

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7277302号

(P7277302)

(45)発行日 令和5年5月18日(2023.5.18)

(24)登録日 令和5年5月10日(2023.5.10)

(51)国際特許分類

F I

G 0 3 B 5/00 (2021.01)

G 0 3 B 5/00

J

H 0 4 N 23/55 (2023.01)

H 0 4 N 23/55

H 0 4 N 23/68 (2023.01)

H 0 4 N 23/68

請求項の数 24 (全22頁)

(21)出願番号 特願2019-136291(P2019-136291)
(22)出願日 令和1年7月24日(2019.7.24)
(65)公開番号 特開2021-21754(P2021-21754A)
(43)公開日 令和3年2月18日(2021.2.18)
審査請求日 令和4年7月1日(2022.7.1)

(73)特許権者 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74)代理人 100126240
弁理士 阿部 琢磨
(74)代理人 100124442
弁理士 黒岩 創吾
(72)発明者 平井 大輔
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キ
ヤノン株式会社内
審査官 岡田 弘

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 レンズ装置、カメラ、カメラシステム、制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

カメラが有する撮像素子およびレンズ装置が有する補正レンズを用いて第1成分の振れによって生じる像振れを補正し、かつ、前記撮像素子および前記補正レンズの少なくともいずれかを用いて前記第1成分とは異なる第2成分の振れによって生じる像振れを補正することが可能なカメラシステムに用いられるレンズ装置であって、

第1の検出手段からの前記第1成分の振れに応じた出力と、第2の検出手段からの前記第2成分の振れに応じた出力を取得する取得手段と、

前記撮像素子および前記補正レンズの可動範囲情報と前記第2の検出手段の出力とに基づいて、前記第1成分の振れによって生じる像振れを補正するときの前記補正レンズの補正量に関する情報を決定する決定手段と、

記録用撮像中に、前記第1の検出手段の出力と前記補正量に関する情報とに基づいて前記補正レンズの位置を制御する制御手段とを有することを特徴とするレンズ装置。

【請求項2】

前記補正レンズを用いて前記第2成分の振れによって生じる像振れを補正し、

前記制御手段は、前記記録用撮像中に、前記第1の検出手段の出力と、前記補正量に関する情報と、前記第2の検出手段からの出力とに基づいて前記補正レンズの位置を制御することを特徴とする請求項1に記載のレンズ装置。

【請求項3】

前記撮像素子よりも前記補正レンズのほうが、前記第2成分の振れによって生じる像振

10

20

れを補正するときの負担が大きい場合、

前記第 2 成分の振れ量が第 1 の値のときよりも、該第 1 の値より大きな第 2 の値のときのほうが、前記補正量に関する情報に対応する前記補正レンズの補正割合は小さいことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のレンズ装置。

【請求項 4】

前記補正レンズよりも前記撮像素子のほうが、前記第 2 成分の振れによって生じる像振れを補正するときの負担が大きい場合、

前記第 2 成分の振れ量が第 1 の値のときよりも、該第 1 の値より大きな第 2 の値のときのほうが、前記補正量に関する情報に対応する前記補正レンズの補正割合は大きいことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のレンズ装置。

10

【請求項 5】

前記決定手段は、前記撮像素子および前記補正レンズの可動範囲情報と、前記第 2 の検出手段の出力と、前記補正レンズを含む撮影光学系の光学情報とに基づいて前記補正量に関する情報を決定することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のレンズ装置。

【請求項 6】

前記光学情報は前記撮影光学系の撮影倍率を含み、

前記撮像素子よりも前記補正レンズのほうが、前記第 2 成分の振れによって生じる像振れを補正するときの負担が大きい場合、

前記撮影倍率が第 1 の撮影倍率のときよりも、該第 1 の撮影倍率より大きな第 2 の撮影倍率のときのほうが、前記補正量に関する情報に対応する前記補正レンズの補正割合は小さいことを特徴とする請求項 5 に記載のレンズ装置。

20

【請求項 7】

前記光学情報は前記撮影光学系の撮影倍率を含み、

前記補正レンズよりも前記撮像素子のほうが、前記第 2 成分の振れによって生じる像振れを補正するときの負担が大きい場合、

前記撮影倍率が第 1 の撮影倍率のときよりも、該第 1 の撮影倍率より大きな第 2 の撮影倍率のときのほうが、前記補正量に関する情報に対応する前記補正レンズの補正割合は大きいことを特徴とする請求項 5 に記載のレンズ装置。

【請求項 8】

30

前記決定手段は、前記撮像素子および前記補正レンズの可動範囲情報に基づいて第 1 の補正量に関する情報を仮決定し、該第 1 の補正量に関する情報と、前記第 2 の検出手段の出力を用いて得られた補正情報とに基づいて第 2 の補正量に関する情報を決定し、

前記制御手段は前記補正量に関する情報としての前記第 2 の補正量に関する情報に基づいて前記補正レンズの位置を制御することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のレンズ装置。

【請求項 9】

前記撮像素子よりも前記補正レンズのほうが、前記第 2 成分の振れによって生じる像振れを補正するときの負担が大きい場合、前記第 1 の補正量に関する情報に対応する補正割合よりも前記第 2 の補正量に関する情報に対応する補正割合のほうが小さいことを特徴とする請求項 8 に記載のレンズ装置。

40

【請求項 10】

前記補正レンズよりも前記撮像素子のほうが、前記第 2 成分の振れによって生じる像振れを補正するときの負担が大きい場合、前記第 1 の補正量に関する情報に対応する補正割合よりも前記第 2 の補正量に関する情報に対応する補正割合のほうが大きいことを特徴とする請求項 8 に記載のレンズ装置。

【請求項 11】

前記記録用撮像の開始前は前記第 1 成分の振れによって生じる像振れを補正し前記第 2 成分の振れによって生じる像振れ補正を行わず、前記記録用撮像中は前記第 1 成分の振れによって生じる像振れおよび前記第 2 成分の振れによって生じる像振れ補正を行う場合、

50

前記制御手段は、前記記録用撮像の開始前と前記記録用撮像中とで前記第 1 成分の振れによって生じる像振れを補正するときの前記補正レンズの補正割合を異ならせて前記レンズ装置の位置を制御することを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載のレンズ装置。

【請求項 12】

カメラシステムにおいて、前記記録用撮像の開始前は前記補正レンズのみを用いて像振れ補正を行い、前記記録用撮像中は前記補正レンズおよび前記撮像素子を用いて像振れ補正を行う場合、

前記補正レンズの可動範囲情報は、撮像準備開始時の前記補正レンズの位置に対する駆動方向ごとの可動範囲を含み、

前記決定手段が決定する前記補正量に関する情報は、前記撮像準備開始時の前記補正レンズの位置に対する前記補正レンズの駆動方向に応じて異なることを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載のレンズ装置。

【請求項 13】

前記第 1 の検出手段および前記第 2 の検出手段の少なくとも一方を有することを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載のレンズ装置。

【請求項 14】

前記第 1 の検出手段は、前記補正レンズを含む撮影光学系の光軸に直交する軸まわりの角速度を検出し、前記第 2 の検出手段は、前記光軸に直交方向の加速度を検出することを特徴とする請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項に記載のレンズ装置。

【請求項 15】

前記カメラと通信可能な通信手段を有し、

前記決定手段は前記第 1 成分の振れによって生じる像振れを補正するときの前記撮像素子の補正量に関する情報を決定し、

前記通信手段は前記撮像素子のための補正量に関する情報を前記カメラに送信することを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載のレンズ装置。

【請求項 16】

請求項 15 に記載のレンズ装置から前記第 1 成分の振れによって生じる像振れを補正するときの前記撮像素子の補正量に関する情報を受信する受信手段を有し、該受信した補正量に関する情報に基づいて前記撮像素子の位置を制御する制御手段を有することを特徴とするカメラ。

【請求項 17】

カメラが有する撮像素子およびレンズ装置が有する補正レンズを用いて角度振れによって生じる像振れを補正し、かつ、前記撮像素子および前記補正レンズの少なくともいずれかを用いてシフト振れによって生じる像振れを補正することが可能なカメラシステムに用いられるレンズ装置であって、

角速度を検出するジャイロセンサの出力と加速度を検出する加速度センサの出力を取得する取得手段と、

前記撮像素子および前記補正レンズの可動範囲情報と前記加速度センサの出力とに基づいて、前記角度振れによって生じる像振れを補正するときの補正量に関する情報を決定する決定手段と、

記録用撮像中に、前記ジャイロセンサの出力と前記補正量に関する情報とに基づいて前記補正レンズの位置を制御する制御手段とを有することを特徴とするレンズ装置。

【請求項 18】

カメラが有する撮像素子およびレンズ装置が有する補正レンズを用いて第 1 成分の振れによって生じる像振れを補正し、かつ、前記撮像素子および前記補正レンズの少なくともいずれかを用いて前記第 1 成分とは異なる第 2 成分の振れによって生じる像振れを補正することが可能なカメラシステムに用いられるカメラであって、

第 1 の検出手段からの前記第 1 成分の振れに応じた出力と、第 2 の検出手段からの前記第 2 成分の振れに応じた出力を取得する取得手段と、

10

20

30

40

50

前記撮像素子および前記補正レンズの可動範囲情報と前記第 2 の検出手段の出力とに基づいて、前記第 1 成分の振れによって生じる像振れを補正するときの前記撮像素子の補正量に関する情報を決定する決定手段と、

記録用撮像中に、前記第 1 の検出手段の出力と前記補正量に関する情報とに基づいて前記撮像素子の位置を制御する制御手段とを有することを特徴とするカメラ。

【請求項 19】

カメラが有する撮像素子およびレンズ装置が有する補正レンズを用いて角度振れによって生じる像振れを補正し、かつ、前記撮像素子および前記補正レンズの少なくともいずれかを用いてシフト振れによって生じる像振れを補正することが可能なカメラシステムに用いられるカメラであって、

