

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5529552号
(P5529552)

(45) 発行日 平成26年6月25日(2014.6.25)

(24) 登録日 平成26年4月25日(2014.4.25)

(51) Int.Cl.

G03B 5/00 (2006.01)

F1

G03B 5/00

G

請求項の数 13 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2010-4443 (P2010-4443)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成22年1月12日 (2010.1.12)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2011-145354 (P2011-145354A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成23年7月28日 (2011.7.28)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成25年1月9日 (2013.1.9)		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】防振制御装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮像装置に加わる、予め設定された周波数帯域の揺れを検出して補正する防振制御装置であって、

前記撮像装置に加わる揺れを検出する揺れ検出手段と、

前記揺れ検出手段から出力された揺れ信号に対して予め決められた第1の折点周波数よりも低い周波数の揺れ信号を減衰する処理を行う処理手段と、

前記処理手段によって処理された前記揺れ信号と、前記処理手段によって処理される前の前記揺れ信号との位相ズレを補償する位相補償手段と、

前記位相ズレが補償された前記揺れ信号に基づいて、前記撮像装置の揺れを補正する補正手段とを有し、

前記位相補償手段は、前記処理手段によって生じた前記位相ズレを相殺するように、前記処理手段によって処理された前記揺れ信号に対して位相を変更し、前記第1の折点周波数と前記予め設定された周波数帯域のうち最も低い周波数との間に、前記処理手段によって処理された前記揺れ信号に対して位相の変更を開始させるための第2の折点周波数が少なくとも1つ設定されていることを特徴とする防振制御装置。

【請求項2】

前記位相補償手段は、前記第1の折点周波数の半分から2倍の周波数の間に1つの第2の折点周波数を設定すると共に、該設定された第2の折点周波数の1.5倍から3倍の周波数に、該第2の折点周波数とは別の、位相の変更を終了させるための第3の折点周波数

10

20

を設定することを特徴とする請求項 1 に記載の防振制御装置。

【請求項 3】

前記位相補償手段は、前記第 1 の折点周波数に前記 1 つの第 2 の折点周波数を設定すると共に、該設定された第 2 の折点周波数の 2 倍の周波数に、前記第 3 の折点周波数を設定することを特徴とする請求項 2 に記載の防振制御装置。

【請求項 4】

撮像装置に加わる、予め設定された周波数帯域の揺れを検出して補正する防振制御装置であって、

前記撮像装置に加わる揺れを検出する揺れ検出手段と、

前記揺れ検出手段から出力された揺れ信号に対して予め決められた第 1 の折点周波数よりも高い周波数の揺れ信号を積分処理する積分手段と、

前記積分手段によって積分処理された前記揺れ信号の位相と、前記積分手段によって処理された前記揺れ信号の理論的な位相との位相ズレを補償する位相補償手段と、

前記位相ズレが補償された前記揺れ信号に基づいて、前記撮像装置の揺れを補正する補正手段とを有し、

前記位相補償手段は、前記積分手段によって生じた前記位相ズレを相殺するように、前記積分手段によって積分処理された前記揺れ信号に対して位相を変更し、前記第 1 の折点周波数と前記予め設定された周波数帯域のうち最も低い周波数との間に、前記積分手段によって積分処理された前記揺れ信号に対して位相の変更を開始させるための第 2 の折点周波数が少なくとも 1 つ設定されていることを特徴とする防振制御装置。

【請求項 5】

前記位相補償手段は、前記第 1 の折点周波数の半分から 2 倍の周波数の間に 1 つの第 2 の折点周波数を設定すると共に、該設定された第 2 の折点周波数の 1 . 5 倍から 3 倍の周波数に、該第 2 の折点周波数とは別の、位相の変更を終了させるための第 3 の折点周波数を設定することを特徴とする請求項 4 に記載の防振制御装置。

【請求項 6】

前記位相補償手段は、前記第 1 の折点周波数に前記 1 つの第 2 の折点周波数を設定すると共に、該設定された第 2 の折点周波数の 2 倍の周波数に、前記第 3 の折点周波数を設定することを特徴とする請求項 5 に記載の防振制御装置。

【請求項 7】

撮像装置に加わる、予め設定された周波数帯域の揺れを検出して補正する防振制御装置であって、

前記撮像装置に加わる揺れを検出する揺れ検出手段と、

前記揺れ検出手段から出力された揺れ信号に対して予め決められた第 1 の折点周波数よりも低い周波数の揺れ信号を減衰する処理を行う処理手段と、

前記処理手段によって処理された前記揺れ信号と、前記処理手段によって処理される前の前記揺れ信号との位相ズレを補償する第 1 の位相補償手段と、

前記第 1 の位相補償手段によって前記位相ズレが補償された前記揺れ信号に対して予め決められた第 2 の折点周波数よりも高い周波数の揺れ信号を積分処理する積分手段と、

前記積分手段によって積分処理された前記揺れ信号の位相と、前記積分手段によって処理された前記揺れ信号の理論的な位相との位相ズレを補償する第 2 の位相補償手段と、

前記第 2 の位相補償手段によって前記位相ズレが補償された前記積分処理された前記揺れ信号に基づいて、前記撮像装置の揺れを補正する補正手段とを有し、

前記第 1 の折点周波数と前記第 2 の折点周波数は、前記予め設定された周波数帯域のうち最も低い周波数よりも低い周波数に設定され、

前記第 1 の位相補償手段は、前記処理手段によって生じた前記位相ズレを相殺するように、前記処理手段によって処理された前記揺れ信号に対して位相を変更し、前記第 1 の折点周波数と前記予め設定された周波数帯域のうち最も低い周波数との間に、前記処理手段によって処理された信号に対して位相の変更を開始させるための第 3 の折点周波数が少なくとも 1 つ設定され、

10

20

30

40

50

前記第 2 の位相補償手段は、前記積分手段によって生じた前記位相ズレを相殺するように、前記積分手段によって処理された前記揺れ信号に対して位相を変更し、前記第 2 の折点周波数と前記予め設定された周波数帯域のうち最も低い周波数との間に、前記積分手段によって積分処理された信号に対して位相の変更を開始させるための第 4 の折点周波数が少なくとも 1 つ設定されていることを特徴とする防振制御装置。

【請求項 8】

前記第 1 の位相補償手段は、前記第 1 の折点周波数の半分から 2 倍の周波数の間に 1 つの第 3 の折点周波数を設定すると共に、該設定された第 3 の折点周波数の 1 . 5 倍から 3 倍の周波数に、該第 3 の折点周波数とは別の第 5 の折点周波数を設定し、

