

(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2010-27156

(P2010-27156A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)

(51) Int.Cl.

G 11 B 21/21 (2006.01)
G 11 B 21/12 (2006.01)

F 1

G 11 B 21/21
G 11 B 21/12
G 11 B 21/12

テーマコード(参考)

N
F
R

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願2008-188245 (P2008-188245)

(22) 出願日

平成20年7月22日 (2008.7.22)

(71) 出願人 309033264

東芝ストレージデバイス株式会社
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 100108855

弁理士 蔵田 昌俊

(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 100109830

弁理士 福原 淑弘

(74) 代理人 100075672

弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

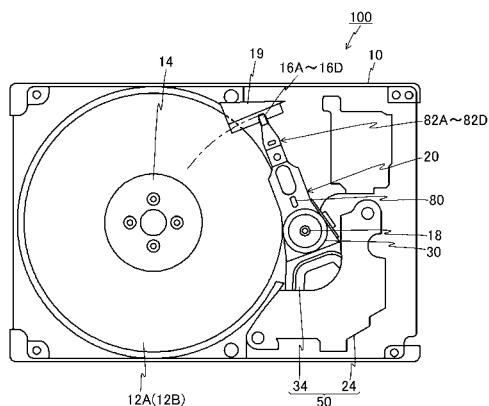
(54) 【発明の名称】磁気記録装置及び接触検出方法

(57) 【要約】

【課題】磁気ヘッドや保護膜の摩耗の誘発を抑制し、記録再生の高精度化及び長寿命化を図る。

【解決手段】ヘッド・スタック・アッセンブリ(HSA)20の振動を検出するAEセンサ80により検出された検出信号のうち、HSA20の固有振動周波数(例えば、110 kHz)を含み、磁気ヘッドが磁気ディスクに対して浮上した状態での空気膜固有振動周波数(270 kHzや295 kHzなど)を含まない特定周波数範囲(例えば、50~250 kHz)を抽出する。これにより、特定周波数範囲の信号に基づいて、磁気ヘッドと磁気ディスク12A, 12Bの保護膜との接触を高精度に検出することができる。また、磁気ヘッドと保護膜との接触を回避することもできるので、磁気ヘッドや保護膜の摩耗の誘発を抑制し、記録再生の高精度化及び長寿命化を図ることが可能となる。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

保護膜及び潤滑層が順次積層された磁気ディスクと、

前記磁気ディスクに対する情報の記録・再生を行うヘッド及び当該ヘッドを保持するサスペンションを有するヘッド・スタック・アッセンブリと、

前記ヘッド・スタック・アッセンブリの振動を検出する振動検出センサと、

前記振動検出センサにより検出された検出信号のうち、前記ヘッド・スタック・アッセンブリの固有振動周波数を含み、前記ヘッドの空気膜固有振動周波数を含まない特定周波数範囲を抽出する抽出手段と、を備える磁気記録装置。

【請求項 2】

前記抽出手段により抽出された前記特定周波数範囲の検出信号の出力値が、予め定められた閾値を超えた場合に、前記ヘッドと前記磁気ディスク表面の記録領域との接触を回避させる接触回避手段を更に備える請求項1に記載の磁気記録装置。

【請求項 3】

前記接触回避手段は、前記ヘッドを前記磁気ディスクの記録領域と対向しない位置に退避させる第1の回避、前記ヘッドの突出量を調整するヒータを制御して前記ヘッドの突出量を低減させる第2の回避、前記磁気ディスクの回転速度を高めて前記磁気ディスクに対する前記ヘッドの浮上量を大きくする第3の回避のいずれかを行うことを特徴とする請求項2に記載の磁気記録装置。

【請求項 4】

前記ヘッド・スタック・アッセンブリは、前記ヘッドを複数有し、

前記振動検出センサは、前記ヘッド・スタック・アッセンブリに複数設けられていることを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の磁気記録装置。

【請求項 5】

保護膜及び潤滑層が順次積層された磁気ディスクに対する情報の記録・再生を行うヘッド及び当該ヘッドを保持するサスペンションを有するヘッド・スタック・アッセンブリの振動を検出するステップと、

前記振動検出ステップにおいて出力された検出信号のうち、前記ヘッド・スタック・アッセンブリの固有振動周波数を含み、前記ヘッドの空気膜固有振動周波数を含まない特定周波数範囲を抽出するステップと、

前記特定周波数範囲内の検出信号の出力値と、予め定められた閾値との比較により前記ヘッドと前記磁気ディスクの前記保護膜との接触を検出するステップと、を含む接触検出方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は磁気記録装置及び接触検出方法に関し、特にヘッドと当該ヘッドを保持するサスペンションを備える磁気記録装置及び当該磁気記録装置に用いて好適な接触検出方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

磁気ディスク装置において、磁気ヘッドを内蔵するスライダは、ディスクの回転によって生じる空気の流れを利用し、ディスク面の極近傍を浮上している。この浮上量は、低いほど感度が高くなるうえ、不要な磁界の拡がりを抑えることができるので、磁気ディスク装置の大容量化のためには、スライダの低浮上化が必須となっている。

【0003】

現在、浮上面の設計改善やスライダ加工技術の向上により、ヘッドの浮上量は低くなっている。また、浮上量をアクティブに制御する方法として、ヘッドの一部に加熱用の抵抗体(ヒータ)を設け、この抵抗体に電流を流すことで発生する熱によりヘッド部を変形させ、浮上量を減少させる(ヘッドを突き出させる)方法も提案されてきている(例え

