

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4806266号
(P4806266)

(45) 発行日 平成23年11月2日(2011.11.2)

(24) 登録日 平成23年8月19日(2011.8.19)

(51) Int.Cl.

F I

G 1 1 B 21/08 (2006.01)

G 1 1 B 21/08

H

請求項の数 8 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2006-19421 (P2006-19421)	(73) 特許権者	390019839
(22) 出願日	平成18年1月27日 (2006.1.27)		三星電子株式会社
(65) 公開番号	特開2006-209955 (P2006-209955A)		S a m s u n g E l e c t r o n i c s
(43) 公開日	平成18年8月10日 (2006.8.10)		C o . , L t d .
審査請求日	平成21年1月14日 (2009.1.14)		大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞416
(31) 優先権主張番号	10-2005-0007981		416, Maetan-dong, Yeongtong-gu, Suwon-si,
(32) 優先日	平成17年1月28日 (2005.1.28)		Gyeonggi-do, Republic of Korea
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)	(74) 代理人	110000981
			アイ・ピー・ディー国際特許業務法人
		(74) 代理人	100095957
			弁理士 亀谷 美明
		(74) 代理人	100096389
			弁理士 金本 哲男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 供給電圧変動を考慮した探索サーボ制御方法、およびディスクドライブ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ディスクドライブの供給電圧変動を考慮した探索サーボ制御方法において：

ディスクドライブに供給される電圧を測定するステップと；

前記測定された供給電圧に基づいて、トラック探索距離に対応する探索時間を調整するステップと；

調整された前記探索時間に基づいて位置、速度および加速度軌跡を生成するステップと；

前記生成された位置、速度および加速度軌跡を利用してトラック探索制御を行うステップと；

を含み、

前記探索時間を調整するステップは、

供給電圧と探索時間調整比率との関係を求めた第2テーブルから、所定の標準供給電圧と前記測定された供給電圧との差に対応する探索時間調整比率を算出するステップと；

前記標準供給電圧に基づいて算出された探索距離に対する標準探索時間と前記探索時間調整比率とを乗算して探索時間を調整するステップと；

を含むことを特徴とする、供給電圧変動を考慮した探索サーボ制御方法。

【請求項 2】

前記供給電圧は、ボイスコイルモータに供給される電圧を含むことを特徴とする、請求項1に記載の供給電圧変動を考慮した探索サーボ制御方法。

【請求項 3】

前記標準探索時間は、前記標準供給電圧に基づいて、探索距離と探索時間との関係を求めた第 1 テーブルから算出することを特徴とする、請求項 1に記載の供給電圧変動を考慮した探索サーボ制御方法。

【請求項 4】

サイン波形の探索サーボ方式を利用するディスクドライブの供給電圧変動を考慮した探索サーボ制御方法において：

探索命令が入力された場合、所定の標準供給電圧に基づいて探索距離に対応する標準探索時間を算出するステップと；

前記標準供給電圧を基準に現在ディスクドライブに供給される電圧の可変量を算出するステップと；

供給電圧と探索時間調整比率との関係を求めた第 2 テーブルから、前記算出された供給電圧の可変量に相応する探索時間調整比率を算出するステップと；

前記標準探索時間と前記探索時間調整比率とを乗算して最終探索時間を計算するステップと；

前記最終探索時間をサイン波形の探索サーボ方式に基づいた方程式に適用して、位置、速度および加速度軌跡を生成させるステップと；

前記生成された位置、速度および加速度軌跡を利用してトラック探索制御を行うステップと；

を含むことを特徴とする、供給電圧変動を考慮した探索サーボ制御方法。

【請求項 5】

データ保存装置としてのディスクドライブにおいて：

情報を保存するディスクと；

前記ディスクを回転させるスピンドルモータと；

前記ディスクに情報を記録する、またはディスクから情報を再生する変換器と；

前記変換器を移動させるボイスコイルモータと；

ディスクドライブに供給される電圧を測定する電圧検出部と；

トラック探索モードで、前記電圧検出部で測定された電圧に基づいてトラック探索距離に対応する探索時間を調整し、前記調整された探索時間をトラック探索制御ルーチンに適用して前記ボイスコイルモータの駆動電流を制御するコントローラと；

を備え、

前記コントローラは、所定の標準供給電圧と前記電圧検出部で測定された電圧との差に相応する探索時間調整比率を、供給電圧と探索時間調整比率との関係を求めた第 2 テーブルから算出し、前記標準供給電圧に基づいて算出された探索距離に対応する標準探索時間と前記探索時間調整比率とを乗算して探索時間を調整することを特徴とする、ディスクドライブ。

【請求項 6】

前記電圧検出部は、前記ボイスコイルモータに供給される電圧を測定することを特徴とする、請求項 5に記載のディスクドライブ。

【請求項 7】

サイン波形の探索サーボ方式を利用するディスクドライブにおいて：

情報を保存するディスクと；

前記ディスクを回転させるスピンドルモータと；

前記ディスクに情報を記録する、またはディスクから情報を再生する変換器と；

前記変換器を移動させるボイスコイルモータと；

ディスクドライブに供給される電圧を測定する電圧検出部と；

所定の標準供給電圧に基づいて探索距離と探索時間との関係を求めた第 1 テーブルおよび供給電圧と探索時間調整比率との関係を求めた第 2 テーブルを保存するメモリと；