角速度を検出するジャイロセンサの出力と加速度を検出する加速度センサの出力を取得する取得手段と、

前記撮像素子および前記補正レンズの可動範囲情報と前記加速度センサの出力とに基づいて、前記角度振れによって生じる像振れを補正するときの前記撮像素子の補正量に関する情報を決定する決定手段と、

記録用撮像中に、前記ジャイロセンサの出力と前記補正量に関する情報とに基づいて前記撮像素子の位置を制御する制御手段とを有することを特徴とするカメラ。

【請求項 20】

撮像素子と、補正レンズと、を有し、前記撮像素子と前記補正レンズとを用いて第 1 成分の振れによって生じる像振れを補正し、かつ、前記撮像素子および前記補正レンズの少なくともいずれかを用いて前記第 1 成分とは異なる第 2 成分の振れによって生じる像振れを補正するカメラシステムであって、

前記第 1 成分の振れに応じた出力をする第 1 の検出手段と、

前記第 2 成分の振れに応じた出力をする第 2 の検出手段と、

前記撮像素子および前記補正レンズの可動範囲情報と前記第 2 の検出手段の出力とに基づいて、前記第 1 成分の振れによって生じる像振れを補正するときの前記撮像素子と前記補正レンズのそれぞれの補正量に関する情報を決定する決定手段とを有し、

記録用撮像中に、前記第 1 の検出手段の出力と前記補正量に関する情報とに基づいて前記撮像素子および前記補正レンズの位置を制御する制御手段を有することを特徴とするカメラシステム。

【請求項 21】

カメラが有する撮像素子とレンズ装置が有する補正レンズとを用いて第 1 成分の振れによって生じる像振れを補正し、かつ、前記撮像素子および前記補正レンズの少なくともいずれかを用いて前記第 1 成分とは異なる第 2 成分の振れによって生じる像振れを補正するカメラシステムに用いられるレンズ装置の制御方法であって、

第 1 の検出手段からの前記第 1 成分の振れに応じた出力と第 2 の検出手段からの前記第 2 成分の振れに応じた出力を取得するステップと、

前記撮像素子および前記補正レンズの可動範囲情報と前記第 2 の検出手段の出力とに基づいて、前記第 1 成分の振れによって生じる像振れの前記補正レンズの補正量に関する情報を決定するステップと、

記録用撮像中に、前記第 1 の検出手段の出力と前記補正量に関する情報とに基づいて前記補正レンズの位置を制御するステップとを有することを特徴とするレンズ装置の制御方法。

【請求項 22】

カメラが有する撮像素子とレンズ装置が有する補正レンズとを用いて第 1 成分の振れによって生じる像振れを補正し、かつ、前記撮像素子および前記補正レンズの少なくともいずれかを用いて前記第 1 成分とは異なる第 2 成分の振れによって生じる像振れを補正するカメラシステムに用いられるカメラの制御方法であって、

第 1 の検出手段からの前記第 1 成分の振れに応じた出力と第 2 の検出手段からの前記第 2 成分の振れに応じた出力を取得するステップと、

10

20

30

40

50

前記撮像素子および前記補正レンズの可動範囲情報と前記第 2 の検出手段の出力とに基づいて、前記第 1 成分の振れによって生じる像振れの前記撮像素子による補正量に関する情報を決定するステップと、

記録用撮像中に、前記第 1 の検出手段の出力と前記補正量に関する情報とに基づいて前記撮像素子の位置を制御するステップとを有することを特徴とするカメラの制御方法。

【請求項 2 3】

前記レンズ装置のコンピュータに請求項 2 1 に記載の制御方法を実行させることを特徴とするプログラム。

【請求項 2 4】

前記カメラのコンピュータに請求項 2 2 に記載の制御方法を実行させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、像振れ補正が可能な、レンズ装置、カメラ、カメラシステム、および制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

レンズ装置内の補正レンズおよびカメラ内の撮像素子を用いて、手振れ等に起因して生じる像振れを補正するカメラシステムが知られている。特許文献 1 には、角度振れに起因する像振れを補正するために、撮像の開始前は補正レンズのみが駆動し、撮像中は補正レンズと撮像素子とが協調的に駆動するカメラシステムが記載されている。特許文献 2 には、補正レンズを駆動することにより、角度振れおよびシフト振れに起因する像振れを補正するカメラシステムが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2009 - 265182 号公報
特開 2010 - 096938 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 のように協調駆動が可能なカメラシステムにおいて角度振れおよびシフト振れに起因する像振れを補正する場合について考える。角度振れに起因する像振れ補正について補正レンズおよび撮像素子の補正角比が等しく、補正レンズおよび撮像素子による最大補正可能角が等しい場合を例に挙げる。シフト振れに起因する像振れ補正の負担が一方に偏っていると、協調駆動に際してシフト振れに起因する像振れ補正の負担が大きいほうの素子他方の素子よりも先に可動範囲の端に到達しやすくなる。これにより、所望の像振れ補正が行えなくなるおそれがある。そのため、角度振れおよびシフト振れに起因する像振れを良好に補正するためには、協調駆動時の補正レンズおよび撮像素子のそれぞれの補正割合を適切に設定することが重要となる。

【0005】

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、角度振れおよびシフト振れに起因する像振れを良好に補正することが可能なレンズ装置、カメラ、カメラシステム、制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明のレンズ装置は、カメラが有する撮像素子およびレンズ装置が有する補正レンズを用いて第 1 成分の振れによって生じる像振れを補正し、かつ、前記撮像素子および前記補正レンズの少なくともいずれかを用いて前記第 1 成分とは異なる第 2 成分の振れによ

10

20

30

40

50

て生じる像振れを補正することが可能なカメラシステムに用いられるレンズ装置であって、第１の検出手段からの前記第１成分の振れに応じた出力と、第２の検出手段からの前記第２成分の振れに応じた出力を取得する取得手段と、前記撮像素子および前記補正レンズの可動範囲情報と前記第２の検出手段の出力とに基づいて、前記第１成分の振れによって生じる像振れを補正するときの前記補正レンズの補正量に関する情報を決定する決定手段と、記録用撮像中に、前記第１の検出手段の出力と前記補正量に関する情報とに基づいて前記補正レンズの位置を制御する制御手段とを有することを特徴とする。

【０００７】

本発明のカメラは、カメラが有する撮像素子およびレンズ装置が有する補正レンズを用いて第１成分の振れによって生じる像振れを補正し、かつ、前記撮像素子および前記補正レンズの少なくともいずれかを用いて前記第１成分とは異なる第２成分の振れによって生じる像振れを補正することが可能なカメラシステムに用いられるカメラであって、第１の検出手段からの前記第１成分の振れに応じた出力と、第２の検出手段からの前記第２成分の振れに応じた出力を取得する取得手段と、前記撮像素子および前記補正レンズの可動範囲情報と前記第２の検出手段の出力とに基づいて、前記第１成分の振れによって生じる像振れを補正するときの前記撮像素子の補正量に関する情報を決定する決定手段と、記録用撮像中に、前記第１の検出手段の出力と前記補正量に関する情報とに基づいて前記撮像素子の位置を制御する制御手段とを有することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【０００８】

本発明に係るレンズ装置、カメラ、カメラシステム、制御方法によれば、角度振れおよびシフト振れに起因する像振れを良好に補正することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】第１実施形態に係るカメラシステムの構成を示す図。

【図２】第１実施形態の像振れ補正制御のシーケンスを説明する図。

【図３】角度振れおよびシフト振れについて説明する図。

【図４】像振れ補正制御のための構成を示す図。

【図５】第１実施形態の像振れ補正制御を示すフローチャート。

【図６】第２実施形態の像振れ補正制御のシーケンスを説明する図。

30

【発明を実施するための形態】

【００１０】

以下、本発明の実施形態に係るカメラシステムについて、添付の図面に基づいて詳細に説明する。なお、各図において同じ構成要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

【００１１】

[第１実施形態]

図１は、第１実施形態におけるカメラシステム１０の構成を示す図である。カメラシステム１０は、カメラ本体１００とレンズ装置１０１を有する。このカメラシステム１０では、撮像の開始前は補正レンズ１１３のみを駆動して角度振れに起因する像振れを補正し、撮像中は補正レンズ１１３および撮像素子１０４を協調駆動させながら角度振れおよびシフト振れに起因する像振れを補正する。撮像中（記録用撮像中）において、角度振れに起因する像振れは、補正レンズ１１３と撮像素子１０４とをそれぞれ設定された補正割合に基づいて駆動することにより補正される。さらに、シフト振れに起因する像振れは、補正レンズ１１３を駆動することにより補正される。すなわち、補正レンズ１１３は、角度振れに起因する像振れの担当分の補正量に、シフト振れに起因する像振れ補正量を加えた分だけ駆動する。

40

【００１２】

ここで、角度振れに起因する像振れ補正のための補正割合は、撮像準備開始時の補正レンズ１１３の位置に対して補正レンズ１１３の現在位置がどちら側であるかに応じて変動

50

する。ここで、角度振れとは撮影光学系 1 1 3 a の光軸に直交する軸まわりの角速度をもった振動のことをいい、カメラシステム 1 0 のピッチ方向およびヨー方向の振動のことをいう。シフト振れとは光軸に直交方向の加速度をもった振動のことをいう。なお、本明細書における「撮像」とは、記録用撮像を意味する。すなわち、記録用の静止画または動画を取得することを意味しており、ライブビュー映像を表示するために被写体像を取得することは撮像に含まれない。また、「光軸」とは、像振れ補正を行っていないときの撮影光学系 1 1 3 a の光軸のことをいう。

【 0 0 1 3 】

(カメラシステムの構成)

まず、図 1 を用いてカメラシステム 1 0 の構成について説明する。レンズ装置 1 0 1 をカメラ本体 1 0 0 に対して着脱可能な交換レンズとして図示しているが、レンズ装置 1 0 1 はカメラ本体 1 0 0 と一体で構成されていてもよい。

