

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-149644

(43)Date of publication of application : 02.06.1998

(51)Int.Cl.

G11B 21/10  
// G11B 5/596

(21)Application number : 08-309580

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 20.11.1996

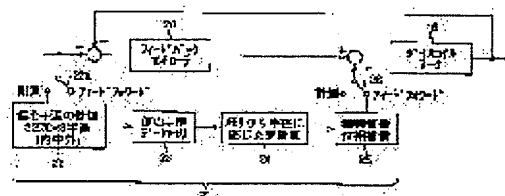
(72)Inventor : NAGANO NOBUHIRO

## (54) MAGNETIC DISK DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make possible correcting eccentricity and high order distortion in a track and improving reliability in recording/reproducing by providing a feedforward control circuit measuring an eccentric amount containing distortion in a magnetic disk, calculating an answering eccentric corrective amount from the distortion in a target track based on its eccentric amount and adding the eccentric corrective amount to a feedback controlled drive current at a recording/reproducing time.

**SOLUTION:** This device is provided with a feedback controller 20 and a feedforward controller 21 for performing drive control of a voice coil motor 16. The feedforward controller 21 is constituted of a measurement circuit 22, a memory 23, a calculation circuit 24 and a compensation circuit 25. Amplitude compensation and phase compensation are performed by these circuits, and the final eccentric corrective amount, that is, a feedforward signal is generated, and is added to the signal of the feedback controller 20 to be impressed to the motor 16.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-149644

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月2日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 1 1 B 21/10

G 1 1 B 21/10

R

// G 1 1 B 5/596

5/596

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-309580

(22) 出願日 平成8年(1996)11月20日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 永野 信広

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

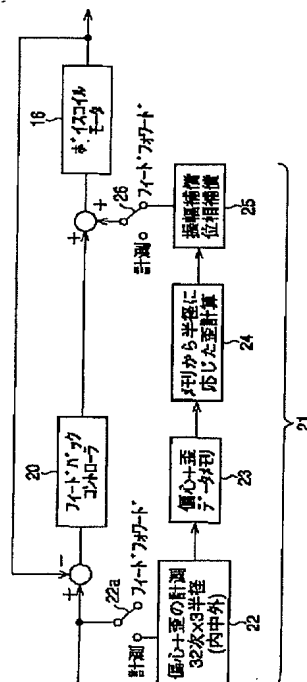
(74) 代理人 弁理士 岡▲崎▼ 信太郎 (外1名)

(54) 【発明の名称】 磁気ディスク装置

(57) 【要約】

【課題】 磁気ディスクのトラックの偏心及び高次の歪を補正することができる磁気ヘッドのトラッキングにおけるフィードフォワード制御機能を備えた磁気ディスク装置を提供すること。

【解決手段】 フィードバック制御回路20及びフィードフォワード制御回路21を有し、フィードフォワード制御回路が、磁気ディスクの歪を含む偏心量を計測する計測手段22と、計測手段で計測された偏心量に基づいて、目標トラックの歪から対応する偏心補正量を算出する計算手段24と、磁気ディスクの記録再生時に計算手段からの偏心補正量をフィードバック制御された駆動電流に付加する付加手段26とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録媒体となる磁気ディスクと、  
前記磁気ディスクを回転駆動する駆動手段と、  
前記駆動手段により回転駆動される前記磁気ディスクに  
対して先端が実質的に半径方向に移動可能に支持された  
アクチュエータと、  
前記アクチュエータの先端に搭載されたヘッドスライダ  
と、  
前記ヘッドスライダに設けられ、前記磁気ディスクの記  
録を行なう記録ヘッド及び再生を行なう再生ヘッドから  
成る磁気ヘッドと、  
前記アクチュエータを前記磁気ディスクの半径方向に移  
動させる駆動機構と、  
前記駆動機構を駆動制御するフィードバック制御回路及  
びフィードフォワード制御回路から成る制御手段とを備  
えた磁気ディスク装置であって、  
前記フィードフォワード制御回路が、前記磁気ディスク  
の歪を含む偏心量を計測する計測手段と、前記計測手段  
で計測された偏心量に基づいて、目標トラックの歪から  
対応する偏心補正量を算出する計算手段と、前記磁気デ  
ィスクの記録再生時に前記計算手段からの偏心補正量を  
フィードバック制御された駆動電流に付加する付加手段  
とを備えたことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項2】 前記計測手段が、前記磁気ディスクのト  
ラックに形成されたクロックマーク再生信号の時間間隔  
を計測して偏心量とする請求項1に記載の磁気ディスク  
装置。

