

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5121303号
(P5121303)

(45) 発行日 平成25年1月16日(2013.1.16)

(24) 登録日 平成24年11月2日(2012.11.2)

(51) Int. Cl.		F I			
GO3B	5/00	(2006.01)	GO3B	5/00	J
GO2B	13/00	(2006.01)	GO2B	13/00	
HO4N	5/232	(2006.01)	HO4N	5/232	Z
HO4N	101/00	(2006.01)	HO4N	101:00	

請求項の数 6 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2007-134875 (P2007-134875)
 (22) 出願日 平成19年5月22日(2007.5.22)
 (65) 公開番号 特開2008-292515 (P2008-292515A)
 (43) 公開日 平成20年12月4日(2008.12.4)
 審査請求日 平成22年2月23日(2010.2.23)

(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 100110412
 弁理士 藤元 亮輔
 (74) 代理人 100104628
 弁理士 水本 敦也
 (72) 発明者 鷲巢 晃一
 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 齋藤 卓司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 像ブレ補正装置、撮像装置及び光学機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

正負のうち互いに逆の光学パワーを有する第1及び第2のレンズをそれぞれ含む第1及び第2の可動部と、

前記第1及び第2の可動部に挟まれるように配置される支持部材と、

前記支持部材とともに前記第1及び第2の可動部の光軸方向の移動を抑制し、該第1及び第2の可動部を前記光軸に直交する方向に移動可能に支持する転動部材と、

前記第1及び第2の可動部を、前記支持部材に対して互いに逆方向に駆動するアクチュエータとを有し、

前記アクチュエータは、

前記支持部材に設けられた第1の要素と、

前記第1の可動部に設けられ、前記第1の要素の第1面に対向する第2の要素と、

前記第2の可動部に設けられ、前記第1の要素の前記第1面とは反対側の第2面に対向する第3の要素とにより構成され、

前記第1の要素は磁石及びコイルのうち一方であり、前記第2及び第3の要素は磁石及びコイルのうち他方であることを特徴とする像ブレ補正装置。

【請求項2】

前記転動部材は、前記第1の可動部と前記支持部材との間および前記第2の可動部と前記支持部材との間に転動可能に設けられた転動ボールであり、前記転動ボールにより前記光軸方向とは異なる方向にガイドされることを特徴とする請求項1に記載の像ブレ補正装

置。

【請求項 3】

前記第 1 の可動部と前記支持部材との間に設けられ、前記第 1 の可動部を前記光軸方向とは異なる方向において付勢する第 1 の付勢部材と、

前記第 2 の可動部と前記支持部材との間に設けられ、前記第 2 の可動部を前記光軸方向とは異なる方向において付勢する第 2 の付勢部材とを有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の像ブレ補正装置。

【請求項 4】

以下の条件を満足することを特徴とする請求項 3 に記載の像ブレ補正装置。

$$0.7 \leq NF1 / NF2 \leq 1.4$$

ただし、NF1 は前記第 1 の可動部と前記第 1 の付勢部材を含む第 1 の可動構造の固有振動数であり、NF2 は前記第 2 の可動部と前記第 2 の付勢部材により構成される第 2 の可動構造の固有振動数である。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 つに記載の像ブレ補正装置を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 6】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 つに記載の像ブレ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】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レンズを光軸方向とは異なる方向に移動させて防振を行う光学防振装置及びこれを備えた撮像装置、交換レンズ及び観察装置等の光学機器に関する。

【背景技術】

【0002】

上記のような光学機器には、手振れ等に起因した像振れを抑制（補正）するために、補正レンズを光軸とは異なる方向（例えば、光軸に直交するピッチ方向及びヨー方向）に移動させる光学防振装置（以下、単に防振装置という）が搭載されることが多い。このような防振装置には、特許文献 1 にて開示されているように、非防振動作時には補正レンズをばねにより支えて中立位置に保持し、防振動作時には、アクチュエータによりばね力に釣り合う駆動力を発生させて補正レンズを移動させるものがある。このようなばね吊り式の防振装置では、補正レンズの位置を検出する必要がない、つまりは位置検出機構を設ける必要がないため、小型化や低コスト化が容易である。

【0003】

ただし、このようなばね吊り式の防振装置では、補正レンズの重量が増すとその重量によってばねだけでは補正レンズを中立位置に保持することが難しくなってくる。これにより、非防振動作時における結像面での像のシフト量が大きくなる。その一方で、補正レンズの重量増加に応じてばねのばね定数を大きくすると、防振動作時にばね力に抗して補正レンズを駆動するのに必要な力が大きくなり、アクチュエータの大型化や電池消費量の増加につながる。

【0004】

また、補正レンズの重量が小さい場合でも、ある程度大きな振れに対しても防振効果が得られるように補正レンズの駆動ストロークを大きくしようとすると、アクチュエータへの供給電力が増加し、電池消費量の増加につながる。

【0005】

このような問題を解決するために、互いに逆の光学パワーを有する補正レンズを互いに逆方向に移動させることで、個々の補正レンズの重量を減少させたり、補正レンズの駆動ストロークを小さく抑えたりする方法が特許文献 2, 3 にて開示されている。

【特許文献 1】特開平 8 - 184870 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献2】特開平2 - 162320号公報

【特許文献3】特開平11 - 167074号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献2にて開示された防振装置では、逆の光学パワーを有する補正レンズ同士をバランスさせるためのリンク機構が光軸方向に長く延びており、防振装置が大型になってしまう。また、補正レンズはリンク機構を介して光軸上の中心回りで回動可能であるので、回動に伴って光軸方向に位置がずれると、ピント変動を招く可能性がある。

【0007】

さらに、特許文献3にて開示された防振装置は、双眼鏡用の防振装置であるが、モータと送りねじを用いて補正レンズを駆動するため、補正レンズの高速駆動や良好な位置精度を確保することが難しい。しかも、ピッチ方向とヨー方向について別々の補正レンズを駆動するため、小型化が難しい。

【0008】

本発明は、補正レンズを軽量化するとともに、駆動ストロークを小さくしつつある程度大きな振れに対しても防振効果を発揮でき、さらにピント変動の低減や防振性能の向上を可能とする小型の光学防振装置及びこれを備えた光学機器を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一側面としての像ブレ補正装置は、正負のうち互いに逆の光学パワーを有する第1及び第2のレンズをそれぞれ含む第1及び第2の可動部と、前記第1及び第2の可動部に挟まれるように配置される支持部材と、前記支持部材とともに前記第1及び第2の可動部の光軸方向の移動を抑制し、該第1及び第2の可動部を前記光軸に直交する方向に移動可能に支持する転動部材と、前記第1及び第2の可動部を、前記支持部材に対して互いに逆方向に駆動するアクチュエータとを有し、前記アクチュエータは、前記支持部材に設けられた第1の要素と、前記第1の可動部に設けられ、前記第1の要素の第1面に対向する第2の要素と、前記第2の可動部に設けられ、前記第1の要素の前記第1面とは反対側の第2面に対向する第3の要素とにより構成され、前記第1の要素は磁石及びコイルのうち一方であり、前記第2及び第3の要素は磁石及びコイルのうち他方であることを特徴とする。

【0011】

なお、上記像ブレ補正装置を備えた撮像装置や光学機器も本発明の他の側面を構成する。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、互いに逆の光学パワーを有する第1及び第2のレンズを互いに逆方向に移動させることで防振効果を得るので、個々のレンズを軽量化したりある程度大きな振れに対して防振効果を得るための駆動ストロークを小さくしたりすることができる。したがって、光学防振装置の省電力化を図ることができる。また、レンズの位置ずれに対するピント変動を抑制することができる。しかも、第1及び第2のレンズを駆動するアクチュエータを磁石とコイルを用いてコンパクトに構成するため、装置全体の小型化やレンズの高速駆動及び防振性能の向上を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の好ましい実施例について図面を参照しながら説明する。

【実施例1】

【0014】

まず、図18には、本発明の実施例1である光学防振装置を備えた光学機器（撮像装置

10

20

30

40

50

)としてのデジタルカメラの外観を示す。なお、本実施例では、レンズ一体型のデジタルカメラについて説明するが、本実施例(及び後述する実施例3~6)の光学防振装置は、交換レンズやビデオカメラ等の他の撮像装置に搭載することもできる。

【0015】

43はカメラ本体、43aは撮像を開始させるリリースボタンである。43bは撮影モードを設定するためのモードダイヤルであり、その中央にはメインスイッチ43dが設けられている。43cはリトラクタブルフラッシュである。48はカメラ本体43の前部に設けられたレンズ鏡筒であり、内部に撮像光学系を収容している。撮像光学系は、被写体からの光束を後述する撮像素子上に結像させる。41は撮像光学系の光軸である。

【0016】

また、カメラ本体43の背面には、図示しない液晶モニタが設けられている。該液晶モニタは、後述する撮像素子を用いて撮像された被写体像を表示する。

【0017】

100はレンズ鏡筒48内に設けられた光学防振装置であり、45p、45yはカメラ本体43内に設けられた2つの振れセンサである。44はカメラ本体43内に設けられたCCDセンサやCMOSセンサ等により構成された撮像素子である。

【0018】

振れセンサ45p、45yは、振動ジャイロ等により構成され、矢印42p及び42yで示す縦方向(以下、ピッチ方向という)の振れ及び横方向(以下、ヨー方向)の振れを検出して、該振れに応じた信号を出力する。該振れ信号は後述する駆動回路(図4参照)に入力される。駆動回路は、振れ信号に基づいて光学防振装置に対する通電を制御する。これにより、光学防振装置は、防振動作を行い、手振れ等に起因する撮像素子44上での像振れを抑制する。

【0019】

図1には、上記光学防振装置100の正面図を、図2には、図1におけるA-A断面を示す。

【0020】

これらの図において、11aは正の光学パワー(焦点距離の逆数:屈折力と言い換えることもできる)を有する正補正レンズ、12は該正補正レンズ11aを保持する保持枠である。また、11bは負の(すなわち正とは逆の)光学パワーを有する負補正レンズであり、17は負補正レンズ11bを保持する保持枠である。

【0021】

ここで、本実施例では、正補正レンズ11aは第1のレンズに、負補正レンズ11bは第2のレンズに相当する。また、正補正レンズ11a及び保持枠12は、第1の可動部に、負補正レンズ11b及び保持枠17は、第2の可動部に相当する。

【0022】

13は保持枠12、17を各補正レンズの光軸Oとは異なる方向(本実施例では、光軸Oに直交する方向)に移動可能に保持する支持部材としての地板である。

【0023】

保持枠12の前面には、周方向120度間隔でピン12a、12b、12cが設けられている。また、地板13の前面にも周方向120度間隔でピン13a、13b、13cが設けられている。なお、本実施例でいう「前」とは、被写体側を意味し、図2中の左側に相当する。

【0024】

ピン12a~12cとピン13a~13cにはそれぞれ、保持枠12を光軸Oに直交する方向にて弾性的に支持する第1の弾性部材としての引っ張りコイルばね15a、15b、15cの両端のフックが掛けられている。

【0025】

保持枠12の背面と地板13の前面との間の周方向3箇所には、ボール14a、14b、14cが転動可能に配置されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

ここで、引っ張りコイルばね 1 5 a ~ 1 5 c は、図 2 に示すようにその外側（地板 1 3 側）の端部よりも内側（保持枠 1 2 側）の端部が地板 1 3 から光軸方向前方に離れるように斜めに掛けられている。このため、保持枠 1 2 は、地板 1 3 に対して光軸方向後方に付勢され、保持枠 1 2 は、地板 1 3 との間でボール 1 4 a ~ 1 4 c を挟み込む。これにより、保持枠 1 2 は、地板 1 3 に対して、図 1 に示す矢印 1 9 p で示されるピッチ方向及び矢印 1 9 y で示されるヨー方向にボール 1 4 a ~ 1 4 c によってガイドされる。言い換えれば、保持枠 1 2 は、地板 1 3 とボール 1 4 a ~ 1 4 c によって光軸方向への移動が阻止される。

