

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-211894

(P2008-211894A)

(43) 公開日 平成20年9月11日(2008.9.11)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
H02N	2/00	(2006.01)	H02N	2/00	C	2H051
G03B	5/00	(2006.01)	G03B	5/00	J	5H680
G02B	7/09	(2006.01)	G02B	7/11	P	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2007-45385 (P2007-45385)
 (22) 出願日 平成19年2月26日 (2007.2.26)

(71) 出願人 504371974
 オリンパスイメージング株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
 (74) 代理人 100109209
 弁理士 小林 一任
 (72) 発明者 宮迫 賢一
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号オリ
 ンパスイメージング株式会社内
 (72) 発明者 川合 澄夫
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号オリ
 ンパスイメージング株式会社内
 Fターム(参考) 2H051 FA06 FA43

最終頁に続く

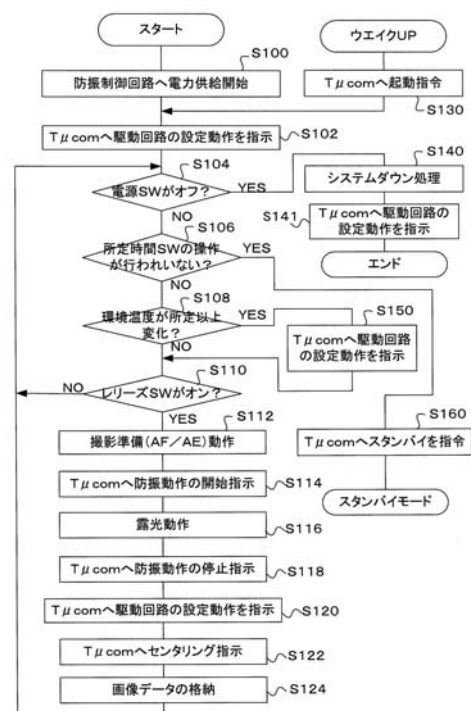
(54) 【発明の名称】 駆動装置および撮像装置

(57) 【要約】

【課題】振動波モータの摩擦界面の変化による特性変化や、温度等の環境変化による振動波モータの特性が変化しても駆動特性の低下を生じない駆動装置を提供することを目的とする。

【解決手段】振動波モータ570によるブレ補正駆動動作を実行するタイミング以外である撮像装置の動作起動時(S102)、環境温度の変化時(S150)、もしくは像ブレ補正動作の終了時(S120)に、駆動周波数、駆動電圧、駆動電流、フィードバックゲイン、駆動周波数の位相差等の少なくとも一つのパラメータに基づき振動子駆動回路504を設定して振動波モータ570を駆動し、このときの駆動速度や応答遅れ等を検出し、この検出結果に応じて振動子駆動回路504に設定されたパラメータの変更動作を行う。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

振動子に所定の交番する 2 相の駆動信号を印加することにより、この振動子の出力端に略楕円振動を生じさせて、この振動子とこの振動子に接触する被駆動体とを相対的に移動させる振動波モータのための駆動装置であって、

所定の駆動条件に基づく 2 相の駆動信号を振動波モータに印加し、上記振動波モータの駆動範囲内を移動させた際の駆動速度が許容範囲に収まらない時に、駆動速度に応じて上記所定の駆動条件を変更する駆動条件変更手段と、

を有することを特徴とする駆動装置。

【請求項 2】

振動子に所定の交番する 2 相の駆動信号を印加することにより、この振動子の出力端に略楕円振動を生じさせて、この振動子とこの振動子に接触する被駆動体とを相対的に移動させる振動波モータのための駆動装置であって、

所定の駆動条件に基づく 2 相の駆動信号を振動波モータに印加し、目標駆動位置と実際に駆動された位置信号とから応答遅れが許容範囲に収まらない時に、応答遅れに応じて上記所定の駆動条件を変更する駆動条件変更手段と、

を有することを特徴とする駆動装置。

【請求項 3】

上記駆動条件変更手段は、駆動周波数、駆動電圧、駆動電流、フィードバックゲイン、駆動信号の位相差の少なくとも一つを変更することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の駆動装置。

【請求項 4】

撮像素子を用いて撮影動作を行う撮像装置であって、

ブレ検出手段と、

振動波モータと、

この振動波モータの駆動源として上記撮像素子をその撮像面に沿って変位可能に保持する保持機構と、

上記振動波モータへ駆動信号を供給する駆動回路と、

この駆動回路の状態を設定するパラメータを記憶した記憶手段と、

上記撮像素子の撮像動作中に上記ブレ検出手段の出力に応じて上記駆動回路を制御して像ブレ補正動作を行う制御手段と、

を有し、

上記制御手段は、上記像ブレ補正動作を実行するタイミング以外の所定のタイミングにおいて、上記記憶手段に記憶された上記パラメータに基づき上記駆動回路を設定して上記振動波モータを駆動し、その際の駆動速度を検出し、この検出結果に応じて上記駆動回路に設定に設定された上記パラメータを変更する変更動作を行うことを特徴とする撮像装置。

【請求項 5】

撮像素子を用いて撮影動作を行う撮像装置であって、

ブレ検出手段と、

振動波モータと、

この振動波モータの駆動源として上記撮像素子をその撮像面に沿って変位可能に保持する保持機構と、

上記振動波モータへ駆動信号を供給する駆動回路と、

この駆動回路の状態を設定するパラメータを記憶した記憶手段と、

上記撮像素子の撮像動作中に上記ブレ検出手段の出力に応じて駆動回路を制御して像ブレ補正動作を行う制御手段と、

を有し、

上記制御手段は、上記像ブレ補正動作を実行するタイミング以外の所定のタイミングにおいて、上記記憶手段に記憶された上記パラメータに基づき上記駆動回路を設定して上記

10

20

30

40

50

振動波モータを駆動し、その際の応答遅れを検出し、この件検出結果に応じて上記駆動回路に設定されたパラメータを変更する変更動作を行うことを特徴とする撮像装置。

【請求項 6】

撮像素子を用いて撮影動作を行う撮像装置であって、
ブレ検出手段と、
振動波モータと、

この振動波モータの駆動源として上記撮像素子をその撮像面に沿って変位可能に保持する保持機構と、

上記振動波モータへ駆動信号を供給する駆動回路と、

この駆動回路の状態を設定するパラメータを記憶した記憶手段と、

上記撮像素子の撮像動作中に上記ブレ検出手段の出力に応じて駆動回路を制御して像ブレ補正動作を行う制御手段と、

を有し、

上記制御手段は、上記像ブレ補正動作を実行するタイミング以外の所定のタイミングにおいて、上記ブレ補正動作においては使用されていない速度で上記振動波モータが駆動されるように上記駆動回路を設定し、上記振動波モータの駆動特性を測定し、その測定結果に応じて上記駆動回路に設定される上記パラメータを変更する変更動作を行うことを特徴とする撮像装置。

10

【請求項 7】

上記振動波モータは、振動子を有し、この振動子に交番する 2 相の駆動信号を印加すると、その出力端に略楕円振動を生じてこの振動子とこの振動子に接触する被駆動体とを相対的に移動させることを特徴とする請求項 4、請求項 5 又は請求項 6 に記載の撮像装置。

20

【請求項 8】

上記パラメータは、駆動周波数、駆動電圧、駆動電流、フィードバックゲイン、位相差の少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 4、請求項 5 又は請求項 6 に記載の撮像装置。

【請求項 9】

上記所定のタイミングは、上記撮像装置の起動時、電源オフ時、上記像ブレ補正動作の終了時、温度の変化時の少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 4、請求項 5 又は請求項 6 に記載の撮像装置。

30

【請求項 10】

撮像素子を用いて撮影動作を行う撮像装置であって、

被駆動体を駆動する振動波モータと、

この振動波モータへ駆動信号を供給する駆動回路と、

この駆動回路の状態を設定するパラメータを記憶した記憶手段と、

上記振動波モータによる駆動動作を実行するタイミング以外の所定のタイミングにおいて、上記記憶手段に記憶された上記パラメータに基づき上記駆動回路を設定して上記振動波モータを駆動し、このときの駆動特性を検出し、この検出結果に応じて上記駆動回路に設定された上記パラメータの変更動作を行う制御手段と、

を有することを特徴とする撮像装置。

40

【請求項 11】

上記被駆動体は、ブレを補正するブレ補正装置、もしくは撮影レンズの合焦駆動を行うレンズ駆動装置であることを特徴とする請求項 10 に記載の撮像装置。

【請求項 12】

上記駆動特性は、上記振動波モータを駆動した際の駆動速度、もしくは応答遅れであることを特徴とする請求項 10 に記載の撮像装置。

【請求項 13】

上記パラメータは、駆動周波数、駆動電圧、駆動電流、フィードバックゲイン、位相差の少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 10 に記載の撮像装置。

【請求項 14】

50

上記所定のタイミングは、上記撮像装置の起動時、電源オフ時、上記振動波モータの駆動動作の終了時、温度の変化時の少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 10 に記載の撮像装置。

【請求項 15】

上記制御手段による上記パラメータの変更動作を行う環境に応じて、駆動状態を変更することを特徴とする請求項 10 に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、駆動装置および撮像装置に関し、詳しくは振動波モータ等の駆動装置およびこの駆動装置を組み込んだ撮像装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年のデジタルカメラ等の撮像装置においては、撮影レンズの合焦位置への駆動・焦点距離調節用駆動・像ブレ補正用駆動や、撮像素子の像ブレ補正用駆動、塵埃除去用の防塵フィルタの駆動等に、種々の駆動装置が使用されている。この駆動装置としては、DCモータ・ステッピングモータ・振動波モータ（超音波モータともいう）等が用いられている。この中で、振動波モータは、振動子の振動を摩擦力を介して移動体の一方向に変換しており、効率が高く、大きな駆動力を得易いという利点がある。

【0003】

20

しかし、その一方で、大きな駆動力を発生させるためには、振動子を移動部材に大きな力で押圧する必要があるが、このため移動部材が剛性の低い材料であると、押圧力で撓んでしまう。振動波モータの振動振幅は数 μm 程度の小さなものであるため、数 μm の撓みでも問題となり、駆動機構の効率が低下したり、極端な場合には、動作しないという不具合が発生してしまう。これを防止する手段として、特許文献 1 には、振動子に直接接触する移動体（シャフト）を剛性の高い材料にし、この剛性の高い移動体に被駆動体を固着することが開示されている。

【特許文献 1】特開 2006 - 067712 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

特許文献 1 に開示の如く振動波モータを構成すれば、撓みの問題は解決されるが、剛性の高い移動体部材に押圧された振動子が、駆動時に磨耗し、振動子と移動体の間に磨耗粉が蓄積し、摩擦係数が変化してしまうおそれがある。その結果、モータ駆動を行なうために、入力（振動波モータへの指示）に対する出力（振動波モータの駆動速度）の関係が変化し、駆動初期と同じ設定条件でモータ制御を行うだけでは、制御特性が変化してしまうことがある。また、振動波モータは、振動子の共振を利用していることから、磨耗粉以外にも、例えば、温度等の環境変化があると、振動子の共振点も変化してしまい、駆動特性が変化してしまうという不都合がある。

【0005】

40

本発明は、このような事情を鑑みてなされたものであり、振動波モータの摩擦界面の変化による特性変化や、温度等の環境変化による振動波モータの特性が変化しても駆動特性の変化を生じない駆動装置を提供することを目的とする。また、振動波モータを用いてブレ補正を行なう場合において、駆動特性の変化を生じない撮像装置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】

上記目的を達成するため第 1 の発明に係わる駆動装置は、振動子に所定の交番する 2 相の駆動信号を印加することにより、この振動子の出力端に略楕円振動を生じさせて、この振動子とこの振動子に接触する被駆動体とを相対的に移動させる振動波モータのための駆動

50

装置であって、所定の駆動条件に基づく２相の駆動信号を振動波モータに印加し、上記振動波モータの駆動範囲内を移動させた際の駆動速度が許容範囲に収まらない時に、駆動速度に応じて上記所定の駆動条件を変更する駆動条件変更手段を有する。

を具備する。

【０００７】

上記目的を達成するため第２の発明に係わる駆動装置は、振動子に所定の交番する２相の駆動信号を印加することにより、この振動子の出力端に略楕円振動を生じさせて、この振動子とこの振動子に接触する被駆動体とを相対的に移動させる振動波モータのための駆動装置であって、所定の駆動条件に基づく２相の駆動信号を振動波モータに印加し、目標駆動位置と実際に駆動された位置信号とから応答遅れが許容範囲に収まらない時に、応答遅れに応じて上記所定の駆動条件を変更する駆動条件変更手段を有する。

10

第３の発明に係わる駆動装置は、上記第１、または第２の発明において、上記駆動条件変更手段は、駆動周波数、駆動電圧、駆動電流、フィードバックゲイン、駆動信号の位相差の少なくとも一つを変更する。

【０００８】

上記目的を達成するため第４の発明に係わる撮像装置は、撮像素子を用いて撮影動作を行う撮像装置であって、ブレ検出手段と、振動波モータと、この振動波モータの駆動源として上記撮像素子をその撮像面に沿って変位可能に保持する保持機構と、上記振動波モータへ駆動信号を供給する駆動回路と、この駆動回路の状態を設定するパラメータを記憶した記憶手段と、上記撮像素子の撮像動作中に上記ブレ検出手段の出力に応じて上記駆動回路を制御して像ブレ補正動作を行う制御手段とを有し、上記制御手段は、上記像ブレ補正動作を実行するタイミング以外の所定のタイミングにおいて、上記記憶手段に記憶された上記パラメータに基づき上記駆動回路を設定して上記振動波モータを駆動し、その際の駆動速度を検出し、この検出結果に応じて上記駆動回路に設定された上記パラメータを変更する変更動作を行う。

20

【０００９】

上記目的を達成するため第５の発明に係わる撮像装置は、撮像素子を用いて撮影動作を行う撮像装置であって、ブレ検出手段と、振動波モータと、この振動波モータの駆動源として上記撮像素子をその撮像面に沿って変位可能に保持する保持機構と、上記振動波モータへ駆動信号を供給する駆動回路と、この駆動回路の状態を設定するパラメータを記憶した記憶手段と、上記撮像素子の撮像動作中に上記ブレ検出手段の出力に応じて駆動回路を制御して像ブレ補正動作を行う制御手段とを有し、上記制御手段は、上記像ブレ補正動作を実行するタイミング以外の所定のタイミングにおいて、上記記憶手段に記憶された上記パラメータに基づき上記駆動回路を設定して上記振動波モータを駆動し、その際の応答遅れを検出し、この検出結果に応じて上記駆動回路に設定されたパラメータを変更する変更動作を行う。

