

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-25852

(P2005-25852A)

(43) 公開日 平成17年1月27日(2005.1.27)

(51) Int. Cl.⁷
G 1 1 B 21/08

F I
G 1 1 B 21/08
G 1 1 B 21/08

テーマコード (参考)
5 D 0 8 8

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-189672 (P2003-189672)
(22) 出願日 平成15年7月1日(2003.7.1)

(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号
(74) 代理人 100058479
弁理士 鈴江 武彦
(74) 代理人 100091351
弁理士 河野 哲
(74) 代理人 100088683
弁理士 中村 誠
(74) 代理人 100108855
弁理士 蔵田 昌俊
(74) 代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
(74) 代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎

最終頁に続く

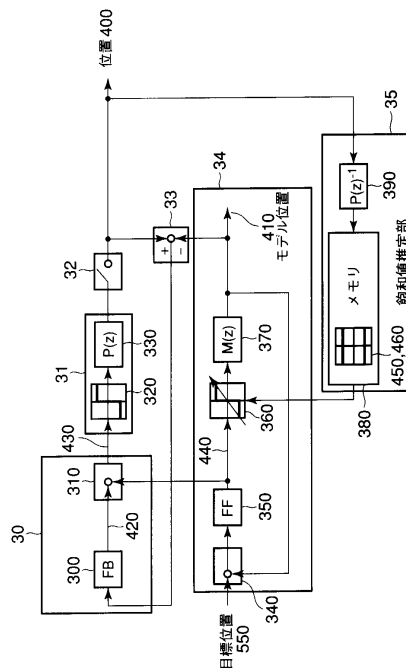
(54) 【発明の名称】 ディスク記憶装置及びヘッド位置決め制御方法

(57) 【要約】

【課題】 CPUに対する過大な演算負荷を招くことなく、外部の環境変化に応じて変化する飽和特性を有するアクチュエータの制御を確実にこなうヘッド位置決め制御を実現したディスクドライブを提供することにある。

【解決手段】 フィードバック制御部30とフィードフォワード制御部34とを組み合わせたヘッド位置決め制御システムが開示されている。当該システムは、最大シーク動作時に、飽和値推定部35によりアクチュエータ330の飽和値を推定して、フィードフォワード制御部34の可変リミッタ360にセットする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ディスク媒体の半径方向にヘッドを移動させるアクチュエータ機構と、
前記アクチュエータ機構を制御して、前記ヘッドを前記ディスク媒体上の目標位置に位置
決めするヘッド位置決め制御手段とを具備し、
前記ヘッド位置決め制御手段は、
前記ヘッドを前記ディスク媒体上の最大移動距離に相当する範囲を移動させる最大シーク
動作を実行させたときに、前記アクチュエータ機構の飽和値を算出する飽和値推定手段と

、
当該飽和値推定手段により算出された飽和値を格納するメモリ手段と、 10

前記ヘッドを前記ディスク媒体上の目標位置に位置決めするときに、前記メモリ手段に格
納された前記飽和値を入力してフィードフォワード補償値を算出するフィードフォワード
制御手段と、
前記フィードフォワード補償値を入力するフィードバック制御により、前記飽和値に基づ
いた制御操作量を算出して前記アクチュエータ機構を制御する位置決め制御手段と
を有することを特徴とするディスク記憶装置。

【請求項 2】

前記ヘッド位置決め制御手段は、前記アクチュエータ機構の動作状態を検出する検出手段
を含み、
前記飽和値推定手段は、前記最大シーク動作に従って前記検出手段により検出された前記
アクチュエータ機構の動作状態から加速度値を算出し、当該加速度値に従って前記飽和値
を算出するオブザーバであることを特徴とする請求項 1 に記載のディスク記憶装置。 20

【請求項 3】

前記ヘッド位置決め制御手段は、前記アクチュエータ機構の動作に応じた前記ヘッドの位
置を検出する位置検出手段を含み、
前記飽和値推定手段は、前記最大シーク動作に従って前記位置検出手段から出力される位
置情報に基づいて前記飽和値を算出するオブザーバであることを特徴とする請求項 1 に記
載のディスク記憶装置。

【請求項 4】

前記フィードフォワード制御手段は、前記目標位置と制御対象モデルの位置との誤差に基
づいて前記フィードフォワード補償値に相当するフィードフォワード制御操作量を算出す
るモデル追従制御手段と、 30
前記飽和値推定手段から出力される前記飽和値をセットし、当該飽和値に基づいて前記フ
ィードフォワード制御操作量を制限して前記制御対象モデルに出力する可変リミッタ手段
とを具備したことを特徴とする請求項 1 に記載のディスク記憶装置。

