

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2010 年 9 月 30 日(30.09.2010)



(10) 国際公開番号
WO 2010/109822 A1

- (51) 国際特許分類:
G11B 5/738 (2006.01) *G11B 5/65* (2006.01)
G11B 5/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/001930
- (22) 国際出願日: 2010 年 3 月 18 日(18.03.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-070593 2009 年 3 月 23 日(23.03.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 昭和電工株式会社(SHOWA DENKO K.K.) [JP/JP]; 〒1058518 東京都港区芝大門一丁目 1 3 番 9 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 神邊哲也 (KANBE, Tetsuya) [JP/JP]; 〒2900067 千葉県市原市八幡海岸通 5 番の 1 昭和電工エレクトロニクス株式会社 Chiba (JP). 佐々木有三(SASA-KI, Yuzo) [JP/JP]; 〒2900067 千葉県市原市八幡海岸通 5 番の 1 昭和電工エレクトロニクス株

式会社内 Chiba (JP). 橋本篤志(HASHIMOTO, Atsushi) [JP/JP]; 〒2900067 千葉県市原市八幡海岸通 5 番の 1 昭和電工エレクトロニクス株式会社 Chiba (JP).

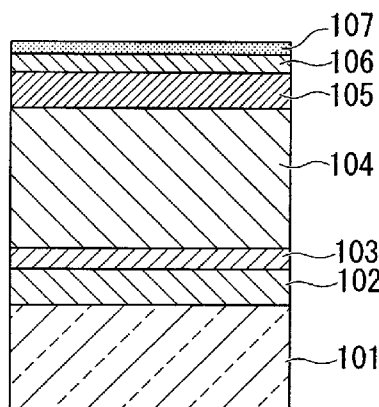
- (74) 代理人: 志賀正武, 外(SHIGA, Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: THERMALLY ASSISTED MAGNETIC RECORDING MEDIUM, AND MAGNETIC RECORDING/REPRODUCING DEVICE

(54) 発明の名称: 熱アシスト磁気記録媒体及び磁気記録再生装置

[図1]



(57) Abstract: A thermally assisted magnetic recording medium comprising a substrate, multiple under layers formed on the substrate, and a magnetic layer formed on the under layers, wherein at least one of the multiple under layers contains Cu as the main component and has a granular structure comprising at least one oxide selected from SiO₂, TiO₂, Ta₂O₅, ZrO₂, Al₂O₃, Cr₂O₃ and MgO.

(57) 要約: 基板と、前記基板上に形成された複数の下地層と、前記下地層上に形成された磁性層とを備え、前記複数の下地層のうち少なくとも 1 層が、Cu を主成分として含み、且つ、SiO₂、TiO₂、Ta₂O₅、ZrO₂、Al₂O₃、Cr₂O₃、及び MgO の中から選ばれる少なくとも 1 種の酸化物を含むグラニューラー構造を有する熱アシスト磁気記録媒体。

WO 2010/109822 A1



(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL,
NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,
CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：熱アシスト磁気記録媒体及び磁気記録再生装置

技術分野

[0001] 本発明は、ハードディスク装置（HDD）等に用いられる熱アシスト磁気記録媒体及び磁気記録再生装置に関する。

本願は、2009年3月23日に、日本に出願された特願2009-070593号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 情報化社会の急速な発展に伴い、ハードディスク装置（HDD）には一層の大容量化が求められている。HDDに用いられる磁気記録媒体の面記録密度を向上させるには、磁性結晶粒の粒子サイズを微細化する必要がある。しかしながら、磁性粒子を微細化していくと、熱安定性が劣化するといった問題が発生する。

[0003] 熱安定性を示す指標として、一般に $K_u V / k T$ （ K_u ：結晶磁気異方性定数、 V ：磁性粒子体積、 k ：ボルツマン定数、 T ：絶対温度）が用いられるが、十分な熱安定性を確保するためには、 $K_u V / k T$ の値が概ね60以上である必要がある。

[0004] 磁性粒子を微細化すると、 V が低下するため、 $K_u V / k T$ が低下し、熱安定性が劣化する。これを防ぐには K_u を高める必要があるが、 K_u を高めると異方性磁界 H_k が増大する。これは、 $K_u = (M_s \times H_k) / 2$ の関係が成り立つためである。 H_k が記録ヘッドの記録磁界を上回ると、十分な書き込みができなくなるため、 H_k は記録磁界よりも低い値に設定する必要がある。これが、 K_u の上限、すなわち微細化の下限を決定する要因となっている。

[0005] 現行ヘッドの記録磁界 H_w は、概ね10～12 kOe程度である。 H_w は、磁極に使用されている磁性材料の磁化によって決まるが、現行の記録ヘッドの磁極に用いられているFeCo合金の磁化は、概ね2.2～2.4 Tで

ある。これは、スレーター・ポーリング曲線が示すFeCo合金の磁化の最大値とほぼ同程度である。このため、H_wを現状レベルから大幅に高めることは困難であると考えられる。したがって、 $K_u V / k T > 60$ を考慮すると、磁性粒子の微細化の限界は概ね10nm程度となる。

[0006] これを打破するための手法として、熱アシスト記録が提案されている。熱アシスト記録とは、媒体に近接場光等を照射して媒体表面を局所的に加熱し、媒体の保磁力を低下させて書き込みを行う記録方式である。

[0007] この場合、室温における保磁力が数十kOeの記録媒体でも、現状ヘッドの記録磁界により容易に書き込みを行うことができる。このため、記録層に 10^6 J/m^3 台の高い K_u を有する材料を使用することにより、熱安定性を維持したまま、磁性粒径を6nm以下にまで微細化できる。このような高 K_u 材料としては、L1₀型の結晶構造を有するFePt合金($K_u \sim 7 \times 10^6 \text{ J/m}^3$)や、CoPt合金($K_u \sim 5 \times 10^6 \text{ J/m}^3$)等が知られている。

[0008] 熱アシスト記録において、記録時に加熱された記録領域の温度は、記録後速やかに低下する必要がある。例えば、線記録密度2000kFCI(kFCI:kilo Flux Changes per Inch)で記録した場合、ビット長は12.7nmとなる。ヘッドの相対速度を40m/secとすると、1ビット当たりの通過時間は、 $12.7 / 40 = 0.317 \text{ nsec}$ (317psec)となるため、冷却速度は概ね300ピコ秒以下とする必要がある。

[0009] 上記の条件を満たす手段として、磁性層の直下には、又は下地層を介して、熱伝導率の高い材料からなるヒートシンク層が導入されている。ヒートシンク層を導入することにより、磁性層の熱を効率的にヒートシンク層へ散逸させることができる。これにより、レーザー加熱された記録領域の温度が記録後、速やかに冷却され、冷却速度を高めることができる。

[0010] なお、下記特許文献1には、ヒートシンク層に熱伝導率の高いCuZr合金やAgPd合金などを使用することにより、冷却速度を数百ピコ秒オーダーに低減できることが記載されている。