30

【００１０】

上記目的を達成するため第６の発明に係わる撮像装置は、撮像素子を用いて撮影動作を行う撮像装置であって、ブレ検出手段と、振動波モータと、この振動波モータの駆動源として上記撮像素子をその撮像面に沿って変位可能に保持する保持機構と、上記振動波モータへ駆動信号を供給する駆動回路と、この駆動回路の状態を設定するパラメータを記憶した記憶手段と、上記撮像素子の撮像動作中に上記ブレ検出手段の出力に応じて駆動回路を制御して像ブレ補正動作を行う制御手段とを有し、上記制御手段は、上記像ブレ補正動作を実行するタイミング以外の所定のタイミングにおいて、上記ブレ補正動作においては使用されていない速度で上記振動波モータが駆動されるように上記駆動回路を設定し、上記振動波モータの駆動特性を測定し、その測定結果に応じて上記駆動回路に設定される上記パラメータを変更する変更動作を行う。

40

【００１１】

第７の発明に係わる撮像装置は、上記第４、第５または第６の発明において、上記振動波モータは、振動子を有し、この振動子に交番する２相の駆動信号を印加すると、その出力

50

端に略楕円振動を生じてこの振動子とこの振動子に接触する被駆動体とを相対的に移動させる。

また、第 8 の発明に係わる撮像装置は、上記第 4、第 5、第 6 の発明において、上記パラメータは、駆動周波数、駆動電圧、駆動電流、フィードバックゲイン、位相差の少なくとも一つを含む。

また、第 9 の発明に係わる撮像装置は、上記第 4、第 5、第 6 の発明において、上記所定のタイミングは、上記撮像装置の起動時、電源オフ時、上記像ブレ補正動作の終了時、温度の変化時の少なくとも一つを含む。

【 0 0 1 2 】

上記目的を達成するため第 10 の発明に係わる撮像装置は、撮像素子を用いて撮影動作を行う撮像装置であって、被駆動体を駆動する振動波モータと、この振動波モータへ駆動信号を供給する駆動回路と、この駆動回路の状態を設定するパラメータを記憶した記憶手段と、上記振動波モータによる駆動動作を実行するタイミング以外の所定のタイミングにおいて、上記記憶手段に記憶された上記パラメータに基づき上記駆動回路を設定して上記振動波モータを駆動し、このときの駆動特性を検出し、この検出結果に応じて上記駆動回路に設定に設定された上記パラメータの変更動作を行う制御手段を有する。

10

【 0 0 1 3 】

第 11 の発明に係わる撮像装置は、上記第 10 の発明において、上記被駆動体は、ブレを補正するブレ補正装置、もしくは撮影レンズの合焦駆動を行うレンズ駆動装置である。

また、第 12 の発明に係わる撮像装置は、上記第 10 の発明において、上記駆動特性は、上記振動波モータを駆動した際の駆動速度、もしくは応答遅れである。

20

さらに、第 13 の発明に係わる撮像装置は、上記第 10 の発明において、上記パラメータは、駆動周波数、駆動電圧、駆動電流、フィードバックゲイン、位相差の少なくとも一つを含む。

さらに、第 14 の発明に係わる撮像装置は、上記第 10 の発明において、上記所定のタイミングは、上記撮像装置の起動時、電源オフ時、上記振動波モータの駆動動作の終了時、温度の変化時の少なくとも一つを含む

さらに、第 15 の発明に係わる撮像装置は、上記第 10 の発明において、上記制御手段による上記パラメータの変更動作を行う環境に応じて、駆動状態を変更する。

30

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、振動波モータを駆動した際の、駆動速度や応答遅れ等の駆動特性に基づいて、振動波モータのパラメータ・駆動条件等を変更するようにしているので、振動波モータの摩擦界面の変化による特性変化や、温度等の環境変化による振動波モータの特性が変化しても制御特性の低下を生じないようにした駆動装置および撮像装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 5 】

以下、図面に従って本発明を適用したデジタル一眼レフカメラを用いて好ましい実施形態について説明する。第 1 実施形態に係わるデジタル一眼レフカメラは、光学ファインダを通して被写体像を観察ことができると共に、撮像素子によって取得した静止画の画像データを記録メディアに記録可能である。また、撮像素子の前面側に配置された防塵フィルタに圧電素子によって振動波を印加し、防塵フィルタに付着した塵埃を除去することができる。さらに、このデジタルカメラのブレ量を検出し、撮像素子を撮影光学系に対して垂直な面内で撮像素子を移動させることにより、ブレの影響を除去することが可能である。

40

【 0 0 1 6 】

まず、本発明の第 1 実施形態に係わるデジタル一眼レフカメラのシステム構成について、図 1 を用いて説明する。図 1 は、本実施の形態のカメラの主に電氣的なシステム構成を概略的に示すブロック図である。このデジタル一眼レフカメラは、カメラ本体部であるボデ

50

ユニット 100 と、アクセサリ装置の一つであり交換レンズであるレンズユニット 10 などからシステム構成されている。なお、カメラボディユニット 100 に装着可能な外部電源や外付けのストロボユニット等ともシステム構成することは可能であるが、ここでは省略してある。

【0017】

レンズユニット 10 は、ボディユニット 100 の前面に設けられた図示しないレンズマウントを介して着脱自在である。レンズユニット 10 の制御は、レンズユニット 10 内に設けられたレンズ制御用マイクロコンピュータ（以下、“ $L\mu com$ ”と称する）5 が行う。ボディユニット 100 の制御は、ボディ制御用マイクロコンピュータ（以下、“ $B\mu com$ ”と称する）50 が行う。これら $L\mu com$ 5 と $B\mu com$ 50 とは、ボディユニット 100 にレンズユニット 10 を装着した状態において通信コネクタ 6 を介して通信可能に電氣的に接続される。そして、カメラシステムとして、 $L\mu com$ 5 が $B\mu com$ 50 に従属的に協働しながら動作するように構成されている。

10

【0018】

レンズユニット 10 は、撮影レンズ 1 と絞り 3 を備える。撮影光学系を構成する撮影レンズ 1 は、レンズ枠 1a に保持され、レンズ駆動機構 2 内に設けられた図示しない DC モータによって駆動される。絞り 3 は、絞り機構 4 内に設けられた図示しないステッピングモータによって駆動される。 $L\mu com$ 5 は、 $B\mu com$ 50 の指令に基づいてこれら各モータを制御する。

【0019】

ボディユニット 100 内には、一眼レフレックス光学系を構成するクイックリターンミラー 11、サブミラー 11a、スクリーン 12e、ペンタプリズム 12、接眼レンズ 13 等と、撮影光学系の光軸上に配置されたフォーカルプレーン式のシャッタ 15 と、サブミラー 11a からの反射光束を受け、所謂、瞳分割方式によりデフォーカス量を検出するための AF センサユニット 16 が設けられている。

20

【0020】

また、ボディユニット 100 内には、AF センサユニット 16 を駆動制御する AF センサ駆動回路 17 と、クイックリターンミラー 11 を駆動制御するミラー駆動回路 18 と、シャッタ 15 の先幕と後幕を駆動するバネをチャージするシャッタチャージ機構 19 と、これらの先幕と後幕の動きを制御するシャッタ制御回路 20 が設けられている。また、ペンタプリズム 12 の出射口近傍に配置され被写界輝度検出用の測光センサ 21a と、この測光センサ 21a の出力に基づき測光処理を行う測光回路 21 が設けられている。

30

【0021】

撮影光学系の光軸上には、撮影光学系によって結像される被写体像を光電変換するための撮像ユニットが設けられている。撮像ユニットは、撮像素子である CCD (Charge Coupled Devices) 31 やその前面に配設された光学ローパスフィルタ (LPF) 30、および防塵フィルタ 71 をユニットとして一体化してなるものである。防塵フィルタ 71 の周縁部には、圧電素子 71a が取り付けられている。

【0022】

圧電素子 71a は、2つの電極を有しており、防塵フィルタ制御回路 48 は圧電素子 71a の 2つの電極に所定の周波数を印加し振動させることにより、防塵フィルタ 71 に振動波を生じさせる。フィルタ表面に付着した塵は、振動波によって除去される。CCD 31 の周辺の温度を測定するために、CCD 31 の近傍には、温度測定回路 22 が設けられている。なお、撮像素子としては、CCD 31 の他、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等の二次元撮像素子を用いることもできる。

40

【0023】

この撮像ユニットには、手ブレ等による像ブレを補正する防振ユニットが設けられている。この防振ユニットは、撮影光学系の光軸に直交する面内の X 軸方向および Y 軸方向のブレを検出するブレ検出センサ (ジャイロ) を備え、このブレ検出センサの出力に基づいて

50

、ＣＣＤ３１を保持する基板を移動させ、ブレの影響を打ち消すものである。この防振ユニットは、フレーム５１０、Ｘ枠５２０、Ｘ軸振動子５０６、Ｙ枠５３０、Ｙ軸振動子５０７等から構成されている。この防振ユニットの詳細については、図２乃至図４を用いて後述する。

【００２４】

防振ユニットの駆動制御は、防振制御回路５０１、Ｘ軸ジャイロ５０２、Ｙ軸ジャイロ５０３、振動子駆動回路５０４、位置検出センサ５０５等によってなされる。Ｘ軸ジャイロ５０２とＹ軸ジャイロ５０３は、Ｘ軸方向とＹ軸方向のブレ量に応じた信号を防振制御回路５０１に出力する。また、位置検出センサ５０５はＸ枠５２０とＹ枠５３０の位置信号を、それぞれ防振制御回路５０１に出力する。この防振制御回路５０１は、これらの信号に基づいて、ブレを打ち消すための移動量を求め、振動子駆動回路５０４に制御信号を出力する。振動子駆動回路５０４は、防振制御回路５０１からの制御信号に基づいて、Ｘ軸振動子５０６とＹ軸振動子５０７に対して駆動制御信号を出力し、Ｘ枠５２０とＹ枠５３０をそれぞれ駆動する。この駆動制御の詳細については、図６乃至図１２を用いて後述する。

10

【００２５】

また、本実施形態のデジタル一眼レフシステムは、ＣＣＤ３１に接続したＣＣＤインターフェース回路２３と、液晶モニタ２４、記憶領域として機能するＳＤＲＡＭ２５、フラッシュＲＯＭ２６などを利用して画像処理する画像処理コントローラ２８とを備え、電子撮像機能とともに電子記録表示機能を提供できるように構成されている。ここで、記録メディア２７は、各種のメモリカードや外付けのＨＤＤ等の外部記録媒体であり、通信コネクタを介してカメラ本体と通信可能かつ交換可能に装着される。そして、この記録メディア２７に撮影により得られた画像データが記録される。その他の記憶領域としては、カメラ制御に必要な所定の制御パラメータを記憶する、例えばＥＥＰＲＯＭからなる不揮発性メモリ２９がＢμcom５０からアクセス可能に設けられている。

20

【００２６】

Ｂμcom５０には、当該カメラの動作状態を表示出力によってユーザへ告知するための動作表示用ＬＣＤ５１および動作表示用ＬＥＤ５１ａと、カメラ操作ＳＷ５２とが接続されている。カメラ操作ＳＷ５２は、例えばリリースＳＷ、モード変更ＳＷおよびパワーＳＷなど、当該カメラを操作するために必要な操作釦を含むスイッチ群である。さらに、電源としての電池５４と、電池５４の電圧を本カメラシステムの各回路ユニットが必要とする電圧に変換して供給する電源回路５３が設けられ、外部電源からジャックを介して電流が供給されたときの電圧変化を検知する電圧検出回路も設けられている。内蔵ストロボ３０１は、図示しない閃光発光管、ＤＣ／ＤＣコンバータを含み、ストロボ制御回路３０２に接続され、Ｂμcom５０の制御信号を受け、閃光発光を行う。

30

【００２７】

上述のように構成されたカメラシステムの各部は、概略、次のように動作する。ミラー駆動機構１８は、クイックリターンミラー１１をアップ位置とダウン位置へ駆動するための機構であり、このクイックリターンミラー１１がダウン位置にある時、撮影レンズ１からの光束はＡＦセンサユニット１６側とペンタプリズム１２側へと分割されて導かれる。ＡＦセンサユニット１６内のＡＦセンサからの出力は、ＡＦセンサ駆動回路１７を介してＢμcom５０へ送信されて周知の測距処理が行われる。一方、ペンタプリズム１２を通過した光束の一部は測光回路２１内の測光センサ２１ａへ導かれ、ここで検知された光量に基づき周知の測光処理が行われる。

40

【００２８】

リリース釦が全押しされ、カメラ操作ＳＷ５２内のセカンドリリーススイッチがオンとなると、撮影動作を開始する。撮影動作にあたっては、クイックリターンミラー１１をアップ位置に移動させ、撮影光学系による被写体像をＣＣＤ３１上に結像可能状態にする。そして、前述の測光処理によって求められた光量に基づいて、シャッタ１５や絞り３による露光制御を行なう。

50

【 0 0 2 9 】

露光動作中は、防振ユニットを動作させ、X軸ジャイロ502およびY軸ジャイロ503の出力に基づいて、防振制御回路501および振動子駆動回路504はX軸振動子506およびY軸振動子507の駆動制御を行い、CCD31を移動させて、手振れ等による像ブレ補正を行う。

【 0 0 3 0 】

露光動作が終了すると、画像処理コントローラ28は、Bμcom50の指令に従ってCCDインターフェース回路23を制御してCCD31から画像データを取り込む。この画像データは画像処理コントローラ28でビデオ信号に変換され、液晶モニタ24に出力表示される。ユーザは、この液晶モニタ24の表示画像から、撮影した画像イメージを確認できる。SDRAM25は、画像データの一時的記憶用メモリであり、画像データが変換される際のワークエリアなどに使用される。また、画像データは、JPEGデータに変換された後、記録メディア27に記録される。

10

【 0 0 3 1 】

なお、本デジタルカメラのパワースイッチがオンとなった場合やレンズユニットが交換された場合等、所定のタイミングにおいて、防塵フィルタ制御回路48は、圧電素子71aに駆動信号を印加し、防塵フィルタ71を超音波で振動させることにより、振動波によって防塵フィルタ71に付着した塵埃等の除去を行う。

【 0 0 3 2 】

次に、図2乃至図4を用いて、ブレ補正用の防振ユニットの構成について説明する。図2に示すように、防振ユニットは、X軸駆動機構部600とY軸駆動機構部700から構成されており、CCD31等の撮像ユニットは、Y軸駆動機構部700のY枠530に連動して移動するように連結されている。X軸駆動機構部600とY軸駆動機構部700は、撮影光学系の光軸が一致するように、実際には重なり合っているが、図2では、理解を容易にするため、X軸駆動機構部600とY軸駆動機構部700をそれぞれずらして表してある。なお、X軸駆動機構部600の詳細は図3に示し、Y軸駆動機構部700の詳細は図4に示してある。

20

【 0 0 3 3 】

防振ユニットのフレーム510は、カメラ本体に固着されており、軸受け512はビス512aと512b(図3)によって、フレーム510と一体に固定されている。軸受け512上方には、軸受け522が設けられており、この両軸受け512と522の間には、図3(D)のBB断面図に示すように、ボール513が介挿されている。両軸受け512と522は、図3(D)の紙面垂直方向に、それぞれV字形状の溝が設けられており、ボール513は、このV字形状溝に嵌合し、リテーナに保持されている。軸受け522は、固定された軸受け512に対して、図3(B)の紙面横方向に摺動自在となっている。

