(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
2018年10月4日(04.10.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/180908 A1

(51) 国際特許分類:
G03B 5/00 (2006.01) *H04N 5/232* (2006.01)
G03B 15/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/011474

(22) 国際出願日： 2018年3月22日(22.03.2018)

(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 2017-072589 2017年3月31日(31.03.2017) JP

(72) 発明者；および
(71) 出願人: 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 中島 大樹 (NAKAJIMA, Daiju); 〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 松本 豪 (MATSUMOTO, Tsuyoshi); 〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 三家本 英志 (MIKAMOTO, Eiji); 〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

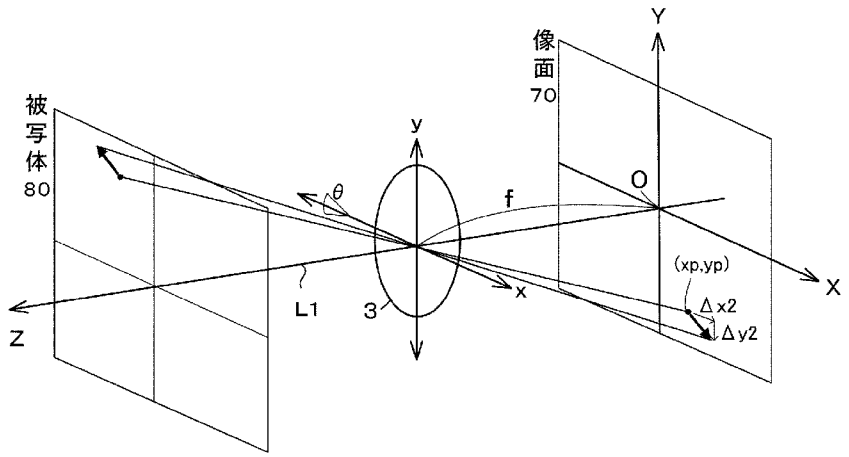
(74) 代理人: 永井 冬紀, 外 (NAGAI, Fuyuki et al.); 〒1080075 東京都港区港南一丁目６番４１号 品川クリスタルスクエア ９０１ 永井特許事務所 Tokyo (JP).

(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,

(54) **Title:** BLUR CORRECTION DEVICE, REPLACEMENT LENS, AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称： ブレ補正装置、交換レンズおよび撮像装置

【図8】



70 Image surface
80 Subject

(57) **Abstract:** A blur correction device comprises: an input unit into which is input the blur amount of an imaging optical system and/or an imaging element that images a subject image formed by the imaging optical system; and a calculation unit that calculates a correction amount for correcting the blur of the subject image on the basis of the blur amount, in a direction intersecting with the direction of the blur of the imaging optical system and/or the imaging element.

WO 2018/180908 A1

[続葉有]

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, 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:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約: ブレ補正装置は、撮像光学系または前記撮像光学系により結像される被写体像を撮像する撮像素子の少なくとも一方のブレ量が入力される入力部と、前記撮像光学系または前記撮像素子の少なくとも一方のブレの方向と交差する方向における、前記被写体像のブレを補正するための補正量を前記ブレ量に基づいて算出する算出部と、を備える。

明　細　書

発明の名称 ： ブレ補正装置、交換レンズおよび撮像装置

技術分野

[0001]　本発明は、ブレ補正装置、交換レンズおよび撮像装置に関する。

背景技術

[0002]　カメラの振れによる像ブレを抑える技術が知られている（特許文献１参照）。しかしながら、画面の中央部における像ブレが補正されるものであった。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開２００７－２３５８０６号公報

発明の概要

[0004]　本発明の第１の態様によると、ブレ補正装置は、撮像光学系または前記撮像光学系により結像される被写体像を撮像する撮像素子の少なくとも一方のブレ量が入力される入力部と、前記撮像光学系または前記撮像素子の少なくとも一方のブレの方向と交差する方向における、前記被写体像のブレを補正するための補正量を前記ブレ量に基づいて算出する算出部と、を備える。

本発明の第２の態様によると、交換レンズは、第１の態様によるブレ補正装置を備える。

本発明の第３の態様によると、撮像装置は、第１の態様によるブレ補正装置を備える。

図面の簡単な説明

[0005] [図1]第１の実施の形態によるカメラの要部構成を示す図である。

[図2]ブレ補正部を説明する図である。

[図3]角速度の検出方向と像面における像ブレを説明する模式図である。

[図4]図３の像ブレを説明する図である。

[図5]撮像画面に形成されたフォーカスエリアを例示する図である。

[図6]複数の候補から１つの代表位置を定める例を説明する図である。

[図7]第１の実施の形態の変形例２を説明する図である。

[図8]角速度の検出方向と像面における像ブレを説明する模式図である。

[図9]歪曲収差が生じている例を説明する図である。

[図10]第３の実施の形態によるカメラの要部構成を示す図である。

[図11]交換レンズのブレ補正部を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0006] （第１の実施の形態）

第１の実施の形態による像ブレ補正装置を搭載する撮像装置について、図面を参照して説明する。撮像装置の一例として、レンズ交換式のデジタルカメラ（以下、カメラ１と称する）を例示するが、カメラ１は、カメラボディ２にミラー２４を備えた一眼レフタイプでも、ミラー２４を備えないミラーレスタイプでもよい。

また、カメラ１を、交換レンズ３とカメラボディ２とを一体にしたレンズ一体型として構成してもよい。

さらにまた、撮像装置はカメラ１に限らず、撮像センサを備えたレンズ鏡筒や、撮像機能を備えたスマートフォン等であってもよい。

[0007] ＜カメラの要部構成＞

図１は、カメラ１の要部構成を示す図である。カメラ１は、カメラボディ２と交換レンズ３とで構成される。交換レンズ３は、不図示のマウント部を介してカメラボディ２に装着される。交換レンズ３がカメラボディ２に装着されると、カメラボディ２と交換レンズ３とが電気的に接続され、カメラボディ２と交換レンズ３との間で通信が可能になる。

なお、カメラボディ２と交換レンズ３との通信を、無線通信によって行ってもよい。

[0008] 図１において、被写体からの光は、Ｚ軸マイナス方向に向かって入射する。また、座標軸に示すように、Ｚ軸に直交する紙面手前方向をＸ軸プラス方向、Ｚ軸およびＸ軸に直交する上方向をＹ軸プラス方向とする。以降のいく

つかの図においては、図１の座標軸を基準として、それぞれの図の向きがわかるように座標軸を表示する。

[0009] ＜交換レンズ＞

交換レンズ３は、撮像光学系（結像光学系）を有し、カメラボディ２に設けられた撮像素子２２の撮像面上に被写体像を結像する。撮像光学系は、ズーム光学系３１と、フォーカス（焦点調節）光学系３２と、ブレ補正光学系３３と、絞り３４とを含む。交換レンズ３はさらに、ズーム駆動機構３５と、フォーカス駆動機構３６と、ブレ補正駆動機構３７と、絞り駆動機構３８と、振れセンサ（動き検出部、振れ検出部）３９とを有する。

[0010] ズーム駆動機構３５は、カメラボディ２のＣＰＵ２１から出力される信号に基づき、ズーム光学系３１を光軸Ｌ１の方向に進退移動させて撮像光学系の倍率を調節する。ＣＰＵ２１から出力される信号には、ズーム光学系３１の移動方向や移動量、移動速度などを示す情報が含まれる。

[0011] フォーカス駆動機構３６は、カメラボディ２のＣＰＵ２１から出力される信号に基づき、フォーカス光学系３２を光軸Ｌ１の方向に進退移動させて撮像光学系の焦点調節を行う。焦点調節時にＣＰＵ２１から出力される信号には、フォーカス光学系３２の移動方向や移動量、移動速度などを示す情報が含まれる。

また、絞り駆動機構３８は、カメラボディ２のＣＰＵ２１から出力される信号に基づき、絞り３４の開口径を制御する。

[0012] ブレ補正駆動機構３７は、カメラボディ２のＣＰＵ２１から出力される信号に基づき、光軸Ｌ１と交差する平面内で、撮像素子２２の撮像面上の被写体像のブレ（像ブレと称する）を打ち消す向きにブレ補正光学系３３を進退移動させて像ブレを抑える。ＣＰＵ２１から出力される信号には、ブレ補正光学系３３の移動方向や移動量、移動速度などを示す情報が含まれる。

[0013] 振れセンサ３９は、手振れ等によってカメラ１が揺動する場合のカメラ１の振れを検出する。振れセンサ３９は、角速度センサ３９ａおよび加速度センサ３９ｂによって構成される。像ブレは、カメラ１の振れによって生じる

ものとする。

[0014] 角速度センサ３９ａは、カメラ１の回転運動によって発生する角速度を検出する。角速度センサ３９ａは、例えばＸ軸と平行な軸、Ｙ軸と平行な軸、Ｚ軸と平行な軸の各軸回りの回転をそれぞれ検出し、検出信号をカメラボディ２のＣＰＵ２１へ送出する。角速度センサ３９ａは、ジャイロセンサとも称される。

[0015] また、加速度センサ３９ｂは、カメラ１の並進運動で発生する加速度を検出する。加速度センサ３９ｂは、例えばＸ軸と平行な軸、Ｙ軸と平行な軸、およびＺ軸と平行な軸方向の加速度をそれぞれ検出し、検出信号をカメラボディ２のＣＰＵ２１へ送出する。加速度センサ３９ｂは、Ｇセンサとも称される。

本例では、振れセンサ３９を交換レンズ３に設ける場合を例示するが、振れセンサ３９をカメラボディ２に設けてもよい。また、振れセンサ３９をカメラボディ２と交換レンズ３の双方に設けてもよい。

[0016] ＜カメラボディ＞

カメラボディ２は、ＣＰＵ２１と、撮像素子２２と、シャッター２３と、ミラー２４と、ＡＦセンサ２５と、ブレ補正駆動機構２６と、信号処理回路２７と、メモリ２８と、操作部材２９と、液晶表示部３０とを備える。

[0017] ＣＰＵ２１は、ＣＰＵ、ＲＡＭ(Random Access Memory)、ＲＯＭ(Read Only Memory)等により構成され、制御プログラムに基づいてカメラ１の各部を制御する。ＣＰＵ２１は、ブレ補正部（補正量算出部）２１ａを含む。

[0018] ブレ補正部２１ａは、カメラ１の回転運動や、カメラ１の並進移動に伴う像ブレを算出する。ＣＰＵ２１は、ブレ補正部２１ａによる演算結果に基づいて、ブレ補正駆動機構（ブレ補正駆動部）３７によってブレ補正光学系３３を移動させたり、ブレ補正駆動機構（ブレ補正駆動部）２６によって撮像素子２２を移動させたりする。

[0019] 第１の実施の形態では、撮像光学系を構成する交換レンズ３のブレ補正光学系３３、または、撮像素子２２を移動させることによって像ブレを抑える

。このような像ブレの抑制は、像ブレ補正とも称される。像ブレ補正の詳細については後述する。

[0020] 図１の撮像素子２２は、ＣＣＤイメージセンサやＣＭＯＳイメージセンサによって構成される。撮像素子２２は、撮像光学系を通過した光束を撮像面で受光し、被写体像を光電変換（撮像）する。光電変換により、撮像素子２２の撮像面に配置されている複数の画素のそれぞれで、受光量に応じて電荷が生成される。生成された電荷に基づく信号は、撮像素子２２から読み出されて信号処理回路２７へ送られる。

[0021] シャッター２３は、撮像素子２２の露光時間を制御する。なお、撮像素子２２の露光時間は、撮像素子２２における電荷蓄積時間を制御する方式（いわゆる電子シャッター制御）によっても制御可能に構成されている。シャッター２３は、不図示のシャッター駆動部によって開閉駆動される。

[0022] 半透過のクイックリターンミラー（以下ミラーと呼ぶ）２４は、不図示のミラー駆動部によって駆動されることにより、ミラー２４が光路上に移動したダウン位置（図１に例示）と、ミラー２４が光路外に退避するアップ位置との間を移動する。例えば、レリーズ前は、ダウン位置に移動したミラー２４によって被写体光が上方（Ｙ軸プラス方向）に設けられた不図示のファインダー部へと反射される。また、ミラー２４を透過した被写体光の一部は、サブミラー２４ａによって下方（Ｙ軸マイナス方向）へ折り曲げられ、ＡＦセンサ２５へ導かれる。

レリーズスイッチ押下直後は、ミラー２４がアップ位置へ回動される。これにより、被写体光がシャッター２３を介して撮像素子２２へ導かれる。

[0023] ＡＦセンサ２５は、交換レンズ３の撮像光学系による焦点調節状態を検出する。ＣＰＵ２１は、ＡＦセンサ２５による検出信号を用いて公知の位相差方式の焦点検出演算を行う。ＣＰＵ２１は、この演算によって撮像光学系によるデフォーカス量を求め、デフォーカス量に基づいてフォーカス光学系３２の移動量を算出する。ＣＰＵ２１は、算出したフォーカス光学系３２の移動量を、移動方向および移動速度とともにフォーカス駆動機構３６へ送信す

る。

[0024] ブレ補正駆動機構２６は、ＣＰＵ２１から出力される信号に基づいて、光軸Ｌ１と交差する平面内で像ブレを打ち消す向きに撮像素子２２を進退移動させて、撮像素子２２の撮像面上の像ブレを抑える。ＣＰＵ２１から出力される信号には、撮像素子２２の移動方向や移動量、移動速度などを示す情報が含まれる。

[0025] 信号処理回路２７は、撮像素子２２から読み出された画像の信号に基づき、被写体像に関する画像データを生成する。また、信号処理回路２７は、生成した画像データに対して所定の画像処理を行う。画像処理には、例えば、階調変換処理、色補間処理、輪郭強調処理、ホワイトバランス処理等の公知の画像処理が含まれる。

[0026] メモリ２８は、例えばEEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) や、フラッシュメモリ等によって構成される。メモリ２８には、例えば、振れセンサ３９に設定する検出ゲインなどの調整値情報を記録する。メモリ２８に対するデータの記録や、メモリ２８からのデータの読み出しは、ＣＰＵ２１によって行われる。

[0027] 操作部材２９は、レリーズボタン、録画ボタン、ライブビューボタン、各種設定スイッチ等を含み、それぞれの操作に応じた操作信号をＣＰＵ２１へ出力する。

液晶表示部３０は、ＣＰＵ２１からの指示により、画像データに基づく画像、シャッター速度、絞り値等の撮影に関する情報、およびメニュー操作画面等を表示する。

[0028] 記録媒体５０は、例えば、カメラボディ２に対して着脱可能なメモリカード等により構成される。記録媒体５０には、画像データや音声データ等が記録される。記録媒体５０に対するデータの記録や、記録媒体５０からのデータの読み出しは、ＣＰＵ２１によって行われる。

[0029] ＜像ブレ補正＞

第１の実施の形態によるカメラ１は、交換レンズ３のブレ補正駆動機構３

７を作動させて行う像ブレ補正と、カメラボディ２のブレ補正駆動機構２６を作動させて行う像ブレ補正とが可能に構成されている。第１の実施の形態では、ＣＰＵ２１が、いずれか一方のブレ補正駆動機構を作動させる。ＣＰＵ２１は、例えば、ブレ補正駆動機構３７を備えた交換レンズ３がカメラボディ２に装着された場合は、交換レンズ３のブレ補正駆動機構３７を作動させて像ブレ補正を行い、ブレ補正駆動機構３７を備えていない交換レンズ３がカメラボディ２に装着された場合は、カメラボディ２のブレ補正駆動機構２６を作動させて像ブレ補正を行う。

なお、後述する第３の実施の形態のように、交換レンズ３とカメラボディ２のブレ補正駆動機構を同時に作動させても良い。

[0030] 一般に、カメラ１で発生する像ブレは、カメラ１の回転運動に伴う像ブレ（角度ブレとも称する）と、カメラ１の並進移動に伴う像ブレ（並進ブレとも称する）とに分けられる。ブレ補正部２１ａは、カメラ１の回転運動による像ブレと、カメラ１の並進移動による像ブレとをそれぞれ算出する。

[0031] 図２は、ブレ補正部２１ａを説明する図である。ブレ補正部２１ａは、角度ブレ演算部２０１と、並進ブレ演算部２０２と、ブレ補正光学系目標位置演算部（選択部）２０３とを有する。

角度ブレ演算部２０１は、角速度センサ３９ａによるＸ軸と平行な軸回り（Pitch方向）の検出信号を用いて、回転運動によるＹ軸方向の像ブレを算出する。また、角度ブレ演算部２０１は、角速度センサ３９ａによるＹ軸と平行な軸回り（Yaw方向）の検出信号を用いて、回転運動によるＸ軸方向の像ブレを算出する。

[0032] 並進ブレ演算部２０２は、加速度センサ３９ｂによるＸ軸方向の検出信号を用いて、並進運動によるＸ軸方向の像ブレを算出する。また、並進ブレ演算部２０２は、加速度センサ３９ｂによるＹ軸方向の検出信号を用いて、並進運動によるＹ軸方向の像ブレを算出する。

[0033] ブレ補正光学系目標位置演算部２０３は、角度ブレ演算部２０１によって算出されたＸ軸方向およびＹ軸方向の像ブレと、並進ブレ演算部２０２によ

って算出されたＸ軸方向およびＹ軸方向の像ブレとを軸ごとに足し合わせて、Ｘ軸方向およびＹ軸方向の像ブレを算出する。例えば、ある軸方向について角度ブレ演算部２０１によって算出された像ブレと並進ブレ演算部２０２によって算出された像ブレの向きが同じ場合は、足し合わせにより像ブレが大きくなるが、算出された２つの像ブレの向きが異なる場合は、足し合わせにより像ブレが小さくなる。このように、各軸の像ブレの向きにより正負の符号をつけて足し合わせ演算を行う。

[0034] 次に、ブレ補正光学系目標位置演算部２０３は、足し合わせ後のＸ軸方向およびＹ軸方向の像ブレと、撮影倍率（ズーム光学系３１の位置に基づいて算出する）と、カメラ１から被写体８０までの距離（フォーカス光学系３２の位置に基づいて算出する）とに基づいて、像面（撮像素子２２の撮像面）の予め定めた位置における像ブレ量を算出する。

[0035] ブレ補正光学系目標位置演算部２０３は、交換レンズ３のブレ補正駆動機構３７を作動させて像ブレ補正を行う場合、算出した像ブレ量を打ち消す向きにブレ補正光学系３３を移動させるためのブレ補正光学系３３の目標位置を演算する。