前記第 2 の位相補償手段は、前記第 1 の折点周波数の半分から 2 倍の周波数の間に 1 つの第 4 の折点周波数を設定すると共に、該設定された第 4 の折点周波数の 1 . 5 倍から 3 倍の周波数に、該第 4 の折点周波数とは別の第 6 の折点周波数を設定することを特徴とする請求項 7 に記載の防振制御装置。

【請求項 9】

前記第 1 の折点周波数に、前記 1 つの第 3 の折点周波数を設定すると共に、該設定された第 3 の折点周波数の 2 倍の周波数に、前記第 5 の折点周波数を設定し、

前記第 1 の折点周波数に前記 1 つの第 4 の折点周波数を設定すると共に、該設定された第 4 の折点周波数の 2 倍の周波数に、前記第 6 の折点周波数を設定することを特徴とする請求項 8 に記載の防振制御装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の防振制御装置を備えたことを特徴とする撮像装置。

【請求項 11】

撮像装置に加わる、予め設定された周波数帯域の揺れを検出して補正する防振制御方法であって、

前記撮像装置に加わる揺れを検出する揺れ検出ステップと、

前記揺れ検出ステップで出力された揺れ信号に対して予め決められた第 1 の折点周波数よりも低い周波数の揺れ信号を減衰する処理を行う処理ステップと、

前記処理ステップで処理された前記揺れ信号と、前記処理ステップで処理される前の前記揺れ信号との位相ズレを補償する位相補償ステップと、

前記位相ズレが補償された前記揺れ信号に基づいて、前記撮像装置の揺れを補正する補正ステップとを有し、

前記位相補償ステップでは、前記処理ステップで生じた前記位相ズレを相殺するように、前記処理ステップで処理された前記揺れ信号に対して位相を変更し、前記第 1 の折点周波数と前記予め設定された周波数帯域のうち最も低い周波数との間に、前記処理ステップにおいて処理された前記揺れ信号に対して位相の変更を開始させるための第 2 の折点周波数が少なくとも 1 つ設定されていることを特徴とする防振制御方法。

【請求項 12】

撮像装置に加わる、予め設定された周波数帯域の揺れを検出して補正する防振制御方法であって、

前記撮像装置に加わる揺れを検出する揺れ検出ステップと、

前記揺れ検出ステップで出力された揺れ信号に対して予め決められた第 1 の折点周波数よりも高い周波数の揺れ信号を積分処理する積分ステップと、

前記積分ステップで積分処理された前記揺れ信号の位相と、前記積分ステップで処理された前記揺れ信号の理論的な位相との位相ズレを補償する位相補償ステップと、

前記位相ズレが補償された前記揺れ信号に基づいて、前記撮像装置の揺れを補正する補正ステップとを有し、

前記位相補償ステップでは、前記積分ステップで生じた前記位相ズレを相殺するように、前記積分ステップで処理された前記揺れ信号に対して位相を変更し、前記第 1 の折点周波数と前記予め設定された周波数帯域のうち最も低い周波数との間に、前記積分ステップ

において積分処理された前記揺れ信号に対して位相の変更を開始させるための第2の折点周波数が少なくとも1つ設定されていることを特徴とする防振制御方法。

【請求項13】

撮像装置に加わる、予め設定された周波数帯域の揺れを検出して補正する防振制御方法であって、

前記撮像装置に加わる揺れを検出する揺れ検出ステップと、

前記揺れ検出ステップで出力された揺れ信号に対して予め決められた第1の折点周波数よりも低い周波数の揺れ信号を減衰する処理を行う処理ステップと、

前記処理ステップで処理された前記揺れ信号と、前記処理ステップで処理される前の前記揺れ信号との位相ズレを補償する第1の位相補償ステップと、

前記第1の位相補償ステップで前記位相ズレが補償された前記揺れ信号に対して予め決められた第2の折点周波数よりも高い周波数の揺れ信号を積分処理する積分ステップと、

前記積分ステップで積分処理された前記揺れ信号の位相と、前記積分ステップで処理された前記揺れ信号の理論的な位相との位相ズレを補償する第2の位相補償ステップと、

前記第2の位相補償ステップで前記位相ズレが補償された前記積分処理された前記揺れ信号に基づいて、前記撮像装置の揺れを補正する補正ステップとを有し、

前記第1の折点周波数と前記第2の折点周波数は、前記予め設定された周波数帯域のうち最も低い周波数よりも低い周波数に設定され、

前記第1の位相補償ステップでは、前記処理ステップで生じた前記位相ズレを相殺するように、前記処理ステップで処理された前記揺れ信号に対して位相を変更し、前記第1の折点周波数と前記予め設定された周波数帯域のうち最も低い周波数との間に、前記処理ステップにおいて処理された信号に対して位相の変更を開始させるための第3の折点周波数が少なくとも1つ設定され、

前記第2の位相補償ステップでは、前記積分ステップで生じた前記位相ズレを相殺するように、前記積分ステップで積分処理された前記揺れ信号に対して位相を変更し、前記第2の折点周波数と前記予め設定された周波数帯域のうち最も低い周波数との間に、前記積分ステップにおいて積分処理された信号に対して位相の変更を開始させるための第4の折点周波数が少なくとも1つ設定されていることを特徴とする防振制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、カメラなどの撮像装置に加わる揺れを検出し、その結果に基づいて、手ブレによる画像劣化を軽減する技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年のカメラなどの撮像装置においては、手ブレを補正する技術についての研究が進められている。

【0003】

例えば特許文献1には特定周波数のブレが大きい時はその信号の位相ズレが小さくなるように周波数特性を変更する技術が開示されており、これによりその周波数のブレ補正精度を高めている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平04-349432号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述の特許文献等が開示された従来技術の位相補償フィルタでは、特定の周波数のぶれに関して、その補正精度を高める事はできるが、より広い帯域におけるブレ補正精度を高

10

20

30

40

50

める事ができないという問題がある。

【 0 0 0 6 】

本発明は上記問題点を鑑みてなされたものであり、撮像装置の揺れを示す揺れ信号を、手ブレ補正用の信号に処理する際に生じる位相ズレを、手ブレの周波数帯域において補償することにより、精度の高い手ブレ補正を行えるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上記目的を達成するために、撮像装置に加わる、予め設定された周波数帯域の揺れを検出して補正する本発明の防振制御装置は、前記撮像装置に加わる揺れを検出する揺れ検出手段と、前記揺れ検出手段から出力された揺れ信号に対して予め決められた第 1 の折点周波数よりも低い周波数の揺れ信号を減衰する処理を行う処理手段と、前記処理手段によって処理された前記揺れ信号と、前記処理手段によって処理される前の前記揺れ信号との位相ズレを補償する位相補償手段と、前記位相ズレが補償された前記揺れ信号に基づいて、前記撮像装置の揺れを補正する補正手段とを有し、前記位相補償手段は、前記処理手段によって生じた前記位相ズレを相殺するように、前記処理手段によって処理された前記揺れ信号に対して位相を変更し、前記第 1 の折点周波数と前記予め設定された周波数帯域のうち最も低い周波数との間に、前記処理手段によって処理された前記揺れ信号に対して位相の変更を開始させるための第 2 の折点周波数が少なくとも 1 つ設定されている。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