【請求項3】 前記計測手段が、前記磁気ヘッドをトラ  
ッキング方向に関して固定した状態で偏心量を計測する  
請求項1に記載の磁気ディスク装置。

【請求項4】 前記計測手段が、前記磁気ディスクのト  
ラックの全周に亘って偏心量を計測する請求項1に記載  
の磁気ディスク装置。

【請求項5】 前記計測手段が、前記磁気ディスクの半  
径方向に関して内側、外側及び中間位置にて偏心量を計  
測し、前記計算手段が、目標トラックに対する偏心量を  
補間計算する請求項1に記載の磁気ディスク装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、磁気ディスクに  
対して情報を記録再生するための磁気ヘッドを備えた磁  
気ディスク装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、コンピュータ等に内蔵され又は接  
続される磁気ディスク装置の1つであるハードディスク  
装置は、例えば図5に示すように構成されている。この  
ハードディスク装置1は、アルミニウム合金等により形  
成された筐体2の平面部にスピンドルモータ1aが配設  
されていると共に、このスピンドルモータ1aによって  
角速度一定で回転駆動される磁気ディスク3が備えられ

ている。さらに、この筐体2には、アーム4が垂直軸4  
aの周りに揺動可能に取り付けられている。このアーム  
4の一端には、ボイスコイル5が取り付けられ、またこ  
のアーム4の他端には、磁気ヘッドが搭載されたヘッド  
スライダ6が取り付けられている。磁気ヘッドは、例え  
ば薄膜技術等によりヘッドスライダ6の表面に形成さ  
れ、例えば記録ヘッド及び再生ヘッドから構成されてい  
る。筐体2上には、ボイスコイル5を挟持するように、  
マグネット7a、7bが取り付けられている。ボイスコ  
イル5及びマグネット7a、7bにより、ボイスコイル  
モータ7が形成されている。

【0003】このような構成において、ボイスコイル5  
に外部から電流が供給されると、アーム4は、マグネッ  
ト7a、7bの磁界と、このボイスコイル5に流れる電  
流とによって生ずる力に基づいて、垂直軸4aの周りを  
回転する。これにより、アーム4の他端に取り付けられ  
たヘッドスライダ6は、矢印Xで示すように、磁気ディ  
スク3の実質的に半径方向に移動する。従って、ヘッド  
スライダ6に備えられた磁気ヘッドは、磁気ディスク3  
に対してシーク動作することになる。そして、記録ヘッ  
ドに信号電流が流れることにより、磁気ディスク3上に  
情報信号を磁気記録し、磁気ディスク3上に記録された  
磁化からの磁束の漏れが再生ヘッドにより検出されるこ  
とにより、情報信号を再生する。

【0004】ここで、磁気ディスク3として、近年ブラ  
スチック製のいわゆるディスクリットディスクが使用さ  
れるようになってきているが、成形後のセンターホール  
の孔明けの際に偏心が発生する場合がある。このため、  
ボイスコイルモータ7の駆動制御として、フィードバッ  
ク制御と共に、フィードフォワード制御が採用されてい  
る。このボイスコイルモータ7の制御は、例えば図6に  
示すように行なわれる。即ち、ボイスコイルモータ7に  
は、図示しない制御回路から駆動電流がフィードバック  
コントローラ8を介して供給されると共に、フィードフ  
ォワードコントローラ9が備えられている。

