

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6285689号  
(P6285689)

(45) 発行日 平成30年2月28日(2018.2.28)

(24) 登録日 平成30年2月9日(2018.2.9)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>B06B</b>	<b>1/04</b>	<b>(2006.01)</b>	B06B	1/04	A
<b>G02B</b>	<b>7/08</b>	<b>(2006.01)</b>	G02B	7/08	C

請求項の数 10 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-226824 (P2013-226824)	(73) 特許権者	000116024
(22) 出願日	平成25年10月31日(2013.10.31)		ローム株式会社
(65) 公開番号	特開2015-85278 (P2015-85278A)		京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地
(43) 公開日	平成27年5月7日(2015.5.7)	(74) 代理人	110001933
審査請求日	平成28年9月23日(2016.9.23)		特許業務法人 佐野特許事務所
		(74) 代理人	100085501
			弁理士 佐野 静夫
		(74) 代理人	100134555
			弁理士 林田 英樹
		(72) 発明者	木下 茂雄
			京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地
			ローム株式会社内
		審査官	安池 一貴

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アクチュエータの駆動回路装置及び駆動方法並びにそれらを用いたレンズモジュール及び電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

共振周波数を有するアクチュエータの駆動回路装置であって、  
 前記駆動回路装置は、前記共振周波数の信号に対して第1の周波数特性を有する第1フィルタと、前記共振周波数に対して第2の周波数特性を有する第2フィルタを有し、前記第1フィルタを介して伝達される駆動信号によって前記アクチュエータを振動させ、前記振動したときの前記共振周波数を測定、算出し、前記算出したデータに基づき前記第1フィルタを前記第2フィルタに切り替えるものであり、  
 前記駆動回路装置は、前記アクチュエータを駆動する駆動信号を生成するために、前記第1フィルタ及び前記第2フィルタを有する制御部と、前記制御部からの制御信号に応じて前記アクチュエータを構成するコイルに駆動電流を供給するドライバと、前記コイルの一端に生じた磁気誘導信号を増幅してパルス信号を生成する信号処理部と、前記信号処理部から出力された前記パルス信号の周波数を測定、算出し、算出したデータに基づき前記制御部にフィルタ選択信号を入力する共振周波数検出部を有しており、  
 前記信号処理部は、前記コイルに誘起された磁気誘導信号を増幅する演算増幅器と、前記演算増幅器の一方の入力端に入力される入力信号と前記増幅器の出力信号を比較するコンパレータを有することを特徴とするアクチュエータの駆動回路装置。

【請求項 2】

前記信号処理部は、前記演算増幅器の他方の入力端と接地端子との間に接続された第1抵抗と第1キャパシタの直列接続体と、前記演算増幅器の出力端と前記演算増幅器の他方

の入力端との間に接続された第2抵抗と第2キャパシタとの並列接続体を有することを特徴とする請求項1に記載のアクチュエータの駆動回路装置。

【請求項3】

前記共振周波数検出部は、前記コンパレータから出力されるパルス信号のハイレベル及びローレベルの少なくとも一方の数をカウントし、前記パルス信号の周期、周波数を算出したデータを確定し、前記確定したデータに基づき前記制御部より前記第2フィルタを選択することを特徴とする請求項2に記載のアクチュエータの駆動回路装置。

【請求項4】

前記第1フィルタは前記共振周波数の信号を伝達させ、前記第2フィルタは前記共振周波数を阻止または減衰させることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載のアクチュエータの駆動回路装置。

10

【請求項5】

前記第1フィルタは前記共振周波数の信号を伝達させるバンドパスフィルタであり、前記第2フィルタは前記共振周波数の信号を阻止または減衰させるノッチフィルタであることを特徴とする請求項4に記載のアクチュエータの駆動回路装置。

【請求項6】

前記第2フィルタはデジタルフィルタであることを特徴とする請求項5に記載のアクチュエータの駆動回路装置。

【請求項7】

前記アクチュエータはボイスコイルモータを含むことを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載のアクチュエータの駆動回路装置。

20

【請求項8】

フォーカシングレンズと、その支持体が前記フォーカシングレンズに連結されたボイスコイルモータと、前記ボイスコイルモータを駆動する請求項1～7のいずれか1項に記載の駆動回路装置とを備えることを特徴とするレンズモジュール。

【請求項9】

手ぶれ補正用レンズと、その支持体が前記手ぶれ補正用レンズに連結されたボイスコイルモータと、前記ボイスコイルモータを駆動する請求項1～7のいずれか1項に記載の駆動回路装置とを備えることを特徴とするレンズモジュール。

30

【請求項10】

請求項8または9に記載のレンズモジュールと、前記レンズモジュールを通った光を撮像する撮像デバイスを備えることを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アクチュエータの駆動回路装置及び駆動方法並びにそれらを用いたレンズモジュール及び電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

アクチュエータとは、一般的に入力エネルギーで機械的運動を起こす機器、機構であると定義されている。アクチュエータのなかには一般的に電気系アクチュエータと称されるものがあり、さらに電気系アクチュエータの中には電子機器たとえば携帯電話、携帯カメラなどの自動焦点システムに用いられるDCモータ、ステッピングモータ、ピエゾモータ、ボイスコイルモータ（以下VCMと称する）などが知られている。VCMはコイルを用いるがそれを用いるものとしてはソレノイドも知られている。VCMを用いたアクチュエータは小型で高速な応答が実現できることでも知られている。

