

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 1 月 29 日(29.01.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/012076 A1

- (51) 国際特許分類:
G03B 5/00 (2006.01) *H04N 5/232* (2006.01)
H04N 5/225 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/067614
- (22) 国際出願日: 2014 年 7 月 2 日(02.07.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-151511 2013 年 7 月 22 日(22.07.2013) JP
- (71) 出願人: オリンパス株式会社(OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 土屋 仁司(TSUCHIYA, Hitoshi); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大菅 義之(OSUGA, Yoshiyuki); 〒1020084 東京都千代田区二番町 8 番地 2 O 二番町ビル 3 F Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
- 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

(54) Title: IMAGE BLUR CORRECTION DEVICE AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 像ブレ補正装置及び撮像装置

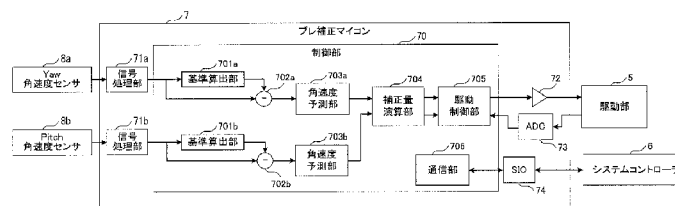


FIG. 4:
5 Drive unit
6 System controller
7 Blur correction microcomputer
8a Yaw angular velocity sensor
8b Pitch angular velocity sensor
70 Control unit
71a Signal processing unit
71b Signal processing unit
701a Standard calculation unit
701b Standard calculation unit
703a Angular velocity prediction unit
703b Angular velocity prediction unit
704 Correction level computation unit
705 Drive control unit
706 Communication unit

(57) Abstract: This image blur correction device is provided with: a blur correction unit for correcting image blur by moving a lens included within an optical system in a perpendicular direction with respect to the optical axis, or by moving an imaging element over the imaging plane; a blur detection unit for detecting the amount of change in orientation of the imaging device; a holding unit for holding three or more amounts of change in orientation detected at different points in time; a prediction unit for calculating a predicted value of change in orientation subsequent to a predetermined time, on the basis of an approximation function based on temporal change of the amount of change in orientation, on the basis of three or more amounts of change in orientation; a blur level calculation unit for calculating an image blur level on the basis of the predicted value; and a drive control unit for calculating, on the basis of the image blur level, an amount of movement of the lens or the imaging element by the image blur correction unit.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/012076 A1

像ブレ補正装置は、光学系に含まれるレンズを光軸に対して垂直方向に移動すること、又は、撮像素子を結像面上に移動することによって、像ブレを補正するブレ補正部と、撮像装置の姿勢変化量を検出するブレ検出部と、異なる時刻に検出された3つ以上の姿勢変化量を保持する保持部と、3つ以上の姿勢変化量に基づき、姿勢変化量の時間変化に基づく近似関数に基づいて、所定時間後の姿勢変化量の予測値を算出する予測部と、その予測値に基づいて像ブレ量を算出するブレ量算出部と、その像ブレ量に基づいてブレ補正部によるレンズ又は撮像素子の移動量を算出する駆動制御部と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 像ブレ補正装置及び撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、撮影時の手ブレに起因した像ブレに基づいて生じる画質劣化を補正する像ブレ補正装置、及び、その像ブレ補正装置を搭載した撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、手ブレ補正機能を搭載したカメラが一般的になっている。このようなカメラでは、手持ち撮影時でも、撮影者が、特に手ブレを気にすることなく、像ブレの無い画像を撮影することができる。

[0003] 一般的に、カメラの手ブレ補正機能の補正性能は、像ブレを補正可能なシャッター速度（露光時間）の値により示される。これは、手ブレ補正機能を実行させずに撮影される画像において手ブレによる像ブレの影響が見え始めるシャッター速度（手ブレ限界シャッター速度とも言う）と、手ブレ補正機能を実行させて撮影される画像において手ブレによる像ブレの影響が見え始めるシャッター速度との比率によって表される。

[0004] ところで、従来から知られている、カメラの手ブレ補正の仕組みは、例えば、次のとおりである。まず、手ブレ検知部に対応するジャイロセンサ等により、手ブレによるカメラ本体の姿勢変化に基づく像ブレ量（像面移動量）が検出される。そして、手ブレ検知部によって検出された像ブレ量から、像ブレ補正量が算出される。さらに、像ブレ補正を行う像ブレ補正部が、算出された像ブレ補正量に基づいて、光学系又は撮像素子を、手ブレ検知部によって検出された像ブレ量を打ち消す方向に移動させる。これにより、撮像面に発生する像ブレが抑制される。

[0005] しかしながら、手ブレ検知部によって像ブレ量が検出されてから、実際に像ブレが補正されるまで（光学系又は撮像素子の移動が行われるまで）には、応答遅延があり、この応答遅延が、手ブレ補正機能の補正性能を低下させ

る要因の一つになっている。

[0006] また、手ブレ補正機能の補正性能は、カメラの撮影光学系での焦点距離が長くなるほど低下する傾向がある。これは、焦点距離が長くなるほど手ブレにより発生する像面の移動量が大きくなるため、例えば、像ブレ補正部による光学系又は撮像素子の移動をより早く応答させる必要がある等、像面の移動量に合わせて像ブレを補正するための条件が厳しくなることによるものである。

[0007] 従って、前述の応答遅延による影響も、焦点距離の長い望遠域での撮影の場合や、撮影倍率が大きくなる近接撮影の場合や、撮影者の手ブレの周波数が高い場合等には、更に大きくなる。

[0008] このような問題に対し、従来技術では、次のような方法がある。

例えば、特許文献 1 に開示の方法では、手ブレを検出する角速度センサと、検出されたブレ信号に対して第 1 の折点周波数よりも低い周波数のブレ信号を減衰処理するハイパスフィルタと、このハイパスフィルタにより処理された信号に対して、処理される前の信号の位相との位相ずれを補償する位相補償フィルタと、この位相補償フィルタによって、位相ずれが補償されたブレ信号に基づいて、撮像装置の像ブレを補正するブレ補正部とを有して、位相補償フィルタによって、ハイパスフィルタにより生じた位相ずれを相殺するように位相を変更することで、位相ずれによる補正性能の低下を防止するようにしている。

[0009] また、例えば、特許文献 2 に開示の方法では、一定周期でジャイロセンサの角速度出力を読み込み（サンプリングし）、時間積分演算を行って角速度の積分値を算出し、算出した積分値と前回積分値の差分から積分値の変化量を求め、変化量とブレ補正モジュールによって定まっている遅延時間及び制御時間に基づいて、レンズの光軸の傾きを相殺可能とするシフトレンズの移動量を得るために加算値を算出し、今回積算値に加算値を加算後の値を用いて、シフトレンズを移動するための制御値を演算し駆動することで、ブレの無い撮影画像を得るようにしている。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開 2 0 1 1 － 1 4 5 3 5 4 号公報

特許文献2：特開 2 0 0 6 － 1 3 9 0 9 5 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] しかしながら、前述の特許文献 1 に開示の方法は、ハイパスフィルタによる位相ずれに対する位相調整を行うものであり、補正量の演算に伴う遅延時間や、駆動部の応答遅延などによる遅延時間に伴う性能低下について考慮されていない。また、位相補償フィルタでは、特定の周波数範囲に対して位相補償がなされるだけであるため、カメラの手ブレ状態に生じる像ブレ信号のように、様々な周波数成分を含むものに対しては、完全に位相ずれ（遅れ）を補償しているとは言えない。

[0012] また、前述の特許文献 2 に開示の方法では、角速度を積分した補正量の変化量、つまり直前の角速度からの遅延時間に基づいた変化量を補正量に加算していることから、角速度の変化が少ない区間では演算誤差の少ない補正量が得られるが、角速度の変化が大きい区間では演算誤差の大きい補正量が得られる虞がある。また、原理的には、加算される変化量が直線近似で算出されるものであるため、前述の遅延時間が長くなると加算値の誤差が増大し、誤補正になる虞もある。

[0013] このように、特許文献 1 及び 2 に開示の方法では、様々な周波数が混在する手ブレにおいては、十分な手ブレ補正が行われているとは言えない。また、他の従来技術においても同様である。

[0014] 本発明は、上記問題に着目しなされたものであり、手ブレ補正によって生じる遅延時間後の手ブレの状態を簡単な演算で高精度に予測することで、遅延時間を相殺し、高い補正性能を実現する手ブレ補正装置及びそれを搭載した撮像装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0015] 本発明の第1の態様は、撮像装置の姿勢変化に基づく像ブレを補正する像ブレ補正装置であって、被写体像を結像する光学系と、前記光学系によって結像された被写体像を撮像する撮像素子と、前記光学系に含まれるレンズを光軸に対して垂直方向に移動すること、又は、前記撮像素子を結像面上に移動することによって、像ブレを補正するブレ補正部と、前記撮像装置の姿勢変化量を検出するブレ検出部と、前記ブレ検出部により異なる時刻に検出された3つ以上の姿勢変化量を保持する保持部と、前記保持部に保持された3つ以上の姿勢変化量に基づき、前記姿勢変化量の時間変化に基づく近似関数に基づいて、所定時間後の姿勢変化量の予測値を算出する予測部と、前記予測部により算出された予測値に基づいて、像ブレ量を算出するブレ量算出部と、前記ブレ量算出部により算出された像ブレ量に基づいて、前記ブレ補正部による前記レンズ又は前記撮像素子の移動量を算出する駆動制御部と、を備える像ブレ補正装置を提供する。
- [0016] 本発明の第2の態様は、撮像装置の姿勢変化に基づく像ブレを補正する像ブレ補正装置であって、被写体像を結像する光学系と、前記光学系によって結像された被写体像を撮像する撮像素子と、前記光学系に含まれるレンズを光軸に対して垂直方向に移動すること、又は、前記撮像素子を結像面上に移動することによって、像ブレを補正するブレ補正部と、前記撮像装置の前記姿勢変化に基づく像面移動量を検出するブレ検出部と、前記ブレ検出部により異なる時刻に検出された3つ以上の像面移動量を保持する保持部と、前記保持部に保持された3つ以上の像面移動量に基づき、前記像面移動量の時間変化に基づく近似関数に基づいて、所定時間後の像面移動量の予測値を算出する予測部と、前記予測部により算出された予測値に基づいて、前記ブレ補正部による前記レンズ又は前記撮像素子の移動量を算出する駆動制御部と、を備える像ブレ補正装置を提供する。
- [0017] 本発明の第3の態様は、第1又は第2の態様において、前記予測部が前記近似関数の算出の際に用いる3つ以上の姿勢変化量又は像面移動量は、現時

点から所定時間前の間に前記ブレ検出部により検出された３つ以上の姿勢変化量又は像面移動量である、像ブレ補正装置を提供する。

[0018] 本発明の第４の態様は、第１又は第２の態様において、前記予測部により算出される予測値は、前記ブレ検出部による検出が行われてから前記ブレ補正部による補正が行われるまでの処理時間に相当する時間後の値である、像ブレ補正装置を提供する。

[0019] 本発明の第５の態様は、第１又は第２の態様において、前記予測部が前記近似関数の算出の際に用いる３つ以上の姿勢変化量又は像面移動量は、前記ブレ検出部により検出された最新の姿勢変化量又は像面移動量を含む、像ブレ補正装置を提供する。

[0020] 本発明の第６の態様は、第１又は第２の態様において、前記予測部が前記近似関数の算出の際に用いる３つ以上の姿勢変化量又は像面移動量が前記ブレ検出部により検出された時刻の時間間隔は２の累乗の時間である、像ブレ補正装置を提供する。

[0021] 本発明の第７の態様は、第１乃至６の何れか一つの態様の像ブレ補正装置を備える撮像装置を提供する。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、手ブレ補正によって生じる遅延時間後の手ブレの状態を簡単な演算で高精度に予測することで、遅延時間を相殺し、高い補正性能を実現する手ブレ補正装置及びそれを搭載した撮像装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図１]像ブレ補正に係る制御の流れと処理時間の一例を示す図である。

[図２]遅延時間後の手ブレの状態を予測する方法の一例を説明する図である。

[図３]第１の実施形態に係る像ブレ補正装置を含むカメラの構成例を示す図である。

[図４]第１の実施形態に係るブレ補正マイコンの構成例を示す図である。

[図５]第１の実施形態に係る角速度予測部の構成例を示す図である。

[図6]第1の実施形態に係る角速度予測部における、入力角速度の時間変化と予測角速度の時間変化との関係の一例を示す図である。

[図7]第2の実施形態に係るブレ補正マイコンの構成例を示す図である。

[図8]第2の実施形態に係る補正量予測部の構成例を示す図である。

[図9]第2の実施形態に係る補正量予測部における、X方向又はY方向に係る、算出補正量の時間変化と予測補正量の時間変化との関係の一例を示す図である。

[図10]第3の実施形態に係る像ブレ補正装置を含むカメラの構成例を示す図である。

[図11]第3の実施形態に係るブレ補正マイコンの構成例を示す図である。

[図12]第3の実施形態に係る補正量演算部の構成例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0024] 本発明の後述する各実施形態に係る像ブレ補正装置は、撮像装置の姿勢変化に基づく像ブレを補正する装置である。はじめに、各実施形態に係る像ブレ補正装置が行う像ブレ補正の概念を、図1及び図2を用いて説明する。

