

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5465500号
(P5465500)

(45) 発行日 平成26年4月9日(2014.4.9)

(24) 登録日 平成26年1月31日(2014.1.31)

(51) Int. Cl.		F I			
GO3B	5/00	(2006.01)	GO3B	5/00	J
HO4N	5/232	(2006.01)	HO4N	5/232	Z
HO4N	5/225	(2006.01)	HO4N	5/225	D

請求項の数 12 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2009-218197 (P2009-218197)	(73) 特許権者	000002233
(22) 出願日	平成21年9月19日 (2009.9.19)		日本電産サンキョー株式会社
(65) 公開番号	特開2010-122662 (P2010-122662A)		長野県諏訪郡下諏訪町5329番地
(43) 公開日	平成22年6月3日 (2010.6.3)	(74) 代理人	100090170
審査請求日	平成24年8月6日 (2012.8.6)		弁理士 横沢 志郎
(31) 優先権主張番号	特願2008-270142 (P2008-270142)	(72) 発明者	石原 久寛
(32) 優先日	平成20年10月20日 (2008.10.20)		長野県諏訪郡下諏訪町5329番地 日本電産サンキョー株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	唐沢 敏行
			長野県諏訪郡下諏訪町5329番地 日本電産サンキョー株式会社内
		(72) 発明者	南澤 伸司
			長野県諏訪郡下諏訪町5329番地 日本電産サンキョー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振れ補正機能付き光学ユニット、および振れ補正機能付き光学ユニットにおける振れ補正制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも光学素子が搭載された可動モジュールと、該可動モジュールをバネ部材を介して支持する固定体と、前記可動モジュールの振れを検出する振れ検出センサと、該振れ検出センサの検出結果に基づいて前記可動モジュールを前記固定体上で揺動させて当該可動モジュールの振れを補正する振れ補正用駆動機構と、前記振れ検出センサの検出結果に基づいて前記振れ補正用駆動機構を制御する制御部と、を有する振れ補正機能付き光学ユニットにおいて、

前記振れ検出センサは、前記可動モジュールに搭載されたジャイロスコープであって、

前記制御部は、前記ジャイロスコープにより検出された振れを打ち消すように前記振れ補正用駆動機構を制御し、

前記バネ部材の共振周波数を f_2 とし、前記ジャイロスコープの離調周波数を f_3 としたとき、前記振れ補正用駆動機構を制御する際のサーボゲインのオープンループ周波数特性において、ゲイン交点は、以下の条件

$$f_2 < \text{ゲイン交点} < f_3$$

を満たしていることを特徴とする振れ補正機能付き光学ユニット。

【請求項2】

前記制御部が前記振れ補正用駆動機構を制御する際の制御信号の周波数を f_1 としたとき、

前記制御信号の周波数 f_1 、前記バネ部材の共振周波数 f_2 、および前記ジャイロスコー

ープの離調周波数 f_3 は、以下の条件

$$f_1 < f_2 < f_3$$

を満たしていることを特徴とする請求項 1 に記載の振れ補正機能付き光学ユニット。

【請求項 3】

前記制御信号の周波数 f_3 が、前記ジャイロスコープから出力される角速度信号をデジタル信号化した後のデジタル信号に対して設けられたデジタルローパスフィルタにより抑制されていることを特徴とする請求項 2 に記載の振れ補正機能付き光学ユニット。

【請求項 4】

前記制御部は、さらに、前記ジャイロスコープから出力された角速度信号に基づいて前記可動モジュールの角変位量を求め、当該角変位量を打ち消すように前記振れ補正用駆動機構を制御することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の振れ補正機能付き光学ユニット。

10

【請求項 5】

前記制御部は、前記可動モジュールから引き出されたフレキシブル基板に実装された IC に構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の振れ補正機能付き光学ユニット。

【請求項 6】

前記制御部は、前記ジャイロスコープと同一のパッケージ内に収納されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の振れ補正機能付き光学ユニット。

【請求項 7】

前記制御部による制御は、外部からの指令信号に基づいて開始されることを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載の振れ補正機能付き光学ユニット。

20

【請求項 8】

前記光学素子はレンズであり、前記可動モジュールには、前記レンズに対して後側に撮像素子が搭載されていることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載の振れ補正機能付き光学ユニット。

【請求項 9】

前記制御部による制御は、撮影開始スイッチへの操作が行われた際に実行されることを特徴とする請求項 8 に記載の振れ補正機能付き光学ユニット。

【請求項 10】

前記制御部による制御は、前記撮像素子が前記レンズを介して撮像している期間中、常時行なわれることを特徴とする請求項 8 に記載の振れ補正機能付き光学ユニット。

30

【請求項 11】

光学素子が搭載された可動モジュールと、該可動モジュールをバネ部材を介して支持する固定体と、前記可動モジュールの振れを検出する振れ検出センサと、該振れ検出センサの検出結果に基づいて前記可動モジュールを前記固定体上で揺動させて当該可動モジュールの振れを補正する振れ補正用駆動機構と、を有する振れ補正機能付き光学ユニットにおける振れ補正制御方法において、

前記振れ検出センサは、前記可動モジュールに搭載されたジャイロスコープであって、当該ジャイロスコープにより検出された振れを打ち消すように前記振れ補正用駆動機構を制御し、

40

前記バネ部材の共振周波数を f_2 とし、前記ジャイロスコープの離調周波数を f_3 としたとき、前記振れ補正用駆動機構を制御する際のサーボゲインのオープンループ周波数特性において、ゲイン交点は、以下の条件

$$f_2 < \text{ゲイン交点} < f_3$$

を満たしていることを特徴とする振れ補正制御方法。

【請求項 12】

前記振れ補正用駆動機構を制御する際の制御信号の周波数を f_1 としたとき、前記制御信号の周波数 f_1 、前記バネ部材の共振周波数 f_2 、および前記ジャイロスコープの離調周波数 f_3 は、以下の条件

50

$$f_1 < f_2 < f_3$$

を満たしていることを特徴とする請求項 1 1 に記載の振れ補正制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レンズを搭載したモジュールを揺動させて手振れなどの振れを補正する振れ補正機能付き光学ユニット、およびその振れ補正制御方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

携帯電話機やデジタルカメラなどに搭載される撮影用光学装置や、レーザポインタ、携帯用や車載用の投射表示装置などの光学機器では、手振れや外部振動が伝わってきた際、光軸に振れが発生しやすい。

【0003】

そこで、携帯用の撮影用光学装置などに用いる撮影用光学ユニットにおいて、可動モジュールの各側面にアクチュエータを構成しておき、振れ検出センサの検出結果に基づいて、アクチュエータ光軸方向（Z軸方向）に直交するX軸周りおよびY軸周りに可動モジュールを揺動させて手振れを補正する技術が提案されている（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2007-129295号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来の光学ユニットでは、振れ検出センサとして用いたジャイロスコープによって、手振れに対応する角速度信号を積分して角変位を求め、かかる角変位に相当する変位を可動モジュールに行なわせているため、補正の応答が遅いという問題点がある。また、手振れ補正を行なう際、別のセンサなどによって、可動モジュールの角度を検出し、変位と指令値との差がゼロとなるように制御している。このため、制御システムが複雑になり、センサなどの部品数が増大であるという問題点もある。

【0006】

以上の問題点に鑑みて、本発明の課題は、簡素な制御方式で手振れを迅速に補正することができる振れ補正機能付き光学ユニット、および振れ補正制御方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明では、光学素子が搭載された可動モジュールと、該可動モジュールをバネ部材を介して支持する固定体と、前記可動モジュールの振れを検出する振れ検出センサと、該振れ検出センサの検出結果に基づいて前記可動モジュールを前記固定体上で揺動させて当該可動モジュールの振れを補正する振れ補正用駆動機構と、前記振れ検出センサの検出結果に基づいて前記振れ補正用駆動機構を制御する制御部と、を有する振れ補正機能付き光学ユニットにおいて、前記振れ検出センサは、前記可動モジュールに搭載されたジャイロスコープであって、前記制御部は、前記ジャイロスコープにより検出された振れを打ち消すように前記振れ補正用駆動機構を制御し、前記バネ部材の共振周波数を f_2 とし、前記ジャイロスコープの離調周波数を f_3 としたとき、前記振れ補正用駆動機構を制御する際のサーボゲインのオープンループ周波数特性において、ゲイン交点は、以下の条件

$$f_2 < \text{ゲイン交点} < f_3$$

を満たしていることを特徴とする。

【0008】

10

20

30

40

50

また、本発明では、光学素子が搭載された可動モジュールと、該可動モジュールをバネ部材を介して支持する固定体と、前記可動モジュールの振れを検出する振れ検出センサと、該振れ検出センサの検出結果に基づいて前記可動モジュールを前記固定体上で揺動させて当該可動モジュールの振れを補正する振れ補正用駆動機構と、を有する振れ補正機能付き光学ユニットにおける振れ補正制御方法において、前記振れ検出センサは、前記可動モジュールに搭載されたジャイロスコープであって、当該ジャイロスコープにより検出された振れを打ち消すように前記振れ補正用駆動機構を制御し、前記バネ部材の共振周波数を f_2 とし、前記ジャイロスコープの離調周波数を f_3 としたとき、前記振れ補正用駆動機構を制御する際のサーボゲインのオープンループ周波数特性において、ゲイン交点は、以下の条件

$$f_2 < \text{ゲイン交点} < f_3$$

を満たしていることを特徴とする。

【0009】

本発明では、振れ検出センサとして用いたジャイロスコープによって振れを検出し、かかる振れを打ち消すように振れ補正用駆動機構を制御する。このため、角速度信号を積分して角変位量を求める必要がないので、補正の応答性がすぐれている。また、ジャイロスコープにより検出された振れを打ち消すように振れ補正用駆動機構を制御するため、そのまま閉ループ制御を行なうことができる。このため、別のセンサなどによって、可動モジュールの角度を検出し、変位と指令値との差がゼロとなるように制御する必要がないため、制御系の構成を簡素化することができる。従って、部品数が少なく済むので、振れ補正機能付き光学ユニットの低コスト化を図ることができる。また、ジャイロスコープが可動モジュールに搭載されているため、簡素な構成で可動モジュールの振れを確実に検出することができる。また、バネと質量によって決まる機械的な固有共振周波数や、ジャイロスコープの離調周波数の影響を受けずに振れを補正することができる。振れを補正するにあたっては、手振れなどの振れの補正対象となる $1 \sim 15 \text{ Hz}$ の変位速度を充分キャンセルできるように広い帯域で安定なサーボゲインを備えていることが好ましい。しかしながら、サーボ帯域を広げすぎると、バネと質量によって決まるバネ部材の機械的な固有共振周波数や、ジャイロスコープの離調周波数の影響を受けてしまう。すなわち、ジャイロスコープでは、振動子が固有の共振周波数を有しており、かかる振動子の共振周波数はコリオリ力の検出感度を高めるために一般的に数十kHzと高い値であるが、励振側と検出側の共振周波数の差である離調周波数は、バネ系の共振周波数と同オーダーの値となってしまう。ここで、十分な制振性を実現するためには、バネ系共振点まで必要ゲインを確保してアクティブなダンピング抑制をすることが望ましいが、このサーボ帯域内にジャイロの離調周波数が入ってしまうと、サーボ系が不安定になってしまう。しかるに本発明では、バネ部材の共振周波数 f_2 、ジャイロスコープの離調周波数 f_3 、およびゲイン交点が上記の条件を満たしているので、バネと質量によって決まる機械的な固有共振周波数や、ジャイロスコープの離調周波数の影響を受けずに振れを補正することができる。

【0010】

本発明において、前記制御部が前記振れ補正用駆動機構を制御する際の制御信号の周波数を f_1 としたとき、前記制御信号の周波数 f_1 、前記バネ部材の共振周波数 f_2 、および前記ジャイロスコープの離調周波数 f_3 は、以下の条件

$$f_1 < f_2 < f_3$$

を満たしていることが好ましい。

【0011】

本発明において、前記制御信号の周波数 f_3 が、前記ジャイロスコープから出力される角速度信号をデジタル信号化した後のデジタル信号に対して設けられたデジタルローパスフィルタにより抑制されていることが好ましい。

【0012】

本発明において、前記振れ補正用駆動機構を制御する際のサーボゲインのオープンループ周波数特性において、ゲイン交点は、以下の条件

10

20

30

40

50

$f_2 < \text{ゲイン交点} < f_3$

を満たしていることが好ましい。

【0015】

本発明において、前記制御部は、さらに、前記ジャイロスコープから出力された角速度信号に基づいて前記可動モジュールの角変位量を求め、当該角変位を打ち消すように前記振れ補正用駆動機構を制御するように構成してもよい。