【0005】フィードフォワードコントローラ9は、偏  
心計測時にボイスコイルモータ7の駆動電流が切換えス  
イッチ9aを介して入力される計測回路9bと、計測回  
路9bにより計測された偏心データを記憶するメモリ9  
cと、メモリ9cに記憶された偏心データを読み出し  
て、振幅補償及び位相補償を行なう補償回路9dとから  
構成されている。計測回路9bは、真円トラックに対す  
る偏心による位置誤差として、磁気ディスク3のトラッ  
クの1/4周期分について、クロックマーク再生信号の  
時間間隔を計測して偏心データを求め、この偏心デー  
タを偏心補正量に変換してメモリ9cに入力する。また、  
補償回路9dは、インデックスを利用することにより、  
磁気ディスク3の角度位置に対応した偏心補正量をメモ  
リ9cから読み出して、振幅補償及び位相補償を行なっ  
てフィードフォワード信号を生成する。

【0006】このようにして得られたフィードフォワード信号は、磁気ディスク3の記録又は再生時に、切換えスイッチ9eを介してフィードバックコントローラ8の出力信号に加えられ、このフィードフォワード信号によって偏心及び歪に対して補正された駆動電流が、ボイスコイルモータ7に印加されるようになっている。従って、フィードバック制御のみで、フィードフォワード制御のない場合には、磁気ディスク3のトラックに対する磁気ヘッドの位置ずれは、図7(A)に示すように、偏心による低次の正弦波形状を有しているが、上述したフィードフォワード制御によって、磁気ヘッドの位置ずれは、図7(B)に示すように、低次の正弦波成分が除去されることになる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したフィードフォワードコントローラ9においては、磁気ディスク3のトラックが真円であると仮定して、真円トラックに対する偏心データを測定することにより、偏心量に対応するフィードフォワード制御を行なう、即ち真円に対する偏心の1次正弦波近似による偏心補正を行なうようになっている。しかしながら、磁気ディスク3のトラックは、実際には真円ではなく、ある周波数成分の歪を有している。例えば、プラスチック成形の際の金型の歪やカッティングマシン固有の歪等によって、高次の歪が発生することになる。

【0008】このため、図7(A)、(B)に示すように、磁気ヘッドのトラックからの位置ずれは、高次のトラック歪を含んでいることから、上述した1次正弦波近似によれば、この高次のトラック歪に対するボイスコイルモータ7の補正が完全には行なわれず、磁気ディスクのトラックに対する高精度の磁気ヘッドの位置調整が困難である。よって、厳密なトラックセンターにおける記録再生が不可能になってしまう。例えば、現在広く使用されている磁気ディスク3のトラック幅5ミクロン程度に対して、0.3ミクロン程度の磁気ヘッドのトラックに対する位置ずれが生じてしまう。従って、ディスククリートディスクの高密度化に際して、トラック幅が狭くなると、上述した0.3ミクロン程度の位置ずれであっても、トラック幅に占める割合が高くなり、磁気ディスク3の記録再生の信頼性が低下してしまうことになるという問題がある。

【0009】この発明は、以上の点に鑑み、磁気ディスクのトラックの偏心及び高次の歪を補正することができる磁気ヘッドのトラッキングにおけるフィードフォワード制御機能を備えた磁気ディスク装置を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的は、この発明によれば、記録媒体となる磁気ディスクと、磁気ディスクを回転駆動する駆動手段と、駆動手段により回転駆動さ

