう制御した。この点、このハイパスフィルタ 3 4 を図 3 に示したようなデジタルフィルタで構成し、そのデジタルフィルタをつぎのように制御してもよい。制御部 3 1 は、上記移動量信号の振幅値が上記外側閾値と上記内側閾値との間に存在するとき、当該デジタルフィルタをハイパスフィルタとして機能させ、それ以外のときローパスフィルタとして機能させるよう制御する。当該デジタルフィルタの係数を変更することにより、ハイパスフィルタとローパスフィルタとの間で切り替えることができる。上記弱振動補正状態に遷移すべき状態ではない、通常の振動補正状態では当該デジタルフィルタをローパスフィルタとして機能させることができるため、角速度信号の高周波ノイズを除去した後の角速度信号を積分回路 3 6 に入力することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 2 1 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態に係る撮像装置の全体構成を示すブロック図である。

【図 2】実施の形態 1 に係る振動補正制御回路を説明するための構成図である。

【図 3】ハイパフフィルタ、積分回路およびセンタリング処理回路を構成することが可能なデジタルフィルタの一例を示す回路図である。

【図 4】振動検出素子から出力される角速度信号、積分回路から出力される移動量信号、およびセンタリング処理回路から出力される移動量信号の一例を示す図である。

【図 5】実施の形態 1 に係る、センタリング処理回路から出力される移動量信号の一例を示す図である。

【図 6】実施の形態 1 に係るパンニング状態またはチルティング状態への突入を判定するための処理を示すフローチャートである。

【図 7】実施の形態 2 に係る振動補正制御回路を説明するための構成図である。

【図 8】積分回路を図 3 に示したデジタルフィルタで構成した場合における、第 2 レジスタに保持される積算値の遷移を示す図である。

【図 9】実施の形態 3 の実施例 1 に係る振動補正制御回路を説明するための構成図である。

【図 10】実施の形態 3 の実施例 1 に係る、振動検出素子から出力される角速度信号の別の例を示す図である。

【図 11】図 10 に示す角速度信号を基礎とした、各単位期間における平均値の算出過程および算出結果を示す図である。

【図 12】実施の形態 3 の実施例 2 に係る振動補正制御回路を説明するための構成図である。

【図 13】実施の形態 4 に係る振動補正制御回路を説明するための構成図である。

【図 14】パン方向の移動量信号波形およびチルト方向の移動量信号の一例を示す図である。

【図 15】実施の形態 5 に係る振動補正制御回路を説明するための構成図である。

【図 16】実施の形態 5 の実施例 1 に係るテーブルの一例を示す図である。

【図 17】実施の形態 5 の実施例 1 に係る、積算値の補正処理前と処理後とを比較した図である。

【図 18】実施の形態 5 の実施例 3 に係る積算値の推移を示す図である。

【符号の説明】

【0122】

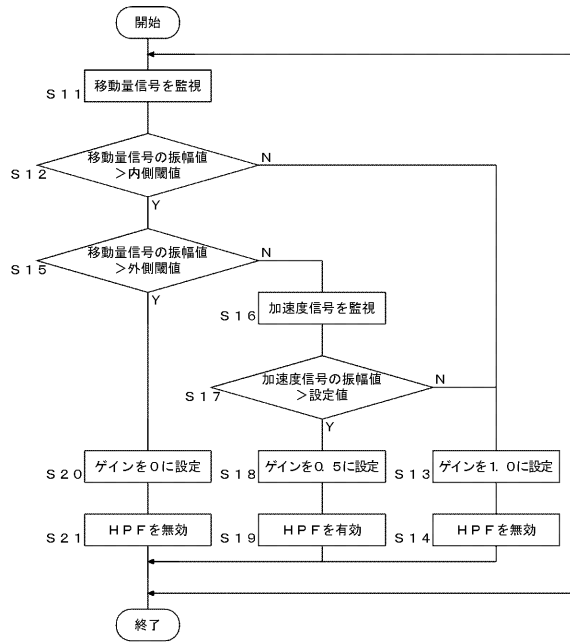
10 デジタルフィルタ、 11 第 1 乗算器、 12 第 1 レジスタ、 13 第 2 乗算器、 14 加算器、 15 第 2 レジスタ、 16 第 3 乗算器、 20 アナログ/デジタル変換回路、 30 第 1 イコライザ、 31 制御部、 32 第 1 ゲイン調整回路、 34 a 第 1 セレクタ、 34 b ハイパスフィルタ、 34 c 第 2 セレクタ、 36 積分回路、 38 センタリング処理回路、 39 第 2 ゲイン調整回路、 40 第 2 イコライザ、 42 加算回路、 44 サーボ回路、 50 デジタル/アナログ変換回路、 60 振動検出素子、 70 レンズ、 80 位置検出素子、 90 駆動素子、 100 振動補正制御回路、 200 撮像素子、 300 画像処理部、 500 撮像装置。

