

(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2004-234835
(P2004-234835A)

(43) 公開日 平成16年8月19日(2004.8.19)

(51) Int. Cl.⁷
G 1 1 B 21/08

F I
G 1 1 B 21/08

テーマコード(参考)
5 D 0 8 8

審査請求 有 請求項の数 34 O L (全 17 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2004-23731 (P2004-23731) (22) 出願日 平成16年1月30日 (2004.1.30) (31) 優先権主張番号 2003-006283 (32) 優先日 平成15年1月30日 (2003.1.30) (33) 優先権主張国 韓国 (KR)</p>	<p>(71) 出願人 390019839 三星電子株式会社 大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞 4 1 6 (74) 代理人 100095957 弁理士 亀谷 美明 (74) 代理人 100096389 弁理士 金本 哲男 (72) 発明者 パク スンチョル 大韓民国京畿道水原市勸善区勸善洞 1 2 4 〇番地 現代アパート 2 〇 1 - 8 〇 1 (72) 発明者 姜 彰益 大韓民国済州道済州市老衡洞 7 3 1 - 1 番 地 現代アパート 1 〇 2 - 8 〇 2 Fターム(参考) 5D088 NN02 NN14 NN17 NN28</p>
--	--

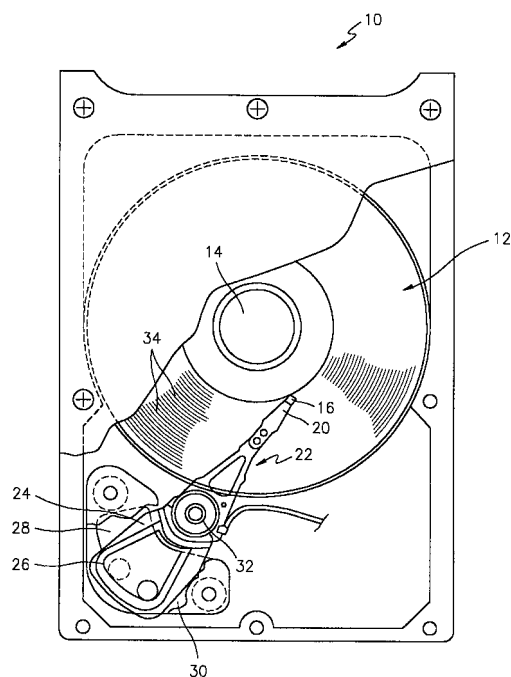
(54) 【発明の名称】 ディスクドライブのトラック探索サーボ制御方法、ディスクドライブのトラック探索サーボ制御装置、ディスクドライブおよびコンピュータが読み取り可能な記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】 HDDのトラック探索制御時に生じる機械的な騒音を防止し、かつトラック探索時間を改善する。

【解決手段】 トラック探索モード時において、加速に比べて減速の絶対量大きい非対称正弦波波形の加速度軌跡を利用したトラック探索制御プロセスによって変換器を目標トラックに移動させることを特徴とする、ディスクドライブのトラック探索サーボ制御方法が提供される。かかる構成により、HDDのトラック探索制御時に機械的な騒音を低減させつつ、かつトラック探索時間を短縮させることができる。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

トラック探索モード時において、非対称正弦波波形の加速度軌跡を利用したトラック探索制御プロセスによって変換器を目標トラックに移動させることを特徴とする、ディスクドライブのトラック探索サーボ制御方法。

【請求項 2】

前記非対称正弦波波形の加速度軌跡は、加速に比べて減速の絶対量が多い非対称形態であることを特徴とする、請求項 1 に記載のディスクドライブのトラック探索サーボ制御方法。

【請求項 3】

前記非対称正弦波波形の加速度軌跡は、加速区間に比べて減速区間の長さが短い非対称形態であることを特徴とする、請求項 1 に記載のディスクドライブのトラック探索サーボ制御方法。

【請求項 4】

前記非対称正弦波波形の加速度軌跡は、加速に比べて減速の絶対量が大きく、加速区間に比べて減速区間の長さが短い非対称形態であることを特徴とする、請求項 1 に記載のディスクドライブのトラック探索サーボ制御方法。

【請求項 5】

前記非対称正弦波波形の加速度軌跡 $a(t)$ と、これによる速度軌跡 $v(t)$ および位置軌跡 $x(t)$ は、

【数 1】

$$a(t) = \begin{cases} K_a I_a \sin\left[\frac{\pi}{T_a} t\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ -K_a I_d \sin\left[\frac{\pi}{T_d}(t - T_a)\right], & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}$$

$$v(t) = \begin{cases} \frac{K_a I_a T_a}{\pi} \left[1 - \cos\left(\frac{\pi}{T_a} t\right)\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{2K_a I_a T_a}{\pi} + \frac{K_a I_d T_d}{\pi} \left[\cos\left(\frac{\pi}{T_d}(t - T_a)\right) - 1\right], & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}$$

$$x(t) = \begin{cases} \frac{K_a I_a T_a}{\pi} \left[t - \frac{T_a}{\pi} \sin\left(\frac{\pi}{T_a} t\right)\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{K_a I_a T_a^2}{\pi} + \frac{2K_a I_a T_a - K_a I_d T_d}{\pi} (t - T_a) + \frac{K_a I_d T_d^2}{\pi^2} \sin\left(\frac{\pi}{T_d}(t - T_a)\right), & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}$$

… (数式 1)

(ここで、 I_a 、 I_d 、 T_a 、 T_d は、各々、加速電流振幅、減速電流振幅、加速時間、減速時間を表す。)