【請求項 5】

前記飽和値推定手段は、前記最大シーク動作に従って、前記アクチュエータ機構の飽和特
性の最大飽和値または最小飽和値である前記飽和値を算出することを特徴とする請求項 1
から請求項 4 のいずれか 1 項に記載のディスク記憶装置。

【請求項 6】

前記飽和値推定手段は、非リード/ライト動作時に、前記ヘッドを前記ディスク媒体上の
最外周領域から最内周領域まで移動させる最大シーク動作、またはその逆方向へ移動させ
る最大シーク動作に従って前記飽和値を算出することを特徴とする請求項 1 から請求項 5
のいずれか 1 項に記載のディスク記憶装置。 40

【請求項 7】

前記ヘッド位置決め制御手段は、温度変化に従って、非リード/ライト動作時に、前記ヘ
ッドを前記ディスク媒体上の最外周領域から最内周領域まで移動させる最大シーク動作、
またはその逆方向へ移動させる最大シーク動作を実行する手段を含み、
前記飽和値推定手段は、当該温度変化に伴う前記最大シーク動作に従って前記飽和値を
算出することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載のディスク記憶装 50

置。

【請求項 8】

前記ヘッド位置決め制御手段は、前記アクチュエータ機構に含まれるモータの加速度を検出する加速度センサを含み、

前記飽和値推定手段は、前記最大シーク動作に従って前記加速度センサにより検出された加速度値に従って前記飽和値を算出することを特徴とする請求項 1 に記載のディスク記憶装置。

【請求項 9】

ディスク媒体上にデータを記録又は再生するヘッド、及び当該ヘッドを搭載して前記ディスク媒体上の半径方向にヘッドを移動させるアクチュエータ機構を有するディスク記憶装置に適用するヘッド位置決め制御方法であって、

非リード/ライト動作時に、前記アクチュエータ機構を制御して、前記ヘッドを前記ディスク媒体上の最大移動距離に相当する範囲を移動させる最大シーク動作を実行するステップと、

前記最大シーク動作に従って、前記アクチュエータ機構の飽和値を算出するステップと、前記飽和値をメモリに格納するステップと、

前記ヘッドを前記ディスク媒体上の目標位置に位置決めするとき、前記メモリに格納された前記飽和値を入力してフィードフォワード補償値を算出するフィードフォワード制御、及び当該フィードフォワード補償値を入力するフィードバック制御を実行して前記アクチュエータ機構を制御するステップと

を有する手順を実行することを特徴とするヘッド位置決め制御方法。

【請求項 10】

前記飽和値を算出するステップは、

前記最大シーク動作に従った前記アクチュエータ機構の動作状態から加速度値を算出し、当該加速度値に従って前記飽和値を算出することを特徴とする請求項 9 に記載のヘッド位置決め制御方法。

【請求項 11】

前記飽和値を算出するステップは、

前記最大シーク動作に伴う前記ヘッドの位置を示す位置情報に基づいて前記飽和値を算出することを特徴とする請求項 9 に記載のヘッド位置決め制御方法。

【請求項 12】

前記飽和値を算出するステップは、

前記最大シーク動作に従って、前記アクチュエータ機構の飽和特性の最大飽和値または最小飽和値である前記飽和値を算出することを特徴とする請求項 9 に記載のヘッド位置決め制御方法。

【請求項 13】

前記最大シーク動作を実行するステップは、

前記ヘッドを前記ディスク媒体上の最外周領域から最内周領域まで移動させる最大シーク動作、またはその逆方向へ移動させる最大シーク動作を実行することを特徴とする請求項 9 に記載のヘッド位置決め制御方法。

【請求項 14】

前記最大シーク動作を実行するステップは、

前記ディスク記憶装置の周囲または内部の温度変化に従って、非リード/ライト動作時に、前記ヘッドを前記ディスク媒体上の最外周領域から最内周領域まで移動させる最大シーク動作、またはその逆方向へ移動させる最大シーク動作を実行することを特徴とする請求項 9 に記載のヘッド位置決め制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般的にはディスク記憶装置に関し、特に、フィードバック制御とフィードフ

10

20

30

40

50

ワード制御とを組み合わせた制御方式を採用したヘッド位置決め制御技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般的に、ハードディスクドライブを代表とするディスク記憶装置（以下ディスクドライブと呼ぶ）には、ボイスコイルモータ（VCM）を含むアクチュエータを制御することにより、ヘッドをディスク媒体（以下単にディスクと呼ぶ）上の目標位置に位置決めするためのヘッド位置決め制御システムが組み込まれている。

