

(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)



(10) 国際公開番号

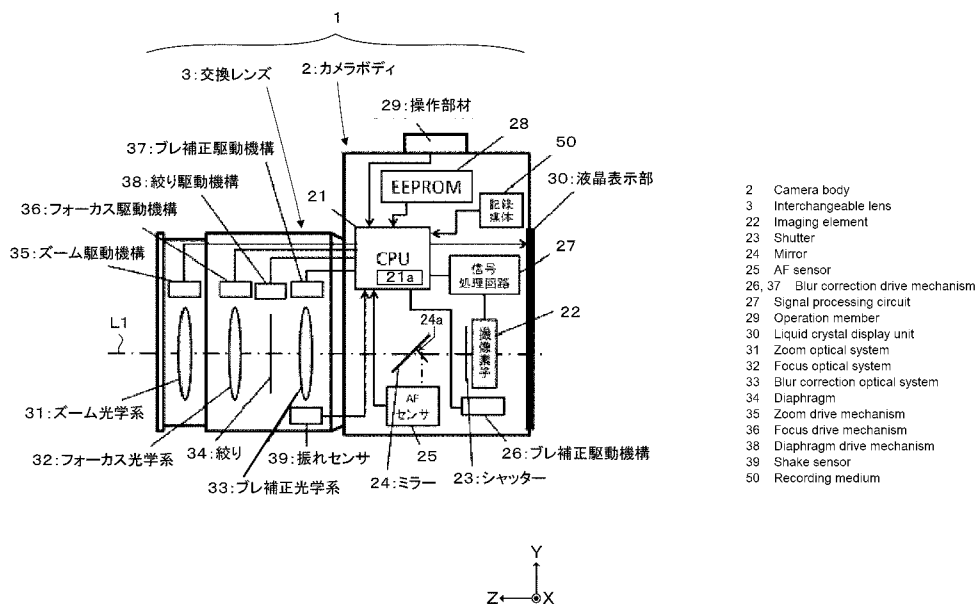
WO 2018/180909 A1

- (51) 国際特許分類:
G03B 5/00 (2006.01) H04N 5/225 (2006.01)
G03B 17/14 (2006.01) H04N 5/232 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/011477
- (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 2017-072590 2017年3月31日(31.03.2017) JP
- (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: 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). 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). 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).
- (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,

(54) Title: INTERCHANGEABLE LENS AND CAMERA BODY

(54) 発明の名称: 交換レンズおよびカメラボディ

【図1】



(57) Abstract: An interchangeable lens is attachable to and detachable from a camera body provided with an imaging element for capturing a subject image, and is provided with: an imaging optical system which forms the subject image on an image surface; an input unit to which a blur amount detected by the interchangeable lens and/or the camera body is inputted; a reception unit which receives information that is used for calculating an off-axis correction amount for correcting blur outside an optical axis on the image surface; and a drive unit which, on the basis of at least the information



BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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))

and the blur amount, drives a movable portion that is at least part of the imaging optical system within a plane orthogonal to the optical axis.

(57) 要約: 被写体像を撮像する撮像素子を備えるカメラボディに着脱可能な交換レンズは、前記被写体像を像面に結像させる撮像光学系と、前記交換レンズまたは前記カメラボディの少なくとも一方で検出されたブレ量が入力される入力部と、前記像面における光軸外でのブレを補正するための軸外補正量を算出するために用いる情報を受信する受信部と、少なくとも前記情報と前記ブレ量とに基づいて、前記撮像光学系の少なくとも一部の可動部を光軸と直交する面内において駆動する駆動部と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 交換レンズおよびカメラボディ

技術分野

[0001] 本発明は、交換レンズおよびカメラボディに関する。

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、被写体像を撮像する撮像素子を備えるカメラボディに着脱可能な交換レンズは、前記被写体像を像面に結像させる撮像光学系と、前記交換レンズまたは前記カメラボディの少なくとも一方で検出されたブレ量が入力される入力部と、前記像面における光軸外でのブレを補正するための軸外補正量を算出するために用いる情報を受信する受信部と、少なくとも前記情報と前記ブレ量とに基づいて、前記撮像光学系の少なくとも一部の可動部を光軸と直交する面内において駆動する駆動部と、を備える。

本発明の第2の態様によると、撮像光学系を着脱可能なカメラボディは、前記撮像光学系により像面に結像される被写体像を撮像する撮像素子と、前記像面における光軸外でのブレを補正するための軸外補正量を算出するために用いられる情報を前記撮像光学系に送信する送信部と、を備える。

本発明の第3の態様によると、撮像光学系を着脱可能なカメラボディは、前記撮像光学系により像面に結像される被写体像を撮像する撮像素子と、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量が入力される入

力部と、前記像面における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算出部と、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 とが電氣的に接続され、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 CPU 21 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。CPU 21 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 CPU 21 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 CPU 21 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 CPU 21 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 CPU 21 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。CPU 21 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 CPU 21 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 CPU 21 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、CPU 21 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] CPU 21 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。CPU 21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。CPU 21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。

リリース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、リリースボタン、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、CPU 21 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 37 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、CPU 21 が、いずれか一方のブレ補正駆動機構を作動させる。CPU 21 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 $(0, y_p - \Delta y_2)$ である。図 4 は、図 3 の像ブレ Δy_2 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 Δy_2 を数式で表すと、次式 (1) となる。

$$\Delta y_2 = f \times \tan(\theta + \tan^{-1}(y_p / f)) - y_p \quad \cdots (1)$$

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 Δy_1 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 $(0, -\Delta y_1)$ である。

[0042] 像ブレ Δy_1 を数式で表すと、次式 (2) となる。

$$\Delta y_1 = f \times \tan \theta \quad \cdots (2)$$

上式 (1) および (2) によれば、焦点距離 f が y_p 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、 $\Delta y_1 \div \Delta y_2$ 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 y_p に比べて十分に大きいといえない場合は、 $\Delta y_1 < \Delta y_2$ 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、 Δy_2 と Δy_1 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。 Δy_2 と Δy_1 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 CPU 21 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、CPU 21 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。

CPU 21 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。CPU 21 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。CPU 21 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、1

1 より多くても少なくても構わない。

[0046] CPU 21 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、CPU 21 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 CPU 21 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 CPU 21 が選んでもよい。CPU 21 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、CPU 21 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。CPU 21 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、CPU 21 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 60 fps）で取得されるモニタ用画像である。CPU 21 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。CPU 21 は、ライブビュー

