(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3908111号
(P3908111)
(45)発行日　平成19年4月25日(2007.4.25)　(24)登録日　平成19年1月26日(2007.1.26)

(51)Int.Cl.　F I
G11B 7/09 (2006.01)　G11B 7/09 A

請求項の数 7 (全 26 頁)

(21)出願番号　特願2002-218122(P2002-218122)
(22)出願日　平成14年7月26日(2002.7.26)
(65)公開番号　特開2004-62968(P2004-62968A)
(43)公開日　平成16年2月26日(2004.2.26)
審査請求日　平成16年10月26日(2004.10.26)

(73)特許権者　000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号
(74)代理人　100094514
弁理士　林　恒徳
(74)代理人　100094525
弁理士　土井　健二
(72)発明者　伊海　佳昭
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号　富士通株式会社内

審査官　山澤　宏

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光学記憶装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
光学記憶媒体に光を照射し、前記光学記憶媒体のリード及びライトの少なくとも一方を行う光学記憶装置において、
前記光学記憶媒体に光を照射するための対物レンズと、
バネ特性を有し、前記対物レンズを駆動するアクチュエータと、
前記対物レンズの光を前記光学記憶媒体に追従制御するための制御入力信号に応じた駆動電流を前記アクチュエータの駆動コイルに流し、前記駆動コイルを駆動するドライバと、
前記対物レンズの光を前記光学記憶媒体に追従制御するための前記ドライバへの前記制御入力信号から前記アクチュエータの駆動電流成分を算出し、前記駆動コイルの両端電圧と前記駆動電流成分とから、前記アクチュエータの速度を推定し、前記制御入力信号にネガティブフィードバックする対物レンズ駆動部とを有する
ことを特徴とする光学記憶装置。
【請求項２】
光学記憶媒体に光を照射し、前記光学記憶媒体のリード及びライトの少なくとも一方を行う光学記憶装置において、
前記光学記憶媒体に光を照射するための対物レンズと、
バネ特性を有し、前記対物レンズを駆動するアクチュエータと、
前記対物レンズの光を前記光学記憶媒体に追従制御するための制御入力信号に応じた駆

動電流を前記アクチュエータの駆動コイルに流し、前記アクチュエータの駆動コイルを駆動するドライバと、
前記ドライバへの前記制御入力信号から前記アクチュエータの駆動電流成分を算出し、前記駆動コイルの両端電圧と前記駆動電流成分とから、前記アクチュエータの速度を推定し、前記アクチュエータの共振ピークの周波数付近の成分を通過する帯域通過フィルタを介し、前記制御入力信号にネガティブフィードバックする対物レンズ駆動部とを有する
ことを特徴とする光学記憶装置。
【請求項３】
前記対物レンズ駆動部は、前記ドライバに入力される前記制御入力信号から前記アクチュエータの抵抗による電圧降下成分と、前記アクチュエータのインダクタンスによる逆起電圧成分を算出し、前記両端電圧から前記電圧降下成分と前記逆起電圧成分を差し引き、前記アクチュエータの推定速度を得て、前記帯域通過フィルタを介しネガティブフィードバックする
ことを特徴とする請求項２の光学記憶装置。
【請求項４】
前記対物レンズ駆動部は、前記ドライバに入力される前記制御入力信号から前記アクチュエータの抵抗による電圧降下成分を算出し、前記両端電圧から前記電圧降下成分を差し引き、前記アクチュエータの推定速度を得て、前記帯域通過フィルタを介しネガティブフィードバックする
ことを特徴とする請求項２の光学記憶装置。
【請求項５】
前記対物レンズ駆動部は、前記ドライバに入力される前記制御入力信号から前記アクチュエータのインダクタンスによる逆起電圧成分を算出し、前記両端電圧から前記逆起電圧成分を差し引き、前記アクチュエータの推定速度を得て、前記帯域通過フィルタを介しネガティブフィードバックする
ことを特徴とする請求項２の光学記憶装置。
【請求項６】
光学記憶媒体に光を照射するための対物レンズを、バネ特性を有するアクチュエータで駆動するための対物レンズ駆動装置において、
前記対物レンズの光を前記光学記憶媒体に追従制御するための制御入力信号に応じた駆動電流を前記アクチュエータの駆動コイルに流すドライバにより駆動される前記駆動コイルの両端電圧を検出する検出回路と、
前記制御入力信号から前記アクチュエータの駆動電流成分を算出し、前記検出された両端電圧と、前記駆動電流成分とから、前記アクチュエータの速度を推定し、前記制御入力信号にネガティブフィードバックする対物レンズ駆動部とを有する
ことを特徴とする対物レンズ駆動装置。
【請求項７】
光学記憶媒体に光を照射するための対物レンズを、バネ特性を有するアクチュエータで駆動するための対物レンズ駆動装置において、
前記対物レンズの光を前記光学記憶媒体に追従制御するための制御入力信号に応じた駆動電流を前記アクチュエータの駆動コイルに流すドライバにより駆動される前記駆動コイルの両端電圧を検出する検出回路と、
前記制御入力信号から前記アクチュエータの駆動電流成分を算出し、前記検出された両端電圧と、前記駆動電流成分とから、前記アクチュエータの速度を推定し、前記アクチュエータの共振ピークの周波数付近の成分を通過する帯域通過フィルタを介し、前記制御入力信号にネガティブフィードバックする対物レンズ駆動部とを有する
ことを特徴とする対物レンズ駆動装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】

本発明は、光学記憶媒体をリード、ライトするバネ特性を持つアクチュエータの機械的振動を抑圧する光学記憶装置に関し、特に、光学ヘッドを含むアクチュエータの減衰率を電気的に高め、機械的振動を抑圧する光学記憶装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】

光デイスク、光磁気デイスク等の光学記憶媒体を利用した光学記憶装置は、ＤＶＤ、ＣＤ、ＭＯドライブとして、広く、ＡＶ機器、コンピュータの記憶装置に利用されている。このような光学記憶装置では、光学記憶媒体をリード、リード／ライトするため、アクチュエータが設けられている。

【０００３】

アクチュエータは、照射光の焦点を光学記憶媒体の記録面に合わせるための対物レンズと対物レンズ駆動機構を有する。そして、対物レンズ駆動機構により、対物レンズのフォーカス位置を調整し、常時、照射光の焦点を光学記憶媒体の記録面に合わせている。又、ドライブによっては、更に、対物レンズを光学記憶媒体のトラック方向に駆動し、照射光をトラックに追従制御する。

【０００４】

このような対物レンズ駆動機構は、対物レンズを含む可動部を、コイルバネや板バネを介し固定部に連結して、構成される。このように、可動部は、バネ部材を介し固定部に連結されるため、振動に対し、所定の減衰率を有する。このような光アクチュエータにおいて、不要な振動、特に外乱による振動を抑圧する必要があり、減衰率を高める方法が提案されている。

【０００５】

この減衰率を高める機械的方法として、従来、対物レンズ駆動機構の可動部を支持するバネにダンパ剤とよばれるゲル状の物質を塗布する方法（例えば、特開２０００－２８５４９１号公報等）や、減衰率の高い材料でバネを構成する方法（例えば、特開２００１－２９１２５３号公報等）が提案されている。

【０００６】

また、従来の電気的方法として、アクチュエータのコイルの逆起電圧を検出し、対物レンズの移動速度を求め、対物レンズの移動速度をフィードバックする方法（例えば、特開平９－２７０１３３号公報、特開平４－９５２２６号公報等）や、コントローラからの駆動電流から、アクチュエータの共振付近の周波数成分を、ノッチフィルタなどによって、除去し、振動を抑える方法も提案されている。この従来のフィードバック方法は、アクチュエータコイルに直列に検出抵抗を接続し、コイル間の電圧から検出抵抗の電圧を差し引き、逆起電圧を検出するものである。

【０００７】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の機械的に減衰率を高める方法には、アクチュエータの構造上限界がある。例えば、バネ部材の材料を選択する方法では、アクチュエータの構造によっては、支持バネは細くせざるをえず、強い減衰をもたせることは困難である。また、ダンパ剤の塗布の方法では、装置ごとにばらつきが大きく、制御系に悪影響を及ぼすことがあった。

【０００８】

又、電気的方法としてのアクチュエータ駆動指示信号から共振周波数付近の成分を除去する方法では、自発的な動作には効果があるものの、外部からの加速度外乱には対応することができず、振動を抑えることができない。特に、フォーカスアクチュエータに関して、光デイスクの高密度化に伴い、レンズの焦点距離も短くなる方向にあるため、機械公差や組立公差のある物理的なストッパをレンズとデイスクの間に設けることが困難になってきている。

【０００９】

例えば、光磁気デイスク装置においては、高密度化が可能な磁界変調記録方式を採用するために、磁気ヘッドを媒体に接近させる必要があり、ストッパを設けることが難しい。そ

のため、非制御時やフォーカス引込み動作時に外部から振動が加わった場合に、アクチュエータの振動によりレンズまたは磁気ヘッドとデイスクとが衝突し、記録データが破壊される危険が生じる。

【００１０】

更に、アクチュエータコイルの逆起電圧を検出し、レンズ速度を得て、フィードバックする従来の方法では、アクチュエータコイルに直列に検出抵抗を接続し、コイル電流を流す必要がある。この検出抵抗による電圧降下で、アクチュエータコイルに流れる電流が制限され、アクチュエータの最大加速性能が低下する。特に、コンピュータに接続される光ドライブの場合には、最大駆動電圧が、５ボルト若しくは１２ボルト程度に制限されるため、検出抵抗による電圧降下のロスが大きい。

【００１１】

このため、追従制御開始時や大きな外乱が加わった場合など大きな加速を必要とする状況では、アクチュエータの加速度が飽和し、高速動作が困難となる。通常、アクチュエータコイルに接続される検出抵抗は、数オーム程度のため、検出抵抗を直列接続する場合の電流への影響は、大きい。

【００１２】

また、制御中に、数百ミリアンペア～数アンペアの電流が、検出抵抗にも流れるため、発熱が生じ、特に、光ドライブのように小型化が要求される装置では、この対策も必要となる。

【００１３】

従って、本発明の目的は、アクチュエータの最大加速性能を低下することなく、電気的制御でアクチュエータの不要な振動を防止するための光学記憶装置を提供することにある。

【００１４】

又、本発明の他の目的は、駆動電圧が制限される環境でも、アクチュエータに流れる電流に影響を与えずに、電気的制御でアクチュエータの減衰率を高めるための光学記憶装置を提供することにある。