【0003】

ところで、アクチュエータのVCMなどのモータは、その構造上等の理由から、無限の大きさのトルクを出力することは不可能である。即ち、ヘッド位置決め制御システムでの制御対象（プラント）であるアクチュエータ（狭義にはVCM）には、出力に限界（飽和）が存在する。

10

【0004】

従来のシステムでは、制御対象の飽和値を固定値と想定し、当該固定飽和値を用いたリミッタが、コントローラに組み込まれている。具体的には、当該リミッタは、VCMを駆動制御するVCMドライバに組み込まれている。このリミッタを組み込むことにより、システムが過大な制御操作量（制御対象に対する制御入力値）を制御対象に出力したときに、当該制御対象が破壊されるような事態を回避する設計がなされている。

【0005】

実際の設計では、リミッタの仕様である固定リミッタ値（固定飽和値）を決定する場合に、アクチュエータを駆動するときの電流量の最大値及び最小値を実機で測定する事が成されている。また、同一構造の複数のアクチュエータを使用して、それぞれの測定結果の平均値を用いて算出して、固定リミッタ値の決定が行なわれている。

20

【0006】

しかし、飽和値は、温度や電圧などの環境条件により変化することが確認されている。従来は、安全上の問題などから、最も飽和の起こりやすい悪条件での飽和値を用いて、リミッタの設計がなされている。このため、飽和値が環境条件により大きく変化することを想定した場合には、相対的に低めのリミッタを設ける設計がなされる。従って、通常環境条件においても、アクチュエータの出力性能の最大値まで活用できないという問題が発生する。

30

【0007】

また、前述のアクチュエータのように、飽和特性を有する制御対象を制御するシステムが、積分要素を持つフィードバック制御系から構成されている場合には、以下のような問題が発生する。即ち、制御操作量（制御入力値）の制限が原因となり、時間経過に応じて制御対象の制御量（ディスクドライブではヘッドの位置）が大きくオーバーシュートしたり、振動的になったりするワインドアップ（wind up）現象を生じ易くなる。

【0008】

このワインドアップ現象を抑制する制御方法として、主としてリミッタへの入力値が飽和値を越えたら積分をリセットさせる方法と、リミッタへの入力値と出力値の偏差をフィードバックして積分入力を0に収束させる方法が周知である。

40

【0009】

これに対して、温度・電圧・湿度変化など外部の環境変化に応じて変化するアクチュエータの飽和特性を推定する方法と、後者の方法とを組み合わせた制御系が有効である（例えば、特許文献1を参照）。

【0010】

【特許文献1】

特開2001-195102号公報

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前述の先行技術文献に開示されている制御方法では、制御対象より得られ

50

た環境情報に基づいて、飽和値推定機能から飽和特性の最大値及び最小値を推定するという演算動作を制御サンプルごとに毎回行う必要がある。このため、ディスクドライブのヘッド位置決め制御システムのメイン要素であるCPUに必要な演算処理量及び演算速度が大きくなり、演算処理能力の高いCPUが要求されるなどの問題がある。

【0012】

CPUに対する負荷を軽減するために、外部の環境変化と飽和特性との関係を予め計算して、この計算結果をテーブル情報として格納することにより、飽和値算出のためのCPUの演算処理量を低減する方法も考えられる。しかし、この方法では、テーブル情報を格納する大容量のメモリが必要となったり、またテーブル情報を求めるための煩雑な作業が要求される。また特に、同一のアクチュエータであっても、個体差が存在する場合があります、

10

【0013】

そこで、本発明の目的は、CPUに対する過大な負荷を招くことなく、外部の環境変化に応じて変化する飽和特性を有するアクチュエータの制御を確実にこなうヘッド位置決め制御を実現したディスクドライブを提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】

本発明の観点は、フィードバック制御系とフィードフォワード制御系とを組み合わせたヘッド位置決め制御システムにおいて、最大シーク動作時に、制御対象であるアクチュエータの飽和値を推定して、外部の環境変化に応じて変化する飽和特性に適応するアクチュエータの制御を実現した当該システムを有するディスクドライブに関する。

20

【0015】

本発明の観点に従ったディスクドライブは、ディスク媒体の半径方向にヘッドを移動させるアクチュエータ機構と、前記アクチュエータ機構を制御して、前記ヘッドを前記ディスク媒体上の目標位置に位置決めするヘッド位置決め制御手段とを具備し、前記ヘッド位置決め制御手段は、前記ヘッドを前記ディスク媒体上の最大移動距離に相当する範囲を移動させる最大シーク動作を実行させたときに、前記アクチュエータ機構の飽和値を算出する飽和値推定手段と、当該飽和値推定手段により算出された飽和値を格納するメモリ手段と、前記ヘッドを前記ディスク媒体上の目標位置に位置決めするときに、前記メモリ手段に格納された前記飽和値を入力してフィードフォワード補償値を算出するフィードフォワード制御手段と、前記フィードフォワード補償値を入力するフィードバック制御により、前記飽和値に基づいた制御操作量を算出して前記アクチュエータ機構を制御する位置決め制御手段とを備えたものである。