30

【 0 0 3 4 】

摺動板522aは、軸受け522に一体に固定されており、この摺動板522aの上方には、2つの駆動子506bが接している。駆動子506b、圧電体506aおよびホルダ506cは一体となっており、これらによってX軸振動子506が構成されている。圧電体506aには複数の電極が設けられており、この電極に所定周波数の2相の駆動電圧を印加することにより、駆動子506bの表面は楕円振動する。

40

【 0 0 3 5 】

押圧板541の一方の片側は、ビス548、シート547およびスペーサ546によってフレーム510に位置決め固定されると共に、押圧板541の他方の片側は、ビス545、シート544、スペーサ543および押圧バネ542によってフレーム510に弾性的に固定されている。押圧バネ542の押圧力により、X軸振動子506は上方から押圧され、駆動子506bは摺動板522aに圧接する。圧接していることから、摺動板522aは、駆動子506bの楕円振動によってX軸方向に摺動可能となっている。なお、このときの摺動方向および摺動速度は、圧電体506aの一对の電極に印加する2相の駆動電圧の位相差等を変化させることによって制御することができるが、詳しくは後述する。

50

【0036】

開口部520a、520bを有するX枠520は、軸受け522とビスで一体化されている(図2参照)。また、図3(C)のAA断面図に示すように、X枠520とフレーム510の間には、圧縮性のパネ515が設けられ、さらに溝にはボール514が介挿されている。このため、X枠520と軸受け522は、ボール513、514によって3点支持され、軸受け522がX軸振動子506の駆動子506bの駆動によって摺動すると、X枠も一緒に摺動する。

【0037】

また、X枠520の上には、図2に示すように、ボール524を介してY枠530が設けられている(なお、図4(C)では、作図上、Y枠の方が下になっている)。すなわち、X枠520と一体の軸受け523にはV字状の溝が設けてあり、またY枠530とビスで固着された軸受け532側にもV字状の溝が設けてある。これらの溝の中に、リテーナで保持された2つのボール524が配置されている。軸受け532とY枠530はビスで固着されており、また摺動板532aとも一体に固着されている。

10

【0038】

摺動板532aの上には、X軸振動子506と同様に、Y軸振動子507が配置され、押圧板(不図示、X軸の押圧板341と同様)とパネ(不図示、X軸の押圧パネ542と同様)によって摺動板532aに圧接しているので、Y軸振動子の駆動子によって、摺動板532aがY軸方向に摺動可能となっている。前述したように、摺動板532a、軸受け532およびY枠530は一体化されており、これらとX枠520は、ボール524と軸受け523のV溝と軸受け532のV溝とによってY軸方向に摺動自在となっている。

20

【0039】

以上の如く、本実施形態に係わるブレ補正用の防振ユニットは構成されているので、X軸振動子506によってX枠520はX軸方向に移動することが可能であり、またこのX枠520の上に設けられたY枠530は、Y軸振動子507によってY軸方向に移動することが可能である。つまり、Y枠530は、X枠520の動きに、さらにY軸方向の動きが重畳して移動する。この撮像ユニットのCCD31は、Y枠530の移動に連動して移動するように構成されているので、カメラのブレ量を検出し、このブレ量に応じてX軸振動子506とY軸振動子507を駆動し、X枠520およびY枠530を移動させ、ブレ量を打ち消し、ブレ補正を行なう。

30

【0040】

本実施形態では、摺動板522a、523aおよび軸受け512、523の剛性を高くすることにより、駆動子506b等と摺動板522a、523aの押圧接触状態が安定し、楕円振動に伴う駆動力が摺動板522a、523aに確実に伝達され、高効率で楕円振動の回転方向に駆動することができる。この際、摺動板522a、532a側はフレーム510およびX枠520に対して面接触ではなく、ボール513、514、524による転動方式で接触しているので、押圧力が強くても摺動板522a等の摺動体はフレーム510に対して摩擦の少ない状態で確実に移動することができる。

【0041】

次に、図5を用いて、前述の防振制御回路501とその周辺回路の構成について説明する。なお、X軸方向のブレとY軸方向のブレはそれぞれ独立にブレ量を求め、同様の制御を行うが、X軸方向およびY軸方向の回路は略同じであるので、ここでは、X軸方向のブレ補正について説明する。防振制御回路501のX軸方向のブレ補正に関する回路は、増幅回路561と、この増幅回路561の出力を入力しブレ補正制御用のマイクロコンピュータ(以下、「 μcom 」と称す)563と、位置検出センサ505から位置信号を入力する増幅回路568から構成される。

40

【0042】

X軸ジャイロセンサ502の出力は、防振制御回路501内の増幅回路561に接続され、この増幅回路561の増幅出力は、 μcom 560内の補正量演算部564に接続される。補正量演算部564の出力は、減算部565に接続され、減算部565の出力はゲ

50

イン部 5 6 6 に接続される。補正量演算部 5 6 4、減算部 5 6 5 およびゲイン部 5 6 6 は、ハードウェアに構成しても良いが、本実施形態においては、T μ c o m 5 6 0 によってソフトウェア的に実行される。また、T μ c o m 5 6 0 は、B μ c o m 5 0 からの指示に従って制御を行う。

【 0 0 4 3 】

ゲイン部 5 6 6 の出力は、振動子駆動回路 5 0 4 に接続され、この振動子駆動回路 5 0 4 は電源回路 5 3 によって電源供給されるように接続されている。振動子駆動回路 5 0 4 の出力は、超音波モータ（振動波モータ）5 7 0 内の X 軸振動子 5 0 6 に接続され、超音波モータ 5 7 0 によって駆動された X 枠 5 2 0 の位置は、位置検出センサ 5 0 5 によって検出される。この検出出力は、防振制御回路 5 0 1 内の増幅回路 5 6 8 に接続され、増幅回路 5 6 8 の増幅出力は、減算部 5 6 5 の他の入力に接続されている。

10

【 0 0 4 4 】

本実施形態における超音波モータ（振動波モータ）5 7 0 は、圧電体 5 0 6 a や駆動子 5 0 6 b 等を有する X 軸振動子 5 0 6 と、摺動板 5 2 2 a や軸受け 5 2 2 等の被駆動体（移動体）等によって構成されている。そして、超音波モータ 5 7 0 は、振動子に所定の交番する 2 相の駆動信号を印加することにより、この振動子の出力端に略楕円振動を生じさせて、この振動子とこの振動子に接触する被駆動体とを相対的に移動させることができる。

【 0 0 4 5 】

このように構成されている防振制御回路 5 0 1 において、X 軸ジャイロセンサ 5 0 2 は、カメラの X 軸方向の手振れ等のブレを検出し、増幅回路 5 6 1 に出力する。増幅回路 5 6 1 は、ブレ信号を増幅しデジタル変換し、T μ c o m 5 6 0 の補正量演算部 5 6 4 に出力する。補正量演算部 5 6 4 はブレを打ち消すためのブレ補正量を演算し、これを減算部 5 6 5 に出力する。

20

【 0 0 4 6 】

減算部 5 6 5 は、ブレ補正量から位置に関する量の差分した量をゲイン部 5 6 6 に出力し、ゲイン部 5 6 6 は、この差分値を所定のゲインで増幅した後、振動子駆動回路 5 0 4 に出力する。振動子駆動回路 5 0 4 は、T μ c o m 5 6 0 からの信号に基づいて、電源回路 5 3 から供給される電源でもって、超音波モータ 5 7 0 の X 軸振動子 5 0 6 の電極に駆動信号を印加する。これによって、X 枠 5 2 0 はブレを打ち消すように移動し、このときの移動量は位置検出センサ 5 0 5 によって検出され、T μ c o m 5 6 0 にフィードバックされる。超音波モータ 5 7 0 は、ゲイン部 5 6 6 に設定されるゲインや、振動子駆動回路 5 0 4 によって設定される駆動周波数、電源回路 5 3 によって供給される供給電圧や供給電流によって制御特性が変更される。また、超音波モータ 5 7 0 を構成する X 軸振動子 5 0 6 の一部である圧電体 5 0 6 a（Y 軸振動子の圧電体も同様）に印加する 2 相の駆動信号の位相差によって駆動速度の制御を行うことができる。

30

【 0 0 4 7 】

次に、図 6 乃至図 1 2 を用いて、本実施形態に係わる一眼レフデジタルカメラの防振動作について説明する。図 6 は、B μ c o m 5 0 による制御を示すフローチャートであり、電源用の電池 5 4 が装填され、パワーオンリセットがなされると、ステップ S 1 0 0 において、防振制御回路 5 0 1 等へ電力供給が開始される。なお、パワーオンリセットがなされると、初期化や他の回路等に電力供給がなされるが、本フローチャートは防振動作を主として記載し、他の動作については省略してある。

40

【 0 0 4 8 】

また、所定時間の間、動作がなされない場合には、電源消費を防止するためにスタンバイモード（「スリープモード」ともいう）に入る。このスタンバイモードにおいて、リリース釦の半押しがなされ、ファーストレリーズスイッチ等がオンになると、スタンバイモードが解除され、防振制御回路 5 0 1 中のブレ補正制御用の T μ c o m 5 6 0 に起動指令を出力する（S 1 3 0）。

【 0 0 4 9 】

ステップ S 1 0 0 または S 1 3 0 での動作を終えると、次に、T μ c o m 5 6 0 へ振動子

50

駆動回路 504 の設定動作を指示する (S102)。この設定動作については、図 7 乃至図 12 を用いて後述する。なお、この設定動作としては、T μ com560 内のゲイン部 566 へのゲイン設定でもよい。次に、電源スイッチがオフか否かについて、判定する (S104)。これはカメラ操作スイッチ 52 の 1 つである電源スイッチの状態を判定し、判定の結果、オフであった場合には、ステップ S141 で、T μ com560 へ振動子駆動回路 504 の設定動作を指示した後、システムダウン処理を行う (S140)。

【0050】

ステップ S104 において、電源スイッチがオンであった場合には、続いて、所定時間の間、カメラ操作スイッチ 52 が操作されていないか否かの判定を行う (S106)。判定の結果、所定時間の間、操作されていなかった場合には、T μ com560 にスタンバイを指令し、スタンバイ状態になる。なお、このスタンバイ状態の解除は、ステップ S130 において行われる。

10

【0051】

ステップ S106 において、カメラ操作スイッチ 52 が操作されてから所定時間が経過していないと判定された場合には、続いて、環境温度が所定以上、変化したか否かの判定を行なう (S108)。環境温度は温度測定回路 22 からの信号出力に基づいて検出する。判定の結果、所定値以上の温度変化があった場合には、ステップ S102 と同様に、T μ com560 へ振動子駆動回路 504 の設定動作を指示する (S150)。

【0052】

ステップ S108 において判定の結果、環境温度に変化がなかった場合、または T μ com560 へ振動子駆動回路 504 の設定動作の指示が終わると、次に、リリース釦が全押しされたか否か、すなわちセカンドリリーススイッチがオンとなったか否かの判定を行なう (S110)。判定の結果、リリーススイッチがオンとなっていない場合には、ステップ S104 に戻り、前述のステップを繰り返す。なお、本実施形態においては、ステップ S110 のリリーススイッチの判定として、セカンドリリースを検出したが、リリース釦の半押しでオンとなるファーストリリーススイッチで判定するようにしても良い。この場合には、後述するステップ S116 の露光動作をセカンドリリーススイッチのオン動作で実行するようにすれば良い。

20

【0053】

ステップ S110 の判定の結果、リリーススイッチがオンであった場合には、続いて、撮影準備動作を行う (S112)。撮影準備動作としては、AF センサユニット 16 および AF センサ駆動回路 17 の出力に基づいて、焦点ズレ量を検出し、この焦点ズレ量に基づいて L μ com5 に対してレンズ駆動機構 2 によって合焦位置に撮影レンズ 1 を移動させる。また、測光回路 21 の出力に基づいて被写界輝度を測光し、この測光値に基づいて、シャッタ 15 のシャッタ速度や絞り 3 の露出制御値を演算により求める。

30

【0054】

撮影準備動作を終えると、続いて、T μ com560 へ防振動作の開始を指示する (S114)。防振動作は、前述したように、X 軸ジャイロ 502 および Y 軸ジャイロ 503 の検出出力に基づいて、X 軸振動子 506 および Y 軸振動子 507 に駆動制御信号を印加し、X 枠 520 および Y 枠 530 を移動させる。これにより X 枠 520 および Y 枠 530 と連動して移動する CCD 31 は、手振れ等のブレが補正され、空間的に静止した位置を保つことができ、像ブレのない画像を撮像することが可能となる。

40

【0055】

防振動作が開始されると、続いて、露光動作が開始される (S116)。露光動作は、シャッタ 15 の先幕がスタートし、CCD 31 上に被写体像が結像され、この被写体像を CCD 31 が光電変換する。予め決められた露光時間が経過すると、シャッタ 15 の後幕がスタートし、CCD 31 による被写体像の光電変換が終了する。

【0056】

露光動作が終了すると、続いて、T μ com560 へ防振動作の停止を指示する (S118)。このように、露光動作中は、防振動作を行っているので、CCD 31 上の被写体像

50

はブレてしまうことがなく、静止した状態で撮像を行なうことができる。続いて、ステップ S 1 0 2 および 1 5 0 と同様に、T μ c o m 5 6 0 へ振動子駆動回路 5 0 4 の設定動作を指示する (S 1 2 0)。

【 0 0 5 7 】

振動子駆動回路 5 0 4 への設定動作の指示が終わると、続いて、T μ c o m 5 6 0 へセンタリング動作を指示する (S 1 1 8)。センタリング動作は、C C D 3 1 が防振機構としての X 枠 5 2 0 および Y 枠 5 3 0 の中心付近に移動させるものである。この動作は、位置検出センサ 5 0 5 の出力に基づいて、C C D 3 1 が X 枠 5 2 0 および Y 枠 5 3 0 の中心付近となるように、超音波モータ 5 7 0 の制御を行う。

【 0 0 5 8 】

センタリング動作の指示を行なうと、続いて、画像データの格納を行なう (S 1 2 4)。画像データの格納は、C C D 3 1 より C C D インターフェース回路 2 3 を介して画像信号を読み出し、画像処理コントローラ 2 8 により、各種画像処理を行なった後、記録メディア 3 9 に画像データの記録を行う。画像データの格納が終了すると、ステップ S 1 0 4 に戻り、前述のステップを繰り返す。

【 0 0 5 9 】

次に、ステップ S 1 0 2、S 1 2 0 および S 1 5 0 における T μ c o m 5 6 0 への設定動作について説明する。まず、X 軸振動子 5 0 6 と Y 軸振動子 5 0 7 における振動子の特性について、図 7 および図 8 を用いて説明する。圧電体 5 0 6 a 上の駆動子 5 0 6 b に対応する位置に設けられている 2 つの電極に位相が 9 0 度ずれ所定の周波電圧を印加したときの周波数と速度の関係を、図 7 に示す。この図から分かるように、周波数が振動子の共振周波数に小さいほうから近づくにつれて、駆動速度は急速に速くなり、共振周波数から高周波数にずれていくにつれて、駆動速度はなだらかに遅くなる特性を有している。また、周波数を固定し、2 つの電極に印加する周波数電圧の位相を、- 9 0 度から + 9 0 度に変化させたときの速度特性を、図 8 に示す。位相が 0 度のとき、速度が 0 であり、- 9 0 度から + 9 0 度に近づくにつれ、ほぼリニアに速度が増加していく。