れる磁気ディスクに対して先端が実質的に半径方向に移動可能に支持されたアクチュエータと、アクチュエータの先端に搭載されたヘッドスライダと、ヘッドスライダに設けられ、磁気ディスクの記録を行なう記録ヘッド及び再生を行なう再生ヘッドから成る磁気ヘッドと、アクチュエータを磁気ディスクの半径方向に移動させる駆動機構と、駆動機構を駆動制御するフィードバック制御回路及びフィードフォワード制御回路から成る制御手段とを備えており、上記フィードフォワード制御回路が、磁気ディスクの歪を含む偏心量を計測する計測手段と、計測手段で計測された偏心量に基づいて、目標トラックの歪から対応する偏心補正量を算出する計算手段と、磁気ディスクの記録再生時に計算手段からの偏心補正量をフィードバック制御された駆動電流に付加する付加手段とを備えることにより達成される。

【0011】上記構成によれば、磁気ディスクのトラックの偏心及び歪の計測の際には、計測手段が、例えば磁気ディスクのトラックの全周に亘ってクロックマーク再生信号の時間間隔を計測することにより、トラックの偏心量を計測する。そして、磁気ディスクの記録又は再生の際に、計算手段が、磁気ディスクの角度位置に対応するトラック偏心量に基づいて、このトラック位置に対する偏心補正量を計算し、この偏心補正量を制御手段のフィードバック制御回路からの出力信号と共に駆動手段に送出する。よって、駆動機構は、制御手段のフィードバック制御回路及びフィードフォワード制御回路からの信号に基づいて、アクチュエータの先端を磁気ディスクの実質的に半径方向に移動調整し、磁気ヘッドを磁気ディスクのトラックに高精度で位置合わせすることになる。これにより、磁気ディスクがプラスチック製のディスクリートディスクであっても、その成形時の金型の歪やカッティングマシン固有の歪等によるトラックに含まれる高次の歪が、上述したフィードフォワード制御回路によって除去されることになる。従って、このような高次のトラック歪を含む磁気ディスクの場合であっても、高精度のトラッキングを行なうことができ、磁気ヘッドによる記録再生の信頼性が向上することになる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、この発明の好適な実施形態を添付図を参照しながら詳細に説明する。尚、以下に述べる実施形態は、この発明の好適な具体例であるから、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、この発明の範囲は、以下の説明において特にこの発明を限定する旨の記載がない限り、これらの形態に限られるものではない。

【0013】図1は、この発明の磁気ディスク装置の実施形態であるハードディスク装置の一例の構成を示している。このハードディスク装置10は、アルミニウム合金等により形成された筐体11の平面部にスピンドルモータ10aが配設されていると共に、このスピンドルモ

10

20

30

40

50

ータ10aによって角速度一定で回転駆動される磁気ディスク12が備えられている。さらに、この筐体11には、アーム13が垂直軸13aの周りに揺動可能に取り付けられている。このアーム13の一端には、ボイスコイル14が取り付けられ、またこのアーム13の他端には、磁気ヘッドが搭載されたヘッドスライダ15が取り付けられている。磁気ヘッドは、薄膜技術等によりヘッドスライダ15の表面に形成され、例えば記録ヘッド及び再生ヘッドから構成されている。筐体11上には、ボイスコイル14を挟持するように、マグネット16a、16bが取り付けられている。ボイスコイル14及びマグネット16a、16bにより、ボイスコイルモータ16が形成されている。

【0014】このような構成において、ボイスコイル14に外部から電流が供給されると、アーム13は、マグネット16a、16bの磁界と、このボイスコイル14に流れる電流とによって生ずる力に基づいて、垂直軸13aの周りを回転する。これにより、アーム13の他端に取り付けられたヘッドスライダ15は、矢印Xで示すように、磁気ディスク12の実質的に半径方向に移動する。従って、ヘッドスライダ15に備えられた磁気ヘッドは、磁気ディスク12に対してシーク動作することになる。そして、記録ヘッドに信号電流が流れることにより、磁気ディスク12上に情報信号を磁気記録し、磁気ディスク12上に記録された磁化からの磁束の漏れが再生ヘッドにより検出されることにより、情報信号を再生する。