トラック探索モードで、前記標準供給電圧に基づいて探索距離による標準探索時間を、前記第 1 テーブルを利用して決定し、前記標準供給電圧と前記電圧検出部で測定された電

10

20

30

40

50

圧との差に相応する探索時間調整比率を、前記第 2 テーブルを利用して決定し、前記決定された標準探索時間に前記決定された探索時間調整比率を乗算して最終探索時間を算出し、前記最終探索時間に基づいて生成させた加速度、速度および位置軌跡を利用して前記ボイスコイルモータの駆動電流を制御するコントローラと；

を備えることを特徴とする、ディスクドライブ。

【請求項 8】

前記電圧検出部は、前記ボイスコイルモータに供給される電圧を検出することを特徴とする、請求項 7 に記載のディスクドライブ。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、ディスクドライブの探索サーボ制御方法および装置に係り、特にディスクドライブに供給される電源の電圧変動を考慮して探索サーボ制御を実行させる方法と装置、およびコンピュータで読み取り可能な記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

一般的に、データ保存装置の一つであるディスクドライブは、磁気ヘッドによりディスクにデータを記録し、またディスクからデータを再生することによってコンピュータシステム運用に寄与する。このようなディスクドライブは、順次高容量化、高密度化および小型化しており、ディスク回転方向の密度である B P I (Bit Per Inch) と半径方向の密度である T P I (Track Per Inch) とが増大しつつあるので、それによりさらに精巧なメカニズムが要求される。

20

【0003】

ディスクドライブ性能評価の尺度のうちの一つとして、探索時間がある。探索時間は、ディスクドライブが情報を記録または再生する時に、変換器を現在のシリンドーから目標シリンドーに移動させるのにかかる時間を意味する。

【0004】

トラック探索時には、探索距離に対する設計加速度、設計速度および設計位置軌跡を生成させ、設計加速度軌跡を基準に設計速度および設計位置軌跡と実際の速度および実際の位置軌跡との間のエラーをフィードバックして探索電流を生成させてボイスコイルモータ (Voice Coil Motor; 以下、「VCM」という) に印加する。これらの設計軌跡は、それぞれのサーボ-システムに対するモデリングから誘導されるが、色々な実質的理由によって簡略化されたモデルを使用する。しかし、実際のシステムは、色々な制約によって理想的なモデルとは差が存在するので、このような非理想的なモデルを一部考慮し、実際のシステムの設計時には、性能に制限を加えて非理想的なモデルの問題を回避する。

30

【0005】

その代表的な例が、特許文献 1 に提示された理想的なモデルに基づいたサイン波形探索サーボアルゴリズムであり、供給電圧制限を考慮して再設計した特許文献 2 に提示された探索制御技術である。

40

【0006】

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2001/0050827 号明細書

【特許文献 2】米国特許第 6801384 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、従来の探索制御モデルにおいて実際の供給電圧は、通常標準値 $[V_s]$ で $\pm 10\%$ まで許容するので、このような電圧制限を考慮した探索制御方法は、最悪の条件である $0.9 \cdot V_s$ を考慮して設計しなければならない。これは、結局標準電圧状態でもシー

50

ク性能の低下を招く問題を発生させる。

【 0 0 0 8 】

そこで、本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的とするところは、ディスクドライブに供給される電圧の変化を考慮して適宜探索時間を調整し、調整された探索時間に基づいて最適な探索制御を実行させる供給電圧変動を考慮した探索サーボ制御方法、とこれを利用したディスクドライブ、およびコンピュータで読み取り可能な記録媒体を提供するところにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

上記目的を達成するために、本発明のある観点によれば、ディスクドライブの供給電圧変動を考慮した探索サーボ制御方法において、ディスクドライブに供給される電圧を測定するステップと、上記測定された供給電圧に基づいて、トラック探索距離に対応する探索時間を調整するステップとを含む供給電圧変動を考慮した探索サーボ制御方法が提供される。

10

【 0 0 1 0 】

また、上記供給電圧は、ボイスコイルモータに供給される電圧を含むとしてもよい。

【 0 0 1 1 】

また、上記探索時間を調整するステップは、供給電圧と探索時間調整比率との関係を求めた第2テーブルから、所定の標準供給電圧と上記測定された供給電圧との差に対応する探索時間調整比率を算出するステップと、上記標準供給電圧に基づいて算出された探索距離に対する標準探索時間と上記探索時間調整比率とを乗算して探索時間を調整するステップとを含むとしてもよい。