[0025] 図1は、像ブレ補正に係る制御の流れと処理時間の一例を示す図である。

図1に示したように、像ブレ補正に係る制御の流れでは、まず、ジャイロセンサ等の角速度センサにより検出された角速度（手ブレに対応する角速度）に対して、ノイズを除去するためのローパスフィルタ処理や、DC成分を除去するためのハイパスフィルタ処理などの信号処理が行われる（S1）。続いて、S1で信号処理された角速度を時間積分して補正量を求める演算が行われる（S2）。続いて、S2での演算により求められた補正量に基づいて光学系又は撮像素子をアクチュエータにより移動させるための駆動制御が行われる（S3）。このような制御の流れによって、手ブレに起因する像ブレが補正される。

[0026] このような制御の流れにおいて、例えば、図1に示したように、S1の処理に1msを要し、S2の処理に0.5msを要し、S3の処理に0.5msを要するとすると、角速度センサにより角速度の検出が行われてから、ア

クチュエータによる光学系又は撮像素子の移動により像ブレが補正されるまでに、2 m s の処理時間を要することとなる。これは、すなわち、検出から補正されるまでに2 m s の遅延時間が生じることでもある。

[0027] そこで、後述の各実施形態に係る像ブレ補正装置では、その遅延時間後の手ブレの状態を予測することによって、遅延時間を実質的に0にし、より高い補正性能を実現するようにしている。

[0028] 図2は、その遅延時間後の手ブレの状態を予測する方法の一例を説明する図であって、角速度の時間変化の一例を示すグラフでもある。ここでは、遅延時間が2 m s であるとし、その2 m s 後の手ブレの状態を予測する方法を説明する。また、ここでは、1 m s 周期で、角速度の検出および補正量の算出が行われるものとする。

[0029] 図2において、 $t = 0$ は最新の角速度が検出された時刻である基準時刻を示し、 t が負となる時刻は基準時刻に対して過去となる時刻を示し、 t が正となる時刻は基準時刻に対して未来となる時刻を示している。

[0030] 図2に示したように、 $t = 0$ に検出された角速度（最新の角速度）を ω_0 とし、 $t = -4$ （ $t = 0$ に対して4 m s 前の時刻）に検出された角速度を ω_1 とし、 $t = -8$ （ $t = 0$ に対して8 m s 前の時刻）に検出された角速度を ω_2 として、その3つの角速度 ω_0 、 ω_1 、 ω_2 を基に2次近似曲線を算出することによって、この2次近似曲線を基に $t = 2$ （ $t = 0$ に対して2 m s 後の時刻）の角速度 ω_{est} を予測することができる。

[0031] この場合、2次近似曲線の近似式は、3つの角速度 ω_0 、 ω_1 、 ω_2 から、次式（1）の行列演算式により求めることができる。

[数1]

$$\begin{pmatrix} \omega_0 \\ \omega_1 \\ \omega_2 \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} \quad \text{式 (1)}$$

但し、

$$A = \begin{pmatrix} t_0^2 & t_0 & 1 \\ t_1^2 & t_1 & 1 \\ t_2^2 & t_2 & 1 \end{pmatrix}$$

[0032] なお、 t_0 は ω_0 が検出された時刻、 t_1 は ω_1 が検出された時刻、 t_2 は ω_2 が検出された時刻である。

ここで、 $t = X \text{ m s}$ ($t = 0$ に対して $X \text{ m s}$ 後の時刻)の角速度 $\omega_{\text{est } x}$ は、2次近似係数を基に、次式(2)により求められる。

$$[\text{0033}] \quad \omega_{\text{est } x} = X^2 a + X b + c \quad \text{式 (2)}$$

式(1)における行列 A の逆行列 A^{-1} を求めると、次式(3)のようになる。

$$A^{-1} = (1/\det A) \text{adj } A \quad \text{式 (3)}$$

なお、 $\det A$ は行列 A に対応する行列式、 $\text{adj } A$ は行列 A の余因子行列である。

[0034] ここで、 t_0 、 t_1 、 t_2 、及び、 ω_0 、 ω_1 、 ω_2 は既知の値であるため、2次近似係数 a 、 b 、 c は、逆行列 A^{-1} に基づいて、次式(4)、(5)により算出することができる。

[数2]

$$\det A = t_0^2 * t_1 + t_1^2 * t_2 + t_2^2 * t_0 - t_2^2 * t_1 - t_1^2 * t_0 - t_0^2 * t_2 \quad \text{式 (4)}$$

$$\frac{1}{\det A} \begin{pmatrix} t_1 - t_2, & -(t_0 - t_2), & t_0 - t_1 \\ -(t_1^2 - t_2^2), & t_0^2 - t_2^2, & -(t_0^2 - t_1^2) \\ t_1^2 * t_2 - t_2^2 * t_1, & -(t_0^2 * t_2 - t_2^2 * t_0), & t_0^2 * t_1 - t_1^2 * t_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \omega_0 \\ \omega_1 \\ \omega_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} \quad \text{式 (5)}$$

[0035] ここで、 t_0 、 t_1 、 t_2 は既知の値であるため、式(4)は、次式(6)とな

る。

$$\det A = 128 \quad \text{式 (6)}$$

さらに、 t_0 、 t_1 、 t_2 と式(6)から、式(5)は、次式(7)、(8)、(9)のように、単純化することができる。

[0036]
$$a = (4\omega_0 - 8\omega_1 + 4\omega_2) / 128 = (\omega_0 - 2\omega_1 + \omega_2) / 32$$

式(7)

$$b = (48\omega_0 - 64\omega_1 + 16\omega_2) / 128 = (3\omega_0 - 4\omega_1 + \omega_2) / 8$$

式(8)

$$c = \omega_0 \quad \text{式 (9)}$$

[0037] これらの式(7)、(8)、(9)と式(2)から、2ms後($X=2$)の予測値である角速度 ω_{est} は、次式(10)によって求めることができる。

$$\omega_{\text{est}} = (7\omega_0 - 10\omega_1 + 3\omega_2) / 8 + \omega_0 \quad \text{式 (10)}$$

[0038] このようにして2ms後の角速度 ω_{est} を予測する場合には、角速度 ω_0 、 ω_1 、 ω_2 が検出された時刻である t_0 、 t_1 、 t_2 の時間間隔が2の累乗となることから、式(10)における除算をシフト演算に置き換えることができる。そのため、演算負荷を抑えることができ、演算で生じる遅延時間の増加を抑えることができる。

[0039] なお、本例では、2次多項式の近似式を用いて予測を行う例を示したが、近似式はこれに限定されるものではない。但し、1次多項式の近似式を用いて予測を行う場合には、補正量の演算負荷が減少して演算時間の減少が見込まれるものの、予測値が時間的に単調変化することが必須条件となるため、誤差を少なく予測できる時間が短くなり、適用が限定されることに留意する必要がある。また、3次以上の多項式の近似式を用いて予測を行う場合には、より高精度な予測が可能になることが見込まれるものの、補正量の演算負荷が増大し、処理能力によっては演算時間の増加につながる虞があることに留意する必要がある。実験によれば、カメラの手ブレの周波数範囲が0.1～数10Hzであり、これに対して数ms程度後の手ブレの状態を予測するのであれば、演算負荷の軽い2次多項式の近似式による予測で十分な精度が

得られることが確認されている。

[0040] また、本例では、角速度を予測することで手ブレの状態を予測する例を示したが、角速度の代わりに像面移動量（撮像面に結像される被写体像の移動量）を同様にして予測することで手ぶれの状態を予測するようにしてもよい。あるいは、加速度センサを追加し、その加速度センサの出力を基に速度を同様にして予測して、角速度センサの出力を基に予測された角速度又は像面移動量と、加速度センサの出力を基に予測された速度とを組み合わせることで手ブレの状態を予測するようにしてもよい。もしくは、角速度センサの代わりに加速度センサを備え、その加速度センサの出力を基に速度を同様にして予測することで手ブレの状態を予測するようにしてもよい。

[0041] 以下では、一例として、角速度センサの出力を基に角速度を予測することで手ブレの状態を予測するようにした例を第1の実施形態に示し、角速度センサの出力を基に像面移動量を予測することで手ブレの状態を予測するようにした例を第2の実施形態に示し、角速度センサの出力を基に予測された角速度と加速度センサの出力を基に予測された速度とを組み合わせることで手ブレの状態を予測するようにした例を第3の実施形態に示す。

[0042] <第1の実施形態>

図3は、本発明の第1の実施形態に係る像ブレ補正装置を含むカメラの構成例を示す図である。

[0043] 図3に示したように、カメラ1は、光学系2と、フォーカルプレーンシャッター（以下単にシャッターという）3と、撮像素子4と、駆動部5と、システムコントローラ6と、ブレ補正マイコン7と、角速度センサ8と、リリースSW（switch）9と、EVF（Electronic View Finder）10と、メモ리카ード11を含む。なお、カメラ1は、撮像装置の一例である。

[0044] 光学系2は、被写体像を結像する。より詳しくは、光学系2は、外部光軸方向からの光束を、撮像素子4の撮像面に、被写体像として結像させる。

シャッター3は、システムコントローラ6の制御の下、撮像素子4の前面で開閉動作を行うことで、撮像素子4を露光状態にしたり、遮光状態にした

りする。

[0045] 撮像素子4は、システムコントローラ6の制御の下、光学系2によって撮像面に結像された被写体像を撮像して電気信号に変換する。変換された電気信号は、システムコントローラ6によって映像信号として読み出される。

[0046] なお、本実施形態では、露光制御を機械式シャッターであるシャッター3により行っているが、これに限らず、撮像素子4への撮像制御信号を与えて露光制御する、いわゆる電子シャッターにより露光制御を行うようにしてもよい。

[0047] システムコントローラ6は、前述の映像信号の読み出しの他に、カメラ全体の機能に係る様々な制御を行う。例えば、撮像素子4から読み出した映像信号を、E V F 1 0に表示可能な形式に変換して出力するための制御を行う。また、例えば、撮影時に読み出された映像信号を撮影画像としてメモリカード11に記録するための制御を行う。なお、この制御は、リリースSW9の検出に応じて行われる。また、例えば、ブレ補正マイコン7と通信を行い統括した制御を行う。

[0048] E V F 1 0は、液晶表示デバイス等の表示デバイスであり、例えば、システムコントローラ6から出力された映像信号を撮影者が視認できるように画像表示する。

リリースSW9は、ユーザが撮影操作を行う際に使用される操作部である。リリースSW9は、半押し操作（1 s t リリース）及び全押し操作（2 n d リリース）となる2段階の操作状態を区別して検出し、その検出結果に応じた信号をシステムコントローラ6へ出力する。

[0049] メモリカード11は、カメラ1に着脱可能な不揮発性メモリであり、撮影画像等が記録される。

角速度センサ8（8 a、8 b）は、カメラの姿勢変化に伴う回転運動を検出するセンサ（例えばジャイロセンサ）であり、回転運動時の角度の時間変化を角速度として検出し、ブレ補正マイコン7へ出力する。角速度センサ8 aは、カメラ1のY a w方向の回転運動を検出するセンサであり、角速度セ

ンサ 8 b は、カメラ 1 の Pitch 方向の回転運動を検出するセンサである。なお、本実施形態において、角速度センサ 8 は、撮像装置の姿勢変化量を検出するブレ検出部の一例である。

[0050] ブレ補正マイコン 7 は、システムコントローラ 6 の制御の下、角速度センサ 8 (8 a、8 b) の出力から、撮像素子 4 に結像された被写体像の移動量としてブレ量を算出し、そのブレ量を打ち消す方向に撮像素子 4 を移動させるための制御信号を駆動部 5 へ出力する。なお、この制御信号は、駆動部 5 から出力される位置検出信号に応じた撮像素子 4 の位置も考慮されている。

[0051] 駆動部 5 は、撮像素子 4 を支持し、且つ、ブレ補正マイコン 7 の制御の下 (ブレ補正マイコン 7 からの制御信号に応じて)、撮像素子 4 を X 方向 (水平方向) 及び Y 方向 (垂直方向) に移動させる。これにより、撮像素子 4 が、撮像面でのブレ量を打ち消す方向に移動し、撮影画像に発生するブレを防止することができる。また、駆動部 5 は、撮像素子 4 の位置を検出し、その位置検出信号をブレ補正マイコン 7 へ出力する。なお、駆動部 5 は、撮像素子 4 を結像面上 (撮像面上) に移動することにより像ブレを補正するブレ補正部の一例である。

[0052] 図 4 は、ブレ補正マイコン 7 の構成例を示す図である。

図 4 に示したように、ブレ補正マイコン 7 は、制御部 70 と、信号処理部 71 (71 a、71 b) と、ドライバ 72 と、ADC (Analog / digital converter) 73 と、SIO (Serial Input / Output) 74 を含む。また、制御部 70 は、更に、基準算出部 701 (701 a、701 b) と、減算部 702 (702 a、702 b) と、角速度予測部 703 (703 a、703 b) と、補正量演算部 704 と、駆動制御部 705 と、通信部 706 を含む。

[0053] 信号処理部 71 a は、角速度センサ 8 a の出力信号 (角速度検出信号) であるアナログ信号に対し、アナログ／デジタル変換処理、ローパスフィルタ処理、ハイパスフィルタ処理を含む信号処理を行う。同様に、信号処理部 71 b は、角速度センサ 8 b の出力信号 (角速度検出信号) であるアナログ信号に対し、アナログ／デジタル変換処理、ローパスフィルタ処理、ハイパス

