

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6559366号  
(P6559366)

(45) 発行日 令和1年8月14日(2019.8.14)

(24) 登録日 令和1年7月26日(2019.7.26)

(51) Int.Cl.

G03B 5/00 (2006.01)  
H04N 5/232 (2006.01)

F 1

G03B 5/00  
H04N 5/232 480

J

請求項の数 9 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2018-545045 (P2018-545045)  
 (86) (22) 出願日 平成29年10月12日 (2017.10.12)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2017/036962  
 (87) 国際公開番号 WO2018/070468  
 (87) 国際公開日 平成30年4月19日 (2018.4.19)  
 審査請求日 平成31年4月2日 (2019.4.2)  
 (31) 優先権主張番号 特願2016-201793 (P2016-201793)  
 (32) 優先日 平成28年10月13日 (2016.10.13)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
日本国 (JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 306037311  
富士フィルム株式会社  
東京都港区西麻布2丁目26番30号  
 (74) 代理人 100083116  
弁理士 松浦 憲三  
 (74) 代理人 100170069  
弁理士 大原 一樹  
 (74) 代理人 100128635  
弁理士 松村 潔  
 (74) 代理人 100140992  
弁理士 松浦 憲政  
 (72) 発明者 今西 一剛  
埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324  
番地 富士フィルム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プレ補正装置、撮像装置、及びプレ補正方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

プレの角速度を検出する角速度検出部と、  
 前記プレの加速度を検出する加速度検出部と、  
 前記検出した角速度及び加速度に基づいて、前記プレの基準面まわりの回転半径を算出する回転半径算出部と、  
 前記算出された回転半径に基づいて、前記プレに対する単位プレ角度当たりの補正量及び補正の極性を算出する補正演算部と、

前記算出した回転半径と、前記算出した回転半径に対応する前記極性があらかじめ記憶された回転半径に対応する極性と異なるか否かと、に基づいて前記プレの補正に用いる回転半径を決定する回転半径決定部と、

前記決定した回転半径に対応する補正量及び極性に基づいて前記プレに対する補正を行うプレ補正部と、

を備えるプレ補正装置。

## 【請求項 2】

前記補正演算部は、回転半径と単位プレ角度あたりの補正量及び補正の極性との関係を参照して前記プレに対する前記補正量及び前記極性を算出する請求項1に記載のプレ補正装置。

## 【請求項 3】

前記回転半径決定部は、前記算出した回転半径に対応する前記極性が前記あらかじめ記

10

20

憶された回転半径に対応する極性と異なる場合において、前記算出した回転半径と前記あらかじめ記憶された回転半径との差が回転半径算出しきい値よりも大きい場合は、前記算出した回転半径を前記プレの補正に用いる回転半径として決定する請求項1または2に記載のプレ補正装置。

#### 【請求項4】

前記回転半径決定部は、前記算出した回転半径に対応する前記極性が前記あらかじめ記憶された回転半径に対応する極性と異なる場合において、前記算出した回転半径と前記補正量がゼロとなる回転半径との差がしきい値よりも大きい場合は、前記算出した回転半径を前記プレの補正に用いる回転半径として決定する請求項1または2に記載のプレ補正装置。

10

#### 【請求項5】

前記回転半径決定部は、前記算出した回転半径に対応する前記極性が前記あらかじめ記憶された回転半径に対応する極性と異なる場合は、あらかじめ記憶された回転半径と補正量がゼロとなる回転半径との間に設定した回転半径を前記プレの補正に用いる回転半径として決定する請求項1または2に記載のプレ補正装置。

#### 【請求項6】

前記回転半径の信頼度を算出する信頼度算出部をさらに備え、

前記回転半径決定部は、前記算出した信頼度がしきい値以下の場合は、前記算出した回転半径に代えて前記あらかじめ記憶された回転半径を前記プレの補正に用いる回転半径として決定する請求項1から5のいずれか1項に記載のプレ補正装置。

20

#### 【請求項7】

前記回転半径決定部は、前記あらかじめ記憶された回転半径を前記決定した回転半径に基づいて更新する請求項1から6のいずれか1項に記載のプレ補正装置。

#### 【請求項8】

撮像光学系と、前記撮像光学系により被写体の光学像が結像される撮像素子と、請求項1から7のいずれか1項に記載のプレ補正装置と、を備え、

前記プレ補正部は、前記撮像光学系の光軸と垂直な面内において、前記撮像光学系と前記撮像素子とのうち少なくとも一方を前記算出した補正量及び極性で駆動することにより前記プレに対する補正を行う撮像装置。

#### 【請求項9】

30

プレの角速度を検出する角速度検出工程と、

前記プレの加速度を検出する加速度検出工程と、

前記検出した角速度及び加速度に基づいて、前記プレの基準面まわりの回転半径を算出する回転半径算出工程と、

前記算出された回転半径に基づいて、前記プレに対する単位プレ角度当たりの補正量及び補正の極性を算出する補正演算工程と、

前記算出した回転半径と、前記算出した回転半径に対応する前記極性があらかじめ記憶された回転半径に対応する極性と異なるか否かと、に基づいて前記プレの補正に用いる回転半径を決定する回転半径決定工程と、

前記決定した回転半径に対応する補正量及び極性に基づいて前記プレに対する補正を行うプレ補正工程と、

40

を備えるプレ補正方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本発明はプレ補正装置、撮像装置、及びプレ補正方法に関し、特に手振れ等のプレによる画像プレを補正するプレ補正装置、そのようなプレ補正装置を備えた撮像装置、及び手振れ等のプレによる画像プレを補正するプレ補正方法に関する。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

50

近年、手振れによる画像ブレを防ぐブレ補正機能を備えたカメラが一般的になってきている。手振れにはカメラの回転によって生じる角度ブレとカメラの上下左右方向の移動によって生じる平行ブレがあり、これまでには角度ブレによる画像ブレのみを補正するカメラが多くたが、マクロレンズを用いた近接撮影のように像倍率が高い撮影を行う場合は平行ブレの影響が大きくなるため、最近は平行ブレによる画像ブレの補正も行われている。このような平行ブレに対しては、平行ブレを「平行ブレと等価な角度ブレ」として扱ってブレ量の算出及び補正を行う技術が知られている。

#### 【0003】

例え特許文献1には、異なる方式で振れを検出する2つの振れ検出手段を設け、これら振れ検出手段の出力により補正值を演算して振れ検出手段の出力を補正し、補正された出力に基づいてブレ補正手段を駆動する防振制御装置が記載されている。また特許文献2には、ヨー、ピッチ、ロール角速度を検出する角速度センサと、X、Y軸方向のX、Y加速度を検出する加速度センサと、を備え、これらセンサの出力から算出したX速度の第1成分及び第2成分を加算してX速度を取得し、このX速度を時間に関して積分することによりX軸方向への移動量を算出するブレ量検出装置が記載されている。10

#### 【先行技術文献】

##### 【特許文献】

##### 【0004】

【特許文献1】特許5693656号公報

【特許文献2】特許5846927号公報

20

##### 【発明の概要】

##### 【発明が解決しようとする課題】

##### 【0005】

上述のように平行ブレを「平行ブレと等価な角度ブレ」として扱う場合、平行ブレを「角度ブレ」とした場合の回転半径を算出し、その回転半径に基づいて補正機構の変位量及び極性（方向）を決定する。このような処理は露光期間中繰り返して連続的に行われ、回転半径（及びこれに基づく変位量及びその方向）は逐次更新される。この際、回転半径の値によっては補正量がゼロになる場合があり、回転半径がそのような値の付近で変化すると、補正の極性が正から負へ、あるいはその逆に変化することとなる。このような状況で極性が誤っていると、補正によりブレの影響が増加するおそれや頻繁な極性変化により補正機構の動作が不安定になるおそれがあり、したがって精度良く補正を行うには変位量だけでなく極性をも考慮する必要があるが、従来の技術はこの点について十分考慮されていなかった。例えば上述の特許文献1では、算出した回転半径の信頼性が低い場合はあらかじめ記憶されている補正量を用い、また特許文献2では信頼性が低い回転半径をゼロクリアすることが記載されているが、回転半径の更新による補正の極性への影響は考慮されていない。30