撮像装置の揺れを示す揺れ信号を、手ブレ補正用の信号に処理する際に生じる位相ズレを、手ブレの周波数帯域において補償することにより、精度の高い手ブレ補正を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】第 1 の実施形態における防振制御装置のブロック図。

【図 2】第 1 の実施形態における利得の周波数特性を説明する図。

【図 3】第 1 の実施形態における位相変化の周波数特性を説明する図。

【図 4】第 1 の実施形態における位相補償フィルタの効果を説明する波形図。

【図 5】第 2 の実施形態における防振制御装置のブロック図。

【図 6】第 2 の実施形態における利得の周波数特性を説明する図。

【図 7】第 2 の実施形態における位相変化の周波数特性を説明する図。

【図 8】第 2 の実施形態における位相補償フィルタの効果を説明する波形図。

【図 9】第 3 の実施形態における防振制御装置のブロック図。

【図 10】第 3 の実施形態におけるハイパスフィルタ及び積分フィルタの折れ点変更時の位相補償折れ点変更を説明する図。

【図 11】第 3 の実施形態におけるパンニング時の折れ点変更処理のフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

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。

【 0 0 1 2 】

< 第 1 の実施形態 >

図 1 は本発明の第 1 の実施形態における防振制御装置のブロック図である。図 1 において、角速度計 11 は撮像装置に加わる揺れを検出する振動ジャイロなどである。ハイパスフィルタ 12 (処理手段) は角速度計 11 から出力される角速度信号 (揺れ信号) に重畳された DC 成分や極低周波のノイズを減衰させるハイパス処理を行う。位相補償フィルタ 13 はハイパスフィルタ 12 による処理に起因する角速度信号の位相シフトを補償するが、その詳細は後述する。積分フィルタ 14 (積分手段) はハイパスフィルタ 12 から出力された角速度信号を積分して角度信号 (積分処理された信号) に変換する。ブレ補正部 15 は積分フィルタからの角度信号に基づいて、ブレを相殺するように駆動される。

【 0 0 1 3 】

なお、ブレ補正部 1 5 は不図示の光学系内に納められ、駆動される事で光学系の光軸を偏向させるブレ補正光学機構や、駆動される事で結像位置を変更する撮像面駆動機構などがある。本発明ではどのようなブレ補正部であっても適用可能であるので、詳細の説明は省略する。また、実際には、積分フィルタ 1 4 とブレ補正部 1 5 の間には角度信号の利得を光学系の状態に合わせて調整する敏感度調整部や、ブレ補正部 1 5 を駆動する駆動回路等が設けられているが、これらの構成は本発明と直接関係が無いので、詳細な説明は省略する。

【 0 0 1 4 】

次に、ハイパスフィルタ 1 2 と位相補償フィルタ 1 3 の構成について図 2 を参照して説明する。図 2 はハイパスフィルタ 1 2 及び位相補償フィルタ 1 3 の利得の周波数特性を模式的に表したボード線図であり、横軸は周波数（対数表記）、縦軸は利得（デシベル表記）を示している。

【 0 0 1 5 】

ハイパスフィルタ 1 2 の周波数特性 2 1 は、本第 1 の実施形態では、折点周波数が 0 . 2 H z となるように折れ点 2 1 a を設けたものを使用している。なお、ハイパスフィルタ 1 2 の折れ点 2 1 a の周波数（第 1 の折点周波数）は手ブレ周波数帯域 3 4 のうち最も低い周波数 3 4 a よりも低い周波数であれば良い。このように、入力する角速度信号に、入力する角速度信号の周波数に応じた利得を掛けることにより、0 . 2 H z より低い周波数の角速度信号は減衰される。図 2 に示すようなハイパスフィルタ 1 2 の周波数特性により、角速度信号に重畳する D C 成分や 0 . 2 H z 以下の極低周波数成分によるブレ補正精度の劣化を防ぐ。

【 0 0 1 6 】

一方、位相補償フィルタ 1 3 の周波数特性 2 2 は、本第 1 の実施形態では、少なくとも 2 つの折れ点を有しており、本実施形態では、折点周波数が 0 . 2 H z となるように折れ点 2 2 a を、折点周波数が 0 . 4 H z となる周波数に折れ点 2 2 b を有している。ちなみに、詳細は後述するが、2 2 a は位相を遅らせるように利得の減少を開始する折れ点であり、2 2 b は位相の遅れを無くすように利得の減少を終了する折れ点である。

【 0 0 1 7 】

なお、本第 1 の実施形態では、撮像装置に加わる手ブレの周波数帯域を 1 H z ~ 1 0 H z 程度であるものとしている。図 2 と図 3 においては、予め定められた手ブレの周波数帯域のうち、最も低い周波数である 1 H z を 3 4 a 、最も高い周波数である 1 0 H z を 3 4 b で表す。図 2 では 3 4 a より高周波側が手ブレ周波数帯域である。また、位相補償フィルタ 1 3 の周波数特性 2 2 の折れ点 2 2 a は、ハイパスフィルタ 1 2 の折れ点 2 1 a と手ブレ周波数帯域 3 4 のうち最も低い周波数 3 4 a との間に設けられていることになる。位相補償フィルタ 1 3 の周波数特性 2 2 の折れ点 2 2 b に関しては、詳しくは後述するが、ハイパスフィルタ 1 2 の折れ点 2 1 a の周波数よりも大きく、折れ点 2 2 a の周波数の 1 . 5 倍から 3 倍の周波数に設けられる。

【 0 0 1 8 】

図 2 に示す周波数特性を有する位相補償フィルタ 1 3 を設けた事による効果を、図 3 を用いて説明する。図 3 は、図 2 のボード線図に示す利得の周波数特性を有するハイパスフィルタ 1 2 及び位相補償フィルタ 1 3 の位相の周波数特性を示したものであり、横軸は周波数（対数表記）、縦軸は位相変化（角度表記）である。

【 0 0 1 9 】

利得が変化する周波数帯域（本実施形態においては折れ点 2 1 の折点周波数 0 . 2 H z よりも低い周波数帯域）ではハイパスフィルタ 1 2 による位相がシフトする。しかしながら、折れ点 2 1 の折点周波数 0 . 2 H z よりも高い周波数となり、周波数の変化に対して利得が一定になると、次第に位相のシフトは 0 度に収束していく。図 3 において、3 1 はハイパスフィルタ 1 2 の位相特性であり、折れ点 2 1 a （折点周波数が 0 . 2 H z ）における位相は 4 5 度進んでいる。そして、手ブレ周波数帯域（ここでは、矢印 3 4 が示