【0015】図2は、ボイスコイルモータ16の駆動制御を行なうためのフィードバックコントローラ及びフィードフォワードコントローラの一構成例を示している。フィードバックコントローラ20は、図5に示した従来のハードディスク装置1におけるフィードバックコントローラ8と同様の構成であって、ボイスコイルモータ16の出力信号が、入力信号に印加されてフィードバックされるようになっている。これに対して、フィードフォワードコントローラ21は、計測時にボイスコイルモータ16の駆動電流が切換えスイッチ22aを介して入力される計測回路22と、計測回路22により計測された計測データを記憶するメモリ23と、磁気ディスク12のトラック位置に対応した計測データをメモリ23から読み出して、このトラック位置の偏心量を算出する計算回路24と、計算回路24で得られた偏心補正量に対して振幅補償及び位相補償を行なう補償回路25とから構成されている。

【0016】計測回路22は、磁気ディスク12のトラックに対する歪を含む偏心量として、磁気ディスク12の半径方向に関して内周、外周及び中間位置の3箇所にて、各トラックの全周に亘って等角度間隔の複数箇所（例えば32箇所）について、クロックマーク再生信号の時間間隔を計測して、偏心及び歪による計測データ

（偏心データ）を求め、この偏心データを偏心補正データに変換してメモリ23に入力する。また、計算回路24は、磁気ディスク12の所定トラック位置に関する偏心補正データをメモリ23から読み出して、このトラック位置の半径に応じた歪を含む偏心補正量を計算する。

【0017】さらに、補償回路25は、計算回路24からの偏心補正量に対して、振幅補償及び位相補償を行なって、最終的な偏心補正量、即ちフィードフォワード信号を生成する。このようにして得られたフィードフォワード信号は、磁気ディスク12の記録又は再生時に、切換えスイッチ26を介してフィードバックコントローラ20の出力信号に加えられて、このフィードフォワード信号によって偏心及び歪が補正された駆動電流が、ボイスコイルモータ16に印加されるようになっている。

【0018】このハードディスク装置10は、以上のように構成されており、磁気ディスク12のトラックの偏心及び歪を計測する場合を図4のフローチャートで説明する。先づ、ハードディスク装置10が装着され、スピンドルモータ10aにより磁気ディスク12が回転駆動される（ステップST1）。そして、ボイスコイルモータ16が駆動され、アーム13の先端に設けられた磁気ヘッドが、磁気ディスク12の表面にて浮上した状態でヘッドロードされる（ステップST2）。

【0019】この状態にて、磁気ディスク12の歪（waviness）が以下のように測定される。ボイスコイルモータ16が駆動制御されることにより、磁気ヘッドが磁気ディスク12の外周にあるトラックに対して位置合わせされると共に、2つの切換えスイッチ22a及び26が共に計測側に切換えられる（ステップST3）。そして、このトラック上のクロックマーク再生信号の時間間隔が、計測回路22により測定される（ステップST4）。続いて、測定されたクロックマーク再生信号の時間間隔が、計測回路22により偏心データとして偏心補正量に変換され（ステップST5）、この偏心補正量が外周歪データとしてメモリ23に記憶される（ステップST6）。

【0020】次に、ボイスコイルモータ16が駆動制御されることにより、磁気ヘッドが磁気ディスク12の半径方向中間位置（以下、中周という）にあるトラックに対して位置合わせされる（ステップST7）。そして、このトラック上のクロックマーク再生信号の時間間隔が、計測回路22により測定される（ステップST8）。続いて、測定されたクロックマーク再生信号の時間間隔が、計測回路22により偏心データとして偏心補正量に変換され（ステップST9）、この偏心補正量が中周歪データとしてメモリ23に記憶される（ステップST10）。