【 0 0 6 0 】

このように超音波モータは、所望の速度が出力される周波数で振動子を振動させた状態で、2 電極間に印加する周波数電圧の位相を変化させると、図 8 に示すように駆動速度が変化する。つまり、ブレ補正の演算を行なう補正量演算部 5 6 4 の演算結果に基づいて振動子駆動回路 5 0 4 を介して圧電体 5 0 6 a の 2 つの電極に印加する駆動信号の位相差をリアルタイムに変更することによって、X 枠 5 2 0 および Y 枠 5 3 0 の移動速度の制御を行うことができる。

【 0 0 6 1 】

次に、圧電体 5 0 6 a の 2 つの電極に与える駆動信号の位相差の決定方法について説明する。本実施形態においては、いわゆるフィードバック制御により、駆動制御を行う。まず、図 5 に示す回路において、T μ c o m 5 6 0 は、X 軸ジャイロセンサ 5 0 2 の出力に基づくブレ補正量と、位置検出センサ 5 0 5 によって検出された位置検出値の差分を演算する (以下、この差分演算値を「偏差」と称す)。この偏差に所定の係数 (この係数のことをゲインという) を乗算することにより導き出される値、すなわち、偏差 \times ゲインを、圧電体 5 0 6 a の 2 つの電極に印加する駆動信号の位相差として、T μ c o m 5 6 0 から振動子駆動回路 5 0 4 に出力する。この結果、偏差が大きければ大きいほど、より大きい位相差信号が振動子駆動回路 5 0 4 に出力され、より速く、移動体、すなわち X 枠 5 2 0 および Y 枠 5 3 0 を駆動することになる。

【 0 0 6 2 】

このような、いわゆるフィードバック制御を行うと、下記の問題が発生するおそれがある。すなわち、摺動板 5 2 2 a は剛性の高い材料で構成され、摺動板 5 2 2 a は駆動子 5 0 6 b と圧接し、摺動板 5 2 2 a は摩擦力によって駆動子 5 0 6 b によって移動される。このとき駆動子 5 0 6 b が駆動中に磨耗し、駆動子 5 0 6 b と摺動板 5 2 2 a の間に磨耗粉が蓄積し、摩擦係数が変化してしまう。あるいは、振動面に外部からホコリが侵入し付着

10

20

30

40

50

して摩擦係数が変化してしまう。摩擦係数が変化すると、圧電体 506a の 2 つの電極に同じ値の位相差信号を印加しても、駆動速度が変化してしまい、フィードバック制御による追従性が悪くなり、防振制御の制御特性が低下してしまうという問題が発生するおそれがある。

【0063】

また、超音波モータ 570 は、振動子の共振を利用したモータであるが、周囲の環境温度が変化すると、図 10 に示すように、共振周波数が変化し、これによって図 9 に示すように、位相差が同じでも駆動速度が変化してしまい、防振制御の制御特性が変化してしまうというおそれもある。

【0064】

そこで、本実施形態においては、ステップ S102、S120、S141 および S150 において $T_{\mu com} 560$ へ振動子駆動回路 504 の設定動作を行い、摩擦係数や環境温度の変化に合わせて、超音波モータ 570 の駆動特性の設定を行なうようにしている。この駆動特性の設定の動作について、図 11 に示すフローチャートを用いて説明する。

【0065】

ステップ S102、ステップ S120 およびステップ S150 において、 $B_{\mu com} 50$ から $T_{\mu com} 560$ に設定動作の指令が出力されると、 $T_{\mu com} 560$ は図 11 に示すフローチャートに基づいて動作を開始する。まず、不揮発性メモリ 29 から超音波モータ 270 の駆動のためのパラメータを読み出し、振動子駆動回路 504 の初期値として設定する (S200)。ここで、パラメータとしては、圧電体 506a (Y 軸振動子 507 の圧電体も同様) の 2 電極間に印加する駆動信号の周波数、駆動信号の位相差、ゲイン部 566 でのゲイン、電源電圧・電流等である。なお、パラメータとしては、振動子駆動回路 504 に限らず、ゲイン部 566 や電源回路 53 にも設定され、これらを総称して振動子駆動回路 504 への設定と称する。

【0066】

振動子駆動回路 504 のための初期値の設定が終わると、続いて、移動体を駆動端 (-) まで駆動する (S202)。摺動板 522a のような移動体は、図 12 に示すように、フレーム 510 内において、駆動端 (-) 581 から駆動端 (+) 583 の間で、摺動自在である。ステップ S202 において、移動体を超音波モータ 570 によって駆動端 (-) 581 に向けて駆動し、位置検出センサ 505 によって駆動端 (-) 581 に達したことを検出すると、駆動を停止する。

【0067】

駆動端 (-) まで移動体を駆動すると、次に、移動体の計時用のカウンタを初期化する (S204)。続いて、圧電体 506a の 2 つの電極に印加する駆動信号の位相差を 90 度に設定する (S206)。そして、超音波モータ 270 の駆動を開始する (S208)。超音波モータ 270 の駆動は、前述したように、圧電体 506a の 2 つの電極に駆動信号を印加することにより開始する。

【0068】

この後、位置検出センサ 505 の位置信号を検出し、駆動端 (+) 583 に達したか否かの判定を行なう (S210)。判定の結果、駆動端 (+) 583 に達していない場合には、計時用のカウンタに 1 を加算し (S212)、所定時間 $T [ms]$ が経過するのを待つ (S214)。所定時間 T が経過すると、ステップ S210 に戻り、前述のステップを繰り返す。

【0069】

ステップ S210 における判定の結果、駆動端 (+) 583 に達すると、ステップ S210 に進む。このとき、移動体は駆動端 (-) 581 から駆動端 (+) 583 に移動し、カウンタは、この移動にかかった時間に相当するカウント値となっている。ステップ S216 において、圧電体 506a の 2 つの電極に印加する駆動信号の位相差を - 90 度に設定する。位相差を - 90 度に設定することによって、移動体は、今までと逆の方向、すなわち、駆動端 (+) 583 から駆動端 (-) 581 に向けて移動を開始する。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 0 】

続いて、位置検出センサ 5 0 5 の位置信号を検出し、駆動端 (-) 5 8 1 に達したか否かの判定を行なう (S 2 1 8)。判定の結果、駆動端 (-) 5 8 1 に達していない場合には、計時用のカウンタに 1 を加算し (S 2 1 0)、所定時間 $T [ms]$ が経過するのを待つ (S 2 2 2)。所定時間 T が経過すると、ステップ S 2 1 8 に戻り、前述のステップを繰り返す。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 2 1 8 における判定の結果、駆動端 (-) 5 8 1 に達すると、ステップ S 2 2 4 に進む。このとき、移動体は駆動端 (+) 5 8 3 から駆動端 (-) 5 8 1 に移動し、カウンタは、この駆動端 (-) 5 8 1 と駆動端 (+) 5 8 3 の間を往復移動するにかかった時間 10 に相当するカウント値となっている。ステップ S 2 2 4 においては、 $T_{\mu com} 560$ から振動子駆動回路 5 0 4 に印加する駆動信号を停止し、超音波モータ 2 7 0 による移動体の駆動を停止する (S 2 2 4)。

【 0 0 7 2 】

超音波モータ 2 7 0 の駆動が停止すると、続いて、駆動速度の計算を行なう (S 2 2 6)。駆動速度は、駆動端 (-) 5 8 1 と駆動端 (+) 5 8 3 の間の往復距離を、カウンタ値に基づく時間で除算することにより求められる。次に、求めた駆動速度が許容範囲以内か否かの判定を行なう (S 2 2 8)。判定の結果、許容範囲以外であった場合には、超音波モータ 2 7 0 の環境温度の変化によって駆動特性が変化したり、また駆動子 5 0 6 b と摺動板 5 2 2 a の間に磨耗粉が蓄積し、摩擦係数が変化し、駆動特性が変化している可能性 20 がある。

【 0 0 7 3 】

そこで、振動子駆動回路 5 0 4 の制御パラメータの変更を行ない、防振制御の制御特性の低下を防止する。制御パラメータとしては、前述したように、圧電体 5 0 6 a (Y 軸振動子 5 0 7 の圧電体も同様) の 2 電極間に印加する駆動信号の周波数、位相差、電源電圧、ゲイン等の少なくとも 1 つである。なお、このステップ内においては、駆動速度が許容範囲内に収まるまで、パラメータの変更を行なう。

【 0 0 7 4 】

まず、パラメータとしてゲインの変更がある。前述したフィードバック制御にあたってゲイン部 5 6 6 におけるゲインを変更する。振動子にあたる駆動信号は、偏差 \times ゲインで算出されるため、ステップ S 2 2 8 において、駆動速度下限値よりも遅くなった場合には、ゲインの値を大きくすることによって、駆動信号の値も大きくすることができ、遅くなった駆動速度を補正し、追従性能の低下を防止することができる。また、逆に、駆動速度の上限値よりも速くなった場合には、ゲインの値を小さくすることによって、駆動速度を補正し、追従性能の低下を防止することができる。

【 0 0 7 5 】

また、パラメータの変更として振動子の発振周波数 (駆動周波数) の変更がある。図 7 に示したように、駆動速度は発振周波数を共振周波数に近づけるほど速くなっていく。よって、ステップ S 2 2 8 において求められた駆動速度が、駆動速度下限値よりも遅い場合には、発振周波数を振動子の共振周波数に近づけることにより、追従性能の低下を防止することができる。逆に、駆動速度が駆動速度上限値よりも速い場合には、発振周波数を振動子の共振周波数から遠ざけることにより、追従性能の低下を防止することができる。

【 0 0 7 6 】

さらに、パラメータの変更として電源回路 5 3 の特性変更がある。振動子に駆動エネルギー供給を行なう電源回路 5 3 内に電源電圧の値を変更する公知の電圧制御回路や、供給電流を変更する電流制御回路を有している場合には、ステップ S 2 2 8 において求められた駆動速度が、駆動速度下限値よりも遅くなった場合には、供給電圧もしくは供給電流を上げるにより、駆動速度を速くし、追従性能の低下を防止することができる。逆に、駆動速度が駆動速度上限値よりも速い場合には、供給電圧若しくは供給電流を下げるにより、追従性能の低下を防止することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 7 】

以上のような種々の制御方法の変更があるが、これらを単独もしくは複数組み合わせる制御するようにしても良い。ステップ S 2 3 0 において、駆動制御方法の変更が終ると、または、ステップ S 2 2 8 において、駆動速度が許容範囲内であった場合には、図 6 のフローの元のステップに戻る。

【 0 0 7 8 】

このように、図 1 1 に示す、駆動回路の設定フローにおいては、超音波モータ 2 7 0 の移動体、例えば摺動板 5 2 2 a、X 枠 5 2 0 等の駆動速度を検出し、この速度が許容範囲内でない場合には、ゲイン、駆動信号の発信周波数、位相差、または電源電圧・電流等の駆動制御方法を変更している。このため、環境温度が変化した場合や摩擦係数が変化する等により、超音波モータ 2 7 0 の駆動特性が変化した場合であっても、適切な駆動特性をえることができ、ブレ補正を確実にこなうことができる。

10

【 0 0 7 9 】

なお、本実施形態においては、駆動回路の設定フローはステップ S 1 0 2、ステップ S 1 4 1、S 1 5 0 および S 1 2 0 において行なっているが、これらのステップの内の 1 つ若しくは 2 つでもよく、また、これ以外のタイミング、例えば、防振動作の開始直前等のタイミングで行なうようにしても良い。

【 0 0 8 0 】

また、駆動速度を求めるにあたって、駆動端 (-) 5 8 1 と駆動端 (+) 5 8 3 の間で往復駆動したが、片道駆動でもよい。ただ、往復駆動で行なうと、重力方向による駆動速度の相違を除去することができ、精度を向上させることが可能となる。

20

【 0 0 8 1 】

次に、本発明の第 2 実施形態について、図 1 3 乃至図 1 5 を用いて説明する。本発明の第 1 実施形態においては、移動体の駆動速度を検出し、追従性能の低下を検出していたが、第 2 実施形態においては、移動体を正弦波で駆動し、この時の移動体の追従誤差を検出することにより、追従性能の低下を検出するようにしている。この第 2 実施形態の構成は、図 1 1 に示した駆動回路の設定動作の指示のフローを図 1 3 に示すフローに変更する以外は、第 1 実施形態と同様であるので、相違点を中心に説明する。

【 0 0 8 2 】

第 1 実施形態の場合と同様に、図 6 のステップ S 1 0 2、ステップ S 1 2 0、ステップ S 1 4 1 およびステップ S 1 5 0 において、B μ c o m 5 0 から T μ c o m 5 6 0 に設定動作の指令が出力されると、T μ c o m 5 6 0 は図 1 3 に示すフローチャートに基づいて動作を開始する。まず、ステップ S 2 0 0 と同様に、不揮発性メモリ 2 9 から超音波モータ 2 7 0 の駆動のための駆動周波数等のパラメータを読み出し、振動子駆動回路 5 0 4 の初期値として設定する (S 3 0 0) 。

30

【 0 0 8 3 】

続いて、摺動板 5 2 2 a 等の移動体を駆動中に移動させ (S 3 0 2)、超音波モータ 2 7 0 に正弦波駆動を行なう (S 3 0 4)。すなわち、振動子駆動回路 5 0 4 から圧電体 5 0 6 a に設けられた 2 つの電極に駆動信号を印加し、図 1 4 の実線に示すように、移動体が正弦波に沿った位置を目標として駆動する。

40

【 0 0 8 4 】

移動体は、フィードバック制御においては、図 1 4 の破線に示すように、原理的に目標駆動位置に対して遅れて追従する、いわゆる応答遅れが生ずる。このときの応答遅れによる追従誤差は、図 9 に示す駆動速度特性とフィードバック制御のゲインによって変動する。つまり、フィードバック制御のゲインが一定であれば、追従誤差 (応答遅れ) を測定することによって、駆動速度特性の変化を検出することができる。

【 0 0 8 5 】

ステップ S 3 0 6 においては、位置検出センサ 5 0 5 の信号出力を基にして、正弦波駆動中における、所定時間間隔で追従誤差を求め、この追従誤差が最大値か否か判定し、最大値であった場合にはこれを記憶する。続いて、予め決められた正弦波駆動が終了か否かを

50

判定し (S 3 0 8)、判定の結果、終了でなければ、所定時間 T [m s] が経過するのを待つ (S 3 1 0)。

【 0 0 8 6 】

ステップ S 3 1 0 において、所定時間 T が経過すると、ステップ S 3 0 6 に戻り、前述のステップを繰り返す。ステップ S 3 0 6 からステップ S 3 1 0 を繰り返す間に、図 1 5 に示すように、所定時間間隔で追従誤差を検出し (図 1 5 では、追従誤差を連続的に示してある)、このときの追従誤差の最大値が追従誤差最大値として記憶される。ステップ S 3 0 8 において、予め決められた正弦波所定周期の駆動が終了すると判定されると、ステップ S 3 1 2 に進み、記憶された追従誤差最大値が許容範囲内か否かの判定を行なう。