40

【0003】

特許文献1は、たとえばレンズモジュール、電子機器にかかわるアクチュエータを開示し、モータ制御下にある機械システムにおいて、リングング、跳躍を最小にするモータ駆動式システムを開示する。たとえばその図1に示された機械システムは、撮像チップ、モー

50

タドライバ、VCM、及びレンズを含む。

【0004】

特許文献2は、スプリングリターン機構付VCMの制御技術に関する。VCMはリターンスプリング機構を備えている。

【0005】

特許文献3は、振動アクチュエータ駆動回路に関し、共振点が変わる振動アクチュエータにおいて、運動エネルギーを効率的に取り出す方法を提供するとしている。そのために共振点の変化を振動検出器及びコンパレータを用いて追尾し、常時、振動アクチュエータを共振点で駆動する。

【0006】

特許文献4は、システムを使用する度に共振周波数を検出し、検出された共振周波数を除去するようにフィルタの係数が自動的に可変できる適応型ノッチフィルタを利用した機械的共振補償装置及び適応型ノッチフィルタを利用した機械的共振補償方法を提供するとしており、適応型ノッチフィルタは無限インパルス応答フィルタを採用する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2010-183832号公報

【特許文献2】特開2013-81294号公報

【特許文献3】特開2001-85756号公報

【特許文献4】特開2004-240972号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

特許文献1, 2, 3, 4はいずれも電気系アクチュエータの共振周波数に着目している点で類似する。本発明のアクチュエータは上記先行技術文献に鑑み、外部測定器を用いることなく共振周波数を自動的に測定し、算出し、さらに算出した共振周波数の信号、データに基づき所定のノッチフィルタを自動的に選択できるアクチュエータの駆動回路装置、電子機器等を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の態様は、共振周波数を有するアクチュエータの駆動回路装置であって、駆動回路装置は共振周波数の信号に対して第1の周波数特性を有する第1フィルタと、共振周波数に対して第2の周波数特性を有する第2フィルタを有し、第1フィルタを介して伝達される駆動信号によってアクチュエータを振動させ、振動したときの共振周波数を測定、算出し、算出したデータに基づき第1フィルタを第2フィルタに切り替える。

【0010】

また、アクチュエータはVCMを含む。

【0011】

また本発明の態様は、アクチュエータを駆動する制御信号を生成し、かつ第1フィルタ及び第2フィルタを有する制御部と、制御部からの制御信号に応じてアクチュエータを構成するコイルに駆動電流を供給するドライバと、コイルの一端に生じた磁気誘導信号を増幅してパルス信号を生成する信号処理部と、信号処理部から出力されたパルス信号の周波数を測定、算出し、算出したデータに基づき制御部にフィルタ選択信号を入力する共振周波数検出部を有している。

【0012】

また本発明の態様は、共振周波数検出部は、コンパレータから出力されるパルス信号のハイレベル及びローレベルの少なくとも一方の数をカウントし、パルス信号の周期、周波数を算出したデータを確定し、確定したデータに基づき制御部より第2フィルタを選択する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 3 】

本発明の別の態様は、共振周波数を有するアクチュエータの駆動方法であって、第1の周波数特性を有する第1フィルタをアクチュエータの駆動回路装置に設定するステップと、駆動回路装置をオンさせてアクチュエータを振動させるステップと、アクチュエータが振動したときの共振周波数を測定、算出するステップと、測定、算出した後に共振周波数を確定するステップと、確定した共振周波数のデータに基づき、第1の周波数特性とは異なる第2フィルタを選択するステップと、選択した第2フィルタを駆動回路装置に設定するステップと、アクチュエータを駆動するステップを有する。

## 【 0 0 1 4 】

また、本発明の態様は、駆動回路装置をオンさせてアクチュエータを振動させるステップと、アクチュエータが振動したときの共振周波数を測定、算出するステップは少なくとも2回行う。

10

## 【 0 0 1 5 】

また、本発明の態様は、駆動回路装置をオンさせてアクチュエータを振動させるステップと、アクチュエータが振動したときの共振周波数を測定、算出するステップが実行されたとき、共振周波数の算出は実行の回数の平均値または、測定、算出した値の最大値及び最小値を除いた測定の平均値で求める。

## 【 0 0 1 6 】

本発明の別の態様のレンズモジュールは、フォーカシングレンズと、その支持体がフォーカシングレンズに連結されたボイスコイルモータと、ボイスコイルモータを駆動する駆動回路装置とを備える。

20

## 【 0 0 1 7 】

本発明の別の態様の電子機器は上記のレンズモジュールと、レンズモジュールを通った光を撮像する撮像デバイスとを備える。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 8 】

本発明によればアクチュエータをフィルタの特性を変えて振動させ、振動した共振周波数をデジタル的に回路で自動的に測定、算出し、算出した共振周波数のデータに基づきアクチュエータに必要なノッチフィルタを自動的に設定するようにしたので、アクチュエータの調整時間を短縮させ、かつその性能を高めることができる。

30

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 9 】

【 図 1 】 本発明の実施形態にかかる電子機器、アクチュエータの駆動回路装置等を示す概念図。

【 図 2 】 図 1 の具体的な回路構成図。

【 図 3 】 本発明にかかるアクチュエータの、周波数に対する振幅の変化を示す図。

【 図 4 】 本発明にかかるアクチュエータの、周波数に対する利得の変化を示す図。

【 図 5 】 本発明にかかるアクチュエータの、時間の推移に対する変位（振動）を示す図。

【 図 6 】 図 1 に示した本発明にかかるアクチュエータのおもな回路部の信号波形図。

【 図 7 】 本発明にかかる共振周波数検出部で確定されたフィルタ選択信号とその信号に基づき選択されるノッチフィルタの関係を示す図。

40

【 図 8 】 本発明にかかるアクチュエータの駆動方法を示す流れ図。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 2 0 】