と表現されることを特徴とする、請求項 1 に記載のディスクドライブのトラック探索サーボ制御方法。

【請求項 6】

トラック探索モード時において、非対称正弦波波形の加速度軌跡方程式を適用し、設計位置値、設計速度値および設計加速度値を演算するシーク軌跡生成器と；

変換器がディスクを移動する実際位置値、実際速度値および加速度値を決定する状態推

10

20

30

40

50

定器と；

前記設計位置値から前記実際位置値を減算して出力させる第1合算器と；

前記第1合算器出力値に位置補正のための所定の位置利得を乗算して位置補正值を生成させるための位置制御利得補償器と；

前記位置補正值と前記設計速度値とを合算し，前記位置補正值と前記設計速度値との合算値から前記実際速度値を減算して出力させる第2合算器と；

前記第2合算器の出力値に速度補正のための所定の速度利得を乗算して速度補正值を生成させるための速度制御利得補償器と；

前記速度補正值と前記設計加速度値とを合算し，前記速度補正值と前記設計加速度値との合算値から前記実際加速度値を減算して加速度補正值を生成させる第3合算器と；

前記加速度補正值に相応してボイスコイルに供給される電流を可変させるアクチュエータと；

を含むことを特徴とする，ディスクドライブのトラック探索サーボ制御装置。

【請求項7】

前記非対称正弦波波形の加速度軌跡は，加速に比べて減速の絶対量が多い非対称形態であることを特徴とする，請求項6に記載のディスクドライブのトラック探索サーボ制御装置。

【請求項8】

前記非対称正弦波波形の加速度軌跡は，加速区間に比べて減速区間の長さが短い非対称形態であることを特徴とする，請求項6に記載のディスクドライブのトラック探索サーボ制御装置。

【請求項9】

前記非対称正弦波波形の加速度軌跡は，加速に比べて減速の絶対量が大きく，加速区間に比べて減速区間の長さが短い非対称形態であることを特徴とする，請求項6に記載のディスクドライブのトラック探索サーボ制御装置。

【請求項10】

前記非対称正弦波波形の加速度軌跡 $a(t)$ と，これによる速度軌跡 $v(t)$ および位置軌跡 $x(t)$ は，

【数2】

$$a(t) = \begin{cases} K_a I_a \sin\left[\frac{\pi}{T_a} t\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ -K_a I_d \sin\left(\frac{\pi}{T_d}(t-T_a)\right), & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}$$

$$v(t) = \begin{cases} \frac{K_a I_a T_a}{\pi} \left[1 - \cos\left(\frac{\pi}{T_a} t\right)\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{2K_a I_a T_a}{\pi} + \frac{K_a I_d T_d}{\pi} \left[\cos\left(\frac{\pi}{T_d}(t-T_a)\right) - 1\right], & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}$$

$$x(t) = \begin{cases} \frac{K_a I_a T_a}{\pi} \left[t - \frac{T_a}{\pi} \sin\left(\frac{\pi}{T_a} t\right)\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{K_a I_a T_a^2}{\pi} + \frac{2K_a I_a T_a}{\pi} - \frac{K_a I_d T_d}{\pi} (t-T_a) + \frac{K_a I_d T_d^2}{\pi^2} \sin\left(\frac{\pi}{T_d}(t-T_a)\right), & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}$$

… (数式1)

(ここで， I_a ， I_d ， T_a ， T_d は各々，加速電流振幅，減速電流振幅，加速時間，減

10

20

30

40

50

速時間を表す。)

と表現されることを特徴とする請求項 6 に記載のディスクドライブのトラック探索サーボ制御装置。

【請求項 1 1】

所定の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し，前記ディスクから情報を再生する変換器と；

前記変換器を前記ディスクの表面を横切って移動させるアクチュエータと；

非対称正弦波の加速度軌跡を利用して前記変換器を現在トラックから目標トラックに移動させるように前記アクチュエータを制御するコントローラと；

10

を含むことを特徴とする，ディスクドライブ。

【請求項 1 2】

前記非対称正弦波波形の加速度軌跡は，加速に比べて減速の絶対量が多い非対称形態であることを特徴とする，請求項 1 1 に記載のディスクドライブ。

【請求項 1 3】

前記非対称正弦波波形の加速度軌跡は，加速区間に比べて減速区間の長さが短い非対称形態であることを特徴とする，請求項 1 1 に記載のディスクドライブ。

【請求項 1 4】

前記非対称正弦波波形の加速度軌跡は，加速に比べて減速の絶対量が大きく，加速区間に比べて減速区間の長さが短い非対称形態であることを特徴とする，請求項 1 1 に記載の

20

ディスクドライブ。

【請求項 1 5】

前記非対称正弦波波形の加速度軌跡 $a(t)$ とこれによる速度軌跡 $v(t)$ および位置軌跡 $x(t)$ は，

【数 3】

$$a(t) = \begin{cases} K_a I_a \sin\left[\frac{\pi}{T_a} t\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ -K_a I_d \sin\left(\frac{\pi}{T_d}(t-T_a)\right), & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases} \quad 30$$

$$v(t) = \begin{cases} \frac{K_a I_a T_a}{\pi} \left[1 - \cos\left(\frac{\pi}{T_a} t\right)\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{2K_a I_a T_a}{\pi} + \frac{K_a I_d T_d}{\pi} \left[\cos\left(\frac{\pi}{T_d}(t-T_a)\right) - 1\right], & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}$$

$$x(t) = \begin{cases} \frac{K_a I_a T_a}{\pi} \left[t - \frac{T_a}{\pi} \sin\left(\frac{\pi}{T_a} t\right)\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{K_a I_a T_a^2}{\pi} + \frac{2K_a I_a T_a - K_a I_d T_d}{\pi} (t-T_a) + \frac{K_a I_d T_d^2}{\pi^2} \sin\left(\frac{\pi}{T_d}(t-T_a)\right), & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases} \quad 40$$

… (数式 1)

(ここで， I_a ， I_d ， T_a ， T_d は各々，加速電流振幅，減速電流振幅，加速時間，減速時間を表す。)