フィルタ処理を含む信号処理を行う。信号処理部 7 1 a、7 1 b の各々での信号処理は、所定のサンプリングレートに対応する周期で行われる。例えば、サンプリングレートを 1 k H z とした場合には、1 m s 周期で行われる。なお、信号処理部 7 1 a、7 1 b の各々で行われる信号処理は、例えば、アナログ／デジタル変換処理のみとしてもよい。

[0054] 基準算出部 7 0 1 a は、信号処理部 7 1 a の出力信号を基に、基準値を算出する。なお、この基準値は、カメラ 1 が静止した状態であるときの角速度センサ 8 a の出力信号に基づくものである。より詳しくは、カメラ 1 が静止した状態である所定時間の間に検出された角速度の値の平均値（時間平均値）を算出し、これを基準値としている。但し、基準値の算出方法は、これに限定されるものではなく、誤差の少ない基準値が算出されるのであれば何れの方法であってもよい。同様に、基準算出部 7 0 1 b は、信号処理部 7 1 b の出力信号を基に、基準値を算出する。

[0055] 減算部 7 0 2 a は、信号処理部 7 1 a の出力信号（角速度）から基準算出部 7 0 1 a の出力信号（基準値）を減算して、符合を持つ角速度の信号を出力する。同様に、減算部 7 0 2 b は、信号処理部 7 1 b の出力信号（角速度）から基準算出部 7 0 1 b の出力信号（基準値）を減算して、符合を持つ角速度の信号を出力する。なお、角速度の符号は、検出された角速度の回転方向として取り扱うことができる。

[0056] 角速度予測部 7 0 3 a は、減算部 7 0 2 a の出力信号（入力角速度ともいう）を基に、角速度の時間変化に基づく近似関数に基づいて、所定時間後の角速度（Y a w 方向の角速度）の予測値（予測角速度ともいう）を算出する。同様に、角速度予測部 7 0 3 b は、減算部 7 0 2 b の出力信号（入力角速度ともいう）を基に、角速度の時間変化に基づく近似関数に基づいて、所定時間後の角速度（P i t c h 方向の角速度）の予測値（予測角速度ともいう）を算出する。ここで、所定時間とは、例えば、角速度の検出が行われてから像ブレが補正されるまでの処理時間に相当する時間のことである。

[0057] より具体的には、角速度予測部 7 0 3 a、7 0 3 b は、それぞれ、図 5 に

示すように、保持バッファ 7031 と予測演算部 7032 を含む。ここでは、代表して、角速度予測部 703a を例に、説明する。

- [0058] 保持バッファ 7031 は、角速度センサ 8a により異なる時刻に検出された 3 つ以上の角速度に対応する 3 つ以上の入力角速度を保持する。この場合、保持バッファ 7031 は、例えば、現時点から所定時間前の間に角速度センサ 8a により検出された 3 つ以上の角速度に対応する 3 つ以上の入力角速度を保持する。ここで、その 3 つ以上の入力角速度は、例えば、最新の角速度が検出された時刻とその時刻に対して 8 ms 前の時刻との間に 1 ms 周期で検出された 9 つの角速度に対応する 9 つの入力角速度であり、1 ms 周期毎に更新される。なお、保持バッファ 7031 は、ブレ検出部により異なる時刻に検出された 3 つ以上の姿勢変化量を保持する保持部の一例である。
- [0059] 予測演算部 7032 は、保持バッファ 7031 に保持された 3 つ以上の入力角速度に基づき、角速度の時間変化に基づく近似関数に基づいて、所定時間後の角速度（Yaw 方向の角速度）の予測値（予測角速度）を算出する。例えば、予測演算部 7032 は、保持バッファ 7031 に保持された 3 つの入力角速度 ω_0 、 ω_1 、 ω_2 に基づき、角速度の時間変化に基づく近似関数である式 (10) に基づいて、遅延時間に相当する 2 ms 後の角速度の予測値 ω_{est} を算出する。ここで、入力角速度 ω_0 は、最新の角速度に対応する入力角速度であり、入力角速度 ω_1 は、最新の角速度が検出された時刻に対して 4 ms（4 周期）前の角速度に対応する入力角速度であり、入力角速度 ω_2 は、最新の角速度が検出された時刻に対して 8 ms（8 周期）前の角速度に対応する入力角速度である。
- [0060] 補正量演算部 704 は、角速度予測部 703a により算出された予測値に基づいて、X 方向の補正量（像ブレ量）を算出すると共に、角速度予測部 703b により算出された予測値に基づいて、Y 方向の補正量（像ブレ量）を算出する。より詳しくは、補正量演算部 704 は、例えば、後述の図 12 に示す補正量演算部 704 に含まれる角度ブレ補正部 7044 の構成を有しており、角速度予測部 703a の出力信号（予測値）を時間積分して得られた

値とレンズ特性に基づくパラメータ（焦点距離、像倍率）を用いて乗算演算を行うことで、X方向の補正量（像ブレ量）を算出すると共に、角速度予測部703bの出力信号（予測値）を時間積分して得られた値とレンズ特性に基づくパラメータ（焦点距離、像倍率）を用いて乗算演算を行うことで、Y方向の補正量（像ブレ量）を算出する。

[0061] 駆動制御部705は、補正量演算部704により算出されたX方向の補正量（像ブレ量）に基づいて、駆動部5による撮像素子4のX方向の移動量を算出すると共に、補正量演算部704により算出されたY方向の補正量（像ブレ量）に基づいて、駆動部5による撮像素子4のY方向の移動量を算出すること等を行う。より詳しくは、駆動制御部705は、例えば、補正量演算部704により算出されたX方向の補正量及びY方向の補正量に基づいて、駆動部5による撮像素子4の移動目標位置を決定し、その移動目標位置と、駆動部5から出力される位置検出信号に応じた信号とに基づいて、フィードバック制御を行いつつ駆動部5により撮像素子4を目標位置まで移動させるための駆動信号を出力する。なお、駆動制御部705は、このように、クローズドループ制御により撮像素子4の移動を制御するものであるが、例えば、オープンループ制御により撮像素子4の移動を制御するようにしてもよい。

[0062] ドライバ72は、駆動制御部705からの駆動信号を、駆動部5を駆動する信号形態に変換して出力する。これにより、入力された駆動信号に応じて駆動部5により撮像素子4の移動が行われ、結果として、撮影画像に発生するブレの防止が行われる。

[0063] ADC73は、駆動部5から出力される位置検出信号であるアナログ信号をデジタル信号に変換して、駆動制御部705へ出力する。

通信部706は、シリアル入出力インタフェースであるSIO74を制御して、外部デバイス（システムコントローラ6）との間で通信（例えばコマンドの送受等）を行う。

[0064] このように、図4及び図5を用いて説明したブレ補正マイコン7によって

、所定時間後（例えば2 m s 後）の角速度を予測し、その予測に基づいて像ブレを補正することで、例えば図1を用いて説明した検出から補正までの遅延時間による応答遅れの影響を補償することができる。

[0065] 図6は、角速度予測部703（703a又は703b）における、入力角速度の時間変化と予測角速度の時間変化との関係の一例を示す図である。

図6において、任意の時刻における予測角速度は、その時刻の入力角速度を最新の角速度に対応する入力角速度 ω_0 とし、その最新の角速度が検出された時刻に対して4 m s（4周期）前の角速度に対応する入力角速度を ω_1 とし、その最新の角速度が検出された時刻に対して8 m s（8周期）前の角速度に対応する入力角速度を ω_2 としたときに、式（10）に基づいて、角速度予測部703により算出された2 m s 後（その最新の角速度が検出された時刻に対して2 m s（2周期）後）の角速度の予測値である。

[0066] 図6に示したように、角速度予測部703による演算によって、予測角速度の時間変化は、入力角速度の時間変化に対して2 m s 進んだ状態となる。

なお、予測角速度と2 m s 後の角速度との差である予測誤差が、現在の角速度と2 m s 後の角速度との差に対して十分小さいのであれば、遅延による補正性能の低下が小さくなることは自明である。

[0067] 以上、本実施形態に係る像ブレ補正装置によれば、簡単な計算によって所定時間後（例えば2 m s 後）の角速度を予測し、その予測値に基づいて補正量を算出することによって、演算時間の増加を抑えて、ブレの検出から補正までの遅延時間を短縮できるので、応答遅延による補正性能の低下を防止することができる。

[0068] <第2の実施形態>

本発明の第2の実施形態に係る像ブレ補正装置を含むカメラは、第1の実施形態に係る像ブレ補正装置を含むカメラに対して、ブレ補正マイコンの構成及び動作が異なっている。そこで、本実施形態に係る像ブレ補正装置を含むカメラの説明では、その異なる点を中心に説明する。なお、本実施形態では、第1の実施形態で説明した構成要素と同一の構成要素については同一の

符号を付して説明する。

[0069] 本実施形態に係る像ブレ補正装置を含むカメラ 1 の構成は、図 3 に示したカメラ 1 の構成と同様であるので、ここでは説明を割愛する。

図 7 は、本実施形態に係る像ブレ補正装置を含むカメラ 1 に含まれるブレ補正マイコン 7 の構成例を示す図である。

[0070] 図 7 に示したブレ補正マイコン 7 は、図 4 に示したブレ補正マイコン 7 に対して、次の点が異なる。それは、図 7 に示したブレ補正マイコン 7 では、図 4 に示したブレ補正マイコン 7 に含まれる角速度予測部 703 (703a、703b) 及び補正量演算部 704 が、補正量演算部 707 及び補正量予測部 708 に置き換えられた点である。

[0071] 補正量演算部 707 は、例えば、後述の図 12 に示す補正量演算部 704 に含まれる角度ブレ補正部 7044 の構成を有しており、減算部 702a の出力信号 (角速度) を時間積分して得られた値とレンズ特性に基づくパラメータ (焦点距離、像倍率) を用いて乗算演算を行うことで、X 方向の補正量 (像面移動量) を算出すると共に、減算部 702b の出力信号 (角速度) を時間積分して得られた値とレンズ特性に基づくパラメータ (焦点距離、像倍率) を用いて乗算演算を行うことで、Y 方向の補正量 (像面移動量) を算出する。なお、本実施形態において、補正量演算部 707 は、撮像装置の姿勢変化に基づく像面移動量を検出するブレ検出部の一例である。

[0072] 補正量予測部 708 は、補正量演算部 707 の出力信号 (X 方向の算出補正量) を基に、補正量の時間変化に基づく近似関数に基づいて、所定時間後の X 方向の補正量 (像面移動量) の予測値 (予測補正量ともいう) を算出すると共に、補正量演算部 707 の出力信号 (Y 方向の算出補正量) を基に、補正量の時間変化に基づく近似関数に基づいて、所定時間後の Y 方向の補正量 (像面移動量) の予測値 (予測補正量ともいう) を算出する。ここで、所定時間とは、例えば、角速度の検出又は像面移動量の算出が行われてから像ブレが補正されるまでの処理時間に相当する時間のことである。

[0073] より具体的には、補正量予測部 708 は、X 方向及び Y 方向のそれぞれに

対して、図8に示すように、保持バッファ7081と予測演算部7082を含む。ここでは、代表して、X方向に対する、保持バッファ7081と予測演算部7082を例に、説明する。

[0074] 保持バッファ7081は、補正量演算部707により異なる時刻に算出された3つ以上のX方向の補正量を保持する。この場合、保持バッファ7081は、例えば、現時点から所定時間前の間に補正量演算部707により算出された3つ以上のX方向の補正量を保持する。ここで、その3つ以上のX方向の補正量は、例えば、X方向の最新の補正量が算出された時刻とその時刻に対して8ms前の時刻との間に1ms周期で算出された9つのX方向の補正量であり、1ms周期毎に更新される。なお、保持バッファ7081は、ブレ検出部により異なる時刻に検出された3つ以上の像面移動量を保持する保持部の一例である。

[0075] 予測演算部7082は、保持バッファ7081に保持された3つ以上のX方向の補正量に基づき、補正量の時間変化に基づく近似関数に基づいて、所定時間後のX方向の補正量の予測値を算出する。例えば、予測演算部7082は、保持バッファ7081に保持された3つのX方向の補正量に基づき、補正量の時間変化に基づく近似関数に基づいて、遅延時間に相当する2ms後のX方向の補正量の予測値を算出する。ここで、保持バッファ7081に保持された3つのX方向の補正量は、最新のX方向の補正量と、その最新のX方向の補正量が算出された時刻に対して4ms（4周期）前に算出されたX方向の補正量と、その最新のX方向の補正量が算出された時刻に対して8ms（8周期）前に算出されたX方向の補正量である。また、補正量の時間変化に基づく近似関数は、式（10）の導出方法と同様にして導出された2次多項式の近似式である。

[0076] 図7に示したブレ補正マイコン7のその他の構成は、図4に示したブレ補正マイコン7と同様であるので、ここでは説明を割愛する。

このように、図7及び図8を用いて説明したブレ補正マイコン7によって、所定時間後（例えば2ms後）の補正量（像面移動量）を予測し、その予

測に基づいて像ブレを補正することで、例えば図 1 を用いて説明した検出から補正までの遅延時間による応答遅れの影響を補償することができる。

[0077] 図 9 は、補正量予測部 708 における、X 方向又は Y 方向に係る、算出補正量の時間変化と予測補正量の時間変化との関係の一例を示す図である。

図 9 において、任意の時刻における予測補正量は、その時刻の算出補正量（最新の補正量とする）と、その最新の補正量が算出された時刻に対して 4 m s（4 周期）前の算出補正量と、その最新の補正量が算出された時刻に対して 8 m s（8 周期）前の算出補正量とを用いて、補正量の時間変化に基づく近似関数（式（10）の導出方法と同様にして導出された二次多項式の近似式）に基づいて、補正量予測部 708 により算出された 2 m s 後（その最新の補正量が算出された時刻に対して 2 m s（2 周期）後）の補正量の予測値である。