【 0 0 1 4 】

カメラ本体 1 0 0 は、カメラ制御部 1 0 2、リリースボタン 1 0 3、撮像素子 1 0 4、カメラ側端子 1 0 5、ジャイロセンサ 1 0 6、アクチュエータ 1 0 7、位置センサ 1 0 8、メモリ 1 1 6、および表示素子 1 1 8 を有する。

【 0 0 1 5 】

カメラ制御部 1 0 2 は、カメラ本体 1 0 0 の各部材を制御する制御手段 (コンピュータ) であり、CPU (Central Processing Unit) やメモリを有する。例えば、リリースボタン 1 0 3 の操作に応じて、AF (オートフォーカス) 制御、AE (自動露出) 制御、撮像、像振れ補正制御 (防振制御) 等を行ったり、カメラ側端子 1 0 5 を介してレンズ制御部 1 0 9 と通信したりする。さらに、カメラ制御部 1 0 2 は、メモリ 1 1 6 に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、像振れ補正制御を行う。

【 0 0 1 6 】

リリースボタン 1 0 3 は、ユーザによる撮影タイミングの指示に用いられる。リリースボタン 1 0 3 は 2 段階の操作が可能であり、リリースボタン 1 0 3 が半押しされることにより 1 段階目のスイッチ SW 1 がオンとなり、カメラ制御部 1 0 2 は AF 制御や AE 制御等の撮像準備動作を開始する。さらにリリースボタン 1 0 3 が押し込まれて全押しされることにより 2 段階目のスイッチ SW 2 がオンになり、カメラ制御部 1 0 2 は合焦位置や露出を確定し、スイッチ SW 2 がオンになってから所定時間後に撮像素子 1 0 4 における撮像 (露光) を開始する。このときカメラ制御部 1 0 2 は、スイッチ SW 2 がオンになったことを、スイッチ SW 2 - 1 がオンになったものとしてレンズ制御部 1 0 9 に通知する。そして、スイッチ SW 2 がオンになってから所定時間経過後にスイッチ SW 2 - 2 がオンになったことをレンズ制御部 1 0 9 に通知する。なお、スイッチ SW 1 およびスイッチ SW 2 の区別が可能なものであれば、リリースボタン 1 0 3 のかわりに、スライド式又は揺動式のスイッチ部材等が用いられても構わない。

【 0 0 1 7 】

撮像素子 1 0 4 は、CCD センサや CMOS センサ等の光電変換素子である。撮像素子 1 0 4 は、レンズ装置 1 0 1 の撮影光学系 1 1 3 a により形成される被写体像を、カメラ制御部 1 0 2 からの指示を受けたタイミングで光電変換して撮像信号を生成する。また、像振れ補正に際して撮像素子 1 0 4 は光軸に直交する平面内 (図 1 中の X - Y 平面内) で駆動する。さらに、ロール方向 (光軸まわりの回転方向) の振れに起因する像振れを補正するために、撮像素子 1 0 4 を Z 軸を回転中心として回転駆動させてもよい。

【 0 0 1 8 】

ジャイロセンサ (第 1 の検出手段、角速度検出手段) 1 0 6 はカメラ本体 1 0 0 に加わった角速度を検出し、角速度信号 (第 1 成分の振れに応じた出力) をカメラ制御部 1 0 2 に出力する。これにより、手振れ等に起因して生じる角度振れを検出する。

【 0 0 1 9 】

表示素子 1 1 8 は、撮像素子 1 0 4 により生成された撮像信号に対応する画像を表示す

10

20

30

40

50

る。例えば、撮像前にはライブビュー映像を表示し、撮像後には撮像された静止画を表示する。

【 0 0 2 0 】

アクチュエータ 1 0 7 は超音波モータやボイスコイルモータ等のモータであり、カメラ制御部 1 0 2 からの指示に基づいて駆動する。アクチュエータ 1 0 7 は、像振れ補正のために、撮像素子 1 0 4 を光軸に直交する平面内で移動させる。位置センサ 1 0 8 は、撮像素子 1 0 4 の位置を検出しカメラ制御部 1 0 2 に出力する。

【 0 0 2 1 】

カメラ制御部 1 0 2 は、撮像素子 1 0 4、ジャイロセンサ 1 0 6、アクチュエータ 1 0 7、および位置センサ 1 0 8 を用いて像振れ補正を行う。カメラ制御部 1 0 2 は、ジャイロセンサ 1 0 6 から出力された角速度信号に基づいて像振れを低減させるために必要な撮像素子 1 0 4 の目標位置を決定する。そして、当該目標位置と位置センサ 1 0 8 から得られた撮像素子 1 0 4 の現在位置との差を低減するように、アクチュエータ 1 0 7 を介して撮像素子 1 0 4 の位置フィードバック制御を行う。

【 0 0 2 2 】

メモリ 1 1 6 は、ROM (Read Only Memory) 等の情報記憶媒体であり、少なくとも、後述する図 5 のフローチャートのカメラ側処理に示すプログラムを記憶している。さらに、メモリ 1 1 6 は、撮像素子 1 0 4 の可動範囲情報を記憶している。可動範囲情報とは、撮像準備開始時における撮像素子 1 0 4 の位置からの各方向への最大駆動量である。本実施形態では撮像素子 1 0 4 は撮像開始まで制御中心位置で停止しているため、最大駆動量は + X 方向および - X 方向で等しくなり、+ Y 方向および - Y 方向で等しくなる。

【 0 0 2 3 】

レンズ装置 1 0 1 は、レンズ制御部 1 0 9、ジャイロセンサ 1 1 0、レンズ側端子 1 1 1、アクチュエータ 1 1 2、撮影光学系 1 1 3 a、位置センサ 1 1 4、加速度センサ 1 1 5、およびメモリ 1 1 7 を有する。

【 0 0 2 4 】

ジャイロセンサ (第 1 の検出手段、角速度検出手段) 1 1 0 はレンズ装置 1 0 1 に加わった角速度を検出し、角速度信号 (第 1 成分の振れに応じた出力) をレンズ制御部 1 0 9 に出力する。これにより、手振れ等に起因して生じる角度振れを検出する。なお、カメラシステム 1 0 に対する振動に関して、ジャイロセンサ 1 0 6 の出力とジャイロセンサ 1 1 0 の出力が同一となるように、ジャイロセンサ 1 0 6 とジャイロセンサ 1 1 0 の出力間のオフセットは補正されているものとする。

【 0 0 2 5 】

加速度センサ (第 2 の検出手段、加速度検出手段) 1 1 5 は、レンズ装置 1 0 1 に加わったシフト振れにより生じた加速度を検出し、加速度信号 (第 2 成分の振れに応じた出力) をレンズ制御部 1 0 9 に出力する。

【 0 0 2 6 】

アクチュエータ 1 1 2 は超音波モータやボイスコイルモータ等のモータであり、レンズ制御部 1 0 9 からの指示に基づいて駆動する。アクチュエータ 1 1 2 は、補正レンズ 1 1 3 を光軸に直交する平面内 (図 1 中の X - Y 平面内) で駆動させる。

【 0 0 2 7 】

撮影光学系 1 1 3 a は被写体像を撮像素子 1 0 4 の撮像面上に形成する。また、補正レンズ 1 1 3 を駆動することによって、撮像素子 1 0 4 の撮像面上での像の形成範囲をシフトさせて像振れを補正することができる。位置センサ 1 1 4 は、補正レンズ 1 1 3 の位置を検出し、レンズ制御部 1 0 9 に出力する。

【 0 0 2 8 】

レンズ制御部 1 0 9 は、レンズ装置 1 0 1 の各部材を制御する制御手段 (コンピュータ) であり、CPU およびメモリを有する。特に、補正レンズ 1 1 3、ジャイロセンサ 1 1 0、アクチュエータ 1 1 2、および位置センサ 1 1 4 を用いて像振れ補正を行う。レンズ

10

20

30

40

50

制御部 109 は、ジャイロセンサ 110 から出力された角速度信号と加速度センサ 115 から出力された加速度信号とに基づいて、像振れを低減させるために必要な補正レンズ 113 の目標位置を決定する。そして、当該目標位置と位置センサ 114 から得られた補正レンズ 113 の現在位置とに基づいてアクチュエータ 112 を介して補正レンズ 113 の位置フィードバック制御を行う。

【0029】

メモリ 117 は、ROM 等の情報記憶媒体であり、少なくとも、後述する図 5 のフローチャートのレンズ側処理に示すプログラムを記憶している。さらに撮影光学系 113a の光学状態に応じた焦点距離や撮影倍率 の情報を記憶している。光学状態は、フォーカシングに際して移動するフォーカスレンズの位置やズーミングに際して移動するレンズの位置により求められる。さらに、メモリ 117 は、補正レンズ 113 の可動範囲情報を記憶している。可動範囲情報とは、撮像準備開始時における補正レンズ 113 の位置に対する各駆動方向への最大駆動量である。本実施形態では補正レンズ 113 は撮像開始前も駆動中であるため、最大駆動量は駆動方向に応じて異なる値になり、かつ、撮像ごとに異なる値になる。

10

【0030】

(像振れ補正シーケンスの概要)

図 2 を用いて、第 1 実施形態における像振れ補正制御のシーケンスについて簡単に説明する。

【0031】

20

図 2 は、上から下へ向かって順にスイッチ SW 1 の状態、スイッチ SW 2 - 1 の状態、スイッチ SW 2 - 2 の状態、補正レンズ 113 の制御、撮像素子 104 の制御について示しており、横軸は時間を示している。

【0032】

スイッチ SW 1 がオンになるまでは、補正レンズ 113 のみを用いて像振れ補正を行う。当該像振れ補正では、角度振れに起因する像振れのみを補正する。すなわち、角度振れに関しての補正レンズ 113 の補正割合 は $= 1$ である。なお、本実施形態で決定される補正レンズ 113 の補正割合は、全像振れ補正角に対する補正レンズ 113 による像振れ補正角、撮像素子 104 の補正割合は、全像振れ補正角に対する補正レンズ 113 による像振れ補正角のことをいう。すなわち、補正割合 は 1 となる。補正割合については後で詳述する。このとき、撮像素子 104 は可動範囲の中心位置（以下、制御中心位置という）に保持される。