また、ブレ補正光学系目標位置演算部２０３は、カメラボディ２のブレ補正駆動機構２６を作動させて像ブレ補正を行う場合、算出した像ブレ量を打ち消す向き撮像素子２２を移動させるための撮像素子２２の目標位置を演算する。

[0036] そして、ブレ補正光学系目標位置演算部２０３は、交換レンズ３のブレ補正駆動機構３７、または、カメラボディ２のブレ補正駆動機構２６に対して目標位置を示す信号を送出する。

なお、ブレ補正光学系目標位置演算部２０３は、交換レンズ３とカメラボディ２のブレ補正駆動機構に対し、それぞれ目標位置を示す信号を送出することもできる。

また、交換レンズ３のブレ補正駆動機構３７は、カメラボディ２から送信された目標位置がブレ補正駆動機構３７の可動範囲を超えている場合には、

その旨をカメラボディ２のＣＰＵ２１へ知らせてもよい。これにより、ＣＰＵ２１は、例えば像ブレ補正の許容範囲を超えていることを知らせるアラームを発するなどの対処を行うことが可能になる。

[0037] ＜予め定めた位置における像ブレ＞

角度ブレ演算部２０１による像ブレの算出について、さらに詳細に説明する。第１の実施の形態では、角度ブレ演算部２０１が、カメラ１の回転運動によって起こる像ブレを算出する場合に、像面（撮像素子２２の撮像面）における位置を予め定めて、この位置についての像ブレを算出する。このようにする理由は、回転運動の回転角が同じでも、像面の位置によって像ブレが異なるからである。

[0038] 図３は、角速度センサ３９ａによる角速度の検出方向と、像面７０（撮像素子２２の撮像面）における像ブレを説明する模式図である。図３において、像面７０と交換レンズ３の光軸Ｌ１とが交差する点を座標の原点とし、交換レンズ３の光軸Ｌ１をＺ軸として、像面７０をＸＹ平面として表している。図３によれば、光軸Ｌ１が撮像面の中心と交差する。交換レンズ３および被写体８０は、像面７０に対してＺ軸プラス方向に位置する。角速度センサ３９ａは、例えば、Ｘ軸と平行な軸（small-ｘ軸）周り（Pitch方向）の回転角θを検出する。被写体８０が遠方にある場合には、図３、図４中の符号fは焦点距離を表す。

[0039] カメラ１が振れることにより、振れの前に像面７０における座標(0,yp)に位置した被写体８０の像は、振れの後にＹ軸マイナス方向に移動する。移動した被写体８０の像の位置は、座標(0,yp-Δy2)である。図４は、図３の像ブレΔｙ２を説明する図であり、図３におけるＹＺ平面を表している。

[0040] 像ブレΔｙ２を数式で表すと、次式（１）となる。

$$\Delta y2 = f \times \tan(\theta + \tan^{-1}(yp / f)) - yp \quad \cdots (1)$$

ただし、Pitch方向の回転角（手振れ角を表し、一般的には０．５度程度である）をθとする。被写体８０が遠方にある場合には、図３、図４中の符号fは交換レンズ３の焦点距離を表す。

[0041] 上式（１）と比較するため、カメラ１が振れる前に、像面７０の中心の座標(0,0)に位置した被写体８０の像の像ブレΔｙ１を説明する。交換レンズ３のPitch方向の回転角は、上記と同じθであるとする。カメラ１が振れることにより、振れの前に像面７０における座標(0,0)に位置した被写体８０の像は、振れの後にＹ軸マイナス方向に移動する。移動した被写体８０の像の位置は、座標(0,-Δy1)である。

[0042] 像ブレΔｙ１を数式で表すと、次式（２）となる。

$$\Delta y1 = f \times \tan\theta \quad \cdots (2)$$

上式（１）および（２）によれば、焦点距離ｆがｙｐに比べて十分に大きい場合は、回転角θ（手振れ角度）は一般的に０．５度程度なので、Δｙ１≒Δｙ２とみなすことができる。すなわち、像面７０における被写体８０の像の位置が像面７０の中心（本例では原点）にある場合も、中心から離れた位置にある場合も、換言すると、光軸Ｌ１からの距離が異なっていても、像ブレは略同じとみなせる。このことは、像面７０における位置をどこに定めて像ブレを算出してもよいことを意味する。このため、例えば、像面７０の中心において算出した像ブレに基づいて像ブレ補正を行うと、像面７０の中心に位置する被写体８０の像も、像面７０の中心から離れた位置の被写体８０の像も、いずれも像ブレを抑制することができる。

[0043] しかしながら、交換レンズ３が広角レンズである場合のように、焦点距離ｆがｙｐに比べて十分に大きいといえない場合は、Δｙ１＜Δｙ２となる。そのため、像面７０における位置をいずれかに定めて像ブレを算出することが必要となる。例えば、像面７０の中心において算出した像ブレに基づいて像ブレ補正を行うと、像面７０の中心に位置する被写体８０の像の像ブレを抑制できても、像面７０の中心から離れた位置の被写体８０の像については、Δｙ２とΔｙ１との差に相当する像ブレが抑制できずに残ってしまうからである。Δｙ２とΔｙ１との差は、像ブレを算出する位置が像面７０の周辺に向かうほど、すなわち、像高が高い位置になるほど大きくなる。

[0044] ＜像ブレを算出する位置＞

ユーザは、多くの場合において、撮像される被写体８０のうち主要被写体の像の像ブレを抑制することを望む。そこで、第１の実施の形態におけるＣＰＵ２１は、後述するように、像面７０において主要被写体の像が存在する可能性が高い位置を定める。そして、角度ブレ演算部２０１が、ＣＰＵ２１によって定められた位置の像ブレを算出し、この像ブレに基づく像ブレ補正を行う。

ＣＰＵ２１は、像ブレを算出する位置を定めるために、以下の（１）から（３）のいずれかの方法を選択する。ＣＰＵ２１は、像ブレを算出する位置を定めた後に、例えば、構図変更に伴うカメラ１の動き量を検出した場合には、像ブレを算出する位置を設定し直す（更新する）。振れセンサ３９は、動き量検出部としても機能する。

[0045] （１）フォーカスエリアの位置

一つ目は、フォーカスエリアの位置において像ブレを算出する方法である。図５は、撮像画面９０に形成されたフォーカスエリアを例示する図である。フォーカスエリアは、ＡＦセンサ２５が焦点調節状態を検出するエリアであり、焦点検出エリア、測距点、オートフォーカス（ＡＦ）ポイントとも称される。第１の実施の形態では、撮像画面９０の中に予め１１ヶ所のフォーカスエリア２５Ｐ－１～２５Ｐ－１１が設けられている。ＣＰＵ２１は、１１ヶ所のフォーカスエリアにおいてデフォーカス量を求めることができる。

なお、フォーカスエリア２５Ｐ－１～２５Ｐ－１１の数は一例であり、１１より多くても少なくても構わない。

[0046] ＣＰＵ２１は、像面７０において像ブレを算出する位置を、選択されたフォーカスエリアに対応する位置に定める。そして、角度ブレ演算部２０１が、ＣＰＵ２１により定められた位置の像ブレを算出し、この像ブレに基づく像ブレ補正を行う。像面７０において像ブレを算出する位置を、選択されたフォーカスエリアに対応する位置に定めるのは、焦点調節のためのデフォーカス量を求める位置に、主要被写体が存在する可能性が高いためである。

なお、フォーカスエリアの選択は、操作部材２９からの操作信号に基づく

フォーカスエリアをＣＰＵ２１が選んでもよいし、カメラ１に近い被写体８０に対応するフォーカスエリアをＣＰＵ２１が選んでもよい。ＣＰＵ２１は、例えばフォーカス光学系３２の位置に基づき、カメラ１に近い被写体８０に対応するフォーカスエリアを選ぶことができる。

また、ＣＰＵ２１は、被写体８０の像のうち、コントラストが高い被写体８０に対応するフォーカスエリアを選んでもよく、被写体８０の像のうち、輝度値が高い被写体８０に対応するフォーカスエリアを選んでもよい。

[0047] （２）被写体の位置

二つ目は、写り込む物体（被写体８０）の位置において像ブレを算出する方法である。ＣＰＵ２１は、例えば、ライブビュー画像に被写体８０として写っている物体を公知の物体認識処理によって認識し、ライブビュー画像における物体（被写体８０）の位置を主要被写体の位置とする。そして、像面７０において像ブレを算出する位置を、主要被写体に対応する位置に定める。角度ブレ演算部２０１は、ＣＰＵ２１により定められた位置の像ブレを算出し、この像ブレに基づく像ブレ補正を行う。

[0048] ライブビュー画像とは、本撮像が行われる前において撮像素子２２によって所定の間隔（例えば６０ｆｐｓ）で取得されるモニタ用画像である。ＣＰＵ２１は、例えば、操作部材２９を構成するライブビューボタンが操作された場合に、ミラー２４をアップ位置へ回動させた状態を保ち、撮像素子２２によってライブビュー画像の取得を開始させる。ＣＰＵ２１は、ライブビュー画像を液晶表示部３０に表示させることもできる。

[0049] ＣＰＵ２１は、例えば、ライブビュー画像の各フレームに基づいて、主要被写体の位置を逐次更新することで、移動する物体（被写体８０）を追尾することもできる。この場合には、角度ブレ演算部２０１が、ＣＰＵ２１により逐次更新された位置の像ブレを逐次算出することによって、ライブビュー画像を取得する際に、移動する物体（被写体８０）に対する像ブレ補正を行う。

また、ＣＰＵ２１は、カメラ１がパンニングされた場合においても、ライ

ブビュー画像の各フレーム内の主要被写体の位置を逐次更新することで、移動する物体（被写体８０）を追尾することもできる。

[0050] ＣＰＵ２１は、例えば、カメラ１が「風景」、「料理」、「花」、「動物」などの撮像シーンモードに設定された場合に二つ目の方法を選択するとともに、物体認識処理を開始するようにしてもよい。また、カメラ１に設定された「風景」、「料理」、「花」、「動物」などの撮像シーンモードによって、物体認識する対象を切り替えてもよい。

[0051] （３）顔の位置

三つ目は、写り込む顔（被写体８０）の位置において像ブレを算出する方法である。ＣＰＵ２１は、例えば、ライブビュー画像に被写体８０として写っている顔を公知の顔認識処理によって認識し、ライブビュー画像における顔の位置を主要被写体の位置とする。そして、像面７０において像ブレを算出する位置を、主要被写体に対応する位置に定める。角度ブレ演算部２０１は、ＣＰＵ２１により定められた位置の像ブレを算出し、この像ブレに基づく像ブレ補正を行う。

[0052] ＣＰＵ２１は、例えば、操作部材２９を構成するライブビューボタンが操作された場合に、ミラー２４をアップ位置へ回動させた状態を保ち、撮像素子２２によってライブビュー画像の取得を開始させる。

[0053] ＣＰＵ２１は、上記（２）と同様に、ライブビュー画像の各フレームに基づいて、主要被写体の位置を逐次更新することで、移動する顔（被写体８０）を追尾することもできる。角度ブレ演算部２０１は、ＣＰＵ２１により逐次更新された位置の像ブレを逐次算出することによって、ライブビュー画像を取得する際に、移動する顔（被写体８０）に対する像ブレ補正を行う。

[0054] ＣＰＵ２１は、例えば、カメラ１の撮像シーンモードが「ポートレート」に設定された場合に三つ目の方法を選択するとともに、顔認識処理を開始するようにしてもよい。

[0055] ＜像ブレを算出する位置が複数存在する場合＞

上記（１）から上記（３）の方法は、いずれも、像面７０において像ブレ

を算出する位置を１つだけ定める場合を例示した。しかしながら、以下のように、複数の位置が像ブレを算出する位置の候補になる場合がある。具体例を挙げると、上記（１）において複数のフォーカスエリアが選ばれた場合、または、上記（２）において複数の物体（被写体８０）が認識された場合、または、上記（３）において複数の顔が認識された場合である。このような場合において、ＣＰＵ２１は以下の（４）または（５）の方法を選択する。

[0056] （４）１つの代表位置を定める

四つ目は、１つの代表位置において像ブレを算出する方法である。図６は、複数の候補から１つの代表位置を定める例を説明する図である。例えば像面７０において、図５のフォーカスエリア２５Ｐ－１に対応する位置Ｐ－１と、フォーカスエリア２５Ｐ－２に対応する位置Ｐ－２と、フォーカスエリア２５Ｐ－４に対応する位置Ｐ－４との３点が候補になる場合、ＣＰＵ２１は、複数の候補の位置とＸ軸（図３）との距離の絶対値、および、複数の候補の位置とＹ軸（図３）との距離の絶対値とに基づいて平均となる位置Ｐを求め、位置Ｐを代表位置とする。そして、像面７０において像ブレを算出する位置を、代表位置Ｐに定める。このように、像面７０の軸（Ｘ軸、Ｙ軸）上の距離の絶対値の平均により、代表位置Ｐを求める。

[0057] 角度ブレ演算部２０１は、代表位置Ｐにおいて像ブレを算出し、この像ブレに基づく像ブレ補正を行う。

[0058] 上記（４）の説明では、複数のフォーカスエリアが選ばれた場合を例示したが、複数の物体（被写体８０）が認識された場合や、複数の顔が認識された場合も同様である。例えば、ＣＰＵ２１は、認識した複数の物体の位置や、認識した複数の顔の位置に基づいて、上述したように代表位置Ｐを定める。角度ブレ演算部２０１は、ＣＰＵ２１により定められた代表位置Ｐについて像ブレを算出し、この像ブレに基づく像ブレ補正を行う。

[0059] （５）１つの像ブレを求める

五つ目は、複数の像ブレに基づいて１つの像ブレを算出する方法である。図６の例を参照すると、例えば像面７０において、図５のフォーカスエリア

２５Ｐ－１に対応する位置Ｐ－１と、フォーカスエリア２５Ｐ－２に対応する位置Ｐ－２と、フォーカスエリア２５Ｐ－４に対応する位置Ｐ－４との３点が候補である。

[0060] ＣＰＵ２１は、複数の位置を、それぞれ像面７０において像ブレを算出する位置に定める。角度ブレ演算部２０１は、像面７０における位置Ｐ－１と、位置Ｐ－２と、位置Ｐ－４とにおいてそれぞれ像ブレを算出する。角度ブレ演算部２０１はさらに、算出した複数の像ブレの平均を求め、像ブレの平均値に基づく像ブレ補正を行う。

像ブレの平均値は、例えば単純平均により求めるが、重み付け平均により求めてもよい。

[0061] 上記（５）の説明では、複数のフォーカスエリアが選ばれた場合を例示したが、複数の物体（被写体８０）が認識された場合や、複数の顔が認識された場合も同様である。例えば、ＣＰＵ２１は、認識した複数の物体の位置や、認識した複数の顔の位置を、それぞれ像面７０において像ブレを算出する位置に定める。角度ブレ演算部２０１は、像面７０における各位置についてそれぞれ像ブレを算出する。角度ブレ演算部２０１はさらに、算出した複数の像ブレの平均を求め、像ブレの平均値に基づいて像ブレ補正を行う。

なお、（４）の変形例として、複数の被写体から１つの被写体を選択してもよい。例えば、複数の被写体から像ブレが大きい被写体を選択する。または、複数の被写体からカメラ１からの距離が近い像ブレが大きい被写体を選択する。または、複数の被写体から交換レンズ３の光軸Ｌ１からの像高が高い被写体を選択する。

[0062] なお、第１の実施の形態における像ブレ補正は、カメラ１がPitch方向に回転した場合におけるＹ軸方向の補正と、カメラ１がYaw方向に回転した場合におけるＸ軸方向の補正とを含む。

上述した第１の実施の形態の説明は、カメラ１がPitch方向に回転した場合におけるＹ軸方向の補正について、代表して説明したものである。カメラ１がYaw方向にも回転した場合には、Ｘ軸方向に対して上述した補正と同様の補

正が必要である。カメラ１がPitch方向に回転した場合におけるＹ軸方向の補正と、カメラ１がYaw方向に回転した場合におけるＸ軸方向の補正とは、方向が異なる以外は同様であるので、Ｘ軸方向の補正の説明については省略する。

[0063] なお、第１の実施の形態において、並進ブレ演算部２０２によって算出される像ブレについては像面７０（撮像素子２２の撮像面）における位置が異なっても略一定として扱う。

第１の実施の形態の概要は、以下の通りである。

角度ブレ演算部２０１は、像ブレを算出する位置を、像面７０におけるいずれかの位置に定めて像ブレを算出する。

並進ブレ演算部２０２は、像ブレを算出する位置を、例えば像面７０の中心に定めて像ブレを算出する。

ブレ補正光学系目標位置演算部２０３は、角度ブレ演算部２０１で算出された像ブレおよび並進ブレ演算部２０２によって算出された像ブレを、Ｘ軸、Ｙ軸の各軸の方向の向きによって正負の符号をつけて足し合わせ演算を行う。そして、足し合わせ後のＸ軸方向およびＹ軸方向の像ブレに基づき、像面７０の位置における像ブレ量を算出する。

[0064] 以上説明した第１の実施の形態によれば、次の作用効果が得られる。

（１）カメラ１のブレ補正装置は、カメラ１の振れを検出する振れセンサ３９と、振れセンサ３９の出力に基づき、撮像光学系によって像面７０に形成された被写体８０の像のブレ量を演算するブレ補正部２１ａと、像面７０における位置を決めるＣＰＵ２１とを備える。ブレ補正部２１ａは、ＣＰＵ２１による決定位置と、振れセンサ３９によって検出された、例えばＹ軸方向の振れとに基づいて、Ｙ軸方向の像ブレΔｙ２を演算する。これにより、ＣＰＵ２１が決定した像面７０の位置が、光軸Ｌ１と交差する像面７０の中央以外の位置である場合にも、適切に像ブレを抑えることができる。とくに、交換レンズ３の焦点距離ｆが短い場合（もしくは、撮像素子２２のサイズと焦点距離ｆとの関係で、画角が広くなる場合）に好適である。

[0065] （２）上記（１）のブレ補正装置において、ブレ補正部２１ａは、像面７０において、Ｙ軸方向と交差するＸ軸方向の軸から上記決定位置までの距離が長いほど大きなブレ量を演算するので、像高が高い位置においても、適切に像ブレを抑えることができる。

