

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3669941号

(P3669941)

(45) 発行日 平成17年7月13日(2005.7.13)

(24) 登録日 平成17年4月22日(2005.4.22)

(51) Int.Cl.⁷

G 1 1 B 21/10

F I

G 1 1 B 21/10

W

G 1 1 B 21/10

E

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2001-162316 (P2001-162316)	(73) 特許権者	503116280
(22) 出願日	平成13年5月30日 (2001.5.30)		ヒタチグローバルストレージテクノロジー
(65) 公開番号	特開2002-8333 (P2002-8333A)		ズネザーランドビービー
(43) 公開日	平成14年1月11日 (2002.1.11)		オランダ国 アムステルダム 1076
審査請求日	平成13年5月30日 (2001.5.30)		エイズィ パルナスストーレン ロカテリ
(31) 優先権主張番号	09/583832		ケード 1
(32) 優先日	平成12年5月31日 (2000.5.31)	(74) 代理人	100068504
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 小川 勝男
		(72) 発明者	エドワード・ヤムチュク
			アメリカ合衆国10541 ニューヨーク
			州マホバック フランクリン・ドライブ
			19
		審査官	山崎 達也
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディスク媒体のサーボ・トラックに振幅バーストを書き込む方法及びデータ記憶システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

書込みエレメントの中心が読取りエレメントの中心から振幅バーストの書込みが歩進する方向に沿って分離されているデータ記憶装置のデータ記憶媒体のサーボ・トラックに振幅バーストを書き込む方法であって、

複数のサーボ・トラックに書き込まれた複数の振幅バーストのうちの連続する3つにおける前記読取りエレメントによるリードバック振幅の放物線補間を使用して導出された位置でサーボ制御を行うステップと、

前記サーボ制御の間に前記記憶媒体のサーボ・トラックに前記書込みエレメントにより1つまたは複数の振幅バーストを書き込むステップと、

前記書込みエレメントによる振幅バーストの書込み中に前記読取りエレメントの位置誤差信号を導出するステップと、

前記読取りエレメントが前記サーボ・トラックに移動し、前記書込みエレメントが後続のサーボ・トラックに振幅バーストを書き込む間に前記位置誤差信号を使用してサーボ制御を行うステップと、

を含むことを特徴とするデータ記憶媒体のサーボ・トラックに振幅バーストを書き込む方法。

【請求項2】

前記サーボ制御における前記読取りエレメントのリードバック振幅は、先行する振幅バーストおよび後続の振幅バーストよりも、中心の振幅バーストで最も高いことを特徴とす

10

20

る請求項1記載のデータ記憶媒体のサーボ・トラックに振幅バーストを書き込む方法。

【請求項3】

書込みエレメントの中心が読取りエレメントの中心から振幅バーストの書込みが歩進する方向に沿って分離されているデータ記憶装置のデータ記憶媒体のサーボ・トラックに振幅バーストを書き込むシステムであって、

複数のサーボ・トラックに書き込まれた複数の振幅バーストのうちの連続する3つにおける前記読取りエレメントによるリードバック振幅の放物線補間を使用して導出された位置でサーボ制御を行う手段と、

前記サーボ制御の間に前記記憶媒体のサーボ・トラックに前記書込みエレメントにより1つまたは複数の振幅バーストを書き込む手段と、

前記書込みエレメントによる振幅バーストの書込み中に前記読取りエレメントの位置誤差信号を導出する手段と、

前記読取りエレメントが前記サーボ・トラックに移動し、前記書込みエレメントが後続のサーボ・トラックに振幅バーストを書き込む間に前記位置誤差信号を使用してサーボ制御を行う手段と、

を有することを特徴とするデータ記憶媒体のサーボ・トラックに振幅バーストを書き込むシステム。

【請求項4】

前記サーボ制御における前記読取りエレメントのリードバック振幅は、先行する振幅バーストおよび後続の振幅バーストよりも、中心の振幅バーストで最も高いことを特徴とする請求項3記載のデータ記憶媒体のサーボ・トラックに振幅バーストを書き込むシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、データ記憶媒体に関する。より詳細には、本発明は、記憶媒体上へのサーボ・パターンの自己サーボ書込みに関する。

【0002】

【従来の技術】

自己サーボ書込みは、コストのかかる外部位置決めシステムの必要がなく、かつクリーン・ルーム環境外で実行できるため、ディスク・ファイル上にサーボ・パターンを作成するための魅力ある技法となっている。一般的に、この技法は、ディスク・ドライブのアクチュエータ上にインストールされた読取り・書込みエレメントを「その場で」使用して、サーボ・パターンの初期書込みを行うことに関わり、そのパターンが、後で、ユーザによるドライブ操作中にアクチュエータを正しく位置決めするのに使用される。