図 1 は本発明の実施形態にかかるアクチュエータの駆動回路装置及び駆動方法並びにそれらを用いたレンズモジュール及び電子機器を示す概念図である。電子機器 100 は、撮像機能付きの携帯電話、あるいはデジタルカメラ、ビデオカメラなどであり、CPU (Central Processing Unit) 110、レンズモジュール 177、及び撮像デバイス 178 を備える。レンズモジュール 177 は、いわゆるオートフォーカス機能を実現するために設けられフォーカシングレンズ 175、VCM 170、駆動回路装置 100A を含む。撮像デ

50

バイス178はレンズモジュール177を通った光を撮像する。VCM170は、フォーカシングレンズ175を位置決めするアクチュエータであり、フォーカシングレンズのレンズ支持体174は、フォーカシングレンズ175と連結されている。レンズ支持体174はフォーカシングレンズ175とともに符号Xで示した方向に変位する。VCM170は、コイル171、ばね172、ばね支持部173、レンズ支持体174、フォーカシングレンズ175、磁石176を有する。

【0021】

駆動回路装置100Aは、VCM170のコイル171に駆動電流I<sub>drv</sub>を供給しフォーカシングレンズ175の位置を制御する。具体的には駆動回路装置100Aはコイル171に駆動電流I<sub>drv</sub>を流すことによりフォーカシングレンズ175を方向Xに変位させる。ばね172は、方向Xと反対方向に戻すように作用する。

10

【0022】

CPU110は、フォーカシングレンズ175を通過した像が撮像デバイス178上で結像するように、フォーカシングレンズ175の目標位置を決定し、その目標位置に応じたVCM170のスライド量を指示する指令値S1を駆動回路装置100Aの制御部120に入力する。以上が電子機器100全体の構成である。続いて駆動回路装置100Aを説明する。

【0023】

駆動回路装置100Aは制御部120、フィルタ130、ドライバ140、信号処理部150、及び共振周波数検出部160を有する。

20

【0024】

制御部120は、電子機器100からVCM170の目標スライド量を指示する指令値S1を受け、アナログの制御信号(不図示)を生成する。VCM170及びばね172、フォーカシングレンズ175からなる振動系は、ばね定数Kと、質量Mとしたときの共振周波数f<sub>R</sub>は、 $f_R = (K/M)/2$ で表すことができる。質量Mは、フォーカシングレンズ175、レンズ支持体174、及び磁石176を含む。

【0025】

制御部120は、異なる周波数特性を有するフィルタを複数有しており、後述する共振周波数検出部160からのフィルタ選択信号S<sub>fr</sub>を受け、フィルタ選択信号S<sub>fr</sub>で指定された共振周波数を有するフィルタをフィルタ130として設定する。ここで、フィルタ130として設定するとは、複数のフィルタの中から特定のフィルタを制御部120と、後段のドライバ140との間に電氣的に接続することを言う。

30

【0026】

制御部120に用意したフィルタは共振周波数の信号を伝達するバンドパスフィルタと、共振周波数の信号を阻止または減衰させるノッチフィルタである。ノッチフィルタは共振周波数が異なるものが複数用意されており、フィルタ選択信号S<sub>fr</sub>に応じてその中の1つが選択されフィルタ130として設定される。制御部120には、バンドパスフィルタとノッチフィルタが用意され、かついずれか一方のフィルタから他方のフィルタに切り替える機能も兼ね備えている。

【0027】

フィルタ130は、制御部120から入力される制御信号に第1及び第2の周波数特性をもたせ後段のドライバ140に伝達する作用を有する。第1の周波数特性は、アクチュエータ170の共振周波数f<sub>R</sub>の信号を伝達する、たとえばバンドパスフィルタ(第1フィルタ)で決定される。第2の周波数特性は、共振周波数f<sub>R</sub>の信号を阻止または減衰させるノッチフィルタ(第2フィルタ)で決定される。第1フィルタ及び第2フィルタは、量子化及び標本化してAD変換した信号をデジタル処理する、いわゆるデジタルフィルタが好ましい。デジタルフィルタには有限インパルス応答フィルタ(FIR)及び無限インパルス応答フィルタ(IIR)が知られているが本発明ではいずれであってもかまわない。なお、アクチュエータにデジタルフィルタを採用するものはたとえば特許文献4に紹介されている。なお、第2フィルタはデジタルフィルタであることが好ましいが、第1フィル

40

50

タはアクチュエータ170を振動させるために用意しているためデジタルフィルタである必要はなく、共振周波数 $f_R$ の信号を伝達すればよい。したがって、一般的によく知られたフィルタの構成を有する必要はなく抵抗成分、容量成分、インダクタンス成分の小さいたとえば導電体であってもかまわない。

【0028】

第2フィルタすなわち、共振周波数 $f_R$ の信号を阻止または減衰させるノッチフィルタは、制御部120に複数用意されている。用意するノッチフィルタの数は共振周波数 $f_R$ のばらつきに応じて決定される。いずれにしても共振周波数 $f_R$ のばらつき許容範囲がたとえば50Hzから150Hzであるとすれば、それらをカバーし、かつ、駆動回路装置の集積規模、応答性を考慮してノッチフィルタの数を決定することになる。