30

【0016】

【発明の実施の形態】

以下図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。

【0017】

図1は、本実施形態に関するヘッド位置決め制御システムの概念的構成を示すブロック図であり、図2は同実施形態に関するディスクドライブの要部を示すブロック図である。

【0018】

(ディスクドライブの構成)

ディスクドライブは、図2に示すように、磁気記録媒体であるディスク1と、ディスク1に対してデータのリード/ライト動作を行なうための磁気ヘッド(以下単にヘッドと呼ぶ)2とを有する。ディスク1は、スピンドルモータ(SPM)3により回転される。

40

【0019】

ヘッド2は、ボイスコイルモータ(VCM)5を含むアクチュエータ4に搭載されている。VCM5は、モータドライバIC6に含まれるVCMドライバ60により駆動電流が供給される。モータドライバIC6は、VCMドライバ60と共にSPMドライバ61を含み、CPU10により制御される。

【0020】

50

ここで、ヘッド 2 は、リード動作を実行するためのリードヘッドと、ライト動作を実行するライトヘッドとがスライダ上に実装された構造である。アクチュエータ 4 は、後述するように、CPU 10 をメイン要素とするヘッド位置決め制御システムにより駆動制御されて、ヘッド 2 をディスク 1 上の目標位置まで移動させる。

【0021】

さらに、ディスクドライブは、プリアンプ回路 7 と、R/Wチャンネル 8 と、ディスクコントローラ (HDC) 9 と、CPU 10 と、メモリ 11 とを有する回路系を備えている。

【0022】

プリアンプ回路 7 は、リードヘッドから出力されるリード信号を増幅するリードアンプ及びライトアンプを有する。ライトアンプは、R/Wチャンネル 8 から出力されるライトデータ信号をライト電流信号に変換して、ライトヘッドに送出する。R/Wチャンネル 8 は、リード/ライトデータ信号 (サーボデータ信号を含む) を処理する信号処理用 IC である。

10

【0023】

HDC 9 は、ドライブとホストシステム 20 (例えばパーソナルコンピュータやデジタル機器) とのインターフェース機能を有する。具体的には、HDC 9 は、バッファメモリ 90 を管理して、ディスク 1 とホストシステム 20 間のリード/ライトデータの転送制御を実行する。バッファメモリ 90 は、リード/ライトデータを一時的に格納する DRAM である。

【0024】

CPU 10 は、ドライブのメイン制御装置であり、ヘッド位置決め制御システムのメイン構成要素である。メモリ 11 は、不揮発性メモリであるフラッシュメモリ (EEPROM) 110 以外に、RAM 及び ROM などを含み、CPU 10 の制御に必要な各種データ及びプログラムを保存する。

20

【0025】

更に、ディスクドライブは、温度センサ 12 及び加速度センサ 13 を有する。温度センサ 12 は、ドライブ内の温度を検出し、当該温度値を CPU 10 に出力する。また、加速度センサ 13 は、VCM 5 の駆動によるアクチュエータ 4 の加速度を検出し、当該加速度値を CPU 10 に出力する。

【0026】

(ヘッド位置決め制御システム)

30

本実施形態のヘッド位置決め制御システムは、フィードバック制御系とフィードフォワード制御系とを組み合わせた制御系 (2自由度制御系) である。当該システムは、ディスクドライブに組み込まれて、主として CPU 10 及び R/Wチャンネル 8 により実現される。

【0027】

本システムは、制御対象 31 として、飽和特性を有するアクチュエータ 4 (実際には VCM 5) を想定し、当該アクチュエータ 4 を駆動制御してヘッド 2 を目標位置 500 に位置決めする。ここで、制御対象 31 としては、狭義の制御対象 (プラント) 330 であるアクチュエータ 4 (VCM 5) 以外に、制御入力 (制御操作量) を制限するリミッタ 320 を含む。当該リミッタ 320 は、実際には VCM ドライバ 60 に組み込まれている。

【0028】

40

本システムは、図 1 に示すように、大別して、フィードバック制御部 30 と、内部に可変リミッタ 360 を有するフィードフォワード制御部 34 と、飽和値推定部 35 の各ブロックから構成されている。

