(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3683930号
(P3683930)
(45)発行日　平成17年8月17日(2005.8.17)　(24)登録日　平成17年6月3日(2005.6.3)

(51)Int.Cl.[7]		F I		
G03B	5/00	G03B	5/00	J
H04N	5/232	H04N	5/232	Z

請求項の数 4　(全 27 頁)

(21)出願番号　特願平7-43012
(22)出願日　平成7年3月2日(1995.3.2)
(65)公開番号　特開平8-240831
(43)公開日　平成8年9月17日(1996.9.17)
審査請求日　平成14年3月1日(2002.3.1)

(73)特許権者　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100090538
弁理士　西山　恵三
(74)代理人　100096965
弁理士　内尾　裕一
(72)発明者　諸藤　剛
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号キヤノン株式会社内

審査官　森　竜介

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ぶれ補正装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ぶれを検出するぶれ検出手段と、
前記ぶれ検出手段の出力に基づいて、ぶれによる画像の動きを補正する動き補正手段と、
駆動特性を検出するための信号に対する前記動き補正手段の応答特性を検出し、その検出結果に基づいて前記動き補正手段の駆動特性を補正する制御手段とを備え、
前記制御手段は、前記駆動特性を検出するための信号に対する前記動き補正手段の駆動範囲を検出して所定の駆動範囲基準値に対するオフセットを演算し、該オフセットに応じて前記動き補正手段の駆動限界範囲を補正するように構成されていることを特徴とするぶれ補正装置。
【請求項２】
前記動き補正手段は、可変頂角プリズムを含む光学的ぶれ補正手段であることを特徴とする請求項１記載のぶれ補正装置。
【請求項３】
装置本体と、
前記装置本体のぶれを検出するぶれ検出手段と、
前記ぶれ検出手段の出力に基づいて、ぶれによる画像の動きを補正する動き補正手段と、
駆動特性を検出するための信号に対する前記動き補正手段の応答特性を検出し、その検

出結果と所定の基準値とのオフセツトを演算する特性検出手段と、
前記特性検出手段によって演算されたオフセツトを記憶する記憶手段と、
前記記憶手段に記憶されたオフセツト情報に基づいて前記動き補正手段の駆動特性を補正する制御手段とを備え、
前記特性検出手段は前記駆動特性を検出するための信号に対する前記動き補正手段の駆動範囲を検出して所定の駆動範囲基準値に対するオフセツトを演算し、前記制御手段は前記オフセツトに応じて前記動き補正手段の駆動限界範囲を補正するように構成されていることを特徴とするぶれ補正装置。
【請求項４】
請求項１から３のいずれか１項に記載のぶれ補正装置を有することを特徴とする光学機器。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は、銀塩カメラ、ビデオカメラ等の撮影装置、あるいは双眼鏡等の光学機器等に用いて好適な画像の振れ補正装置に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
従来より、銀塩カメラ、ビデオカメラ等の撮影装置の分野では、露出設定、焦点調節等、あらゆる点で自動化、多機能化が図られ、撮影環境に関わらず常に良好な撮影を行うことができるようになっている。
【０００３】
しかしながら、実際に撮影画像の品位を著しく低下させているのはカメラぶれであることが多く、近年では、このカメラぶれを補正するぶれ補正装置が種々提案され、注目を集めているところである。
【０００４】
ぶれ補正装置は、補正系では光学的補正と、画像処理による電気的補正とに、また検出系では物理的な振動検出と、画像の動きベクトル等を用いた画像処理による検出とに大別される。そしてこれらの組み合わせの形態が種々提案されている。
【０００５】
いま光学的ぶれ補正を例にして説明すると、そのぶれ検出手段として例えば振動ジャイロ等の角速度検出手段を備え、角速度センサから出力される速度信号を積分して角変位信号に変換し、光軸方向を可変の可変頂角プリズム等の光学的ぶれ補正手段を駆動してぶれを光学的に補正する構成がとられている。
【０００６】
このような光学的ぶれ補正装置は、通常ぶれ補正を行うためのぶれ補正用コントロール信号によつて可変頂角プリズムを駆動し、同時に可変頂角プリズムの角変位を検出してコントロール信号に対応した位置となるまで駆動するようなフイードバツクループを有している。
【０００７】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、上述の可変頂角プリズムの様な光学的、機械的なぶれ補正手段を用いるぶれ補正装置においては、特に機械的可動部分の温度、経時変化により、軸摩擦、素子の変形等の機械的劣化を伴い、比較的微小なぶれ（例えば光軸を微小（後述の実施例では０．０３ｄｅｇ程度）変位して偏光する場合）に対し、制御上無視できないほどの応答（追従）性の劣化が生じてしまう場合がある。また可変頂角プリズム及びその駆動系の個体差も大きい。
【０００８】
これらの機械的な性能の低下、ばらつきは、サーボ機構により制御される可変頂角プリズム用いたぶれ補正装置においては、その制御上の中心位置が、温度、経時劣化等の負荷変

動の影響によりずれを生じる不都合となる。
【０００９】
また可変頂角プリズムの駆動限界範囲が、温度、経時による素子の変化あるいはバッテリーの消耗により変動してしまう不都合を生じる。
【００１０】
また光軸調整時のばらつきが大きいため、能力の高くない１チップ・マイクロコンピュータからの出力信号のオフセットによる調整のみでは吸収しきれない場合がある。
【００１１】
そこで本発明における課題は、上述の問題点を解決し、ぶれ補正手段の温度、経時変化による、軸摩擦、素子の変形等の機械的劣化や、応答の遅れ等を補正するとともに、駆動系の個体差によるばらつき等を補正し、常に良好な応答特性を確保し得るようなぶれ補正装置を提供することにある。
【００１２】
【課題を解決するための手段】
上述の課題を解決するために、本願の請求項１に記載された発明によれば、ぶれを検出するぶれ検出手段（実施例では角速度検出手段１に相当する）と、前記ぶれ検出手段の出力に基づいて、ぶれによる画像の動きを補正する動き補正手段（実施例ではマイコン２０内の主に積分手段２０３、位相／利得補正手段２０４、ぶれ補正ブロック３０内の駆動回路４、画像補正手段５に相当する）と、駆動特性を検出するための信号に対する前記動き補正手段の応答特性を検出し、その検出結果に基づいて前記動き補正手段の駆動特性を補正する制御手段（実施例ではマイコン２０内のキヤリブレーシヨンブロツク２０７に相当する）とを備え、前記制御手段は、前記駆動特性を検出するための信号に対する前記動き補正手段の駆動範囲を検出して所定の駆動範囲基準値に対するオフセツトを演算し、該オフセツトに応じて前記動き補正手段の駆動限界範囲を補正する（実施例では位相／利得補正手段２０４内のＤ／Ａ変換器にリミツタを設け、ＶＡＰが所定範囲以上振れないように制限する処理に相当する）ように構成されたぶれ補正装置を実現する。
【００１７】
また本願の請求項２に記載された発明によれば、請求項１において、前記動き補正手段は、可変頂角プリズムを含む光学的ぶれ補正手段とした。
【００２１】
また本願の請求項３に記載された発明によれば、装置本体と、前記装置本体のぶれを検出するぶれ検出手段（実施例では角速度検出手段１に相当する）と、前記ぶれ検出手段の出力に基づいて、ぶれによる画像の動きを補正する動き補正手段（実施例ではマイコン２０内の主に積分手段２０３、位相／利得補正手段２０４、ぶれ補正ブロック３０内の駆動回路４、画像補正手段５に相当する）と、駆動特性を検出するための信号に対する前記動き補正手段の応答特性を検出し、その検出結果と所定の基準値とのオフセツトを演算する特性検出手段（実施例ではマイコン２０内のキヤリブレーシヨンブロツク２０７に相当する）と、前記特性検出手段によって演算されたオフセツトを記憶する記憶手段（実施例ではＥＥＰＲＯＭに相当する）と、前記記憶手段に記憶されたオフセツト情報に基づいて前記動き補正手段の駆動特性を補正する制御手段（実施例ではマイコン２０，キヤリブレーシヨンブロツク２０７に相当する）とを備え、前記特性検出手段は前記駆動特性を検出するための信号に対する前記動き補正手段の駆動範囲を検出して所定の駆動範囲基準値に対するオフセツトを演算し、前記制御手段は前記オフセツトに応じて前記動き補正手段の駆動限界範囲を補正する（実施例では位相／利得補正手段２０４内のＤ／Ａ変換器にリミツタを設け、ＶＡＰが所定範囲以上振れないように制限する処理に相当する）ように構成されている。
【００２８】
【作用】
これによって、本願の請求項１に記載の発明によれば、動き補正手段の駆動範囲基準値に対するオフセツトが検出され、動き補正手段の駆動限界範囲が最適値に補正される。

【００３０】
また本願の請求項２に記載された発明によれば、可変頂角プリズムの温度、経時変化、素子の変形等の機械的誤差による駆動特性の劣化及び変化が良好に補正され、最適制御を図ることができる。
【００３６】
また本願の請求項３に記載の発明によれば、前記動き補正手段の駆動範囲基準値に対するオフセツトが検出され、動き補正手段の駆動限界範囲が最適値に補正される。
【００３８】
【実施例】
以下、本発明を各図を参照しながらその実施例について詳細に説明する。
【００３９】
（第１の実施例）
図１は本発明におけるぶれ補正装置をビデオカメラあるいはカメラ一体型ＶＴＲに適用した構成を示すブロツク図である。
【００４０】
同図において、１はカメラ等の撮影装置に取り付けられた振動ジヤイロ等の角速度センサで、角速度検出手段を構成する。２は角速度検出手段１から出力される角速度信号の直流成分を遮断するＤＣカツトフイルタ（あるいは、任意の帯域で信号を遮断するハイパス・フイルタ（以下、ＨＰＦと称す））、３は角速度信号を適当な感度に増幅するアンプである。
【００４１】
２０はアンプ３より出力された角速度信号を入力して、後述のぶれ補正ブロツク３０内の画像補正手段としての可変頂角プリズム（以下ＶＡＰ：Variable angle prismと称す）を駆動するためのぶれ補正信号を演算して出力する制御手段としてのマイクロコンピユータ（以下マイコンと称す）であり、その内部構成はソフトウエアによつて実現されるが、本実施例においては、本発明を構成する手段及び機能を明瞭とするため、各機能ごとにブロツクで示すことにする。
【００４２】
したがつて、マイコン２０内の各種ブロツク以外の領域は、図示した各種ブロツクと各種データ及び指令の通信及び制御を行い、システム全体を総合的に統括し制御するシステムコントロール部を示すものである。
【００４３】
マイコン２０内において、２０１はアンプ３より出力された角速度信号をデジタル信号に変換するＡ／Ｄ変換器、２０２は任意の帯域で特性を可変する機能を有するとともに位相補償の可能なＨＰＦで、ぶれとして検出する周波数成分を通過させる。
【００４４】
２０３は角速度信号を積分してぶれ補正量に相当する角変位信号に変換するための積分手段（積分器）、２０４は積分手段６の出力側に配され、角速度信号を積分して角変位信号に変換してぶれ補正量を演算する系の位相及び利得を補正する位相／利得補正手段を構成する。
【００４５】
尚、位相／利得補正手段（回路）２０４内には不図示のＤ／Ａ変換器を備えており、アナログ出力に変換して出力することができる。そしてこのＤ／Ａの出力にリミツタをかけてぶれ補正用のコントロール信号の振幅を制限することにより、後述の可変頂角プリズムＶＡＰの駆動範囲を制限して温度、経時変化等機械的なオフセツトを補正し、また双眼鏡の実施例においては、左右のぶれ補正手段のバランス調節を行うことができる。このような駆動範囲補正も制御データ線Ｃを介して行うことができる。
【００４６】
３０はマイコン２０内の位相／利得補正手段２０４より出力された、角変位信号に基づいて、そのぶれによる画像の動きを補正するぶれ補正ブロツクを示し、その内部には、画像