【００１５】

更に、本発明の別の目的は、アクチュエータの最大加速性能を低下することなく、又、不要な発熱を発生することなく、電気的制御でアクチュエータの不要な振動を防止するための光学記憶装置を提供することにある。

【００１６】

【課題を解決するための手段】

この目的の達成のため、本発明は、光学記憶媒体に光を照射し、前記光学記憶媒体のリード及びライトの少なくとも一方を行う光学記憶装置において、前記光学記憶媒体に光を照射するための対物レンズと、バネ特性を有し、前記対物レンズを駆動するアクチュエータと、前記対物レンズの光を前記光学記憶媒体に追従制御するための制御入力信号に応じた駆動電流を前記アクチュエータの駆動コイルに流し、前記駆動コイルを駆動するドライバと、前記対物レンズの光を前記光学記憶媒体に追従制御するための前記ドライバへの前記制御入力信号から前記アクチュエータの駆動電流成分を算出し、前記駆動コイルの両端電圧と前記駆動電流成分とから、前記アクチュエータの速度を推定し、前記制御入力信号にネガテイブフィードバックする対物レンズ駆動部とを有する。

【００１７】

本発明では、バネ特性を持つ対物レンズアクチュエータの減衰率を、電気的制御で向上するため、アクチュエータの材料、構造に制限されず、且つばらつきを抑え減衰率を可変にできる。又、検出抵抗をアクチュエータコイルに接続しなくても、両端電圧と制御入力とからアクチュエータ速度を推定して、減衰率を向上するため、電源電圧が制限された状態でのアクチュエータコイルの最大電流が低下することを防止できる。このため、アクチュエータの最大加速度の低下を防止でき、アクチュエータの性能を低下せずに、減衰率を向上できる。しかも、検出抵抗を使用しないため、発熱の問題が発生しないので、特に、コンパクト化が要求される光デイスクドライブの小型化が容易となる。

【００１８】
又、本発明では、好ましくは、前記対物レンズ駆動部は、前記制御入力信号から前記アクチュエータの抵抗による電圧降下成分と、前記アクチュエータのインダクタンスによる逆起電圧成分を算出し、前記両端電圧から前記電圧降下成分と前記逆起電圧成分を差し引き、前記アクチュエータの推定速度を得る。これにより、アクチュエータの共振ピーク周波数にかかわらず、減衰率を向上できる。
【００１９】
更に、本発明の他の態様は、光学記憶媒体に光を照射し、前記光学記憶媒体のリード及びライトの少なくとも一方を行う光学記憶装置において、前記光学記憶媒体に光を照射するための対物レンズと、バネ特性を有し、前記対物レンズを駆動するアクチュエータと、前記対物レンズの光を前記光学記憶媒体に追従制御するための制御入力信号に応じた駆動電流を前記アクチュエータの駆動コイルに流し、前記アクチュエータの駆動コイルを駆動するドライバと、前記対物レンズの光を前記光学記憶媒体に追従制御するための前記ドライバへの前記制御入力信号から前記アクチュエータの駆動電流成分を算出し、前記駆動コイルの両端電圧と前記駆動電流成分とから、前記アクチュエータの速度を推定し、前記アクチュエータの共振ピークの周波数付近の成分を通過する帯域通過フィルタを介し、前記制御入力信号にネガティブフィードバックする対物レンズ駆動部とを有する。
【００２０】
この本発明の態様でも、バネ特性を持つ対物レンズアクチュエータの減衰率を、電気的制御で向上するため、アクチュエータの材料、構造に制限されず、且つばらつきを抑え減衰率を可変にできる。又、検出抵抗をアクチュエータコイルに接続しなくても、帯域フィルタを介し、アクチュエータ速度を推定して、減衰率を向上するため、電源電圧が制限された状態でのアクチュエータコイルの最大電流が低下することを防止できる。このため、アクチュエータの最大加速度の低下を防止でき、アクチュエータの性能を低下せずに、減衰率を向上できる。しかも、検出抵抗を使用しないため、発熱の問題が発生しないので、特に、コンパクト化が要求される光デイスクドライブの小型化が容易となる。
【００２１】
又、本発明では、好ましくは、前記対物レンズ駆動部は、前記ドライバに入力される制御入力信号から前記アクチュエータの抵抗による電圧降下成分と、前記アクチュエータのインダクタンスによる逆起電圧成分を算出し、前記両端電圧から前記電圧降下成分と前記逆起電圧成分を差し引き、前記アクチュエータの推定速度を得て、前記帯域通過フィルタを介しネガティブフィードバックする。
【００２２】
これにより、アクチュエータの共振ピークの周波数に左右されず、正確な速度を推定することができる。
【００２３】
又、本発明では、好ましくは、前記対物レンズ駆動部は、前記ドライバに入力される制御入力信号から前記アクチュエータの抵抗による電圧降下成分を算出し、前記両端電圧から前記電圧降下成分を差し引き、前記アクチュエータの推定速度を得て、前記帯域通過フィルタを介しネガティブフィードバックする。
【００２４】
これにより、アクチュエータの共振ピークの周波数に応じて、簡単な構成で、減衰率を向上できる。
【００２５】
又、本発明では、好ましくは、前記対物レンズ駆動部は、前記ドライバに入力される制御入力信号から前記アクチュエータのインダクタンスによる逆起電圧成分を算出し、前記両端電圧から前記逆起電圧成分を差し引き、前記アクチュエータの推定速度を得て、前記帯域通過フィルタを介しネガティブフィードバックする。
【００２６】
アクチュエータの共振ピークの周波数位置に応じて、簡単な構成で減衰率を向上できる。

【００２７】
又、本発明では、好ましくは、前記アクチュエータが、前記対物レンズを前記光学記憶媒体のフォーカス方向に駆動することにより、対物レンズの光学記憶媒体との衝突を防止できる。
【００２８】
又、本発明では、好ましくは、前記アクチュエータが、前記対物レンズを前記光学記憶媒体のトラック方向に駆動することにより、外乱によるトラック外れを防止できる。
【００２９】
又、本発明では、好ましくは、前記対物レンズ駆動部は、前記ドライバに入力される制御入力信号と前記アクチュエータの抵抗と、前記ドライバの増幅率とから前記電圧降下成分を算出することにより、正確に速度を、制御入力から計算できる。
【００３０】
又、本発明では、好ましくは、前記対物レンズ駆動部は、前記ドライバに入力される制御入力信号の微分信号と、前記アクチュエータのインダクタンスと、前記ドライバの増幅率とから前記逆起電圧成分を算出することにより、より正確に速度を、制御入力から計算できる。
【００３１】
【発明の実施の形態】
以下、本発明の実施の形態を、光学記憶装置、アクチュエータの制御系の第１の実施の形態、アクチュエータの制御系の第１の実施の形態、アクチュエータの制御系の第２の実施の形態、アクチュエータの制御系の第３の実施の形態、アクチュエータの制御系の第４の実施の形態、アクチュエータコイルの特性測定、他の実施の形態の順で、図面を参照して、説明する。
【００３２】
［光学記憶装置］
図１は、本発明の一実施の形態の光学記憶装置の構成図、図２は、図１のアクチュエータの構成図、図３は、図２のアクチュエータの断面図、図４は、図２のアクチュエータの分解構成図、図５は、図１の他のアクチュエータの構成図である。
【００３３】
以下、光学記憶装置として、図１に示すような、光学記憶媒体に、光磁気デイスク（ＭＯデイスク）を使用した光磁気ドライブ（ＭＯドライブ）を例に説明するが、光学記憶媒体に、光デイスクを使用したＣＤ／ＣＤ－Ｒ／ＣＤ－ＲＷ／ＤＶＤドライブ等の光学記憶装置にも適用できる。
【００３４】
図１に示すように、スピンドルモーター１０は、光学記憶媒体（ＭＯデイスク）１を回転する。通常、ＭＯデイスク１は、リムーバブルな媒体であり、図示しないドライブの挿入口から挿入される。アクチュエータ（光ピックアップ）２は、この光学記憶媒体１の下に設けられ、対物レンズ２７を介し、光学記憶媒体１に矢印のように光ビームを照射し、反射光を導く。
【００３５】
アクチュエータ２は、トラックアクチュエータ１１、１３、１４、２０により、光学記憶媒体１の半径方向の任意のトラック位置へ移動する。トラックアクチュエータは、アクチュエータ２をガイドする一対のガイド１１と、リニアアクチュエータの固定部を構成する磁石１４と磁気回路１３と、リニアアクチュエータの可動部を構成するトラックアクチュエータコイル２０とで構成される。このトラックアクチュエータコイル２０は、光アクチュエータ２に固定される。従って、トラックアクチュエータコイル２０に駆動電流を流すことにより、アクチュエータ２は、光学記憶媒体２の半径方向に移動する。
【００３６】
アクチュエータ２の詳細を、図２乃至図４で説明する。図２及び図４に示すように、アクチュエータ１は、ガイド１１で導かれる本体２１を有し、この本体２１にアクチュエータ

コイル２０が固定される。本体２１には、立ち上げミラー２２と、フォーカスアクチュエータの固定部を構成する磁石２３と、対物レンズ駆動機構２４～２８が設けられる。

【００３７】

又、対物レンズ駆動機構２４～２８は、固定ブロック２４と、可動ブロック２６と、固定ブロック２４と可動ブロック２６とを接続する一対の板バネ２５とを有する。この可動ブロック２６に、前述の対物レンズ２７と、フォーカスアクチュエータのコイル２８とが設けられる。更に、図３で示すように、磁界変調により、光磁気記録を行うため、可動ブロック２６に、対物レンズ２７と近接して、磁気ヘッド３０が設けられる。

【００３８】

従って、後述する追従コントローラからの駆動電流をフォーカスコイル２８に流すことにより、固定ブロック２４に板バネ２５で支持された可動ブロック２６が移動し、対物レンズ２７の焦点位置を光学記憶媒体１に追従させる。

【００３９】

又、図示しない光学固定部は、レーザーダイオードＬＤからの拡散光を、３ビームトラッキング用回折格子と、ビームスプリッターを介して、コリメータレンズにより平行光１００に変換し、アクチュエータ２の穴２９に入射する。アクチュエータ２では、立ち上げミラー２２で反射後、対物レンズ２７により光学記憶媒体１上にほぼ回折限界まで集光する。

【００４０】

光学固定部では、ビームスプリッターに入射する光の一部は、ビームスプリッターにより反射され、集光レンズを介してＡＰＣ（Auto Power Control)デイテクタに集光される。又、光学記憶媒体１より反射された光は、再び対物レンズ２７を介し、ミラー２２で反射後、光学固定部に入射する。