【0029】

フィードバック制御部 30 は、フィードバック・コントローラ (FB コントローラと表記する) 300 と、加算器 310 とを含む。FB コントローラ 300 は、位置センサ 32 により検出されたヘッドの位置情報 400 と、後述するモデル位置情報 410 との誤差を解消するための制御操作量 420 を算出する。加算器 310 は、当該制御操作量 420 と、フィードフォワード・コントローラ (FF コントローラと表記する) 350 により算出されるフィードフォワード制御操作量 (以下 FF 補償値と表記する) 440 とを加算した制

50

御操作量 430 を制御対象 31 に出力する。

【0030】

位置センサ 32 は、具体的には R/W チャンネル 8 に含まれる位置検出部であり、プラント 330 の動作状態からヘッド 2 の位置を示す位置情報 400 を算出する。加算器 33 は、位置情報 400 と、フィードフォワード制御部 34 から出力されるモデル位置情報 410 との誤差を算出する。

【0031】

フィードフォワード制御部 34 は、目標位置 500 を入力する加算器 340 と、FF コントローラ 350 と、可変リミッタ 360 と、制御対象モデル 370 とを有する。制御対象モデル 370 は、制御対象 31 に含まれるプラント 330 の数学的モデルである。加算器 340 は、当該モデル 370 から得られるモデル位置情報 410 と、実際のプラント 330 の目標位置 500 との誤差を算出する。

10

【0032】

FF コントローラ 350 は、目標位置 500 とモデル位置 410 との誤差を解消するための FF 補償値 440 を算出する。可変リミッタ 360 は、当該 FF 補償値 440 である制御操作量を、制御対象 31 のアクチュエータ 330 が有する飽和特性と同じ制限処理を実行して、制御対象モデル 370 に出力する。

【0033】

ここで、フィードフォワード制御部 34 では、制御対象モデル 370 はフィードバック制御量である。即ち、フィードフォワード制御部 34 では、制御対象 31 とは独立して、制御対象モデル位置 410 が目標位置 500 と同じになるようにフィードバック制御を実行して、これを FF 補償値 440 (FF 制御操作量) として制御対象 31 に入力していることになる。

20

【0034】

飽和値推定部 35 は、メモリ 380 と、オブザーバ 390 とを有する。オブザーバ 390 は、プラント 330 の逆モデルとなる数学的モデルで構成されており、センサ 32 により検出された位置情報 400 からプラント 330 の飽和値を算出する。即ち、位置情報 400 には、プラント 330 の飽和値が含まれていると想定できる。オブザーバ 390 は、当該位置情報 400 から加速度値を計算して、当該加速度値からプラント 330 の飽和値を推定する。ここで、飽和値は、飽和上界値 450 と、飽和下界値 460 とを含み、メモリ 380 に格納される。

30

【0035】

(ヘッド位置決め制御の手順)

以下図 1 と図 2 以外に、図 3 のフローチャートを参照して、本実施形態のヘッド位置決め制御の手順を説明する。

【0036】

まず、ディスクドライブに電源が投入されると、CPU 10 は、通常のランプロード動作 (パーキング動作) を実行して、ヘッド 2 をディスク 1 の外側に設けられているランブ部材 (パーキングランブ) まで移動させる (ステップ S1)。ランプロード動作は、非リード/ライト動作時に、ヘッド 2 をディスク 1 上から退避させるための動作である。

40

【0037】

次に、CPU 10 は、リード/ライト動作時のシーク動作の前に、最初のシーク動作 (ファーストシークとも呼ばれている) を実行する (ステップ S2 の YES, S3)。最初のシーク動作は、ヘッド 2 をディスク 1 の外側の位置 (ランブ部材) から最内周位置まで移動させて、ヘッド 2 のディスク 1 上における浮上姿勢を安定化させる。

【0038】

最初のシーク動作は、ヘッド 2 がディスク 1 上の最外周から最内周まで移動する最大距離のシーク (最大シーク動作と表記することがある) であるため、CPU 10 (FB コントローラ 300) が算出する制御操作量 420 は、シーク動作の中でも最大値となる。即ち、アクチュエータに含まれる VCM 5 (プラント 330) には、最大電流が供給される。

50

【0039】

ここで、CPU10 (FBコントローラ300)は、最大シーク動作時には、アクチュエータ (VCM5)の有する飽和特性を超えた制御操作量を算出する可能性がある。このため、図1に示すように、制御対象31には、当該飽和値を考慮して、制御操作量 (制御入力値)を制限するためのリミッタ320が設けられている。