10

20

30

40

50

ば、特許文献 1 参照)。

【0004】

一方、磁気ヘッドの浮上量を過度に低減させると、磁気ヘッドと磁気ディスクとが接触し、摩擦力により磁気ヘッドに振動が発生する。この磁気ヘッドの振動は、安定した記録再生を阻害するとともに、磁気ヘッドや磁気ディスクの摩耗を引き起こすおそれがある。また、磁気ヘッドや磁気ディスクの摩耗は、磁気ヘッドや磁気ディスクの腐食や放電等につながることから、磁気ディスク装置においては、磁気ヘッドと磁気ディスクの接触を極力回避することが望ましい。

【0005】

これに対し、最近では、特許文献 2 ~ 5 に記載の方法により、磁気ヘッドと磁気ディスクの接触を検知したり、浮上量を制御したりする方法が提案されている。

【0006】

【特許文献 1】特開平 5 - 20635 号公報

【特許文献 2】特開平 3 - 54780 号公報

【特許文献 3】特開平 9 - 16953 号公報

【特許文献 4】特開平 9 - 282601 号公報

【特許文献 5】特開 2005 - 4909 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

磁気ディスクは、基板と、その表面に積層された記録層、保護膜、潤滑層とを備えるのが一般的である。このうち、保護膜は固体であるのに対し、潤滑層は流体潤滑領域である。したがって、磁気ヘッドと潤滑層が接触することよりも、磁気ヘッドと保護膜とが接触するのを回避する方が望ましいと考えられる。

【0008】

しかしながら、上記特許文献 2、3 では、振動検出センサの出力値を取得しているのみであるため、その接触が潤滑層との接触なのか保護膜との接触なのかの判別は行い得ない。

【0009】

また、上記特許文献 4 には、アクチュエータ及びサスペンションの固有振動周波数以外の周波数成分（例えば、50 ~ 500 kHz）を検出したときに接触判定を行う旨開示されている。ここで、アクチュエータ及びサスペンションの固有振動周波数以外の周波数成分は、ヘッドの空気膜固有周波数と等価である。このため、当該周波数には磁気ディスクと磁気ヘッドの接触による振動は反映されないので、磁気ヘッドと保護膜との接触の検出を精度良く行えないおそれがある。

【0010】

また、上記特許文献 5 には、検出センサの出力値の違い（出力される電圧の振幅値）により、潤滑層との接触か保護膜との接触かを判断する技術について開示されている。しかしながら、出力される電圧の振幅値を判断基準とするのみでは、接触以外の振動原因（シーケ動作など）による磁気ヘッドの振動も磁気ヘッドと磁気ディスクの接触として検出される可能性がある。したがって、この方法では、磁気ヘッドと磁気ディスクの接触を高精度に検出できないおそれがある。

【0011】

そこで本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、記録再生の高精度化及び長寿命化を図ることが可能な磁気記録装置、及び磁気ディスクの保護膜に対する磁気ヘッドの接触を高精度に検出することが可能な接触検出方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明者は、保護膜及び潤滑層が順次積層された磁気ディスクを用意して、ヘッドを磁気ディスクに接触させる実験を行った。この結果、磁気ディスクの潤滑層にヘッドが接触

10

20

30

40

50

しているときに発生する振動の周波数成分と、磁気ディスクの保護膜にヘッドが接触しているときに発生する振動の周波数成分とに違いがあることを確認した。また、本発明者は、空気膜剛性が異なるヘッドライダを用いて、上記と同様の実験を行った結果、ヘッドライダの空気膜剛性に関係なく磁気ヘッドと保護膜とが接触したときには特定の周波数成分が変化することを確認した。本明細書記載の磁気記録装置及び接触検出方法は、上記新規知見の下になされたものであり、以下の構成を採用する。

【0013】

本明細書記載の磁気記録装置は、保護膜及び潤滑層が順次積層された磁気ディスクと、前記磁気ディスクに対する情報の記録・再生を行うヘッド及び当該ヘッドを保持するサスペンションを有するヘッド・スタック・アッセンブリと、前記ヘッド・スタック・アッセンブリの振動を検出する振動検出センサと、前記振動検出センサにより検出された検出信号のうち、前記ヘッド・スタック・アッセンブリの固有振動周波数を含み、前記ヘッドの空気膜固有振動周波数を含まない特定周波数範囲を抽出する抽出手段と、を備えている。10

【0014】

これによれば、ヘッド・スタック・アッセンブリの振動を検出する振動検出センサにより検出された検出信号のうち、ヘッド・スタック・アッセンブリの固有振動周波数を含み、ヘッドの空気膜固有振動周波数を含まない特定周波数範囲を抽出するので、流体的な潤滑層とヘッドが接触している間に発生する空気膜固有振動周波数の信号を除外して、固体の保護膜と接触している間に発生するヘッド・スタック・アッセンブリの固有振動周波数が含まれる特定周波数範囲の信号を検出することができる。このようにして検出された特定周波数範囲の信号を用いることで、ヘッドと保護膜との接触を検出することが可能となる。これによりヘッドと保護膜との接触を回避することができるので、結果的に、ヘッドや保護膜の摩耗の誘発を抑制し、記録再生の高精度化及び長寿命化を図ることが可能となる。20

