

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3551465号
(P3551465)

(45) 発行日 平成16年8月4日(2004.8.4)

(24) 登録日 平成16年5月14日(2004.5.14)

(51) Int. Cl.⁷

F I

GO3B 5/00
GO1C 19/56
GO3B 17/00
GO3B 43/00

GO3B 5/00 H
GO1C 19/56
GO3B 17/00 P
GO3B 17/00 Z
GO3B 43/00

請求項の数 12 (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願平6-48371	(73) 特許権者	000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(22) 出願日	平成6年3月18日(1994.3.18)	(74) 代理人	100092576 弁理士 鎌田 久男
(65) 公開番号	特開平7-261227	(74) 代理人	100074284 弁理士 河野 茂夫
(43) 公開日	平成7年10月13日(1995.10.13)	(72) 発明者	大石 未之 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
審査請求日	平成13年3月19日(2001.3.19)	(72) 発明者	甲斐 糾夫 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
		審査官	越河 勉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 調整装置、振れ補正カメラ、及び調整方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

振動により発生する振れを補正するために、撮影光学系の光軸を光軸方向に略垂直な第1の方向及び第2の方向に変化させる光軸変化部と、
前記第1の方向に略一致する方向の振れにより作用する角速度を検出する第1の角速度検出部と、
前記第2の方向に略一致する方向の振れにより作用する角速度を検出する第2の角速度検出部と、
前記第1の方向と前記第1の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第1の角度ズレ調整値、及び前記第2の方向と前記第2の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第2の角度ズレ調整値を記憶する記憶部と、
前記記憶部により記憶された前記第1の角度ズレ調整値及び前記第2の角速度検出部の出力により、前記第1の角速度検出部の出力の前記第1の角度ズレ量による誤差を補正する第1の角度ズレ補正部と、
前記記憶部により記憶された前記第2の角度ズレ調整値及び前記第1の角速度検出部の出力により、前記第2の角速度検出部の出力の前記第2の角度ズレ量による誤差を補正する第2の角度ズレ補正部と
を備える振れ補正カメラの振れ補正機能を調整する調整装置であって、
前記振れ補正カメラと情報の授受を行う情報授受部と、
前記振れ補正カメラの前記第1の方向及び前記第2の方向に所定の角速度振幅を有する正

10

20

弦波状振動を与える振動付与部と、

前記振れ補正カメラに前記正弦波状振動が与えられたときの前記第1の角速度検出部及び前記第2の角速度検出部の出力値に基づき、前記第1の方向と前記第1の角速度検出部の角速度の検出方向との第1の角度ズレ量、及び前記第2の方向と前記第2の角速度検出部の角速度の検出方向との第2の角度ズレ量を演算する第1の演算部と、

前記第1の演算部による前記第1の角度ズレ量及び前記第2の角度ズレ量に基づき、前記第1の方向と前記第1の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第1の角度ズレ調整値、及び前記第2の方向と前記第2の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第2の角度ズレ調整値を演算する第2の演算部と、

前記第2の演算部による前記第1の角度ズレ調整値及び前記第2の角度ズレ調整値を、前記振れ補正カメラの前記記憶部に書き込む書き込み部と

10

を備えることを特徴とする調整装置。

【請求項2】

請求項1において、

前記第1の演算部は、前記第1の角速度検出部及び前記第2の角速度検出部の出力値のそれぞれの最大値及び最小値に基づき、前記第1の角度ズレ量及び前記第2の角度ズレ量を演算する

ことを特徴とする調整装置。

【請求項3】

振動により発生する振れを補正するために、撮影光学系の光軸を光軸方向に略垂直な第1の方向及び第2の方向に変化させる光軸変化部と、

20

前記第1の方向に略一致する方向の振れにより作用する角速度を検出する第1の角速度検出部と、

前記第2の方向に略一致する方向の振れにより作用する角速度を検出する第2の角速度検出部と、

前記第1の方向と前記第1の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第1の角度ズレ調整値、及び前記第2の方向と前記第2の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第2の角度ズレ調整値を記憶する記憶部と、

前記記憶部により記憶された前記第1の角度ズレ調整値及び前記第2の角速度検出部の出力により、前記第1の角速度検出部の出力の前記第1の角度ズレ量による誤差を補正する第1の角度ズレ補正部と、

30

前記記憶部により記憶された前記第2の角度ズレ調整値及び前記第1の角速度検出部の出力により、前記第2の角速度検出部の出力の前記第2の角度ズレ量による誤差を補正する第2の角度ズレ補正部と

を備える振れ補正カメラの振れ補正機能を調整する調整装置であって、

前記振れ補正カメラと情報の授受を行う情報授受部と、

前記振れ補正カメラの前記第1の方向及び前記第2の方向に所定の角度振幅を有する正弦波状振動を与える振動付与部と、

前記振れ補正カメラの前記第1の方向に前記正弦波状振動が与えられたときの前記第1の角速度検出部の第1の出力値並びに前記第2の角速度検出部の第2の出力値をそれぞれ積分又は積算した第1の演算値並びに第2の演算値、及び前記第2の方向に前記正弦波状振動が与えられたときの前記第1の角速度検出部の第3の出力値並びに前記第2の角速度検出部の第4の出力値をそれぞれ積分又は積算した第3の演算値並びに第4の演算値に基づき、前記第1の方向と前記第1の角速度検出部の角速度の検出方向との第1の角度ズレ量、及び前記第2の方向と前記第2の角速度検出部の角速度の検出方向との第2の角度ズレ量を演算する第1の演算部と、

40

前記第1の演算部による前記第1の角度ズレ量及び前記第2の角度ズレ量に基づき、それぞれ、前記第1の方向と前記第1の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第1の角度ズレ調整値、及び前記第2の方向と前記第2の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第2の角度ズレ調整値を演算する第2の演算部と、

50

前記第 2 の演算部による前記第 1 の角度ズレ調整値及び前記第 2 の角度ズレ調整値を、前記振れ補正カメラの前記記憶部に書き込む書き込み部とを備えることを特徴とする調整装置。

【請求項 4】

請求項 3 において、

前記第 1 の演算部は、前記第 1 の演算値、前記第 2 の演算値、前記第 3 の演算値、及び前記第 4 の演算値のそれぞれの最大値及び最小値に基づき、前記第 1 の角度ズレ量及び前記第 2 の角度ズレ量を演算することを特徴とする調整装置。

【請求項 5】

振動により発生する振れを補正するために、撮影光学系の光軸を光軸方向に略垂直な第 1 の方向及び第 2 の方向に変化させる光軸変化部と、

前記第 1 の方向に略一致する方向の振れにより作用する角速度を検出する第 1 の角速度検出部と、

前記第 2 の方向に略一致する方向の振れにより作用する角速度を検出する第 2 の角速度検出部と、

前記第 1 の方向と前記第 1 の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第 1 の角度ズレ調整値、及び前記第 2 の方向と前記第 2 の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第 2 の角度ズレ調整値を記憶する記憶部と、

前記記憶部により記憶された前記第 1 の角度ズレ調整値及び前記第 2 の角速度検出部の出力により、前記第 1 の角速度検出部の出力の前記第 1 の角度ズレ量による誤差を補正する第 1 の角度ズレ補正部と、

前記記憶部により記憶された前記第 2 の角度ズレ調整値及び前記第 1 の角速度検出部の出力により、前記第 2 の角速度検出部の出力の前記第 2 の角度ズレ量による誤差を補正する第 2 の角度ズレ補正部と

を備えた振れ補正カメラにおいて、

前記振れ補正カメラの前記第 1 の方向に所定の角速度振幅を有する第 1 の正弦波状振動が与えられたときの前記第 1 の角速度検出部の第 1 の出力値並びに前記第 2 の角速度検出部の第 2 の出力値、及び前記振れ補正カメラの前記第 2 の方向に所定の角速度振幅を有する第 2 の正弦波状振動が与えられたときの前記第 1 の角速度検出部の第 3 の出力値並びに前記第 2 の角速度検出部の第 4 の出力値とに基づき、前記第 1 の方向と前記第 1 の角速度検出部の角速度の検出方向との第 1 の角度ズレ量、及び前記第 2 の方向と前記第 2 の角速度検出部の角速度の検出方向との第 2 の角度ズレ量が演算され、さらに、前記第 1 の角度ズレ量及び前記第 2 の角度ズレ量に基づき、それぞれ前記第 1 の角度ズレ調整値及び前記第 2 の角度ズレ調整値が演算される

ことを特徴とする振れ補正カメラ。

【請求項 6】

請求項 5 において、さらに、

前記第 1 の正弦波状振動、及び第 2 の正弦波状振動は、前記振れ補正カメラの外部の調整装置により前記振れ補正カメラに与えられ、

前記調整装置は、前記第 1 の正弦波状振動を前記振れ補正カメラに与えた時の前記第 1 出力値、前記第 2 の出力値、及び、前記第 2 の正弦波状振動を前記振れ補正カメラに与えた時の前記第 3 の出力値、前記第 4 の出力値とを前記振れ補正カメラから読み込み、前記第 1 の出力値、前記第 2 の出力値、前記第 3 の出力値、及び前記第 4 の出力値とに基づき、前記第 1 の角度ズレ量及び前記第 2 の角度ズレ量を演算し、前記演算された前記第 1 の角度ズレ量及び前記第 2 の角度ズレ量に基づき、前記第 1 の角度ズレ調整値及び前記第 2 の角度ズレ調整値を演算し、前記振れ補正カメラの前記記憶部に書き込むことを特徴とする振れ補正カメラ。

【請求項 7】

請求項 5 又は請求項 6 において、

10

20

30

40

50

前記第 1 の角度ズレ量及び前記第 2 の角度ズレ量は、前記第 1 の出力値、前記第 2 の出力値、前記第 3 の出力値、及び前記 4 の出力値のそれぞれの最大値及び最小値に基づき、演算される

ことを特徴とする振れ補正カメラ。

【請求項 8】

振動により発生する振れを補正するために、撮影光学系の光軸を光軸方向に略垂直な第 1 の方向及び第 2 の方向に変化させる光軸変化部と、

前記第 1 の方向に略一致する方向の振れにより作用する角速度を検出する第 1 の角速度検出部と、

前記第 2 の方向に略一致する方向の振れにより作用する角速度を検出する第 2 の角速度検出部と、

前記第 1 の方向と前記第 1 の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第 1 の角度ズレ調整値、及び前記第 2 の方向と前記第 2 の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第 2 の角度ズレ調整値を記憶する記憶部と、

前記記憶部により記憶された前記第 1 の角度ズレ調整値及び前記第 2 の角速度検出部の出力により、前記第 1 の角速度検出部の出力の前記第 1 の角度ズレ量による誤差を補正する第 1 の角度ズレ補正部と、

前記記憶部により記憶された前記第 2 の角度ズレ調整値及び前記第 1 の角速度検出部の出力により、前記第 2 の角速度検出部の出力の前記第 2 の角度ズレ量による誤差を補正する第 2 の角度ズレ補正部と

を備えた振れ補正カメラにおいて、

前記振れ補正カメラの前記第 1 の方向に所定の角度振幅を有する第 1 の正弦波状振動が与えられたときの前記第 1 の角速度検出部の第 1 の出力値並びに前記第 2 の角速度検出部の第 2 の出力値をそれぞれ積分又は積算した第 1 の演算値並びに第 2 の演算値、及び前記振れ補正カメラの前記第 2 の方向に所定の角度振幅を有する第 2 の正弦波状振動が与えられたときの前記第 1 の角速度検出部の第 3 の出力値並びに前記第 2 の角速度検出部の第 4 の出力値をそれぞれ積分又は積算した第 3 の演算値並びに第 4 の演算値に基づき、前記第 1 の方向と前記第 1 の角速度検出部の角速度の検出方向との第 1 の角度ズレ量、及び前記第 2 の方向と前記第 2 の角速度検出部の角速度の検出方向との第 2 の角度ズレ量が演算され、さらに、前記第 1 の角度ズレ量及び前記第 2 の角度ズレ量に基づき、それぞれ前記第 1 の角度ズレ調整値及び前記第 2 の角度ズレ調整値が演算される

ことを特徴とする振れ補正カメラ。

【請求項 9】

請求項 8 において、さらに、

前記第 1 の正弦波状振動、及び第 2 の正弦波振動は、前記振れ補正カメラの外部の調整装置により前記振れ補正カメラに与えられ、

前記調整装置は、前記第 1 の正弦波状振動を前記振れ補正カメラに与えた時の前記第 1 の演算値並びに第 2 の演算値、及び、前記第 2 の正弦波状振動を前記振れ補正カメラに与えた時の前記第 3 の演算値並びに第 4 の演算値とを前記振れ補正カメラから読み込み、前記第 1 の演算値、前記第 2 の演算値、前記第 3 の演算値、及び前記第 4 の演算値とに基づき、前記第 1 の角度ズレ量及び前記第 2 の角度ズレ量を演算し、前記演算された前記第 1 の角度ズレ量及び前記第 2 の角度ズレ量に基づき、前記第 1 の角度ズレ調整値及び前記第 2 の角度ズレ調整値を演算し、前記振れ補正カメラの前記記憶部に書き込む

ことを特徴とする振れ補正カメラ。

【請求項 10】

請求項 8 又は請求項 9 において、

前記第 1 の角度ズレ量及び前記第 2 の角度ズレ量は、前記第 1 の演算値、前記第 2 の演算値、前記第 3 の演算値、及び前記 4 の演算値のそれぞれの最大値及び最小値に基づき、演算される

ことを特徴とする振れ補正カメラ。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

振動により発生する振れを補正するために、撮影光学系の光軸を光軸方向に略垂直な第 1 の方向及び第 2 の方向に変化させる光軸変化部と、
 前記第 1 の方向及び前記第 2 の方向にそれぞれ略一致する方向に振れにより作用する角速度を検出する第 1 の振れ検出部及び第 2 の振れ検出部と
 を備える振れ補正カメラの振れ補正機能を調整する調整方法であって、
 前記振れ補正カメラの前記第 1 の方向及び前記第 2 の方向に所定の角速度振幅を有する正弦波状振動を与え、このときの前記振れ補正カメラの前記第 1 の角速度検出部及び前記第 2 の角速度検出部の出力値又はこれらの最大値並びに最小値に基づき、前記第 1 の方向と前記第 1 の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第 1 の角度ズレ調整値、及び前記第 2 の方向と前記第 2 の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第 2 の角度ズレ調整値を演算し、前記第 1 の角度ズレ調整値及び前記第 2 の角速度検出部の出力により、前記第 1 の角速度検出部の出力の前記第 1 の角度ズレ量による誤差を補正するとともに、前記第 2 の角度ズレ調整値及び前記第 1 の角速度検出部の出力により、前記第 2 の角速度検出部の出力の前記第 2 の角度ズレ量による誤差を補正することを特徴とする調整方法。

10

【請求項 1 2】

振動により発生する振れを補正するために、撮影光学系の光軸を光軸方向に略垂直な第 1 の方向、及び第 2 の方向に変化させる光軸変化部と、
 前記第 1 の方向及び前記第 2 の方向にそれぞれ略一致する方向に振れにより作用する角速度を検出する第 1 の振れ検出部及び第 2 の振れ検出部と
 を備える振れ補正カメラの振れ補正機能を調整する調整方法であって、
 前記振れ補正カメラの前記第 1 の方向及び前記第 2 の方向に所定の角度振幅を有する正弦波状振動を与え、このときの前記振れ補正カメラの前記第 1 の角速度検出部及び前記第 2 の角速度検出部の出力値をそれぞれ積分若しくは積算した演算値又はこれらの最大値並びに最小値に基づき、前記第 1 の方向と前記第 1 の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第 1 の角度ズレ調整値、及び前記第 2 の方向と前記第 2 の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第 2 の角度ズレ調整値を演算し、前記振れ補正カメラは、前記第 1 の角度ズレ調整値及び前記第 2 の角速度検出部の出力により、前記第 1 の角速度検出部の出力の前記第 1 の角度ズレ量による誤差を補正するとともに、前記第 2 の角度ズレ調整値及び前記第 1 の角速度検出部の出力により、前記第 2 の角速度検出部の出力の前記第 2 の角度ズレ量による誤差を補正する
 ことを特徴とする調整方法。