ぶれを補正する素子、機構及びこれを駆動するアクチユエータ等からなる画像補正手段５と、この画像補正手段５を駆動するための駆動手段としての駆動回路４が設けられている。

【００４７】

画像補正手段は、駆動回路４の出力にしたがつてぶれによる画像の動きを補正するための駆動用アクチユエータを含む可変頂角プリズム５が設けられており、これによつてぶれによる動きを打ち消す方向に光軸を変位させることによつてぶれによる画像の動きを補正するものである。

【００４８】

ここで再びマイコン２０内の構成について説明すると、２０５はパンニング、チルテイング及び撮影状態を判別するパン／チルト判別手段（回路）、２０６は角速度信号よりぶれの周波数及び振幅を検出する周波数／振幅検知手段（回路）である。

【００４９】

このパン／チルト判別手段２０５は、ＨＰＦ２０２からの角速度信号と、積分手段（積分器）２０３から出力された角変位信号を入力し、たとえば角速度信号が一定で、角変位信号が一定の方向に単調増加あるいは減少している場合に、パンニングあるいはチルテイングを判別することができる。

【００５０】

またこの判別の際に、同時に周波数／振幅検知手段２０６によつて角速度信号及び角変位信号の振幅及び周波数が検出され、ぶれ周波数が低く、振幅が一方向に増加あるいは減少している場合に、パンニングあるいはチルテイングを判別することができ、この情報はパン／チルト判別手段２０５へと供給される。

【００５１】

そしてパン／チルト判別手段２０５及び周波数／振幅検知手段２０６によつてパンニング，チルテイングが検出された場合には、積分手段の積分特性すなわち低域のカツトオフ周波数を高域側にシフトして低域のぶれ補正機能を低下させ、パンニング及びチルテイング動作時の動き補正を低下させ、可変頂角プリズムの片寄りを防止する。

【００５２】

また周波数／振幅検知手段２０６によつてぶれの周波数を検出することにより、積分手段２０３の周波数特性をぶれの中心周波数に設定することにより、ぶれ周波数が変化しても、そのぶれ周波数に対して最大のぶれ補正効果が得られるように動作させることができ、ぶれの状態に対して最適ぶれ補正制御を行うことができる。

【００５３】

また周波数／振幅検知手段２０６によつて検出されたぶれの周波数及び振幅の情報は、位相／利得補正手段２０４へと供給され、ぶれ周波数及び振幅に応じて制御系の積分特性の周波数特性を変化させた際の位相及び利得の補償を同時に行っているので、常に制御系の安定性を保つことができ、いかなるぶれに対しても高い補正能力を実現できるとともに、高精度かつ安定で信頼性の高いシステムを実現することができる。

【００５４】

このように、マイコン２０内では、Ａ／Ｄ変換器２０１で、角速度信号（アンプ３出力）をデジタル値に変換し、積分手段２０３において、角変位信号に変換する。

【００５５】

またパン／チルト判別手段２０５はＡ／Ｄ変換器２０１後の角速度信号と積分手段２０３の出力する角変位信号を用いたパン／チルト及び撮影状態の判別手段を構成し、その判断結果に基づき、積分手段２０３の周波数特性を上述のようにパンニング／チルテイング時に高域側にシフトするように変更し、可変頂角プリズムのパンニング（チルテイング）方向と逆方向の端へのつき当たりを防止し、パンニング中でも高域側でのぶれ補正を可能とする。

【００５６】

したがつて、ここでの積分手段２０３としては、低周波数域の遮断特性を有したものを想

定している。
【００５７】
また周波数／振幅検知手段２０６は、角速度信号（Ａ／Ｄ変換器２０１の出力）と角変位信号（積分手段２０３の出力）を入力とした周波数および振幅検出手段であり、その検出周波数、検出振幅により、位相／利得補正手段２０４において補正が行われる。
【００５８】
その補正が施された角変位信号が位相／利得補正手段２０４内の不図示のＤ／Ａ変換器によりアナログ値に変換され、あるいは、ＰＷＭ等のパルス出力としてマイコン２０から出力され、ぶれ補正ブロツク３０内の駆動回路４へと供給され、ＶＡＰからなる画像補正手段５が駆動される。これによつてぶれが抑制され、安定した画像を得ることができる。
【００５９】
尚、上記位相及び利得の補正を、位相／利得補正手段２０４で行わずに、図１に点線で示すように、ＨＰＦ２の周波数特性を可変して行うこともできる。
【００６０】
また７はぶれ補正機能の動作、非動作を選択するＩＳスイツチで、そのＯＮ／ＯＦＦ状態は、データ線Ｔ１によつてマイコン２０内に取り込まれる。
【００６１】
また電源ＯＮはpower on信号となつてデータ線Ｔ５よりマイコン２０内に取り込まれる。
【００６２】
また８はバツテリーの残量をチエツクするバツテリーチエツク動作を行うバツテリーチエツクスイツチで、その操作状態はデータ線Ｔ２によつてマイコン２０内に読み込まれる。
【００６３】
また９は後述する本発明の特徴部分であるキヤリブレーシヨン動作を行うためのキヤリブレーシヨンスイツチで、データ線Ｔ３によつてマイコン２０内に読み込まれる。
【００６４】
また１０は、操作者（観察者）の眼が本発明のビデオカメラの接眼部に近づいたことを検出して装置を動作状態にするための観察者検知手段である。この検知手段は、図１２に示すように、たとえばビデオカメラあるいは双眼鏡等の接眼部１３０に投受光センサ１３１を設け、赤外線を操作者の眼球ＥＹＥに照射し、その反射光から眼球が近づいたことを知るような構成が用いられ、近年カメラのオートフオーカス用の測距領域等の設定に用いられている視線検出装置によつて実現することができる。またこの検知手段の状態はデータ線Ｔ４によつてマイコン２０内に読み込まれる。
【００６５】
そしてＩＳスイツチのＯＦＦ→ＯＮへの変更時、あるいは電源投入時等に、ＨＰＦ２（あるいはＨＰＦ２０２）、積分回路２０３の特性（遮断周波数）を可変制御する。
【００６６】
また、これらは、後述の記憶手段としてのＥＥＰＲＯＭ６を用いて、可変頂角プリズム等の個体差を吸収するため、任意の設定を行ったり、補正関数を変更する事も可能である。
【００６７】
ここで、補正ブロツク３０内の画像補正手段として用いられている光学的に光軸方向を変位させてぶれを相殺するＶＡＰすなわち可変頂角プリズムについて説明する。
【００６８】
画像補正手段としてＶＡＰを使用した場合の構成例を図５に示す。これはプリズムの駆動にボイスコイル型のモーターを使用し、プリズムの角変位をエンコーダにより検出して帰還をかける閉ループ制御の構成としたものである。
【００６９】
図８に示すように、ＶＡＰは、対向した２枚の透明平行板１０６ａ、１０６ｂの間に透明な高屈折率（屈折率ｎ）の弾性体または不活性液体１１７を狭持し、その外周を樹脂フイルム等の封止材１１６にて弾力的に封止して成り、透明平行板１０６ａ、１０６ｂが揺動可能に構成されている。

【００７０】
図９は、図８の可変頂角プリズム１０６の一方の透明平行板１０６ａを揺動軸１０１（１１１）の回りに角度σだけ回動させたときの入射光束１１９の通過状態を示した図であり、同図に示すように、光軸３４３に沿って入射してきた光束１１９は楔形プリズムと同じ原理により、角度φ＝（ｎ－１）σだけ偏向されて出射する。即ち、光軸１１８は１１８ａで示すように、角度φだけ偏心（偏向）される。
【００７１】
図１１の説明に戻ると、以上、述べてきたＶＡＰ１０６を保持枠１０７を介して１０１，１１１を軸として回動し得るよう、鏡筒１０２に固定している。
【００７２】
１１３はヨーク、１１５はマグネツト、１１２はコイルであり、コイル１１２に電流を流すことにより１１１を中心としてＶＡＰの頂角を可変し得る、ボイスコイル型のアクチュエータとなっている。１１０はスリツトであり、回転軸１１１と同一に動く。
【００７３】
１０８は発光ダイオード、１０９はＰＳＤ（Ｐｏｓｉｔｉｏｎ　Ｓｅｎｓｉｎｇ　Ｄｅｔｅｃｔｏｒ）であり、１１０のスリツトと合わせて、ＶＡＰ頂角の角変位を検出するエンコーダを構成している。そして、ＶＡＰ１０６によって入射角度が変えられた光束は１０３のレンズによって１０４のＣＣＤ面上に結像する。なお、１０５はもう片軸の中心軸を示している。
【００７４】
これらを用いた基本的な制御系の例を図６にブロツク図で示す。
【００７５】
１２１はアンプ、１２２はドライバー、１２３はアクチュエータ、１２４はＶＡＰ、１２５はＶＡＰの頂角を検出する角変位エンコーダであり、ぶれ補正用のコントロール信号１２０と角変位エンコーダ１２５からの出力信号とが加算器１２６で逆極性で加算される。
【００７６】
したがＳつて、コントロール信号１２０と角変位エンコーダ１２５の出力信号とが等しくなるように制御が働くので、結果としてコントロール信号１２０がエンコーダ１２５の出力と一致するように作用する。
【００７７】
しかしながら、実際は、図５、図６に示すＶＡＰユニツト（速度フイードバツク補償無し）の周波数特性は、図１０に示す程度のものであり、光軸をそれぞれ０．０３ｄｅｇ偏光する場合と、０．１ｄｅｇ偏光する場合とでは、その周波数特性（利得、位相）が大きく異なってしまう（図にはないが低周波数帯域ではほぼ同一の応答を見せる）。
【００７８】
すなわち、１０Ｈｚでは、０．１ｄｅｇ偏光時に対し、０．０３ｄｅｇ偏光時の位相が7ｄｅｇ遅れてしまっている。
【００７９】
これは軸摩擦の影響、ＶＡＰ素子の出来に起因するもので、機械的改良等により解決されるのが好ましいことではある。
【００８０】
しかし、上記によりぶれ補正性能上無視できないほどの応答性の劣化が生じてしまうので、制御上の対策として、後述の図７のフローチヤートで示すように、ぶれ振幅に応じて適当な利得を設定し、機器に加わる周期的ぶれの振幅により利得を変更する手段を用いている。
【００８１】
このような手法を駆使することにより、このように光軸の偏光を機械的駆動により行う機構を持つぶれ補正装置と現状の振動ジヤイロの特性を起因として、比較的不得意とする１０Ｈｚ以上のぶれでも、良好な補正が可能となっている。
【００８２】