[0066] （３）上記（２）のブレ補正装置において、ブレ補正部２１ａは、振れセンサ３９の出力と、上記距離と、撮像光学系の焦点距離とによりブレ量を演算するので、焦点距離ｆが異なる交換レンズ３に交換された場合にも、適切に像ブレを抑えることができる。

[0067] （４）上記（１）から（３）のブレ補正装置において、ＣＰＵ２１は、像面７０において撮像光学系の焦点調節の対象になるフォーカスエリアの位置を上記決定位置とするので、主要被写体が存在する可能性が高い位置で、適切に像ブレを抑えることができる。

[0068] （５）上記（１）から（３）のブレ補正装置において、ＣＰＵ２１は、被写体像のコントラスト情報に基づいて上記決定位置を決めるので、主要被写体が存在する可能性が高い位置で、適切に像ブレを抑えることができる。

[0069] （６）上記（１）から（３）のブレ補正装置において、ＣＰＵ２１は、被写体８０の像の輝度値情報に基づいて上記決定位置を決めるので、主要被写体が存在する可能性が高い位置で、適切に像ブレを抑えることができる。

[0070] （７）上記（１）から（３）のブレ補正装置において、ＣＰＵ２１は、被写体８０の像に基づく被写体認識情報に基づいて上記決定位置を決めるので、主要被写体が存在する可能性が高い位置で、適切に像ブレを抑えることができる。

[0071] （８）上記（１）から（３）のブレ補正装置において、ＣＰＵ２１は、被写体８０の像に基づく顔認識情報に基づいて上記決定位置を決めるので、主要被写体が存在する可能性が高い位置で、適切に像ブレを抑えることができる。

[0072] （９）上記（４）から（８）のブレ補正装置において、ＣＰＵ２１は、設定されている撮像シーンモードにより上記決定位置を決めるので、主要被写体

が存在する可能性が高い位置で、適切に像ブレを抑えることができる。

[0073] （１０）上記（１）から（３）のブレ補正装置において、ＣＰＵ２１は、像面７０においてユーザ操作によって指示された位置を上記決定位置とするので、ユーザが望む位置で、適切に像ブレを抑えることができる。

[0074] （１１）上記（１）から（３）のブレ補正装置において、ＣＰＵ２１は、撮影距離情報に基づいて、例えばカメラ１に近い被写体８０に対応する位置を上記決定位置とするので、主要被写体に対応する位置で、適切に像ブレを抑えることができる。

[0075] （１２）上記（１）から（３）のブレ補正装置において、振れセンサ３９の出力に基づき、構図変更による動き量を検出するＣＰＵ２１を備え、ＣＰＵ２１により上記決定位置が決められた後にＣＰＵ２１によって動き量が検出された場合、ブレ補正部２１ｂは、動き量に基づいて決定位置を変更した位置に基づき、ブレ量を演算する。これにより、構図変更の後に主要被写体が存在する可能性が高い位置で、適切に像ブレを抑えることができる。

[0076] （１３）上記（４）のブレ補正装置において、ＣＰＵ２１は、撮像光学系の焦点調節の対象になるフォーカスエリアが複数存在する場合に、複数のフォーカスエリアの位置に基づき、像面７０の軸（Ｘ軸、Ｙ軸）上の距離の絶対値の重心（代表位置Ｐ）を上記決定位置とするので、複数のフォーカスエリアの位置での像ブレが同程度になるように、適切に像ブレを抑えることができる。

[0077] （１４）上記（７）のブレ補正装置において、ＣＰＵ２１は、被写体認識情報によって被写体が複数存在する場合に、複数の被写体の位置に基づき、像面７０の軸（Ｘ軸、Ｙ軸）上の距離の絶対値の重心（代表位置Ｐ）を上記決定位置とするので、複数の被写体の位置での像ブレが同程度になるように、適切に像ブレを抑えることができる。

[0078] （１５）上記（８）のブレ補正装置において、ＣＰＵ２１は、顔認識情報によって顔が複数存在する場合に、複数の顔の位置に基づき、像面７０の軸（Ｘ軸、Ｙ軸）上の距離の絶対値の重心（代表位置Ｐ）を上記決定位置とする

ので、複数の顔の位置での像ブレが同程度になるように、適切に像ブレを抑えることができる。

[0079] （１６）上記（４）のブレ補正装置において、ＣＰＵ２１は、撮像光学系の焦点調節の対象になるフォーカスエリアが複数存在する場合に、複数のフォーカスエリアの位置を上記決定位置とし、ブレ補正部２１ｂは、複数の決定位置に基づいて演算した複数のブレ量の平均値を演算する。これにより、複数のフォーカスエリアの位置での像ブレが同程度になるように、適切に像ブレを抑えることができる。

[0080] （１７）上記（７）のブレ補正装置において、ＣＰＵ２１は、被写体認識情報によって主要被写体が複数存在する場合に、複数の主要被写体の位置を上記決定位置とし、ブレ補正部２１ｂは、複数の決定位置に基づいて演算した複数のブレ量の平均値を演算する。これにより、複数のフォーカスエリアの位置での像ブレが同程度になるように、適切に像ブレを抑えることができる。

[0081] （１８）上記（８）のブレ補正装置において、ＣＰＵ２１は、顔認識情報によって顔が複数存在する場合に、複数の顔の位置を上記決定位置とし、ブレ補正部２１ｂは、複数の決定位置に基づいて演算した複数のブレ量の平均値を演算する。これにより、複数のフォーカスエリアの位置での像ブレが同程度になるように、適切に像ブレを抑えることができる。

[0082] 次のような変形も発明の範囲内であり、変形例の一つ、もしくは複数を上述の実施形態、あるいは後述する実施の形態と組み合わせることも可能である。

（変形例１）

第１の実施の形態では、カメラ１が、交換レンズ３のブレ補正駆動機構３７を作動させて行う像ブレ補正を例に説明した。この代わりに、第１の実施の形態の変形例１では、カメラ１が、カメラボディ２のブレ補正駆動機構２６を作動させて像ブレ補正を行う。第１の実施の形態の変形例１による像ブレ補正も、第１の実施の形態と同様に行うことができ、第１の実施の形態と

同様の作用効果を奏する。

[0083]（変形例２）

第１の実施の形態において説明した上記（３）の三つ目の方法、すなわち、写り込む顔（被写体８０）の位置の像ブレを算出する場合において、例えば、顔が画面に大きく写る場合には、ＣＰＵ２１は、上記（５）の五つ目の方法を選択してもよい。

[0084] 図７は、第１の実施の形態の変形例２を説明する図である。図７を参照して、複数の候補から１つの代表位置を定める例を説明する。図７によれば、像面７０に顔（被写体）が大きく写っている。ＣＰＵ２１は、像面７０において、例えば、検出した顔の左端の位置Ｐ－ａと、右端の位置Ｐ－ｂとの２点を候補位置とする。

[0085] ＣＰＵ２１は、上記２点の候補位置を、それぞれ像面７０において像ブレを算出する位置に定める。角度ブレ演算部２０１は、像面７０における位置Ｐ－ａと、位置Ｐ－ｂとにおいてそれぞれ像ブレを算出する。角度ブレ演算部２０１はさらに、算出した複数の像ブレの平均を求め、像ブレの平均値に基づいて像ブレ補正を行う。

像ブレの平均値は、例えば単純平均により求めるが、重み付け平均により求めてもよい。

[0086] 以上説明した第１の実施の形態の変形例２によれば、顔が大きく写る場合において、顔の両端における像ブレが同程度になるように像ブレ補正を行うことができる。これにより、顔の左右で像ブレの大きさが異なる場合に比べて、ユーザから見た違和感を抑えることができる。

[0087]（第２の実施の形態）

第２の実施の形態では、検出した角速度の方向と交差する方向（異なる方向）についての像ブレを説明する。

カメラ１は、図１に例示した一眼レフタイプでも、ミラー２４を備えないミラーレスタイプでもよい。

また、カメラ１を、交換レンズ３とカメラボディ２とを一体にしたレンズ

一体型として構成してもよい。

さらにまた、撮像装置はカメラ１に限らず、撮像センサを備えたレンズ鏡筒や、撮像機能を備えたスマートフォン等であってもよい。

[0088] 図８は、角速度センサ３９ａによる角速度の検出方向と、像面７０（撮像素子２２の撮像面）における像ブレを説明する模式図である。図８において、像面７０と交換レンズ３の光軸Ｌ１とが交差する点を座標の原点とし、交換レンズ３の光軸Ｌ１をＺ軸として、像面７０をＸＹ平面として表している。図８によれば、光軸Ｌ１が撮像面の中心と交差する。交換レンズ３および被写体８０は、像面７０に対してＺ軸プラス方向に位置する。角速度センサ３９ａは、例えば、Ｘ軸と平行な軸（small-ｘ軸）周り（Pitch方向）の回転角θを検出する。被写体８０が遠方にある場合には、図３、図４中の符号fは焦点距離を表す。

[0089] カメラ１が振れることにより、振れの前に像面７０における座標(xp,yp)に位置した被写体８０の像は、振れの後にＹ軸マイナス方向かつＸ軸プラス方向に移動する。従って、被写体８０の像の座標は、(xp+Δx2,yp-Δy2)となる。

[0090] Ｙ軸方向における像ブレΔｙ２を表す数式は、第１の実施の形態で説明した場合と同様に、上式（１）である。

一方、Ｘ軸方向における像ブレΔｘ２を数式で表すと、次式（３）となる。

$$\Delta x2 = f \times xp / [(f^2 + yp^2)^{1/2} \times \cos(\theta + \tan^{-1}(yp/f))] - xp \quad \cdots (3)$$

ただし、Pitch方向の回転角（手振れ角を表し、一般的には０．５度程度である）をθとする。被写体８０が遠方にある場合には、図３、図４中の符号fは交換レンズ３の焦点距離を表す。

[0091] 上式（１）および（３）によれば、焦点距離ｆがｙｐに比べて十分に大きい場合は、回転角θ（手振れ角度）は一般的に０．５度程度なので、Δｘ２≒０とみなすことができる。すなわち、像面７０における被写体８０の像の

位置が像面７０の中心（本例では原点）にある場合も、中心から離れた位置にある場合も、換言すると、光軸Ｌ１からの距離が異なっていても、Pitch方向に回転角θを検出した場合の像ブレはＹ軸方向のみを考慮すればよく、Ｘ軸方向については無視できる。このため、例えば、像面７０の中心において算出した像ブレに基づいてＹ軸方向に像ブレ補正を行うと、像面７０の中心に位置する被写体８０の像も、像面７０の中心から離れた位置の被写体８０の像も、いずれも像ブレを抑制することができる。

[0092] しかしながら、交換レンズ３が広角レンズである場合のように、焦点距離ｆがｙｐに比べて十分に大きいといえない場合は、上式（３）によるΔｘ２≠０となる。そのため、Pitch方向の回転角θを検出した場合において、上式（１）によりＹ軸方向の像ブレを算出するだけでなく、上式（３）によりＸ軸方向の像ブレを算出することが必要になる。さもなければ、上式（３）による像ブレΔｘ２に対応するＸ軸方向の像ブレが抑制できずに残ってしまうからである。像ブレΔｘ２は、像ブレを算出する位置が像面７０の周辺に向かうほど、すなわち、像高が高い位置になるほど大きくなる。

[0093] ＣＰＵ２１は、像面７０において像ブレを算出する位置を、第１の実施の形態と同様に定める。すなわち、ＣＰＵ２１は、上記（１）の方法から上記（４）の方法のうちのいずれかの方法を選び、像面７０において像ブレを算出する位置を定める。そして、角度ブレ演算部２０１は、ＣＰＵ２１によって定められた位置の像ブレを算出する。ブレ補正光学系目標位置演算部２０３は、角度ブレ演算部２０１によって算出された像ブレと、並進ブレ演算部２０２によって算出された像ブレとに基づいて像ブレ量を算出する。

[0094] なお、第２の実施の形態における像ブレ補正は、カメラ１がPitch方向に回転した場合におけるＹ軸方向の補正と、カメラ１がYaw方向に回転した場合におけるＸ軸方向の補正とを含む。

上述した第２の実施の形態の説明は、カメラ１がPitch方向に回転した場合におけるＹ軸方向の補正を行う場合に、焦点距離ｆがｙｐに比べて十分に大きいといえない場合には、Ｘ軸方向についても補正する点を述べたものであ

る。

カメラ１がYaw方向に回転した場合には、Ｙ軸方向に対して上述した補正と同様の補正が必要である。すなわち、図面を参照しての説明は省略するが、カメラ１がYaw方向に回転した場合におけるＸ軸方向の補正を行う場合に、焦点距離ｆがｘｐに比べて十分に大きいといえない場合には、Ｙ軸方向についても補正する。

また、カメラ１がPitch方向とYaw方向とに回転した場合には、両回転運動によるＸ軸、Ｙ軸に対する像ブレが同時に起こるので、両回転運動による像ブレを、Ｘ軸、Ｙ軸の各軸の方向にそれぞれ正負の符号をつけて足し合わせ演算を行う。そして、足し合わせ後の像ブレに基づき、Ｘ軸およびＹ軸方向においてそれぞれ補正する。

[0095] また、第２の実施の形態においても、第１の実施の形態と同様に、並進ブレ演算部２０２によって算出される像ブレについては像面７０（撮像素子２２の撮像面）における位置が異なっても略一定として扱う。

第２の実施の形態の概要は以下の通りである。

角度ブレ演算部２０１は、像ブレを算出する位置を、像面７０におけるいずれかの位置に定めて像ブレを算出する。この時、例えばPitch方向の回転角θを検出した場合において、上式（１）によりＹ軸方向の像ブレを算出するだけでなく、上式（３）によりＸ軸方向の像ブレも算出する。

並進ブレ演算部２０２は、像ブレを算出する位置を、例えば像面７０の中心に定めて像ブレを算出する。

ブレ補正光学系目標位置演算部２０３は、角度ブレ演算部２０１で算出された像ブレおよび並進ブレ演算部２０２によって算出された像ブレを、Ｘ軸、Ｙ軸の各軸の方向の向きによって正負の符号をつけて足し合わせ演算を行う。そして、足し合わせ後のＸ軸方向およびＹ軸方向の像ブレに基づき、像面７０の位置における像ブレ量を算出する。

[0096] 以上説明した第２の実施の形態によれば、次の作用効果が得られる。

（１）カメラ１のブレ補正装置は、装置のＹ軸の方向の振れを検出する振れ

センサ３９と、振れセンサ３９の出力に基づき、撮像光学系によって像面７０に形成された被写体８０の像のブレ量を演算するブレ補正部２１ａとを備える。ブレ補正部２１ａは、Ｙ軸の方向と交差するＸ軸の方向の像ブレを演算する。これにより、振れを検出したＹ軸と交差するＸ軸の方向の像ブレを抑えることができる。

[0097] （２）上記（１）のブレ補正装置において、ブレ補正部２１ａは、Ｙ軸の方向の像ブレを演算するので、振れを検出したＹ軸の方向の像ブレを抑えることができる。

[0098] （３）上記（１）または（２）のブレ補正装置はさらに、像面７０における位置を決定するＣＰＵ２１を備える。ブレ補正部２１ａは、ＣＰＵ２１による決定位置と、振れセンサ３９によって検出された、Ｙ軸の方向の回転角とに基づいて、Ｘ軸の方向、Ｙ軸の方向の像ブレ量を演算する。これにより、ＣＰＵ２１が決定した像面７０の位置が、像面７０の中央以外の位置である場合にも、適切に像ブレを抑えることができる。とくに、交換レンズ３の焦点距離ｆが短い場合（もしくは、撮像素子２２のサイズと焦点距離ｆとの関係で、画角が広くなる場合）に好適である。

[0099] 次のような変形も発明の範囲内であり、変形例の一つ、もしくは複数を上述の実施形態、あるいは後述する実施の形態と組み合わせることも可能である。

（変形例３）

ＣＰＵ２１は、第２の実施の形態において説明した像ブレ補正において、交換レンズ３によって生じている光学的な歪みを考慮した補正を行う。図９は、交換レンズ３によって歪曲収差（例えば樽型）が生じている例を説明する図である。多数の実線の円は、仮に、交換レンズ３に歪曲収差がないと仮定した場合における被写体８０の像を示す。これに対して、多数のハッチング状の円は、交換レンズ３の光学特性に基づく樽型歪曲収差の影響によって歪曲した被写体８０の像を示す。

[0100] 一般に、交換レンズ３の歪曲収差は、設計により異なるものの、焦点距離

の短い広角レンズにおいて大きいものが多い。このため、図９に例示したように、撮像光学系の光軸Ｌ１から離れる（像面７０の中心Ｏを光軸Ｌ１に合わせる場合は、像面７０の中心Ｏから離れる）にしたがって歪量が大きくなる。歪量は、図９に示した実線の円とハッチング状の円との間の位置ずれとして現れる。図９の例では、像面７０の中心Ｏからの距離が長い（換言すると、像高が高い）位置において実線の円とハッチング状の円との位置ずれが最も大きくなり、例えば右下位置における位置ずれは、Ｘ軸方向にΔｘ、Ｙ軸方向にΔｙである。

[0101] 図８に例示した模式図は、図９における実線の円のように、撮像光学系による歪曲がないものとして表している。そのため、例えば像面７０において像ブレを算出する位置を、像面７０の中心Ｏから離れた位置に定める場合、第２の実施の形態で説明した像ブレ補正をそのまま行うと、歪曲収差が存在する場合には、補正しきれない像ブレが発生する。

[0102] そこで、第２の実施の形態の変形例３では、歪曲収差が大きい交換レンズ３をカメラボディ２に装着した状態で、第２の実施の形態において説明した像ブレ補正を行う場合には、図９におけるハッチング状の円のような、撮像光学系による歪曲があるものとして像ブレ補正を行う。

[0103] 図９のハッチング状の円のように、像面７０のどの位置で、どの向きに、どの大きさの歪量となるかを示す歪曲収差の情報は、交換レンズ３の設計情報として既知である。このため、カメラボディ２に装着される交換レンズ３の歪曲収差の情報を、予めメモリ２８に記録しておく。ＣＰＵ２１は、歪曲収差が大きい交換レンズ３が装着されたことを検出した場合、メモリ２８から対応する歪曲収差の情報を読み出して、上述した像ブレを算出する演算に用いる。