【００４１】

光学固定部では、光学コリメートレンズにより収束光となり、ビームスプリッターに再度入射し、ビームスプリッターにより反射され、ウオラストンプリズム、円筒面レンズを介して、反射光デイテクタ上に集光する。この反射デイテクタの光電変換出力から、ＭＯ信号、フォーカスエラー信号、トラックエラー信号が生成される。

【００４２】

図５は、他のアクチュエータの構成図である。図２乃至図４のアクチュエータが、対物レンズ２７をフォーカス方向に駆動するものであるが、図５のアクチュエータは、対物レンズ２７をフォーカス方向とトラック方向に駆動する。図５に示すように、対物レンズ２７が設けられた可動ブロック２６は、固定ブロック２４に、４本の支持バネ３２で支持される。この可動ブロック２６に、フォーカスコイル２８と、トラックコイル３１とが設けられる。

【００４３】

フォーカスコイル２８に駆動電流を流し、フォーカス追従動作を行い、トラックコイル３１に駆動電流を流し、トラック追従動作を行う。この支持バネ３２は、細く、機械的減衰率が小さい。

【００４４】

このように、アクチュエータ２は、バネ特性を有しており、機械的な減衰が小さいアクチュエータである。本発明は、以下に説明するように、このようなアクチュエータに対し、アクチュエータコイルの逆起電圧を利用した速度フィードバック制御系により擬似的な減衰を持たせることを目的としている。

【００４５】

［制御系の第１の実施の形態］

図６は、本発明のアクチュエータ制御系の第１の実施の形態のブロック図、図７は、比較例としての従来の駆動力に対するアクチュエータ変位のブロック線図、図８は、本発明による駆動力に対するアクチュエータ変位のブロック線図、図９は、本発明によるアクチュエータの周波数特性図、図１０は、本発明による振動抑圧動作の説明図である。

【００４６】
図６に示すように、追従制御コントローラ３は、図２のアクチュエータ２の対物レンズ２７をフォーカス追従制御する駆動信号Ｖｄｉｎを出力する。例えば、フォーカスエラー信号から駆動信号を生成するフォーカス追従コントローラで構成される。又、図５のアクチュエータでは、フォーカス追従コントローラと、トラック追従コントローラで構成される。
【００４７】
駆動信号Ｖｄｉｎは、駆動ドライバ４を介しアクチュエータ２のアクチュエータコイル２８に供給される。本発明では、駆動ドライバ４の出力であるコイル電圧Ｖｃを検出し、移動速度Ｕを推定し、追従制御コントローラ３の出力から差し引く速度フィードバック系５を設けている。即ち、速度Ｕに，フィードバックゲインをかけた上で駆動電圧にネガティブフィードバックすることにより、速度に比例した減速電流がアクチュエータに出力される。このため、擬似的に減衰を強くすることができる。
【００４８】
この速度フィードバック系５を説明する。アクチュエータの動作中における駆動コイル２８の両端電圧は、以下の（１）式で表される。
【００４９】
【数１】

$$V_c = RI_c + L\frac{dI_c}{dt} + BlU \qquad \cdots （１）$$

ここで、Ｖｃ:コイル２８の両端電圧(Ｖ)、Ｉｃ:コイル電流、Ｒ:コイル電気抵抗(Ω)、Ｌ:コイルインダクタンス(Ｈ)、Ｂ:磁束密度(Ｔ)、ｌ:有効コイル長(ｍ)、Ｕ:アクチュエータ速度である。
【００５０】
この（１）式で、右辺第1項は、コイルの直流抵抗による電圧降下、第２項は、コイルのインダクタンスによる電圧降下、第３項はコイルの逆起電圧である。この（１）式を速度Ｕについて解くと、（２）式のようになる。
【００５１】
【数２】

$$U = \frac{1}{Bl}\left(V_c - RI_c - L\frac{dI_c}{dt}\right) \quad \cdots \quad （２）$$

従って、コイル両端電圧Ｖｃと、コイル電流Ｉｃを計測すれば、速度Ｕが得られる。しかし、コイル電流Ｉｃは，デイスク装置上の回路で測定することは困難である。前述の従来技術では、検出抵抗を直列に接続して、コイル電流Ｉｃによる電圧降下成分を検出しているが、前述のように、検出抵抗を設ける弊害がある。
【００５２】
本発明では、このコイル電流Ｉｃを、駆動ドライバ４への入力信号Ｖｄｉｎから推定することにより、検出抵抗を設けることなく、速度を推定する。これを説明すると、電磁駆動アクチュエータのドライバ４は、一般的に入力信号Ｖｄｉｎに比例した電流Ｉｃをコイルに流す。すなわち、ドライバ４の増幅率をＫｄとすると，Ｉｃ＝Ｋｄ・Ｖｄｉｎの関係がある。
【００５３】
ドライバ４の駆動帯域に近い高周波領域では，この関係は崩れるが、制御上問題となる制御帯域付近では比例関係が保たれる。そのため、（２）式のＩｃに，Ｋｄ・Ｖｄｉｎを代入して近似することができる。代入した結果を，下記（３）式に示す。
【００５４】

Ｕ＝１／Ｂｌ・（Ｖｃ－Ｋｄ・Ｒ・Ｖdin－Ｋｄ・Ｌ・（ｄVdin/dt)) （３）
（３）式から、駆動ドライバ４への入力信号Ｖｄｉｎとコイル両端電圧Ｖｃから速度Ｕを推定できることがわかる。この速度ＵにフィードバックゲインＫｂをかけた上で，駆動電圧にネガティブフィードバックすると、速度に比例した減速電流がアクチュエータに出力される。このため、擬似的に減衰を強くすることができる。

【００５５】
即ち、図６に示すように、速度フィードバック制御系５は、駆動（入力）信号Ｖｄｉｎから、（３）式の（）内の２項であるＫｄ・Ｒ・Ｖdinと、３項であるＫｄ・Ｌ・（ｄVdin/dt)とを計算し、コイル電圧Ｖｃからこれらを差し引き、１／Ｂｌを乗じて、推定速度Ｕを計算し、フィードバックゲインＫｂを乗じて、駆動電圧Ｖｄｉｎから差し引く。

【００５６】
本発明では、機械的な制約がないため、減衰を強くすることのできないアクチュエータにも適用でき、フィードバックゲインＫｄに応じて任意の減衰率を与えることができる。また、検出抵抗を設けない電気回路で構成されており、後述するように、特性Ｒ，Ｌを測定してから，制御パラメータＫｄを設定することも可能なため、装置ごとのばらつきが小さく，追従制御への悪影響が小さい。

【００５７】
また、アクチュエータ駆動指示信号から共振周波数付近の成分を除去する方法と比べ、コイルの逆起電圧を利用して実際のアクチュエータ速度を推定してフィードバックを行なっているため、外部からの加速度外乱による振動も抑制できるという利点がある。

【００５８】
さらに、追従制御を行っていない状態でも動作できるため、フォーカスアクチュエータの非制御時や引き込み時にも減衰を働かせることができ、外部からの加速度外乱による振動を抑制し、レンズとディスクとの衝突を防ぐ効果がある。

【００５９】
また，微動トラッキングアクチュエータに独立したセンサを設ける方法に比べて、部品点数が少なくコスト的に有利であり、ポジショナに部品を搭載する必要もないためシーク制御への悪影響もない。

【００６０】
これを図７及び図８のブロック線図及び図１０の周波数特性図で説明する。アクチュエータの可動部質量をＭ、減衰係数をＣ、ばね定数をＫとすると、アクチュエータの運動方程式は，本発明を適用しない場合には、下記（４）式の如くであり、図７は、この運動方程式に基づく、駆動力Ｆに対するアクチュエータ変位Ｘのブロック線図である。

【００６１】
【数３】

$$M\ddot{X}+C\dot{X}+KX=F \quad \cdots (4)$$

ただし、Ｘは変位、Ｆは駆動力である。

【００６２】
図７のブロック線図からわかるように、駆動力Ｆには、アクチュエータ速度に比例した抵抗力(減衰力)、および加速度に比例した抵抗力(慣性力)がかかる。もし、減衰係数Ｃが小さく、速度に比例した減衰力が働きにくい場合、変位Ｘ／駆動力Ｆの周波数特性は、図９の破線に示すように、アクチュエータ（バネ）の共振周波数に大きなピークを持つことになる。

【００６３】
一方、本発明を適用した場合には、Ｆをコイル電流による駆動力と外部からの加速度外乱Ａｄｉｓｔのみとすると、Ｆ＝ＢｌＩｃ＋ＭＡｄｉｓｔとなる。さらに、コイル電流Ｉｃは，駆動ドライバへの入力電圧Ｖｄｉｎに比例すると考えると、Ｉｃ＝ＫｄＶｄｉｎとなる。

【００６４】
ここで、本発明における追従制御コントローラの出力をＶｃｏｎｔ、フィードバックによりＶｃｏｎｔから引かれる電圧をＶｆｂとする。Ｖｆｂの値は、アクチュエータの推定速度ＵとフィードバックゲインＫｆｂの積、Ｋｆｂ・Ｕとなるので、駆動ドライバへの入力電圧Ｖｄｉｎは，以下のように書くことができる。
【００６５】
【数４】

$$V_{din} = V_{cont} - V_{fb} = V_{cont} - K_{fb}U = V_{cont} - K_{fb}\dot{X}$$

以上の３つの式を、（４）式に代入し、さらに速度の項を左辺にまとめると、次の（５）式が得られる。
【００６６】
【数５】

$$M\ddot{X} + (C + BlK_dK_{fb})\dot{X} + KX = BlK_dV_{cont} + MA_{dist} \qquad \cdots (5)$$