20

【 0 0 1 2 】

また、上記標準探索時間は、上記標準供給電圧に基づいて、探索距離と探索時間との関係を求めた第1テーブルから算出するとしてもよい。

【 0 0 1 3 】

また、上記目的を達成するために、本発明の別の観点によれば、サイン波形の探索サーボ方式を利用するディスクドライブの供給電圧変動を考慮した探索サーボ制御方法において、探索命令が入力された場合、所定の標準供給電圧に基づいて探索距離に対応する標準探索時間を算出するステップと、上記標準供給電圧を基準に現在ディスクドライブに供給される電圧の可変量を算出するステップと、供給電圧と探索時間調整比率との関係を求めた第2テーブルから、上記算出された供給電圧の可変量に相応する探索時間調整比率を算出するステップと、上記標準探索時間と上記探索時間調整比率とを乗算して最終探索時間を計算するステップと、上記最終探索時間をサイン波形の探索サーボ方式に基づいた方程式に適用して、位置、速度および加速度軌跡を生成させるステップと、上記生成された位置、速度および加速度軌跡を利用してトラック探索制御を行うステップとを含む供給電圧変動を考慮した探索サーボ制御方法が提供される。

30

【 0 0 1 4 】

また、上記供給電圧は、ボイスコイルモータに供給される電圧を含むとしてもよい。

【 0 0 1 5 】

また、上記標準探索時間は、上記標準供給電圧に基づいて、探索距離と探索時間との関係を求めた第1テーブルから算出するとしてもよい。

40

【 0 0 1 6 】

また、上記目的を達成するために、本発明のさらに別の観点によれば、データ保存装置としてのディスクドライブにおいて、情報を保存するディスクと、上記ディスクを回転させるスピンドルモータと、上記ディスクに情報を記録する、またはディスクから情報を再生する変換器と、上記変換器を移動させるボイスコイルモータと、ディスクドライブに供給される電圧を測定する電圧検出部と、トラック探索モードで、上記電圧検出部で測定された電圧に基づいてトラック探索距離に対応する探索時間を調整し、上記調整された探索時間をトラック探索制御ルーチンに適用して上記ボイスコイルモータの駆動電流を制御す

50

るコントローラとを備えるディスクドライブが提供される。

【 0 0 1 7 】

また、上記電圧検出部は、上記ボイスコイルモータに供給される電圧を測定するとしてもよい。

【 0 0 1 8 】

また、上記コントローラは、所定の標準供給電圧と上記電圧検出部で測定された電圧との差に相応する探索時間調整比率を、供給電圧と探索時間調整比率との関係を求めた第2テーブルから算出し、上記標準供給電圧に基づいて算出された探索距離に対応する標準探索時間と上記探索時間調整比率とを乗算して探索時間を調整するとしてもよい。

【 0 0 1 9 】

また、上記目的を達成するために、本発明のさらなる別の観点によれば、サイン波形の探索サーボ方式を利用するディスクドライブにおいて、情報を保存するディスクと、上記ディスクを回転させるスピンドルモータと、上記ディスクに情報を記録する、またはディスクから情報を再生する変換器と、上記変換器を移動させるボイスコイルモータと；

ディスクドライブに供給される電圧を測定する電圧検出部と、所定の標準供給電圧に基づいて探索距離と探索時間との関係を求めた第1テーブルおよび供給電圧と探索時間調整比率との関係を求めた第2テーブルを保存するメモリと、トラック探索モードで、上記標準供給電圧に基づいて探索距離による標準探索時間を、上記第1テーブルを利用して決定し、上記標準供給電圧と上記電圧検出部で測定された電圧との差に相応する探索時間調整比率を、上記第2テーブルを利用して決定し、上記決定された標準探索時間に上記決定された探索時間調整比率を乗算して最終探索時間を算出し、上記最終探索時間に基づいて生成させた加速度、速度および位置軌跡を利用して上記ボイスコイルモータの駆動電流を制御するコントローラとを備えるディスクドライブが提供される。

【 0 0 2 0 】

また、上記電圧検出部は、上記ボイスコイルモータに供給される電圧を検出するとしてもよい。

【 0 0 2 1 】

また、サイン波形の探索サーボ方式を利用するディスクドライブは、ボイスコイルモータドライバをさらに備えるとしてもよい。

【 0 0 2 2 】

また、上記供給電圧は、上記ボイスコイルモータドライブのための供給電圧であるとしてもよい。

【 0 0 2 3 】

また、上記目的を達成するために、本発明の他の観点によれば、ディスクドライブに供給される電圧に基づいて、トラック探索距離に対応する探索時間を調整し、調整された探索時間を適用して探索制御ルーチンを実行させるためのコンピュータプログラムコード手段を記録するコンピュータで読み取り可能な記録媒体が提供される。

【 0 0 2 4 】

また、上記探索時間の調整は、供給電圧と探索時間調整比率との関係を求めた第2テーブルから、所定の標準供給電圧とディスクドライブに実際に供給される電圧との差に相応する探索時間調整比率を算出し、上記標準供給電圧に基づいて算出された探索距離に対応する標準探索時間と上記探索時間調整比率とを乗算するプロセスによって行われるとしてもよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 5 】

以上説明したように、本発明によれば、ディスクドライブの探索制御に係り、VCMに供給される供給電圧の変動によって探索動作を制御し、係る構成により供給電圧に相応する最適な探索制御を行える。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 6 】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書および図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0027】