【0003】

径方向位置決めサーボ・パターンと円周タイミング・パターンの両方の自己伝搬送ための技法が、最近、開発された。例えば、米国特許第5659436号（その全体を、参照により本明細書に組み込む）では、次のサーボ・トラックを書き込む間にヘッド位置を制御するのに使用されるサーボ位置信号が、1ステップ前に書き込まれた単一トラックのリードバック振幅から導出される。ただし、最近のディスク・ファイルでは、読取りエレメントは、アクチュエータ上の書込みエレメントから、数トラックもずれることがあり得る。この読取りエレメントと書込みエレメントのオフセットが大きくなると、いくつかの以前に書き込まれたトラックからのリードバック振幅の結合を使用して、米国特許第5757574号（その全体を参照により本明細書に組み込む）に記載されるとおり、次のトラックに対する位置信号を提供することが望ましくなる。そうした場合、書込み中のトラックの直前のトラックには、読取りエレメントと書込みエレメントのオフセットのために、読取りエレメントは到達することができない。この処理の結果、所与のトラックが、異なる重み係数がそのリードバック振幅に適用されるたびに、加重和の関係で、いくつかの後続トラックでのサーボ位置決定に寄与することになる。

10

20

30

40

50

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

径方向自己伝搬における主要な課題は、順次サーボ・パターン・トラックを書き込むために、アクチュエータが、ディスク表面を横切って歩進する際の、トラック形状誤差増大を制御することである。前述の技法は、読取りエレメントと書込みエレメントのオフセットを補償するが、トラック形状誤差増大を制御する方法は、提案されていない。

【0005】

本発明によれば、サーボ書込みが記憶媒体に沿って歩進する際の誤差増大を制御するための技法が、マルチトラック位置決め技法とともに開示される。

【0006】

【課題を解決するための手段】

これに関して、本発明は、第1の態様では、書込みエレメントの中心が、読取りエレメントの中心から、サーボ書込みが歩進する方向に沿って分離されるデータ記憶媒体上にサーボ書込みを行う方法である。複数のトラック上に以前に書き込まれた他のバーストのそれぞれのリードバック振幅から導出された位置信号を使用してサーボをかける間に、1つまたは複数のバーストが、記憶媒体の1トラック上に書き込まれる。基準波形が、位置誤差波形の関数として導出される。この位置誤差波形は、他のバーストに対する読取りエレメントの1つまたは複数の位置誤差に対応する。基準波形は、記憶媒体上の後続のトラックを書き込む際に、読取りエレメントがその1トラックにオーバーラップするとき使用される。

【0007】

一実施形態では基準波形は、位置波形の離散フーリエ変換の少なくとも1つの複素係数を計算し、その複素係数に複素フィルタ因数 f を掛け、それによって少なくとも1つのフィルタ済み係数を生成し、前記少なくとも1つのフィルタ済み係数の離散フーリエ逆変換を計算し、前記離散フーリエ逆変換を公称平均基準レベルに加算して、基準波形を形成することによって導出される。フィルタ因数 f は、サーボ書込みに使用されるサーボ・ループの閉ループ応答 C の所定の関数から計算することができる。それぞれの各トラックからの複数の基準波形が、加重和として結合され、その重みは、それぞれ各トラックの位置のシフトに対する位置信号の相対感度に応じて計算される。

【0008】

先に開示した第1態様と組み合わせて、あるいは単独で使用する事ができる本発明の別の態様では、書込みエレメントの中心が読取りエレメントの中心から、サーボ書込みが歩進する方向に沿って少なくとも部分的に分離されている、データ記憶媒体上にサーボ書込みを行う方法が提供される。このマルチトラック位置決めの実施形態では、複数のトラック上に以前に書き込まれた他のバーストのそれぞれのリードバック振幅から導出された位置信号を使用してサーボをかける間に、1つまたは複数のバーストが記憶媒体の1トラック上に書き込まれる。この実施形態では、位置信号が、複数のトラック上に以前に書き込まれた他のバーストのリードバック振幅の放物線補間を使用して導出される。

【0009】

一実施形態では、3本のトラックが放物線補間で使用され、その中心は、最も高いリードバック振幅を有し、中心トラックに先行するトラックがより低い振幅を有し、中心トラックに後続するトラックが、別のより低い振幅を有する。放物線補間関数の特定の形式もまた、本明細書で開示される。

【0010】

【発明の実施形態】

図1は、径方向自己伝搬およびサーボ・パターン書込みに使用される、データ記憶システム10の例示的エレメントを示す。ディスク・ファイル12は、媒体20上のパターンを読み取りかつ書き込むため、またヘッド18で終端するアクチュエータを、ほぼ径方向に媒体20を横切って移動させるボイス・コイル・モータ（「VCM」）16を起動するために、電子装置14に接続されている。プロセッサ22は、媒体の選択された領域に磁

10

20

30

40

50

気遷移のパターンを書き込むパターン生成器 24 を制御する。読取りエレメントからの R F リードバック信号が復調されて、読取りエレメントと磁気遷移の以前に書き込まれたパターンのオーバーラップ（重なり）を反映する振幅信号 26 をもたらす。この振幅信号が、アナログ・デジタル変換器 28（「A/D」）によって、デジタル化され、プロセッサ 22 によって分析されて、位置信号が得られる。プロセッサ 22 は数値制御信号を計算し、それがデジタル・アナログ変換器（「DAC」）30 によってアナログ形式に変換され、VCM ドライバ回路 32 によって処理されて制御電流になり、VCM 16 を駆動してヘッド 18 を適切に位置決めする。