10

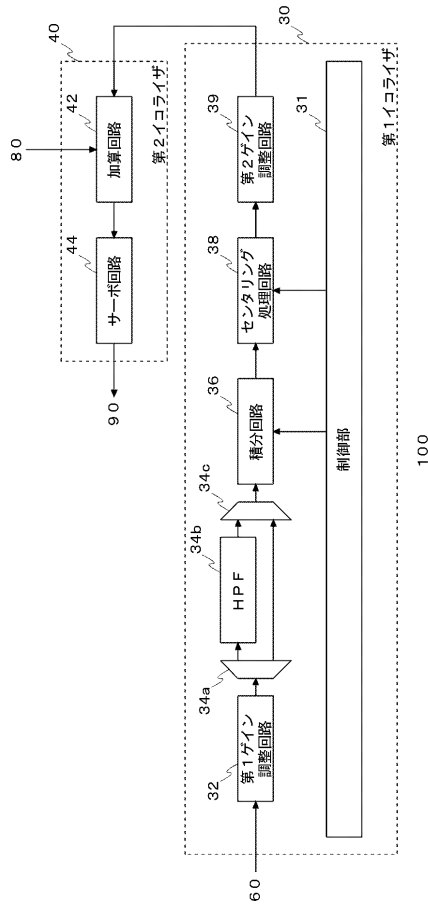
20

30

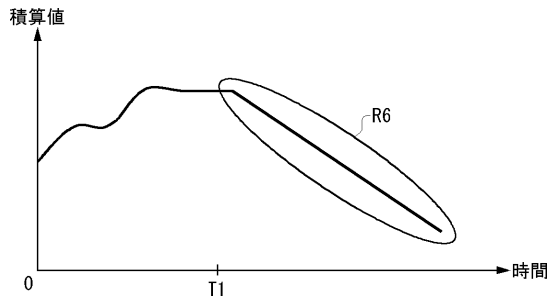
【図 6】



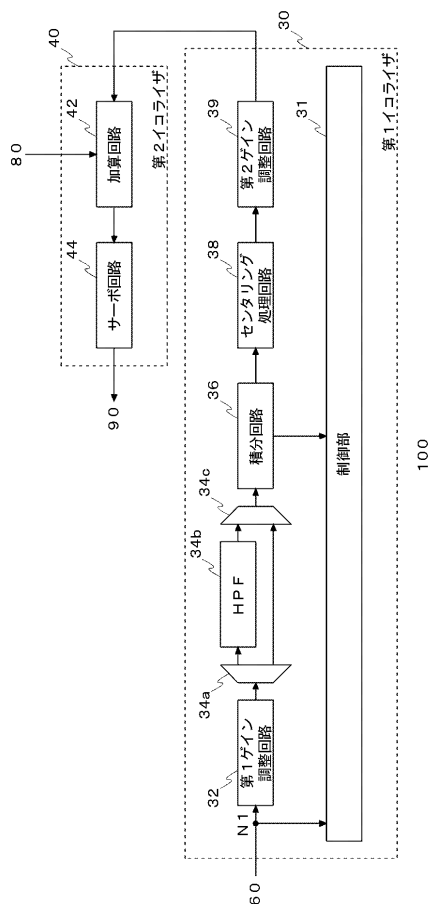
【図 7】



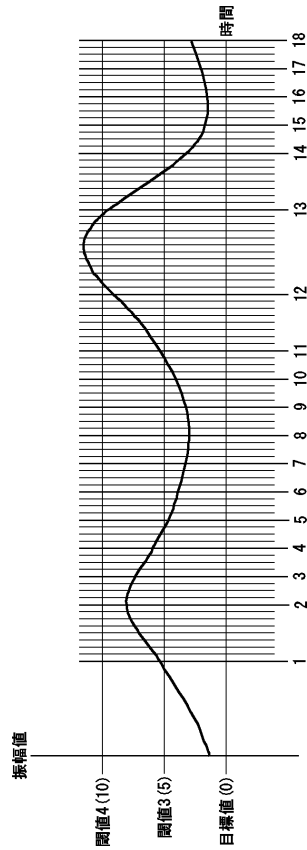
【図 8】



【図 9】



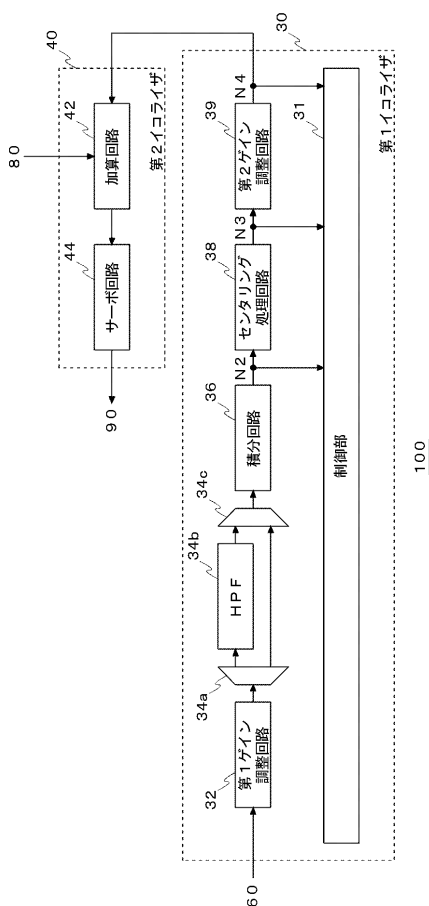
【 図 1 0 】



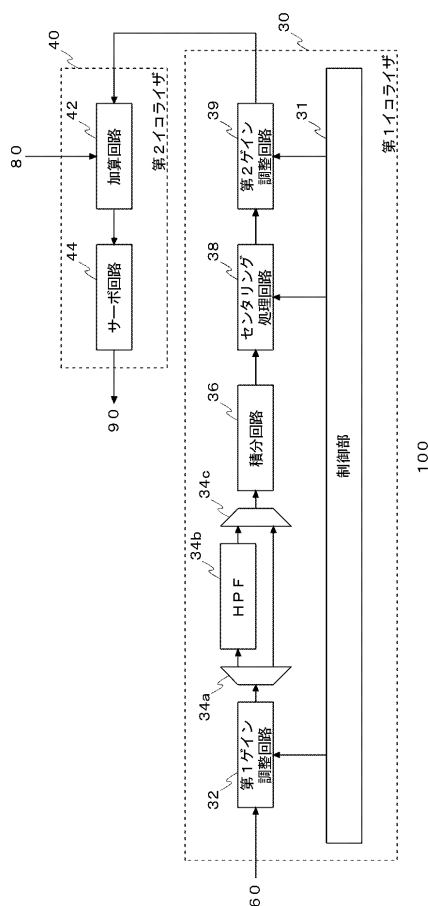
【 図 1 1 】

期間凡例	データ数	Value	期間合計	#区 使用サンプル平均
1	1	5.3		
	2	5.6		
	3	6.2		
	4	6.6		
	5	7		
	6	7.5		
	7	7.8		
	8	7.9	54.7	8.765
2	1	6.1		
	2	6		
	3	7.9		
3	4	7.7	59.79	7.3475
	1	7.5		
	2	7		
4	3	6.3		
	4	6.3	59.779	7.09875
	1	6		
5	2	5.6		
	3	5.3		
	4	5	59.2875	6.2959375
6	1	4.7		
	2	4.5		
	3	4.2		
7	4	4		
	1	3.5	42.54375	6.3179875
	2	3.9		
8	3	3.6		
	4	3.5	36.071875	4.5989438
	1	3.2		
9	2	3.1		
	3	3		
	4	3		
10	1	3		
	2	3		
	3	3.1		
11	4	3.2		
	1	3.2		
	2	3.5		
12	3	3.7		
	4	3.9		
	1	4		
13	2	4.3		
	3	4.6		
	4	5		
14	1	5.2		
	2	5.7		
	3	6.1		
15	4	6.6		
	5	7		
	6	7.5		
16	7	8		
	8	8.8	54.7	8.8375
	1	9.1		
17	2	9.8		
	3	10.2		
	1	8		
18	2	8.2		
	3	7.5		
	4	6.6		
19	5	6		
	6	5.7		
	7	4.5		
20	8	3.9	50.7	6.3375
	1	3.1		
	2	2.9		
21	3	2.2		
	4	2	35.45	4.43125
	1	1.9		
22	2	1.8		
	3	1.9		
	4	1.9	24.305	3.115625
23	1	1.6		
	2	1.9		
	3	1.9		
24	4	2	20.0025	2.509125
	1	2		
	2	2.2		
25	3	2.5		
	4	2.1	19.43125	2.4390625