- [0011] 一方、下記特許文献2には、磁性層とヒートシンク層の間に、結晶質相が粒界相によって分断されたグラニューラ構造を有する中間層を形成した媒体が開示されている。また、下記特許文献2には、中間層の粒界相の熱伝導率を結晶質相よりも高くすることにより、粒界相が熱伝導の導管として機能し、磁性層の熱を効率的にヒートシンク相へ散逸できると記載されている。

先行技術文献

特許文献

- [0012] 特許文献1：米国特許第2007-0026263号明細書
特許文献2：特開2008-34078号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0013] 上述したように、熱アシスト記録媒体においては、加熱後、数百ピコ秒オーダーの冷却速度が要求される。また、磁化遷移幅を低減して良好な記録再生特性を得るためには、加熱時のビームスポット中心から膜面水平方向の温度勾配を急峻にする必要がある。ビームスポット中心からの膜面内方向の温度勾配を急峻化するには、膜面内方向への熱伝導を抑制する必要がある。すなわち、膜面に対して水平方向には熱伝導率が低く、膜面に対して垂直方向には熱伝導率が高いことが望ましい。
- [0014] これに対して、上記特許文献1に開示されているAgCu合金やCuZr合金からなるヒートシンク層は、膜面に対して垂直方向の冷却速度の高速化には有効であるが、水平方向の熱伝導を抑制することは困難である。
- [0015] 一方、上記特許文献2に記載された低熱伝導率の結晶相と、高熱伝導率の粒界相からなる中間層を有する媒体は、記録層の熱をヒートシンク層に効率的に散逸できるが、中間層の粒界相が膜面水平方向にネット状に連結しているため、熱伝導率の高い粒界相を通して熱が膜面内水平方向にも散逸する。したがって、この場合も膜面内方向の熱拡散を抑制することは困難と考えられる。

[0016] ヒートシンク層としては、膜面内方向に比べて膜面と垂直方向の熱伝導率がより高いことが望ましい。更にヒートシンク材料としては、結晶粒が微細であることが望ましい。これは、磁性層が直接、又は下地層を介してヒートシンク層上に形成されているため、ヒートシンク層の粒径を微細化することによって磁性層の粒径を微細化できるからである。これに対して、上記2つの先行技術文献には、粒径微細化に関する知見は記載されていない。

[0017] 本発明は、このような従来の事情に鑑みて提案されたものであり、膜面水平方向の温度勾配が急峻であり、且つ、膜面垂直方向の冷却速度が高い、1 Tbit/inch²クラスの面記録密度を有する熱アシスト記録媒体、並びに、そのような熱アシスト磁気記録媒体を備えた大容量の磁気記録再生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

[0018] 本発明は、以下の手段を提供する。(1) 基板と、
前記基板上に形成された複数の下地層と、
前記下地層上に形成された磁性層とを備え、
前記複数の下地層のうち少なくとも1層が、Cuを主成分として含み、且つ、SiO₂、TiO₂、Ta₂O₅、ZrO₂、Al₂O₃、Cr₂O₃、及びMgOからなる群から選ばれる少なくとも1種の酸化物を含むグラニューラ構造を有することを特徴とする熱アシスト磁気記録媒体。

(2) 前記グラニューラ構造を有する下地層が、Ptを含む下地層の上に形成されて、なお且つ、前記グラニューラ構造を有する下地層の(100)面が前記基板の主面と平行な方向に配向していることを特徴とする前項(1)に記載の熱アシスト磁気記録媒体。

(3) 基板と
前記基板上に形成された複数の下地層と、
前記下地層上に形成された磁性層とを備え、
前記複数の下地層のうち少なくとも1層が、Agを主成分として含み、且つ、SiO₂、TiO₂、Ta₂O₅、ZrO₂、Al₂O₃、Cr₂O₃、及びMgOからなる群から選ばれる少なくとも1種の酸化物を含むグラニューラ構造を有することを特徴とする熱アシスト磁気記録媒体。

g Oからなる群から選ばれる少なくとも1種の酸化物を含むグラニューラ構造を有することを特徴とする熱アシスト磁気記録媒体。

(4) 基板と

前記基板上に形成された複数の下地層と、

前記下地層上に形成された磁性層とを備え、

前記複数の下地層のうち少なくとも1層が、Alを主成分として含み、且つ、 SiO_2 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 Cr_2O_3 、及びMgからなる群から選ばれる少なくとも1種の酸化物を含むグラニューラ構造を有することを特徴とする熱アシスト磁気記録媒体。

(5) 前記磁性層が、 L_{10} 構造を有するFePt合金を主成分として含み、且つ、 SiO_2 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 Cr_2O_3 、及びMg Oからなる群から選ばれる少なくとも1種の酸化物を含むグラニューラ構造を有することを特徴とする前項(1)～(4)の何れか一項に記載の熱アシスト磁気記録媒体。

(6) 前記磁性層が、更にCu、Ag、及びNiの中から選ばれる少なくとも1種の元素を含むことを特徴とする前項(5)に記載の熱アシスト磁気記録媒体。

(7) 前記磁性層が、HCP構造を有するCo合金を主成分として含み、且つ、 SiO_2 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 Cr_2O_3 、及びMg Oからなる群から選ばれる少なくとも1種の酸化物を含むグラニューラ構造を有することを特徴とする前項(1)～(4)の何れか一項に記載の熱アシスト磁気記録媒体。

(8) 前項(1)～(7)の何れか一項に記載の熱アシスト磁気記録媒体と、

前記熱アシスト磁気記録媒体を記録方向に駆動する媒体駆動部と、

前記熱アシスト磁気記録媒体を加熱するレーザー発生部と、前記レーザー発生部から発生したレーザー光を先端部へと導く導波路とを有して、前記熱アシスト磁気記録媒体に対する記録動作と再生動作とを行う磁気ヘッドと、

前記磁気ヘッドを前記熱アシスト磁気記録媒体に対して相対移動させるヘッド移動部と、

前記磁気ヘッドへの信号入力と前記磁気ヘッドから出力信号の再生とを行うための記録再生信号処理系とを備えることを特徴とする磁気記録再生装置。

発明の効果

[0019] 以上のように、本発明によれば、膜面水平方向の温度勾配が急峻であり、且つ、膜面垂直方向の冷却速度が高い、 1 Tbit/inch^2 クラスの面記録密度を有する熱アシスト記録媒体を実現し、そのような熱アシスト磁気記録媒体を備えた大容量の磁気記録再生装置を提供することが可能である。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]実施例1において作製した磁気記録媒体の層構成を示す断面図である。
[図2]実施例2において作製した磁気記録媒体の層構成を示す断面図である。
[図3]実施例3において作製した磁気記録媒体の層構成を示す断面図である。
[図4]実施例4において作製した磁気記録媒体の層構成を示す断面図である。
[図5]実施例5において用いた磁気記録再生装置の構成を示す斜視図である。
[図6]図5に示す磁気記録再生装置が備える磁気ヘッドの構成を模式的に示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、本発明を適用した熱アシスト磁気記録媒体及び磁気記録再生装置について、図面を参照して詳細に説明する。しかしながら本発明はこれら例のみに限定されるものではない。特に制限の無い限り、数、位置、材料、形状などを必要に応じて変更、追加、省略してもよい。