一画像を液晶表示部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、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、CPU 21 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、CPU 21 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 25 P-1 に対応する位置 P-1 と、フォーカスエリア 25 P-2 に対応する位置 P-2 と、フォーカスエリア 25 P-4 に対応する位置 P-4 との 3 点が候補である。

[0060] CPU 21 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、CPU 21 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 L 1 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 21 a と、像面 70 における位置を決める CPU 21 とを備える。ブレ補正部 21 a は、CPU 21 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 Δy_2 を演算する。これにより、CPU 21 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、画角が広がる場合）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 21 a 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 21 a 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、CPU 21 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、CPU 21 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、CPU 21 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、CPU 21 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、CPU 21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、CPU 21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、CPU 21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、CPU 21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CPU 21を備え、CPU 21により上記決定位置が決められた後にCPU 21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、CPU 21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、CPU 21 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。CPU 21 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] CPU 21 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、 $(xp+\Delta x2, yp-\Delta y2)$ となる。

[0090] Y軸方向における像ブレ $\Delta y2$ 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 $\Delta x2$ を数式で表すと、次式(3)となる。

$$\Delta \times 2 = f \times x_p / [(f^2 + y_p^2)^{1/2} \times \cos(\theta + \tan^{-1}(y_p/f))] - x_p \quad \dots (3)$$

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 y_p 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、 $\Delta \times 2 \div 0$ 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 y_p に比べて十分に大きいといえない場合は、上式（3）による $\Delta \times 2 \neq 0$ 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 $\Delta \times 2$ 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 $\Delta \times 2$ 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20

3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 y_p 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 x_p 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 CPU 21 を備える。ブレ補正部 21a は、CPU 21 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、CPU 21 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くと、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 2 A 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 3 A がカメラボディ 2 A に装着された場合には、カメラボディ 2 A 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 1 A の要部構成を示す図である。カメラ 1 A は、カメラボディ 2 A と交換レンズ 3 A とで構成される。交換レンズ 3 A は、不図示のマウント部を介してカメラボディ 2 A に装着される。交換レンズ 3 A がカメラボディ 2 A に装着されると、カメラボディ 2 A と交換レンズ 3 A とが電氣的に接続され、カメラボディ 2 A と交換レンズ 3 A との間で通信が可能になる。カメラボディ 2 A と交換レンズ 3 A 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 3 A 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 39 a 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 39 a 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 39 b 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 39 b 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とを一体化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 2 A 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 2 A の CPU 21 において決定された分担比率に基づいて、交換レンズ 3 A による像ブレ補正とカメラボディ 2 A 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>

CPU 21 は、交換レンズ 3 A 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 2 A のブレ補正部 21 a 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 3 A の角度ブレ演算部 401 は、像面 70 の中心位置の像ブレと、CPU 21 により決定された交換レンズ 3 A 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 2 A の角度ブレ演算部 201 は、CPU 21 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、CPU 21 により決定されたカメラボディ 2 A の分担比率とに基づいて、ブレ補正量 (B) を算出する。

CPU 21 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 Δy_1 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 Δy_2 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>

CPU 21 は、交換レンズ 3 A による像ブレ補正と、カメラボディ 2 A による像ブレ補正との分担比率を定める。本例の CPU 21 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 : 6

0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。

$$\begin{aligned} V(L) &= \Delta y_1 / 2 \\ &= f \times \tan \theta / 2 \end{aligned} \quad \dots (4)$$

ただし、 Δy_1 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。

$$\begin{aligned} V(B) &= \Delta y_1 / 2 + d \\ &= f \times \tan \theta / 2 + d \end{aligned} \quad \dots (5)$$

ただし、 $d = \Delta y_2 - \Delta y_1$ とする。 Δy_2 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 3 A のブレ補正光学系目標位置演算部 4 0 3 はさらに、交換レンズ 3 A のブレ補正駆動機構 3 7 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 2 A のブレ補正光学系目標位置演算部 2 0 3 はさらに、カメラボディ 2 A のブレ補正駆動機構 2 6 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 3 A による像ブレ補正によって、角度ブレ演算部 4 0 1 が像面 7 0 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 2 A による像ブレ補正によって、角度ブレ演算部 2 0 1 が像面 7 0 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 1 A 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 A 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 1 A 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 1 A 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 A 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 A 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 1 A 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 2 0 2、並進ブレ演算部 4 0 2 によって算出される像ブレについては像面 7 0 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 Δy_1 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 Δy_2 と、上記 Δy_1 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21b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 Δy_1 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 Δy_1 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 Δy_2 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 Δy_1 を演算する。ブレ補正部21bはさらに、像ブレ Δy_2 および像ブレ Δy_1 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4

0は、ブレ補正駆動機構37に像ブレ Δy_1 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 Δy_1 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 Δy_2 と、像面70の中心における像ブレ Δy_1 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 Δy_1 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 Δy_2 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。

$$V(L) = \Delta y_{2a} / 2 \quad \dots (6)$$

ただし、 Δy_{2a} 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。

$$V(B) = \Delta y_{2a} / 2 + d_2 \quad \dots (7)$$

ただし、 $d_2 = \Delta y_{2b} - \Delta y_{2a}$ とする。 Δy_{2b} 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 Δy_{2a} 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、 $V(L) + d_2$ とする。 d_2 は、像面70の第2位置における像ブレ Δy_{2b} と、上記 Δy_{2a} 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 Δy_{2a} 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 Δy_{2a} 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 Δy_{2a} 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 Δy_{2b} とを演算する。ブレ補正部21bはさらに、像ブレ Δy_{2a} および像ブレ Δy_{2b} の差 d_2 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、 $V(L) + d_2$ 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、画角が広がる場合）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 Δy_{2a} 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 Δy_{2a} の残り 50% と、上記の差 d_2 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、CPU 21 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_2 とする。 d_2 は、像面 70 の中心とは異なる第 1 位置における像ブレ Δy_{2a} と、像面 70 の中心とは異なる第 2 位置における像ブレ Δy_{2b} 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 y_p 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 x_p 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とを一体化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 2 A から交換レンズ 3 A 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 4 0 に通知する。