【0016】

本発明において、前記制御部は、前記可動モジュールから引き出されたフレキシブル基板に実装されたICに構成されている構成を採用することができる。

【0017】

本発明において、前記制御部は、前記ジャイロスコープと同一のパッケージ内に収納されている構成を採用してもよい。

【0018】

本発明において、前記制御部による制御は、外部からの指令信号に基づいて開始されることが好ましい。

【0019】

本発明において、前記制御部による制御は、前記撮像素子が前記レンズを介して撮像している期間中、常時行なわれるように構成してもよい。

【0020】

本発明において、前記光学素子はレンズであり、前記可動モジュールには、前記レンズに対して後側に撮像素子が搭載されている構成を採用できる。

【0021】

この場合、前記制御部による制御は、撮影開始スイッチへの操作が行われた際に実行されることが好ましい。

【発明の効果】

【0022】

本発明では、振れ検出センサとして用いたジャイロスコープによって振れを検出し、かかる振れを打ち消すように振れ補正用駆動機構を制御する。このため、角速度信号を積分して角変位量を求める必要がないので、補正の応答性がすぐれている。また、ジャイロスコープにより検出された振れを打ち消すように振れ補正用駆動機構を制御するため、そのまま閉ループ制御を行なうことができる。このため、別のセンサなどによって、可動モジュールの角度を検出し、変位と指令値との差がゼロとなるように制御する必要がないため、制御系の構成を簡素化することができる。従って、部品数が少なく済むので、振れ補正機能付き光学ユニットの低コスト化を図ることができる。また、ジャイロスコープが可動モジュールに搭載されているため、簡素な構成で可動モジュールの振れを確実に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニット全体を示す説明図である。

【図2】本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットの可動モジュール内に構成したレンズ駆動モジュールの説明図である。

【図3】図2に示すレンズ駆動モジュールの動作を模式的に示す説明図である。

【図4】本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットの断面構成を示す説明図である。

【図5】本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットを、図4とは異なる位置で切断した際の断面構成を示す説明図である。

【図6】本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットを前側からみた分解斜視図である。

【図7】本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットを後側からみた分解斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 8】本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットの可動モジュールおよびこの可動モジュールに接続する部材の説明図である。

【図 9】本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットに用いた可動モジュールおよびフレキシブル基板を前側からみた分解斜視図である。

【図 10】本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットに用いた可動モジュールおよびフレキシブル基板を後側からみた分解斜視図である。

【図 11】本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットにおいて支持機構などを構成する部材の説明図である。

【図 12】(a)、(b)は各々、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットのベース、パネ部材およびセンサカバーをX軸方向からみた説明図、および断面図である。

10

【図 13】本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットにおいて可動モジュールの可動範囲を制限する部材の説明図である。

【図 14】本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットにおいて可動モジュールの可動範囲を制限する機構の説明図である。

【図 15】本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットにおける手振れ補正の制御方法を示す概念図である。

【図 16】本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットにおける手振れ補正を行なうための制御部の構成を示す構成図である。

【図 17】本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットにおけるサーボゲインの補償内容を示す説明図である。

20

【図 18】本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットにおける別の手振れ補正の制御方法を示す概念図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明を実施するための最良の形態について、図面を参照しながら説明する。以下の説明においては、固定体において互いに直交する3方向を各々X軸、Y軸、Z軸とし、光軸L(レンズ光軸)に沿う方向をZ軸として説明する。従って、以下の説明では、各方向の振れのうち、X軸周りの回転は、いわゆるピッチング(縦揺れ)に相当し、Y軸周りの回転は、いわゆるヨーイング(横揺れ)に相当し、Z軸周りの回転は、いわゆるローリングに相当する。また、以下の説明では、「被写体側」を「前側」あるいは「上側」として説明し、「被写体側とは反対側」を「後側」あるいは「下側」として説明する。

30

【0025】

(振れ補正機能付き光学ユニットの全体構成)

図1は、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニット全体を示す説明図であり、図1(a)、(b)、(c)は各々、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットを被写体側(前側)からみた斜視図、被写体とは反対側である後側からみた斜視図、および振れ補正機能付き光学ユニットを携帯電話機などの光学機器に搭載した状態を示す説明図である。

【0026】

図1(a)、(b)に示す振れ補正機能付き光学ユニット200(手振れ補正機能付き光学ユニット)は、カメラ付き携帯電話機に用いられる薄型カメラであって、全体として略直方体形状を有している。本形態において、振れ補正機能付き光学ユニット200は、略矩形板状のベース220と、このベース220の上方に被せられた箱状の固定カバー260とを備えており、ベース220と固定カバー260は互いに固定されて固定体210の一部を構成している。固定体210において、固定カバー260の前側端部(被写体側端部)には、シャッター機構や、各種フィルタを光軸上に出現した状態および光軸上から回避した状態に切り換えるフィルタ駆動機構、さらには絞り機構を内蔵する付属モジュールが固定されることもある。

40

【0027】

固定カバー260は、光軸Lの方向(Z軸の方向)からみたときに矩形形状を有してお

50

り、矩形の天板部 261 を前側に備えている。天板部 261 には、矩形の開口部 261 a が形成されており、天板部 261 の外周縁から後方に向けては、4 枚の側板部 262 が延びている。4 枚の側板部 262 のうち、Y 軸方向に位置する 2 枚の側板部 262 の後端縁には切り欠き 262 d が形成されており、Y 軸方向に位置する 2 枚の側板部 262 のうちの一方の側板部 262 からは、切り欠き 262 d を介してフレキシブル基板 300 の引き出し部 350 が Y 軸方向に引き出されている。かかるフレキシブル基板 300 の引き出し部 350 は、側板部 262 に対して接着剤などで固定されている。

【0028】

固定カバー 260 の内側には、レンズ（光学素子）に対するフォーカス機構を内蔵する可動モジュール 1 が配置されているとともに、後述するように、可動モジュール 1 を揺動させて手振れ補正を行なう手振れ補正機構が構成されている。可動モジュール 1 は、レンズに対するフォーカス機構を内蔵するレンズ駆動モジュール 1 a を有しており、このレンズ駆動モジュール 1 a は、角筒状のモジュールカバー 160 の内側に保持されている。

10

【0029】

（レンズ駆動モジュールの構成）

図 2 は、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニット 200 の可動モジュール 1 内に構成したレンズ駆動モジュール 1 a の説明図であり、図 2 (a)、(b) は各々、レンズ駆動モジュール 1 a を斜め上方からみた外観図、および分解斜視図である。図 3 は、図 2 に示すレンズ駆動モジュール 1 a の動作を模式的に示す説明図である。なお、図 3 の左半分は、移動体 3 が無限遠の位置（通常撮影位置）にあるときの図を示しており、図 3 の右半分は、移動体 3 がマクロ位置（接写撮影位置）にあるときの図を示している。

20

【0030】

図 2 (a)、(b) および図 3 において、レンズ駆動モジュール 1 a は、レンズ（光学素子）を光軸 L の方向に沿って被写体（物体側）に近づく A 方向（前側）、および被写体とは反対側（撮像素子側 / 像側）に近づく B 方向（後側）の双方向に移動させるためのものであり、略直方体形状を有している。レンズ駆動モジュール 1 a は、概ね、3 枚のレンズ 121（光学素子）および固定絞りを内側に保持した移動体 3 と、この移動体 3 を光軸 L の方向に沿って移動させるレンズ駆動機構 5 と、レンズ駆動機構 5 および移動体 3 等が搭載された支持体 2 とを有している。移動体 3 は、レンズ 121 および固定絞りを保持する円筒状のレンズホルダ 12 と、後述するレンズ駆動用コイル 30 s、30 t を外周側面で保持するレンズ駆動用コイルホルダ 13 とを備えている。

30

【0031】

支持体 2 は、被写体側と反対側で撮像素子 15 を位置決めする矩形板状の撮像素子ホルダ 19 と、撮像素子ホルダ 19 に対して被写体側に固定された箱状のケース 18 と、ケース 18 の内側に配置される矩形板状のスペーサ 11 とを備えており、ケース 18 およびスペーサ 11 の中央には、被写体からの光をレンズ 121 に取り込むための円形の入射窓 110、18 a が各々形成されている。また、撮像素子ホルダ 19 の中央には、入射光を撮像素子 15 に導く穴 19 a が形成されている。

【0032】

さらに、レンズ駆動モジュール 1 a において、支持体 2 は、撮像素子 15 が実装された基板 154 を備えており、基板 154 は撮像素子ホルダ 19 の下面に固定されている。ここで、基板 154 は両面基板であり、基板 154 の下面側には、図 1 に示すフレキシブル基板 300 が接続されている。

40

【0033】

本形態において、ケース 18 は、鋼板等の強磁性板からなり、ヨークとしても機能する。このため、ケース 18 は、後述するレンズ駆動用マグネット 17 とともに、レンズ駆動用コイルホルダ 13 に保持されたレンズ駆動用コイル 30 s、30 t に鎖交磁界を発生させる鎖交磁界発生体 4 を構成している。かかる鎖交磁界発生体 4 は、レンズ駆動用コイルホルダ 13 の外周面に巻回されたレンズ駆動用コイル 30 s、30 t とともにレンズ駆動機構 5 を構成している。

50

【0034】

支持体2と移動体3とは、金属製のバネ部材14s、14tを介して接続されている。バネ部材14s、14tは基本的な構成が同様であり、支持体2側に保持される外周側連結部14aと、移動体3の側に保持される円環状の内周側連結部14bと、外周側連結部14aと内周側連結部14bとを接続するアーム状の板バネ部14cとを備えている。バネ部材14s、14tのうち、撮像素子側のバネ部材14sは、撮像素子ホルダ19に外周側連結部14aが保持され、内周側連結部14bが移動体3のレンズ駆動用コイルホルダ13の撮像素子側端面に連結されている。被写体側のバネ部材14tは、スペーサ11に外周側連結部14aが保持され、内周側連結部14bが移動体3のレンズ駆動用コイルホルダ13の被写体側端面に連結されている。このようにして、移動体3は、バネ部材14s、14tを介して支持体2に光軸Lの方向に移動可能に支持されている。かかるバネ部材14s、14tはいずれも、ベリリウム銅や非磁性のSUS系鋼材等といった非磁性の金属製であり、所定厚の薄板に対するプレス加工、あるいはフォトリソグラフィ技術を用いたエッチング加工により形成したものである。なお、バネ部材14s、14tのうち、バネ部材14sは、バネ片14e、14fに2分割されており、レンズ駆動用コイル30s、30tの各末端は各々、バネ片14e、14fに接続される。また、バネ部材14sにおいて、バネ片14e、14fには各々、端子14dが形成されており、バネ部材14s(バネ片14e、14f)はレンズ駆動用コイル30s、30tに対する給電部材としても機能する。

10

【0035】

本形態においては、レンズ駆動用コイルホルダ13の前側端面にリング状の磁性片61が保持されており、かかる磁性片61の位置は、レンズ駆動用マグネット17に対して前側位置である。磁性片61は、レンズ駆動用マグネット17との間に作用する吸引力により移動体3に対して光軸Lの方向の付勢力を印加する。このため、移動体3が無通電時に自重で変位することを防止することができるので、移動体3に所望の姿勢を維持させ、さらに耐衝撃性を向上させることが可能である。また、磁性片61はレンズホルダ12の前側端面に配置されており、磁性片61は非通電時(原点位置)においてはレンズ駆動用マグネット17と吸引することによりレンズホルダ12を後側に静置することができる。

20

【0036】

本形態のレンズ駆動モジュール1aにおいて、光軸Lの方向からみたとき、レンズ121は円形であるが、支持体2に用いたケース18は矩形箱状である。従って、ケース18は、角筒状胴部18cを備えており、角筒状胴部18cの上面側には、入射窓18aが形成された上板部18gを備えている。本形態において、角筒状胴部18cは四角筒状であり、光軸Lの方向からみたときに四角形の辺に相当する各位置に4つの側板部18bを備えている。4つの側板部18bの各々の内面にはレンズ駆動用マグネット17が固着されており、かかるレンズ駆動用マグネット17は各々、矩形の平板状永久磁石からなる。4つのレンズ駆動用マグネット17はいずれも光軸Lの方向において磁氣的に2分割されており、いずれにおいても内面と外面とが異なる極に着磁されている。例えば、4つのレンズ駆動用マグネット17では、例えば、上半分では内面がN極に着磁され、外面がS極に着磁され、下半分では、内面がS極に着磁され、外面がN極に着磁されている。このため、4つのレンズ駆動用マグネット17では、隣接する永久磁石同士において、磁極の配置が同一であり、コイルに対する鎖交磁束線を効率よく発生させることができる。

30

40

【0037】

移動体3は、レンズ121等を保持する円筒状のレンズホルダ12と、コイル(レンズ駆動用コイル30s、30t)が外周側面に巻回されたレンズ駆動用コイルホルダ13とを備えており、レンズホルダ12およびレンズ駆動用コイルホルダ13によって移動体3の側壁部分が構成されている。レンズホルダ12は、上半部が大径の大径円筒部12bになっており、下半部が大径円筒部12bより小径の小径円筒部12aになっている。レンズ駆動用コイルホルダ13は、レンズホルダ12を内側に保持するための円形のレンズホルダ収納穴130を備えている。