[0104] ブレ補正部２１ａのブレ補正光学系目標位置演算部２０３は、Ｘ軸およびＹ軸の各軸について、角度ブレ演算部２０１によって算出された像ブレ、並進ブレ演算部２０２によって算出された像ブレ、および、メモリ２８から読み出された歪曲収差の情報の向きによって、正負の符号をつけて足し合わせ

演算を行う。そして、足し合わせ後のＸ軸方向およびＹ軸方向の像ブレに基づき、像面７０の位置における像ブレ量を算出する。

[0105] なお、以上の説明では、樽型歪曲収差が生じている例を説明したが、糸巻き型歪曲収差が生じる場合も同様である。

[0106] 以上説明した第２の実施の形態の変形例３によれば、歪曲収差があっても適切に像ブレを補正することができる。

また、交換レンズ３によって生じている光学的な歪み（Distortion）が大きい場合にも、像面７０の中央以外の位置において、適切に像ブレを抑えることができる。

[0107]（第３の実施の形態）

第３の実施の形態では、カメラボディ２Ａに対して交換レンズ３Ａが装着される。交換レンズ３Ａは、交換レンズ３に比べて、ブレ補正部４０が追加されている点において相違する。振れセンサ３９からの検出信号は、ブレ補正部４０に送出される。

カメラボディ２Ａは、カメラボディ２に比べて、振れセンサ（動き検出部、振れ検出部）３１が追加されている点において相違する。振れセンサ３１からの検出信号は、ＣＰＵ２１（ブレ補正部２１ａ）に送出される。振れセンサ３１は、振れセンサ３９と同様の機能を備える。

[0108] 第３の実施の形態では、ブレ補正駆動機構３７を備えた交換レンズ３Ａがカメラボディ２Ａに装着された場合において、交換レンズ３Ａのブレ補正駆動機構３７を作動させて行う像ブレ補正と、カメラボディ２Ａのブレ補正駆動機構２６を作動させて行う像ブレ補正とを併用する。

一方、ブレ補正駆動機構３７を備えていない交換レンズ３Ａがカメラボディ２Ａに装着された場合には、カメラボディ２Ａのブレ補正駆動機構２６を作動させることにより、第１の実施の形態の変形例１と同様の像ブレ補正を行う。

[0109] 図１０は、第３の実施の形態によるカメラ１Ａの要部構成を示す図である。カメラ１Ａは、カメラボディ２Ａと交換レンズ３Ａとで構成される。交換

レンズ３Ａは、不図示のマウント部を介してカメラボディ２Ａに装着される。交換レンズ３Ａがカメラボディ２Ａに装着されると、カメラボディ２Ａと交換レンズ３Ａとが電気的に接続され、カメラボディ２Ａと交換レンズ３Ａとの間で通信が可能になる。カメラボディ２Ａと交換レンズ３Ａとの通信は、無線通信によって行ってもよい。

図１０において図１と同様の構成には、図１と同じ符号を付して説明を省略する。

[0110] 図１１は、交換レンズ３Ａのブレ補正部４０を説明する図である。ブレ補正部４０は、角度ブレ演算部４０１と、並進ブレ演算部４０２と、ブレ補正光学系目標位置演算部４０３とを有する。

角度ブレ演算部４０１は、角速度センサ３９ａによるＸ軸と平行な軸回り（Pitch方向）の検出信号を用いて、回転運動によるＹ軸方向の像ブレと、必要な場合にはＸ軸方向の像ブレとを算出する。また、角度ブレ演算部２０１は、角速度センサ３９ａによるＹ軸と平行な軸回り（Yaw方向）の検出信号を用いて、回転運動によるＸ軸方向の像ブレと、必要な場合にはＹ軸方向の像ブレとを算出する。

[0111] 並進ブレ演算部４０２は、加速度センサ３９ｂによるＸ軸方向の検出信号を用いて、並進運動によるＸ軸方向の像ブレを算出する。また、並進ブレ演算部４０２は、加速度センサ３９ｂによるＹ軸方向の検出信号を用いて、並進運動によるＹ軸方向の像ブレを算出する。

[0112] ブレ補正光学系目標位置演算部４０３は、角度ブレ演算部４０１によって算出されたＸ軸方向およびＹ軸方向の像ブレと、並進ブレ演算部４０２によって算出されたＸ軸方向およびＹ軸方向の像ブレとを足し合わせて、Ｘ軸方向およびＹ軸方向の像ブレを算出する。

[0113] また、ブレ補正光学系目標位置演算部４０３は、足し合わせ後のＸ軸方向およびＹ軸方向の像ブレと、撮影倍率（ズーム光学系３１の位置に基づいて算出する）と、カメラ１Ａから被写体８０までの距離（フォーカス光学系３２の位置に基づいて算出する）とに基づいて、像面７０の、後述する位置に

おける像ブレ量を算出する。

[0114] ブレ補正光学系目標位置演算部４０３は、交換レンズ３Ａのブレ補正駆動機構３７を作動させるため、算出した像ブレ量に基づいてブレ補正光学系３３の目標位置を演算する。

そして、ブレ補正光学系目標位置演算部４０３は、交換レンズ３Ａのブレ補正駆動機構３７に対して目標位置を示す信号を送出する。

[0115] なお、カメラ１Ａは、図１０に例示した一眼レフタイプでも、ミラー２４を備えないミラーレスタイプでもよい。

また、撮像素子２２を進退移動させるブレ補正駆動機構２６と、ブレ補正光学系３３を進退移動させるブレ補正駆動機構３７とを備えるものであれば、交換レンズ３Ａとカメラボディ２Ａとを一体にしたレンズ一体型のカメラとして構成してもよい。

[0116] ＜併用する像ブレ補正＞

以下に、交換レンズ３Ａによる像ブレ補正と、カメラボディ２Ａによる像ブレ補正とを併用する像ブレ補正について説明する。

角度ブレ演算部２０１による像ブレの演算、および、並進ブレ演算部２０２による像ブレの演算は、第１の実施の形態や第２の実施の形態の場合と同様である。

ただし、以下の点で第１の実施の形態や第２の実施の形態と相違する。相違点の一つは、交換レンズ３Ａによる像ブレ補正では像ブレを算出する位置として像面７０の中心を選び、カメラボディ２Ａによる像ブレ補正では像ブレを算出する位置として像面７０におけるいずれかの位置を選ぶ点である。

相違点のもう一つは、カメラボディ２ＡのＣＰＵ２１において決定された分担比率に基づいて、交換レンズ３Ａによる像ブレ補正とカメラボディ２Ａによる像ブレ補正とを行う点である。分担比率の説明については後述する。

[0117] ＜像ブレを算出する位置＞

ＣＰＵ２１は、交換レンズ３Ａのブレ補正部４０が像ブレを算出する位置を、例えば像面７０の中心に定め、カメラボディ２Ａのブレ補正部２１ａが

像ブレを算出する位置を、像面７０におけるいずれかの位置に定める。これにより、交換レンズ３Ａの角度ブレ演算部４０１は、像面７０の中心位置の像ブレと、ＣＰＵ２１により決定された交換レンズ３Ａの分担比率とに基づいて、ブレ補正量（Ｌ）を算出する。カメラボディ２Ａの角度ブレ演算部２０１は、ＣＰＵ２１によって定められた像面７０の中心と異なる位置の像ブレと、ＣＰＵ２１により決定されたカメラボディ２Ａの分担比率とに基づいて、ブレ補正量（Ｂ）を算出する。

ＣＰＵ２１は、像ブレを算出する位置を像面７０の中心と異なる位置に定める場合、第１の実施の形態における（１）から（４）のいずれかの方法によって位置を定める。

[0118] 像ブレを算出する位置が像面７０の中心である場合、Ｙ軸方向における像ブレΔｙ１を表す数式は、第１の実施の形態で説明した通り、上式（２）である。

また、像ブレを算出する位置が像面７０の中心と異なる位置である場合、Ｙ軸方向における像ブレΔｙ２を表す数式は、第１の実施の形態で説明した通り、上式（１）である。

[0119] ＜分担比率＞

ＣＰＵ２１は、交換レンズ３Ａによる像ブレ補正と、カメラボディ２Ａによる像ブレ補正との分担比率を定める。本例のＣＰＵ２１は、例えば、分担比率を５０：５０と定める。この比率は、７０：３０でもよいし、４０：６０でもよい。

[0120] 交換レンズ３Ａの角度ブレ演算部４０１は、ＣＰＵ２１によって定められた分担比率が５０：５０の場合、次式（４）に示すように、交換レンズ３Ａに分担させる像ブレＶ（Ｌ）を求める。右辺において１／２倍するのは、分担比率を５０％に定めたことによる。

$$V(L) = \Delta y1 / 2$$

$$= f \times \tan\theta / 2 \qquad \cdots (4)$$

ただし、Δｙ１は、像面７０の中心におけるＹ軸方向の像ブレである。また

、Pitch方向の回転角（手振れ角を表し、一般的には０．５度程度である）をθとする。被写体８０が遠方にある場合には、符号fは交換レンズ３Ａの焦点距離を表す。

[0121] 一方、カメラボディ２Ａの角度ブレ演算部２０１は、ＣＰＵ２１によって定められた分担比率が５０：５０の場合、次式（５）に示すように、カメラボディ２Ａに分担させる像ブレＶ（Ｂ）を求める。

$$Ｖ（Ｂ）＝Δｙ１／２＋ｄ$$
$$＝ｆ×\tan\theta／２＋ｄ \qquad …（５）$$

ただし、ｄ＝Δｙ２－Δｙ１とする。Δｙ２は、像面７０の中心と異なる位置におけるＹ軸方向の像ブレである。

[0122] 交換レンズ３Ａのブレ補正光学系目標位置演算部４０３は、角度ブレ演算部４０１によって算出された像ブレＶ（Ｌ）と、並進ブレ演算部４０２によって算出された像ブレとに基づき、交換レンズ３Ａのブレ補正駆動機構３７を作動させて行う像ブレ補正における、ブレ補正光学系３３の目標位置を演算する。

[0123] また、カメラボディ２Ａのブレ補正光学系目標位置演算部２０３は、角度ブレ演算部２０１によって算出された像ブレＶ（Ｂ）と、並進ブレ演算部２０２によって算出された像ブレとに基づき、カメラボディ２Ａのブレ補正駆動機構２６を作動させて行う像ブレ補正における、撮像素子２２の目標位置を演算する。

交換レンズ３Ａのブレ補正光学系目標位置演算部４０３はさらに、交換レンズ３Ａのブレ補正駆動機構３７に対して目標位置を示す信号を送出する。また、カメラボディ２Ａのブレ補正光学系目標位置演算部２０３はさらに、カメラボディ２Ａのブレ補正駆動機構２６に対して目標位置を示す信号を送出する。

[0124] 第３の実施の形態では、交換レンズ３Ａによる像ブレ補正によって、角度ブレ演算部４０１が像面７０の中心位置において算出した像ブレに基づく像ブレ補正を行う。また、カメラボディ２Ａによる像ブレ補正によって、角度

ブレ演算部２０１が像面７０の中心と異なる位置において算出した像ブレに基づく像ブレ補正を行う。

[0125] なお、第３の実施の形態における像ブレ補正は、カメラ１ＡがPitch方向に回転した場合におけるＹ軸方向の補正と、カメラ１ＡがYaw方向に回転した場合におけるＸ軸方向の補正とを含む。

上述した第３の実施の形態の説明は、カメラ１ＡがPitch方向に回転した場合におけるＹ軸方向の補正について、代表して説明したものである。このため、カメラ１ＡがYaw方向にも回転した場合には、Ｘ軸方向に対して上述した補正と同様の補正が必要である。

カメラ１ＡがPitch方向に回転した場合におけるＹ軸方向の補正と、カメラ１ＡがYaw方向に回転した場合におけるＸ軸方向の補正とは、方向が異なる以外は同様であるので、Ｘ軸方向の説明については省略する。

[0126] また、カメラ１ＡがPitch方向とYaw方向とに回転した場合には、両回転運動によるＸ軸、Ｙ軸に対する像ブレが同時に起こるので、両回転運動による像ブレを、Ｘ軸、Ｙ軸の各軸の方向にそれぞれ正負の符号をつけて足し合わせ演算を行う。そして、足し合わせ後の像ブレに基づき、Ｘ軸およびＹ軸方向においてそれぞれ補正する。

[0127] なお、第３の実施の形態において、第１の実施の形態や第２の実施の形態と同様に、並進ブレ演算部２０２、並進ブレ演算部４０２によって算出される像ブレについては像面７０における位置が異なっても略一定として扱う。

第３の実施の形態の概要は、以下の通りである。

交換レンズ３Ａのブレ補正部４０の角度ブレ演算部４０１は、像面７０の中心位置で、像ブレを算出する。カメラボディ２Ａのブレ補正部２１ａの角度ブレ演算部２０１は、像面７０の中心とは異なる位置で、像ブレを算出する。

交換レンズ３Ａの角度ブレ演算部４０１は、交換レンズ３Ａに分担（例えば分担比率５０％）させる像ブレＶ（Ｌ）を、像面７０の中心における像ブレΔｙ１の１／２とし、カメラボディ２Ａの角度ブレ演算部２０１は、カメ

ラボディ２Ａに分担させる像ブレＶ（Ｂ）を、Ｖ（Ｌ）＋ｄとする。ｄは、像面７０の中心とは異なる位置における像ブレΔｙ２と、上記Δｙ１との差である。

交換レンズ３Ａの並進ブレ演算部４０２は、交換レンズ３Ａに分担（例えば分担比率５０％）させる像ブレを、例えば像面７０の中心における像ブレの１／２とする。カメラボディ２Ａの並進ブレ演算部２０２は、カメラボディ２Ａに分担させる像ブレを、例えば像面７０の中心における像ブレの１／２とする。

交換レンズ３Ａのブレ補正光学系目標位置演算部４０３は、角度ブレ演算部４０１で算出された像ブレＶ（Ｌ）および並進ブレ演算部４０２で算出された像ブレを、それぞれＸ軸、Ｙ軸の各軸の方向の向きによって正負の符号をつけて足し合わせ演算を行う。そして、足し合わせ後のＸ軸方向およびＹ軸方向の像ブレに基づき、像面７０の中心位置における像ブレ量を算出する。

カメラボディ２Ａのブレ補正光学系目標位置演算部２０３は、角度ブレ演算部２０１で算出された像ブレＶ（Ｂ）および並進ブレ演算部２０２で算出された像ブレを、それぞれＸ軸、Ｙ軸の各軸の方向の向きによって正負の符号をつけて足し合わせ演算を行う。そして、足し合わせ後のＸ軸方向およびＹ軸方向の像ブレに基づき、像面７０の中心とは異なる位置における像ブレ量を算出する。

[0128] 以上説明した第３の実施の形態によれば、次の作用効果が得られる。

（１）カメラ１Ａのブレ補正装置は、装置の振れを検出する振れセンサ３９と、振れセンサ３９の出力に基づき、撮像光学系によって像面７０に形成された被写体８０の像のブレ量を演算するブレ補正部４０と、ブレ補正部４０の出力に基づいて、ブレ量を抑える向きにブレ補正光学系３３を移動するブレ補正駆動機構３７と、を交換レンズ３Ａに備える。また、装置の振れを検出する振れセンサ３１と、振れセンサ３１の出力に基づき、撮像光学系によって像面７０に形成された被写体８０の像のブレ量を演算するブレ補正部２

１ｂと、ブレ補正部２１ａの出力に基づいて、像面７０において被写体８０の像を撮像する撮像素子２２を、ブレ量を抑える向きに移動するブレ補正駆動機構２６と、像面７０における位置を決めるＣＰＵ２１と、をカメラボディ２Ａに備える。

[0129] 交換レンズ３Ａのブレ補正部４０は、像面７０に予め定められた第１位置（像面７０の中心）と振れセンサ３９によって検出された振れとに基づく像ブレΔｙ１を演算する。ブレ補正部４０は、交換レンズ３Ａに分担（例えば分担比率５０％）させる像ブレＶ（Ｌ）を、像ブレΔｙ１の１／２とする。

カメラボディ２Ａのブレ補正部２１ｂは、ＣＰＵ２１により決定された第２位置（中心と異なる位置）と振れセンサ３１によって検出された振れとに基づく像ブレΔｙ２と、像面７０に予め定められた第１位置（像面７０の中心）と振れセンサ３１によって検出された振れとに基づく像ブレΔｙ１を演算する。ブレ補正部２１ｂはさらに、像ブレΔｙ２および像ブレΔｙ１の差ｄを算出する。角度ブレ演算部２０１は、カメラボディ２Ａに分担させる像ブレＶ（Ｂ）を、Ｖ（Ｌ）＋ｄとする。

これにより、ＣＰＵ２１決定した位置が像面７０の中央以外である場合にも、適切に像ブレを抑えることができる。とくに、交換レンズ３Ａの焦点距離ｆが短い場合（もしくは、撮像素子２２のサイズと焦点距離ｆとの関係で、画角が広くなる場合）に好適である。

[0130] （２）上記（１）のブレ補正装置において、交換レンズ３Ａのブレ補正部４０は、ブレ補正駆動機構３７に像ブレΔｙ１の５０％を出力し、カメラボディ２Ａのブレ補正部２１ａは、ブレ補正駆動機構２６に像ブレΔｙ１の残り５０％と、上記の差ｄを出力する。ブレ補正駆動機構２６およびブレ補正駆動機構３７を併用しない場合に比べて、ブレ補正駆動機構２６およびブレ補正駆動機構３７による移動距離を、それぞれ小さく抑えることができる。

[0131] なお、ＣＰＵ２１が決定する分担比率を、交換レンズ３Ａによる像ブレ補正を１００％とし、カメラボディ２Ａによる像ブレ補正を０％としてもよい。この場合において、交換レンズ３Ａの角度ブレ演算部４０１は、交換レン

ズ３Ａで分担する像ブレＶ（Ｌ）を１００％とし、カメラボディ２Ａの角度ブレ演算部２０１は、カメラボディ２Ａで分担する像ブレＶ（Ｂ）をｄとする。ｄは、像面７０の中心とは異なる位置における像ブレΔｙ２と、像面７０の中心における像ブレΔｙ１との差である。

