(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4339833号
(P4339833)
(45)発行日　平成21年10月7日(2009.10.7)　(24)登録日　平成21年7月10日(2009.7.10)

(51)Int.Cl.　F I
G11B 21/10 (2006.01)　G11B 21/10 L

請求項の数 4　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2005-239856(P2005-239856)
(22)出願日　平成17年8月22日(2005.8.22)
(62)分割の表示　特願2000-85149(P2000-85149)の分割
原出願日　平成12年3月24日(2000.3.24)
(65)公開番号　特開2005-332585(P2005-332585A)
(43)公開日　平成17年12月2日(2005.12.2)
審査請求日　平成17年8月22日(2005.8.22)
(31)優先権主張番号　特願平11-264228
(32)優先日　平成11年9月17日(1999.9.17)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

前置審査

(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　宇野　廣司
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
(72)発明者　山崎　信義
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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】位置決め制御方法及び位置決め制御装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ベアリングを有する１つのアクチュエータを駆動して、前記アクチュエータに設けられたヘッドを、目標位置に位置決めするための位置決め制御方法において、
フラットなパワースペクトラムを有し、正規分布のランダム波信号を生成するステップと、
前記アクチュエータの目標位置からの位置ずれ量を検出して、前記アクチュエータを目標位置に位置決めするためのサーボ制御信号を作成するステップと、
前記サーボ制御信号に、前記生成されたランダム波信号を加算し、制御信号を生成するステップと、
前記制御信号により、前記アクチュエータを駆動するステップとを有し、
前記サーボ制御信号を生成するステップは、
前記アクチュエータに設けられたヘッドが、記憶媒体のトラックの信号を読み取り、前記ヘッドの前記トラックからの位置ずれ量を検出するステップと、
前記位置ずれ量に応じて、前記ヘッドが前記トラックにフォローイングするためのサーボ制御信号を生成するステップとを有し、
前記制御信号を生成するステップは、
前記トラックフォローイング制御時に、前記サーボ制御信号に、前記生成されたランダム波信号を加算するステップからなり、
前記検出ステップは、

サーボゲート信号に応じて、前記ヘッドが、前記記憶媒体のトラックのサーボ信号を読み取り、前記ヘッドの前記トラックからの位置ずれ量を示す位置信号を生成するステップを有し、
前記サーボ制御信号を生成するステップは、前記サーボゲート信号に応じて、前記サーボ制御信号を生成するステップとからなり、
前記ランダム波を生成するステップは、
前記サーボゲート信号の周波数より高い周波数のランダム波を発生するステップからなることを
特徴とする位置決め制御方法。
【請求項２】
ベアリングを有する１つのアクチュエータと、
前記アクチュエータを目標位置に位置決めするための制御回路と、
前記アクチュエータに設けられ、記憶媒体のトラックの信号を読み取るヘッドとを有し、
前記制御回路は、
前記アクチュエータの目標位置からの位置ずれ量を検出して、前記アクチュエータを目標位置に位置決めするためのサーボ制御信号を作成し、且つ前記サーボ制御信号に、フラットなパワースペクトラムを有し、正規分布のランダム波信号を加算し、前記アクチュエータの制御信号を生成するとともに、
前記トラックフォローイング時に、前記ヘッドの前記トラックからの位置ずれ量を検出し、前記位置ずれ量に応じて、前記ヘッドが前記トラックにフォローイングするためのサーボ制御信号を生成し、且つ前記サーボ制御信号に、フラットなパワースペクトラムを有し、正規分布のランダム波信号を加算するトラックフォローモードを有し、
サーボゲート信号に応じて、前記ヘッドが、前記記憶媒体のトラックのサーボ信号を読み取り、前記ヘッドの前記トラックからの位置ずれ量を示す位置信号を生成し、前記サーボゲート信号に応じて、前記サーボ制御信号を生成し、前記サーボゲート信号の周波数より高い周波数のランダム波信号を前記サーボ制御信号に加算することを
特徴とする位置決め制御装置。
【請求項３】
請求項１の位置決め制御方法において、
前記駆動ステップは、
前記サーボ制御信号に、前記生成されたランダム波信号を加算した加算結果をデジタル／アナログ変換し、前記アクチュエータを駆動するステップを有することを
特徴とする位置決め制御方法。
【請求項４】
請求項２の位置決め制御装置において、
前記サーボ制御信号に、前記生成されたランダム波信号を加算した加算結果をデジタル／アナログ変換し、前記アクチュエータを駆動する信号を生成するデジタル／アナログ回路を有することを
特徴とする位置決め制御装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、アクチュエータを位置決め制御する位置決め制御方法及び位置決め制御装置に関し、特に、ベアリングを有するアクチュエータをトラックに高精度に位置決めする位置決め制御方法及び位置決め制御装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
位置決め装置は、様々な装置で、広く利用されている。例えば、コンピュータの記憶装置として、利用されている磁気ディスクドライブ等のディスクドライブでは、ディスクの