50

【0038】

本形態では、レンズ駆動用コイルホルダ13を光軸Lの方向からみたとき、内周形状は円形であるが、レンズ駆動用コイルホルダ13の外周形状を規定する外周側面131は四角形であり、四角形の4つの辺に相当する各位置に4つの面132を備えている。かかるレンズ駆動用コイルホルダ13の外周側面131において、光軸Lの方向における両端部および中央位置には、その全周にわたってリブ状突起131a、131b、131cが形成されており、撮像素子側端部に形成されたリブ状突起131aと中央位置に形成されたリブ状突起131bとに挟まれた凹部は第1コイル巻回部132aになっており、被写体側端部に形成されたリブ状突起131cと中央位置に形成されたリブ状突起131bとに挟まれた凹部は第2コイル巻回部132bになっている。

10

【0039】

レンズ駆動用コイルホルダ13において、4つの面132の各々には、第1コイル巻回部132a、および第2コイル巻回部132bの各々に対して、四角形の角部分を避けるように除去してなる矩形の貫通穴(貫通穴133a、133b)が形成されており、かかる貫通穴133a、133bは、レンズ駆動用コイルホルダ13の側面壁を内外方向で貫通している。このようにして、本形態では、レンズ駆動用コイルホルダ13の貫通穴133a、133bによって、移動体3の外周側面131で内側に凹む肉抜き部が構成されている。但し、貫通穴133a、133bは、周方向においては、レンズ駆動用コイルホルダ13の外周側面131において隣接する角部分で挟まれた中央部分に、各面132の周方向の長さ寸法(四角形の辺の寸法)の約1/3の寸法で形成されている。このため、

20

【0040】

このように構成したレンズ駆動用コイルホルダ13において、第1コイル巻回部132aにはレンズ駆動用コイル30sが巻回されており、第2コイル巻回部132bにはレンズ駆動用コイル30tが巻回されている。ここで、第1コイル巻回部132aおよび第2コイル巻回部132bは、光軸Lの方向からみたとき四角形であるため、レンズ駆動用コイル30s、30tはいずれも四角筒状に巻回されている。なお、4つのレンズ駆動用マグネット17はいずれも光軸Lの方向において、磁氣的に2分割されており、いずれにおいても内面と外面とが異なる極に着磁されているため、2つのレンズ駆動用コイル30s、30tにおける巻回方向は反対である。

30

【0041】

このように構成したレンズ駆動用コイルホルダ13は、ケース18の内側に配置される。その結果、レンズ駆動用コイル30s、30tの4つの辺部は各々、ケース18の角筒状胴部18cの内面に固着されたレンズ駆動用マグネット17に対向することになる。

【0042】

(レンズ駆動機構の動作)

本形態のレンズ駆動モジュール1aにおいて、移動体3は、通常は撮像素子側(撮像素子側)に位置しており、このような状態において、レンズ駆動用コイル30s、30tに所定方向の電流を流すと、レンズ駆動用コイル30s、30tは、それぞれ上向き(前側)の電磁力を受けることになる。これにより、レンズ駆動用コイル30s、30tが固着された移動体3は、被写体側(前側)に移動し始めることになる。このとき、バネ部材14tと移動体3の前端との間、およびバネ部材14sと移動体3の後端との間には、移動体3の移動を規制する弾性力が発生する。このため、移動体3を前側に移動させようとする電磁力と、移動体3の移動を規制する弾性力とが釣り合ったとき、移動体3は停止する。その際、バネ部材14s、14tによって移動体3に働く弾性力に応じて、レンズ駆動用コイル30s、30tに流す電流量を調整することで、移動体3を所望の位置に停止させることができる。

40

【0043】

また、レンズ駆動モジュール1aでは、レンズ121は円形であるが、かかるレンズ形

50

状に関係なく、レンズ駆動用コイル 30 s、30 t は四角形であり、レンズ駆動用マグネット 17 は、支持体 2 において内周面が四角形に形成されたケース 18 の角筒状胴部 18 c の辺に相当する複数の内面の各々に固着された平板状永久磁石である。このため、移動体 3 と支持体 2 との間において、移動体 3 の外周側に十分なスペースがない場合でも、レンズ駆動用コイル 30 s、30 t とレンズ駆動用マグネット 17 との対向面積が広いので、十分な推力を発揮することができる。

【0044】

このように構成したレンズ駆動モジュール 1 a に対しては、撮像素子 15 およびレンズ駆動用コイル 30 s、30 t を装置本体の制御部（図示せず）に電氣的に接続する必要がある。そこで、本形態では、レンズ駆動モジュール 1 a に対して被写体側とは反対側にフレキシブル基板 300（図 1 参照）を配置し、フレキシブル基板 300 に形成した配線パターンに撮像素子 15 およびレンズ駆動用コイル 30 s、30 t を電氣的に接続してある。

10

【0045】

（手振れ補正機構の全体構成）

本形態の振れ補正機能付き光学ユニット 200 は、図 1（c）に示すように、携帯電話機などの機器 500 に搭載されて撮影に用いられる。かかる機器 500 において、撮影を行なう際、概ね、Z 軸が水平に向けられる。従って、シャッターを押した際の手振れによって、X 軸周りの縦振れが発生するとともに、Y 軸周りの横振れが発生するおそれがある。そこで、本形態では、図 4～図 14 を参照して以下に説明する手振れ補正機能が付加されている。かかる手振れ補正機構では、可動モジュール 1 に振れ検出センサを設けるとともに、固定体 210 に対して X 軸周りおよび Y 軸周りに揺動可能に配置した可動モジュール 1 を手振れ補正用駆動機構によって揺動させる構成になっている。

20

【0046】

以下、本形態に振れ補正機能付き光学ユニット 200 に構成した振れ補正機構の各構成を以下に示す順

振れ補正機能付き光学ユニット 200 の全体構成・・・図 4～図 7

可動モジュール 1 の詳細構成・・・図 4、図 5、図 6～図 10

可動モジュール 1 に対する支持機構の構成・・・図 4、図 5、図 11 および図 12

可動モジュール 1 に対する可動範囲制限機構の構成・・・図 13 および図 14

30

で説明する。

【0047】

図 4 は、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニット 200 の断面構成を示す説明図であり、図 4（a）、（b）は各々、振れ補正機能付き光学ユニット 200 を、図 1（a）の Y1 - Y1 線に相当する位置で切断したときの縦断面図、および図 1（a）の X1 - X1 線に相当する位置で切断したときの縦断面図である。図 5 は、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニット 200 を、図 4 とは異なる位置で切断した際の断面構成を示す説明図であり、図 5（a）、（b）は各々、振れ補正機能付き光学ユニット 200 を、図 1（a）の C1 - C1 線に相当する位置で切断したときの縦断面図、および図 1（a）の C2 - C2 線に相当する位置で切断したときの縦断面図である。図 6 および図 7 は各々、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニット 200 を前側からみた分解斜視図、および後側からみた分解斜視図である。図 8 は、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニット 200 の可動モジュール 1 およびこの可動モジュール 1 に接続する部材の説明図であり、図 8（a）、（b）は各々、可動モジュール 1 およびこの可動モジュール 1 に接続する部材を前側からみた斜視図、および後側からみた斜視図である。

40

【0048】

本形態では、図 4～図 7 に示すように、固定体 210 については、後側（下側）から前側（上側）にベース 220、後側ストッパ部材 270、前側ストッパ部材 290、および固定カバー 260 を順に重ねて固定した構造を有している。これらの部材の詳細な構成は後述するが、ベース 220 は、可動モジュール 1 を揺動可能に支持する機能を担い、後側

50

ストッパ部材 270 および前側ストッパ部材 290 は、揺動可能にした可動モジュール 1 の過度の変位を阻止する機能を担い、固定カバー 260 は、振れ補正機能付き光学ユニット 200 のハウジングとして機能するとともに、手振れ補正用コイル 230x、230y を保持する機能を担っている。

【0049】

ベース 220 と可動モジュール 1 との間には、図 4 ~ 図 8 に示すフレキシブル基板 300、およびバネ部材 280 (付勢部材) が配置され、かかるフレキシブル基板 300 およびバネ部材 280 は、可動モジュール 1 に接続されている。フレキシブル基板 300 は振れ検出センサ 170 や振れ補正用駆動機構と外部との電気的な接続を行なう機能を担い、バネ部材 280 は、可動モジュール 1 をベース 220 に向けて付勢する機能を担っている。

10

【0050】

(可動モジュール 1 の詳細構成および振れ検出センサ 170 の配置)

図 9 および図 10 は各々、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニット 200 に用いた可動モジュール 1 およびフレキシブル基板 300 を前側からみた分解斜視図、および後側からみた分解斜視図である。

【0051】

図 4 ~ 図 10 に示すように、可動モジュール 1 は、レンズ駆動モジュール 1a を内側に保持するモジュールカバー 160 を備えている。モジュールカバー 160 は、Z 軸方向からみたとき矩形形状を備え、矩形形状の天板部 161 の外周縁からは後側に 4 つの側板部 162 が延びている。モジュールカバー 160 において、天板部 161 には、円形の開口部 161a が形成されている。

20

【0052】

モジュールカバー 160 の後端部は開口しており、かかる開口を覆うように金属製のセンサカバー 180 がモジュールカバー 160 の後端部に連結されている。かかる連結を行なうにあたって、本形態では、モジュールカバー 160 の後端部には、外側に張り出す屈曲部 169 を備え、かかる屈曲部 169 は、四つの角部分に、Z 軸に対して交差する面内 (本形態では、Z 軸に直交する面内) で外側に大きく張り出すモジュールカバー側フランジ部 168 を備えている。

【0053】

30

センサカバー 180 は、底板部 181 と、底板部 181 の外周縁で前側に起立する 4 つの側板部 182 とを備えており、その四つの角部分の各々には、側板部 182 の前端縁で Z 軸に対して交差する面内 (本形態では、Z 軸に直交する面内) で外側に張り出すセンサカバー側フランジ部 188 が形成されている。

【0054】

ここで、センサカバー側フランジ部 188 とモジュールカバー側フランジ部 168 とは Z 軸方向で重なるように形成されている。また、センサカバー側フランジ部 188 およびモジュールカバー側フランジ部 168 には小穴 188a、168a が形成されている。そこで、本形態では、小穴 188a、168a にネジ 198 の軸部を貫通させた状態で、軸部に、内周面に雌ネジが形成された筒状部材 199 を止めてある。このようにして、センサカバー 180 とモジュールカバー 160 とを連結すると、図 4 ~ 図 8 に示すように、可動モジュール 1 の外周面には、モジュールカバー側フランジ部 168 およびセンサカバー側フランジ部 188 によって、可動モジュール 1 の 4 つの角部分で外側に張り出す突部 103 が形成される。

40

【0055】

センサカバー 180 において、4 つの側板部 182 のうち、Y 軸方向で対向する側板部 182 には、その前端縁に切り欠き 182a が形成されている。このため、センサカバー 180 とモジュールカバー 160 とを連結した状態で、センサカバー 180 とモジュールカバー 160 との間には Y 軸方向で開口する隙間が形成される。従って、フレキシブル基板 300 の一部をセンサカバー 180 とレンズ駆動モジュール 1a との間に配置すると

50

もに、Y軸方向における一方側からフレキシブル基板300の引き出し部350を可動モジュール1から引き出すことができる。

【0056】

フレキシブル基板300は、Y軸方向に延在する略矩形形状のシートを長手方向の3箇所(折り曲げ部分301、302、303)で折り曲げた形状になっている。このため、フレキシブル基板300は、外部への引き出し部分350と、引き出し部分350に繋がる第1平板部分310と、第1平板部分310に対して折り曲げ部分301を介して繋がる第2平板部分320と、第2平板部分320に対して折り曲げ部分302を介して繋がる第3平板部分330と、第3平板部分330に対して折り曲げ部分303を介して繋がる第4平板部分340とを備え、第1平板部分310、第2平板部分320、第3平板部分330、および第4平板部分340は、Z軸方向の後側から前側に順に折り重なった形状になっている。ここで、折り曲げ部分301、303は、鋭角に折り曲げられている一方、折り曲げ部分302はU字形状に緩く湾曲した形状になっている。

10

【0057】

かかるフレキシブル基板300において、第1平板部分310および第2平板部分320はセンサカバー180の後側(下側)に配置され、第3平板部分330および第4平板部分340は、センサカバー180とレンズ駆動モジュール1aとの間に配置されている。従って、フレキシブル基板300において、折り曲げ部分302を挟む一方側は、可動モジュール1の内部に引き回され、フレキシブル基板300において、折り曲げ部分302を挟む他方側は、可動モジュール1から外部に延在した構成になっている。