【 0 0 2 7 】

なお、3本の引っ張りコイルばね 1 5 a ~ 1 5 c によって放射方向（以下、径方向ともいう）に引っ張られた保持枠 1 2 は、各ばねの引っ張り力が適切に設定されることにより、矢印 1 9 r により示される光軸回りでの回転は阻止される。

【 0 0 2 8 】

また、ピッチ方向 1 9 p 及びヨー方向 1 9 y については、引っ張りコイルばね 1 5 a ~ 1 5 c の引っ張り力が互いに相殺されるので、保持枠 1 2 は比較的弱い力によってピッチ及びヨー方向に移動することができる。

【 0 0 2 9 】

一方、保持枠 1 7 の背面にも、周方向 1 2 0 度間隔で図 2 に 1 つだけ示す 3 つのピン 1 7 a が設けられている。また、地板 1 3 の背面にも、周方向 1 2 0 度間隔で図 2 に 1 つだけ示す 3 つのピン 1 3 d が設けられている。保持枠 1 7 の各ピンと地板 1 3 の各ピンとの間には、図 2 に 1 つだけ示した、保持枠 1 7 を光軸 O に直交する方向にて弾性的に支持する第 2 の弾性部材である引っ張りコイルばね 1 5 f の両端のフックが掛けられている。

【 0 0 3 0 】

また、保持枠 1 7 の前面と地板 1 3 の背面との間の周方向 3 箇所には、図 2 に 1 つだけ示した 3 つのボール 1 4 f が回転可能に配置されている。

【 0 0 3 1 】

ここで、引っ張りコイルばね 1 5 f は、その外側（地板 1 3 側）の端部よりも内側（保持枠 1 7 側）の端部が地板 1 3 から光軸方向後方に離れるように斜めに掛けられている。このため、保持枠 1 7 は、地板 1 3 に対して光軸方向前方に付勢され、保持枠 1 7 は、地板 1 3 との間で 3 つのボール 1 4 f を挟み込む。これにより、保持枠 1 7 は、地板 1 3 に対して上記ピッチ方向及びヨー方向にボール 1 4 f によってガイドされる。言い換えれば、保持枠 1 7 は、地板 1 3 とボール 1 4 f によって光軸方向への移動が阻止される。

【 0 0 3 3 】

3本の引っ張りコイルばね 1 5 f によって放射方向（径方向）に引っ張られた保持枠 1 7 は、各ばねの引っ張り力が適切に設定されることにより、光軸回りでの回転は阻止される。また、ピッチ方向及びヨー方向については、3本の引っ張りコイルばね 1 5 f の引っ張り力が互いに相殺されるので、保持枠 1 7 は比較的弱い力によってピッチ及びヨー方向に移動することができる。

【 0 0 3 4 】

ここまでの構成を言い換えると、正補正レンズ 1 1 a と保持枠 1 2 により構成される第 1 の可動部と負補正レンズ 1 1 b と保持枠 1 7 により構成される第 2 の可動部は、光軸方向において地板 1 3 を挟むように、すなわち地板 1 3 の両側に配置されている。そして、両可動部は、地板 1 3 に対してピッチ、ヨー方向に移動可能で、かつ地板 1 3 とボール 1 4 a ~ 1 4 c、1 4 f によって光軸方向での移動が阻止（制限）される。

【 0 0 3 5 】

保持枠 1 2 の突起部 1 2 f、1 2 g と突起部 1 2 d、1 2 e にはそれぞれ、コイル 1 6 a、1 6 b（第 2 の要素）が接着により取り付けられている。コイル 1 6 a、1 6 b は、光軸から見て 9 0 度位相が異なる位置に取り付けられている。また、地板 1 3 には、ネオジウム等の永久磁石（以下、単に磁石という）1 1 0 a、1 1 0 b（第 1 の要素）が接着に

10

20

30

40

50

より取り付けられている。磁石 110 a、110 b も光軸から見て 90 度位相が異なる位置に取り付けられている。そして、コイル 16 a、16 b は、磁石 110 a、110 b の前面（第 1 の面）に所定のギャップを介して対向する。

【0036】

一方、保持枠 17 の不図示の突起部にも、2 つのコイル（第 3 の要素）16 c、16 d が接着により取り付けられている。ただし、コイル 16 c については図示していない。これらのコイル 16 c、16 d も、光軸から見て 90 度位相が異なる位置であって、コイル 16 a、16 b 及び磁石 110 a、110 b と同じ位相の位置に取り付けられている。該 2 つのコイル 16 c、16 d は、磁石 110 a、110 b の背面（第 1 の面とは反対側の第 2 の面）に所定のギャップを介して対向する。

10

【0037】

図 2 に示すように、磁石 110 a、110 b は、その厚み方向に N 極と S 極を有する 2 つの着磁領域が径方向外側と内側に設けられている。外側の着磁領域では、前面が N 極、背面が S 極となるように着磁されており、内側の着磁領域では、前面が S 極、背面が N 極となるように着磁されている。これにより、第 1 可動部側のコイル 16 a、16 b と第 2 の可動部側のコイル 16 c、16 d を、図 1 の紙面に垂直な方向に磁束が貫いている。

【0038】

なお、図 1 及び図 2 には示していないが、コイル 16 a、16 b、16 c、16 d を挟んで磁石 110 a、110 b とは反対側にヨークを設けることで、コイル 16 a ~ 16 d への磁束を整流し、駆動効率を向上させている。

20

【0039】

このような構成において、コイル 16 a に所定方向に電流を流すと、保持枠 12 は矢印 18 c の方向に駆動され、該所定方向とは逆方向に電流を流すと、保持枠 12 は矢印 18 c の方向とは逆方向に駆動される。また、コイル 16 b に所定方向に電流を流すと、保持枠 12 は矢印 18 d の方向に駆動され、該所定方向とは逆方向に電流を流すと、保持枠 12 は矢印 18 d の方向とは逆方向に駆動される。こうして第 1 の可動部は、正補正レンズ 11 a の光軸 O に直交する面内で 2 次元的に偏心駆動される。

【0040】

そして、その駆動量は、それぞれの駆動方向における引っ張りコイルばね 15 a、15 b、15 c のばね定数とコイル 16 a、16 b と磁石 110 a、110 b とにより発生する推力との釣り合いで決まる。すなわち、コイル 16 a、16 b に流す電流量に基づいて正補正レンズ 11 a の偏心量を制御できる。

30

【0041】

また、保持枠 17 についても、同様にコイル 16 c、16 d に流す電流の方向に応じて矢印 18 c、18 d 及びこれらと反対の方向に駆動される。こうして第 2 の可動部も、負補正レンズ 11 b の光軸 O に直交する面内で 2 次元的に偏心駆動される。そして、コイル 16 c、16 d に流す電流量に基づいて負補正レンズ 11 b の偏心量を制御できる。本実施例では、コイル 16 c、16 d に、コイル 16 a、16 b とは逆方向に電流を流すことで、第 1 及び第 2 の可動部を互いに逆方向に駆動する。

【0042】

本実施例では、コイル 16 a と磁石 110 a とにより第 1 の可動部を矢印 18 c の方向及びこれと反対の方向に駆動するアクチュエータが構成される。また、コイル 16 b と磁石 110 b とにより第 1 の可動部を矢印 18 d の方向及びこれと反対の方向に駆動するアクチュエータが構成される。さらに、コイル 16 c と磁石 110 a とにより第 2 の可動部を矢印 18 c の方向及びこれと反対の方向に駆動するアクチュエータが構成される。また、コイル 16 d と磁石 110 b とにより第 2 の可動部を矢印 18 d の方向及びこれと反対の方向に駆動するアクチュエータが構成される。

40

【0043】

つまり、本実施例では、第 1 の可動部を駆動するアクチュエータと第 2 の可動部を駆動するアクチュエータとで、磁石 110 a、110 b を共用している。言い換えれば、共通

50

の1つの磁石に対して2つのコイルを用いることで、第1及び第2の可動部を特定方向及びこれと逆方向に駆動する1つのコンパクトなアクチュエータを構成している。これにより、防振装置全体の小型化を図ることができる。

【0044】

本実施例では、各磁石を一体成形部品としているが、第1可動部側のコイルに対向する磁石と第2可動部側のコイルに対向する磁石とを別々に製作し、間に強磁性板等を挟んで互いに吸着させることで一体的な部品としてもよい。このことは、後述する実施例2でも同じである。

【0045】

図3には、第1の可動部を駆動するためにコイル16a、16bへの通電を制御する制御回路の一部の構成を示している。ピッチ目標値31p及びヨー目標値31yはそれぞれ、ピッチ方向19p及びヨー方向19yに第1の可動部を駆動する目標値である。これら目標値は、特許文献1の図30等にて開示されている公知の防振目標値演算回路により算出される。

【0046】

そして、ピッチ目標値31p及びヨー目標値31yはそれぞれ、アクチュエータの駆動力に応じてピッチ駆動力調整回路32p及びヨー駆動力調整回路32yでゲイン調整される。

【0047】

ピッチ駆動力調整回路32pの出力はコイル16a用の駆動回路34aに入力される。駆動回路34aは、ピッチ駆動力調整回路32pの出力に基づいてPWMデューティ信号を生成し、コイル16aへのパルス電流印加を行う。また、ピッチ駆動力調整回路32pの出力は、加算回路33bを介してコイル16b用の駆動回路34bにも入力される。駆動回路34bは、ピッチ駆動力調整回路32pの出力に基づいてPWMデューティ信号を生成し、コイル16bへのパルス電流印加を行う。これにより、ピッチ目標値31pに応じてコイル16a、16bに対して同位相で同じ量の電流が印加され、第1の可動部は該ピッチ目標値31pに応じたピッチ方向位置に駆動される。

【0048】

一方、ヨー駆動力調整回路32yの出力はコイル16b用の駆動回路34bに入力される。駆動回路34bは、ヨー駆動力調整回路32yの出力に基づいてPWMデューティ信号を生成し、コイル16bへのパルス電流印加を行う。また、ヨー駆動力調整回路32yの出力は、反転回路33aを介してコイル16a用の駆動回路34aにも入力される。駆動回路34aは、ヨー駆動力調整回路32yの反転出力に基づいてPWMデューティ信号を生成し、コイル16aへのパルス電流印加を行う。これにより、ヨー目標値31yに応じてコイル16a、16bに対して逆位相で同じ量の電流が印加され、第1の可動部は該ヨー目標値31yに応じたヨー方向位置に駆動される。

【0049】

具体的には、コイル16a、16bに同位相で同じ量の電流が印加された場合には、図4に示すように、コイル16aは矢印18cの方向に駆動力を発生し、コイル16bは矢印18dの方向に駆動力を発生する。このため、これらの合力は矢印18pで示すようにピッチ方向19pに沿った駆動力となる。また、このときの駆動力は、2つのコイル16a、16bが90度位相が異なるように配置されていることから、それぞれのコイル16a、16bで発生した駆動力の $1/\sqrt{2}$ 同士を合成した駆動力となる。

【0050】

一方、コイル16a、16bに逆位相で同じ量の電流が印加された場合には、図5に示すように、コイル16aは矢印18c方向に駆動力を発生し、コイル16bは矢印18dの方向とは逆方向18dに駆動力を発生する。このため、これらの合力は矢印18yで示すようにヨー方向19yに沿った駆動力となる。また、このときの駆動力は、2つのコイル16a、16bが90度位相が異なるように配置されていることから、それぞれのコイル16a、16bで発生した駆動力の $1/\sqrt{2}$ 同士を合成した駆動力となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 1 】