トラックにヘッドを位置決めするサーボ位置決めシステムを備えている。このディスクドライブの記録密度が飛躍的に増大している。この要因として、磁気ディスクドライブでは、ＭＲ（磁気抵抗）ヘッドの利用が上げられる。ＭＲヘッドは、磁気抵抗効果により、記録された磁化状態を高感度で検出する。これにより、高い面密度が可能となる。これに伴い、ディスクのトラック幅も狭小化されている。このため、サーボシステムに、高精度の位置決め動作を要求される。

【０００３】

図８は、従来技術の説明図、図９は、従来技術を説明するためのボールベアリングの特性図である。

【０００４】

磁気ディスク装置は、磁気ディスクと、磁気ヘッドと、磁気ディスクを回転するスピンドルモータと、磁気ヘッドを移動するアクチュエータを備える。更に、磁気ヘッドを磁気ディスクのトラックに位置決めするためのサーボシステムを備える。

【０００５】

サーボシステムは、スピンドルモータのボールベアリングの製造精度等に起因する振動、アクチュエータがディスクから受ける風圧等の外乱に対し、ヘッドを正確に位置決めするように、動作する。ヘッドを移動するアクチュエータは、滑らかな移動を行うため、ベアリングを備えている。例えば、図８に示すように、磁気ディスク装置では、磁気ヘッドを移動するＶＣＭ（ボイスコイルモータ）からなるアクチュエータ９０は、固定された軸９１に、ボールベアリング９２を介し、回転可能に取り付けられている。

【０００６】

ベアリングは、どうしても僅かながら摩擦が存在する。摩擦には、静止摩擦と動摩擦とがある。その大きさを示す摩擦係数では、静止摩擦係数が、動摩擦係数に比べはるかに大きい。

【０００７】

一方、磁気ディスクでは、トラックピッチが狭くなっているため、トラックフォロー時に、微小な位置決めが要求されている。しかし、サーボシステムが、アクチュエータに微小な制御量を出力しても、この静止摩擦以下の制御量（力）では、アクチュエータが移動しないことになる。即ち、図９に示すように、ベアリングに印加される力Ｆと、回転量の関係は、静止摩擦内では、非線型となり、静止摩擦外で線型を示す。

【０００８】

この事は、微小な移動量の場合には、ベアリングは非線型の特性を示す。この結果、トラックフォロー時のように、微小な移動が必要な場合には、ベアリングの非線型性により、微小な制御量を出力しても、アクチュエータは、その制御量に応じた移動量の移動を行わない。これにより、アクチュエータのトラック追従性能が低下する。

【０００９】

又、微小な制御量では、アクチュエータが応答しないため、ある程度エラー量が大きくならないと、アクチュエータが移動しない。これにより、エラーが累積されて始めて、アクチュエータが移動するため、移動がぎこちなくなり、オーバーラン等を発生し易い。これにより、サーボシステムの位置決め精度が低下していた。特に、急速な高トラック密度化に伴い、ベアリングの非線型性に起因する位置決め精度の低下が、顕在化されてきた。

【００１０】

この問題を解決するため、ボールベアリングを使用しないアクチュエータ（ボイスコイルモータ）が提案されている（例えば、特許文献１参照）。このアクチュエータは、ナイフエッジ形状の部材と、磁石とにより軸受を構成したものである。この軸受は、基本的に点接触であり、静止摩擦を低減することができる。