20

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

この発明は、撮影時に発生する手振れ等による像振れを補正可能な振れ補正カメラの振れ補正機能を調整する調整装置、振れ補正カメラ、調整方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来のこの種の振れ補正カメラにおいて、以下のような振れ補正カメラが知られている。角速度センサ等を用いた角速度検出回路が、少なくともカメラの光軸に垂直な平面上の 2 方向の振れによる角速度を検出する。この検出した角速度に応じて、検出方向と略同一方向に撮影レンズの一部である振れ補正レンズ（防振レンズ）をシフトさせること等により、撮影光学系の光軸を移動させる。この撮影光学系は、モータ等のアクチュエータの回転をギア等で減速するとともに、この回転運動を直線運動に変換することにより駆動される。これにより、カメラに発生した振れによる像振れが補正される（この制御を防振制御ともいう。）。

40

【0003】

このようなカメラは、その製造段階においては、いくつかの部分（部組品）に分けて製造

50

され、その1つ1つの部組品の動作のチェック後に、総組が行われる。例えば、モータを回転させることで振れ補正レンズをシフトさせる補正レンズシフトメカ系は、1つの部組品として正常に作動するか否かのチェックが行われた後に、カメラ本体に組み込まれる。手振れによる角速度を検出する角速度検出回路も同様である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、前述の従来の振れ補正カメラでは、以下の課題があった。

第1に、補正レンズシフトメカ系や角速度検出回路が、部組品段階での動作チェックでは良品であったものが、カメラ本体に組み込まれた段階で、動作が異常になる場合や、良好な動作性能が得られない場合があった。ここで、カメラの総組状態では、チェックを行う

10

【0005】

第2に、角速度検出回路に用いる角速度センサの出力には個体差（機器間のばらつき）があり、所定の角速度を与えたときの個々の角速度センサの出力値は一定ではない。また、角速度検出回路の増幅器にも増幅率のばらつきがある。さらには、角速度検出回路の出力値はマイクロコンピュータ等に内蔵されたA/D変換器によりデジタル値に変換される場合が多いが、そのA/D変換器にも個体差があり、所定の入力電圧に対するA/D変換されたデジタル値は一定ではない。ここで、角速度検出回路のゲインのばらつきを、その部組品の状態において調整することはそれほど難しいことではないが、この場合にもA/D変換器のばらつきによる誤差は残る。これらのゲインのばらつきがある状態で振れ補正を行

20

【0006】

第3に、角速度検出回路に用いる角速度センサは、例えば特開平2-228518号公報に開示されているように、回転運動の角速度を検出する軸の方向を決定する振動子ワイヤ状の支持部材によって空間に支持されている。この支持部材の足が固定されている角速度センサのケースが、検出軸の個体差が生じやすい構造である。さらに、角速度センサを角速度検出回路に取り付ける段階と、角速度検出回路をカメラ本体に組み込む段階において、取り付け方向の誤差が生じる。これらのことにより、角速度検出回路が角速度を検出する方向と実際に振れ補正レンズをシフトして光軸を移動させる方向とにズレが生ずる（このズレを、角速度検出回路の検出方向のズレが支配的であることから検出角度ズレとも

30

【0007】

本発明は、上述のような課題を解消するためになされたものであって、カメラの総組状態において、振れ補正レンズシフトメカ系、角速度検出回路等の各部組品の動作をチェックし、また、各部組品の機器間における出力値のゲインのばらつきを調整し、精度良く振れ補正を行うことができるようにすることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上述の目的を達成するため、本発明による調整装置の第1の解決手段は、振動により発生する振れを補正するために、撮影光学系の光軸を光軸方向に略垂直な第1の方向及び第2の方向に変化させる光軸変化部と、前記第1の方向に略一致する方向の振れにより作用する角速度を検出する第1の角速度検出部と、前記第2の方向に略一致する方向の振れにより作用する角速度を検出する第2の角速度検出部と、前記第1の方向と前記第1の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第1の角度ズレ調整値、及び前記第2の方向と前記第2の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第2の角度ズレ調整値を記憶する記憶部と、前記記憶部により記憶された前記第1の角度ズレ調整値及び前記第2の角速度検出部の出力により、前記第1の角速度検出部の出力の前記第1の角度ズレ量による誤差を補正する第1の角度ズレ補正部と、前記記憶部により記憶された

40

50

前記第2の角度ズレ調整値及び前記第1の角速度検出部の出力により、前記第2の角速度検出部の出力の前記第2の角度ズレ量による誤差を補正する第2の角度ズレ補正部とを備える振れ補正カメラの振れ補正機能を調整する調整装置であって、前記振れ補正カメラと情報の授受を行う情報授受部と、前記振れ補正カメラの前記第1の方向及び前記第2の方向に所定の角速度振幅を有する正弦波状振動を与える振動付与部と、前記振れ補正カメラに前記正弦波状振動が与えられたときの前記第1の角速度検出部及び前記第2の角速度検出部の出力値に基づき、前記第1の方向と前記第1の角速度検出部の角速度の検出方向との第1の角度ズレ量、及び前記第2の方向と前記第2の角速度検出部の角速度の検出方向との第2の角度ズレ量を演算する第1の演算部と、前記第1の演算部による前記第1の角度ズレ量及び前記第2の角度ズレ量に基づき、前記第1の方向と前記第1の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第1の角度ズレ調整値、及び前記第2の方向と前記第2の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第2の角度ズレ調整値を演算する第2の演算部と、前記第2の演算部による前記第1の角度ズレ調整値及び前記第2の角度ズレ調整値を、前記振れ補正カメラの前記記憶部に書き込む書き込み部とを備えることを特徴とする。

10

【0009】

第2の解決手段は、第1の解決手段において、前記第1の演算部は、前記第1の角速度検出部及び前記第2の角速度検出部の出力値のそれぞれの最大値及び最小値に基づき、前記第1の角度ズレ量及び前記第2の角度ズレ量を演算することを特徴とする。

【0010】

20

第3の解決手段は、振動により発生する振れを補正するために、撮影光学系の光軸を光軸方向に略垂直な第1の方向及び第2の方向に変化させる光軸変化部と、前記第1の方向に略一致する方向の振れにより作用する角速度を検出する第1の角速度検出部と、前記第2の方向に略一致する方向の振れにより作用する角速度を検出する第2の角速度検出部と、前記第1の方向と前記第1の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第1の角度ズレ調整値、及び前記第2の方向と前記第2の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第2の角度ズレ調整値を記憶する記憶部と、前記記憶部により記憶された前記第1の角度ズレ調整値及び前記第2の角速度検出部の出力により、前記第1の角速度検出部の出力の前記第1の角度ズレ量による誤差を補正する第1の角度ズレ補正部と、前記記憶部により記憶された前記第2の角度ズレ調整値及び前記第1の角速度検出部の出力により、前記第2の角速度検出部の出力の前記第2の角度ズレ量による誤差を補正する第2の角度ズレ補正部とを備える振れ補正カメラの振れ補正機能を調整する調整装置であって、前記振れ補正カメラと情報の授受を行う情報授受部と、前記振れ補正カメラの前記第1の方向及び前記第2の方向に所定の角度振幅を有する正弦波状振動を与える振動付与部と、前記振れ補正カメラの前記第1の方向に前記正弦波状振動が与えられたときの前記第1の角速度検出部の第1の出力値並びに前記第2の角速度検出部の第2の出力値をそれぞれ積分又は積算した第1の演算値並びに第2の演算値、及び前記第2の方向に前記正弦波状振動が与えられたときの前記第1の角速度検出部の第3の出力値並びに前記第2の角速度検出部の第4の出力値をそれぞれ積分又は積算した第3の演算値並びに第4の演算値に基づき、前記第1の方向と前記第1の角速度検出部の角速度の検出方向との第1の角度ズレ量、及び前記第2の方向と前記第2の角速度検出部の角速度の検出方向との第2の角度ズレ量を演算する第1の演算部と、前記第1の演算部による前記第1の角度ズレ量及び前記第2の角度ズレ量に基づき、それぞれ、前記第1の方向と前記第1の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第1の角度ズレ調整値、及び前記第2の方向と前記第2の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第2の角度ズレ調整値を演算する第2の演算部と、前記第2の演算部による前記第1の角度ズレ調整値及び前記第2の角度ズレ調整値を、前記振れ補正カメラの前記記憶部に書き込む書き込み部とを備えることを特徴とする。

30

40

【0011】

第4の解決手段は、第3の解決手段において、前記第1の演算部は、前記第1の演算値、

50

前記第2の演算値、前記第3の演算値、及び前記第4の演算値のそれぞれの最大値及び最小値に基づき、前記第1の角度ズレ量及び前記第2の角度ズレ量を演算することを特徴とする。

【0012】

振れ補正カメラの第1の解決手段は、振動により発生する振れを補正するために、撮影光学系の光軸を光軸方向に略垂直な第1の方向及び第2の方向に変化させる光軸変化部と、前記第1の方向に略一致する方向の振れにより作用する角速度を検出する第1の角速度検出部と、前記第2の方向に略一致する方向の振れにより作用する角速度を検出する第2の角速度検出部と、前記第1の方向と前記第1の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第1の角度ズレ調整値、及び前記第2の方向と前記第2の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第2の角度ズレ調整値を記憶する記憶部と、前記記憶部により記憶された前記第1の角度ズレ調整値及び前記第2の角速度検出部の出力により、前記第1の角速度検出部の出力の前記第1の角度ズレ量による誤差を補正する第1の角度ズレ補正部と、前記記憶部により記憶された前記第2の角度ズレ調整値及び前記第1の角速度検出部の出力により、前記第2の角速度検出部の出力の前記第2の角度ズレ量による誤差を補正する第2の角度ズレ補正部とを備えた振れ補正カメラにおいて、前記振れ補正カメラの前記第1の方向に所定の角速度振幅を有する第1の正弦波状振動が与えられたときの前記第1の角速度検出部の第1の出力値並びに前記第2の角速度検出部の第2の出力値、及び前記振れ補正カメラの前記第2の方向に所定の角速度振幅を有する第2の正弦波状振動が与えられたときの前記第1の角速度検出部の第3の出力値並びに前記第2の角速度検出部の第4の出力値とに基づき、前記第1の方向と前記第1の角速度検出部の角速度の検出方向との第1の角度ズレ量、及び前記第2の方向と前記第2の角速度検出部の角速度の検出方向との第2の角度ズレ量が演算され、さらに、前記第1の角度ズレ量及び前記第2の角度ズレ量に基づき、それぞれ前記第1の角度ズレ調整値及び前記第2の角度ズレ調整値が演算されることを特徴とする。

第2の解決手段は、第1の解決手段において、さらに、前記第1の正弦波状振動、及び第2の正弦波状振動は、前記振れ補正カメラの外部の調整装置により前記振れ補正カメラに与えられ、前記調整装置は、前記第1の正弦波状振動を前記振れ補正カメラに与えた時の前記第1出力値、前記第2の出力値、及び、前記第2の正弦波状振動を前記振れ補正カメラに与えた時の前記第3の出力値、前記第4の出力値とを前記振れ補正カメラから読み込み、前記第1の出力値、前記第2の出力値、前記第3の出力値、及び前記第4の出力値とに基づき、前記第1の角度ズレ量及び前記第2の角度ズレ量を演算し、前記演算された前記第1の角度ズレ量及び前記第2の角度ズレ量に基づき、前記第1の角度ズレ調整値及び前記第2の角度ズレ調整値を演算し、前記振れ補正カメラの前記記憶部に書き込むことを特徴とする。

【0013】

第3の解決手段は、第1又は第2の解決手段において、前記第1の角度ズレ量及び前記第2の角度ズレ量は、前記第1の出力値、前記第2の出力値、前記第3の出力値、及び前記第4の出力値のそれぞれの最大値及び最小値に基づき、演算されることを特徴とする。

【0014】

第4の解決手段は、振動により発生する振れを補正するために、撮影光学系の光軸を光軸方向に略垂直な第1の方向及び第2の方向に変化させる光軸変化部と、前記第1の方向に略一致する方向の振れにより作用する角速度を検出する第1の角速度検出部と、前記第2の方向に略一致する方向の振れにより作用する角速度を検出する第2の角速度検出部と、前記第1の方向と前記第1の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第1の角度ズレ調整値、及び前記第2の方向と前記第2の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第2の角度ズレ調整値を記憶する記憶部と、前記記憶部により記憶された前記第1の角度ズレ調整値及び前記第2の角速度検出部の出力により、前記第1の角速度検出部の出力の前記第1の角度ズレ量による誤差を補正する第1の角度ズレ補正部と、前記記憶部により記憶された前記第2の角度ズレ調整値及び前記第1の角速度検出

10

20

30

40

50

部の出力により、前記第2の角速度検出部の出力の前記第2の角度ズレ量による誤差を補正する第2の角度ズレ補正部とを備えた振れ補正カメラにおいて、前記振れ補正カメラの前記第1の方向に所定の角度振幅を有する第1の正弦波状振動が与えられたときの前記第1の角速度検出部の第1の出力値並びに前記第2の角速度検出部の第2の出力値をそれぞれ積分又は積算した第1の演算値並びに第2の演算値、及び前記振れ補正カメラの前記第2の方向に所定の角度振幅を有する第2の正弦波状振動が与えられたときの前記第1の角速度検出部の第3の出力値並びに前記第2の角速度検出部の第4の出力値をそれぞれ積分又は積算した第3の演算値並びに第4の演算値に基づき、前記第1の方向と前記第1の角速度検出部の角速度の検出方向との第1の角度ズレ量、及び前記第2の方向と前記第2の角速度検出部の角速度の検出方向との第2の角度ズレ量が演算され、さらに、前記第1の角度ズレ量及び前記第2の角度ズレ量に基づき、それぞれ前記第1の角度ズレ調整値及び前記第2の角度ズレ調整値が演算されることを特徴とする。

10

第5の解決手段は、第4の解決手段において、さらに、前記第1の正弦波状振動、及び第2の正弦波状振動は、前記振れ補正カメラの外部の調整装置により前記振れ補正カメラに与えられ、前記調整装置は、前記第1の正弦波状振動を前記振れ補正カメラに与えた時の前記第1の演算値並びに第2の演算値、及び、前記第2の正弦波状振動を前記振れ補正カメラに与えた時の前記第3の演算値並びに第4の演算値とを前記振れ補正カメラから読み込み、前記第1の演算値、前記第2の演算値、前記第3の演算値、及び前記第4の演算値とに基づき、前記第1の角度ズレ量及び前記第2の角度ズレ量を演算し、前記演算された前記第1の角度ズレ量及び前記第2の角度ズレ量に基づき、前記第1の角度ズレ調整値及び前記第2の角度ズレ調整値を演算し、前記振れ補正カメラの前記記憶部に書き込むことを特徴とする。

20

【0015】

第6の解決手段は、第4又は第5の解決手段において、前記第1の角度ズレ量及び前記第2の角度ズレ量は、前記第1の演算値、前記第2の演算値、前記第3の演算値、及び前記第4の演算値のそれぞれの最大値及び最小値に基づき、演算されることを特徴とする。

【0016】

調整方法の第1の解決手段は、振動により発生する振れを補正するために、撮影光学系の光軸を光軸方向に略垂直な第1の方向及び第2の方向に変化させる光軸変化部と、前記第1の方向及び前記第2の方向にそれぞれ略一致する方向に振れにより作用する角速度を検出する第1の振れ検出部及び第2の振れ検出部とを備える振れ補正カメラの振れ補正機能を調整する調整方法であって、前記振れ補正カメラの前記第1の方向及び前記第2の方向に所定の角速度振幅を有する正弦波状振動を与え、このときの前記振れ補正カメラの前記第1の角速度検出部及び前記第2の角速度検出部の出力値又はこれらの最大値並びに最小値に基づき、前記第1の方向と前記第1の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第1の角度ズレ調整値、及び前記第2の方向と前記第2の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第2の角度ズレ調整値を演算し、前記第1の角度ズレ調整値及び前記第2の角速度検出部の出力により、前記第1の角速度検出部の出力の前記第1の角度ズレ量による誤差を補正するとともに、前記第2の角度ズレ調整値及び前記第1の角速度検出部の出力により、前記第2の角速度検出部の出力の前記第2の角度ズレ量による誤差を補正することを特徴とする。

30

40

【0017】

第2の解決手段は、振動により発生する振れを補正するために、撮影光学系の光軸を光軸方向に略垂直な第1の方向、及び第2の方向に変化させる光軸変化部と、前記第1の方向及び前記第2の方向にそれぞれ略一致する方向に振れにより作用する角速度を検出する第1の振れ検出部及び第2の振れ検出部とを備える振れ補正カメラの振れ補正機能を調整する調整方法であって、前記振れ補正カメラの前記第1の方向及び前記第2の方向に所定の角度振幅を有する正弦波状振動を与え、このときの前記振れ補正カメラの前記第1の角速度検出部及び前記第2の角速度検出部の出力値をそれぞれ積分若しくは積算した演算値又はこれらの最大値並びに最小値に基づき、前記第1の方向と前記第1の角速度検出部の角

