

明 細 書

発明の名称：熱アシスト磁気記録用の磁気記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は熱アシスト磁気記録で使用する磁気記録媒体に関する。

背景技術

[0002] 磁気記録の高密度化を実現する技術として、垂直磁気記録方式が採用されている。垂直磁気記録媒体は、非磁性基板と、硬質磁性材料から形成される磁気記録層を少なくとも含む。垂直磁気記録媒体は、任意選択的に、軟磁性材料から形成され、磁気ヘッドが発生する磁束を磁気記録層に集中させる役割を担う裏打ち層、磁気記録層の硬質磁性材料を目的の方向に配向させるための下地層、磁気記録層の表面を保護する保護膜などをさらに含んでもよい。

[0003] 特開2001-291230号公報、特開平08-083418号公報および国際公開第2002/039433号パンフレットは、垂直磁気記録媒体の磁気記録層を形成するための材料として、グラニューラ磁性材料を記載している（特許文献1～3などを参照）。グラニューラ磁性材料は、磁性結晶粒と、磁性結晶粒の周囲を取り囲むように偏析した非磁性体を含む。グラニューラ磁性材料中の個々の磁性結晶粒は、非磁性体によって磁氣的に分離されている。

[0004] 近年、垂直磁気記録媒体の記録密度のさらなる向上を目的として、グラニューラ磁性材料中の磁性結晶粒の粒径を縮小させる必要に迫られている。一方で、磁性結晶粒の粒径の縮小は、記録された磁化（信号）の熱安定性を低下させる。そのため、磁性結晶粒の粒径の縮小による熱安定性の低下を補償するために、グラニューラ磁性材料中の磁性結晶粒を、より高い結晶磁気異方性を有する材料を用いて形成することが求められている。

[0005] また、グラニューラ磁性材料で形成された磁気記録層において、複数の磁性結晶粒が1つの磁化反転単位を形成すること（クラスタリング）という問

題点が見いだされている。この問題点は、磁性結晶粒間の交換相互作用に起因すると考えられている。この問題点を解決するために、特開 2011-119006 号公報は、非磁性体として Ru、Cr、Ti、Ir またはこれらの金属の酸化物を含み、負の交換相互作用を有する第 1 層と、非磁性体として SiO₂ を含み、正の交換相互作用を有する第 2 層とを積層することによって、交換相互作用が抑制された磁気記録層を記載している（特許文献 4 参照）。

[0006] 求められる高い結晶磁気異方性を有する材料として、L₁₀系規則合金が提案されている。特許第 3318204 号公報、特許第 3010156 号公報、特開 2001-101645 号公報、特開 2004-178753 号公報、および特表 2010-503139 号公報は、L₁₀系規則合金として、FePt、CoPt、FePd、CoPd などの、Fe、Co および Ni からなる群から選択される少なくとも一種の元素と、Pt、Pd、Au および Ir からなる群から選択される少なくとも一種の元素とを含む合金を記載している（特許文献 5～9 参照）。さらに、上記文献は、L₁₀系規則合金薄膜の種々の製造方法を記載している（特許文献 5～9 参照）。

[0007] 一方、基本的に磁気記録層の膜厚は媒体面内方向に一様であるため、磁化反転単位（磁性結晶粒）を小さくしていくことは、一定の高さを有する磁化反転単位（磁性結晶粒）の断面積を小さくすることを意味する。その結果、磁化反転単位（磁性結晶粒）自身に作用する反磁界が小さくなり、磁化反転単位（磁性結晶粒）の磁化を反転させるために必要な磁界（反転磁界）は大きくなる。このように、磁化反転単位（磁性結晶粒）の形状で考えた場合、記録密度の向上は、信号（磁化）の記録（書込み）の際に、より大きな磁界が必要となることを意味する。

[0008] 記録のための磁界の増加（書き込み能力）の課題に対して、磁気記録層の加熱機能を有するヘッドを用いる熱アシスト記録方式が提案されている。これは、磁性材料における磁気異方性定数（K_u）の温度依存性、すなわち高温ほど K_u が小さいという特性を利用したものである。すなわち、磁気記録

層を昇温させて一時的に K_u を低下させることにより反転磁界を低減させ、その間に書き込みを行うというものである。降温後は K_u が元の高い値に戻るため、安定して記録信号（磁化）を保持できる。熱アシスト記録方式を適用する場合には、従来の設計指針に加え、温度特性を考慮して磁気記録層を設計する必要がある。