実際には、位相進み補正の補正値により、どのあたりの周波数に当てるかで補正効果は異なってくる（１０Ｈｚに最適化可能である）が、手ぶれ補正を主体に考えると（周波数適応制御を行わない場合）、１０Ｈｚ以上の周波数に対する補正効果は低下してしまう。

【００８３】

ここで、上記のＶＡＰを画像補正手段として用いた本実施例の制御系を、以下に説明すると、図１のＨＰＦ２０２、積分手段２０３、位相／利得補正手段２０４は、その特性をマイコン２０内において実現するためには、デジタル・フイルタを用いれば良く、この様なデジタルフイルタには、例えば、図１１に示す１次ＩＩＲフイルタを使用するなら、

ｕ０　＝　ａ０・ｗ０　＋　ａ１・ｗ１

ｗ０　＝　ｅ０　　＋　ａ２・ｗ１

ｗ１　＝　ｗ０　（ｗ１は状態変数）

ｅ０　：　入力

ｕ０　：　出力

ａ０，ａ１，ｂ１：フイルタ係数

の演算により実現でき、フイルタ係数ａ０，ａ１，ａ２を変えることにより、周波数特性を設定できるので、対応したフイルタ係数ａ０，ａ１，ａ２のデータをテーブルとして用意し、そのテーブルを検索して得られるフイルタ係数で上記のＩＩＲフイルタの演算を行えばよい。

【００８４】

そして、ＨＰＦ２０２，積分手段２０３，位相／利得補正手段２０４は、ここではデジタルフイルタ等を使用して実現するので、サンプリング時間が比較的高くなければならない（例えば１ｋＨｚ以上）が、パン／チルト及び撮影状態の判別を行うパン／チルト判別手段２０５、周波数／振幅検知手段２０６は比較的遅い周期（例えば１００Ｈｚ）の処理に設定すれば良い。

【００８５】

次に、この回路構成におけるマイコン２０の処理動作について、図７（ａ），（ｂ）のフローチヤートにより説明する。

【００８６】

まず、図７（ａ）は、ＶＡＰ等の画像補正手段を駆動制御するぶれ角変位信号演算に関するフローチヤートである。

【００８７】

ステツプＳ１００で処理を開始する。

【００８８】

ステツプＳ１０１でＨＰＦ２，アンプ３を介して角速度検出手段１を構成する角速度センサからの角速度信号をＡ／Ｄ変換器２０１によつてデジタル信号に変換してマイコン２０内部に取り込み、ストアする。

【００８９】

ステツプＳ１０２でＨＰＦ２０２の演算係数（図１１の各フイルタ係数に相当する）を不図示のＲＯＭよりロードする。

【００９０】

ステツプＳ１０３でステツプＳ１０１の入力角速度信号に対してＨＰＦ演算を施し、直流成分、オフセツト成分を除去する。

【００９１】

ステツプＳ１０４で積分手段２０３の積分演算係数を不図示のＲＯＭより読み出してロードし、積分手段２０３の特性を設定する。

【００９２】

ステツプＳ１０５では、ステツプＳ１０３でＨＰＦ演算の施された角速度信号を積分回路２０３で上記積分係数による積分演算を行い、角変位信号に変換する。

【００９３】

この際、前述したように、周波数／振幅検知手段２０６によつて検出したぶれ周波数及び

振幅に応じたぶれ補正特性を積分手段２０３に持たせることができ、ぶれ周波数に応じた最適のぶれ補正信号を得ることができる。

【００９４】

ステップＳ１０６でステップＳ１０４で求められた角変位信号をストアする。

【００９５】

ステップＳ１０７で位相／利得補正手段２０４の位相及び利得補正係数をロードし、位相／利得補正手段２０４の補正特性を決定し、制御系の特性に最適な位相／利得補正を行う。

【００９６】

ステップＳ１０８でステップＳ１０５で得られた角変位信号に、振動周波数・振幅、撮影状態の判断に応じた補正演算を施し、ぶれ補正用のコントロール信号を生成する。

【００９７】

具体的には、ぶれの中心周波数を検出してその周波数にぶれ補正手段のぶれ抑制力の周波数特性を合わせる。これによつてそのぶれ周波数に対して効果的にぶれ補正を行うことができる。

【００９８】

ステップＳ１０９では、ステップＳ１０８で得られたコントロール信号を、位相／利得補正回路内のＤ／Ａ変換器（不図示）によりアナログ値に変換し、あるいは、ＰＷＭ等のパルス出力（不図示）としてマイコン２０より出力する。

【００９９】

ステップＳ１１０では、後述の図１０（ｂ）の処理において用いられる、振動周波数及び振幅検出等の演算に使用する角速度信号に、ノイズが大きい場合に、そのノイズを除去するために、角速度信号にＬＰＦ演算を施す。

【０１００】

ステップＳ１１１では、ステップＳ１１０で求めた角速度信号をストアし、次の動作に備える。

【０１０１】

ステップＳ１１２は、処理の終了を示すものである。

【０１０２】

次に、パン／チルト判別回路２０５及び周波数／振幅検知手段２０６による振動周波数・振幅検出、パン／チルト及び撮影状態の検知、各演算係数の設定等に関する処理を、図７（ｂ）のフローチヤートに示す。

【０１０３】

ステップＳ１１３で、処理を開始する。

【０１０４】

ステップＳ１１４では、図７（ａ）のステップＳ１１１でストアされた角速度信号をロードする。

【０１０５】

ステップＳ１１５では、ステップＳ１０６でストアされた角変位信号を読み出してロードする。なお、ステップＳ１１４，Ｓ１１５の順序は逆でもよい。

【０１０６】

ステップＳ１１６では、ステップＳ１１４、Ｓ１１５の角速度信号、角変位信号を入力として、機器に加わっているぶれ中心周波数及び振幅を検出する。

【０１０７】

ぶれ振幅は、サーボ機構で駆動されるＶＡＰ等の画像補正装置で、微小な振幅でサーボ特性が低下（追従振幅の減少すなわち不感帯内で追従できなくなる）したときの補正処理などに有効である。

【０１０８】

例えば、サーボ機構により制御されるＶＡＰを用いたぶれ補正装置では、機械的構造、軸摩擦等により比較的微小なぶれ（例えば０．０３ｄｅｇ以下）に対し、ぶれ補正性能上無

視できないほどの応答性の劣化が生じてしまうので、ぶれ振幅に応じて適当な利得を設定し、機器に加わる周期的ぶれの振幅により利得を変更する手段を用いている。

【０１０９】

ステツプＳ１１７では、ステツプＳ１１４、Ｓ１１５の角速度信号、角変位信号、ステツプＳ１１６で検出したぶれ中心周波数及び振幅を入力として、パン／チルト及び撮影状態の判断を行う。

【０１１０】

ステツプＳ１１８では、パン／チルト及び撮影状態の判断結果から、ＨＰＦ演算係数及びの積分手段の積分演算係数の設定を行う。すなわちパン／チルト状態であつた場合には、積分手段の低域カツトオフ周波数を高域側にシフトし、低域のぶれに対する積分を抑制する。これによつて直流分を含む超低域の振動（パンニング／チルテイング）に対する補正が行われなくなり、ＶＡＰの端へのつき当たりが防止される。

【０１１１】

また、ステツプＳ１１６で求められたぶれ中心周波数、振幅により、周波数補正係数を設定する。

【０１１２】

以上の処理を行って、ステツプＳ１１９で一連の処理を終了する。

【０１１３】

なお、これらのパン／チルト及び撮影（観察）状態に応じた係数は経験上求められ、予め用意されたデータ・テーブルを検索する。これに対して、周波数補正係数は予め周波数毎に設定されたデータテーブルより検索される。そして図１１で示すようなマイコン２０ないに形成されたデジタルフイルタの係数を変更して周波数特性を変更する。

【０１１４】

しかしながら、上述のように、ぶれ補正ブロツク３０内において、画像補正手段５としての可変頂角プリズムを駆動するアクチユエータとしては、ボイスコイルモータ等を使ったサーボ機構により駆動される頂角プリズム（光学的駆動手段）では、コントロール信号への追従性を向上させるために、サーボ制御の手法である位相進み遅れ補償、速度フイードバツク補償とループゲインの変更を用いて周波数特性の向上（追従性の向上）が図られているが、機械的構造、軸摩擦等により比較的微小なぶれ（例えば０．０３ｄｅｇ以下）に対し、ぶれ補正性能上無視できないほどの応答性の劣化が生じてしまう。

【０１１５】

そこで、ぶれ振幅に応じて適当な利得を設定し、機器に加わる周期的ぶれの振幅により利得を変更している。

【０１１６】

しかしながら、上述のように、温度や経時変化に起因した、軸摩擦、素子の変形等の機械的劣化により、比較的微小なぶれ（例えば０．０３ｄｅｇ以下）に対し、性能上無視できないほどの応答（追従）性の劣化が生じてしまう場合があるとともに、ＶＡＰ間のばらつきも大きい。

【０１１７】

またサーボ機構により制御されるＶＡＰを用いたぶれ補正装置においては、その制御上の中心位置が、温度、経時劣化等の負荷変動によりずれてしまうこともあり、またＶＡＰの駆動限界範囲が、温度、経時による素子の変化、バツテリーの消耗によつて変動してしまう。

【０１１８】

また光軸調整時のばらつきが大きいため、１チツプマイクロコンピユータからの出力信号のオフセツトによる調整のみでは、吸収しきれない場合がある。

【０１１９】

これらの多くの問題を解決するために、本発明の実施例によれば、以下に示すような、ぶれ補正特性測定機能、キヤリブレーシヨン機能を導入している。

【０１２０】

このキヤリブレーシヨン機能は、マイコン２０内に設けられたキヤリブレーシヨンブロツク２０７によつて実現され、このキヤリブレーシヨンブロツク２０７は、ぶれ補正ブロツク３０内の駆動回路４と制御及びデータバスＢによつて接続されて双方向に通信可能に構成されており、駆動回路４へと画像補正手段５内の可変頂角プリズムを任意の周波数及び振幅の基準駆動信号で強制的に駆動するためのテスト信号を供給し、その応答特性を受信して可変頂角プリズムのばらつき、経年変化、各種特性のずれを補正する動作を行うものである。