##### 【0006】

このように、従来の技術は平行ブレを精度良く補正できるものではなかった。

##### 【0007】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、平行ブレを精度良く補正できるブレ補正装置、撮像装置、及びブレ補正方法を提供することを目的とする。40

##### 【課題を解決するための手段】

##### 【0008】

上述した目的を達成するため、本発明の第1の態様に係るブレ補正装置は、ブレの角速度を検出する角速度検出部と、ブレの加速度を検出する加速度検出部と、検出した角速度及び加速度に基づいて、ブレの基準面まわりの回転半径を算出する回転半径算出部と、算出された回転半径に基づいて、ブレに対する単位ブレ角度当たりの補正量及び補正の極性を算出する補正演算部と、算出した回転半径と、算出した回転半径に対応する極性があらかじめ記憶された回転半径に対応する極性と異なるか否かと、に基づいてブレの補正に用いる回転半径を決定する回転半径決定部と、決定した回転半径に対応する補正量及び極性50

に基づいてプレに対する補正を行うプレ補正部と、を備える。

#### 【0009】

第1の態様によれば、算出した回転半径と、算出した回転半径に対応する極性があらかじめ記憶された回転半径に対応する極性と異なるか否かと、に基づいてプレの補正に用いる回転半径を決定し、決定した回転半径に対応する補正量及び極性に基づいて像プレを補正するので、回転半径の更新による補正の極性への影響を考慮して平行プレを精度良く補正することができる。第1の態様及び以下の各態様において、「あらかじめ記憶された回転半径」は固定値でもよいし、プレ補正の期間中に更新してもよい。

#### 【0010】

なお第1の態様において、プレ補正是ライブビュー画像モード、静止画モード、動画モードの露光期間中に行うことができる。またプレ補正是、プレ補正レンズ及び／または撮像素子を変位させることにより行うことができる。10

#### 【0011】

第1の態様において、撮像素子の像面をプレの基準面とすることができる。

#### 【0012】

第2の態様に係るプレ補正装置は第1の態様において、補正演算部は、回転半径と単位プレ角度あたりの補正量及び補正の極性との関係を参照してプレに対する補正量及び極性を算出する。第2の態様は、補正量及び極性算出の具体的な一例を示すものである。

#### 【0013】

第3の態様に係るプレ補正装置は第1または第2の態様において、回転半径決定部は、算出した回転半径に対応する極性があらかじめ記憶された回転半径に対応する極性と異なる場合において、算出した回転半径とあらかじめ記憶された回転半径との差が回転半径算出しきい値よりも大きい場合は、算出した回転半径をプレの補正に用いる回転半径として決定する。算出した回転半径に対応する極性があらかじめ記憶された回転半径に対応する極性と異なる場合でも、回転半径の変化量が少ない（しきい値以下）の場合は算出誤差の可能性がある。そこで第3の態様では、算出した回転半径に対応する極性があらかじめ記憶された回転半径に対応する極性と異なる場合において、算出した回転半径とあらかじめ記憶された回転半径との差が回転半径算出しきい値よりも大きい場合は、算出した回転半径をプレ補正に用いる回転半径として決定する。これにより、回転半径が変化し、その結果補正の極性が変化したことが確実である場合に、算出した回転半径をプレ補正に用いる回転半径として決定することができるので、平行プレを精度良く補正することができ、また極性の頻繁な変更による誤作動を防止することができる。20

#### 【0014】

第4の態様に係るプレ補正装置は第1または第2の態様において、回転半径決定部は、算出した回転半径に対応する極性があらかじめ記憶された回転半径に対応する極性と異なる場合において、算出した回転半径と補正量がゼロとなる回転半径との差がしきい値よりも大きい場合は、算出した回転半径をプレの補正に用いる回転半径として決定する。第4の態様は補正の極性が変化した場合の対応の他の態様を示すもので、回転半径が変化し、その結果補正の極性が変化したことが確実である場合に、算出した回転半径をプレ補正に用いる回転半径として決定することができるので、平行プレを精度良く補正することができ、また極性の頻繁な変更による誤作動を防止することができる。30

#### 【0015】

第5の態様に係るプレ補正装置は第1または第2の態様において、回転半径決定部は、算出した回転半径に対応する極性があらかじめ記憶された回転半径に対応する極性と異なる場合は、あらかじめ記憶された回転半径と補正量がゼロとなる回転半径との間に設定した回転半径をプレの補正に用いる回転半径として決定する。第5の態様は補正の極性が変化した場合の対応のさらに他の態様を示すもので、あらかじめ記憶された回転半径に対する極性と同一の極性で補正を行うことができ、平行プレを精度良く補正することができると共に極性の頻繁な変更による誤作動を防止することができる。なお第5の態様において、あらかじめ記憶された回転半径、補正量がゼロになる回転半径、及びこれら2つの間の4050

任意の回転半径をブレ補正に用いる回転半径として決定することができる。

【0016】

第6の態様に係るブレ補正装置は第1から第5の態様のいずれか1つにおいて、回転半径の信頼度を算出する信頼度算出部をさらに備え、回転半径決定部は、算出した信頼度がしきい値以下の場合は、算出した回転半径に代えてあらかじめ記憶された回転半径をブレの補正に用いる回転半径として決定する。第6の態様によれば、回転半径の信頼度を考慮することにより平行ブレを精度良く補正することができ、また信頼度がしきい値以下の場合は、算出した回転半径に代えてあらかじめ記憶された回転半径をブレの補正に用いる回転半径として決定するので、極性の頻繁な変更による誤作動を防止することができる。なお回転半径の信頼度は、角速度の値や符号、回転半径の値や符号等に基づいて判断することができる。

10

【0017】

第7の態様に係るブレ補正装置は第1から第6の態様のいずれか1つにおいて、回転半径決定部は、あらかじめ記憶された回転半径を決定した回転半径に基づいて更新する。第7の態様ではあらかじめ記憶された回転半径を決定した回転半径に基づいて更新するので、回転半径の変化を適切に考慮することができ、これに基づいて平行ブレを精度良く補正することができる。なお回転半径の「更新」はあらかじめ記憶された回転半径を決定した回転半径で置き換えることで行ってもよいし、決定した回転半径を考慮して新たな値（例えば、回転半径の変化の履歴を考慮した平均値等）を算出することで行ってもよい。

20

【0018】

上述した目的を達成するため、本発明の第8の態様に係る撮像装置は撮像光学系と、撮像光学系により被写体の光学像が結像される撮像素子と、第1から第7の態様のいずれか1つに記載のブレ補正装置と、を備え、ブレ補正部は、撮像光学系の光軸と垂直な面内において、撮像光学系と撮像素子とのうち少なくとも一方を算出した補正量及び極性で駆動することによりブレに対する補正を行う。第8の態様において、撮像光学系を駆動する場合、ブレ補正用レンズを駆動することにより像ブレの補正を行うことができる。

【0019】

上述した目的を達成するため、本発明の第9の態様に係るブレ補正方法は、ブレの角速度を検出する角速度検出工程と、ブレの加速度を検出する加速度検出工程と、検出した角速度及び加速度に基づいて、ブレの基準面まわりの回転半径を算出する回転半径算出工程と、算出された回転半径に基づいて、ブレに対する単位ブレ角度当たりの補正量及び補正の極性を算出する補正演算工程と、算出した回転半径と、算出した回転半径に対応する極性があらかじめ記憶された回転半径に対応する極性と異なるか否かと、に基づいてブレの補正に用いる回転半径を決定する回転半径決定工程と、決定した回転半径に対応する補正量及び極性に基づいてブレに対する補正を行うブレ補正工程と、を備える。第9の態様では、第1の態様と同様に平行ブレを精度良く補正することができる。なお第9の態様において、第2から第7の態様と同様の構成を含めてもよい。

30

【発明の効果】

【0020】

以上説明したように、本発明のブレ補正装置、撮像装置、及びブレ補正方法によれば、平行ブレを精度良く補正することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】図1は、第1の実施形態に係るデジタルカメラの構成を示すブロック図である。