20

【0058】

フレキシブル基板300において、第3平板部分330の下面には振れ検出センサ170が実装され、振れ検出センサ170の下面は、センサカバー180に接着固定されている。従って、フレキシブル基板300において、可動モジュール1の内部に引き回された部分は可動モジュール1と一体に変位し、フレキシブル基板300において、可動モジュール1から外側に引き出された部分のうち、可動モジュール1に近い部分は可動モジュール1の揺動に追従して変形する。

【0059】

また、第3平板部分330の上面には、可撓性の両面テープ370を介して、補強用の金属プレート380が固定されている。かかる状態で、振れ検出センサ170の下面側は、センサカバー180でシールドされているとともに、振れ検出センサ170の上面側は金属プレート380によりシールドされている。また、金属プレート380は、振れ検出センサ170と撮像素子15(図2参照)との間に介在し、撮像素子15の下面側をシールドする機能も担っている。フレキシブル基板300の第4平板部分340には、図2を参照して説明した撮像素子15が基板154(両面基板)を介して電氣的に接続され、レンズ駆動用コイル30s、30tも、バネ片14e、14fを介して電氣的に接続されている。

30

【0060】

本形態において、振れ検出センサ170は、表面実装タイプのジャイロスコープ(角速度センサ)であり、2軸好ましくは直交する2軸の角速度を検出する。かかる検出の際には、ジャイロスコープに励起信号を入力して、一對の振動子を振動させ、出力信号と入力信号との位相差などに基づいて角速度を検出する。

40

【0061】

フレキシブル基板300において、センサカバー180の後側に配置された第1平板部分310および第2平板部分320には大径の丸い穴310a、320aが形成されており、かかる穴310a、320aは、センサカバー180の後面側に、可動モジュール1を揺動可能に支持する支持機構400を配置するための切り欠き部分である。このように、本形態では、フレキシブル基板300に切り欠きを形成して支持機構400を避けるようにフレキシブル基板300を配置している。このため、ベース220と可動モジュール1とに挟まれた空間をフレキシブル基板300の引き回しスペースとして有効利用するこ

50

とができる。

【 0 0 6 2 】

また、第 1 平板部分 3 1 0、折り曲げ部分 3 0 1、第 2 平板部分 3 2 0、および折り曲げ部分 3 0 2 において、幅方向の中央部分にはスリット 3 0 0 a が形成されており、かかるスリット 3 0 0 a は、第 1 平板部分 3 1 0 に形成した穴 3 1 0 a から折り曲げ部分 3 0 2 まで連続して延在している。従って、フレキシブル基板 3 0 0 は、スリット 3 0 0 a および穴 3 1 0 a、3 2 0 a が形成されている分、幅方向（X 軸方向）においても変形が容易である。また、X 軸方向でフレキシブル基板 3 0 0 の配置が対称であるため、可動モジュール 1 が Y 軸周りのいずれの方向に揺動したときでも、フレキシブル基板 3 0 0 が可動モジュール 1 に及ぼす力が同等である。従って、可動モジュール 1 を適正に揺動させることができるので、手振れ補正を確実にこなうことができる。しかも、フレキシブル基板 3 0 0 において、可動モジュール 1 からの引き出し部分に Y 軸方向での折り曲げ部分 3 0 1、3 0 2 を設けたので、可動モジュール 1 を X 軸周りに揺動させる際、フレキシブル基板 3 0 0 が変形した際の形状復帰力が可動モジュール 1 の揺動に影響を及ぼしにくい。

10

【 0 0 6 3 】

（支持機構 4 0 0 の構成）

図 1 1 は、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニット 2 0 0 において支持機構 4 0 0 などを構成する部材の説明図であり、図 1 1 (a)、(b)、(c)、(d) は各々、振れ補正機能付き光学ユニット 2 0 0 のベース 2 2 0、バネ部材 2 8 0 およびセンサカバー 1 8 0 を前側からみた斜視図、後側からみた斜視図、前側からみた分解斜視図、および後側からみた分解斜視図である。図 1 2 (a)、(b) は各々、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニット 2 0 0 のベース 2 2 0、バネ部材 2 8 0 およびセンサカバー 1 8 0 を X 軸方向からみた説明図、および断面図である。

20

【 0 0 6 4 】

図 4、図 5、図 9 および図 1 0 を参照して説明したセンサカバー 1 8 0 の底板部 1 8 1 は、図 1 1 に示すように、前側からみたとき、中央の円形部分 1 8 6 が後方に凹んでいるとともに、円形部分 1 8 6 の中央部分は、前方に向けて有底円筒状に突出して下面で開口する凹部 1 8 7 が形成されている。

【 0 0 6 5 】

センサカバー 1 8 0 に対して後側で対向配置されるベース 2 2 0 は、矩形の底板部 2 2 1 の外周縁から前側に 4 つの側板部 2 2 2 が起立した構成になっており、Y 軸方向で対向する側板部 2 2 2 の一方には、図 9 および図 1 0 を参照して説明したフレキシブル基板 3 0 0 を引き出すための切り欠き 2 2 2 a が形成されている。ベース 2 2 0 において、底板部 2 2 1 の中央部分には前側（上側）に突出した有底円筒状の支持突起 2 2 7 が形成され、支持突起 2 2 7 の前端面には半球状の小突起 2 2 7 a が形成されている。従って、図 1 2 (a) に示すように、ベース 2 2 0 の前側（上側）にセンサカバー 1 8 0 を配置すると、図 4、図 5 および図 1 2 (b) に示すように、ベース 2 2 0 の支持突起 2 2 7 がセンサカバー 1 8 0 の凹部 1 8 7 に嵌るとともに、小突起 2 2 7 a が凹部 1 8 7 の底部下面 1 8 7 a に当接する。

30

【 0 0 6 6 】

このようにして、本形態では、固定体 2 1 0 のベース 2 2 0 と可動モジュール 1 のセンサカバー 1 8 0 との間には、凹部 1 8 7 の底部下面 1 8 7 a と支持突起 2 2 7 の小突起 2 2 7 a とによってピボット部が形成され、かかるピボット部は、固定体 2 1 0 に対して可動モジュール 1 を揺動可能とする支持機構 4 0 0 を構成している。本形態において、支持機構 4 0 0 は、振れ検出センサ 1 7 0 の後側において、振れ検出センサ 1 7 0 に対して Z 軸方向で重なる位置に配置されている。

40

【 0 0 6 7 】

再び図 1 1 において、ベース 2 2 0 は金属板のプレス加工品であり、前側（上側）からみたとき、底板部 2 2 1 には、外周領域 2 2 1 a と、支持突起 2 2 7 が形成された中央領域 2 2 1 b との間に、後側に凹んだ凹部 2 2 6 が形成され、かかる凹部 2 2 6 は、支持突

50

起 2 2 7 が形成された中央領域 2 2 1 b の三方を囲むように形成されている。また、ベース 2 2 0 の底板部 2 2 1 において、中央領域 2 2 1 b には、支持突起 2 2 7 が形成されている領域の三方を囲むようにスリット 2 2 8 が形成されており、かかるスリット 2 2 8 によって、Y 軸方向に延びる板バネ部 2 2 9 が形成されている。従って、支持突起 2 2 7 は、板バネ部 2 2 9 の先端に形成された構成になっている。従って、板バネ部 2 2 9 が Z 軸方向に変形した場合、支持機構 4 0 0 全体が Z 軸方向に変位することになる。

【 0 0 6 8 】

ここで、板バネ部 2 2 9 は、ベース 2 2 0 の後面よりわずかに前側に位置する。このため、図 4 (a)、(b) に示すように、板バネ部 2 2 9 の後面は、ベース 2 2 0 の後面および固定カバー 2 6 0 の後端縁に対して所定の寸法 G 1 0 だけ前側に位置する。

10

【 0 0 6 9 】

(バネ部材 2 8 0 の構成)

可動モジュール 1 のセンサカバー 1 8 0 とベース 2 2 0 との間には、可動モジュール 1 をベース 2 2 0 に向けて付勢するバネ部材 2 8 0 が配置されている。バネ部材 2 8 0 は、平面矩形形状を有する板バネであり、リン青銅、ベリリウム銅や非磁性の S U S 系鋼材等といった金属製の薄板に対するプレス加工、あるいはフォトリソグラフィ技術を用いたエッチング加工により形成したものである。

【 0 0 7 0 】

バネ部材 2 8 0 において、4 つの角部分には、固定体 2 1 0 に連結される固定体側連結部 2 8 1 が形成されている。本形態において、固定体側連結部 2 8 1 は、固定体 2 1 0 を構成する複数の部材のうち、図 4 ~ 図 7 に示す後側ストッパ部材 2 7 0 に固定される。本形態では、バネ部材 2 8 0 の固定体側連結部 2 8 1 には小穴 2 8 1 a が形成されている一方、後側ストッパ部材 2 7 0 の後側の面において 4 つの角部分には小突起 2 7 7 a が形成されている。従って、後側ストッパ部材 2 7 0 の小突起 2 7 7 a をバネ部材 2 8 0 の小穴 2 8 1 a を嵌めて、バネ部材 2 8 0 と後側ストッパ部材 2 7 0 とを位置決めした後、接着あるいは加締めなどを行えば、固定体側連結部 2 8 1 を固定体 2 1 0 に連結することができる。

20

【 0 0 7 1 】

また、バネ部材 2 8 0 の中央部分には、可動モジュール 1 のセンサカバー 1 8 0 と連結される略矩形の可動モジュール側連結部 2 8 2 が形成されており、可動モジュール側連結部 2 8 2 の中央領域には、センサカバー 1 8 0 の底板部 1 8 1 で後方に突き出た円形部分 1 8 6 が嵌る円形の穴 2 8 2 a が形成されている。かかるバネ部材 2 8 0 は、接着などの方法で可動モジュール側連結部 2 8 2 がセンサカバー 1 8 0 の底板部 1 8 1 の後面に固定される。

30

【 0 0 7 2 】

バネ部材 2 8 0 は、中央の可動モジュール側連結部 2 8 2 と 4 つの固定体側連結部 2 8 1 とに両端が接続された 4 本の細幅のアーム部 2 8 3 を備えたジンバルバネ形状になっている。本形態において、4 本のアーム部 2 8 3 は各々、可動モジュール側連結部 2 8 2 の辺部に沿って X 軸方向あるいは Y 軸方向に延在した構成になっている。ここで、バネ部材 2 8 0 は、振れ補正機能付き光学装置 2 0 0 に搭載した状態で、可動モジュール側連結部 2 8 2 が固定体側連結部 2 8 1 よりも前側に位置している。このため、アーム部 2 8 3 は、可動モジュール 1 をベース 2 2 0 に向けて付勢している。

40

【 0 0 7 3 】

本形態において、4 本のアーム部 2 8 3 はいずれも、固定体側連結部 2 8 1 から周方向の同一方向に延在し、かつ、4 本のアーム部 2 8 3 は互いに同一の形状およびサイズをもって光軸周りに等角度間隔に配置されている。このため、4 本のアーム部 2 8 3 はいずれも 9 0 度、1 8 0 度、2 7 0 度で回転対称である。

【 0 0 7 4 】

ここで、図 9 および図 1 0 を参照して説明したフレキシブル基板 3 0 0 の第 1 平板部分 3 1 0 および第 2 平板部分 3 2 0 は、センサカバー 1 8 0 の後側において、バネ部材 2 8

50

0とベース220との間に配置される。従って、バネ部材280では、X軸方向では2つの固定体側連結部281が梁部284で連結されているが、Y軸方向では梁部284が形成されておらず、固定体側連結部281の間に切り欠きが存在する。このため、Y軸方向の一方側において、固定体側連結部281の間にフレキシブル基板300を通すことができる。

【0075】

また、センサカバー180の底板部181の後面において、バネ部材280のアーム部283とZ軸方向で重なる部分は、バネ部材280の可動モジュール側連結部282が接続されている領域に比較して、前側に向けて凹む凹部181eになっている。このため、センサカバー180の底板部181は、アーム部283に一切接触しておらず、かつ、可動モジュール1が揺動してバネ部材280が変形した場合でも、センサカバー180の底板部181とアーム部283とが接触することはない。

10

【0076】

(振れ補正用駆動機構の構成)

本形態では、図4、図5、図6および図7に示すように、可動モジュール1を揺動させる磁気駆動力を発生させる手振れ補正用駆動機構として、支持機構400を支点にして可動モジュール1をX軸周りに揺動させる第1手振れ補正用駆動機構250xと、支持機構400を支点にして可動モジュール1をY軸周りに揺動させる第2手振れ補正用駆動機構250yとが構成されており、かかる第1手振れ補正用駆動機構250xおよび第2手振れ補正用駆動機構250yの構成を以下に説明する。