30

【0033】

スイッチ SW 1 がオンになることに応じて、カメラシステム 10 において AF 制御および AE 制御が開始される。カメラシステム 10 では、AF 制御および AE 制御中も補正レンズ 113 のみを用いて像振れ補正を行う。

【0034】

スイッチ SW 2 - 1 がオンになることに応じて、補正レンズ 113 はその場で停止する。SW 2 - 1 がオンになってからスイッチ SW 2 - 2 がオンになるまでの間に、レンズ制御部 109 は撮像中の協調駆動におけるそれぞれの補正量に関する情報を決定する。本実施形態では、該補正量に関する情報として補正割合を決定する。

40

【0035】

スイッチ SW 2 - 2 がオンになることに応じて、カメラシステム 10 は撮像素子 104 および補正レンズ 113 を駆動させて協調駆動を開始する。補正レンズ 113 の駆動により角度振れおよびシフト振れに起因する像振れを補正し、撮像素子 104 の駆動により角度振れに起因する像振れを補正する。すなわち、本実施形態のカメラシステム 10 では、撮像素子 104 よりも補正レンズ 113 のほうがシフト振れに起因する像振れ補正の負担が大きくなる。

【0036】

ここで、角度振れの回転半径が長い場合や撮影倍率が大きい場合は、シフト振れに起因

50

する像振れが大きくなりやすい。単に撮像準備開始時の撮像素子 104 および補正レンズ 113 の可動範囲情報に基づいてそれぞれの補正割合を決定してしまうと、協調駆動中にシフト振れに起因する像振れ補正を行う補正レンズ 113 が先に可動範囲の端に到達してしまう可能性がある。

【0037】

そこで、本実施形態では、レンズ制御部 109 は、撮像素子 104 および補正レンズ 113 の可動範囲情報と加速度センサ 115 の出力とに基づいて、角度振れによる像振れを補正するときの補正量に関する情報としての補正割合を決定する。具体的にいうと、レンズ制御部 109 は、まず加速度センサ 115 の出力を用いてゲイン A という値を算出する。次に、撮像素子 104 と補正レンズ 113 の可動範囲情報に基づいて一度算出した第 1 の補正割合 α_1 を、ゲイン A を用いて修正して第 2 の補正割合 α_2 を得る。そして、レンズ制御部 109 は、角度振れによる像振れを補正するときの第 2 の補正割合 α_2 に基づいて補正レンズ 113 と撮像素子 104 の協調駆動を行う。このゲイン A は、像振れに対するシフト振れの影響度に応じて調整可能な値であり、シフト振れの影響が大きいときほど大きな値となる。これにより、撮像素子 104 による角度振れに起因する像振れ補正の補正割合を増やして、補正レンズ 113 による角度振れに起因する像振れ補正の補正割合を減らすことができる。よって、補正レンズ 113 が撮像素子 104 よりも先に可動範囲の端に到達してしまうことを防ぐことができる。

10

【0038】

撮像が終わったとき、すなわち、スイッチ SW1、スイッチ SW2-1、スイッチ SW2-2 がすべてオフになったときは、再び補正レンズ 113 のみを用いて像振れ補正を行う制御に切り替える。このとき、カメラ制御部 102 は、次の撮影に備えて、撮像素子 104 を制御中心位置に向かって駆動させるセンタリングを行い、制御中心位置に到達したらその位置で保持する。

20

【0039】

なお、本実施形態では、シフト振れに起因する像振れを補正レンズ 113 のみで補正している。これにより、シフト振れに起因する像振れを撮像素子 104 および補正レンズ 113 で補正するためにカメラシステム 10 に加速度センサを 2 つ搭載して、カメラシステム 10 がコストアップすることを防ぐことができる。またはシフト振れに起因する像振れを撮像素子 104 および補正レンズ 113 で補正するために、1 つの加速度センサの出力を通信で通知して協調駆動に遅れが生じるのを防ぐことができる。

30

【0040】

(補正割合について)

次に、角度振れに起因する像振れ補正のための補正割合について説明する。補正割合は、角度振れのピッチ方向およびヨー方向ごとに設定される。ここでは説明の簡易化のため、ピッチ方向についての補正割合の決定方法についてのみ説明する。

【0041】

撮像素子 104 が可動範囲の端から端まで移動したときに補正可能な像振れ (像の位置ずれ) に対応する角度 (補正角) を $2 \times \theta_1$ とする。補正レンズ 113 が可動範囲の端から端まで移動したときに補正可能な像振れに対応する角度を $2 \times \theta_2$ とする。そして、スイッチ SW2-1 がオンになった撮像準備開始時に、補正レンズ 113 の位置が光軸中心から d 離れているときの、 d に対応する補正角を θ とする。

40

【0042】

このとき、撮像準備開始時の補正レンズ 113 の位置に対して + 方向 (第 1 方向) における補正可能角は $2 - \theta$ 、- 方向 (第 1 方向と反対方向) における補正可能角は $2 + \theta$ である。

【0043】

したがって、全像振れ補正角に対する補正レンズ 113 による像振れ補正角で表される、補正レンズ 113 の補正割合は、以下の (i)、(ii) となる。

(i) 補正レンズ 113 の補正割合 (+ 方向) : $(2 - \theta) / (1 + (2 - \theta))$

50

d))
 (i i) 補正レンズ 1 1 3 の補正割合 (- 方向) : $(2 + d) / (1 + (2 + d))$
 d))

【 0 0 4 4 】

同様に、全像振れ補正角に対する撮像素子 1 0 4 による像振れ補正角で表される、撮像素子 1 0 4 の補正割合は、以下の (i i i)、(i v) となる。

(i i i) 撮像素子 1 0 4 の補正割合 (+ 方向) : $1 / (1 + (2 - d))$

(i v) 撮像素子 1 0 4 の補正割合 (- 方向) : $1 / (1 + (2 + d))$

【 0 0 4 5 】

上記のように補正割合をそれぞれ設定することにより、像振れ補正に際して、撮像素子 1 0 4 および補正レンズ 1 1 3 が可動ストロークの端に同時に到達するようになり、一方だけが先に到達して所望の像振れ補正を行えなくなることを防ぐことができる。撮像素子 1 0 4 と補正レンズ 1 1 3 では単位移動量 [mm] あたりの像振れの補正角が異なるため、カメラシステム 1 0 では長さで表される可動範囲の情報を、補正角に変換してから、補正レンズ 1 1 3 および撮像素子 1 0 4 それぞれの補正角を算出する。

【 0 0 4 6 】

(撮像面における像の変位について)

次に、図 3 を用いて、角度振れおよびシフト振れと、撮像素子 1 0 4 の撮像面における像の変位の関係について説明する。ここでは、カメラシステム 1 0 にピッチ方向および重力方向の振動が加わった場合を例に説明するが、ヨー方向に振動が加わった場合や、光軸および重力方向と垂直な方向に対する振動が加わった場合も同様であるため詳細な説明は省略する。

【 0 0 4 7 】

図 3 は、カメラシステム 1 0 にピッチ方向および重力方向の振動が加わった際の、角変位置量 と撮影光学系 1 1 3 a の主点位置における Y 軸方向のシフト量 Y との関係を示す図である。角度振れの回転中心から加速度センサ 1 1 5 の検出位置までの距離を回転半径 L とする。

【 0 0 4 8 】

このとき、回転半径 L は、加速度センサ 1 1 5 により出力された加速度信号を積分して得られる速度 V、ジャイロセンサ 1 1 0 から出力された角速度信号が示す角速度 を用いて (式 1) で表される。ここで、角変位置量 は、角速度 の積分値に相当する。

$$L = V / \tan \quad \dots (式 1)$$

【 0 0 4 9 】

さらに、角速度 が微小の場合、(式 1) は (式 2) のように近似される。

$$L = V / \quad \dots (式 2)$$

【 0 0 5 0 】

次に、角度振れおよびシフト振れによって生じる、撮像素子 1 0 4 の撮像面における像の変位 について説明する。角度振れによって生じる撮像面における像の変位 D と前述のシフト量 Y とを用いて、像の変位 は $= D + Y$ と表される。

【 0 0 5 1 】

このとき、変位 D は、撮影光学系 1 1 3 a の焦点距離 f、撮影倍率 、角変位置量 を用いて、(式 3) で表される。また、シフト量 Y は、回転半径 L、撮影倍率 、角変位置量 を用いて (式 4) で表される。なお、撮影倍率 は撮影光学系 1 1 3 a のズーム位置情報 (焦点距離情報) およびフォーカス位置情報を用いて得られる。

$$D = (1 +) f \quad \dots (式 3)$$

$$Y = L \quad \dots (式 4)$$

【 0 0 5 2 】

すなわち撮像面に生じる像の変位 は、(式 5) で表される。

$$= (1 +) f + L \quad \dots (式 5)$$

【 0 0 5 3 】

10

20

30

40

50

さらに、補正割合の修正に用いられる補正情報であるゲイン A の算出方法について説明する。ゲイン A は、角度振れによる変位 D を何倍すればシフト振れによる変位 Y を含んだ変位 になるかを示す値であり、(式 6) で表される。

$$A = \text{ } / D = \{ (1 + \text{ }) f + \text{ } L \} / (1 + \text{ }) f \quad \cdots \text{ (式 6)}$$

【0054】

なお、(式 6) から分かるように、ゲイン A の算出には加速度センサ 115 の出力が用いられる。そして、撮影倍率 が小さいほどゲイン A = 1 に近づき、変位 はほぼ角度振れに起因する変位のみとなることがわかる。逆に、マクロ撮影などのように撮影倍率 が大きい場合はシフト振れに起因する像振れの補正が大きくなるため、ゲイン A は 1 より大きくなる。

【0055】

(像振れ補正のための構成について)