[0078] 図 9 に示したように、補正量予測部 708 による演算によって、予測補正量の時間変化は、算出補正量の時間変化に対して 2 m s 進んだ状態となる。

以上、本実施形態に係る像ブレ補正装置によれば、角速度センサ 8 の出力信号に基づいて算出された補正量（像面移動量）を基に、簡単な計算により所定時間後（例えば 2 m s 後）の補正量（像面移動量）を予測することによって、演算時間の増加を抑えて、ブレの検出から補正までの遅延時間を短縮できるので、応答遅延による補正性能の低下を防止することができる。

[0079] また、本実施形態に係る像ブレ補正装置によれば、補正量演算部 707 により時間積分等が行われた後に補正量予測部 708 による予測値の算出が行われることから、仮に、減算部 702 の出力信号に高周波ノイズが重畳されていたとしても、補正量演算部 707 による時間積分によって、その高周波ノイズの影響が軽減され、その高周波ノイズによる予測誤差の増大を防止することができる。これは、補正量演算部 707 による時間積分の演算では、積分回路のゲイン伝達特性と同様に、周波数に反比例して伝達特性のゲイン（利得）が変化するため、仮に、減算部 702 の出力信号に高周波ノイズが重畳されていたとしても、その高周波ノイズが抑制されるからである。

[0080] <第3の実施形態>

本発明の第3の実施形態に係る像ブレ補正装置を含むカメラは、第1の実施形態に係る像ブレ補正装置を含むカメラに対して、更に加速度センサを備える点と、それに伴いブレ補正マイコンの構成及び動作が異なっている。そこで、本実施形態に係る像ブレ補正装置を含むカメラの説明では、その異なる点を中心に説明する。なお、本実施形態では、第1の実施形態で説明した構成要素と同一の構成要素については同一の符号を付して説明する。

[0081] 図10は、本実施形態に係る像ブレ補正装置を含むカメラの構成例を示す図である。

図10に示したカメラ1は、図3に示したカメラ1に対して、更に、加速度センサ12を含む点異なる。加速度センサ12は、カメラ1のX方向、Y方向、Z方向のそれぞれの方向の加速度を検出し、ブレ補正マイコン7へ出力する。なお、カメラ1のZ方向はカメラ1の光軸方向であり、カメラ1のX方向はカメラ1の水平方向であり、カメラ1のY方向はカメラ1の垂直方向である。

[0082] 図10に示したカメラ1のその他の構成は、図3に示したカメラ1と同様であるので、ここでは説明を割愛する。

図11は、本実施形態に係る像ブレ補正装置を含むカメラ1に含まれるブレ補正マイコン7の構成例を示す図である。

[0083] 図11に示したブレ補正マイコン7は、図4に示したブレ補正マイコン7に対して、更に、SIO75を含むと共に、制御部70が、更に、加速度読出部709と、積分演算部710（710a、710b）と、速度予測部711（711a、711b）を含む点が、異なる。

[0084] 加速度読出部709は、シリアル入出力インタフェースであるSIO75を制御して、加速度センサ12の出力信号を読み出し、その出力信号から、X方向の加速度とY方向の加速度を取得する。なお、加速度センサ12の出力信号はデジタル信号である。また、加速度センサ12の出力信号は、加速度センサ12の内部にて、既に、基準値が減算されている。ここで、基準値

とは、例えば、カメラ 1 に加速度が与えられていない状態（例えば静止状態）である所定時間の間に加速度センサ 12 で検出された加速度の値の平均値（時間平均値）である。これにより、加速度センサ 12 の出力信号に係る加速度の値は、カメラ 1 に加速度が与えられていない状態では 0 となる。また、加速度センサ 12 の出力信号に係る加速度の値は、カメラ 1 に加速度が与えられている状態では、その方向に応じた符号を持つ。

[0085] なお、本実施形態では、このように、加速度センサ 12 の出力信号が S I O 75 を介して加速度読出部 709 に入力される構成であるが、例えば、加速度センサ 12 の代わりに、出力信号としてアナログ信号を出力する加速度センサを設けると共に、S I O 75 の代わりに A D C を設ける構成としてもよい。

[0086] 積分演算部 710 a は、加速度読出部 709 で取得された X 方向の加速度を時間積分して、X 方向の移動速度を算出する。同様に、積分演算部 710 b は、加速度読出部 709 で取得された Y 方向の加速度を時間積分して、Y 方向の移動速度を算出する。

[0087] 速度予測部 711 a は、積分演算部 710 a の出力信号（X 方向の移動速度）を基に、移動速度の時間変化に基づく近似関数に基づいて、所定時間後の X 方向の移動速度の予測値を算出する。同様に、速度予測部 711 b は、積分演算部 710 b の出力信号（Y 方向の移動速度）を基に、移動速度の時間変化に基づく近似関数に基づいて、所定時間後の Y 方向の移動速度の予測値を算出する。なお、速度予測部 711（711 a、711 b）での予測値の算出は、角速度予測部 703（703 a、703 b）での予測値の算出と同様に行われる。但し、その予測値は、角速度予測部 703 とタイミングが合うように同期して算出されなければならない。例えば、加速度読出部 709 による読み出し時間が、信号処理部 71 での処理時間よりも 1 m s 程度長くなってしまう場合には、角速度予測部 703（703 a、703 b）が所定時間後の値（角速度）を予測していることから、速度予測部 711（711 a、711 b）は、その所定時間に上記の 1 m s を加算した時間後の

値（速度）を予測するようにすることが望ましい。例えば、角速度予測部 703（703a、703b）が2ms後の値（角速度）を予測している場合には、速度予測部 711（711a、711b）は、その2msに上記の1msを加算した3ms後の値（速度）を予測するようにすることが望ましい。

[0088] このような構成に伴い、図11に示した補正量演算部 704は、角速度予測部 703aにより算出された予測値と速度予測部 711aにより算出された予測値とに基づいて、X方向の補正量（像ブレ量）を算出すると共に、角速度予測部 703bにより算出された予測値と速度予測部 711bにより算出された予測値とに基づいて、Y方向の補正量（像ブレ量）を算出する。

[0089] 図11に示したブレ補正マイコン7のその他の構成は、図4に示したブレ補正マイコン7と同様であるので、ここでは説明を割愛する。

図12は、図11に示した補正量演算部 704の構成例を示す図である。

[0090] 図12に示したように、補正量演算部 704は、積分演算部 7041（7041a、7041b、7041c、7041d）と、乗算器 7042（7042a、7042b、7042c、7042d）と、加算部 7043（7043a、7043b）を含む。

[0091] なお、この補正量演算部 704において、積分演算部 7041a、7041bと、乗算器 7042a、7042bは、角度ブレ補正部 7044の構成要素でもある。また、積分演算部 7041c、7041dと、乗算器 7042c、7042dは、平行ブレ補正部 7045の構成要素でもある。

[0092] 角度ブレ補正部 7044において、積分演算部 7041aは、角速度予測部 703aの出力信号（予測値（Yaw方向の角速度））を時間積分してカメラ1の回転に伴うYaw方向の角度変化量を求める。同様に、積分演算部 7041bは、角速度予測部 703bの出力信号（予測値（Pitch方向の角速度））を時間積分してカメラ1の回転に伴うPitch方向の角度変化量を求める。

[0093] 乗算器 7042aは、積分演算部 7041aにより求められたYaw方向

の角度変化量と、例えばシステムコントローラ 6 から与えられるレンズ特性に基づくパラメータ（焦点距離、像倍率）とを用いて、次式（11）の乗算式により、撮像面での X 方向のブレ量（像面移動量）を算出する。

[0094]
$$\delta = (1 + \beta) \times f \times \tan \theta \quad \text{式 (11)}$$

但し、 δ ：像面移動量

f ：焦点距離

θ ：角度変化量

β ：像倍率（被写体像の大きさに対する、結像面の大きさの比）

[0095] なお、式（11）から明らかなように、焦点距離（ f ）及び又は像倍率（ β ）の値が大きくなるほど、単位時間当たりの像面移動量（ δ ）が大きくなる。これは、カメラ 1 の姿勢変化が同じであっても、同様である。このことから、高周波で振幅の小さいブレであっても、焦点距離（ f ）が長くなる望遠撮影や像倍率（ β ）が大きくなる近接撮影等といった条件によっては、そのブレが無視できないものとなり、予測による遅延短縮の効果は大きくなると言える。

[0096] 乗算器 7042b は、乗算器 7042a と同様に、積分演算部 7041b により求められた Pitch 方向の角度変化量と、例えばシステムコントローラ 6 から与えられるレンズ特性に基づくパラメータ（焦点距離、像倍率）とを用いて、式（11）の乗算式により、撮像面での Y 方向のブレ量（像面移動量）を算出する。

[0097] 一方、平行ブレ補正部 7045 において、積分演算部 7041c は、速度予測部 711a の出力信号（予測値（X 方向の速度））を時間積分してカメラ 1 の平行移動に伴う X 方向の平行移動量を求める。同様に、積分演算部 7041d は、速度予測部 711b の出力信号（予測値（Y 方向の速度））を時間積分してカメラ 1 の平行移動に伴う Y 方向の平行移動量を求める。乗算器 7042c は、積分演算部 7041c により求められた X 方向の平行移動量に、例えばシステムコントローラ 6 から与えられるレンズ特性に基づくパラメータ（像倍率）を乗算して、撮像面での X 方向のブレ量（像面移動量）

を算出する。同様に、乗算器 7042d は、積分演算部 7041d により求められた Y 方向の平行移動量に、例えばシステムコントローラ 6 から与えられるレンズ特性に基づくパラメータ（像倍率）を乗算して、撮像面での Y 方向のブレ量（像面移動量）を算出する。

[0098] 加算部 7043a は、乗算器 7042a により算出された X 方向のブレ量（像面移動量）と、乗算器 7042c により算出された X 方向のブレ量（像面移動量）とを加算して出力する。同様に、加算部 7043b は、乗算器 7042b により算出された Y 方向のブレ量（像面移動量）と、乗算器 7042d により算出された Y 方向のブレ量（像面移動量）とを加算して出力する。

[0099] 以上、本実施形態に係る像ブレ補正装置によれば、所定時間後の角速度を予測すると共に所定時間後の速度を予測して、それらの予測値に基づいて補正量を算出するようにしたことによって、角度ブレ及び並進ブレ共に、応答遅延による補正性能の低下を防止することができる。

[0100] なお、本実施形態に係る像ブレ補正装置を含むカメラ 1 は、第 1 の実施形態に係る像ブレ補正装置を含むカメラ 1 に対して、更に加速度センサ 12 を備える点と、それに伴いブレ補正マイコン 7 の構成及び動作が異なるものであったが、例えば、第 2 の実施形態に係る像ブレ補正装置を含むカメラ 1 に対して、更に加速度センサ 12 を備える点と、それに伴いブレ補正マイコン 7 の構成及び動作が異なるものとしてもよい。この場合、例えば、図 11 に示した、加速度センサ 12 から速度予測部 711（711a、711b）までの構成が、図 7 に示した構成に追加されると共に、その速度予測部 711（711a、711b）の出力が図 7 に示した補正量予測部 708 の出力に加算されて駆動制御部 705 に入力されるようになる。

[0101] 以上、第 1 乃至第 3 の実施形態に係る像ブレ補正装置を含むカメラについて説明したが、各実施形態に係る像ブレ補正装置を含むカメラは種々の変形が可能である。

例えば、各実施形態に係る像ブレ補正装置を含むカメラにおいて、駆動部

5は、撮像素子4を結像面上に移動させることによって像ブレを補正するものであったが、その代わりに、光学系2に含まれるレンズを光軸に対して垂直方向に移動させることによって像ブレを補正するようにしてもよい。なお、この場合の駆動部5は、光学系に含まれるレンズを光軸に対して垂直方向に移動することによって像ブレを補正するブレ補正部の一例である。

[0102] 本発明は、上記実施形態をそのまま限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、様々な発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素のいくつかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

符号の説明

[0103]	1	カメラ
	2	光学系
	3	シャッター
	4	撮像素子
	5	駆動部
	6	システムコントローラ
	7	ブレ補正マイコン
	8	角速度センサ
	9	レリーズSW
	10	EVF
	11	メモリカード
	12	加速度センサ
	70	制御部
	71	信号処理部
	72	ドライバ
	73	ADC

74、75	S I O
701	基準算出部
702	減算部
703	角速度予測部
704	補正量演算部
705	駆動制御部
706	通信部
707	補正量演算部
708	補正量予測部
709	加速度読出部
710	積分演算部
711	速度予測部
7031	保持バッファ
7032	予測演算部
7041	積分演算部
7042	乗算器
7043	加算部
7044	角度ブレ補正部
7045	平行ブレ補正部
7081	保持バッファ
7082	予測演算部