【０１２１】

またキヤリブレーシヨンブロツク２０７はＶＡＰの応答特性を検出して、制御系の周波数特性（利得、位相）を補正するため、位相／利得補正手段２０４の周波数特性を変更する手段を有しており、その制御指令は、バスＢから分岐して位相／利得補正手段２０４へと接続される制御データ線Ｃによつて供給される。これによつてＶＡＰの位相遅れ、利得の誤差が補正される。

【０１２２】

またＩＳスイツチ７、バツテリーチエツクスイツチ８、キヤリブレーシヨンスイツチ９、撮影者検知手段１０の操作状態を示すデータ線Ｔ１～Ｔ５は、キヤリブレーシヨンブロツク２０７へと供給されており、これらの信号に応じてキヤリブレーシヨン動作を行うことが可能である。

【０１２３】

またいずれのスイツチに応じてキヤリブレーシヨンを行うかは、自由に設定することができる。詳細は後述する。

【０１２４】

キヤリブレーシヨンブロツクは、ＶＡＰを任意の周波数及び振幅で駆動し、基準駆動信号に対する応答振幅及び位相ずれを検出し、その応答振幅及び位相ずれに応じ、制御データ線Ｃを用いて補正係数を位相及び利得補正手段２０４へと送信し、その周波数特性を変更し、利得、位相ずれを補正する。

【０１２５】

この基準駆動信号は、予めマイコン内蔵ＲＯＭに波形を書き込んでおき、測定時に読み出して使用し、同じく内蔵のＡ／Ｄ変換器を使って応答波形を取り込み、基準信号との比較により周波数特性を求めれば良い。よって、キヤリブレーシヨン機能の追加による素子の増加を伴うことは無い。

【０１２６】

尚、図１から明らかなように、ぶれ検出系及びぶれ補正系は、ＹＡＷ方向と、ＰＩＴＣＨ方向の２系統が設けられており、それぞれ独立してぶれを検出し、補正する動作を行うが、補正するぶれの方向が異なるだけで、その制御系の構成自体は全く同一でよい。

【０１２７】

したがつて、本実施例では、ＹＡＷ方向のぶれ補正系についてのみ説明し、ＰＩＴＣＨ方向については、ＹＡＷ方向の構成に対応させて各構成要素に符号を付し、符号にダツシュ『　’』をつけて図示し、説明は省略する。

【０１２８】

またＹＡＷ方向とＰＩＴＣＨ方向とで、画像補正手段を別個に設けているが、ＶＡＰ等のぶれ補正手段はもちろん共通のもので、各ぶれ補正方向に対し、ＶＡＰ駆動用のアクチユエータが別個に設けられていることは言うまでもない。

【０１２９】

またさらに図１３，図１４に示すような双眼鏡に本発明を適用した場合には、ＶＡＰを含むぶれ補正系を左右で２系統備えているため、図１のＹＡＷ方向、ＰＩＴＣＨ方向いおけるぶれ補正系がもう１組設けられているが、構成自体は同一であるため、図示及び説明を省略し、図１８にその概略のみ図示し、後述する。

【０１３０】

また図１において、２０８は通常のぶれ補正動作を行う場合には、位相／利得補正手段２

０４の出力をぶれ補正ブロツク３０へと供給し、後述のキヤリブレーシヨン動作を行う場合は、キヤリブレーシヨンブロツク２０７より出力される駆動波形をぶれ補正ブロツク３０へと供給すべく、バスＢをぶれ補正ブロツクに接続するよう、各種制御及びデータ線を切り換える切換ブロツクである。この切換ブロツク２８がぶれ補正ブロツク３０に対する入出力ポートとなる。

【０１３１】

図２に、特性測定、キヤリブレーシヨン動作を行うキヤリブレーシヨンブロツク２０７及びぶれ補正ブロツク３０内の駆動回路４の内部構成及び接続関係をブロツク図で示す。

【０１３２】

キヤリブレーシヨンブロツク２０７内の構成について見ると、ＲＯＭ２０７ａには予めテスト用のＶＡＰ駆動波形が記憶されており、駆動信号発生回路２０７ｂは、ＲＯＭ２０７ａよりＶＡＰ駆動波形を読み出して、所定の周波数及び振幅のＶＡＰ駆動波形をバスＢを介して駆動回路４へと出力する。またこのテスト用ＶＡＰ駆動波形は後述のオフセツト補正回路２０７ｃにも供給される。

【０１３３】

２０７ｃは駆動信号発生回路２０７ｂによつて発生されたテスト用ＶＡＰ駆動波形に対するＶＡＰの実際の応答特性を検出する周波数特性検出手段と、ＶＡＰ駆動波形とその応答特性とを比較してその制御系の位相、周波数のずれ、ＶＡＰの光軸中心のずれ、ＶＡＰの駆動範囲のずれ等を検出し、これらのオフセツトを補正するオフセツト補正手段からなるオフセツト補正回路である。

【０１３４】

またオフセツト補正回路２０７ｃは、ＶＡＰの駆動系の周波数，位相特性を検出した結果をＥＥＰＲＯＭ６に記憶し、またその記憶した特性すなわちオフセツト情報を次回の使用の際に読み出して、ＶＡＰ駆動回路の特性を補正し、常にＶＡＰが最適な特性で駆動されるように制御する。

【０１３５】

またオフセツト補正回路２０７ｃは、テスト用ＶＡＰ駆動信号と、これに対する実際のＶＡＰの応答信号を角変位エンコーダ４ｅより読み込み、図３で見て振動波形の中心が０レベルからオフセツトしていた場合には、テスト用ＶＡＰ駆動信号とＶＡＰの応答波形の振動の中心となる基準レベル（０レベル）が等しくなるように、テスト用ＶＡＰ駆動信号のレベルをシフトさせるよう、そのオフセツト量の情報を駆動信号発生手段２０７ｂへと供給する。

【０１３６】

これによつて、図３において、テスト用ＶＡＰ駆動波形と応答波形との位相遅れを正確に検知することができる。

【０１３７】

このＥＥＰＲＯＭ６内の記憶値は、キヤリブレーシヨン動作を行う度に更新されるため、経時変化や温度変化等の環境変化に際しても最適の駆動状態を得ることができる。また製造時から変化しない情報は、変更を要しない。

【０１３８】

一方、駆動回路４内の構成について見ると、４ａは位相補償回路、４ｂはアンプ、４ｃは画像補正手段５としてのＶＡＰを駆動するためのドライバーである。

【０１３９】

４ｄはＶＡＰの角速度を検出する角速度エンコーダであり、この角速度を図の様にアンプ４の入力側に加算器４ｈによつてフイードバツクすることで速度フイードバツク補償を行っている。

【０１４０】

４ｅは画像補正手段５としてのＶＡＰの移動量を検出する角変位エンコーダであり、図のように位相遅れ進み補償回路４ａの入力側にフイードバツクし、変位ループが構成されている。

【０１４１】
この角変位エンコーダ４ｅの出力値のオフセット調整、Ｄ／Ａ変換器２５により角変位エンコーダ４ｅにバイアスを与えることにより、ＶＡＰの頂角変位を変更し、光軸ずれを補正することができる。
【０１４２】
また角変位エンコーダ４ｅの出力は、キヤリブレーションブロック２０７内のオフセット補正回路２０７ｃへと供給され、角変位エンコーダ４ｅから供給された信号と、ＶＡＰ駆動波形とを比較し、駆動回路４を含むＶＡＰの周波数特性を演算し、かつ光軸のオフセットを補正する。この光軸補正はＤ／Ａ変換器４ｆを介して角変位エンコーダ４ｅにバイアスを与えることによつて頂角を可変して行う。ＥＥＰＲＯＭ６はこれらの調整値すなわちオフセット情報を記憶する。
【０１４３】
図３に位相遅れの測定方法の一例を示す。まずキヤリブレーションブロック２０７より出力されるテスト用のＶＡＰ駆動波形（疑似ぶれ信号）に対するＶＡＰ応答波形のオフセットをキヤンセルする。
【０１４４】
図３に示すように、疑似ぶれ信号及びＶＡＰ応答波形各々の中心値とクロスするタイミングの時間差ｔｎを測定し、設定期間Ｔでの平均により算出する。
【０１４５】
また、特性測定、キヤリブレーションを行うタイミングとしては、単独で専用スイツチ（キヤリブレーションスイツチ９）を設け、任意の時刻にキヤリブレーションを行うようにすることができる他、観察者検知手段１０のように、図１２に示すような投受光センサ１３１で眼球ＥＹＥの反射を検出して撮像動作が行われようとしていることを検出する視線検知手段等を使用して観察者が覗いているか否かを判断し、観察者が覗かずに、ＩＳスイツチ７、バツテリーチエツクスイツチ８が押された場合に、キヤリブレーションを開始し、該応答振幅及び位相ずれの検出を行うことが考えられる。
【０１４６】
すなわち観察者が撮影あるいは被写体を見ている状態ではキヤリブレーションは行わず、観察者が見ていないときに行うようにすることにより、不自然な画像を見ることを防止している。
【０１４７】
次に、この実施例における特性測定、キヤリブレーション動作時のマイコン２０の処理について、図１５のフローチヤートにより説明する。これはキヤリブレーション用に専用のＯＮ／ＯＦＦスイツチ（キヤリブレーションスイツチ９）を用いずにキヤリブレーションを行っている例である。
【０１４８】
ステツプ２００で処理を開始する。
【０１４９】
ステツプ２０１では、ＩＳスイツチ７の状態が検出され、ＯＮであれば次のステツプ２０２へ進む。
【０１５０】
ステツプ２０２では、観察者検知手段（接眼部センサー）１０により、操作者（観察者）によりファインダの観察が行われているか否かを判断し、観察が行われていれば、ステツプ２１１に示す通常のぶれ補正動作ルーチンに移行する。観察が行われていなければ、ステツプ２０３へと移行して、キヤリブレーション動作が実行される。
【０１５１】
ここで、誤操作等により、ある一定時間内に何回もキヤリブレーション動作を行わないように、２回目以降はステツプ２０３へと移行せずに、ステツプ２０１へと復帰するように構成してもよい。
【０１５２】

ステップ２０３では、マイコン２０内のキヤリブレーションブロック２０７より、ＶＡＰの光軸が撮像系の光軸と一致するようなＶＡＰセンター基準保持信号を出力する。初期調整では、この時ＶＡＰの偏光が光学中心となっているが、図５に示すような、サーボ機構により制御されるＶＡＰでは、温度、経時変化による軸摩擦、素子の変形等の機械的劣化等を主要因として、実際には制御位置がずれてしまう。