【0021】最後に、ボイスコイルモータ16が駆動制御されることにより、磁気ヘッドが磁気ディスク12の内周にあるトラックに対して位置合わせされる（ステッ

10

20

30

40

50

ブST11)。そして、このトラック上のクロックマーク再生信号の時間間隔が、計測回路22により測定される(ステップST12)。続いて、測定されたクロックマーク再生信号の時間間隔が、計測回路22により偏心データとして偏心補正量に変換され(ステップST13)、この偏心補正量が内周歪データとしてメモリ23に記憶される(ステップST14)。

【0022】以上より、歪を含む偏心量の計測が完了する。ここで、例えば磁気ディスク12が64個のクロックマークを有している場合には、原理的には32次の歪まで測定されることになる。従って、この偏心量に基づくフィードフォワード制御においては、磁気ディスク12のトラックの高次の歪のうち、32次の歪までが理論的に除去されることになる。実際には、高次の歪は、磁気ディスク12の回転数の影響を受けることになるため、磁気ディスク12の回転数が例えば3600rpmの場合には、32次の歪まで制御可能であるが、磁気ディスク12の回転数が例えば4200rpmの場合には、28次程度の歪までが制御されることになる。

【0023】このようにして計測回路22により計測され、メモリ23に記憶された偏心データに基づいて、磁気ディスク12の記録再生時には、図3に示すフローチャートのようにして、フィードフォワード制御が行なわれる。即ち、フィードフォワード制御がサーボオンされると、2つの切換えスイッチ22a及び26が共にフィードフォワード側に切換えられる。そして、計算回路24により、磁気ディスク12からの半径情報に基づいて、メモリ23から外周、中周及び内周の各歪データが読出されて(ステップST20)、そのトラックの半径における歪データが補間計算される(ステップST21)。

【0024】そして、補償回路25により、計算回路24により計算された歪データと磁気ディスク12からのインデックスパルスとから、この歪データに対して振幅補償及び位相補償が行なわれ(ステップST22)、最終的な歪データ(補正量)が求められる(ステップST23)。この歪データは、切換えスイッチ26を介して、フィードバックコントローラ20からのフィードバック制御された駆動電流に付加されることにより、フィードバック制御及びフィードフォワード制御された駆動電流が、ボイスコイルモータ16に印加されることになる。

【0025】以上のように、磁気ディスク12の歪を含む偏心量を計測して、この偏心量に基づいてフィードフォワード制御を行なうことにより、図7(C)に示すように、磁気ディスク12のトラックの高次の歪を容易に除去することができる。従って、プラスチック製のディ

スクリートディスク等のように磁気ディスク12のトラックに高次の歪がある場合であっても、磁気ヘッドをこの高次の歪に追従させて、常に正確にトラックセンタ上に位置合わせさせることができるので、正確な磁気記録及び再生を行なうことができる。

【0026】尚、上述した実施形態においては、各磁気ヘッドは、いわゆる回転型アクチュエータによって、磁気ディスクに対して実質的に半径方向に移動され、トラッキングが行なわれるようになっているが、これに限らず、リニアアクチュエータを利用したものにも適用可能である。また、磁気ディスク装置としてハードディスク装置について説明したが、これに限らず、例えば光磁気ディスク等の他のディスクを記録媒体として使用する磁気ディスク装置にも適用可能である。

【0027】

【発明の効果】以上述べたように、この発明によれば、高次のトラック歪を含む磁気ディスクの場合であっても、高精度のトラッキングを行なうことができ、磁気ヘッドによる記録再生の信頼性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の磁気ディスク装置の実施形態であるハードディスク装置の一例の構成を示す概略斜視図。