【図2】図2は、デジタルカメラの角度ブレ及びシフトブレを示す図である。

【図3】図3は、ブレ補正装置の構成及びブレ補正処理の概略を示す図である。

【図4】図4は、第1の実施形態におけるブレ補正処理を示すフローチャートである。

【図5】図5は、第1の実施形態における回転半径と単位ブレ角度あたりの補正量及び極性との関係を示す図である。

【図6】図6は、算出した回転半径に対応する極性があらかじめ記憶された回転半径に対

50

応する極性と異なる様子を示す図である。

【図7】図7は、算出した回転半径に対応する極性があらかじめ記憶された回転半径に対応する極性と同一である様子を示す図である。

【図8】図8は、回転半径の変化がしきい値よりも大きいか否かを判断する様子を説明するための図である。

【図9】図9は、第2の実施形態に係るプレ補正装置の構成及びプレ補正処理の概略を示す図である。

【図10】図10は、第2の実施形態におけるプレ補正処理を示すフローチャートである。

【図11】図11は、第3の実施形態におけるプレ補正処理を示すフローチャートである 10

【図12】図12は、第3の実施形態における回転半径の決定を説明するための図である。

【図13】図13は、第4の実施形態におけるプレ補正処理を示すフローチャートである。

【図14】図14は、第4の実施形態における回転半径の決定を説明するための図である。

【図15】図15は、第5の実施形態に係る撮像装置の構成を示すブロック図である。

【図16】図16は、第5の実施形態における回転半径と単位プレ角度あたりの補正量及び極性との関係を示す図である。 20

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、添付図面を参照しつつ、本発明に係るプレ補正装置、撮像装置、及びプレ補正方法の実施形態について説明する。

【0023】

<第1の実施形態>

<デジタルカメラの構成>

図1は、第1の実施形態に係るデジタルカメラ100(撮像装置)の構成を示すブロック図である。図1に示すように、デジタルカメラ100は撮像光学系10(撮像光学系)及びカメラ本体20から構成され、撮像光学系10は撮像レンズ12、絞り14、及びプレ補正レンズ16を含む。一方、カメラ本体20は撮像素子22(撮像素子)、A F E 24(A F E : Analog Front End)、A / D 変換器26(A / D : Analog to Digital)、D S P 28(D S P : Digital Signal Processor)、画像処理部30、メモリ32、モニタ34、A E / A W B 検出回路36(A E : Auto Exposure、A W B : Auto White Balance)、C P U 40(C P U : Central Processing Unit)、及び操作部42を備えている。 30

【0024】

撮像光学系10の撮像レンズ12は、ズームや焦点調節時に光軸Lに沿って移動可能に設けられたレンズである。図1においては撮像レンズ12を1つのみ図示しているが、撮像レンズ12は複数のレンズから構成され、ズーム時に駆動されるズームレンズ、焦点調節時に駆動されるフォーカスレンズ等を含んでいる。絞り14は光軸L上に複数の絞り羽根で形成する開口を有し、絞り羽根の位置を移動させて開口の大きさを調節することにより露光量を調節する。 40

【0025】

プレ補正レンズ16は光軸Lに対して垂直な方向に移動可能に設けられ、デジタルカメラ100に手振れ(角度プレ及びシフトプレ)が発生したときに、手振れを打ち消す向きに駆動される。プレ補正レンズ16は、ボイスコイルモータ(V C M : Voice Coil Motor)やステッピングモータ等からなるアクチュエータによって駆動される。なお、プレ補正レンズ16の駆動方向や駆動量は、プレ補正装置44によって制御される。

【0026】

撮像素子22は、例えばC C D(Charge Coupled Device)型撮像素子やC M O S(Com 50

plementary Metal-Oxide Semiconductor) 型撮像素子であり、撮像光学系 10 により被写体の光学像が結像される。撮像面にはカラーフィルタを有する複数の画素がマトリクス状に配列されており、被写体から入射した光を画素毎に光電変換することにより被写体の像を撮像する。撮像素子 22 が出力する撮像信号は AFE 24 に入力され、相関二重サンプリングによってノイズが除去され、増幅される。AFE 24 でノイズが除去され、増幅された撮像信号は A/D 変換器 26 によってデジタル画像データに変換され、DSP 28 に入力される。なお、撮像素子 22 が CMOS 型撮像素子である場合は、A/D 変換器 26 は撮像素子 22 内に内蔵されていることが多い。

#### 【0027】

DSP 28 は、入力された画像データに階調補正処理やガンマ補正処理等の信号処理を施す画質補正処理回路や、画像データを JPEG (Joint Photographic Experts Group) 等の形式で圧縮及び／または伸張する圧縮伸張処理回路として機能する。また、画像処理部 30 には、DSP 28 で各種補正処理等が施された画像データが入力され、さらに輪郭強調処理等の画像処理が施される。画像処理部 30 によって画像処理が施された画像データは、メモリ 32 への記憶及びモニタ 34 への表示が可能である。10

#### 【0028】

AF 検出回路 38 (AF : Auto Focus) は、DSP 28 から出力される画像データに基づいて焦点距離を検出する回路であり、画像データ内に設定された AF 検出領域から高周波成分を抽出し積算した焦点評価値を出力する。そして、焦点評価値に基づいて、AF 検出領域内のコントラストが最大となるように撮像光学系 10 のフォーカスレンズ (撮像レンズ 12) をフォーカスマータにより光軸 L に沿って移動させることにより、自動的にフォーカシングを行う。なお、このようなコントラスト AF 方式によるフォーカス制御に代えて、位相差方式のフォーカス制御を行ってもよい。位相差方式のフォーカス制御を行う場合は、画像データのうちのフォーカス領域内の複数の位相差を持った画素を用いて算出した位相差データから求めたデフォーカス量がゼロになるように、フォーカスレンズを制御する。なお位相差方式を用いる場合、位相差 AF 用の撮像素子を別途配設し、位相差 AF 用の撮像素子により検出された位相差を用いて AF 処理を行ってもよい。20

#### 【0029】

AE / AWB 検出回路 36 は、DSP 28 から出力される画像データに基づいてホワイトバランスが撮影に適切か否かを検出すると共に、撮影に適切な露光量を検出する。そして、露光量が適切になるように、絞り 14 の開口の大きさや、撮像素子 22 の電子シャッタの速度等を調節する。30

#### 【0030】

ブレ補正装置 44 は、デジタルカメラ 100 の回転によって生じる角速度  $\omega$  を角速度センサ 60 (図 3 参照) の出力値から取得し、平行移動によって生じる並進加速度  $a_x$  を加速度センサ 50 (図 3 参照) の出力値から取得し、角速度  $\omega$  及び並進加速度  $a_x$  に基づいて、デジタルカメラ 100 に生じた手振れを算出して補正する。なお、ブレ補正装置 44 が算出する手振れは、光軸 L が回転することによる角度ブレ  $\theta$  と、光軸 L に垂直な面内での平行移動によるシフトブレ Y (平行ブレ) の 2 種類がある。ブレ補正装置 44 は、角速度  $\omega$  及び並進加速度  $a_x$  等に基づいて角度ブレ  $\theta$  及びシフトブレ Y を算出し、これらに基づいてブレ量を算出する。ブレ量は、後述するアクチュエータに入力され、アクチュエータは入力されたブレ量を打ち消すようにブレ補正レンズ 16 を駆動する。40

#### 【0031】

CPU 40 は、操作部 42 を介したユーザ操作にしたがってデジタルカメラ 100 の各部を統括的に制御する。CPU 40 は例えば、レリーズボタンが操作 (例えば、レリーズボタンをストロークの途中まで押し込む半押し操作) されると、AF 検出回路 38 によって自動焦点調節を行うと共に、AE / AWB 検出回路 36 によって露光量を自動的に調節する。また、CPU 40 は、デジタルカメラ 100 がライブビュー画像モード、静止画撮影モード、動画撮影モードに設定されている際に、後述するブレ補正処理を実行する。なお、デジタルカメラ 100 の撮影モードに加え、ユーザが操作部 42 を介してブレ補正処50

理の指示を行ったか否かに基づいてプレ補正処理を行ってもよい。

**【0032】**

<角度ブレ及びシフトブレ>

次に、第1の実施形態に係るデジタルカメラ100によるプレ補正処理について説明する。デジタルカメラ100は、上述したように、手振れによって発生する角度ブレとシフトブレYをプレ補正装置44によって算出し、これらブレに対する補正を行う。