【０１５３】

これによりＶＡＰをその光軸中心に位置させるセンター基準位置保持信号を加えた場合、光束が光学中心から偏光した状態となる。

【０１５４】

ステップ２０４は、光学偏光のオフセット補正を行う処理である。すなわち、上記の現象に対応するため、頂角センサーの出力が、初期調整で得た光学中心位置の記憶値となるようにように、ＶＡＰセンター基準保持信号にオフセットを加え補正する。この補正オフセット値をＥＥＰＲＯＭ６等に記憶する。

【０１５５】

ステップ２０５では、マイコン２０内のキヤリブレーションブロック２０７より疑似駆動波形を出力する。

【０１５６】

この時、疑似駆動波形をキヤリブレーションブロック２０７内のＲＯＭ２０７ａ上に記憶しておくことにより、種々の駆動波形（振幅、周波数）を設定可能である。

【０１５７】

ステップ２０６では、ＶＡＰの頂角変位を検出する角変位エンコーダ４ｅから出力された角変位信号をバスＢを介してＡ／Ｄ変換器（オフセット補正回路２０７ｅに内蔵）によりオフセット補正回路２０７ｅ内部に取り込む。

【０１５８】

ステップ２０７では、駆動波形発生回路２０７ｂより供給したＶＡＰ駆動波形（疑似駆動波形）と、これに対するＶＡＰの応答波形とを比較し、図３で説明したように、応答特性のずれ、すなわち利得及び位相遅れを求める。

【０１５９】

ステップ２０８では、ステップ２０７で検出されたＶＡＰの応答特性すなわち周波数特性を演算し、その演算結果から、最適な補正パラメータ（周波数特性補正係数）を予め用意された複数の周波数補正係数を格納したデータテーブルより選びだす。

【０１６０】

ステップ２０９では、その周波数補正係数をＥＥＰＲＯＭ６等に記憶する。すなわち通常のぶれ補正動作のルーチンにおいては、前記ＥＥＰＲＯＭ６内に記憶された補正パラメータ（データテーブル）を用いて制御され、機械的誤差、素子自体の経時変化があつても、その誤差を補正して最適な特性で動作させることができる。

【０１６１】

ステップ２１０でキヤリブレーション動作を終了し、処理を終わる。

【０１６２】

上述のキヤリブレーション動作において、ＶＡＰ駆動波形（疑似駆動波形）の測定周波数及び振幅は任意に設定可能であるが、特性を認識するのに代表的な周波数、振幅にしたがつて、１，２点測定すれば良い。例えば、図１０に示す程度の特性であれば、１０Ｈｚ、±０．１ｄｅｇでの測定により補正パラメータを選べば良いであろう。

【０１６３】

以上の構成により、温度、経時変化による、軸摩擦、素子の変形等の機械的劣化に対応した、最適なぶれ補正（適応制御）が可能となる。

【０１６４】

（第２の実施例）

以上は、主に周波数特性に関するキヤリブレーション手段であるが、この他、駆動範囲に対するキヤリブレーションも有効である。

【０１６５】
すなわちＶＡＰ素子等の、温度、経時劣化により、駆動範囲（偏光可能範囲）が初期状態と比べ、狭まってしまう場合があるからである。これは、ＶＡＰユニツトを単一で使用する場合においては、ぶれ補正範囲の低下が主問題となるが、特に以下に示すような複数組のＶＡＰユニツトを使用する双眼鏡では、左右の光学系の間で観察視野の違い等を引き起こし、観察者に不快感を与えかねなくなる。
【０１６６】
まず独立した２組以上の画像補正手段を有する光学機器の一例として、図１３に、左右独立した２組の可変頂角プリズムユニツトを内蔵した双眼鏡の斜視図を示す。
【０１６７】
同図において、４００は双眼鏡本体、４０１Ｌ，４０１Ｒは対物レンズユニツト、４０２Ｌ，４０２Ｒは双眼鏡本体４００に設けられた一対の接眼プリズムユニツト本体である。
【０１６８】
また、対物レンズユニツト４０１Ｌ，４０１Ｒとの間には視度・フォーカス調整機構４０３が設けられている。
【０１６９】
また４０４はフォーカス調整リング、４０５は視度調整リングである。
【０１７０】
そして、双眼鏡本体２００には垂直方向のぶれを検出するぶれ検出センサ、水平方向のぶれを検出する検出センサが固定されている。
【０１７１】
また、７はぶれ補正の動作・非動作を操作する補正操作スイツチであり、例えば、押圧により操作される。
【０１７２】
ここで、ぶれ補正装置の双眼鏡への配置例について図１４に示す。３０１はフォーカスレンズを含む対物レンズ群、３０２ＬはＶＡＰユニツト、３０３は正立プリズム、３０４は接眼レンズ群、３０６は制御回路基板、３０５はぶれ補正装置に電力を供給するバツテリーである。
【０１７３】
ＶＡＰユニツト３０２Ｌ，３０２Ｒはレイアウト上、機械構造的に、対称に配置されている。つまり、構造的に、左右の慣性力が異なってしまう場合がある。
【０１７４】
以下にマイコン２０によるキヤリブレーシヨン動作を説明するが、本実施例は、双眼鏡であり、図１に示すようなＹＡＷ、ＰＩＴＣＨ方向のぶれ補正ブロツクを左右２組備えている。
【０１７５】
したがつて、前述の第１の実施例に示すようなぶれ補正系が単独（ＶＡＰ単体のキヤリブレーシヨン）の場合だけでなく、左右のぶれ補正系のバランス調節が重要である。
【０１７６】
図１では、単一のぶれ検出補正系しか記載していないが、マイコン２０内には、図１に示す単一のぶれ検出補正系がもう１系統設けられており、それぞれ双眼鏡の左右のぶれ検出補正系を構成している。そしてこの左右のバランス調節もマイコン２０によつて行われる。
【０１７７】
図１８は双眼鏡のぶれ検出補正系の概念を示すブロツク図である。同図において、右側光学系について見ると、１Ｒ，１Ｒ’はそれぞれＹＡＷ、ＰＩＴＣＨ方向の角速度検出手段、３０Ｒ，３０Ｒ’はそれぞれＹＡＷ、ＰＩＴＣＨ方向のぶれ補正ブロツクで、右側ＶＡＰに接続されている。
【０１７８】
またマイコン２０内では、それぞれＹＡＷ、ＰＩＴＣＨ方向の積分手段２０３Ｒ，２０３

Ｒ’、それぞれＹＡＷ、ＰＩＴＣＨ方向の位相／利得補正手段２０４Ｒ，２０４Ｒ’が設けられている。

【０１７９】

また左側光学系について見ると、ＹＡＷ、ＰＩＴＣＨ方向の角速度検出手段１Ｌ，１Ｌ’は、右側光学系の角速度検出手段１Ｒ、１Ｒ’と兼用されている。これによつて左右の光学系に対し、左右でばらつくことなく同じ角速度信号を供給することができる。３０Ｌ，３０Ｌ’はそれぞれＹＡＷ、ＰＩＴＣＨ方向のぶれ補正ブロツクで、左側ＶＡＰに接続されている。

【０１８０】

またマイコン２０内では、それぞれＹＡＷ、ＰＩＴＣＨ方向の積分手段２０３Ｌ，２０３Ｌ’、それぞれＹＡＷ、ＰＩＴＣＨ方向の位相／利得補正手段２０４Ｌ，２０４Ｌ’が設けられている。

【０１８１】

またキヤリブレーシヨンブロツク２０７はそれぞれ、右側ぶれ補正系のＹＡＷ、ＰＩＴＣＨ方向のキヤリブレーシヨン及び左側ぶれ補正系のＹＡＷ、ＰＩＴＣＨ方向のキヤリブレーシヨンを行い、これらの各キヤリブレーシヨン動作におけるテスト用駆動信号及び通常ぶれ補正動作時における位相／利得補正手段２０４Ｒ、２０４Ｒ’、２０４Ｌ、２０４Ｌ’の出力はそれぞれ切換ブロツク２０８でその動作モードに応じて適宜切換られ、ぶれ補正ブロツクへと供給される。

【０１８２】

またＥＥＰＲＯＭ６も、これらの計４系統のオフセツト情報を記憶している。

【０１８３】

マイコン２０は、このように左右の光学系それぞれについてＹＡＷ、ＰＩＴＣＨ方向の位相及び利得の周波数特性のずれ、駆動範囲の基準値からのずれ、初期位置（基準位置）からのずれ当からなるオフセツト情報を検出して、そのオフセツト情報の補正を行うことにより、左右のぶれ検出補正系個々の駆動特性の補正及び左右のバランス調整を行うものである。

【０１８４】

以下、本第２の実施例における特性測定、キヤリブレーシヨン動作時のマイコン上の処理について、図１５のフローチヤートにより説明する。ここでは、電源投入用のスイツチ、キヤリブレーシヨンモードを指示するスイツチを有するものとする。

【０１８５】

尚、ＶＡＰの制御及び駆動系については、図１、図４の回路構成と同様であり、マイコン２０によつて処理が実行される。

【０１８６】

処理をスタートし、ステツプＳ２００において電源投入がなされると、ステツプＳ２０１へと移行し、観察者検知センサー１０により、撮影者による観察が行われているか否か、すなわち撮影者がフアインダを見ているか否かを判断する。

【０１８７】

そして観察が行われていれば次のステツプＳ２０２へ進み、通常のぶれ補正動作が行われ、ステツプＳ２０１へと戻る。

【０１８８】

ステツプＳ２０１で観察が行われていなければステツプＳ２０３へ進み、キヤリブレーシヨンスイツチ９の状態を検出し、ＯＮであれば次のステツプＳ２０４へ進み、ＯＦＦであればステツプＳ２０５へ進む。

【０１８９】

ステツプＳ２０４では、キヤリブレーシヨン終了フラグの状態により、キヤリブレーシヨン動作が終了しているか否かの判別が行われ、キヤリブレーシヨン動作が終了していれば、ステツプＳ２０５へと移行して、ＶＡＰ駆動系の補正動作を停止（ＶＡＰをメカ的に固定）し、ステツプＳ２０１へと戻る。これによつて無駄に補正動作（ＶＡＰ駆動）を行う

ことがなく節電効果がある。

【０１９０】

またステツプＳ２０４で、キヤリブレーシヨン終了フラグが立っておらず、キヤリブレーシヨン動作が終了していなければＳ２０６へ進む。

【０１９１】

ステツプＳ２０６では、マイコン２０のキヤリブレーシヨンブロツクより、ＶＡＰセンター基準保持信号を出力し、上述の第１の実施例における図４で説明したキヤリブレーシヨン動作と同様に、ステツプＳ２０７で、左側のＶＡＰ区同形の光学偏光オフセツト補正が行われる。これによつて左側ＶＡＰの光軸補正が行われる。