【0011】

図 2 は、記録媒体の一部分を示す。図では、それがいくつかの伝搬トラック 100、101、102 などに分割され、各トラックがいくつかのセクタに分割され、第 1 セクタ 116 は通常、ディスク・スピンドル・モータ・ドライバからのインデックス・パルスによって決定されるディスク回転指標の直後に来る。各セクタはさらに、伝搬のための振幅バーストを含む領域 117 と領域 118 とに分割される。領域 118 は、精密タイミング伝搬システムで使用するため、またセクタ ID フィールド、および振幅バーストまたは位相コード化パターンのいずれかを含む実際のプロダクト・サーボ・パターンを書き込むために、予約されている。このシステムの一実施形態では、伝搬バースト・エリア 117 が、自己サーボ書き込みの後で、ユーザ操作中にユーザ・データで上書きされることになる。プロダクト・サーボ・パターンを含む部分を除く領域 118 もすべてのユーザ・データで上書きすることができる。

【0012】

各伝搬バースト領域はさらに、いくつかのバースト・スロットに分割され、その中に伝搬に対する振幅バースト・パターンが書き込まれる。この例では、0～7 と番号を付けた 8 つのスロットを示している。また、読取りエレメント 200 および書き込みエレメント 202 も、媒体上の例示的位置に示されている。書き込みエレメントは、トラック 105 を書き込むように位置決めされており、大きなオフセットのために、読取りエレメントは、いくつかの以前に書き込まれたトラックにまたがっている。サーボ・トラック間隔がデータ・シリンダ間隔の半分するとき、読取りエレメントは、通常、図 2 に示すとおり、任意の時刻に 3 つのトラックにオーバーラップすることができる。

【0013】

この図では、網掛けしたバーストが、既にかき込まれたトラック上のバーストを示している。（大きな読取り／書き込みオフセットがある場合、マルチトラックに基づくサーボが使用できるためには、いくつかのトラックを事前に準備しておかなければならない。この初期セットのトラックを準備するための様々な方法が存在し、これには、本願の譲渡人に譲渡された同時出願の「Creatintg an Initial Set of Tracks in a Self-Servowriting System Using a Compliant Crashstop to Control Head Movement」という名称の米国特許出願が含まれ、その全体を参照によって本明細書に組み込む。

【0014】

マルチトラック位置信号

本発明のマルチトラック・サーボ・モードでは、放物線補間公式を使用してサーボ位置信号を計算するのに、3 つのリードバック振幅をすべて使用する。これは、図 3 に示す復調されたリードバック信号が、3 つの関係のあるバースト・スロットに対するデジタル化された値を表すドット、および 3 つの読取りによって定義される放物線とともに示されている。この放物線の水平軸は、サーボ・トラックまたはバースト・スロット数の単位になっている。というのは、初期トラックが、所望の間隔で書き込まれているからである。

【0015】

放物線の頂点は、次式によって与えられる位置 P に位置している。

【数 3】

$$(1) \quad P = \frac{1}{2} \cdot \frac{V_C - V_A}{2V_B - V_A - V_C}$$

上式で、 V_A 、 V_B 、 V_C は、3つのバーストに対するリードバック振幅である。中心Bバーストが、最も高いリードバック振幅を有するものと想定されている。Aバーストは、Bバーストの1ステップ前に書き込まれ、Cバーストは、Bバーストの1ステップ後に書き込まれている。上式は、Bバーストの位置に対する頂点の位置を与え、 -0.5 と $+0.5$ の間にある。サーボ位置信号PSは、Bバースト数 $\pm P$ に等しい。図3では、例えば、Bバースト数は2であり、したがって、PSは、およそ、2.3である。

10

【0016】

利用可能な時間スロットの数が有限であるため、スロット数は、トラック数が増えるとゼロに戻り、したがって、トラックとスロットの間の関係は、常にこの例ほど単純ではない。ただし、0ないし $N-1$ の番号を付けた N 個のスロットがある場合、任意のトラックに関連するスロット数は、トラック数のモジュロ N に等しくなるので、容易に計算される。

【0017】

位置信号が分数振幅（範囲＝0～1）を表す単一バースト・サーボ・モードとは異なり、複数バースト信号は、読取りエレメントが任意の時刻に感知できる3つのアクティブな信号トラックに関する補間トラック数を表す。したがって、1.0のPSの変化は、1サーボ・ステップに対応する。ただし、補間済みPS値は、ヘッド位置の完全に線形の関数ではなく、したがって、微分感度は、可能なP値の範囲にわたって変化する。非線形性の一部は、リードバック・プロファイルの曲率に由来するが、いくらかは、放物線近似にも由来する。図4は、通常のヘッドに関するPS対ヘッド位置のプロットである。

20

【0018】

この曲線の形状は、読取り幅、書込み幅、およびサーボ・トラック間隔に依存する。新しいサーボ・トラックを書き込んでいるとき、ヘッドは、非線形曲線の周期性に等しい1ステップ単位で、常に順方向に進歩する。したがって、非線形性は、トラック間隔に直接に影響しない。