【0040】

本実施形態のシステム (CPU10)では、飽和値推定部35は、オブザーバ390により、当該ファーストシーク時に、センサ32 (R/Wチャンネル8)から得られる位置情報400 (ヘッド2の現在位置)を使用して、当該飽和値を算出する (ステップS4)。具体的には、オブザーバ390は、プラント330の逆モデルとなる数学的モデルで構成されてお

10

【0041】

り、センサ32により検出された位置情報400を使用して、最大シーク動作時にプラント330に入力される制御操作量を推定する。飽和値推定部35は、オブザーバ390により算出された飽和値に含まれる飽和上界値450及び飽和下界値460を、メモリ380に格納する (ステップS5)。最大シーク動作の完了後に、飽和値推定部35による飽和値の推定処理は終了となる。そして、フィードフォワード制御部34は、メモリ380に保存された飽和上界値450及び飽和下界値460を含む飽和値を、可変リミッタ360にセットする。なお、可変リミッタ360の初期値は、飽和値推定時には影響を与えないように、十分大きな値が設定されている。これは、制御対象330の飽和値を正確に推定するためである。

20

【0042】

以上の手順により、例えば電源投入直後のファーストシーク時に、制御対象330であるアクチュエータ (VCM5)の飽和値 (450, 460)を推定して、フィードフォワード制御部34の可変リミッタ360にセットする。この処理後に、図1に示すFB制御系30及びFF制御系34を組み合わせたシステムによる通常のヘッド位置決め制御の動作に移行する (ステップS6, S7)。

【0043】

即ち、FFコントローラ350は、目標位置500とモデル位置410との誤差を解消するためのFF補償値440を算出する。目標位置500とは、ディスク1上でリード/ライト対象の目標トラック位置であり、ヘッド2を位置決めすべき位置である。

30

【0044】

可変リミッタ360は、前述したように、飽和値推定部35から設定された飽和値に基づいて、当該FF補償値440である制御操作量を、制御対象31のアクチュエータ330が有する飽和特性と同じ制限処理を実行して、制御対象モデル370に出力する。

【0045】

フィードバック制御部30では、FBコントローラ300は、加算器33から出力される制御対象330の位置情報400とモデル位置情報410との誤差を入力し、制御操作量420を算出する。フィードバック制御部30は、当該制御操作量420とFF制御操作量440とを加算した結果430を、制御対象31に出力して制御する。このようなシステムであれば、外乱やモデル化誤差が存在した場合にも、正確に理想的なモデル (370)の動きに追従するよう制御できる。

40

【0046】

以上要するに本実施形態によれば、フィードフォワード制御部34及びフィードバック制御部30を組み合わせたシステムにおいて、ファーストシークなどの最大シーク動作時に、制御対象であるアクチュエータの飽和値を算出する。従って、制御サンプル毎に飽和値を算出する方法に対して、最大シーク動作を実行する特定時に算出する方法であるため、CPU10が飽和値を算出するための演算負荷の低減化を図ることができる。

【0047】

さらに、フィードフォワード制御部34の可変リミッタに算出した飽和値をセットすることにより、フィードフォワード制御部34により、アクチュエータの飽和特性の変化に応

50

じた補償機能を実現できるため、従来のウィンドアップ現象を起こさずに、アクチュエータの持つ能力を限界まで有効に活用できる。

【0048】

また、フィードフォワード制御部34が可変リミッタを有するため、フィードバック制御部30とは独立して設計することが可能であり、かつウィンドアップ現象の起こらない、もしくは起こりにくいフィードフォワード制御部34の設計が容易となる。

【0049】

(飽和値推定方法の変形例)

図4は、本実施形態の飽和値推定部35による飽和値推定方法の変形例を示すフローチャートである。

【0050】

近年、ディスクドライブは、例えば自動車に搭載されるデジタル機器の記憶装置として使用されることがある。このような使用環境では、特に、外気の温度変化に伴ってディスクドライブの周囲温度も急激に変化することがある。このため、温度変化に伴って、ドライブ内のアクチュエータの飽和特性も大きく変化する可能性がある。

【0051】

本変形例は、温度変化に伴うアクチュエータの飽和特性の変化に応じて、ヘッド位置決め制御システムの可変リミッタ360の設定を更新するための方法である。以下、図4のフローチャートを参照して、具体的手順を説明する。

【0052】

まず、図2に示すように、CPU10は、ドライブ内に設けられた温度センサ12から温度検出値を所定の間隔で入力することにより、温度変化を監視している(ステップS11)。CPU10は、アクチュエータの飽和特性の変化に影響する程度の温度変化が発生していると判定すると、前述の飽和値推定処理を実行する(ステップS12のYES)。

