

(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2005-38587
(P2005-38587A)

(43) 公開日 平成17年2月10日(2005.2.10)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 5/02	G 1 1 B 5/02 S	5 D 0 0 6
G 1 1 B 5/31	G 1 1 B 5/31 A	5 D 0 3 3
G 1 1 B 5/65	G 1 1 B 5/65	5 D 0 7 5
G 1 1 B 5/66	G 1 1 B 5/66	5 D 0 9 1
G 1 1 B 5/72	G 1 1 B 5/72	
審査請求 未請求 請求項の数 23 O L (全 12 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2004-201424 (P2004-201424)	(71) 出願人 503116280
(22) 出願日 平成16年7月8日 (2004.7.8)	ヒタチグローバルストレージテクノロジー
(31) 優先権主張番号 10/620542	ズネザーランドビービー
(32) 優先日 平成15年7月15日 (2003.7.15)	オランダ国 1 0 7 6 エーゼット, アム
(33) 優先権主張国 米国 (US)	ステルダム, ロケーテリカード 1
	(74) 代理人 100068504
	弁理士 小川 勝男
	(74) 代理人 100095876
	弁理士 木崎 邦彦
	(72) 発明者 デビッド・ティー・マルグリス
	アメリカ合衆国 9 5 0 3 3、カリフォルニ
	ア州、ロスガトス 1 7、ハイウェイ 2 3
	4 5 5
	最終頁に続く

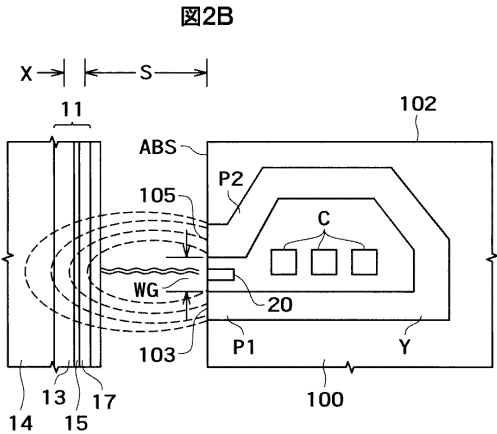
(54) 【発明の名称】 信号対ノイズ比を改善した積層媒体を備えた磁気記録ディスク・ドライブ

(57) 【要約】

【課題】 熱的に安定で、高いIOW（オーバーライト）特性を有する高SNR（信号対ノイズ比）媒体を備えた磁気記録ディスク・ドライブを提供する。

【解決手段】 ディスク・ドライブ10は、記録ディスク14上の積層媒体11にデータを記録するために、誘導書き込みヘッドとヒータ20を持っている。積層媒体11のそれぞれの強磁性層13、17は在来の書き込みヘッドによる書き込みが可能な固有保磁力を有する材料で形成することができるが、SNRを高める上で望まれる積層のために、下部強磁性層13の固有保磁力は書き込みヘッドからの磁界よりも大きく、従って書き込みができない。積層媒体11に書き込みを行うには、下部強磁性層13に熱を送り、その固有保磁力を、それが曝されている磁界よりも低くする。

【選択図】 図2B



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、該基板上の下部強磁性層と、上部強磁性層と、該上下の強磁性層の間の非磁性スペーサ層を持つ積層磁気記録層を有する磁気記録ディスクと、

前記下部及び上部強磁性層の領域内の平行である磁化方向を変化させるための磁界を発生する誘導書込みヘッドと、

前記書込みヘッドからの磁界に曝されている前記下部強磁性層の領域に熱を送るためのヒータと、

を有することを特徴とする磁気記録ディスク・ドライブ。

【請求項 2】

前記下部及び上部強磁性層の少なくとも一方が反強磁性結合された(AFC)層であって、該AFC層は第1の強磁性膜と、第2の強磁性膜と、該第1及び第2強磁性膜の間に位置し当該第1及び第2強磁性膜の反強磁性交換結合を生ずるような厚さと組成を有する反強磁性カップリング膜を含むことを特徴とする請求項1記載のディスク・ドライブ。

【請求項 3】

前記下部強磁性層のみがAFC層であることを特徴とする請求項2記載のディスク・ドライブ。

【請求項 4】

前記AFC層の第1強磁性膜は t_1 の厚さと M_1 の磁化の強さを有し、前記非磁性スペーサ層に隣接しており、前記AFC層の第2強磁性膜は t_2 の厚さと M_2 の磁化の強さを有し、該第2強磁性膜の単位面積当たりの磁気モーメント($M_2 \times t_2$)は前記第1強磁性膜の単位面積当たりの磁気モーメント($M_1 \times t_1$)よりも小さいことを特徴とする請求項3記載のディスク・ドライブ。