なお、以下の説明で用いる図面は、特徴をわかりやすくするために、便宜上特徴となる部分を拡大して示している場合があり、各構成要素の寸法比率などが実際と同じであるとは限らないものとする。

[0022] 本発明を適用した熱アシスト磁気記録媒体は、基板と、この基板上に形成された複数の下地層と、この下地層上に形成された磁性層とを備え、複数の

下地層のうち少なくとも1層が、Cu、Ag、Alの何れかを主成分として含み、且つ、SiO₂、TiO₂、Ta₂O₅、ZrO₂、Al₂O₃、Cr₂O₃、及びMgOの中から選ばれる少なくとも1種又は2種以上の酸化物を含むグラニューラ構造を有するヒートシンク層であることを特徴とする。

[0023] 本発明を適用した熱アシスト磁気記録媒体では、上記構成を備えることにより、磁性層を加熱した場合に、磁性層の熱がヒートシンク層中の熱伝導率のより高いCu、Ag又はAlを主成分とする結晶粒を導管として、膜面に対して垂直方向に流れる。これにより、冷却速度を高めることができる。一方、この熱アシスト磁気記録媒体では、上記結晶粒が熱伝導率の低い酸化物粒界相で囲まれているため、膜面に対して水平方向への熱伝導は抑制される。このため、膜面水平方向の熱拡散が抑制され、ビームスポット中心部（加熱中心）からの温度勾配を極めて急峻にできる。

[0024] 上記Cu、Ag又はAlを主成分として含むヒートシンク層は、熱伝導率を大幅に劣化させない範囲内であれば、他の添加元素を含有していてもよい。具体的には、例えば、CuCr-SiO₂、CuMn-SiO₂、CuV-SiO₂、CuNi-SiO₂、CuMo-SiO₂、CuW-SiO₂、CuNb-SiO₂、CuTa-SiO₂、CuTi-SiO₂、CuZr-SiO₂、CuZr-TiO₂、CuZr-Ta₂O₅、CuPd-SiO₂、CuRu-SiO₂、AgCr-TiO₂、AgMn-TiO₂、AgV-TiO₂、AgNi-TiO₂、AgMo-TiO₂、AgW-TiO₂、AgNb-TiO₂、AgTa-TiO₂、AgTi-TiO₂、AgZr-TiO₂、AgPd-TiO₂、AgPd-SiO₂、AgPd-Ta₂O₅、AgRu-TiO₂、AlCr-SiO₂、AlV-TiO₂、AlNi-TiO₂、AlMo-SiO₂、AlW-TiO₂、AlNb-Ta₂O₅、AlTa-ZrO₂、AlTi-Al₂O₃、AlZr-Cr₂O₃、AlPd-TiO₂、AlRu-MgOなどを用いることができる。また、上記組成において、酸化物を他の酸化物で置き換えても同様の効果が得られる。

[0025] ヒートシンク層に含有される酸化物の添加量については、6mol%以上

とすることにより、このヒートシンク層の金属結晶粒の平均粒径を6 nm以下まで微細化できる。このため、ヒートシンク層上に直接、又は配向改善等を目的とした他の下地層を介して形成された磁性層の結晶粒径を6 nm以下まで微細化することができる。

なおヒートシンク層に含有される酸化物の添加量の上限は必要に応じて選択されるが、60 mol %以下である事が好ましい。ヒートシンク層の厚さも任意で設定できるが、好ましくは10～300 nmである。ヒートシンク層では、金属結晶相が非晶質相によって囲まれたグラニュー構造をとっていることが好ましく、結晶相の平均粒径は、3～30 nmである事が好ましい。

[0026] 本発明を適用した熱アシスト磁気記録媒体は、上記ヒートシンク層以外にも、軟磁性下地層（SUL）や、配向制御、粒径制御などを目的とした複数の下地層を有していてもよい。SULを形成する場合は、このSULと磁性層との距離をできる限り狭くして磁界勾配を高めるため、SULをヒートシンク層の上側（磁性層側）に形成することが望ましい。但し、ヒートシンク層の膜厚が薄い（概ね50 nm以下）場合は、SULをヒートシンク層の下側（基板側）に形成してもよい。SULをヒートシンク層の上側に形成する場合は、このSULと磁性層の間に1～30 nm程度の中間層を形成し、磁界勾配と磁界強度を最適化することが望ましい。

[0027] 磁性層には、L₁₀構造を有するFePt合金を主成分として含み、且つ、SiO₂、TiO₂、Ta₂O₅、ZrO₂、Al₂O₃、Cr₂O₃、及びMgOの中から選ばれる少なくとも1種又は2種以上の酸化物を含むグラニュー構造を有する合金層を用いることができる。また、規則化温度の低減、又はキュリー温度の低減を目的として、上記L₁₀構造を有するFePt合金を用いる場合には、更に、Cu、Ag、Niの中から選ばれる少なくとも1種又は2種以上の元素を添加していてもよい。

[0028] 磁性層に上記L₁₀構造を有するFePt合金を用いる場合、垂直方向の高いH_cを実現するため、このFePt合金は（001）配向をとっているこ

とが望ましい。このために、上記Cu、Ag又はAlを主成分として含むヒートシンク層の結晶相は、FCC（100）配向をとっていることが好ましい。（100）配向したヒートシンク層に $\text{L}_{10}\text{-FePt}$ を形成することにより、エピタキシャル成長によって $\text{L}_{10}\text{-FePt}$ は、（001）配向をとることになる。

[0029] また、ヒートシンク層に上記配向をとらせるため、基板とヒートシンク層の間に、例えばMgO層等の配向制御層を設けることができる。例えば、ガラス基板上に形成したMgOは、（100）配向をとるため、その上に形成されたヒートシンク層に（100）配向をとらせることができる。

[0030] また、300℃程度に加熱したガラス基板上に、Crや、CrTi、CrW、CrMo、CrRu等のBCC構造のCr合金を形成し、その上にヒートシンク層を形成してもよい。この場合、BCC構造のCr又はその合金が（100）配向をとるため、その上に形成されたヒートシンク層に（100）配向をとらせることができる。

[0031] 但し、Cuは、AgやAlに比べて格子定数が小さいため、Cu（100）面とMgO（100）面、又はCr（100）面との格子ミスフィットが大きい。したがって、この格子ミスフィットを低減するために、Cuに原子半径の大きなAl、Au、Mo、W、Ti、Zr等の元素を添加してもよい。また、格子ミスフィットを低減するために、Cuヒートシンク層とMgO層等の配向制御層の間に、格子定数がCuよりも大きく、且つ、MgOより小さいPt等をミスフィット緩和層として導入してもよい。