【0015】

本明細書記載の接触検出方法は、保護膜及び潤滑層が順次積層された磁気ディスクに対する情報の記録・再生を行うヘッド及び当該ヘッドを保持するサスペンションを有するヘッド・スタック・アッセンブリの振動を検出するステップと、前記振動検出ステップにおいて出力された検出信号のうち、前記ヘッド・スタック・アッセンブリの固有振動周波数を含み、前記ヘッドの空気膜固有振動周波数を含まない特定周波数範囲を抽出するステップと、前記特定周波数範囲内の検出信号の出力値と、予め定められた閾値との比較により前記ヘッドと前記磁気ディスクの前記保護膜との接触を検出するステップと、を含んでいる。30

【0016】

これによれば、出力された検出信号のうち、固体の保護膜と接触している間に発生するヘッド・スタック・アッセンブリの固有振動周波数が含まれ、流体的な潤滑層とヘッドが接触している間に発生する空気膜固有振動周波数の信号が含まれない特定周波数範囲の信号を出力し、当該出力値と予め定められた閾値とを比較することによりヘッドと磁気ディスクの保護膜との接触を検出するので、ヘッドと保護膜との接触を高精度に検知することができる。40

【発明の効果】

【0017】

本明細書に開示の磁気記録装置は、記録再生の高精度化及び長寿命化を図ることができるという効果を奏する。また、本明細書に開示の接触検出方法は、磁気ディスクの保護膜に対する磁気ヘッドの接触を高精度に検出することができるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の磁気記録装置の一実施形態について図1～図11に基づいて詳細に説明する。

【0019】

10

20

30

40

50

図1は、本実施形態に係る磁気記録装置としてのハードディスクドライブ(HDD)100の内部構成を示している。この図1に示すように、HDD100は、筐体10と、筐体10内部の空間(収容空間)に収容された磁気ディスク12A、12B(図1では、磁気ディスク12Bは磁気ディスク12Aの裏面側に隠れた状態となっている)、スピンドルモータ14、ヘッド・スタック・アッセンブリ(HSA)20等と、を備える。なお、筐体10は、実際には、ベースと上蓋(トップ・カバー)とにより構成されているが、図1では、図示の便宜上、ベースのみを図示している。

【0020】

磁気ディスク12A、12Bは、表面と裏面のそれぞれが記録面となっており、両磁気ディスクは、スピンドルモータ14によって、その回転軸回りに一体となって、例えば4200～15000 rpmなどの高速度で回転駆動される。このうち、磁気ディスク12Aは、図3に示すように、基板70と、その上面に形成された記録膜72と、記録膜72上に形成された保護膜74及び潤滑層75と、を有している。潤滑層75は、磁気ヘッドとの接触による摩擦力や摩耗を低減するための層であり、保護膜74は、記録膜72を保護するためのものである。

【0021】

なお、図示は省略しているが、基板70の下面側にも、上面側と同様に、記録膜72、保護膜74及び潤滑層75が設けられている。また、図示は省略しているが、磁気ディスク12Bも磁気ディスク12Aと同様に構成されている。

【0022】

図2(a)は、HSA20を取り出して示す平面図である。なお、以下においては、HSA20の短手方向をX軸方向、長手方向をY軸方向、これらX、Y軸方向に直交する方向をZ軸方向として説明するものとする。また、図2(b)には、HSA20を+X方向から見た状態が示されている。

【0023】

これら図2(a)、図2(b)からわかるように、HSA20は、円筒形状のハウジング部30と、ハウジング部30の-Y側の端部に固定されたフォーク部32と、フォーク部32に保持されたコイル34と、高さ方向(Z軸方向)に関して所定間隔で、ハウジング部30に固定された3つのキャリッジアーム36A、36B、36Cと、これら3つのキャリッジアーム36A～36Cにより保持された4つの磁気ヘッド16A、16B、16C、16Dと、ハウジング部30の側壁部に設けられたヘッドIC52と、を備えている。このHSA20は、ハウジング部30の中心部分に設けられた軸受部材18を介して、筐体10に回転自在(Z軸回りの回転が自在)に連結されている。また、HSA20が有するコイル34と、図1に示す永久磁石を含む磁極ユニット24(筐体10に固定)により構成されるボイスコイルモータ50により、HSA20の軸受部材18を中心とした揺動が行われる。なお、図1では、揺動の軌道が、一点鎖線にて示されている。

【0024】

キャリッジアーム36A～36Cは、例えばステンレス板を打ち抜き加工したり、アルミニウム材料を押し出し加工することにより成型される。

【0025】

磁気ヘッド16Aは、図2(b)に示すように、キャリッジアーム36Aにベースプレート38Aを介して設けられたヘッドサスペンション40Aの+Y端部の下面側に取り付けられている。磁気ヘッド16Aは、ヘッドスライダ(不図示)にそれぞれ保持された状態で、ヘッドサスペンション40Aに取り付けられている。これら磁気ヘッド16A、ヘッドスライダ、ヘッドサスペンション40Aにより、ヘッド・ジンバル・アッセンブリ(以下、HGAと呼ぶ)82A(図1参照)が構成される。

【0026】

同様に、磁気ヘッド16Bは、キャリッジアーム36Bにベースプレート38Bを介して設けられたヘッドサスペンション40Bの+Y端部の上面側に取り付けられている。この場合も、磁気ヘッド16Bと不図示のヘッドスライダとヘッドサスペンション40Bと