【図2】図1の磁気ディスク装置におけるボイスコイルモータの駆動制御回路の構成を示すブロック図。

【図3】図2の駆動制御回路におけるフィードフォワード制御を示す制御フローチャート。

【図4】図2の駆動制御回路における計測回路の計測動作を示すフローチャート。

【図5】従来の磁気ディスク装置の1つであるハードディスク装置の一例の構成を示す概略斜視図。

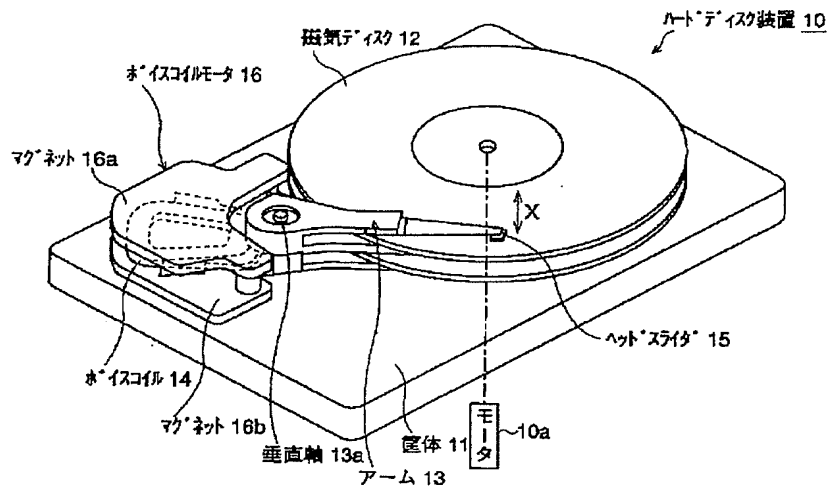
【図6】図5の磁気ディスク装置におけるボイスコイルモータの駆動制御回路の構成を示すブロック図。

【図7】(A)フィードフォワード制御のない場合、(B)従来のフィードフォワード制御のある場合、(C)この発明によるフィードフォワード制御のある場合の磁気ヘッドのトラックからの位置ずれを示すグラフ。

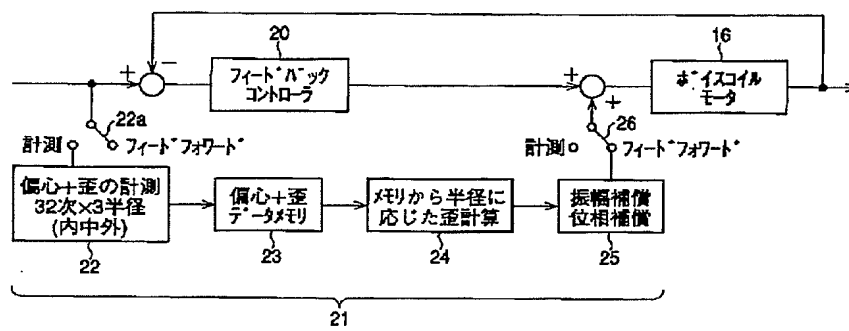
【符号の説明】

10・・・磁気ディスク装置、10a・・・スピンドルモータ、11・・・筐体、12・・・磁気ディスク、13・・・アーム、14・・・ボイスコイル、15・・・浮上型ヘッドスライダ、16・・・ボイスコイルモータ、20・・・フィードバックコントローラ、21・・・フィードフォワードコントローラ、22・・・計測回路、22a、26・・・切換えスイッチ、23・・・メモリ、24・・・計算回路、25・・・補償回路