と表現されることを特徴とする，請求項 1 1 に記載のディスクドライブ。

【請求項 1 6】

50

前記変換器を支持し、ディスクの表面と変換器間の空間で空気軸受を生成させるスライダと；

前記スライダを支持するヘッドジンバルアセンブリと；

ボイスコイルを有し、前記ヘッドジンバルアセンブリに付着されたアクチュエータアームと；

軸受アセンブリと；

をさらに含み、

電流が前記ボイスコイルに供給される時、前記アクチュエータアームは軸受アセンブリの周囲を回転することを特徴とする、請求項 1 1 に記載のディスクドライブ。

【請求項 1 7】

10

トラック探索モード時において、非対称正弦波波形の加速度軌跡を利用したトラック探索制御プロセスによって変換器を目標トラックに移動させるようにプログラムされたコンピュータプログラムコードを含むことを特徴とする、コンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【請求項 1 8】

前記非対称正弦波波形の加速度軌跡は、加速に比べて減速の絶対量が大きい非対称形態であることを特徴とする、請求項 1 7 に記載のコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【請求項 1 9】

前記非対称正弦波波形の加速度軌跡は、加速区間に比べて減速区間の長さが短い非対称形態であることを特徴とする、請求項 1 7 に記載のコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

20

【請求項 2 0】

前記非対称正弦波波形の加速度軌跡は、加速に比べて減速の絶対量が大きく、加速区間に比べて減速区間の長さが短い非対称形態であることを特徴とする、請求項 1 7 に記載のコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【請求項 2 1】

前記非対称正弦波波形の加速度軌跡 $a(t)$ と、これによる速度軌跡 $v(t)$ および位置軌跡 $x(t)$ は、

【数 4】

30

$$a(t) = \begin{cases} K_a I_a \sin\left[\frac{\pi}{T_a} t\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ -K_a I_d \sin\left(\frac{\pi}{T_d}(t-T_a)\right), & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}$$

$$v(t) = \begin{cases} \frac{K_a I_a T_a}{\pi} \left[1 - \cos\left(\frac{\pi}{T_a} t\right)\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{2K_a I_a T_a}{\pi} + \frac{K_a I_d T_d}{\pi} \left[\cos\left(\frac{\pi}{T_d}(t-T_a)\right) - 1\right], & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}$$

$$x(t) = \begin{cases} \frac{K_a I_a T_a}{\pi} \left[t - \frac{T_a}{\pi} \sin\left(\frac{\pi}{T_a} t\right)\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{K_a I_a T_a^2}{\pi} + \frac{2K_a I_a T_a - K_a I_d T_d}{\pi} (t-T_a) + \frac{K_a I_d T_d^2}{\pi^2} \sin\left(\frac{\pi}{T_d}(t-T_a)\right), & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}$$

… (数式 1)

40

(ここで、 I_a 、 I_d 、 T_a 、 T_d は各々、加速電流振幅、減速電流振幅、加速時間、減

50

速時間を表す。)

と表現されることを特徴とする請求項 17 に記載のコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【請求項 22】

トラック探索モード時において、非対称正弦波波形の電流をボイスコイルに印加するトラック探索制御プロセスによって変換器を目標トラックに移動させることを特徴とする、ディスクドライブのトラック探索サーボ制御方法。

【請求項 23】

前記非対称正弦波電流は、正に比べて負の絶対量が多いことを特徴とする、請求項 22 に記載のディスクドライブのトラック探索サーボ制御方法。

10

【請求項 24】

前記非対称正弦波電流は、正の区間に比べて負の区間の長さが短いことを特徴とする、請求項 22 に記載のディスクドライブのトラック探索サーボ制御方法。

【請求項 25】

前記非対称正弦波電流は、正に比べて負の絶対量が大きく、正の区間に比べて負の区間の長さが短いことを特徴とする、請求項 22 に記載のディスクドライブのトラック探索サーボ制御方法。

【請求項 26】

所定の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して前記ディスクから情報を再生する変換器と；

前記変換器を前記ディスクの表面を横切って移動させるアクチュエータと；

非対称正弦波波形の電流をボイスコイルに印加して前記変換器を現在トラックから目標トラックに移動させるように前記アクチュエータを制御するコントローラと；
を含むことを特徴とする、ディスクドライブ。

20

【請求項 27】

前記非対称正弦波電流は、正に比べて負の絶対量が多いことを特徴とする、請求項 26 に記載のディスクドライブ。

【請求項 28】

前記非対称正弦波電流は、正の区間に比べて負の区間の長さが短いことを特徴とする、請求項 26 に記載のディスクドライブ。

30

【請求項 29】

前記非対称正弦波波形の電流は、正に比べて負の絶対量が大きく、正の区間に比べて負の区間の長さが短いことを特徴とする、請求項 26 に記載のディスクドライブ。

【請求項 30】

トラック探索モード時において、非対称正弦波波形の電流をボイスコイルに印加するトラック探索制御プロセスによって変換器を目標トラックに移動させるようにプログラムされたコンピュータプログラムコードを含むことを特徴とする、コンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【請求項 31】

前記非対称正弦波電流は、正に比べて負の絶対量が多いことを特徴とする、請求項 30 に記載のコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

40

【請求項 32】

前記非対称正弦波電流は、正の区間に比べて負の区間の長さが短いことを特徴とする、請求項 30 に記載のコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【請求項 33】

前記非対称正弦波電流は、正に比べて負の絶対量が大きく、正の区間に比べて負の区間の長さが短いことを特徴とする、請求項 30 に記載のコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【請求項 34】

50

非対称正弦波波形の加速度軌跡を適用して現在のトラックから目標トラックに変換器の移動を制御するコントローラと；

前記コントローラと連結され、ディスクにデータを記録するか、またはディスクからデータを再生するように前記コントローラから制御信号を受信し、これに相応するデータ処理を実行するリード/ライトチャンネルと；