**【0033】**

図2は、第1の実施形態に係るデジタルカメラ100における角度ブレ及びシフトブレYを説明するための概略図である。図2に示すように、角度ブレは、回転中心Cを中心として光軸Lが回転するブレであり、回転半径Rは例えば回転中心Cから像面ISまでの距離である。角度ブレは角速度 $\omega$ を積分することにより算出され、回転半径Rは、後述するようにシフトブレYによって発生する並進加速度 $a$ と角速度 $\omega$ に基づいて算出される。また、シフトブレYは光軸Lに垂直な面内でのデジタルカメラ100の平行移動によるブレであり、角度ブレと回転半径Rによって $Y = R \times \omega$ と表される。

**【0034】**

なお、図2に示すように回転中心Cがデジタルカメラ100よりもユーザ側(図2の右側)に存在する場合に「回転半径Rがプラス(正)」とし、回転中心Cがデジタルカメラ100よりも被写体側(図2の左側)に存在する場合に「回転半径Rがマイナス(負)」とする。また、シフトブレYは光軸Lに垂直な面内でのブレを対象とする。

**【0035】**

<プレ補正装置の構成>

図3は、第1の実施形態に係るデジタルカメラ100のプレ補正処理に関連する部分(プレ補正装置44)の構成を示すブロック図である。図3に示すように、プレ補正装置44は加速度センサ50(加速度検出部)及び角速度センサ60(角速度検出部)を備え、加速度センサ50の出力信号(以下、加速度信号と言う。)及び角速度センサ60の出力信号(以下、角速度信号と言う。)に基づいてブレ量を算出し、算出されたブレ量に基づいてプレ補正レンズ16の移動方向及び移動量を制御する。

**【0036】**

加速度センサ50から出力された加速度信号は姿勢角算出部52に入力されて姿勢角が算出され、この結果から重力成分算出部54で姿勢角のうちの重力加速度成分が算出される。なお姿勢角の算出に際しては、HPF62(HPF:High Pass Filter、ハイパスフィルタ)で処理された角速度信号も用いられる。この重力加速度成分が加速度信号から減算されて重力加速度成分が除去され、並進加速度 $a$ が算出(検出)される。加速度信号から並進加速度 $a$ を算出する一連の処理が加速度検出工程を構成する。また、加速度検出工程で用いられる一連の構成要素(加速度センサ50を含む)が加速度検出部を構成する。検出した並進加速度 $a$ はBPF56(BPF:Band Pass Filter、バンドパスフィルタ)で不要成分が除去され、積分回路58で積分されてシフトブレYの並進速度 $V$ が算出される。算出された並進速度 $V$ は、回転半径算出部70(回転半径算出部)に入力される。

**【0037】**

角速度センサ60から出力された角速度信号はBPF67に入力され、角速度信号のうち手振れによって発生する角度ブレの周波数(例えば1Hz~10Hz程度)の成分が抽出された後、位相補償回路68で位相を整えられて角速度 $\omega$ として出力され、回転半径算出部70に入力される。角速度信号から角速度 $\omega$ を算出(検出)する一連の処理が角速度検出工程を構成する。また、角速度検出工程で用いられる一連の構成要素(角速度センサ60を含む)が角速度検出部を構成する。角速度信号はHPF62に入力されて角速度信号の不要成分が除去された後に積分回路64で積分され、さらにHPF66で不要成分が除去されて角度ブレ $\theta$ が算出され、補正演算部72(補正演算部)に入力される。補正演算部72は、回転半径に基づいて、単位ブレ角度当たりの補正量及び補正の極性を算出する。

**【0038】**

10

20

30

40

50

プレ補正装置 4 4 は、上述の構成要素の他に、回転半径決定部 7 6（回転半径決定部）、位置制御部 7 7（プレ補正部）、及び補正機構 7 8（プレ補正部）を含む。これらの構成要素によるプレ補正処理については、後述する。

#### 【0039】

##### <プレ補正処理>

次に、上述した構成のプレ補正装置 4 4 によるプレ補正処理について説明する。図 4 は第 1 の実施形態におけるプレ補正処理（プレ補正方法）を示すフローチャートである。

#### 【0040】

まず、回転半径算出部 7 0 は、加速度信号及び角速度信号に基づいて検出した並進速度 V 及び角速度  $\omega$  に基いて、撮像素子 2 2 の像面 I S（図 2 参照）を基準面とした回転半径 R を算出する（ステップ S 1 0 0：回転半径算出工程）。回転半径 R は、並進速度 V と角速度  $\omega$  を用いて、 $R = V / \omega$  の関係により算出することができる。そして、算出した回転半径 R に基いて、補正演算部 7 2 がプレ補正の感度及び極性を算出する（ステップ S 1 0 2：補正演算工程）。

10

#### 【0041】

図 5 は回転半径と単位プレ角度あたりのレンズシフト量との関係を示す概念図である。補正演算部 7 2 は、補正演算部 7 2 にあらかじめ記憶されたこのような関係を参照して、プレ補正の感度及び極性を算出する。「プレ補正の感度」とは単位プレ量当たりの補正量（レンズシフトの大きさ）であり、「プレ補正の極性」とは補正（レンズシフト）の方向（正または負）である。回転半径 R の値によっては「プレ補正の感度」が同じでも「プレ補正の極性」が違う場合があり、また回転半径 R が時間と共に変化するとプレ補正の感度及び極性も変化する。このためプレ補正の感度に加えて極性を考慮しないと正しい補正を行うことができず、プレの影響が却って増加しかねない。そこで第 1 の実施形態では、プレ補正の感度だけでなく極性をも考慮することにより平行プレを精度良く補正できるようしている。

20

#### 【0042】

図 5 では合焦距離が至近、中距離、遠距離、無限大の場合の回転半径と単位プレ角度あたりのレンズシフト量との関係を、それぞれ参考符号 F D n、F D m、F D f、F D i n f で示している。図 5 に示すように、回転半径の変化に対するレンズシフト量の変化は合焦距離が短いほど大きい。また、図 5 の関係は合焦距離の他にズームポジションによっても異なる。そこで、補正演算部 7 2 は合焦距離及びズームポジションに応じて図 5 に示すような関係を複数記憶しておき、撮像光学系 1 0 から取得した合焦距離及びズームポジションの情報（図 3 に記載の「ズーム及びフォーカス情報」に含まれる）に基づいて適切な関係を選択し、選択した関係を参照してプレ補正の感度及び極性を算出する。

30

#### 【0043】

図 4 のフローチャートに戻ってプレ補正処理の説明を続ける。ステップ S 1 0 4 において、回転半径決定部 7 6 は、ステップ S 1 0 2 で算出した補正の極性が、回転半径決定部 7 6 にあらかじめ記憶された回転半径に対応する補正の極性と異なるか否かを判断する（回転半径決定工程）。「あらかじめ記憶された回転半径」は固定値でもよいし、プレ補正の期間中に更新してもよい。

40

#### 【0044】

図 6 は、算出した回転半径に対応する補正の極性が、あらかじめ記憶された回転半径に対応する補正の極性と異なる様子を示す図である。図 6 中、あらかじめ記憶された回転半径が回転半径 R 1 A であり、回転半径 R 1 A に対応するレンズシフト量がシフト量 L 1 A である。また、ステップ S 1 0 0 で算出された回転半径が回転半径 R 1 B であり、回転半径 R 1 B に対応するレンズシフト量がシフト量 L 1 B である。この場合、シフト量 L 1 A は正でありシフト量 L 1 B は負なので、ステップ S 1 0 2 で算出した補正の極性（負）が、あらかじめ記憶された回転半径に対応する補正の極性（正）と異なっており、ステップ S 1 0 4 の判断が肯定される。

#### 【0045】

50

図7は、図6と同一の状況で、算出した回転半径に対応する補正の極性があらかじめ記憶された回転半径に対応する補正の極性と同一となる様子を示す図である。図7では、あらかじめ記憶された回転半径が回転半径R2Aであり、回転半径R2Aに対応するレンズシフト量がシフト量L2Aである。また、ステップS100で算出された回転半径が回転半径R2Bであり、回転半径R2Bに対応するレンズシフト量がシフト量L2Bである。この場合、ステップS102で算出した補正の極性(負)が、あらかじめ記憶された回転半径に対応する補正の極性(負)と同一であり、ステップS104の判断が否定される。