[0153] ブレ補正部 4 0 の角度ブレ演算部 4 0 1 は、CPU 2 1 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 7 0 の中心である場合、Y 軸方向における像ブレ Δy_1 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 7 0 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 Δy_2 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 1 A 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 A 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 1 A 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 1 A 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 1 A 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 A 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 1 A 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 4 0 2 によって算出される像ブレについては像面 7 0 (撮像素子 2 2 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 Δy_2 を演算するブレ補正部40と、像ブレ Δy_2 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 3 A の焦点距離 f とにより像ブレ Δy_2 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 Δy_2 を算出でき、この像ブレ Δy_2 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 1 A 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 3 A 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 2 A の CPU 21 のブレ補正部 21 a と交換レンズ 3 A 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 1 A 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 3 A とカメラボディ 2 A とを一体化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 2 A の CPU 21 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、CPU 21 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>

CPU 21 のブレ補正部 21 a 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 Δy_1 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 Δy_2 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 Δy_1 と、第2位置における像ブレ Δy_2 との比 g を次式(8)により算出する。

$$g = \Delta y_2 / \Delta y_1 \quad \dots\dots (8)$$

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、 Δy_2 と Δy_1 との比を示す情報の代わりに、 Δy_2 と Δy_1 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 Δy_1 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 Δy_1 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 Δy_2 を算出する。

なお、カメラボディ2Aから受信した情報が Δy_2 と Δy_1 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 Δy_1 に受信した情報を足し合わせることで、像ブレ Δy_2 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 3 7 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 3 3 を移動させるためのブレ補正光学系 3 3 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 4 0 3 は、交換レンズ 3 A のブレ補正駆動機構 3 7 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 1 A 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 A 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 1 A 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 1 A 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 1 A 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 A 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 1 A 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 4 0 2 によって算出される像ブレについては像面 7 0 (撮像素子 2 2 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 2 A のブレ補正部 2 1 a の角度ブレ演算部 2 0 1 は、像面 7 0 の第 1 位置 (像面 7 0 の中心) および第 2 位置において像ブレ Δy_1 および Δy_2 を算出する。

ブレ補正部 2 1 a は、第 1 位置における像ブレ Δy_1 と、第 2 位置におけ

る像ブレ Δy_2 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 Δy_1 および像ブレ Δy_2 を演算するブレ補正部21aと、像ブレ Δy_1 および像ブレ Δy_2 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 Δy_1 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 Δy_1 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 CPU 21 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 Δy_1 および像ブレ Δy_2 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 Δy_1 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 Δy_2 を適切に算出でき、この像ブレ Δy_2 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 CPU 21 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 CPU 21 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 3 A のブレ補正部 4 0 は、算出した像ブレ V (L) と、並進ブレ演算部 4 0 2 で算出した像ブレとに基づいてブレ補正光学系 3 3 の目標位置を演算することにより、交換レンズ 3 A のブレ補正駆動機構 3 7 を作動させて像ブレ補正を行う。

また、カメラボディ 2 A のブレ補正部 2 1 a は、算出した像ブレ (B) と、並進ブレ演算部 2 0 2 で算出した像ブレとに基づいて撮像素子 2 2 の目標位置を演算することにより、カメラボディ 2 A のブレ補正駆動機構 2 6 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 7 0 において CPU 2 1 が定めた位置の像ブレを抑える一方で、像面 7 0 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。CPU 2 1 は、信号処理回路 2 7 に指示を送り、信号処理回路 2 7 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 2 0 1 7 年第 7 2 5 9 0 号 (2 0 1 7 年 3 月 3 1 日出願)

符号の説明

- [0183] 1、1 A…カメラ
2、2 A…カメラボディ
3、3 A…交換レンズ
2 1…CPU
2 1 a、4 0…ブレ補正部
2 2…撮像素子
2 6、3 7…ブレ補正駆動機構
3 1、3 9…振れセンサ
3 3…ブレ補正光学系

7 0…像面

8 0…被写体

請求の範囲

- [請求項1] 被写体像を撮像する撮像素子を備えるカメラボディに着脱可能な交換レンズであって、
- 前記被写体像を像面に結像させる撮像光学系と、
- 前記交換レンズまたは前記カメラボディの少なくとも一方で検出されたブレ量が入力される入力部と、
- 前記像面における光軸外でのブレを補正するための軸外補正量を算出するために用いる情報を受信する受信部と、
- 少なくとも前記情報と前記ブレ量とに基づいて、前記撮像光学系の少なくとも一部の可動部を光軸と直交する面内において駆動する駆動部と、
- を備える交換レンズ。
- [請求項2] 前記情報は、前記像面における前記光軸外の位置を表す、請求項1に記載の交換レンズ。
- [請求項3] 前記受信部は、前記カメラボディで設定された前記光軸外の位置が変更されると、前記情報を受信する、請求項1または2に記載の交換レンズ。
- [請求項4] 前記受信部は、前記情報を周期的に受信する、請求項1または2に記載の交換レンズ。
- [請求項5] 前記情報は、前記軸外補正量と前記像面における光軸上での前記ブレを補正するための軸上補正量との差分または比率の少なくとも一方を表す、請求項1から4のいずれか一項に記載の交換レンズ。
- [請求項6] 前記駆動部は、前記軸上補正量と前記軸外補正量との少なくとも一方に基づいて前記可動部を駆動する、請求項5に記載の交換レンズ。
- [請求項7] 撮像光学系を着脱可能なカメラボディであって、
- 前記撮像光学系により像面に結像される被写体像を撮像する撮像素子と、
- 前記像面における光軸外でのブレを補正するための軸外補正量を算