請求の範囲

[請求項1] 撮像装置の姿勢変化に基づく像ブレを補正する像ブレ補正装置であって、

 被写体像を結像する光学系と、

 前記光学系によって結像された被写体像を撮像する撮像素子と、

 前記光学系に含まれるレンズを光軸に対して垂直方向に移動すること、又は、前記撮像素子を結像面上に移動することによって、像ブレを補正するブレ補正部と、

 前記撮像装置の姿勢変化量を検出するブレ検出部と、

 前記ブレ検出部により異なる時刻に検出された3つ以上の姿勢変化量を保持する保持部と、

 前記保持部に保持された3つ以上の姿勢変化量に基づき、前記姿勢変化量の時間変化に基づく近似関数に基づいて、所定時間後の姿勢変化量の予測値を算出する予測部と、

 前記予測部により算出された予測値に基づいて、像ブレ量を算出するブレ量算出部と、

 前記ブレ量算出部により算出された像ブレ量に基づいて、前記ブレ補正部による前記レンズ又は前記撮像素子の移動量を算出する駆動制御部と、

 を備えることを特徴とする像ブレ補正装置。

[請求項2] 撮像装置の姿勢変化に基づく像ブレを補正する像ブレ補正装置であって、

 被写体像を結像する光学系と、

 前記光学系によって結像された被写体像を撮像する撮像素子と、

 前記光学系に含まれるレンズを光軸に対して垂直方向に移動すること、又は、前記撮像素子を結像面上に移動することによって、像ブレを補正するブレ補正部と、

 前記撮像装置の前記姿勢変化に基づく像面移動量を検出するブレ検

出部と、

前記ブレ検出部により異なる時刻に検出された3つ以上の像面移動量を保持する保持部と、

前記保持部に保持された3つ以上の像面移動量に基づき、前記像面移動量の時間変化に基づく近似関数に基づいて、所定時間後の像面移動量の予測値を算出する予測部と、

前記予測部により算出された予測値に基づいて、前記ブレ補正部による前記レンズ又は前記撮像素子の移動量を算出する駆動制御部と、
を備えることを特徴とする像ブレ補正装置。

[請求項3]

請求項1又は2記載の像ブレ補正装置であって、

前記予測部が前記近似関数の算出の際に用いる3つ以上の姿勢変化量又は像面移動量は、現時点から所定時間前の間に前記ブレ検出部により検出された3つ以上の姿勢変化量又は像面移動量であることを特徴とする像ブレ補正装置。

[請求項4]

請求項1又は2記載の像ブレ補正装置であって、

前記予測部により算出される予測値は、前記ブレ検出部による検出が行われてから前記ブレ補正部による補正が行われるまでの処理時間に相当する時間後の値であることを特徴とする像ブレ補正装置。

[請求項5]

請求項1又は2記載の像ブレ補正装置であって、

前記予測部が前記近似関数の算出の際に用いる3つ以上の姿勢変化量又は像面移動量は、前記ブレ検出部により検出された最新の姿勢変化量又は像面移動量を含むことを特徴とする像ブレ補正装置。

[請求項6]

請求項1又は2記載の像ブレ補正装置であって、

前記予測部が前記近似関数の算出の際に用いる3つ以上の姿勢変化量又は像面移動量が前記ブレ検出部により検出された時刻の時間間隔は2の累乗の時間であることを特徴とする像ブレ補正装置。

[請求項7]

請求項1乃至6の何れか一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。

補正された請求の範囲
[2014年11月04日(04.11.2014)国際事務局受理]

【請求項 1】（補正後） 撮像装置の姿勢変化に基づく像ブレを補正する像ブレ補正装置であって、

被写体像を結像する光学系と、

前記光学系によって結像された被写体像を撮像する撮像素子と、

前記光学系に含まれるレンズを光軸に対して垂直方向に移動すること、又は、前記撮像素子を結像面上に移動することによって、像ブレを補正するブレ補正部と、

前記撮像装置の姿勢変化量を、所定の検出時間周期毎に検出するブレ検出部と、

前記ブレ検出部により、現時点である第 1 の時間に検出された第 1 の姿勢変化量、および前記第 1 の時間とは異なる時刻となる第 2 の時間、および第 3 の時間に検出された第 2 の姿勢変化量、および第 3 の姿勢変化量を保持する保持部と、

前記保持部に保持された前記第 1 の姿勢変化量と、前記第 2 の姿勢変化量と、前記第 3 の姿勢変化量に基づき、前記姿勢変化量の時間変化に基づく予め設定された定数である複数の係数値を有する近似関数に基づいて、前記第 1 の時間から所定時間後となる第 4 の時間での姿勢変化量の予測値である第 4 の姿勢変化量を算出する予測部と、

前記予測部により算出された第 4 の姿勢変化量に基づいて、前記被写体像の移動量である像ブレ量を算出するブレ量算出部と、

前記ブレ量算出部により算出された像ブレ量に基づいて、前記ブレ補正部による前記レンズ又は前記撮像素子の移動量を算出する駆動制御部と、

を備えており、前記複数の係数値は、前記第 1 の時間と、前記第 2 の時間との間の時間間隔、および前記第 1 の時間と、前記第 3 の時間との間の時間間隔によってそれぞれ決まる値であることを特徴とする像ブレ補正装置。

【請求項 2】（補正後） 撮像装置の姿勢変化に基づく像ブレを補正する像ブレ補正装置であって、

被写体像を結像する光学系と、

前記光学系によって結像された被写体像を撮像する撮像素子と、

前記光学系に含まれるレンズを光軸に対して垂直方向に移動すること、又は、前記撮像素子を結像面上に移動することによって、像ブレを補正するブレ補正部と、

前記撮像装置の姿勢変化量を、所定の検出時間周期毎に検出するブレ検出部と、

前記ブレ検出部によって検出された前記姿勢変化量に基づく前記被写体像の移動量であ

補正された用紙（条約第19条）

る像面移動量を検出する像面移動量検出部と、

前記像面移動量検出部により、現時点である第 1 の時間に検出された第 1 の像面移動量、および前記第 1 の時間とは異なる時刻となる第 2 の時間、および第 3 の時間に検出された第 2 の像面移動量、および第 3 の像面移動量を保持する保持部と、

前記保持部に保持された第 1 の像面移動量と、第 2 の像面移動量と、第 3 の像面移動量に基づき、前記像面移動量の時間変化に基づく予め設定された定数である複数の係数値を有する近似関数に基づいて、前記第 1 の時間から所定時間後となる第 4 の時間での像面移動量の予測値である第 4 の像面移動量を算出する予測部と、

前記予測部により算出された前記第 4 の像面移動量に基づいて、前記ブレ補正部による前記レンズ又は前記撮像素子の移動量を算出する駆動制御部と、

を備えており、前記複数の係数値は、前記第 1 の時間と、前記第 2 の時間との間の時間間隔、および前記第 1 の時間と、前記第 3 の時間との間の時間間隔によってそれぞれ決まる値であることを特徴とする像ブレ補正装置。

【請求項 3】（削除）

【請求項 4】（補正後） 請求項 1 又は 2 記載の像ブレ補正装置であって、

前記予測部により算出される前記第 4 の時間での予測値は、前記ブレ検出部又は前記像面移動量検出部による検出が行われた時刻である前記第 1 の時間から前記ブレ補正部による補正が行われるまでの処理時間に相当する時間後の値であることを特徴とする像ブレ補正装置。

【請求項 5】（削除）

【請求項 6】（補正後） 請求項 1 又は 2 記載の像ブレ補正装置であって、

前記予測部が前記近似関数の算出の際に用いる 3 つの姿勢変化量又は像面移動量が前記ブレ検出部又は前記像面移動量検出部により検出された時刻である前記第 1 の時間と前記第 2 の時間の時間間隔および前記第 1 の時間と前記第 3 の時間の時間間隔は、所定の検出時間周期毎に対して 2 の累乗倍の時間であることを特徴とする像ブレ補正装置。

【請求項 7】（補正後） 請求項 1 記載の像ブレ補正装置であって、

前記ブレ検出部は、

前記光学系の光軸方向に対して垂直となる方向を回転軸としたピッチ方向、または同一方向の回転方向となる前記撮像装置の回転姿勢変化に伴う角速度を、前記所定の検出時間周期毎に検出する角速度センサと、

補正された用紙（条約第19条）

前記光学系の光軸方向に対して垂直方向、または水平方向となる前記撮像装置の平行移動姿勢変化に伴う加速度を、所定の検出時間周期毎に検出する加速度センサと、

前記加速度センサが検出した加速度を積分演算して、前記撮像装置の平行移動姿勢変化に伴う移動速度を、所定の検出時間周期毎に算出する積分部と、

を有しており、

前記姿勢変化量は、前記角速度と前記移動速度からなる状態量であり、

前記保持部は、前記角速度センサにより、現時点である第 1 の時間に検出された第 1 の角速度と、前記第 1 の角速度とは異なる時刻となる第 2 の時間、および第 3 の時間に検出されたそれぞれの角速度である第 2 の角速度、および第 3 の角速度とを保持すると共に、前記第 1 の時間に前記積分部が算出した第 1 の移動速度と、前記第 2 の時間に算出された第 2 の移動速度と、および前記第 3 の時間に算出された第 3 の移動速度とを保持し、

前記予測部は、

前記保持部に保持された前記第 1 の角速度と、前記第 2 の角速度と、前記第 3 の角速度に基づき、前記角速度姿勢変化量の時間変化に基づく予め設定された係数値を有する近似関数に基づいて、前記第 1 の時間から所定時間後となる第 4 の時間での角速度姿勢変化量の予測値である第 4 の角速度を算出する角速度予測部と、

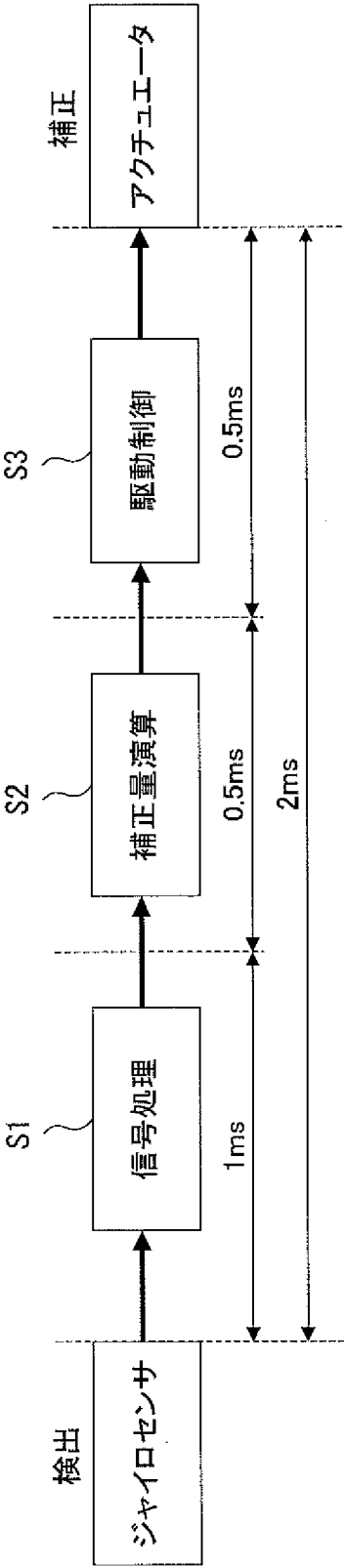
前記保持部に保持された前記第 1 の移動速度と、前記第 2 の移動速度と、前記第 3 の移動速度に基づき、前記移動速度の時間変化に基づく予め設定された係数値を有する近似関数に基づいて、前記第 1 の時間から所定時間後となる第 4 の時間での移動速度の予測値である第 4 の移動速度とを算出する速度予測部と、