#### 【0046】

ステップS104の判断が肯定されるとステップS106へ進み、否定されたらステップS106をスキップしてS108へ進む。

10

#### 【0047】

ステップS106において、回転半径決定部76は、「ステップS100で算出した回転半径と、回転半径決定部76にあらかじめ記憶された回転半径との差が、回転半径算出しきい値よりも大きいか否か」を判断する(回転半径決定工程)。ステップS106での判断の例を、図8を参照して説明する。図8では、あらかじめ記憶された回転半径が回転半径R3Aであり、回転半径R3Aに対応するレンズシフト量がシフト量L3Aである。また、ステップS100で算出された回転半径が回転半径R3Bであり、回転半径R3Bに対応するレンズシフト量がシフト量L3Bである。したがってこの場合、「|R3B - R3A| > 回転半径算出しきい値か否か」を判断する。

#### 【0048】

プレ補正処理において、ステップS100において算出した回転半径に対応する補正の極性があらかじめ記憶された回転半径に対応する極性と異なる場合(図6では、シフト量L1Bの極性がシフト量L1Aの極性と異なる)でも、回転半径の変化量が少ない場合(しきい値以下の場合)、極性変化は算出誤差によるものである可能性がある。そこで第1の実施形態では、算出した回転半径に対応する極性があらかじめ記憶された回転半径に対応する極性と異なる場合において、算出した回転半径とあらかじめ記憶された回転半径との差が回転半径算出しきい値よりも大きい場合(例えば、図8において|R3B - R3A| > しきい値の場合)は、回転半径決定部76は、ステップS100で算出した回転半径をプレ補正に用いる回転半径として決定する。これにより、回転半径が変化してその結果補正の極性が変化したことが確実である場合に、ステップS100で算出した回転半径をプレ補正に用いる回転半径として決定することができるので、平行ブレを精度良く補正することができ、また極性の頻繁な変更による誤作動を防止することができる。なお、回転半径算出しきい値は算出精度(例えば、10mm程度)を考慮して設定することができる。

20

#### 【0049】

ステップS106の判断が肯定されたらステップS108へ進み、回転半径決定部76はステップS100で算出した回転半径をプレ補正に用いる回転半径として決定して(回転半径決定工程)、ステップS110へ進む。判断が否定されたらステップS108及びステップS110をスキップし、回転半径決定部76に記憶された回転半径を維持して、ステップS112に進む。

30

#### 【0050】

ステップS110において、回転半径決定部76は、上述した「回転半径決定部76にあらかじめ記憶された回転半径」を、ステップS108で決定した回転半径に基づいて更新する。なお回転半径の「更新」はあらかじめ記憶された回転半径をステップS108で決定した回転半径で置き換えることで行ってもよいし、決定した回転半径を考慮して新たな値(例えば、回転半径の変化の履歴を考慮した重みづけ平均値等)を算出することで行ってもよい。

40

#### 【0051】

ステップS112において、補正演算部72は、ステップS108で決定した回転半径に対する補正の感度及び極性を算出し、算出結果及びブレ量(角度ブレ、シフトブレY

50

、ズーム情報及びフォーカス情報に基づいて算出する)に基づいて、ブレ補正(角度ブレ及び平行ブレ)の補正量(大きさ)及び極性(方向)を決定する。なお、ステップS100で算出した回転半径が「ブレ補正に用いる回転半径」として決定された場合は、ステップS112で改めて補正の感度及び極性を算出しなくてよい。また、ブレ量は例えば撮影倍率(フォーカス情報の一例)、焦点距離f(ズーム情報の一例)、角度ブレ、回転半径Rより $(1 + \dots) f + R$ として求めることができる。第2項のうちRがシフトブレYを表す。

#### 【0052】

補正機構78は、ステップS112で決定した補正量及び極性により位置制御部77を制御して、ブレ補正レンズ16を駆動する(ステップS114;ブレ補正工程)。なお補正機構78は、ブレ補正レンズ16を光軸Lと垂直な面内で駆動するアクチュエータ(ボイスコイルモータ、ステッピングモータ等)を含む。ブレ補正レンズ16の駆動は、直交する2軸方向のそれぞれについて行う。また、駆動結果を位置制御部77にフィードバックしながら駆動してもよい。

#### 【0053】

ブレ補正装置44は、上述したブレ補正の処理(ステップS100~ステップS114)をブレ補正の期間内(例えばライブビュー画像モード、静止画撮影モード、動画撮影モードの露光期間中)に繰り返し行う。

#### 【0054】

##### <第1の実施形態の効果>

以上説明したように、第1の実施形態に係るデジタルカメラ100によれば、補正の極性、及び回転半径算出しきい値を考慮することにより、平行ブレを精度良く補正することができ、また極性の頻繁な変更による誤作動を防止することができる。

#### 【0055】

##### <第2の実施形態>

次に、本発明のブレ補正装置、撮像装置、及びブレ補正方法の第2の実施形態について説明する。

#### 【0056】

図9は、第2の実施形態に係るブレ補正装置44Aの構成を示す図である。ブレ補正装置44Aは、信頼度算出部74(信頼度算出部)を備える点で第1の実施形態に係るブレ補正装置44(図3参照)と異なる。なおブレ補正装置44Aのその他の構成はブレ補正装置44と同じであるため、同一の構成要素には同一の参照符号を付し、詳細な説明を省略する。また、撮像装置の構成もブレ補正装置44A以外は第1の実施形態に係るデジタルカメラ100と同様であるため、詳細な説明を省略する。

#### 【0057】

図10は、第2の実施形態におけるブレ補正処理(ブレ補正方法)を示すフローチャートである。図10のフローチャートは、ステップS103の処理が設けられている点で図4のフローチャートと異なる。

#### 【0058】

ステップS103では、上述した信頼度算出部74(図9参照)が、ステップS100で算出した回転半径の信頼度がしきい値より高いか否か判断する。信頼度は、具体的には角速度の値に基づいて算出することができる。例えば、角速度がほぼゼロの場合はデジタルカメラ100が三脚に固定されている可能性があるため、回転半径の信頼度は低くなる。また、角速度の符号が変化しない状況が継続した場合はパンニング中の可能性があり、この場合も回転半径の信頼度は低くなる。また、回転半径Rの値に基づいて信頼度を算出することもできる。この場合、人間の腕の長さを超える回転半径が算出された場合や回転半径の符号が頻繁に変化する場合は、回転半径の信頼度は低くなる。なお、回転半径の信頼度に対するしきい値は、補正機構78の動作の安定性やブレ補正の精度等を考慮して設定することができる。

#### 【0059】

10

20

30

40

50

このようにして算出した回転半径の信頼度がしきい値より高い場合はステップ S 103 の判断が肯定されてステップ S 104 へ進み、図 4 のフローチャートと同様の処理を行う。一方、信頼度がしきい値以下の場合は判断が否定されて回転半径を更新せずにステップ S 112 へ進み、あらかじめ記憶された回転半径をプレ補正に用いる回転半径として決定し、この回転半径に対応する補正量及び極性に基づいてプレ補正を行う。なお、図 10 のフローチャートはステップ S 103 の処理以外は図 4 と同じであるため、同一の処理には図 4 と同一のステップ番号を付し、詳細な説明を省略する。

#### 【0060】

<第2の実施形態の効果>

第2の実施形態によれば、第1の実施形態と同様に補正の極性、及び回転半径の変化に対するしきい値を考慮するのに加えて回転半径の信頼度を考慮する（信頼度がしきい値より高いか否か）ことにより、平行プレを精度良く補正することができると共に、極性の頻繁な変更による誤作動を防止することができる。10

#### 【0061】

<第3の実施形態>

次に、本発明のプレ補正装置、撮像装置、及びプレ補正方法の第3の実施形態について説明する。

#### 【0062】

第3の実施形態において、プレ補正装置の構成は図 9 のプレ補正装置 44A と同じであるので、詳細な説明は省略する。また、撮像装置の構成は、プレ補正装置 44A 以外は第1の実施形態に係るデジタルカメラ 100 と同様であるため、詳細な説明を省略する。20