50

速度の検出方向との角度ズレを調整する第1の角度ズレ調整値、及び前記第2の方向と前記第2の角速度検出部の角速度の検出方向との角度ズレを調整する第2の角度ズレ調整値を演算し、前記振れ補正カメラは、前記第1の角度ズレ調整値及び前記第2の角速度検出部の出力により、前記第1の角速度検出部の出力の前記第1の角度ズレ量による誤差を補正するとともに、前記第2の角度ズレ調整値及び前記第1の角速度検出部の出力により、前記第2の角速度検出部の出力の前記第2の角度ズレ量による誤差を補正することを特徴とする。

【0018】

【作用】

本発明の解決手段においては、振れ補正カメラの撮影光学系の光軸の変化方向である第1、第2の方向に正弦波状振動が与えられ、このときの第1、第2の角速度検出部の出力値に基づき、第1、第2の方向と第1、第2の角速度検出部による角速度の検出方向との第1、第2の角度ズレ量が演算される。さらに、この第1、第2の角度ズレ量から第1、第2の角度ズレ調整値が演算されて記憶部に記憶される。そして、この記憶部に記憶された第1、第2の角度ズレ調整値に基づき、第1、第2の角速度検出部の出力誤差が補正される。

従って、カメラの組立時における第1、第2の角速度検出部の取り付け誤差等が、振れ補正の精度に影響を及ぼすことがなくなる。

【0019】

【実施例】

以下、図面等を参照して、本発明の一実施例について説明する。

図1は、本発明の実施例であるカメラ側部分、通信工具側部分、加振台部分の構成を示す図である。最初に、カメラ側部分について説明する。

この実施例のカメラは、撮影光学系11~14と、CPU1と、CPU1に電氣的に接続されたX、Y軸レンズ位置検出回路6、7、X、Y軸モータ駆動回路2、3、及びヨー、ピッチ角速度検出回路8、9等とから構成されている。

撮影光学系11~14は、4つの撮影レンズ11、12、13、14から構成され、このうちの撮影レンズ13が、手振れによる像振れを補正するレンズとして機能する(以下、「防振レンズ13」という。)

ヨー、ピッチ角速度検出回路8、9は、撮影光軸に直交する平面上の2軸(X、Y軸)方向のヨー、ピッチ方向の手振れによる角速度を検出するものである。

CPU1は、カメラのシーケンスを制御等するためのワンチップマイクロコンピュータであり、種々の演算を行う演算機能、時間を計測する計時タイマ機能、一定時間間隔でその処理を行うタイマ割り込み処理、任意のdutyを出力するPWM出力機能、ヨー、ピッチ角速度検出回路8、9の出力をA/D変換する機能、通信工具側との通信機能、露光処理を行うためのシャッタ機能等を有している。

X、Y軸モータ駆動回路2、3は、それぞれX、Y軸用のモータ4、5を駆動させることにより、防振レンズ13をX、Y軸方向に移動させるための回路である。

X、Y軸レンズ位置検出回路6、7は、防振レンズ13のX、Y軸方向の位置を検出するための回路である。

【0020】

また、CPU1には、EPROM10、半押しSW16、全押しSW17が電氣的に接続されている。

EPROM10は、不揮発性メモリであり、ヨー、ピッチ角速度検出回路8、9のゲインばらつきを補正するゲイン調整値や、ヨー、ピッチ角速度検出回路8、9の角速度の検出方向ズレを補正する検出角度ズレ調整値等を記憶しているものである。

半押しSW16は、リリースボタンの半押しでオンするスイッチである。

全押しSW17は、リリースボタンの全押しでオンするスイッチである。

【0021】

次に、このカメラの動作について説明する。

10

20

30

40

50

ヨー、ピッチ角速度検出回路 8, 9 は、カメラの手振れ等により生じた角速度を検出する。この出力値は CPU 1 に伝送され、CPU 1 は、この出力値を A/D 変換し、手振れの角速度を検出する。次に、CPU 1 は、この値と、EPROM 10 に記憶されたゲイン調整値や、検出角度ズレ調整値等に基づき、所定の演算を行い、防振レンズ 13 の適切な駆動量を演算する。そして、X, Y 軸モータ駆動回路 2, 3 に、X, Y 軸用のモータ 4, 5 を駆動させる。X, Y 軸用のモータ 4, 5 の回転駆動力は、例えばギヤ列によって直進運動に変換され、防振レンズ 13 を像面での手ぶれを打ち消すように X, Y 軸方向に適当な速度で移動させる。また、防振レンズ 13 が移動されると、CPU 1 は、X, Y 軸レンズ位置検出回路 6, 7 により、防振レンズ 13 の X, Y 軸方向の位置を読み取る。なお、以下の説明において、X, Y 軸用モータ 4, 5 の回転により防振レンズ 13 をシフトする機構系を防振レンズシフトメカ系という。

10

【0022】

通信工具側には、カメラの CPU 1 と電氣的に接続される通信工具 15 が設けられており、通信工具 15 は、CPU 1 と情報の授受を行うことにより、カメラの動作と同期させてカメラの種々の調整を行うものである。

加振台側には、通信工具 15 と電氣的に接続される加振台 18 が設けられている。加振台 18 は、カメラに振動を与えるためのものであり、カメラが取り付けられた状態において通信工具 15 からの命令により防振レンズ 13 のシフト方向である X, Y 軸方向に略正弦波状に振動する。

【0023】

20

次に、角速度検出におけるゲインのばらつきの調整、及び角速度の検出角度のズレ調整について説明する。

(1) ゲイン調整、角度ズレ補正の方法

ヨー、ピッチ角速度検出回路 8, 9 は、それぞれ角速度センサ、及びその信号を増幅する増幅回路等から構成されている。ゲインのばらつきの要因には、角速度センサの出力のばらつき、増幅回路の増幅率のばらつきがあり、さらに本実施例のように CPU 1 で A/D 変換を行うカメラにおいては、個々の CPU 1 での A/D 変換器のばらつき、又は A/D 変換に用いる基準電圧のばらつき等がある。図 2 は、ヨー、ピッチ角速度検出回路 8, 9 のゲインのばらつきを模式的に示した図である。ここでは、ヨー方向、ピッチ方向でそれぞれこれらのゲインのばらつき要因を 1 つにまとめて G1, G2 としている。

30

【0024】

また、ヨー、ピッチ角速度検出回路 8, 9 の角速度の検出方向と、ヨー、ピッチ角速度検出回路 8, 9 の出力に基づく防振レンズ 13 の移動方向とは、正確には一致せず、両者の間には角度ズレによる誤差が生じている。図 3 は、これらの角度ズレを説明するための図である。

図 3 において、横軸、縦軸は、それぞれ防振レンズ 13 の X 軸、Y 軸駆動方向である。ここで X 軸駆動方向とヨー角速度検出回路 8 の角速度の検出方向とが角度 θ ずれており、一方、Y 軸駆動方向とピッチ角速度検出回路 9 の角速度の検出方向とが角度 ϕ ずれているとする。この場合に、手振れによりベクトル (大きさが ω で X 軸駆動軸方向から反時計方向に傾いた角速度) として与えられると、ヨー、ピッチ角速度検出回路 8, 9 のそれぞれの出力 u , v は、以下の式 (数 1)、(数 2) によって算出される。

40

$$(数1) \quad u = G1 \times \omega \times \cos(\theta)$$

$$(数2) \quad v = G2 \times \omega \times \sin(\phi)$$

但し、図 3 では理解を容易にするためにゲインばらつき G1, G2 をそれぞれ G1 = G2 = 1 としている。

【0025】

また、カメラに与えられた角速度が ω の大きさでその方向が X 軸方向 (すなわち $\theta = 0$) であるときのヨー、ピッチ角速度検出回路 8, 9 のそれぞれの出力 $u1$, $v1$ は、以下の式 (数 3)、(数 4) によって算出される。

$$(数3) \quad u1 = G1 \times \omega \times \cos(\theta)$$

50

$$(数4) \quad v_1 = -G_2 \times \theta_1 \times \sin(\alpha)$$

【0026】

次に、カメラに与えられた角速度が θ_2 の大きさでその方向が Y 軸方向（すなわち $\alpha = 90^\circ$ ）であるときのヨー、ピッチ角速度検出回路 8, 9 のそれぞれの出力 u_2, v_2 は、以下の式（数 5）、（数 6）によって算出される。

$$(数5) \quad u_2 = -G_1 \times \theta_2 \times \sin(\alpha)$$

$$(数6) \quad v_2 = G_2 \times \theta_2 \times \cos(\alpha)$$

【0027】

また、式（数 3）及び（数 6）から、ヨー、ピッチ角速度検出回路 8, 9 のゲインばらつき G_1, G_2 は、以下の式（数 7）、（数 8）によって算出される。

$$(数7) \quad G_1 = u_1 / (\theta_1 \times \cos(\alpha))$$

$$(数8) \quad G_2 = v_2 / (\theta_2 \times \cos(\alpha))$$

ここで、X, Y 軸に対する検出方向の角度ズレ α は大きくて 5° 程度であるから、 $\cos(\alpha) = 1$ 、 $\sin(\alpha) = 1$ としても 0.4% 程度の誤差で近似可能である。従って、式（数 7）、（数 8）は、それぞれ以下の式（数 9）、（数 10）のように近似することができる。

$$(数9) \quad G_1 = u_1 / \theta_1$$

$$(数10) \quad G_2 = v_2 / \theta_2$$

【0028】

以上のようにして、X 軸, Y 軸方向にそれぞれ所定の角速度が与えられたときのヨー、ピッチ角速度検出回路 8, 9 の出力値によりゲインのばらつき G_1, G_2 を算出することができる。図 2 では、上記方法で G_1, G_2 を算出し、 G_1 の逆数に比例したヨー方向のゲイン調整値 A_1 、 G_2 の逆数に比例したピッチ方向のゲイン調整値 A_2 を、ヨー、ピッチ角速度検出回路 8, 9 の出力値に掛け合わせることでゲインのばらつきを補正するようにしている。このゲインばらつき補正後のヨー、ピッチ角速度検出回路 8, 9 の出力値 U, V は、以下の式（数 11）、（数 12）によって算出される。

$$(数11) \quad U = A_1 \times G_1 \times \theta_1 \times \cos(\alpha)$$

$$(数12) \quad V = A_2 \times G_2 \times \theta_2 \times \sin(\alpha)$$

【0029】

また、検出角度ズレ α は、それぞれ、式（数 3）並びに（数 5）、及び（数 4）並びに（数 6）から、以下の式（数 13）、（数 14）によって算出される。

$$(数13) \quad \tan(\alpha) = -(\theta_1 / \theta_2) \times (u_2 / u_1)$$

$$(数14) \quad \tan(\alpha) = -(\theta_2 / \theta_1) \times (v_1 / v_2)$$

ここで、X, Y 軸に対する検出方向ズレ α は大きくて 5° 程度であるから、 $\cos(\alpha) = 1$ 、 $\sin(\alpha) = 1$ としても 0.4% 程度の誤差で近似可能である。従って、式（数 13）、式（数 14）は、以下の式（数 15）、（数 16）のように近似することができる。

$$(数15) \quad \sin(\alpha) = -(\theta_1 / \theta_2) \times (u_2 / u_1)$$

$$(数16) \quad \sin(\alpha) = -(\theta_2 / \theta_1) \times (v_1 / v_2)$$

【0030】

以上のようにして、X 軸, Y 軸方向に各々所定の角速度が与えられたときのヨー、ピッチ角速度検出回路 8, 9 の出力値により、ヨー、ピッチ角速度検出回路 8, 9 の検出方向の角度ズレ α を検出することができる。

【0031】

次に、以上の方法によりゲインばらつき G_1, G_2 、及び角度ズレ α が算出されたときの、実際のカメラでの角度ズレの補正方法について説明する。ここで説明を容易にするために、式（数 11）、（数 12）において、 $A_1 \times G_1 = 1$ 、 $A_2 \times G_2 = 1$ として正規化すると、ゲインばらつき補正後のヨー、ピッチ角速度検出回路 8, 9 の出力値 U, V は、以下の式（数 17）、（数 18）のように表すことができる。

$$(数17) \quad U = \theta_1 \times \cos(\alpha)$$

10

20

30

40

50

$$(数18) \quad V = x \sin(\quad)$$

また、X軸、Y軸方向の各角速度X、Yは、以下の式(数19)、(数20)によって算出される。

$$(数19) \quad X = x \cos(\quad)$$

$$(数20) \quad Y = x \sin(\quad)$$

次に、式(数17)、(数18)を、 \quad によらない式にすると、以下の式(数21)、(数22)のように表すことができる。

$$(数21) \quad X = (\cos(\quad) / \cos(\quad + \quad)) \times U + (\sin(\quad) / \cos(\quad + \quad)) \times V$$

$$(数22) \quad Y = (\cos(\quad) / \cos(\quad + \quad)) \times V + (\sin(\quad) / \cos(\quad + \quad)) \times U \quad 10$$

【0032】

ここで、X、Y軸に対する検出方向ズレ \quad 、 \quad は大きくて 5° 程度であるから、 $\cos(\quad) = 1$ 、 $\cos(\quad) = 1$ 、 $\cos(\quad + \quad) = 1$ と近似すると、式(数21)、(数22)は、それぞれ以下の式(数23)、(数24)のように近似することができる。

$$(数23) \quad X = U + \sin(\quad) \times V$$

$$(数24) \quad Y = V + \sin(\quad) \times U$$

すなわち、式(数9)、(数10)によりゲインばらつきを算出し、式(数14)、(数15)により角度ズレの \sin 値を算出しておけば、式(数23)、(数24)によってゲインばらつき $G1$ 、 $G2$ 、角度ズレ \quad 、 \quad を補正することができる。 20

【0033】

このゲインばらつき $G1$ 、 $G2$ 、及び角度ズレ \quad 、 \quad の補正の様子を、図2に基づき説明する。

まず、ゲインばらつき $G1$ 、 $G2$ を持つヨー、ピッチ角速度検出回路8、9の出力 u 、 v は、それぞれゲイン調整値 $A1$ 、 $A2$ 倍され、ゲイン調整後の出力 U 、 V を得る。次に、 U と V の角度ズレ調整値 \quad 倍された出力との和を X とし、 V と U の角度ズレ調整値 \quad 倍された出力との和を Y とする。ここで、角度ズレ調整値 $\quad = \sin(\quad)$ 、 $\quad = \sin(\quad)$ である。つまり、図2のような構成により、X、Y軸方向の角速度 X 、 Y が得られる。角速度 X 、 Y は、その後それぞれ B 倍され、防振レンズ13のX軸、Y軸方向のシフトする目標速度(以下、「防振レンズ目標速度」という。) $Vc(X)$ 、 $Vc(Y)$ 30
 が得られる。ここで、 B は、所定角速度に対して防振レンズ13をいかなる速度でシフトするかの係数である(以下、「角速度-防振レンズ目標速度変換係数」という。)。すなわち、算出された各駆動軸方向の角速度 X 、 Y を B 倍することで、各々方向の防振レンズ目標速度 $Vc(X)$ 、 $Vc(Y)$ が算出される。防振レンズ目標速度 $Vc(X)$ 、 $Vc(Y)$ が算出されたら、防振レンズ13を各々その速度でシフトすれば像面での手振れを打ち消すことができる。

【0034】

(2) 正弦波状にその角速度を変化させる加振台を用いての調整方法

上述の説明において、ゲイン調整、及び角度ズレ調整は、一定の角速度をカメラに与え続け、そのときのヨー、ピッチ角速度検出回路8、9の出力値を検出することで行うことができる。しかし、実際に正確に一定角速度をカメラに与えることは非常に難しい。何故ならば、正確に一定角速度をカメラに与える場合には、ある一点を回転の中心として一定距離にカメラを固定し、等速回転運動をさせなければならない。そこで、加振台18を用いてカメラに正弦波的に変化する角速度を与えることによりゲイン調整、角度ズレ調整を行う。 40

【0035】

加振台18は、その加振部分の一端付近が固定されており、その逆の端付近の下には適当に偏平したカムが配置されている。そのカムがモータ等で回転され、加振部分が正弦波状に上下する。加振台18はこの機構を2方向有しており、カメラは、防振レンズ13のX、Y軸の駆動方向と各加振方向とが一致するように取り付けられる。ここで、実際には防 50

振レンズ 13 の駆動方向と加振方向には微少な角度ズレが存在するが、この角度ズレは、本発明で問題とされる角度ズレに比べ無視できる範囲である。

【0036】

次に、図 4 に基づき、正弦波状の角速度をカメラに与えてゲイン調整、及び、角度ズレ調整を行う実施例について説明する。図 4 は、本発明によるゲイン調整、角度ズレ調整の様子を示す図である。