20

【0077】

まず、可動モジュール1において、Y軸方向で相対向するモジュールカバー160の2つの側板部162の外面には、第1手振れ補正用駆動機構250xを構成する矩形板状の手振れ補正用マグネット240x(第1手振れ補正用マグネット)が保持され、X軸方向で相対向する他の2つの側板部162の外面には、第2手振れ補正用駆動機構250yを構成する矩形板状の手振れ補正用マグネット240y(第2手振れ補正用マグネット)が保持されている。ここで、手振れ補正用マグネット240x、240yは、いずれも矩形の平板状永久磁石からなる。本形態において、手振れ補正用マグネット240x、240yは、Z軸方向に配列された2枚の平板状永久磁石によって構成され、これらの平板状永久磁石では、外面側および内面側が異なる極に着磁されている。また、Z軸方向に配列された2枚の平板状永久磁石では、着磁方向が逆である。なお、手振れ補正用マグネット240x、240yについては、1枚の永久磁石に異なる極性を2極着磁してもよい。

30

【0078】

また、固定体210において、Y軸方向で相対向する固定カバー260の2つの側板部262の内面には、第1手振れ補正用駆動機構250xを構成する手振れ補正用コイル230x(第1手振れ補正用コイル)が接着固定され、X軸方向で相対向する固定カバー260の2つの側板部262の内面には、第2手振れ補正用駆動機構250yを構成する手振れ補正用コイル230y(第2手振れ補正用コイル)が接着固定されている。かかる手振れ補正用コイル230x、230yは各々、手振れ補正用マグネット240x、240yに対向している。また、手振れ補正用コイル230x、230yにおいてZ軸方向に位置する2つの有効辺部は各々、手振れ補正用マグネット240x、240yにおいてZ軸方向に配列された2枚の平板状永久磁石の各々と対向している。ここで、手振れ補正用コイル230x、230yの各端部は、フレキシブル基板300を介して、あるいは別のフレキシブル基板を介して外部に電氣的に接続されている。なお、固定カバー260の側板部262には小さな開口部262aが形成されており、かかる開口部262aは、手振れ補正用コイル230x、230yを側板部262に固定した後、補強用の接着剤の塗布などに利用される。

40

【0079】

このようにして、本形態では、Y軸方向において支持機構400を間に挟んで対向する2箇所に対になって可動モジュール1をX軸周りに揺動させる第1手振れ補正用駆動機構

50

250xが構成されており、第1手振れ補正用駆動機構250xにおいて、2つの手振れ補正用コイル230xは、通電されたときに可動モジュール1をX軸周りの同一方向に磁気駆動力を発生するように配線接続されている。従って、2つの第1手振れ補正用駆動機構250xは、2つの手振れ補正用コイル230xに通電されたときに支持機構400を通るX軸周りにおいて同一方向のモーメントを可動モジュール1に印加する。また、本形態では、X軸方向において支持機構400を間に挟んで対向する2箇所であって可動モジュール1をY軸周りに揺動させる第2手振れ補正用駆動機構250yが構成されており、第2手振れ補正用駆動機構250yにおいて、2つの手振れ補正用コイル230yは、通電されたときに可動モジュール1をY軸周りの同一方向に磁気駆動力を発生するように配線接続されている。従って、2つの第2手振れ補正用駆動機構250yは、2つの手振れ補正用コイル230yに通電されたときに支持機構400を通るY軸周りにおいて同一方向のモーメントを可動モジュール1に印加する。

10

【0080】

なお、本形態において、モジュールカバー160は磁性体からなり、手振れ補正用マグネット240x、240yに対するヨークとして機能する。また、モジュールカバー160において、後側端部は、外側に小さく折れ曲がった屈曲部169が形成されており、かかる屈曲部169は集磁性能を高める機能を担っている。

【0081】

このように構成した振れ補正機能付き光学ユニット200を搭載したカメラ付き携帯電話機では、撮影の際の手振れを検出するためのジャイロスコープなどの振れ検出センサ170が可動モジュール1に搭載されており、かかる振れ検出センサ170での検出結果に基づいて、図15～図17を参照して後述する制御部800は、手振れ補正用コイル230x、および手振れ補正用コイル230yの一方あるいは双方に通電を行い、可動モジュール1をX軸周りおよびY軸周りの一方および双方において揺動させる。かかる揺動を合成すれば、XY面全体に対して可動モジュール1を揺動させたことになる。それ故、カメラ付き携帯電話などで想定される全ての手振れを確実に補正することができる。

20

【0082】

ここで、振れ検出センサ170が可動モジュール1に搭載されている。このため、光軸Lの振れを直接、振れ検出センサ170によって検出するため、精度よく振れを補正することができる。

30

【0083】

また、可動モジュール1の後側に構成した支持機構400を中心に可動モジュール1を揺動させるため、フレキシブル基板300の変形が極めて小さい。従って、フレキシブル基板300が変形した際の形状復帰力が小さいので、可動モジュール1を迅速に揺動させることができる。

【0084】

ここで、支持機構400の揺動支点を基準にしたとき、可動モジュール1に対して磁気力が作用する磁気的中心位置のZ軸方向の位置は、可動モジュール1のZ軸方向の中心より離れた位置にある。このため、第1手振れ補正用駆動機構250xおよび第2手振れ補正用駆動機構250yが可動モジュール1を揺動させるのに必要な磁気駆動力が小さくてよいという利点がある。

40

【0085】

これに対して、支持機構400の揺動支点を基準にしたとき、可動モジュール1に対して磁気力が作用する磁気的中心位置のZ軸方向の位置が、可動モジュール1のZ軸方向の中心より近い位置にあれば、わずかな変位で可動モジュール1を大きく揺動させることができるので、手振れ補正の応答性に優れているという利点がある。

【0086】

(可動モジュール1に対する可動範囲制限機構の構成)

図13は、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニット200において可動モジュール1の可動範囲を制限する部材の説明図であり、図13(a)、(b)、(c)、(d

50

)は各々、可動モジュール1に後側ストッパ部材270および前側ストッパ部材290を配置した状態を前側からみた斜視図、後側からみた斜視図、前側からみた分解斜視図、および後側からみた分解斜視図である。図14は、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニット200において可動モジュール1の可動範囲を制限する機構の説明図であり、図14(a)、(b)、(c)は各々、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットにおいて、可動モジュールに後側ストッパ部材を配置した状態を前側からみた平面図、図1(a)において振れ補正機能付き光学ユニット200の角付近を通るY2-Y2断面図、および図1(a)において振れ補正機能付き光学ユニット200の角付近を通るX2-X2断面図である。

【0087】

10

図4、図5、図6、図7、および図13に示すように、本形態においては、可動モジュール1の周りには矩形枠状の前側ストッパ部材290および後側ストッパ部材270が配置され、これらの前側ストッパ部材290および後側ストッパ部材270によって、可動モジュール1のX軸方向における双方向、Y軸方向における双方向、Z軸方向における双方向、X軸周りにおける双方向、Y軸周りにおける双方向、およびZ軸周りにおける双方向の可動範囲が制限される。

【0088】

まず、図14(a)、(b)、(c)に示すように、後側ストッパ270は、前側からみたとき、4つの角部分の各々には、可動モジュール1の角部分でX軸方向およびY軸方向に張り出す突部103に対して、X軸方向の外側で僅かな隙間GX1を介して対向する内壁272aと、突部103に対してY軸方向の外側で僅かな隙間GY1を介して対向する内壁272bとを備えている。従って、可動モジュール1のX軸方向における双方向、およびY軸方向における双方向、X軸周りにおける双方向、Y軸周りにおける双方向、およびZ軸周りにおける双方向の可動範囲が制限される。

20

【0089】

次に、図14(b)、(c)に示すように、後側ストッパ270は、突部103に対してZ軸方向の後側で対向する板状部274を備えている。また、前側ストッパ290は、枠部分の角部297が突部103に対してZ軸方向の前側で対向している。このため、可動モジュール1のZ軸方向における双方向の可動範囲が制限される。

【0090】

30

ここで、前側ストッパ部材290および後側ストッパ部材270は、樹脂製であり、金属製と違って衝撃吸収性や振動吸収性を備えている。このため、可動モジュール1が前側ストッパ部材290および後側ストッパ部材270に当接しても、余計な音や振動が発生しない。

【0091】

また、図4、図5および図12に示す支持機構400では、ベース220の支持突起227がセンサカバー180の凹部187に嵌っており、本形態では、かかる支持機構400によっても、可動モジュール1のX軸方向における双方向、およびY軸方向における双方向の可動範囲が制限されている。すなわち、支持突起227の外周面と凹部187の内周面との間には、図4に示すように、X軸方向でわずかな隙間GX2が空いているだけであり、Y軸方向でわずかな隙間GY2が空いているだけである。

40

【0092】

さらに、図4、図5および図12に示す支持機構400では、ベース220の支持突起227の小突起227aが凹部187の底部下面187aに当接し、かかる支持機構400でも、可動モジュール1のZ軸方向の後側への移動が規制されている。ここで、落下などの衝撃によって可動モジュール1がZ軸方向の後側に急激に変位すると、可動モジュール1の突部103が後側ストッパ270の板状部274に当接するまでの間、小突起227aと凹部187の底部下面187aとの負荷が集中し、小突起227aや凹部187の底部下面187aが変形するおそれがある。しかるに本形態において、支持突起227は、ベース220に形成された板バネ部229の先端部に形成されているため、可動モジュ

50

ール1のZ軸方向の後側に変位した際、支持機構400全体がZ軸方向に変位する。このため、落下などの衝撃が加わった際、小突起227aと凹部187の底部下面187aとの負荷が集中しても、小突起227aや凹部187の底部下面187aが変形するおそれがない。

【0093】

ここで、板バネ部229は、図4(a)、(b)に示すように、ベース220の後面および固定カバー260の後端縁に対して所定の寸法G10だけ前側に位置する。このため、落下などの衝撃によって可動モジュール1がZ軸方向の後側に急激に変位し、板バネ部229が後側に変位しても、板バネ部229がベース220の後面や固定カバー260の後端縁から後側に突き出ることはない。

10

【0094】

(手振れ制御の詳細説明)

図15は、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットにおける手振れ補正の制御方法を示す概念図である。図16は、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットにおける手振れ補正を行なうための制御部の構成を示す構成図である。図17は、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットにおけるサーボゲインの補償内容を示す説明図であり、図17(a)、(b)、(c)は、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットにおけるサーボゲインの補償前のオープンループ周波数特性を示す説明図、サーボゲインの補償後の周波数特性を示す説明図、および別の条件でサーボゲインを補償した際の周波数特性を示す説明図である。なお、図17(a)において、T1はゲイン特性を示し、T2は位相特性を示してある。

20

【0095】

本形態の振れ補正機能付き光学ユニット200は、図1(c)に示すように、携帯電話機などの機器500に搭載されて撮影に用いられる。従って、シャッターを押した際の手振れによって、X軸周りの縦振れが発生するとともに、Y軸周りの横振れが発生するおそれがある。そこで、本形態では、図15に示すように、2軸のジャイロスコープからなる振れ検出センサ170を可動モジュール200自身に搭載し、制御部800は、振れ検出センサ170により検出した振れを打ち消すように、第1手振れ補正用駆動機構250xおよび第2手振れ補正用駆動機構250yを閉ループ制御する。すなわち、振れ検出センサ170として用いたジャイロスコープが、正負二電源ではなく、+3Vや+5Vなどのように単電源で使用されると、振れ検出センサ170から出力される角速度信号は、+1.5Vなどの中点電位から(+)、(-)方向に振れることで、方向と大きさに比例した信号を出力する。それ故、振れ検出センサ170から出力される角速度信号は、振れがない状態でも「ゼロ」(ボルト)になることはなく中点電位を保持した出力となる。従って、制御部800は、振れ検出センサ170から出力される角速度信号が、振れ検出センサ170に印加した電圧の中点電位になるように第1手振れ補正用駆動機構250xおよび第2手振れ補正用駆動機構250yを制御すれば、振れ検出センサ170により検出した振れを打ち消すように、第1手振れ補正用駆動機構250xおよび第2手振れ補正用駆動機構250yを閉ループ制御することになる。

30

【0096】

その結果、制御部800は、振れ検出センサ170が検出した角速度信号の変位がゼロとなるように、第1手振れ補正用駆動機構250xおよび第2手振れ補正用駆動機構250yを閉ループ制御することになる。それ故、制御部800は、振れ検出センサ170から出力されたピッチング方向の角速度信号、およびヨーイング方向の角速度信号を積分して可動モジュール3の角変位量を求めなくても、振れ検出センサ170から出力されたピッチング方向の角速度信号、およびヨーイング方向の角速度信号から、第1手振れ補正用駆動機構250xおよび第2手振れ補正用駆動機構250yに手振れ補正用の駆動信号を出力することができる。