【 0 0 8 7 】

判定の結果、追従誤差最大値が許容範囲を越えている場合には、ステップ S 3 1 4 に進み、駆動制御方式の変更を行なう。この変更は、図 1 1 におけるステップ S 2 3 0 と同様に、ゲイン部 5 6 6 でのゲインの変更、振動子駆動回路 5 0 4 による振動子の発振周波数の変更、もしくは電源回路 5 3 における供給電圧や供給電流の変更等の電源回路の特性変更等によって行なう。なお、この変更にあたっては、ステップ S 2 3 0 において、「駆動速度が遅い」は、「追従誤差が大きい」と読み替え、「駆動速度が速い」は「追従誤差が小さい」と読み替えることにより、同様の制御を行うことができる。

【 0 0 8 8 】

ステップ S 3 1 4 の駆動制御方式の変更を終えるか、もしくはステップ S 3 1 2 において追従誤差最大値が許容範囲内に収まっている場合には、図 6 のフローの元のステップに戻る。

【 0 0 8 9 】

このように、第 2 実施形態においては、追従誤差の最大値を求め、この最大値が許容範囲内に入っていない場合には、第 1 実施形態と同様に、駆動制御方法を変更している。このため、環境温度が変化した場合や摩擦係数が変化する等により、超音波モータ 2 7 0 の駆動特性が変化した場合であっても、適切な駆動特性を得ることができ、ブレ補正を確実に
行なうことができる。

【 0 0 9 0 】

なお、本実施形態においては、追従誤差の最大値をモニタしていたが、これに限らず、例えば、追従誤差の平均値を求め、この平均値が許容範囲に収まっているか否かを判定する
ようにしても良い。

【 0 0 9 1 】

次に、本発明の第 3 実施形態について、図 1 6 を用いて説明する。第 1 実施形態においては、T μ c o m 5 6 0 における振動子駆動回路 5 0 4 の駆動設定にあたって、まず、超音波モータ 5 7 0 の駆動を行い、その際に駆動速度を測定し (S 2 2 6)、この測定された駆動速度に基づいて駆動制御方法の変更を行なっている。しかし、北極や南極のような極限環境においては、超音波モータ 5 7 0 の駆動速度が大幅に低下し、通常
の環境と同じ駆動制御方法では非常に速度が遅くなり、図 1 2 に示すような往復駆動するとなると駆動速度の測定に時間がかかってしまうという問題がある。そこで、本実施形態においては、通常環境でのブレ補正に用いる駆動速度よりも、さらに高速駆動のできる駆動方法に変更して
行なう。

【 0 0 9 2 】

この高速駆動方法としては、次の 2 のいずれかを利用する。

(1) 振動子の発振周波数を変更する。前述したように、駆動速度は発振周波数を振動子の共振周波数に近づけるほど速くなる。したがって、発振周波数を振動子の共振周波数に近づけることによって、駆動速度を高速とすることができる。

(2) 電源回路の特性を変更する。振動子に駆動エネルギー供給を行なう電源回路が、電源電圧の値を変更する公知の電圧制御回路や、供給電流を変更する電流制御回路を有している場合には、供給電圧若しくは供給電流を大きくすることによって、駆動速度を速く
することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 3 】

図 1 6 に示すフローにおいては、これらの高速駆動でもって第 1 実施形態と同様にして駆動速度の判定と、駆動制御方式の変更を行なう。このフローに入ると、まず、駆動制御方法の変更を行なう (S 4 0 0)。制御方法としては、前述したような、ブレ補正で用いる駆動速度よりも高速となる駆動速度となる制御方法とする。なお、第 1 実施形態においては、パラメータの読み出しを行い設定していたが (S 2 0 0)、第 3 実施形態においては、極限環境であることから不揮発性メモリ 2 9 に記憶しているパラメータでは十分な性能を確保できないことから、このステップは省いてある。

【 0 0 9 4 】

ステップ S 4 0 2 からステップ S 4 0 6 において、移動体を駆動端 (-) 5 8 1 まで駆動し、計時用のカウンタをリセットし、位相差を 9 0 度に設定してから超音波モータ 5 7 0 の駆動を開始する。これらのステップは第 1 実施形態の図 1 1 における S 2 0 2 から S 2 0 8 と同様であるので、詳細な説明は省略する。

10

【 0 0 9 5 】

次に、ステップ S 4 1 0 において、所定回数往復駆動を行なうためのループ設定を行なう。ループ設定により設定した回数、往復駆動する中で、駆動速度測定と駆動制御方法の変更を行なっている。このときの駆動制御方法の変更における変更単位は微小量とし、小刻みに変更を行なうようにしている。このため精度良く所望の駆動特性を出力するパラメータを設定することができる。

【 0 0 9 6 】

ステップ S 4 1 0 におけるループ設定を行なうと、次に、ステップ S 4 1 2 からステップ S 4 2 4 において、移動体を一往復させて、その間の駆動時間と駆動距離から駆動速度を求め、この駆動速度が許容範囲外である場合には、駆動方法の変更を行なう。この変更単位は、前述したように微小量とする。これらのステップは第 1 実施形態の図 1 1 における S 2 1 0 から S 2 3 0 と同様であるので、詳細な説明は省略する。

20

【 0 0 9 7 】

ステップ S 4 2 2 において判定の結果駆動速度が許容範囲内であった場合、もしくはステップ S 4 2 4 の駆動制御方法の変更が終わると、次に、計時用のカウンタをリセットする (S 4 2 6)。続いて、所定回数、往復駆動を行なったか否かを判定し、所定回数に達していない場合には、ステップ S 4 1 2 に戻り、上述のステップを繰り返し、所定回数に達している場合には、図 6 のフローの元のステップに戻る。

30

【 0 0 9 8 】

以上、説明したように本発明の実施形態においては、振動波モータによる駆動動作を実行するタイミング以外の所定のタイミング、例えば、動作起動時 (S 1 0 2)、電源オフ時 (S 1 4 1)、環境温度の変化時 (S 1 5 0)、もしくは像ブレ補正動作の終了時 (S 1 2 0) において、パラメータ (例えば、駆動周波数、駆動電圧、駆動電流、フィードバックゲイン、駆動周波数の位相差等の少なくとも一つ) に基づき振動子駆動回路 5 0 4 を設定して超音波モータ (振動波モータ) 5 7 0 を駆動し、このときの駆動特性、例えば、駆動速度や応答遅れを検出し、この検出結果に応じて振動子駆動回路 5 0 4 に設定されたパラメータの変更動作を行うようにしている。

40

【 0 0 9 9 】

このため、本発明の実施形態においては、振動波モータの摩擦界面の変化による特性変化や、温度等の環境変化による振動波モータの特性が変化しても駆動特性の低下を生じないという効果を奏する。

【 0 1 0 0 】

また、本発明の実施形態においては、ブレ検出手段として X 軸ジャイロ 5 0 2 および Y 軸ジャイロ 5 0 3 を備え、また撮像素子としての CCD 3 1 の撮像面に沿って変位可能に保持する X 枠 5 2 0 および Y 枠 5 3 0 等の保持機構を備え、撮像素子の撮像動作中にブレ検出手段の出力に応じて振動波モータ 5 7 0 を駆動する振動子駆動回路 5 0 4 を制御するようにしたので、手振れ等の像ブレを除去することができる。

50

【 0 1 0 1 】

さらに本発明の実施形態においては、測定された駆動特性に応じて、振動波モータ 570 に印加される駆動周波数、この駆動周波数の位相差、駆動電圧、駆動電流、またフィードバック制御の際のフィードバックゲインの少なくとも一つの設定変更を行なっている。このため、簡単な構成で、効率よく高精度の制御を行うことができる。

【 0 1 0 2 】

なお、本発明の実施形態の説明において、振動波モータは手振れ等のブレ補正装置の駆動源として設けられていたが、振動波モータの用途はこれに限らず、例えば、撮影レンズの合焦駆動源等に用いても良い。

【 0 1 0 3 】

本発明の実施形態の説明にあたっては、デジタル一眼レフカメラに本発明を適用した例について行なったが、これに限らず、コンパクトタイプのデジタルカメラでも良く、またスチルカメラに限らず動画用のビデオカメラにも本発明を採用することができる。さらに携帯電話や PDA 等に組み込まれるような撮像装置にも本発明を適用できることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 0 4 】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係わるデジタル一眼レフカメラのシステム構成を示す回路ブロック図である。

【図 2】本発明の第 1 実施形態に係わるデジタル一眼レフカメラの防振ユニットの断面図である。

【図 3】本発明の第 1 実施形態における X 軸方向の防振ユニットを示す図であり、(A) は防振ユニットの平面図、(B) は防振ユニットの側面から見た断面図、(C) は A A 断面図、(D) は B B 断面図である。

【図 4】本発明の第 1 実施形態における Y 軸方向の防振ユニットを示す図であり、(A) は防振ユニットの側面から見た断面図、(B) は防振ユニットの平面図、(C) は A A 断面図である。

【図 5】本発明の第 1 実施形態における防振制御回路とその周辺回路の回路ブロック図である。

【図 6】本発明の第 1 実施形態に係わるデジタル一眼レフカメラの、主としてブレ補正動作を示すフローチャートである。

【図 7】本発明の第 1 実施形態における振動波モータの駆動周波数と駆動速度の関係を示す図である。

【図 8】本発明の第 1 実施形態における振動波モータの駆動信号の位相差と駆動速度の関係を示す図である。

【図 9】本発明の第 1 実施形態における振動波モータの駆動周波数と駆動速度の関係を示す図である。

【図 10】本発明の第 1 実施形態における振動波モータの共振周波数が変化する場合の、駆動周波数と駆動速度の関係を示す図である。

【図 11】本発明の第 1 実施形態における駆動回路の設定動作を示すフローチャートである。

【図 12】本発明の第 1 実施形態における移動体の移動範囲を示す図である。

【図 13】本発明の第 2 実施形態における駆動回路の設定動作を示すフローチャートである。

【図 14】本発明の第 2 実施形態における振動波モータの移動体の目標駆動位置と応答遅れによる実際の位置の関係を示す図である。

【図 15】本発明の第 2 実施形態における振動波モータの応答遅れを示す図である。

【図 16】本発明の第 3 実施形態における駆動回路の設定動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