まず、カメラには防振レンズ 13 の X 軸駆動方向に全振幅 1 の正弦波の角速度が加振台 18 により与えられる。このときのヨー角速度検出回路 8 の出力の最大値、最小値をそれぞれ u_{1max} 、 u_{1min} 、及びピッチ角速度検出回路 9 の出力の最大値、最小値をそれぞれ v_{1max} 、 v_{1min} とする。次に、カメラには防振レンズ 13 の Y 軸駆動方向

10

【0037】

このときのゲインばらつきは、上述の一定角速度を与えた場合と同様に考えることができ、正弦波状の角速度を与えた場合には、以下の式(数 25)、(数 26)に示すように、与えた角速度の全幅と出力値の全幅の比として算出される。

$$(数 25) \quad G1 = (u_{1max} - u_{1min}) / 1$$

$$(数 26) \quad G2 = (v_{2max} - v_{2min}) / 2$$

よって、ゲイン調整値 $A1$ 、 $A2$ は、それぞれ $G1$ 、 $G2$ の逆数に比例した値として算出される。又は、与えた角速度の全幅 1、2 に対して、ゲイン調整後に得たい目標とするヨー、ピッチ角速度検出回路 8、9 の出力の全振幅の比として与えられる。ここに、ゲイン調整後にヨー、ピッチ角速度検出回路 8、9 の出力の得たい目標全振幅がそれぞれ $U1$ 、 $V1$ であった場合には、ゲイン調整値 $A1$ 、 $A2$ は以下の式(数 27)、(数 28)によって算出される。

20

$$(数 27) \quad A1 = U1 / (u_{1max} - u_{1min})$$

$$(数 28) \quad A2 = V1 / (v_{2max} - v_{2min})$$

【0038】

次に、ヨー、ピッチ角速度検出回路 8、9 の検出方向の角度ズレもまた、上述の一定角速度を与えた場合と同様に考えることができ、正弦波状の角速度を与えた場合には、以下の

30

$$(数 29) \quad \sin(\quad) = -f * (\quad 1 / \quad 2) * \{ (u_{2max} - u_{2min}) / (u_{1max} - u_{1min}) \}$$

$$(数 30) \quad \sin(\quad) = -c * (\quad 2 / \quad 1) * \{ (v_{1max} - v_{1min}) / (v_{2max} - v_{2min}) \}$$

ここで、 c 、 f は、以下の式(数 31)、(数 32)で与えられる。

$$(数 31) \quad c = +1 \text{ (X軸加振時の } u_1 \text{ 最大値検出時の } v_1 \text{ が正の場合)}$$

$$-1 \text{ (X軸加振時の } u_1 \text{ 最大値検出時の } v_1 \text{ が負の場合)}$$

$$(数 32) \quad f = +1 \text{ (Y軸加振時の } v_2 \text{ 最大値検出時の } u_2 \text{ が正の場合)}$$

40

$$-1 \text{ (Y軸加振時の } v_2 \text{ 最大値検出時の } u_2 \text{ が負の場合)}$$

【0039】

正弦波状の加速度をカメラに与えたときの最大値、最小値から算出された全振幅の値は常に正であるので、角度ズレの符号はわからない。これを避けるため、式(数 31)では、X 軸方向に与えられた角速度が正である場合には、ヨー角速度検出回路 8 の出力値の最大値 u_{1max} 検出時のピッチ角速度検出回路 9 の出力が同じ符号となるので、これを利用して角度ズレの符号を検出している(式(数 32)も同様である。)。本実施例では、角度ズレの符号を検出するために簡易的に上述のような方法をとったが、最小値検出時の逆方向の角速度検出回路の出力の符号、又は、加振台 18 で与えた角速度の符号とヨー、ピ

50

ッチ角速度検出回路 8 , 9 の出力の符号とを比較することにより、角度ズレの符号を検出して良い。

【 0 0 4 0 】

ここで問題になるのは、加振台 1 8 を用いてカメラに正弦波的に変化する角速度を与えてゲイン調整、角度ズレ調整を行う場合に、加振台 1 8 を精度良く制御しないと、上記最大値、最小値が精度良く算出されない。これは、第 1 に、加振台 1 8 により与えられる角速度の周波数が、加振台 1 8 の駆動モータの回転速度むらにより変動した場合には、その変動量に比例してヨー、ピッチ角速度検出回路 8 , 9 の出力値の全幅も変動し、これによってゲイン調整値、角度ズレ調整値も誤差を持つようになるからである。第 2 に、加振台 1 8 の動作が滑らかでなく、高周波振動が乗った動きをした場合には、ヨー、ピッチ角速度検出回路 8 , 9 の出力値にその振動に応じたノイズが上乘せされてしまうため、各角速度検出回路の出力値の最大値、最小値の検出に誤差が生じてしまい、これによってゲイン調整値、角度ズレ調整値も誤差を持つようになるからである。そこで、次にこの問題を解決する方法を説明する。なお、精度の良い加振台を用いてこれらの調整を行った場合において上記問題のないときには、以上のような調整方法でも良いことは勿論である。

【 0 0 4 1 】

(3) 角速度の積分値を使用する調整方法

上述した調整方法は、角速度のディメンジョンであったが、以下の調整方法は、角度又は位置のディメンジョンで行う。

先ず、以下の式 (数 3 3) に示すようにヨー、ピッチ方向のゲイン調整値に初期値を設定し、式 (数 3 4) に示すように角度ズレ調整値、 をクリアする。

$$(\text{数 } 3 \text{ 3 }) \quad A 1 = A 2 = A 0$$

$$(\text{数 } 3 \text{ 4 }) \quad \quad \quad = \quad \quad = 0$$

これにより、図 2 においてゲイン調整、角度ズレ補正がされていない各検出方向の角速度 X , Y が出力される。次に、その出力の B 倍された X , Y 軸方向の防振レンズ目標速度 V c (X)、V c (Y) を、以下の式 (数 3 5)、(数 3 6) に示すように積分することで、防振レンズ 1 3 の X 軸、Y 軸方向の目標位置 L C (X)、L C (Y) が算出される。

$$(\text{数 } 3 \text{ 5 }) \quad L C (X) = \quad V c (X)$$

$$(\text{数 } 3 \text{ 6 }) \quad L C (Y) = \quad V c (Y)$$

【 0 0 4 2 】

一方、防振レンズ 1 3 の目標位置 L C (X)、L C (Y) の算出は、式 (数 3 5)、(数 3 6) のような積分形ではなく、例えば、C P U 1 でヨー、ピッチ角速度検出回路 8 , 9 の出力を A / D 変換してその後の処理をデジタル値を用いて制御するような場合には、V c (X)、V c (Y) の値を所定時間間隔で積算して算出する方が適する場合がある。この場合には、積算によって防振レンズ 1 3 の目標位置 L C (X)、L C (Y) を算出しても良い。

【 0 0 4 3 】

ここで、カメラには防振レンズ 1 3 の X 軸方向に角度全振幅 1 の正弦波状の振動が加振台 1 8 により与えられる。このときの L C (X) の最大値、最小値をそれぞれ L C m a x (X)、L C m i n (X)、及び L C (Y) 最大値、最小値をそれぞれ L C m a x (Y)、L C m i n (Y) とすると、以下の式 (数 3 7)、(数 3 8) により、X 軸、Y 軸のそれぞれの防振レンズ目標位置の全幅 a、b が算出される。さらに、式 (数 3 9) により、L C m a x (X) 検出時の L C (Y) の符号により c が算出される。

$$(\text{数 } 3 \text{ 7 }) \quad a = L C m a x (X) - L C m i n (X)$$

$$(\text{数 } 3 \text{ 8 }) \quad b = L C m a x (Y) - L C m i n (Y)$$

$$(\text{数 } 3 \text{ 9 }) \quad c = + 1 (L C m a x (X) \text{ 検出時の } L C (Y) \text{ が正の場合} \\ - 1 (L C m a x (X) \text{ 検出時の } L C (Y) \text{ が負の場合})$$

【 0 0 4 4 】

次に、カメラには防振レンズ13のY軸駆動方向に角度全振幅 2の正弦波状の振動が加振台18により与えられる。このときのLC(X)の最大値, 最小値をそれぞれLCmax(X), LCmin(X)、及びLC(Y)の最大値, 最小値をそれぞれLCmax(Y), LCmin(Y)とすると、以下の式(数40)、(数41)により、X軸, Y軸の防振レンズ目標位置の全幅d, eが算出される。さらに、式(数42)により、LCmax(Y)検出時のLC(X)の符号によりfが算出される。

$$(数40) \quad d = LC_{max}(X) - LC_{min}(X)$$

$$(数41) \quad e = LC_{max}(Y) - LC_{min}(Y)$$

$$(数42) \quad f = +1 \quad (LC_{max}(Y) \text{ 検出時の} LC(X) \text{ が正の場合})$$

$$-1 \quad (LC_{max}(Y) \text{ 検出時の} LC(X) \text{ が負の場合})$$

10

【0045】

加振台18により与えた角度全幅 1、 2に対して、ゲイン調整後に得たいX軸, Y軸方向のそれぞれの防振レンズ目標位置LC(X), LC(Y)の全振幅をそれぞれL01, L02とすると、各ゲイン調整値A1, A2は、以下の式(数43)、(数44)によって算出される。ここでL01, L02は加振した角度全振幅 1、 2に対して比例関係にあり、加振角度全振幅に対して像を停止させるための適正な防振レンズ13のシフトの全振幅である。この値は撮影光学系により定まり、理論値が算出されている。

$$(数43) \quad A1 = A0 \times L01 / a$$

$$(数44) \quad A2 = A0 \times L02 / e$$

20

【0046】

式(数43)、(数44)は、式(数27)、(数28)の角速度をその積分値である防振レンズ目標位置のディメンジョンに変換したものであり、ゲイン調整値が初期値A0である場合に得たい防振レンズ振幅とゲイン調整する前の防振レンズ目標位置の振幅の比からゲイン調整値の初期値A0を何倍すれば良いかを算出し、これをA0に掛け合わせることでゲイン調整値を算出している。

【0047】

次に、ヨー, ピッチ角速度検出回路8, 9の検出方向の角度ズレ補正量, は、以下の式(数45)、(数46)により算出される。

$$(数45) \quad \text{ } = \sin(\text{ }) = -f * (L01 / L02) \times (d / a)$$

$$(数46) \quad \text{ } = \sin(\text{ }) = -c * (L02 / L01) \times (b / e)$$

式(数45)、(数46)は、式(数29)、(数30)の角速度をその積分値である防振レンズ目標位置のディメンジョンに変換したものである。

30

【0048】

以上の方法によりヨー, ピッチ角速度検出回路8, 9の出力の積分値によりゲイン調整、角度ズレ調整を行うと、加振台18の周波数が多少変動しても、加振台18の角度振幅はほとんど変化しない。また、加振台18の加振時に振動ノイズが多少のっている、ヨー, ピッチ角速度検出回路8, 9の出力に振動ノイズがのった場合においても、その出力の積分値から算出しているため、ノイズの影響をほとんど受けない調整を行うことができる。

40

【0049】

次に、実際のカメラの調整処理の実施例を説明する。調整処理は、通信工具側で行われる通信工具調整処理と、カメラ側で行われるカメラの通信モード処理に分けられる。最初に、全体の調整処理の概略を説明する。図1に示すように、カメラのCPU1と通信工具15とが電氣的に接続され、カメラの調整処理が行われる。また、モータ4, 5の制御は、PWM(PULSE WIDTH MODULATION)制御で行った場合で説明することにする。通常、PWM制御は、ある一定周期間の通電時間を可変する、つまり、モータ4, 5がオンしているdutyを可変することで速度制御を行う方式である。

図7は、通信工具15が行う通信調整処理の一実施例を示すフローチャートである。また、図8は図7に続くフローチャートであり、図9は図8に続くフローチャートである。図

50

7～図9において、通信工具15は、S602～S607で防振レンズシフトメカ系の不良チェックを行い、次のS608～624でヨー、ピッチ角速度検出回路8,9のゲイン調整及び検出角度ズレ調整を行う。さらに、S625～S646で防振制御性の総合的なチェックを行う。

【0050】

図10は、カメラのCPU1が行う通信モード処理の一実施例を示すフローチャートである。カメラのCPU1は、通信工具15からの指令によりカメラの通信モード処理を起動する。そして、通信工具15からの指令に応じて、例えばS704の防振レンズリセット処理や、S709の防振制御開始処理を行う。

【0051】

(1)カメラ側の処理

次に、カメラ側の通信モード処理について、図10に基づき詳細に説明する。図7のS600で通信工具処理が開始されると、通信工具15は、次のS601でカメラのCPU1に通信モード処理を行う指令を送信する。これにより、カメラのCPU1は、図10のS700で通信モード処理を開始し、次のS701に進む。

S701では、式(数33)により角速度ゲイン調整値A1, A2に初期値A0が設定され、さらに次のS702で式(数34)により角度ズレ調整値がクリアされ、S703に進む。S703からS718までの処理は、通信工具15からの命令の種類により各々分岐して行われる。まずS703で防振レンズリセット命令がなされたか否かが判断され、命令があればS704で防振レンズリセット処理(図11)が行われてS703に戻り、命令がなければS705に進む。S705では防振レンズセンタリング命令がなされたか否かが判断され、命令があればS706で防振レンズセンタリング処理(図12)が行われてS703に戻り、命令がなければ次のS707に進む。

【0052】

S707では防振調整開始命令がなされたか否かが判断され、命令があればS709で防振制御開始処理(図13)が行われてS703に戻り、命令がなければS708に進む。S708では防振制御開始命令がなされたか否かが判断され、命令があればS709で防振制御開始処理が行われてS703に戻り、命令がなければS710に進む。

S710では防振調整終了命令がなされたか否かが判断され、命令があればS712で防振制御タイマ割込み処理が禁止され、防振制御が終了してS703に戻り、命令がなければS711に進む。S711では防振制御終了命令がなされたか否かが判断され、命令があればS712で防振制御タイマ割込み処理が禁止され、防振制御が終了してS703に戻り、命令がなければS713に進む。

【0053】

S713ではデータ読み込み命令がなされたか否かが判断され、命令があればS714で通信工具15によって指定されたデータが通信工具15に転送されてS703に戻り、命令がなければS715に進む。S715ではデータ書き込み命令がなされたか否かが判断され、命令があればS716で通信工具15により転送されたデータが通信工具15によって指定されたデータに書き込まれてS703に戻り、命令がなければS717に進む。S717ではE2PROM書き込み命令がなされたか否かが判断され、命令があればS718で通信工具15により転送されたデータが通信工具15によって指定されたE2PROMのデータに書き込まれてS703に戻り、命令がなければS719に進む。S719では通信モード解除命令がなされたか否かが判断され、命令があればS720でカメラの通信モード処理が終了し、命令がなければS703に戻る。以上のように、通信工具15の命令によりその該当する処理をカメラが行っている。

【0054】

図11は、図10のS704の防振レンズリセット処理の一実施例を示すフローチャートである。S704からS800に進み、防振レンズリセット処理が開始される。まず、S801で防振レンズリセットタイマ割込み処理(図14)が許可され、防振レンズ13のリセットが開始される。次に、S802で所定時間(例えば10ms程度)ウエイトされ

10

20

30

40

50

、S 8 0 3に進む。S 8 0 3ではX軸の防振レンズ速度 $V R (X)$ が所定値以下であるか否か、すなわちX軸の防振レンズのリセット駆動が終了したか否かが判断され、所定値以下のときにはS 8 0 4に進み、所定値以下でないときにはS 8 0 3に戻る。S 8 0 4ではY軸の防振レンズ速度 $V R (Y)$ が所定値以下であるか否か、すなわちY軸の防振レンズのリセット駆動が終了したか否かが判断され、所定値以下であるときにはS 8 0 5に進んで防振レンズリセット処理が終了し、所定値以下でないときにはS 8 0 3に戻る。

【 0 0 5 5 】

従って、S 8 0 3 , S 8 0 4 の処理は、X軸 , Y軸の両方の防振レンズリセット駆動処理が終了するまで繰り返され、両軸とも終了したらS 8 0 5で処理が終了することになる。また、防振レンズリセット駆動が終了したか否かは、防振レンズ13がその制御範囲の一方の端であるリセット端に達したときに防振レンズ13の速度 $V R (X)$, $V R (Y)$ が略ゼロになることを利用して判断している。また、S 8 0 2で所定時間ウエイトするのは、防振レンズ13のリセット駆動初期において、その速度 $V R (X)$, $V R (Y)$ が略ゼロから立ち上がることによりS 8 0 3 , S 8 0 4の処理で誤判定されることを避けるためである。