前記コントローラから供給される制御信号に相応して前記変換器を移動させるためにボイスコイルに電流を供給するボイスコイル駆動回路と；

を含むことを特徴とする、ディスクドライブ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ディスクドライブのトラック探索サーボ制御方法、ディスクドライブのトラック探索サーボ制御装置、ディスクドライブおよびコンピュータが読み取り可能な記憶媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

本発明と関連した公知の従来技術として、特許文献1の「ハードディスクドライブサーボメカニズムのための一般フリーシーク方法および装置」がある。

【0003】

特許文献1には、一般フリーシークによるシーク加速度軌跡を適用し、シーク時間を短縮およびシークモード実行時に発生する機械的な振動などの性能を改善させる技術が提示されている。

【0004】

ハードディスクドライブ(HDD: Hard Disk Drive, 以下、HDDと言う。)は、回転する単一または複数のディスクをそれぞれ磁化させ、またこのディスクの磁界を感知することによって情報を記録/再生できる複数の磁気変換器を含んでいる。この情報は、環状トラック内に位置した複数のセクター内に保存される。ディスクの各表面をディスクの同心円方向にトラック番号が配置される。垂直的に類似したトラックの番号はシリンダーとも称する。したがって、各トラックは、シリンダー番号によって定義されることもある。

【0005】

各変換器は、典型的にヘッドジンバルアセンブリ(HGA: Head Gimbal Assembly, 以下、HGAと言う。)に結合されているスライダ内に統合されている。各HGAは、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は、ボイスコイルモータを共に特定するマグネチックアセンブリに隣接したボイスコイルを有している。HDDは、典型的にボイスコイルモータを励起させる電流を供給する駆動回路およびコントローラを含んでいる。励起されたボイスコイルモータは、アクチュエータアームを回転させ、ディスクの表面を横切って変換器を移動させる。

【0006】

情報を記録/再生する時、HDDは、変換器を所定のシリンダーから他のシリンダーに移動させるためのシークルーチンを実行する場合がある。シークルーチン途中においてボイスコイルモータは、変換器をディスク表面から新しいシリンダー位置に移動させるための電流によって励起される。コントローラは、変換器が正確なシリンダー位置およびトラックの中央に移動するためのサーボルーチンを実行する。

【0007】

このとき、ディスクからの情報を記録/再生するのに必要な時間の量を最少化させることが望ましい。したがって、ドライブにより実行されるシークルーチンは、変換器を最も短い時間内に新しいシリンダー位置に移動するものでなければならない。併せて、変換器が早く情報を記録/再生し、新しいシリンダーに短時間で隣接させるために、HGAの安定時間も最小化しなければならない。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

一般に、目標トラックに速かに変換器を移動させるため、矩形波状の加速度軌跡を適用してシークサーボ制御を実行していた。不幸にも、矩形波は、高い周波数成分の高周波を含んでおり、これはHGAから機械的な共振を招き、高い自然周波数に機械的な構成要素またはアセンブリを励起させる。残余の振動によって聴覚的なノイズ、所望しない振動を招き、HGAが安定するまで時間を要した。従来技術の、矩形波によって生成された機械的な共振は、ディスクから情報を記録/再生するために必要な安定時間と全体時間とを共に増加させる問題点があった。

【 0 0 0 9 】

このような問題点を解決するために開発された技術が正弦波状の加速度軌跡を利用したシーク制御方法である。これによる加速度方程式、速度方程式および位置方程式は、数式10の通りである。

【 数 1 】

$$a(t) = K_a I_a \sin\left(\frac{2\pi}{T_{sk}} t\right)$$

$$v(t) = \frac{K_a I_a T_{sk}}{2\pi} \left[1 - \cos\left(\frac{2\pi}{T_{sk}} t\right) \right]$$

$$x(t) = \frac{K_a I_a T_{sk}}{2\pi} \left[t - \frac{T_{sk}}{2\pi} \sin\left(\frac{2\pi}{T_{sk}} t\right) \right]$$

… (数式10)

ここで、定数 K_a 、 I_a 、 T_{sk} は、各々、加速度定数、電流振幅、トラック探索時間を表す。

【 0 0 1 0 】

VCM (Voice Coil Motor) アクチュエータが正弦波加速度軌跡によって加減速する場合の加速度 a 、速度 v および位置軌跡 p は、図4Aの通りであり、このような軌跡が適用された制御によるVCM電圧波形は、図4Bの通りである。VCM電圧波形が正の方向に偏った非対称形態となる理由は、アクチュエータ回転によってコイルに逆起電力電圧が発生するためである。

【 0 0 1 1 】

このようにVCM電圧波形が正の方向に偏ることによって、トラック探索時間が矩形波加速度軌跡を適用した場合と比較して10%程度延びる問題点が発生する。

【 0 0 1 2 】

【特許文献1】韓国公開特許2001-0067380号公報

【 発明の開示 】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 3 】

本発明が解決しようとする技術的課題は、上記問題点を解決するため、HDDのトラック探索制御時に機械的な騒音を低減させつつ、かつトラック探索時間を短縮させることが可能な、新規かつ改良されたディスクドライブのトラック探索サーボ制御方法、ディスクドライブのトラック探索サーボ制御装置、ディスクドライブおよびコンピュータが読み取り可能な記憶媒体を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

10

20

30

40

50

上記課題を達成するために本発明によるディスクドライブのトラック探索サーボ制御方法は、ディスクドライブ制御方法において、トラック探索モード時に、非対称正弦波波形の加速度軌跡を利用したトラック探索制御プロセスによって変換器を目標トラックに移動させることを特徴とする。

【0015】

上記非対称正弦波波形の加速度軌跡は、加速に比べて減速の絶対量が多い非対称形態であるとしても良いし、加速区間に比べて減速区間の長さが短い非対称形態であるとしても良い。