この式から、追従制御コントローラおよび外部からの加速度外乱に対し運動方程式の減衰係数が$Bl \cdot K_d \cdot K_{fb}$だけ増加すること、フィードバックゲイン$K_{fb}$を変化させることによって任意の減衰係数を設定できることがわかる。
【００６７】
図８は、この運動方程式に基づく、駆動力Ｆに対するアクチュエータ変位Ｘのブロック線図である。
【００６８】
本発明では、コイルの逆起電圧をもとに、アクチュエータ速度を推定し、それに比例ゲインをかけて負の電磁駆動力として与えているため、図８のように速度に比例した抵抗力がかかるかたちになる。
【００６９】
つまり、速度が正確に推定されていれば、減衰係数が（C+BlKdKfb）に増加し、速度に比例した減衰力が強く働くことになる。その結果、周波数特性は、図９の実線で示すような、共振ピークのない形に変化する。
【００７０】
図１０は、図９の２種類の周波数特性（従来の点線の特性と、実線の本発明の特性）に対して、パルス状の衝撃が加わった場合の挙動を示す。従来の減衰が小さい場合、図１０の上段に示すように、衝撃の印加により、アクチュエータ２６は大きな振動をおこす。フォーカス制御が行なわれていれば、外乱が小さいければ、レンズ２７とデイスク１との間隔が保ち易いが、外乱が大きい場合や無制御状態の場合は、図１０のように大きな振動を起こすため、ストッパのないアクチュエータではデイスク１とレンズ２７とが衝突する危険がある。
【００７１】
一方、本発明を適用して図９の実線のような共振ピークを持たない周波数特性では、図１０の下段のように、衝撃に対する振動が小さくなるため、衝突の危険は小さくなる。また、変位だけではなく速度も小さくなるため、フォーカス引込み制御への悪影響も小さくなり、安定な引込み動作が可能になる。
【００７２】
次に、この実施の形態の具体的構成例を、図１１及び図１２で説明する。図１１は、速度フィードバック系５をアナログ電子回路で構成した例、図１２は、速度フィードバック系５をデジタル処理又はデジタル回路で構成した例である。
【００７３】
先ず、図１１の構成を説明する。速度フィードバック系５は、アクチュエータコイル２８

の両端の電位の差を算出する減算回路５４と、駆動信号Ｖｄｉｎにゲインｋｄ・Ｌを乗じる増幅回路５１と、増幅回路５１の出力を微分する微分回路５２と、駆動信号Ｖｄｉｎにゲインｋｄ・Ｒを乗じる増幅回路５３と、減算回路５４のコイル電圧から微分回路５２の出力と増幅回路５３の出力を差し引く減算回路５５と、減算回路５５の出力にゲインＫｂ／Ｂｌを乗じる増幅回路５６と、デジタル制御回路７の出力から増幅回路５６の出力を差し引く減算回路５０とを有する。

【００７４】

又、デジタル制御回路７は、前述の追従制御コントローラ３と、追従制御コントローラ３のデジタル制御値をアナログの駆動信号に変換するＤ／Ａコンバータ６を有する。

【００７５】

又、図１２のデジタルの速度フィードバック系５は、アクチュエータコイル２８の両端の電位の差を算出するアナログ減算回路５４と、デジタル制御回路７とを有する。このデジタル制御回路７は、減算回路５４のアナログ出力をデジタル値に変換するＡ／Ｄコンバータ８と、駆動信号Ｖｄｉｎにゲインｋｄ・Ｌを乗じる増幅要素３４と、増幅要素３４の出力を微分する微分演算要素３５と、駆動信号Ｖｄｉｎにゲインｋｄ・Ｒを乗じる増幅要素３７と、Ａ／Ｄコンバータ８のコイル電圧から微分演算要素３５の出力と増幅要素３７の出力を差し引く減算要素３６と、減算要素３６の出力にゲインＫｂ／Ｂｌを乗じる増幅要素３８と、デジタル制御回路７の追従コントローラの制御出力から増幅要素３８の出力を差し引く減算要素３３とを有する。

【００７６】

又、デジタル制御回路７は、前述の追従制御コントローラ３と、追従制御コントローラ３のデジタル制御値をアナログの駆動信号Ｖｄｉｎに変換するＤ／Ａコンバータ６を有する。

【００７７】

この速度フィードバック系５の各要素は、デジタル処理するプログラムや、デジタル演算回路で構成される。このような構成により、上述の（３）式を用いてアクチュエータ速度Ｕを推定し、フィードバックすることによって，アクチュエータの共振を減衰させることができる。

【００７８】

図１３は、図６の第１の実施の形態の変形例のブロック図である。図１３では、外部からの加速度外乱によるアクチュエータの振動を主に抑制する例である。即ち、一般に、外部からの加速度外乱によるアクチュエータの振動は、主共振周波数付近に集中する。したがって、主に外乱による振動を抑制するために減衰を強める場合は、フィードバック信号を帯域通過フィルタ９に通すことで、主共振周波数付近の信号のみフィードバックさせてノイズの影響の少ない制御が実現できる。

【００７９】

即ち、図１３において、図６と同一のものは、同一の記号で示してあり、速度フィードバック制御系５は、駆動（入力）信号Ｖｄｉｎから、（３）式の（）内の２項であるｋｄ・Ｒ・Ｖdinと、３項であるｋｄ・Ｌ・（ｄVdin/dt)とを計算し、コイル電圧Ｖｃからこれらを差し引き、１／Ｂｌを乗じて、推定速度Ｕを計算し、フィードバックゲインＫｂを乗じて、帯域通過フィルタ９を通して、駆動電圧Ｖｄｉｎから差し引く。この帯域通過フィルタ９は、前述の主共振周波数付近の信号のみを通過するフィルタである。

【００８０】

図１４は、図１３の速度フィードバック系を、アナログ電子回路により構成した場合の構成図である。図１４において、図１１で示したものと同一のものは、同一の記号で示してある。

【００８１】

図１４において、速度フィードバック系５は、アクチュエータコイル２８の両端の電位の差を算出する減算回路５４と、駆動信号Ｖｄｉｎにゲインｋｄ・Ｌを乗じる増幅回路５１と、増幅回路５１の出力を微分する微分回路５２と、駆動信号Ｖｄｉｎにゲインｋｄ・Ｒ

を乗じる増幅回路５３と、減算回路５４のコイル電圧から微分回路５２の出力と増幅回路５３の出力を差し引く減算回路５５と、減算回路５５の出力にゲインＫｂ／Ｂｌを乗じる増幅回路５６と、増幅回路５６の出力の主共振周波数付近の信号のみを通過する帯域通過フィルタ９と、デジタル制御回路７の出力から帯域通過フィルタ９の出力を差し引く減算回路５０とを有する。

【００８２】

又、デジタル制御回路７は、前述の追従制御コントローラ３と、追従制御コントローラ３のデジタル制御値をアナログの駆動信号に変換するＤ／Ａコンバータ６を有する。

【００８３】

更に、図１２と同様に、図１３の速度フィードバック系５を、デジタル処理又はデジタル回路で構成することもできる。

【００８４】

［制御系の第２の実施の形態］

図１５は、本発明のアクチュエータ制御系の第２の実施の形態のブロック図、図１６は、直流抵抗項とインダクタンス項の周波数特性図、図１７は、本発明の第２の実施の形態の構成図である。

【００８５】

図１５において、図６と同一のものは、同一の記号で示す。即ち、図１５に示すように、追従制御コントローラ３は、図２のアクチュエータ２の対物レンズ２７をフォーカス追従制御する駆動信号Ｖｄｉｎを出力する。例えば、フォーカスエラー信号から駆動信号を生成するフォーカス追従コントローラで構成される。又、図５のアクチュエータでは、フォーカス追従コントローラと、トラック追従コントローラで構成される。

【００８６】

駆動信号Ｖｄｉｎは、駆動ドライバ４を介しアクチュエータ２のアクチュエータコイル２８に供給される。又、駆動ドライバ４の出力であるコイル電圧Ｖｃを検出し、移動速度Ｕを推定し、追従制御コントローラ３の出力から差し引く速度フィードバック系５ａを設けている。即ち、速度Ｕに，フィードバックゲインをかけた上で駆動電圧にネガティブフィードバックすることにより、速度に比例した減速電流がアクチュエータに出力される。このため、擬似的に減衰を強くすることができる。

【００８７】

この速度フィードバック制御系５ａを説明する。前述の（１）式からわかるように、コイル両端電圧Ｖｃは、コイルの直流抵抗による電圧降下(第1項)、コイルのインダクタンスによる電圧降下(第２項)、速度に比例したコイルの逆起電圧(第３項)の和である。したがって、速度を推定する場合、（２）式のように、コイル電圧から直流抵抗による電圧とインダクタンスによる電圧を除去することになる。

【００８８】

ここで、直流抵抗の項（Ｒ・Ｉｃ）とインダクタンスの項（Ｌ・ｄＩｃ／ｄｔ）の影響の強さを周波数領域で比較した場合、図１６のようになる。すなわち、Ｒ／（２πＬ）ヘルツの周波数を境として、それよりも低い周波数では、直流抵抗の影響が、高い周波数ではインダクタンスの影響が大きくなる。

【００８９】

そのため、アクチュエータの主共振周波数がＲ／（２πＬ）ヘルツよりも十分に低い場合は、インダクタンスの項（Ｌ・ｄＩｃ／ｄｔ）を省略し、さらに主共振付近の周波数のみ通過させる帯域通過フィルタを挿入する。これにより、より簡単な構成で主共振の減衰を強めることが可能になる。

【００９０】

即ち、（３）式を、下記（６）式に簡略化する。

【００９１】

Ｕ＝１／Ｂｌ・（Ｖｃ－Ｋｄ・Ｒ・Ｖdin) （６）

即ち、図１５に示すように、速度フィードバック制御系５ａは、駆動（入力）信号Ｖｄｉ

ｎから、（６）式の（）内の２項であるＫｄ・Ｒ・Ｖdinを計算し、コイル電圧Ｖｃからこれらを差し引き、１／Ｂｌを乗じて、推定速度Ｕを計算し、フィードバックゲインＫｂを乗じて、帯域通過フィルタ９を介し、駆動電圧Ｖｄｉｎから差し引く。

【００９２】

本発明では、機械的な制約がないため、減衰を強くすることのできないアクチュエータにも適用でき、フィードバックゲインＫｄに応じて任意の減衰率を与えることができる。また、検出抵抗を設けない電気回路で構成されており、後述するように、特性Ｒを測定してから，制御パラメータＫｄを設定することも可能なため、装置ごとのばらつきが小さく，追従制御への悪影響が小さい。

【００９３】

また、アクチュエータ駆動指示信号から共振周波数付近の成分を除去する方法と比べ、コイルの逆起電圧を利用して実際のアクチュエータ速度を推定してフィードバックを行なっているため、外部からの加速度外乱による振動も抑制できるという利点がある。

【００９４】

さらに、追従制御を行っていない状態でも動作できるため、フォーカスアクチュエータの非制御時や引き込み時にも減衰を働かせることができ、外部からの加速度外乱による振動を抑制し、レンズとディスクとの衝突を防ぐ効果がある。

【００９５】

また，微動トラッキングアクチュエータに独立したセンサを設ける方法に比べて、部品点数が少なくコスト的に有利であり、ポジショナに部品を搭載する必要もないためシーク制御への悪影響もない。