【 0 0 5 6 】

図14は、図11のS 8 0 1の防振レンズリセットタイマ割込み処理の一実施例を示すフローチャートである。実際には、X軸 , Y軸用に2つの防振レンズリセットタイマ割込み処理が行われるが、両方とも同様の処理であるので、X軸側の処理のみを説明し、Y軸側の処理の説明は省略する。

この処理は、所定間隔(例えば1ms間隔)で繰り返し行われる処理である。S 8 0 1で本防振レンズリセットタイマ割り込み処理が許可されると、まず、S 1 1 0 1では、前回の防振レンズリセットタイマ割込み処理により設定されている防振レンズ位置 $L R (X)$ が $L R ' (X)$ に設定される。次にS 1 1 0 2で、X軸レンズ位置検出回路6により検出された防振レンズ13のX軸の位置が $L R (X)$ に設定される。そして、S 1 1 0 3で $L R (X)$ から $L R ' (X)$ が減算されることで、所定時間中の防振レンズ13の位置の変化量、すなわちX軸方向の防振レンズ13の速度 $V R (X)$ が算出される。次のS 1 1 0 4では、所定の駆動 $d u t y$ でモータ4が駆動され防振レンズ13がX軸方向のリセット位置に駆動され、S 1 1 0 5で本防振レンズリセットタイマ割込み処理が終了する。

【 0 0 5 7 】

図12は、図10のS 7 0 6の防振レンズセンタリング処理の一実施例を示すフローチャートである。この防振レンズセンタリング処理は、防振レンズ13を中央位置LSに駆動する処理である。S 7 0 6からS 9 0 0に進んで処理が開始されると、まずS 9 0 1で、防振レンズ停止FLG、及び異常が検出された場合にセットされるFLG(防振レンズセンタリングタイムアップ異常FLG、X軸 , Y軸防振レンズ動き具合異常FLG、X軸 , Y軸防振レンズ位置検出異常FLG)がそれぞれクリアされる。次のS 9 0 2では防振レンズセンタリング処理中断タイムアップ時間が設定される。ここで、この設定時間は、センタリング制御が開始されてから、何らかの異常がない限りは必ず設定時間内で確実に中央位置に防振レンズ13が駆動されるような時間である。

【 0 0 5 8 】

次に、S 9 0 3で防振レンズセンタリングタイマ割込み処理(図15)が許可され、防振レンズセンタリング制御が開始される。次のS 9 0 4では所定時間ウエイトされる。次のS 9 0 5では防振レンズ13のX軸 , Y軸の速度のそれぞれの最大値 $V R m a x (X)$, $V R m a x (Y)$ 、及びX軸 , Y軸の速度のそれぞれの最小値 $V R m i n (X)$, $V R m i n (Y)$ がクリアされる。

【 0 0 5 9 】

ここで、S 9 0 4で所定時間ウエイトする意味を説明する。X軸 , Y軸レンズ位置検出回路6 , 7には、例えば防振レンズ13の位置の変化をインタラプタ信号パルスのカウンタ数で検出するような構成のものが一般的に用いられる。上記検出方法において、インタラプタ信号が離散的な信号であるために、所定時間中に入るパルス数、又はインタラプタ信

10

20

30

40

50

号の周期の逆数により防振レンズ速度 V_R を検出するときがある。

しかし、防振レンズ 13 のセンタリング制御の開始初期においては、防振レンズ速度の正確な値が検出されないことや、ありえない大きな値が検出される可能性がある。そこで、インタラプタを使用した場合でも、センタリング制御が開始されてから所定時間ウエイトし、正確な防振レンズ速度が算出されるようになってから $V_{Rmax}(X)$ 、 $V_{Rmax}(Y)$ 、及び $V_{Rmin}(X)$ 、 $V_{Rmin}(Y)$ をクリアしている。

なお、S904 でのウエイト時間は通常 5ms から 10 数 ms 程度に設定される。また、この $V_{Rmax}(X)$ 、 $V_{Rmax}(Y)$ 、 $V_{Rmin}(X)$ 、 $V_{Rmin}(Y)$ の検出は、防振レンズセンタリングタイマ割込み処理 (図 15) により行われる。

【0060】

次に、S906 では S902 で設定された防振レンズセンタリング処理中断タイマがタイムアップしたか否か、すなわち防振レンズ 13 のセンタリング制御が開始されてから所定の時間が経過したか否かが判断される。ここで、タイムアップしていればタイムアップ異常と判断され、S907 に進んで防振レンズセンタリングタイムアップ異常 FLG がセットされて S918 に進む。一方、タイムアップしていなければ、S908 に進んで $V_{Rmax}(X)$ が所定値以下であるか否かが判断される。所定値以下のときには防振レンズ 13 の X 軸方向の動き具合が異常であると判断され、S909 に進んで X 軸防振レンズ動き具合異常 FLG がセットされて S918 に進む。一方、所定値以下でないときには S910 に進む。

【0061】

S910 では $V_{Rmax}(Y)$ が所定値以下であるか否かが判断される。ここで、所定値以下のときには、防振レンズ 13 の Y 軸方向の動き具合が異常であると判断され、S911 に進んで Y 軸防振レンズ動き具合異常 FLG がセットされて S918 に進む。一方、所定値以下でないときには S912 に進む。この S908、S910 の処理は、防振レンズ 13 の動きが悪い場合に防振レンズ速度の最大値 $V_{Rmax}(X)$ 、 $V_{Rmax}(Y)$ が小さい値になることを利用して、防振レンズ 13 の動き具合の異常を判断している。この $V_{Rmax}(X)$ 、 $V_{Rmax}(Y)$ を、防振レンズ速度 $V_R(X)$ 、 $V_R(Y)$ が所定値以下であるか否かにより判断しても良い。

【0062】

次に、S912 では $V_{Rmin}(X)$ が所定値以下であるか否かが判断される。ここで所定値以下のときには、X 軸レンズ位置の検出が異常であると判断され S913 に進んで X 軸防振レンズ位置検出異常 FLG がセットされて S918 に進む。一方、所定値以下でないときには S914 に進む。

次の S914 では $V_{Rmin}(Y)$ が所定値以下であるか否かが判断される。ここで、所定値以下のときには、Y 軸レンズ位置の検出が異常であると判断され S915 に進んで Y 軸防振レンズ位置検出異常 FLG がセットされて S918 に進む。一方、所定値以下でないときには S916 に進む。

この S912、S914 の処理は、X 軸、Y 軸レンズ位置検出回路 6、7 の出力による防振レンズ速度 $V_R(X)$ 、 $V_R(Y)$ が異常な値であり、ありえない小さな値 (例えば負の符号を持つ値) として算出された場合に、防振レンズセンタリングタイマ割込み (図 15) のなかで検出された場合にはこの異常値が $V_{Rmin}(X)$ 、 $V_{Rmin}(Y)$ に設定されることを利用して、X 軸、Y 軸レンズ位置検出回路 6、7 の出力の異常を判断している。この $V_{Rmin}(X)$ 、 $V_{Rmin}(Y)$ を、防振レンズ速度 $V_R(X)$ 、 $V_R(Y)$ が所定値以下であるか否かにより判断しても良い。

【0063】

次に S916 では、X 軸方向の防振レンズ 13 の動作を停止するか否かが判断され、停止するときには S917 に進み、停止しないときには S906 に戻る。ここで、防振レンズ 13 を停止するか否かは、X 軸防振レンズ停止 FLG により判断される。この X 軸防振レンズ停止 FLG は、防振レンズセンタリングタイマ割込み処理のなかで設定される X 軸防振レンズ位置 $L_R(X)$ が、中央位置 L_S の所定値 L_{stop} 前に到達した場合にセット

10

20

30

40

50

されるものである。

次のS 9 1 7では、S 9 1 6と同様に、Y軸方向の防振レンズ13の動作を停止するか否かが判断され、停止するときにはS 9 1 8に進み、停止しないときにはS 9 0 6に戻る。ここでの防振レンズ13を停止するか否かは、上述と同様に、Y軸防振レンズ停止FLGにより判断される。Y軸防振レンズ停止FLGは、防振レンズセンタリングタイマ割込み処理のなかで設定されるY軸防振レンズ位置LR(Y)が、中央位置LSの所定値Lstop前に到達した場合にセットされるものである。

【0064】

このS 9 1 6、S 9 1 7の処理により、X軸、Y軸とも防振レンズ13の位置が中央位置LSの所定値Lstop前に到達するまでS 9 0 6～S 9 1 7の処理が繰り返して実行され、両軸とも所定値に到達した場合にS 9 1 8に進む。

10

S 9 1 8では防振レンズ13のセンタリングタイマ割込み処理が禁止される。これにより、モータ4、5がショートブレーキ状態にされ、防振レンズ13が両軸方向ともに停止され、S 9 1 9に進んで防振レンズセンタリング処理が終了する。

【0065】

図15は、図12のS 9 0 3の防振レンズセンタリングタイマ割込み処理の一実施例を示すフローチャートである。実際にはX軸、Y軸用に2つの防振レンズセンタリングタイマ割込み処理が行われるが、両方とも同様の処理であるので、X軸側の処理のみを説明し、Y軸側の処理の説明は省略する。

この処理は、S 9 0 3で防振レンズセンタリングタイマ割込み処理が許可されることにより、所定間隔(例えば1ms間隔)で繰り返し行われる処理である。まず、S 1 2 0 1で、前回の防振レンズセンタリングタイマ割込み処理によって設定されている防振レンズ位置LR(X)がLR'(X)に設定される。さらに次のS 1 2 0 2で、X軸レンズ位置検出回路6により検出された防振レンズ13のX軸の位置がLR(X)に設定される。次に、S 1 2 0 3ではLR(X)からLR'(X)が減算され、所定時間中の防振レンズ13の位置の変化量、すなわちX軸方向の防振レンズ13の速度VR(X)が算出される。

20

【0066】

次のS 1 2 0 4ではX軸方向の防振レンズ速度VR(X)がVRmax(X)より大きいかが判断され、大きいときにはS 1 2 0 5に進んでVRmax(X)にVR(X)が設定されてS 1 2 0 6に進む。一方、小さくないときにはS 1 2 0 6に進む。S 1 2 0 6ではX軸方向の防振レンズ速度VR(X)がVRmin(Y)より小さいかが判断され、小さいときにはS 1 2 0 7に進んでVRmin(X)にVR(X)が設定されてS 1 2 0 8に進む。一方、小さくないときにはS 1 2 0 8に進む。このS 1 2 0 4～S 1 2 0 7の処理により、X軸方向の防振レンズ速度VR(X)の最大値VRmax(X)及び最小値VRmin(X)が検出される。

30

【0067】

次のS 1 2 0 8では、X軸方向の防振レンズ位置LR(X)が中央位置LSの所定量Lstop前に駆動されたか否かが、LR(X)+LstopがLS以上であるか否かで判断される。その位置に駆動されたときにはS 1 2 0 9に進んでX軸防振レンズ停止FLGがセットされ、次にS 1 2 1 0でモータ4がショートブレーキ状態にされ、次にS 1 2 1 4に進んで本防振レンズセンタリングタイマ割込み処理が終了する。一方、S 1 2 0 8でまだその位置に駆動されていないときにはS 1 2 1 1に進む。

40

S 1 2 1 1ではX軸方向の防振レンズの目標速度VC(X)が以下の式(数47)により算出され、さらにS 1 2 1 2で駆動dutyが以下の式(数48)により算出される。

$$(数47) \quad VC(X) = K10 \times \{LS - LR(X)\} + Voffset$$

$$(数48) \quad \text{センタリング駆動duty} = K1 \times VC(X) + K2 \times \{VC(X) - VR(X)\} \pm Doffset$$

【0068】

ここで、式(数47)は、X軸レンズ位置検出回路6で検出されたX軸方向の防振レンズ位置LR(X)と中央位置LSとの差に応じた速度に、ある所定速度Voffsetを加

50

えた値を X 軸方向の防振レンズ目標速度 $V_C(X)$ としている。また、モータ 4 を駆動する駆動 $duty$ は、X 軸方向の防振レンズ位置 $L_R(X)$ が中央位置 L_S の所定値 L_{stop} 前までは式 (数 48) で算出される駆動 $duty$ であり、それ以降ではモータ 4 はショートブレーキ状態にされる。

式 (数 48) は、X 軸方向の防振レンズ目標速度 $V_C(X)$ に所定の係数 K_1 を乗算した $duty$ と、 $V_C(X)$ と X 軸方向の防振レンズ速度 $V_R(X)$ との差に所定の係数 K_2 をかけて算出される $duty$ とを加算し、さらにその値が正のときには $Offset$ を加算し、負のときには $Offset$ を減算することにより駆動 $duty$ を求めている。このことにより、防振レンズ 13 は X 軸方向に概ね設定されている防振レンズ目標速度 $V_C(X)$ で速度制御される。

10

【0069】

次に、S1213 でその算出された駆動 $duty$ でモータ 4 が駆動されることにより防振レンズ 13 が X 軸の中央位置 L_S 方向に駆動され、S1214 進んで本処理が終了する。

【0070】

次に、上述の防振レンズ 13 のセンタリング制御の様子を説明する。図 6 は、防振レンズ 13 の X 軸方向のセンタリング制御の様子を説明する図である。

図 6 において、まず D1 から防振レンズ 13 のセンタリング駆動が開始され、防振レンズ 13 は設定されている防振レンズの目標速度 $V_C(X)$ に制御しようとする。X 軸方向の防振レンズ速度 $V_R(X)$ は、モータ 4、防振レンズシフトメカ系等を含めた防振制御系の時定数の関係から次第に増加し、D2 で最大値に達する。D2 から中央位置 L_S の L_{stop} 前である D3 の間は、式 (数 47) で算出される直線により $V_C(X)$ が設定される。この直線に沿って防振レンズ 13 が速度制御され、中央位置 L_S に近づくに従い、防振レンズ速度 $V_R(X)$ は次第に減少し、D3 からはモータ 4 がショートブレーキ状態にされ、防振レンズ 13 は最終的に中央位置 L_S 近傍の D4 で停止する。

20

【0071】

このように防振レンズセンタリング処理が実行されることにより、防振レンズ 13 は目的の中央位置 L_S 付近に駆動されるとともに、その駆動の間の X 軸方向の防振レンズ速度の最大値が検出され $V_{Rmax}(X)$ に記憶される。この最大速度 $V_{Rmax}(X)$ は、防振レンズシフトメカ系の動き安さに応じて変化するものであり、何らかの原因でメカに不具合があった場合には、最大速度 $V_{Rmax}(X)$ の値は小さい値になり、同時に X 軸防振レンズ動き具合異常 FLG がセットされる。また、X 軸レンズ位置検出回路 6 に異常があり、センタリング制御時にありえない防振レンズ速度 $V_R(X)$ が算出され、それが例えば負の値であつときには $V_{Rmin}(X)$ に記憶されるとともに、X 軸防振レンズ位置検出異常 FLG がセットされる。

30

【0072】

なお、Y 軸の防振レンズセンタリングタイム割込み処理は、上述の X 軸方向の処理と同様に行われる。すなわち、そのときの Y 軸方向の防振レンズ速度の最大値が $V_{Rmax}(Y)$ に記憶され、各々の異常が検出された場合には各異常 FLG (Y 軸防振レンズ動き具合異常 FLG 、Y 軸防振レンズ位置検出異常 FLG) がセットされる。また、所定時間制御を継続しても両軸が中央位置 L_S に達しない場合には防振レンズタイムアップ異常 FLG がセットされる。

40

【0073】

図 13 は、図 10 の S709 の防振制御開始処理の一実施例を示すフローチャートである。この処理は、X 軸、Y 軸の防振レンズ目標位置の最大値、最小値、防振レンズ位置の最大値、最小値、制御誤差等を検出し、ヨー、ピッチ角速度検出回路 8、9 の出力に応じて防振レンズ 13 を各方向に移動させることにより、像面での手振れを抑える防振制御の処理を開始する処理である。

S709 から S1000 に進んで本処理が開始されると、まず S1001 で X 軸、Y 軸レンズ位置検出回路 6、7 の出力から現在の防振レンズ位置が検出され、それぞれ X 軸、Y 軸の防振レンズ目標位置 $L_C(X)$ 、 $L_C(Y)$ に設定される。次に S1002 で X 軸、