【0053】

ここで、CPU10は、非リード/ライト動作時に、ヘッド2をディスク1上の最外周から最内周へのシーク動作、または最内周から最外周へのシーク動作である最大シーク動作を実行する(ステップS13)。この最大シーク動作時に、飽和値推定部35は、オブザーバ390により、センサ32から得られる位置情報400を使用して、当該飽和値を算出する(ステップS14)。

【0054】

飽和値推定部35は、オブザーバ390により算出された飽和値に含まれる飽和上界値450及び飽和下界値460を、メモリ380に格納する(ステップS15)。そして、フィードフォワード制御部34は、メモリ380に保存された飽和上界値450及び飽和下界値460を含む飽和値を、可変リミッタ360にセットする。即ち、可変リミッタ360の設定値は、制御対象330の飽和特性の変化に応じて更新される。

【0055】

以上のような本変形例の手順により、温度変化の検出に伴う最大シーク動作時に、制御対象330であるアクチュエータ(VCM5)の飽和値(450, 460)を推定して、フィードフォワード制御部34の可変リミッタ360にセットする。この処理後に、図1に示すFB制御系30及びFF制御系34を組み合わせたシステムによる通常のヘッド位置決め制御の動作に移行する(ステップS16, S17)。

【0056】

ここで、一般的に、温度変化などの環境変化は、それほど急激に起こるものではなく、徐々に変化していく。従って、本変形例では、CPU10は、温度センサ12からの温度検出値に従った境界条件を使用して、アクチュエータの飽和特性の変化を判定する。これにより、CPU10は、所定のサンプリング毎に飽和値の更新を行なう必要がなく、温度変化に伴って適宜に飽和上界値及び飽和下界値を算出して更新する。従って、CPU10の演算負荷を低減し、消費電力を抑制することができる。

【0057】

10

20

30

40

50

(ヘッド位置決め制御システムの変形例)

図5は、本実施形態のヘッド位置決め制御システムの変形例を示すブロック図である。

【0058】

本変形例は、最大シーク動作(例えばファーストシーク)時に、制御対象の位置情報400を使用することなく、加速度センサ13により検出される加速度値を使用して飽和値を推定する飽和値推定部50を有するシステムである。本実施形態のオブザーバ390は、位置情報400から加速度値を計算して、当該加速度値からプラント330の飽和値を推定している。

【0059】

図1に示すように、CPU10は、加速度センサ13により、アクチュエータ4またはヘッド2の移動に伴う加速度値を検出する。本変形例の飽和値推定部50は、最大シーク動作時に加速度センサ13により検出された加速度値を使用して、制御対象であるアクチュエータ(VCM)の飽和値を算出し、当該飽和値に含まれる飽和上界値450及び飽和下界値460をメモリ380に格納する。

10

【0060】

なお、本変形例の飽和値推定部50は、図3又は図4のフローチャートに示すように、ファーストシーク時または温度変化に伴う最大シーク動作時に、制御対象の飽和値を算出する。

【0061】

なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

20

【0062】

【発明の効果】

以上詳述したように本発明によれば、CPUに対する過大な演算負荷を招くことなく、外部の環境変化に応じて変化する飽和特性を有するアクチュエータの制御を確実にこなうヘッド位置決め制御を実現したディスクドライブを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