10

【0029】

ドライバ140は、制御部120、フィルタ130を介して入力された制御信号に基づきアクチュエータ170を駆動する。アクチュエータ170を駆動するには、ドライバ140はコイル171に駆動電流 $I_{drv}$ を供給する。ドライバ140には、たとえば特許文献2に示された駆動電流生成部10と同等の回路を用いることができる。駆動電流 $I_{drv}$ の大きさ及びその変化勾配は制御部120によって制御されている。

【0030】

信号処理部150は、コイル171に生じた共振周波数 $f_R$ 近傍の信号を増幅し、増幅した信号をコンパレータで波形成形しパルス(矩形波)信号を出力する。

【0031】

共振周波数検出部160は、信号処理部150から出力されたパルス信号をデジタル処理し、アクチュエータ170の共振周波数 $f_R$ を測定し、算出し、さらに制御部120にフィルタ選択信号 $S_{fr}$ を入力する。共振周波数検出部160は、パルスカウンタを有し、信号処理部150から出力されたパルス信号 $P_r$ のハイレベル及びローレベルの少なくとも一方の数をカウントし、周期を求め、その周期から共振周波数を求める。共振周波数 $f_R$ が確定されると、その共振周波数 $f_R$ に応じたフィルタ選択信号 $S_{fr}$ が制御部120に入力される。制御部120はフィルタ選択信号 $S_{fr}$ に応じたフィルタをフィルタ130に設定する。

20

【0032】

アクチュエータ170は、コイル171、ばね172、ばね支持体173、レンズ支持体174、フォーカシングレンズ175を有する。コイル171に駆動電流 $I_{drv}$ が供給されると、コイル171と磁石176との間で磁気結合が生じる。フォーカシングレンズ175はレンズ支持体174に連結されている。したがって、フォーカシングレンズ175は駆動電流 $I_{drv}$ の大きさに応じて符号 $X$ で示した方向に変位する。符号 $X$ 方向の変位は、ばね172で引き戻される。

30

【0033】

本発明の実施の形態ではフォーカシング用のレンズモジュールを説明したが駆動回路装置100Aの用途はそれに限定されない、たとえば、VCM170は手ぶれ補正用のレンズを駆動してもよい。

【0034】

図2は、電子機器200を示す。電子機器200は、図1に示した電子機器100の具体的な構成図である。さらに図2には図1には示していない変位計測器(レーザー変位計)180を示している。ここでは図1とは異なるドライバ140、信号処理部150、及び変位計測器180について説明する。なお、制御部120に演算部、DACを設けているがこれらは特許文献2に示されている。演算部は、CPU110からの指令値 $S_1$ を受けてデジタル制御信号を生成する。DACはデジタル制御信号をアナログの制御信号に変換する。

40

【0035】

ドライバ140は、具体的にはコイル171に駆動電流 $I_{drv}$ を供給するための作用を有する。すなわちドライバ140は、VCM170のコイル171に制御信号 $V_1$ に応じ

50

た駆動電流  $I_{drv}$  を供給する。ドライバ 140 は、演算増幅器 OA、トランジスタ TR、抵抗 R (抵抗値  $r$ ) を含む。

【0036】

トランジスタ TR 及び抵抗 R は、コイル 171 に流れる駆動電流  $I_{drv}$  の経路に直列に設けられる。制御信号 V1 は演算増幅器 OA の非反転入力端子へ制御部 120 に設けられた DAC からフィルタ 130 を介して入力される。トランジスタ TR と抵抗 R の接続点の電圧は、演算増幅器 OA の反転入力端子へフィードバックされる。ドライバ 140 で生成される駆動電流  $I_{drv}$  は、電源端子 VCC の電圧を  $v_{cc}$ 、制御信号 V1 の電圧を  $v_1$  とすると、 $I_{drv} = (v_{cc} - v_1) / r$  で表すことができる。駆動電流  $I_{drv}$  はアクチュエータ 170 の駆動信号として作用する。

10

【0037】

なお、ドライバ 140 は、コイル 171 に駆動電流  $I_{drv}$  を流し込むソース型としたが、コイル 171 から駆動電流  $I_{drv}$  を吸い込むシンク型で構成してもよい。ソース型では、コイル 171 は接地端子 GND 側に接続されるが、シンク型ではコイル 171 は、電源端子 VCC 側に接続される。また、ドライバ 140 は図 2 のそれには限定されずその他の形式の電流源あるいは電圧源を用いてもよい。たとえば、ドライバ 140 はトランジスタを用いずに演算増幅器と抵抗の組み合わせで電圧源を生成するようにしてもよい。また、パルス幅変調された PWM 信号でコイル 171 に駆動電流  $I_{drv}$  を供給するようにしてもよい。

【0038】

20

信号処理部 150 は、レベル調整回路 152、演算増幅器 154、コンパレータ 156、抵抗 R1, R2、及びキャパシタ C1, C2 を有する。信号処理部 150 は、コイル 171 に生じた磁気誘導信号を増幅し、パルス信号に変換する作用を有する。レベル調整回路 152 は後段の演算増幅器 154 のダイナミックレンジが適切な動作点に設定されるように、コイル 171 に生じた磁気誘導信号を所定の直流レベルに調整する、いわゆるレベルシフトの機能を有する。なお演算増幅器 154 の増幅度との兼ね合いでレベル調整回路 152 に利得調整の機能を併せもたせてもよい。