50

Y 軸レンズ位置検出回路 6, 7 の出力で検出された現在の防振レンズ位置が、それぞれ X 軸, Y 軸の防振レンズ目標位置の最大値, 最小値 $LCmax(X)$, $LCmax(Y)$, $LCmin(X)$, $LCmin(Y)$ に設定される。

【0074】

次に、S1003 では X 軸, Y 軸レンズ位置検出回路 6, 7 の出力で検出された現在の防振レンズ位置が、それぞれ X 軸, Y 軸の防振レンズ位置の最大値, 最小値 $LRmax(X)$, $LRmax(Y)$, $LRmin(X)$, $LRmin(Y)$ に設定される。次の S1004 では X 軸, Y 軸の防振レンズ位置誤差の最大値, 最小値 $Lmax(X)$, $Lmax(Y)$, $Lmin(X)$, $Lmin(Y)$ がクリアされる。次に、S1005 で防振制御タイマ割り込み処理 (図 16) が許可されることにより防振制御が開始され、S1006 で本防振制御開始処理が終了する。

10

【0075】

図 16 は、図 13 の S1005 の防振制御開始処理によって防振制御タイマ割り込み処理を許可されることにより、所定時間間隔でその処理が行われる防振制御タイマ割り込み処理の一実施例を示すフローチャートである。S1300 から、その処理が開始される。実際には、X 軸, Y 軸用に 2 つの防振制御タイマ割り込み処理が行われるが、同様の処理であるので、X 軸の処理のみを説明し、Y 軸の処理の説明は省略する。この処理は、所定間隔 (例えば 1ms 間隔) で繰り返し行われる処理である。先ず、S1301 で、前回の防振制御タイマ割り込み処理によって設定されている防振レンズ位置 $LR(X)$ が $LR'(X)$ に設定され、次の S1302 で X 軸レンズ位置検出回路 6 により検出された防振レンズ 13 の X 軸の位置が $LR(X)$ に設定される。

20

【0076】

次の S1303 では、防振レンズ位置 max , min 値の検出処理が行われる。図 17 は、この防振レンズ位置 max , min 値の検出処理の一実施例を示すフローチャートである。S1303 から図 17 の S1400 に進み、先ず、S1401 で、X 軸の防振レンズ位置 $LR(X)$ が $LRmax(X)$ より大きいか否かが判断される。大きいときには S1402 に進んで $LRmax(X)$ に $LR(X)$ が設定され、S1403 に進む。一方、大きくないときには S1403 に進む。

S1403 では、X 軸の防振レンズ位置 $LR(X)$ が $LRmin(X)$ より小さいか否かが判断され、小さいときには S1404 に進んで $LRmin(X)$ に $LR(X)$ が設定され、S1405 に進む。一方、小さくないときには S1405 に進む。S1405 で処理が終了する。以上の処理により、X 軸方向の防振レンズ位置 $LR(X)$ の最大値, 最小値がそれぞれ $LRmax(X)$, $LRmin(X)$ に検出される。

30

【0077】

S1405 から、図 16 の S1304 に進む。S1304 では、 $LR(X)$ から $LR'(X)$ が減算されることにより、所定時間中の X 軸方向の防振レンズ 13 の位置の変化量、すなわち X 軸方向の防振レンズ 13 の速度 $VR(X)$ が算出される。次に、S1305 ではヨー角速度検出回路 8 の出力が A/D 変換され、その値が u に設定される。次の S1306 では u にゲイン調整値 $A1$ が乗算され、その値が U に設定されることによりゲイン調整されたヨー方向の角速度が算出される。次の S1307 では、式 (数 23) に示すように他方のピッチ方向のゲイン調整された角速度値 V に角度ズレ調整値 $(= \sin)$ が乗算され、これが U に加算されることで角度ズレ補正された出力 X が算出される。

40

【0078】

ここで、 V は、他方の軸である Y 軸の防振制御タイマ割り込み処理のなかで算出されたゲイン調整済みの角速度値である。厳密に言えば、本防振制御タイマ割り込み処理の X 軸, Y 軸の処理を同時に行うことは不可能であるので、ヨー角速度検出回路 8 とピッチ角速度検出回路 9 の出力のそれぞれの A/D 変換を行うサンプリングタイミングが異なる。しかし、このタイミングのズレの間に变化する V の量は極めて小さい量であり、無視することができる。

【0079】

50

次に、S 1 3 0 8ではS 1 3 0 7で算出されたXに角速度 - 防振レンズ目標速度変換係数Bが乗算されることでX軸の防振レンズ目標速度 $V_C(X)$ が算出される。そして、次のS 1 3 0 9でX軸の防振レンズ目標位置 $L_C(X)$ に $V_C(X)$ が加算され、 $L_C(X)$ が設定される。所定間隔で $V_C(X)$ が積算されることにより、防振レンズ目標位置 $L_C(X)$ を算出することが可能になる。また、 $L_C(X)$ は、図13のS 1 0 0 1でそのタイミング時に設定されているので、そのタイミングを初期値として防振制御タイマ割込み処理が許可されている間は防振レンズ目標速度 $V_C(X)$ を積算して防振レンズ目標位置 $L_C(X)$ が算出され続ける。

【0080】

次のS 1 3 1 0では、防振レンズ目標位置 max 、 min 値の検出処理が行われる。図18は、この防振レンズ目標位置 max 、 min 値の検出処理の一実施例を示すフローチャートである。S 1 3 1 0から図18のS 1 5 0 0に進む。まず、S 1 5 0 1でX軸の防振レンズ目標位置 $L_C(X)$ が $L_Cmax(X)$ より大きいかが判断される。大きいときにはS 1 5 0 2に進んで $L_Cmax(X)$ に $L_C(X)$ が設定され、次のS 1 5 0 3で他方の軸であるY軸の防振レンズ目標速度 $L_C(Y)$ の符号が保持され、S 1 5 0 4に進む。S 1 5 0 1で大きくないときにはS 1 5 0 4に進む。

【0081】

S 1 5 0 4ではX軸の防振レンズ目標位置 $L_C(X)$ が $L_Cmin(X)$ より小さいかが判断され、小さいときにはS 1 5 0 5に進んで $L_Cmin(X)$ に $L_C(X)$ が設定されてS 1 5 0 6に進む。小さくないときにはS 1 5 0 6に進む。S 1 5 0 6でこの処理が終了する。この処理により、X軸方向の防振レンズ目標位置 $L_C(X)$ の最大値、最小値が、それぞれ $L_Cmax(X)$ 、 $L_Cmin(X)$ に検出され、最大値を検出した時の他方の軸の防振レンズ目標位置 $L_C(Y)$ の符号が得られる。

【0082】

S 1 5 0 6から図16のS 1 3 1 1に進む。S 1 3 1 1では、X軸の防振レンズ目標位置 $L_C(X)$ から防振レンズ位置 $L_R(X)$ が減算され、防振レンズ位置誤差 $L(X)$ が算出される。次にS 1 3 1 2に進み、防振レンズ位置誤差 max 、 min 値の検出処理が行われる。図19は、この防振レンズ位置誤差 max 、 min 値の検出処理の一実施例を示すフローチャートである。S 1 3 1 2から図19のS 1 6 0 0に進む。まず、S 1 6 0 1でX軸の防振レンズ位置誤差 $L(X)$ が $Lmax(X)$ より大きいかが判断される。大きいときにはS 1 6 0 2に進んで $Lmax(X)$ に $L(X)$ が設定されてS 1 6 0 3に進む。小さくないときにはS 1 6 0 3に進む。次のS 1 6 0 3ではX軸の防振レンズ位置誤差 $L(X)$ が $Lmin(X)$ より小さいかが判断され、小さいときにはS 1 6 0 4で $Lmin(X)$ に $L(X)$ が設定されてS 1 6 0 5に進む。小さくないときにはS 1 6 0 5に進む。S 1 6 0 5でこの処理が終了する。これにより、X軸方向の防振レンズ位置誤差 $L(X)$ の最大値、最小値がそれぞれ $Lmax(X)$ 、 $Lmin(X)$ に検出される。

【0083】

S 1 6 0 5から、図16のS 1 3 1 3に進む。S 1 3 1 3では、防振制御におけるモータ4を駆動する駆動 $duty$ が算出される。ここでは、例えば上述のセンタリング制御時に用いた式(数48)で駆動 $duty$ が算出される。次にS 1 3 1 4で防振調整であるかが判断され、防振調整でないときにはS 1 3 1 5に進んでS 1 3 1 3で算出された駆動 $duty$ でモータ4が駆動される。防振調整のときには(モータ4が駆動されずに)S 1 3 1 6に進み、本防振制御タイマ割込み処理が終了する。

【0084】

(2) 通信工具側の処理

次に、通信工具側で行う防振レンズシフトメカ系の不良チェック、ヨー、ピッチ角速度検出回路8, 9のゲイン調整及び検出角度ズレ調整、及び防振制御性の総合的なチェックについて、図7~図9に基づき説明する。

まず、S 6 0 1で本処理が開始されると、S 6 0 1で従来より公知の方法によりカメラが

10

20

30

40

50

通信モードに設定される。この設定により、図10に示すCPU1が行うカメラの通信モード処理が開始される。次のS602からS607までの処理により、防振レンズシフトメカ系の不良チェックが行われる。S602で、防振レンズリセット命令がCPU1に指示される。これにより、カメラのCPU1は、図10のS704で防振レンズ13を所定のリセット位置に駆動する。次のS603で防振レンズセンタリング命令が行われ、防振レンズ13は中央位置LSに駆動される。次のS604ではデータ読み込み命令を用いて、S603による防振レンズセンタリング時に検出した、X軸、Y軸の防振レンズ速度の最大値 $V_{Rmax}(X)$ 、 $V_{Rmax}(Y)$ と、センタリング異常データ(防振レンズセンタリングタイムアップ異常FLG、X軸、Y軸防振レンズ動き具合異常FLG、X軸、Y軸防振レンズ位置検出異常FLG)がCPU1から読み込まれる。

10

【0085】

次に、S605では、 $V_{Rmax}(X)$ が所定値以上か否かが判断され、所定値以上のときにはS606に進み、所定値以上でないときにはS646(図9)に進んでメカ不良と判断され、S647に進む。S606では $V_{Rmax}(Y)$ が所定値以上か否かが判断され、所定値以上のときにはS607に進み、所定値以上でないときには上述と同様にS646に進んでメカ不良と判断される。S607ではセンタリング異常か否かが、前記センタリング異常データにより判断される。センタリング異常でないとき、すなわちこれらの異常FLGが1つもセットされていないときにはS608に進む。前記異常FLGが1つでもセットされているときには、上述と同様にS646に進んでメカ不良と判断される。

【0086】

20

以上のS603からS607、S646の処理により、防振レンズ13をセンタリングさせ、センタリング制御中に防振レンズ速度の最大値や、各異常を検出することで、何らかの原因により、防振レンズ13のX軸、Y軸方向の動きが悪いときや、X軸、Y軸レンズ位置検出回路6、7の出力が異常であるときに、防振レンズシフトメカ系が不良であることをチェックすることが可能となる。

【0087】

次のS608からS624までの処理により、ヨー、ピッチ角速度検出回路8、9のゲイン調整、検出角度ズレ調整が行われる。

S608のタイミングにおけるCPU1の内部で持っているゲイン調整値A1、A2は、図10のS700で設定された初期値A0であり、角度ズレ調整値、は、図10

30

のS702で書き込まれた初期値0である。
 先ずS608でX軸方向の加振が開始される。これにより、加振台18が振動される。ここでの振動は、X軸方向に所定の角度振幅を有する正弦波状の振動である。次に、S609で防振調整開始命令がCPU1に指令される。S609により、CPU1は図10のS709により防振制御開始処理を実行する。これにより、図16に示す防振制御タイマ割込み処理による防振レンズ目標位置の最大、最小値 $LC_{max}(X)$ 、 $LC_{max}(Y)$ 、 $LC_{min}(X)$ 、 $LC_{min}(Y)$ と、 $LC_{max}(X)$ 、 $LC_{max}(Y)$ 検出時のそれぞれの $LC(Y)$ 、 $LC(X)$ の符号が検出され続ける。また、図16のS1314により防振調整であると判断されるのでモータは駆動されず、防振レンズ13は、駆動されない。

40

【0088】

次に、S610で所定時間ウエイトされ、次のS611で防振調整終了命令がCPU1に指令される。これによりCPU1は、図10のS712で防振制御タイマ割込み処理を禁止し、防振制御を終了する。次のS612でX軸方向の加振台18による加振動作が終了される。ここで、S610でウエイトする時間は、S609からS611の間に、防振レンズ目標位置の最大値、最小値が少なくとも1回ずつは検出することができる時間である。

次のS613では、データ読み込み命令を用いて、CPU1で検出されている $LC_{max}(X)$ 、 $LC_{max}(Y)$ 、 $LC_{min}(X)$ 、 $LC_{min}(Y)$ と、 $LC_{max}(X)$ 、 $LC_{max}(Y)$ 検出時のそれぞれの $LC(Y)$ 、 $LC(X)$ の符号がCPU1から読

50

み込まれる。そして次のS 6 1 4で、式(数37)、(数38)、(数39)を用いて、X軸、Y軸の防振レンズ目標位置の全幅a、b、及びcが算出される。

【0089】

次に図8のS 6 1 5に進む。S 6 1 5では加振台18が振動される。ここでの振動は、Y軸方向に所定の角度振幅を有する正弦波状の振動である。次のS 6 1 6で防振調整開始命令がCPU1に指令される。S 6 1 6により、CPU1は図10のS 7 0 9により防振制御開始処理を実行する。これにより、図16に示す防振制御タイマ割込み処理による防振レンズ目標位置の最大、最小値LCmax(X)、LCmax(Y)、LCmin(X)、LCmin(Y)と、LCmax(X)、LCmax(Y)検出時のそれぞれのLC(Y)、LC(X)の符号が検出され続ける。また、図16のS 1 3 1 4で防振調整であると判断されないでモータは駆動はされず防振レンズ13は駆動されない。

10

【0090】

次に、S 6 1 7で所定時間ウエイトされ、S 6 1 8で防振調整終了命令がCPU1になされる。これによりCPU1は図10のS 7 1 2で防振制御タイマ割込み処理を禁止し、防振制御を終了する。次のS 6 1 9でY軸方向の加振台18による加振動作が終了される。ここで、S 6 1 7でウエイトする時間は、S 6 1 6からS 6 1 8の間に、防振レンズ目標位置の最大値、最小値が少なくとも1回ずつは検出することができる時間である。

次のS 6 2 0では、データ読み込み命令を用いて、CPU1で検出されているLCmax(X)、LCmax(Y)、LCmin(X)、LCmin(Y)と、LCmax(X)、LCmax(Y)検出時のそれぞれのLC(Y)、LC(X)の符号がCPU1から読み込まれる。そして次のS 6 2 1で、式(数40)、(数41)、(数42)を用いて、X軸、Y軸の防振レンズ目標位置の全幅d、e、及びfが算出される。

20

【0091】

次のS 6 2 2では、ヨー、ピッチ角速度検出回路8、9の出力のゲイン調整値A1、A2が、式(数43)、(数44)を用いて算出される。そしてS 6 2 3で、ヨー、ピッチ角速度検出回路8、9の検出角度ズレ調整値、が式(数45)、(数46)を用いて算出される。次にS 6 2 4でE 2 P R O M書き込み命令がなされ、上記のゲイン調整値A1、A2、検出角度ズレ調整値、がE 2 P R O Mに書き込まれる。

以上のS 6 0 8からS 6 2 4までの処理により、ヨー、ピッチ角速度検出回路8、9のゲイン調整、及び検出角度ズレ調整を行うことが可能となる。

30

【0092】

次のS 6 2 5以降の処理により、防振制御性の総合的なチェックが行われる。まず、S 6 2 5のタイミングにおけるCPU1内部で持っているゲイン調整値A1、A2は、図10のS 7 0 0で設定された初期値A0であり、角度ズレ調整値、は、図10のS 7 0 2で書き込まれた初期値0である。S 6 2 5ではデータ書き込み命令がなされ、S 6 2 2で算出されたA1、A2の1/mの値がCPU1内のゲイン調整値A1、A2に書き込まれ、さらに、S 6 2 3で算出された、がCPU1内の角度ズレ調整値、に書き込まれて、S 6 2 6に進む。