【請求項 5】

前記AFC層の反強磁性カップリング膜が、ルテニウム(Ru)、クロム(Cr)、ロジウム(Rh)、イリジウム(Ir)、銅(Cu)、及びそれらの合金から成る群から選ばれた材料で作られていることを特徴とする請求項2記載のディスク・ドライブ。

【請求項 6】

前記第1及び第2強磁性層が、コバルト(Co)、鉄(Fe)、ニッケル(Ni)、及びそれらの合金から成る群から選ばれた材料で作られていることを特徴とする請求項1記載のディスク・ドライブ。

【請求項 7】

前記基板上に、該基板と前記磁気記録層の間に位置する下地層をさらに有することを特徴とする請求項1記載のディスク・ドライブ。

【請求項 8】

前記磁気記録層の上に形成された保護用オーバーコートをさらに有することを特徴とする請求項1記載のディスク・ドライブ。

【請求項 9】

前記ヒータが電気抵抗ヒータであることを特徴とする請求項1記載のディスク・ドライブ。

【請求項 10】

前記ヒータがレーザであることを特徴とする請求項1記載のディスク・ドライブ。

【請求項 11】

前記誘導書込みヘッドを支えるためのスライダをさらに有することを特徴とする請求項1記載のディスク・ドライブ。

【請求項 12】

前記ヒータが前記スライダ上に支えられていることを特徴とする請求項11記載のディスク・ドライブ。

【請求項 13】

前記上部強磁性層が、前記下部強磁性層の固有保磁力よりも十分に高い固有保磁力を持

10

20

30

40

50

つ材料で作られていることを特徴とする請求項 1 記載のディスク・ドライブ。

【請求項 1 4】

前記下部強磁性層における書込み磁界の強さが前記ヒータからの熱がない場合には該下部強磁性層の固有保磁力よりも弱くなるように、前記下部強磁性層が前記書込みヘッドから距離をおいて位置していることを特徴とする請求項 1 記載のディスク・ドライブ。

【請求項 1 5】

磁界を発生させるための誘導書込みヘッドと、

基板と、該基板上の下部強磁性層、上部強磁性層と、該上下の強磁性層の間の非磁性スペーサ層を持つ積層磁気記録層を含み、前記上部強磁性層は前記書込みヘッドから距離 S の位置、前記下部強磁性層は前記書込みヘッドから距離 $S+X$ の位置にあり、前記下部強磁性層は前記書込みヘッドから S の距離における磁界に曝されたときには磁化を逆転させ得るが、前記書込みヘッドから $S+X$ の距離における磁界に曝されたときには磁化の逆転が妨げられるような固有保磁力を有する磁気記録ディスクと、

前記下部強磁性層を加熱して固有保磁力を低下せしめ、それによって前記書込みヘッドから $S+X$ の距離における磁界に曝された時に磁化の逆転を可能にする加熱手段と、を有することを特徴とする磁気記録ディスク・ドライブ。

【請求項 1 6】

前記下部及び上部強磁性層の少なくとも一方が反強磁性結合された (AFC) 層であって、該 AFC 層は第 1 強磁性膜と、第 2 強磁性膜と、該第 1 及び第 2 強磁性膜の間に位置し当該第 1 及び第 2 強磁性膜の反強磁性交換結合を生ずるような厚さと組成を有する反強磁性カップリング膜を含むことを特徴とする請求項 1 5 記載のディスク・ドライブ。

【請求項 1 7】

前記下部強磁性層のみが AFC 層であることを特徴とする請求項 1 6 記載のディスク・ドライブ。

【請求項 1 8】

前記 AFC 層の第 1 強磁性膜は t_1 の厚さと M_1 の磁化の強さを有し、前記非磁性スペーサ層に隣接しており、前記 AFC 層の第 2 強磁性膜は t_2 の厚さと M_2 の磁化の強さを有し、該第 2 強磁性膜の単位面積当たりの磁気モーメント ($M_2 \times t_2$) は前記第 1 強磁性膜の単位面積当たりの磁気モーメント ($M_1 \times t_1$) よりも小さいことを特徴とする請求項 1 7 記載のディスク・ドライブ。