[0032] また、磁性層には、HCP構造のCoPt合金を主成分として含み、且つ、 SiO_2 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 Cr_2O_3 、及びMgOの中から選ばれる少なくとも1種又は2種以上の酸化物を含むグラニューラ構造の合金層を用いることができる。この場合、ヒートシンク層は、fcc（111）配向をとっていることが好ましい。

[0033] 磁性層には、上記以外にも結晶磁気異方性の高い L_{10} 構造のCoPt合金や、SmCo合金、NdFeB合金、TbFeCo合金等の希土類合金を用

いることができる。また、Co/Pd多層膜や、Co/Pt多層膜などを用いてもよい。この場合、ヒートシンク層の金属相は(111)配向をとっていることが望ましい。

- [0034] 以上のように、本発明によれば、膜面水平方向の温度勾配が急峻であり、且つ、膜面垂直方向の冷却速度が高い、1 Tbit/inch²クラスの面記録密度を有する熱アシスト記録媒体を実現し、そのような熱アシスト磁気記録媒体を備えた大容量の磁気記録再生装置を提供することが可能である。本発明の熱アシスト磁気記録媒体は、記録時に近接場光等を照射して、例えば250～350℃に加熱された記録領域の温度を速やかに冷却する事が可能であり、かつ磁化遷移幅を低減して良好な記録再生特性を得ることが可能である。近接場光等を照射して媒体表面を局所的に加熱して書き込みを行う、例えば250～350℃に加熱される、熱アシスト記録が可能である。

実施例

- [0035] 以下、実施例により本発明の効果をより明らかなものとする。なお、本発明は、以下の実施例に限定されるものではなく、その要旨を変更しない範囲で適宜変更して実施することができる。

- [0036] (実施例1)

実施例1において作製した熱アシスト磁気記録媒体の層構成を図1に示す。

この熱アシスト磁気記録媒体は、ガラス基板101を350℃までランプヒーターにより加熱した後、層厚30nmのCrからなる下地層102、層厚2nmのPtからなる下地層103、層厚200nmの90mol% (Cu-20at%Al)-10mol%SiO₂ [Al含有量20at%、残部Cuの合金を90mol%、SiO₂からなる酸化物を10mol%] 合金からなるヒートシンク層104を介して、層厚10nmの90mol% (Fe-50at%Pt-10at%Cu)-10mol%SiO₂ [Pt含有量50at%、Cu含有量10at%、残部Feの合金を90mol%、SiO₂からなる酸化物を10mol%] 合金からなる磁性層105を順次積層し

たものであり、磁性層 105 の上には、更に、層厚 3 nm のカーボンからなる保護層 106 と、フッ素系のパーフルオロポリエーテル (PFPE) からなる潤滑膜 107 とが順に形成されている。

なお上記製造方法の熱アシスト磁気記録媒体の各層の膜形成は、

1 Pa の Ar ガス雰囲気中で DC スパッタリング法により行った。但し、磁性層はガス圧 3 Pa の Ar + 10% 酸素雰囲気中で DC スパッタリング法により形成した。また、カーボン保護膜の形成は、初めの 2 nm は Ar 雰囲気中で行い、残りの 1 nm は Ar + 30% 窒素雰囲気中で行った。これにより、潤滑剤のボンディングレシオを高めることができる。

[0037] また、加熱されたガラス基板 101 上に形成された Cr 下地層 102 は、(100) 配向をとるため、その上に形成された Pt 下地層 103 は、FCC (100) 配向をとり、更に、その上に形成されたヒートシンク層 104 も、エピタキシャル成長により (100) 配向をとっている。

[0038] ここで、Pt 下地層 103 は、Cr 下地層 102 の (100) 面と、ヒートシンク層 104 の Cu 合金 (100) 面の格子ミスフィットを緩和する目的で導入したものである。これにより、L₁₀ 構造の FePt 合金を含む磁性層 105 に (001) 配向をとらせることができ、膜面垂直方向の高い保磁力が得られる。

[0039] そして、この実施例 1 の熱アシスト磁気記録媒体について、ヒートシンク層 104 の TEM 観察を行ったところ、金属結晶相が非晶質相によって囲まれたグラニューラ構造をとっていることがわかった。また、結晶相の平均粒径は、5.2 nm であった。

[0040] ヒートシンク層 104 としては、上記以外にも、92 mol% (Cu-25 at% Al) - 8 mol% TiO₂、97 mol% (Cu-10 at% Ti) - 3 mol% Ta₂O₃、Cu-8 mol% ZrO₂、94 mol% (Cu-10 at% W) - 6 mol% Al₂O₃、Cu-10 mol% Cr₂O₃、Cu-15 mol% MgO などを用いることができる。また、酸化物を 2 種類以上含有した Cu-6 mol% SiO₂-3 mol% TiO₂、Cu-3 mol%

%TiO₂-3mol%-10mol%MgOなどを用いてもよい。

[0041] また、上記ヒートシンク層を用いた場合の冷却時間を表1に示す。

なお、冷却時間は、サーモリフレクタンス法により測定した。サーモリフレクタンス法とは反射率が温度とともに変化することを利用した測定法である。加熱パルス光（Pump光）と、测温パルス光（Probe光）の照射時間間隔を制御する手法（Pump-probe法）により、表面温度の時間変化をピコ秒オーダーの分解能で測定できる。但し、Probe光の反射率変化は極めて微小であるため、本実施例では、位相検出法を用いて冷却時間を測定した。位相検出法とは、例えばREVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS VOLUME 74, NUMBER 12 DECEMBER 2003に記載されている手法で、Probe光の反射率変化ではなく、位相成分の変化から温度変化を求める手法である。Pump光、及びProbe光にはパルス幅500fsのパルス光を用い、位相が最大値から、最大値の30%まで減少するまでの時間を冷却時間と定義した。

[0042] [表1]

ヒートシンク層	膜厚 (nm)	冷却速度 (ピコ秒)
90mol%(Cu-20at%Al)-10mol%SiO ₂	200	180
90mol%(Cu-25at%Al)-8mol%TiO ₂	150	200
97mol%(Cu-10at%Ti)-3mol%Ta ₂ O ₃	220	180
Cu-8mol%ZrO ₂	200	160
94mol%(Cu-10at%W)-6mol%Al ₂ O ₃	200	190
Cu-10mol%Cr ₂ O ₃	300	150
Cu-15mol%MgO	300	160
Cu-6mol%SiO ₂ -3mol%TiO ₂	250	160
Cu-3mol%TiO ₂ -3mol%Cr ₂ O ₃ -10mol%MgO	300	150