本発明に係る一実施形態は、一定の電圧に限定されるサイン波形の加速度軌跡で変換器をディスクの表面を横切って移動させるハードディスクドライブ(Hard Disk Drive; 以下、「HDD」という)である。特に、HDDで与えられた探索長に対する探索時間は、限定された電流よりはVCMに供給される電源の電圧限定に基づいている。

【0028】

変換器は、ヘッドジンバルアセンブリ(Head Gimbal Assembly; 以下、「HGA」という)に組み込まれているスライダー内に統合されている。HGAは、ディスク表面を横切って変換器を移動させることができるアクチュエータアームに付着されている。アクチュエータアームおよび変換器の移動は、コントローラによって制御される。コントローラは、シークルーチンおよびサーボ制御ルーチンによって現在トラックから新たなトラックに変換器を移動させる。

【0029】

図1は、HDD10の構成を示す。HDD10は、スピンドルモータ14によって回転する少なくとも一つ以上の磁気ディスク12を備えている。また、HDD10は、ディスク表面18に隣接して位置する変換器16(またはヘッド)を備えている。

【0030】

変換器16は、それぞれのディスク12の磁界を感知して磁化させることによって回転するディスク12に情報を記録し、ディスク12から情報を再生できる。典型的な変換器16は、各ディスク表面18に結合されている。ここで、図1において単一の変換器16として図示されて説明されているとしても、これは、ディスク12を磁化させるための記録用変換器と、ディスク12の磁界を感知するための分離された再生用変換器の一実施形態であると理解しなければならない。再生用変換器は、磁気抵抗(MR; Magnetoresistive)素子から構成される。

【0031】

また、変換器16は、スライダー20に統合することができる。スライダー20は、変換器16とディスク表面18との間に空気軸受を生成させる構造でなっている。スライダー20は、HGA22に結合されている。HGA22は、ボイスコイル26を持つアクチュエータアーム24に付着されている。ボイスコイル26は、VCMを特定するマグネチックアセンブリ28に隣接して位置している。ボイスコイル26に供給される電流は、軸受アセンブリ32に対してアクチュエータアーム24を回転させるトルクを発生させる。アクチュエータアーム24の回転は、ディスク表面18を横切って変換器16を移動させる。

【0032】

情報は、典型的にディスク12の環状トラック34内に保存される。各トラック34は、一般的に複数のセクタを備えている。各セクタは、データフィールドと識別フィールドとを備えている。識別フィールドは、セクタおよびトラック(シリンダ)を識別するグレイコードで構成されている。変換器16は、他のトラックで情報を記録または再生するために、ディスク表面18を横切って移動する。他のトラックを横切って変換器を移動させることを、一般的にシークルーチン(探索ルーチン)と呼ぶ。

【0033】

図2に示すように、本発明の一実施形態に係るディスクドライブは、ディスク12、変換器16、プリアンプ210、記録/再生チャンネル220、バッファ230、コントローラ240、ROM250A、RAM250B、ホストインターフェース260、VCM駆動部270および電圧検出部280を備える。

【0034】

ROM 250Aには、ソフトウェアルーチンを実行させるためにコントローラ240によって使用される各種命令語およびデータが保存されている。ソフトウェアルーチンの一つとして、トラックから他のトラックに変換器16を移動させる探索制御ルーチンがある。また、ROM 250Aには、その他の例として、限定された電圧のサイン波形の加速度、速度および位置軌跡を生成させるための方程式が保存されている。

【0035】

特に、ROM 250Aには、標準供給電圧に基づいて探索距離と探索時間との関係を求めた第1テーブルおよび供給電圧と探索時間調整比率との関係を求めた第2テーブルが保存される。第1、2テーブル情報については、後述する。

【0036】

RAM 250Bには、ドライブ駆動初期にROM 250Aまたはディスク12で再生したディスクドライブ駆動に必要な情報が保存される。

【0037】

電圧検出部280は、一定時間間隔でディスクドライブに供給される電源Vsの電圧を測定する。電圧検出部280は、図2には細部的に図示されていないが、分圧回路およびアナログ-デジタル変換回路によって供給電圧Vsを測定する。電圧検出部280で測定する供給電圧は、VCMに供給される電圧またはVCM駆動部のパワーアンプ供給電圧とすることができる。

【0038】

コントローラ240は、ホストインターフェース260を通じてホスト機器（図示せず）から受信されるコマンドを分析し、分析された結果に相応する制御を行う。コントローラ240は、VCMの励起および変換器16の動きを制御するために、VCM駆動回路270に制御信号を供給する。

【0039】

まず、一般的なディスクドライブの動作を説明すると次の通りである。

【0040】

データ再生(Read)モードにおいて、ディスクドライブは、ディスク12から変換器16の再生用変換器によって感知された電氣的な信号をプリアンプ210で一次的に増幅させる。次いで、ディスクドライブは、記録/再生チャンネル220において、自動利得制御回路（図示せず）によって利得を制御してプリアンプ210で増幅された信号を一定のレベルに増幅し、また、自動利得制御回路によって一定のレベルに増幅されたアナログ信号を、ホスト機器（図示せず）が判読できるデジタル信号に符号化してストリームデータに変換する。さらにディスクドライブは、ストリームデータをバッファ230に一時保存させた後、ホストインターフェース260を通じてホスト機器に伝送する。