図 4 は、像振れ補正制御のための構成を示す図である。カメラ制御部 102 が撮像素子 104 の位置を制御し、レンズ制御部 109 が補正レンズ 113 の位置を制御することによって、像振れ補正が行われる。

【0056】

カメラ制御部 102 は、像振れ補正制御のために、オフセット除去部 202、角度変換部 203、カメラ側送信部 204、カメラ側受信部 (受信手段) 205、補正割合決定部 206、および駆動制御部 207 を有する。

【0057】

リリースボタン 103 の操作状態は、カメラ側送信部 204 および補正割合決定部 206 に通知される。カメラ側送信部 204 は、リリースボタン 103 の操作状態に応じて、スイッチ SW1、スイッチ SW2 - 1、スイッチ SW2 - 2 がオンになるタイミングをレンズ側送信部 211 に通知する。

【0058】

補正割合決定部 206 は、通知されたリリースボタン 103 の操作状態に応じて、撮像素子 104 の補正量に関する情報を決定する。本実施形態では、撮像素子 104 の駆動による補正割合を決定する。スイッチ SW1 がオンである通知を受けたとき、補正割合決定部 206 は、補正レンズ 113 のみで像振れ補正を行うシーケンスだと判断して撮像素子 104 による像振れの補正割合を「 = 0 」と決定する。スイッチ SW2 - 1 がオンである通知を受けたとき、補正割合決定部 206 は撮像素子 104 と協調して像振れ補正を行うシーケンスだと判断する。そして、カメラ側受信部 205 を介してレンズ制御部 109 から通知された補正割合を、協調駆動における補正割合として決定する。

【0059】

このときレンズ制御部 109 から通知される補正割合は、補正レンズ 113 の補正割合を減らす分、補正レンズ 113 と撮像素子 104 の可動範囲情報に基づいて算出される補正割合よりも大きくなる。また、スイッチ SW1、スイッチ SW2 - 1、スイッチ SW2 - 2 がオフになるタイミングでは、補正割合を設定することなく、駆動制御部 207 にセンタリング制御のシーケンスであることを通知する。

【0060】

ジャイロセンサ 106 が出力した角速度信号はオフセット除去部 202 に入力される。オフセット除去部 202 は当該角速度信号からオフセット成分を除去し、角度変換部 203 に出力する。角度変換部 203 はオフセット成分が除去された角速度信号を積分して角度信号に変換し、駆動制御部 207 に出力する。駆動制御部 207 は撮像素子 104 の駆動信号を生成する。駆動制御部 207 は、角度変換部 203 からの角度信号に応じた角度に補正割合決定部 206 で決定された補正割合を乗じた値を撮像素子 104 による像振れの補正角として決定する。そして、当該補正角に対応する駆動信号を生成して、アクチュエータ 107 に出力する。駆動制御部 207 は、補正割合決定部 206 からセンタリング制御のシーケンスであることを通知された場合は、目標位置を制御中心位置とする駆動信号を生成し、アクチュエータ 107 に出力する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

一方、レンズ制御部 1 0 9 は、オフセット除去部 2 0 9、角度変換部 2 1 0、レンズ側送信部 2 1 1、レンズ側受信部 2 1 2、補正割合決定部 2 1 3、駆動制御部 2 1 4、回転半径算出部 2 1 5、シフト振れ補正量算出部 2 1 6 を有する。さらに、速度変換部 2 1 7、光学情報算出部 2 1 8 を有する。

【 0 0 6 2 】

ジャイロセンサ 1 1 0 が出力した角速度信号はオフセット除去部 2 0 9 に入力される。オフセット除去部 2 0 9 は当該角速度信号からオフセット成分を除去し、回転半径算出部 2 1 5 および角度変換部 2 1 0 にオフセット成分を除去した角速度信号を出力する。角度変換部 2 1 0 はオフセット成分が除去された角速度信号を積分して角度信号に変換し、シフト振れ補正量算出部 2 1 6 および駆動制御部 2 1 4 に出力する。

10

【 0 0 6 3 】

加速度センサ 1 1 5 からの加速度信号は、速度変換部 2 1 7 に入力される。速度変換部 2 1 7 は当該加速度信号を速度信号に変換し、回転半径算出部 2 1 5 に出力する。回転半径算出部 2 1 5 は、当該速度信号とオフセット除去部 2 0 9 からのオフセット除去後の角速度信号を用いてレンズ装置 1 0 1 に加わる角度振れの回転半径 L を算出する。回転半径 L の算出方法は前述の(式 1)のとおりである。回転半径算出部 2 1 5 は回転半径 L をシフト振れ補正量算出部 2 1 6 に出力する。

【 0 0 6 4 】

光学情報算出部 2 1 8 は撮影光学系 1 1 3 a の現在のズーム位置およびフォーカスに
応じて、撮影倍率や焦点距離を算出する。シフト振れ補正量算出部 2 1 6 は、角度変換部
2 1 0 から出力された角度信号、回転半径算出部 2 1 5 から出力された回転半径 L 、およ
び光学情報算出部 2 1 8 により算出された撮影倍率情報を用いて、シフト振れ補正量 Y を
算出する。シフト振れ補正量 Y の算出方法は(式 4)のとおりである。算出されたシフト
振れ補正量 Y は、駆動制御部 2 1 4 および補正割合決定部 2 1 3 に入力される。

20

【 0 0 6 5 】

補正割合決定部 2 1 3 は、角度振れに起因する像振れを補正する際の補正レンズ 1 1 3
の補正量に関する情報として補正レンズ 1 1 3 の補正割合を決定する。補正割合決定部 2
1 3 は、撮像素子 1 0 4 および補正レンズ 1 1 3 の可動範囲情報と加速度センサ 1 1 5 の
出力とに基づいて当該補正割合を決定する。加速度センサ 1 1 5 の出力は、前述のとおり
補正情報であるゲイン A の算出に用いられる。さらに、補正割合決定部 2 1 3 は、協調駆
動の際の、撮像素子 1 0 4 の補正量に関する情報として撮像素子 1 0 4 の補正割合も決定
する。

30

【 0 0 6 6 】

補正割合決定部 2 1 3 は、スイッチ $SW1$ がオンである通知を受けたとき、および、ス
イッチ $SW1$ 、スイッチ $SW2-1$ およびスイッチ $SW2-2$ がすべてオフである通知を
受けたときは、補正レンズ 1 1 3 のみで像振れ補正を行うシーケンスだと判断する。そし
て、像振れの補正割合として「 $= 1$ 」を決定する。

【 0 0 6 7 】

補正割合決定部 2 1 3 は、スイッチ $SW2-1$ がオンである通知を受けたときは補正レ
ンズ 1 1 3 の停止させるシーケンスだと判断し、その旨を駆動制御部 2 1 4 に通知する。

40

【 0 0 6 8 】

補正割合決定部 2 1 3 は、スイッチ $SW2-2$ がオンである通知を受けたときは、撮像
素子 1 0 4 と協調して像振れ補正を行うシーケンスだと判断し、ゲイン A を用いて角度振
れに起因する像振れ補正用の補正割合を決定する。

【 0 0 6 9 】

このとき、補正割合決定部 2 1 3 は、撮像準備開始時の補正レンズ 1 1 3 および撮像素
子 1 0 4 の可動範囲情報とに基づいて第 1 の補正量に関する情報を仮決定し、該第 1 の補
正量に関する情報を補正情報であるゲイン A を用いて補正する演算を行う。当該演算によ
り、第 2 の補正量に関する情報を取得する。本実施形態では前述のとおり、補正割合決定

50

部 2 1 3 は、補正量に関する情報として補正割合を算出する。そのため、補正割合決定部 2 1 3 は、まず、撮像準備開始時の補正レンズ 1 1 3 と撮像素子 1 0 4 の可動範囲情報に基づいて第 1 の補正量に関する情報に対応する補正割合（以下、第 1 の補正割合という）を一度算出する（仮決定する）。そして、該第 1 の補正割合を補正情報であるゲイン A を用いて補正する演算を行う。第 1 の補正割合は、前述の方法により、補正レンズ 1 1 3 および撮像素子 1 0 4 の可動範囲に基づいて算出する。可動範囲情報は、位置センサ 1 1 4 によって検出された撮像準備開始時の補正レンズ 1 1 3 の位置情報を用いて算出される。

【 0 0 7 0 】

第 2 の補正割合に関する情報に対応する、修正後の補正割合（以下、第 2 の補正割合という）は、第 1 の補正割合よりも小さくなる。反対に、撮像素子 1 0 4 の第 2 の補正割合は、第 1 の補正割合よりも大きくなる。

10

【 0 0 7 1 】

具体的には、補正レンズ 1 1 3 と撮像素子 1 0 4 の可動範囲情報に基づいて算出される撮像素子 1 0 4 の第 1 の補正割合を 1 としたとき、撮像素子 1 0 4 の第 2 の補正割合は、 $= 1 \times A$ （ただし、 $A > 1$ ）となる。反対に、補正レンズ 1 1 3 の第 2 の補正割合は、 $= 1 - (1 \times A)$ となる。補正割合決定部 2 1 3 は、決定した補正レンズ 1 1 3 の第 2 の補正割合を駆動制御部 2 1 4 に出力し、決定した撮像素子 1 0 4 の第 2 の補正割合をレンズ側送信部 2 1 1 に出力する。レンズ側送信部 2 1 1 およびカメラ側受信部 2 0 5 を介して、撮像素子 1 0 4 の補正割合は補正割合決定部 2 0 6 に通知される。

【 0 0 7 2 】

20

駆動制御部 2 1 4 は補正レンズ 1 1 3 のための駆動信号を生成する。角度変換部 2 1 0 からの角度信号に補正割合決定部 2 1 3 で決定された補正レンズ 1 1 3 の補正割合を乗じた値を補正レンズ 1 1 3 による像振れの補正角として決定する。撮像準備開始前は、その補正角に応じた駆動信号をアクチュエータ 1 0 7 に出力する。撮像中は、当該補正角に応じた補正レンズ 1 1 3 の駆動量にシフト振れ補正量算出部 2 1 6 で算出されや補正量 Y に対応する駆動量を加えた合成駆動量に対応する駆動信号を生成して、アクチュエータ 1 0 7 に出力する。