[0043] 実施例1の熱アシスト磁気記録媒体では、表1に示すように、冷却時間が何れも200ピコ秒以下であり、加熱後の冷却速度が極めて速いことがわかる。また、冷却速度は、ヒートシンク層を厚くすることによって更に低減できる。但し、ヒートシンク層を厚くする形成する場合は、その形成時間が長

くなるため、スループットが低下すると同時に、磁性層の粒径が大きくなり記録再生特性が劣化する。したがって、ヒートシンク層の冷却速度（厚み）は、良好な記録再生特性を得るために必要な温度勾配と、スループット等の量産効率を総合的に考慮して設計する必要がある。

[0044] また、実施例 1 の熱アシスト磁気記録媒体では、書き込み特性を改善させるため、軟磁性下地層（SUL）を設けてもよい。SULとしては、Ruを介して反強磁性結合したFeTaC、CoTaZr、CoNbZr、FeCoTaB、及びFeCoTaSi合金などから選択して用いることができる。SULは、ヒートシンク層の上側（磁性層側）に形成することが望ましい。この場合、磁性層とSULの間に両者の距離を制御し、磁界勾配と磁界強度を最適化するための中間層を新たに設ける必要がある。中間層は、磁性層との格子整合性が良好な材料であれば特に制限はない。また、中間層は、金属材料であっても、金属相が酸化物相で囲まれたグラニュー構造を有する材料であってもよい。グラニュー構造を有する中間層を用いた場合、膜面垂直方向への熱伝導率を更に高めることができる。

[0045] （実施例 2）

実施例 2 において作製した熱アシスト磁気記録媒体の層構成を図 2 に示す。

この熱アシスト磁気記録媒体は、ガラス基板 201 上に、層厚 10 nm の MgO からなる下地層 202 と、層厚 250 nm の 92 mol % Ag - 8 mol % TiO₂ 合金からなるヒートシンク層 203 と、層厚 10 nm の 88 mol % (Fe - 55 at % Pt - 10 at % Ni) - 12 mol % TiO₂ { Pt 含有量 55 at %、Ni 含有量 10 at %、残部 Fe の合金を 88 mol %、SiO₂ からなる酸化物を 12 mol % } 合金からなる磁性層 204 とを順次積層したものであり、磁性層 204 の上には、更に、層厚 3 nm のカーボンからなる保護層 205 と、フッ素系のパーフルオロポリエーテル（PFPE）からなる潤滑膜 206 とが順に形成されている。なお、実施例 2 では、磁性層の成膜時にガラス基板 201 をランプヒーターにより 350℃ま

で加熱した。

[0046] そして、この実施例 2 の熱アシスト磁気記録媒体について、X 線回折で測定を行ったところ、下地層 202 及びヒートシンク層 203 からは、それぞれ MgO (200) ピークと FCC (200) ピークが観察され、磁性層 204 からは、 L1_0 (001) ピークが観察された。以上のことから、実施例 2 の熱アシスト磁気記録媒体では、エピタキシャル成長により、磁性層 204 が (001) 配向していることがわかる。

[0047] ヒートシンク層 203 としては、上記以外にも、 $\text{Ag}-8\text{mol}\%\text{SiO}_2$ 、 $\text{Ag}-3\text{mol}\%\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Ag}-8\text{mol}\%\text{ZrO}_2$ 、 $94\text{mol}\%$ ($\text{Ag}-30\text{at}\%\text{Cu}$) $-6\text{mol}\%\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $90\text{mol}\%$ ($\text{Ag}-15\text{at}\%\text{Cu}$) $-10\text{mol}\%\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ag}-18\text{mol}\%\text{MgO}$ などを用いることができる。

[0048] また、上記ヒートシンク層 203 を用いた場合の冷却時間を表 2 に示す。

[0049] [表 2]

ヒートシンク層	膜厚 (nm)	冷却速度 (ピコ秒)
$\text{Ag}-8\text{mol}\%\text{TiO}_2$	250	180
$\text{Ag}-8\text{mol}\%\text{SiO}_2$	220	180
$\text{Ag}-3\text{mol}\%\text{Ta}_2\text{O}_5$	280	150
$\text{Ag}-8\text{mol}\%\text{ZrO}_2$	350	120
$94\text{mol}\%$ ($\text{Ag}-30\text{at}\%\text{Cu}$) $-6\text{mol}\%\text{Al}_2\text{O}_3$	250	160
$90\text{mol}\%$ ($\text{Ag}-15\text{at}\%\text{Cu}$) $-10\text{mol}\%\text{Cr}_2\text{O}_3$	300	140
$\text{Ag}-18\text{mol}\%\text{MgO}$	250	160

[0050] 実施例 2 の熱アシスト磁気記録媒体では、表 2 に示すように、冷却時間が何れも 200 ピコ秒以下であり、加熱後の冷却速度が極めて速いことがわかる。

[0051] (実施例 3)

実施例 3 において作製した熱アシスト磁気記録媒体の層構成を図 3 に示す。

この熱アシスト磁気記録媒体は、 NiP めっき膜をコーティングした Al

Mg合金からなる非磁性基板301の上に、層厚300nmの95mol% (Al-20at%Cu)-3mol%TiO₂-2mol%Ta₂O₅ {Cu含有量20at%、残部Alの合金を95mol%、SiO₂からなる酸化物を3mol%、Ta₂O₅からなる酸化物を2mol%} 合金からなるヒートシンク層302と、層厚1nmのRu層303を挟んだ層厚の合計が60nmのFe-20at%Co-3at%Ta-3at%Zr {Co含有量20at%、Ta含有量30at%、Zr含有量3at%、残部Fe} 合金層304からなる軟磁性層(SUL)305と、層厚15nmのRuからなる下地層306と、層厚10nmのCo-4at%Cr-20at%Pt-20at%C {Cr含有量4at%、Pt含有量20at%、C含有量20at%、残部Co} 合金からなる磁性層307とを順次積層したものであり、磁性層307の上には、更に、層厚3nmのカーボンからなる保護層308と、フッ素系のパーフルオロポリエーテル(PFPE)からなる潤滑膜309とが順に形成されている。

[0052] そして、この実施例3の熱アシスト磁気記録媒体について、X線回折で測定を行ったところ、ヒートシンク層302及び下地層306からは、それぞれFCC(111)ピークとHCP(00・2)ピークが観察された。また、磁性層307からも、HCP(00・2)ピークが確認された。このことは、磁性層307がHCP構造を有し、c軸が膜面垂直方向に向いていることを示している。

[0053] また、実施例3の熱アシスト磁気記録媒体について、磁性層307のTEM観察を行ったところ、結晶粒がカーボン相で囲まれたグラニューラ構造をとっていることがわかった。また、結晶粒の平均粒径は、5.2nmであった。

[0054] ヒートシンク層302としては、上記以外にも、Al-10mol%TiO₂、Al-2mol%Ta₂O₅、Al-9mol%ZrO₂、94mol%(Al-20at%Cu)-6mol%Al₂O₃、92mol%(Al-10at%Cu)-8mol%Cr₂O₃、Al-17mol%MgOなどを用