#### 【0063】

図 11 は、第3の実施形態におけるプレ補正処理（プレ補正方法）を示すフローチャートである。図 11 のフローチャートは、ステップ S 103 が設けられている点で図 4 のフローチャートと異なっており、ステップ S 106 に代えてステップ S 107 が設けられている点で図 10 のフローチャートと異なっている。ステップ S 103 における信頼度の判定は、第2の実施形態と同様である（図 10 参照）。

#### 【0064】

ステップ S 107 の処理について、図 12 を参照しつつ説明する。第3の実施形態では、ステップ S 100 で算出した回転半径に対応する極性があらかじめ記憶された回転半径に対応する極性と異なる場合（ステップ S 104 の判断が Yes ）において、ステップ S 100 で算出した回転半径と補正量（レンズシフト量）がゼロとなる回転半径との差がしきい値よりも大きい場合は、回転半径決定部 76 はステップ S 100 で算出した回転半径をプレ補正に用いる回転半径として決定する。このしきい値は回転半径の算出精度や補正の安定性等を考慮して設定することができる。図 12 の例では、あらかじめ記憶された回転半径が R 4 A であり、これに対応するレンズシフト量が L 4 A である。一方、ステップ S 100 で算出した回転半径が回転半径 R 4 B であり、これに対応するレンズシフト量がシフト量 L 4 B である。また、補正量がゼロとなる回転半径が回転半径 R(0) である。

#### 【0065】

したがってこの場合、ステップ S 107 では「 | R 4 B - R(0) | > しきい値か否か」を判断する。この判断が肯定されたらステップ S 108 へ進み、回転半径決定部 76 はステップ S 100 で算出した回転半径をプレ補正に用いる回転半径として決定して（回転半径決定工程）、ステップ S 110 へ進む。判断が否定されたらステップ S 108 及びステップ S 110 をスキップし、回転半径決定部 76 に記憶された回転半径を維持してステップ S 112 に進む。ステップ S 114 以降の処理は図 4, 10 のフローチャートと同様である。

#### 【0066】

<第3の実施形態の効果>

第3の実施形態によれば、回転半径が変化し、その結果補正の極性が変化したことが確実である（算出した回転半径と補正量がゼロとなる回転半径との差がしきい値よりも大き40

50

い) 場合に、算出した回転半径をブレ補正に用いる回転半径として決定するので、平行ブレを精度良く補正することができ、また極性の頻繁な変更による誤作動を防止することができる。なお、ここではブレ補正装置44Aが信頼度算出部74を備えブレ補正ではステップS103の処理を行う場合について説明したが、第3の実施形態ではこれらを省略してもよい。

#### 【0067】

<第4の実施形態>

次に、本発明のブレ補正装置、撮像装置、及びブレ補正方法の第4の実施形態について説明する。

#### 【0068】

第4の実施形態において、ブレ補正装置の構成は図9のブレ補正装置44Aと同じであるので、詳細な説明は省略する。また、撮像装置の構成は、ブレ補正装置44A以外は第1の実施形態に係るデジタルカメラ100と同様であるため、詳細な説明を省略する。

#### 【0069】

図13は、第4の実施形態におけるブレ補正処理(ブレ補正方法)を示すフローチャートである。図13のフローチャートは、ステップS103が設けられている点で図4のフローチャートと異なっており、ステップS106, S107に代えてステップS105が設けられている点で図10、11のフローチャートと異なっている。ステップS103における信頼度の判定は、第2の実施形態と同様である(図10参照)。

#### 【0070】

ステップS105の処理について図14を参照しつつ説明する。第4の実施形態では、ステップS100で算出した回転半径に対応する極性があらかじめ記憶された回転半径に対応する極性と異なる場合、回転半径決定部76は、あらかじめ記憶された回転半径と補正量(レンズシフト量)がゼロとなる回転半径との間に設定した回転半径をブレ補正に用いる回転半径として決定する。図14の例では、あらかじめ記憶された回転半径がR5Aであり、これに対応するレンズシフト量がL5Aである。一方、ステップS100で算出した回転半径が回転半径R5Bであり、これに対応するレンズシフト量がシフト量L5Bである。また、補正量がゼロとなる回転半径が回転半径R(0)である。

#### 【0071】

したがってこの場合、回転半径決定部76は、回転半径R5Aから回転半径R(0)までの範囲RR(図14参照)において任意の回転半径R5X(回転半径R5A～回転半径R5X～回転半径R(0))を設定し(ステップS105)、位置制御部77及び補正機構78は、回転半径R5Xに対応したシフト量L5X及び極性(図14では正)に基づいてブレ補正レンズ16を駆動する(ステップS108～ステップS114)。ステップS114以降の処理は図4、10、11のフローチャートと同様である。

#### 【0072】

<第4の実施形態の効果>

第4の実施形態によれば、平行ブレを精度良く補正することができると共に、あらかじめ記憶された回転半径に対する極性と逆の極性で補正を行うことがないので、極性の頻繁な変更による誤作動を防止することができる。なお、ここではブレ補正装置44Aが信頼度算出部74を備えブレ補正ではステップS103の処理を行う場合について説明したが、第4の実施形態ではこれらを省略してもよい。

#### 【0073】

<第5の実施形態>

次に、本発明のブレ補正装置、撮像装置、及びブレ補正方法の第5の実施形態について説明する。図15は第5の実施形態に係るデジタルカメラ200の構成を示すブロック図である。上述した第1～第4の実施形態ではブレ補正装置44, 44Aによりブレ補正レンズ16を駆動してブレ補正を行っていたが、第5の実施形態に係るデジタルカメラ200では、カメラ本体20Aが備えるブレ補正装置44Bにより撮像素子22を駆動してブレ補正を行う。ブレ補正装置44Bの構成はブレ補正装置44, 44Aと同様にすること

10

20

30

40

50

ができる。また、信頼度算出部 7 4 を設けて回転半径の信頼度を算出し、これに基づく処理（図 10, 11, 13 のステップ S 103 を参照）を行ってもよい。

#### 【0074】

図 16 は回転半径とセンサシフト量との関係を示す図である。回転半径とセンサシフト量との関係も、回転半径とレンズシフト量との関係（図 5 等を参照）と同様に、合焦距離及びズームポジションによって異なる。なお図 16 では、合焦距離が至近、中距離、遠距離、無限大の場合の回転半径と単位ブレ角度あたりのセンサシフト量との関係を、それぞれ参照符号 F D n, F D m, F D f, F D i n f で示している。

#### 【0075】

上述した構成の下、第 5 の実施形態でのブレ補正処理は第 1 ~ 第 4 の実施形態と同様に行うことができ、これにより平行ブレを精度良く補正することができる。 10

#### 【0076】

<その他>

上述した第 1 ~ 第 5 の実施形態ではブレ補正レンズ 16 または撮像素子 22 を駆動してブレを補正する場合について説明したが、ブレ補正レンズ 16 と撮像素子 22 の双方を駆動してもよい。この場合、ブレ補正レンズ 16 と撮像素子 22 のそれぞれについて、回転半径の更新により補正の極性が変化するか否かを考慮してもよい。また、撮像光学系 10 は交換レンズとして構成してもよい。さらに、本発明のブレ補正装置、撮像装置、及びブレ補正方法は通常のデジタルカメラだけでなくスマートフォンやタブレット端末等の電子機器に搭載されたカメラ機能にも適用することができる。 20