【００９６】

図１７は、図１５の速度フィードバック系５をアナログ回路で構成した例の構成図である。図１７において、速度フィードバック系５は、アクチュエータコイル２８の両端の電位の差を算出する減算回路５４と、駆動信号Ｖｄｉｎにゲインｋｄ・Ｒを乗じる増幅回路５３と、減算回路５４のコイル電圧から増幅回路５３の出力を差し引く減算回路５５と、減算回路５５の出力にゲインＫｂ／Ｂｌを乗じる増幅回路５６と、増幅回路５６の出力の主共振周波数付近の信号のみを通過する帯域通過フィルタ９と、デジタル制御回路７の出力から帯域通過フィルタ９の出力を差し引く減算回路５０とを有する。

【００９７】

又、デジタル制御回路７は、前述の追従制御コントローラ３と、追従制御コントローラ３のデジタル制御値をアナログの駆動信号に変換するＤ／Ａコンバータ６を有する。

【００９８】

更に、図１２と同様に、図１６の速度フィードバック系５ａを、デジタル処理又はデジタル回路で構成することもできる。

【００９９】

［制御系の第３の実施の形態］

図１８は、本発明のアクチュエータ制御系の第３の実施の形態のブロック図、図１９は、本発明の第３の実施の形態の構成図である。

【０１００】

図１８において、図６と同一のものは、同一の記号で示す。即ち、図１８に示すように、追従制御コントローラ３は、図２のアクチュエータ２の対物レンズ２７をフォーカス追従制御する駆動信号Ｖｄｉｎを出力する。例えば、フォーカスエラー信号から駆動信号を生成するフォーカス追従コントローラで構成される。又、図５のアクチュエータでは、フォーカス追従コントローラと、トラック追従コントローラで構成される。

【０１０１】

駆動信号Ｖｄｉｎは、駆動ドライバ４を介しアクチュエータ２のアクチュエータコイル２８に供給される。又、駆動ドライバ４の出力であるコイル電圧Ｖｃを検出し、移動速度Ｕを推定し、追従制御コントローラ３の出力から差し引く速度フィードバック系５ｂを設けている。即ち、速度Ｕに，フィードバックゲインをかけた上で駆動電圧にネガティブフィ

ードバックすることにより、速度に比例した減速電流がアクチュエータに出力される。このため、擬似的に減衰を強くすることができる。

【０１０２】

この速度フィードバック制御系５ｂを説明する。前述の（１）式からわかるように、コイル両端電圧Ｖｃは、コイルの直流抵抗による電圧降下(第1項)、コイルのインダクタンスによる電圧降下(第２項)、速度に比例したコイルの逆起電圧(第３項)の和である。したがって、速度を推定する場合、（２）式のように、コイル電圧から直流抵抗による電圧とインダクタンスによる電圧を除去することになる。

【０１０３】

ここで、直流抵抗の項（Ｒ・Ｉｃ）とインダクタンスの項（Ｌ・ｄＩｃ／ｄｔ）の影響の強さを周波数領域で比較した場合、図１６のようになる。すなわち、Ｒ／（２πＬ）ヘルツの周波数を境として、それよりも低い周波数では、直流抵抗の影響が、高い周波数ではインダクタンスの影響が大きくなる。

【０１０４】

そのため、アクチュエータの主共振周波数がＲ／（２πＬ）ヘルツよりも十分に高い場合は、直流抵抗の項（Ｒ・Ｉｃ）を省略して、帯域通過フィルタ９を挿入する。これにより、より簡単な構成で主共振の減衰を強めることが可能になる。

【０１０５】

即ち、前述の（３）式を下記（７）式に簡略化する。

【０１０６】

Ｕ＝１／Ｂｌ・（Ｖｃ－Ｋｄ・Ｌ・（ｄVdin/dt)） （７）

（７）式から、駆動ドライバ４への入力信号Ｖｄｉｎとコイル両端電圧Ｖｃから速度Ｕを推定できることがわかる。この速度Ｕにフィードバックゲイン Ｋｂをかけた上で，駆動電圧にネガティブフィードバックすると、速度に比例した減速電流がアクチュエータに出力される。このため、擬似的に減衰を強くすることができる。

【０１０７】

即ち、図１８に示すように、速度フィードバック制御系５ｂは、駆動（入力）信号Ｖｄｉｎから、（７）式の（）内の３項であるＫｄ・Ｌ・（ｄVdin/dt)を計算し、コイル電圧Ｖｃからこれらを差し引き、１／Ｂｌを乗じて、推定速度Ｕを計算し、フィードバックゲインＫｂを乗じて、帯域通過フィルタ９を介して、駆動電圧Ｖｄｉｎから差し引く。

【０１０８】

本発明では、機械的な制約がないため、減衰を強くすることのできないアクチュエータにも適用でき、フィードバックゲインＫｄに応じて任意の減衰率を与えることができる。また、検出抵抗を設けない電気回路で構成されており、後述するように、特性Ｒ，Ｌを測定してから，制御パラメータＫｄを設定することも可能なため、装置ごとのばらつきが小さく，追従制御への悪影響が小さい。

【０１０９】

また、アクチュエータ駆動指示信号から共振周波数付近の成分を除去する方法と比べ、コイルの逆起電圧を利用して実際のアクチュエータ速度を推定してフィードバックを行なっているため、外部からの加速度外乱による振動も抑制できるという利点がある。

【０１１０】

さらに、追従制御を行っていない状態でも動作できるため、フォーカスアクチュエータの非制御時や引き込み時にも減衰を働かせることができ、外部からの加速度外乱による振動を抑制し、レンズとディスクとの衝突を防ぐ効果がある。

【０１１１】

また，微動トラッキングアクチュエータに独立したセンサを設ける方法に比べて、部品点数が少なくコスト的に有利であり、ポジショナに部品を搭載する必要もないためシーク制御への悪影響もない。

【０１１２】

図１９は、図１７の速度フィードバック系５ｂをアナログ回路で構成した例の構成図であ

る。図１９において、速度フィードバック系５ｂは、アクチュエータコイル２８の両端の電位の差を算出する減算回路５４と、駆動信号Ｖｄｉｎにゲインｋｄ・Ｌを乗じる増幅回路５１と、増幅回路５１の出力を微分する微分回路５２と、減算回路５４のコイル電圧から微分回路５２の出力を差し引く減算回路５５と、減算回路５５の出力にゲインＫｂ／Ｂｌを乗じる増幅回路５６と、増幅回路５６の出力の主共振周波数付近の信号のみを通過する帯域通過フィルタ９と、デジタル制御回路７の出力から帯域通過フィルタ９の出力を差し引く減算回路５０とを有する。

【０１１３】

又、デジタル制御回路７は、前述の追従制御コントローラ３と、追従制御コントローラ３のデジタル制御値をアナログの駆動信号に変換するＤ／Ａコンバータ６を有する。

【０１１４】

更に、図１２と同様に、図１８の速度フィードバック系５ｂを、デジタル処理又はデジタル回路で構成することもできる。

【０１１５】

［制御系の第４の実施の形態］

図２０は、本発明のアクチュエータ制御系の第４の実施の形態のブロック図、図２１は、本発明の第４の実施の形態の構成図である。

【０１１６】

図２０において、図６と同一のものは、同一の記号で示す。即ち、図２０に示すように、追従制御コントローラ３は、図２のアクチュエータ２の対物レンズ２７をフォーカス追従制御する駆動信号Ｖｄｉｎを出力する。例えば、フォーカスエラー信号から駆動信号を生成するフォーカス追従コントローラで構成される。又、図５のアクチュエータでは、フォーカス追従コントローラと、トラック追従コントローラで構成される。

【０１１７】

駆動信号Ｖｄｉｎは、駆動ドライバ４を介しアクチュエータ２のアクチュエータコイル２８に供給される。又、駆動ドライバ４の出力であるコイル電圧Ｖｃを検出し、移動速度Ｕを推定し、追従制御コントローラ３の出力から差し引く速度フィードバック系５ｃを設けている。即ち、速度Ｕに，フィードバックゲインをかけた上で駆動電圧にネガティブフィードバックすることにより、速度に比例した減速電流がアクチュエータに出力される。このため、擬似的に減衰を強くすることができる。

【０１１８】

この速度フィードバック制御系５ｃを説明する。前述の（１）式の３つの項の係数のうち、Ｒ，Ｌと比較してＢｌが十分大きな値をもつアクチュエータの場合、直流抵抗の項とインダクタンスの項の両方を省略しても、精度の良い推定速度を得ることができる。

【０１１９】

即ち、前述の（３）式を下記（８）式に簡略化する。

【０１２０】

Ｕ＝１／Ｂｌ・Ｖｃ　　（８）

（８）式から、コイル両端電圧Ｖｃから速度Ｕを推定できることがわかる。この速度Ｕにフィードバックゲインｋｂをかけた上で，帯域通過フィルタ９を介し、駆動電圧にネガティブフィードバックすると、速度に比例した減速電流がアクチュエータに出力される。このため、擬似的に減衰を強くすることができる。

【０１２１】

即ち、図２０に示すように、速度フィードバック制御系５ｃは、コイル電圧Ｖｃに、１／Ｂｌを乗じて、推定速度Ｕを計算し、フィードバックゲインＫｂを乗じて、帯域通過フィルタ９を介して、駆動電圧Ｖｄｉｎから差し引く。

【０１２２】

したがって、ＲとＬの項を両方省略し、帯域通過フィルタを挿入することで、さらに簡単な構成で主共振の減衰を強めることが可能になる。

【０１２３】

図２１は、図２０の速度フィードバック系５ｃをアナログ回路で構成した例の構成図である。図２１において、速度フィードバック系５ｃは、アクチュエータコイル２８の両端の電位の差を算出する減算回路５４と、減算回路５４の出力にゲインＫｂ／Ｂｌを乗じる増幅回路５６と、増幅回路５６の出力の主共振周波数付近の信号のみを通過する帯域通過フィルタ９と、デジタル制御回路７の出力から帯域通過フィルタ９の出力を差し引く減算回路５０とを有する。

【０１２４】

又、デジタル制御回路７は、前述の追従制御コントローラ３と、追従制御コントローラ３のデジタル制御値をアナログの駆動信号に変換するＤ／Ａコンバータ６を有する。

【０１２５】

更に、図１２と同様に、図２０の速度フィードバック系５ｃを、デジタル処理又はデジタル回路で構成することもできる。

【０１２６】

［アクチュエータコイルの特性測定］

図２２は、本発明の一実施の形態の特性測定ブロック図であり、図１６の周波数特性を測定するためのブロック図である。図２２に示すように、駆動ドライバ４に駆動信号を与えて、アクチュエータコイル２８に電流を流す。測定は、アクチュエータコイル２８の両端電圧と、アクチュエータコイル２８の電流を測定する。