いることができる。

[0055] また、上記ヒートシンク層 302 を用いた場合の冷却時間を表 3 に示す。

[0056] [表3]

ヒートシンク層	膜厚 (nm)	冷却速度 (ピコ秒)
95mol%(Al-20at%Cu)-3mol%TiO ₂ -2mol%Ta ₂ O ₅	300	160
Al-10mol%TiO ₂	300	150
Al-2mol%Ta ₂ O ₅	300	140
Al-9mol%ZrO ₂	300	150
94mol%(Al-20at%Cu)-6mol%Al ₂ O ₃	250	160
92mol%(Al-10at%Cu)-8mol%Cr ₂ O ₃	250	160
Al-17mol%MgO	250	180

[0057] 実施例 3 の熱アシスト磁気記録媒体では、表 3 に示すように、冷却時間が何れも 200 ピコ秒以下であり、加熱後の冷却速度が極めて速いことがわかる。

[0058] なお、磁性層 307 としては、上記以外にも、[Co (0.3 nm) / Pd (0.9 nm)] × 10 の多層膜や、これに酸化物やホウ素などを添加した [Co-8 mol% SiO₂ (0.3 nm) / Pd-8 mol% SiO₂ (0.8 nm)] × 10 の多層膜などを使用してもよい。また、NdFeB 合金、SmCo 合金、TbFeCo 合金などの希土類合金を使用することもできる。

[0059] (実施例 4)

実施例 4 において作製した熱アシスト磁気記録媒体の層構成を図 4 に示す。

この熱アシスト磁気記録媒体は、ガラス基板 401 の上に、層厚 300 nm の 92 mol% Cu-4 mol% SiO₂-4 mol% TiO₂ {Cu を 92 mol%、SiO₂ からなる酸化物を 4 mol%、TiO₂ からなる酸化物を 4 mol%、} 合金からなるヒートシンク層 402 と、層厚 5 nm の Ni-37.5 at% Ta {Ta 含有量 37.5 at%、残部 Ni} 合金からなる下地層 403 と、層厚 20 nm の MgO からなる中間層 404 とを順次積

層した後に、ランプヒーターによりガラス基板401を350℃まで加熱し、その後、層厚10nmの91mol% (Fe-50at%Pt-10at%Ni)-9mol%TiO₂ {Pt含有量50at%、Ni含有量10at%、残部Feの合金を91mol%、TiO₂からなる酸化物を9mol%}合金からなる磁性層405を積層したものであり、磁性層405の上には、更に、層厚3nmのカーボンからなる保護層406と、フッ素系のパーフルオロポリエーテル (PFPE) からなる潤滑膜407とが順に形成されている。

[0060] そして、この実施例4の熱アシスト磁気記録媒体について、Pump-Probe法で冷却時間を測定したところ、160ピコ秒であった。

[0061] また、実施例4の熱アシスト磁気記録媒体について、X線回折で測定を行ったところ、ヒートシンク層402からは、(111)ピークと(200)ピークが確認された。このことは、ヒートシンク層402中に(111)配向したCu合金と(111)配向したCu合金とが混在していることを示している。一方、磁性層405からは、L₁₀相からの(001)ピークが確認された。以上のことから、Cu合金の(111)ピークと重なって識別できないが、非晶質構造の下地層403の上に形成された中間層404は、(100)配向をとっていると考えられる。そして、この(100)配向した中間層404の上に形成された磁性層405が、エピタキシャル成長により(100)配向したものと推察される。

[0062] 上記実施例1及び2で述べたように、L₁₀構造のFePtを主成分とする磁性層を用いる場合、磁性層に(001)配向をとらせるために、FCC構造のヒートシンク層は(100)配向をとっていることが望ましい。しかしながら、ヒートシンク層に(100)配向をとらせることが困難な場合は、ヒートシンク層の上に非晶質構造を有する合金層を形成し、その上にMgO層を形成することができる。非晶質合金層の上に形成されたMgO層は(100)配向をとるため、その上に形成されたL₁₀構造のFePtを主成分とする磁性層は、エピタキシャル成長により(001)配向をとる。これによ

り、膜面垂直方向に高い磁気異方性を有する媒体が得られる。

[0063] (実施例 5)

実施例 5 では、上記実施例 1 ～ 4 で作製した熱アシスト磁気記録媒体を、図 5 に示す磁気記録再生装置に組み込んだ。この磁気記録再生装置は、熱アシスト磁気記録媒体 501 と、熱アシスト磁気記録媒体を回転させるための媒体駆動部 502 と、熱アシスト磁気記録媒体 501 に対して記録動作と再生動作とを行う磁気ヘッド 503 と、磁気ヘッド 503 を熱アシスト磁気記録媒体 501 に対して相対移動させるためのヘッド駆動部 504 と、磁気ヘッド 503 への信号入力と磁気ヘッド 503 から出力信号の再生とを行うための記録再生信号処理系 505 とから概略構成される。なお、上記磁気記録再生装置には、図 5 に図示されていないものの、レーザー光を発生させるレーザー発生装置と、発生したレーザー光を磁気ヘッド 503 まで伝達するための導波路とが配置されている。

[0064] また、上記磁気記録再生装置に組み込んだ磁気ヘッド 503 の構造を図 6 に模式的に示す。

この磁気ヘッド 503 は、記録ヘッド 601 と再生ヘッド 602 とを備え、記録ヘッド 601 は、上部磁極 603、下部磁極 604、及び両者の間に挟まれた P S I M (Planar Solid Immersion Mirror) 605 から構成される。P S I M 605 は、例えば「J p n . , J . A p p l . P h y s . , V o l 145, n o . 2 B, p p 1314-1320 (2006)」に記載されているような構造のものを採用することができる。そして、この記録ヘッド 601 は、P S I M 605 のグレーティング部 606 に半導体レーザーなどのレーザー光源 607 から波長 440 nm のレーザー光 L を照射し、P S I M 605 の先端部から発生した近接場光 N により熱アシスト磁気記録媒体 501 を加熱しながら記録を行う。一方、再生ヘッド 602 は、上部シールド 608 と下部シールド 609 で挟まれた T M R 素子 610 で構成されている。

[0065] 上記磁気ヘッド 503 により、熱アシスト磁気記録媒体 501 を 300 ～

400℃まで加熱し、線記録密度2000kFCI (kilo Flux changes per Inch) のオールワンパターン信号を記録し、再生したところ、良好な重ね書き特性と高い媒体SN比が得られた。

産業上の利用可能性

[0066] 膜面水平方向の温度勾配が急峻であり、且つ、膜面垂直方向の冷却速度が高い、1Tbit/inch²クラスの面記録密度を有する熱アシスト記録媒体を提供する。