【請求項 1 9】

前記ヒータが電気抵抗ヒータであることを特徴とする請求項 1 5 記載のディスク・ドライブ。

【請求項 2 0】

前記ヒータがレーザであることを特徴とする請求項 1 5 記載のディスク・ドライブ。

【請求項 2 1】

前記誘導書込みヘッドを支えるためのスライダをさらに含むことを特徴とする請求項 1 5 記載のディスク・ドライブ。

【請求項 2 2】

前記ヒータがスライダ上に支えられていることを特徴とする請求項 2 1 記載のディスク・ドライブ。

【請求項 2 3】

前記上部強磁性層が、前記下部強磁性層の固有保磁力よりも十分に高い固有保磁力を持つ材料で作られていることを特徴とする請求項 1 5 記載のディスク・ドライブ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般的には磁気記録ディスク・ドライブに関し、より詳しくは媒体の信号対ノイズ比 (SNR) が改善され、その結果記録密度が増加している磁気記録ディスク・ドライブに関する。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 2 】

本出願は、同時に出願された「信号対ノイズ比を改善した積層媒体に記録を行う方法」と題する本出願と同一の明細書に基く出願の関連出願である。

【 背景技術 】

【 0 0 0 3 】

ディスク上の磁気記録媒体が粒状の合金（例えばCoPt合金）である磁気記録ディスク・ドライブにおいては、固有の媒体ノイズは長手方向の記録密度が高くなるほど増大する。媒体ノイズは記録される磁気的变化の不規則性に起因し、リードバック信号ピークのランダム・シフトという結果を生ずる。媒体ノイズが高ければ、ビット・エラー率が高くなる。それ故、磁気記録ディスク・ドライブにおける高い面積密度を得るためには、記録媒体の固有媒体ノイズを低下させること、すなわち信号対ノイズ比(SNR)を高めることが必要である。 10

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

媒体SNRは、Nを単位面積中の磁性粒子の個数とし、媒体SNRをデシベル(dB)の単位で表わす $20 \log(N^{1/2})$ に一次比例する。従ってSNRの増大は、Nを増加させることにより達成できる。しかし、Nは記録された磁化の熱安定性を維持するために必要な個々の粒子面積Aによって制限される。この制限は、熱による劣化を防止するエネルギー項が、Kを異方性とし、Vを個々の磁性粒子の体積とするKVであるために生ずる。記録された磁化の熱安定性を保証するには、KVは、ある値よりも高く保たねばならない。 20

【 0 0 0 5 】

粒子面積Aの減少のみによってNを増加すれば、tを粒子の高さ、すなわち磁気記録層の厚さとする $V = At$ である故にVが小さくなり、このためKVが低下し、熱安定性が低下するであろう。この問題を防ぐためのアプローチの一つは、Vの減少に比例して異方性Kを増大させることである。しかし、このアプローチは、記録ヘッドによって生ぜしめ得る書込み磁界の強さによって制限される。

【 0 0 0 6 】

媒体に書き込みを行う（すなわち記録された磁化を変化させる）ために必要な磁界は、媒体の短時間または固有保磁力 H_0 によって表わされ、 H_0 は、Mを粒子の磁化または磁気モーメントとする K/M に比例する。従って、Kが増加すれば H_0 も増加し、媒体が在来の記録ヘッドによって書き込まれ得なくなる可能性がある。要するに、磁気記録ディスク・ドライブを確実な信頼性で作動させるためには、媒体は十分に高いSNR、書き込みを可能にするための十分に低い H_0 、及び熱安定性のための十分に高いKVを持たねばならない。 30

【 0 0 0 7 】

媒体SNRの改善は、「積層」媒体によって達成し得る。積層媒体においては、単一の磁性層の代わりに、非磁性のスペーサ層によって隔てられ磁気的に反結合された2個以上の別々の磁性層から成る積層物が用いられる。この発見は、S. E. ランバート等の「積層による金属薄膜媒体における媒体ノイズの低下」(S. E. Lambert, et al., *Reduction of Media Noise in Thin Film Metal Media by Lamination* IEEE Transactions on Magnetism, Vol. 26, No. 5, September 1990, pp. 2706-2709)によってなされ、米国特許第5,051,288号が取得されている。 40

【 0 0 0 8 】

このアプローチでSNRが増大する理由は、Nが増加する（例えば積層磁性層が2個の磁性層を含む場合には、実質的に倍増する）故である。このアプローチでは、単一の磁性層に使用されたと同一の磁性合金組成が積層磁性層の両方の磁性層に使用されるため、Kが高い磁性合金材料を使用する必要はない。従ってKは単一層の媒体における同一のままである。すなわち、それぞれに磁性層が、在来の書込みヘッドによる書き込みが可能な固有磁化値 H_0 を持つ。積層物中のそれぞれの磁性層も単一磁性層と同一の厚さを持っているとしても、2個の磁性層中の磁性粒子は非磁性のスペーサ層により磁気的に反結合されて 50