ピッチ及びヨー駆動力調整回路 3 2 p、3 2 y は、撮像光学系の偏心敏感度と撮像光学系の一部を構成する補正レンズ 1 1 a、1 1 b の偏心量とを対応させるために設けられている。

【 0 0 5 2 】

図 6 には、図 3 に示した制御回路に、第 2 の可動部を駆動するためにコイル 1 6 c、1 6 d への通電を制御する制御回路を追加して示している。

【 0 0 5 3 】

ピッチ目標値 3 1 p は、反転回路 3 5 p でその方向が反転されてピッチ駆動力調整回路 3 6 p に入力され、ここでゲイン調整された出力は、コイル 1 6 c 用の駆動回路 3 7 a に入力される。駆動回路 3 7 a は、ピッチ駆動力調整回路 3 6 p の出力に基づいて P W M デューティ信号を生成し、コイル 1 6 c へのパルス電流印加を行う。また、ピッチ駆動力調整回路 3 6 p の出力は、加算回路 3 3 b を介してコイル 1 6 d 用の駆動回路 3 7 b にも入力される。駆動回路 3 7 b は、ピッチ駆動力調整回路 3 6 p の出力に基づいて P W M デューティ信号を生成し、コイル 1 6 d へのパルス電流印加を行う。これにより、ピッチ目標値 3 1 p の反転値に応じて、コイル 1 6 c、1 6 d に対して同位相で同じ量の電流が印加され、第 2 の可動部は該ピッチ目標値 3 1 p の反転値に応じたピッチ方向位置に駆動される。

【 0 0 5 4 】

一方、ヨー目標値 3 1 y は、反転回路 3 5 y でその方向が反転されてヨー駆動力調整回路 3 6 y に入力され、ここでゲイン調整された出力は、コイル 1 6 d 用の駆動回路 3 7 b に入力される。駆動回路 3 7 b は、ヨー駆動力調整回路 3 6 y の出力に基づいて P W M デューティ信号を生成し、コイル 1 6 d へのパルス電流印加を行う。また、ヨー駆動力調整回路 3 6 y の出力は、反転回路 3 3 a を介してコイル 1 6 c 用の駆動回路 3 7 a にも入力される。駆動回路 3 7 a は、ヨー駆動力調整回路 3 6 y の反転出力に基づいて P W M デューティ信号を生成し、コイル 1 6 c へのパルス電流印加を行う。これにより、ヨー目標値 3 1 y の反転値に応じてコイル 1 6 c、1 6 d に対して逆位相で同じ量の電流が印加され、第 2 の可動部は該ヨー目標値 3 1 y の反転値に応じたヨー方向位置に駆動される。

【 0 0 5 5 】

コイル 1 6 c、1 6 d に同位相及び逆位相で同じ量の電流が印加された場合のピッチ方向及びヨー方向への駆動力の発生原理は、図 4 及び図 5 を用いて説明した原理と同じである。

【 0 0 5 6 】

このようにして、ピッチ目標値 3 1 p とヨー目標値 3 1 y に対して、第 1 及び第 2 の可動部（正補正レンズ 1 1 a と負補正レンズ 1 1 b）は互いに逆方向に駆動される。

【 0 0 5 7 】

図 7 には、正補正レンズ 1 1 a が図中の上方向 6 1 p に、負補正レンズ 1 1 b が下方向 6 2 p に駆動されている様子を示す。このように、正補正レンズ 1 1 a と負補正レンズ 1 1 b とを互いに逆方向に移動させることにより、撮像光学系の光軸 4 1 は大きく偏向（偏心）される。これにより、各補正レンズの駆動ストロークに対して大きな防振有効振れ量（つまりは像振れを抑制可能な振れ量）を確保することができる。

【 0 0 5 8 】

ところで、第 1 及び第 2 の可動部には、その自重によって引っ張りコイルばね 1 5 a ~ 1 5 c 及び 3 つの引っ張りコイルばね 1 5 f をそれぞれ変形させることで、重力方向への位置ずれが生ずる。

【 0 0 5 9 】

ここで、正補正レンズ 1 1 a 及び保持枠 1 2 を含む第 1 の可動部と引っ張りコイルばね 1 5 a ~ 1 5 c とにより構成される構造を第 1 の可動構造とする。また、負補正レンズ 1 1 b 及び保持枠 1 7 を含む第 2 の可動部と 3 つの引っ張りコイルばね 1 5 f とにより構成される構造を第 2 の可動構造とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 0 】

このとき、第1の可動構造と第2の可動構造の固有振動数を、以下の条件(1)を満足するように設定するとよい。第1の可動構造の固有振動数 $N F 1$ は、主として第1の可動部の質量と引っ張りコイルばね15a~15cの合成ばね定数とで決まる。また、同様に、第2の可動構造の固有振動数 $N F 2$ は、主として第2の可動部の質量と3つの引っ張りコイルばね15fの合成ばね定数とで決まる。

【 0 0 6 1 】

$$0.7 \leq N F 1 / N F 2 \leq 1.4 \quad \dots (1)$$

この条件(1)を満足することで、両補正レンズ11a、11bの重力方向への位置ずれが多少生じて、各補正レンズによる光軸の偏心を相殺する効果が得られる。これにより、撮像素子44上でのピントずれがほとんど生じない。また、両補正レンズ11a、11bの駆動ストロークのバランスが良く、両補正レンズ11a、11bの位置制御を行い易くすることができる。

10

【 0 0 6 2 】

固有振動数の比が1.4倍の場合には自重による位置ずれは2倍程度までに許容できる。

【 0 0 6 3 】

固有振動数はレンズを吊るバネが重力で撓む量と関係しており、固有振動数が同じであるならば第1の可動構造及び第2の可動構造において同じ量だけバネが撓むので(互いに光学パワーが逆なので)光軸の偏心は相殺される、従来の様に可動構造が一つの場合には重力によるバネの撓みが直接光軸の偏心に影響していたのに比べると光学性能は格段に向上する。

20

固有振動数が同じではなく、例えば1.4倍差があったとすると、そのときの第1の可動構造と第2の可動構造における重力によるバネの撓み量は固有振動数の平方(即ち、2乗)で効いてくる。

【 0 0 6 4 】

第1の可動部の自重による重力方向への位置ずれを0.2mmとすると、第2の可動部の自重による位置ずれは同じ方向に0.1mmとなる。また、防振動作時において保持枠12を1mm移動させる場合は、保持枠17は逆方向に0.5mm移動させることになる。

30

【 0 0 6 5 】

従来の1つのレンズを駆動するばね吊り式の防振装置に比べると、可動部の自重による位置ずれに伴う撮像光学系の光軸の偏心は0.5倍に抑えることができる。また、防振動作時における防振有効振れ量を1.5倍に拡大することができる。

【 0 0 6 6 】

図8には、第1及び第2の可動部が自重で位置ずれしている状態を示している。図の下方62pに位置ずれしている正補正レンズ11aにより、撮像光学系の光軸41は斜め下向きに向きを変えられるが、同じく下方62pに位置ずれしている負補正レンズ11bによって光軸41の向きは元の光軸方向に平行に戻される。このため、撮像素子44上での光軸41の位置は僅かにシフトするが、向きは変わらないので、撮像素子44上でのピント状態はほとんど変化しない。

40

【 0 0 6 7 】

このように、正負のうち逆の光学パワーを有する補正レンズ11a、11bを互いに逆方向に駆動することで撮像光学系の光軸41の偏向作用を高めることができる。したがって、各補正レンズ11a、11bの駆動ストロークが小さくても、十分な防振有効振れ量を確保することができる。また、補正レンズ11a、11bの自重による位置ずれに伴うピント変動を少なくすることができる。これにより、カメラの姿勢変化によるピントずれも抑えることもできる。

【 0 0 6 8 】

しかも、補正レンズを2つに分けたことで、個々の補正レンズの重量を軽くすることが

50

できる。このため、上述した駆動ストロークが小さいことと相まって、光学防振装置の省電力化を図ることができる。

【0069】

さらに、上述したように、第1及第2の可動部をそれぞれ駆動するための磁石を共用したことで、アクチュエータをコンパクトに構成することができる。したがって、光学防振装置の小型化を図ることができる。また、アクチュエータを磁石とコイルとで構成したので、補正レンズ11a、11bの高速駆動や良好な位置精度での駆動が可能であり、防振性能を向上させることができる。

【0070】

なお、本実施例では、前側に正補正レンズ、後側に負補正レンズを配置した場合について説明したが、前側に負補正レンズ、後側に正補正レンズを配置してもよい。このことは、後述する他の実施例でも同じである。

10

【0071】

また、本実施例では、地板に磁石を設け、可動部にコイルを設けたムービングコイル型の光学防振装置について説明したが、地板にコイルを設け、可動部に磁石を設けるムービングマグネット型の光学防振装置も本発明の実施例に含まれる。すなわち、アクチュエータのうち、地板に設けられる第1の要素は磁石及びコイルのうち一方で、第1及び第2の可動部にそれぞれ設けられる第2及び第3の要素は磁石及びコイルのうち他方であればよい。ムービングマグネット型の光学防振装置の場合、第1の可動部用の磁石と第2の可動部用の磁石とで共通のコイルを用いればよい。各可動部を吊っているばねのばね定数を適宜選択することで、第1及び第2の可動部の駆動量をそれぞれ制御することも可能である。このことは、後述する実施例2、5でも同じである。

20

【実施例2】

【0072】

上記実施例1では、撮像装置に搭載される光学防振装置について説明したが、本発明の光学防振装置は、双眼鏡や望遠鏡等の観察装置（光学機器）にも応用できる。ここでは、双眼鏡への適用例について説明する。

【0073】

双眼鏡は、一般に、対物レンズと、プリズム光学系と、接眼レンズとで構成されており、図9から図13には、対物レンズとプリズム光学系との間に実施例1と同様の構成及び同様の機能を有する光学防振装置が設けられている。

30

【0074】

なお、本実施例において実施例1と共通の部品又は同様な機能を有する部品については、実施例1と同じ符号を付す。

【0075】

図9は、本実施例の光学防振装置を前方（対物レンズ側）から見た正面図、図10は図9のA-A断面を示す。また、図11は図9のB-B断面を示す。

【0076】

図9から図11において、11a、11cは前側に配置された左右の正補正レンズ（第1のレンズ）であり、11b、11dは後側（プリズム光学系側）に配置された左右の負補正レンズ（第2のレンズ）である。12は左右の正補正レンズ11a、11bを保持する保持枠であり、17は左右の負補正レンズ11c、11dを保持する保持枠である。13は両保持枠12、17の間に配置された地板である。

40

【0077】

保持枠12の前面の四隅には、ピン12g、12h、12i、12jが設けられている。また、地板13の前面の四隅にも、ピン13g、13h、13i、13jが設けられている。

【0078】

ピン12g～12jとピン13g～13jとの間にはそれぞれ、保持枠12を光軸Oに直交する方向にて弾性的に支持する第1の弾性部材である引っ張りコイルばね15g、1

50

5 h、15 i、15 j の両端のフックが掛けられている。

【0079】

また、保持枠12の背面と地板3の前面との間の3箇所には、ボール14 a、14 b、14 cが配置されている。なお、図9では、実際には見えないボール14 a ~ 14 cの配置位置を示している。