【0041】

記録(Write)モードにおいて、ディスクドライブは、ホストインターフェース260を通じてホスト機器から入力されたデータをバッファ230に一時保存させた後、バッファ230に保存されたデータを順次出力して記録/再生チャンネル220によって記録チャンネルに適したバイナリデータストリームに変換する。次いで、ディスクドライブは、プリアンプ210によって増幅された記録電流を、変換器16の記録用変換器を通じてディスク12に記録させる。

【0042】

次に、コントローラ240で行われる本発明の一実施形態に係る探索制御ルーチンについて詳細に説明する。

【0043】

コントローラ240は、トラック探索命令が入力されると、初期決定された標準供給電圧V₀に基づいて探索距離による標準探索時間を、RAM 250Bに保存された第1テーブルを利用して決定し、標準供給電圧V₀と電圧検出部280で測定された電圧との差vに相応する探索時間調整比率を、RAM 250Bに保存された第2テーブルを利用して決定する。そして、コントローラ240は、標準探索時間に探索時間調整比率を乗算して最

10

20

30

40

50

終探索時間を算出し、算出された最終探索時間に基づいて、加速度、速度および位置軌跡を生成してVCMの駆動電流を制御するプロセスを行う。

【0044】

図3は、コントローラ240によって制御されるハードウェアおよびソフトウェアで構成されたトラック探索サーボ制御システムを示す。

【0045】

シーク軌跡生成器60は、変換器16がトラック34のグレイコードを再生する度にサイン波加速度軌跡および速度軌跡を積分して得た速度、および位置軌跡から設計位置値 $x_d(n)$ 、設計速度値 $v_d(n)$ および設計加速度値 $a_d(n)$ を計算する。

【0046】

状態推定器62は、入力される位置エラー信号(Position Error Signal)および制御信号 u_k から公知の状態方程式を利用してヘッドの実際の位置、実際の速度情報を含むヘッド動きの状態変数値を推定するプロセスを行う。

【0047】

第1加算器64は、設計位置値 $x_d(n)$ から実際の位置値 $x_r(n)$ を減算する。そして、位置制御利得補償器66は、第1加算器64で演算された設計位置値と実際の位置値との差に位置補正のための位置利得 k_p を乗算した位置補正值を生成させる。

【0048】

次いで、第2加算器68は、位置制御利得補償器66で生成された位置補正值に設計速度値 $v_d(n)$ を加算した後に、実際の速度値 $v_r(n)$ を減算する。

【0049】

それにより、速度制御利得補償器70は、第2加算器68で演算された値に速度補正のための速度利得 k_v を乗算した速度補正值を生成させる。

【0050】

次いで、第3加算器72は、速度補正值と設計加速度値とを加算してシーク駆動電流制御値 $u_k(n)$ を生成させる。

【0051】

トルク定数補償器74は、シーク駆動電流制御値 $u_k(n)$ にディスクドライブのトルク変化を考慮したトルク定数補正值 K_{t_cal} を乗算し、VCMドライバ76にトルク補正されたシーク駆動電流制御値を印加する。次いで、VCMドライバ76は、トルク補正されたシーク駆動電流制御値に相応する電流をヘッドディスクアセンブリ11のボイスコイルに供給することによって、VCMを回転させて変換器16を移動させる。

【0052】

本発明の一実施形態に係る探索サーボアルゴリズムで利用するサイン波形の探索サーボアルゴリズムによる加速度、速度、位置軌跡および電流軌跡は、次の数式1～数式4から求めることができる。

【0053】

【数1】

$$a(t) = K_A I_M \frac{T_{SK}}{2\pi} \sin\left(\frac{2\pi}{T_{SK}} t\right) \cdots \text{(数式1)}$$

【0054】

10

20

30

40

【数 2】

$$V(t) = K_A I_M \frac{T_{SK}}{2\pi} \left\{ 1 - \cos\left(\frac{2\pi}{T_{SK}} t\right) \right\} \quad \dots (数式 2)$$

【 0 0 5 5 】

【数 3】

10

$$x(t) = K_A I_M \frac{T_{SK}}{2\pi} \left\{ t - \frac{T_{SK}}{2\pi} \sin\left(\frac{2\pi}{T_{SK}} t\right) \right\} \quad \dots (数式 3)$$

【 0 0 5 6 】

【数 4】

$$i(t) = I_M \frac{T_{SK}}{2\pi} \sin\left(\frac{2\pi}{T_{SK}} t\right) \quad \dots (数式 4)$$