【０１９２】

続いてステツプＳ２０８で、左側と同様に右側の光学偏光オフセツト補正が行われる。これによつて右側ＶＡＰの光軸補正が行われ、左右のＶＡＰの光軸オフセツト補正が完了する。

【０１９３】

ステツプＳ２０９では、マイコン２０内のキヤリブレーシヨンブロツク２０７よりＶＡＰ駆動波形（疑似駆動波形）を出力しＶＡＰの可動範囲の確認が行われる。ここではＶＡＰの可動範囲を確認するためのものであるので、通常のＶＡＰの可動範囲よりも大きな振幅の信号を出力する。

【０１９４】

ステツプＳ２１０では、ＶＡＰ頂角変位を検出する角変位エンコーダ４ｅからの角変位信号をＡ／Ｄ変換器により内部に取り込む。

【０１９５】

ステツプＳ２１１では、駆動波形と応答波形との比較をし、左右のＶＡＰ駆動系各々の可動範囲を測定する。

【０１９６】

ステツプＳ２１２では、ステツプＳ２１１で得られた結果から、ＶＡＰの駆動範囲を設定し、左右のＶＡＰの駆動範囲が同じくなるように補正が行われる。尚、この左右のＶＡＰ駆動系それぞれのオフセツト補正量は、ＥＥＰＲＯＭ６等に記憶され、次回のデフォルト値とする。

【０１９７】

尚、この場合のＶＡＰの駆動範囲設定は、図１０に示すような特性を、左右同一視野の保たれる範囲で行われなければならない。すなわち左右のＶＡＰが同じ特性（駆動限界範囲、初期状態の光軸センターとなる基準位置で、同じ応答特性を有する範囲）で動作するように構成されている。

【０１９８】

ＶＡＰの駆動範囲の設定（補正）は、図１において、位相／利得補正手段２０４、２０４’に制御データ線Ｃを用いてオフセツト情報を供給し、Ｄ／Ａ変換器にリミツタを設けてダイナミツクレンジを制限し、ぶれ補正用コントロール信号の振幅に制限を加えることによつて実現される。

【０１９９】

そしてこの左右のＶＡＰの可動範囲の小さい方のＶＡＰの可動範囲よりもさらに小さい範囲に駆動限界範囲を設定する。これによつて左右のＶＡＰをバランス良く、さらに可動範囲に余裕を持たせることによつて、安定な駆動を行うことができる。

【０２００】

以上でキヤリブレーシヨン動作を終了し、ステツプＳ２１３で、キヤリブレーシヨン終了フラグをセツトし、ステツプＳ２０１へ戻る。

【０２０１】

実際の適用においては、ＹＡＷ，ＰＩＴＣＨ独立（片方を中心付近に固定）に、左右の駆動範囲を設定すれば効果が得られる。

【０２０２】

このように、本実施例では、温度、経時変化による、軸摩擦、素子の変形等の機械的劣化に対応した、最適なぶれ補正（適応制御）が可能となり、特にぶれ補正光学系を複数有する双眼鏡のような光学系において、個々のぶれ補正系のみならず、左右の補正系のバランス調整をも同時に行うことができる。

【０２０３】

（第３の実施例）

次に、本発明における第３の実施例について説明する。

【０２０４】

サーボ機構により制御されるＶＡＰユニツトを用いたぶれ補正装置では、温度、経時変化、姿勢差による、軸摩擦、素子の変形等の機械的劣化により、基準位置保持信号を加えた場合の光束の偏光が、期待されるもの（初期状態）に対し、オフセツトを持つ。

【０２０５】

これは、単体使用では問題にならないレベルであっても、双眼鏡用として２組で使用する場合には、光軸のズレが観察者に不快感を与え兼ねなくなる。

【０２０６】

そこで、本実施例では、キヤリブレーシヨン時はもちろんのこと、特にぶれ補正動作中に、明らかに左右各々の信号がオフセツトを生じている場合に、左右の信号が一致するように補正を行うことを可能としたものである。

【０２０７】

つまり、ＩＳ動作中、良好な追従性の確保される低周波数域において、ぶれ制御信号に対するＶＡＰの左右各々の頂角センサ出力が、ぶれ制御信号に対し、一定の変位差を保って推移している場合には、オフセツトを徐々に変更し補正を行う。

【０２０８】

本実施例においても、ＶＡＰ制御系の構成自体は、図１，図４と同様であるため、その説明は省略する。

【０２０９】

次に、この実施例におけるマイコンで実行される処理について、図１６のフローチヤートにより説明する。

【０２１０】

図１６のフローチヤートの処理は、通常のぶれ補正動作中に実行可能であり、ステツプＳ３００は、ぶれ補正動作中であることを示す。

【０２１１】

ステツプＳ３０１において、オフセツト調整フラグの状態により、オフセツト調整中であるか否かが判別され、オフセツト調整中であれば、ステツプＳ３０４へと移行して調整動作を行い、調整中でなければステツプＳ３０２へと移行する。

【０２１２】

ステツプＳ３０２では、マイコン２０よりぶれ補正ブロツク３０内のＶＡＰ駆動回路４へと供給されるぶれ補正を行うためのＶＡＰ駆動信号ａと角変位エンコーダ４ｅから出力された頂角変位センサ信号ｂを比較し、初期状態と比較して、その変位量の差が予め求められている平均的な設定値ｃより大きければステツプＳ３０３へ、小さければステツプＳ３００へ戻る。

【０２１３】

ステツプＳ３０３では、オフセツト調整フラグをセツトし、ステツプＳ３０４で前記の｜ａ－ｂ｜が小さくなるように、オフセツト調整を行う。すなわち変位量の差が小さくなるように、所定値だけオフセツト出力を変更する（後述するが、オフセツト出力の補正には、専用の調整機構を使用する方法と、マイコン２０から出力するＶＡＰ駆動信号にオフセツトを加える方法とがある）。

【０２１４】

ステツプＳ３０５では、ＶＡＰ駆動信号と頂角センサ信号の変位差が０であるかを調べ、０であれば次のステツプＳ３０６へ進み、０でなければステツプＳ３００へ戻る。

【０２１５】
ステツプＳ３０６では、オフセツト調整フラグをリセツトしてオフセツト調整を終了し、ステツプＳ３００へ戻る。
【０２１６】
サーボ機構により制御されるＶＡＰユニツトを用いたぶれ補正装置では、温度、経時変化、姿勢差による、軸摩擦、素子の変形等の機械的劣化により、基準位置保持信号を加えた場合の光束の偏光が、期待されるものに対し、オフセツトを持つ。
【０２１７】
これは、単体使用では問題にならないレベルであっても、双眼鏡用として２組で使用する場合には、光軸のズレが観察者に不快感を与え兼ねなくなる。
【０２１８】
そこで、本実施例では、キヤリブレーシヨン時はもちろん、ぶれ補正動作中に、明らかに左右各々の信号がオフセツトを生じている場合に、左右の信号が一致するように補正を行う。これにより、左右光軸の一致した良好な観察が可能となる。特に通常のぶれ補正動作時においてこのオフセツト調整を可能としたので、キヤリブレーシヨン動作を意識させることがなく、操作性が格段に向上するとともに、画像に違和感がなく、常に正確な観察を行うことができる。
【０２１９】
（第４の実施例）
以下に本発明の第４の実施例について説明する。図１４に示すような２組のＶＡＰユニツトを内蔵した双眼鏡では、ＶＡＰユニツト３０２Ｌ，３０２Ｒはレイアウト上、機械構造的に、対称に配置されている。
【０２２０】
つまり、構造的に、左右の慣性力が異なる。また、上述のＶＡＰユニツトにおいては、角変位検出素子の取付誤差により、ＶＡＰの光軸中心位置に対する角変位検出器の出力がずれてしまうため、これのオフセツト調整が必要となる。
【０２２１】
ここで、オフセツトの調整方法としては、前述のように、初期調整において、マイコンからＶＡＰセンター基準位置保持信号を出力した状態で、ＶＡＰを通過した光束が光学中心となるように調整を行う。これは、ＶＡＰセンター基準位置保持信号にオフセツトを付加する事によっても実現できるが、素子、メカ構造に起因するオフセツトのばらつきの大きさによって、調整範囲を大きく取らねばならず、ひいてはダイナミツクレンジの低下につながってしまう。また、高分解能のＤ／Ａ変換器を使用すれば良いが、これは高価である。
【０２２２】
そこで、図２に示すように、外付けの安価な、またはワンチツプマイコンに内蔵された低分解能Ｄ／Ａ変換器２５と、ＶＡＰ駆動信号へのオフセツト付加を組み合わせる。
【０２２３】
つまり、安価な低分解能Ｄ／Ａ変換器で粗調整を行い、ぶれ制御信号のオフセツトにより微調整を行う。
【０２２４】
また、マイコン２０で、これら２つの調整手段をコントロールすることにより、調整時には意識しなくともよい。これにより、調整範囲が広く、且つ、高精度のオフセツト調整が行えるようになる。
【０２２５】
またＶＡＰの光学偏光位置信号の測定手段は、レーザー等によるＶＡＰの通過光をＰＳＤ等でうけて測定する方法がある。
【０２２６】
次に、この実施例におけるマイコン上の処理につていて、図１７のフローチヤートにより説明する。