【0080】

また、保持枠12の背面には、地板13を貫通するダンパー軸14 gが設けられている。図9では、実際には見えないダンパー軸14 gの配置位置を示している。

【0081】

ここで、引っ張りコイルばね15 g ~ 15 jは、図11に示すようにその外側(地板13側)の端部よりも内側(保持枠12側)の端部が地板13から前方に離れるように斜めに掛けられている。このため、保持枠12は、地板13に対して光軸方向後方に付勢され、保持枠12は、地板13との間でボール14 a ~ 14 cを挟み込む。これにより、保持枠12は、地板13に対して矢印19 pで示されるピッチ方向及び矢印19 yで示されるヨー方向にボール14 a ~ 14 cによりガイドされる。言い換えれば、保持枠12は、地板13とボール14 a ~ 14 cによって光軸方向への移動が阻止される。

10

【0082】

なお、4本の引っ張りコイルばね15 g ~ 15 jによって放射方向に引っ張られた保持枠12は、各ばねの引っ張り力が適切に設定されることにより、矢印19 rにより示される光軸回りでの回転は阻止される。

20

【0083】

また、ピッチ方向19 p及びヨー方向19 yについては、引っ張りコイルばね15 g ~ 15 jの引っ張り力が互いに相殺されるので、保持枠12は比較的弱い力によって移動することができる。

【0084】

一方、保持枠17の背面の四隅には、ピン17 k、17 l、17 m、17 nが設けられている。また、地板13の背面の四隅にも、ピン13 k、13 l、13 m、13 nが設けられている。

【0085】

ピン17 k ~ 17 nとピン13 k ~ 13 nとの間にはそれぞれ、保持枠17を光軸Oに直交する方向にて弾性的に支持する第2の弾性部材である引っ張りコイルばね15 k、15 l、15 m、15 nの両端のフックが掛けられている。

30

【0086】

また、保持枠17の前面と地板13の背面との間の3箇所(図9におけるボール14 a、14 b、14 cと同じ位置)には、図11に1つだけ示した3つのボール14 dが回転可能に配置されている。

【0087】

また、保持枠17の前面には、地板13を貫通するダンパー軸14 hが設けられている。図9では、実際には見えないダンパー軸14 hの配置位置を示しており、この位置は、前述したダンパー軸14 gの位置とは異なる位置である。

40

【0088】

ここで、引っ張りコイルばね15 k ~ 15 nは、その外側(地板13側)の端部よりも内側(保持枠17側)の端部が地板13から後方に離れるように斜めに掛けられている。このため、保持枠17は、地板13に対して前方に付勢され、保持枠17は、地板13との間で3つのボール14 dを挟み込む。これにより、保持枠17は、地板13に対して上記ピッチ方向及びヨー方向にボール14 dによってガイドされる。言い換えれば、保持枠12は、地板13とボール14 dによって光軸方向への移動が阻止される。

【0089】

4本の引っ張りコイルばね15 k ~ 15 nによって放射方向に引っ張られた保持枠17は、各ばねの引っ張り力が適切に設定されることにより、光軸回りでの回転は阻止される。

50

また、ピッチ方向及びヨー方向については、4本の引っ張りコイルばね15k~15nの引っ張り力が互いに相殺されるので、保持枠17は比較的弱い力によって移動することができる。

【0090】

ここまでの構成を言い換えると、正補正レンズ11a、11cと保持枠12により構成される第1の可動部と負補正レンズ11b、11dと保持枠17により構成される第2の可動部は、光軸方向において地板13を挟むようにその両側に配置されている。そして、両可動部は、地板13に対してピッチ、ヨー方向に移動可能で、かつ地板13とボール14a~14dによって光軸方向での移動が阻止(制限)される。

【0091】

保持枠12の中央部背面(地板13との対向面)には、コイル(第2の要素)16a、16bが接着により取り付けられている。また、図9及び図10に示すように、地板13における中央部前面には、ネオジウム等の磁石(第1の要素)110a、110bが接着により取り付けられている。コイル16a、16bは、磁石110a、110bの前面(第1の面)に所定のギャップを介して対向する。

【0092】

一方、保持枠17の前面にも、コイル(第3の要素)16c、16dが接着により取り付けられている。これらのコイル16c、16dは、図9においてコイル16a、16bと同じ位置に配置されている。コイル16c、16dは、磁石110a、110bの背面(第1の面とは反対側の第2の面)に所定のギャップを介して対向する。

【0093】

図10に示すように、磁石110a、110bは、その厚み方向にN極とS極を有する2つの着磁領域が斜め左右方向の外側と内側に設けられている。外側の着磁領域と内側の着磁領域とは、実施例1と同様に、N極とS極が前後で反対となるように着磁されている。これにより、第1可動部側のコイル16a、16bと第2の可動部側の2つのコイル16c、16dを、図9の紙面に垂直な方向に磁束が貫いている。

【0094】

なお、図9及び図10には示していないが、コイル16a~16dを挟んで磁石110a、110bとは反対側にヨークを設けることで、コイル16a、16bへの磁束を整流し、駆動効率を向上させている。

【0095】

このような構成において、コイル16aに所定方向に電流を流すと、保持枠12は図9における矢印18cの方向に駆動され、該所定方向とは逆方向に電流を流すと、保持枠12は矢印18cの方向とは反対の方向に駆動される。また、コイル16bに所定方向に電流を流すと、保持枠12は矢印18dの方向に駆動され、該所定方向とは逆方向に電流を流すと、保持枠12は矢印18dの方向とは反対の方向に駆動される。こうして第1の可動部は、正補正レンズ11a、11cの光軸Oに直交する面内で2次的に偏心駆動される。

【0096】

そして、その駆動量は、それぞれの駆動方向における引っ張りコイルばね15g~15jのばね定数とコイル16a、16bと磁石110a、110bとにより発生する推力との釣り合いで決まる。すなわち、コイル16a、16bに流す電流量に基づいて正補正レンズ11a、11cの偏心量を制御できる。

【0097】

また、保持枠17についても、同様にコイル16c、16dに流す電流の方向に応じて矢印18c、18d及びこれらと逆方向に駆動される。こうして第2の可動部も、負補正レンズ11b、11dの光軸Oに直交する面内で2次的に偏心駆動される。そして、コイル16c、16dに流す電流量に基づいて負補正レンズ11bの偏心量を制御できる。本実施例では、コイル16c、16dに、コイル16a、16bとは逆方向に電流を流すことで、第1及び第2の可動部を互いに逆方向に駆動する。

10

20

30

40

50

【0098】

コイル16a～16dに電流を印加して保持枠12、17をピッチ方向19p及びヨー方向19yに駆動する原理は、実施例1で図3から図6を用いて説明した原理と同じである。

【0099】

本実施例でも、コイル16aと磁石110aとにより第1の可動部を矢印18cの方向及びこれとは反対の方向に駆動するアクチュエータが構成される。また、コイル16bと磁石110bとにより第1の可動部を矢印18dの方向及びこれと反対の方向に駆動するアクチュエータが構成される。

【0100】

さらに、コイル16cと磁石110aとにより第2の可動部を矢印18cの方向及びこれと反対の方向に駆動するアクチュエータが構成される。また、コイル16dと磁石110bとにより第2の可動部を矢印18dの方向及びこれと反対の方向に駆動するアクチュエータが構成される。

【0101】

つまり、本実施例では、第1の可動部を駆動するアクチュエータと第2の可動部を駆動するアクチュエータとで、磁石110a、110bを共用している。言い換えれば、共通の1つの磁石に対して2つのコイルを用いることで、第1及び第2の可動部を特定方向及びこれと逆方向に駆動するアクチュエータをコンパクトに構成している。これにより、防振装置全体の小型化を図ることができる。

【0102】

図12には、図11におけるダンパー軸14g、14h付近を拡大して示す。また、図13には、図12におけるC-C断面を示す。

【0103】

図12及び図13に示すように、保持枠12に設けられたダンパー軸14g及び保持枠17に設けられたダンパー軸14hはともに地板13に形成された丸い2つの開口部に挿入されている。そして、該開口部とダンパー軸14g、14hとの間には、ダンパー材14i、14jが配置されている。

【0104】

ダンパー材14i、14jは、UV硬化性のゲルやダンピング効果の大きなゴム等の粘弾性部材である。

【0105】

保持枠12、17がピッチ及びヨー方向19p、19yに移動すると、ダンパー軸14g、14hは開口部内でダンパー材14i、14hを変形させる。これにより、各引っ張りコイルばねによる保持枠12、17の不要な振動が吸収され、観察される像の品位を高めている。

【0106】

また、本実施例でも、正補正レンズ11a、11c及び保持枠12を含む第1の可動部と引っ張りコイルばね15g～15jとにより構成される構造を第1の可動構造とする。また、負補正レンズ11b、11d及び保持枠17を含む第2の可動部と引っ張りコイルばね15k～15nにより構成される構造を第2の可動構造とする。この場合、第1の可動構造と第2の可動構造の固有振動数は、実施例1で説明した条件(1)を満足するとよい。これにより、実施例1で説明したのと同様の効果が得られる。

【0107】

本実施例でも、逆の光学パワーを有する補正レンズを互いに逆方向に駆動することで光軸の偏向作用を高めることができる。したがって、各補正レンズの駆動ストロークが小さくても、十分な防振有効振れ量を確保することができる。また、補正レンズの自重による位置ずれに伴うピント変動を少なくすることができる。これにより、双眼鏡等の観察装置の姿勢変化によるピントずれも抑えることもできる。

【0108】

10

20

30

40

50

しかも、補正レンズを分けたことで、個々の補正レンズの重量を軽くすることができる。このため、上述した駆動ストロークが小さいことと相まって、光学防振装置の省電力化を図ることができる。

【0109】

さらに、上述したように、逆の光学パワーを有する補正レンズをそれぞれ駆動するための磁石を共用したことで、アクチュエータをコンパクトに構成することができる。したがって、光学防振装置の小型化を図ることができる。また、アクチュエータを磁石とコイルとで構成したので、補正レンズの高速駆動や良好な位置精度での駆動が可能であり、防振性能を向上させることができる。

【実施例3】

【0110】

図14には、本発明の実施例3である光学防振装置の断面を示している。この光学防振装置は、実施例1にて説明したデジタルカメラに搭載される。本実施例の光学防振装置は、基本的なばね吊り構成に関しては実施例1と同じであるが、アクチュエータの構成が異なる。なお、本実施例において、実施例1と共通する構成要素又は同様の機能を有する構成要素には、実施例1と同符号を付して説明に代える。

【0111】

本実施例では、正補正レンズ11aを保持する保持枠12にコイル16a、16bを設ける。また、負補正レンズ11bを保持する保持枠17に磁石110a、110bを設ける。なお、コイル16aと磁石110aは図示していないが、それぞれのコイル16bと磁石110bとの正面視における配置関係は、実施例1(図1)と同じである。

【0112】

また、本実施例では、磁石110bは、保持枠17に取り付けられたヨーク111に吸着することで保持枠17に対して強固に固定される。また、ヨーク111によって実質的に磁石110bの厚みが増加することで、保磁力も高めることができる。

【0113】

コイル16bに電流を流して、コイル16b及び保持枠12により構成される第1の可動部が磁石110bに対して矢印61pで示される方向に駆動されたとする。このとき、磁石110bはコイル16bを矢印61pの方向に駆動した推力の反作用を受け、これが推力となって磁石110b及び保持枠17により構成される第2の可動部が矢印62pの方向に駆動される。すなわち、コイル16bに通電することで、作用及び反作用によって第1及び第2の可動部を互いに逆方向に駆動することができる。このことは、コイル16aと磁石110aとの間でも同様である。

【0114】

本実施例において、実施例1と同様のコイル、磁石、電流値、ばね定数を用いる場合、実施例1に比べて第1及び第2の可動部(保持枠12、17)の相対的な駆動量は半分になる。しかし、第2の可動部にコイルを設ける必要がなくなり、実施例1よりもアクチュエータ及び光学防振装置を小型化することができる。