[0132] 次のような変形も発明の範囲内であり、変形例の一つ、もしくは複数を上述の実施形態、あるいは後述する実施の形態と組み合わせることも可能である。

（変形例４）

第３の実施の形態の変形例４において、ＣＰＵ２１は、像ブレを算出する位置として、例えば像面７０における２つの位置（第１位置、第２位置と称する）を定める。交換レンズ３Ａの角度ブレ演算部４０１は、ＣＰＵ２１によって定められた第１位置について像ブレを算出する。カメラボディ２Ａの角度ブレ演算部２０１は、ＣＰＵ２１によって定められた第１位置および第２位置について像ブレを算出する。ＣＰＵ２１は、像ブレを算出する第１位置、第２位置を、第１の実施の形態における（１）から（４）のいずれかの方法によって定める。

[0133] 第３の実施の形態の変形例４は、第１位置および第２位置がいずれも像面７０の中心と異なる位置である場合を含む点で、第３の実施の形態と相違する。一方、第３の実施の形態の変形例４において、ＣＰＵ２１が、交換レンズ３Ａによる像ブレ補正と、カメラボディ２Ａによる像ブレ補正との分担比率を定める点は、第３の実施の形態と同様である。

[0134] 像ブレを算出する第１位置または第２位置が、像面７０の中心である場合、Ｙ軸方向における像ブレΔｙ１を表す数式は、第１の実施の形態で説明した通り、上式（２）である。

また、像ブレを算出する第１位置、第２位置が像面７０の中心と異なる位置である場合、Ｙ軸方向における像ブレΔｙ２を表す数式は、第１の実施の形態で説明した通り、上式（１）である。

[0135] 交換レンズ３Ａの角度ブレ演算部４０１は、ＣＰＵ２１によって定められ

た分担比率が、例えば５０：５０の場合、次式（６）に示すように、交換レンズ３Ａに分担させる像ブレＶ（Ｌ）を求める。右辺において１／２倍するのは、分担比率を５０％に定めたことによる。

Ｖ（Ｌ）＝Δｙ２ａ／２　　…（６）

ただし、Δｙ２ａは、像面７０の中心と異なる第１位置におけるＹ軸方向の像ブレである。

[0136] また、カメラボディ２Ａの角度ブレ演算部２０１は、ＣＰＵ２１によって定められた分担比率が５０：５０の場合、次式（７）に示すように、カメラボディ２Ａに分担させる像ブレＶ（Ｂ）を求める。

Ｖ（Ｂ）＝Δｙ２ａ／２＋ｄ２　　…（７）

ただし、ｄ２＝Δｙ２ｂ－Δｙ２ａとする。Δｙ２ｂは、像面７０の中心と異なる第２位置におけるＹ軸方向の像ブレである。

[0137] 交換レンズ３Ａのブレ補正光学系目標位置演算部４０３は、角度ブレ演算部４０１によって算出された像ブレＶ（Ｌ）と、並進ブレ演算部４０２によって算出された像ブレとに基づき、交換レンズ３Ａのブレ補正駆動機構３７を作動させて行う像ブレ補正における、ブレ補正光学系３３の目標位置を演算する。

[0138] また、カメラボディ２Ａのブレ補正光学系目標位置演算部２０３は、角度ブレ演算部２０１によって算出された像ブレＶ（Ｂ）と、並進ブレ演算部２０２によって算出された像ブレとに基づき、カメラボディ２Ａのブレ補正駆動機構２６を作動させて行う像ブレ補正における、撮像素子２２の目標位置を演算する。

交換レンズ３Ａのブレ補正光学系目標位置演算部４０３はさらに、交換レンズ３Ａのブレ補正駆動機構３７に対して目標位置を示す信号を送出する。また、カメラボディ２Ａのブレ補正光学系目標位置演算部２０３はさらに、カメラボディ２Ａのブレ補正駆動機構２６に対して目標位置を示す信号を送出する。

[0139] 第３の実施の形態の変形例４では、交換レンズ３Ａによる像ブレ補正によ

って、角度ブレ演算部４０１が像面７０の第１位置において算出した像ブレに基づく像ブレ補正を行う。また、カメラボディ２Ａによる像ブレ補正によって、角度ブレ演算部２０１が像面７０の第２位置において算出した像ブレに基づく像ブレ補正を行う。

[0140] なお、第３の実施の形態の変形例４における像ブレ補正は、カメラ１ＡがPitch方向に回転した場合におけるＹ軸方向の補正と、カメラ１ＡがYaw方向に回転した場合におけるＸ軸方向の補正とを含む。

上述した第３の実施の形態の変形例４の説明は、カメラ１ＡがPitch方向に回転した場合におけるＹ軸方向の補正について、代表して説明したものである。このため、カメラ１ＡがYaw方向にも回転した場合には、Ｘ軸方向に対して上述した補正と同様の補正が必要である。

カメラ１ＡがPitch方向に回転した場合におけるＹ軸方向の補正と、カメラ１ＡがYaw方向に回転した場合におけるＸ軸方向の補正とは、方向が異なる以外は同様であるので、Ｘ軸方向の説明については省略する。

[0141] また、カメラ１ＡがPitch方向とYaw方向とに回転した場合には、両回転運動によるＸ軸、Ｙ軸に対する像ブレが同時に起こるので、両回転運動による像ブレを、Ｘ軸、Ｙ軸の各軸の方向にそれぞれ正負の符号をつけて足し合わせ演算を行う。そして、足し合わせ後の像ブレに基づき、Ｘ軸およびＹ軸方向においてそれぞれ補正する。

[0142] また、第３の実施の形態の変形例４において、第１の実施の形態から第３の実施の形態と同様に、並進ブレ演算部２０２、並進ブレ演算部４０２によって算出される像ブレについては像面７０（撮像素子２２の撮像面）における位置が異なっても略一定として扱う。

第３の実施の形態の変形例４の概要は、以下の通りである。

交換レンズ３Ａのブレ補正部４０の角度ブレ演算部４０１は、像面７０における第１位置で、像ブレを算出する。カメラボディ２Ａのブレ補正部２１ａの角度ブレ演算部２０１は、像面７０における第２位置で、像ブレを算出する。

交換レンズ３Ａの角度ブレ演算部４０１は、交換レンズ３Ａに分担（例えば分担比率５０％）させる像ブレＶ（Ｌ）を、像面７０の第１位置における像ブレΔｙ２ａの１／２とし、カメラボディ２Ａの角度ブレ演算部２０１は、カメラボディ２Ａに分担させる像ブレＶ（Ｂ）を、Ｖ（Ｌ）＋ｄ２とする。ｄ２は、像面７０の第２位置における像ブレΔｙ２ｂと、上記Δｙ２ａとの差である。

交換レンズ３Ａの並進ブレ演算部４０２は、交換レンズ３Ａに分担（例えば分担比率５０％）させる像ブレを、例えば像面７０の中心における像ブレの１／２とする。カメラボディ２Ａの並進ブレ演算部２０２は、カメラボディ２Ａに分担させる像ブレを、例えば像面７０の中心における像ブレの１／２とする。

交換レンズ３Ａのブレ補正光学系目標位置演算部４０３は、角度ブレ演算部４０１で算出された像ブレＶ（Ｌ）および並進ブレ演算部４０２で算出された像ブレを、それぞれＸ軸、Ｙ軸の各軸の方向の向きによって正負の符号をつけて足し合わせ演算を行う。そして、足し合わせ後のＸ軸方向およびＹ軸方向の像ブレに基づき、像面７０の第１位置における像ブレ量を算出する。

カメラボディ２Ａのブレ補正光学系目標位置演算部２０３は、角度ブレ演算部２０１で算出された像ブレＶ（Ｂ）および並進ブレ演算部２０２で算出された像ブレを、それぞれＸ軸、Ｙ軸の各軸の方向の向きによって正負の符号をつけて足し合わせ演算を行う。そして、足し合わせ後のＸ軸方向およびＹ軸方向の像ブレに基づき、像面７０の第２位置における像ブレ量を算出する。

[0143] 以上説明した第３の実施の形態の変形例４によれば、次の作用効果が得られる。

（１）カメラ１Ａのブレ補正装置は、装置の振れを検出する振れセンサ３９と、振れセンサ３９の出力に基づき、撮像光学系によって像面７０に形成された被写体８０の像のブレ量を演算するブレ補正部４０と、ブレ補正部４０

の出力に基づいて、ブレ量を抑える向きにブレ補正光学系３３を移動するブレ補正駆動機構３７と、を交換レンズ３Ａに備える。

また、装置の振れを検出する振れセンサ３１と、振れセンサ３１の出力に基づき、撮像光学系によって像面７０に形成された被写体８０の像のブレ量を演算するブレ補正部２１ａと、ブレ補正部２１ａの出力に基づいて、像面７０において被写体８０の像を撮像する撮像素子２２を、ブレ量を抑える向きに移動するブレ補正駆動機構２６と、像面７０における第１位置と第２位置とを決定するＣＰＵ２１と、をカメラボディ２Ａに備える。

[0144] 交換レンズ３Ａのブレ補正部４０は、第１位置と振れセンサ３９によって検出された振れとに基づく像ブレΔｙ２ａを算出する。ブレ補正部４０は、交換レンズ３Ａに分担（例えば分担比率５０％）させる像ブレＶ（Ｌ）を、像ブレΔｙ２ａの１／２とする。

カメラボディ２Ａのブレ補正部２１ａは、第１位置と振れセンサ３１によって検出された振れとに基づく像ブレΔｙ２ａと、第２位置と振れセンサ３１によって検出された振れとに基づく像ブレΔｙ２ｂとを演算する。ブレ補正部２１ｂはさらに、像ブレΔｙ２ａおよび像ブレΔｙ２ｂの差ｄ２を算出する。角度ブレ演算部２０１は、カメラボディ２Ａに分担させる像ブレＶ（Ｂ）を、Ｖ（Ｌ）＋ｄ２とする。

これにより、像面７０の中央以外にＣＰＵ２１が決定した第２位置において、適切に像ブレを抑えることができる。とくに、交換レンズ３Ａの焦点距離ｆが短い場合（もしくは、撮像素子２２のサイズと焦点距離ｆとの関係で、画角が広くなる場合）に好適である。

[0145] （２）上記（１）のブレ補正装置において、交換レンズ３Ａのブレ補正部４０は、ブレ補正駆動機構３７に像ブレΔｙ２ａの５０％を出力し、カメラボディ２Ａのブレ補正部２１ｂは、ブレ補正駆動機構２６にΔｙ２ａの残り５０％と、上記の差ｄ２を出力する。ブレ補正駆動機構２６およびブレ補正駆動機構３７を併用しない場合に比べて、ブレ補正駆動機構２６およびブレ補正駆動機構３７による移動距離を、それぞれ小さく抑えることができる。

[0146] なお、ＣＰＵ２１が決定する分担比率を、交換レンズ３Ａによる像ブレ補正を１００％とし、カメラボディ２Ａによる像ブレ補正を０％としてもよい。この場合において、交換レンズ３Ａの角度ブレ演算部４０１は、交換レンズ３Ａで分担する像ブレＶ（Ｌ）を１００％とし、カメラボディ２Ａの角度ブレ演算部２０１は、カメラボディ２Ａで分担する像ブレＶ（Ｂ）をｄ２とする。ｄ２は、像面７０の中心とは異なる第１位置における像ブレΔｙ２ａと、像面７０の中心とは異なる第２位置における像ブレΔｙ２ｂとの差である。

[0147] （変形例５）

上式（５）、上式（７）の像ブレＶ（Ｂ）に基づく像ブレ補正演算を交換レンズ３Ａのブレ補正部４０によって行い、上式（４）、上式（６）の像ブレＶ（Ｌ）に基づくブレ補正演算をカメラボディ２Ａのブレ補正部２１ａによって行ってもよい。第３の実施の形態の変形例５によれば、交換レンズ３Ａによる像ブレ補正のために像ブレを算出する像面７０の位置と、カメラボディ２Ａによる像ブレ補正のために像ブレを算出する像面７０の位置とを、第３の実施の形態や第３の実施の形態の変形例４の場合と入れ替えることができる。

[0148] （変形例６）

上述した第３の実施の形態、第３の実施の形態の変形例４の説明では、第２の実施の形態の内容の説明を省略したが、カメラ１ＡがPitch方向に回転した場合におけるＹ軸方向の補正の際に、焦点距離ｆがｙｐに比べて十分に大きいといえない場合には、Ｘ軸方向についても第２の実施の形態と同様の補正を行う。角度ブレ演算部２０１、および、角度ブレ演算部４０１は、Ｘ軸およびＹ軸の各軸について、ブレの向きにより正負の符号をつけて足し合わせ演算を行う。

[0149] また、カメラ１ＡがYaw方向に回転した場合におけるＸ軸方向の補正時においても同様である。すなわち、カメラ１ＡがYaw方向に回転した場合におけるＸ軸方向の補正の際に、焦点距離ｆがｘｐに比べて十分に大きいといえない

場合には、Ｙ軸方向についても同様に補正を行う。角度ブレ演算部２０１、および、角度ブレ演算部４０１は、Ｘ軸およびＹ軸の各軸について、ブレの向きにより正負の符号をつけて足し合わせ演算を行う。

[0150] （第４の実施の形態）

第４の実施の形態では、図１０のカメラ１Ａを用いて、専ら交換レンズ３Ａによって像ブレ補正を行う。カメラ１Ａは、図１０に例示した一眼レフタイプでも、ミラー２４を備えないミラーレスタイプでもよい。

また、交換レンズ３Ａとカメラボディ２Ａとを一体にしたレンズ一体型のカメラとして構成してもよい。

[0151] ＜像ブレを算出する位置＞

第４の実施の形態におけるカメラボディ２ＡのＣＰＵ２１は、例えば、第１の実施の形態における（１）から（４）のいずれかの方法によって、像面７０において主要被写体の像が存在する可能性が高い位置を定める。そして、ＣＰＵ２１は、像面７０に定めた位置を示す情報を、交換レンズ３Ａのブレ補正部４０へ送信する。

[0152] カメラボディ２ＡのＣＰＵ２１が、像面７０において像ブレを算出する位置の情報をブレ補正部４０へ伝えるタイミングは、例えば、ＣＰＵ２１が像面７０において像ブレを算出する位置を定めた（新たに定める場合と、更新する場合とを含む）ときである。

ＣＰＵ２１は、カメラボディ２Ａおよび交換レンズ３Ａ間の定常的な通信に上記の位置情報を含めたり、カメラボディ２Ａから交換レンズ３Ａへ像ブレ補正の開始を指示する通信に上記の位置情報を含めたりするなどして、すみやかに位置情報をブレ補正部４０に通知する。

[0153] ブレ補正部４０の角度ブレ演算部４０１は、ＣＰＵ２１から受信した情報が示す位置の像ブレを算出し、この像ブレに基づく像ブレ補正を行う。

[0154] 像ブレを算出する位置が像面７０の中心である場合、Ｙ軸方向における像ブレΔｙ１を表す数式は、第１の実施の形態で説明した通り、上式（２）である。

また、像ブレを算出する位置が像面７０の中心と異なる位置である場合、Ｙ軸方向における像ブレΔｙ２を表す数式は、第１の実施の形態で説明した通り、上式（１）である。

[0155] なお、第４の実施の形態における像ブレ補正は、カメラ１ＡがPitch方向に回転した場合におけるＹ軸方向の補正と、カメラ１ＡがYaw方向に回転した場合におけるＸ軸方向の補正とを含む。

上式（１）および上式（２）は、カメラ１ＡがPitch方向に回転した場合におけるＹ軸方向の補正について、表したものである。これと同様の補正が、カメラ１ＡがYaw方向に回転した場合には、Ｘ軸方向に対して上述した補正と同様の補正が必要である。

カメラ１ＡがPitch方向に回転した場合におけるＹ軸方向の補正と、カメラ１ＡがYaw方向に回転した場合におけるＸ軸方向の補正とは、方向が異なる以外は同様であるので、Ｘ軸方向の補正の説明については省略する。

[0156] また、カメラ１ＡがPitch方向とYaw方向とに回転した場合には、両回転運動によるＸ軸、Ｙ軸に対する像ブレが同時に起こるので、両回転運動による像ブレを、Ｘ軸、Ｙ軸の各軸の方向にそれぞれ正負の符号をつけて足し合わせ演算を行う。そして、足し合わせ後の像ブレに基づき、Ｘ軸およびＹ軸方向においてそれぞれ補正する。

[0157] なお、第４の実施の形態において、第３の形態と同様に、並進ブレ演算部４０２によって算出される像ブレについては像面７０（撮像素子２２の撮像面）における位置が異なっても略一定として扱う。

第４の実施の形態の概要は、以下の通りである。

交換レンズ３Ａのブレ補正部４０の角度ブレ演算部４０１は、像面７０において像ブレを算出する位置を、カメラボディ２ＡのＣＰＵ２１から通知された位置に定めて像ブレを算出する。

並進ブレ演算部４０２は、例えば像面７０の中心において像ブレを算出する。

ブレ補正光学系目標位置演算部４０３は、角度ブレ演算部４０１で算出さ

れた像ブレおよび並進ブレ演算部４０２で算出された像ブレを、Ｘ軸、Ｙ軸の各軸の方向の向きによって正負の符号をつけて足し合わせ演算を行う。そして、足し合わせ後のＸ軸方向およびＹ軸方向の像ブレに基づき、カメラボディ２ＡのＣＰＵ２１から通知された像面７０の位置における像ブレ量を算出する。

[0158] 以上説明した第４の実施の形態によれば、次の作用効果が得られる。

（１）ブレ補正装置は、交換レンズ３Ａによって像面７０に形成された被写体像を撮像する撮像素子２２と、像面７０における位置を決定するＣＰＵ２１と、ＣＰＵ２１により決定した位置の情報を交換レンズ３Ａへ送信するＣＰＵ２１と、を有するカメラボディ２Ａと、ブレ補正するブレ補正光学系３３と、カメラボディ２Ａから位置の情報を受信するブレ補正部４０と、カメラボディ２Ａから受信した位置と振れセンサ３９で検出した振れとに基づき像ブレΔｙ２を演算するブレ補正部４０と、像ブレΔｙ２を抑える向きにブレ補正光学系３３を移動するブレ補正駆動機構３７と、を有する交換レンズ３Ａとを備える。これにより、例えば、カメラボディ２ＡのＣＰＵ２１が決定した像面７０の中央以外の位置において、適切に像ブレを抑えることができる。とくに、交換レンズ３Ａの焦点距離ｆが短い場合（もしくは、撮像素子２２のサイズと焦点距離ｆとの関係で、画角が広くなる場合）に好適である。