#### 【0077】

以上で本発明の実施形態に関して説明してきたが、本発明は上述した実施形態に限定されず、本発明の精神を逸脱しない範囲で種々の変形が可能である。

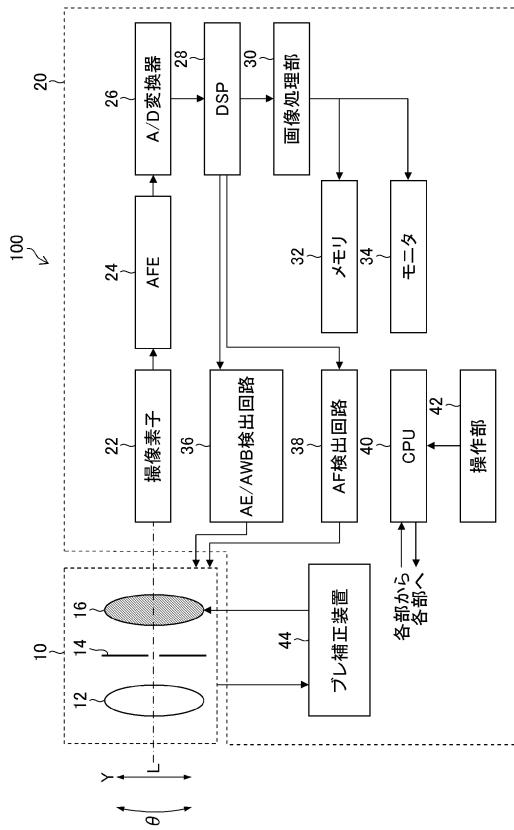
#### 【符号の説明】

##### 【0078】

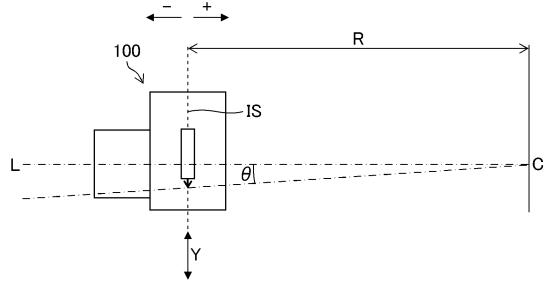
1 0	撮像光学系	
1 2	撮像レンズ	
1 4	絞り	
1 6	ブレ補正レンズ	
2 0	カメラ本体	30
2 0 A	カメラ本体	
2 2	撮像素子	
2 4	A F E	
2 6	A / D 変換器	
2 8	D S P	
3 0	画像処理部	
3 2	メモリ	
3 4	モニタ	
3 6	A E / A W B 検出回路	
3 8	A F 検出回路	40
4 0	C P U	
4 2	操作部	
4 4	ブレ補正装置	
4 4 A	ブレ補正装置	
4 4 B	ブレ補正装置	
5 0	加速度センサ	
5 2	姿勢角算出部	
5 4	重力成分算出部	
5 6	B P F	
5 8	積分回路	50

6 0	角速度センサ	
6 2	H P F	
6 4	積分回路	
6 6	H P F	
6 7	B P F	
6 8	位相補償回路	
7 0	回転半径算出部	
7 2	補正演算部	
7 4	信頼度算出部	
7 6	回転半径決定部	10
7 7	位置制御部	
7 8	補正機構	
1 0 0	デジタルカメラ	
2 0 0	デジタルカメラ	
C	回転中心	
I S	像面	
L	光軸	
L 1 A	シフト量	
L 1 B	シフト量	
L 2 A	シフト量	20
L 2 B	シフト量	
L 3 A	シフト量	
L 3 B	シフト量	
L 4 B	シフト量	
L 5 B	シフト量	
L 5 X	シフト量	
R	回転半径	
R 1 A	回転半径	
R 1 B	回転半径	
R 2 A	回転半径	30
R 2 B	回転半径	
R 3 A	回転半径	
R 3 B	回転半径	
R 4 B	回転半径	
R 5 A	回転半径	
R 5 B	回転半径	
R 5 X	回転半径	
R R	範囲	
S 1 0 0 ~ S 1 1 4	プレ補正処理の各ステップ	
V	並進速度	40
Y	シフトブレ	
	並進加速度	
	角度ブレ	
	角速度	