40

【0097】

かかる制御部800では、振れ補正機能付き光学ユニット200の外部(光学機器本体

50

)から指令信号が出力され、かかる指令信号に基づいて、手振れ制御が実行される。かかる指令信号は撮影動作に連動して出力される。具体的なタイミングとしては、シャッターボタンなどの撮影開始スイッチが半分だけ押し込まれた時に指令信号が出力される場合、撮影開始スイッチが半分だけ押し込まれ、オートフォーカス動作が行われて完了した時に指令信号が出力される場合、撮影開始スイッチが深く押し込まれた時に指令信号が出力される場合がある。また、カメラによって取り込まれた映像がモニター部に表示されている間、常時、手振れ補正が実行される場合もある。

【0098】

かかる制御を行なうために、本形態の振れ補正機能付き光学ユニット200に構成した制御部800は、図16(a)、(b)に示す構成を有している。なお、制御部800は、X軸周り(ピッチング方向)の手振れ補正用、およびY軸周り(ヨーイング方向)の手振れ補正用の2組構成されているが、2組の制御部800は同一の構成を有している。従って、以下の説明では、それらを区別せずに説明する。

10

【0099】

図16(a)、(b)に示す制御部800は概ね、制御回路810と手振れ補正用の駆動回路890とを備えており、手振れ(外乱ノイズ)によって可動モジュール3が振れると、振れ検出センサ170は、かかる振れに対応する角速度信号を制御回路810に出力する。制御回路810は、振れ検出センサ170が検出した角速度信号を手振れ補正用の制御信号に変換し、駆動回路890に出力する。駆動回路890は、制御信号に基づいて駆動信号を生成し、第1手振れ補正用駆動機構250xおよび第2手振れ補正用駆動機構250yに供給する。

20

【0100】

制御回路810は概ね、A/D変換回路820、ゲイン調整回路840、位相補償回路850、およびD/A変換回路860を有している。かかる制御回路810において、振れ検出センサ170が検出した角速度信号は、A/D変換回路820によってデジタル信号に変換された後、ゲイン調整回路840および位相補償回路850によって、デジタル信号からなる制御信号に変換され、しかる後に、D/A変換回路860によって、アナログ信号からなる制御信号に変換されて駆動回路590に出力される。なお、振れ検出センサ170によって出力される角速度信号がデジタル信号の場合は、A/D変換回路820は使用しない。また、制御回路810は、振れ検出センサ170が検出した角速度信号からDC成分を除去するハイパスフィルタ(図示せず)を有する場合もある。いずれも場合も、振れ検出センサ170から出力された角速度信号から可動モジュール3の角変位量を算出するための積分回路を備えていない。

30

【0101】

かかる制御部800は、例えば、図1(a)に一点鎖線で示すように、可動モジュール3から引き出されたフレキシブル基板300に実装されたIC900内に構成される。また、制御部800は、図4、図5および図9などに示す振れ検出センサ170と共通のパッケージ内に収容された構成を採用することもでき、この場合、振れ検出センサ170と制御部800は、ハイブリッドICなどの集積回路として構成される。

【0102】

本形態では、可動モジュール3と固定体210とがバネ部材280を介して接続されていることから、バネと質量によって決まるバネ部材280の機械的な固有共振周波数の影響を受けてしまう。また、ジャイロスコープでは、振動子が固有の共振周波数を有しており、かかる振動子の共振周波数はコリオリ力の検出感度を高めるために一般的に数十kHzと高い値であるが、励振側と検出側の共振周波数の差である離調周波数(100Hz)は、図17(a)に直線T1で示すように、バネ系の共振の共振周波数と同オーダーの値になってしまう。また、バネ部材280の共振周波数が、手振れ補正の対象周波数である1~15Hzと重なっていると、共振してしまう。

40

【0103】

そこで、本形態では、まず、バネ部材280の共振周波数を適正な値、例えば、60Hz

50

に設定してある。従って、本形態では、制御部 800 が第 1 手振れ補正用駆動機構 250 x および第 2 手振れ補正用駆動機構 250 y を制御する際の制御信号の周波数を f_1 とし、バネ部材 280 の共振周波数を f_2 とし、振れ検出センサ 170 (ジャイロスコープ) の離調周波数を f_3 としたとき、制御信号の周波数 f_1 ($1 \sim 15$ Hz)、バネ部材の共振周波数 f_2 、およびジャイロスコープの離調周波数 f_3 は、以下の条件

$$f_1 < f_2 < f_3$$

を満たしている。

【0104】

また、制御部 800 が第 1 手振れ補正用駆動機構 250 x および第 2 手振れ補正用駆動機構 250 y を制御する際のゲイン交点が、バネ部材 280 の共振周波数や、振れ検出センサ 170 (ジャイロスコープ) の離調周波数と接近していると、バネ部材 280 の共振周波数や、振れ検出センサ 170 (ジャイロスコープ) の離調周波数の影響を受けてしまう。そこで、本形態の制御回路 810 では、A/D 変換回路 820 の後段に、サーボゲインを調整するデジタルローパスフィルタ 830 を設け、サーボゲインの周波数特性を図 17 (b) に示すように、ジャイロスコープの離調周波数 f_3 付近のゲインを急激に落としてある。このため、制御部 800 が第 1 手振れ補正用駆動機構 250 x および第 2 手振れ補正用駆動機構 250 y を制御する際のサーボゲインの周波数特性において、ゲイン交点 P は、以下の条件

$$f_2 < \text{ゲイン交点} < f_3$$

を満たしている。従って、バネ部材 280 の共振周波数 f_2 まで必要ゲインを広く確保することができるので、バネ部材共振に対してアクティブダンパーとして機能させることができるとともに、ジャイロスコープの離調周波数 f_3 以上の周波数域では、ゲインが -6 dB 以下である。かかる構成によれば、バネ部材 280 の共振周波数や、振れ検出センサ 170 (ジャイロスコープ) の離調周波数の影響を受けることなく、可動モジュール 3 の手振れを補正することができる。

【0105】

なお、デジタルローパスフィルタ 830 は、サーボゲインの周波数特性を、図 17 (c) に示すように補償してもよい。すなわち、サーボゲインの周波数特性において、ゲイン交点 P を、以下の条件

$$\text{ゲイン交点} < f_2 < f_3$$

を満たすように設定してもよい。かかる構成では、バネ部材の共振周波数 f_2 以上の周波数域では、ゲインが -6 dB 以下である。従って、バネ部材 280 の共振周波数や、振れ検出センサ 170 (ジャイロスコープ) の離調周波数の影響を受けることなく、可動モジュール 3 の手振れを補正することができる。

【0106】

(本形態の主な効果)

以上説明したように、本形態では、振れ検出センサ 170 (ジャイロスコープ) により検出された振れを打ち消すように振れ補正用駆動機構 (第 1 手振れ補正用駆動機構 250 x および第 2 手振れ補正用駆動機構 250 y) を制御する。例えば、振れ検出センサ 170 (ジャイロスコープ) から出力された手振れに対応する角速度信号の変位がゼロになるように振れ補正用駆動機構 (第 1 手振れ補正用駆動機構 250 x および第 2 手振れ補正用駆動機構 250 y) を制御する。このため、角速度信号を積分して角変位量を求める必要がないので、補正の応答性が優れている。また、ジャイロスコープから出力された角速度信号の変位がゼロになるように振れ補正用駆動機構を制御するなど、ジャイロスコープにより検出された振れを打ち消すように振れ補正用駆動機構を制御するので、そのまま閉ループ制御を行なうことができる。このため、別のセンサなどによって、可動モジュールの角度を検出し、変位と指令値との差がゼロとなるように制御する必要がないため、制御系の構成を簡素化することができる。従って、部品数が少なく済むので、振れ補正機能付き光学ユニットの低コスト化を図ることができる。

【0107】

〔他の実施の形態〕

(制御方式の変形例)

図18は、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットにおける別の手振れ補正の制御方法を示す概念図である。図16は、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニットにおける手振れ補正を行なうための制御部の構成を示す構成図である。図15に示す形態では、振れ検出センサ170(ジャイロスコープ)から出力された手振れに対応する角速度信号自身の変位がゼロになるように振れ補正用駆動機構(第1手振れ補正用駆動機構250xおよび第2手振れ補正用駆動機構250y)を制御する構成であった。但し、図18に示すように、制御部800に積分回路を追加することにより、振れ検出センサ170(ジャイロスコープ)から出力された手振れに対応する角速度信号自身の変位がゼロになるように振れ補正用駆動機構を制御するとともに、振れ検出センサ170(ジャイロスコープ)から出力された手振れに対応する角速度信号を積分して値(可動モジュール3の角変位量)がゼロになるように振れ補正用駆動機構を制御してもよい。

10

【0108】

かかる構成では、角速度を用いた手振れ補正と、角変位量を用いた手振れ補正のフィードバック比を所定の条件に設定する。従って、角速度を用いた手振れ補正による迅速な制御を行なえるとともに、かかる制御で補正できなかった分については、角変位量を用いた制御で補うことができる。

【0109】

(手振れ補正用駆動機構の構成)

上記形態では、手振れ補正用駆動機構として、可動モジュール1に対して第1手振れ補正用駆動機構250xおよび第2手振れ補正用駆動機構250yの双方を設けたが、ユーザーが使用する際、手振れが発生しやすい方向の振れのみを補正するように、第1手振れ補正用駆動機構250xおよび第2手振れ補正用駆動機構250yの一方のみを設けた場合に本発明を適用し、支持突起227を挟む両側に2つで対をなすように、第1手振れ補正用駆動機構250x、あるいは第2手振れ補正用駆動機構250yの一方のみを設けてもよい。この場合には、フレキシブル基板300の引き出し方向をY軸方向に限定した構成のみを採用すればよい。

20

【0110】

上記形態では、第1手振れ補正用駆動機構250xおよび第2手振れ補正用駆動機構250yのいずれにおいても、可動体側である可動モジュール1側にマグネット(手振れ補正用マグネット240x、240y)が保持され、固定体210側にコイル(手振れ補正用コイル230x、230y)が保持されている構成を採用したが、可動体側である可動モジュール1側に手振れ補正用コイルが保持され、固定体210側に手振れ補正用マグネットが保持されている構成を採用してもよい。

30

【0111】

(付勢部材の構成)

上記実施の形態では、付勢部材として、互いに周方向の同一方向に直線的に延在する複数本のアーム部287を備えたバネ部材280を用いたが、複数本のアーム部287が同一方向に延在する構成であれば、アーム部287が湾曲しながら延在している構成を採用してもよい。

40

【0112】

上記形態では、可動モジュール1をベース220に向けて付勢するための付勢部材としてバネ部材280のみを用いたが、かかる付勢部材としては、磁気的作用により可動モジュール1をベース220に向けて付勢する磁気バネと、可動モジュール1をベース220に向けて機構的に付勢するバネ部材とを用いてもよい。また、磁気バネとしては、固定体210において手振れ補正用マグネット240x、240yに対して後側に磁性体を配置した構成を採用する。このように構成すると、可動モジュール1が支持機構400によって支持されている状態を確実に維持することができる。また、手振れ補正用駆動機構が駆動を停止している中立期間中、磁気バネのみによって可動モジュール1をベース220に

50

向けて付勢し、バネ部材 280 については、付勢力を発生させない非変形状態とすることができる。このように構成した場合、可動モジュール 1 が揺動するとバネ部材 280 が変形し、付勢力を発揮する。すなわち、可動モジュール 1 が揺動していない期間中、バネ部材 280 はフラットな形状のままである。このため、バネ部材 280 に加わった力と、バネ部材 280 の変形量とがリニアリティを有する部分を有効に利用することができるので、可動モジュール 1 を適正に揺動させることができ、手振れ補正を確実にこなうことができる。

【0113】

本発明においては、バネ部材 280 において、アーム部 283 と固定側連結部 281 との接続部分、アーム部 283 と可動モジュール側連結部 282 との接続部分、あるいはアーム部 283 全体にゲル材や、弾性シートなどといった振動吸収材が固着されていることが好ましく、このような対策を施すと、可動モジュール 1 を揺動させた際、アーム部 283 の振動を迅速に停止させることができるので、可動モジュール 1 の振動も迅速に停止させることができる。

10

【0114】

(揺動支持部の構成)

上記実施の形態においては、支持突起 227 の先端に小突起 227a を形成したが、支持突起 227 全体を半球状に形成してもよい。また、上記実施の形態では、ベース 220 に支持突起 227 を形成し、センサカバー 180 に凹部 187 を形成したが、センサカバー 180 に支持突起を形成し、ベース 220 に支持突起を受ける凹部を形成してもよい。

20

【0115】

(支持機構の構成)

可動モジュール 1 を被写体側とは反対側を中心に揺動可能に支持するにあたっては、ピボット部に代えて、被写体側とは反対側から被写体側に向けて延在する複数本のワイヤサスペンションを揺動支持部として用い、かかる複数本のワイヤサスペンションによって可動モジュール 1 を揺動可能に支持してもよい。このような構成の場合、可動モジュール 1 の揺動中心を規定するピボット部など設けなくても、可動モジュール 1 を揺動可能に支持することができる。