[0159] （２）交換レンズ３Ａのブレ補正部４０は、振れセンサ３９の出力と、交換レンズ３Ａの焦点距離ｆとにより像ブレΔｙ２を演算する。これにより、像面７０の中央以外の位置において適切に像ブレΔｙ２を算出でき、この像ブレΔｙ２に基づいて適切に像ブレを抑えることができる。

[0160] （第５の実施の形態）

第５の実施の形態は、第４の実施の形態と同様に、図１０のカメラ１Ａを用いる。

第５の実施の形態による像ブレ補正は、専ら交換レンズ３Ａのブレ補正駆動機構３７を作動させて行うが、カメラボディ２ＡのＣＰＵ２１のブレ補正

部２１ａと交換レンズ３Ａのブレ補正部４０との双方が演算を行う点で、第４の実施の形態と相違する。

カメラ１Ａは、図１０に例示した一眼レフタイプでも、ミラー２４を備えないミラーレスタイプでもよい。

また、交換レンズ３Ａとカメラボディ２Ａとを一体にしたレンズ一体型のカメラとして構成してもよい。

[0161] ＜像ブレを算出する位置＞

カメラボディ２ＡのＣＰＵ２１は、例えば、第１の実施の形態における（１）から（４）のいずれかの方法によって、像面７０において主要被写体の像が存在する可能性が高い位置を定める。そして、ＣＰＵ２１は、像面７０の中心を第１位置とし、上記のように定めた位置を第２位置とする。

[0162] ＜カメラボディ側の演算＞

ＣＰＵ２１のブレ補正部２１ａは、像面７０の第１位置および第２位置における像ブレを算出する。

具体的には、角度ブレ演算部２０１により、振れセンサ３１の角速度センサからのＸ軸と平行な軸回り（Pitch方向）の検出信号を用いて、回転運動によるＹ軸方向の像ブレと、必要な場合にはＸ軸方向の像ブレとを算出する。また、角度ブレ演算部２０１により、振れセンサ３１の角速度センサからのＹ軸と平行な軸回り（Yaw方向）の検出信号を用いて、回転運動によるＸ軸方向の像ブレと、必要な場合にはＹ軸方向の像ブレとを算出する。

[0163] 像ブレを算出する位置が第１位置の場合、Ｙ軸方向における像ブレΔｙ１を表す数式は、第１の実施の形態で説明した通り、上式（２）である。

また、像ブレを算出する位置が第２位置で、像面７０の中心と異なる位置である場合、Ｙ軸方向における像ブレΔｙ２を表す数式は、第１の実施の形態で説明した通り、上式（１）である。

[0164] 第５の実施の形態において、ＣＰＵ２１のブレ補正部２１ａはさらに、第１位置における像ブレΔｙ１と、第２位置における像ブレΔｙ２との比ｇを次式（８）により算出する。

ｇ＝Δｙ２／Δｙ１　　……（８）

上記ｇを、補正係数ｇと称する。

ＣＰＵ２１は、上記補正係数ｇを示す情報を、交換レンズ３Ａのブレ補正部４０へ送信する。ＣＰＵ２１は、Δｙ２とΔｙ１との比を示す情報の代わりに、Δｙ２とΔｙ１との差を示す情報を交換レンズ３Ａのブレ補正部４０へ送信してもよい。

[0165] カメラボディ２ＡのＣＰＵ２１が、補正係数ｇを示す情報をブレ補正部４０へ伝えるタイミングは、例えば、ＣＰＵ２１が像面７０において像ブレを算出する第１位置および第２位置を定めた（新たに定める場合と、更新する場合とを含む）後、補正係数ｇを算出したときである。

ＣＰＵ２１は、カメラボディ２Ａおよび交換レンズ３Ａ間の定常的な通信に上記の補正係数ｇの情報を含めたり、カメラボディ２Ａから交換レンズ３Ａへ像ブレ補正の開始を指示する通信に上記の補正係数ｇの情報を含めたりするなどして、すみやかに補正係数ｇの情報をブレ補正部４０に通知する。

[0166] ＜交換レンズ側の演算＞

ブレ補正部４０の角度ブレ演算部４０１は、カメラボディ２Ａのブレ補正部２１ａの角度ブレ演算部２０１と同様に、角速度センサ３９ａによるＸ軸と平行な軸回り（Pitch方向）の検出信号を用いて、回転運動によるＹ軸方向の像ブレと、必要な場合にはＸ軸方向の像ブレとを算出する。また、角度ブレ演算部４０１は、角速度センサ３９ａによるＹ軸と平行な軸回り（Yaw方向）の検出信号を用いて、回転運動によるＸ軸方向の像ブレと、必要な場合にはＹ軸方向の像ブレとを算出する。

[0167] ＜像ブレを算出する位置＞

第５の実施の形態におけるブレ補正部４０は、カメラボディ２ＡのＣＰＵ２１が定める第１位置と同じ位置、本例では像面７０の中心における像ブレを算出する。像ブレを算出する位置が像面７０の中心であるので、Ｙ軸方向における像ブレΔｙ１を表す数式は、第１の実施の形態で説明した通り、上式（２）である。

角度ブレ演算部４０１は、Ｙ軸方向における像ブレΔｙ１に対し、カメラボディ２Ａから受信部により受信した情報に基づく補正係数ｇを掛けることにより、像面７０の第２位置のＹ軸方向における像ブレΔｙ２を算出する。

なお、カメラボディ２Ａから受信した情報がΔｙ２とΔｙ１との差を示す情報である場合、角度ブレ演算部４０１は、像ブレΔｙ１に受信した情報を足し合わせることにより、像ブレΔｙ２を算出する。

[0168] 並進ブレ演算部４０２は、加速度センサ３９ｂによるＸ軸方向の検出信号を用いて、並進運動によるＸ軸方向の像ブレを算出する。また、並進ブレ演算部４０２は、加速度センサ３９ｂによるＹ軸方向の検出信号を用いて、並進運動によるＹ軸方向の像ブレを算出する。

[0169] ブレ補正光学系目標位置演算部４０３は、角度ブレ演算部４０１によって算出されたＸ軸方向およびＹ軸方向の像ブレと、並進ブレ演算部４０２によって算出されたＸ軸方向およびＹ軸方向の像ブレとを足し合わせて、Ｘ軸方向およびＹ軸方向の像ブレを算出する。

[0170] また、ブレ補正光学系目標位置演算部４０３は、足し合わせ後のＸ軸方向およびＹ軸方向の像ブレと、撮影倍率（ズーム光学系３１の位置に基づいて算出する）と、カメラ１Ａから被写体８０までの距離（フォーカス光学系３２の位置に基づいて算出する）とに基づいて、像面７０の第２位置における像ブレ量を算出する。

[0171] ブレ補正光学系目標位置演算部４０３は、交換レンズ３Ａのブレ補正駆動機構３７を作動させて像ブレ補正を行うため、算出した像ブレ量を打ち消す向きにブレ補正光学系３３を移動させるためのブレ補正光学系３３の目標位置を演算する。

そして、ブレ補正光学系目標位置演算部４０３は、交換レンズ３Ａのブレ補正駆動機構３７に対して目標位置を示す信号を送出する。

[0172] なお、第５の実施の形態における像ブレ補正は、カメラ１ＡがPitch方向に回転した場合におけるＹ軸方向の補正と、カメラ１ＡがYaw方向に回転した場合におけるＸ軸方向の補正とを含む。

上式（１）および上式（２）は、カメラ１ＡがPitch方向に回転した場合におけるＹ軸方向の補正について、表したものである。これと同様の補正が、カメラ１ＡがYaw方向に回転した場合には、Ｘ軸方向に対して上述した補正と同様の補正が必要である。

カメラ１ＡがPitch方向に回転した場合におけるＹ軸方向の補正と、カメラ１ＡがYaw方向に回転した場合におけるＸ軸方向の補正とは、方向が異なる以外は同様であるので、Ｘ軸方向の補正の説明については省略する。

[0173] また、カメラ１ＡがPitch方向とYaw方向とに回転した場合には、両回転運動によるＸ軸、Ｙ軸に対する像ブレが同時に起こるので、両回転運動による像ブレを、Ｘ軸、Ｙ軸の各軸の方向にそれぞれ正負の符号をつけて足し合わせ演算を行う。そして、足し合わせ後の像ブレに基づき、Ｘ軸およびＹ軸方向においてそれぞれ補正する。

[0174] なお、第５の実施の形態において、第４の形態と同様に、並進ブレ演算部４０２によって算出される像ブレについては像面７０（撮像素子２２の撮像面）における位置が異なっても略一定として扱う。

第５の実施の形態の概要は、以下の通りである。

カメラボディ２Ａのブレ補正部２１ａの角度ブレ演算部２０１は、像面７０の第１位置（像面７０の中心）および第２位置において像ブレΔｙ１およびΔｙ２を算出する。

ブレ補正部２１ａは、第１位置における像ブレΔｙ１と、第２位置における像ブレΔｙ２との比である補正係数ｇを算出し、補正係数ｇを示す情報を、交換レンズ３Ａのブレ補正部４０へ送信する。

[0175] 交換レンズ３Ａのブレ補正部４０の角度ブレ演算部４０１は、像面７０の第１位置（像面７０の中心）において像ブレを算出する。角度ブレ演算部４０１はさらに、第１位置における像ブレに対し、カメラボディ２Ａから受信部により受信した情報に基づく補正係数ｇを掛けることにより、像面７０の第２位置における像ブレを算出する。

ブレ補正部４０の並進ブレ演算部４０２は、例えば第１位置において像ブ

レを算出する。

ブレ補正部４０のブレ補正光学系目標位置演算部４０３は、第２位置における像ブレおよび並進ブレ演算部４０２で算出された像ブレを、Ｘ軸、Ｙ軸の各軸の方向の向きによって正負の符号をつけて足し合わせ演算を行う。そして、足し合わせ後のＸ軸方向およびＹ軸方向の像ブレに基づき、像面７０の第２位置における像ブレ量を算出する。

[0176] 以上説明した第５の実施の形態によれば、次の作用効果が得られる。

（１）ブレ補正装置は、交換レンズ３Ａによって像面７０に形成された被写体像を撮像する撮像素子２２と、像面７０における位置を決定するＣＰＵ２１と、像面７０に予め定めた第１位置（像面７０の中心）およびＣＰＵ２１により決定した第２位置と振れセンサ３１で検出した振れとに基づき、第１位置（像面７０の中心）および第２位置における像ブレΔｙ１および像ブレΔｙ２を演算するブレ補正部２１ａと、像ブレΔｙ１および像ブレΔｙ２の比である補正係数ｇまたは差の情報を交換レンズ３Ａへ送信するＣＰＵ２１と、を有するカメラボディ２Ａと、ブレ補正するブレ補正光学系３３と、第１位置（像面７０の中心）と振れセンサ３９で検出した振れとに基づき撮像素子２２の第１位置（像面７０の中心）における像ブレΔｙ１を演算するブレ補正部４０と、カメラボディ２Ａから情報を受信するブレ補正部４０と、ブレ補正部４０で算出した像ブレΔｙ１を、受信した情報に基づいて補正し、補正後の像ブレを抑える向きにブレ補正光学系３３を移動するブレ補正駆動機構３７と、を有する交換レンズ３Ａとを備える。これにより、交換レンズ３Ａのブレ補正部４０は、例えば、カメラボディ２ＡのＣＰＵ２１が決定した第２位置において、適切に像ブレを抑えることができる。とくに、交換レンズ３Ａの焦点距離ｆが短い場合（もしくは、撮像素子２２のサイズと焦点距離ｆとの関係で、画角が広くなる場合）に好適である。

[0177] （２）カメラボディ２Ａのブレ補正部２１ａは、振れセンサ３１の出力と、交換レンズ３Ａの焦点距離ｆとにより像ブレΔｙ１および像ブレΔｙ２を演算し、交換レンズ３Ａのブレ補正部４０は、振れセンサ３９の出力と、焦点

距離ｆとにより像ブレΔｙ１を演算する。これにより、交換レンズ３Ａのブレ補正部４０は、像面７０の中央以外の第２位置における像ブレΔｙ２を適切に算出でき、この像ブレΔｙ２に基づいて適切に像ブレを抑えることができる。

[0178] 第５の実施の形態と上述した第３の実施の形態の変形例４とを組み合わせてもよい。像ブレ補正を、カメラボディ２Ａのブレ補正駆動機構２６と交換レンズ３Ａのブレ補正駆動機構３７との双方を作動させて行う点は、第３の実施の形態の変形例４と共通する。また、カメラボディ２ＡのＣＰＵ２１のブレ補正部２１ａと、交換レンズ３Ａのブレ補正部４０との双方が演算を行う点は、第５の実施の形態と共通する。

[0179] 例えば、カメラボディ２ＡのＣＰＵ２１は、交換レンズ３Ａのブレ補正部４０へ、（ａ）像面７０において像ブレを算出する第１位置の情報と、（ｂ）交換レンズ３Ａによる像ブレ補正とカメラボディ２Ａによる像ブレ補正との分担比率を示す情報とを送信する。

交換レンズ３Ａのブレ補正部４０は、像面７０の第１位置における像ブレを演算した上で、上式（６）により、交換レンズ３Ａで分担する像ブレＶ（Ｌ）を求める。

一方、カメラボディ２Ａのブレ補正部２１ａは、像面７０の第１位置における角度ブレと像面７０の第２位置における像ブレを演算した上で、上式（７）により、カメラボディ２Ａで分担する像ブレＶ（Ｂ）を求める。

[0180] 交換レンズ３Ａのブレ補正部４０は、算出した像ブレＶ（Ｌ）と、並進ブレ演算部４０２で算出した像ブレとに基づいてブレ補正光学系３３の目標位置を演算することにより、交換レンズ３Ａのブレ補正駆動機構３７を作動させて像ブレ補正を行う。

また、カメラボディ２Ａのブレ補正部２１ａは、算出した像ブレ（Ｂ）と、並進ブレ演算部２０２で算出した像ブレとに基づいて撮像素子２２の目標位置を演算することにより、カメラボディ２Ａのブレ補正駆動機構２６を作動させて行う像ブレ補正を行う。

[0181] 上述した各実施の形態や、その変形例では、ブレを止めたい位置における像ブレを補正する。そのため、像面７０においてＣＰＵ２１が定めた位置の像ブレを抑える一方で、像面７０の他の位置では像ブレが残る場合も想定される。このような場合には、画像処理による画像復元と組み合わせてもよい。ＣＰＵ２１は、信号処理回路２７に指示を送り、信号処理回路２７によって生成された画像データのうち、上記他の位置に相当するデータに対し、例えばエッジ強調処理を強くかけるなどして像ブレを目立たなくする画像復元処理を実行させる。

[0182] 次の優先権基礎出願の開示内容は引用文としてここに組み込まれる。

日本国特許出願２０１７年第７２５８９号（２０１７年３月３１日出願）

符号の説明

[0183] １、１Ａ…カメラ

２、２Ａ…カメラボディ

３、３Ａ…交換レンズ

２１…ＣＰＵ

２１ａ、４０…ブレ補正部

２２…撮像素子

２６，３７…ブレ補正駆動機構

３１，３９…振れセンサ

３３…ブレ補正光学系

７０…像面

８０…被写体

請求の範囲

[請求項1] 撮像光学系または前記撮像光学系により結像される被写体像を撮像する撮像素子の少なくとも一方のブレ量が入力される入力部と、

前記撮像光学系または前記撮像素子の少なくとも一方のブレの方向と交差する方向における、前記被写体像のブレを補正するための補正量を前記ブレ量に基づいて算出する算出部と、を備えるブレ補正装置。

[請求項2] 前記算出部は、前記ブレの方向と交差する方向における、前記被写体像の光軸外でのブレを補正するための軸外補正量を、前記ブレ量に基づいて算出する、請求項１に記載のブレ補正装置。

[請求項3] 前記算出部は、前記補正量の算出に、前記光軸外の位置の前記光軸からの距離、前記撮像光学系の焦点距離、被写体の被写体距離の少なくとも一つを用いる、請求項２に記載のブレ補正装置。

[請求項4] 前記光軸外の位置は、主要被写体の位置、ブレの大きさ、光軸からの距離、前記ブレ補正装置と被写体との距離、の少なくとも一つに基づいて設定される、請求項２または３に記載のブレ補正装置。

[請求項5] 前記光軸外の位置は、複数の候補位置の中の１つである、請求項２から４のいずれか一項に記載のブレ補正装置。

[請求項6] 前記光軸外の位置は、複数の候補位置に基づいて算出された１つの代表位置である、請求項２から４のいずれか一項に記載のブレ補正装置。

[請求項7] 前記光軸外の位置は、コントラスト、形状、輝度、大きさ、の少なくとも一つを考慮して設定される、請求項２から６のいずれか一項に記載のブレ補正装置。

[請求項8] 前記光軸外の位置は、撮影条件を決めるために用いた位置、合焦状態の検出に用いた位置、露出条件を決めるために用いた位置の少なくとも一つに基づいて設定される、請求項２から７のいずれか一項に記載のブレ補正装置。

[請求項9] 前記算出部は、前記被写体像の光軸上の位置における軸上補正量と前記光軸外の位置とに基づいて前記軸外補正量を算出する、請求項２から８のいずれか一項に記載のブレ補正装置。