【0019】

書き込むべき次のトラックは、既存のトラックの先にあり、例えば、図2で示したケースでは、トラック番号105である。これは、読取りー書込みオフセットが2.7ステップの場合に対応する。というのは、書込みエレメントが、トラック番号5に位置し、読取りエレメントが2.3に位置するからである。この場合、トラック間の絶対間隔は、読取りー書込みオフセット距離を2.7で割ったものに等しい。

30

【0020】

順方向の歩進は、基準入力をサーボに切り替えることによって達成される。位置誤差信号PESは、基準入力からPSを差し引いた値に等しく、コントローラは、VCM電流を変化させることによって、この誤差をゼロに抑えるように動作する。基準入力に1.0を加えると、PSが同じ量だけ増加するように、サーボはヘッドを位置変更させ、新しい位置に定まった後に、次のトラックが書き込まれる。

40

【0021】

場合によっては、特に回転式アクチュエータの場合、アクチュエータが弧を描いてディスクを横切につれて、読取りー書込みオフセットが変化する。絶対トラック間隔の変化を回避するために、そこで書込みを行わなければならないポイントPを調整しなければならない。この漸進的変化は、米国特許第5659436号に記載されるのと同様にして、ほぼ40トラックごとに停止して、最後の数トラックのシリンダ間隔を測定し、所望の間隔が維持されるようにサーボ基準を少量だけ調整することによって処理することができる。間隔が大きすぎる場合、基準は、わずかに減少されることになる。これは、読取りエレメントを伝搬方向に対して後向きにシフトすることに対応し、これによって、次に書き込ま

50

れるトラックが既存のものにより近くなる。後続ステップに関する基準増分は、正確に 1.0 のままとなるが、トラック間隔が減少する。

【0022】

P S 非線形性は、サーボの開ループ・ゲインに対して直接影響を及ぼす。伝搬中にオフセットが変化する場合、サーボ安定性を維持するために、補償を行うことが望ましくなることがある。また、後で説明するとおり、誤差増大の適切な制御は、サーボの閉ループ応答に依存する計算を含み、したがって、これをほぼ一定に保つことが望ましい。これは、代表的ディスク・ファイルに対して外部位置決め機器を使用する、位置の非線形性曲線の測定に基づいて事前決定された因数によってサーボ・ゲインを調整することにより、達成することが可能である。

10

【0023】

あるいは、正弦波変調信号をサーボ基準に印加して、得られた位置誤差信号 P E S の変調の振幅および位相を測定することにより、閉ループ応答のその場での測定を実行することもできる。閉ループ応答は、1 から P E S と適用された基準変調の比を差し引いたものに等しい。一定のトラック間隔を維持するために分数サーボ・ポイント P が変更されるときは、十分に近いマッチが得られるまで、閉ループ応答が測定され、サーボ・ゲインが調整されることになる。あるいは、伝搬の開始時に、いくつかの代表的分数サーボ・ポイントでサーボ・ゲインを求め、補間して、伝搬自体の全体にわたって新しいゲインを得ることもできる。

【0024】

20

実際には、伝達関数は、単一の周波数で測定するだけでよい。閉ループ応答の絶対値がおよそ 0.5 (通常、回転数の 10 ~ 15 倍) であるのが、よい選択である。この周波数は十分に高いので、アクチュエータ・ピボット特性などの詳細がほとんど影響を与えないのに十分な高さではあるが、それでも、サーボ応答が迅速かつ正確に測定できるのに十分な低さである。アクチュエータのバタフライ・モードのような大きな共鳴を避けることも望ましい。周波数をうまく選択すると、開ループまたは閉ループ応答の絶対値は、全体的ゲイン因数にほぼ直接比例して変化し、ゲインの反復調整が迅速で単純なプロセスになる。

【0025】

トラック形状誤差増大の制御

自己サーボ書込みでは、トラック形状誤差は、サーボが、新しいトラックを書き込んでいるときに、既存のトラック上の誤差に従うため、1 つのステップから別のステップへと繰り越される。トラック形状誤差は、サーボに対する意図しない追加の基準入力のように振る舞い、応答は、システムの閉ループ伝達関数によって与えられる。したがって、1 ステップ上の誤差が、閉ループ応答を介して、次のステップ上の誤差に変換されることになる。書込み誤差は、ディスク回転とともに反復可能なので、それらは、最高でセクタ数の半分に等しい最大周波数の倍数までの回転数の整数倍の係数を有する離散フーリエ変換を使用して、表すことができる。

30

【0026】

通常、妥当な程度に強力な制御ループは、低周波数で 1 に非常に近く、中間周波数で 1 を越え、高周波数ではゼロに低下する閉ループ応答を有することになる。何らかの形の誤差修正が適用されない限り、閉ループ応答が 1 を超過する周波数成分は、ステップ数とともに指数関数的に増えることになる。

40

【0027】

米国特許第 5 6 5 9 4 3 6 では、トラック形状誤差増大の制御は、トラックの書込み中に、P E S の離散フーリエ変換を計算し、係数に複素フィルタ因数 f のベクトルを掛け、逆変換を行って、A C 基準修正値のタイム・ドメイン波形を得ることに関わる。この A C 基準修正値は、サーボ基準の D C 部分 (公称平均基準レベルとも呼ばれる) に加算され、書き込まれたばかりのトラックまで歩進した後に使用される。フィルタ因数は、数式 $f = (S - C) / (I - C)$ を使用して計算し、C は、ディスク回転数の整数倍でのサーボの閉ループ応答に等しい複素値のベクトルであり、S は、所望のステップ間誤差増幅因数であ