10

20

30

40

50

す1 Hzから10 Hzの範囲)において、例えば1 Hzでは位相が11度程度進んでいる。このような位相変化による手ブレ補正の精度劣化について、図4を用いて説明する。

【0020】

図4は手ブレを模式的に1 Hzの正弦波を表した図であり、横軸は経過時間、縦軸はぶれの量(角速度)を表している。

【0021】

波形41は角速度計11に加わる実際の角速度の信号波形である。波形42は、その角速度計11からの角速度信号をハイパスフィルタ12で処理し、DC成分や極低周波ノイズを除去した波形である。ここで波形41と波形42を比較すると波形に時間的ズレ43が生じている。これが図3で示した位相11度によるズレである。

10

【0022】

波形44は波形41と波形42との差であり、これが補正残りによる誤差となる。そのため補正残りによる誤差を少なくする為には、ハイパスフィルタ12による処理前後の位相のズレを小さくすることが必要である。

【0023】

図3に戻って、32は位相補償フィルタ13の位相特性を示しており、折れ点22aの折点周波数と折れ点22bの折点周波数との間で、位相遅れが最大の19度程度となっている。そして、予め定められた手ブレの周波数帯域のうち最も低い周波数である1 Hzにおいては10度程度の遅れとなっている。1 Hzの手ぶれに着目すると、ハイパスフィルタ12による位相進みが11度程度、位相補償フィルタによる位相遅れが10度程度となるので、互いに位相誤差を相殺する関係になる。

20

【0024】

また、手ブレ周波数帯域34における、ハイパスフィルタ12の位相特性31と位相補償フィルタ13の位相特性32のうち、予め定められた手ブレの周波数帯域のうち最も低い周波数34aよりも高い周波数帯域における位相特性を考える。ハイパスフィルタ12の位相特性31と位相補償フィルタ13の位相特性32は、32a近辺での位相特性と、31a近辺での位相特性が互いに略逆の特性となる。そのため、ハイパスフィルタ12の位相特性31と位相補償フィルタ13の位相特性32を合わせた位相特性33は、手ブレ周波数帯域34内では33aに示す様に、位相ズレを極めて少なくすることができる。

30

【0025】

ここで、31a近辺でのハイパスフィルタ12の位相特性と、32a近辺での位相補償フィルタ13の位相特性が互いに逆になる理由を説明する。位相特性はフィルタの折点周波数と位相量を計測する周波数との比に基づく。例えばハイパスフィルタ12の折点周波数が0.2 Hz、位相量を知りたい周波数が1 Hzの場合にはその比に基づいて位相量が計算される。

【0026】

ここで、位相補償フィルタ13の位相遅れを開始させる折点周波数を0.2 Hzに設定すると、ハイパスフィルタ12と合わせた位相特性の変化は、共に折点周波数が0.2 Hzの為、位相が合算されて倍になる。

【0027】

一方、位相補償フィルタ13の位相遅れを終了させるための折点周波数を0.4 Hzに設定すると1 Hzにおいては折点周波数0.2 Hzの位相遅れに対して、1 Hzと0.4 Hzの比の為、倍の位相変化が得られる。その為、折点周波数0.2 Hzの位相遅れが二つと折点周波数0.4 Hzの位相進みがひとつで相殺し合う事になる。

40

【0028】

位相誤差を最も効果的に相殺するのは、上述したように位相補償フィルタ13の位相遅れを開始させるための(低周波側)の折れ点22aをハイパスフィルタ12の折れ点と一致させることである。そして、位相遅れを終了させるための(高周波側)の折れ点22bを位相遅れを開始させるための折れ点の周波数の倍の周波数に設定する事である。しかしながら、パンニングや手ブレ以外の振動、ブレ補正時のメカニカルな摩擦などに対処する

50

為にその設定ができない場合もある。

【 0 0 2 9 】

そこで、位相補償フィルタ 1 3 の 2 つの折れ点 2 2 a、2 2 b を様々に変化させ、ハイパスフィルタ 1 2 との位相相殺効果を確認した。すると、位相補償フィルタ 1 3 の位相遅れを開始させるための折れ点 2 2 a の折点周波数がハイパスフィルタ 1 2 の折れ点 2 1 a の折点周波数に対して約倍或いは半分ずれていても効果がある。例えば、ハイパスフィルタ 1 2 の折れ点 2 1 a の折点周波数が 0 . 2 H z の時、位相補償フィルタ 1 3 の遅れ側折れ点 2 2 a の折点周波数は 0 . 1 H z から 0 . 4 H z の間に設定できる。

【 0 0 3 0 】

同様に、位相補償フィルタ 1 3 の位相遅れを終了させるための折れ点 2 2 b の折点周波数は位相遅れを開始させるための折れ点 2 2 a の折点周波数に対して 1 . 5 倍から 3 倍に設定しても効果がある。即ち、位相補償フィルタ 1 3 の位相遅れを開始させるための折れ点 2 2 a の折点周波数を 0 . 2 H z にした時に、位相遅れを終了させるための折れ点 2 2 b の折点周波数は 0 . 3 H z から 0 . 6 H z の間に設定できる。

【 0 0 3 1 】

以上説明した様に、本第 1 の実施形態では、ハイパスフィルタ 1 2 の折れ点 2 1 a の折点周波数と手ブレ周波数帯域 3 4 のうち最も低い周波数との間に位相補償フィルタ 1 3 の折れ点を設ける。そしてハイパスフィルタ 1 2 の折れ点 2 1 a の折点周波数と略同じ周波数に位相補償フィルタの位相遅れを開始させるための（低周波側）の折れ点 2 2 a を設定し、その略倍の周波数に位相遅れを終了させるための（高周波側）の折れ点 2 2 b を設定している。

【 0 0 3 2 】

更に詳細には、ハイパスフィルタ 1 2 の折れ点 2 1 a に対して、折れ点 2 1 a の折点周波数の半分の周波数から倍の周波数の間に位相補償フィルタの位相遅れを開始させるための折れ点 2 2 a を設定する。そして折れ点 2 1 a の折点周波数の 1 . 5 倍から 3 倍の周波数の間に位相遅れを終了させるための折れ点 2 2 b を設定している。