【０２２７】
（オフセット調整）
処理をスタートし、ステップＳ４０１で、ＶＡＰ光学中心位置信号ｄとＶＡＰ光学偏光位置信号ｅ（垂直に入射された光の中心位置からの偏光変位信号）とを比較し、差が０であればステップＳ４０２へ、０でなければステップＳ４０６へ進む。
【０２２８】
ステップＳ４０２では、安価な低分解能Ｄ／Ａ変換器により粗調整を行う。すなわち図２のＤ／Ａ変換器４ｆによつて角変位エンコーダ４ｅの値に所定のバイアスをかけ、大まかなＶＡＰの基準位置調整を行う。
【０２２９】
ステップＳ４０３では、ＶＡＰ光学中心位置信号ｄとＶＡＰ光学偏光位置信号ｅの差が所定値ｆ以下であれば、ステップＳ４０４へ進む。ここで、ｆは低分解能Ｄ／Ａ変換器の調整限界値に設定された値である。
【０２３０】
ステップＳ４０４では、マイコン２０からＶＡＰ駆動回路４へと供給されるＶＡＰ制御信号へのオフセット付加による微調整を行う。ここでの微調整は位相／利得補正手段２０４よりぶれ補正ブロック３０へと供給されるぶれ補正用のコントロール信号のレベルを微調整することによつて高精度に行われる。
【０２３１】
ステップＳ４０５では、ＶＡＰ光学中心位置信号ｄとＶＡＰ光学偏光位置信号ｅ（垂直に入射された光の中心位置からの偏光変位信号）とを比較し、両者の差｜ｄ－ｅ｜が０であればステップＳ４０６へ進んでオフセット調整動作を終了し、ステップ５０５で０でなければステップＳ４０４へと戻る。ステップＳ４０６は、調整動作の終了を意味する。
【０２３２】
ここでは、一軸の調整しか述べていないが、図１４に示す双眼鏡では、左右、ＹＡＷ，ＰＩＴＣＨの合わせて４軸の調整が必要である。
【０２３３】
サーボ機構により制御されるＶＡＰユニットを用いたぶれ補正装置では、温度、経時変化、姿勢差による、軸摩擦、素子の変形等の機械的劣化により、基準位置保持信号を加えた場合の光束の偏光が期待されるものに対し、オフセットを持つ。単体では問題にならないレベルであるが、双眼鏡用として２組で使用する場合には、光軸のズレが観察者に不快感を与え兼ねなくなる。
【０２３４】
そこで、本実施例では、キヤリブレーション時、あるいは、ぶれ補正動作中に、明らかに左右各々の信号がオフセットを生じている場合に、左右の信号が一致するように補正を行う。これにより、左右光軸の一致した良好な観察が可能となる。
【０２３８】
【発明の効果】
以上述べたように、本願の請求項１に記載の発明によれば、前記動き補正手段の駆動範囲に相当する基準位置に対するオフセットを検出して、これを補正するようにしたので、製造誤差、温度、経時変化による軸摩擦、素子の変形等の機械的誤差に起因する駆動範囲のばらつきが抑えられて最適化が図られるとともに動き補正の偏りが補正され、補正ダイナミックレンジを広くとることができる。
【０２３９】
また本願の請求項２に記載された発明によれば、可変頂角プリズムの温度、経時変化、素子の変形等の機械的誤差による駆動特性の劣化及び変化が良好に補正され、最適制御を図ることができる。
【０２４４】
また本願の請求項３に記載の発明によれば、前記動き補正手段の駆動限界範囲に相当する基準位置に対するオフセットを検出して、これを補正するようにしたので、製造誤差、

温度、経時変化による軸摩擦、素子の変形等の機械的誤差に起因する駆動範囲のばらつきが抑えられて最適化が図られるとともに動き補正の偏りが補正され、補正ダイナミツクレンジを広くとることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】第１の実施例を示すブロツク図である。

【図２】図１の実施例の要部の構成（キヤリブレーシヨンブロツク及びぶれ補正ブロツク）を示すブロツク図である。

【図３】図２の構成で行われるキヤリブレーシヨン動作を説明するための図である。

【図４】第１の実施例の動作を説明するためのフローチヤートである。

【図５】ＶＡＰを組み込んだ撮影光学系の一例の構成を示す図である。

【図６】ＶＡＰの駆動回路の基本構成を示すブロツク図である。

【図７】ＶＡＰを用いたぶれ補正系の制御動作を説明するためのフローチヤートである。

【図８】本発明の実施例を説明するためのＶＡＰの構造図である。

【図９】本発明の実施例を説明するためのＶＡＰの構造図である。

【図１０】本発明の実施例を説明するためのＶＡＰユニツトの周波数特性を示す図である。

【図１１】本発明の実施例におけるＨＰＦ，積分手段，利得／位相補正手段等を構成するデジタルフイルタの構成を示す図である。

【図１２】観察者がフアインダ接眼部を覗いているか否かを検知する観察者検知手段の構成を説明するための図である。

【図１３】本発明のぶれ補正装置を内蔵した双眼鏡の斜視図である。

【図１４】本発明のぶれ補正装置を内蔵した双眼鏡の透視図である。

【図１５】本発明における第２の実施例を示すフローチヤートである。

【図１６】本発明における第３の実施例を示すフローチヤートである。

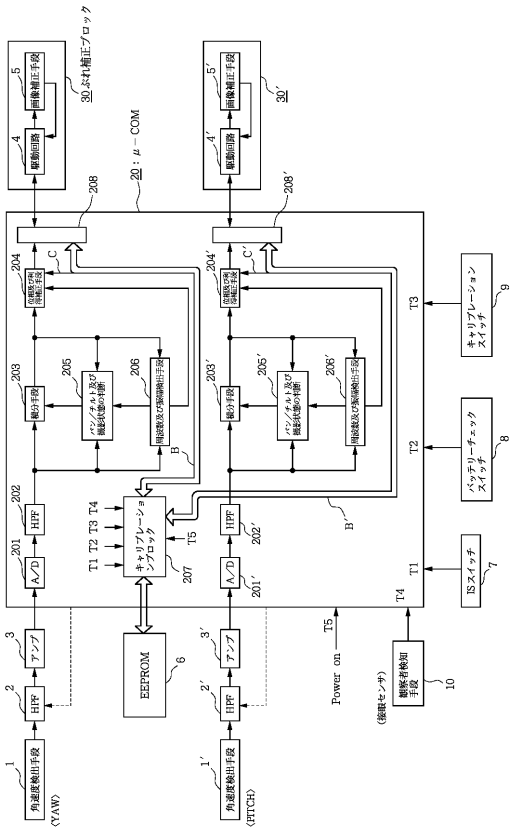
【図１７】本発明における第４の実施例を示すフローチヤートである。

【図１８】第２の実施例～第４の実施例に共通する双眼鏡のぶれ検出及び補正系の構成を示すブロツク図である。

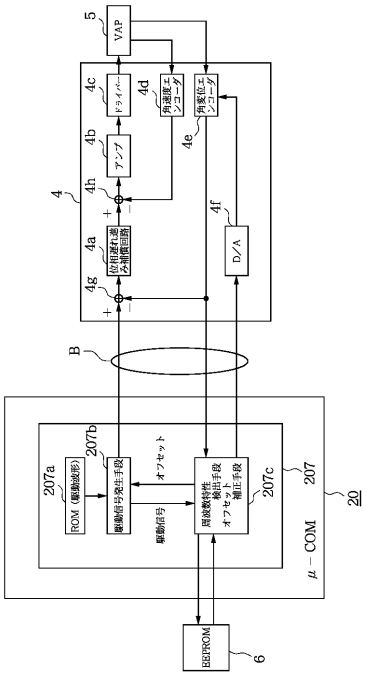
【符号の説明】

１　角速度検出手段（角速度センサ）
２　ＨＰＦ
３　アンプ
４　駆動回路
５　画像補正手段（ぶれ補正手段）
６　ＥＥＰＲＯＭ
７　ＩＳスイツチ
８　バツテリーチエツクスイツチ
９　キヤリブレーシヨンスイツチ
２０　マイコン
３０　ぶれ補正ブロツク
１０６　ＶＡＰ
２０１　Ａ／Ｄ変換器
２０２　ＨＰＦ
２０３　積分手段
２０４　位相／利得補正手段
２０５　パン／チルト判別手段
２０６　周波数／振幅検出手段
２０７　キヤリブレーシヨンブロツク
２０８　切換ブロツク
４００　双眼鏡