[請求項10] 前記入力部は、前記ブレ量として前記被写体像の光軸上の位置における軸上ブレ量を入力し、

前記算出部は、前記軸上ブレ量と前記光軸外の位置とに基づいて前記軸外補正量を算出する、請求項２から８のいずれか一項に記載のブレ補正装置。

[請求項11] 前記算出部は、前記被写体像の光軸上の位置における軸上補正量と前記軸外補正量とを算出し、

前記軸上補正量と前記軸外補正量とを出力する出力部を備える、請求項２から１０のいずれか一項に記載のブレ補正装置。

[請求項12] 前記撮像光学系または前記撮像素子の少なくとも一方のブレ量を検出する検出部を備える、請求項１から１１のいずれか一項に記載のブレ補正装置。

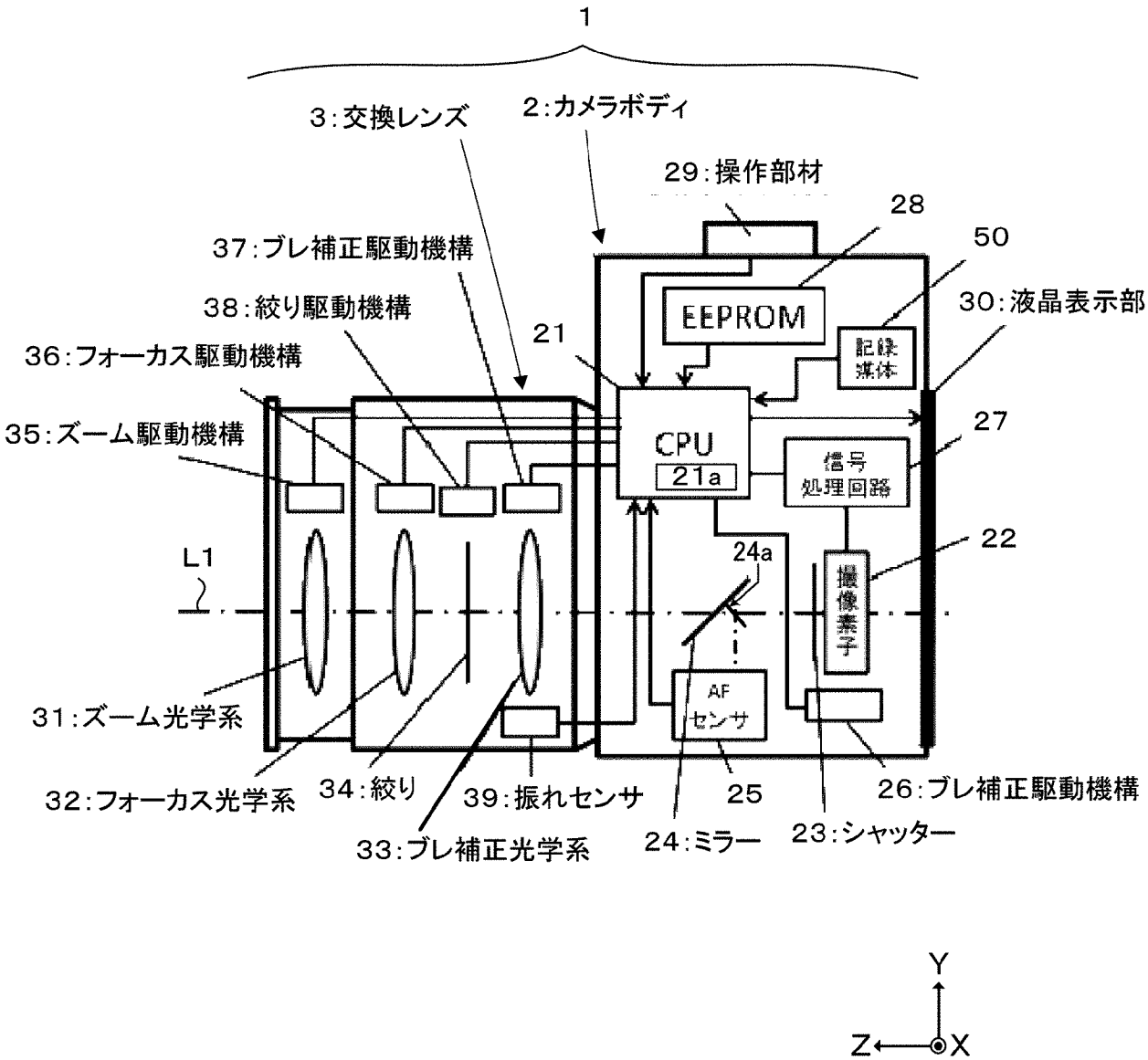
[請求項13] 前記算出部により算出された補正量に基づいて、前記撮像光学系の少なくとも一部または前記撮像素子を駆動させる駆動部を備える、請求項１から１２のいずれか一項に記載のブレ補正装置。

[請求項14] 請求項１から１３のいずれか一項に記載のブレ補正装置を備える交換レンズ。

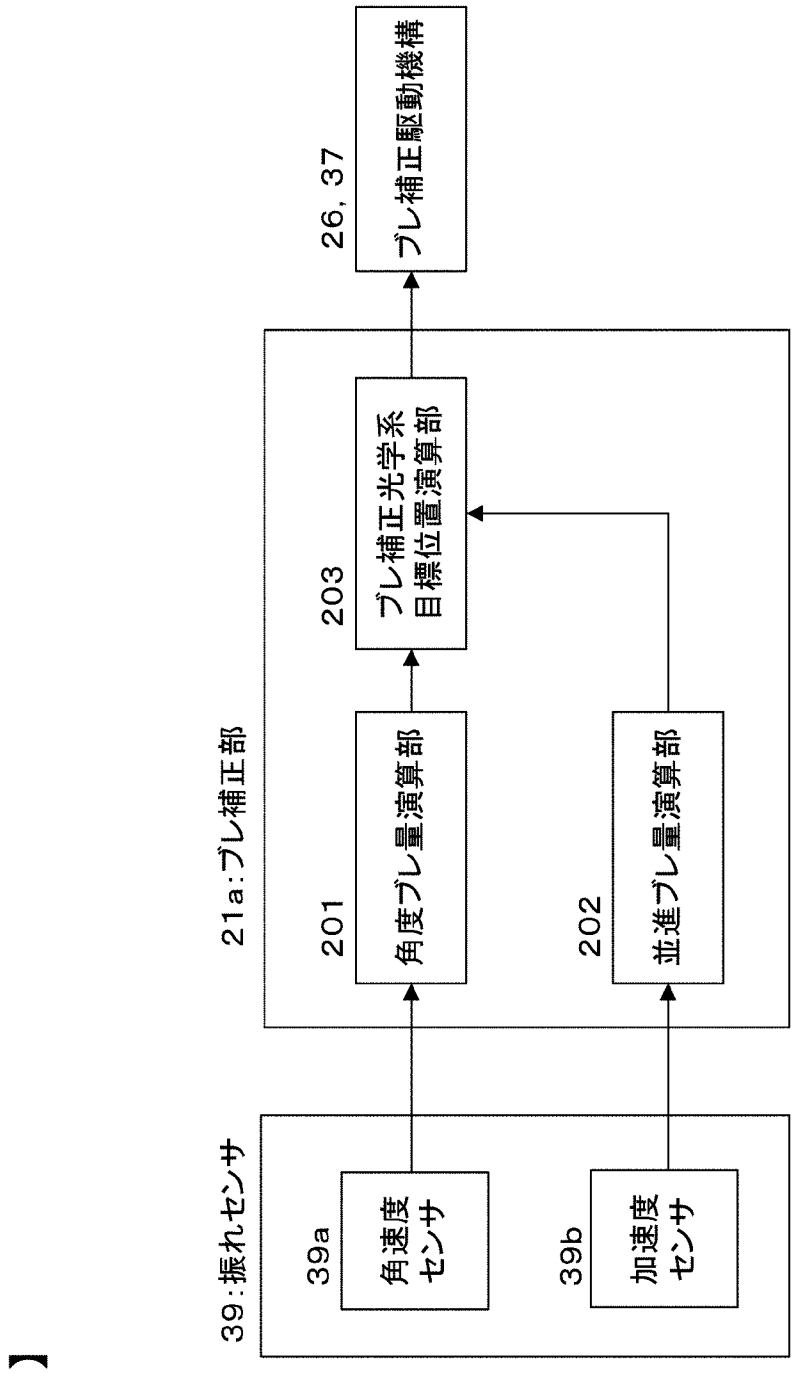
[請求項15] 請求項１から１３のいずれか一項に記載のブレ補正装置を備える撮像装置。

[図1]

【図1】

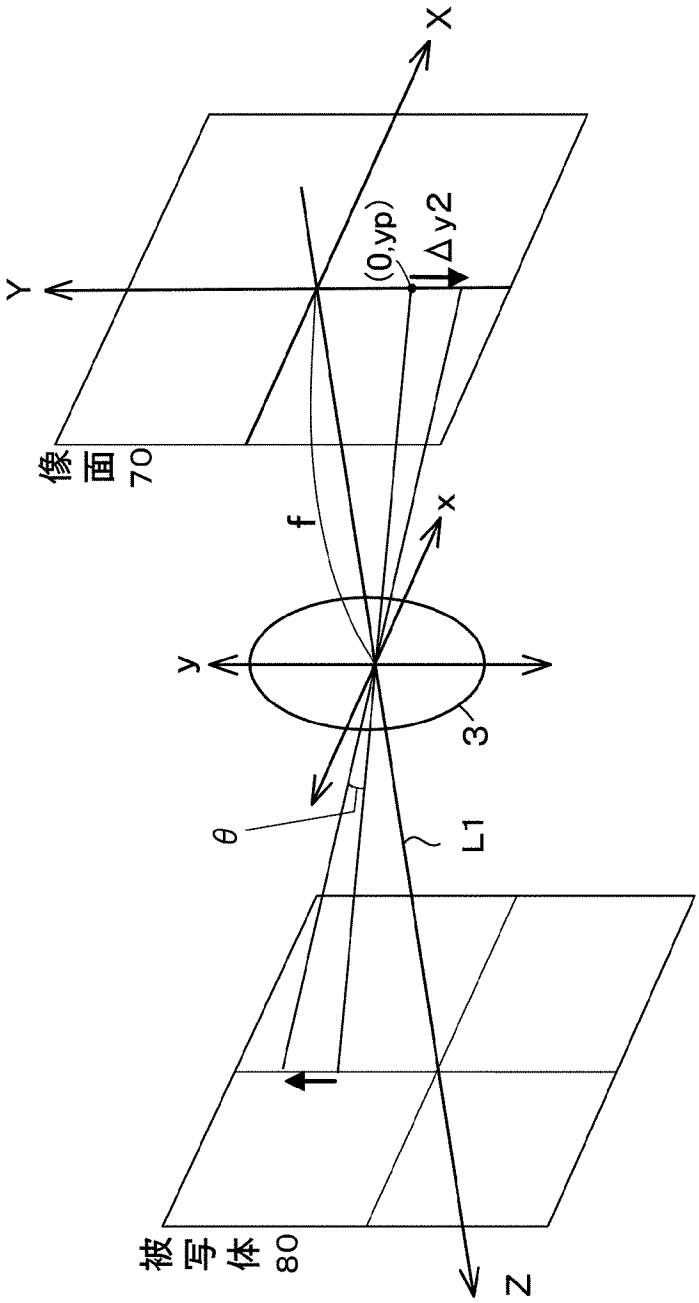

1
3:交換レンズ
2:カメラボディ
29:操作部材
28
50
37:ブレ補正駆動機構
38:絞り駆動機構
EEPROM
30:液晶表示部
21
36:フォーカス駆動機構
記録媒体
35:ズーム駆動機構
CPU
21a
27
信号処理回路
22
L1
24a
撮像素子
AF センサ
31:ズーム光学系
32:フォーカス光学系
34:絞り
39:振れセンサ
25
26:ブレ補正駆動機構
33:ブレ補正光学系
24:ミラー
23:シャッター
Y
Z
X

[図2]


39:振れセンサ
39a
角速度センサ
39b
加速度センサ
21a:ブレ補正部
201
角度ブレ量演算部
202
並進ブレ量演算部
203
ブレ補正光学系目標位置演算部
26, 37
ブレ補正駆動機構

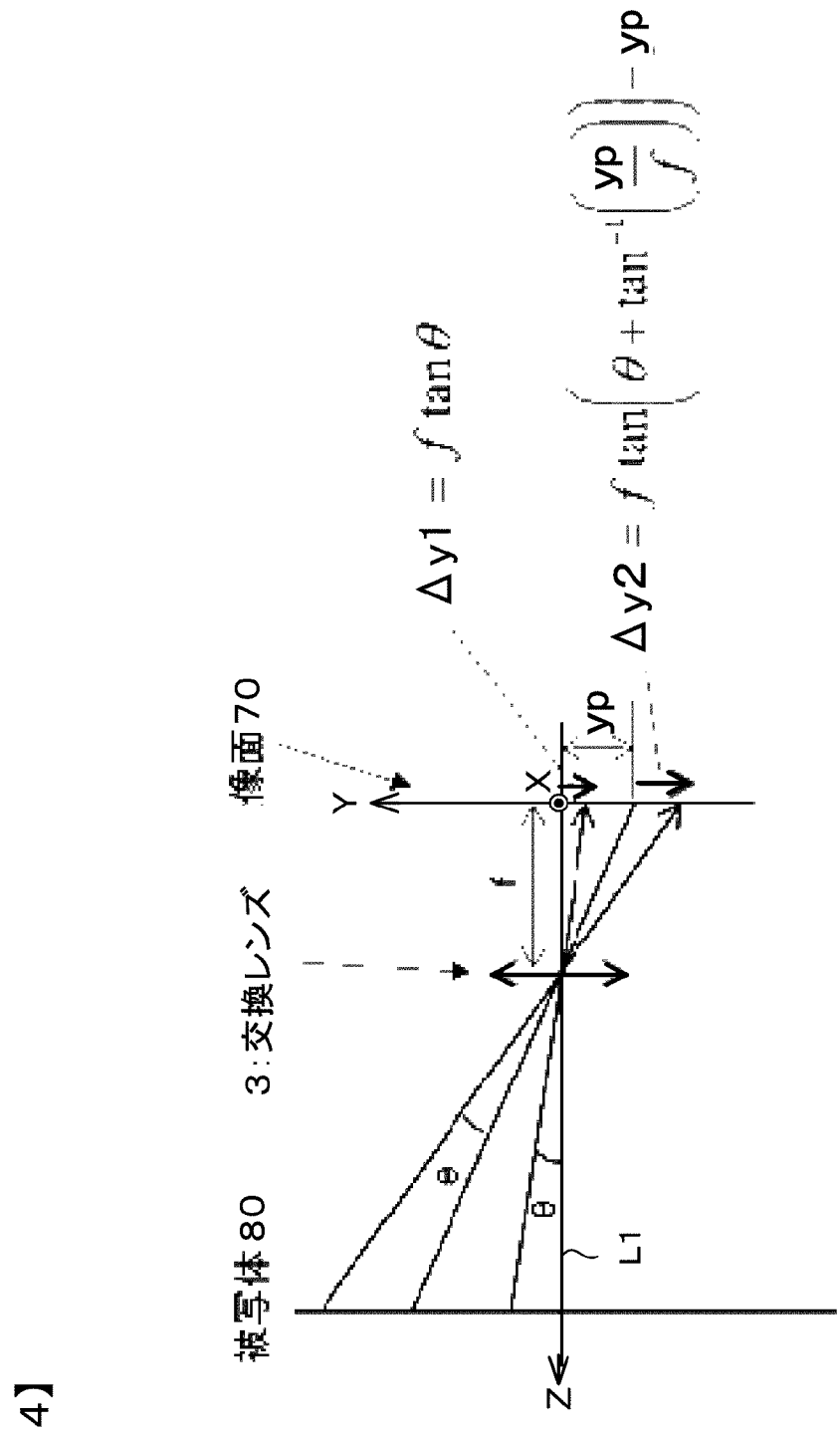
【図2】

[図3]



【図3】

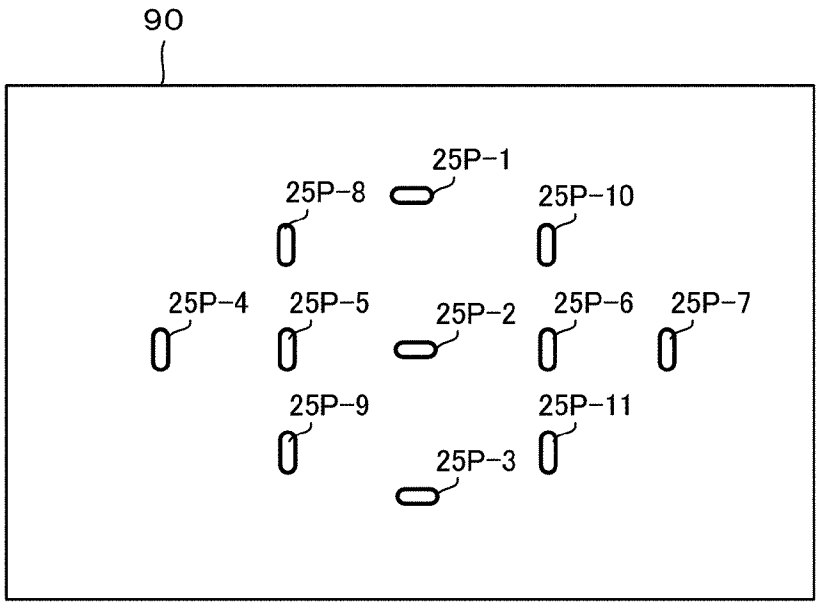
[図4]


被写体80
3:交換レンズ
像面70
Y
X
Z
f
yp
L1
θ
θ
$\Delta y1 = f\tan\theta$
$\Delta y2 = f\tan\left(\theta + \tan^{-1}\left(\frac{yp}{f}\right)\right) - yp$

【図4】

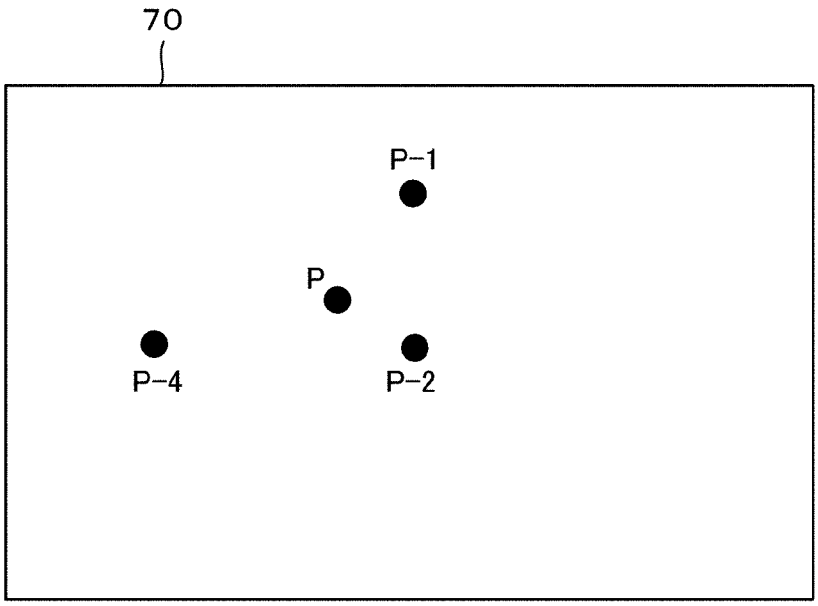
[図5]