- [0009] 五十嵐他、「シュミレーションによる熱アシスト記録の検討ー記録方式の検討ー」、信学技報、社団法人 電子情報通信学会、2004年、MR2004-39は、熱アシスト記録方式における記録ビット間の遷移幅は、ヘッド磁界勾配および温度勾配により決定されとの検討を記載している（非特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

- [0010] 特許文献1：特開2001-291230号公報
特許文献2：特開平08-083418号公報
特許文献3：国際公開第2002/039433号パンフレット
特許文献4：特開2011-119006号公報
特許文献5：特許第3318204号公報
特許文献6：特許第3010156号公報
特許文献7：特開2001-101645号公報
特許文献8：特開2004-178753号公報
特許文献9：特表2010-503139号公報

非特許文献

- [0011] 非特許文献1：五十嵐他、「シュミレーションによる熱アシスト記録の検討ー記録方式の検討ー」、信学技報、社団法人 電子情報通信学会、2004年、MR2004-39

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] 熱アシスト磁気記録では、記録ビットの範囲を正確に決め、記録ビット間の遷移ノイズを減らすために、磁気記録層の面内方向の温度勾配 dT/dx が重要となる。熱アシスト磁気記録における媒体設計では、 dT/dx を 10 K/nm 以上にすることが必要であった。ここで x は磁気記録媒体主面における位置を表し、 T は位置 x における磁気記録層の平均温度を表す。

[0013] 本発明者は、有限要素法による熱解析を行い、 dT/dx を大きくするためには、磁気記録層の面内方向の伝熱を妨げ、面内方向と深さ方向との熱伝導の差異（熱異方性）を大きくすることが効果的であることを見出した。さらに、磁性結晶粒（磁性粒子）を取り囲む非磁性部を熱伝導率の低い材料を用いて形成することで、磁気記録層の面内方向の伝熱が妨げられ、熱異方性が大きくなり、 dT/dx が大きくなることを見出した。

[0014] しかしながら、非磁性部として熱伝導率の低い材料であるシリコン酸化物またはチタン酸化物を用いて磁気記録媒体を作製したところ、磁性結晶粒（磁性粒子）を完全に取り囲むことが困難で、磁気的分離を維持できないことがわかった。一方、磁性結晶粒（磁性粒子）を完全に取り囲んで磁気的分離を維持するためには、カーボンの主成分とする非磁性部（非磁性粒界）を形成する必要があることがわかった。しかしながら、熱解析の結果、カーボンを主成分とする非磁性部（非磁性粒界）の熱伝導率が大きすぎるために、 dT/dx を 10 K/nm 以上にすることができなかった。すなわち、磁性結晶粒間の磁気的分離を維持しつつ、 dT/dx を 10 K/nm 以上にすることが課題であった。

[0015] 本発明は上述の問題に鑑みなされたものであって、その目的とするところは、熱アシスト記録に好適に用いることができるグラニューラ構造の磁気記録層を有する磁気記録媒体を提供することである。

課題を解決するための手段

[0016] 上記条件を満たし、従来の問題を解決する手段として、本発明者は、各種の材料構成を検討した。その結果、磁気的分離を促進するグラニューラ構造を有する層と、面方向の熱抵抗を増大させるグラニューラ構造を有する層と

を積層して形成した積層グラニューラー構成とすることによって、上記の条件を満たすことができることを見出した。具体的には、磁性結晶粒（磁性粒子）を取り囲む非磁性部がカーボンを主成分とする材料からなるグラニューラー構造の層と、磁性結晶粒（磁性粒子）を取り囲む非磁性部がシリコンまたはチタンの酸化物または窒化物を主成分とする材料からなるグラニューラー構造の層をこの順で積層して磁気記録層を形成することで、磁性結晶粒間の磁気的分離を維持しつつ、磁気記録層の面内方向の温度勾配 dT/dx を 10 K/nm 以上にできた。