10

20

30

40

50

により HGA82B(図1参照)が構成されている。また、磁気ヘッド16Cは、キャリッジアーム36Bにベースプレート38Cを介して設けられたヘッドサスペンション40Cの+Y端部の下面側に取り付けられている。更に、磁気ヘッド16Dは、キャリッジアーム36Cにベースプレート38Dを介して設けられたヘッドサスペンション40Dの+Y端部の上面側に取り付けられている。この場合も、磁気ヘッド16C(16D)と不図示のヘッドスライダとヘッドサスペンション40C(40D)とによりHGA82C(82D)が構成されている(図1参照)。

【0027】

なお、磁気ヘッド16A、16Bは、図2(b)に示すように、磁気ディスク12Aを挟んで上下に(Z軸方向に関して)対向し、磁気ヘッド16C、16Dは、磁気ディスク12Bを挟んで上下に(Z軸方向に関して)対向している。10

【0028】

図3は、磁気ヘッド16Aを取り出して、磁気ディスク12Aとともに示す図である。この磁気ヘッド16Aは、セラミックなどから成る本体内に、記録コイル58及び記録コア60を含む記録素子と、記録コア60に隣接配置された読出素子62と、を有している。読出素子62としては、GMR素子(Giant Magneto Resistance素子)やTMR素子(Tunneling Magneto Resistance素子)が用いられる。磁気ヘッド16Aの磁気ディスク12Aに対向する面は、ABS面(Air Bearing Surface)64と呼ばれ、その表面には保護膜66が形成されている。

【0029】

また、本実施形態では、磁気ヘッド16Aの記録コア60に近接してヒータ126Aが設けられている。このヒータ126Aに通電して加熱すると、磁気ヘッド16Aの浮上面となるABS面64が磁気ディスク12A側に膨張突出する。なお、磁気ヘッド16Aと磁気ディスク12Aの間のクリアランス(スペース)は、読出素子62の下端から磁気ディスク12Aの記録膜72までの間隔と定義される。20

【0030】

なお、その他の磁気ヘッド16B~16Dも上述した磁気ヘッド16Aと同様の構成となっている。すなわち、磁気ヘッド16B~16Dは、図3の磁気ヘッド16Aと同様の機能を有し、ヒータにより、磁気ヘッド16B~16DのABS面と磁気ディスクとの間のクリアランスを調整することが可能である。30

【0031】

図2に戻り、ヘッドサスペンション40A~40Dは、その+Y側の先端部におけるいわゆるジンバルばね(不図示)の働きで、各磁気ヘッド16A~16Dを片持ち支持する。このうち、磁気ヘッド16Aには、磁気ディスク12Aの表面に向かってヘッドサスペンション40Aからの押し付け力が作用し、一方、磁気ディスク12Aが回転すると、当該回転に応じて磁気ディスク12A表面で生成される気流の働きで磁気ヘッド16Aに対して浮力が作用する。そして、この浮力と、前述した押し付け力とのバランスで磁気ディスク12Aの回転中に比較的高い剛性で磁気ヘッド16Aが浮上し続けるようになっている。なお、説明は省略するが、その他のヘッドサスペンション40B~40Dも同様の作用を有している。このような磁気ヘッド16A~16Dの浮上中にHSA20が軸受部材18を中心に揺動することにより、記録再生ヘッドを磁気ディスク12A、12B上の所望の記録トラックに位置決めることができる。40

【0032】

ヘッドIC52は、図2(b)に示すように、ハウジング部30の+X側に固定された配線パターンや端子53等が形成されたフレキシブル基板59上に実装されている。フレキシブル基板59には、HDD100のプリント基板に接続されたフレキシブルケーブルコネクタ(不図示)が接続されている。

【0033】

また、フレキシブル基板59上の端子53には、不図示のロングテール(信号中継部材)の一端側がそれぞれ接続されている。これらロングテールの他端側は、磁気ヘッド16

A ~ 16 D にそれぞれ接続されている。

【0034】

本実施形態では、図1に示すように、キャリッジアーム36Aの上面には、圧電素子を有する振動検出センサとしてのAE(Acoustic Emission)センサ80が設けられている。このAEセンサ80は、磁気ヘッド16A~16Dを含むヘッド・スタック・アッセンブリHSA20の振動を検出するセンサである。AEセンサ80としては、HSA20固有の振動周波数を検知できればよく、例えば、周波数範囲が50~500kHzとすることができる。この場合、ヘッド位置決め制御のサンプリング周波数より高い帯域であることとしても良い。

【0035】

図4には、上記AEセンサ80を含む接触検出回路90がブロック図にて示されている。この図4に示すように接触検出回路90は、AEセンサ80と、プリアンプ84と、抽出手段としてのバンドパスフィルタ86と、接触回避手段としての判定回路88とを有している。

【0036】

AEセンサ80から出力された信号は、プリアンプ84にて増幅され、バンドパスフィルタ86にて予め定められている周波数帯域(特定周波数)の信号のみが判定回路88に出力される。判定回路88では、予め定められている閾値と、特定周波数の信号値(V)とを比較して、特定の振動が生じているか否かを判断する。

【0037】

次に、上記バンドパスフィルタ86の周波数帯域(特定周波数)を決定する方法について説明する。

【0038】

図5には、特定周波数範囲の決定に用いられる2種類の磁気ディスクA,Bの断面図が示されている。これら磁気ディスクA,Bでは、ディスクAの潤滑層75の方が、ディスクBの潤滑層75よりも厚く設定されている。

【0039】

本実施形態では、これら2種類のディスクA,Bに向けて、磁気ヘッドを徐々に突出させていく(ヒータに電流を供給し)、AEセンサ80の出力をモニタする。図6(a)~図6(c)には、磁気ヘッドをディスクAに向けて突出させていく間(保護膜74と接触するまでの間)に出力される信号のスペクトラムが示されている。また、図7(a)、図7(b)には、磁気ヘッドをディスクBに向けて突出させていく間(保護膜74と接触するまでの間)に出力される信号のスペクトラムが示されている。