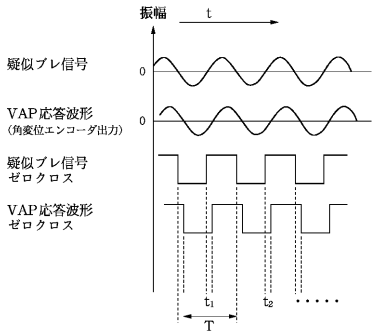
【図１】



【図２】

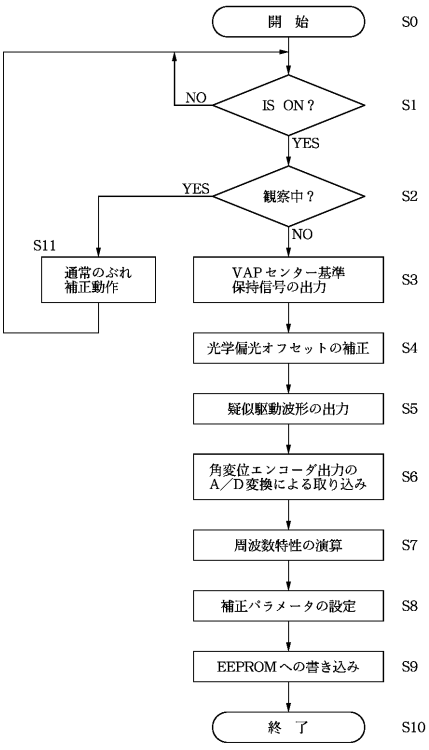


【図３】

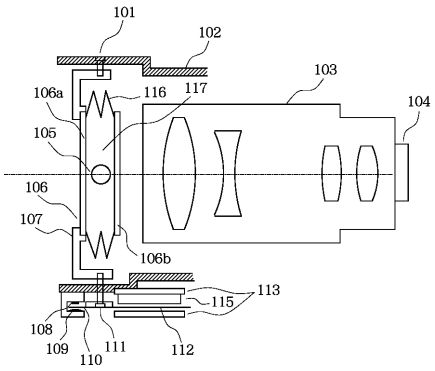


$$位相遅れ\ (deg) = \frac{t_1 + t_2 + \cdots t_n}{nT} \times 360$$

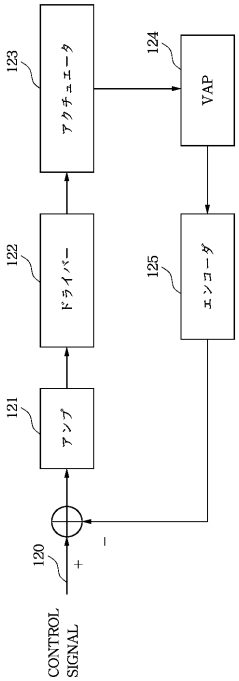
【図４】



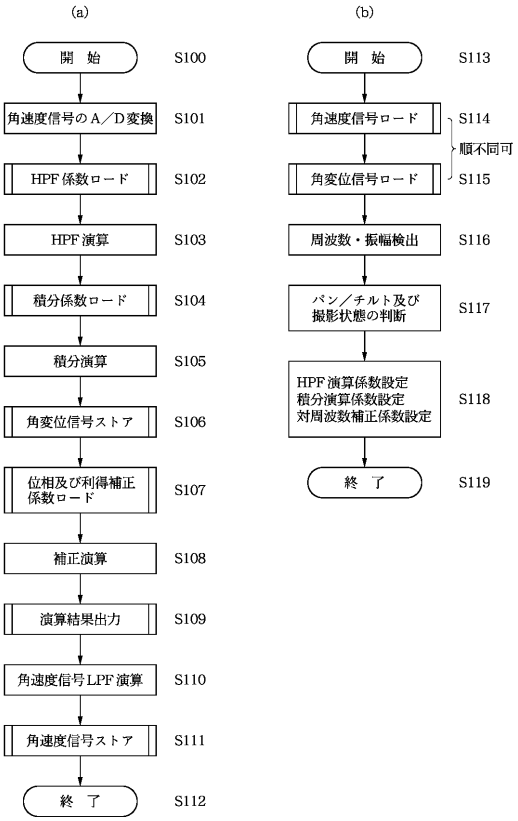
【図５】


101
102
103
104
106a
116
117
105
106
107
106b
113
115
108
109
110
111
112

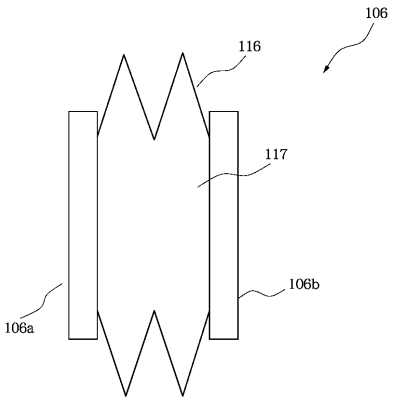
【図６】


123
アクチュエータ
124
VAP
122
ドライバー
125
エンコーダ
121
アンプ
120
CONTROL SIGNAL

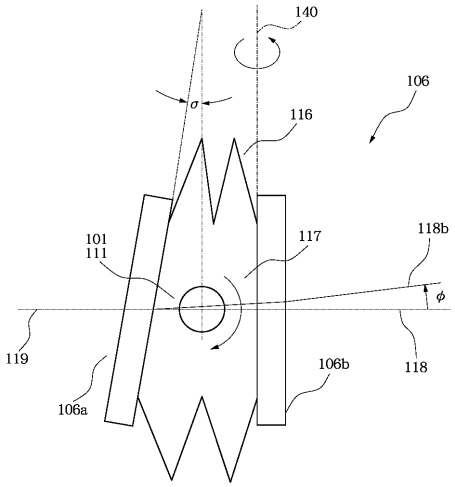
【図７】


(a)
開　始
S100
角速度信号のA／D変換
S101
HPF係数ロード
S102
HPF演算
S103
積分係数ロード
S104
積分演算
S105
角変位信号ストア
S106
位相及び利得補正係数ロード
S107
補正演算
S108
演算結果出力
S109
角速度信号LPF演算
S110
角速度信号ストア
S111
終　了
S112
(b)
開　始
S113
角速度信号ロード
S114
順不同可
角変位信号ロード
S115
周波数・振幅検出
S116
パン／チルト及び撮影状態の判断
S117
HPF演算係数設定
積分演算係数設定
対周波数補正係数設定
S118
終　了
S119

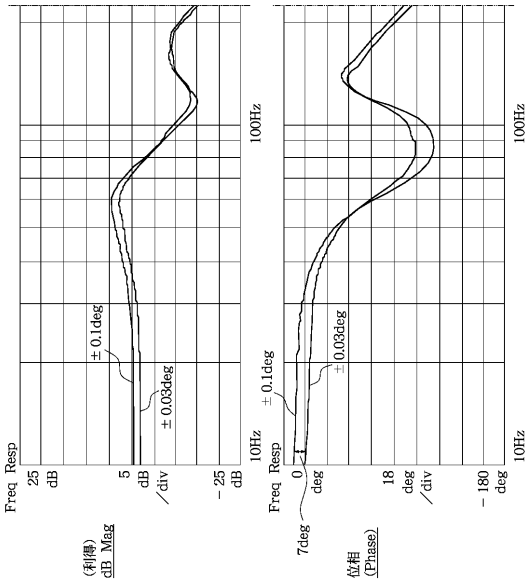
【図８】


106
116
117
106b
106a

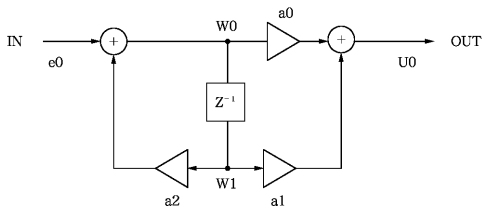
【図９】



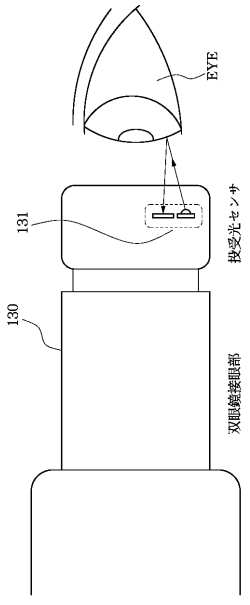
【図１０】



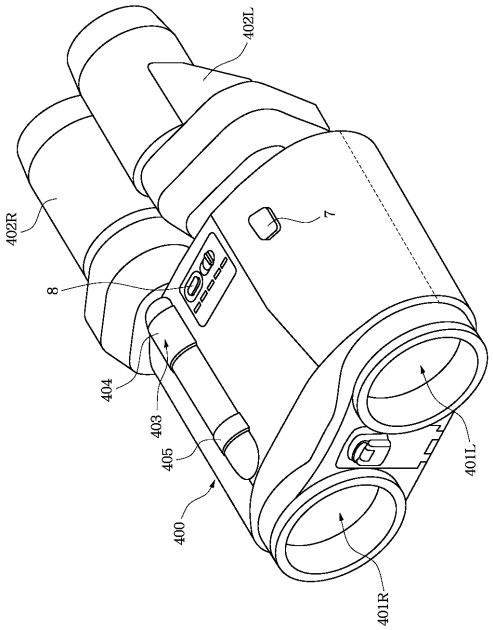
【図１１】



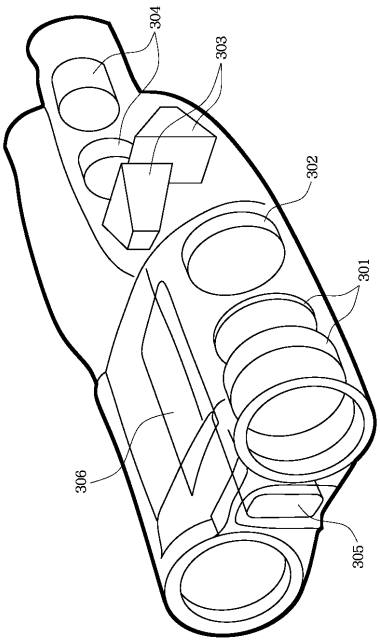
【図１２】



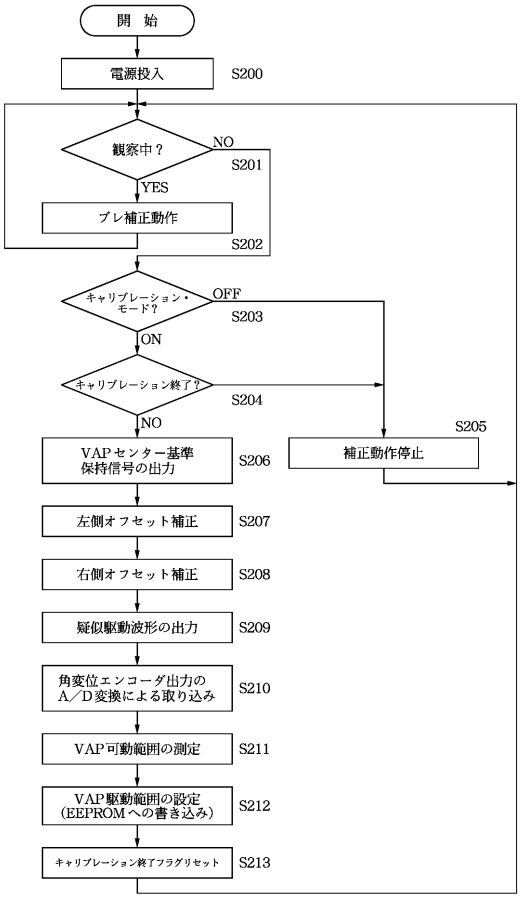
【図１３】



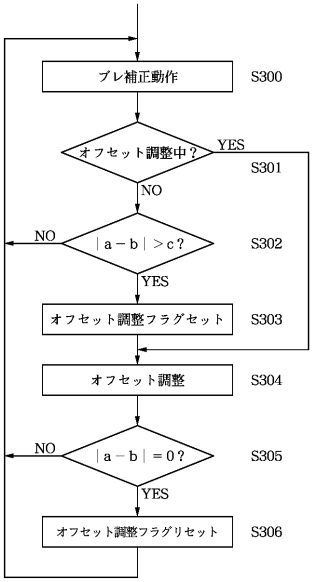
【図１４】



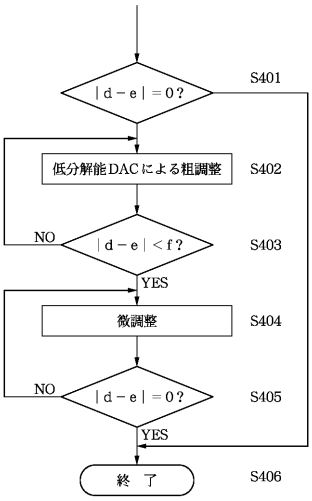
【図１５】



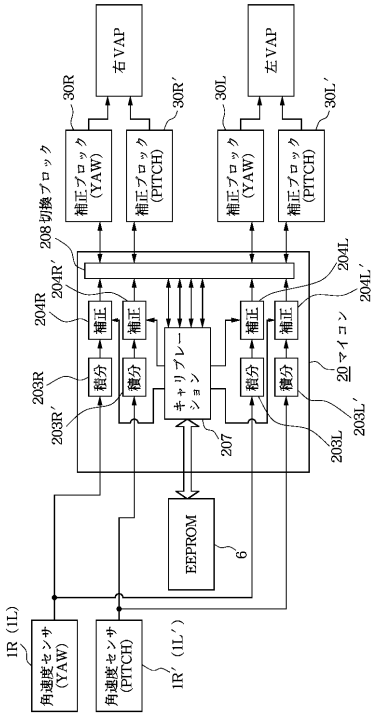
【図１６】



【図１７】


S401
|d－e|＝0？
低分解能DACによる粗調整
S402
NO
|d－e|＜f？
S403
YES
微調整
S404
NO
|d－e|＝0？
S405
YES
終　了
S406

【図１８】


右VAP
左VAP
30R
30R′
30L
30L′
補正ブロック (YAW)
補正ブロック (PITCH)
208 切換ブロック
204R
204R′
204L
204L′
補正
積分
203R
203R′
203L
203L′
キャリブレーション
207
20 マイコン
EEPROM
6
1R（1L）
1R′（1L′）
角速度センサ (YAW)
角速度センサ (PITCH)

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０８－０７９５９８（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－００３７２５（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－０５１３６４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G03B 5/00