【0093】

次に、S 6 2 6で加振台18が振動される。ここでの振動は、X軸方向に所定の角度振幅を有する正弦波状の振動である。次のS 6 2 7で防振制御開始命令がCPU1に指令される。S 6 2 7の指令により、CPU1は、図10のS 7 0 9により防振制御開始処理を実行する。さらに、図16に示す防振制御タイマ割込み処理において、防振レンズ位置の最大、最小値LRmax(X)、LRmax(Y)、LRmin(X)、LRmin(Y)と、防振レンズの制御誤差の最大値、最小値Lmax(X)、Lmax(Y)、Lmin(X)、Lmin(Y)が検出され続ける。また、図16のS 1 3 1 4により防振調整でないとは判断され、上述のゲイン調整、角度ズレ調整時とは異なりモータが駆動されて防振レンズ13が制御される。

40

【0094】

次に、S 6 2 8で所定時間ウエイトされ、S 6 2 9で防振制御終了命令がなされ、CPU

50

1は図10のS712で防振制御タイマ割込み処理を禁止し、防振制御を終了する。次にS630で加振台18により加振動作が終了される。ここで、S628でウエイトする時間は、S627からS629までの間に、少なくとも加振台18の加振周期が1周期以上となる時間である。これは、防振レンズ13は正弦波状に制御されるが、その1周期の全てのタイミングで制御性が良いか否かをチェックするためである。S630から、図9のS631に進む。S631では、データ読み込み命令を用いてCPU1で検出されているX軸の防振レンズ位置の最大値、最小値 $L_{max}(X)$ 、 $L_{min}(X)$ と、X軸の防振レンズ位置誤差の最大値、最小値 $L_{max}(X)$ 、 $L_{min}(X)$ がCPU1から読み込まれ、S632で以下の式(数49)を用いて実際に制御された防振レンズ13のX軸方向の振幅 g が算出される。

$$(数49) \quad g = L_{max}(X) - L_{min}(X)$$

【0095】

次のS633では、ゲイン調整後に得たい防振レンズ13のX軸方向の全振幅 L_{01} の $1/m$ の値からS632で得られた実際の防振レンズ13のX軸方向の全振幅 g を減算した値の絶対値が、所定値以下であるか否かが判断される。所定値以下のときにはS634に進み、所定値以下でないときにはS646に進んで防振レンズシフトメカ系の不良、又は調整不良と判断されS647に進む。

【0096】

ここで、S625において、ヨー方向の防振ゲイン調整値 A_1 を、S622で求めた調整値に対して $1/m$ にしているのが、防振レンズ13の実際に得られた振幅 g が L_{01} の $1/m$ になれば、ゲイン調整が精度良く行われ、かつ防振制御性が良いことになる。しかし、何らかの原因でゲイン調整が精度良く行われなかった場合、又は、防振レンズシフトメカ系の動きが良くないために実際に制御された防振レンズ13の全振幅が理論通りに得られなかった場合には、このS633の判断により不良のチェックを行える。

【0097】

次に、S634ではX軸方向の防振レンズ位置誤差の最大値 $L_{max}(X)$ の絶対値が所定値以下であるか否かが判断され、所定値以下のときにはS635に進み、所定値以下でないときにはS646に進んで防振レンズシフトメカ系の不良、又は調整不良と判断されS647に進む。さらにS635ではX軸方向の防振レンズ位置誤差の最小値 $L_{min}(X)$ の絶対値が所定値以下であるか否かが判断され、所定値以下のときにはS636に進み、所定値以下でないときにはS646に進んで防振レンズシフトメカ系の不良、又は調整不良と判断されS647に進む。

【0098】

このS634、S635での処理は防振レンズ13のX軸方向の制御性のチェックを行っている。上述の防振制御タイマ割込み処理において、防振レンズ目標位置 $L_C(X)$ と実際に制御された防振レンズ位置 $L_R(X)$ との差である防振レンズ位置誤差 $L(X)$ が算出され、この最大値 $L_{max}(X)$ 、最小値 $L_{min}(X)$ が検出され、S634、S635で $L_{max}(X)$ 、 $L_{min}(X)$ の絶対値が小さいときは制御性は良く、反対に大きいときは制御性が悪いと判断することができる。

【0099】

次のS636からの処理はY軸方向の防振制御性のチェックを行う処理である。まずS636で加振台18が振動される。ここでの振動は、Y軸方向に所定の角度振幅を有する正弦波状の振動である。次のS637で防振制御開始命令がCPU1に指令される。S637の指令により、CPU1は、図10のS709により防振制御開始処理を実行する。さらに、図16に示す防振制御タイマ割込み処理において、防振レンズ位置の最大、最小値 $L_{max}(X)$ 、 $L_{max}(Y)$ 、 $L_{min}(X)$ 、 $L_{min}(Y)$ と、防振レンズの制御誤差の最大値、最小値 $L_{max}(X)$ 、 $L_{max}(Y)$ 、 $L_{min}(X)$ 、 $L_{min}(Y)$ が検出され続ける。また、図16のS1314により防振調整でないと判断され、モータが駆動されて防振レンズ13が制御される。

【0100】

10

20

30

40

50

次に、S 6 3 8 で所定時間ウエイトされ、S 6 3 9 で防振制御終了命令がなされ、CPU 1 は図 1 0 の S 7 1 2 で防振制御タイマ割込み処理を禁止し、防振制御を終了する。次に S 6 4 0 で加振台 1 8 により加振動作が終了される。ここで、S 6 3 8 でウエイトする時間は、S 6 3 7 から S 6 3 9 までの間に、少なくとも加振台 1 8 の加振周期が 1 周期以上となる時間である。このようにするのは、S 6 2 8 でのウエイトする時間と同様の理由による。次の S 6 4 1 では、データ読み込み命令を用いて CPU 1 で検出されている Y 軸の防振レンズ位置の最大値、最小値 $L R m a x (Y)$ 、 $L R m i n (Y)$ と、Y 軸の防振レンズ位置誤差の最大値、最小値 $L m a x (Y)$ 、 $L m i n (Y)$ が CPU 1 から読み込まれ、S 6 4 2 で以下の式 (数 5 0) を用いて実際に制御された防振レンズ 1 3 の Y 軸方向の振幅 h が算出される。

$$(数 5 0) \quad h = L R m a x (Y) - L R m i n (Y)$$

【 0 1 0 1 】

次の S 6 4 3 では、ゲイン調整後に得たい防振レンズ 1 3 の Y 軸方向の全振幅 $L 0 2$ の $1 / m$ の値から S 6 4 2 で得られた実際の防振レンズ 1 3 の Y 軸方向の全振幅 h を減算してた値の絶対値が、所定値以下であるか否かが判断される。所定値以下のときには S 6 4 4 に進み、所定値以下でないときには S 6 4 6 に進んで防振レンズシフトメカ系の不良、又は調整不良と判断され S 6 4 7 に進む。

ここで、S 6 4 3 において、上述のような判定を行うのは、S 6 3 3 と同様の理由による。

【 0 1 0 2 】

次に、S 6 4 4 では Y 軸方向の防振レンズ位置誤差の最大値 $L m a x (Y)$ の絶対値が所定値以下であるか否かが判断され、所定値以下のときには S 6 4 5 に進み、所定値以下でないときには S 6 4 6 に進んで防振レンズシフトメカ系の不良、又は調整不良と判断され S 6 4 7 に進む。さらに S 6 4 5 では Y 軸方向の防振レンズ位置誤差の最小値 $L m i n (Y)$ の絶対値が所定値以下であるか否かが判断され、所定値以下のときには S 6 4 7 に進み、所定値以下でないときには S 6 4 6 に進んで防振レンズシフトメカ系の不良、又は調整不良と判断され S 6 4 7 に進む。

【 0 1 0 3 】

この S 6 4 4、S 6 4 5 での処理は防振レンズ 1 3 の Y 軸方向の制御性のチェックを行っている。上述の防振制御タイマ割込み処理において、防振レンズ目標位置 $L C (Y)$ と実際に制御された防振レンズ位置 $L R (Y)$ との差である防振レンズ位置誤差 $L (Y)$ が算出され、この最大値 $L m a x (Y)$ 、最小値 $L m i n (Y)$ が検出され、S 6 4 4、S 6 4 5 で $L m a x (Y)$ 、 $L m i n (Y)$ の絶対値が小さいときは制御性は良く、反対に大きいときは制御性が悪いと判断することができる。

【 0 1 0 4 】

次に、S 6 4 7 では防振レンズリセット命令が CPU 1 に指令され、CPU 1 は、図 1 0 の S 7 0 4 で防振レンズ 1 3 を所定のリセット位置に駆動する。次に、S 6 4 8 で通信モード解除命令が CPU 1 に指令され、カメラは通信モードから解除される。そして、S 6 4 9 で通信工具調整処理が終了する。

【 0 1 0 5 】

なお、S 6 2 5 でゲイン調整値 $A 1$ 、 $A 2$ をそれぞれ $1 / m$ に設定しているのは以下の理由による。通常、ゲイン調整、角度ズレ調整時にはヨー、ピッチ角速度検出回路 8、9 の出力を大きくしてダイナミックレンジをかせぐことで調整精度を向上させるようにする。よって、加振台 1 8 の加振角度も大きくなる。この場合に、この加振角度のまま上述のような防振制御性のチェックを行ったときには、防振レンズシフトメカ系の駆動能力を超えて防振レンズ 1 3 を制御しなければならなかったり、又は、防振レンズ 1 3 のシフト範囲を超えてしまうことがある。

【 0 1 0 6 】

また、ゲイン調整、角度ズレ調整を行う角度に対して、通常のカメラを使用するユーザの手振れの角度範囲又は角速度は、これに比べて小さいものである。従って、この防振制御

10

20

30

40

50

性のチェック時のみ、加振台 18 の加振角度をこれに合わせて小さく設定しても良い。しかし、メカ的に加振台 18 の加振角度を 2 段階に設定することは容易ではない。そこで、使用者が、通常のカメラの使用時に生じる手振れの角度範囲、又は角速度範囲になるように m の値を設定し、現実的な防振制御性のチェックを行うようにしている。m の値を可変して、このような防振制御性のチェックを行えば、より精度の良いチェックが可能である。一方、加振台 18 の加振角度を複数段階に設定する等、メカ的に行うのは容易ではない。

【0107】

次に、カメラが使用者により使用されるとき処理について説明する。図 20 は、本発明によるカメラの半押し処理の一実施例を示すフローチャートである。図 20 に示す処理は、カメラの半押し SW 16 がオンされたときに行われる処理である。先ず S 1700 で処理が開始されると、次の S 1701 でゲイン調整値 A1, A2 が E2 PROM から読み込まれる。さらに S 1702 では角度ズレ調整値 , が E2 PROM から読み込まれる。

10

次の S 1703 では、全押し SW 17 がオンされたか否かが判断され、オンのときには S 1706 に進む。一方、オフのときには S 1704 に進んで半押し SW 16 がオンか否かが判断される。ここで、オンのときには S 1703 に戻り、オフのときには S 1705 に進んでこの処理が終了する。

【0108】

S 1706 では、上述の防振レンズセンタリング処理 (図 12) が行われ、防振レンズ 13 が X 軸, Y 軸方向のそれぞれの中央位置に駆動される。次の S 1707 では防振制御開始処理 (図 13) が行われる。従って、ここでは防振制御タイマ割込み処理 (図 16) が許可されることで防振制御が開始される。

20

次の S 1708 では、シャッタが開閉されて露光処理が行われる。この露光処理が終了すると、S 1709 で防振制御タイマ割込みが禁止されて防振制御が終了する。また、モータ 4, 5 が所定時間ショートブレーキにされ、防振レンズ 13 が停止される。次の S 1710 では防振レンズリセット処理 (図 11) により防振レンズ 13 がリセット位置に駆動される。そして S 1711 に進み、本半押し処理が終了する。

【0109】

S 1707 で防振制御が開始されてから、S 1708 での露光中を含めて S 1709 で防振制御が終了するまでの間の防振制御タイマ割込みでは、S 1701, S 1702 でゲイン調整値 A1, A2、角度ズレ調整値 , が E2 PROM から読み込まれ、S 1306 においてゲインばらつきの補正が行われ、S 1307 において角度ズレが補正された出力で防振制御が行われる。これにより、精度の良い防振制御が行われる。

30

【0110】

以上、本発明の一実施例について説明したが、本発明は、上述した実施例に限定されることなく、その要旨を逸脱しない範囲内で種々の変形が可能である。

例えば、実施例では角度ずれの量を電氣的に検出し、カメラの E2 PROM にその調整値を書き込むことで電氣的に角度ずれの補正を行ったが、角度ずれ量をこの方法により検出し、その角度ずれの調整を、角速度センサ又は角速度検出回路をメカ的に角度調整することで行うこともできる。

40

また、モータ 4, 5 の速度制御は、PWM 制御について説明したが、モータ 4, 5 の制御方法は、これに限定されるものではない。

さらにまた、実施例では撮影光学系の光軸を変化させる方法として撮影光学系の一部 (防振レンズ 13) をシフトする方式で説明したが、これ以外にもバリアングルプリズム等を使用しても良く、あるいはモータの代わりにボイスコイル等の他のアクチュエータを使用することもできる。

【0111】

本発明の実施例では、通信工具側がカメラの振れ補正機能の検査や調整を行うようにしたが、これに限らず、例えばカメラの CPU 1 にこれらの検査機能や調整機能を具備すれば、カメラ自体で自己診断をすることができるようになる。

50

【 0 1 1 2 】

【 発明の効果 】

本発明によれば、撮影光学系の光軸の変化方向である第 1, 第 2 の方向と、第 1, 第 2 の角速度検出部による角速度の検出方向との第 1, 第 2 の角度ズレ調整値を記憶しておき、この第 1, 第 2 の角度ズレ調整値に基づき第 1, 第 2 の角速度検出部の出力誤差を補正するようにしたので、カメラの組立時における第 1, 第 2 の角速度検出部の取り付け誤差等の影響をうけることなく、より高精度な振れ補正を行うことができる。

さらに、第 1, 第 2 の角速度検出部の出力値の積分若しくは積算値に基づき、角度ズレを調整した場合には、この角度ズレ調整時に与える正弦波状振動の周波数変動、又はこの正弦波状振動に上乘せされた不要な高周波ノイズによって調整の精度が落ちるようなことも防止することができ、さらに精度の良い角度ズレ調整が可能となる。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】本発明の実施例であるカメラ側部分、通信工具側部分、加振台部分の構成を示す図である。

【 図 2 】ヨー、ピッチ角速度検出回路 8, 9 のゲインのばらつきを模式的に示した図である。

【 図 3 】角度ズレを説明するための図である。

【 図 4 】本発明によるゲイン調整、検出角度ずれ調整の様子を示す図である。

【 図 5 】本発明によるゲイン調整、検出角度ずれ調整の様子を示す図である。

【 図 6 】防振レンズ 1 3 の X 軸方向のセンタリング制御の様子を説明する図である。

20

【 図 7 】通信工具 1 5 が行う通信調整処理の一実施例を示すフローチャートである。

【 図 8 】図 7 に続くフローチャートである。

【 図 9 】図 8 に続くフローチャートである。

【 図 1 0 】カメラの CPU 1 が行う通信モード処理の一実施例を示すフローチャートである。

【 図 1 1 】図 1 0 の S 7 0 4 の防振レンズリセット処理の一実施例を示すフローチャートである。

【 図 1 2 】図 1 0 の S 7 0 6 の防振レンズセンタリング処理の一実施例を示すフローチャートである。

【 図 1 3 】図 1 0 の S 7 0 9 の防振制御開始処理の一実施例を示すフローチャートである

30

。 【 図 1 4 】防振レンズリセットタイマ割込み処理の一実施例を示すフローチャートである。

【 図 1 5 】防振レンズセンタリングタイマ割込み処理の一実施例を示すフローチャートである。

【 図 1 6 】防振制御タイマ割り込み処理の一実施例を示すフローチャートである。

【 図 1 7 】防振レンズ位置 max、min 値の検出処理の一実施例を示すフローチャートである。

【 図 1 8 】防振レンズ目標位置 max、min 値の検出処理の一実施例を示すフローチャートである。

40

【 図 1 9 】防振レンズ位置誤差 max、min 値の検出処理の一実施例を示すフローチャートである。

【 図 2 0 】本発明によるカメラの半押し処理の一実施例を示すフローチャートである。

【 符号の説明 】

1 CPU

2, 3 X 軸, Y 軸モータ駆動回路

4, 5 X 軸, Y 軸用モータ

6, 7 X 軸, Y 軸レンズ位置検出回路

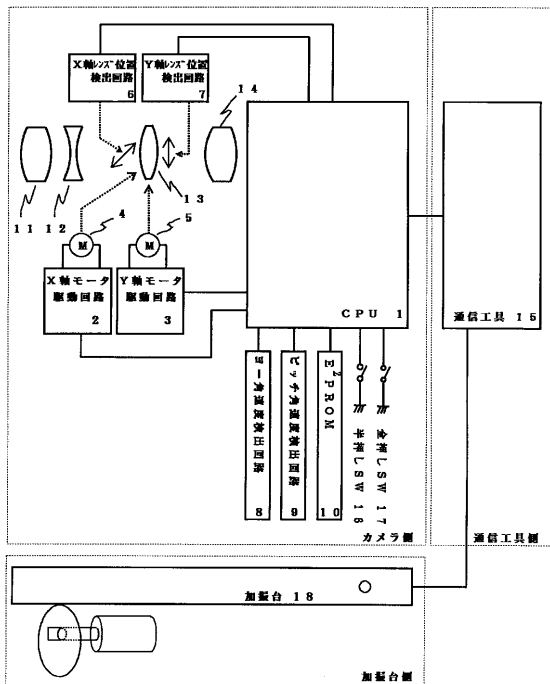
8, 9 ヨー, ピッチ角速度検出回路

1 0 E 2 P R O M

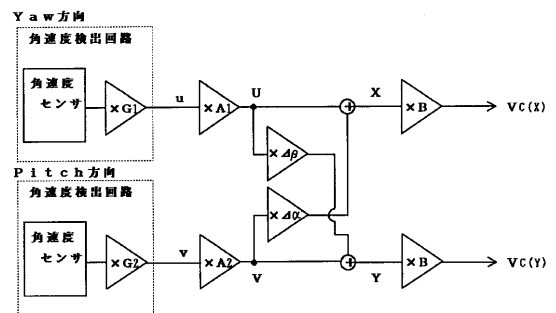
50

- 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 撮影レンズ (1 3 防振レンズ)
- 1 5 通信工具
- 1 6 半押し S W
- 1 7 全押し S W
- 1 8 加振台