【0115】

本実施例でも、第1の可動部と引っ張りコイルばね15a~15cにより構成される第1の可動構造の固有振動数と、第2の可動部と3つの引っ張りコイルばね15fにより構成される第2の可動構造の固有振動数は、条件(1)を満足するとよい。これにより、実施例1と同様の効果を得ることができる。また、引っ張りコイルばね15a~15cのばね定数と3つの引っ張りコイルばね15fのばね定数とを一致させることで、第1及び第2の可動部を互いに同じ量だけ逆方向に駆動することができる。

【0116】

また、第1の可動部と第2の可動部の質量を同じにしておくことで、補正レンズ11a、11bの位置ずれ方向及び位置ずれ量をともしに同じにすることができるので、それぞれの自重による位置ずれに伴う光軸偏心を抑えることができる。

【実施例4】

【0117】

図15には、本発明の実施例4である光学防振装置の断面を示している。この光学防振装置は、実施例1にて説明したデジタルカメラに搭載される。本実施例の光学防振装置は、アクチュエータの構成は実施例3と同じであるが、ばね吊り構成が実施例1及び3と異なる。なお、本実施例において、実施例1と共通する構成要素又は同様の機能を有する構成要素には、実施例1と同符号を付して説明に代える。

【0118】

本実施例では、負補正レンズ11bを保持する保持枠17は、その背面と地板13の前面との間に配置された3つのボール14fによってピッチ方向及びヨー方向にガイドされる(地板13とボール14fによって光軸方向の移動が阻止される)。

10

【0119】

一方、正補正レンズ11aを保持する保持枠12は、その背面と保持枠17の前面との間に配置されたボール14a~14cによってピッチ方向及びヨー方向にガイドされている。言い換えれば、保持枠12は、ボール14a~14cと保持枠17とボール14fと地板13とによって光軸方向の移動が阻止されている。

【0120】

なお、保持枠17と地板13との間には、実施例1と同様に3つの引っ張りコイルばね15fが斜めに掛けられている(ただし、傾き方向は異なる)。また、保持枠12と地板13との間には、実施例1と同様に引っ張りコイルばね15a~15c(ただし、図には15cのみ示す)が斜めに掛けられている。

20

【0121】

実施例3と同様に、例えば、コイル16bに電流を流して、コイル16b及び保持枠12により構成される第1の可動部が磁石110bに対して矢印61pで示される方向に駆動されたとする。このとき、磁石110bはコイル16bを矢印61pの方向に駆動した推力の反作用を受け、これが推力となって磁石110b及び保持枠17により構成される第2の可動部が矢印62pの方向に駆動される。すなわち、コイル16bに通電することで、作用及び反作用によって第1及び第2の可動部を互いに逆方向に駆動することができる。このことは、不図示のコイル16aと磁石110aとの間でも同様である。

【0122】

本実施例でも、第1の可動部と引っ張りコイルばね15a~15cにより構成される第1の可動構造の固有振動数と、第2の可動部と3つの引っ張りコイルばね15fにより構成される第2の可動構造の固有振動数は、条件(1)を満足するとよい。

30

【0123】

ここで、本実施例では、図15において保持枠12が矢印61p方向に移動すると、ボール14cは矢印62rの方向に回転する。この回転力により保持枠17は矢印62pの方向に駆動され、その駆動量はボール14cの回転量により決まる。ボール14cの回転量は保持枠12の駆動量で済むため、保持枠12と保持枠17は同量だけ逆方向に移動することになる。これにより、保持枠12と保持枠17の移動量を実施例3に比べて高精度に制御できる。

40

【0124】

このように、本実施例では、第1の可動部が第2の可動部を介して地板13によって支持される構成を採用することで、第1の可動部が第2の可動部の移動量を高精度に制御できるという効果を奏する。

【実施例5】

【0125】

図16には、本発明の実施例5である光学防振装置の断面を示している。この光学防振装置は、実施例1にて説明したデジタルカメラに搭載される。本実施例の光学防振装置は、アクチュエータの構成は実施例1と同じであるが、ばね吊り構成が実施例1と異なる。なお、本実施例において、実施例1と共通する構成要素又は同様の機能を有する構成要素

50

には、実施例 1 と同符号を付して説明に代える。

【 0 1 2 6 】

本実施例では、正補正レンズ 1 1 a を保持する保持枠 1 2 は地板 1 3 によりピッチ方向及びヨー方向に移動可能に支持されている。ただし、負補正レンズ 1 1 b を保持する保持枠 1 7 は、地板 1 3 とは別に設けられた地板 2 0 によりピッチ方向及びヨー方向に移動可能に支持されている。

【 0 1 2 7 】

このため、保持枠 1 2 と地板 1 3 との間には、実施例 1 と同様に 3 つの引っ張りコイルばね 1 5 a ~ 1 5 c (ただし、図には 1 5 c のみ示す) が斜めに掛けられている。これに対し、保持枠 1 7 と地板 2 0 との間に、3 つの引っ張りコイルばね 1 5 f が斜めに掛けら

10

【 0 1 2 8 】

また、保持枠 1 2 は、地板 1 3 との間に配置されたボール 1 4 a ~ 1 4 c によってピッチ方向及びヨー方向にガイドされる(地板 1 3 とボール 1 4 a ~ 1 4 c によって光軸方向の移動が阻止される)。一方、保持枠 1 7 は、地板 2 0 との間に配置された 3 つのボール 1 4 f によってピッチ方向及びヨー方向にガイドされる(地板 2 0 とボール 1 4 f によって光軸方向の移動が阻止される)。

【 0 1 2 9 】

地板 1 3 には、実施例 1 と同様に、磁石 1 1 0 b が設けられており、保持枠 1 2、1 7 に設けられたコイル 1 6 b、1 6 d はそれぞれ、磁石 1 1 0 b の前面及び背面に対向している。なお、地板 1 3 には、実施例 1 と同様に、不図示の磁石 1 1 0 a も設けられており、保持枠 1 2、1 7 に設けられたコイル 1 6 a、1 6 c はそれぞれ、磁石 1 1 0 a の前面及び背面に対向している。

20

【 0 1 3 0 】

実施例 1 と同様に、例えば、コイル 1 6 b に電流を流すと、正補正レンズ 1 1 a と保持枠 1 2 により構成される第 1 の可動部は、矢印 6 1 p の方向に駆動される。このとき、コイル 1 6 d に、コイル 1 6 b とは逆方向に電流を流すと、負補正レンズ 1 1 b と保持枠 1 7 により構成される第 2 の可動部は、矢印 6 1 p の方向とは逆の矢印 6 2 p の方向に駆動される。

【 0 1 3 1 】

本実施例でも、第 1 の可動部と引っ張りコイルばね 1 5 a ~ 1 5 c により構成される第 1 の可動構造の固有振動数と、第 2 の可動部と 3 つの引っ張りコイルばね 1 5 f により構成される第 2 の可動構造の固有振動数は、条件 (1) を満足するとよい。これにより、実施例 1 と同様の効果を得ることができる。また、引っ張りコイルばね 1 5 a ~ 1 5 c のばね定数と 3 つの引っ張りコイルばね 1 5 f のばね定数とを一致させることで、第 1 及び第 2 の可動部は互いに同じ量だけ逆方向に駆動することができる。

30

【 0 1 3 2 】

本実施例では、第 1 及び第 2 の可動部をそれぞれ別の地板 1 3、2 0 によって支持している。このため、正補正レンズ 1 1 a 及び負補正レンズ 1 1 b のそれぞれを個別に位置調整(傾きや平行偏心等の調整)することができる。したがって、より高性能な光学防振装置を構成することができる。

40

【実施例 6】

【 0 1 3 3 】

図 1 7 には、本発明の実施例 6 である光学防振装置の断面を示している。この光学防振装置は、実施例 1 にて説明したデジタルカメラに搭載される。本実施例の光学防振装置は、実施例 5 と同様に、第 1 及び第 2 の可動部を別の地板 1 3、2 0 により支持する一方、アクチュエータとして実施例 3 に示したものを採用している。本実施例において、実施例 1 及び 5 と共通する構成要素又は同様の機能を有する構成要素には、実施例 1、5 と同符号を付して説明に代える。

【 0 1 3 4 】

50

本実施例によれば、実施例 5 と同様に、正補正レンズ 1 1 a 及び負補正レンズ 1 1 b のそれぞれを個別に位置調整することができる。しかも、実施例 3 と同様に、コイル 1 6 b に通電することで、保持枠 1 7 に設けられた磁石 1 1 0 b との間での作用及び反作用によって第 1 及び第 2 の可動部を互いに逆方向に駆動するため、アクチュエータ及び光学防振装置を小型化することができる。

【 0 1 3 5 】

なお、本実施例でも、第 1 の可動部と引っ張りコイルばね 1 5 a ~ 1 5 c とにより構成される第 1 の可動構造の固有振動数と、第 2 の可動部と 3 つの引っ張りコイルばね 1 5 f により構成される第 2 の可動構造の固有振動数は、条件 (1) を満足するとよい。これにより、実施例 1 と同様の効果を得ることができる。また、引っ張りコイルばね 1 5 a ~ 1 5 c のばね定数と 3 つの引っ張りコイルばね 1 5 f のばね定数とを一致させることで、第 1 及び第 2 の可動部は互いに同じ量だけ逆方向に駆動することができる。

10

【 0 1 3 6 】

また、第 1 の可動部と第 2 の可動部の質量を同じにしておくことで、補正レンズ 1 1 a 、 1 1 b の位置ずれ方向及び位置ずれ量をも同じにすることができるので、それぞれの自重による位置ずれに伴う光軸偏心を抑えることができる。

【 0 1 3 7 】

なお、実施例 3 ~ 6 の光学防振装置を、実施例 2 で説明した双眼鏡等の観察装置にも適用することが可能である。

【 0 1 3 8 】

また、上記各実施例では、ばね吊り式の光学防振装置について説明したが、上記各実施例で説明したアクチュエータの構成は、ばね吊り式ではない光学防振装置にも適用することができる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 3 9 】