【0016】

また、上記非対称正弦波波形の加速度軌跡 $a(t)$ と、これによる速度軌跡 $v(t)$ および位置軌跡 $x(t)$ は、

【数2】

$$a(t) = \begin{cases} K_a I_a \sin\left[\frac{\pi}{T_a} t\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ -K_a I_d \sin\left[\frac{\pi}{T_d} (t - T_a)\right], & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}$$

$$v(t) = \begin{cases} \frac{K_a I_a T_a}{\pi} \left[1 - \cos\left(\frac{\pi}{T_a} t\right)\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{2K_a I_a T_a}{\pi} + \frac{K_a I_d T_d}{\pi} \left[\cos\left(\frac{\pi}{T_d} (t - T_a)\right) - 1\right], & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}$$

$$x(t) = \begin{cases} \frac{K_a I_a T_a}{\pi} \left[t - \frac{T_a}{\pi} \sin\left(\frac{\pi}{T_a} t\right)\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{K_a I_a T_a^2}{\pi} + \frac{2K_a I_a T_a - K_a I_d T_d}{\pi} (t - T_a) + \frac{K_a I_d T_d^2}{\pi^2} \sin\left(\frac{\pi}{T_d} (t - T_a)\right), & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}$$

30

… (数式1)

(ここで、 I_a 、 I_d 、 T_a 、 T_d は、各々、加速電流振幅、減速電流振幅、加速時間、減速時間を表す。)

と表現されるとしても良い。

【0017】

上記課題を達成するために本発明によるディスクドライブのトラック探索サーボ制御装置は、ディスクドライブ制御装置において、トラック探索モード時に、非対称正弦波波形の加速度軌跡方程式を適用し、設計位置値、設計速度値および設計加速度値を演算するシーク軌跡生成器と；変換器がディスクを移動する実際位置値、実際速度値および加速度値を決定する状態推定器と；上記設計位置値から上記実際位置値を減算して出力させる第1合算器と；上記第1合算器出力値に位置補正のための所定の位置利得を乗算して位置補正值を生成させるための位置制御利得補償器と；上記位置補正值と上記設計速度値とを合算し、上記位置補正值と上記設計速度値との合算値から上記実際速度値を減算して出力させる第2合算器と；上記第2合算器の出力値に速度補正のための所定の速度利得を乗算して速度補正值を生成させるための速度制御利得補償器と；上記速度補正值と上記設計加速度値とを合算し、上記速度補正值と上記設計加速度値との合算値から上記実際加速度値を減算して加速度補正值を生成させる第3合算器と；上記加速度補正值に相応してボイスコイルに供給される電流を変化させるアクチュエータとを含むことを特徴とする。

50

【0018】

上記課題を達成するために本発明によるディスクドライブのトラック探索サーバー制御方法が適用されるディスクドライブは、所定の情報を保存するディスク、上記ディスクを回転させるスピンドルモータ、上記ディスクに情報を記録し、上記ディスクから情報を再生する変換器、上記変換器を上記ディスクの表面を横切って移動させるアクチュエータおよび非対称型正弦波の加速度軌跡を利用して上記変換器を現在トラックから目標トラックに移動させるように上記アクチュエータを制御するコントローラを含むことを特徴とする。

【0019】

上記課題を達成するために本発明によるディスクドライブのトラック探索サーバー制御方法が適用されるコンピュータが読み取り可能な記憶媒体は、トラック探索モード時において、非対称正弦波波形の加速度軌跡を利用したトラック探索制御プロセスによって変換器を目標トラックに移動させるようにプログラムされたコンピュータプログラムコードを含むことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、ディスクドライブのトラック探索制御時に、非対称正弦波波形の加速度軌跡を利用して変換器を目標トラックに移動させるように制御する。このことによって、VCM電圧を、与えられた電圧の制限下で正/負の方向に同一に使用することができ、対称正弦波状の加速度軌跡を使用する従来のシーク技術と比較してトラック探索時間を短縮できる。さらに、矩形波状の加速度軌跡を利用する従来のシーク技術と比較して機械的な騒音を削減できる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

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。

【0022】

図1は、本実施形態が適用されるHDD10の構成を示す図面である。

【0023】

HDD10は、スピンドルモータ14によって回転される少なくとも一つの磁気ディスク12やこのディスク12の表面に隣接した変換器16を含んでいる。

30

【0024】

変換器16は、それぞれのディスク12の磁界を感知し、またディスク12を磁化させることによって、回転するディスク12に対して情報を再生/記録できる。通常、変換器16は、各ディスク12の表面と関連付けられる。ここでは、単一の変換器16によって説明されているが、変換器16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とからなっていると理解されるべきである。再生用変換器は、磁気抵抗(MR:Magneto-Resistive)素子で構成される。

40

【0025】

変換器16は、スライダ20に統合されうる。スライダ20は、変換器16とディスク12の表面間に空気軸受を生成させる構造になっている。スライダ20は、HGA22に結合されている。HGA22は、ボイスコイル26を有するアクチュエータアーム24に付けられている。ボイスコイル26は、VCM30を特定するマグネチックアセンブリ28に隣接している。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12表面を横切って変換器16を移動させる。

【0026】

情報は、通常、ディスク12の環状トラック内に保存される。各トラック34は、一般

50

的に複数のセクターを含んでいる。各セクターは、データフィールドと識別フィールドとを含んでいる。識別フィールドは、セクターおよびトラック（シリンダー）を識別するグレーコードで構成されている。変換器 16 は、他のトラックにある情報を再生／記録するためにディスク 12 の表面を横切って移動される。

【0027】

図 2 は、HDD 10 を制御できる電氣的システム 40 を示す図面である。電氣的システム 40 は、リード／ライト（R/W）チャンネル回路 44 およびプリアンプ回路 46 を介して変換器 16 に結合されたコントローラ 42 を有している。コントローラ 42 は、デジタル信号プロセッサ（DSP: Digital Signal Processor）、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラであっても良い。コントローラ 42 は、ディスク 12 から再生するか、またはディスク 12 に情報を記録するためにリード／ライトチャンネル回路 44 に制御信号を供給する。情報は、一般に、R/Wチャンネル回路 44 からホストインターフェース回路 54 に伝送される。ホストインターフェース回路 54 は、PC（Personal Computer）のようなシステムに接続するために HDD 10 に与えられたバッファメモリおよび制御回路を含んでいる。