50

る。Sが、1より小さい絶対値を有する場合、誤差は減衰し、伝搬プロセスは安定する。

【0028】

本発明では、先に開示したマルチトラック・サーボ・プロセスをカバーするようにこの技法が拡張されている。基準調整が、前と同様に、各書込み済みトラックに対して計算され、書込みエレメントより数ステップ遅れる読取りエレメントが、実際にトラックに達したときに使用するために、記憶される。マルチトラック・サーボ手順は、前記の例示的实施形態では、一時に3つの書込み済みトラックに関わるので、個々の基準調整を加重和として結合することができる。

【0029】

より詳細には、本発明の方法は、図5に関する下記のステップを含む。

10

サーボ制御が、3つの以前に書き込まれたトラックからのリードバック振幅によって定義される位置Xで確立される（ステップ510）

新しいトラック番号Wが、次に利用可能な時間スロット（Wモジュロ・スロット数）に対して径方向バースト・パターンの書込みを可能にすることによって書き込まれる。書込み中、各セクタごとに位置誤差信号PESが記録され、その結果、メモリ内に記憶される離散タイム・ドメイン波形をもたらし（ステップ520）。位置誤差信号PESは、トラック番号Wの基準値からヘッドの位置Xを差し引くことにより得られる。

PES値の波形を離散フーリエ変換DFTを使って変換して、1組の複素周波数ドメイン係数を得る（ステップ530）。これに複素フィルタ因数fを掛ける。この因数は、数式 $f = (S - C) / (1 - C)$ に従って事前に計算してある（ステップ540）。式中、Cはサーボの閉ループ応答であり、Sが1より小さい数である。逆DFTを実行するのには基準化した係数を使用し、その結果、基準修正値Rの離散タイム・ドメイン波形を得る。これは、後で使用するためにメモリ内に記憶され、書き込まれたトラック番号Wとセクタs、すなわちR(W, s)によって指標付けされる（ステップ550）。

20

サーボ基準を変更することによって、ヘッドは1トラックずつ歩進する。各セクタのサーボ基準は、DC基準+AC基準に等しく設定されている。DC基準は、 $X + 1.0$ に等しく、すべてのセクタについて同じである。AC基準は、3項の合計、 $W_A R(t_A, s) + W_B R(t_B, s) + W_C R(t_C, s)$ である。ここで、A、B、Cは、放物線近似で各トラックが果たす役割を指し、 W_A 、 W_B 、 W_C は、各役割と関連付けられた重み因数である。Rは、対応するトラック t_A 、 t_B 、 t_C およびセクタsにおける以前に記憶済みの基準修正値である（ステップ560）。

30

ヘッドが、通常はディスクの1回転後である、新しいトラック位置に定まった後、W+1が書き込まれ、処理が繰り返される。

【0030】

基準修正重み因数の適切な選択は、誤差増大の制御のために非常に重要である。本発明は、誤差を確実に減衰させる方法を提供する。基礎となる概念は、重みが、PESに対するトラック位置の誤差の相対寄与を反映すべきであるということである。小さな偏差を想定すると、位置信号変化は、導関数

【数4】

$$\delta P = \frac{\partial P}{\partial V} \cdot \frac{dV}{dX} \cdot \delta X$$

40

に対して連鎖法則を適用することによって得られる。ここで δP は、トラック位置の変化 δX から生じる位置信号の変化である。これらの導関数は、考慮中のバースト（A、B、C）に依存し、したがって、この3つすべてに関してそれを分析しなければならない。放物線補間方法として、方程式1を微分して、下記のそれぞれに対して

【数5】

$$\frac{\partial P}{\partial V}$$

を得ることができる。

【数 6】

$$(2) \quad \frac{\partial P}{\partial V_A} = \frac{P - 0.5}{2V_B - V_A - V_C} \frac{\partial P}{\partial V_B} = \frac{-2P}{2V_B - V_A - V_C} \frac{\partial P}{\partial V_C} = \frac{P + 0.5}{2V_B - V_A - V_C}$$

10

【0031】

導関数の連鎖内の第 2 リンク

【数 7】

$$\frac{dV}{dX}$$

は、リードバック・プロファイルの導関数である。これは、ヘッドごとに異なり得る。したがって、サーボ書込み処理中または開始時にこれを実際に測定するのが最善である。読取り一書込みオフセットが変化している場合、新しい DC サーボ基準値の決定の直後の再較正中にこれを行うことができる。測定は、下記のように実行することができる。位置 $P + \Delta P$ にサーボをかける間に、3つのリードバック振幅を記録する。位置 $P - \Delta P$ でこれらの振幅を再び測定し、最初の読取りから差し引く。ここで ΔP は、例えば 0.05 といった、小さな位置変化である。これは、 $2\Delta P$ に等しい PS 変化に対する電圧変化を与える。電圧導関数は、