【 0 0 3 3 】

上記の通り本第 1 の実施形態によれば、ハイパスフィルタによる位相誤差を位相補償フィルタで相殺することができるため、精度の高いブレ補正を行う事ができる。

【 0 0 3 4 】

< 第 2 の実施形態 >

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。図 5 は本発明の第 2 の実施形態における防振制御装置のブロック図である。なお、図 1 と同様の構成には同じ参照番号を付し、ここでは説明を省略する。図 5 において、5 1 は、積分フィルタ 1 4（積分手段）による積分処理に起因する角度信号（揺れ積分信号）の位相シフトを補償する位相補償フィルタ（位相補償手段、第 2 の位相補償手段）である。位相補償フィルタ 5 1 は、積分フィルタ 1 4（積分手段、第 2 の処理手段）との間で、位相のズレを相殺している。

【 0 0 3 5 】

次に、位相補償フィルタ 5 1 の構成について図 6 を参照して説明する。図 6 は積分フィルタ 1 4 および位相補償フィルタ 5 1 の利得の周波数特性を模式的に表したボード線図であり、横軸は周波数（対数表記）、縦軸は利得（デシベル表記）を示している。6 1 は積分フィルタ 1 4 の周波数特性を表しており、本第 2 の実施形態では、折点周波数が 0 . 2 H z になるように折れ点 6 1 a を設けたものを使用している。なお、積分フィルタ 1 4 の折れ点 6 1 a の周波数（第 2 の折点周波数）は手ブレ周波数帯域 3 4 のうち最も低い周波数 3 4 a よりも低い周波数であれば良い。従って、0 . 2 H z より高い周波数の角速度信号が積分される。ここで周波数に比例して信号が減衰する事を積分特性と呼んでいる。

【 0 0 3 6 】

位相補償フィルタ 5 1 の周波数特性 6 2 は、本第 2 の実施形態では、少なくとも 2 つの折れ点を有しており、折点周波数 0 . 2 H z に位相遅れを開始させるための折れ点 6 2 a、折点周波数 0 . 4 H z に位相遅れを終了させるための折れ点 6 2 b を有している。

【 0 0 3 7 】

なお、本第 2 の実施形態においても、上述した第 1 の実施形態と同様に、撮像装置に加わる手ブレの周波数帯域を $1\text{ Hz} \sim 10\text{ Hz}$ 程度であるものとしている。図 5 と図 6 においては、予め定められた手ブレの周波数帯域のうち、最も低い周波数である 1 Hz を 3 4 a、最も高い周波数である 10 Hz を 3 4 b で表す。図 6 では 3 4 a より高周波側が手ブレ周波数帯域である。また、位相補償フィルタ 5 1 の周波数特性 6 2 の折れ点 6 2 a は、積分フィルタ 1 4 の折れ点 6 1 a と手ブレ周波数帯域 3 4 のうち最も低い周波数 3 4 a との間に設けられていることになる。位相補償フィルタ 5 1 の周波数特性 6 2 の折れ点 6 2 b に関しては、詳しくは後述するが、積分フィルタ 1 4 の折れ点 6 1 a の折点周波数と同じ若しくは大きく、折れ点 6 2 a の折点周波数の 1.5 倍から 3 倍の周波数に設けられる。

10

【 0 0 3 8 】

次に、図 6 に示す周波数特性を有する位相補償フィルタ 5 1 を設けた事による効果を、図 7 を用いて説明する。図 7 は、図 6 のボード線図に示す利得の周波数特性を有する積分フィルタ 1 4 及び位相補償フィルタ 1 3 の位相の周波数特性を示したものであり、横軸は周波数（対数表記）、縦軸は位相変化（角度表記）である。

【 0 0 3 9 】

図 7 において、7 1 は積分フィルタ 1 4 の位相特性である。積分フィルタ 1 4 の理論的な積分特性は、元の信号（正弦波とする）に対して 90 度遅れるが、図 7 に示す様に折れ点 6 1 a（折点周波数が 0.2 Hz ）における位相は 45 度遅れ足りない。また、手ブレ周波数帯域（ここでは、矢印 3 4 が示す 1 Hz から 10 Hz の範囲）において、例えば 1 Hz では位相が 11 度程度遅れ足りない。これによる手ブレ補正の精度劣化について、図 8 を用いて説明する。

20

【 0 0 4 0 】

図 8 は手ブレを模式的に 1 Hz の正弦波で表した図であり、横軸は結果時間、縦軸はぶれの量（角速度）である。

【 0 0 4 1 】

波形 8 1 は角速度計 1 1 に加わる実際の角速度の信号波形である。波形 8 2 はその角速度計 1 1 からの角速度信号を積分フィルタ 1 4 で積分し、角度に変換した波形である。角速度を角度に積分するので、理論的には位相は 90 度遅れる筈であるが、実際には 79 程度の遅れになっている。波形 8 3 は角速度計 1 1 に加わる角速度を理論的に積分した波形であり、波形 8 2 と比較すると時間的ズレ 8 5 が生じている。これが図 7 で示した位相 11 度によるズレである。

30

【 0 0 4 2 】

波形 8 4 は波形 8 2 と波形 8 3 との差であり、これが補正残りの誤差となる。そのため補正残りによる誤差を少なくする為には、積分フィルタ 1 4 による実際の積分結果と積分フィルタ 1 4 による理論的な積分結果の位相のズレを小さくすることが必要である。

【 0 0 4 3 】

図 7 に戻って、7 2 は位相補償フィルタ 5 1 の位相特性を示しており、折れ点 6 2 a の折点周波数と折れ点 6 2 b の折点周波数との間で、位相遅れが最大の 19 度程度となっている。そして、予め定められた手ブレの周波数帯域のうち最も低い周波数である 1 Hz においては 10 度程度の遅れとなっている。 1 Hz の手ぶれに着目すると、積分フィルタ 1 4 の遅れ足りない位相が 11 度程度、位相補償フィルタ 5 1 の位相遅れが 10 度程度となるので、互いに位相誤差を相殺する関係になる。

40

【 0 0 4 4 】

また、手ブレ周波数帯域 3 4 における、積分フィルタ 1 4 の位相特性 7 1 と位相補償フィルタ 5 1 の位相特性 7 2 の内、予め定められた手ブレの周波数帯域のうち最も低い周波数 3 4 a よりも高い周波数帯域における位相特性を考える。積分フィルタ 1 4 の位相特性 7 1 と位相補償フィルタ 5 1 の位相特性 7 2 は、7 2 a 近辺での位相特性と、7 1 a 近辺での位相特性が、互いに略逆の特性となる。そのため、積分フィルタ 1 4 の位相特性 7 1

50

と位相補償フィルタ 5 1 の位相特性 7 2 を合わせた位相特性 7 3 は、手ブレ周波数帯域 3 4 内では 7 3 a に示す様に、位相の遅れ不足を極めて少なくすることができる。