10

【0028】

コントローラ 42 は、ボイスコイル 26 に駆動電流を供給する VCM 駆動部 48 にも結合されている。コントローラ 42 は、VCM の励起および変換器 16 の動きを制御するために VCM 駆動部 48 に制御信号を供給する。

【0029】

コントローラ 42 は、再生専用メモリ（ROM: Read Only Memory）またはフラッシュメモリ素子 50 のような不揮発性メモリおよびランダムアクセスメモリ（RAM: Random Access Memory）素子 52 に結合されている。メモリ素子 50, 52 は、ソフトウェアルーチンを実行させるため、コントローラ 42 によって使用される命令語およびデータを含んでいる。ソフトウェアルーチンの一つとして、所定のトラックから他のトラックに変換器 16 を移動させるシーケルーチンがある。シーケルーチンは、変換器 16 を正確なトラックに移動させるためのサーボ制御ルーチンを含んでいる。一実施例として、メモリ素子 50 は、本実施形態の加速度、速度および位置軌跡方程式を含んでおり、後述するように、駆動開始時にメモリ素子 52 にこれら方程式が保存される。

20

30

【0030】

図 3 は、コントローラ 42 によって実行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。トラック探索サーボ制御システムは、変換器 16 をディスク 12 の目標トラックに正確に位置させることを目的とする。コントローラ 42 は、変換器を起動時の基準トラックから距離 X_{sk} 離れた位置にある新しいトラックに移動させるシーケルーチンを実行する。新しいトラックと基準トラック間に位置した一つまたはそれ以上のトラックのグレーコードは、ディスク 16 を横切って動く変換器で再生する。これは、変換器 16 がトラックを横切って目標速度および目標加速度で動いているか否かを、周期的にコントローラ 42 で確認するのに利用される。

【0031】

トラック探索サーボ制御システムは、ソフトウェアおよびハードウェアで構成された状態推定器 62 を含む。状態推定器 62 は、変換器 16 が基準トラックから移動する実際距離または実際位置値を計算できる。この実際位置値は、変換器 16 の下側のトラックのグレーコードを再生することによって決定されうる。状態推定器 62 はまた、変換器 16 の実際速度値および実際加速度値を計算できる。コントローラ 42 が変換器 16 の動きを正確に制御するために変換器 16 が新しいトラック位置に移動することによってグレーコードは周期的にサンプリングされうる。

40

【0032】

シーケル軌跡生成器 60 は、変換器 16 がトラック 34 のグレーコードを再生する度に非対称正弦波波形の加速度軌跡の関数を適用して変換器 16 の設計位置 $x_d(n)$ 、設計速

50

度 $v_d(n)$ および設計加速度 $a_d(n)$ を計算する。

【0033】

第1合算器64は、設計位置値から実際位置値を減算する。そして、位置制御利得補償器66は、第1合算器64で演算された設計位置値と実際位置値との差に、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する。

【0034】

次いで、第2合算器68は、位置制御利得補償器66から生成された位置補正值に設計速度値を加算した後で実際速度値を減算する。

【0035】

これにより、速度制御利得補償器70は、第2合算器68で演算された設計速度値と実際速度値との差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する。 10

【0036】

次いで、第3合算器72は、速度補正值と設計加速度値とを加算した後で実際加速度値を減算して加速度補正值 $u(n)$ を生成する。

【0037】

加速度補正值は、パワーアンプ74で増幅された後でVCMアクチュエータ76に印加される。上記VCMアクチュエータ76は、増幅された加速度補正值によってボイスコイルに供給される電流を可変し、結果的に変換器16の加速度を変更させる。これにより、加速度軌跡の形態とボイスコイルに印加される電流軌跡の形態とは同じであるということが分かる。 20

【0038】

すなわち、ボイスコイルに印加される電流は、図5Aに示されたように加速度軌跡が非対称正弦波波形を有し、細部的に正に比べて負の絶対量が大きく、正の区間に比べて負の区間が短いことが特徴である。

【0039】

第3, 2, 1合算器72, 68, 64に提供される設計加速度, 速度および位置波形を、以下に示す。

【0040】

本実施形態においては、加速に比べて減速の絶対量が大きい非対称型の正弦波加速度軌跡を使用する。これは、アクチュエータ回転によってコイルから生成される逆起電力を考慮して、与えられた電圧の制限下で減速電流量を増加させるためである。 30

【0041】

本実施形態に適用される加速度軌跡とこれによる速度および位置軌跡は、数式1の通りである。

【数 3】

$$a(t) = \begin{cases} K_a I_a \sin\left[\frac{\pi}{T_a} t\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ -K_a I_d \sin\left(\frac{\pi}{T_d}(t-T_a)\right), & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}$$

$$v(t) = \begin{cases} \frac{K_a I_a T_a}{\pi} \left[1 - \cos\left(\frac{\pi}{T_a} t\right)\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{2K_a I_a T_a}{\pi} + \frac{K_a I_d T_d}{\pi} \left[\cos\left(\frac{\pi}{T_d}(t-T_a)\right) - 1\right], & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}$$

$$x(t) = \begin{cases} \frac{K_a I_a T_a}{\pi} \left[t - \frac{T_a}{\pi} \sin\left(\frac{\pi}{T_a} t\right)\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{K_a I_a T_a^2}{\pi} + \frac{2K_a I_a T_a - K_a I_d T_d}{\pi} (t-T_a) + \frac{K_a I_d T_d^2}{\pi^2} \sin\left(\frac{\pi}{T_d}(t-T_a)\right), & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}$$