20

【数 8】

$$\frac{\Delta V}{2\Delta P}$$

30

に等しく、ここで ΔV は、リードバック振幅の差を表す。3つの重み因数は、この場合、次式で与えられる。

【数 9】

$$(3) \quad \omega A = \frac{\partial P}{\partial V_A} \cdot \frac{\Delta V_A}{2\Delta P}, \omega B = \frac{\partial P}{\partial V_B} \cdot \frac{\Delta V_B}{2\Delta P}, \omega C = \frac{\partial P}{\partial V_C} \cdot \frac{\Delta V_C}{2\Delta P}$$

【0032】

40

放物線公式は、複数のトラック上のリードバック振幅から補間された位置信号を計算する多くの可能な方式のうちの 1 つに過ぎない。本発明は、位置信号が複数のリードバック振幅に依存するどの技法にも適用することができる。基準修正値の波形を、前述のとおり、各書込み済みトラックごとに計算し、記憶することになる。これを、加重和を用いて結合して、サーボに適用される AC 基準修正を得、重みは、寄与する各トラックの位置のシフトに対する位置信号の相対感度にそれぞれ等しくなる。これは、(特定の補間公式から推定できる) リードバック振幅に関する位置信号の偏導関数に、(前述のとおり、測定できる) ヘッド位置に関するリードバック振幅の導関数を掛けたものに等しくなる。

【0033】

各書込み済みトラックについて記憶される基準波形を計算するのに使用されるフィルタ因

50

数は、サーボの閉ループ応答に依存する。通常、これは、伝搬全体にわたって極めて一定に近く保たれ、したがって、これらは、伝搬の開始時に決定するだけでよく、あるいは、代表的なディスク・ファイルに対する測定に基づいて事前に決定することさえ可能である。アームが、ロード／アンロード・ランプなどの障害に遭遇したときなどのアクチュエータ動作の大きな変化により、閉ループ応答が著しく変化することになる。通常、これは、トラック形状誤差の急速な増大をもたらし、そのため、極めて感度の高いランプ検出機構が提供される。

【0034】

まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0035】

10

(1) データ記憶装置のデータ記憶媒体上にサーボ書込みをする方法であって、書込みエレメントの中心が、読取りエレメントの中心から、一般的に、前記サーボ書込みが歩進する方向に沿って分離され、複数のトラック上に以前に書き込まれた他のバーストのそれぞれのリードバック振幅から導出された位置信号を使用してサーボをかける間に、前記記憶媒体の1トラック上に1つまたは複数のバーストを書き込むステップと、前記他のバーストに対する前記読取りエレメントの1つまたは複数の位置誤差に対応する位置誤差波形の関数として、基準波形を導出するステップと、前記読取りエレメントが前記1トラックとオーバーラップしたとき、後続のトラックを前記記憶媒体上に書き込む間に、前記基準波形を使用するステップとを含む方法。

20

(2) 前記導出するステップが、位置誤差波形の離散フーリエ変換の少なくとも1つの複素係数を計算するステップと、前記少なくとも1つの複素係数に少なくとも1つの複素フィルタ因数 f を掛け、それによって、少なくとも1つのフィルタ済み係数を生成するステップと、前記少なくとも1つのフィルタ済み係数から離散フーリエ逆変換を計算するステップと、前記離散フーリエ逆変換を公称平均基準レベルに加算して、前記基準波形を形成するステップとを含む上記(1)に記載の方法。

(3) 前記サーボ書込みのために使用されるサーボ・ループの閉ループ応答の所定の関数 C から f を計算するステップをさらに含む上記(2)に記載の方法。

(4) 前記 f を計算するステップが、関係 $f = (S - C) / (1 - C)$ を使用するステップを含み、 S はステップ因数である上記(3)に記載の方法。

30

(5) 前記位置信号が、複数のトラック上に以前に書き込まれた他のバーストのリードバック振幅の放物線補間を使用して導出される上記(1)に記載の方法。

(6) 複数のトラックが、読取りエレメントがそれを横断し、かつ最も高いリードバック振幅を有する中心トラックと、前記中心トラックに先行するトラックと、前記中心トラックに後続するトラックとを含む上記(5)に記載の方法。

(7) 前記位置信号を導出するステップで使用されるトラックに対応する記憶された基準波形が、加重和として結合されて、後続トラックを書き込むのに使用される基準波形を提供する上記(1)に記載の方法。

(8) 加重和のそれぞれの重みが、各トラックの位置のシフトに対する位置信号の相対感度にそれぞれ等しい上記(7)に記載の方法。

40

(9) 相対感度が、リードバック振幅に関する位置信号の偏導関数に、各トラックの位置に関するリードバック振幅の導関数を掛けた積によって与えられる上記(8)に記載の方法。

(10) 書込みエレメントの中心が、読取りエレメントの中心から、ほぼ書込み済みのトラックの幅よりも大きい量だけ分離されている上記(1)に記載の方法。

(11) データ記憶装置のデータ記憶媒体上にサーボ書込みをする方法であって、書込みエレメントの中心が、読取りエレメントの中心から、一般的に、前記サーボ書込みが歩進する方向に沿って分離され、