【0039】

演算増幅器 154 は、レベル調整回路 152 の出力を増幅する。増幅度は抵抗 R1, R2 の大きさによって、周波数特性はキャパシタ C1, C2 の大きさによってそれぞれ設定される。いずれにしても抵抗 R1, R2、及びキャパシタ C1, C2 はアクチュエータ 170 の共振周波数近傍の信号増幅度を高めるように設定される。

30

【0040】

コンパレータ 156 は演算増幅器 154 から出力されるアナログ信号をパルス信号 Pr に変換する。パルス信号は後段の共振周波数検出部 160 でデジタル処理される。コンパレータ 156 の反転入力端子及び非反転入力端子にはレベル調整回路 152 の出力及び演算増幅器 154 の出力が各別に入力される。レベル調整回路 152 の出力は演算増幅器 154 の非反転入力端子にも入力されている。したがって、コンパレータ 156 で比較する両者信号はいずれも演算増幅器 154 側から取り出した、増幅前と増幅後の 2 つの信号である。こうした構成によれば、演算増幅器 154 の増幅度、回路動作点がたとえば電源電圧や温度の変化によって変動したとしても 2 つの信号は連動して同じ方向に変化することになるのでコンパレータ 156 の出力には上記の変化に影響を受けない安定した出力を取り出すことができる。また、コンパレータ 156 には一般的に電源電圧や温度の変化に影響を受けない基準電圧を用意しなければならないが、本発明ではこうした基準電圧生成回路を用意しなくても済むので駆動回路装置 100 A 全体の集積度を下げ、コストを低減することもできる。

40

【0041】

変位計測器 (レーザー変位計) 180 は、アクチュエータ 170 にレーザーを発射し、その反射光をセンサがキャッチして、アクチュエータ 170 の変位量、すなわちフォーカシングレンズ 175 が動いた距離を計測する。動いた距離は電圧に変換される。なお、変位

50

計測器 180 は、共振周波数  $f_R$  の計測に用いることができる。しかし、本発明の実施の形態では信号処理部 150、共振周波数検出部 160 で、共振周波数  $f_R$  を自動的に測定、算出するので変位計測器 180 を共振周波数  $f_R$  の測定に用いなくてもよい。

【0042】

図3は本発明にかかるアクチュエータ170自体の周波数特性、すなわち、周波数の変化に対する振幅の変化を示す。周波数特性はアクチュエータの種類によって異なるが、本発明のVCMを用いたアクチュエータの共振周波数  $f_R$  は50Hz~150Hzであった。通常アクチュエータは共振点を有し、その共振周波数で振動することが知られている。言い換えれば、アクチュエータの共振周波数を測定、算出するにはアクチュエータ自体を振動させることにほかならない。なお、図3に示した周波数特性は、図2において、変位計測器(レーザー変位計)180で検出した変位量(距離)を周波数毎に電圧に換算し、それらをプロットすることで得られる。

10

【0043】

図4は、フィルタ130自体の周波数特性を示す。符号X1はフィルタ130が共振周波数  $f_R$  の信号であっても利得はその他の周波数と同等の利得が得られる状態を示す。こうした特性は共振周波数  $f_R$  近傍の周波数の信号をそのまま伝達させるいわゆるバンドパスフィルタ(第1フィルタ)を用いることで得られる。また、バンドパスフィルタではなく、ほぼ全帯域型のフィルタであってもよい。最も簡便なフィルタ構成は、抵抗成分、容量成分、インダクタ成分の極めて小さな導電体そのものである。

【0044】

20

図4での符号X2は、フィルタ130にノッチフィルタ(第2フィルタ)を用いた場合の周波数特性を示す。ノッチフィルタは信号の阻止帯域が狭く、特定の周波数の信号の伝達を阻止する。本発明ではアクチュエータ170の共振周波数  $f_R$  及びその近傍の信号を阻止、または減衰させる。本発明での共振周波数  $f_R$  はたとえば50Hz~150Hzである。

【0045】

本発明で用いるノッチフィルタは、量子化及び標本化してAD変換した信号をデジタル信号処理するデジタルフィルタである。なお、アクチュエータにデジタルフィルタを用いることは特許文献4に開示されている。

【0046】

30

図5は、本発明にかかるアクチュエータ170の振動特性を模式的に示す。符号X3は図4、符号1で示した、いわゆるバンドパスフィルタを用いてアクチュエータ170を振動させた場合である。符号X3で示す振動特性は本発明の実施の形態ではアクチュエータ170の共振周波数  $f_R$  を測定、算出するときに利用される。アクチュエータ170をオンさせると時間の経過とともに変位量すなわちアクチュエータ170の動く量は減衰する。なお、変位量は図2に示した変位計測器(レーザー変位計)180で検出、観察することができる。

【0047】

図5での符号X4で示した振動特性は、図4、符号X2で示した、いわゆるノッチフィルタを用いてアクチュエータ170を振動させた場合である。アクチュエータ170をオンさせる、時間が経過しても変位量すなわちアクチュエータ170の動く量はほぼ一定であることが分かる。なお、変位量は図2に示した変位計測器(レーザー変位計)180で検出、観察することができる。

40

【0048】

図6は図2においての主な回路部の出力信号波形を模式的に示す。図6(a)は、制御部120の出力信号すなわちフィルタ130に入力される制御信号を示す。制御信号はパルス信号である。