いるため、粒子の体積 V は同じ値のままである。かくしてKVの減少なしにSNRが増大するので、熱安定性は低下しない。

【0009】

ところが、この積層媒体によりSNRを高めるアプローチでは、実質的な媒体厚さの増加、例えばSNRを約3 dB増加させるために磁性層の合計厚さを倍増させる必要がある。しかし、磁性層の厚さを倍増させることによって異なった問題、すなわち先に書き込まれた信号に上書きして第2の信号がどれほど良好に書き込まれ得るかの尺度であるオーバーライト(OW)劣化という問題が生ずる。低いOWは、第2の信号によって上書きされた後に、より多量の最初の信号が残存することを意味するので、望ましくない。積層媒体内の磁性材料が在来の書込みヘッドによって書き込まれ得るとしても、積層媒体では低いOW値が発生する。何故なら、書込みヘッドからの距離に伴って書込み磁界が弱まり、そのため下部磁性層における書込み磁界が上部磁性層におけるよりも低下するからである。

10

【0010】

媒体SNRは、書込み中の高K磁気記録媒体を磁性材料のキュリー温度近くまで局所的に加熱する加熱補助磁気記録(TAMR)によっても改善できる。このアプローチでは、あるKV値を持つ単一磁性層を、合金組成の異なる他の磁性層で置き換える。この異種の合金はより小さな粒子を持ち、そのため N は増加するが、それと共に高い異方性 K をも有するものである。 K が高い材料は H_0 も高いために、在来の書込みヘッドによって書き込むことができず、そのため磁性材料を加熱して、固有保磁力を十分に低下させ、書込みが行われ得るようにしなければならない。

20

【0011】

TAMRにおいて高K媒体を加熱するためのアプローチが幾つか提案されており、それらの中には、「超高密度におけるデータ記録」、IBM Technical Disclosure Bulletin, Vol. 39, No. 7, July 1996, p. 237、「加熱補助磁気記録」(Thermally-Assisted Magnetic Recording IBM Technical Disclosure Bulletin, Vol. 40, No. 10, October 1997, p. 65)、及び米国特許第5,583,727号明細書に記載されているように、局所的な加熱を行うためのレーザ光線もしくは紫外線ランプの使用が含まれている。

【0012】

TAMRシステムに使用するための読取り/書込みヘッドが米国特許第5,986,978号明細書に記載されており、このヘッドでは特別な導光路が磁極に隣接して、あるいは書込みヘッドのギャップ内に作られていて、該導光路を通じてレーザ光もしくは熱が送られる仕組みになっている。米国特許第6,493,183号明細書には、薄膜誘導書込みヘッドが、書込みヘッドの磁極端の間、書込みギャップ内に位置する、高K磁気記録層を局所的に加熱するための電気抵抗ヒータを含むことを特徴とするTAMRディスク・ドライブが記述されている。

30

【0013】

必要とされるものは、熱的に安定で、高いOWを有する高SNR媒体を備えた磁気記録ディスク・ドライブである。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明における磁気記録ディスク・ドライブは、記録ディスク上の積層媒体にデータを記録するために、誘導書込みヘッドとヒータを持っている。積層媒体は非磁性のスペーサ層によって隔離された2個以上の強磁性層を備え、SNRが改善されている。それぞれの強磁性層は在来の書込みヘッドによる書き込みが可能な固有保磁力を有する材料で形成することができるが、SNRを高める上で望まれる積層のために、書込みヘッドから最も遠い強磁性層が曝される磁界は、その固有保磁力よりも弱くなり、従って書き込みができなくなる。積層媒体に書き込みを行うには、下部にある強磁性層に熱を送り、その固有保磁力を、それが曝されている磁界よりも低くする。上部強磁性層も加熱されるので、上部強磁性層に K 値の高い材料を使用することが可能になる。こうすれば、上部強磁性層に、加熱されなければ在来の書込みヘッドによる書き込みが妨げられる程の固有保磁力を持たせることができるであろう。

40

50

【0015】

ヒータは、誘導書込みヘッドの近傍に位置させることも、また該ヘッド内に組み込むこともできるし、電気抵抗ヒータでも、レーザのような他の熱源でも良い。

【0016】

積層媒体における強磁性層の一つを、1層の反強磁性カップリング膜で隔てられ、反強磁性結合された2層の強磁性膜を有する反強磁性結合(AFC)構造とすることもできる。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、熱的に安定で、高いOW(オーバーライト)特性を有する高SNR(信号対ノイズ比)媒体を備えた磁気記録ディスク・ドライブを提供することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