【 0 0 7 3 】

（像振れ補正シーケンスの詳細）

次に、図 5 に示すフローチャートを用いて、カメラシステム 1 0 における像振れ補正制御について説明する。図 5 の左側の工程はカメラ制御部 1 0 2 が実行する処理であり、図 5 の右側の工程はレンズ制御部 1 0 9 が実行する処理である。カメラ制御部 1 0 2 はメモリ 1 1 6 から、レンズ制御部 1 0 9 はメモリ 1 1 7 からプログラムを読みだして各処理を実行する。フローチャートの開始タイミングは、カメラ本体 1 0 0 にレンズ装置 1 0 1 が装着され、カメラ本体 1 0 0 の電源が入りレンズ装置 1 0 1 に電源が供給されて、カメラ制御部 1 0 2 とレンズ制御部 1 0 9 で通信可能な状態となった後である。

30

【 0 0 7 4 】

S 1 0 1 において、レンズ制御部 1 0 9 は、補正レンズ 1 1 3 による像振れ補正を開始する。このとき、撮像開始前なので協調駆動は行わず、補正レンズ 1 1 3 のみを用いて像振れ補正を行う。このとき、補正割合決定部 2 1 3 は、補正割合「 $= 1$ 」を設定し、駆動制御部 2 1 4 はジャイロセンサ 1 1 0 で検出された角速度に応じた駆動信号を生成する。ただし、フレーミングのし易さに鑑み、低周波の振れを補正しすぎないようにしてもよい。

40

【 0 0 7 5 】

S 1 0 1 と並行して、S 1 0 2 において、カメラ制御部 1 0 2 は、撮像素子 1 0 4 の可動範囲の中心位置で撮像素子 1 0 4 を停止させる。すなわち、補正割合決定部 2 0 6 が補正割合「 $= 0$ 」を駆動制御部 2 0 7 に出力し、駆動制御部 2 0 7 は撮像素子 1 0 4 が中心位置に留まるようにアクチュエータ 1 0 7 を駆動する。

【 0 0 7 6 】

S 1 0 3 において、カメラ制御部 1 0 2 はリリースボタン 1 0 3 のスイッチ S W 1 がオ

50

ンになったか否かを判断する。カメラ制御部 102 は、S 103 でオンと判断した場合は S 104 に進み、オフと判断した場合は S 103 の工程を繰り返す。

【0077】

S 104 において、カメラ制御部 102 は、スイッチ SW 1 がオンになった旨を、レンズ制御部 109 に通知する。

【0078】

S 105 において、レンズ制御部 109 の回転半径算出部 215 は、回転中心から加速度センサ 115 までの回転半径 L の算出を開始する。回転半径 L は、加速度センサ 115 およびジャイロセンサ 110 の出力を用いて、所定時間ごとに更新される。

【0079】

S 106 において、カメラ制御部 102 は、リリースボタン 103 が 2 段階目まで押し込まれたか否か、すなわちスイッチ SW 2 - 1 がオンになったか否かを判断する。カメラ制御部 102 は、S 106 でオンと判断した場合は S 107 に進み、オフと判断した場合は S 106 の工程を繰り返す。

【0080】

S 107 において、カメラ制御部 102 は、スイッチ SW 2 - 1 がオンになった旨を、レンズ制御部 109 に通知する。

【0081】

S 108 において、レンズ制御部 109 は、スイッチ SW 2 - 1 がオンになった通知を受けることに応じて、補正レンズ 113 をその場で一時停止させる。

【0082】

S 109 において、カメラ制御部 102 は、撮像素子 104 の可動範囲情報をレンズ制御部 109 に通知する。レンズ制御部 109 に通知する可動範囲情報は、可動範囲の長さ情報であってもよいし、それに対応する補正角の情報であってもよい。ただし、可動範囲の長さ情報を送信する場合は、当該情報を補正角に変換するための変換係数もレンズ制御部 109 に送信する。また、撮像素子 104 を用いてロール方向の振れに起因する補正を行う場合は、ロール振れ補正によって X 軸方向および Y 軸方向の可動範囲が少し狭くなる分を考慮した可動範囲情報をレンズ制御部 109 に送信する。

【0083】

S 110 において、レンズ制御部 109 の補正割合決定部 213 は、角度振れによる像振れを補正するときの補正レンズ 113 と撮像素子 104 のそれぞれの補正量に関する情報を決定する。すなわち、補正レンズ 113 と撮像素子 104 のそれぞれの協調駆動時の補正割合を決定する。補正割合決定部 213 は、補正レンズ 113 の補正割合だけでなく、撮像素子 104 の補正割合も決定する。このとき、まずは、レンズ制御部 109 は、補正レンズ 113 の現在位置 (S 108 で停止させた位置) での可能範囲情報と、S 109 でカメラ制御部 102 から通知された可動範囲情報に基づいて第 1 の補正割合を算出する。当該第 1 の補正割合は、補正レンズ 113 の現在位置に対して、補正レンズ 113 がどちら側にいるのかに応じて移動方向ごとにそれぞれ算出される。

【0084】

S 111 において、レンズ制御部 109 の回転半径算出部 215 は、このタイミングで算出した回転半径 L を撮像直前の回転半径 L として確定し、シフト振れ補正量算出部 216 に通知する。

【0085】

S 112 において、レンズ制御部 109 の補正割合決定部 213 は、現在の撮影光学系 113 a の焦点距離 f と撮影倍率 を決定する。

【0086】

S 113 において、レンズ制御部 109 の補正割合決定部 213 は、前述の (式 6) を用いてゲイン A を算出し、S 110 で算出した第 1 の補正割合を修正する。撮像素子 104 の修正前の第 1 の補正割合を「 $= 1$ 」としたとき、修正後の第 2 の補正割合は、「 $= 1 \times A$ 」となる。一方、補正レンズ 113 の修正後の第 2 の補正割合は「 $= 1 -$

10

20

30

40

50

($1 \times A$)」となる。

【 0 0 8 7 】

回転半径 L が大きかったり撮影倍率 γ が高かったりしてシフト振れに起因する像振れへの影響が比較的大きくなるときは、修正前の補正割合に対して 1 より大きなゲイン A を乗じることにより、撮像素子 1 0 4 の補正割合を増やす。そして、補正レンズ 1 1 3 による角度振れ成分の補正割合を減少させる。すなわち、撮影光学系 1 1 3 a が同じ光学状態でジャイロセンサ 1 1 0 からの出力が同じ場合は、補正レンズ 1 1 3 による補正量はシフト振れが大きいほど小さくなり、撮像素子 1 0 4 による補正量はシフト振れが大きいほど大きくなる。また、回転半径 L が等しい場合、第 1 の撮影倍率のときよりも該第 1 の撮影倍率より大きな第 2 の撮影倍率のときのほうが、補正レンズ 1 1 3 による角度振れ成分の補正割合は小さくなり、撮像素子 1 0 4 による角度振れ成分の補正割合は大きくなる。

10

【 0 0 8 8 】

これにより、協調駆動中に補正レンズ 1 1 3 のストロークが先に足りなくなること防ぐことができる。

【 0 0 8 9 】

S 1 1 4 において、レンズ制御部 1 0 9 は、協調駆動時のカメラ側の補正割合をカメラ制御部 1 0 2 に通知し、S 1 1 5 においてカメラ制御部 1 0 2 はこの情報を受信する。

【 0 0 9 0 】

S 1 1 6 において、カメラ制御部 1 0 2 はスイッチ S W 2 - 2 がオンになった旨をレンズ制御部 1 0 9 に通知する。スイッチ S W 2 - 2 がオンになるタイミングは、スイッチ S W 2 - 1 がオンになってから所定時間経過後である。スイッチ S W 2 - 2 がオンになることに応じてカメラ制御部 1 0 2 は撮像を開始する。

20

【 0 0 9 1 】

スイッチ S W 2 - 2 がオンになることに応じて、カメラシステム 1 0 において協調駆動が開始される。すなわち、S 1 1 7 ではカメラ制御部 1 0 2 が撮像素子 1 0 4 による像振れ補正を開始し、S 1 1 8 ではレンズ制御部 1 0 9 が補正レンズ 1 1 3 による像振れ補正を開始する。協調駆動では、レンズ制御部 1 0 9 は、レンズ制御部 1 0 9 の駆動制御部 2 1 4 は、角度振れに起因する像振れの補正量に、シフト振れに起因する像振れの補正量を加えた量に応じた駆動信号に基づいて補正レンズ 1 1 3 の位置を制御する。協調駆動中は、振れの低周波成分の補正性能を撮像前よりも高めることが好ましい。なお、ゲイン A はスイッチ S W 2 - 1 の通知を受けることに応じて 1 回の撮像あたり 1 度算出される値である。角度振れに起因する像振れの補正量およびシフト振れに起因する像振れの補正量は、ジャイロセンサ 1 1 0、ジャイロセンサ 1 0 6、および加速度センサ 1 1 5 の出力に応じて随時算出されるものである。

30

【 0 0 9 2 】

S 1 1 9 において、カメラ制御部 1 0 2 は、露光時間が経過したか否か、すなわち撮像が終了したか否かを判断する。S 1 1 9 において露光時間が経過した場合は S 1 2 0 に進み、露光時間が経過していない場合は S 1 1 9 の工程を繰り返す。

【 0 0 9 3 】

カメラ制御部 1 0 2 は、露光時間が経過して撮像が終了するとスイッチ S W 1 がオフになったと認識する。そして、S 1 2 0 において、レンズ制御部 1 0 9 にスイッチ S W 1 がオフになった旨を通知する。当該通知をもって、カメラ制御部 1 0 2 およびレンズ制御部 1 0 9 は協調駆動を終了する。