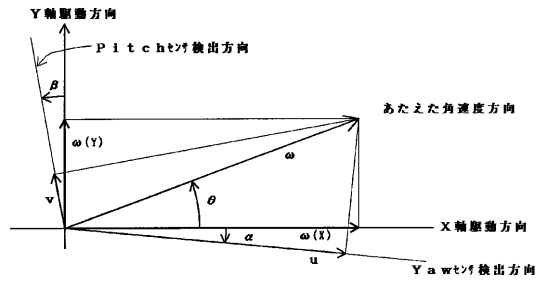
【 図 1 】



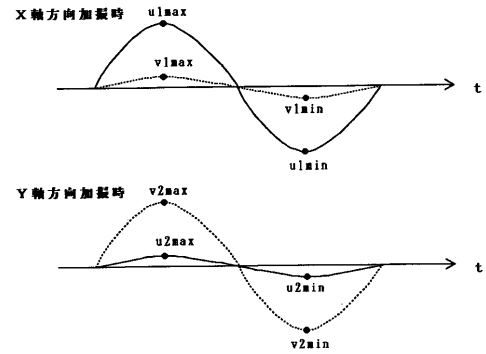
【 図 2 】



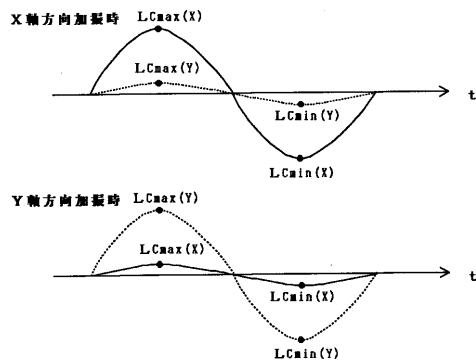
【 図 3 】



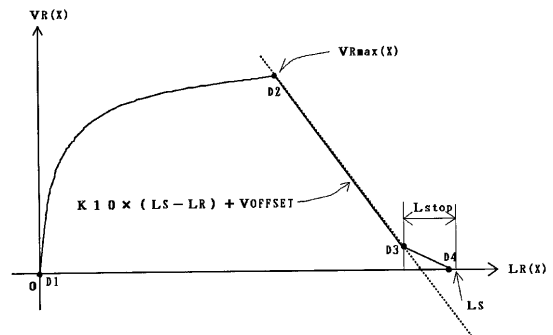
【 図 4 】



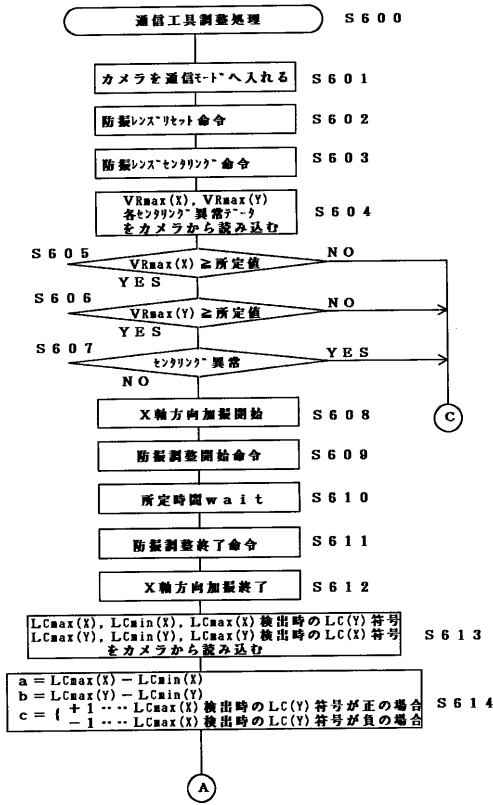
【 図 5 】



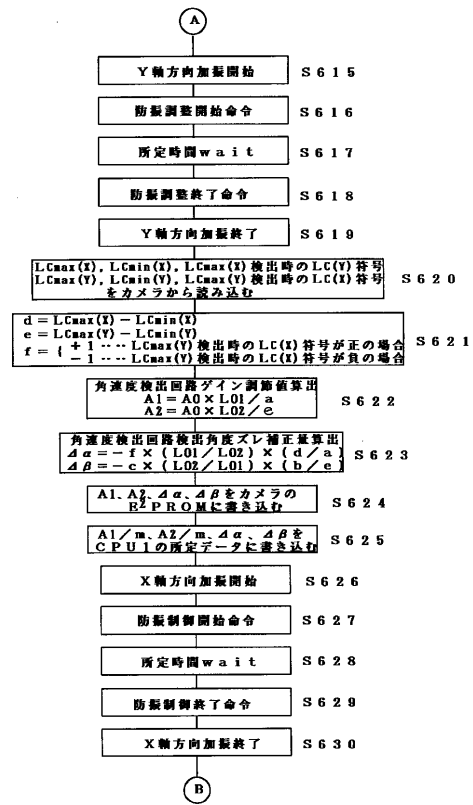
【 図 6 】



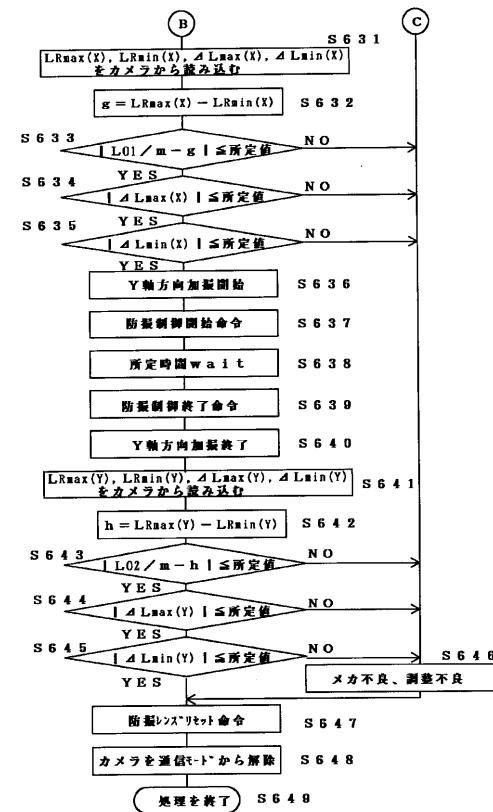
【図7】



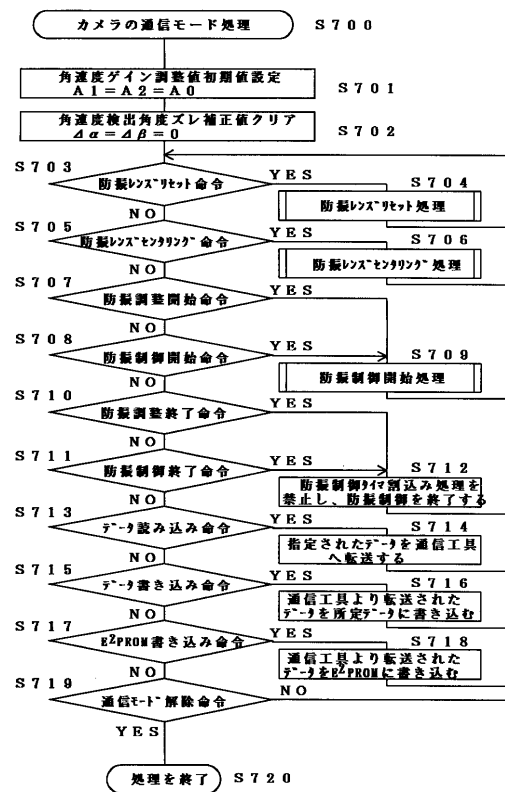
【図8】



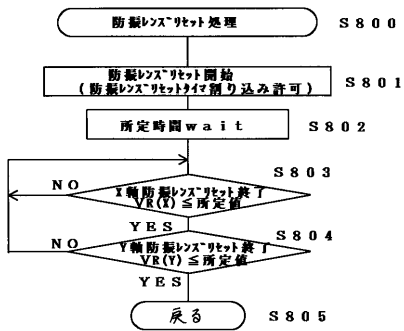
【図9】



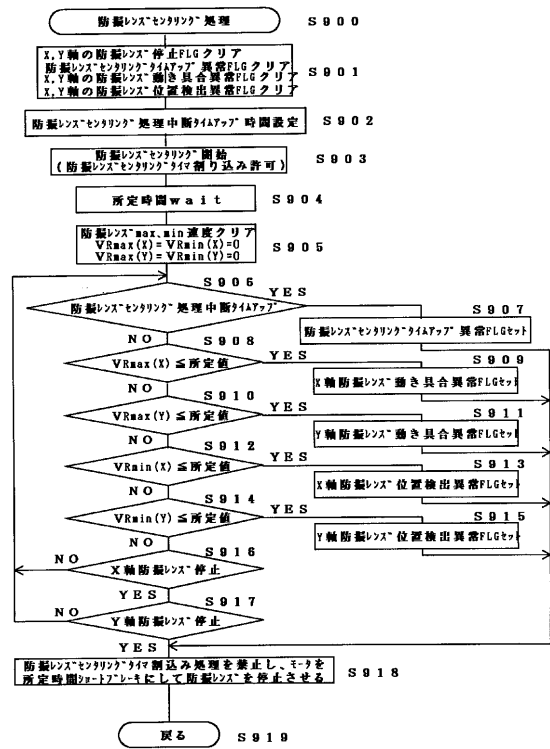
【図10】



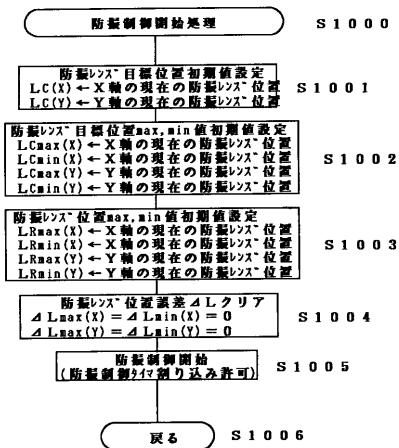
【図11】



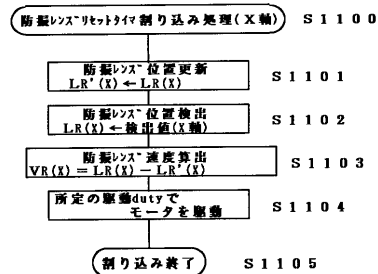
【図12】



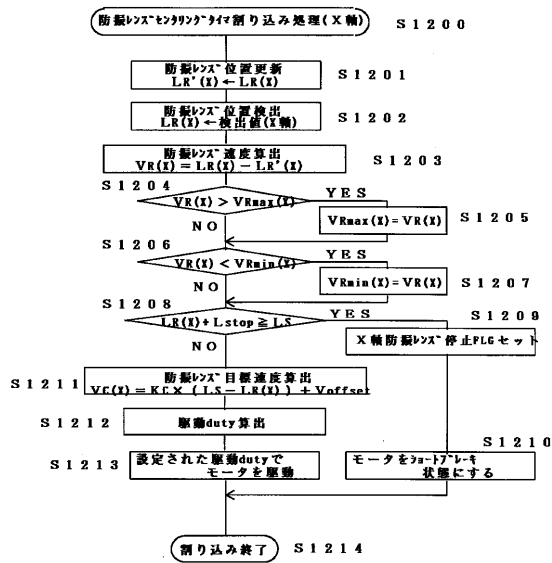
【図13】



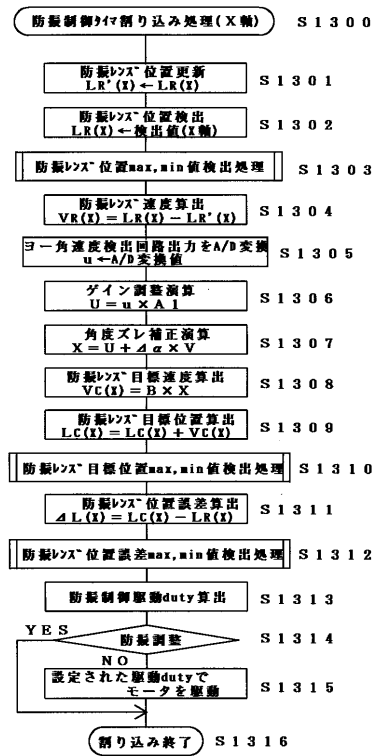
【図14】



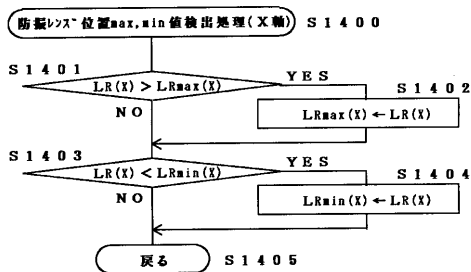
【 図 15 】



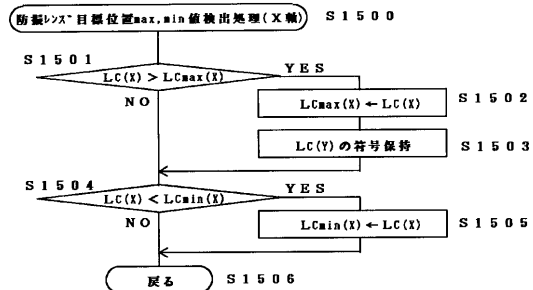
【 図 16 】



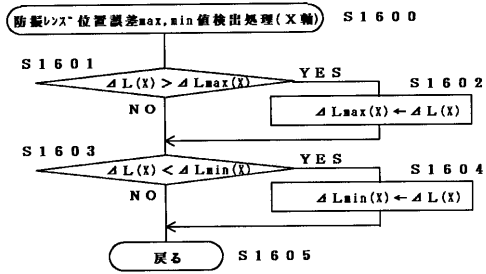
【 図 17 】



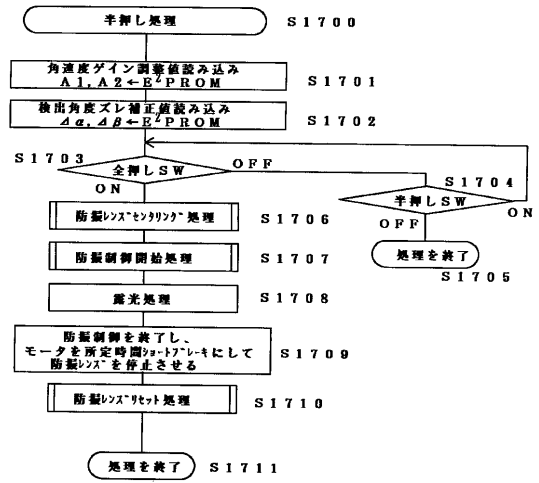
【 図 18 】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平05 - 323438 (JP, A)
特開平04 - 361240 (JP, A)
特開平05 - 224270 (JP, A)
特開平05 - 323436 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G03B 5/00
G01C 19/56
G03B 17/00
G03B 17/00
G03B 43/00