を有し、

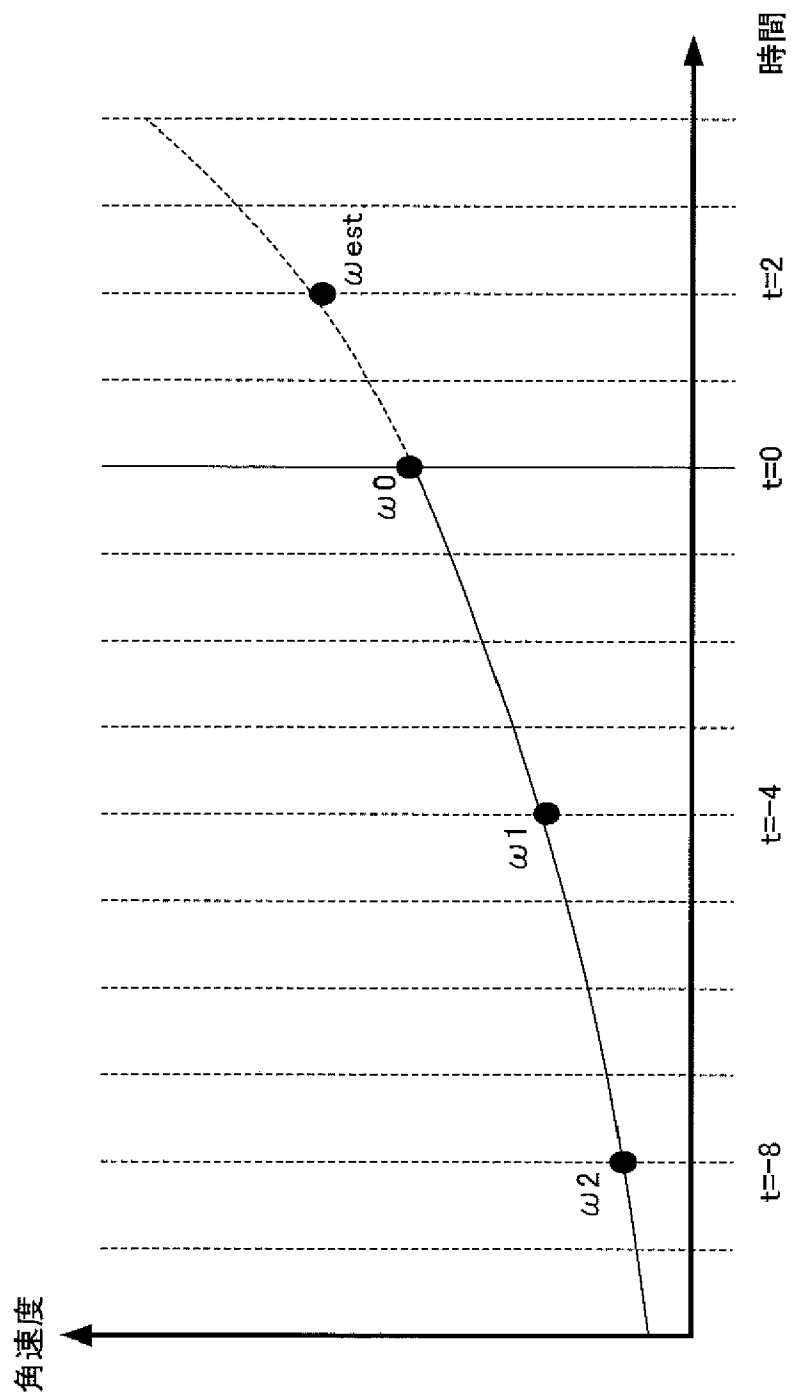
前記ブレ量算出部は、前記角速度予測部により算出された前記第 4 の角速度と、前記速度予測部によって算出された前記第 4 の移動速度からなる予測値に基づいて、像ブレ量を算出することを特徴とする像ブレ補正装置。

【請求項 8】（追加） 請求項 1、2、4、6、又は 7 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。

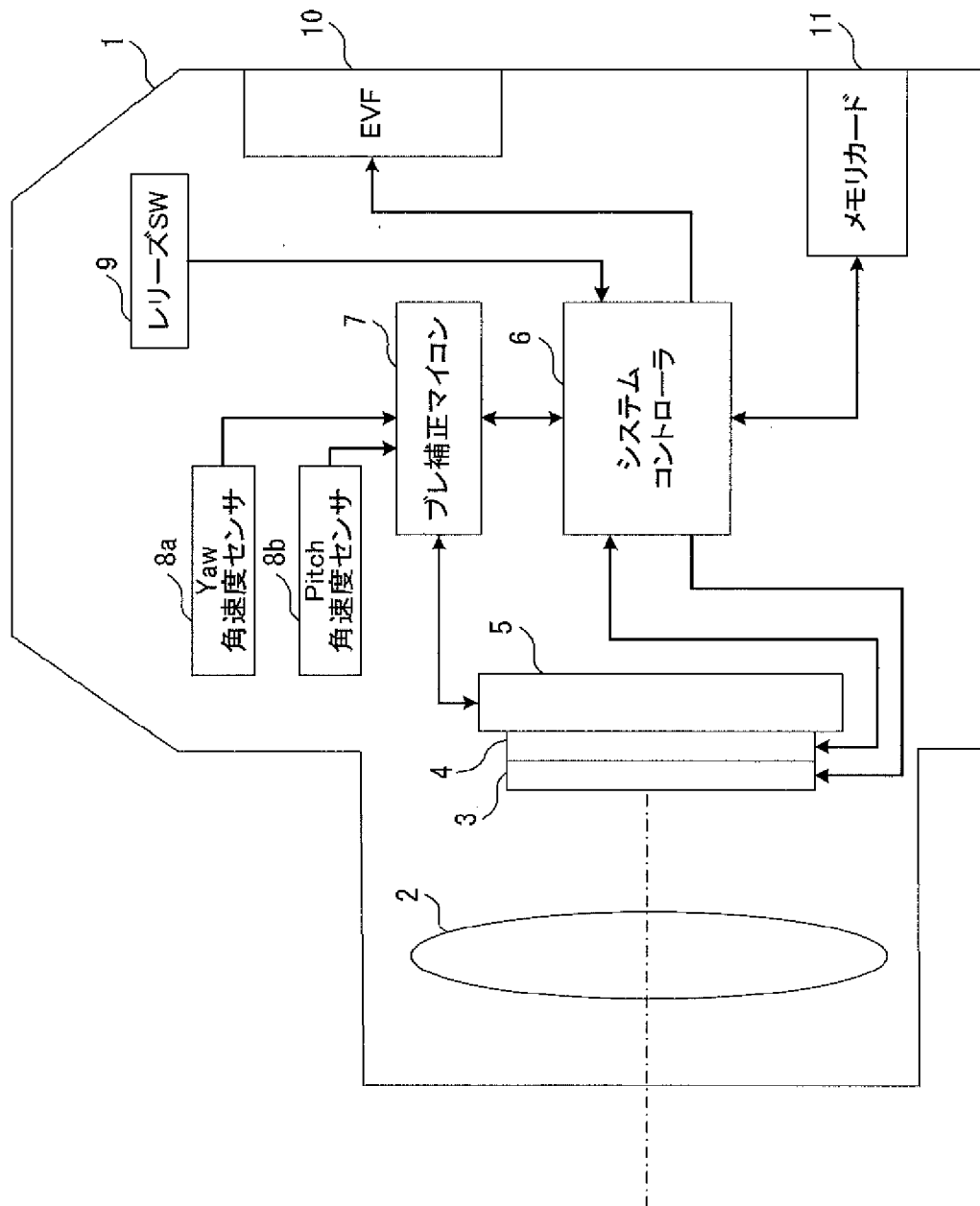
[図1]



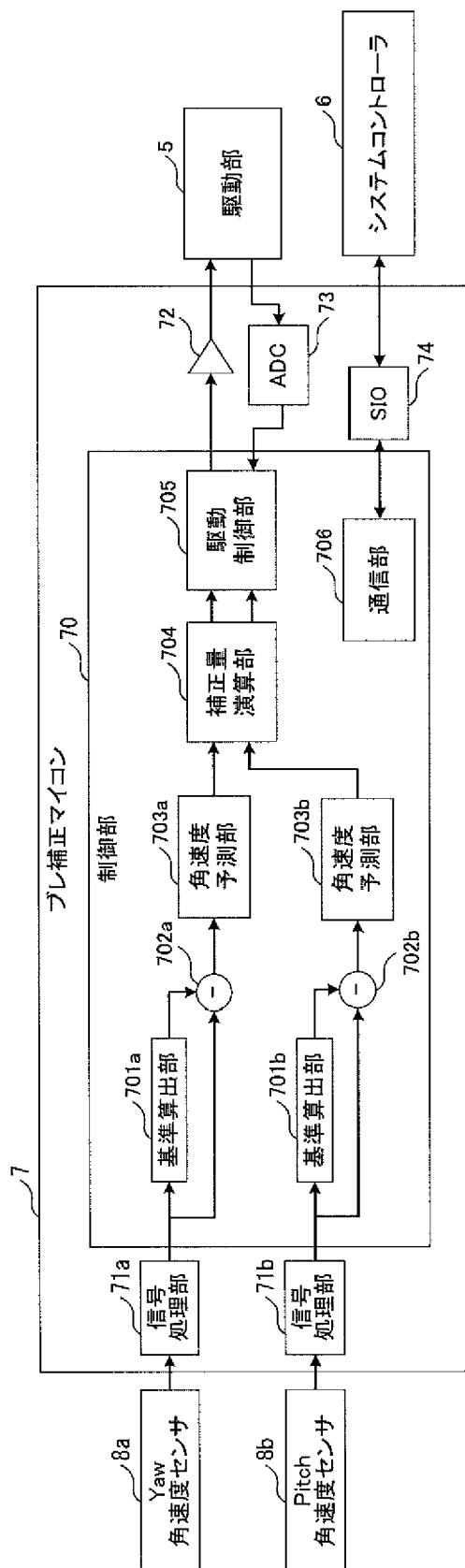
[図2]



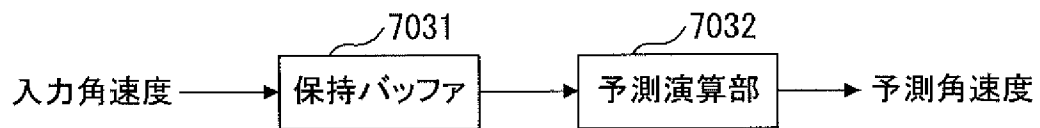
[図3]



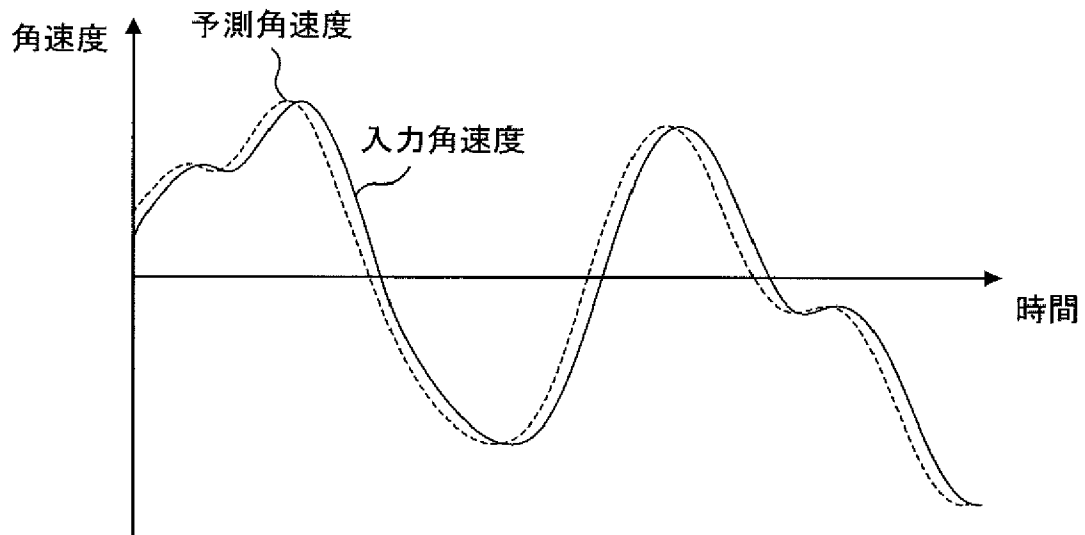
[図4]



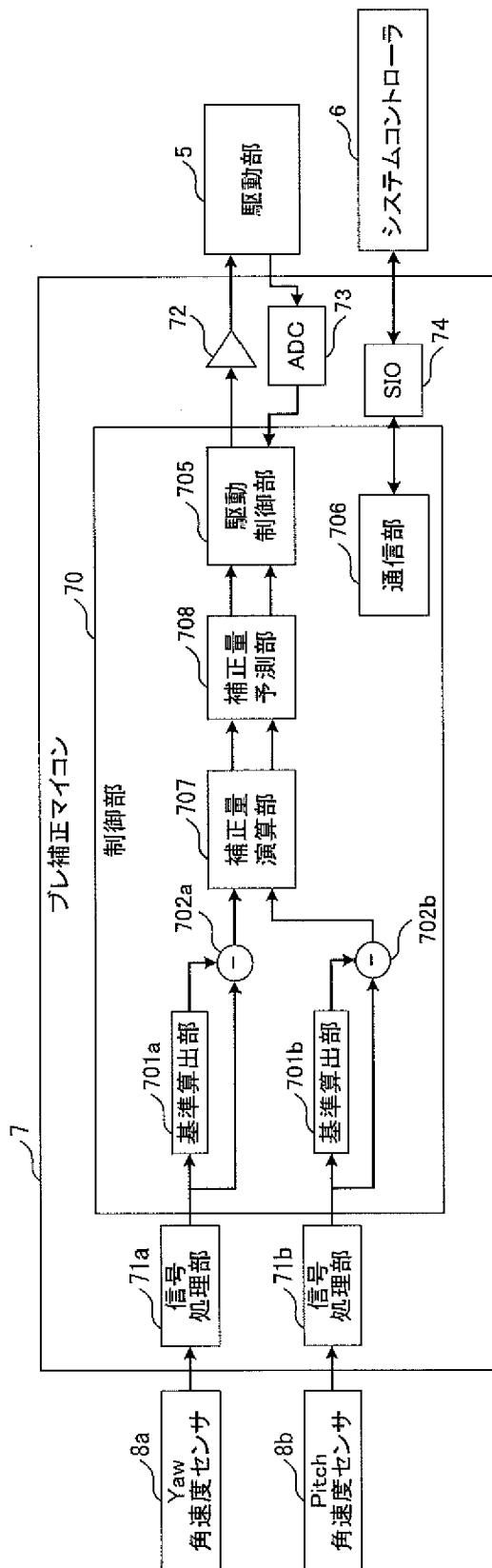
[図5]