【 図 1 】 本発明の実施例 1 である光学防振装置の正面図。

【 図 2 】 実施例 1 の光学防振装置の断面図。

【 図 3 】 実施例 1 の光学防振装置における第 1 の可動部を制御する制御回路の一部を示すブロック図。

【 図 4 】 実施例 1 の光学防振装置におけるピッチ方向の駆動原理を示す図。

30

【 図 5 】 実施例 1 の光学防振装置におけるヨー方向の駆動原理を示す図。

【 図 6 】 実施例 1 の光学防振装置における第 1 及び第 2 の可動部を制御する制御回路の一部を示すブロック図。

【 図 7 】 実施例 1 の光学防振装置の防振動作状態を示す断面図。

【 図 8 】 実施例 1 の光学防振装置における可動部の自重による位置ずれが生じた状態を示す断面図。

【 図 9 】 本発明の実施例 2 である光学防振装置の正面図。

【 図 1 0 】 実施例 2 の光学防振装置の下断面図。

【 図 1 1 】 実施例 2 の光学防振装置の横断面図。

【 図 1 2 】 実施例 2 の光学防振装置の部分拡大図 (正面図) 。

40

【 図 1 3 】 実施例 2 の光学防振装置の部分拡大図 (断面図) 。

【 図 1 4 】 本発明の実施例 3 である光学防振装置の断面図。

【 図 1 5 】 本発明の実施例 4 である光学防振装置の断面図。

【 図 1 6 】 本発明の実施例 5 である光学防振装置の断面図。

【 図 1 7 】 本発明の実施例 6 である光学防振装置の断面図。

【 図 1 8 】 実施例 1 、 3 ~ 6 の光学防振装置を搭載したデジタルカメラの外観図。

【 符号の説明 】

【 0 1 4 0 】

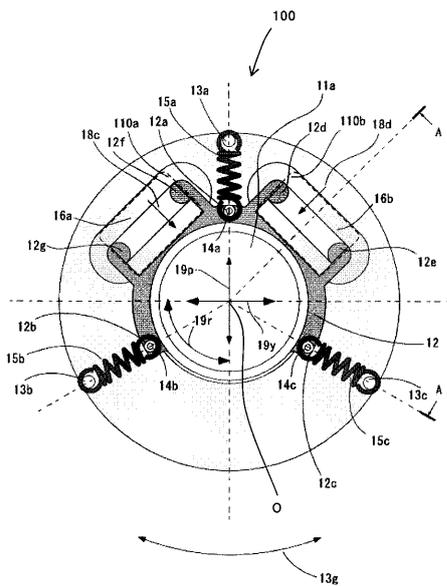
1 1 a 、 1 1 c 正補正レンズ

1 1 b 、 1 1 d 負補正レンズ

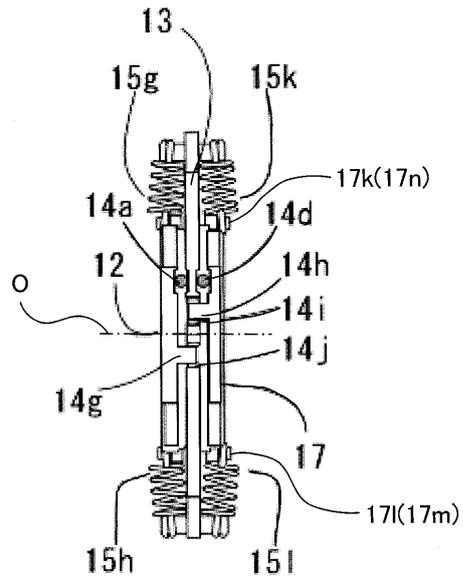
50

- 12、17 保持枠
- 13、20 地板
- 14a ~ 14d ボール
- 15a ~ 15n 引っ張りコイルばね
- 16a ~ 16d コイル
- 110a、110b 磁石