【０１２７】

即ち、図２２において、アクチュエータ２を固定し、逆電圧がかからない状態で、駆動ドライバ４にサイン波を入力し、コイル両端電圧Ｖｃとコイル電流Ｉｃ（電流測定プローブにより）を測定する。その振幅比を測定すると、図１６で説明した周波数特性が得られる。

【０１２８】

図２３は、本発明の一実施の形態の直流抵抗の測定処理フロー図、図２４は、本発明の一実施の形態のインダクタンスの測定処理フロー図である。これらは、図１２等で示したデジタル処理回路が、装置の電源オン時等に実行して、アクチュエータの特性を測定し、設定する例に適している。

【０１２９】

先ず、図２３により、直流抵抗の測定処理を説明する。

【０１３０】

（Ｓ１０）駆動ドライバ４へ、一定のレベルの電圧Ｖ０を出力する。

【０１３１】

（Ｓ１２）過渡応答の整定を待つ。

【０１３２】

（Ｓ１４）過渡応答が整定すると、コイル両端電圧Ｖｃを測定する。

【０１３３】

（Ｓ１６）一定のレベルの入力電圧であるから、コイルに一定電流が流れ続けるため、微分成分、即ち（１）式のインダクタンス項はゼロである。従って、（６）式が成立する。このとき、アクチュエータ速度Ｕも0であるならば（例えば、アクチュエータを固定する）、Ｖｃ＝Ｒ・Ｉｃ＝Ｋｄ・Ｒ・Ｖｄｉｎとなるため、Ｖｃ／Ｖ０から、係数Ｋｄ・Ｒを以下の（９）式より得る。

【０１３４】

Ｋｄ・Ｒ＝Ｖｃ／Ｖ０　　（９）

次に、図２４により、インダクタンスの測定処理を説明する。

【０１３５】

（Ｓ２０）駆動ドライバ４へ、Ｒ／Ｌ＜２πｆとなる周波数ｆ、振幅Ｖｆの正弦波信号を出力する。

【０１３６】

（Ｓ２２）過渡応答の整定を待つ。

【０１３７】
（Ｓ２４）過渡応答が整定すると、コイル両端電圧Ｖｃを測定する。
【０１３８】
（Ｓ２６）R/L＜2πfとなるような周波数f ヘルツ以上の領域では、前述のようにコイル両端電圧Ｖｃへの直流抵抗の影響が小さくなり、インダクタンスの影響が支配的となる。また、一般に共振ピークを持つアクチュエータは、共振周波数以上の高周波では電流に対して速度が小さくなるため、逆起電圧の影響も小さい。従って、アクチュエータを固定しなくても、固定しても測定できる。そのため、ｆ（Hz）の周波数、Ｖｆの振幅でドライバ４に出力をした場合、（１）式の第1項と第3項を無視してＶｃ＝Ｌ・ｄＩｃ／ｄｔ＝Ｋｄ・Ｌ・ｄＶｄｉｎ／ｄｔ＝２πｆ・Ｋｄ・Ｌ・Ｖｄｉｎとすることができ、Ｖｃ／（Ｖｆ・２πf)から、係数Ｋｄ・Ｌを以下の（１０）式より得る。
【０１３９】
Ｋｄ・Ｌ＝Ｖｃ／（２πｆ・Ｖｆ）　　（１０）
このように、コイル直流抵抗Ｒとインダクタンスを測定して増幅比を決定することもできる。特に、デジタル回路（図１２）で構成する場合の係数設定を正確にでき、デジタル処理が可能となる。
【０１４０】
このようにして、得られた特性から、第１乃至第４の実施の形態のいずれかの制御系を選択し、且つ係数を設定し、制御系を設計する。
【０１４１】
このように、追従制御コントローラおよび外部からの加速度外乱に対し運動方程式の減衰係数がＢｌ・Ｋｄ・Ｋｆｂだけ増加し、且つフィードバックゲインＫｆｂを変化させることによって，任意の減衰係数を設定できる。
【０１４２】
減衰を強くすることによって、アクチュエータの非制御時における振動を抑制することができる。例えば、フォーカシング制御を開始する直前に装置に衝撃が加わった場合、減衰が弱いとアクチュエータは大きく振動したままディスクに接近することになり、ディスクとの衝突の危険が生じる。しかし、本発明により減衰を強くすることができれば、外乱による振動を抑制できるため安全にフォーカシング制御を開始することができる。
【０１４３】
また、ポジショナ上に乗っている微動トラッキングアクチュエータは、ポジショナのシーク動作によって振動が起きた場合、安定にトラッキング制御を開始することができない恐れがある。また、トラッキング制御中に外部からの加速度外乱が加わることで、ポジショナとの相対変位が許容範囲を超えてビームの収差に悪影響が及ぶこともある。本発明により減衰を強くすることができれば、これらの障害を克服することが可能となる。
【０１４４】
さらに、固定光学系に設置されるガルバノミラーなどのアクチュエータに適用すれば、装置外部からの外乱による振動を抑えることができるため、ビームの収差への悪影響を避けることができる。
【０１４５】
この他に、共振ピークを抑えることで装置個体間の特性のばらつきを緩和することもできる。つまり、減衰が弱く共振ピークが大きい場合は、共振周波数がずれることによる制御系への影響が大きいが、減衰が強く効いている共振であればあまり問題とならないことが多く、ばらつきに対する耐性を高めることができる。
【０１４６】
［他の実施の形態］
光学記憶装置を、光磁気デイスク装置で説明したが、光デイスク装置等の他のデイスク記憶装置にも適用できる。
【０１４７】
以上、本発明を、実施の形態で説明したが、本発明の趣旨の範囲内において、種々の変形

が可能であり、これらを本発明の技術的範囲から排除するものではない。

【０１４８】

（付記１）光学記憶媒体に光を照射し、前記光学記憶媒体のリード及びライトの少なくとも一方を行う光学記憶装置において、前記光学記憶媒体に光を照射するための対物レンズと、バネ特性を有し、前記対物レンズを駆動するアクチュエータと、前記アクチュエータの駆動コイルを駆動するドライバと、前記駆動コイルの両端電圧と、前記対物レンズの光を前記光学記憶媒体に追従制御するための前記ドライバへの制御入力信号とから前記アクチュエータの速度を推定し、前記制御入力信号にネガテイブフィードバックする対物レンズ駆動部とを有することを特徴とする光学記憶装置。

【０１４９】

（付記２）前記対物レンズ駆動部は、前記制御入力信号から前記アクチュエータの抵抗による電圧降下成分と、前記アクチュエータのインダクタンスによる逆起電圧成分を算出し、前記両端電圧から前記電圧降下成分と前記逆起電圧成分を差し引き、前記アクチュエータの推定速度を得ることを特徴とする付記１の光学記憶装置。

【０１５０】

（付記３）光学記憶媒体に光を照射し、前記光学記憶媒体のリード及びライトの少なくとも一方を行う光学記憶装置において、前記光学記憶媒体に光を照射するための対物レンズと、バネ特性を有し、前記対物レンズを駆動するアクチュエータと、前記アクチュエータの駆動コイルを駆動するドライバと、前記駆動コイルの両端電圧を検出し、前記光アクチュエータの共振ピークの周波数付近の成分を通過する帯域通過フィルタを介し、前記制御入力信号にネガテイブフィードバックする対物レンズ駆動部とを有することを特徴とする光学記憶装置。

【０１５１】

（付記４）前記対物レンズ駆動部は、前記ドライバに入力される制御入力信号から前記アクチュエータの抵抗による電圧降下成分と、前記アクチュエータのインダクタンスによる逆起電圧成分を算出し、前記両端電圧から前記電圧降下成分と前記逆起電圧成分を差し引き、前記アクチュエータの推定速度を得て、前記帯域通過フィルタを介しネガテイブフィードバックすることを特徴とする付記３の光学記憶装置。

【０１５２】

（付記５）前記対物レンズ駆動部は、前記ドライバに入力される制御入力信号から前記アクチュエータの抵抗による電圧降下成分を算出し、前記両端電圧から前記電圧降下成分を差し引き、前記アクチュエータの推定速度を得て、前記帯域通過フィルタを介しネガテイブフィードバックすることを特徴とする付記３の光学記憶装置。

【０１５３】

（付記６）前記対物レンズ駆動部は、前記ドライバに入力される制御入力信号から前記アクチュエータのインダクタンスによる逆起電圧成分を算出し、前記両端電圧から前記逆起電圧成分を差し引き、前記アクチュエータの推定速度を得て、前記帯域通過フィルタを介しネガテイブフィードバックすることを特徴とする付記３の光学記憶装置。

【０１５４】

（付記７）前記アクチュエータが、前記対物レンズを前記光学記憶媒体のフォーカス方向に駆動することを特徴とする付記１の光学記憶装置。

【０１５５】

（付記８）前記アクチュエータが、前記対物レンズを前記光学記憶媒体のトラック方向に駆動することを特徴とする付記１の光学記憶装置。

【０１５６】

（付記９）前記対物レンズ駆動部は、前記ドライバに入力される制御入力信号と前記アクチュエータの抵抗と、前記ドライバの増幅率とから前記電圧降下成分を算出することを特徴とする付記１の光学記憶装置。

【０１５７】

（付記１０）前記対物レンズ駆動部は、前記ドライバに入力される制御入力信号の微分信

号と、前記アクチュエータのインダクタンスと、前記ドライバの増幅率とから前記逆起電圧成分を算出することを特徴とする付記１の光学記憶装置。

【０１５８】

【発明の効果】

バネ特性を持つ対物レンズアクチュエータの減衰率を、電気的制御で向上するため、アクチュエータの材料、構造に制限されず、且つばらつきを抑え減衰率を可変にできる。

【０１５９】

又、検出抵抗をアクチュエータコイルに接続しなくても、アクチュエータ速度を推定して、減衰率を向上するため、電源電圧が制限された状態でのアクチュエータコイルの最大電流が低下することを防止できる。このため、アクチュエータの最大加速度の低下を防止でき、アクチュエータの性能を低下せずに、減衰率を向上できる。

【０１６０】

しかも、検出抵抗を使用しないため、発熱の問題が発生しないので、特に、コンパクト化が要求される光デイスクドライブの小型化が容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施の形態の光学記憶装置の構成図である。

【図２】図１のアクチュエータの構成図である。

【図３】図１のアクチュエータの断面図である。

【図４】図２のアクチュエータの分解構成図である。

【図５】図１の他のアクチュエータの構成図である。

【図６】本発明の第１の実施の形態のアクチュエータ制御系のブロック図である。

【図７】比較例としての従来のアクチュエータの運動方程式のブロック線図である。

【図８】本発明の制御系によるアクチュエータの運動方程式のブロック線図である。

【図９】図６の制御系の周波数特性図である。

【図１０】図６の制御系の動作説明図である。

【図１１】図６の制御系のアナログ回路による構成図である。

【図１２】図６の制御系のデジタル回路による構成図である。

【図１３】図６の制御系の変形例の構成図である。

【図１４】図１４の制御系のアナログ回路による構成図である。

【図１５】本発明の第２の実施の形態のアクチュエータ制御系のブロック図である。

【図１６】本発明の第２の実施の形態の説明図である。

【図１７】図１５の制御系の構成例を示す図である。

【図１８】本発明の第３の実施の形態のアクチュエータ制御系のブロック図である。

【図１９】図１８の制御系の構成例を示す図である。

【図２０】本発明の第４の実施の形態のアクチュエータ制御系のブロック図である。

【図２１】図２０の制御系の構成例を示す図である。

【図２２】本発明によるアクチュエータの特性測定のブロック図である。

【図２３】本発明によるアクチュエータの抵抗特性測定処理フロー図である。

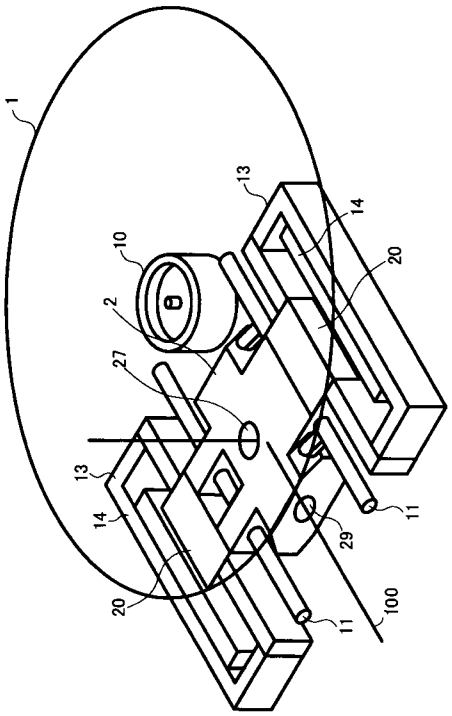
【図２４】本発明によるアクチュエータのインダクタンス特性測定処理フロー図である。

【符号の説明】

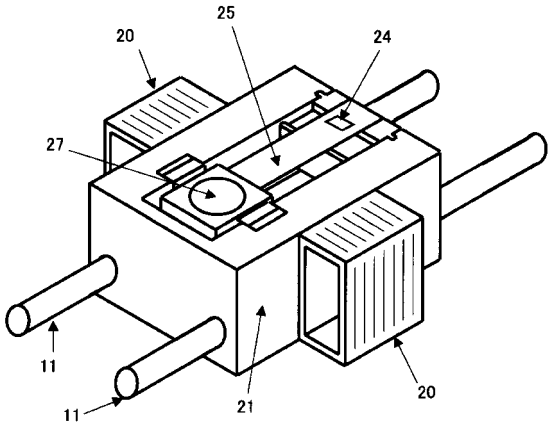
１　光学記憶媒体（光磁気デイスク）
２　光アクチュエータ
３　追従制御コントローラ
４　駆動ドライバ
５、５ａ，５ｂ，５ｃ　速度フィードバック系
２４　固定ブロック
２５　板バネ
２６　可動ブロック
２７　対物レンズ
２８　フォーカスコイル

５０、５４、５５　減算回路
５１、５３、５６　増幅回路
５２　微分回路
６　Ｄ／Ａコンバータ
７　デジタル制御回路
８　Ａ／Ｄコンバータ
９　帯域通過フィルタ

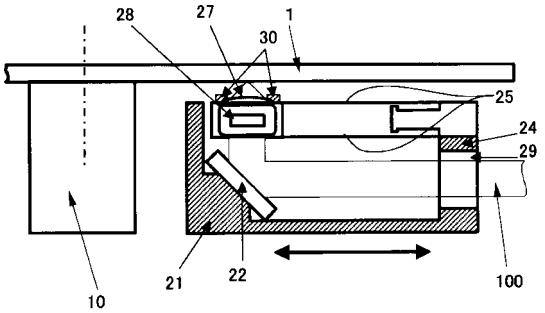
【図１】



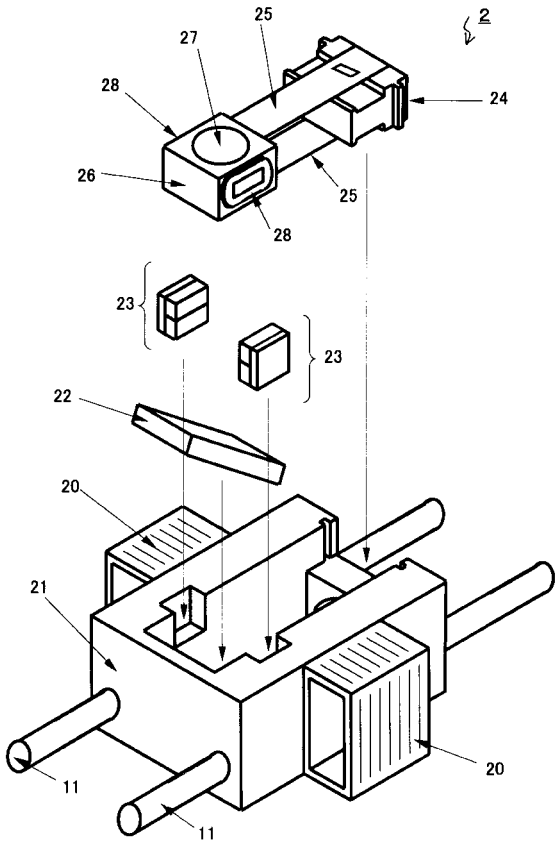
【図２】



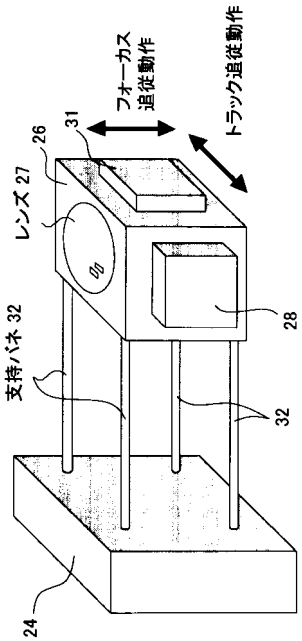
【図３】



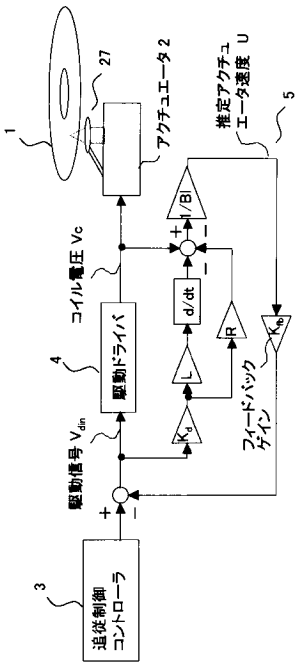
【図４】


2
25
27
28
24
26
25
28
23
23
22
20
21
20
11
11

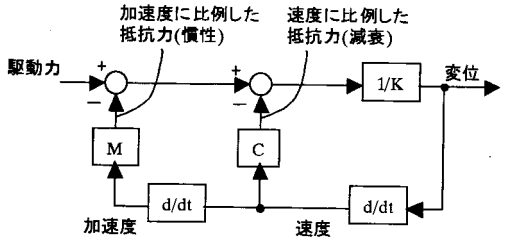
【図５】


フォーカス追従動作
トラック追従動作
31
26
レンズ 27
支持バネ 32
28
32
24

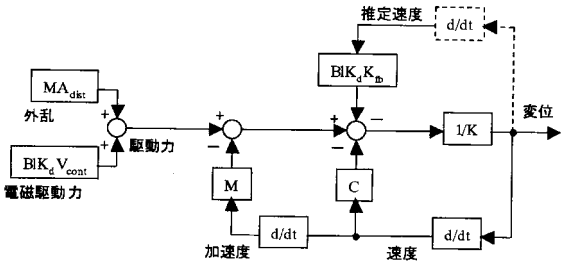
【図６】


1
27
アクチュエータ 2
推定アクチュエータ速度 U
5
コイル電圧 Vc
4
駆動ドライバ
駆動信号 Vdri
1/Bl
d/dt
L
R
Kv
フィードバックゲイン
3
追従制御コントローラ

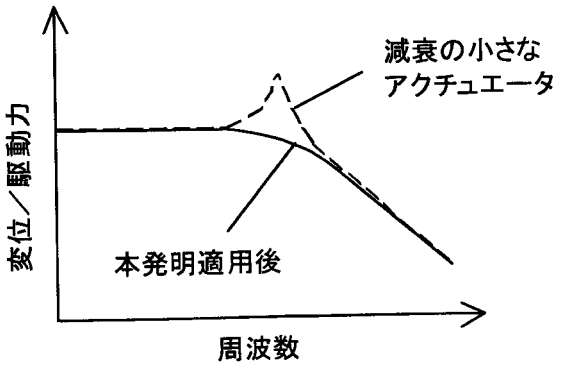
【図７】


加速度に比例した抵抗力(慣性)
速度に比例した抵抗力(減衰)
駆動力
1/K
変位
M
C
d/dt
d/dt
加速度
速度

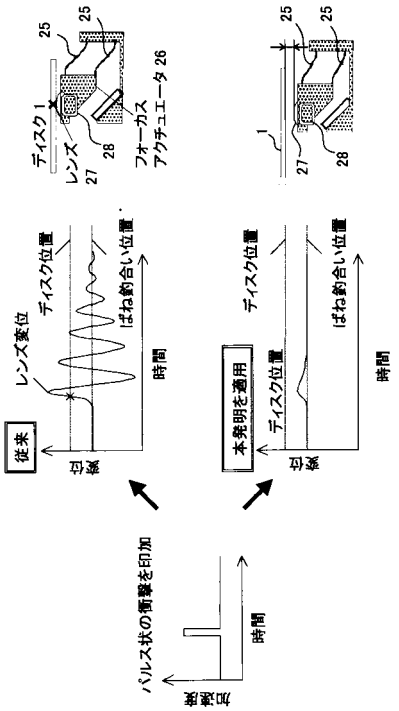
【図８】


推定速度
d/dt
BlKdKfb
MAdist
外乱
駆動力
BlKdVcont
電磁駆動力
1/K
変位
M
C
d/dt
d/dt
加速度
速度

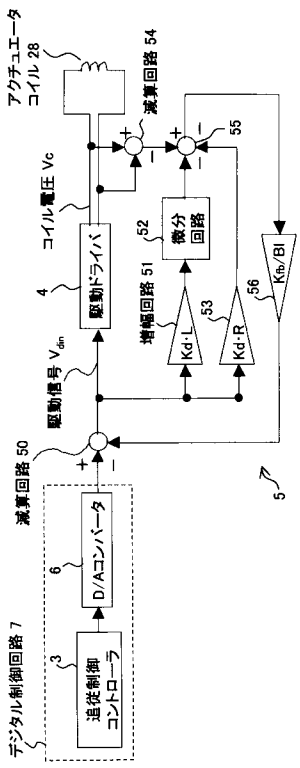
【図９】



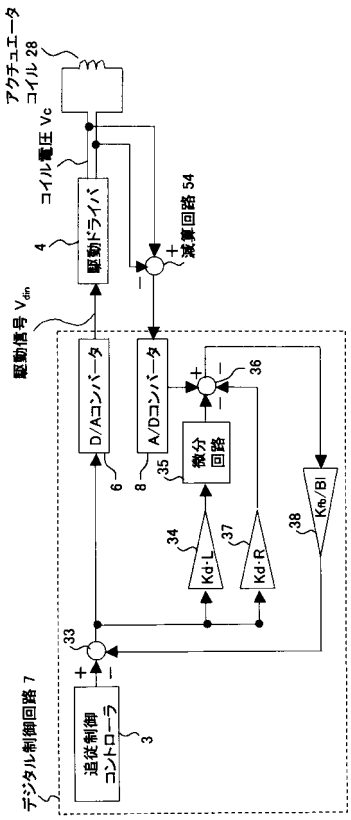
【図１０】



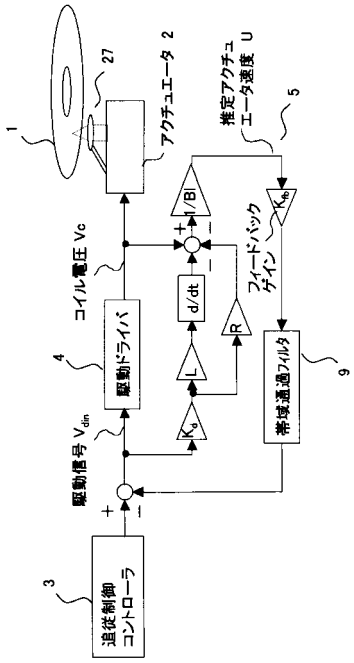
【図１１】



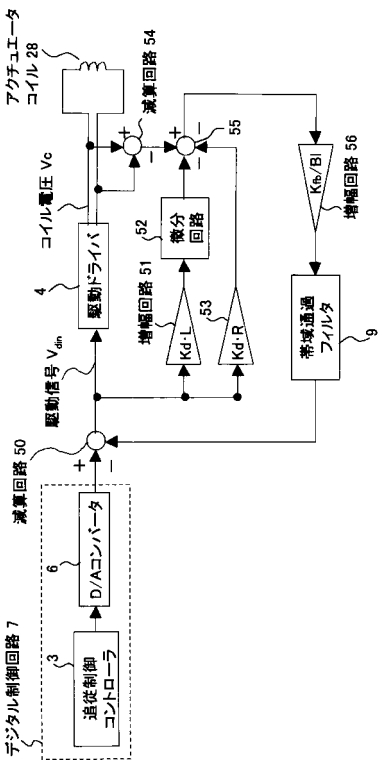
【図１２】



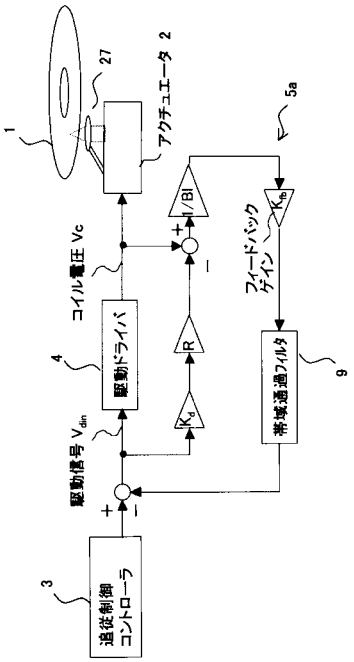
【図１３】



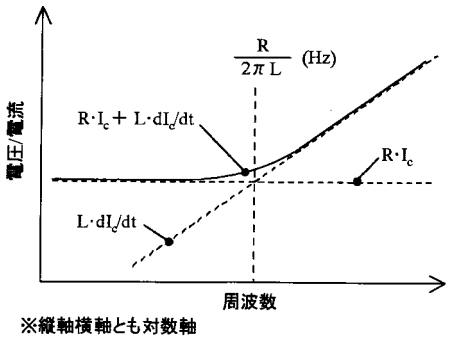
【図１４】



【図１５】

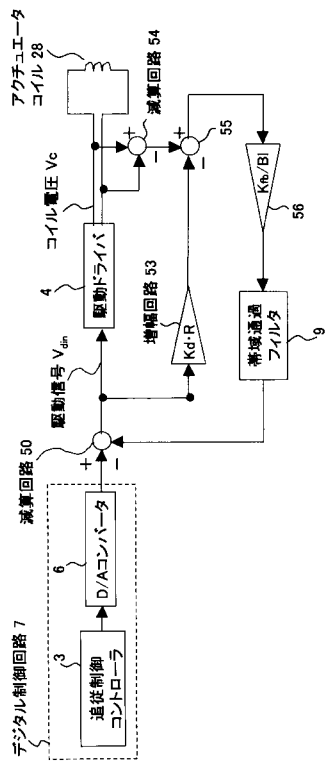


【図１６】

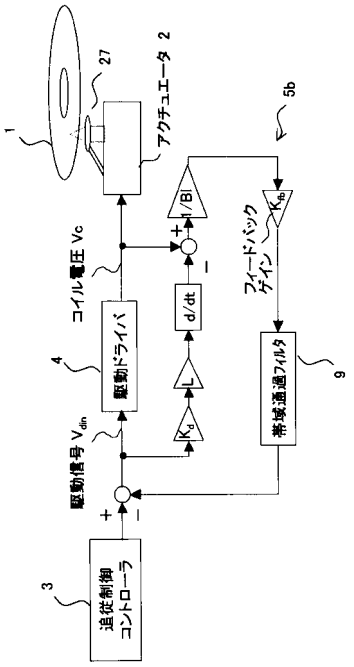


※縦軸横軸とも対数軸

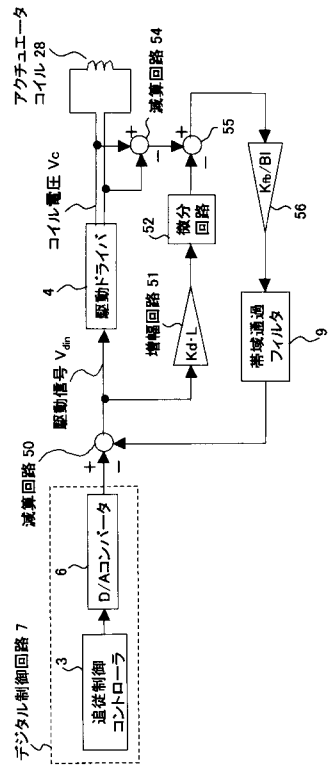
【図１７】



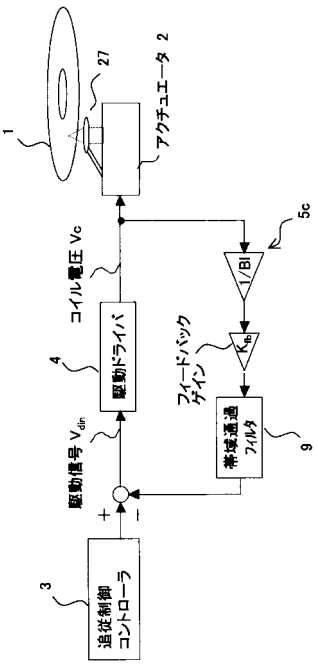
【図１８】



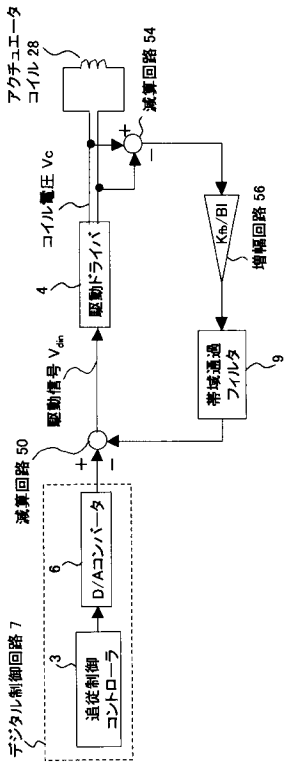
【図１９】



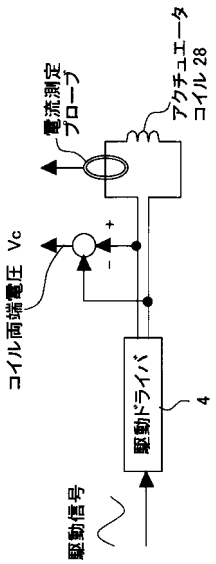
【図２０】



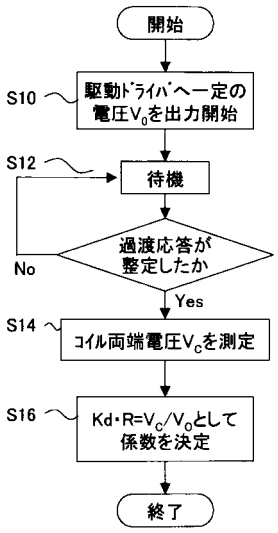
【図２１】



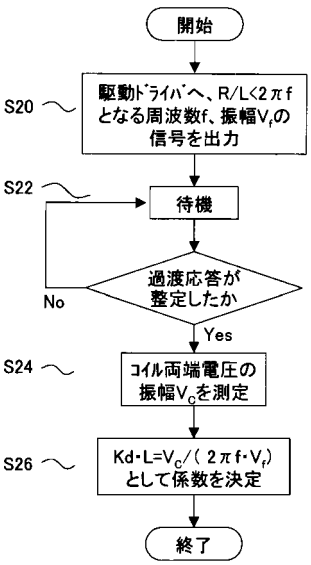
【図２２】



【図２３】



【図２４】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０９－１４７３７４（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－００９０４９（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－１１００６５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G11B 7/09