本発明の特質と長所とのより完全な理解のためには、以下の詳細な説明を、添付の図面と共に参照されたい。

【0019】

図1は、本発明のディスク・ドライブ10を、カバーを外して俯瞰した図である。ドライブ10は、アクチュエータ30、及び積層記録層を有する磁気記録ディスク14を回転させるための駆動モータを支えるハウジング又はベース12を持つ。アクチュエータ30は、標準的には硬質のアーム34を持ち、軸32の回りに矢印24で示すように旋回するボイス・コイル・モータ(VCM)回転アクチュエータである。ヘッド・サスペンション・アセンブリは、一方の端がアクチュエータ・アーム34の末端に結合されているサスペンション21と、該サスペンションのもう一方の端に結合されているヘッド・キャリア、標準的にはスライダ22を含む。ディスク14が回転するので、アクチュエータ30の動きによって、ヘッド・キャリア22の追従端はディスク14上の種々異なったデータ・トラックにアクセスし、データの記録や読み取りを行うことができる。スライダ22上に位置するヘッド構造は、誘導書込みヘッド、磁気抵抗ヘッド、及び書込み磁界の印加中に積層磁気記録層を加熱する手段を含んでいる。

20

【0020】

図2A、図2Bは、米国特許第6,493,183号明細書に記述されている、書込み磁界を発生させるための誘導部分と記録媒体を加熱するためのヒータを含むヘッドの部分図である。ヘッドの誘導部分は、ヨークY及びコイルC(図2Bには、コイルの複数部分の断面が示してある)を含む。ヘッドは、ヘッド・キャリアの追従端102、例えば空気ベアリング・スライダ100に装着されている。書込み電流がコイルCに流されると、図2Aに示されている2個の磁極P1とP2の間の書込みギャップWG内に書込み磁界が発生する。図2Aは、書込みヘッドの磁極端103、105をディスク14のすぐ上にあるスライダの空気ベアリング面(ABS)から見たものである。また図2Bは、ABSに向き合い、保護オーバーコートの下に積層磁気記録層11を持つディスク14の断面をも示している。

30

【0021】

積層記録層11は、下部強磁性層13、非磁性のスペーサ層15、及び上部強磁性層17を含む。このヘッドでは、加熱装置は磁極P1、P2の間の書込みギャップWG内に形成された電気抵抗ヒータ20である。図2Aに、該ヒータ20に接続された電気接続リード線23が示されている。リード線23は、導電性と熱伝導性が良好な、銅、ロジウムあるいは金のような材料で形成される。ヒータ20はディスク14にきわめて近接しているため、積層磁性層11のある領域を(図2Bの二重波線で表現されているように)、該領域が磁極端103、105の間に発生する磁界(図2Bに破線で表現されている)に曝されることによってデータ・ビットが記録されている間、加熱することができる。

40

【0022】

ヘッドの下方でディスク14が回転すると、磁性層11は冷却し、2個の強磁性層13、17は磁気書込みヘッドによる磁化方向を保持する。それ故、この領域における強磁性層13、17の平行磁化が、印加された書込み磁界と逆方向であったならば、平行磁化

50

の方向は逆転されたのである。図 2 A、図 2 B では書込みギャップ WG 内に位置するヒータ 20 が示されているが、該ヒータは書込みギャップ外に、例えば図 2 A における磁極 P2 の上、あるいは磁極 P1 の下に位置しても良い。また、米国特許出願公開第 2003/0021191 号明細書に記載されているように、ヒータをコイル C の一部として形成しても良い。この場合にはコイルの一部がヒータに通じる接続リード線として利用される。更に、ヒータは必ずしも電気抵抗ヒータである必要はなく、直接誘導書込みヘッドと関連していない別個の要素、例えば媒体に一点指向照射を行うレーザ等でも良い。

【0023】

図 3 は積層磁気記録層 11 を有するディスク 14 の更に詳細な断面図であって、基板（標準的には、表面被覆を施した AlMg 合金、またはガラス）及び磁気記録層 11 の成長を良好にするための在来の下地層も示されている。層 11 は 2 個以上の、それぞれの磁気モーメント（単位面積当たり）が M_{rt1} である個別の磁性層 13、17 を含み、かつ隣接する 2 個の磁性層は、非磁性のスペーサ層 15 で隔てられている。この複合構造では、2 層から成る積層の場合、合計の M_{rt} は $2 M_{rt1}$ である。この例では、すべての強磁性層は同一組成であり、従って M_r は同一である。しかし、異なった強磁性材料及び厚さを用いることもでき、その場合には図 3 の構造における合計磁気モーメントは、式 $M_{r1} t_1 + M_{r2} t_2$ で与えられるであろう。図 3 の矢印で示されるように、2 個の強磁性層 13、17 の磁化は、それぞれの磁化状態において互に平行である。