20

【 0 0 5 7 】

ここで、 T_{SK} は、探索時間であり、 I_M は、ボイスコイルに供給される最大電流であり、 K_A は、加速度定数をそれぞれ表す。

【 0 0 5 8 】

与えられた探索長 X_{SK} に対して、時間 t は、探索時間 T_{SK} と同一であり、数式 5 に示す関係を持つ。

【 0 0 5 9 】

【数 5】

30

$$X_{SK} = x(T_{SK}) = K_A I_M \frac{T_{SK}^2}{2\pi} \quad \dots (数式 5)$$

【 0 0 6 0 】

数式 5 を利用して与えられた探索長 X_{SK} に対して、必要とする探索時間 T_{SK} は、次の数式 6 により求められる。

【 0 0 6 1 】

【数 6】

40

$$T_{SK} = \sqrt{\frac{2\pi X_{SK}}{K_A I_M}} \quad \dots (数式 6)$$

【 0 0 6 2 】

数式 6 より、 VCM に印加される一定の電流 I_M によって限定されるサイン波形の計算されたシーク軌跡を生成するという点が分かる。しかし、実際には、電源供給電圧の変化によって探索性能を決定する探索時間が変化する。

【 0 0 6 3 】

50

したがって、本発明の一実施形態では、電源供給電圧の変化を考慮して最適の探索性能を示すように次のように探索制御ルーチンを設計した。

【 0 0 6 4 】

まず、VCMに供給される電圧は、数式7のように表現できる。

【 0 0 6 5 】

【数7】

$$V_s = L_{VCM} \frac{di}{dt} + R_{VCM} \cdot i + K_e \cdot \omega \quad \dots \text{(数式7)}$$

10

【 0 0 6 6 】

ここで、V_sは、VCMに印加される電圧であり、iは、VCMの電流、L_{VCM}は、VCMインダクタンス、R_{VCM}は、VCM抵抗、K_eは、逆起電力定数、そしてωは、VCMの角速度である。

【 0 0 6 7 】

理想的な場合、数式1～数式4のように与えられた軌跡を正確に追従し、数式1～数式4および数式7を利用すると、T_{SK}の間にX_{SK}ほどの探索距離を移動するために必要な電圧軌跡の瞬間最大値V_Mは、数式8のように表現される。

【 0 0 6 8 】

【数8】

$$V_M(X_{SK}, T_{SK}) = \max_{\{0, T_{SK}\}} V(t) = K_e \frac{X_{SK}}{T_{SK}} + \sqrt{\left(\frac{2\pi R_{VCM} X_{SK}}{K_A T_{SK}^2} \right)^2 + \left(\frac{4\pi^2 L_{VCM} X_{SK}}{K_A T_{SK}^3} - \frac{K_e X_{SK}}{T_{SK}} \right)^2}$$

・・・(数式8)

【 0 0 6 9 】

数式8は、X_{SK}の探索距離をT_{SK}の間に移動するために必要な最小電圧になる。しかし、実際には、具現上の便宜およびモデリング誤差などを考慮して、一抹の余裕電圧V_{mgn}を与えて最小要求電圧を計算する。この関係を利用すると、逆に供給電圧制限V_{max}下で探索距離X_{SK}が与えられた場合、サイン波形のシーク方式によって達成できる最小探索時間T_{SK}は、数式9のように決定される。

【 0 0 7 0 】

【数9】

$$V_M(X_{SK}, T_{SK}) = V_{\max} - V_{mgn} \quad \dots \text{(数式9)}$$

40

【 0 0 7 1 】

図5は、典型的な3.5インチHDDでV_{mgn} = 0.5Vである場合における、数式8および数式9によって決定された供給電圧制限による探索距離と探索時間との関係を示す説明図である。図5を参照すると、供給電圧制限が低いほど最小探索時間が延びることが分かる。また、同じ探索距離において、探索時間が短縮するほど必要な要求電圧は増大することも分かる。

【 0 0 7 2 】

通常、ディスクドライブは、動作する様々な環境を考慮して、標準入力電圧の±10%までの入力電圧変化を許容するように設計される。このような場合に、サイン波形のシー

50

ク方式は、供給電圧の最小値を利用して設計する。したがって、既存の方式によれば、標準供給電圧下で探索時間が延びるが、本発明の一実施形態では、このような短所を次のような方法で改善した。

【 0 0 7 3 】

本発明の一実施形態に係る供給電圧変動を考慮したシークサーボ制御方法を詳細に説明する。

【 0 0 7 4 】

まず、ディスクドライブ設計ステップにおいて、標準供給電圧に基づいて探索距離と探索時間との関係を求めた第 1 テーブルおよび供給電圧と探索時間調整比率との関係を求めた第 2 テーブルを設計して ROM 250A に保存する。

10

【 0 0 7 5 】

すなわち、標準供給電圧 V_o として電圧限定を考慮したサイン波形のシーク方式によって数式 1 ~ 数式 4 から基準軌跡を求め、探索距離と探索時間との関係である数式 6 を用いて算出された入力値に対応する出力値が列挙された第 1 テーブルを、ROM 250A に保存する。

【 0 0 7 6 】

供給電圧制限値の可変による探索距離から探索時間を直接計算する過程が非常に複雑であるため、ファームウェアを利用してディスクドライブを運用する途中に計算することが難しく、次のように供給電圧変動による探索時間の変動の関係を近似的に求める。

【 0 0 7 7 】

数式 8 を数式 10 のように近似化することができる。

20

【 0 0 7 8 】

【 数 1 0 】

$$V_M(X_{SK}, T_{SK}) \cong \left(\frac{2\pi R_{VCM} X_{SK}}{K_A T_{SK}^2} \right) = R_{VCM} \cdot I_M \quad \dots (数式 10)$$