10

20

30

40

50

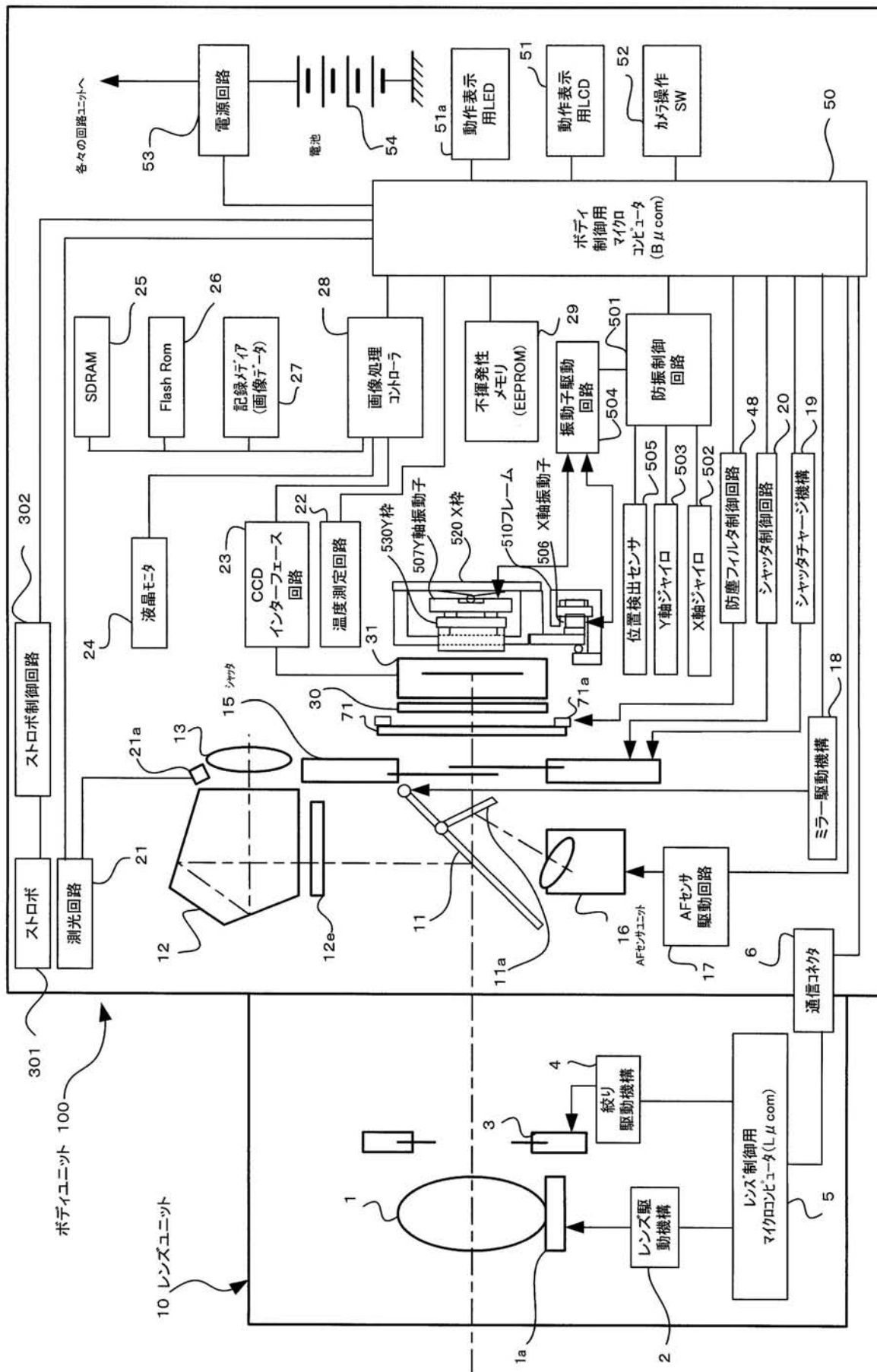
【 0 1 0 5 】

1・・・撮影レンズ、1 a・・・レンズ枠、2・・・レンズ駆動機構、3・・・絞り、4
 ・・・レンズ駆動機構、5・・・レンズ制御用マイクロコンピュータ(L μ c o m)、6
 ・・・通信コネクタ、1 0・・・レンズユニット、1 1・・・クイックリターンミラー、
 1 1 a・・・サブミラー、1 2・・・ペンタプリズム、1 2 e・・・スクリーン、1 3・
 ・・接眼レンズ、1 5・・・シャッタ、1 6・・・A Fセンサユニット、1 7・・・A F
 センサ駆動回路、1 8・・・ミラー駆動回路、1 9・・・シャッタチャージ機構、2 0・
 ・・シャッタ制御回路、2 1・・・測光回路、2 1 a・・・測光センサ、2 2・・・温度
 測定回路、2 3・・・C C Dインターフェース回路、2 4・・・液晶モニタ、2 5・・・
 S D R A M、2 6・・・フラッシュR O M、2 7・・・記録メディア、2 8・・・画像処
 理コントローラ、2 9・・・不揮発性メモリ、3 0・・・光学ローパスフィルタ(L P F
)、3 1・・・C C D、5 0・・・ボディ制御用マイクロコンピュータ(B μ c o m)、
 5 1・・・動作表示用L C D、5 1 a・・・動作表示用L E D、5 2・・・カメラ操作S
 W、5 3・・・電源回路、5 4・・・電池、7 1・・・防塵フィルタ、7 1 a・・・圧電
 素子、1 0 0・・・ボディユニット、3 0 1・・・内蔵ストロボ、3 0 2・・・ストロボ
 制御回路、5 0 1・・・防振制御回路、5 0 2・・・X軸ジャイロ、5 0 3・・・Y軸ジ
 ャイロ、5 0 4・・・振動子駆動回路、5 0 5・・・位置検出センサ、5 0 6・・・X軸
 振動子、5 0 6 a・・・圧電体、5 0 6 b・・・駆動子、5 0 6 c・・・ホルダ、5 0 7
 ・・・・Y軸振動子、5 1 0・・・フレーム、5 1 2・・・軸受け、5 1 2 a・・・ビス、
 5 1 2 b・・・ビス、5 1 3・・・ボール、5 1 4・・・ボール、5 1 5・・・バネ、5
 2 0・・・X枠、5 2 2・・・軸受け、5 2 2 a・・・摺動板、5 2 3・・・軸受け、5
 2 4・・・ボール、5 2 5・・・バネ、5 3 0・・・Y枠、5 3 2・・・軸受け、5 3 2
 a・・・摺動板、5 4 1・・・押圧板、5 4 2・・・押圧バネ、5 4 3・・・スペーサ、
 5 4 4・・・シート、5 4 5・・・ビス、5 4 6・・・スペーサ、5 4 7・・・シート、
 5 4 8・・・ビス、5 6 0・・・T μ c o m、5 6 1・・・増幅回路、5 6 4・・・補正
 量演算部、5 6 5・・・減算部、5 6 6・・・ゲイン部、5 6 8・・・増幅回路、5 7 0
 ・・・・超音波モータ、5 8 1・・・駆動端(-)、5 8 3・・・駆動端(+)、6 0 0・
 ・・X軸駆動機構部、7 0 0・・・Y軸駆動機構部