複数のトラック上に以前に書き込まれた他のバーストのそれぞれのリードバック振幅から

50

導出された位置信号を使用してサーボをかける間に、前記記憶媒体の1トラック上に1つまたは複数のバーストを書き込むステップと、
前記位置信号が、複数のトラック上に以前に書き込まれた他のバーストのリードバック振幅の放物線補間を使用して導出されるステップとを含む方法。

(12) 複数のトラックが、読取りエレメントがそれを横断し、かつ最も高いリードバック振幅(「 V_B 」)を有する中心トラックと、前記中心トラックに先行し、それぞれのリードバック振幅(「 V_A 」)を有するトラックと、前記中心トラックに後続し、それぞれのリードバック振幅(「 V_C 」)を有するトラックとを含む上記(11)に記載の方法。

(13) 放物線補間が、実質的に

【数10】

10

$$P = \frac{1}{2} \cdot \frac{V_C - V_A}{2V_B - V_A - V_C}$$

の形式である上記(12)に記載の方法。

(14) データ記憶装置のデータ記憶媒体上にサーボ書込みをするシステムであって、書込みエレメントの中心が、読取りエレメントの中心から、一般的に、前記サーボ書込みが歩進する方向に沿って分離され、

複数のトラック上に以前に書き込まれた他のバーストのそれぞれのリードバック振幅から導出された位置信号を使用してサーボをかける間に、前記記憶媒体の1トラック上に1つまたは複数のバーストを書き込む手段と、

20

前記他のバーストに対する前記読取りエレメントの1つまたは複数の位置誤差に対応する位置誤差波形の関数として、基準波形を導出する手段と、

前記読取りエレメントが前記1トラックとオーバーラップしたとき、後続のトラックを前記記憶媒体上に書き込む間に、前記基準波形を使用する手段とを含むシステム。

(15) 前記導出する手段が、

位置誤差波形の離散フーリエ変換の少なくとも1つの複素係数を計算する手段と、

前記少なくとも1つの複素係数に少なくとも1つの複素フィルタ因数 f を掛け、それによって、少なくとも1つのフィルタ済み係数を生成する手段と、

30

前記少なくとも1つのフィルタ済み係数から離散フーリエ逆変換を計算する手段と、

前記離散フーリエ逆変換を公称平均基準レベルに加算して、前記基準波形を形成する手段とを含む上記(14)に記載のシステム。

(16) 前記サーボ書込みのために使用されるサーボ・ループの閉ループ応答の所定の関数 C から f を計算する手段をさらに含む上記(15)に記載のシステム。

(17) 前記 f を計算する手段が、関係 $f = (S - C) / (1 - C)$ を使用するステップを含み、 S はステップ因数である上記(16)に記載のシステム。

(18) 前記位置信号が、複数のトラック上に以前に書き込まれた他のバーストのリードバック振幅の放物線補間を使用して導出される上記(14)に記載のシステム。

(19) 複数のトラックが、読取りエレメントがそれを横断し、かつ最も高いリードバック振幅を有する中心トラックと、前記中心トラックに先行するトラックと、前記中心トラックに後続するトラックとを含む上記(18)に記載のシステム。

40

(20) 前記位置信号を導出する手段で使用されるトラックに対応する記憶された基準波形が、加重和として結合されて、後続トラックを書き込むのに使用される基準波形を提供する上記(14)に記載のシステム。

(21) 加重和のそれぞれの重みが、各トラックの位置のシフトに対する位置信号の相対感度にそれぞれ等しい上記(20)に記載のシステム。

(22) 相対感度が、リードバック振幅に関する位置信号の偏導関数に、各トラックの位置に関するリードバック振幅の導関数を掛けた積によって与えられる上記(21)に記載のシステム。

50

(23) 書込みエレメントの中心が、読取りエレメントの中心から、ほぼ書込み済みのトラックの幅よりも大きい量だけ分離されている上記(14)に記載のシステム。

(24) データ記憶装置のデータ記憶媒体上にサーボ書込みをするためのシステムであって、書込みエレメントの中心が、読取りエレメントの中心から、一般的に、前記サーボ書込みが歩進する方向に沿って分離され、

複数のトラック上に以前に書き込まれた他のバーストのそれぞれのリードバック振幅から導出された位置信号を使用してサーボをかける間に、前記記憶媒体の1トラック上に1つまたは複数のバーストを書き込む手段と、

前記位置信号を、複数のトラック上に以前に書き込まれた他のバーストのリードバック振幅の放物線補間を使用して導出する手段とを含むシステム。

10

(25) 複数のトラックが、読取りエレメントがそれを横断し、かつ最も高いリードバック振幅(「 V_B 」)を有する中心トラックと、前記中心トラックに先行し、それぞれのリードバック振幅(「 V_A 」)を有するトラックと、前記中心トラックに後続し、それぞれのリードバック振幅(「 V_C 」)を有するトラックとを含む上記(24)に記載のシステム。

(26) 放物線補間が、実質的に

【数11】

$$P = \frac{1}{2} \cdot \frac{V_C - V_A}{2V_B - V_A - V_C}$$

20

の形式である上記(25)に記載のシステム。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の自己サーボ書込みで使用される、記憶媒体およびそれに関連するサーボ電子装置を備えたデータ記憶装置を示す図である。