【 0 0 4 5 】

なお、7 1 a 近辺での積分フィルタ 1 4 の位相特性と、7 2 a 近辺での位相補償フィルタ 5 1 の位相特性が互いに逆になる理由は、第 1 の実施形態で上述した説明と同じである。

【 0 0 4 6 】

位相誤差を最も効果的に相殺するのは、上述したように位相補償フィルタ 5 1 の位相遅れを開始させるための（低周波側）の折れ点 6 2 a を積分フィルタ 1 4 の折れ点と一致させることである。そして、位相遅れを終了させるための（高周波側）折れ点 6 2 b の折点周波数を、位相遅れを開始させるための折れ点 6 2 a の折点周波数の倍に設定する事である。しかしながら角速度計に重畳する低周波ノイズを増大させてしまう可能性もあり、上記設定ができない場合もある。

【 0 0 4 7 】

そこで、位相補償フィルタ 5 1 の 2 つの折れ点 6 2 a、6 2 b を様々に変化させ、積分フィルタ 1 4 との位相相殺効果を確認した。すると、位相補償フィルタ 5 1 の位相遅れを開始させるための折れ点 6 2 a の折点周波数が積分フィルタ 1 4 の折れ点 6 1 a の折点周波数に対して約倍或いは半分ずれていても効果がある。例えば、積分フィルタ 1 4 の折れ点 6 1 a の折点周波数が 0 . 2 H z の時、位相補償フィルタ 5 1 の位相遅れを開始させるための折れ点 6 2 a の折点周波数は 0 . 1 H z から 0 . 4 H z の間に設定できる。

【 0 0 4 8 】

同様に位相補償フィルタ 5 1 の位相遅れを終了させるための折れ点 6 2 b は位相遅れを開始させるための折れ点 6 2 a の折点周波数に対して 1 . 5 倍から 3 倍に設定しても効果がある。即ち、位相補償フィルタ 5 1 の位相遅れを開始させるための折れ点 6 2 a の折点周波数を 0 . 2 H z にした時に、位相遅れを終了させるための折れ点 6 2 b の折点周波数は 0 . 3 H z から 0 . 6 H z の間に設定できる。

【 0 0 4 9 】

以上説明した様に、本第 2 の実施形態では、積分フィルタ 1 4 の折れ点 6 1 a の折点周波数と手ブレ周波数帯域 3 4 のうち最も低い周波数 3 4 a の間に位相補償フィルタ 5 1 の折れ点を設ける。そして積分フィルタ 1 4 の折れ点 6 1 a の折点周波数と略同じ周波数に位相補償フィルタの位相遅れを開始させるための（低周波側）折れ点 6 2 a を設定し、その折点周波数の略倍の周波数に位相遅れを終了させるための（高周波側）折れ点 6 2 b を設定している。

【 0 0 5 0 】

更に詳細には、積分フィルタ 1 4 の折点周波数 6 1 a に対して、折れ点 6 1 a の折点周波数の半分の周波数から倍の周波数の間に位相補償フィルタの位相遅れを開始させるための折れ点 6 2 a を設定する。そして折れ点 6 1 a の折点周波数の 1 . 5 倍から 3 倍の周波数の間に位相遅れを終了させるための折れ点 6 2 b を設定している。

【 0 0 5 1 】

上記の通り本第 2 の実施形態によれば、積分フィルタによる位相誤差を位相補償フィルタで相殺することができるため、精度の高いブレ補正を行う事ができる。

【 0 0 5 2 】

< 第 3 の実施形態 >

次に、本発明の第 3 の実施形態について説明する。図 9 は本発明の第 3 の実施形態における防振制御装置のブロック図である。図 9 に示す防振制御装置では、第 1 の実施形態で説明したハイパスフィルタ 1 2 用の位相補償フィルタ 1 3（第 1 の位相補償手段）と、第 2 の実施形態で説明した積分フィルタ 1 4 用の位相補償フィルタ 5 1（第 2 の位相補償手段）を組み合わせたものである。

【 0 0 5 3 】

ハイパスフィルタ 1 2 及び積分フィルタ 1 4 を用いる場合、手ぶれの状態に合わせて、

図 2 に示す折れ点 2 1 a 及び図 6 に示す折れ点 6 1 a の折点周波数を変更することが行われる。例えば構図を変更する時や、動く被写体を追う撮影を行う（パンニング）時にはハイパスフィルタ 1 2 の折点周波数を 0 . 2 H z から 2 H z に変更し、同様に積分フィルタ 1 4 の折点周波数も 0 . 2 H z から 2 H z に変更する。

【 0 0 5 4 】

このように折点周波数を高周波側にすると機動性の高い性能にすることができる。しかしながら折点周波数を高周波にするという事はそれだけ手ぶれの周波数帯域の位相ズレを大きくする事になるので、手ぶれ補正性能は劣化してしまう。

【 0 0 5 5 】

そこで本第 3 の実施形態においては、ハイパスフィルタ 1 2 及び積分フィルタ 1 4 の折れ点を変更する時には、各々に対応する位相補償フィルタの折れ点も、ハイパスフィルタ 1 2、積分フィルタ 1 4 の折れ点と関係を保ったまま変更する。

10

【 0 0 5 6 】

図 1 0 (a) はハイパスフィルタ 1 2、図 1 0 (b) は積分フィルタ 1 4 の折れ点が、それぞれ変更された後の状態をしており、ハイパスフィルタ 1 2、積分フィルタ 1 4 の折点周波数が通常時の 0 . 2 H z から 2 H z に変更されている。この時、位相補償フィルタ 1 3、位相補償フィルタ 5 1 の特性も位相遅れを開始するための折点周波数（低周波側）を 2 H z、位相遅れを終了させるための折点周波数（高周波側）を 4 H z に変更して、位相の補償を行う。

【 0 0 5 7 】

20

図 1 1 は第 3 の実施形態における各フィルタの折れ点変更の手順を示すフローチャートであり、この処理は、例えばカメラなどの撮像装置の主電源オンでスタートする。

【 0 0 5 8 】

先ず、S 1 1 において、カメラのリリース釦半押し等による、撮影準備の指示があるまで待機する。撮影準備が指示されると、S 1 2 で角速度計 1 1 の作動を開始し、S 1 3 でブレ補正部 1 5 によるブレ補正駆動を開始する。

【 0 0 5 9 】

S 1 4 では、パンニングが行われたか否かを判定する。例えば、角速度計 1 1 の出力、或いはその積分出力が所定期間所定値を越えている場合にパンニングが行われていると判定する。S 1 4 でパンニングが行われていると判定されると S 1 5 に進み、そうでなければ S 1 7 に進む。