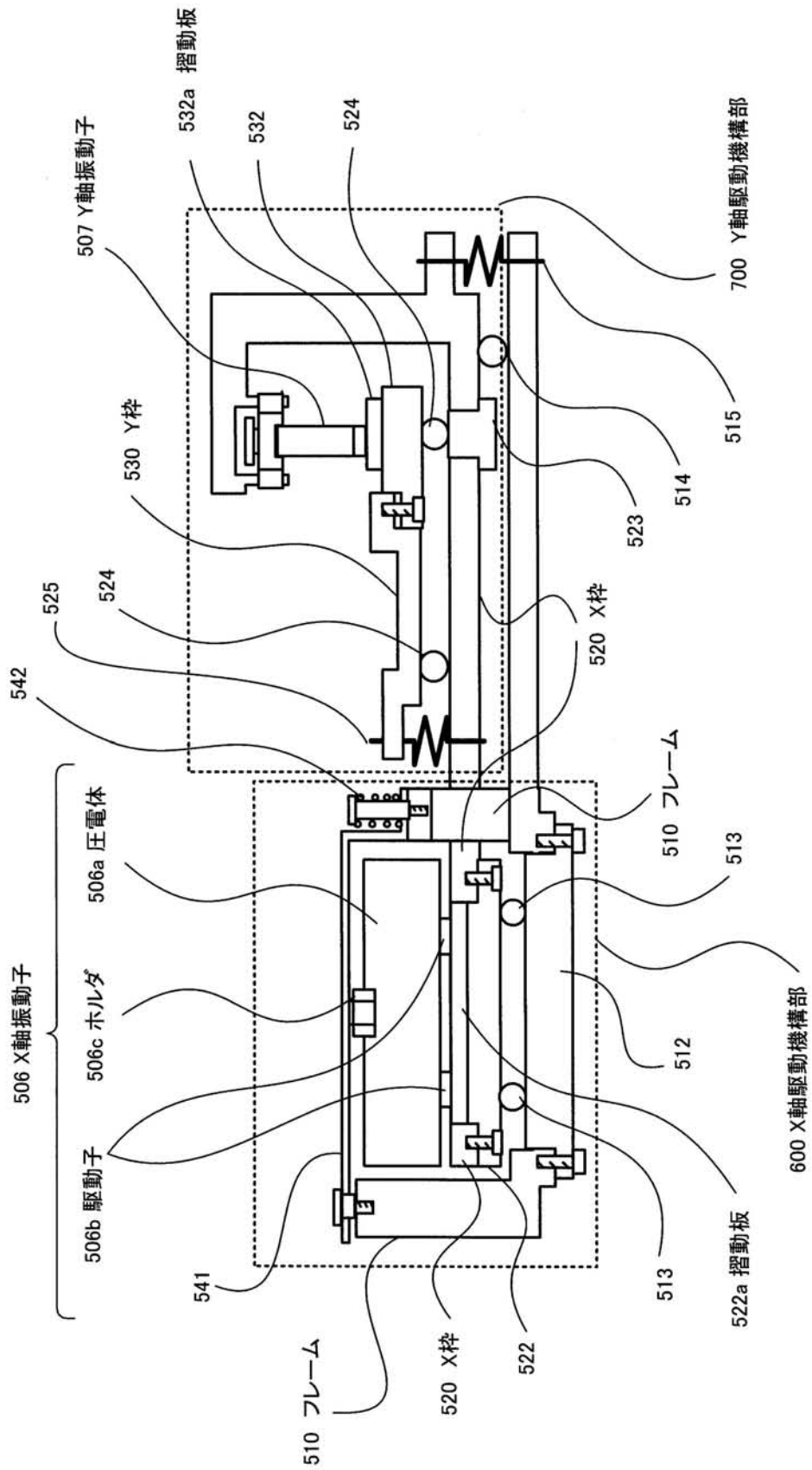
10

20

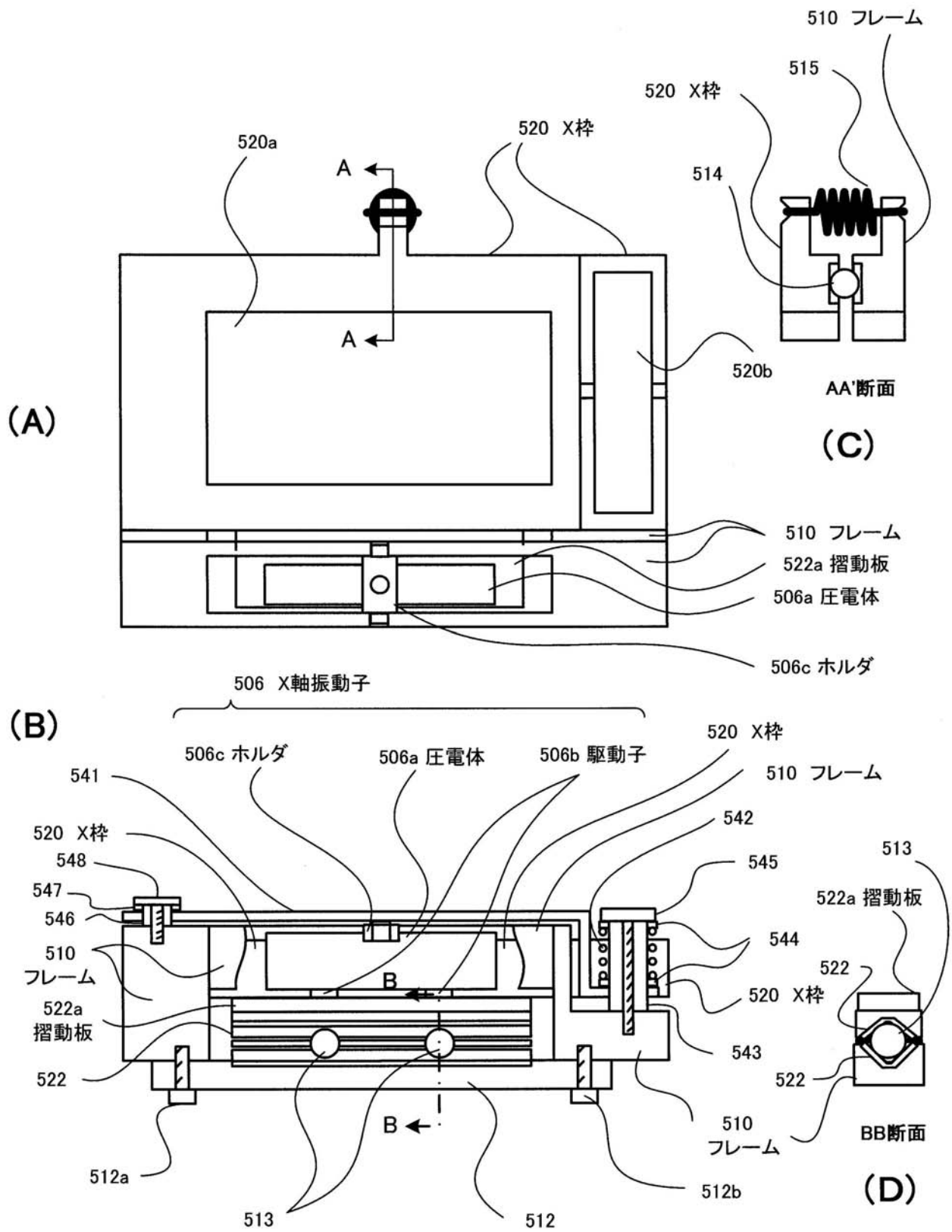
【図 1】



【図 2】

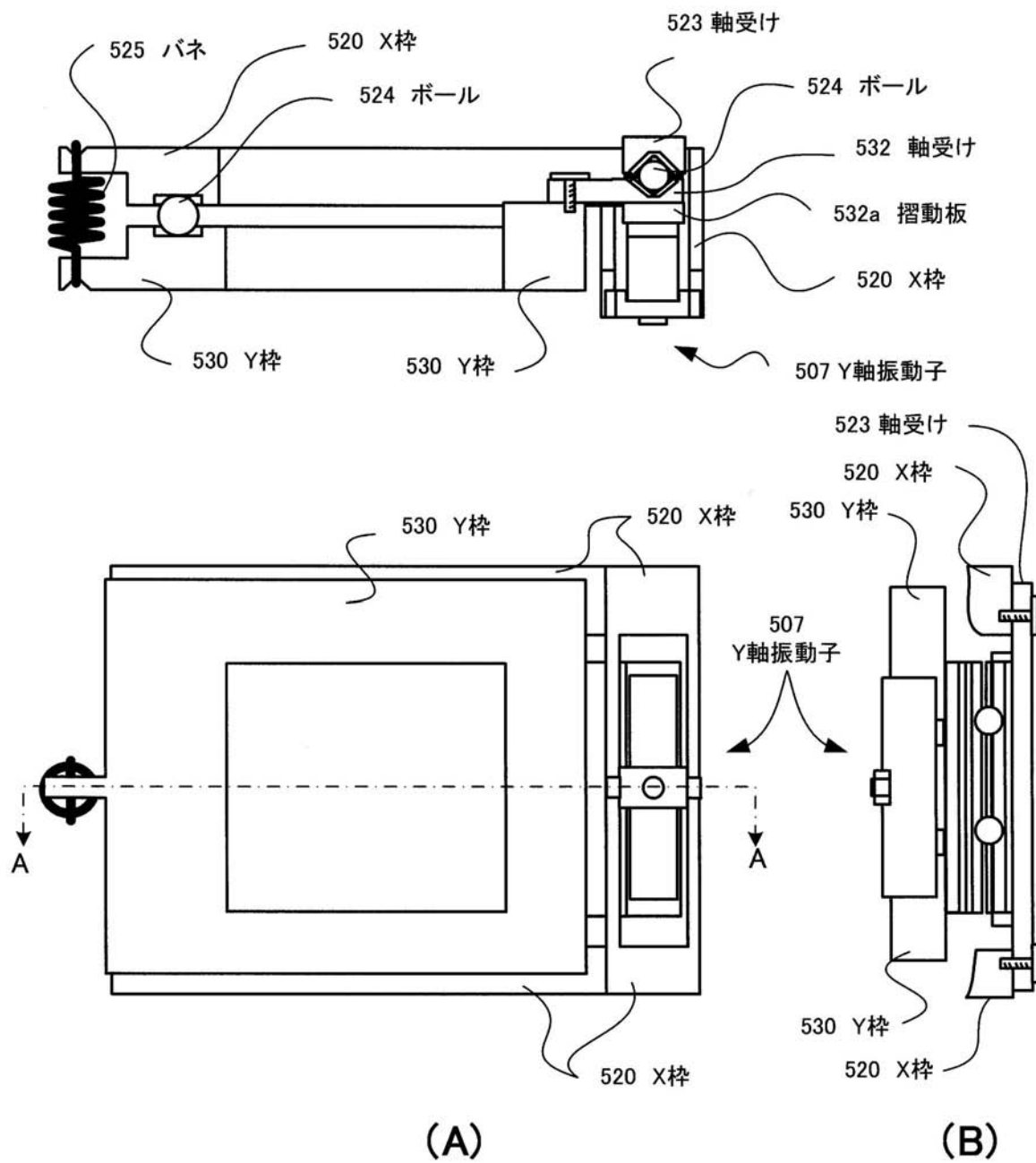


【図 3】

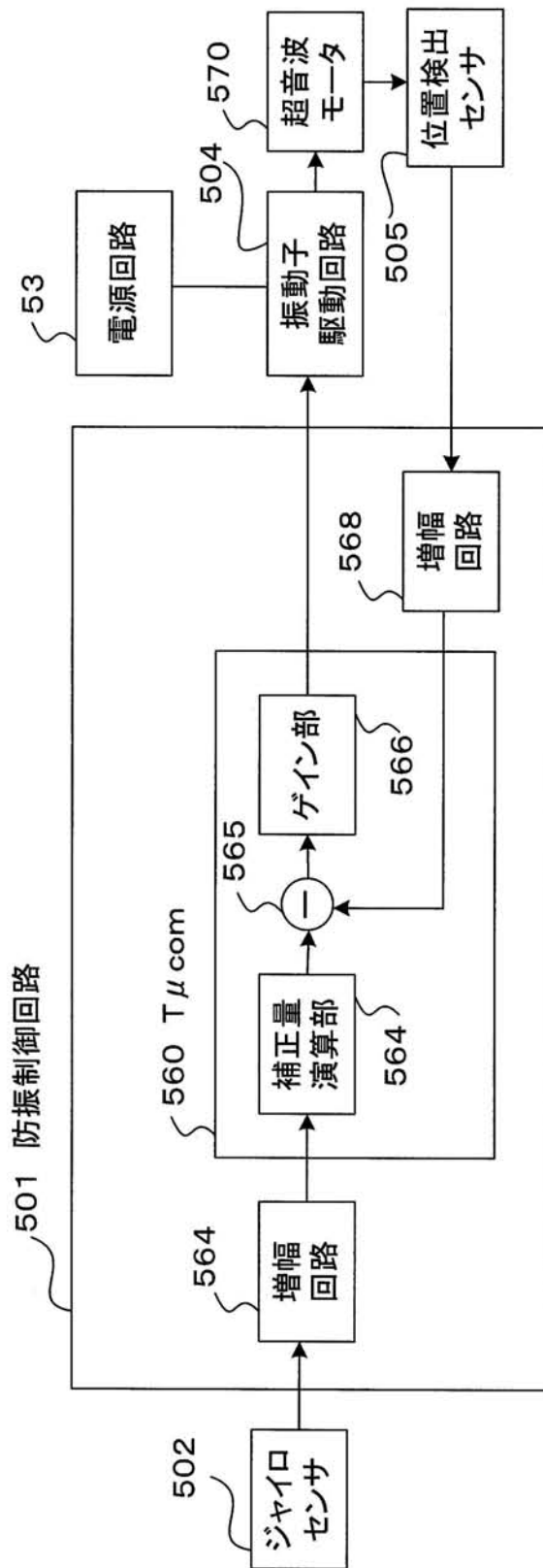


【図 4】

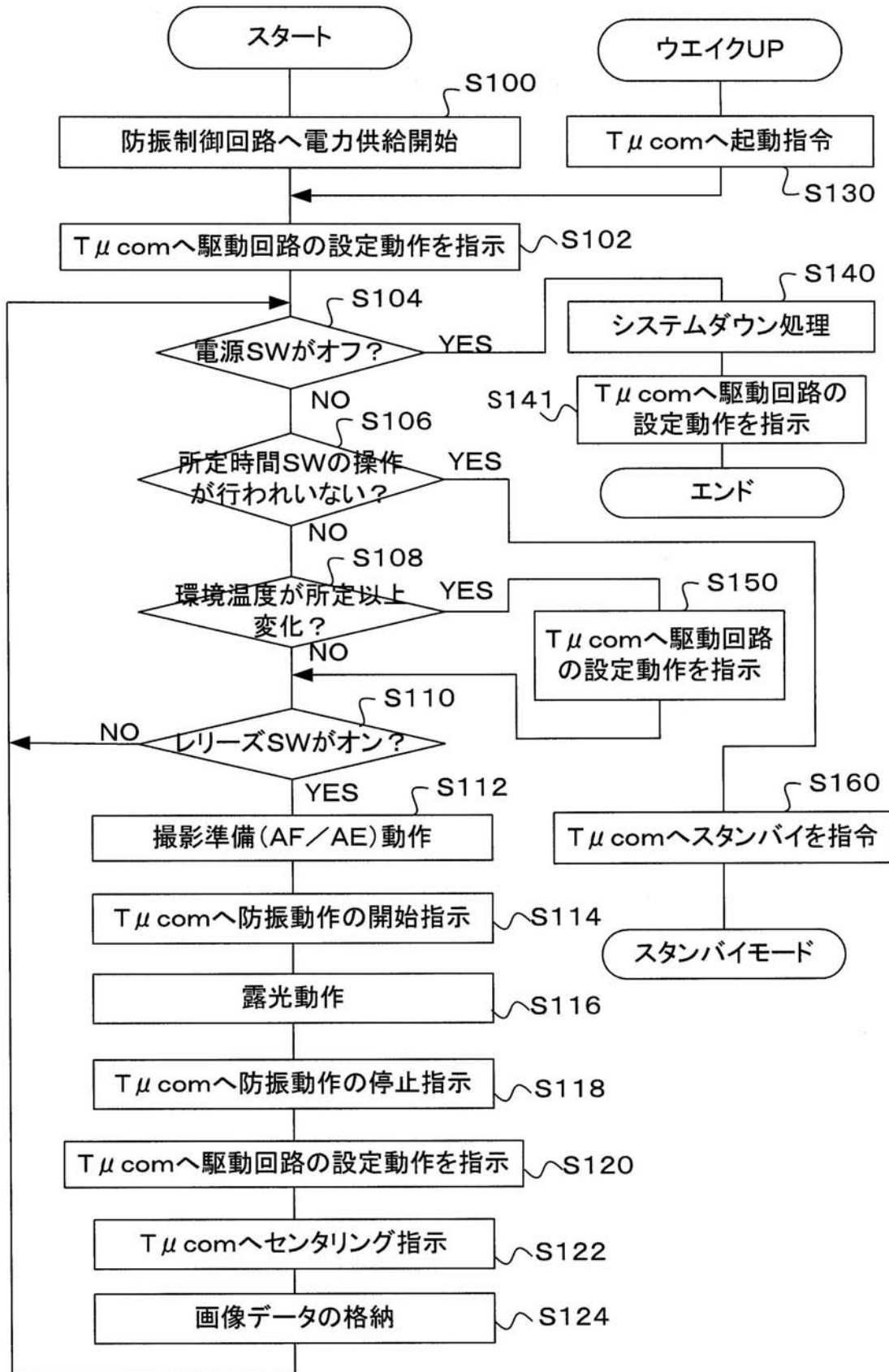
(C) AA断面



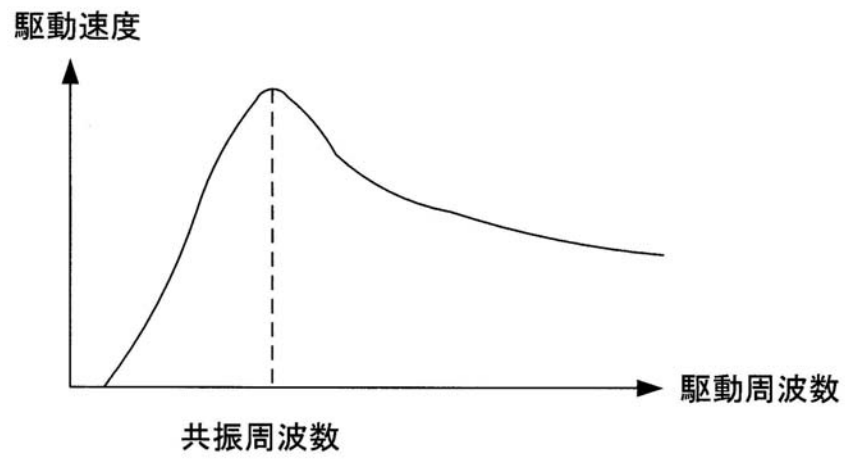
【図 5】



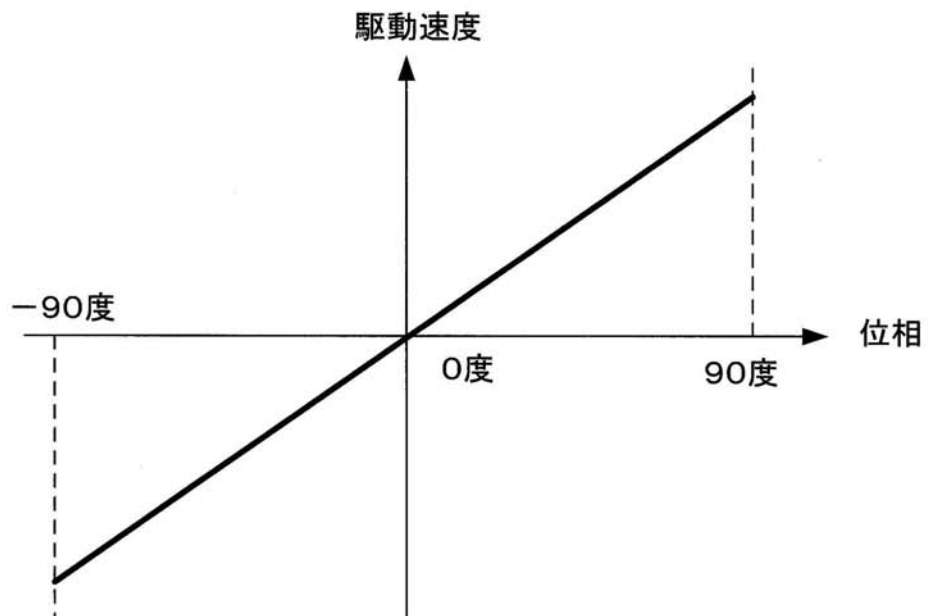
【図 6】



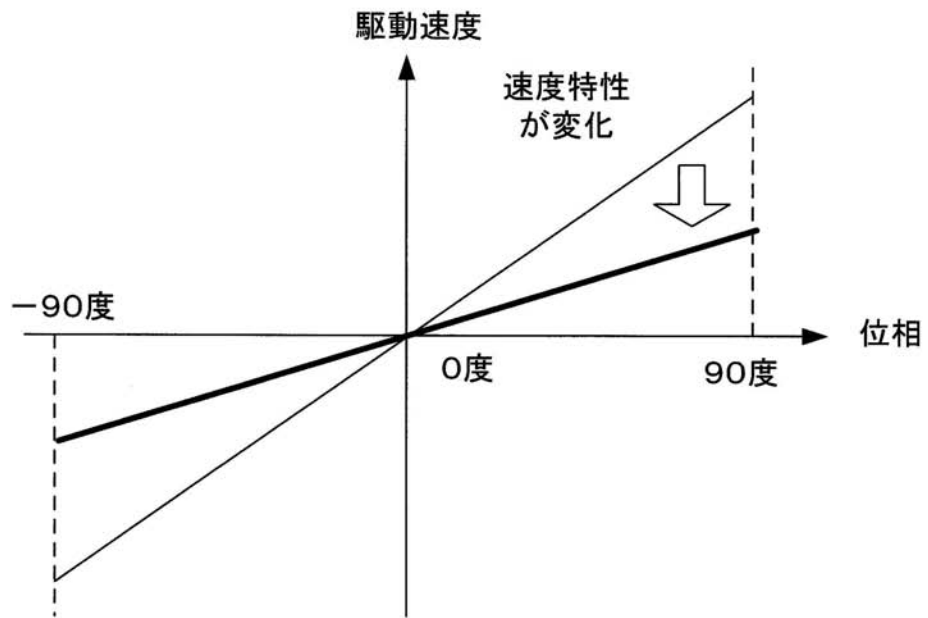
【 図 7 】



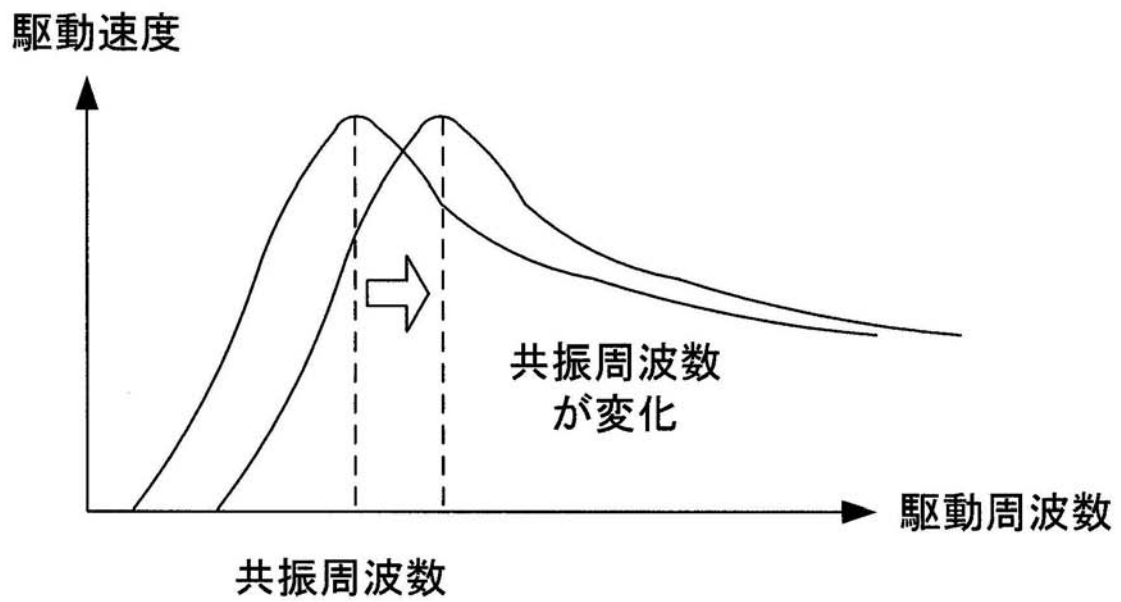
【 図 8 】



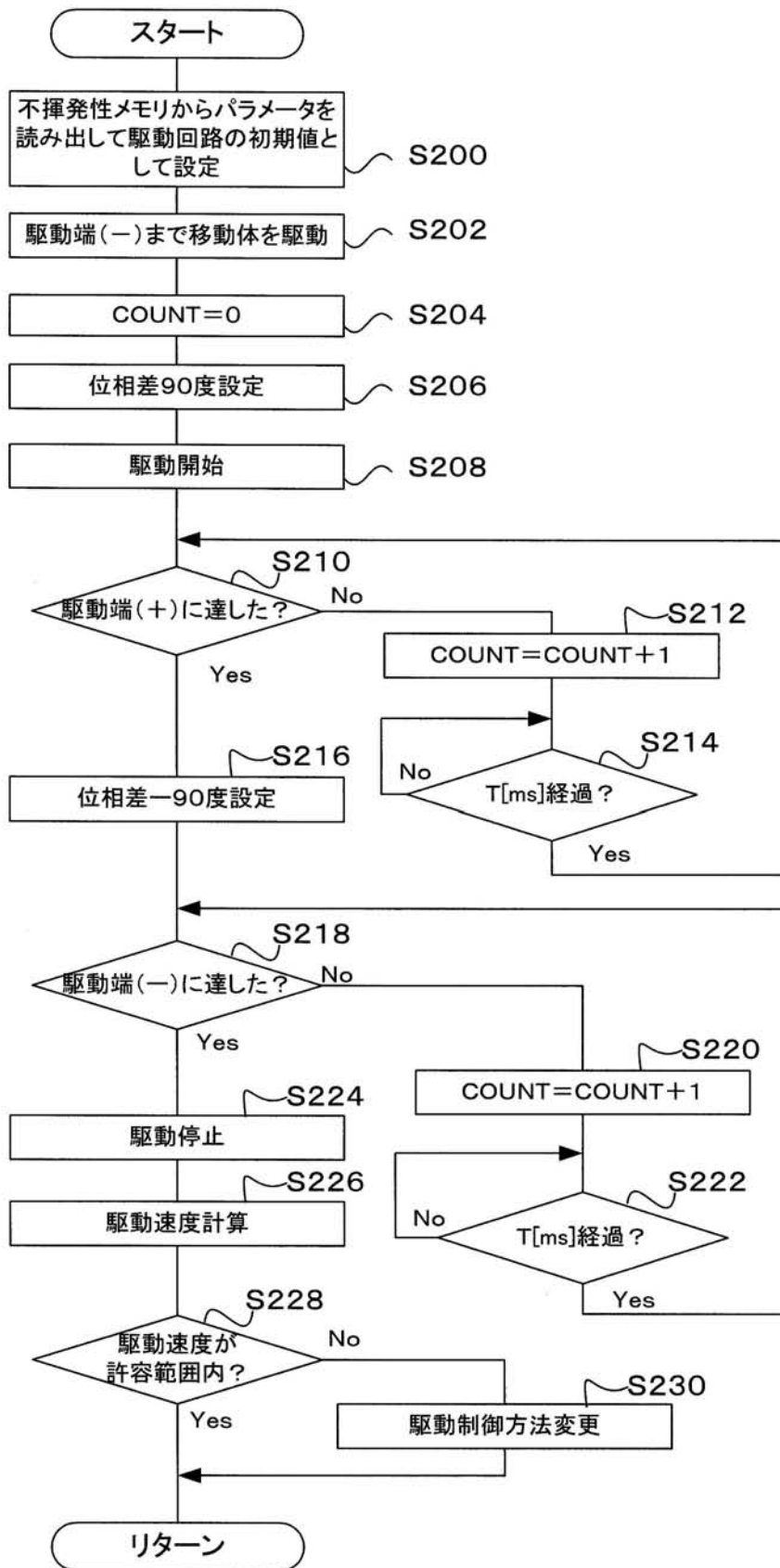