40

【 0 0 9 4 】

S 1 2 1 において、レンズ制御部 1 0 9 の補正割合決定部 2 1 3 は補正割合を「 $\gamma = 1$ 」に変更する。これにより、補正レンズ 1 1 3 のみによる像振れ補正が再開される。

【 0 0 9 5 】

S 1 2 2 において、カメラ制御部 1 0 2 は、撮像素子 1 0 4 のセンタリングを開始する。すなわち、撮像素子 1 0 4 を可動ストロークの中心位置に向かって移動させる。

【 0 0 9 6 】

50

その後、S 1 0 2 に戻り、次の撮影が始まるまで待機する。

【 0 0 9 7 】

以上で、カメラシステム 1 0 における像振れ補正制御についての説明を終了する。

【 0 0 9 8 】

このように、補正レンズ 1 1 3 でシフト振れに起因する像振れ補正を負担する分に応じ、補正レンズ 1 1 3 および撮像素子 1 0 4 の角度振れに起因する像振れ補正のそれぞれの補正割合を設定する。これにより、協調駆動中の像振れ補正を良好に行うことができる。具体的には、撮像素子 1 0 4 よりも補正レンズ 1 1 3 が先に可動範囲の端に到達してしまい、所望の像振れ補正を行えなくなることを防ぐことができる。よって、シフト振れに起因する像振れの影響が大きい場合であっても、補正レンズ 1 1 3 および撮像素子 1 0 4 の可動範囲をなるべく多く活用し、大きな補正角を得ることができる。

10

【 0 0 9 9 】

なお、S 1 0 1 の処理は、カメラ制御部 1 0 2 からスイッチ S W 1 の通知を受けてから開始してもよい。S 1 1 1 ~ S 1 1 3 の処理は、前述の順番に行われる必要はなく適宜順番が変更されてもよい。

【 0 1 0 0 】

[第 2 実施形態]

第 2 実施形態におけるカメラシステム 1 0 では、撮像開始前も協調駆動を行う点で第 1 実施形態とは異なる。

【 0 1 0 1 】

20

図 6 を用いて第 2 実施形態の像振れ補正制御のシーケンスについて説明する。

【 0 1 0 2 】

図 6 は、上から下へ向かって順にスイッチ S W 1 の状態、スイッチ S W 2 - 1 の状態、スイッチ S W 2 - 2 の状態、補正レンズ 1 1 3 の制御、撮像素子 1 0 4 の制御について示しており、横軸は時間を示している。

【 0 1 0 3 】

スイッチ S W 1 がオンになるまでは、撮像素子 1 0 4 および補正レンズ 1 1 3 を同じ補正割合 ($= 1 / 2$) で駆動させて像振れ補正を行う。

【 0 1 0 4 】

スイッチ S W 1 がオンになることに応じて、カメラシステム 1 0 において A F 制御および A E 制御が開始される。スイッチ S W 2 - 1 がオンになってからスイッチ S W 2 - 2 がオンになるまでの間に、レンズ制御部 1 0 9 は撮像中の協調駆動におけるそれぞれの補正割合を演算する。この際、ゲイン A ' を第 1 実施形態におけるゲイン A と同様の方法により算出し、撮像素子 1 0 4 および補正レンズ 1 1 3 のそれぞれの補正割合を決定する。このとき決定される撮像素子 1 0 4 の補正割合は、 $\alpha = 1 / 2 \times A'$ ($A' > 1$) であり、補正レンズ 1 1 3 の補正割合は $\beta = 1 - (1 / 2 \times A')$ ($A' > 1$) である。補正レンズ 1 1 3 でシフト振れに起因する像振れを負担する分、補正レンズ 1 1 3 の角度振れに起因する像振れの補正割合を減らし、撮像素子 1 0 4 の角度振れに起因する像振れの補正割合を増やす。

30

【 0 1 0 5 】

40

スイッチ S W 2 - 2 がオンになることに応じて、撮像が開始される。カメラシステム 1 0 は、変更後の補正割合に基づいて撮像素子 1 0 4 および補正レンズ 1 1 3 を駆動させる。をともに駆動させて協調駆動を開始する。補正レンズ 1 1 3 の駆動により角度振れに起因する像振れをおよびシフト振れに起因する像振れを補正し、撮像素子 1 0 4 の駆動により角度振れ成分のみを補正する。

【 0 1 0 6 】

角度振れに起因する像振れ補正について、撮像素子 1 0 4 の補正割合を増やして、補正レンズ 1 1 3 の補正割合を減らす。これにより、角度振れおよびシフト振れに起因する像振れを補正する際に、補正レンズ 1 1 3 が撮像素子 1 0 4 よりも先に可動範囲の端に到達してしまうことを防ぐことができる。

50

【 0 1 0 7 】

撮像が終わったとき、すなわち、スイッチ S W 1、スイッチ S W 2 - 1、スイッチ S W 2 - 2 がすべてオフになったときは、再び撮像素子 1 0 4 および補正レンズ 1 1 3 を同じ補正割合で駆動させる制御に切り替える。

【 0 1 0 8 】

以上のように、撮像開始前の像振れ補正制御は、撮像素子 1 0 4 および補正レンズ 1 1 3 を駆動させることで行ってもよい。本実施形態においても、補正レンズ 1 1 3 でシフト振れに起因する像振れ補正を負担する分に応じて、補正レンズ 1 1 3 および撮像素子 1 0 4 の角度振れに起因する像振れ補正量のそれぞれの補正割合を設定する。これにより、協調駆動中の像振れ補正を良好に行うことができる。

10

【 0 1 0 9 】

[第 3 実施形態]

前述の各実施形態では、シフト振れの大きさに応じて、角度振れに起因する像振れを補正するための補正量に関する情報を決定する場合について説明した。本実施形態に係るカメラシステム 1 0 では、シフト振れの代わりにロール振れ（第 2 成分の振れ）の大きさに応じて、角度振れに起因する像振れを補正するための補正量に関する情報を決定する。ここでロール振れとは撮影光学系 1 1 3 a の光軸まわりの回転方向の振動のことをいい、ロール振れに起因する像振れは、カメラ制御部 1 0 2 が撮像素子 1 0 4 を光軸まわりに回転駆動させることによって補正される。

【 0 1 1 0 】

20

本実施形態では、カメラ制御部 1 0 2 が、撮像素子 1 0 4 および補正レンズ 1 1 3 の可動範囲情報とロール振れを検出するジャイロセンサからの出力に基づいて撮像素子 1 0 4 の補正量に関する情報を決定する。具体的には、該ジャイロセンサの出力に基づいて撮像中のロール振れに必要な撮像素子 1 0 4 の駆動量を推定し、当該駆動量の大きさに応じて撮像素子 1 0 4 の補正量に関する情報を修正する。ロール振れに起因する像振れを補正するための撮像素子 1 0 4 の駆動量が大きいときほど撮像素子 1 0 4 の補正割合を減らし、補正レンズ 1 1 3 の補正割合を増やすように、補正量に関する情報を決定する。このように決定した補正割合に基づいて撮像素子 1 0 4 および補正レンズ 1 1 3 をそれぞれ駆動することによって、撮像中に撮像素子 1 0 4 が可動範囲の端に到達するのを防ぐことができる。よって、所望の像振れ補正を行うことができる。

30

【 0 1 1 1 】

[その他の実施形態]

前述の各実施形態では、補正割合決定部 2 1 3 が決定する補正量に関する情報が補正割合である場合について説明したが、本発明の適用範囲はこれに限られない。ジャイロセンサ 1 1 0 の出力を用いて補正レンズ 1 1 3 の補正量を得ることができる情報であれば、撮像素子 1 0 4 および補正レンズ 1 1 3 それぞれの補正角の比でもよいし、撮像素子 1 0 4 および補正レンズ 1 1 3 それぞれの、補正に際しての移動量の比でもよい。ユーザが気にならない程度であれば、角度振れによって生じる像振れの全てを補正レンズ 1 1 3 と撮像素子 1 0 4 の駆動により補正できない態様でもよい。

【 0 1 1 2 】

40

前述の各実施形態では、補正レンズ 1 1 3 を用いてシフト振れに起因する像振れを補正する場合について説明したが、本発明の適用範囲はこれに限られない。撮像中に、撮像素子 1 0 4 を用いて角度振れに起因する像振れおよびシフト振れに起因する像振れを補正し、補正レンズ 1 1 3 を用いて角度振れに起因する像振れを補正してもよい。

【 0 1 1 3 】

または、撮像素子 1 0 4 および補正レンズ 1 1 3 を用いてシフト振れ補正を行ってもよい。撮像素子 1 0 4 および補正レンズ 1 1 3 のうち一方の素子を主として用いてシフト振れ補正を行う場合、加速度センサ 1 1 5 の出力を用いて、当該一方の素子の角度振れに起因する像振れ補正の補正割合を減少させ、他方の素子の補正割合を増加させる。これにより、協調駆動中の像振れ補正を良好に行うことができる。このとき、シフト振れ量が大き

50

いほど、前述の一方の素子の補正割合を減少させ、他方の素子の補正割合を増加させることが好ましい。さらに、撮影倍率が大いほど、前述の一方の素子の補正割合を減少させ、他方の素子の補正割合を増加させることが好ましい。

【 0 1 1 4 】

ゲイン A の算出方法は一例であって、前述の算出方法に限られない。撮像素子 1 0 4 および補正レンズ 1 1 3 のうち、シフト振れに起因する像振れの負担が大きな方による角度振れに起因する像振れの補正量を低減し、他方の角度振れに起因する像振れの補正量を増加させるような補正情報であればよい。