【0049】

図6(b)はフィルタ130の出力信号すなわちドライバ140に入力される駆動信号を示す。駆動信号はノッチフィルタで共振周波数及びその近傍の周波数の利得が阻止また

50

は減衰されるので、図 6 ( b ) に示すように信号レベルがローレベルからハイレベルに遷移した後に振幅が極端に減衰し、その後徐々に元の振幅の大きさに向かって変化していく。

【 0 0 5 0 】

図 6 ( c ) は、フィルタ 1 3 0 がノッチフィルタに設定されたときに演算増幅器 1 5 4 の出力すなわちコンパレータ 1 5 6 の非反転入力端子に入力される信号を示す。

【 0 0 5 1 】

図 6 ( d ) は、フィルタ 1 3 0 がノッチフィルタに設定されたときに変位計測器 1 8 0 で検出、観察される信号波形を示す。変位計測器 1 8 0 では図 6 ( c ) に示した演算増幅器 1 5 4 の出力信号とほぼ同じものを検出、観察することができる。

10

【 0 0 5 2 】

図 6 ( e ) は、フィルタ 1 3 0 がノッチフィルタに設定されたときに、コイル 1 7 1 の一端に生じる磁気誘導信号を示す。磁気誘導信号の振幅は時間の経過とともに徐々に減衰する。

【 0 0 5 3 】

図 6 ( f ) は、コンパレータ 1 5 6 の出力信号すなわち共振周波数検出部 1 6 0 の入力を示す。コンパレータ 1 5 6 の出力はパルス信号 P r であり、演算増幅器 1 5 4 の非反転入力端子 ( + ) と反転入力端子 ( - ) にそれぞれ入力された信号が比較され両者信号のレベル差に応じてハイレベル及びローレベルを有するパルス信号が出力される。

【 0 0 5 4 】

20

図 7 は、共振周波数検出部 1 6 0 からのフィルタ選択信号 S f r に応じて制御部 1 2 0 で設定されるノッチフィルタの状態を模式的に示す。

【 0 0 5 5 】

いま、共振周波数検出部 1 6 0 から、フィルタ選択信号 S f r が S f r 1 から S f r n まで出力されたとすると、それらを便宜的に、S f r 1 ~ S f r 5、S f r 6 ~ S f r 1 0、S f r 1 1 ~ S f r 1 5、及び S f r n - 5 ~ S f r n までグルーピングする状態を示す。理想的には共振周波数 f R 毎に、すなわちフィルタ選択信号 S f r 毎に制御部 1 2 0 にノッチフィルタを用意しておくのが好ましい。しかし、こうした構成では制御部 1 2 0 の規模が大きくなりアクチュエータ 1 7 0 の応答性及びコスト的にみて不合理であるので、本発明では、たとえばフィルタ選択信号が S f r 1 ~ S f r 5 の範囲のときは、共振周波数 f R が f R 1 に設定されたノッチフィルタフィルタを選択するようにしたものである。同様に、フィルタ選択信号が S f r 6 ~ S f r 1 0 の範囲のときは、共振周波数 f R が f R 2 に、フィルタ選択信号が S f r 1 1 ~ S f r 1 5 の範囲のときは、共振周波数 f R が f R 3 に、また、フィルタ選択信号が S f r n - 5 ~ S f r n の範囲のときは、共振周波数 f R が f R n に、それぞれ設定されたノッチフィルタフィルタを選択するようにするものを示す。こうした構成によれば、制御部 1 2 0 に用意すべきノッチフィルタの数を少なく抑えることができるので実用上アクチュエータの性能を損ねることなくかつコストの廉価化を図ることができる。

30

【 0 0 5 6 】

図 8 は、本発明にかかるアクチュエータ 1 7 0 の駆動方法を示す流れ図である。図 2 ~ 図 7 を用いてアクチュエータ 1 7 0 の駆動手順を説明する。まず、ステップ 8 1 0 で第 1 の周波数特性を有する第 1 フィルタをアクチュエータの駆動回路装置 1 0 0 A に一時的に設定する。ここで第 1 の周波数特性とは、アクチュエータ 1 7 0 の共振周波数 f R 及びその近傍での信号の利得が阻止、減衰しない特性を指す。したがって、第 1 フィルタは共振周波数 f R の信号を伝達するバンドパスフィルタかまたは全帯域に対して利得がほぼ一定な全帯域型フィルタまたはロスが少ない導電体そのものである。したがって、第 1 フィルタはアクチュエータ 1 7 0 の振動を抑制しないものであれば十分である。極論すれば振動を妨げないものであればノッチフィルタであってもかまわない。ステップ 8 1 0 では図 2 に示した駆動回路装置 1 0 0 A を図 4、符号 X 1 で示した特性を有するフィルタ 1 3 0 を用いる。

40

50

## 【 0 0 5 7 】

ステップ 8 2 0 は、ステップ 8 1 0 で設定した第 1 フィルタを用いてアクチュエータ 1 7 0 を振動させる。第 1 フィルタは共振周波数  $f_R$  での信号を十分に伝達できるので駆動回路装置 1 0 0 A をオンさせると、アクチュエータ 1 7 0 は振動する。なお、駆動回路装置 1 0 0 A のオンオフ制御は、たとえば制御部 1 2 0 で行う。ステップ 8 2 0 では図 4、符号 X 1 で示した周波数特性を有するフィルタを用い、図 5、参照符号 X 3 で示した振動を生じさせる。ステップ 8 2 0 を 1 回だけではなく数回行うならば、次のステップ 8 3 0 と組み合わせることで共振周波数  $f_R$  を測定し、算出し、確定する精度を高めることができる。