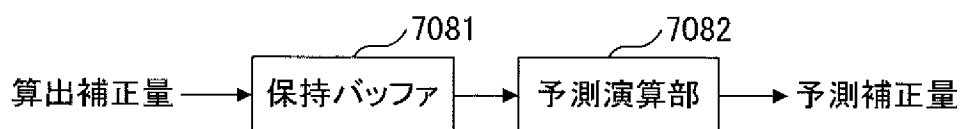
[図6]



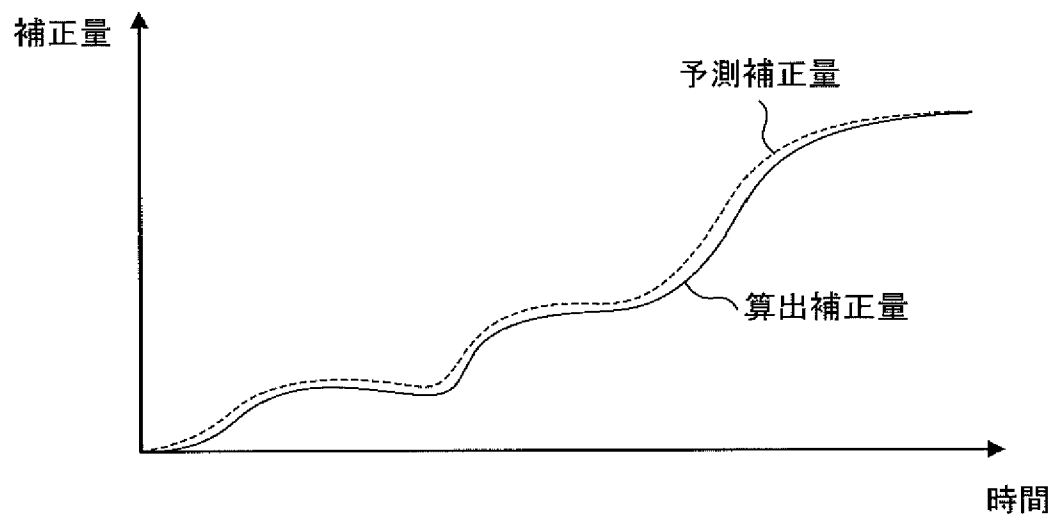
[図7]



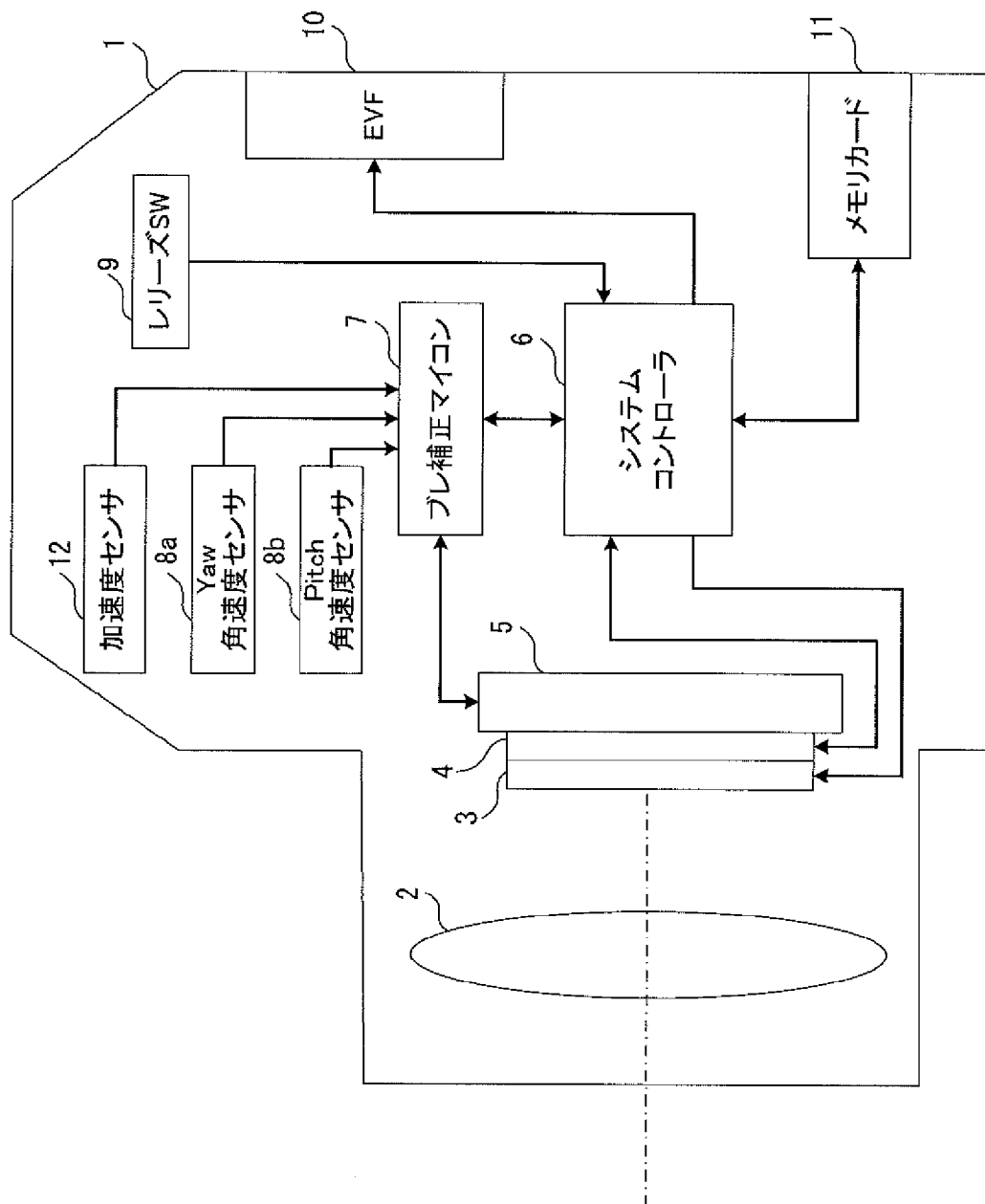
[図8]



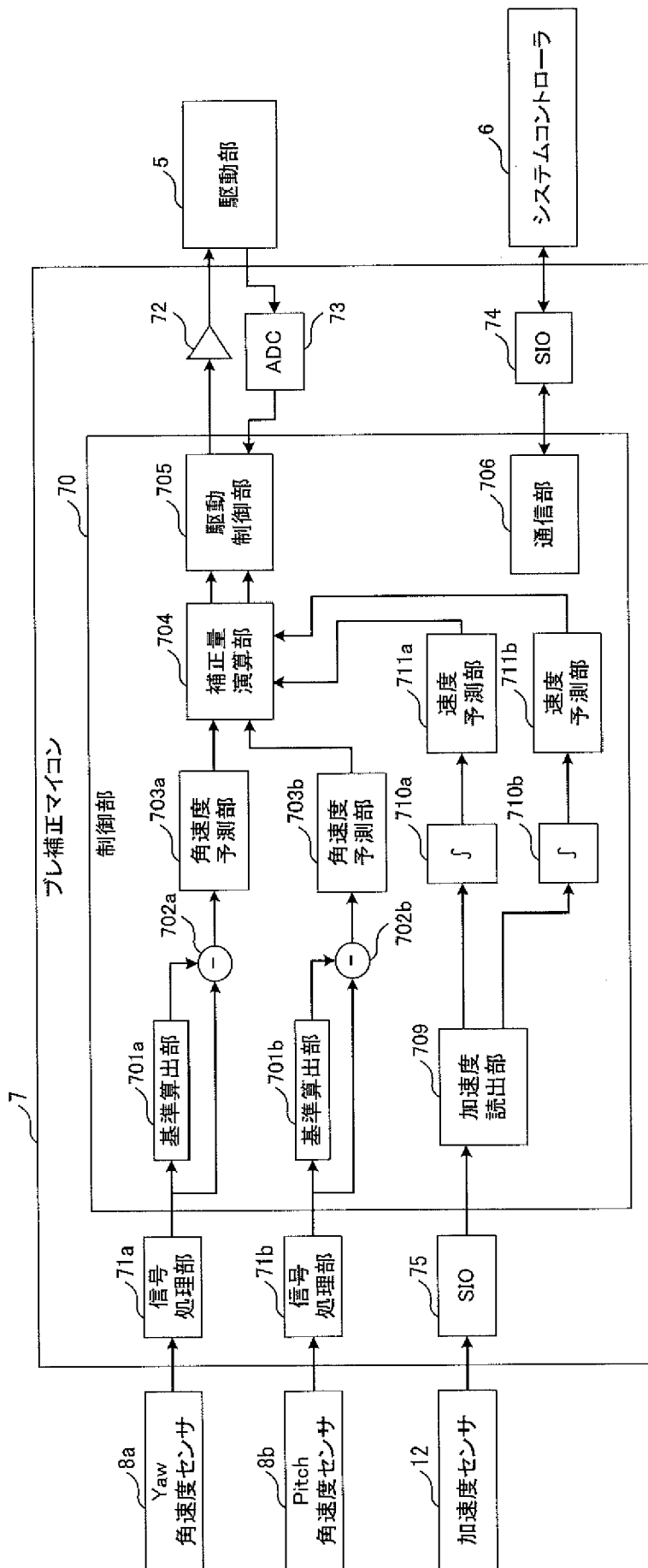
[図9]



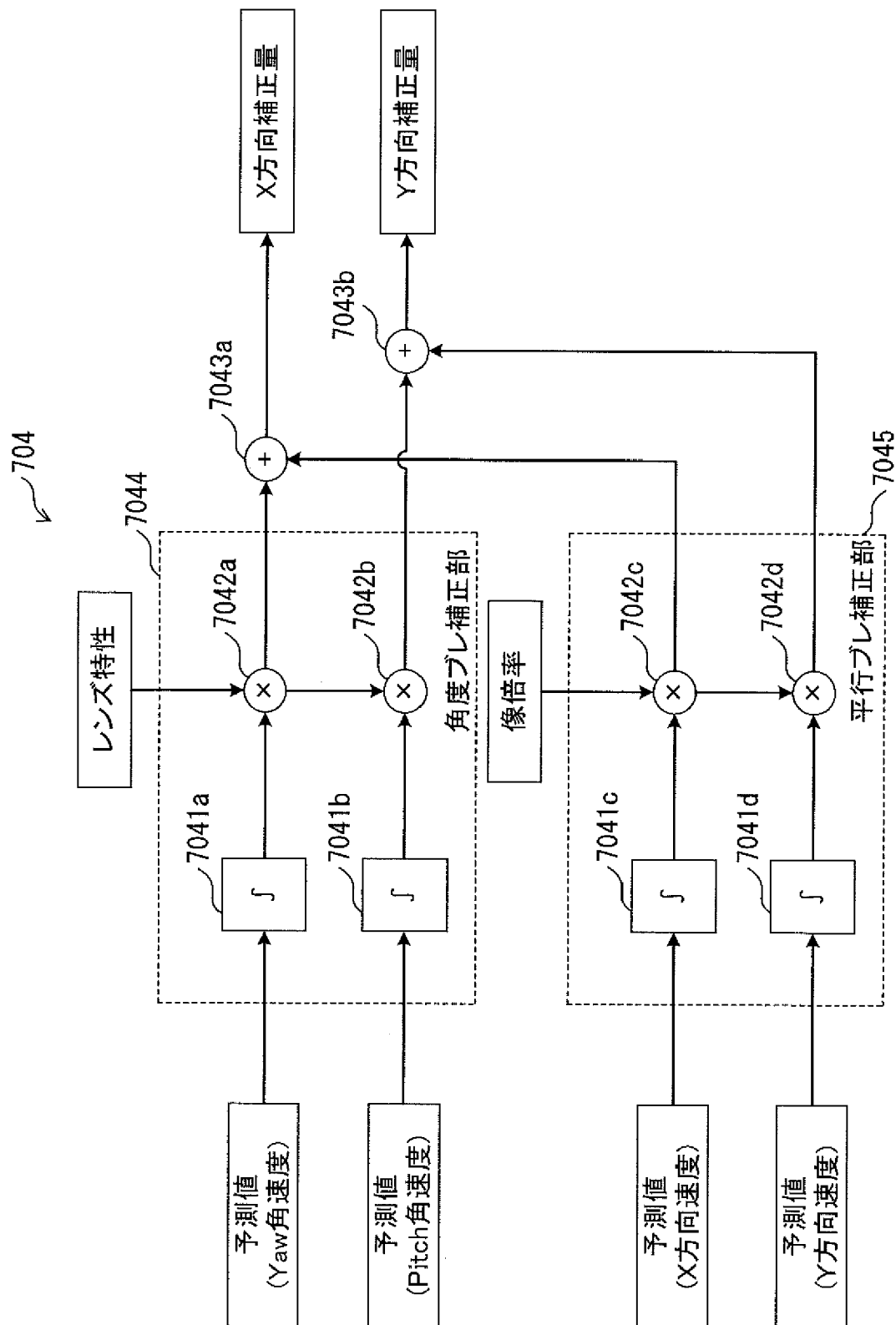
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/067614

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03B5/00(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i, H04N5/232(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G03B5/00, H04N5/225, H04N5/232