出するために用いられる情報を前記撮像光学系に送信する送信部と、
を備えるカメラボディ。

[請求項8] 撮像光学系を着脱可能なカメラボディであって、
前記撮像光学系により像面に結像される被写体像を撮像する撮像素子と、

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量が入力される入力部と、

前記像面における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算出部と、を備えるカメラボディ。

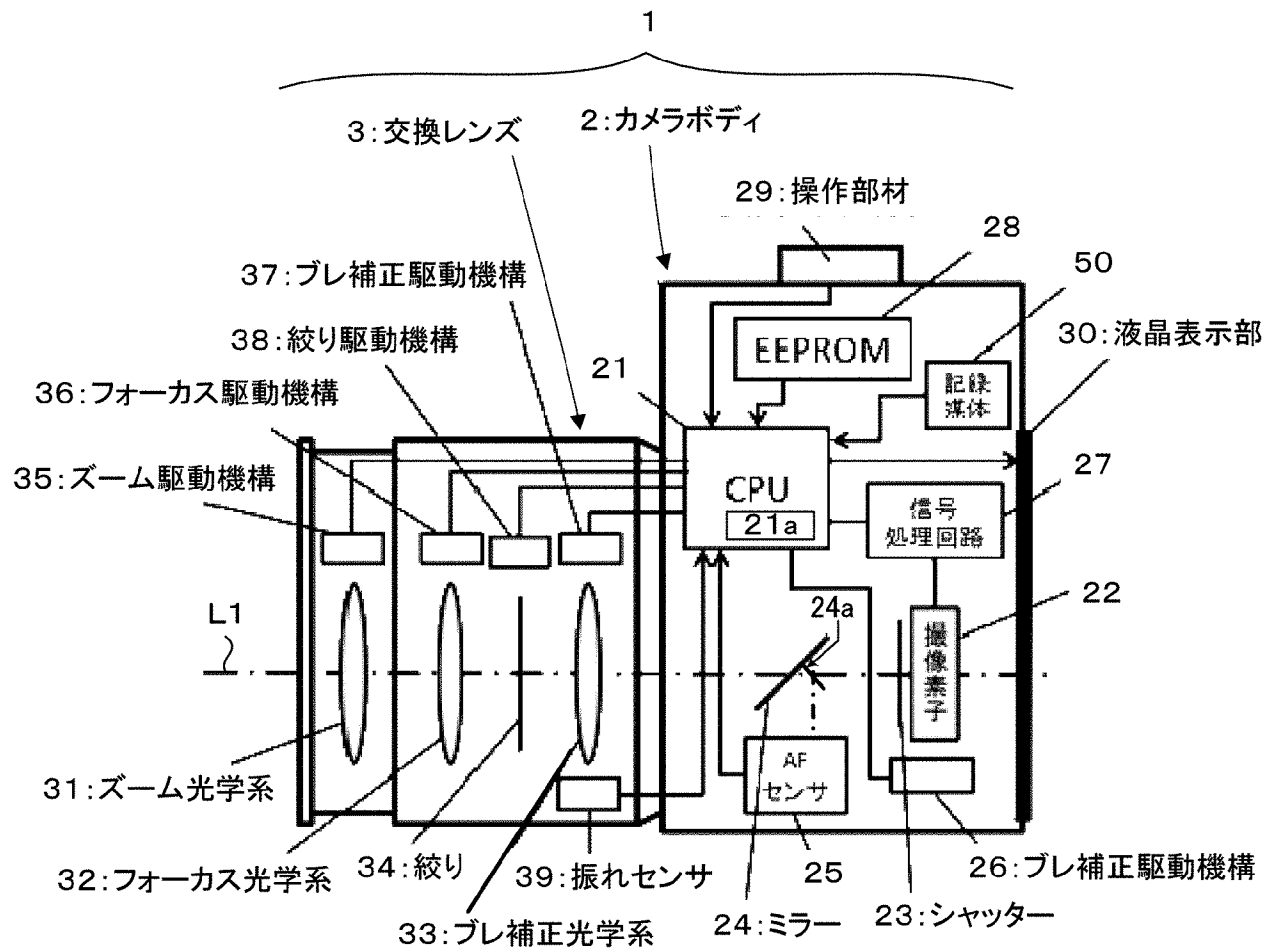
[請求項9] 前記算出部は、前記像面における光軸上の位置でのブレを補正するための軸上補正量と前記軸外補正量との差分または比率の少なくとも一方を算出する、請求項8に記載のカメラボディ

[請求項10] 前記撮像素子を光軸に対する位置を変化させるように駆動する駆動部を備え、

前記駆動部は、前記差分または前記比率の少なくとも一方に基づいて前記像面における光軸外の位置でのブレを補正するように前記撮像素子を駆動する、請求項9に記載のカメラボディ。

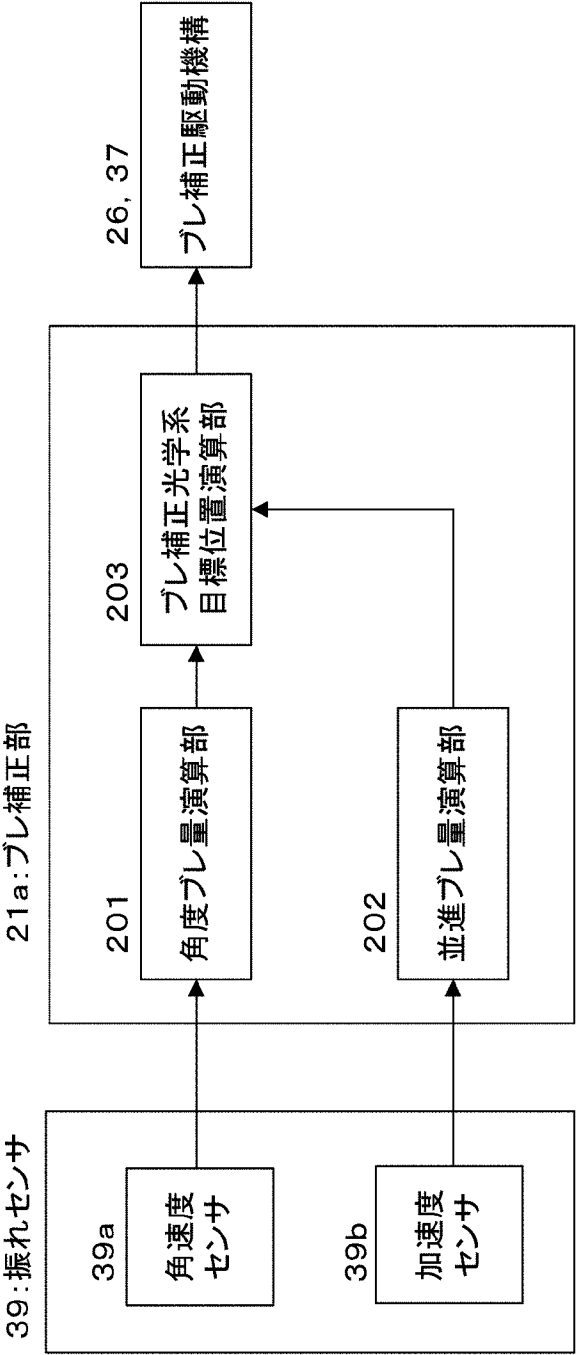
[図1]