【0040】

このうち、図6(a)と図7(a)は、ヘッドと潤滑層75とが接触した段階で出力される信号のスペクトラムである。また、図6(b)と図7(b)は、磁気ヘッドを図6(a)、図7(a)の状態よりも突出させたときに出力される信号のスペクトラムである。この場合、ディスクBは潤滑層75が薄く設定されているため、図7(b)の段階で保護膜74に接触するが、ディスクAは潤滑層75が厚く設定されているため、図6(b)の段階では保護膜74に接触していない。図6(c)は、図6(b)の状態から更に磁気ヘッドを突出させて、磁気ヘッドと保護膜74とを接触させたときに出力されるスペクトラムである。

【0041】

図6(a)と図7(a)とを比較すると分かるように、接触開始時においては、両ディスクA,B共に270kHz付近に同一の周波数スペクトルが観察されている。これら図6(a)、図7(a)の接触状態は、磁気ヘッドと潤滑層75のみが接触している状態である。この場合、潤滑層75は流体潤滑領域であり摩擦係数は一般的に小さいことから、摩耗は生じにくい。

【0042】

一方、図6(b)と図7(b)とを比較すると、ディスクAでは、周波数270kHz

10

20

30

40

50

付近のパワースペクトラムが増加するのに対し(図6(b)参照)、ディスクBでは、周波数110kHz付近のパワースペクトラムが増加している(図7(b)参照)ことが分かる。

【0043】

また、ディスクAの突き出し量を図6(b)の状態から更に増やすと、図6(c)に示すように、ディスクB(図7(b))と同様、110kHz近傍にピークが観測されることが分かる。

【0044】

これらの図から、信号のスペクトラムにおいて周波数110kHz近傍にピークが現れたことが、保護膜74と磁気ヘッドとの接触を示していることが推測できる。

10

【0045】

次に、信号のスペクトラムにおいて周波数110kHz近傍にピークが現れたことが、保護膜74と磁気ヘッドとの接触を示していることを実証するための実験について説明する。

【0046】

この実験では、上記計測(図6(a)～図7(b))で用いたヘッドスライダ(磁気ヘッド)よりも空気膜剛性が高いヘッドスライダ(磁気ヘッド)を用いて、上記と同様の計測(ディスクBを用いた計測)を行うこととする。この場合に出力されるスペクトラムが、図8(a)、図8(b)に示されている。なお、図8(a)は、図7(a)に対応する図(接触状態が共通する図)であり、図8(b)は、図7(b)に対応する図(接触状態が共通する図)である。

20

【0047】

図8(a)と図7(a)とを比較すると、ヘッドスライダの空気膜剛性が高い場合には、接触開始段階で、図7(a)の270kHzよりも高い周波数(295kHz)のピークが観測されることが分かる(図8(a)参照)。この差は、ヘッドスライダの空気膜剛性の差によるものであり、その周波数は空気膜の共振周波数を表していると推測される。

【0048】

また、図8(b)と図7(b)とを比較すると、ディスクBの保護膜74と磁気ヘッドが接触している状態では、両者ともに周波数110kHz近傍にピークが観測されていることが分かる。このように、ヘッドスライダの空気膜剛性の大きさにかかわらず特定の周波数にピークが観察されることから、当該特定の周波数が、磁気ヘッドの支持構造(HSA20)固有の振動周波数であると考えられる。また、HSA20固有の振動周波数における出力は、保護膜74と磁気ヘッドとの接触に起因すると考えられるので、周波数110kHz近傍にピークが現れることが、保護膜74と磁気ヘッドとの接触を示しているということが、この実験から実証される。

30

【0049】

以上の結果より、本実施形態では、磁気ヘッドと保護膜74との接触を検出するために、バンドパスフィルタ86の周波数帯域を、潤滑層との接触により生じる空気膜共振の周波数を含まず、HSA20固有の振動周波数を含む周波数帯域とする。具体的には、バンドパスフィルタ86の周波数帯域を、周波数270kHz、295kHzを含まず、周波数110kHz近傍を含む周波数帯域(例えば周波数50～250kHzの帯域)に設定する。

40

【0050】

なお、バンドパスフィルタ86の周波数帯域を決定するために必要な空気膜共振周波数とHSA20固有の周波数については、上記のように実験結果から求める場合に限らず、シミュレーション解析などを利用して求めることとしても良い。また、振動周波数は、機種ごとに異なるので、上記実験又はシミュレーション解析を機種ごとに行い、バンドパスフィルタ86の周波数帯域を機種ごとに設定することが好ましい。

【0051】

次に、図4に示す接触検出回路90を用いた、磁気ヘッド(16A～16D)と磁気デ

50

ィスク（12A、12B）の保護膜74との接触を検知するための処理について図9のフローチャートに沿って説明する。

【0052】

図9のステップS10では、接触検出回路90内の判定回路88が、AEセンサ80から出力されるHSA20の振動に関する信号のスペクトラムを、プリアンプ84及びバンドパスフィルタ86を介して、取得する。ここで、バンドパスフィルタ86の周波数帯域としては、上述した周波数50～250kHzが設定されているものとする。したがって、判定回路88で取得される信号のスペクトラムは、周波数50～250kHzの範囲内のものに制限されている。

【0053】

次いで、ステップS12では、判定回路88が、ステップS10で取得された周波数50～250kHzの範囲内のスペクトラム（出力値（V））と、予め定められている閾値とを比較して、出力値（V）が閾値よりも大きいか否かを判断する。ここで判断が肯定された場合には、ステップS14に移行し、否定された場合には、ステップS10に戻る。なお、閾値としては、磁気ディスクと磁気ヘッドとが接触していない状態で取得される信号のスペクトラム（通常状態での出力値）を採用することができる。ただし、これに限らず、閾値としては、出力値の誤差等を考慮して、通常状態の出力値よりもやや大きい値などを採用することも可能である。

【0054】

上記ステップS12の判断が肯定されることは、磁気ヘッドと摩擦係数が高い磁気ディスクの保護膜74との接触が実際に生じており、磁気ヘッドと磁気ディスクの摩耗が生じやすい状態であることを意味している。したがって、これら摩耗が生じやすい状態を回避するために、ステップS14では、判定回路88が、磁気ヘッドを磁気ディスクの記録領域以外の位置に退避させることとする。この場合の退避位置としては、例えば、HDD100がロードアンロード方式であれば、図1のランプ機構19のアンロード位置を採用することができる。また、例えば、HDD100がCSS方式であれば、磁気ディスク内側のCSSゾーンを退避位置として採用することができる。

【0055】

ここで、磁気ヘッドを磁気ディスクの記録領域から退避させた場合の効果について、図10、図11に基づいて説明する。

【0056】

ここでは、HDDとして2つの装置（装置Aと装置B）を用意し、AEセンサ80の出力値をそれぞれ取得することとした。そして、図10に示すように出力値が閾値を超えた場合に、装置Aの方は磁気ヘッドを退避位置に退避させ、装置Bの方は磁気ヘッドを退避位置に退避させないようにした。

【0057】

また、潤滑層は、通常、自己修復機能を有しており、数日あれば潤滑層は修復されることから、その自己修復期間よりも十分に長い期間（例えば、一週間）放置した後に、装置Aと装置Bのディスク表面状態を表面検査装置で観察した。その結果（ディスク表面の画像）が図11に示されている。

【0058】

この図11に示すように、磁気ヘッドを退避させなかった装置Bのディスク（図11（b））の表面には、接触痕が存在していた。このことは、磁気ヘッドと保護膜74とが接触して保護膜74が摩耗したことを意味する。一方、磁気ヘッドを退避させた装置Aのディスク（図11（a））の表面には、損傷が見られなかった。このことは、保護膜74の摩耗は無く、潤滑層75は自己修復したことを見出せる。このように、ステップS14において退避動作を行うことにより、図11（a）の装置Aのように磁気ディスクの損傷を極力抑制することが可能となる。

【0059】

以上、詳細に説明したように、本実施形態によると、HSA20の振動を検出するAE

10

20

30

40

50

センサ80により検出された検出信号のうちHSA20の固有振動周波数（例えば、110kHz）を含み、磁気ヘッドの空気膜固有振動周波数（270kHzや295kHzなど）を含まない特定周波数範囲（例えば、50～250kHz）をバンドパスフィルタ86により抽出するので、当該特定周波数範囲の信号に基づいて、磁気ヘッドと保護膜74との接触を高精度に検出することができる。また、この検出結果を用いることで、磁気ヘッドと保護膜74との接触を回避することもできるので、磁気ヘッドや保護膜74の摩耗の誘発を抑制し、記録再生の高精度化及び長寿命化を図ることが可能となる。

【0060】

また、本実施形態によると、バンドパスフィルタ86から出力された特定周波数帯域（例えば、50～250kHz）の出力値と予め定められた閾値とを比較するのみで、簡易かつ高精度に接触を検出することが可能となる。10

【0061】

なお、上記実施形態では、磁気ヘッドと保護膜との接触を検出した場合に、ヘッドを退避位置（ランプ機構19又はCSSゾーン）に退避させることにより、磁気ディスクの記録領域と磁気ヘッドとの接触を回避する場合について説明した。しかしながら、これに限られるものではなく、例えば、磁気ヘッドと保護膜との接触を回避するために、磁気ヘッドに設けられたヒータの温度を低くし（供給電流を小さくし）、磁気ヘッドの突き出し量を低減することとしても良い。このような制御を行うことにより、磁気ヘッドによる記録再生を中断することなく、磁気ヘッドと保護層との接触を回避することが可能となる。20

【0062】

また、これに限らず、例えば、磁気ディスクの回転速度を速くすることにより、磁気ヘッドに与えられる揚力を大きくし、磁気ディスクと磁気ヘッドとの間の間隔を広げるような制御を行うこととしても良い。この場合にも、上記ヒータ制御と同様の効果を得ることが可能となる。

【0063】

なお、上記実施形態では、AEセンサ80をHSA20に1つのみ設けた場合について説明したが、これに限らず、AEセンサ80はHSA20に複数設けられても良い。この場合、例えば、4つのHGA82A～82Dそれぞれに対応して、4つのAEセンサをHSA20に設けることとしても良い。この場合、いずれか1つのAEセンサの出力値が閾値を超えていた場合に、全磁気ヘッド16A～16Eを退避位置に退避させる制御を行うことが可能である。また、いずれか1つのAEセンサの出力値が閾値を超えていた場合に、磁気ディスクの回転速度を高める制御を行うことも可能である。あるいは、AEセンサの出力値が閾値を超えていた場合に、そのAEセンサに対応する磁気ヘッドのヒータ温度のみを低くするような制御を行うことも可能である。30

【0064】

なお、上記実施形態では、HDD100が磁気ディスクを2枚有する場合について説明したが、これに限られるものではなく、HDDは、磁気ディスクを1枚又は3枚以上有していても良い。この場合、ヘッドの数は、磁気ディスクの枚数に合わせて変更することができる。また、ヘッドの数に合わせて、AEセンサ80の数を変更することも可能である。40

【0065】

上述した各実施形態は本発明の好適な実施の例である。但し、これに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変形実施可能である。

【図面の簡単な説明】

【0066】

【図1】一実施形態に係るHDDの内部を示す平面図である。

【図2】HSAの構造を説明するための図である。

【図3】磁気ヘッド16A及び磁気ディスク12Aの構成を示す図である。

【図4】接触検出回路を示すブロック図である。

【図5】実験に用いるディスクAとディスクBの積層構造を示す断面図である。50

【図6】ディスクAを用いた実験で取得される信号スペクトラムを示す図である。

【図7】ディスクBを用いた実験で取得される信号スペクトラムを示す図である。

【図8】ディスクBを用いた実験を空気膜剛性の高いヘッドスライダを用いて行った場合に取得される信号スペクトラムを示す図である。

【図9】図4の接触検出回路により行われる処理を示すフローチャートである。

【図10】ヘッドを退避させる場合の効果を説明するための図(その1)である。

【図11】ヘッドを退避させる場合の効果を説明するための図(その2)である。

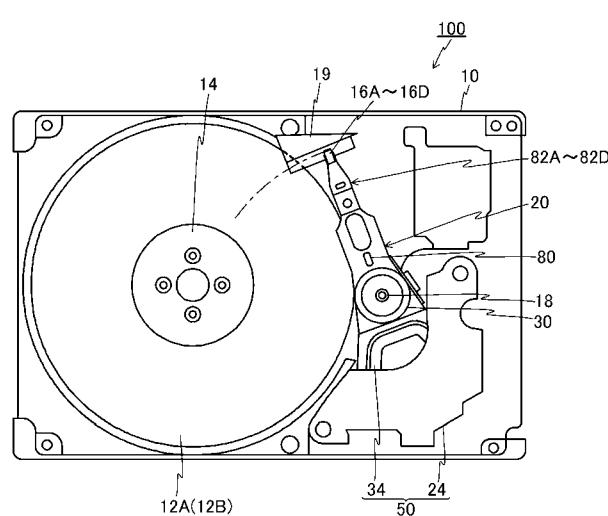
【符号の説明】

【0067】

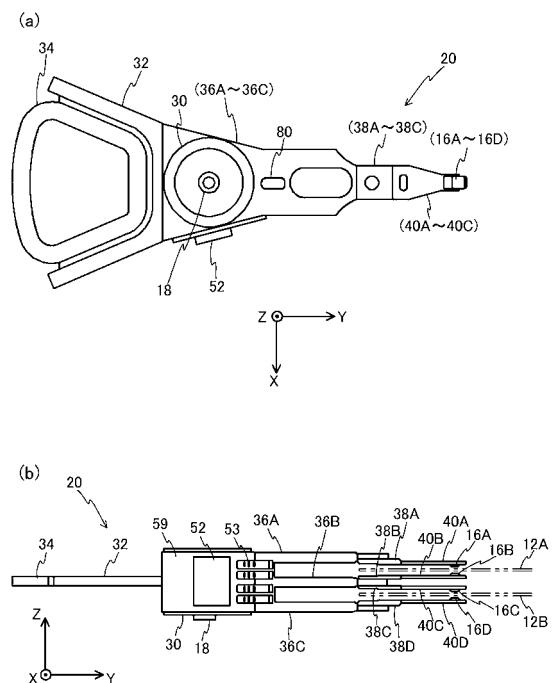
- 12A, 12B 磁気ディスク
- 16A~16D 磁気ヘッド
- 20 ヘッド・スタック・アッセンブリ
- 80 A E センサ(振動検出センサ)
- 86 バンドパスフィルタ
- 88 判定回路(接触回避手段)
- 100 HDD(磁気記録装置)

10

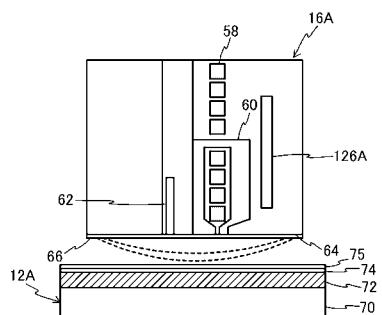
【図1】



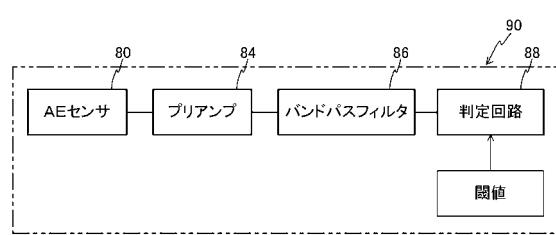
【図2】



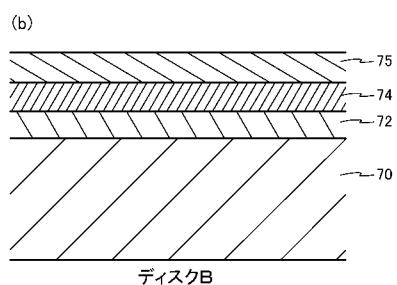
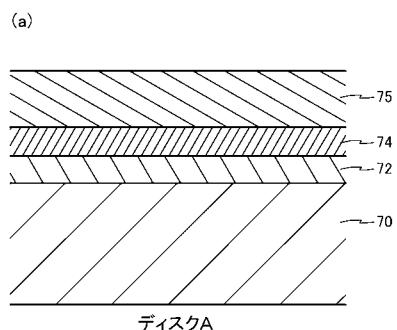
【図3】



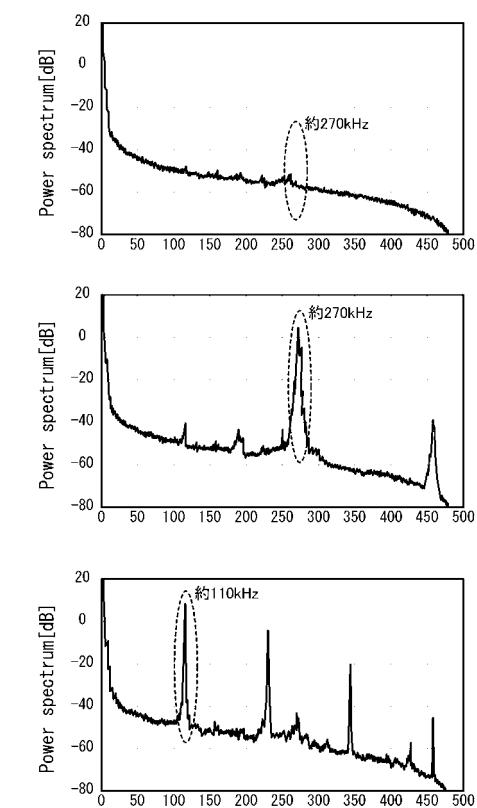
【図4】



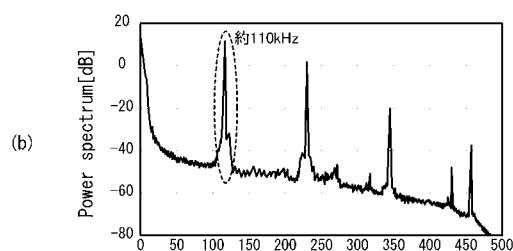
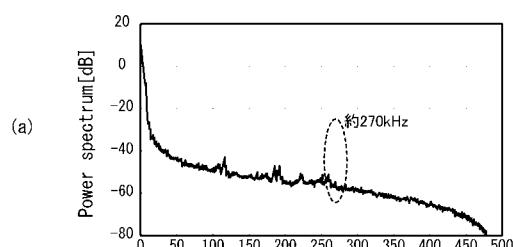
【図5】



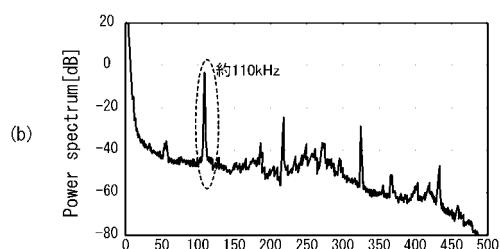
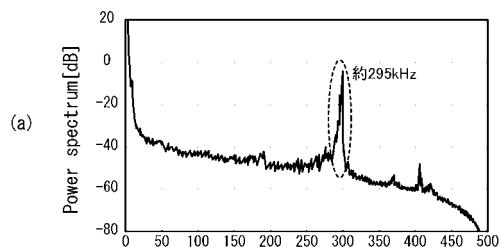
【図6】



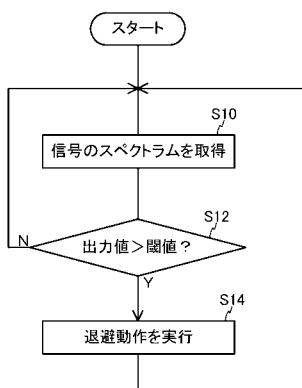
【図7】



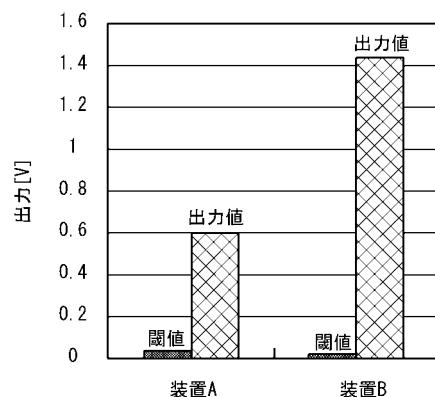
【図8】



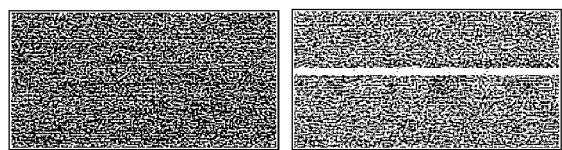
【図9】



【図10】



【図 11】



(a)

(b)

フロントページの続き

(74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
(74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
(74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
(74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
(74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
(74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
(74)代理人 100101812
弁理士 勝村 紘
(74)代理人 100070437
弁理士 河井 将次
(74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
(74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
(74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
(74)代理人 100134290
弁理士 竹内 將訓
(74)代理人 100127144
弁理士 市原 卓三
(74)代理人 100141933
弁理士 山下 元
(72)発明者 渡邊 淳

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

F ターム(参考) 5D076 AA01 BB01 CC05 DD20 EE01 EE02 FF03