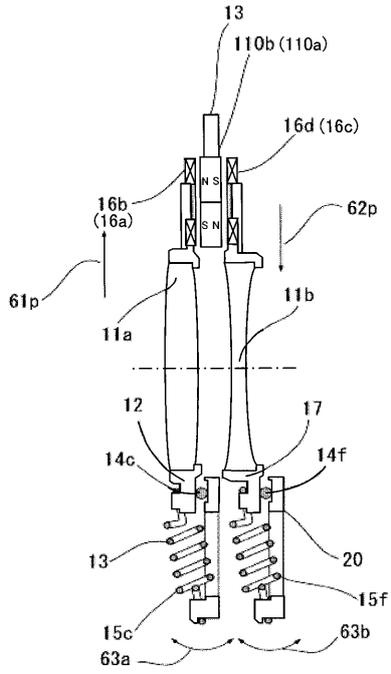
【図1】



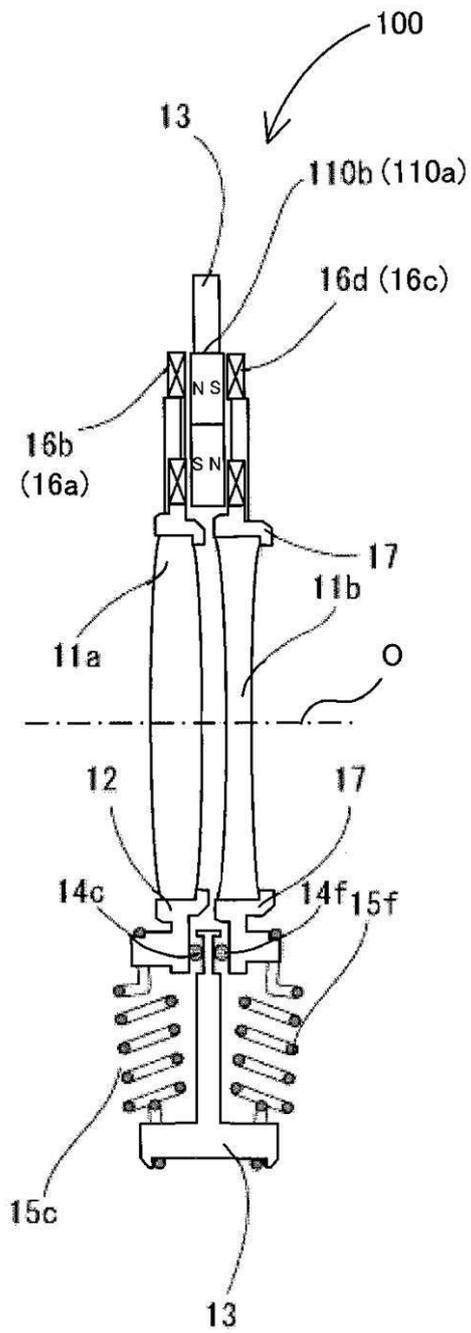
【図11】



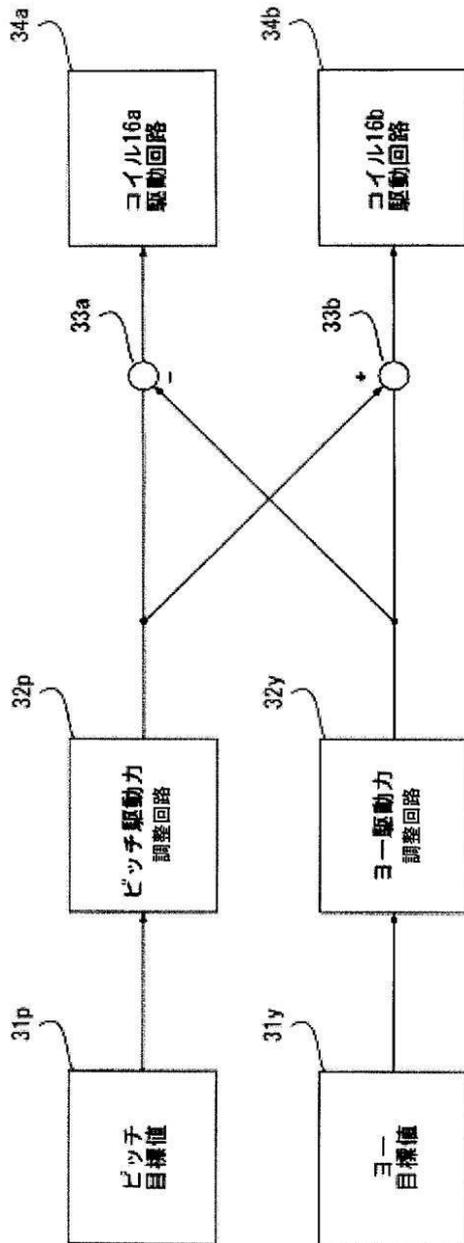
【 図 16 】



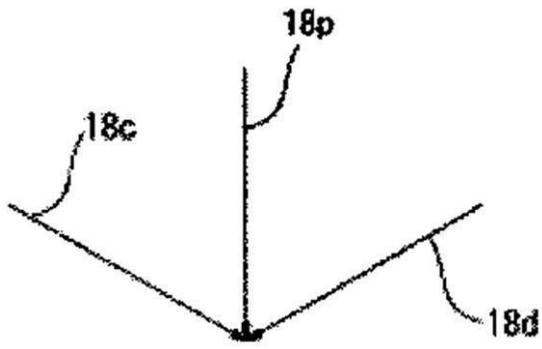
【図2】



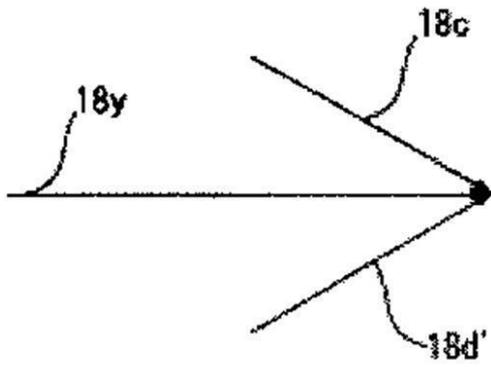
【図3】



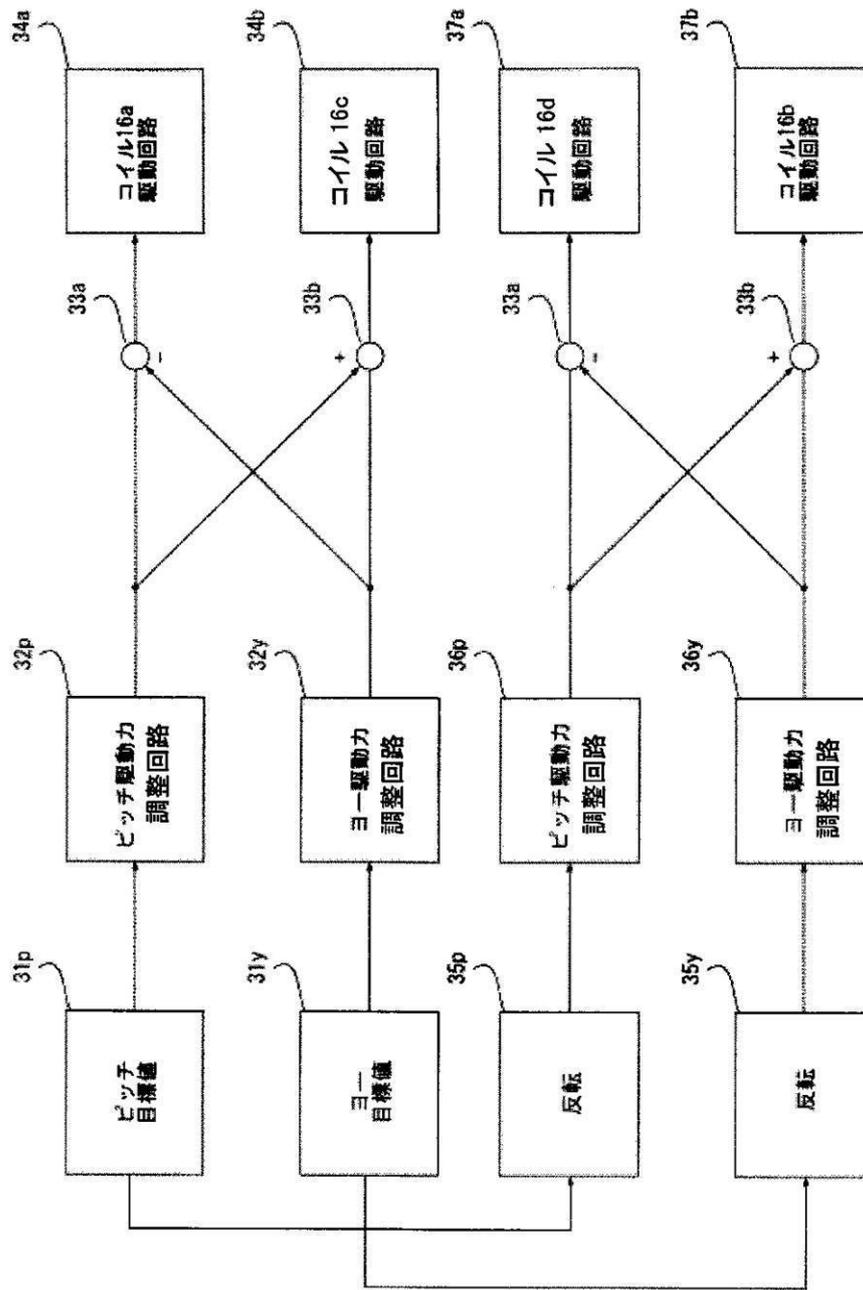
【 図 4 】



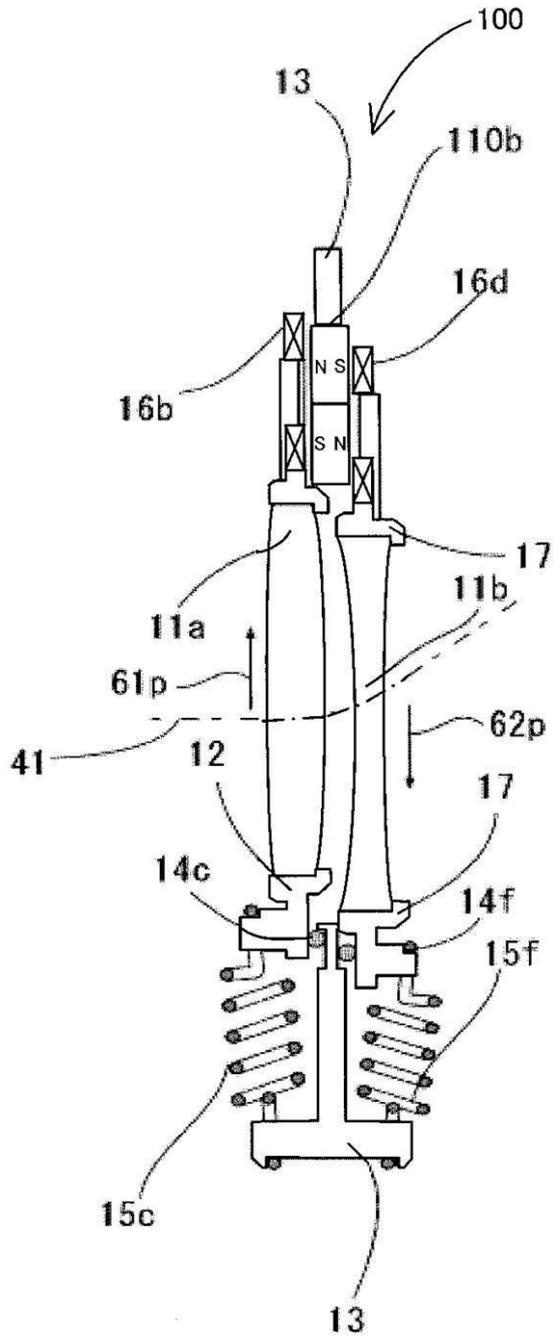
【 図 5 】



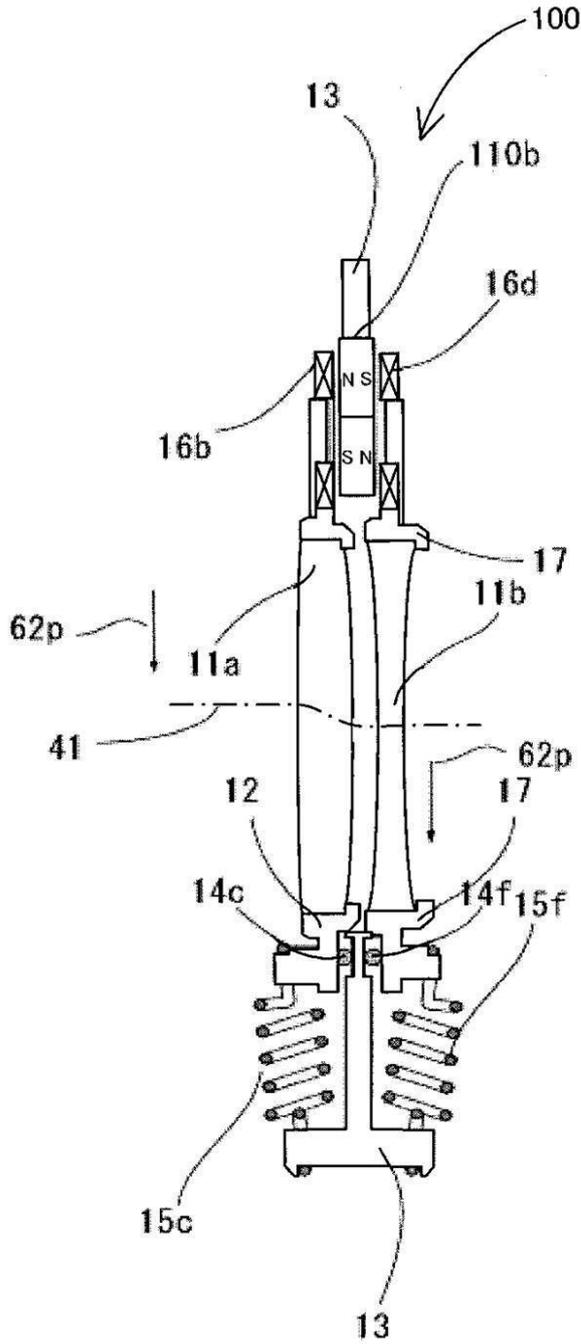
【図6】



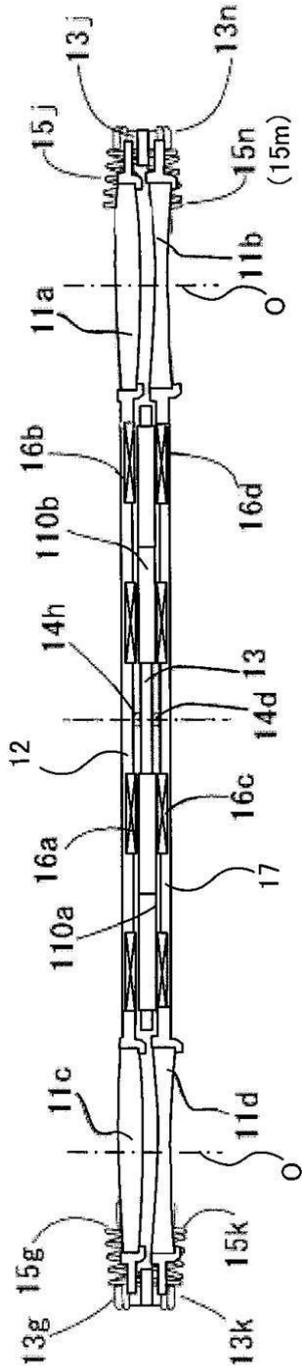
【図7】



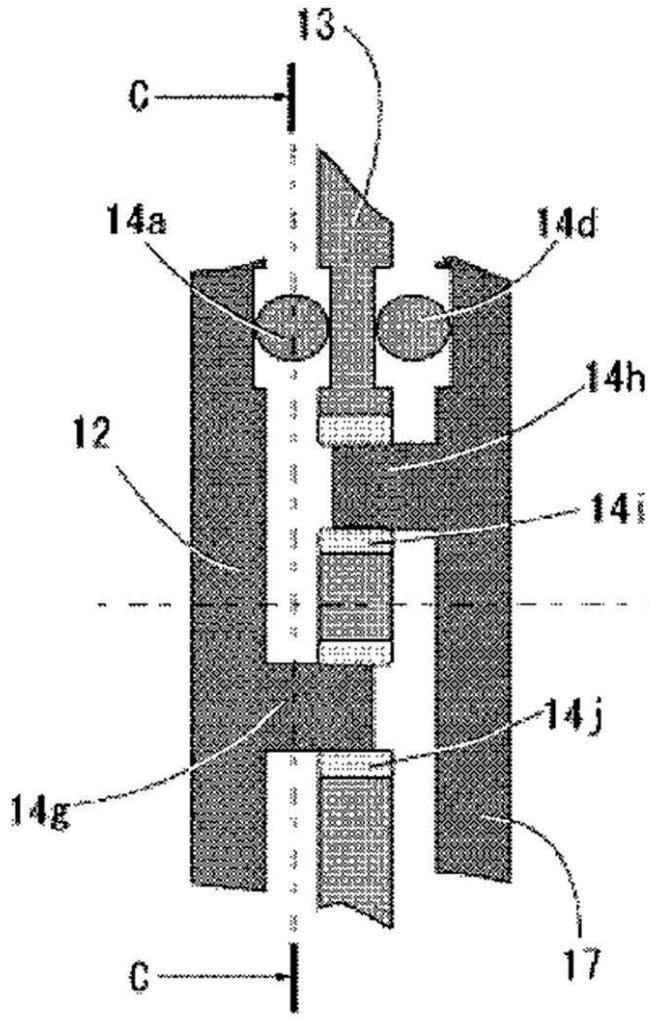
【図8】