【図1】



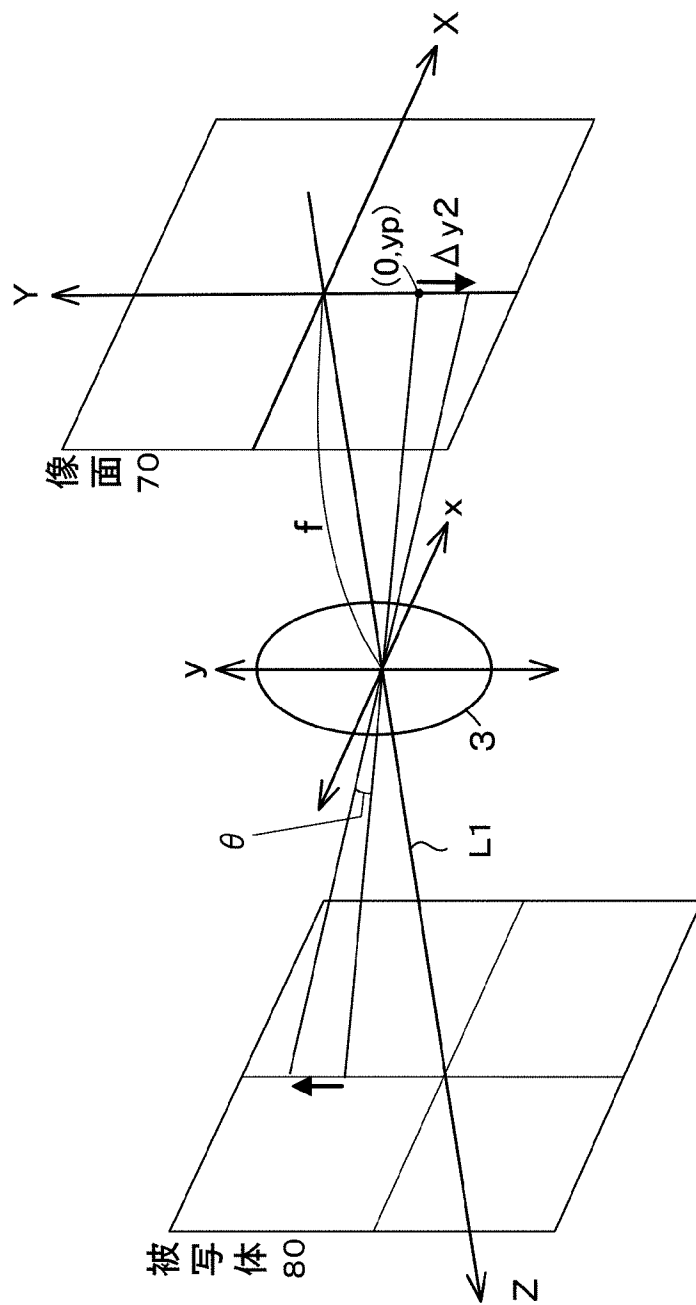
[図2]

【図2】



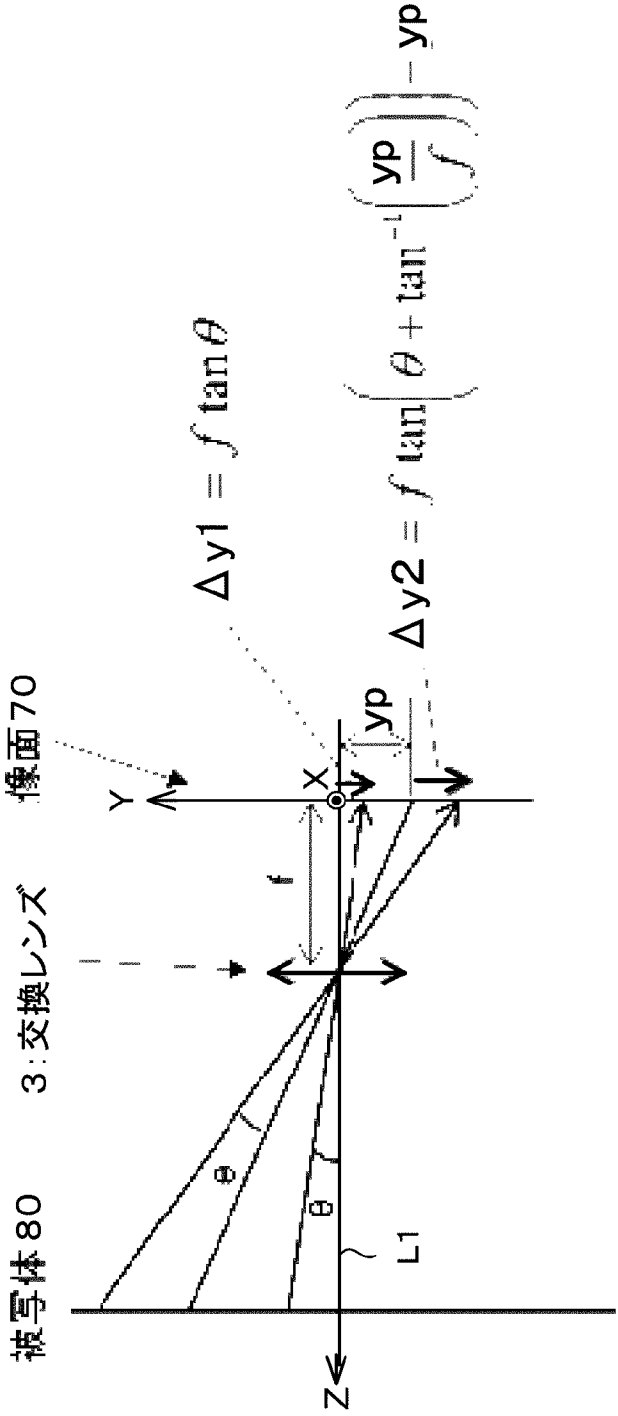
[図3]