【特許文献１】米国特許第５，３５５，２６８号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１１】

しかしながら、従来技術では、次の問題があった。

【００１２】

(1) 軸受は、点接触であるため、繰り返し動作に対し、磨耗するため、その性能を長期間維持することができない。このため、寿命が短いという問題が生じていた。

【００１３】

(2) 又、磁力でアクチュエータを固定しているため、耐衝撃性に乏しいという問題もあった。

【００１４】

本発明の目的は、静止摩擦を有するベアリングを使用しても、サーボシステムの位置決め精度を向上するための位置決め制御方法及び制御装置を提供するにある。

【００１５】

本発明の他の目的は、特殊な軸受けを使用しないで、サーボシステムの位置決め精度を向上するための位置決め制御方法及び制御装置を提供するにある。

【００１６】

本発明の更に他の目的は、ベアリングを有するアクチュエータを使用しても、高トラック密度化を可能とするための位置決め制御方法及び制御装置を提供するにある。

【課題を解決するための手段】

【００１７】

この目的の達成のため、本発明の位置決め制御方法は、ベアリングを有する１つのアクチュエータを駆動して、前記アクチュエータに設けられたヘッドを、目標位置に位置決めするための位置決め制御方法において、フラットなパワースペクトラムを有し、正規分布のランダム波信号を生成するステップと、前記アクチュエータの目標位置からの位置ずれ量を検出して、前記アクチュエータを目標位置に位置決めするためのサーボ制御信号を作成するステップと、前記サーボ制御信号に、前記生成されたランダム波信号を加算し、制御信号を生成するステップと、前記制御信号により、前記アクチュエータを駆動するステップとを有し、前記サーボ制御信号を生成するステップは、前記アクチュエータに設けられたヘッドが、記憶媒体のトラックの信号を読み取り、前記ヘッドの前記トラックからの位置ずれ量を検出するステップと、前記位置ずれ量に応じて、前記ヘッドが前記トラックにフォローイングするためのサーボ制御信号を生成するステップとを有し、前記制御信号を生成するステップは、前記トラックフォローイング制御時に、前記サーボ制御信号に、前記生成されたランダム波信号を加算するステップからなり、前記検出ステップは、サーボゲート信号に応じて、前記ヘッドが、前記記憶媒体のトラックのサーボ信号を読み取り、前記ヘッドの前記トラックからの位置ずれ量を示す位置信号を生成するステップを有し、前記サーボ制御信号を生成するステップは、前記サーボゲート信号に応じて、前記サーボ制御信号を生成するステップとからなり、前記ランダム波を生成するステップは、前記サーボゲート信号の周波数より高い周波数のランダム波を発生するステップからなる。

【００１８】

本発明では、常に、ランダムな微小振動量をアクチュエータに与えて、アクチュエータのベアリングの静止状態をなくすようにした。これにより、アクチュエータは、動摩擦のみとなり、制御量に対し線型な特性とすることができる。その結果、位置決め精度が向上する。

【００１９】

サーボシステムに、常に、与えるランダムな微小制御量は、外乱（ノイズ）に相当して、位置決め精度を低下する方向に作用するが、この損失よりも、ベアリングの線型化による位置決め精度の向上の方が大きい。このため、総合の位置決め精度は、向上する。

【００２０】

更に、ランダム波のパワースペクトラムは、フラットである。このため、ランダム波をサーボシステムに注入しても、サーボシステムの共振点を励振する量は小さい。

【００２１】

その上、位置ずれ量は、正規分布をしており、ランダム波は、正規分布をしているため

、正規分布同志を加算している。正規分布同志の加算結果は、単純に加算した結果より、小さくなる。従って、外乱の量（制御量）を増やすことができる。

【００２２】

本発明の他の形態は、前記ランダム波を生成するステップが、前記アクチュエータのベアリングの静止摩擦を打ち消すように、前記アクチュータを振動するためのランダム波を生成するステップからなる。

【００２３】

これにより、アクチュエータのベアリングの静止状態を、有効になくすことができる。

【００２４】

本発明の更に他の形態は、前記ランダム波を生成するステップは、所定周期で乱数を発生するステップからなる。

【００２５】

この実施の形態では、乱数を生成するため、容易にデジタル演算により、ランダム波を生成できる。

【００２６】

本発明の更に別の形態は、前記サーボ制御信号を生成するステップは、前記アクチュエータに設けられたヘッドが、記憶媒体のトラックの信号を読み取り、前記ヘッドの前記トラックからの位置ずれ量を検出するステップと、前記位置ずれ量に応じて、前記ヘッドが前記トラックにフォローイングするためのサーボ制御信号を生成するステップとからなる。

【００２７】

この実施の形態では、ヘッドのトラックフォロー制御に適用したため、ベアリングを使用しても、ヘッドのトラックフォロー動作を正確に実行でき、トラックピッチが狭くなっても、トラックフォロー制御の位置決め精度が向上する。

【００２８】

本発明の更に別の形態は、前記サーボ制御信号を生成するステップは、更に、前記位置ずれ量に応じて、前記ヘッドを目標トラックにシークするための第２のサーボ制御信号を生成するステップと、前記サーボ制御信号を生成するステップと、前記第２のサーボ制御信号を生成するステップとを選択するステップとを有し、前記位置決め制御方法は、前記第２のサーボ制御信号を生成するステップが選択された時に、前記第２のサーボ制御信号により、前記アクチュエータを駆動するステップを更に有する。