【0024】

図 3 に示す記録層構造は単位面積当たりの強磁性粒子の数を 2 倍にするもので、媒体の SNR が 3 dB 向上する。ところが、在来のディスク・ドライブの媒体 SNR におけるこの大幅な改善は、書込み性能における無視し難い不利益を伴うものであり、その不利益は 0W 値の不足として現われる。SNR がまるまる 3 dB 増大しても、0W は在来の非積層記録層に比べて実に 6 dB も低下する場合がある。0W の計測では、低周波の方形波信号が媒体に書き込まれる。この信号の振幅を、スペクトル分析器で測定する。次に、この信号を元の信号の 6 倍の周波数を持つ第 2 の方形波信号でオーバーライトする。次いでスペクトル分析器により、元の信号から残存している信号の振幅を測定する。0W は、元の低周波信号の振幅の、高周波数の信号によって上書きされた後に残存する低周波信号の振幅に対する比と定義される。0W は、前記の比の対数の 20 倍であり、dB 単位で測定される。この数の絶対値が使用される。

【0025】

書込み不能が記録層の高い K 値に起因する TAMR の場合とは異なり、積層媒体構造においては強磁性材料は異方性（K 値）を有し、従って書込み可能の固有保磁力を持つ。しかしながら、積層記録層内の下部磁性層が曝される書込みヘッドからの磁界がはるかに弱いために、書込み性能が低下する。記録層の書込みヘッド磁極端からの垂直距離と、標準的な書込みヘッド磁界プロファイルの関係を、書込みギャップ 100 nm、書込みヘッド幅 100 nm の誘導書込みヘッドについて、図 4 に示す。2 層を持つ積層記録層 11 における磁性層 13、17 それぞれの中部における磁場が、2 個の正方形で表示してある。下部磁性層 13 の中央における磁場は、上部磁性層 15 の中部における磁場よりも 20 % 弱く、下部磁性層 13 への書き込みが困難であることを説明している。100 ギガビット / 平方インチを超える面積密度に必要な、より小さなトラック幅では、この問題は更に厳しくなり、高面積密度ディスク・ドライブに積層媒体を応用する可能性を失わせるであろう。

【0026】

図 2 B に示すように、上部強磁性層 17 の磁極端 103、105 からの距離は S（但し S は強磁性層 17 の中部から計測される）であり、下部強磁性層 13 の磁極端 103、105 からの距離は $S + X$ （但し $S + X$ は強磁性層 13 の中部から計測される）である。書込みヘッドは在来の書込みヘッドであって、磁極端 103、105 は標準的には CoFe または CoFe 合金で形成されており、発生する書込み磁界の強さは距離 S（約 25 nm）で約 9 kOe である。強磁性層はいずれも在来の粒状 CoPt 合金（例えば CoPtCrB）で、 H_0 は約 8 kOe であり、磁極端 103、105 から $S = 25 \text{ nm}$ の距離で在来の書込みヘッドによって書き込み

10

20

30

40

50

を行う（すなわち磁化を変化させる）ことが十分可能な低さである。しかるにヘッドから 40 nm (S+X) の距離における書込み磁場は約 7.2 kOe に過ぎず、これは下部強磁性層 13 の固有保磁力未満であり、従って層 13 の磁化を変化せしめるには不十分である。

【0027】

本発明においては、下部磁性層への書込み能力が、積層記録層を加熱することによって改善される。熱を加えることによって、下部磁性層の H_0 だけが低下し、SNR 増加に対する影響は皆無である。高温では両方の磁性層の H_0 が低下するため、OW を著しく向上せしめることもできる。標準的な CoPtCrB 合金の場合、 H_0 値の温度依存性は約 150 e/°C で、これは温度 100 °C 上昇において 15000 e の低下、すなわち約 20 % の低下に相当する。図 5 に、 H_0 と OW の関係を示す。この図は、温度が 100 °C 上昇（15000 e の H_0 低下に相当）した場合、約 9 dB の OW 向上が得られるであろうことを示している。この著しい改善によって、積層記録層に単一磁性層に比肩し得る OW 値を持たせ、それによってディスク・ドライブに積層記録層を組み込む際の決定的な制約を除去することができる。

10

【0028】

積層記録層に熱が印加される本発明のもう一つの特徴は、高 K 材料で形成されたトップ層（すなわち上部の層）の使用である。これは熱安定性の向上に通じ、これを利用して上部磁性層の厚さを減らすことができ、その結果書込みヘッドと下部磁性層の間の磁氣的隔たりが減少する。このため、更に下部磁性層の書込み性能が改善され、従って OW が改善される。このように、上部磁性層を K が高い、例えば Pt 含有量が比較的高く、そのため H_0 が高い CoPt 合金などの材料で形成することができる。例えば、上部磁性層を 16 原子 % の Pt を含む CoPtCrB 合金で形成することができる。この合金の固有保磁力は、約 10 kOe である。この H_0 値は、在来の書込みヘッドが距離 S において発生させ得る磁界の強さよりも高い。しかし、この下部磁性層が約 100 °C まで加熱されると、その固有保磁力は約 8.5 kOe にまで低下する。