【0116】

さらに、ピボット部を用いず、図 6 に示す板バネ状のバネ部材 280 などを 1 枚あるいは複数枚用いて、可動モジュール 1 を揺動可能に支持してもよい。このような構成の場合も、ワイヤサスペンションを用いた場合と同様、可動モジュール 1 の揺動中心を規定するピボット部など設けなくても、可動モジュール 1 を揺動可能に支持することができる。かかる構成を採用するにあたって、可動モジュール 1 を 1 枚の板バネ状のバネ部材 280 で支持した場合、可動モジュール 1 は、バネ部材 280 と接続されている個所を中心にして揺動する。例えば、可動モジュール 1 の光軸方向の端部にバネ部材 280 を接続した場合、かかる端部付近を中心に可動モジュール 1 が揺動する。また、可動モジュール 1 の光軸方向の中間部分にバネ部材 280 を接続した場合、かかる中間部分付近を中心に可動モジュール 1 が揺動する。これに対して、可動モジュール 1 において光軸方向で離間する 2 箇所の各々に板バネ状のバネ部材 280 を 2 枚、接続した場合、可動モジュール 1 において 2 枚のバネ部材 280 が接続されている個所の間を中心にして揺動することになる。

30

40

【0117】

(その他の構成)

上記形態では、レンズ駆動用コイル 30s、30t が四角筒状で、レンズ駆動用マグネット 17 が平板状であるレンズ駆動モジュール 1a を用いた振れ補正機能付き光学ユニット 200 に本発明を適用したが、レンズ駆動用コイル 30s、30t が円筒状で、ケース 18 が四角筒状で、ケース 18 の角部分にレンズ駆動用マグネット 17 を配置した構成の可動モジュールを用いた振れ補正機能付き光学ユニットに本発明を適用してもよい。

【0118】

上記形態では、カメラ付き携帯電話機に用いる振れ補正機能付き光学ユニット 200 に

50

本発明を適用した例を説明したが、薄型のデジタルカメラなどに用いる振れ補正機能付き光学ユニット200に本発明を適用した例を説明してもよい。また、上記形態では、可動モジュール1にレンズ121や撮像素子15に加えて、レンズ121を含む移動体3を光軸Lの方向に磁気駆動するレンズ駆動機構5が支持体2上に支持されている例を説明したが、可動モジュール1にレンズ駆動機構5が搭載されていない固定焦点タイプの振れ補正機能付き光学ユニットに本発明を適用してもよい。

【0119】

上記形態では、磁気駆動によって手振れ補正を行なったが、上記の方式以外でも、ボイスコイル方式、圧電素子（ピエゾ）方式、高分子アクチュエータ方式、ステッピングモータ方式、などその用途に応じて適宜最適な方式のものが選択され採用される。

10

【0120】

さらに、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニット200は携帯電話機やデジタルカメラなどの他、冷蔵庫など、一定間隔で振動を有する装置内に固定し、遠隔操作可能にしておくことで、外出先、たとえば買い物の際に、冷蔵庫内部の情報を得ることができるサービスに用いることもできる。かかるサービスでは、姿勢安定化装置付きのカメラシステムであるため、冷蔵庫の振動があっても安定な画像を送信可能である。また、本装置を児童、学生のかばん、ランドセルあるいは帽子などの、通学時に装着するデバイスに固定してもよい。この場合、一定間隔で、周囲の様子を撮影し、あらかじめ定めたサーバへ画像を転送すると、この画像を保護者などが、遠隔地において観察することで、子供の安全を確保することができる。かかる用途では、カメラを意識することなく移動時の振動があっても鮮明な画像を撮影することができる。また、カメラモジュールのほかにGPSを搭載すれば、対象者の位置を同時に取得することも可能となり、万が一の事故の発生時には、場所と状況の確認が瞬時に行える。さらに、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニット200を自動車において前方が撮影可能な位置に搭載すれば、ドライブレコーダーとして用いることができる。また、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニット200を自動車において前方が撮影可能な位置に搭載して、一定間隔で自動的に周辺の画像を撮影し、決められたサーバに自動転送してもよい。また、カーナビゲーションの道路交通情報通信システムなどの渋滞情報と連動させて、この画像を配信することで、渋滞の状況をより詳細に提供することができる。かかるサービスによれば、自動車搭載のドライブレコーダと同様に事故発生時などの状況を、意図せずに通りがかった第三者が記録し状況の検分に役立てることも可能である。また、自動車の振動に影響されることなく鮮明な画像を取得できる。かかる用途の場合、電源をオンにすると、制御部800に指令信号が出力され、かかる指令信号に基づいて、手振れ制御が開始される。

20

30

【0121】

また、本発明を適用した振れ補正機能付き光学ユニット200は、レーザポインタ、携帯用や車載用の投射表示装置や直視型表示装置など、光を出射する光学機器の振れ補正に適用してもよい。また、天体望遠鏡システムあるいは双眼鏡システムなど、高倍率での観察において三脚などの補助固定装置を用いることなく観察するのに用いてもよい。また、手に障害をもち震えの止まらないような身体障害者の補助器具として、筆記具あるいはスプーンなどを可動部とすることで、生活支援を行うことが可能である。さらに、狙撃用のライフル、あるいは戦車などの砲筒とすることで、トリガ時の振動に対して姿勢の安定化が図れるので、命中精度を高めることができる。

40

【符号の説明】

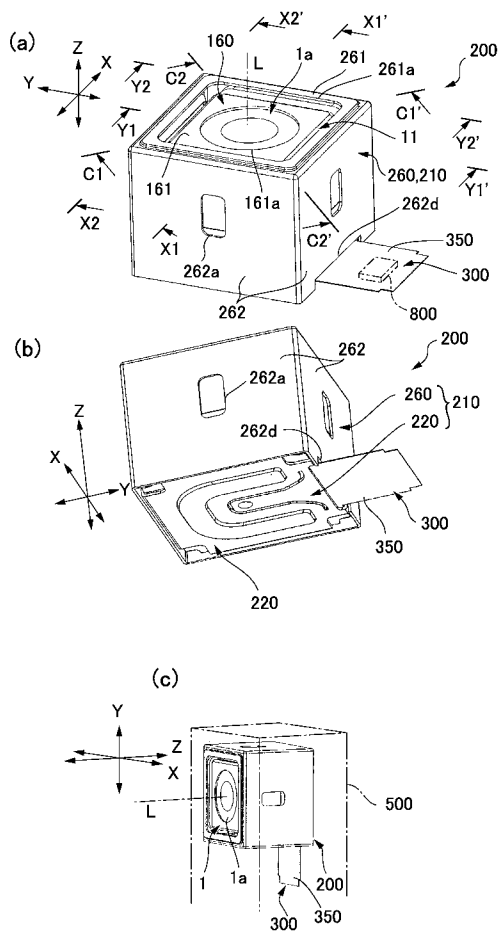
【0122】

- 1 可動モジュール
- 1 a レンズ駆動モジュール
- 160 モジュールカバー
- 170 振れ検出センサ
- 180 センサカバー
- 200 振れ補正機能付き光学ユニット

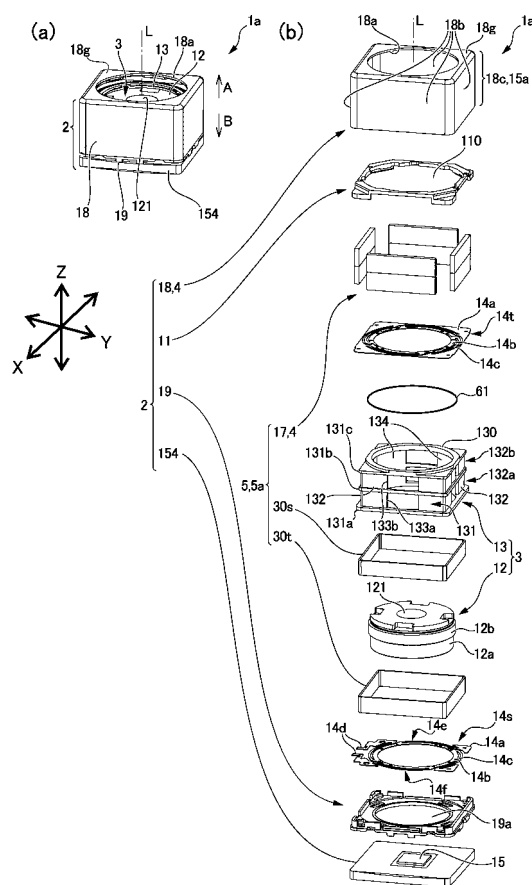
50

- 2 1 0 固定体
- 2 2 0 ベース
- 2 3 0 x 手振れ補正用コイル (第 1 振れ補正用コイル)
- 2 3 0 y 手振れ補正用コイル (第 2 振れ補正用コイル)
- 2 4 0 x 手振れ補正用マグネット (第 1 手振れ補正用マグネット)
- 2 4 0 y 手振れ補正用マグネット (第 2 手振れ補正用マグネット)
- 2 5 0 x 第 1 手振れ補正用駆動機構
- 2 5 0 y 第 2 手振れ補正用駆動機構
- 2 6 0 固定カバー
- 2 7 0 後側ストッパ部材
- 2 8 0 パネ部材 (付勢部材)
- 2 9 0 前側ストッパ部材
- 3 0 0 フレキシブル基板
- 4 0 0 支持機構
- 8 0 0 制御部