【 0 0 7 9 】

したがって、供給電圧が V_o から $V_o + v$ に変わった場合、与えられた探索軌跡を誤差なしに追従できる最小探索時間 T_{SK} は、数式 11 のように簡略に計算できる。

30

【 0 0 8 0 】

【 数 1 1 】

$$T_{SK}(V_o + v) = \sqrt{\frac{1}{1 + v/V_o}} \cdot T_{SK}(V_o) \quad \dots (数式 11)$$

40

【 0 0 8 1 】

これにより、標準供給電圧 V_o 対比の現在供給される電圧に対する探索時間調整比率を定義した調整係数 α は、数式 12 のように計算される。

【 0 0 8 2 】

【数 1 2】

$$\alpha(v) = \frac{T_{SK}(V_o + v)}{T_{SK}(V_o)} = \sqrt{\frac{1}{1 + v/V_o}} \quad \dots (数式 1 2)$$

【0083】

数式 1 2 の調整係数算出式を用いて算出された入力値に対応する出力値が列挙された第 2 テーブルを、ROM 250A に保存する。供給電圧の変化による探索時間の調整係数（比率）の例を図 6 に図示した。

10

【0084】

このように、ディスクドライブ設計ステップで第 1 テーブルおよび第 2 テーブルを設定した後、ROM 250A に保存する。

【0085】

次に、本発明の一実施形態に係る供給電圧変動を考慮したシークサーボ制御プロセスの実行方法について、図 2 と図 4 のフローチャートを参照して説明する。

【0086】

(第 1 ステップ)

コントローラ 240 は、ホスト機器（図示せず）からホストインターフェース 260 を通じて探索命令が受信されるかどうかを判断する（S401）。

20

【0087】

(第 2 ステップ)

第 1 ステップ（S401）の判断結果において、探索命令が受信された場合に、標準供給電圧に基づいて設定された第 1 テーブルを利用して与えられた探索距離に対する探索時間 T_{SK1} を計算する（S402）。

【0088】

(第 3 ステップ)

次いで、標準供給電圧 V_o と、電圧検出部 280 で測定された現在供給電圧との差電圧 v を算出する（S403）。

30

【0089】

(第 4 ステップ)

次いで、第 2 テーブルを利用して差電圧 v に対応する探索時間調整係数 を計算する（S404）。

【0090】

(第 5 ステップ)

その後、供給電圧を考慮した探索距離に対する最終探索時間 T_{SK} を数式 1 3 から計算する（S405）。

【0091】

【数 1 3】

40

$$T_{SK} = \alpha \cdot T_{SK1} \quad \dots (数式 1 3)$$

【0092】

(第 6 ステップ)

次いで、最終探索時間 T_{SK} による位置、速度および加速度軌跡を数式 1 ~ 数式 4 から求める。（S406）

【0093】

(第 7 ステップ)

50

第6ステップ(S406)において求めた位置、速度および加速度軌跡を図3のシークサーボ制御システムに適用して探索制御を行う(S407)。

【0094】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は係る例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0095】

例えば、複数の変換器を備えたディスクドライブに対して供給電圧変動を考慮したシークサーボ制御プロセスを用いること等は、当業者が容易に変更し得る程度のものであり、本発明の等価範囲に属するものと理解すべきである。

10

【産業上の利用可能性】

【0096】

本発明は、ディスクドライブの関連技術分野に好適に用いられる。

【図面の簡単な説明】

【0097】

【図1】本発明の一実施形態に係るディスクドライブの構成を示す平面図である。

【図2】本発明の一実施形態に係るディスクドライブを制御する電気システムの説明図である。

【図3】本発明の一実施形態に係るディスクドライブのサーボ制御システムの説明図である。

20

【図4】本発明の一実施形態に係る供給電圧変動を考慮した探索サーボ制御方法のフローチャートを示す説明図である。

【図5】本発明の一実施形態に係るディスクドライブにおける供給電圧の変化による探索距離と探索時間との関係の一例を表すグラフを示す説明図である。

【図6】本発明の一実施形態に係るディスクドライブの供給電圧の変化による探索時間調整比率の一例を表すグラフを示す説明図である。

【符号の説明】

【0098】

- 10 HDD
- 12 磁気ディスク
- 14 スピンドルモータ
- 16 変換器
- 18 ディスク表面
- 20 スライダ
- 22 HGA
- 24 アクチュエータアーム
- 26 ボイスコイル
- 28 マグネチックアセンブリ
- 32 軸受アセンブリ
- 34 環状トラック
- 240 コントローラ
- 250A ROM
- 250B RAM
- 280 電圧検出部
- S401 第1ステップ
- S402 第2ステップ
- S403 第3ステップ
- S404 第4ステップ
- S405 第5ステップ