【図3】



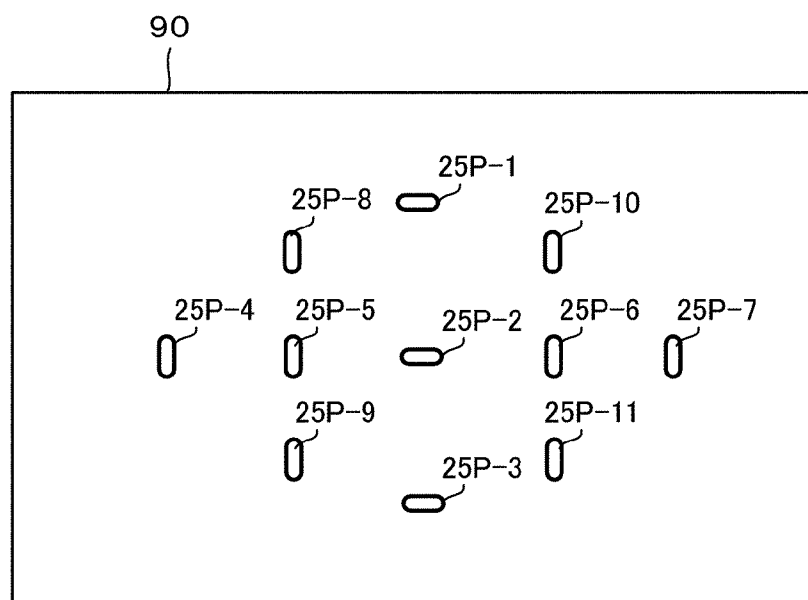
[図4]

【図4】



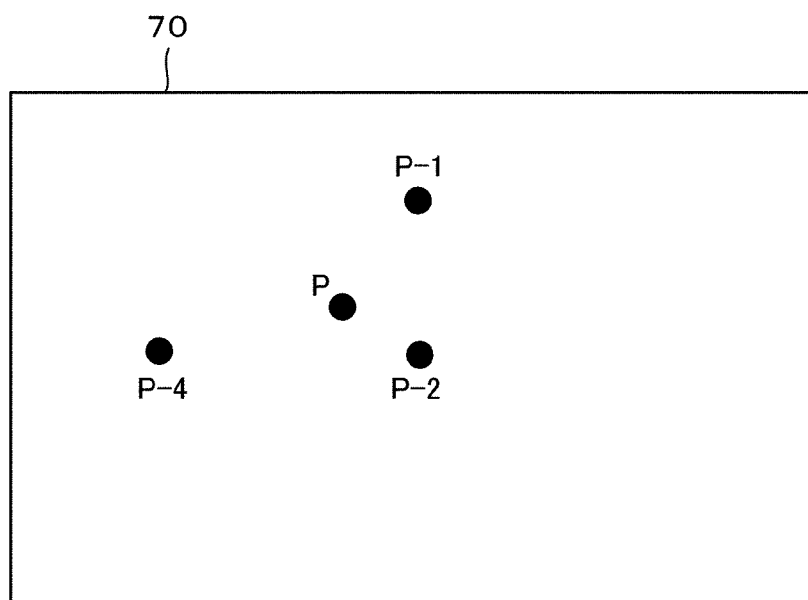
[図5]

【図5】



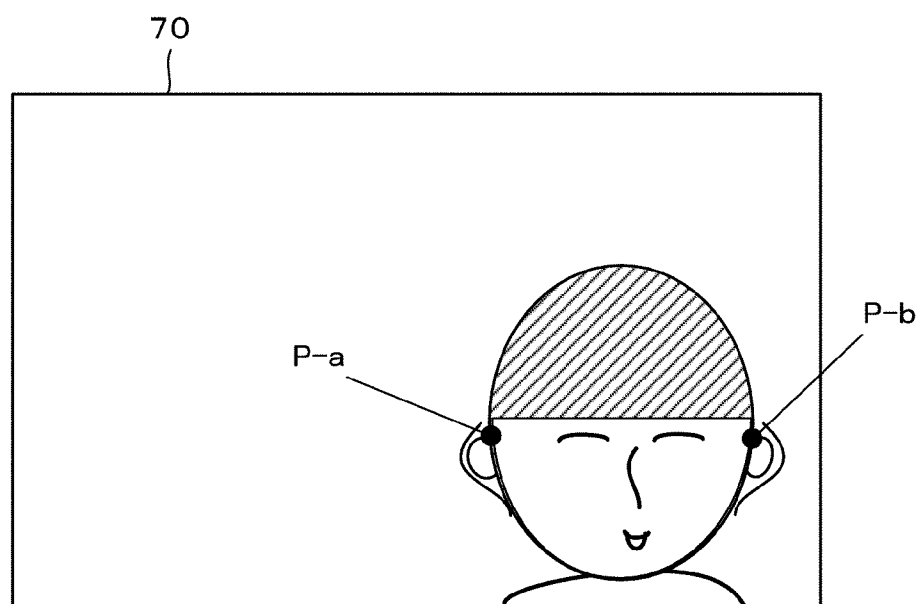
[図6]

【図6】



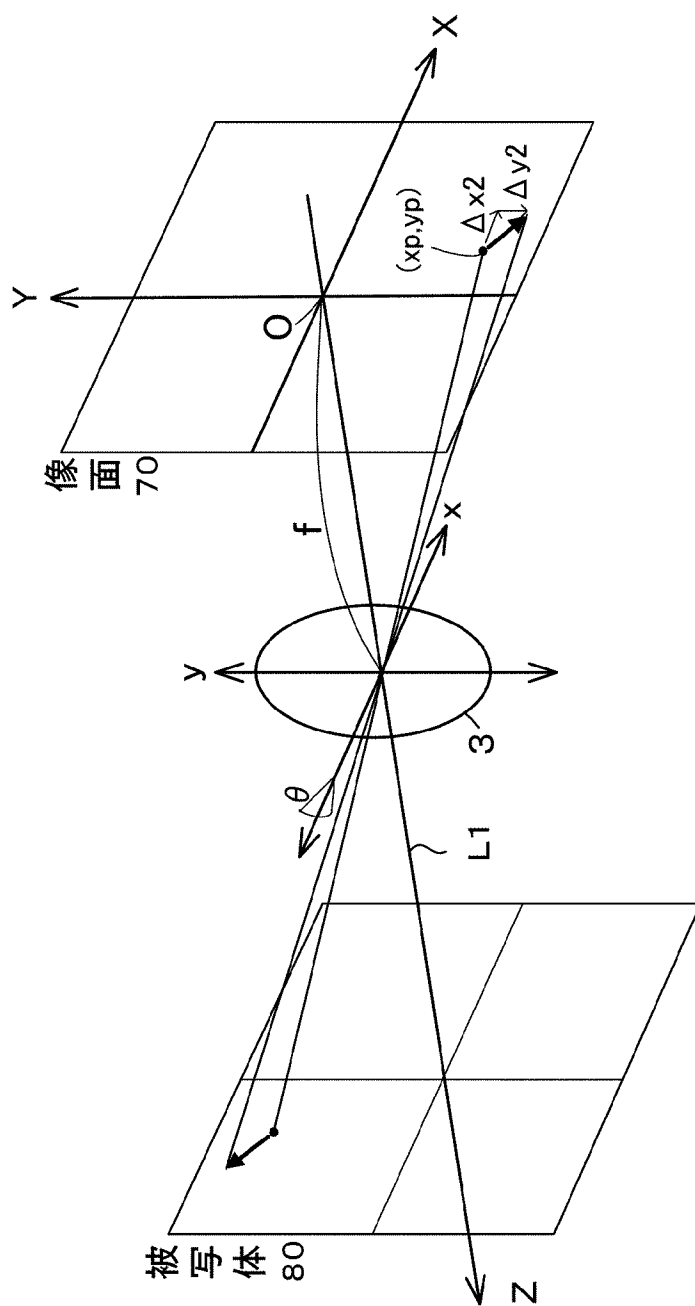
[図7]