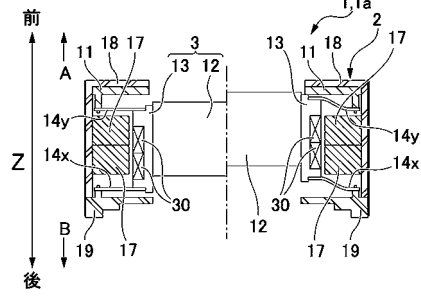
【図 1】



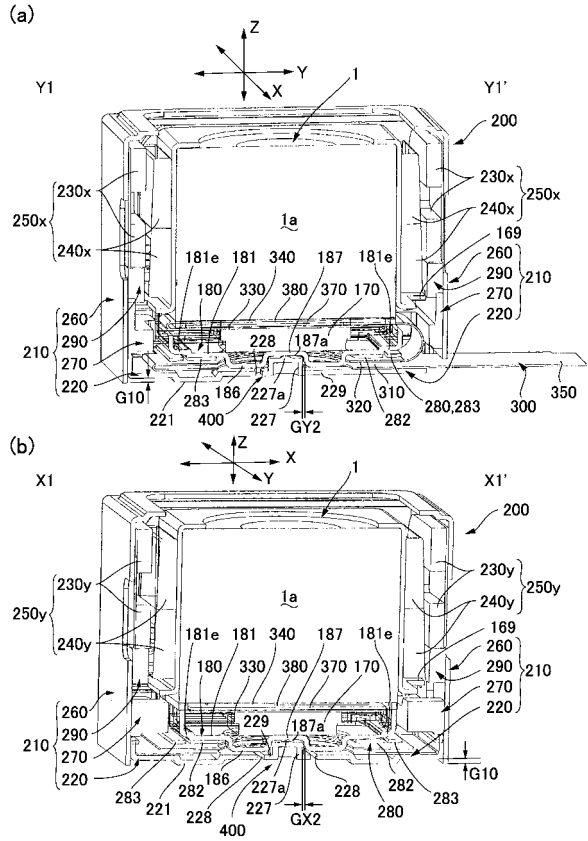
【図 2】



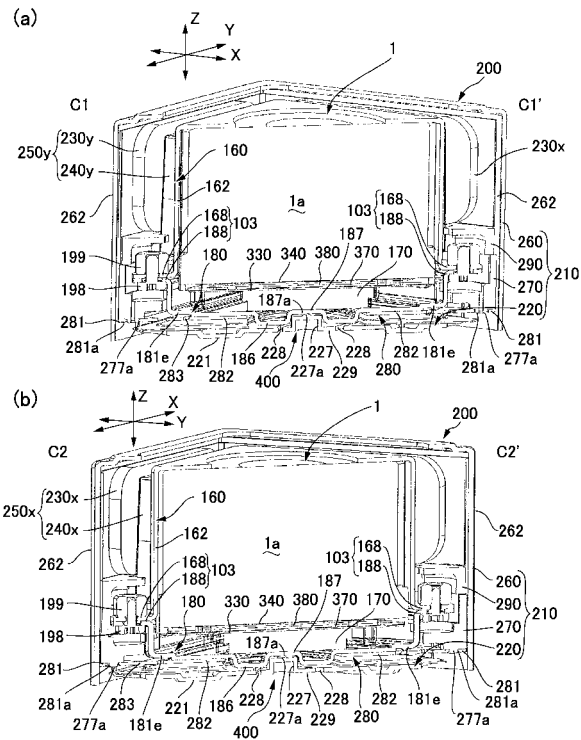
【図3】



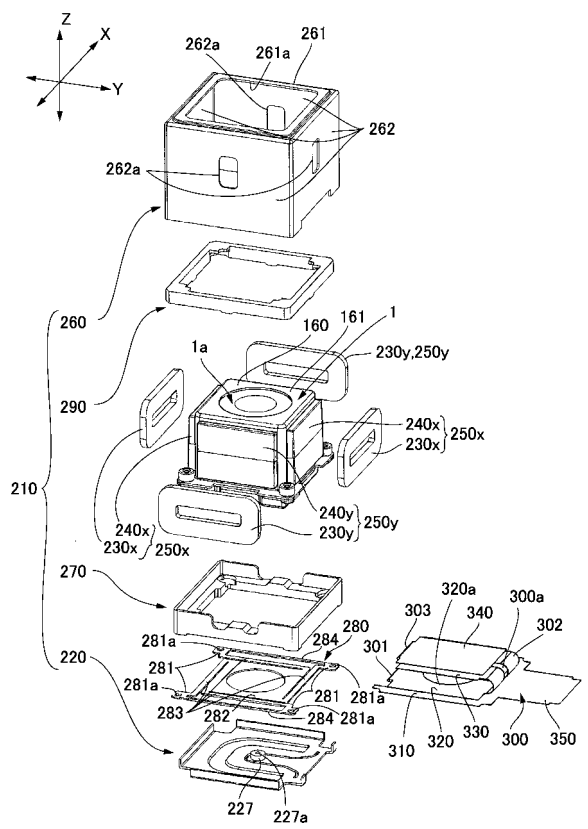
【図4】



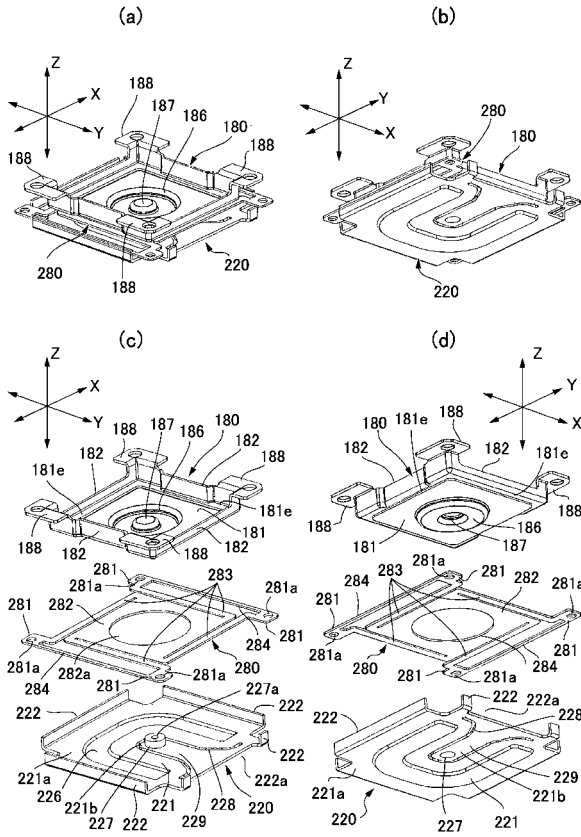
【図5】



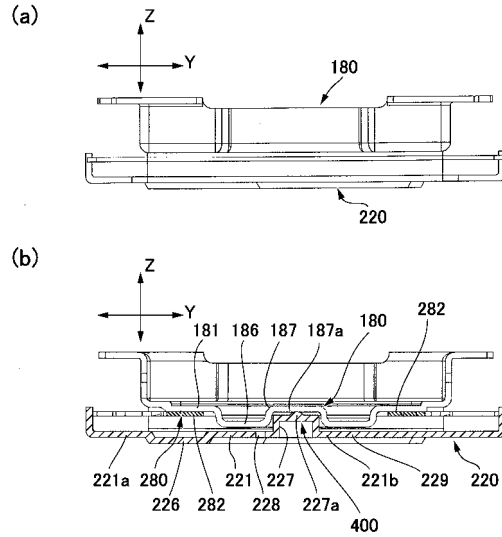
【図6】



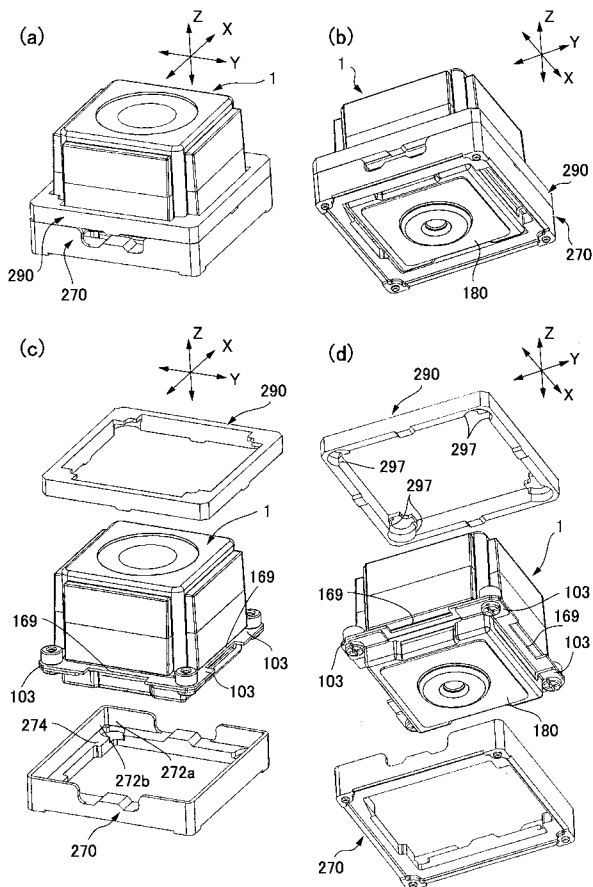
【 図 1 1 】



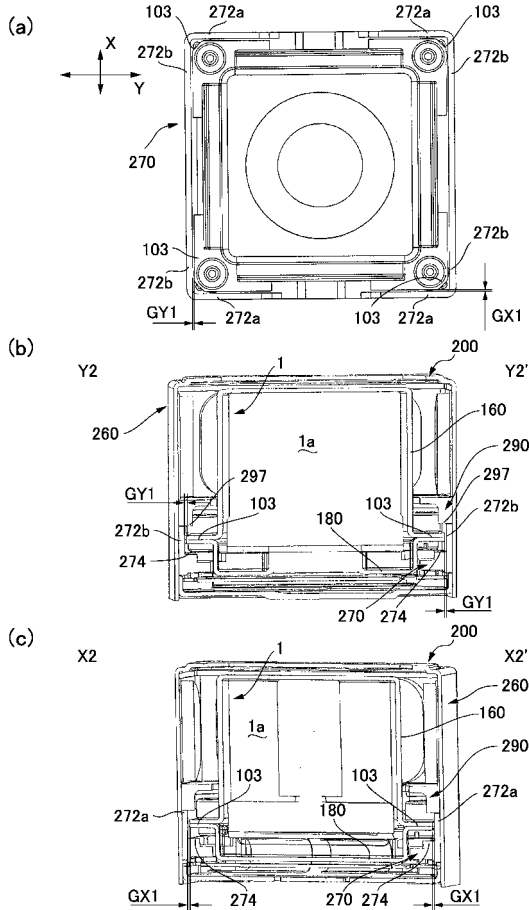
【 図 1 2 】



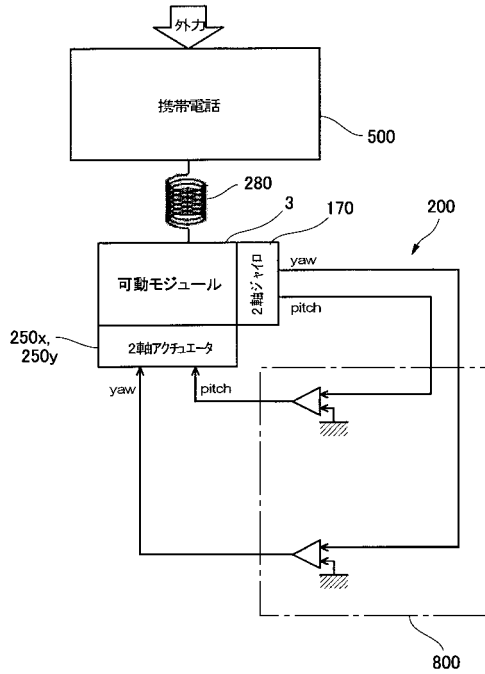
【 図 1 3 】



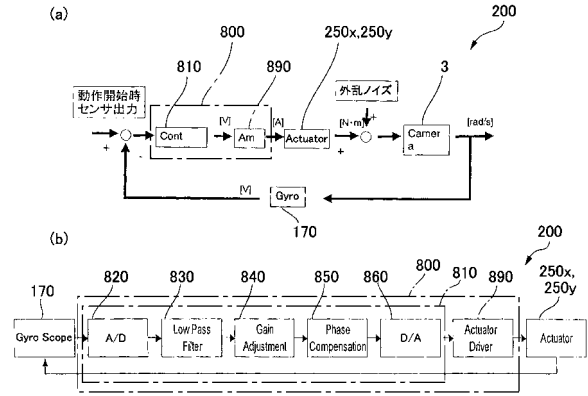
【 図 1 4 】



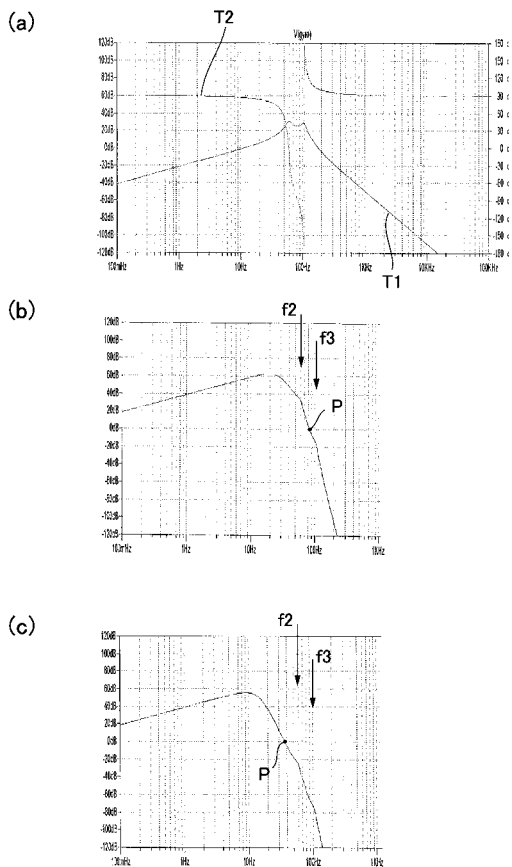
【図15】



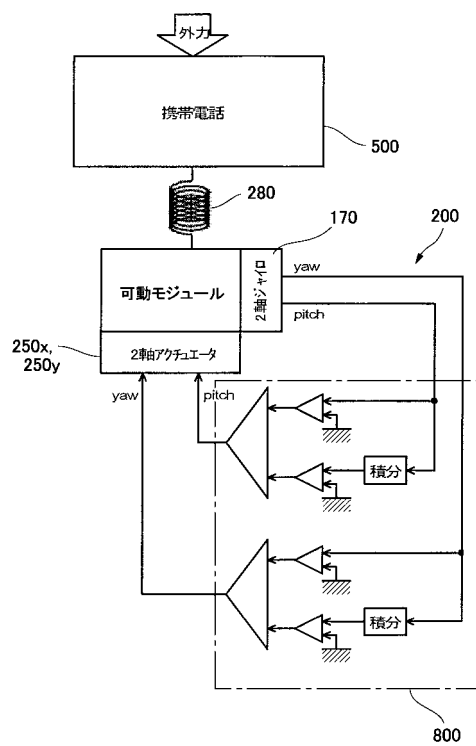
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

- (72)発明者 武居 勇一
長野県諏訪郡下諏訪町5329番地 日本電産サンキョー株式会社内
- (72)発明者 武田 正
長野県諏訪郡下諏訪町5329番地 日本電産サンキョー株式会社内
- (72)発明者 柳澤 克重
長野県諏訪郡下諏訪町5329番地 日本電産サンキョー株式会社内
- (72)発明者 長田 章弘
長野県諏訪郡下諏訪町5329番地 日本電産サンキョー株式会社内
- (72)発明者 宮崎 清史
長野県諏訪郡下諏訪町5329番地 日本電産サンキョー株式会社内

審査官 登丸 久寿

- (56)参考文献 特開2006-126712(JP,A)
特開平09-080549(JP,A)
特開2003-130647(JP,A)
特開2002-330319(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B 5/00
H04N 5/225
H04N 5/232