20

【0029】

図 6 に示すように、本発明のディスク・ドライブは、出願中の US2002/0098390 に記述されているように、積層反強磁性記録層 111 にも適用できる。この構造では、積層記録層 111 の下部磁性層 113 が米国特許第 6,280,813 号明細書に記述されているような反強磁性結合 (AFC) 構造であり、反強磁性カップリング膜 144 で隔てられ反強磁性結合された 2 層の膜 142、146 を含んでいる。上部磁性層 117 は、非磁性のスペーサ層 115 によって AFC 層 113 から隔離されている。上部強磁性膜 146 の単位面積当たり磁気モーメントは Mrt_1 で、下部強磁性膜 144 の Mrt_2 よりも大きい。あるいは、積層記録層 111 内で、AFC 層 113 を上部磁性層とし、単一磁性層 117 を下部磁性層としても良い。図 6 の矢印が示すように、上部磁性層 117 の磁化と、AFC 層 113 の実効磁化とは、あらゆる磁化状態において平行である。

30

【0030】

図 3 及び図 6 には 2 個の磁性層から成る積層構造だけが図示されているが、本発明のディスク・ドライブは、2 個以上の AFC 層と 2 個以上の単一磁性層を持ち、隣接する磁性層の間は非磁性のスペーサ層が挟まれている積層媒体にも適用され得る。

【0031】

本発明は好ましい実施形態について詳細に示され記述されたが、当該技術に精通する者には、本発明の精神と範囲から逸脱することなく、形態及び細部を種々に変化せしめ得ることが、理解されるであろう。従って、開示された本発明は単に例示的なものと考えるべきであり、特許請求範囲に明記される範囲以外の制限は受けない。

40

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図 1】本発明のディスク・ドライブを、カバーを外して俯瞰した図である。