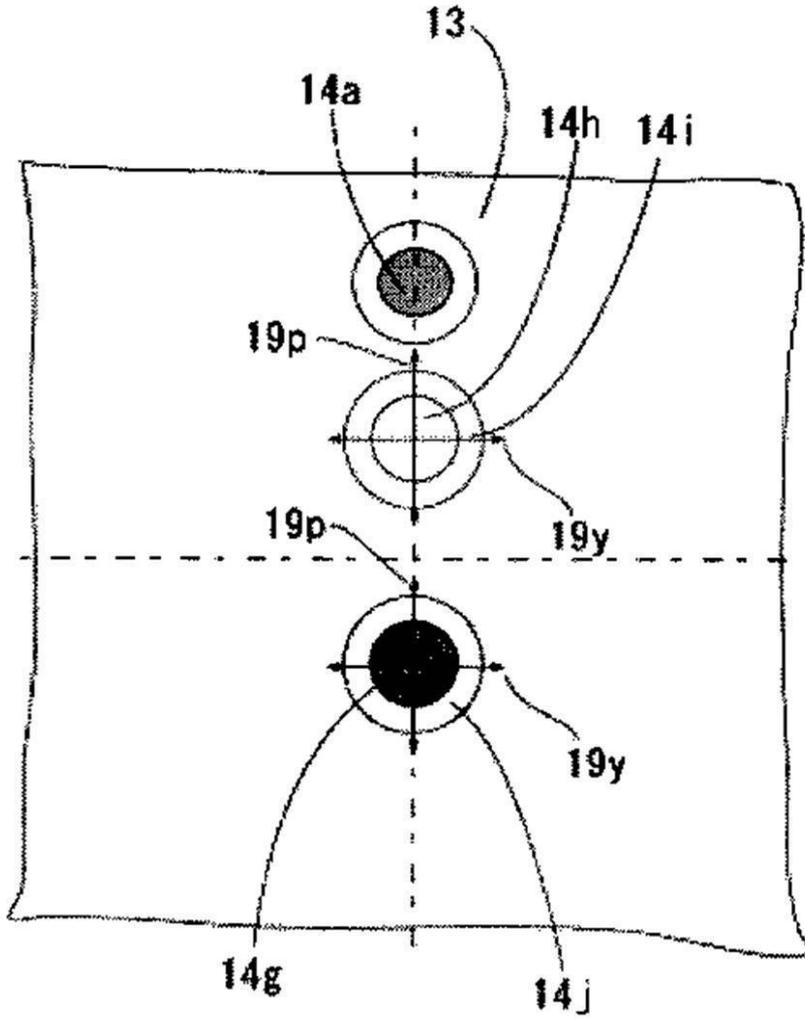
【図10】



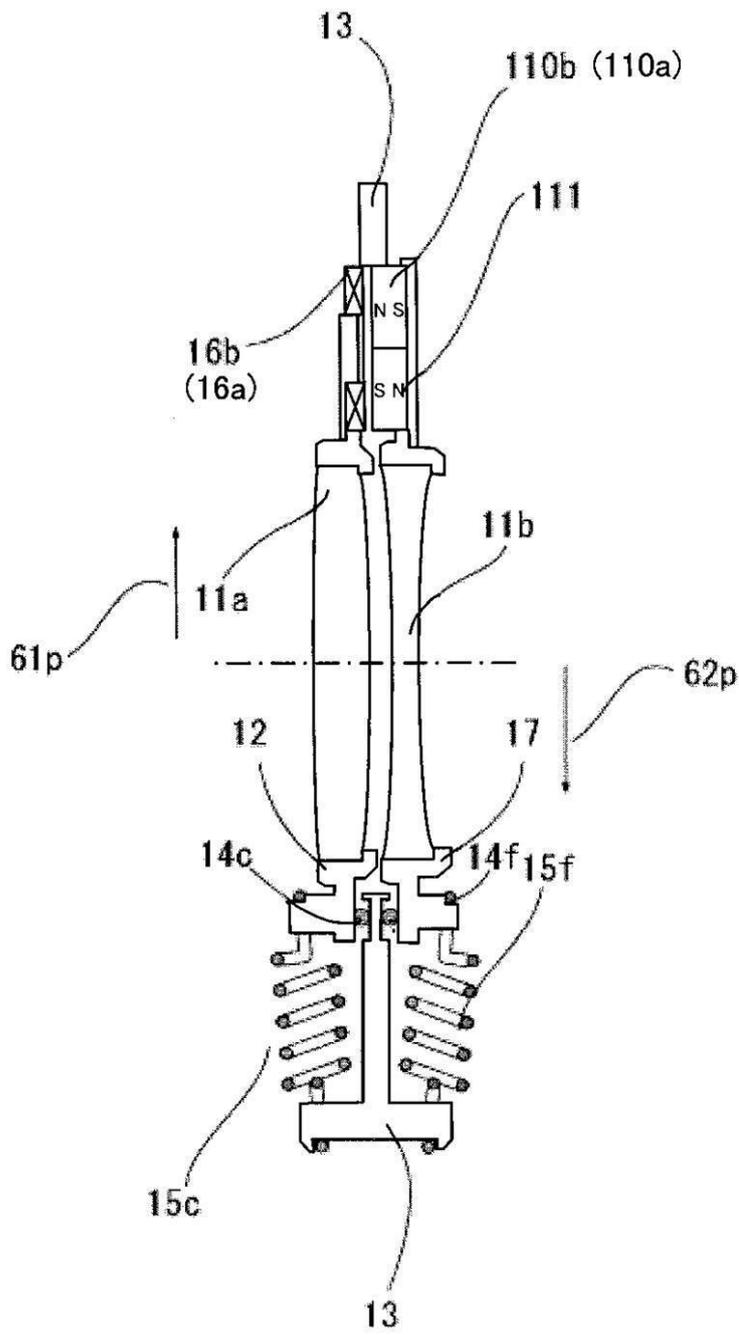
【図12】



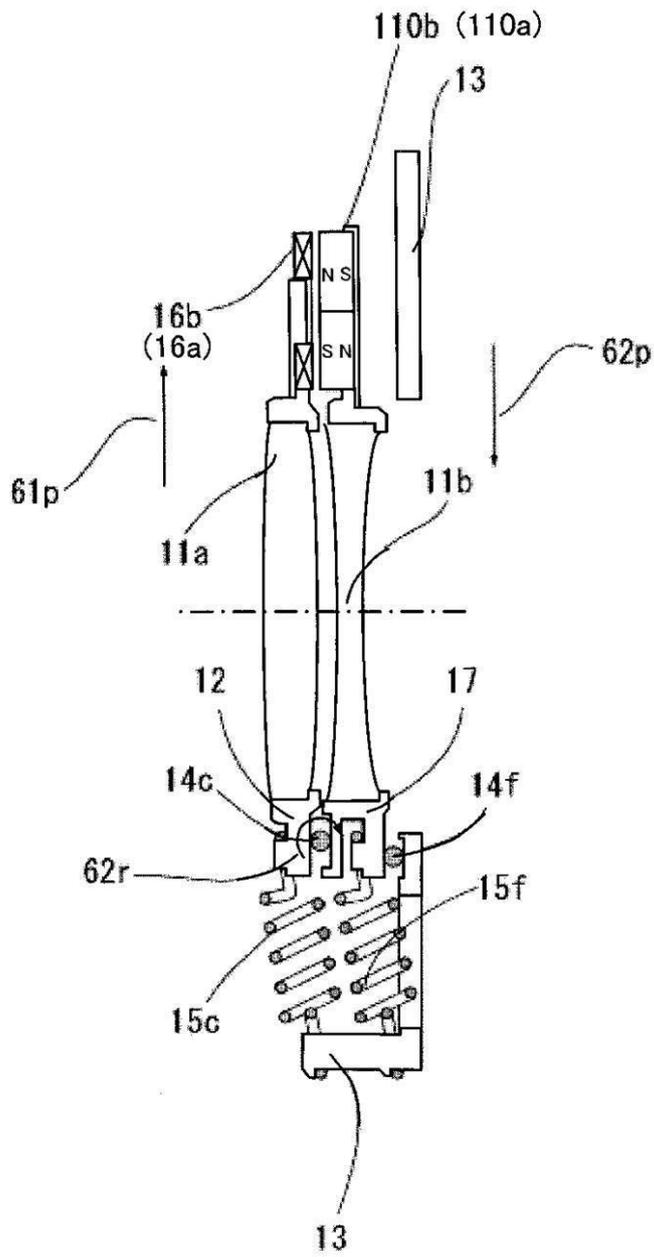
【 図 13 】



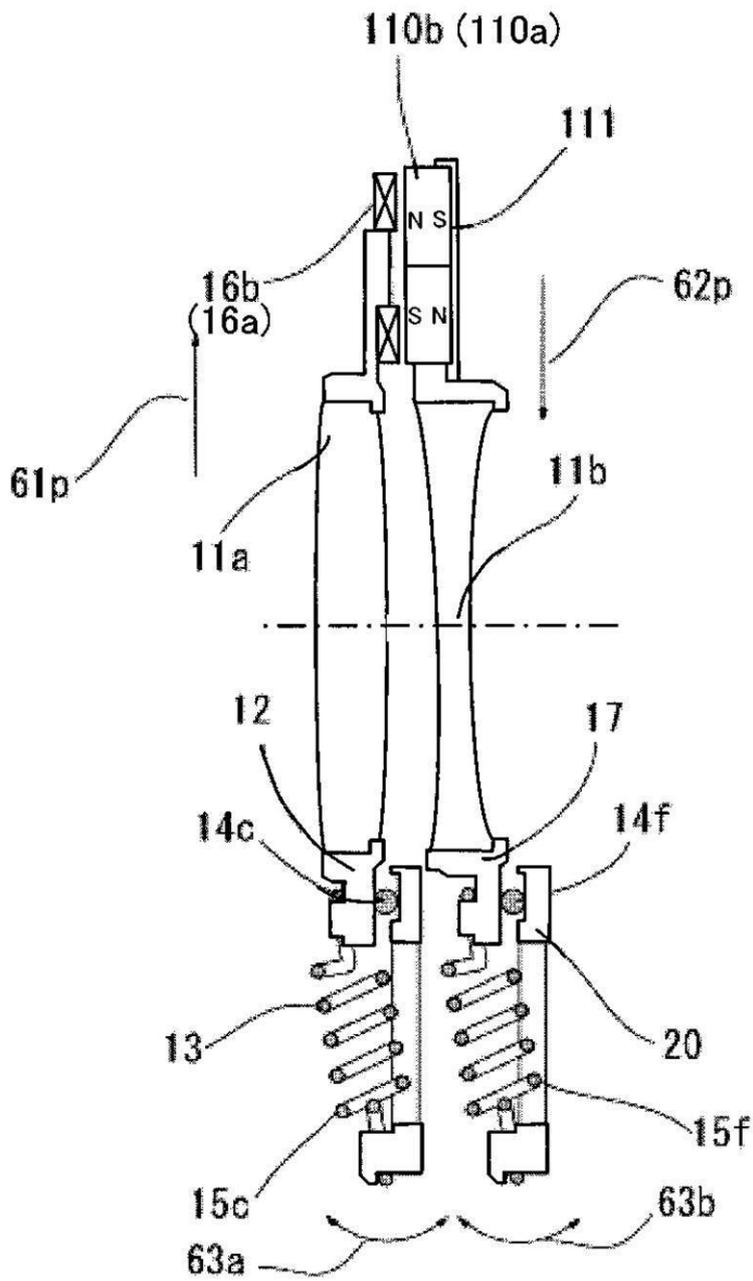
【 図 14 】



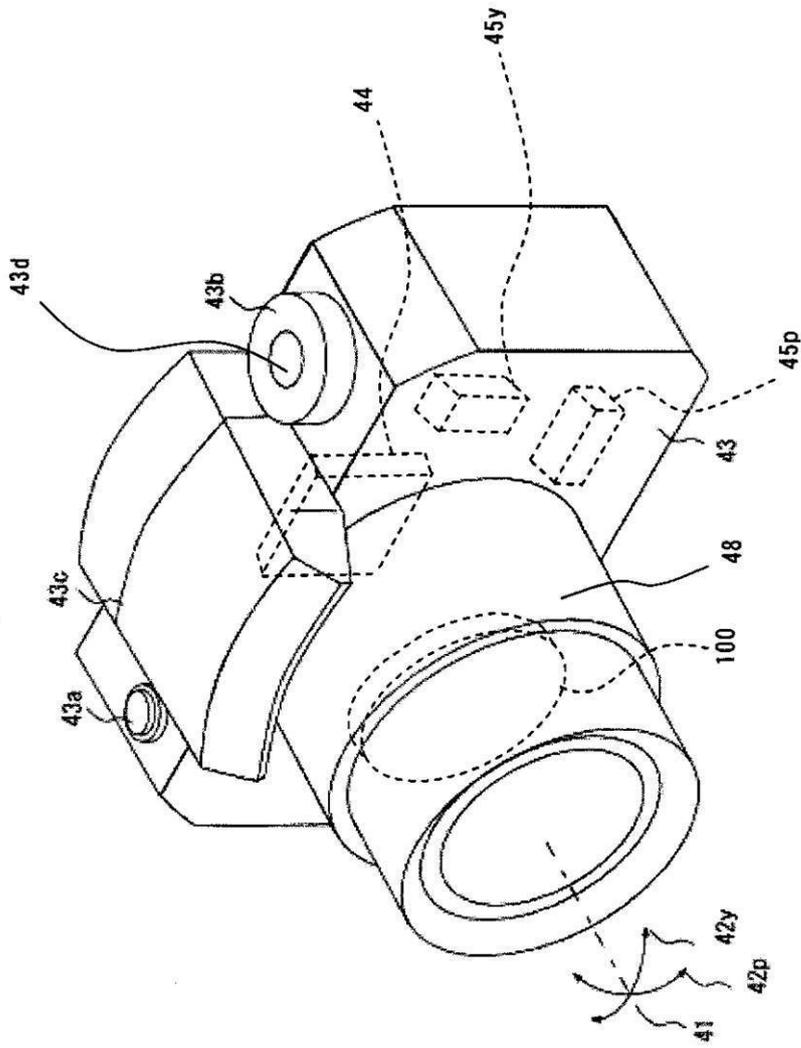
【 図 15 】



【図17】



【 図 18 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 1 6 7 0 7 4 (J P , A)
特開平 1 0 - 3 1 9 4 6 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 0 3 B 5 / 0 0
G 0 2 B 1 3 / 0 0
H 0 4 N 5 / 2 3 2
H 0 4 N 1 0 1 / 0 0