【図7】



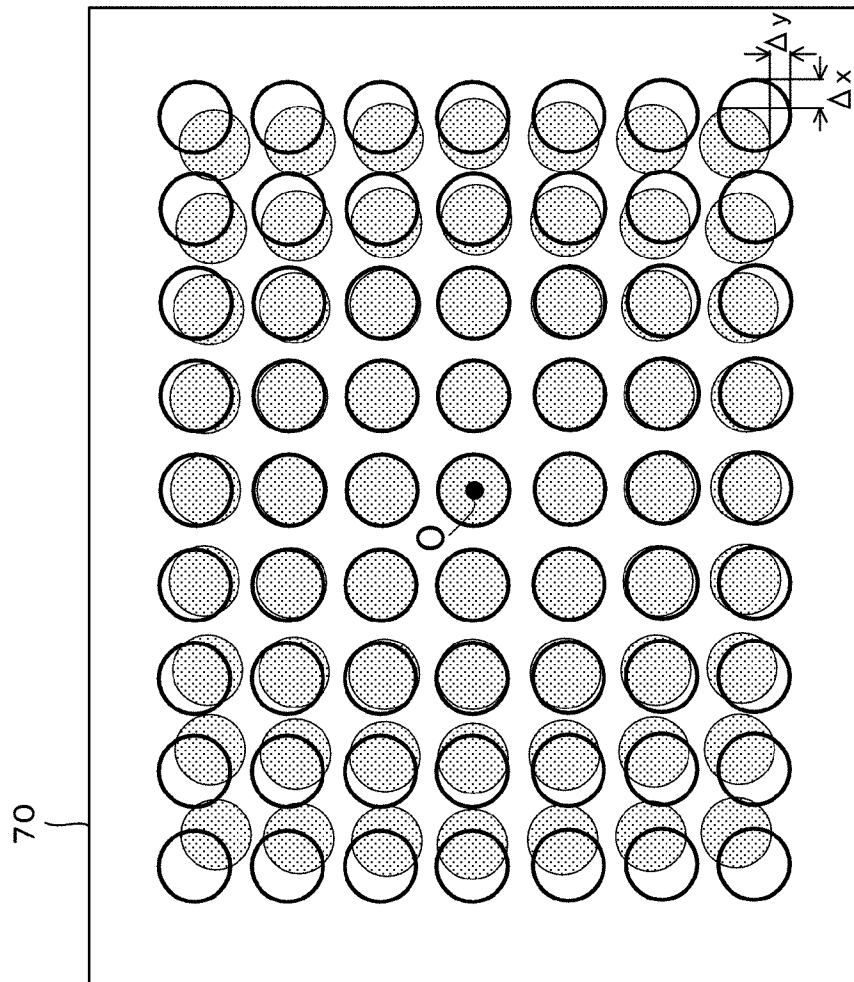
[図8]

【図8】



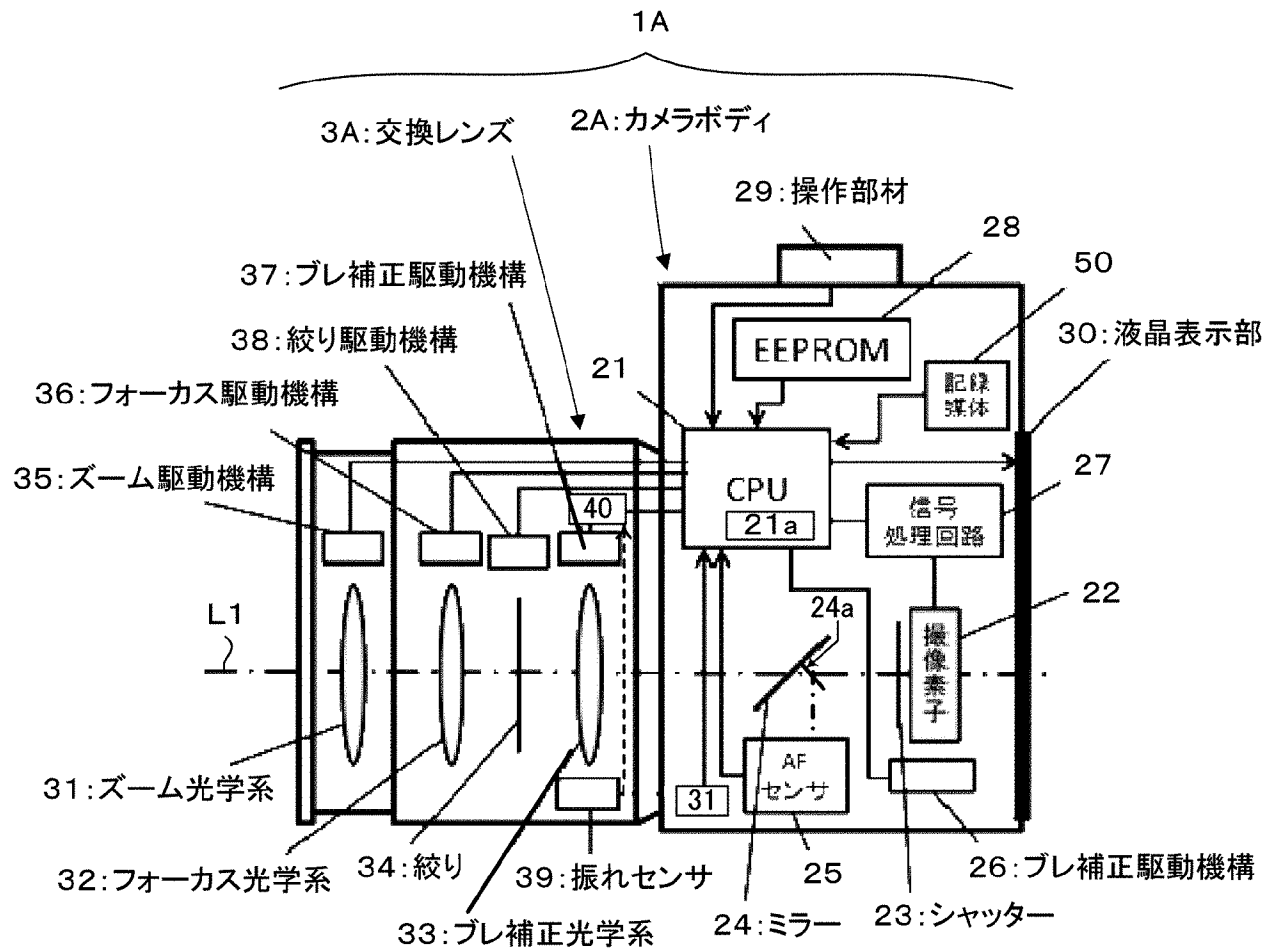
[図9]