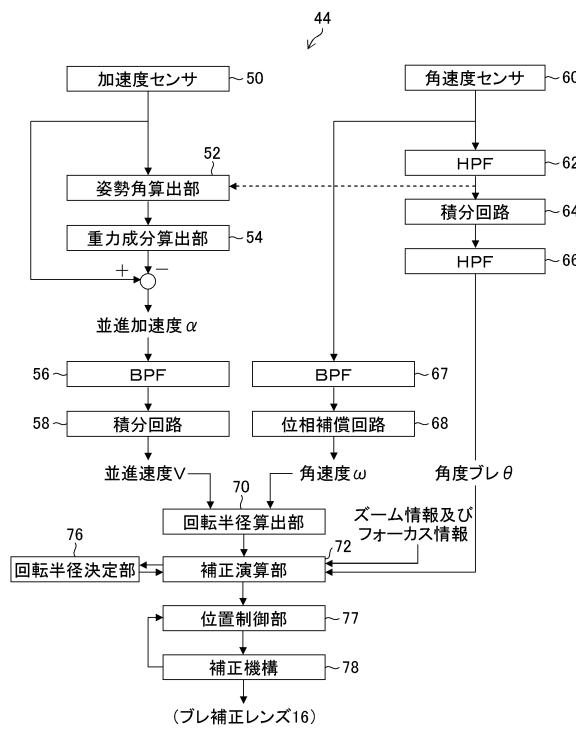
【図1】



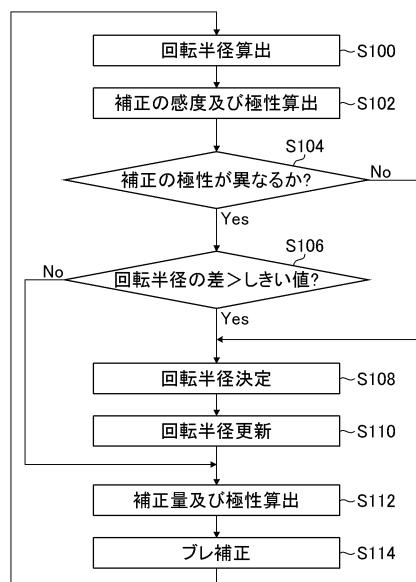
【図2】



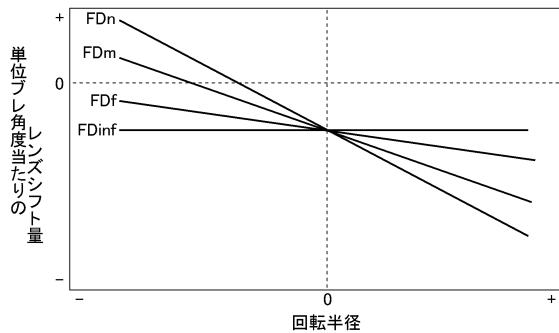
【図3】



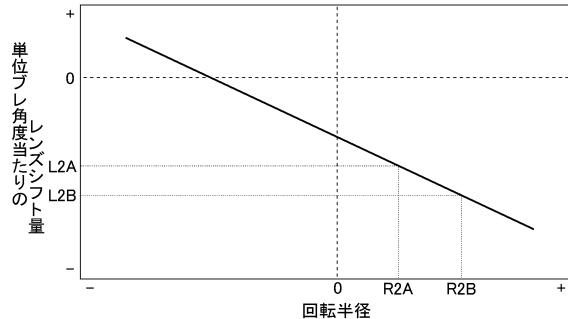
【図4】



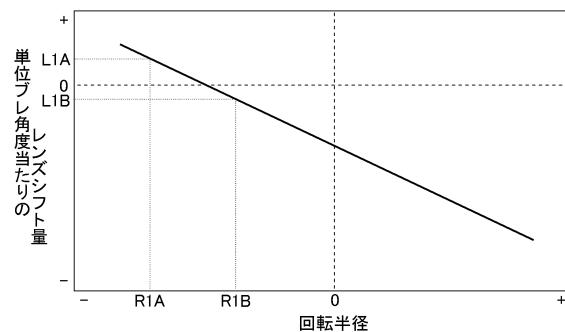
【図5】



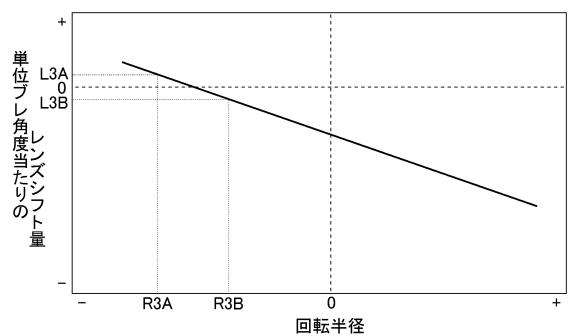
【図7】



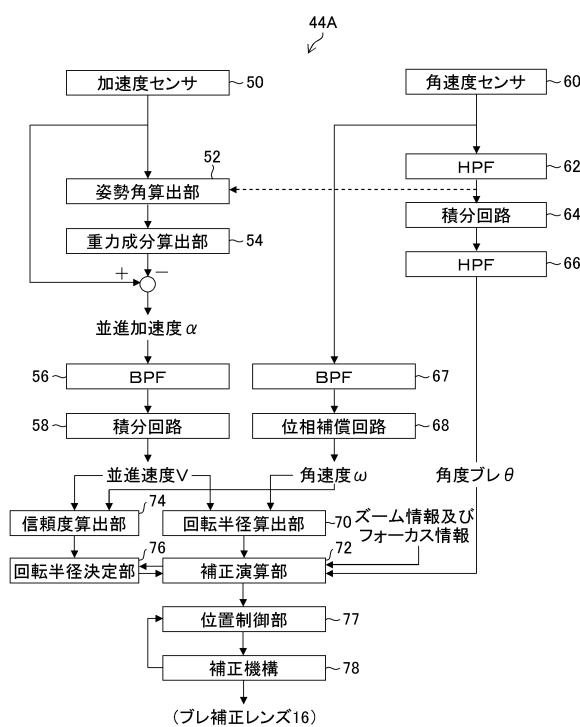
【図6】



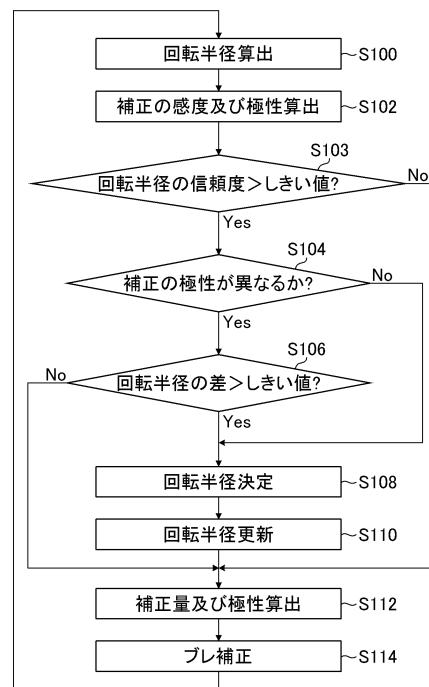
【図8】



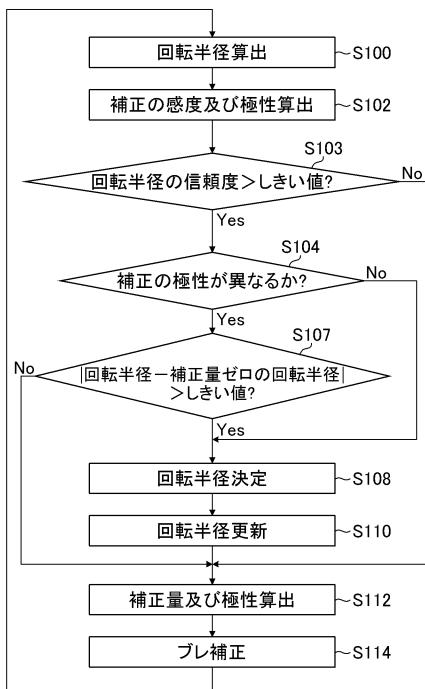
【図9】



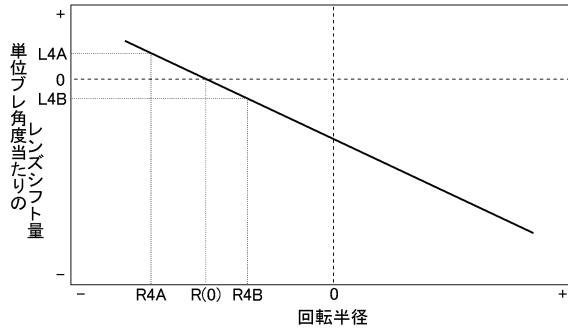
【図10】



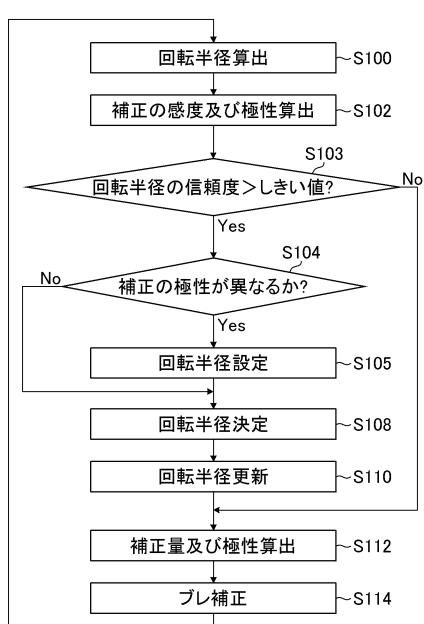
【図11】



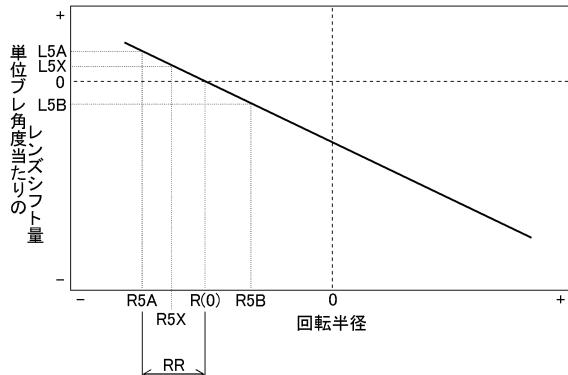
【図12】



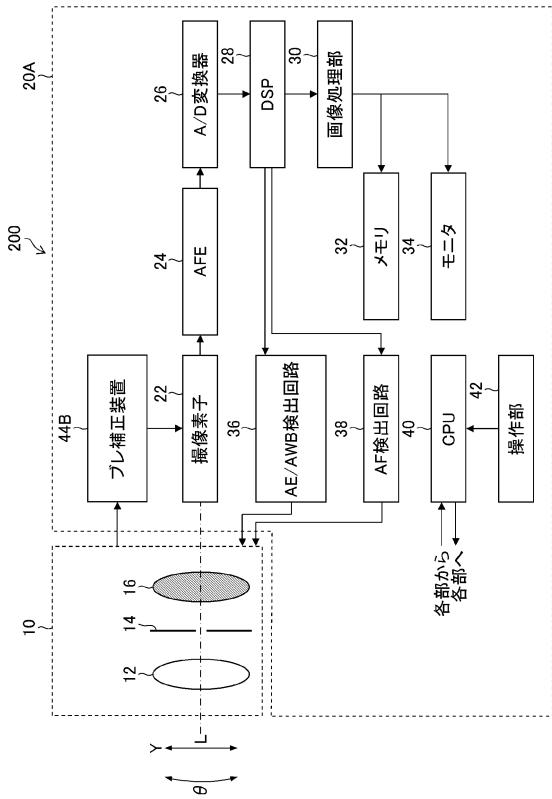
【図13】



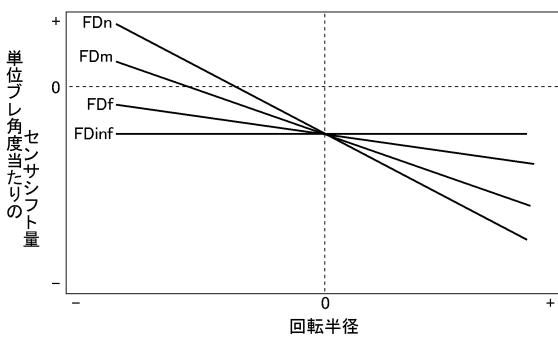
【図14】



【図15】



【図16】



---

フロントページの続き

審査官 登丸 久寿

(56)参考文献 国際公開第2013/108434 (WO, A1)

特開2004-295027 (JP, A)

特開2013-054316 (JP, A)

国際公開第2009/060626 (WO, A1)

特開2012-247544 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B 5/00

H04N 5/232