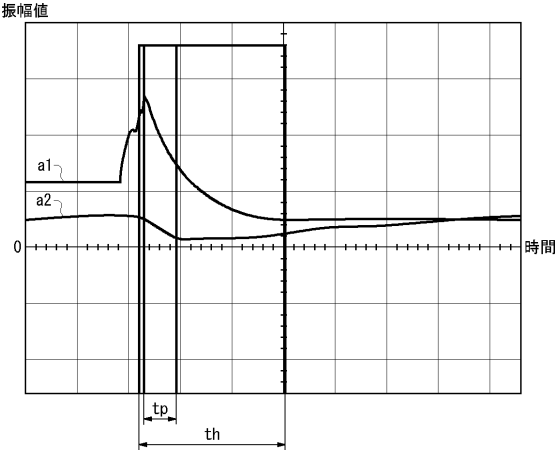
【 圖 1 2 】



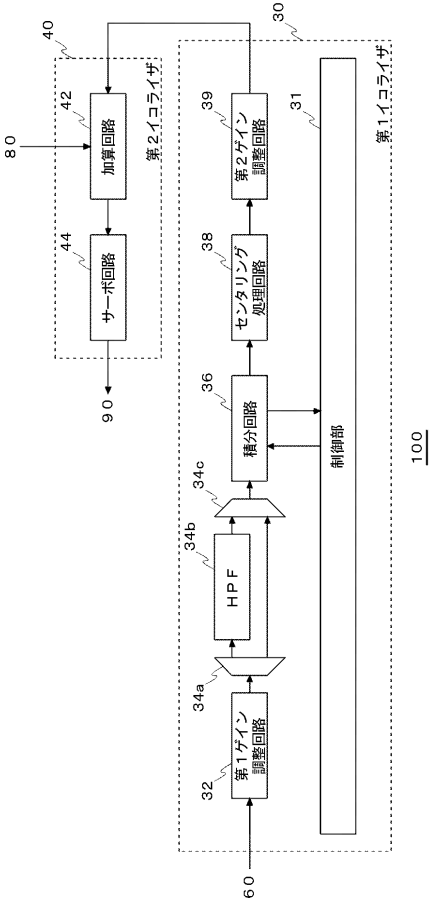
【 図 1 3 】



【図 14】



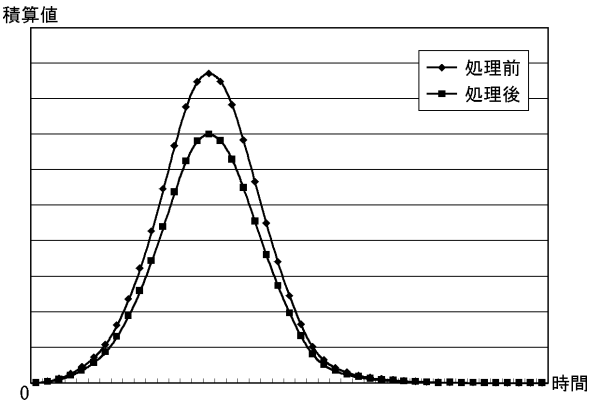
【図 15】



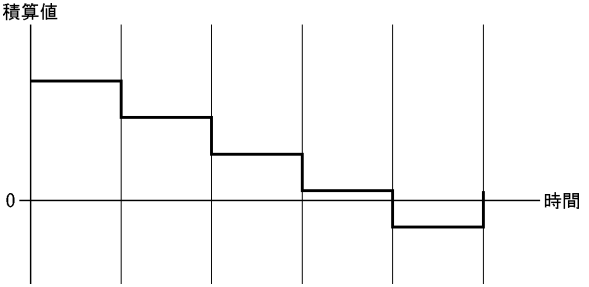
【図 16】

閾値	補正值
-36	-9
-32	-8
-28	-7
-24	-6
-20	-5
-16	-4
-12	-3
-8	-2
-4	-1
4	1
8	2
12	3
16	4
20	5
24	6
28	7
32	8
36	9

【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 0 - 2 8 2 5 3 6 (J P , A)
特開平 0 8 - 3 3 1 4 3 0 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 1 8 9 4 7 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 4 N 5 / 2 3 2
G 0 3 B 5 / 0 0
H 0 4 N 1 0 1 / 0 0