[0017] 上記の知見に基づく本発明の熱アシスト磁気記録用の磁気記録媒体は：非磁性基体と、磁気記録層とを少なくとも含み；前記磁気記録層が、下部磁気記録層と上部磁気記録層とを有し；前記下部磁気記録層は、磁性結晶粒と、前記磁性結晶粒を取り囲み、カーボンを主成分とする材料からなる非磁性部とを有するグラニューラー構造を有し；前記上部磁気記録層は、磁性結晶粒と、前記磁性結晶粒を取り囲み、前記下部磁気記録層の非磁性部とは異なる材料からなる非磁性部とを有するグラニューラー構造を有することを特徴とする。ここで、上部磁気記録層の非磁性部は、シリコン酸化物、シリコン窒化物、チタン酸化物、およびチタン窒化物からなる群から選択される材料から構成されていてもよい。また、下部磁気記録層の磁性結晶粒および上部磁気記録層の磁性結晶粒は、規則合金、好ましくは、Fe、CoおよびNiからなる群から選択される少なくとも一種の元素と、Pt、Pd、AuおよびIrからなる群から選択される少なくとも一種の元素とを含む合金、より好ましくはFePt、CoPt、FePd、およびCoPdからなる群から選択される材料で形成されていてもよい。

[0018] また、本発明の熱アシスト磁気記録用の磁気記録媒体は、非磁性基体と磁気記録層との間に、ヒートシンク層およびシード層からなる群から選択される1つまたは複数の層をさらに含んでもよい。加えて、本発明の熱アシスト磁気記録用の磁気記録媒体は、磁気記録層の上に、保護層をさらに含んでもよい。

発明の効果

[0019] 上記の構成を採用した本発明の熱アシスト磁気記録用の磁気記録媒体においては、磁気記録層中の磁性結晶粒の磁気的分離を維持しつつ、磁気記録層の面内方向の温度勾配 dT/dx を 10 K/nm 以上にすることが可能となる。上記の特徴によって、本発明の磁気記録媒体を用いて、ノイズが低減された良好な熱アシスト記録が可能となる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明の磁気記録媒体の概略断面図である。

[図2]本発明の磁気記録媒体の磁気記録層のグラニューラー構造を示す透過電子顕微鏡写真である。

発明を実施するための形態

[0021] 図1に示すように、本発明の磁気記録媒体は、非磁性基体10と、磁気記録層40とを含む。図1に、非磁性基体10、ヒートシンク層20、シード層30、磁気記録層40、および保護層50を有する、本発明の磁気記録媒体の構成例を示した。磁気記録層40は、少なくとも下部磁気記録層41と上部磁気記録層42との2層が積層された構造を有する。さらに、下部磁気記録層41および上部磁気記録層42のそれぞれは、磁性結晶粒(41A、42A)および非磁性部(41B、42B)から構成される。図1に示した本発明の磁気記録媒体の構成例において、ヒートシンク層20、シード層30および保護層50は、任意選択的に設けてもよい層である。さらに、本発明の磁気記録媒体は、非磁性基体10と磁気記録層40との間に、密着層、軟磁性裏打ち層、中間層などをさらに含んでもよい。

[0022] 非磁性基体10は、表面が平滑である様々な基体であってもよい。たとえば、磁気記録媒体に一般的に用いられる材料(NiPメッキを施したAl合金、強化ガラス、結晶化ガラス等)を用いて、非磁性基体10を形成することができる。

[0023] ヒートシンク層20は、熱アシスト磁気記録時に発生する磁気記録層40の余分な熱を効果的に吸収するための層である。ヒートシンク層20は、熱

伝導率および比熱容量が高い金属を用いて形成することができる。また、強度などの観点から、Al-Si合金、Cu-B合金などを用いて、ヒートシンク層20を形成することができる。さらに、センダスト(FeSiAl)合金、軟磁性のCoFe合金などを用いてヒートシンク層20を形成し、ヒートシンク層20に軟磁性裏打ち層の機能(ヘッドの発生する垂直方向磁界を磁気記録層40に集中させる機能)を付与することもできる。ヒートシンク層20の膜厚の最適値は、熱アシスト磁気記録時の熱量および熱分布、ならびに磁気記録媒体の層構成および各構成層の厚さによって変化する。他の構成層との連続成膜で形成する場合などは、生産性との兼ね合いから、ヒートシンク層20の膜厚は10nm以上100nm以下であることが望ましい。ヒートシンク層20は、スパッタ法(DCマグネトロンスパッタリング法などを含む)、真空蒸着法などの当該技術において知られている任意の方法を用いて形成することができる。通常の場合、ヒートシンク層20は、スパッタ法を用いて形成される。