【００２９】

この実施の形態では、ベアリングの静止状態の生じないシーク制御時には、ランダム波を印加しないようにしたため、サーボシステムへの不要な外乱の注入を防止できる。

【００３０】

本発明の別の実施の形態では、前記検出ステップは、サーボゲート信号に応じて、前記ヘッドが、前記記憶媒体のトラックのサーボ信号を読み取り、前記ヘッドの前記トラックからの位置ずれ量を示す位置信号を生成するステップを有し、前記サーボ制御信号を生成するステップは、前記サーボゲート信号に応じて、前記サーボ制御信号を生成するステップとからなり、前記ランダム波を発生するステップは、前記サーボゲート信号の周波数より高い周波数のランダム波を発生するステップからなる。

【００３１】

ランダム波の周波数を、サーボ制御信号の周波数より高くしたため、サーボ制御信号による位置決め精度に影響を与えずに、アクチュータを微小振動することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００３２】

図１は、本発明の一実施の態様の磁気ディスク装置の構成図、図２は、磁気ディスク装置のブロック図である。

【００３３】

図１に示すように、磁気ディスク６は、基板に磁気記録層を設けて構成される。スピン

ドルモータ５は、磁気ディスク６を支持し、且つ回転する。磁気ヘッド４は、アクチュエータ３に設けられている。磁気ヘッド４は、磁気ディスク６のデータを読み取り、データを書き込む。アクチュエータ３は、ボイスコイルモータからなる。アクチュエータ３は、磁気ヘッド４を磁気ディスク６の所望のトラックに位置付ける。

【００３４】

アクチュエータ３は、固定された軸８に、ボールベアリング９を介して設けられる。従って、アクチュエータ３は、固定された軸８を中心に回転可能である。又、ボールベアリング９により滑らかに回転することができる。

【００３５】

アクチュエータ３及びスピンドルモータ５は、ドライブベース２に設けられる。カバー１は、ドライブベース２を覆い、ドライブ内部を外部から隔離する。プリント板７は、ドライブの外部に設けられ、ドライブの制御回路を搭載する。

【００３６】

図２は、プリント板７に設けられた制御回路のブロック図である。

【００３７】

ＨＤＣ（ハードディスクコントローラ）１０は、ホストＣＰＵの各種コマンドの授受、データの授受等のホストＣＰＵとのインターフェース制御及び磁気ディスク媒体上の記録再生フォーマットを制御するための磁気ディスク装置内部の制御信号の発生等を行う。

【００３８】

ＭＣＵ（マイクロコントローラ）１１は、マイクロプロセッサ（ＭＰＵ）で構成されている。ＭＰＵは、メモリに記憶されたプログラムにより、ＨＤＣ１０の制御、ＤＳＰ１２の制御、バッファ１７の制御等を行う。

【００３９】

バッファ１７は、ホストＣＰＵよりのライトデータの一時的な記憶及び磁気ディスク媒体よりのリードデータの一時的な記憶に使用される。

【００４０】

ＤＳＰ（デジタルシグナルプロセッサ）１２は、磁気ヘッドの位置決めのためのサーボ制御を行うプロセッサで構成されている。ＤＳＰ１２は、メモリに記憶されたプログラムを実行して、サーボ復調回路１６よりの位置信号の認識、ＶＣＭ駆動回路１３のＶＣＭ制御電流の制御、ＳＰＭ駆動回路１４の駆動電流の制御を行う。

【００４１】

ＶＣＭ駆動回路１３は、磁気ヘッドを有するキャリッジを回転するためのＶＣＭ（ボイスコイルモータ）３に駆動電流を流すためのパワーアンプで構成される。このＶＣＭが、図１のアクチュエータである。ＳＰＭ駆動回路１４は、磁気ディスクを回転するスピンドルモータ（ＳＰＭ）５に駆動電流を流すためのパワーアンプで構成される。

【００４２】

リードチャネル１５は、記録再生を行うための回路である。リードチャネル１５は、ホストＣＰＵよりのライトデータを磁気ディスク媒体６に記録するための変調回路、パラレルシリアル変換回路、磁気ディスク媒体６よりデータを再生するための復調回路、シリアルパラレル変換回路等を有する。