【図 2 A】本発明のディスク・ドライブに使用されるヘッド構造を空気ベアリング面 (ABS) から見た、誘導書込み磁極と電気抵抗ヒータを示す図である。

【図 2 B】図 2 A のヘッド構造ならびに積層記録層を有するディスクの断面図で、ヘッド

50

構造からの書込み磁界と熱の流れを示す。

【図 3】積層磁気記録層を備えたディスク構造の断面模式図である。

【図 4】誘導書込みヘッドからの正規化書込み磁場の強さを、ヘッド磁極端からの距離の関数として示すグラフである。

【図 5】dBで表わしたオーバーライト(OW)と、CoPtCrB合金磁気記録層の H_0 の関係を示すグラフである。

【図 6】積層磁気記録層の最下部層として、反強磁性結合(AFC)層を有する、別のディスク構造の断面模式図である。

【符号の説明】

【 0 0 3 3 】

10

1 0 : ディスク・ドライブ、

1 1 : 積層磁気記録層、

1 2 : ハウジング又はベース、

1 3 : 下部強磁性層、

1 4 : 磁気記録ディスク、

1 5 : スペーサ層、

1 7 : 上部強磁性層、

2 0 : 電気抵抗ヒータ、

2 1 : サスペンション、

2 2 : ヘッド・キャリア(スライダ)、

20

2 3 : 電気接続リード線、

3 0 : アクチュエータ、

3 2 : 軸、

3 4 : アーム、

1 0 0 : 空気ベアリング・スライダ

1 0 2 : ヘッド・キャリアの追従端、

1 0 3、1 0 5 : 磁極端、

1 1 1 : 積層反強磁性記録層、

1 1 3 : 下部磁性層、

1 1 7 : 上部磁性層、

30

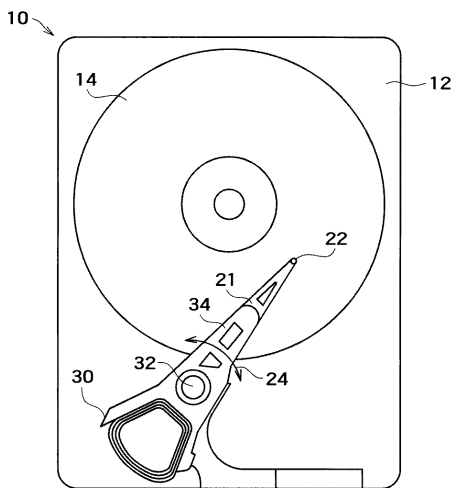
1 4 2 : 下部強磁性膜、

1 4 4 : 反強磁性カップリング膜、

1 4 6 : 上部強磁性膜。

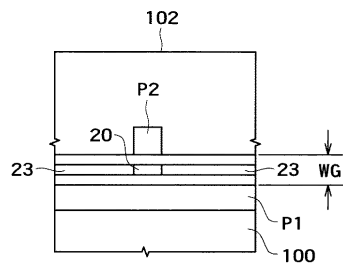
【図 1】

図 1



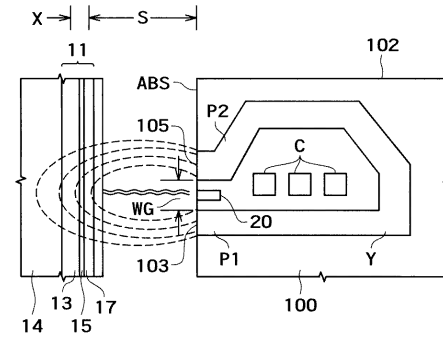
【図 2 A】

図2A



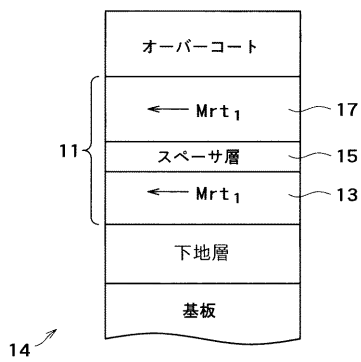
【図 2 B】

図2B



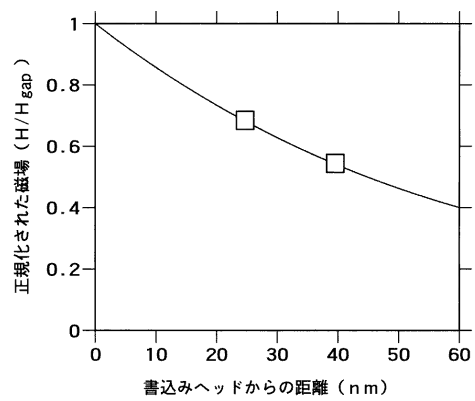
【図 3】

図 3



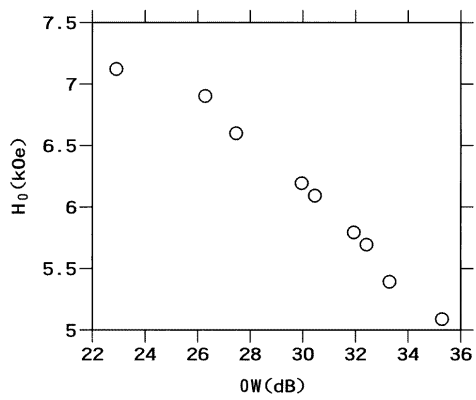
【図 4】

図 4



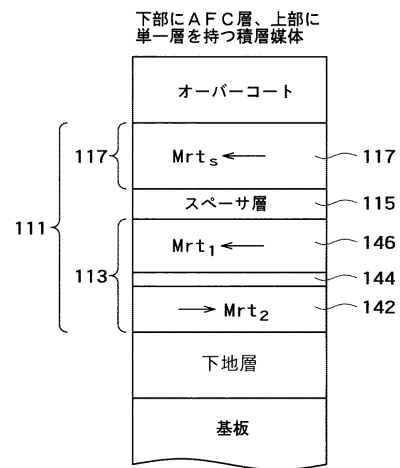
【図 5】

図5



【図 6】

図6



 フロントページの続き

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード(参考)
G 1 1 B 5/738	G 1 1 B 5/738	
G 1 1 B 11/10	G 1 1 B 11/10	5 0 2 Z

(72)発明者 アンドレアス・モーザー
 アメリカ合衆国 9 5 1 1 9、カリフォルニア州、サンノゼ、エル ポータルウェイ 3 1 4

(72)発明者 ハル・ジェイ・ローゼン
 アメリカ合衆国 9 5 0 3 2、カリフォルニア州、ロスガトス、パインアベニュー 1 7 1 3 1

(72)発明者 ジャン・アルリッチ・ティーレ
 アメリカ合衆国 9 4 0 8 7、カリフォルニア州、サニーヴェイル、シェラトンドライブ 7 6 9

F ターム(参考) 5D006 AA01 BB02 BB07 BB08 CA01 CA05
 5D033 BA80
 5D075 CC39
 5D091 AA08 CC02 CC26 GG06 GG33 HH20