30

【 0 0 6 0 】

S 1 5 では、ハイパスフィルタ 1 2 及び積分フィルタ 1 4 の折れ点を、例えばパンニングが行われる前の折点周波数である 0 . 2 H z からパンニング中の折点周波数である 2 H z に変更する。続く S 1 6 ではハイパスフィルタ 1 2 及び積分フィルタ 1 4 用の各位相補償フィルタ 1 3、5 1 の位相遅れを開始させるための折れ点を、例えばパンニングが行われる前の折点周波数である 0 . 2 H z からパンニング中の折点周波数である 2 H z に変更する。また、位相遅れを終了させるための折れ点をパンニングが行われる前の折点周波数である 0 . 4 H z からパンニング中の折点周波数である 4 H z に変更する。

【 0 0 6 1 】

40

一方、S 1 7 では、パンニングが行われていないので、ハイパスフィルタ 1 2 及び積分フィルタ 1 4 の折点周波数を、例えば、0 . 2 H z（パンニングが行われる前の折点周波数）とする。つまり、パンニング中の折点周波数が 2 H z に設定されていた場合には、パンニング中の折点周波数である 2 H z からパンニングが終了した後の折点周波数である 0 . 2 H z に戻し、現状の折点周波数が 0 . 2 H z の場合にはそのままにする。続く S 1 8 では、ハイパスフィルタ 1 2 及び積分フィルタ 1 4 用の各位相補償フィルタ 1 3、位相補償フィルタ 5 1 の位相遅れを開始させるための折点周波数を、例えば、0 . 2 H z とする。つまり、パンニング中に折点周波数が 2 H z に設定されていた場合には、パンニング中の折点周波数である 2 H z からパンニングが終了した後の折点周波数である 0 . 2 H z に戻し、現状が 0 . 2 H z の場合にはそのままにする。また、位相遅れを終了させるための

50

折れ点の折点周波数を 0.4 Hz に設定する。つまり、パンニング中に折点周波数が 4 Hz に設定されていた場合には、パンニング中の折点周波数である 4 Hz からパンニングが終了した後の折点周波数である 0.4 Hz に戻し、現状の折点周波数が 0.4 Hz の場合にはそのままにする。

【0062】

S19では、撮影準備指示が解除されたか否かを判定する。解除されていない場合にはS14のパンニング判定に戻り、ブレ補正を継続する。

【0063】

一方、撮影準備指示が解除されている場合には、S20に進んでブレ補正を停止するとともに、角速度計の作動も停止し、S11に戻る。

10

【0064】

以上のように本第3の実施形態によれば、ハイパスフィルタ12、積分フィルタ14等の手ブレ信号処理フィルタの折れ点21a、61aの折点周波数と手ブレ周波数帯域34のうち最も低い周波数34aとの間に位相補償フィルタ13、51の折れ点を設ける。そして手ブレ信号処理フィルタの折れ点21a、61aの折点周波数と略同じ周波数に位相補償フィルタの位相遅れを開始させるための（低周波側）の折れ点22a、62aを設定している。さらに、その折点周波数の略倍の周波数に位相遅れを終了させるための（高周波側）の折れ点22b、62bを設定している。

【0065】

更に詳細には、ハイパスフィルタ12及び積分フィルタ14の折点周波数21a、61aに対してその周波数の半分の周波数から2倍の周波数の間に、位相補償フィルタの位相遅れを開始させるための（低周波側）の折れ点22a、62aを設定する。更に、その1.5倍から3倍の周波数の間に位相遅れを終了させるための（高周波側）の折れ点22b、62bを設定する。

20

【0066】

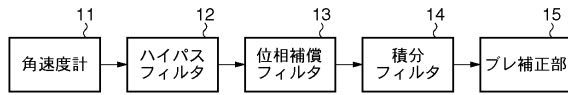
そしてハイパスフィルタ12及び積分フィルタ14の折れ点を変更する場合には、位相補償フィルタの折れ点も上述した互いの関係を保った状態で変更する。これによりハイパスフィルタ12及び積分フィルタ14による位相誤差を位相補償フィルタで相殺することができるため、精度の高いブレ補正を行う事ができる。なお、図11では、パンニングが行われた場合に、ハイパスフィルタ12及び積分フィルタ14の折れ点の周波数を変更する場合について説明したが、本発明はこれに限るものではなく、例えば、ズーム倍率等、他の撮影制御に応じて、変更しても良い。

30

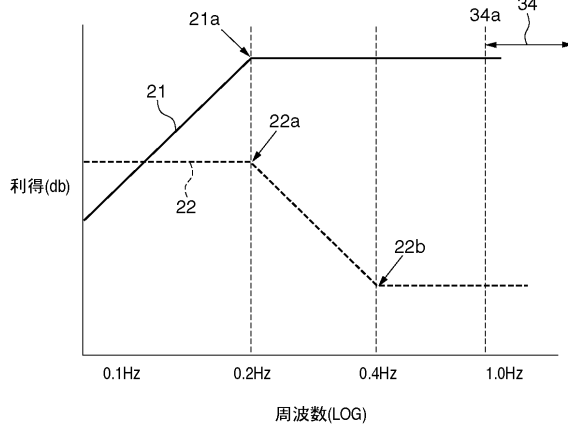
【0067】

また、上記第1から第3の実施形態では、防振制御装置をデジタルカメラ等の静止画を撮影する撮像装置に用いるものとして説明してきたが、本発明はこれに限られるものではない。例えば、動画撮影やデジタルビデオカメラ、監視カメラ、Webカメラ、携帯電話などにも広く適用することができる。