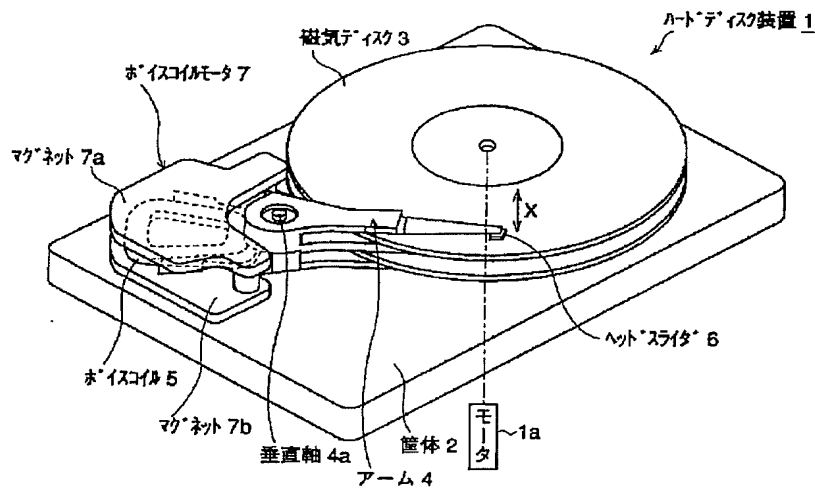
【図1】



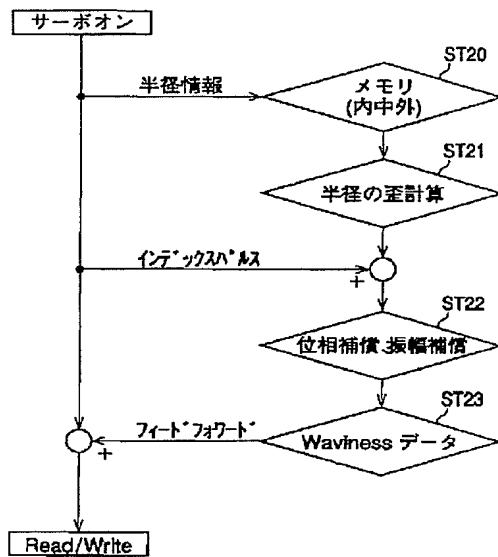
【図2】



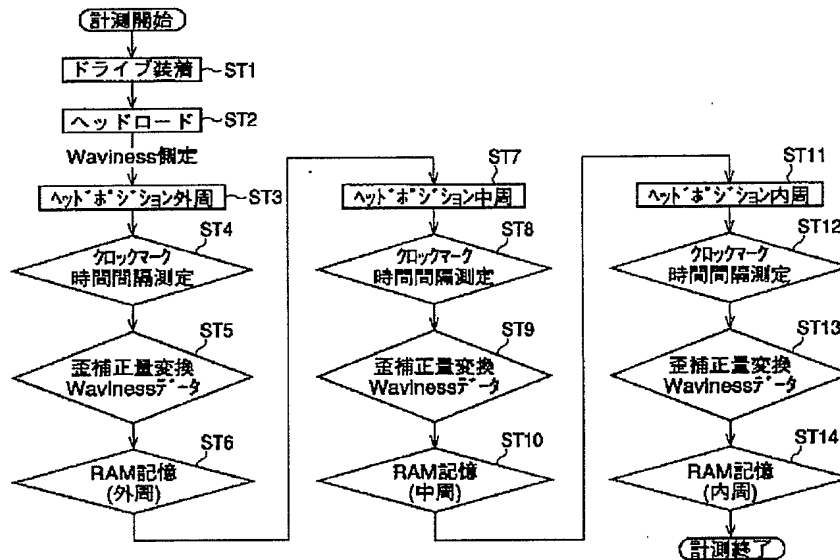
【図5】



【図3】

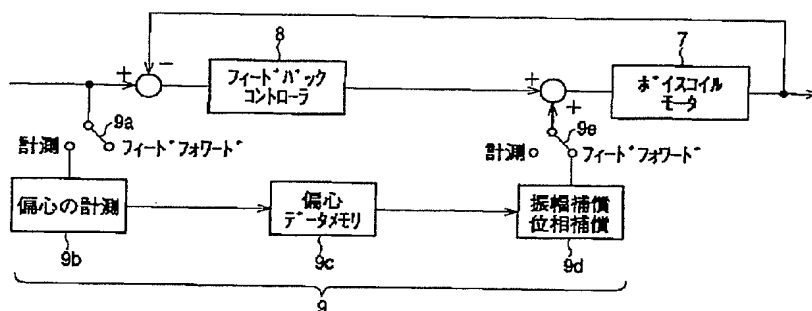


【図4】





【図6】



【図7】