… (数式 1)

10

20

ここで、 I_a 、 I_d 、 T_a 、 T_d は、各々、加速電流振幅、減速電流振幅、加速時間、減速時間を表す。このような 4 つのパラメータを決定するためには 4 つの方程式が必要である。

【0042】

まず、トラック探索完了時に速度が 0 となる条件によって数式 2 のような方程式を得られる。

【数 4】

$$v(T_a + T_d) = \frac{2K_a}{\pi} (I_a T_a - I_d T_d) = 0$$

… (数式 2)

30

【0043】

そして、探索距離 $X_{s k}$ と探索時間 $T_{s k}$ 間の関係から数式 3 のような第二の方程式を得られる。

【数 5】

$$X_s = x(T_a + T_d) = \frac{K_a I_a T_a}{\pi} (T_a + T_d)$$

… (数式 3)

40

【0044】

そして、数式 1 の軌跡使用時に必要な VCM 電圧は、数式 4 のように与えられる。

【数 6】

$$\begin{aligned}
 u(t) &= L \frac{di}{dt} + Ri + K_e v \\
 &= \begin{cases} \frac{K_e K_t I_a T_a}{M\pi} + RI_a \sin\left(\frac{\pi}{T_a} t\right) + \left(\frac{L\pi I_a}{T_a} - \frac{K_e K_t I_a T_a}{M\pi}\right) \cos\left(\frac{\pi}{T_a} t\right), & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{K_e K_t I_d T_d}{M\pi} - RI_d \sin\left(\frac{\pi}{T_d}(t-T_a)\right) - \left(\frac{L\pi I_d}{T_d} - \frac{K_e K_t I_d T_d}{M\pi}\right) \cos\left(\frac{\pi}{T_d}(t-T_a)\right), & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}
 \end{aligned}$$

10

… (数式 4)

ここで、定数 L 、 R 、 K_e は各々、VCMコイルのインダクタンス、抵抗および逆起電力定数を表す。

【0045】

加速時に電圧制限値 U_m 内で電圧を最大に使用するという条件

【数 7】

20

$$\left(\max_{0 \leq t \leq T_a} u(t) = U_m \right)$$

から数式 5 のような第三の方程式を得られる。

【数 8】

$$\frac{2K_e K_t U_m T_a^3}{M\pi I_a} + \left(R^2 - \frac{2LK_e K_t}{M} - \left(\frac{U_m}{I_a}\right)^2 \right) T_a^2 + L^2 \pi^2 = 0$$

30

… (数式 5)

【0046】

また、減速時に電圧制限内で電圧を最大に使用するという条件

【数 9】

$$\left(\min_{t_a \leq t \leq T_a + T_d} u(t) = -U_m \right)$$

40

から数式 6 のような第四の方程式を得られる。

【数 1 0】

$$\frac{2K_e K_t U_m T_a^3}{M \pi a} - \left(R^2 - \frac{2LK_e K_t}{M} - \left(\frac{U_m}{I_a} \right)^2 \right) T_a^2 - L^2 \pi^2 = 0$$

… (数式 6)

【0047】

10

数式 2, 3, 4, 6 を連立して解すれば, 数式 1 の軌跡に使われるパラメータ I_a , I_d , T_a , T_d を決定できる。このように決定された加速度 a , 速度 v , 位置軌跡 p を図 5 A に示し, VCM 電圧波形は, 図 5 B に示した。図 5 A に示されたように加速度軌跡 a は, 加速に比べて減速の絶対量が大きい非対称形態となり, また加速区間が減速区間より長い非対称形態となる。

【0048】

そして, 図 5 B の VCM 電圧波形は, 両側方向に絶対量がほぼ同じであって, 与えられた電圧の制限下で電圧を適切に使用していることが分かる。

【0049】

非対称正弦波の加速度軌跡を利用した本実施形態によるトラック探索制御によるトラック探索時間と対称形正弦波の加速度軌跡とを利用した従来技術によるトラック探索制御によるトラック探索を図 6 に示した。

20

【0050】

図 6 に示されたように, 従来技術に比べて本実施形態のシーク制御技術によれば, トラック探索時間が約 1 msec 程度短縮される。

【0051】

本実施形態は, 方法, 装置, システムとして実行されうる。また, 本実施形態がソフトウェアとして実行される時, 本実施形態の構成手段は, 必然的に必要な作業を実行するコードセグメントである。プログラムまたはコードセグメントは, プロセッサ判読可能媒体に保存され, または伝送媒体または通信網で搬送波と結合されたコンピュータデータ信号によって伝送されうる。プロセッサ判読可能媒体は, 情報を保存または伝送可能ないかなる媒体も含む。プロセッサ判読可能媒体の例としては, 電子回路, 半導体メモリ素子, ROM, フラッシュメモリ, EROM (Erasable ROM), フロッピーディスク (登録商標), 光ディスク, ハードディスク, 光繊維媒体, 無線周波数 (RF: Radio Frequency) 網がある。コンピュータデータ信号は, 電子網チャンネル, 光繊維, 空気, 電子界, RF 網のような伝送媒体上に伝播されうるいかなる信号も含まれる。

30

【0052】

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。

40

【産業上の利用可能性】

【0053】

本発明は, ディスクドライブのトラック探索サーボ制御方法, ディスクドライブのトラック探索サーボ制御装置, ディスクドライブおよびコンピュータが読み取り可能な記憶媒体に適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図 1】本実施形態が適用される HDD の構成を示す平面図である。

【図 2】HDD を制御する電気的システムを示す回路図である。

50

- 【図3】HDDのサーボ制御システムを示す回路図である。
- 【図4A】従来のシーク技術による位置，速度，加速度軌跡を示す図面である。
- 【図4B】従来の技術によるVCM電圧波形を示す図面である。
- 【図5A】本実施形態のシーク技術による位置，速度，加速度軌跡を示す図面である。
- 【図5B】本実施形態によるVCM電圧波形を示す図面である。
- 【図6】本発明および従来技術による探索時間を比較した図面である。