【図 9】



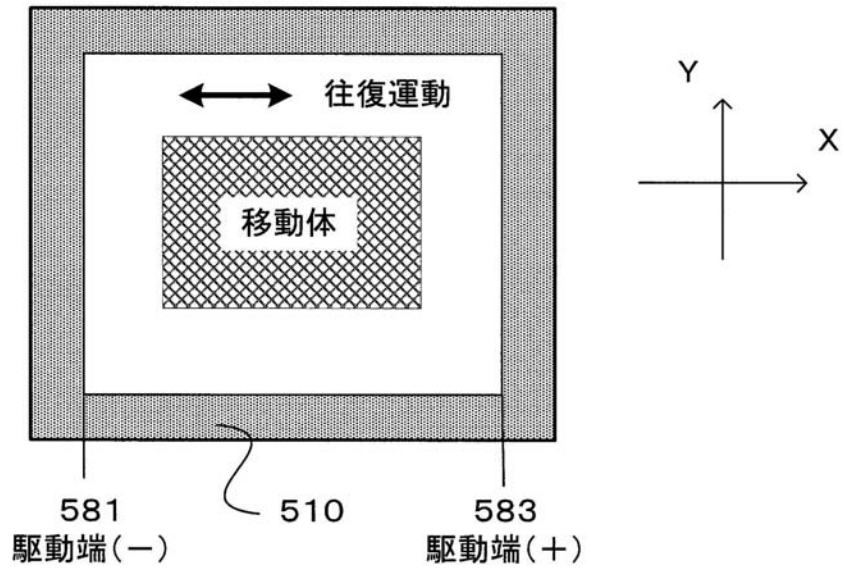
【図 10】



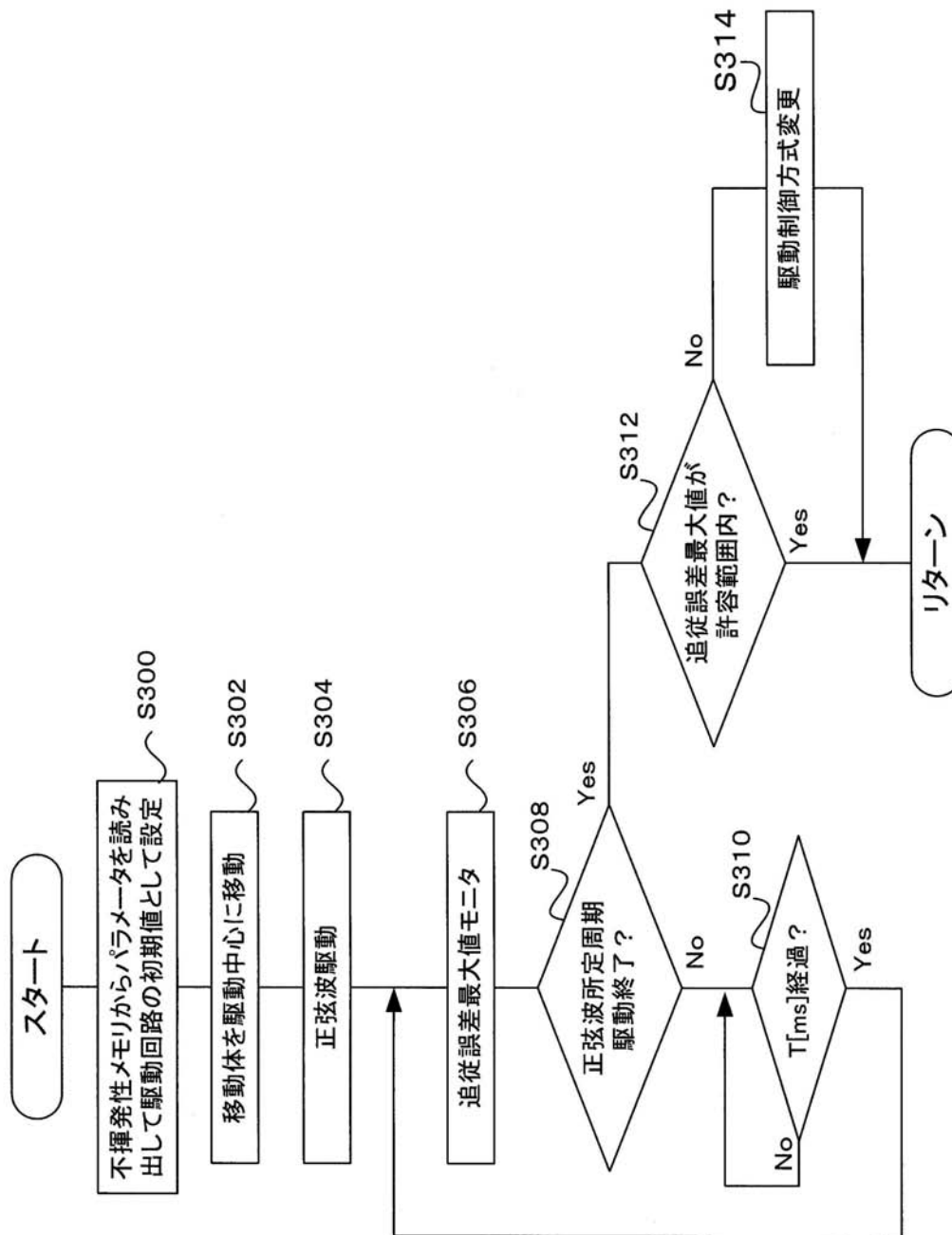
【図 1 1】



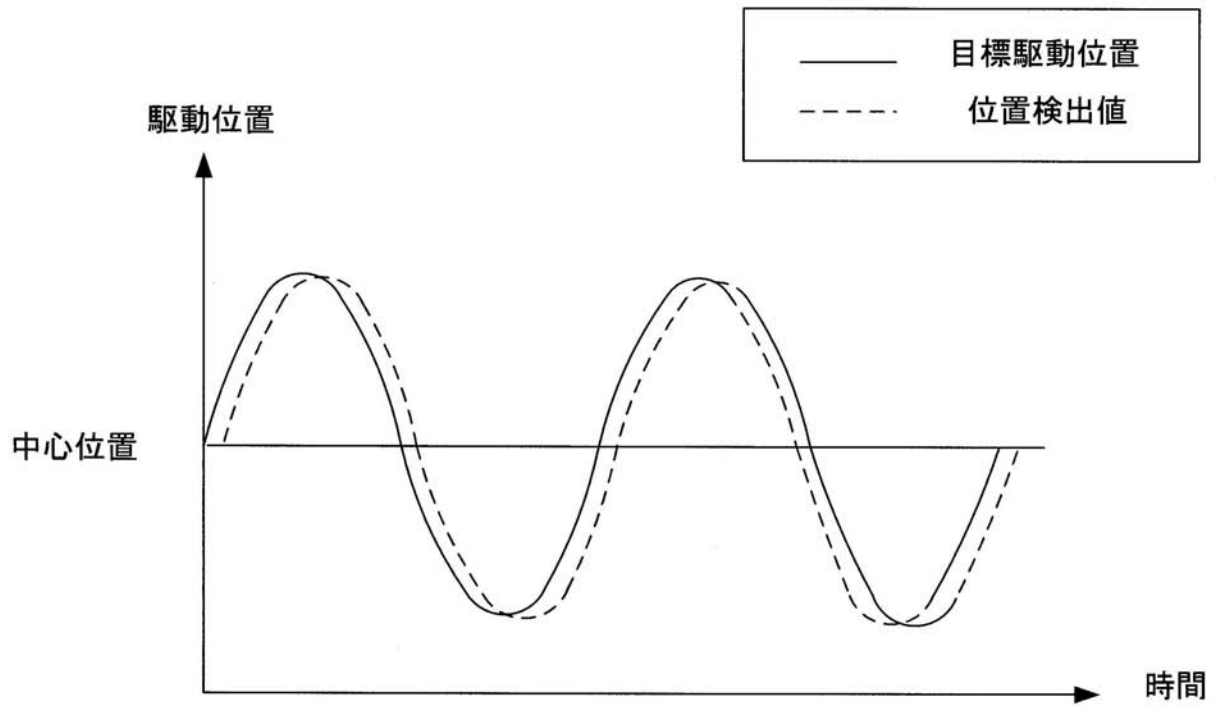
【図 1 2】



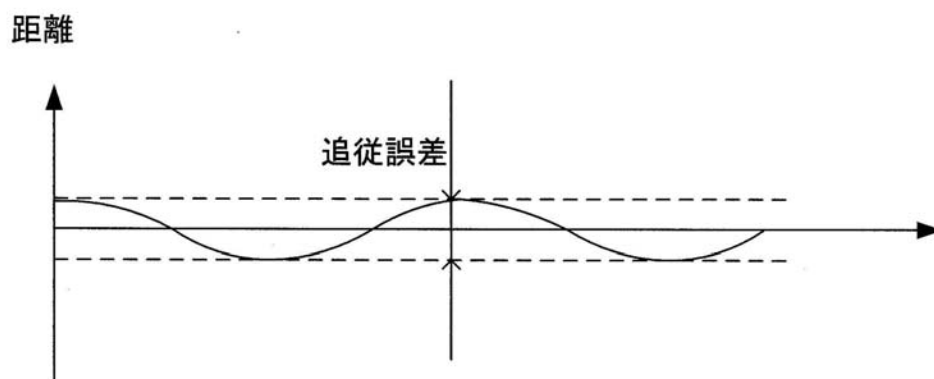
【図 13】



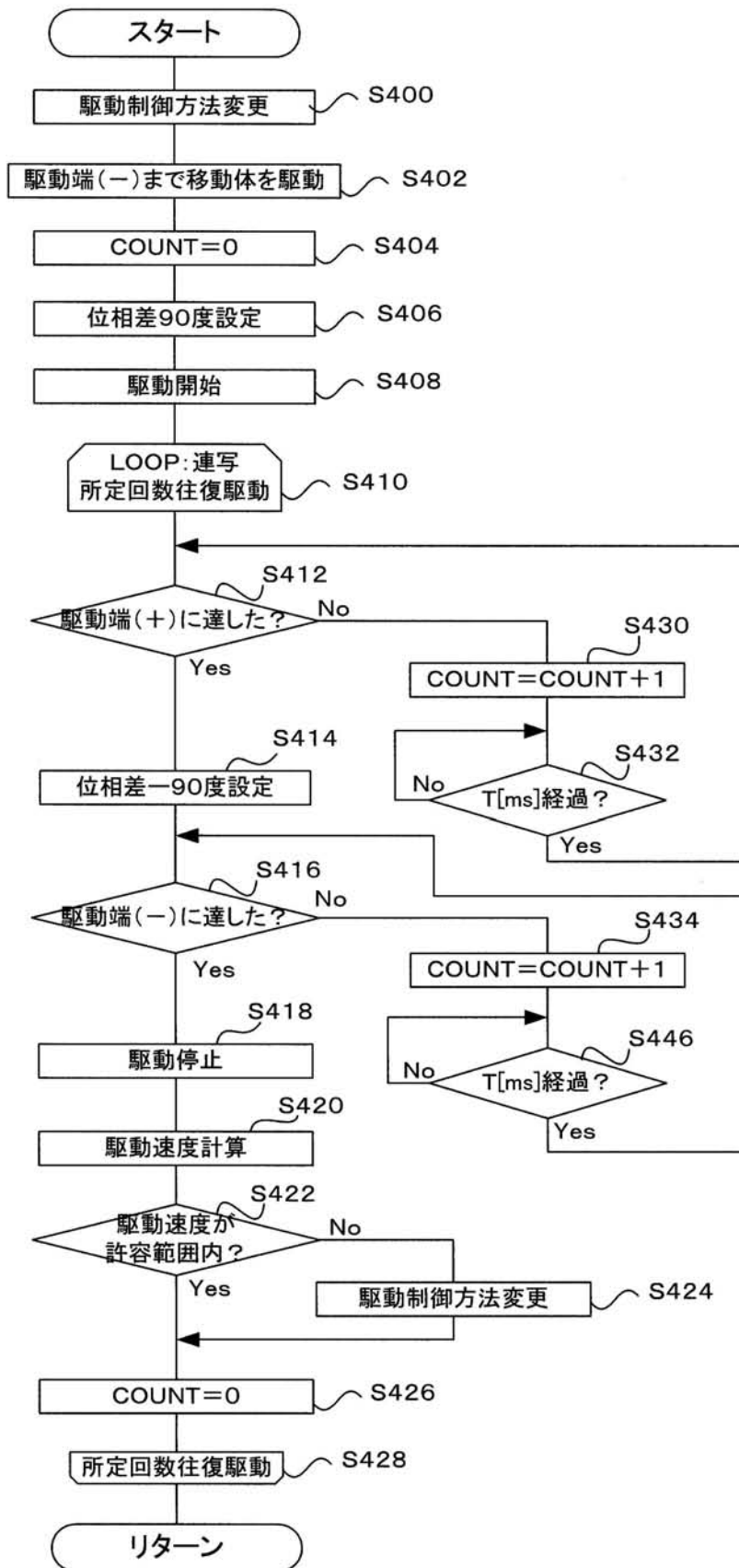
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【図 16】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5H680 AA12 BB01 BB13 BB19 BB20 BC01 CC02 DD03 DD15 DD23
DD28 DD53 DD57 DD59 DD74 DD82 EE03 EE07 EE10 EE22
EE24 FF24 FF27 FF30 FF33 FF36