[0024] シード層30の機能は、ヒートシンク層20と磁気記録層40との間の密着性を確保すること、上層である磁気記録層40の磁性結晶粒(41A、42A)の粒径および結晶配向を制御すること、および、熱的なバリアとして磁気記録層40の温度上昇および温度分布を制御することである。磁気記録層40の温度上昇および温度分布を制御するために、シード層30は、熱アシスト記録時の磁気記録層40の加熱の際に磁気記録層40の温度を速やかに上昇させる機能と、磁気記録層40の面内方向の伝熱が起こる前に、深さ方向の伝熱によって磁気記録層40の熱をヒートシンク層20に導く機能とを両立することが要求される。また、シード層30は非磁性であることが望ましい。

[0025] 上記の機能を達成するために、シード層30の材料は、磁気記録層40の材料(具体的には磁性結晶粒(41A、42A)の材料)に合わせて適宜選択される。たとえば、磁気記録層40の磁性結晶粒(41A、42A)がCoPt、FePtなどのL1₀型規則合金で形成される場合、NiW、Ta、

Cr、SrTiO₃、TiN、MgO、またはそれらの混合物を用いてシード層30を形成することができる。また、上記の材料からなる複数の層を積層して、シード層30を形成することもできる。磁気記録層40（磁性結晶粒（41A、42A））の結晶性の向上、熱アシスト記録時にヘッドから供給される熱量（磁気記録層40の温度上昇および温度分布の制御）、および生産性の向上の観点から、シード層30は、40nm以上60nm以下の膜厚を有することが望ましい。シード層30は、スパッタ法（DCマグネトロンスパッタリング法などを含む）、真空蒸着法などの当該技術において知られている任意の方法を用いて形成することができる。

[0026] 磁気記録層40は、少なくとも下部磁気記録層41と上部磁気記録層42との2層が積層された構造を有する。下部磁気記録層41および上部磁気記録層42のそれぞれは、磁性結晶粒（41A、42A）および非磁性部（41B、42B）から構成されるグラニューラー構造を有する。磁気記録層40（下部磁気記録層41および上部磁気記録層42）のグラニューラー構造を、平面方向（非磁性基体10の表面に平行な方向）の断面の透過電子顕微鏡写真である図2に示す。磁気記録層40（下部磁気記録層41および上部磁気記録層42）は、磁性元素を主体とした柱状の磁性結晶粒（41A、42A）が、非磁性部（41B、42B）で隔てられた構造を有する。ここで、磁性結晶粒（41A、42A）は4～10nm程度の直径を有し、非磁性部（41B、42B）は、0.1～2nm程度の厚さを有する。記録密度の増加に対応するために、磁性結晶粒（41A、42A）の配列間隔（ピッチ）は短い方が好ましい。一方、熱揺らぎの防止および信号（磁化）の読み取りの容易化の観点からは、磁性結晶粒（41A、42A）は大きい方が好ましい。そのため、非磁性部（41B、42B）は、磁性結晶粒（41A、42A）を磁氣的に分離することができる範囲で、なるべく小さい厚さを有することが望ましい。

[0027] 磁性結晶粒（41A、42A）は、L₁₀系規則合金を用いて形成することができる。用いることができるL₁₀系規則合金は、FePt、CoPt、F

ePd、CoPdなどの、Fe、CoおよびNiからなる群から選択される少なくとも一種の元素と、Pt、Pd、AuおよびIrからなる群から選択される少なくとも一種の元素とを含む合金である。規則合金の規則化に必要な温度の低減を目的として、L1₀系規則合金に対してCuなどの金属を添加してもよい。

[0028] 磁気記録層40（下部磁気記録層41および上部磁気記録層42）は、マグネトロンスパッタ法などを用いて形成することができる。ここで、図1に示すように、上部磁気記録層42の磁性結晶粒42Aを下部磁気記録層41の磁性結晶粒41Aの上に配置して、下部磁気記録層41および上部磁気記録層42を貫く、一体の柱状構造の磁性結晶粒（41A、42A）を有する構造が望ましい。このような構造を採ることによって、磁気記録時のノイズを低減することができる。なぜなら、前述の一体の柱状構造の磁性結晶粒（41A、42A）が、下部磁気記録層41および上部磁気記録層42のそれぞれにおいて非磁性部（41B、42B）によって隣接する磁性結晶粒から隔離され、一体として磁化反転を行なうことが可能になるからである。