## 【 0 0 5 8 】

ステップ 8 3 0 は、ステップ 8 2 0 で振動させたアクチュエータ 1 7 0 の共振周波数を測定、算出する。共振周波数の測定、算出は信号処理部 1 5 0 及び共振周波数検出部 1 6 0 で行う。信号処理部 1 5 0 はコイル 1 7 1 に生じた磁気誘導信号を増幅する作用を有し、共振周波数検出部 1 6 0 はおもに共振周波数  $f_R$  の測定、算出を行う。なお、共振周波数  $f_R$  の測定は信号測定部 1 5 0 から出力されたパルス信号  $P_r$  のハイレベル及びローレベルの少なくとも一方の数をカウントし周期を求め、最終的には周期の大きさから共振周波数  $f_R$  を求める。ステップ 8 3 0 は、ステップ 8 2 0 とともに数回行うならば、共振周波数  $f_r$  を算出し、確定する精度を高めることができる。測定、算出する回数は、ステップ 8 2 0、8 3 0 の実行回数に応じて数回に及び、それらのデータは逐次変わるが、確定されるデータ、情報は原則的には 1 つである。ステップ 8 3 0 では、図 6 ( e ) に示したコンパレータ 1 5 6 のパルス信号  $P_r$  が測定の対象となる。

## 【 0 0 5 9 】

ステップ 8 2 0 及びステップ 8 3 0 の処理を数回行い共振周波数を求めるときには、それらの実行回数分の平均値を求める他に測定値、算出値の最大値と最小値を除外し、残った測定値、算出値の平均値を求めるようにしてもよい。

## 【 0 0 6 0 】

ステップ 8 4 0 はステップ 8 3 0 で測定、算出した結果から最終的にアクチュエータ 1 7 0 の共振周波数  $f_R$  を確定する。確定するにあたっては前に述べたように測定回数分の平均値をベースにしたり、最大値と最小値を除外した平均値をベースにしたりして決定する。確定されるデータ、情報は数値で表すかコードで表しフィルタ選択信号  $S_{fr}$  として制御部 1 2 0 に入力される。

## 【 0 0 6 1 】

ステップ 8 5 0 ではステップ 8 4 0 で共振周波数  $f_R$  を確定した後、その情報、データをたとえば制御部 1 2 0 に設けた、たとえば PROM、EPROM、EEPROM、FeRAM、フラッシュメモリなどの不揮発性メモリに記憶させる。このようにするならば、次回以降のアクチュエータの起動時にはそれらのデータ、情報を不揮発性メモリから読み出すことで、共振周波数  $f_R$  を再度測定、算出する操作が不要となり、フィルタ 1 3 0 に所定のフィルタを設定することができ、アクチュエータ 1 7 0 を含めたレンズモジュール 1 7 7 の調整が簡易になる。すなわち、共振周波数  $f_R$  の確定はアクチュエータ 1 7 0 を含めたレンズモジュール 1 7 7 の出荷時のみで済むので電子機器 1 0 0、2 0 0 に搭載するときの共振周波数  $f_R$  の調整、設定が不要となり、製造工程の簡素化、コストの廉価化が実現できる。

## 【 0 0 6 2 】

ステップ 8 6 0 では、ステップ 8 4 0、8 5 0 で確定したフィルタ選択信号  $S_{fr}$  を受けると、制御部 1 2 0 から第 2 の周波数特性を有する第 2 フィルタが選択されフィルタ 1 3 0 として設定する。第 2 の周波数特性は共振周波数  $f_R$  の信号が阻止または減衰する特性であり、図 2 に示した駆動回路装置 1 0 0 A は図 4、符号 X 2 で示した特性を示す。

## 【 0 0 6 3 】

ステップ 8 7 0 は、選択された第 2 フィルタをアクチュエータの駆動回路装置 1 0 0 A のフィルタ 1 3 0 の箇所に設定する。これによって、アクチュエータ 1 7 0 の共振周波数

10

20

30

40

50

のばらつきに応じたノッチフィルタが固定される。

【 0 0 6 4 】

ステップ 8 8 0 で、アクチュエータ 1 7 0 は本格的に駆動される。

【 0 0 6 5 】

ステップ 8 2 0 及びステップ 8 3 0 は繰り返し数回行うことが好ましい。これによって共振周波数の算出、確定の精度を高めることができる。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 6 6 】

本発明のアクチュエータの駆動回路装置及び駆動方法並びにそれらを用いたレンズモジュール及び電子機器は、共振周波数がアクチュエータの製造上ばらついていてもその共振周波数に合ったノッチフィルタを自動的に選択し、自動的に設定するので共振周波数を測定する計測器は不要になるので産業上の利用可能性は極めて高い。

10

【符号の説明】

【 0 0 6 7 】

1 0 0 , 2 0 0 電子機器

1 0 0 A アクチュエータの駆動回路装置

1 1 0 C P U

1 2 0 制御部

1 3 0 フィルタ

1 4 0 ドライバ

20

1 5 0 信号処理部

1 5 2 レベル調整回路

1 5 4 演算増幅器

1 5 6 コンパレータ

1 6 0 共振周波数検出部

1 7 0 アクチュエータ

1 7 1 コイル

1 7 2 ばね

1 7 3 ばね支持部

1 7 4 レンズ支持体

30

1 7 5 フォーカシングレンズ

1 7 6 磁石

1 7 7 レンズモジュール

1 7 8 撮像デバイス

1 8 0 変位計測器(レーザー変位計)