符号の説明

- [0067] 101 ガラス基板
102 下地層
103 下地層
104 ヒートシンク層
105 磁性層
106 保護層
107 潤滑膜
201 ガラス基板
202 下地層
203 ヒートシンク層
204 磁性層
205 保護層
206 潤滑膜
301 非磁性基板
302 ヒートシンク層
303 Ru層
304 CoTaZr合金層
305 軟磁性下地層 (SUL)
306 下地層
307 磁性層

- 3 0 8 保護層
- 3 0 9 潤滑膜
- 4 0 1 ガラス基板
- 4 0 2 ヒートシンク層
- 4 0 3 下地層
- 4 0 4 中間層
- 4 0 5 磁性層
- 4 0 6 保護層
- 4 0 7 潤滑膜
- 5 0 1 熱アシスト磁気記録媒体
- 5 0 2 媒体駆動部
- 5 0 3 磁気ヘッド
- 5 0 4 ヘッド駆動部
- 5 0 5 記録再生信号処理系
- 6 0 1 記録ヘッド
- 6 0 2 再生ヘッド
- 6 0 3 上部磁極
- 6 0 4 下部磁極
- 6 0 5 P S I M (Planar Solid Immersion Mirror)
- 6 0 6 グレーティング部
- 6 0 7 レーザー光源
- 6 0 8 上部シールド
- 6 0 9 下部シールド
- 6 1 0 TMR素子
- L レーザー光
- N 近接場光

請求の範囲

[請求項1]

基板と、
前記基板上に形成された複数の下地層と、
前記下地層上に形成された磁性層とを備え、
前記複数の下地層のうち少なくとも1層が、Cuを主成分として含み、且つ、 SiO_2 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 Cr_2O_3 、及びMgOからなる群から選ばれる少なくとも1種の酸化物を含むグラニューラー構造を有することを特徴とする熱アシスト磁気記録媒体。

[請求項2]

前記グラニューラー構造を有する下地層が、Ptを含む下地層の上に形成されて、なお且つ、前記グラニューラー構造を有する下地層の(100)面が前記基板の主面と平行な方向に配向していることを特徴とする請求項1に記載の熱アシスト磁気記録媒体。

[請求項3]

基板と
前記基板上に形成された複数の下地層と、
前記下地層上に形成された磁性層とを備え、
前記複数の下地層のうち少なくとも1層が、Agを主成分として含み、且つ、 SiO_2 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 Cr_2O_3 、及びMgOからなる群から選ばれる少なくとも1種の酸化物を含むグラニューラー構造を有することを特徴とする熱アシスト磁気記録媒体。

[請求項4]

基板と
前記基板上に形成された複数の下地層と、
前記下地層上に形成された磁性層とを備え、
前記複数の下地層のうち少なくとも1層が、Alを主成分として含み、且つ、 SiO_2 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 Cr_2O_3 、及びMgOからなる群から選ばれる少なくとも1種の酸化物を含むグラニューラー構造を有することを特徴とする熱アシスト磁気記

録媒体。

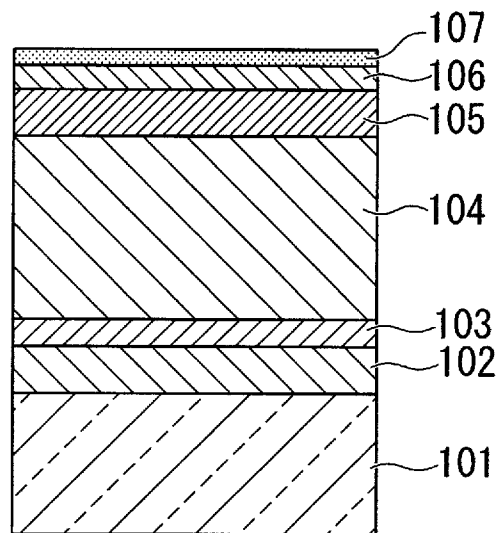
[請求項5] 前記磁性層が、 $L1_0$ 構造を有するFePt合金を主成分として含み、且つ、 SiO_2 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 Cr_2O_3 、及びMgOからなる群から選ばれる少なくとも1種の酸化物を含むグラニューラ構造を有することを特徴とする請求項1～4の何れか一項に記載の熱アシスト磁気記録媒体。

[請求項6] 前記磁性層が、更にCu、Ag、及びNiの中から選ばれる少なくとも1種又は2種以上の元素を含むことを特徴とする請求項5に記載の熱アシスト磁気記録媒体。

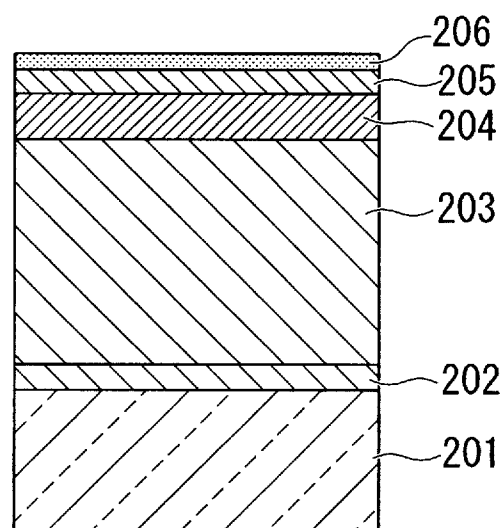
[請求項7] 前記磁性層が、HCP構造を有するCo合金を主成分として含み、且つ、 SiO_2 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 Cr_2O_3 、及びMgOからなる群から選ばれる少なくとも1種の酸化物を含むグラニューラ構造を有することを特徴とする請求項1～4の何れか一項に記載の熱アシスト磁気記録媒体。

[請求項8] 請求項1、3又は4に記載の熱アシスト磁気記録媒体と、
前記熱アシスト磁気記録媒体を記録方向に駆動する媒体駆動部と、
前記熱アシスト磁気記録媒体を加熱するレーザー発生部と、前記レーザー発生部から発生したレーザー光を先端部へと導く導波路とを有して、前記熱アシスト磁気記録媒体に対する記録動作と再生動作とを行う磁気ヘッドと、
前記磁気ヘッドを前記熱アシスト磁気記録媒体に対して相対移動させるヘッド移動部と、
前記磁気ヘッドへの信号入力と前記磁気ヘッドから出力信号の再生とを行うための記録再生信号処理系とを備えることを特徴とする磁気記録再生装置。