【 0 1 1 5 】

前述の各実施形態では、角度振れに起因する像振れを補正するための補正割合をレンズ装置 1 0 1 で算出する場合について説明したが、本発明の適用範囲はこれに限られない。加速度センサ 1 1 5 の出力をレンズ制御部 1 0 9 およびカメラ制御部 1 0 2 で共有することにより、補正レンズ 1 1 3 の補正割合をレンズ制御部 1 0 9 が算出し、撮像素子 1 0 4 の補正割合をカメラ制御部 1 0 2 が算出してもよい。カメラ制御部 1 0 2 が、撮像素子 1 0 4 および補正レンズ 1 1 3 の補正割合を算出し、補正レンズ 1 1 3 の補正割合をカメラ側送信部 2 0 4 を介してレンズ制御部 1 0 9 に送信してもよい。

【 0 1 1 6 】

第 1 実施形態では撮像開始前に補正レンズ 1 1 3 のみを用いて像振れ補正を行う場合について説明したが、撮像開始前に撮像素子 1 0 4 のみで像振れ補正を行ってもよい。撮影光学系 1 1 3 a の焦点距離などに応じて、撮像開始前に駆動する素子を使い分けてもよい。

【 0 1 1 7 】

加速度センサ 1 1 5 はカメラ本体 1 0 0 およびレンズ装置 1 0 1 のどちらに設けられていても構わない。シフト振れに起因する像振れを補正する側の装置に設けられていることが好ましい。これにより、加速度センサ 1 1 5 からの出力に応じた情報をカメラ制御部 1 0 2 およびレンズ制御部 1 0 9 の間で通信する必要がなくなり、通信に起因する協調駆動のタイムラグの発生を抑制することができる。

【 0 1 1 8 】

ジャイロセンサ 1 1 0 およびジャイロセンサ 1 0 6 のうち一方が無くてもよいが、前述の実施形態のようにカメラ本体 1 0 0 およびレンズ装置 1 0 1 のそれぞれが備えていることが好ましい。一方の装置にしかジャイロセンサを搭載していない場合、ジャイロセンサを搭載しているほうの装置で他方の装置における像振れ補正量を算出するか、ジャイロセンサの出力を他方の装置に送信する必要が生じる。カメラ本体 1 0 0 およびレンズ装置 1 0 1 がそれぞれジャイロセンサを有することによって、通信に起因する協調駆動のタイムラグの発生を抑制することができる。

【 0 1 1 9 】

以上説明した実施形態は代表的な例に過ぎず、本発明の実施に際しては、各実施形態に対して種々の変形や変更が可能である。

【 符号の説明 】

【 0 1 2 0 】

- 1 0 カメラシステム
- 1 0 0 カメラ本体
- 1 0 1 レンズ装置
- 1 0 2 カメラ制御部
- 1 0 4 撮像素子
- 1 0 6、1 1 5 ジャイロセンサ（第 1 の検出手段）
- 1 0 9 レンズ制御部（取得手段、決定手段、制御手段）
- 1 1 3 補正レンズ
- 1 1 5 加速度センサ（第 2 の検出手段）

10

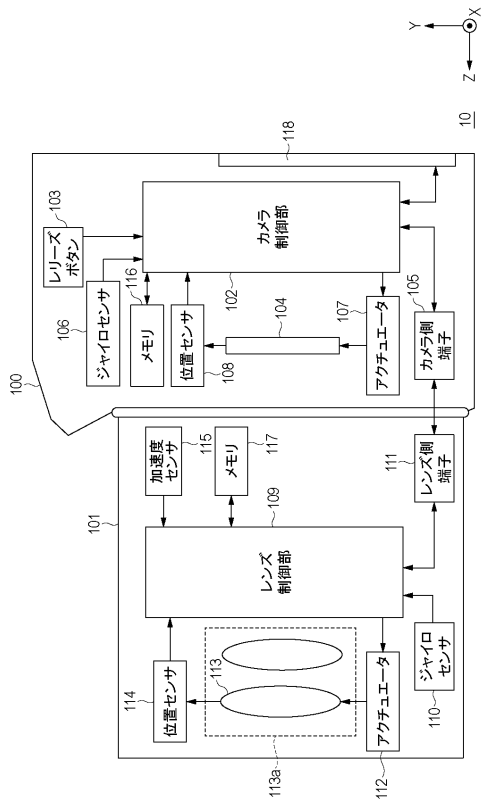
20

30

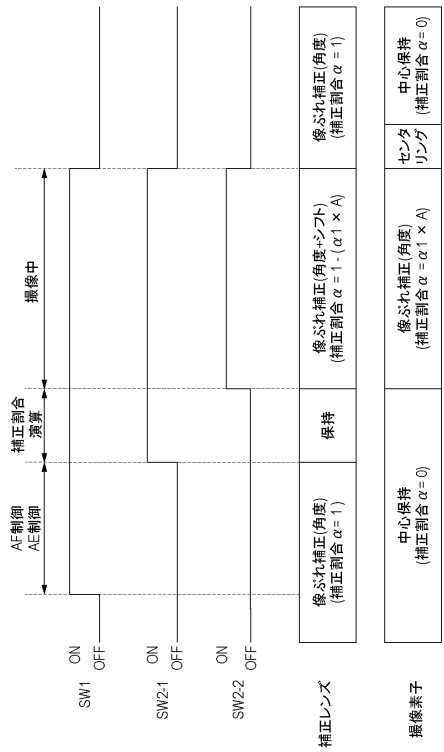
40

50

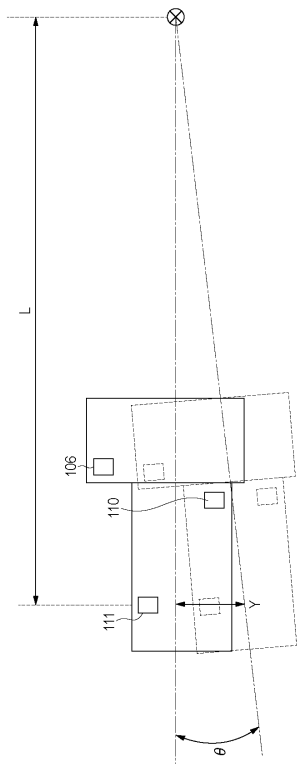
【図面】
【図 1】



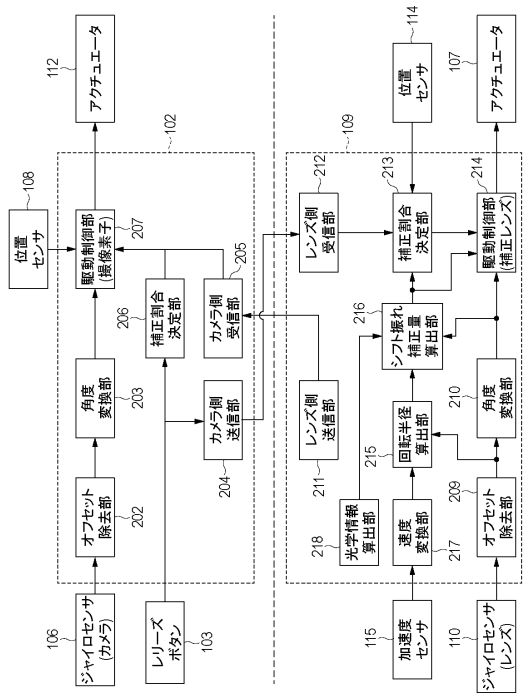
【図 2】



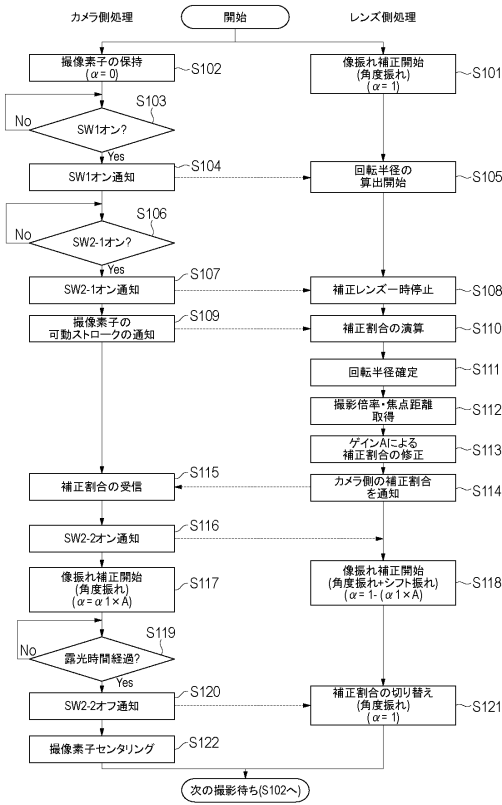
【図 3】



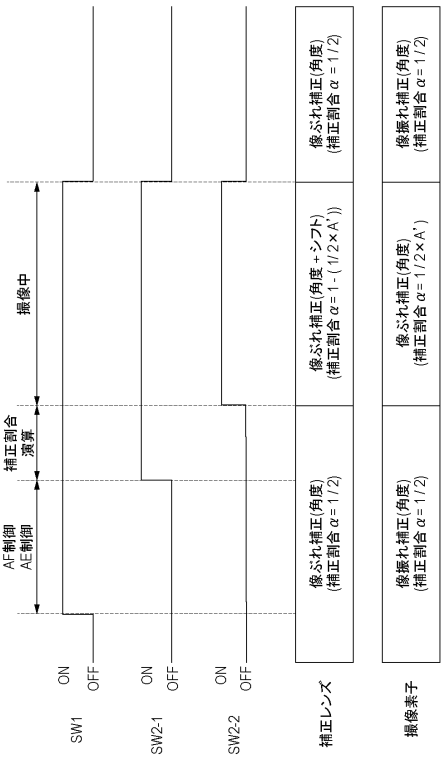
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 1 7 3 6 3 2 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 1 4 1 3 9 1 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 0 3 3 7 4 0 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 1 0 4 9 2 1 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- G 0 3 B 5 / 0 0 - 5 / 0 8
H 0 4 N 5 / 2 2 2 - 5 / 2 5 7
H 0 4 N 2 3 / 0 0
H 0 4 N 2 3 / 4 0 - 2 3 / 7 6
H 0 4 N 2 3 / 9 0 - 2 3 / 9 5 9