【００４３】

サーボ復調回路１６は、磁気ディスク媒体６に記録されたサーボパターンを復調する回路であり、ピークホールド回路、あるいは積分回路等を有する。

【００４４】

尚、図示されていないが、ドライブＨＤＡ内には、磁気ヘッド４に記録電流を供給するライトアンプと、磁気ヘッド４よりの再生電圧を増幅するプリアンプとを内蔵したヘッドＩＣが設けられている。

【００４５】

図３は、ＤＳＰ１２の位置決め制御ブロック図、図４は、その要部波形図である。

【００４６】

サーボ復調回路１６は、磁気ヘッド４より読み取られたヘッド位置決めのためのサーボ信号を、位置に対応した電圧として復調する。ＡＤ（アナログ・デジタル）コンバータ１８は、この位置信号を８ビットのデジタル値に変換する。ＤＳＰ１２は、このデジタル位置信号を読み取り、ソフトウェアで実現されたサーボ制御演算を行い、制御信号を出力する。ＤＡ（デジタル・アナログ）コンバータ１９は、制御信号をアナログ電圧に変換する。ＶＣＭ駆動回路１３は、このアナログ電圧を増幅して、ＶＣＭ３を駆動する。ＶＣＭ３は、その制御量に応じて、磁気ヘッド４を移動する。

【００４７】

ＤＳＰ１２内のブロック２０～２５は、ＤＳＰ１２の処理をブロック化したものであり、プログラムにより実現される。サーボ制御部２０は、ＡＤコンバータ１８のデジタル位置信号を読み取り、周知のサーボ演算処理を行うものである。このサーボ制御部２０は、ヘッド４を目標トラックに移動させるシーク制御と、そのトラックを正確にトレースするトラックフォロー制御とを選択的に行う。シーク制御では、目標トラック位置と、デジタル位置信号による現在位置との差を演算し、差に対応した速度信号（第２の制御信号）を演算する。トラックフォロー制御では、デジタル位置信号により位置ずれ量を得て、ＰＩＤ演算等により、位置ずれをゼロにする制御信号を演算する。

【００４８】

乱数波形生成処理部２１は、所定の周期で乱数を発生して、所定の帯域のランダム波を生成するためのものである。乱数波形生成処理部２１は、乱数発生部２２に、乱数発生を指示する。乱数発生部２２は、乱数（例えば、Ｍ系列の乱数）を発生する。その帯域は、乱数の発生周期の逆数の１／２の周波数となる。処理部２１は、アクチュエータの移動量が充分な大きさとなる周期で、乱数発生を指示する。

【００４９】

アッテネータ２３は、ランダム波のレベルを調整するためのものである。後述するように、位置誤差が最小となるように、処理部２１の指示により、ランダム波のレベルを調整される。スイッチ２４は、シーク制御時は、ランダム波の制御信号への印加を阻止して、トラックフォロー制御時にのみ、ランダム波の制御信号への印加を行うためのものである。

【００５０】

加算器２５は、サーボ制御部２０からの制御信号に、ランダム波を加算するものである。この加算結果が、サーボ制御信号として、ＤＡコンバータ１９に出力される。

【００５１】

図４は、各部の波形のイメージ図である。実際は、デジタル演算で実現されるため各部の出力は数値で示されるが、理解を容易にするため、アナログイメージで表現されている。

【００５２】

サーボゲート信号は、セクターサーボタイプの磁気ディスク媒体上に記録されたサーボ信号の場所を示すものである。サーボゲート信号は、例えば、タイマーにより与えられる。サーボゲート信号は、例えば、５．４ＫＨｚの制御信号であり、ＤＳＰ１２のサーボ制御部２０は、サーボゲート信号のタイミングで、サーボ信号を読み取り、サーボ制御信号（ＶＣＭの制御電流）ＣＶを演算する。この制御電流ＣＶは、ＤＡコンバータ１９に与える２進デジタル値であるが、図４では、ＤＡコンバータ１９の出力のイメージとして示してある。又、この制御電流は、トラックフォロー制御時のものを図示している。

【００５３】

クロックは、ランダム波を生成するタイミングを与えるものであり、ハードウェアあるいはソフトウェアのタイマーにより作成される。生成処理部２１は、このクロックを、乱数発生部２２に与える。乱数発生部２２は、このクロックのタイミングで、乱数を発生し、ＶＣＭに流すランダム電流ＲＮを出力する。本実施例では、クロックの周波数は、サーボゲート信号の周波数の６倍の３２．４ＫＨｚである。従って、ランダム波の帯域は、その１／２の１６．２ＫＨｚである。このランダム波ＲＮも、サーボ制御信号ＣＶと同様に