【図9】



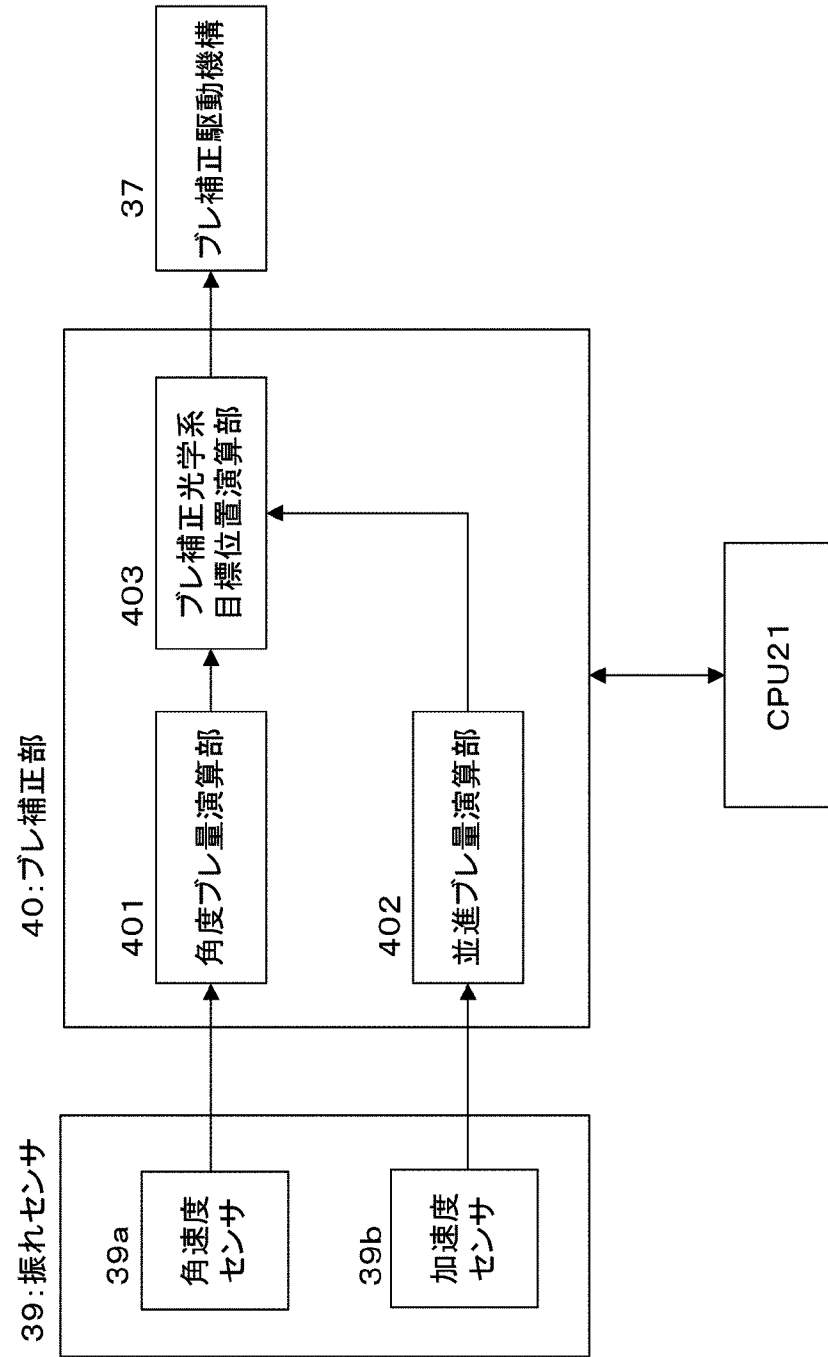
[図10]

【図10】



[図11]

【図11】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/011477

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G03B5/00 (2006.01) i, G03B17/14 (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)

Int.Cl. G03B5/00, G03B17/14, H04N5/225, 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.
X	JP 2017-044876 A (OLYMPUS CORP.) 02 March 2017, paragraphs [0018]-[0051], fig. 1-8 (Family: none)	8-10
A		1-7
A	JP 2015-233248 A (CANON INC.) 24 December 2015, entire text, all drawings & US 2015/0358545 A1	1-10

☐ 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
18 June 2018 (18.06.2018)

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.

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, G03B17/14(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（IPC））

Int.Cl. G03B5/00, G03B17/14, 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	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
X A	JP 2017-044876 A（オリンパス株式会社）2017.03.02, 段落[0018]-[0051], 図1-8（ファミリーなし）	8-10 1-7
A	JP 2015-233248 A（キヤノン株式会社）2015.12.24, 全文全図 & US 2015/0358545 A1	1-10

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

18.06.2018

国際調査報告の発送日

26.06.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

登丸 久寿

2 V

3 7 2 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3271