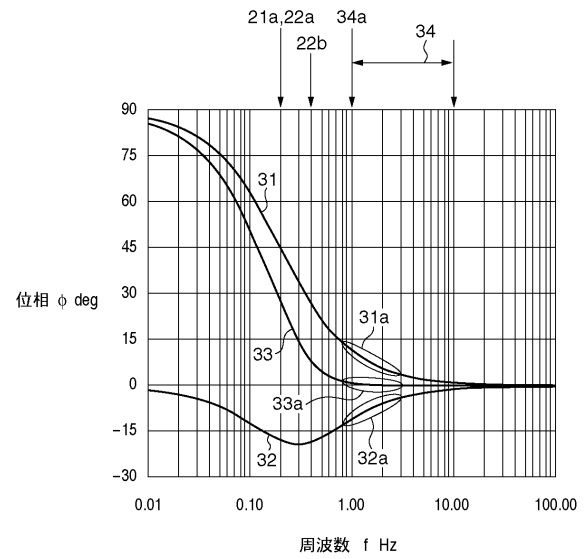
【図 1】



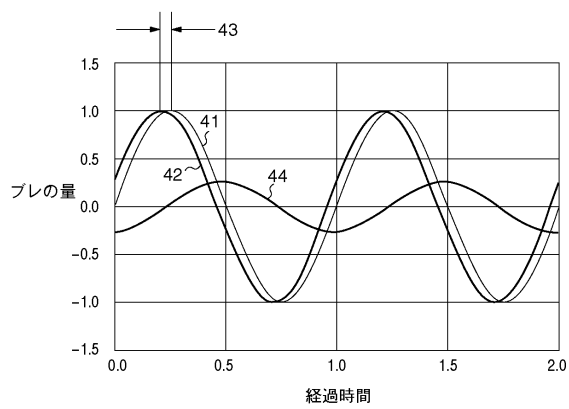
【図 2】



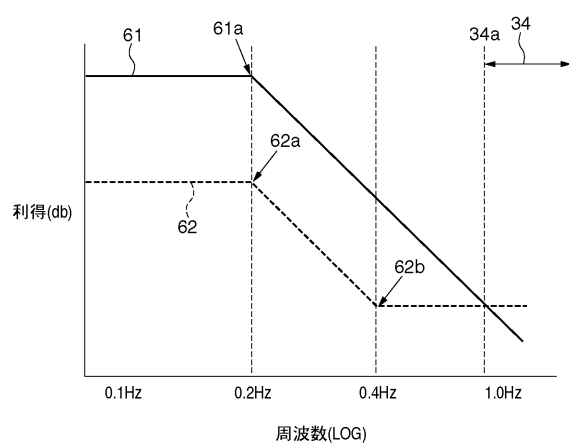
【図 3】



【図 4】



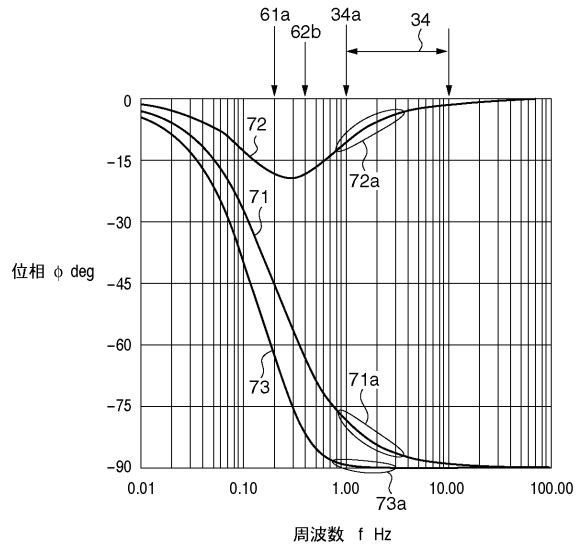
【図 6】



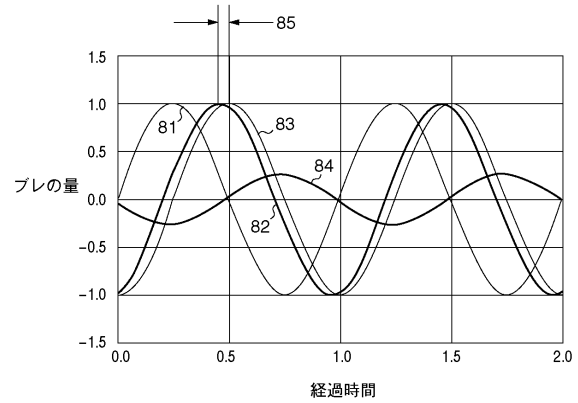
【図 5】



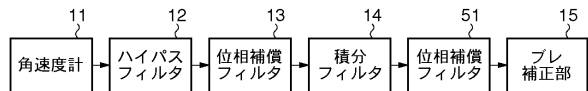
【図 7】



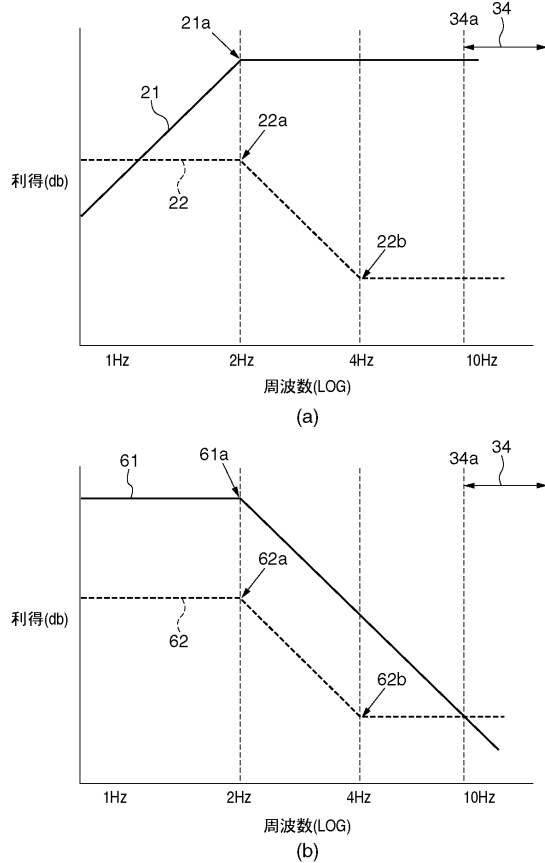
【図 8】



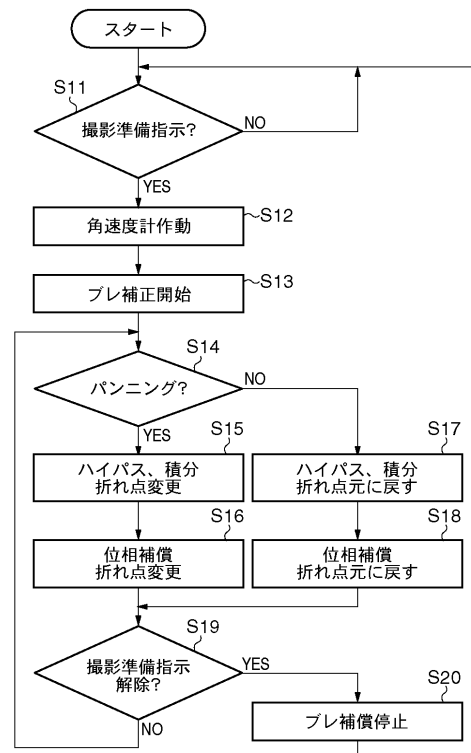
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

- (72)発明者 鷲巢 晃一
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
- (72)発明者 木村 正史
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
- (72)発明者 梶村 文裕
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 辻本 寛司

- (56)参考文献 特開平04-349432(JP,A)
特開平09-051469(JP,A)
特開平10-065956(JP,A)
特開2000-039640(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G03B 5/00