【符号の説明】

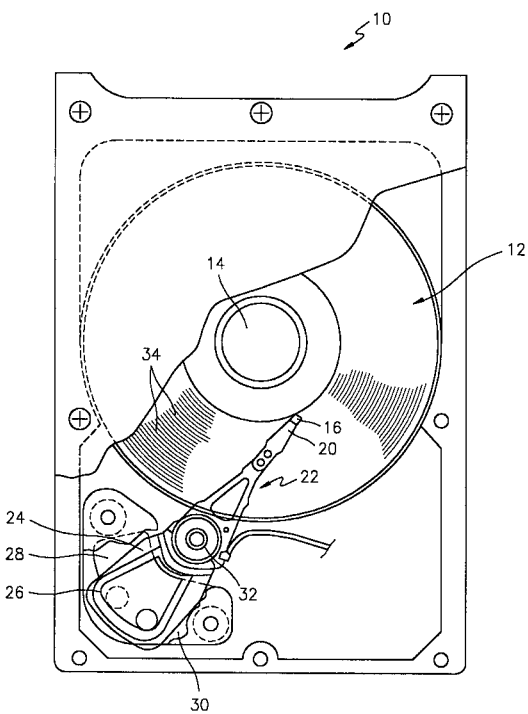
【0055】

- 10 HDD
- 12 ディスク
- 14 スピンドルモータ
- 16 変換器
- 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
- 30 VCM
- 32 軸受アセンブリ
- 34 トラック

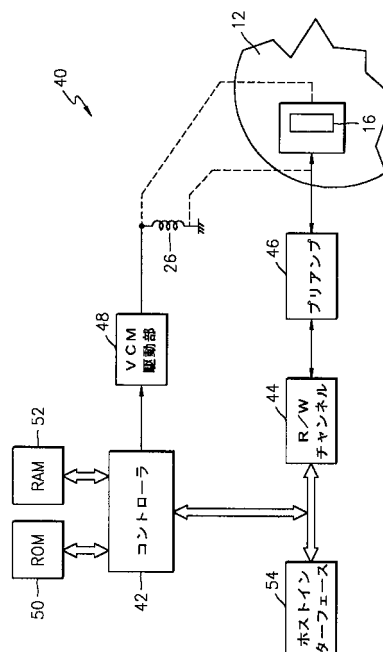
10

20

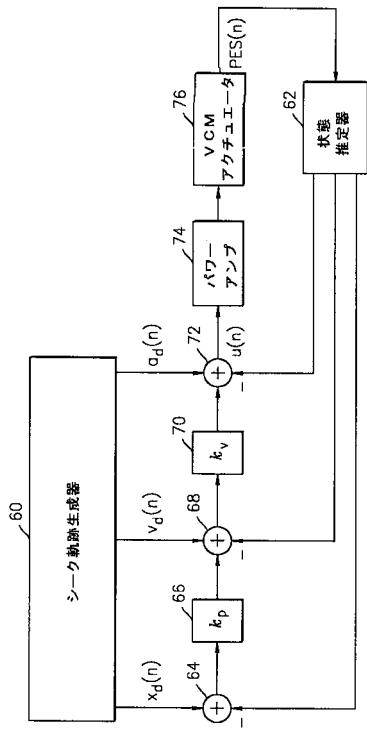
【図1】



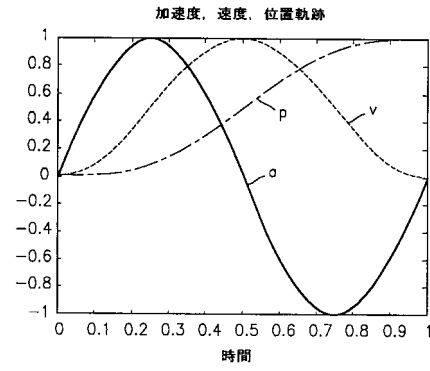
【図2】



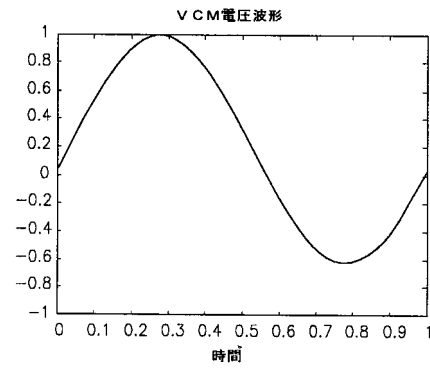
【図3】



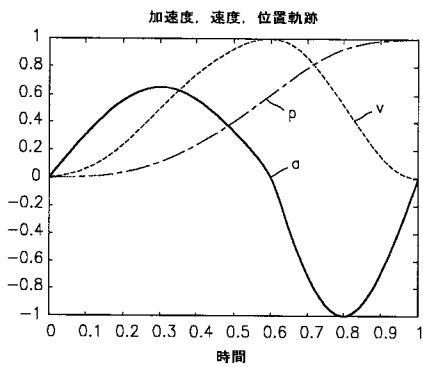
【図4A】



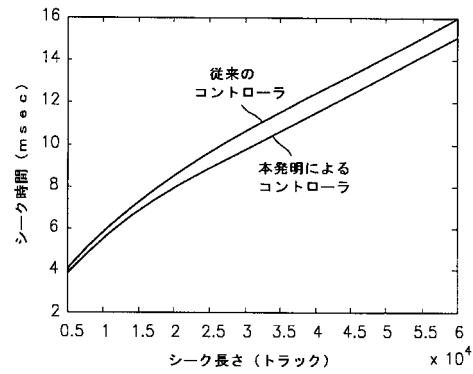
【図4B】



【図5A】



【図6】



【図5B】