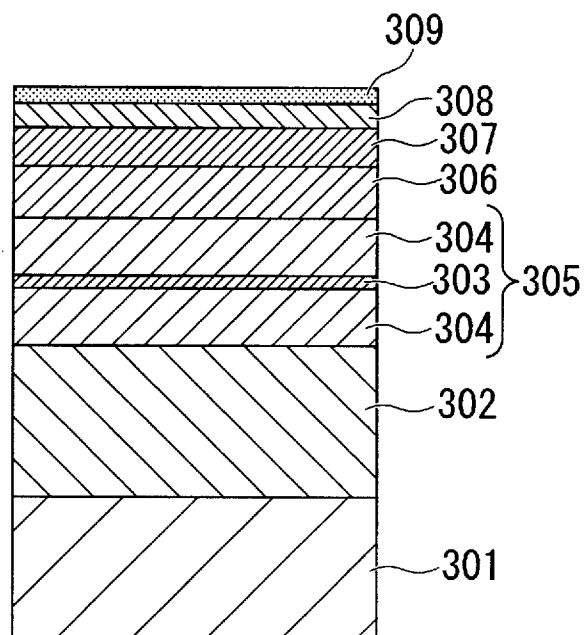
[図1]



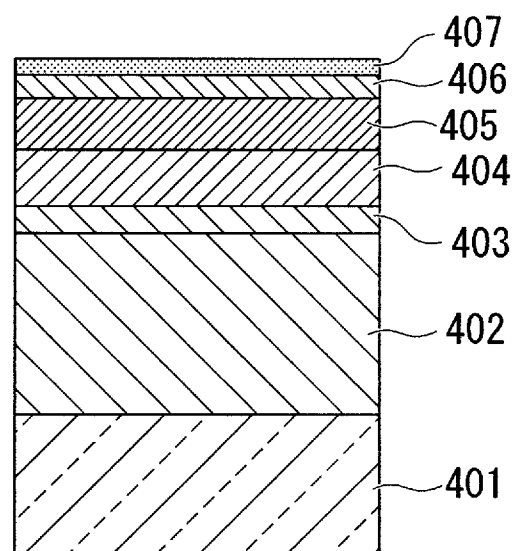
[図2]



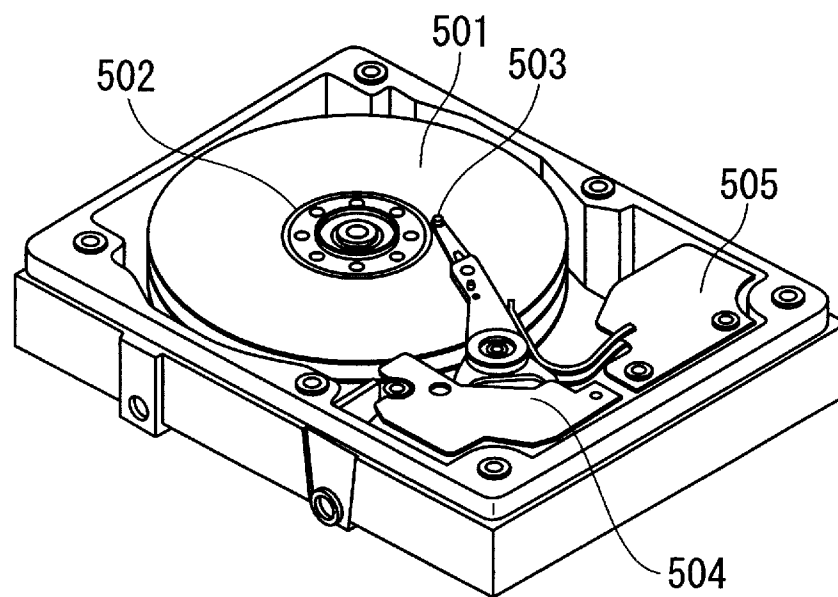
[図3]



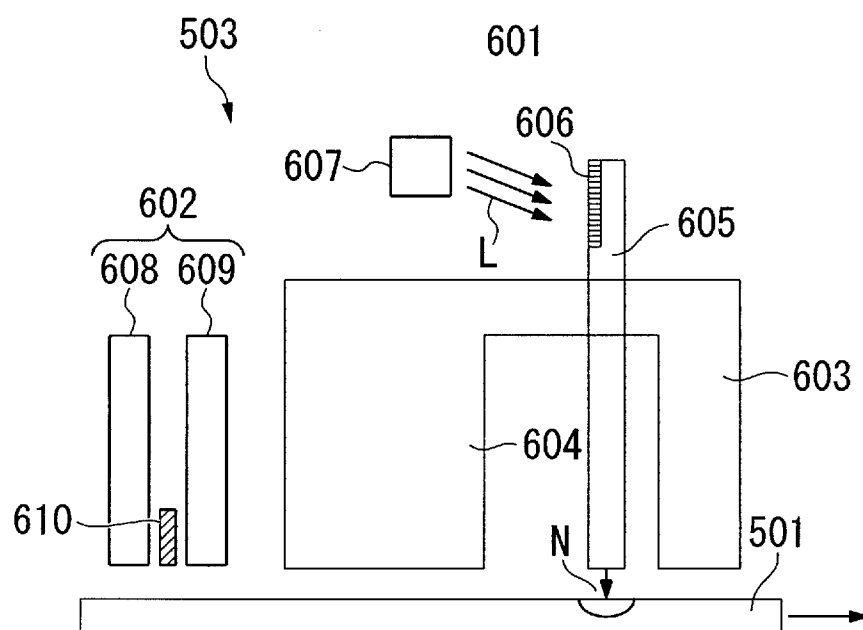
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/001930

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B5/738(2006.01)i, G11B5/02(2006.01)i, G11B5/65(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G11B5/62-5/82, G11B5/02, G11B11/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2004-199737 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 15 July 2004 (15.07.2004), entire text (Family: none)	1, 3-8
P, X	JP 2010-027108 A (Waseda University), 04 February 2010 (04.02.2010), claims 10, 14, 15; paragraphs [0013], [0016], [0017], [0020]; examples; fig. 1 (Family: none)	1, 3, 8
A	JP 2006-196151 A (Seagate Technology L.L.C.), 27 July 2006 (27.07.2006), entire text; all drawings & US 2006/0154110 A1 & KR 2006082396 A	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 June, 2010 (03.06.10)

Date of mailing of the international search report
15 June, 2010 (15.06.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G11B5/738(2006.01)i, G11B5/02(2006.01)i, G11B5/65(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G11B5/62-5/82, G11B5/02, G11B11/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	J P 2 0 0 4 - 1 9 9 7 3 7 A （富士写真フイルム株式会社） 2 0 0 4 . 0 7 . 1 5 , 全文 （ファミリーなし）	1 , 3 - 8
P, X	J P 2 0 1 0 - 0 2 7 1 0 8 A （学校法人早稲田大学） 2 0 1 0 . 0 2 . 0 4 , 請求項 1 0 、請求項 1 4 、請求項 1 5 、【 0 0 1 3 】、【 0 0 1 6 】、 【 0 0 1 7 】、【 0 0 2 0 】、実施例、図 1 （ファミリーなし）	1 , 3 , 8

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 3 . 0 6 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 6 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

馬場 慎

5 D

9 7 4 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2006-196151 A (シーゲイト テクノロジー エルエルシー) 2006.07.27, 全文, 全図 & US 2006/0154110 A1 & KR 2006082396 A	1-8