、ＤＡコンバータ１９の出力のイメージとして示してある。

【００５４】

このサーボ制御信号ＣＶと、スイッチ２４を介して与えられるランダム波ＲＮとが、加算器２５で加算され、ＶＣＭの制御信号（ＣＶ＋ＲＮ）が得られる。

【００５５】

このようにして、常に、ランダムな微小振動量をアクチュエータに与えることにより、アクチュエータのベアリングの静止状態をなくすようにした。これにより、アクチュエータは、動摩擦のみとなり、制御量に対し回転量を線型な特性とすることができる。その結果、位置決め精度が向上する。

【００５６】

サーボシステムに、常に、与えるランダムな微小制御量は、外乱（ノイズ）に相当して、位置決め精度を低下する方向に作用するが、この損失よりも、ベアリングの線型化による位置決め精度の向上の方が大きい。このため、総合の位置決め精度は、向上する。

【００５７】

更に、ランダム波のパワースペクトラムは、フラットであるので、ランダム波をサーボシステムに注入しても、サーボシステムの共振点を励振する量は小さい。

【００５８】

また、サーボシステムの共振点にノッチフィルタ等を挿入し、加振しないようにすることもできる。フィルタの挿入位置は、ＶＣＭ駆動回路、乱数発生部等が考えられる。

【００５９】

その上、位置ずれ量（サーボ信号）は、正規分布をしており、ランダム波は、正規分布をしているため、正規分布同志を加算している。正規分布信号同志の加算結果は、入力される第１の信号を２乗したものと、第２の信号を２乗したものを加算した加算結果を、ルートで開いて得られる。従って、正規分布信号同志の加算結果は、正規分布していない信号を単純に加算した結果より、小さくなる。従って、外乱をサーボシステムに注入しても、サーボ位置決め精度の低下を最小限に抑えることができる。

【００６０】

これにより、磁気ディスク装置では、ボールベアリングを使用しても、トラックフォロー制御の位置精度が向上し、狭トラック化が可能となり、記録密度の向上を実現できる。又、低価格のボールベアリングを使用できるため、装置のコスト低減に寄与できる。

【００６１】

又、シーク制御時は、連続移動しているため、ベアリングの静止摩擦は問題とならない。このため、シーク制御時は、スイッチ２４により、ランダム波の注入を阻止している。これにより、シーク制御時に、不要な外乱の注入を防止できる。このため、シーク性能が低下することを防止できる。勿論、シーク制御時に、ランダム波を注入しても良い。このようにすると、スイッチ２４が不要となり、プログラムで実現する場合でも、プログラムの容量を削減できる。

【００６２】

更に、乱数を生成するため、デジタル演算により、ランダム波を容易に生成できる。又、乱数の帯域は、広い方が望ましい。図４に示したように、サーボゲートの周波数より高い周波数で乱数を発生させることにより、乱数の帯域を広くすることができる。これにより、サーボ制御信号の制御量に与える影響は小さくなる。

【００６３】

次に、ランダム波のレベルは、位置決め精度が最良となるように、決定することが望ましい。図５は、ランダム波のレベルと位置決め精度（位置エラー量）との関係図、図６は、ランダム波のレベル調整フロー図、図７は、位置エラー量のヒストグラム図である。

【００６４】

ランダム波のレベルは、アッテネータ２３により、調整される。位置決め精度は、図７に示すように、位置信号（位置エラー量）のヒストグラムの標準偏差σを求めることにより、測定できる。位置信号は、サーボゲート内のサーボ信号を読み取ることによって得ら

れ、例えば、１トラック分の位置信号をサンプル値として、標準偏差σを求めることができる。図５に示すように、この位置信号の標準偏差σは、ランダム波のレベルにより変化する。そして、位置信号の標準偏差σが最小となるランダム波のレベルが存在する。このランダム波の最適レベルを測定することにより、位置決め精度を最良とすることがてきる。

【００６５】

図６に示すように、ランダム波のレベルを変化して、前述したデジタル位置信号を読み取り、デジタル位置信号の標準偏差σを計算する。そして、今回の標準偏差σが、前回に設定したランダム波のレベルにおける標準偏差と比較する。今回の標準偏差σが、前回の標準偏差σより小さい場合には、更に、レベルの最良点を探すべく、ランダム波のレベルを増大して、デジタル位置信号の標準偏差の測定を行う。

【００６６】

一方、今回の標準偏差σが、前回の標準偏差σより大きい場合には、前回の標準偏差が最小である。従って、前回の標準偏差のレベルを最適レベルとして決定する。

【００６７】

この調整処理を、図３のランダム波形生成処理部２１が実行する。そして、各磁気ディスク装置毎に、最適レベルが異なるため、各磁気ディスク装置毎に、調整する。又、磁気ディスク装置が、キャリブレーション時に実行することもできる。