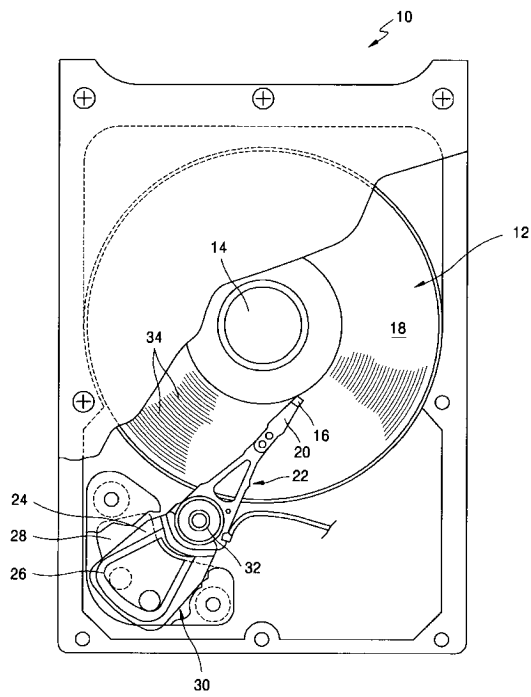
30

40

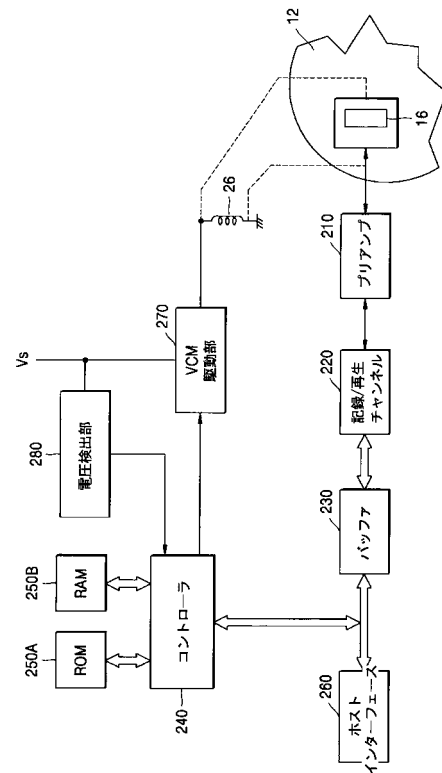
50

S 4 0 6 第 6 ステップ
S 4 0 7 第 7 ステップ

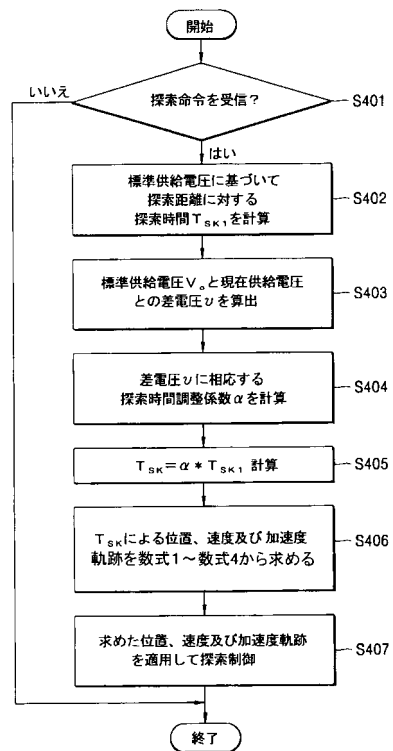
【図 1】



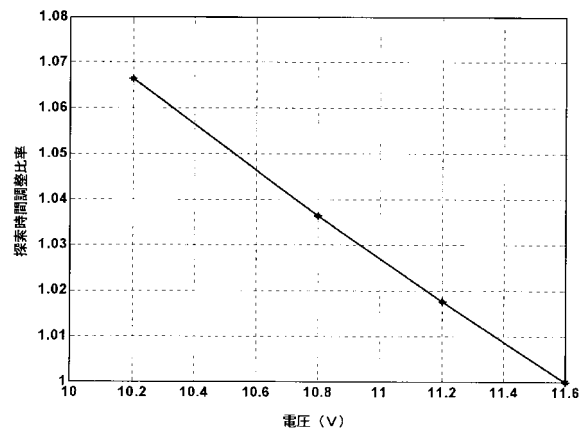
【図 2】



【 図 4 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 秋 相勳

大韓民国京畿道龍仁市駒城邑寶亭里 1 1 6 9 番地 現代アイパーク 1 次アパート 2 1 0 - 2 1 0 2

(72)発明者 金 南局

大韓民国京畿道安養市東安区復興洞 1 1 0 3 - 4 番地 ウンハス新星アパート 3 0 1 - 1 3 0 1

(72)発明者 朴 徹訓

大韓民国京畿道水原市靈通区靈通洞 9 7 1 - 1 番地 ロッテアパート 9 4 5 - 1 2 1 4

審査官 小山 和俊

(56)参考文献 特開平 0 5 - 2 5 8 4 8 8 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 0 1 / 0 0 5 0 8 2 7 (U S , A 1)

米国特許出願公開第 2 0 0 2 / 0 0 4 8 1 1 3 (U S , A 1)

特開 2 0 0 0 - 1 2 3 5 0 2 (J P , A)

特開 2 0 0 2 - 1 5 0 7 2 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 1 1 B 2 1 / 0 8