【図5】



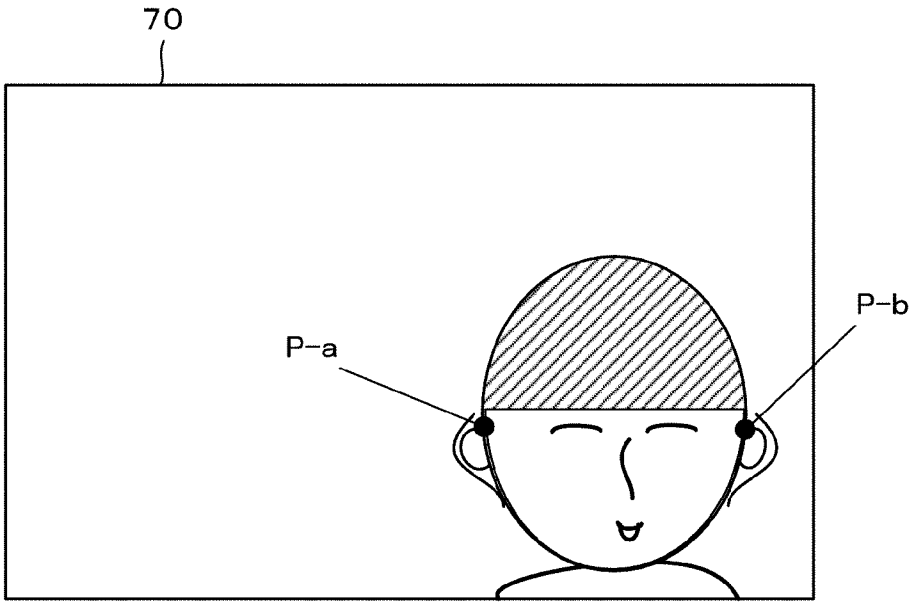
[図6]

【図6】

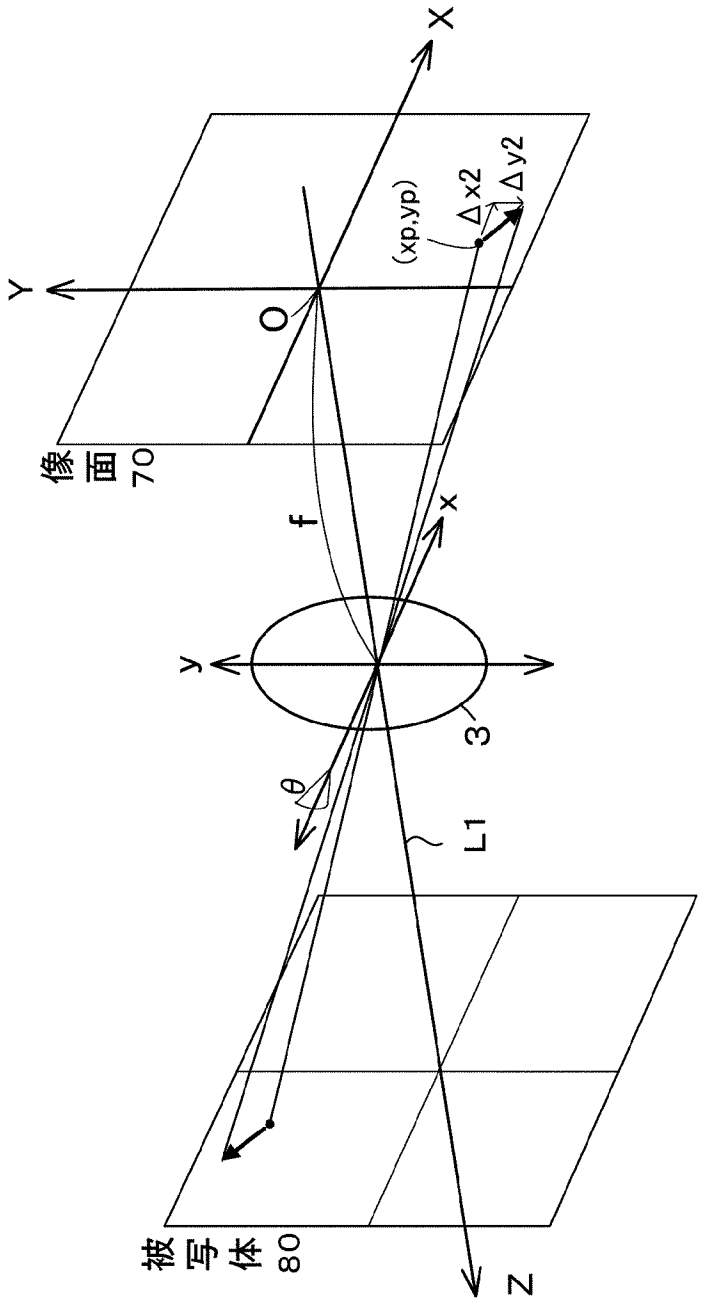


[図7]

【図7】

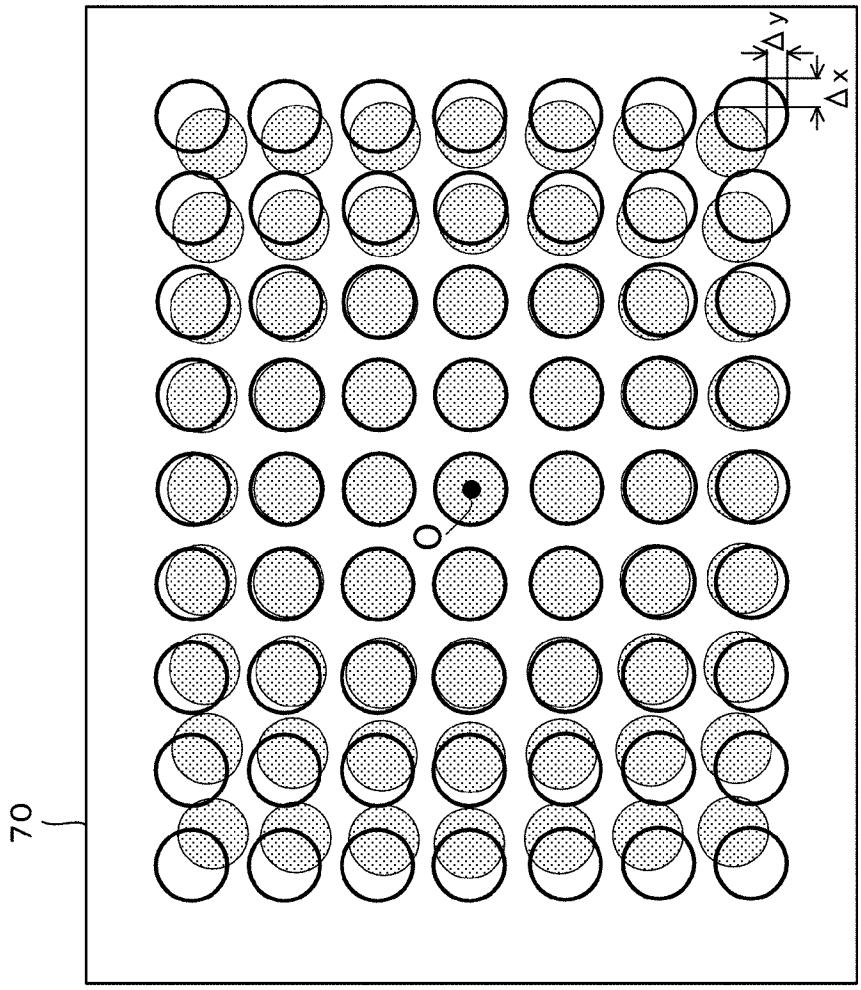


[図8]



【図8】

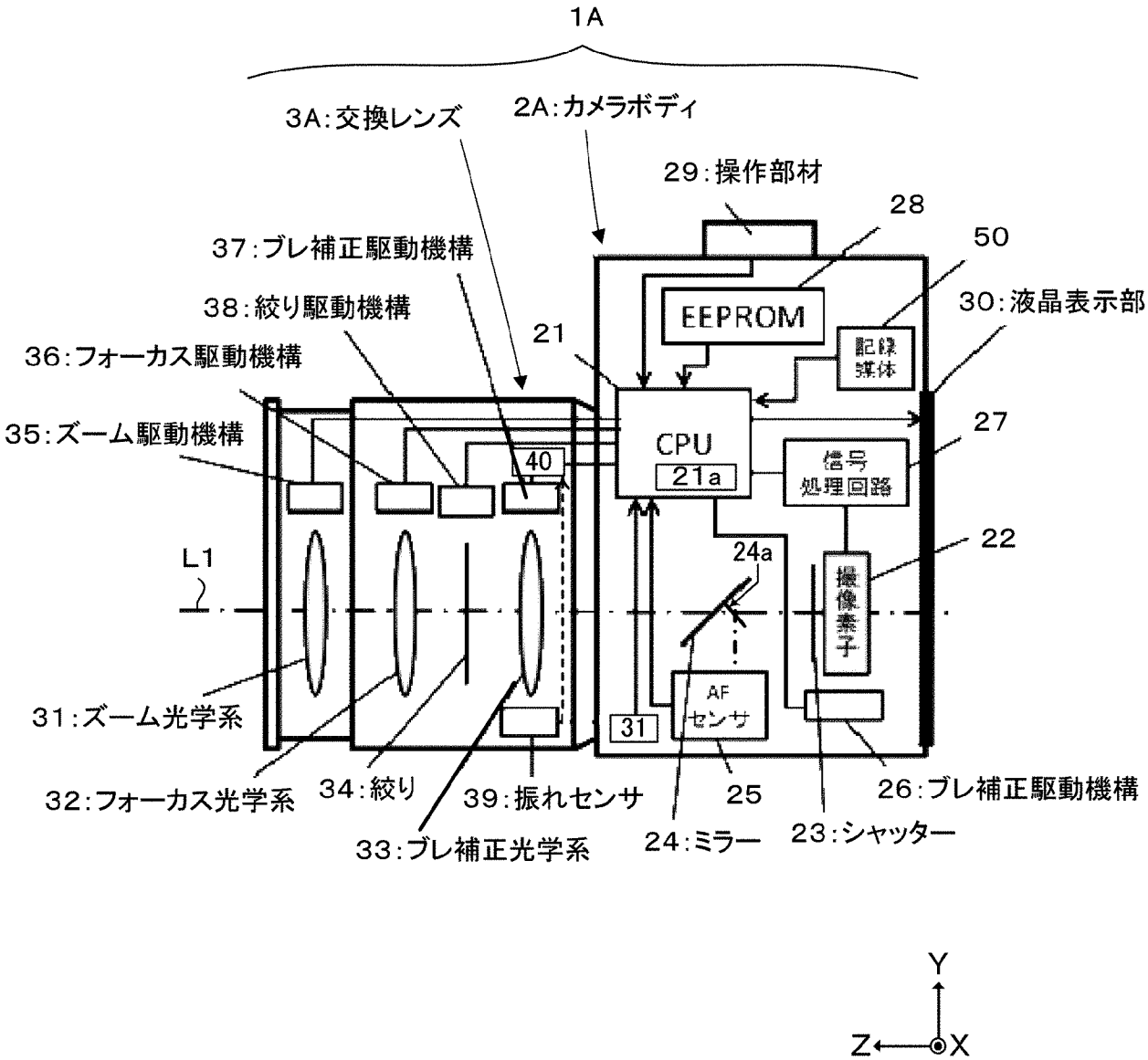
[図9]



【図9】

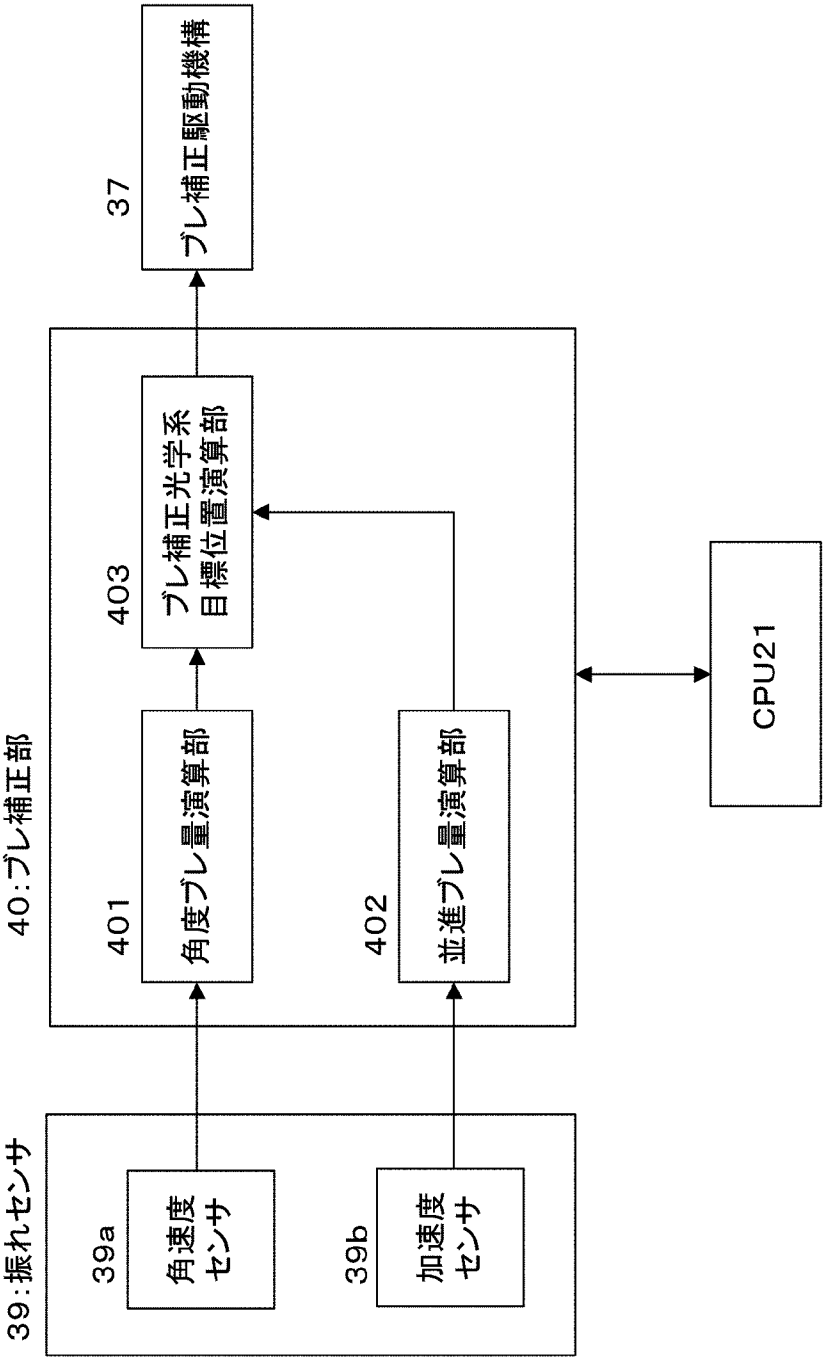
[図10]

【図10】


1A
3A:交換レンズ
2A:カメラボディ
29:操作部材
28
50
37:ブレ補正駆動機構
38:絞り駆動機構
EEPROM
30:液晶表示部
21
36:フォーカス駆動機構
記録媒体
35:ズーム駆動機構
CPU
21a
27
40
信号処理回路
22
L1
24a
撮像素子
AF センサ
31
31:ズーム光学系
32:フォーカス光学系
34:絞り
39:振れセンサ
25
26:ブレ補正駆動機構
33:ブレ補正光学系
24:ミラー
23:シャッター
Y
Z
X

[図11]

【図11】


39:振れセンサ
39a
角速度センサ
39b
加速度センサ
40:ブレ補正部
401
角度ブレ量演算部
402
並進ブレ量演算部
403
ブレ補正光学系目標位置演算部
37
ブレ補正駆動機構
CPU21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/011474

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G03B5/00(2006.01)i, G03B15/00(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)
Int.Cl. G03B5/00, G03B15/00, H04N5/232

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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.
Y	WO 2014/156731 A1 (SONY CORP.) 02 October 2014, paragraphs [0025]-[0034], [0053]-[0071], [0108]-[0147], fig. 1-8, 17 & US 2016/0057352 A1, paragraphs [0027]-[0060], [0073]-[0088], [0123]-[0148], fig. 1-8, 17 & EP 2981062 A1 & CN 105191283 A & KR 10-2015-0135771 A & TW 201448594 A	1-15
Y	JP 2008-281925 A (OLYMPUS IMAGING CORP.) 20 November 2008, paragraph [0026], fig. 4 (Family: none)	1-15

☒ 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 12 June 2018 (12.06.2018)	Date of mailing of the international search report 26 June 2018 (26.06.2018)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/011474

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-197366 A (NIKON CORP.) 28 August 2008, paragraphs [0012]-[0013], fig. 1-2 (Family: none)	1-15
Y	JP 2007-235806 A (SEIKO EPSON CORP.) 13 September 2007, paragraphs [0020]-[0022], [0030]-[0031], fig. 1-2, 4 (Family: none)	9-15
A	JP 2017-55229 A (CANON INC.) 16 March 2017, entire text, all drawings (Family: none)	1-15

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０１１４７４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G03B5/00(2006.01)i, G03B15/00(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G03B5/00, G03B15/00, 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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８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
Ｙ	WO 2014/156731 A1（ソニー株式会社）2014.10.02, 【００２５】－【００３４】、【００５３】－【００７１】、【０１０８】－【０１４７】、図１－８、１７ & US 2016/0057352 A1【００２７】－【００６０】、【００７３】－【００８８】、【０１２３】－【０１４８】、図１－８、１７ & EP 2981062 A1 & CN 105191283 A & KR 10-2015-0135771 A & TW 201448594 A	１－１５
Ｙ	JP 2008-281925 A（オリンパスイメージング株式会社）2008.11.20, 【００２６】、図４（ファミリーなし）	１－１５

☑　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	国際調査報告の発送日
１２．０６．２０１８	２６．０６．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｖ　４０８０
高橋　雅明
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
Ｙ	JP 2008-197366 A（株式会社ニコン）2008.08.28, 【００１２】－【００１３】、図１－２（ファミリーなし）	１－１５
Ｙ	JP 2007-235806 A（セイコーエプソン株式会社）2007.09.13, 【００２０】－【００２２】、【００３０】－【００３１】、図１－２、４（ファミリーなし）	９－１５
Ａ	JP 2017-55229 A（キヤノン株式会社）2017.03.16, 全文、全図（ファミリーなし）	１－１５