【図2】例示的トラック、およびそこに書き込まれた自己サーボ書込みバーストを示す図1の記憶媒体の一部分を示す図である。

【図3】本発明による、5本の以前に書き込まれたトラックからのリードバック振幅のプロットおよび重畳した放物線補間関数を示す図である。

30

【図4】実際のヘッド位置と補間ヘッド位置の関係の潜在的な非線形性を示すプロットである。

【図5】誤差増大が制御される本発明の技法の流れ図である。

【符号の説明】

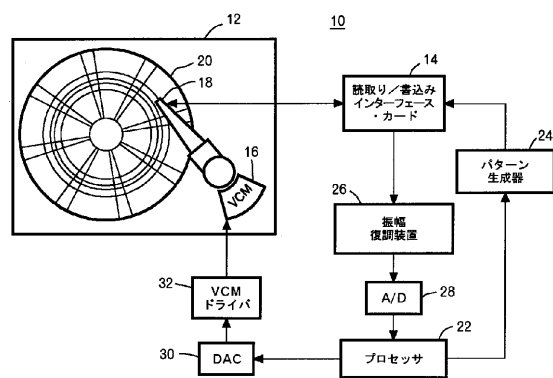
- 10 データ記憶システム
- 12 ディスク・ファイル
- 14 電子装置
- 16 ボイス・コイル・モータ(「 VCM 」)
- 18 ヘッド
- 20 記憶媒体
- 22 プロセッサ
- 24 パターン生成器
- 26 振幅信号
- 28 アナログ・デジタル変換器
- 30 デジタル・アナログ変換器
- 32 VCM ドライバ回路
- 116 セクタ
- 117 振幅バーストを含むセクタの領域
- 118 振幅バーストを含むセクタの領域
- 200 読取りエレメント

40

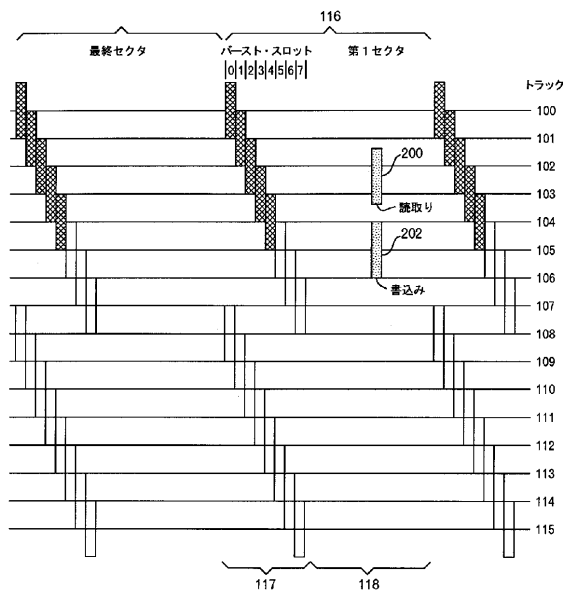
50

202 書込みエレメント

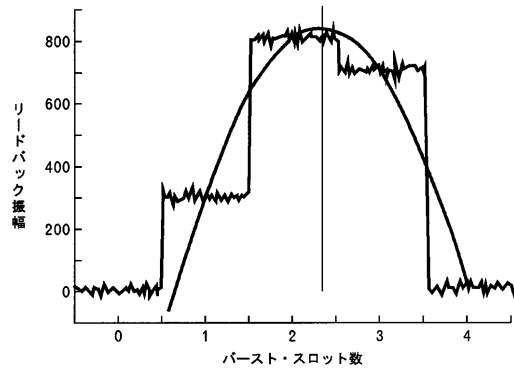
【図1】



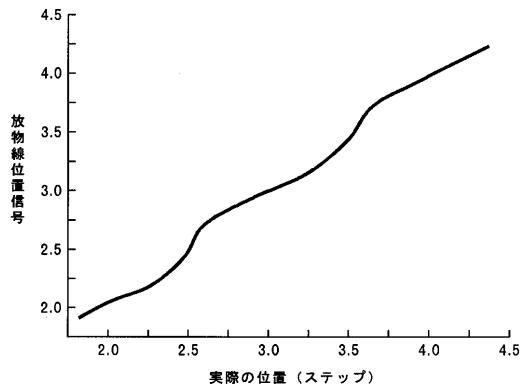
【図2】



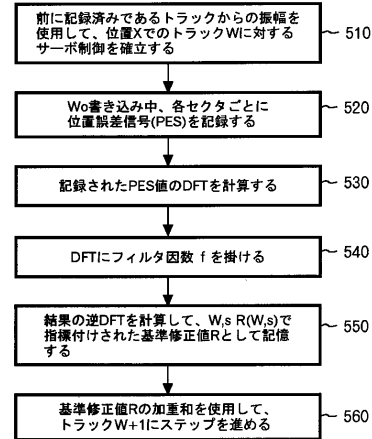
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平08-212733 (JP, A)
特開平10-050014 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
G11B21/10