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2002-99014 A (Nikon Corp.), 05 April 2002 (05.04.2002), entire text; all drawings (particularly, paragraphs [0014] to [0033], [0041] to [0044], [0051]) & US 2002/0054214 A1	1, 3-5, 7 6
X Y	JP 5-204014 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 13 August 1993 (13.08.1993), entire text; all drawings (particularly, paragraphs [0002], [0021], [0068] to [0075]) (Family: none)	1, 3-5, 7 6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 September, 2014 (22.09.14)

Date of mailing of the international search report
30 September, 2014 (30.09.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/067614

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2002-165127 A (Ricoh Co., Ltd.), 07 June 2002 (07.06.2002), entire text; all drawings (particularly, paragraphs [0118] to [0122], [0131]; carrying- out modes 1 to 3, 7 to 8, 23) & US 2002/0163581 A1	1, 3, 5, 7 4, 6
X Y	JP 9-46574 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 14 February 1997 (14.02.1997), entire text; all drawings (particularly, paragraphs [0024], [0029], [0037], [0042]) (Family: none)	2-3, 5, 7 4, 6
Y	JP 2010-41245 A (Canon Inc.), 18 February 2010 (18.02.2010), entire text; all drawings & US 2010/0026821 A1 & US 2012/0293675 A1	4
Y	JP 2006-509463 A (Apple Computer, Inc.), 16 March 2006 (16.03.2006), paragraph [0023]; fig. 4 & JP 2010-154568 A & JP 2011-155678 A & US 2004/0017851 A1 & US 2004/0184543 A1 & US 2007/0183501 A1 & US 2007/0183502 A1 & US 2007/0183503 A1 & US 2007/0286282 A1 & US 2009/0022224 A1 & US 2009/0022225 A1 & US 2011/0243235 A1 & US 2011/0243236 A1 & US 2011/0243237 A1 & US 2011/0243238 A1 & US 2011/0243239 A1 & US 2011/0243240 A1 & US 2011/0243241 A1 & US 2011/0243242 A1 & US 2011/0243243 A1 & US 2011/0249752 A1 & US 2011/0249753 A1 & EP 1579689 A1 & WO 2004/054257 A1 & CA 2502004 A1 & BR 316175 A & NO 20052764 A & KR 10-2005-0085392 A & CN 1714572 A & CN 101242536 A & AU 2003258142 A1 & AU 2009202255 A1 & CA 2784948 A1 & AU 2011265362 A1	6
Y	JP 2004-241068 A (Sony Corp.), 26 August 2004 (26.08.2004), paragraph [0043] & US 2004/0158670 A1	6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/067614

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See "extra sheet".

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/067614

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Claim 1 and claim 2 have a common technical feature, i.e., "an image blurring correction device for correcting image blurring on the basis of a change in attitude of an image pick-up apparatus, the image blurring correction device ... including: an optical assembly for forming a subject image; an image-pickup device for capturing the subject image formed by the optical assembly; a blurring correction unit for correcting image blurring by displacing a lens included in the optical assembly in a direction perpendicular to the optical axis or by displacing the image-pickup device onto an image-forming plane; a blurring detection unit for detecting 'a certain' quantity of the image pick-up apparatus; a storage unit for storing three or more 'certain' quantities detected at different times by the blurring detection unit; a prediction unit for computing, on the basis of the three or more 'certain' quantities stored in the storage unit, a prediction value of the 'certain' quantities after a predetermined time according to an approximate function based on a change over time in the 'certain' quantities; and a drive control unit for computing, on the basis of 'a certain' entity, the amount of displacement of the lens or the image-pickup device provided by the blurring correction unit."

However, the above-said technical feature cannot be considered to be a special technical feature, since the technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in the document 1 (JP 2002-99014 A (Nikon Corp.), 05 April 2002 (05.04.2002), entire text; all drawings (particularly, paragraphs [0014] to [0033], [0041] to [0044], [0051])), the document 2 (JP 5-204014 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 13 August 1993 (13.08.1993), entire text; all drawings (particularly, paragraphs [0002], [0021], [0068] to [0075])), and the document 3 (JP 2002-165127 A (Ricoh Co., Ltd.), 07 June 2002 (07.06.2002), entire text; all drawings (particularly, paragraphs [0118] to [0122], [0131]; carrying-out modes 1 to 3, 7 to 8, 23 and so on)).

Further, there is no other same or corresponding special technical feature between these inventions.

Accordingly, claims are classified into two inventions each of which has a technical feature indicated below.

(Invention 1) claim 1 (and claims 3-7 referring to claim 1)

(Continued to next extra sheet)

An image blurring correction device for correcting image blurring on the basis of a change in attitude of an image pick-up apparatus, the image blurring correction device including: an optical assembly for forming a subject image; an image-pickup device for capturing the subject image formed by the optical assembly; a blurring correction unit for correcting image blurring by displacing a lens included in the optical assembly in a direction perpendicular to the optical axis or by displacing the image-pickup device onto an image-forming plane; a blurring detection unit for detecting the amount of a change in attitude of the image pick-up apparatus; a storage unit for storing three or more amounts of change in attitude detected at different times by the blurring detection unit; a prediction unit for computing, on the basis of the three or more amounts of change in attitude stored in the storage unit, a prediction value of the amounts of change in attitude after a predetermined time according to an approximate function based on a change over time in the amounts of change in attitude; a blurring computation unit for computing the amount of image blurring on the basis of the prediction value computed by the prediction unit; and a drive control unit for computing, on the basis of the amount of image blurring computed by the blurring computation unit, the amount of displacement of the lens or the image-pickup device provided by the blurring correction unit.

(Invention 2) claim 2 (and claims 3-7 referring to claim 2)

An image blurring correction device for correcting image blurring on the basis of a change in attitude of an image pick-up apparatus, the image blurring correction device including: an optical assembly for forming a subject image; an image-pickup device for capturing the subject image formed by the optical assembly; a blurring correction unit for correcting image blurring by displacing a lens included in the optical assembly in a direction perpendicular to the optical axis or by displacing the image-pickup device onto an image-forming plane; a blurring detection unit for detecting the amount of displacement of an image plane on the basis of the change in attitude of the image pick-up apparatus; a storage unit for storing three or more amounts of displacement of the image plane detected at different times by the blurring detection unit; a prediction unit for computing, on the basis of the three or more amounts of displacement of the image plane stored in the storage unit, a prediction value of the amount of displacement of an image plane after a predetermined time according to an approximate function based on a change over time in the amounts of displacement of the image plane; and a drive control unit for computing, on the basis of the prediction value computed by the prediction unit, the amount of displacement of the lens or the image-pickup device provided by the blurring correction unit.

Claim 2 is not relevant to an invention which involves all of the matters to define the invention in claim 1 and which has a same category.

Further, as a result of the search which has been carried out with respect to claims classified into Invention 1, claim 2 is not relevant to an invention on which it is substantially possible to carry out a search without an additional prior-art search and judgment, and there is no other reason for that it can be considered that it is efficient to carry out a search on claim 2 together with claim 1, and consequently, it is impossible to classify claim 2 into Invention 1.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G03B5/00(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i, H04N5/232(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G03B5/00, H04N5/225, H04N5/232

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2002-99014 A（株式会社ニコン） 2002.04.05, 全文、全図（特に、段落【0014】－【0033】、【0041】－【0044】、【0051】等） & US 2002/0054214 A1	1, 3-5, 7 6
X Y	JP 5-204014 A（オリンパス光学工業株式会社） 1993.08.13, 全文、全図（特に、段落【0002】、【0021】、【0068】－【0075】等） （ファミリーなし）	1, 3-5, 7 6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 2 . 0 9 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

3 0 . 0 9 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

小倉 宏之

2 V

4 4 6 4

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2002-165127 A (株式会社リコー) 2002.06.07, 全文、全図 (特に、段落【0118】－【0122】、【0131】、「実施 の形態1」－「実施の形態3」,「実施の形態7」－「実施の形態8」,「実 施の形態23」の欄等) & US 2002/0163581 A1	1, 3, 5, 7 4, 6
X Y	JP 9-46574 A (松下電器産業株式会社) 1997.02.14, 全文、全図 (特に、段落【0024】、【0029】、【0037】、【004 2】等) (ファミリーなし)	2-3, 5, 7 4, 6
Y	JP 2010-41245 A (キヤノン株式会社) 2010.02.18, 全文、全図 & US 2010/0026821 A1 & US 2012/0293675 A1	4
Y	JP 2006-509463 A (アップル コンピュータ、インコーポレイテッド) 2006.03.16, 段落【0023】、図4等 & JP 2010-154568 A & JP 2011-155678 A & US 2004/0017851 A1 & US 2004/0184543 A1 & US 2007/0183501 A1 & US 2007/0183502 A1 & US 2007/0183503 A1 & US 2007/0286282 A1 & US 2009/0022224 A1 & US 2009/0022225 A1 & US 2011/0243235 A1 & US 2011/0243236 A1 & US 2011/0243237 A1 & US 2011/0243238 A1 & US 2011/0243239 A1 & US 2011/0243240 A1 & US 2011/0243241 A1 & US 2011/0243242 A1 & US 2011/0243243 A1 & US 2011/0249752 A1 & US 2011/0249753 A1 & EP 1579689 A1 & WO 2004/054257 A1 & CA 2502004 A1 & BR 316175 A & NO 20052764 A & KR 10-2005-0085392 A & CN 1714572 A & CN 101242536 A & AU 2003258142 A1 & AU 2009202255 A1 & CA 2784948 A1 & AU 2011265362 A1	6
Y	JP 2004-241068 A (ソニー株式会社) 2004.08.26, 段落【0043】等 & US 2004/0158670 A1	6

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

「特別ページ」参照。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

第III欄の続き

請求項1、請求項2は、「撮像装置の姿勢変化に基づく像ブレを補正する像ブレ補正装置であって、被写体像を結像する光学系と、前記光学系によって結像された被写体像を撮像する撮像素子と、前記光学系に含まれるレンズを光軸に対して垂直方向に移動すること、又は、前記撮像素子を結像面上に移動することによって、像ブレを補正するブレ補正部と、前記撮像装置の」何らかの「量を検出するブレ検出部と、前記ブレ検出部により異なる時刻に検出された3つ以上の」何らかの「量を保持する保持部と、前記保持部に保持された3つ以上の」何らかの「量に基づき、」何らかの「量の時間変化に基づく近似関数に基づいて、所定時間後の」何らかの「量の予測値を算出する予測部と、」なにがしか「に基づいて、前記ブレ補正部による前記レンズ又は前記撮像素子の移動量を算出する駆動制御部と、を備える…像ブレ補正装置」という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1（JP 2002-99014 A（株式会社ニコン）2002.04.05、全文、全図（特に、段落【0014】－【0033】、【0041】－【0044】、【0051】等）、文献2（JP 5-204014 A（オリンパス株式会社）1993.08.13、全文、全図（特に、段落【0002】、【0021】、【0068】－【0075】等）、文献3（JP 2002-165127 A（株式会社リコー）2002.06.07、全文、全図（特に、段落【0118】－【0122】、【0131】、「実施の形態1」－「実施の形態3」、「実施の形態7」－「実施の形態8」、「実施の形態23」の欄等）の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。そして、請求の範囲は、各々下記の技術的特徴を有する2の発明に区分される。

（発明1）請求項1（及びこれを引用する請求項3－7）

撮像装置の姿勢変化に基づく像ブレを補正する像ブレ補正装置であって、被写体像を結像する光学系と、前記光学系によって結像された被写体像を撮像する撮像素子と、前記光学系に含まれるレンズを光軸に対して垂直方向に移動すること、又は、前記撮像素子を結像面上に移動することによって、像ブレを補正するブレ補正部と、前記撮像装置の姿勢変化量を検出するブレ検出部と、前記ブレ検出部により異なる時刻に検出された3つ以上の姿勢変化量を保持する保持部と、前記保持部に保持された3つ以上の姿勢変化量に基づき、前記姿勢変化量の時間変化に基づく近似関数に基づいて、所定時間後の姿勢変化量の予測値を算出する予測部と、前記予測部により算出された予測値に基づいて、像ブレ量を算出するブレ量算出部と、前記ブレ量算出部により算出された像ブレ量に基づいて、前記ブレ補正部による前記レンズ又は前記撮像素子の移動量を算出する駆動制御部と、を備える像ブレ補正装置。

（発明2）請求項2（及びこれを引用する請求項3－7）

撮像装置の姿勢変化に基づく像ブレを補正する像ブレ補正装置であって、被写体像を結像する光学系と、前記光学系によって結像された被写体像を撮像する撮像素子と、前記光学系に含まれるレンズを光軸に対して垂直方向に移動すること、又は、前記撮像素子を結像面上に移動することによって、像ブレを補正するブレ補正部と、前記撮像装置の前記姿勢変化に基づく像面移動量を検出するブレ検出部と、前記ブレ検出部により異なる時刻に検出された3つ以上の像面移動量を保持する保持部と、前記保持部に保持された3つ以上の像面移動量に基づき、前記像面移動量の時間変化に基づく近似関数に基づいて、所定時間後の像面移動量の予測値を算出する予測部と、前記予測部により算出された予測値に基づいて、前記ブレ補正部による前記レンズ又は前記撮像素子の移動量を算出する駆動制御部と、を備える像ブレ補正装置。

請求項2は、請求項1の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。そして、請求項2は、発明1に区分された請求項について調査した結果、実質的に追加的な先行技術調査や判断を必要とすることなく調査を行うことが可能である発明ではなく、請求項1とまとめて調査を行うことが効率的であるといえる他の事情もないから、請求項2を発明1に区分することはできない。