[0029] 一方、熱アシスト磁気記録においては、磁気記録層の高温領域に信号（磁化）を書き込み、低温領域には（磁化）を書き込まない。すなわち、熱アシスト記録においては、磁気記録層の温度差によって、磁化反転を制御している。記録時の熱アシスト磁気記録用ヘッドのレーザーによる発熱を記録ビット内に留め、記録終了後は、速やかに磁気記録層40を信号記録温度以下に冷却することが望ましい。そのため、前述のように、磁気記録層40の面内方向の熱抵抗を大きくし、深さ方向の熱抵抗を小さくして、磁気記録層40の dT/dx を大きくすることが好適である。一般的に、磁性結晶粒（41A、42A）は高い熱伝導率を有する。そのため、非磁性部（41B、42B）の熱抵抗を増大させることによって、上記の要求を満たすことが期待できる。

[0030] 図1に示す2層構造の磁気記録層40において、下部磁気記録層41を磁性結晶粒41Aの磁気的分離を促進するグラニューラー構造とし、上部磁気記

録層 4 2 を面内方向の熱抵抗を増大させるグラニューラー構造とする。本発明者は、このような構造を採用することで、磁性結晶粒（4 1 A、4 2 A）の磁気的分離を維持しつつ、磁気記録層 4 0 の面内方向の温度勾配 dT/dx を 10 K/nm 以上にできることを見いだした。具体的には、磁気的分離を促進するグラニューラー構造を有する下部磁気記録層 4 1 においては、非磁性部 4 1 B をカーボンを主成分とする材料から構成する。

[0031] また、面内方向の熱抵抗を増大させるグラニューラー構造を有する上部磁気記録層 4 2 においては、非磁性部 4 2 B をカーボンよりも低い熱伝導率を有し、かつグラニューラー構造を形成しやすい材料で形成する。本発明において、上部磁気記録層 4 2 の非磁性部 4 2 B は、シリコン酸化物、シリコン窒化物、チタン酸化物、およびチタン窒化物からなる群から選択される材料を主成分として含む。好ましくは、上部磁気記録層 4 2 の非磁性部 4 2 B は、シリコン酸化物、シリコン窒化物、チタン酸化物、およびチタン窒化物からなる群から選択される材料から構成される。

[0032] なお、下部磁気記録層 4 1 の非磁性部 4 1 B をシリコン酸化物、シリコン窒化物、チタン酸化物、またはチタン窒化物を主成分とする材料で構成し、上部磁気記録層 4 2 の非磁性部 4 2 B をカーボンを主成分とする材料で構成した場合、上部磁気記録層 4 2 において非磁性部 4 2 B の一部が形成されず、磁性結晶粒 4 2 A が隣接する磁性結晶粒と連結される現象が発生した。このため、磁性結晶粒（4 1 A、4 2 A）間の磁気的分離が不十分となり、ノイズの大きな磁気記録媒体が得られた。

[0033] 磁気記録層 4 0 に対する信号（磁化）の書込み、および磁気記録層からの信号（磁化）の読み出しを容易にするとの観点から、磁気記録層 4 0 を構成する下部磁気記録層 4 1 および上部磁気記録層 4 2 のそれぞれは、 1 nm 以上 15 nm 以下の膜厚を有することが望ましい。

[0034] 保護層 5 0 は、磁気記録媒体の分野で慣用的に使用されている材料（カーボンを主体とする材料など）を用いて形成することができる。また、保護層 5 0 は、単層であってもよく、積層構造を有してもよい。積層構造の保護層

50は、たとえば、特性の異なる2種のカーボン系材料の積層構造、金属とカーボン系材料との積層構造、または金属酸化物膜とカーボン系材料との積層構造であってもよい。保護層50は、スパッタ法（DCマグネトロンスパッタリング法などを含む）、真空蒸着法などの当該技術において知られている任意の方法を用いて形成することができる。

[0035] また、任意選択的に、本発明の磁気記録媒体は、保護層50の上に設けられる液体潤滑剤層（不図示）をさらに含んでもよい。液体潤滑剤層は、磁気記録媒体の分野で慣用的に使用されている材料（たとえば、パーフルオロポリエーテル系の潤滑剤など）を用いて形成することができる。液体潤滑剤層は、たとえば、ディップコート法、スピコート法などの塗布法を用いて形成することができる。

実施例 1

[0036] （実施例1）

平滑な表面を有する化学強化ガラス基体（HOYA社製N-10ガラス基体）を洗浄し、非磁性基体10を準備した。洗浄後の非磁性基体10を、スパッタ装置内に導入した。圧力0.67PaのArガス中でCuSiターