

(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2010-257497

(P2010-257497A)

(43) 公開日 平成22年11月11日(2010.11.11)

(51) Int.Cl.

G 11 B 5/82 (2006.01)
G 11 B 5/65 (2006.01)
G 11 B 21/21 (2006.01)

F 1

G 11 B 5/82
G 11 B 5/65
G 11 B 21/21 1 O 1 Z
G 11 B 21/21 Z

テーマコード(参考)

5 D 006
5 D 059

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願2009-102557 (P2009-102557)

(22) 出願日

平成21年4月21日 (2009.4.21)

(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 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

(74) 代理人 100095441

弁理士 白根 俊郎

最終頁に続く

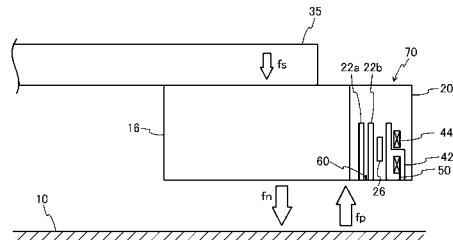
(54) 【発明の名称】磁気記憶媒体及び磁気記憶装置

(57) 【要約】

【課題】磁気ヘッドスライダの空気膜共振を抑制して、高精度なデータの記録再生を実現する。

【解決手段】磁気ヘッドスライダ16に保持された磁気ヘッド70によりデータの記録再生が行われるデータ領域の最内周の半径がR_{i d} [m]、最外周の半径がR_{o d} [m]であり、データの記録再生時における回転速度がR P S [r p s]である場合に、波長が 1 (= 2 × R_{i d} × R P S / 3 0 0 0 0 0) から、2 (= 2 × R_{o d} × R P S / 1 0 0 0 0 0) の範囲に属するうねりを、標準偏差値(シグマ値)にして、0.05 n m以下に設定する。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

磁気ヘッドスライダに保持された磁気ヘッドによりデータの記録再生が行われるデータ領域の最内周の半径が R_{id} [m]、最外周の半径が R_{od} [m] である磁気記憶媒体において、

前記データの記録再生時における回転速度が RPS [rps] である場合に、波長が $1 (= 2 \times \pi \times R_{id} \times RPS / 300000)$ から、 $2 (= 2 \times \pi \times R_{od} \times RPS / 100000)$ の範囲に属するうねりが、標準偏差値（シグマ値）にして、 0.05nm 以下に設定されていることを特徴とする磁気記憶媒体。

【請求項 2】

空気膜の共振周波数が f_r [Hz] の磁気ヘッドスライダに保持された磁気ヘッドによりデータの記録再生が行われるデータ領域を有し、当該データ領域の最内周の半径が R_{id} [m]、最外周の半径が R_{od} [m] である磁気記憶媒体において、

前記データの記録再生時における回転速度 RPS [rps]、共振周波数の前後の幅を規定する f_r [Hz] を用いて求められる、波長 $1 (= 2 \times \pi \times R_{id} \times RPS / (f_r + f_r))$ と、 $2 (= 2 \times \pi \times R_{od} \times RPS / (f_r - f_r))$ の間の範囲に属するうねりが、標準偏差値（シグマ値）にして、 0.05nm 以下に設定されていることを特徴とする磁気記憶媒体。

【請求項 3】

磁気ヘッドスライダに保持された磁気ヘッドによりデータの記録再生が行われるデータ領域が複数のトラックを有する磁気記憶媒体において、

前記データの記録再生時における回転速度が RPS [rps] である場合に、任意のトラックの半径 R_d [m] を用いて求められる波長 $1 (= 2 \times \pi \times R_d \times RPS / 300000)$ と、 $2 (= 2 \times \pi \times R_d \times RPS / 100000)$ の間の範囲に属する前記任意のトラック内のうねりが、標準偏差値（シグマ値）にして、 0.05nm 以下に設定されていることを特徴とする磁気記憶媒体。

【請求項 4】

空気膜の共振周波数が f_r [Hz] の磁気ヘッドスライダに保持された磁気ヘッドによりデータの記録再生が行われるデータ領域が複数のトラックを有する磁気記憶媒体において、

前記データの記録再生時における回転速度 RPS [rps]、共振周波数の前後の幅を規定する f_r [Hz]、任意のトラックの半径 R_d [m] を用いて求められる、波長 $1 (= 2 \times \pi \times R_d \times RPS / (f_r + f_r))$ と、 $2 (= 2 \times \pi \times R_d \times RPS / (f_r - f_r))$ の間の範囲に属する前記任意のトラック内のうねりが、標準偏差値（シグマ値）にして、 0.05nm 以下に設定されていることを特徴とする磁気記憶媒体。

【請求項 5】

請求項 1～4 のいずれか一項に記載の磁気記憶媒体と、

前記磁気記憶媒体に対するデータの記録再生を行う磁気ヘッドと、

前記磁気ヘッドを保持して、前記磁気記憶媒体上を浮上する磁気ヘッドスライダと、を備える磁気記憶装置。

【請求項 6】

前記磁気ヘッドスライダは、前記磁気記憶媒体が回転している間、前記磁気記憶媒体との間に正圧及び負圧を発生することを特徴とする請求項 5 に記載の磁気記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本件は、磁気記憶媒体及び磁気記憶装置に関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【0002】

従来より、磁気ディスク装置は、回転する磁気ディスクと、サスペンションによって支持された磁気ヘッドスライダと、を有する。磁気ヘッドスライダは、磁気ヘッド（記録再生素子）を有しており、磁気ディスクに対して相対的に移動しながら、磁気ディスクのデータ領域に対するデータの読み書きを実行する。このような磁気ディスク装置においては、高記録密度化のため、磁気ディスクと磁気ヘッドスライダの距離、すなわち磁気ヘッドスライダの磁気ディスクに対する浮上量（F H（Flying height））を低減（狭小化）するのが好ましい。

【0003】

F Hの狭小化を阻害する要因としては、磁気ディスクの表面形状の凹凸（うねり）が挙げられる。このうねりのうち、数百 μm 以上の波長を持つうねりは、磁気ディスクと磁気ヘッドスライダの間で発生する圧力の分布に変動を生じさせ、結果として F Hを変動させてしまうことが知られている。また、波長が概ね $10 \mu\text{m}$ 以下のうねりは、粗さと呼ばれ、更に、波長が概ね数十 μm から数百 μm の範囲のうねりは、マイクロウェイビネスと呼ばれている。マイクロウェイビネスは、磁気ヘッドスライダの空気膜共振を引き起こすことが知られている（例えば、非特許文献 1 参照）。

10

【0004】

また、特許文献 1 には、波長 $100 \mu\text{m}$ または $200 \mu\text{m}$ 以下のマイクロウェイビネスの領域を含むうねりを高くするとともに、それ以上の波長のうねりを極力抑えることで、吸着摩擦と波長の長いうねりに起因する F Hの変動を抑制し、結果として F Hの狭小化を図る技術が開示されている。

20

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献 1】IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, VOL. 38, NO. 1, JANUARY 2002 "The Effects of Disk Morphology on Flying-Height Modulation: Experiment and Simulation" Brian H. Thornton, D. B. Bogy and C. S. Bhatia

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2005 - 203084 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

磁気ヘッドスライダの空気膜共振は、信号の記録再生特性を悪化させ、磁気ディスクと磁気ヘッドスライダとの接触を促進するおそれがある。したがって、マイクロウェイビネスは磁気ヘッドスライダの空気膜が共振しない程度に小さいほうが望ましい。

【0008】

しかしながら、磁気ヘッドスライダの空気膜共振は、うねりの波長など、磁気ディスク表面の幾何学的な要因だけを考慮した画一的なうねりのコントロールだけでは、十分に抑制することができないおそれがある。

40

【0009】

そこで本件は上記の課題に鑑みてなされたものであり、磁気ヘッドスライダの空気膜共振を抑制して、高精度なデータの記録再生を実現可能な磁気記憶媒体及び磁気記憶装置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】

【0010】

本発明者は、磁気ヘッドスライダの空気膜共振とうねりとの関係について鋭意研究した結果、磁気ヘッドスライダの空気膜共振を抑制するには、闇雲にマイクロウェイビネスを低減するのではなく、磁気ディスクの回転数と、磁気ヘッドスライダの空気膜の共振周波数を考慮してマイクロウェイビネスを低減することが効果的であるという考えに至った。

50

本発明は、上記新規知見に基づいてなされたものであり、以下の構成を採用する。

【0011】

本明細書に記載の磁気記憶媒体は、磁気ヘッドスライダに保持された磁気ヘッドによりデータの記録再生が行われるデータ領域の最内周の半径が R_{id} [m]、最外周の半径が R_{od} [m] である磁気記憶媒体であり、前記データの記録再生時における回転速度が R_{PS} [rps] である場合に、波長が $1 (= 2 \times \pi R_{id} \times R_{PS} / 300000)$ から、 $2 (= 2 \times \pi R_{od} \times R_{PS} / 100000)$ の範囲に属するうねりが、標準偏差値（シグマ値）にして、0.05nm 以下に設定されている磁気記憶媒体である。

【0012】

また、本明細書に記載の磁気記憶媒体は、空気膜の共振周波数が f_r [Hz] の磁気ヘッドスライダに保持された磁気ヘッドによりデータの記録再生が行われるデータ領域を有し、当該データ領域の最内周の半径が R_{id} [m]、最外周の半径が R_{od} [m] である磁気記憶媒体であり、前記データの記録再生時における回転速度 R_{PS} [rps]、共振周波数の前後の幅を規定する f_r [Hz] を用いて求められる、波長 $1 (= 2 \times \pi R_{id} \times R_{PS} / (f_r + f_r))$ と、 $2 (= 2 \times \pi R_{od} \times R_{PS} / (f_r - f_r))$ の間の範囲に属するうねりが、標準偏差値（シグマ値）にして、0.05nm 以下に設定されている磁気記憶媒体である。

【0013】

また、本明細書に記載の磁気記憶媒体は、磁気ヘッドスライダに保持された磁気ヘッドによりデータの記録再生が行われるデータ領域が複数のトラックを有する磁気記憶媒体であり、前記データの記録再生時における回転速度が R_{PS} [rps] である場合に、任意のトラックの半径 R_d [m] を用いて求められる波長 $1 (= 2 \times \pi R_d \times R_{PS} / 300000)$ と、 $2 (= 2 \times \pi R_d \times R_{PS} / 100000)$ の間の範囲に属する前記任意のトラック内のうねりが、標準偏差値（シグマ値）にして、0.05nm 以下に設定されている磁気記憶媒体である。

【0014】

また、本明細書に記載の磁気記憶媒体は、空気膜の共振周波数が f_r [Hz] の磁気ヘッドスライダに保持された磁気ヘッドによりデータの記録再生が行われるデータ領域が複数のトラックを有する磁気記憶媒体であり、前記データの記録再生時における回転速度 R_{PS} [rps]、共振周波数の前後の幅を規定する f_r [Hz]、任意のトラックの半径 R_d [m] を用いて求められる、波長 $1 (= 2 \times \pi R_d \times R_{PS} / (f_r + f_r))$ と、 $2 (= 2 \times \pi R_d \times R_{PS} / (f_r - f_r))$ の間の範囲に属する前記任意のトラック内のうねりが、標準偏差値（シグマ値）にして、0.05nm 以下に設定されている磁気記憶媒体である。

【0015】

本明細書に記載の磁気記憶装置は、本明細書に記載の磁気記憶媒体と、前記磁気記憶媒体に対するデータの記録再生を行う磁気ヘッドと、前記磁気ヘッドを保持して、前記磁気記憶媒体上を浮上する磁気ヘッドスライダと、を備える磁気記憶装置である。

【発明の効果】

【0016】

本明細書に記載の磁気記憶媒体及び磁気記憶装置は、磁気ヘッドスライダの空気膜共振を抑制して、高精度なデータの記録再生を実現できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】一実施形態に係るHDD100の内部構成を示す図である。

【図2】サスペンションと、サスペンションにより保持されたヘッドスライダの構成を模式的に示す図である。

【図3】図3(a)は、マイクロウェイビネスの小さい磁気ディスクとマイクロウェイビネスの大きい磁気ディスクそれぞれの、波長約10μm以上のうねりの大きさを示すグラフであり、図3(b)は、図3(a)の各磁気ディスクの波長約10μm以下のうねりの

10

20

30

40

50

粗さ(R_a)を示す表である。

【図4】マイクロウェイビネスの異なる磁気ディスクを用い、磁気ディスクの回転数、及びヘッドスライダの浮上位置を変更しつつ、共振発生F Hを測定した結果を示す図である。

【図5】図5(a)は、従来のヘッドスライダのインパルス応答を示す図であり、図5(b)は、一実施形態のヘッドスライダにおいてF H調整機構を用いてF Hを小さくしたときのスライダ振動の周波数特性図である。

【図6】R id , R od , R PSの具体例を示す表である。

【図7】共振発生F Hと、磁気ディスクのうねりのシグマ値との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、磁気記憶媒体及び磁気記憶装置の一実施形態について、図1～図7に基づいて詳細に説明する。

【0019】

図1は、一実施形態に係る磁気記憶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12と、筐体12内部の空間(収容空間)に収容された磁気記憶媒体としての磁気ディスク10、スピンドルモータ14、ヘッド・スタック・アッセンブリ(HSA)40等と、を備える。なお、筐体12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10は、表面が記録面となっており、スピンドルモータ14によって、その回転軸回りに例えば3600～15000 rpmなどの高速度で回転駆動される。なお、磁気ディスク10は、表面と裏面の両面が記録面であっても良い。また、磁気ディスク10は、図1の紙面直交方向に複数枚設けられていても良い。

【0021】

HSA40は、円筒形状のハウジング部30と、ハウジング部30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、ハウジング部30に固定されたキャリッジアーム36と、キャリッジアーム36に保持された磁気ヘッドスライダ16と、を備えている。なお、前述のように、磁気ディスク10の表面と裏面の両面が記録面である場合には、キャリッジアーム及び磁気ヘッドスライダが磁気ディスク10を挟んで上下対称に一対設けられる。また、磁気ディスクが複数枚設けられている場合には、各磁気ディスクの各記録面に対応して、キャリッジアームと磁気ヘッドスライダが設けられる。

【0022】

キャリッジアーム36には、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たサスペンション35が設けられている。

【0023】

図2には、サスペンション35と、サスペンション35により保持された磁気ヘッドスライダ16の構成が模式的に示されている。この図2に示すように、磁気ヘッドスライダ16は、記録再生ヘッド(以下、単に「ヘッド」と呼ぶ)70を有している。磁気ヘッド70は、アルミナ部20と、当該アルミナ部20内に埋め込まれたリード素子60及びライト素子50と、を有する。アルミナ部20は、熱による変形(膨張)が可能であり、かつ原形に復帰することが可能とされている。

【0024】

リード素子60は、磁気ディスク10の記録層から発生する磁界を検知することによって、磁気ディスク10に記録されている情報を読み取るMR(Magneto Resistive)ヘッド又はGMR(Giant Magneto Resistive)ヘッドである。アルミナ部20には、リード素子60を挟むように、シールド22a, 22bが設けられている。シールド22a, 22bは、パーマロイ系合金(Ni - Fe合金)を材料としている。

【0025】

10

20

30

40

50

ライト素子 50 は、その近傍に設けられたライトコイル 44 にて発生する磁界により磁気ディスク 10 の記録層を磁化することにより、情報を磁気ディスク 10 に記録するための素子である。

【0026】

ライトコイル 44 の近傍には、ヒータ 26 が設けられている。ヒータ 26 からの熱を受けて、ヒータ 26 周辺の部材が熱変形（熱膨張）する。この熱変形により、リード素子 60 及びライト素子 50 が、磁気ディスク 10 の表面に近づく方向に突出するようになっている。すなわち、本実施形態では、磁気ヘッド 70 が、磁気ヘッドライダ 16 の浮上量（F H (Flying height) ）を調整するための F H 調整機構（ヒータ 26 を含む）を具備している、ということができる。

10

【0027】

図 1 に戻り、HSA 40 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 12 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、HSA 40 が有するコイル 34 と、筐体 12 のベースに固定された永久磁石を含む磁極ユニット 24 とにより構成されるボイスコイルモータ 150 により、HSA 40 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。

20

【0028】

上記のように構成される HDD 100 では、磁気ヘッドライダ 16 が、磁気ディスク 10 上を浮上した状態で、磁気ヘッド 70 により磁気ディスク 10 に対するデータ（情報）の読み書きが実行される。磁気ヘッドライダ 16 の下面（磁気ディスク 10 に対向する面）には、磁気ディスク 10 の回転による空気流によって図 2 に示す正の力（F p）と負の力（F n）の両方を発生する凹凸面（軸受面）が形成されている。すなわち、磁気ヘッドライダ 16 は、浮上特性が向上されたいわゆる負圧スライダである。本実施形態では、これら正の力（F p）、負の力（F n）、及びサスペンション 35 による負の力（F s）が均衡する（釣り合う）ようになっている（ $F_p = F_n + F_s$ ）。

20

【0029】

また、負圧スライダは、従来の磁気ヘッドライダ、すなわち負圧を利用しない磁気ヘッドライダ、と比較して、減圧特性に優れている。具体的には、従来の磁気ヘッドライダは、力（F p）と力（F s）の 2 つの力が均衡（ $F_p = F_s$ ）していたため、磁気ヘッドライダと磁気ディスクとの間の気圧が下がるにつれて力 F p が減少すると、 $F_s > F_p$ となって、磁気ヘッドと磁気ディスクが接近又は接触するおそれがあった。これに対し、負圧スライダでは、上述したように力（F p）と力（F n + F s）が均衡していることから、空気圧が下がるにつれ、力（F p）の減少と同時に力（F n）も減少するので、F H の減少量を抑えることができる。すなわち、磁気ヘッドライダと磁気ディスクとの接近・接触を抑制することができる。この場合、力（F p）と力（F n）を力（F s）よりも非常に大きく設定することで、F H の減少量をより効果的に抑えることが可能である。また、力（F p）と力（F n）を大きくすればするほど、負圧スライダで発生する空気膜の剛性は非常に高いものとなる。具体的には、磁気ヘッドライダ 16 の空気膜の共振周波数を、例えば、100 kHz 以上とすることができる。

30

【0030】

ただし、力（F s）を小さくしすぎると HDD 100 の耐衝撃性が著しく低下するおそれがあり、また、力（F p）と力（F n）は、磁気ヘッドライダのサイズと空気軸受面の設計に依存して上限があるため、磁気ヘッドライダの空気膜の共振周波数は高くても数 300 kHz である。

40

【0031】

前述のように、本実施形態では、磁気ヘッド 70 が、ヒータ 26 を含む F H 調整機構を有しているが、この F H 調整機構により、F H が小さく設定されると、磁気ヘッドライダ 16 の空気膜共振が大きくなる。以下においては、共振振幅が所定の閾値を超える F H を共振発生 F H と定義して、説明を行うものとする。

50

【0032】

以下、本発明者が行った、共振発生 FH を利用した磁気ディスク 10 の設計に関する実験について説明する。

【0033】

図 3 (a) は、マイクロウェイビネスの小さい磁気ディスクとマイクロウェイビネスの大きい磁気ディスクそれぞれの、波長約 10 μm 以上のうねりの大きさを示すグラフであり、図 3 (b) は、図 3 (a) の各磁気ディスクの波長約 10 μm 以下のうねりの粗さ (Ra) を示す表である。これら図 3 (a)、図 3 (b) に示すように、各磁気ディスクは、マイクロウェイビネスの波長領域 (数十 μm から数百 μm) のうねりの大きさが異なる一方、その他の波長領域のうねりは、ほぼ一致している。

10

【0034】

これらマイクロウェイビネスの異なる磁気ディスクを用い、共振発生 FH を、磁気ディスク 10 の回転数、及び磁気ヘッドスライダ 16 の浮上位置 (半径位置) を変更しつつ測定したときの結果が図 4 に示されている。なお、磁気ヘッドスライダの挙動の測定にはレーザ計測器を用い、そのときの磁気ディスクのうねりの測定にもレーザ計測器を用いた。また、図 4 は、具体的には、共振発生 FH と、共振周波数の 1 つである 180 kHz に対応する波長のうねりの高さとの関係を示すものである。ここで、「共振周波数の 1 つである 180 kHz に対応する波長のうねりの高さ」とは、うねりのパワースペクトラムの 180 kHz におけるパワー値を意味する。

20

【0035】

この図 4 からは、共振発生 FH は、共振周波数の一つである 180 kHz に対応する波長のうねりの高さとの間に相関があることが分かる。すなわち、磁気ヘッドスライダの空気膜共振を抑制するには、闇雲にマイクロウェイビネスを低減するのではなく、磁気ディスク 10 が使用される回転数と、磁気ヘッドスライダの空気膜の共振周波数にあわせて、マイクロウェイビネスを低減するほうが効果的であると考えられる。換言すれば、磁気ヘッドスライダ 16 の空気膜共振は、うねりの波長など磁気ディスク 10 表面の幾何学的な要因だけを考慮する画一的なうねりのコントロールだけでは十分に抑制することができないと言える。

【0036】

図 5 (a) には、従来の磁気ヘッドスライダのインパルス応答が示され、図 5 (b) には、本実施形態の磁気ヘッドスライダ 16 において FH 調整機構を用いて FH を小さくしていったときのスライダ振動の周波数特性図 (FH = 15 nm のときのスライダ振動を 0 dB とした相対比較) が示されている。

30

【0037】

これら図 5 (a)、図 5 (b) からは、従来の磁気ヘッドスライダ 16 は、100 kHz を超える振動共振点を有していない一方で、本実施形態の磁気ヘッドスライダ 16 (負圧スライダ) の空気膜の共振周波数は、概ね 100 kHz から 300 kHz の間にあることがわかる。したがって、ディスク回転中にこの共振周波数の全範囲をカバーできる範囲の周波数 (100 kHz ~ 300 kHz) となるようなマイクロウェイビネス、すなわち、共振周波数 (100 kHz ~ 300 kHz) の帯域に対応したマイクロウェイビネス、を低減することが、空気膜共振の抑制に効果があると考えられる。ここで、磁気ディスク 10 のデータ領域の中で、磁気ディスク回転時に周速が最小となるのは最内周であり、最大となるのは最外周である。これらの関係を利用すれば、空気膜の共振を抑制するために低減すべきうねりの波長帯域を求めることができる。

40

【0038】

具体的には次式 (1)、(2) で算出される波長 λ_1 、 λ_2 で定義される波長帯域のうねりを十分に小さくすることとする。なお、次式 (1)、(2) における、Rid は、データ領域最内周の半径 [m]、Rod は、データ領域最外周の半径 [m]、RPS は、使用回転速度 [rps] を意味する。

$$\lambda_1 = 2 \times \pi \times R_{id} \times RPS / 300000 \quad \dots (1)$$

50

$$2 = 2 \times \times R_{od} \times R_{PS} / 100000 \quad \dots (2)$$

ここで、各値 (R_{id} , R_{od} , R_{PS}) としては、例えば、図 6 の表に示すような値が用いられる。

【0039】

次に、波長 1 ~ 2 の間のうねりをどの程度小さくするかについて検討した実験について説明する。

【0040】

図 7 は、磁気ヘッドスライダ 16 の共振発生 FH と、磁気ディスク 10 のうねりの標準偏差値（シグマ値）との関係を示す図である。ここで、磁気ディスクのうねりのシグマ値は、具体的にはレーザ計測器を用いて磁気ディスクの表面形状を測定し、100 kHz - 10 300 kHz の帯域でバンドパスフィルタをかけて得られたものである。また本測定では、様々な半径位置や回転数を設定している。

【0041】

この図 7 から分かるように、共振周波数 100 kHz ~ 300 kHz の帯域に対応したマイクロウェイビネス、すなわち、波長 1 ~ 2 で定義される波長帯域のマイクロウェイビネスのシグマ値がおよそ 0.05 nm 以下になったときに、共振発生 FH が小さくなる（約 10 nm 以下になる）。したがって、本実施形態では、波長 1 ~ 2 で定義される波長帯域のマイクロウェイビネスのシグマ値がおよそ 0.05 nm 以下となるように設定する。

【0042】

以上のように、本実施形態では、上述した実験結果から、波長 1 ~ 2 で定義される波長帯域のマイクロウェイビネスのシグマ値が、約 0.05 nm 以下に設定された磁気ディスクを採用することとしている。なお、磁気ディスク 10 の 1 以下の波長のうねりについては、吸着摩擦が大きくならないように、適度な大きさであることが好ましい。

【0043】

ここで、一般的には、磁気ディスク 10 表面の平坦度は、当該磁気ディスク 10 のディスク基板の有するマイクロウェイビネスがそのまま反映されることになる。このため、上記のようなマイクロウェイビネスの低減された磁気ディスク 10 を製造するためには、マイクロウェイビネスの低減された基板を製造する必要がある。以下、マイクロウェイビネスの低減された基板（ここでは、ガラス基板）を製造する方法について説明する。

【0044】

まず、下孔加工が施されたガラス円板（プランクメディア）を用意し、これに対して、角の面取りとラッピングなどの粗加工を行い、大まかな平坦度を実現する。このとき、ラッピングには SiC や Al₂O₃ などの研磨材を含むスラリーを用いるのが一般的である。

【0045】

次に、酸化セリウムスラリー及びコロイダルシリカスラリーなどを用いて記録面を研磨する。ここで、うねりを低減するためにコントロールするべきパラメータには、スラリー粒の材質、スラリーの粒径、スラリーの温度、スラリーの濃度、ポリッシュパッドの種類、押し付け圧力、速度などがある。

【0046】

上記研磨工程後は、洗浄を行い、基板表面の機械的強度を向上させるため化学強化を行う。このような処理を経ることで、マイクロウェイビネスが低減されたガラス基板が完成する。なお、上述した基板の製造方法は、ガラス基板の一製法である。したがって、本実施形態のガラス基板の製法はこれに限られるものではない。また、ガラス基板以外の基板を用いても良く、この場合には、それぞれの材料に合わせた製法を採用すれば良い。

【0047】

なお、これ以降は、上記のようにして製造されたガラス基板を用いて、従来と同様にして磁気ディスクを製造することで、マイクロウェイビネスが低減された磁気ディスクを得ることが可能である。

【0048】

10

20

30

40

50

以上、詳細に説明したように、本実施形態によると、磁気ディスク10が、上式(1)、(2)から算出される波長1～2で定義される波長帯域のマイクロウェイビネスのシグマ値がおよそ0.05nm以下となるように設定されているので、磁気ディスクの回転速度(回転数)と、磁気ヘッドスライダの空気膜の共振周波数が考慮されることで、磁気ヘッドスライダの空気膜共振を効果的に抑制することができる。これにより、磁気ディスク10を備えるHDD100において、共振の影響を受けることなく又はほとんど受けすことなく、データを高精度に記録再生することが可能である。

【0049】

なお、上記実施形態では、図3(b)に示すように、共振が出現する周波数範囲をほとんどカバーできるように、周波数が100～300kHzに相当する波長範囲として、上式(1)、(2)から求められる波長範囲を採用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い。すなわち、磁気ヘッドスライダの共振周波数にあわせてマイクロウェイビネスを低減したほうがより効果的であることは明らかであるので、その磁気ヘッドスライダの共振周波数に応じて1、2を設定することもできる。具体的には、磁気ヘッドスライダの共振周波数がfrであることが分かっている場合には、下式(3)、(4)を用いることとしても良い。ここで、frは、frの前後の周波数の範囲を意味し、各装置ごとに決定される値である。例えば、frとして、10000～20000(Hz)程度に設定することができる。

$$1 = 2 \times \pi R_{id} \times RPS / (fr + fr) \quad \dots (3)$$

$$2 = 2 \times \pi R_{od} \times RPS / (fr - fr) \quad \dots (4)$$

【0050】

また、上記実施形態では、ディスク全面に対して、低減するマイクロウェイビネスの波長範囲を定義したが、トラック半径位置毎に低減するマイクロウェイビネスの波長範囲を定義してもよい。この場合、次式(5)、(6)に各トラック半径(Rd)を代入すれば良い。

$$1 = 2 \times \pi Rd \times RPS / 300000 \quad \dots (5)$$

$$2 = 2 \times \pi Rd \times RPS / 100000 \quad \dots (6)$$

【0051】

なお、上式(3)、(4)と同様、共振周波数frを用いる場合には、次式(7)、(8)を用いることもできる。

$$1 = 2 \times \pi Rd \times RPS / (fr + fr) \quad \dots (7)$$

$$2 = 2 \times \pi Rd \times RPS / (fr - fr) \quad \dots (8)$$

【0052】

また、トラックに限らずゾーンごとに、低減するマイクロウェイビネスの波長範囲を定義しても良い。この場合、ゾーンの中心半径を用い、上式(5)、(6)又は上式(7)、(8)から、1及び2をゾーンごとに求めて良いし、ゾーンの最内周半径と最外周半径とを用い、上式(1)、(2)から、1及び2をゾーンごとに求めて良い。

【0053】

なお、上記実施形態では、FH調整機構として、ヒータを含む機構を採用した場合について説明したが、これに限られるものではなく、その他、磁気ヘッドの磁気ディスクとの間の距離を調整できる機構であれば、種々の機構を採用することができる。

【0054】

上述した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。

【符号の説明】

【0055】

10 磁気ディスク(磁気記憶媒体)

16 磁気ヘッドスライダ

70 磁気ヘッド

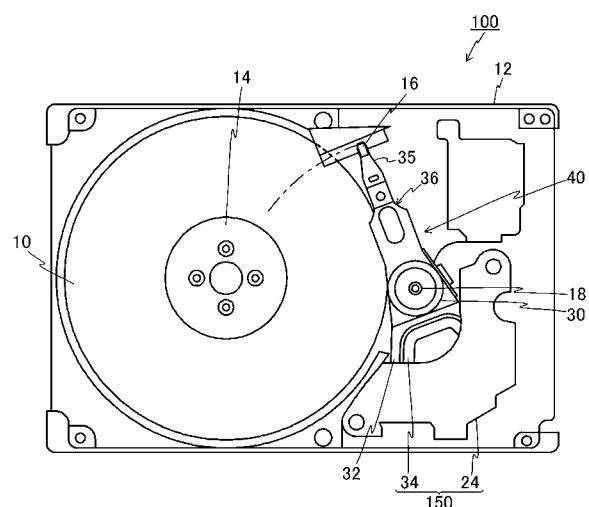
10

20

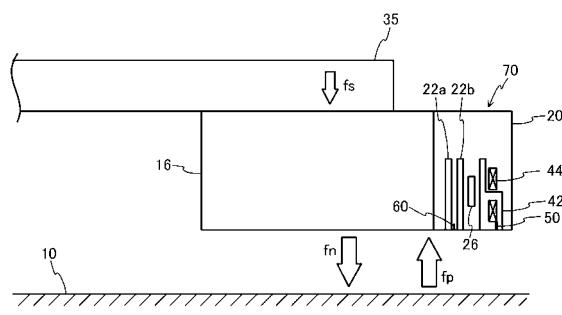
30

40

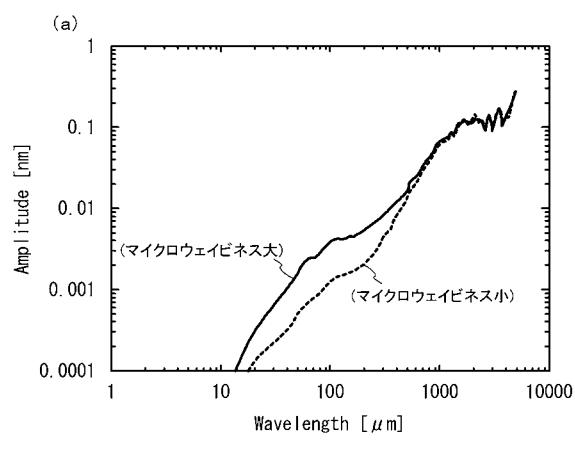
【図1】



【図2】



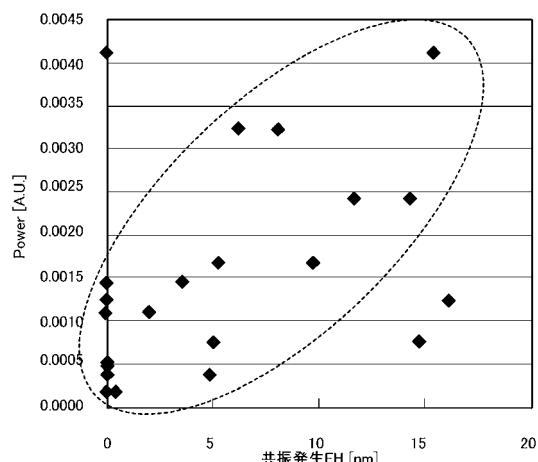
【図3】



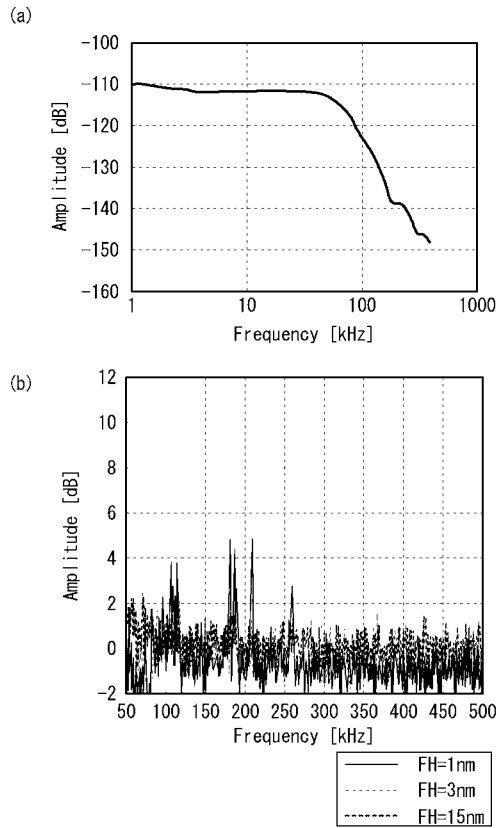
(b)

	マイクロウェイビネス大	マイクロウェイビネス小
波長10 μm 以下 の粗さ(Ra)	0.09nm	0.08nm

【図4】



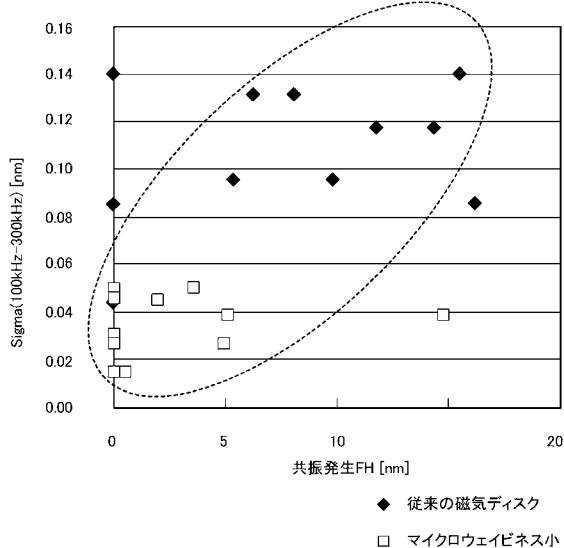
【図5】



【図6】

磁気ディスク 外径 [mm]	磁気ディスク 内径 [mm]	データ領域 最内周半径 Rid [mm]	データ領域 最外周半径 Rod [mm]	回転数 (=RPS*60) [rpm]	使用用途
48	14	9~11	22~23.5	3600~5400	ノートパソコンなど
54	20	13~15	25~26.5	15000	サーバ、RAIDシステムなど
54	25	18~20	25~26.5	15000	サーバ、RAIDシステムなど
65	20	13~15	30~32	4200~7200	ノートパソコンなど
65	20	15~17	30~32	10000	サーバ、RAIDシステムなど
65	25	18~20	30~32	10000	サーバ、RAIDシステムなど
70	25	18~20	32~34	15000	サーバ、RAIDシステムなど
84	25	18~20	42~43.5	10000	デスクトップパソコンなど
95	25	18~20	45~47	5400~7200	デスクトップパソコンなど

【図7】



フロントページの続き

(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 将訓

(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 三宅 晃司
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

(72)発明者 今村 孝浩
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) 5D006 DA03 DA04 FA00
5D059 CA11 CA12 EA20