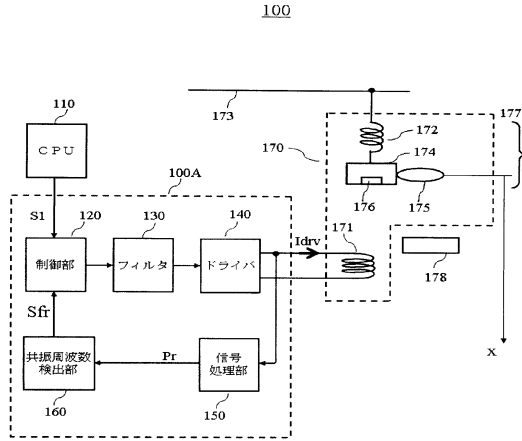
C 1 , C 2 キャパシタ

O A 演算増幅器

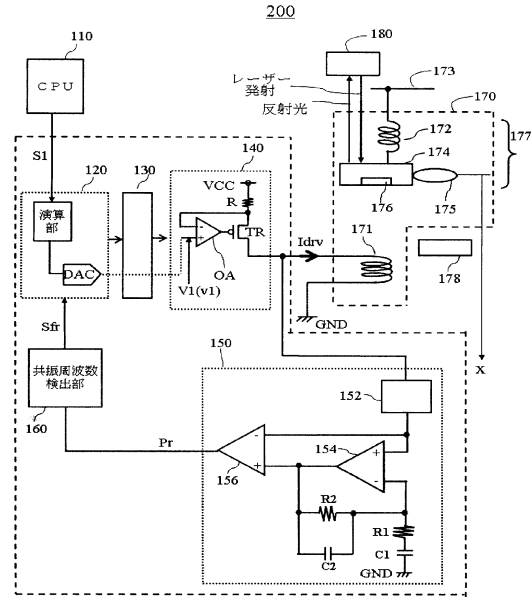
R , R 1 , R 2 抵抗

T R トランジスタ

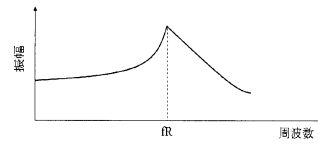
【図1】



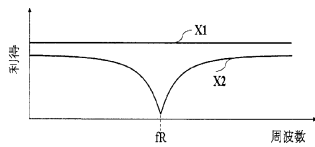
【図2】



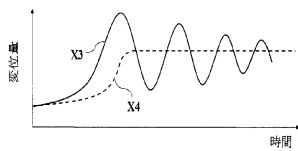
【図3】



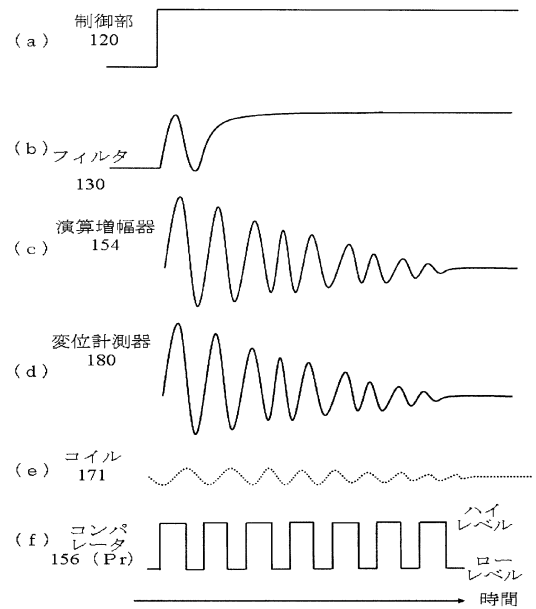
【図4】



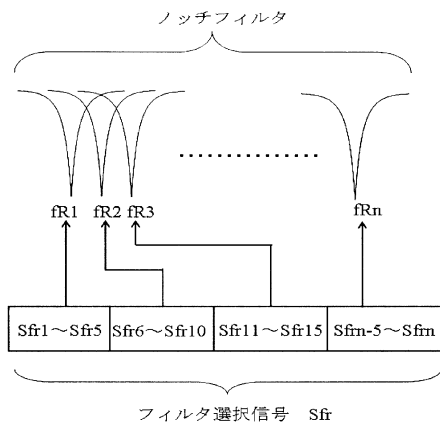
【図5】



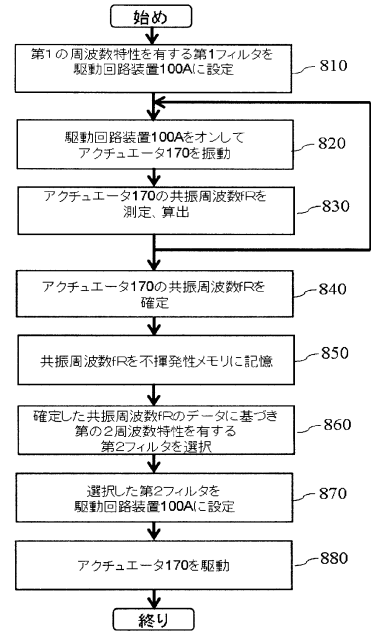
【図6】



【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-149711(JP,A)  
特開2011-259675(JP,A)  
特開2007-017706(JP,A)  
特開2013-081294(JP,A)  
特開2009-229602(JP,A)  
特開2011-155815(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B06B	1/04
G02B	7/08
G11B	21/10
H02P	25/06