30

【図1】本発明の実施形態に関するヘッド位置決め制御システムの概念的構成を示すブロック図。

【図2】同実施形態に関するディスクドライブの要部を示すブロック図。

【図3】本実施形態のヘッド位置決め制御の手順を説明するためのフローチャート。

【図4】同ヘッド位置決め制御の変形例に関する手順を説明するためのフローチャート。

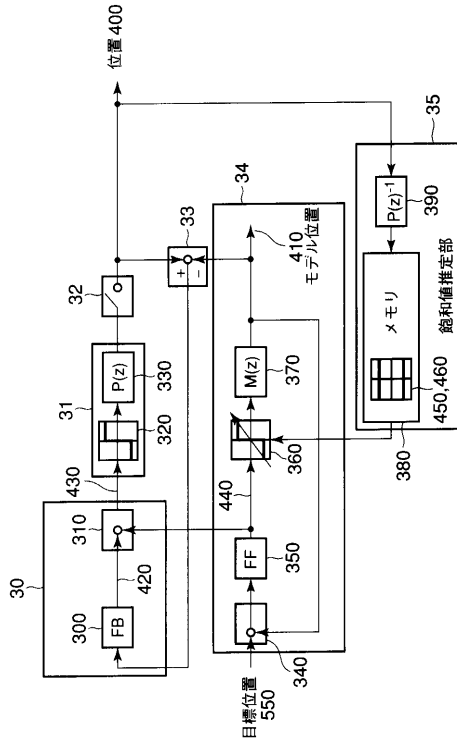
【図5】同ヘッド位置決め制御システムの変形例を示すブロック図。

【符号の説明】

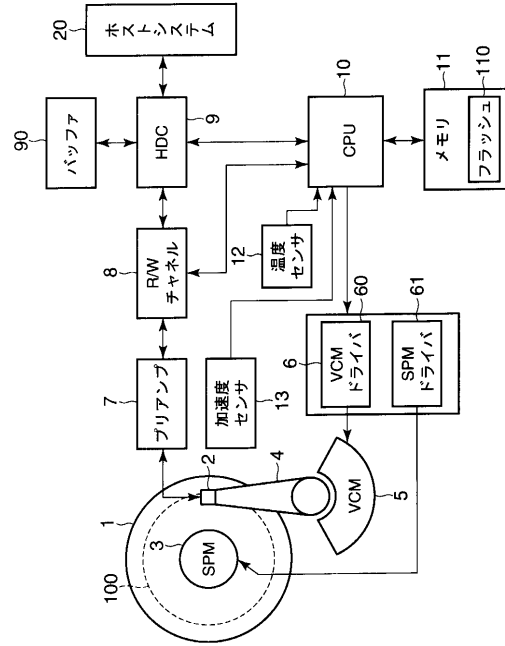
1 ... ディスク、2 ... 磁気ヘッド、3 ... スピンドルモータ(SPM)、
 4 ... アクチュエータ、5 ... ボイスコイルモータ(VCM)、
 6 ... モータドライバIC、7 ... プリアンプ回路、8 ... R/Wチャネル、
 9 ... ディスクコントローラ(HDC)、10 ... CPU、11 ... メモリ、
 30 ... フィードバック制御部、31 ... 制御対象、32 ... センサ、
 34 ... フィードフォワード制御部、35 ... 飽和値推定部、
 60 ... VCMドライバ、61 ... SPMドライバ、
 300 ... FBコントローラ、320 ... リミッタ、
 330 ... プラント(アクチュエータ)、350 ... FFコントローラ、
 360 ... 可変リミッタ、370 ... 制御対象モデル。

40

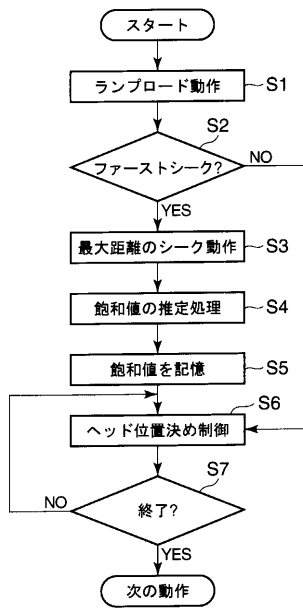
【図1】



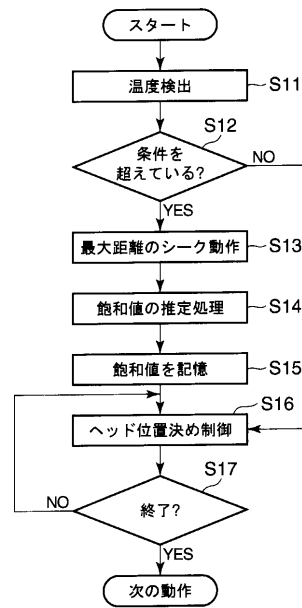
【図2】



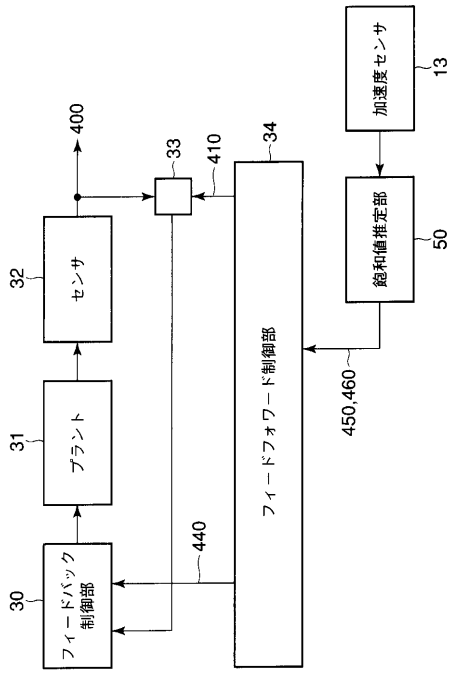
【図3】



【図4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 竹内 謙司

東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会社東芝青梅事業所内

Fターム(参考) 5D088 NN02 NN14 NN16 NN23