【００６８】

この標準偏差σは、次の（１）式により，計算することができる。

【００６９】

【数１】

$$\sigma=\sqrt{((\sum x^2-n\bar{x}^2)/n)} \quad \cdots(1)$$

【００７０】

尚、ｘはサンプル値、ｎはサンプル数である。

【００７１】

このように、ランダム波を注入しても、ランダム波のレベルを調整するので、位置決め精度を最良にすることがてきる。

【００７２】

上述の実施の態様の他に、本発明は、次のような変形が可能である。

【００７３】

(1) 前述の実施の態様では、位置決め制御装置を磁気ディスクドライブのヘッド位置決め装置により説明したが、他のトラックにヘッドを位置決めする装置に適用できる。

【００７４】

(2) 同様に、ベアリングを有するアクチュエータを目標位置に位置決めする他の位置決め制御装置にも適用できる。

【００７５】

(3) サーボ制御信号に、ランダム波を加算しているが、サーボ制御部の入力の位置信号にランダム波を加算しても、同様の効果がある。又、ランダム波の代わりに、正弦波を加算することも考えられる。

【００７６】

以上、本発明を実施の形態により説明したが、本発明の主旨の範囲内で種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【産業上の利用可能性】

【００７７】

（１）常に、ランダムな微小振動量をアクチュエータに与えて、アクチュエータのベアリングの静止状態をなくすようにしたため、アクチュエータは、動摩擦のみとなり、制御量に対し線型な特性とすることができる。その結果、位置決め精度が向上する。サーボシ

ステムに、常に、与えるランダムな微小制御量は、外乱（ノイズ）に相当して、トラックフォロー時の位置決め精度を低下する方向に作用するが、この損失よりも、ベアリングの線型化による位置決め精度の向上の方が大きい。このため、総合の位置決め精度は、向上する。（２）ランダム波のパワースペクトラムは、フラットである。このため、ランダム波をサーボシステムに注入しても、サーボシステムの共振点を励振する量は小さい。（３）その上、位置ずれ量は、正規分布をしており、ランダム波は、正規分布をしているため、正規分布同志を加算している。正規分布同志の加算結果は、単純に加算した結果より、小さくなる。従って、外乱をサーボシステムに注入しても、位置決め精度の低下を最小限に抑えることができる。（４）サーボゲートの周波数より高い周波数で乱数を発生させることにより、乱数の帯域を広くすることができる。これにより、サーボ制御信号の制御量に与える影響は小さくなる。

【図面の簡単な説明】

【００７８】

【図１】本発明の一実施の形態の磁気ディスク装置の構成図である。

【図２】図１の磁気ディスク装置のブロック図である。

【図３】図２の位置決め制御ブロック図である。

【図４】図３の構成の要部波形図である。

【図５】図３の構成におけるランダム波レベルの特性図である。

【図６】図３の構成におけるレベル調整処理フロー図である。

【図７】図６の処理におけるデジタル位置信号のヒストグラム図である。

【図８】従来技術の説明図である。

【図９】従来のアクチュエータの特性図である。

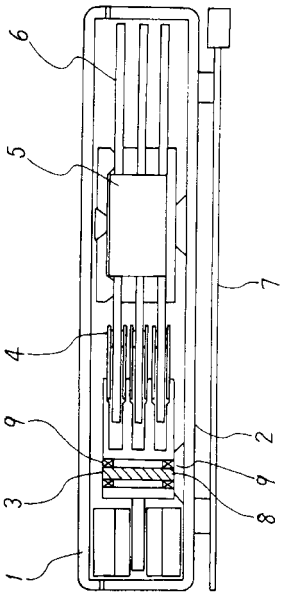
【符号の説明】

【００７９】

３　アクチュエータ
４　磁気ヘッド
５　スピンドルモータ
６　磁気ディスク
８　固定軸
９　ボールベアリング
１２　ＤＳＰ
２０　サーボ制御部
２２　乱数発生部
２３　アッテネータ
２４　スイッチ
２５　加算器

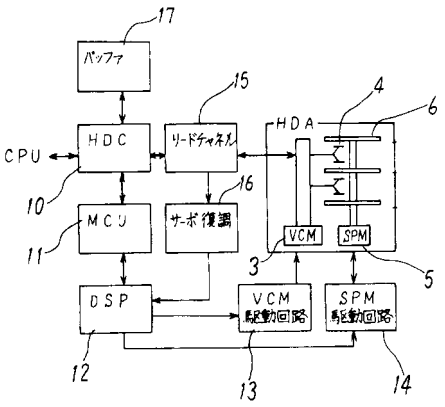
【図１】

磁気ディスク装置の構成図



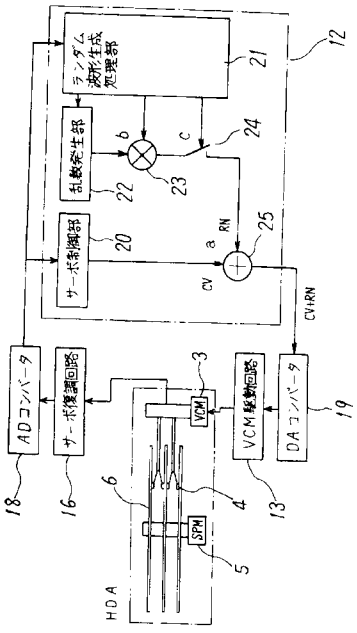
【図２】

磁気ディスク装置のブロック図



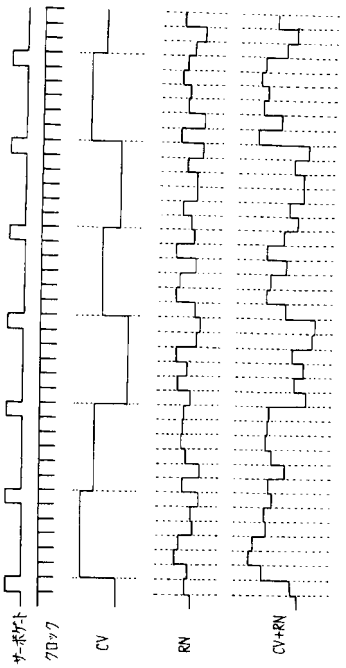
【図３】

位置決め制御ブロック図



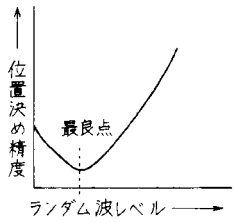
【図４】

要部波形図



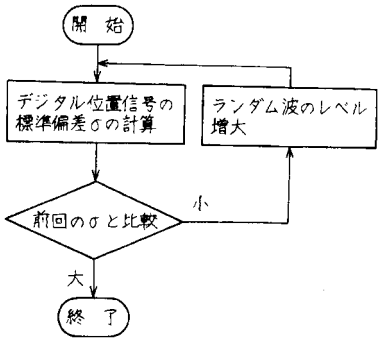
【図５】

ランダム波レベルの特性図



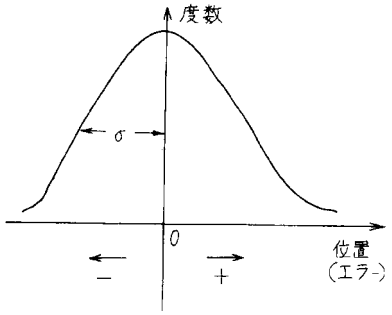
【図６】

レベル調整処理フロー図



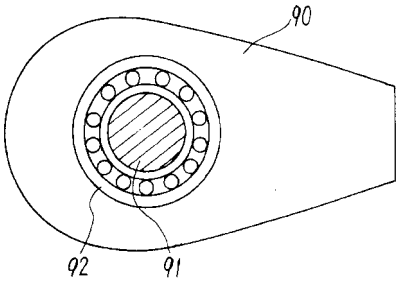
【図７】

デジタル位置信号のヒストグラム



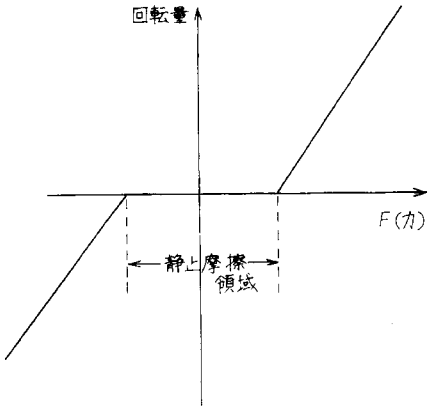
【図８】

従来技術



【図９】

従来のアクチュエータの特性図



フロントページの続き

(72)発明者　笠井　希一郎
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　井上　和俊

(56)参考文献　特開平０６－１５０５９１（ＪＰ，Ａ）
特開昭６０－１０１７７９（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－２９４５７０（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ１１Ｂ　２１／１０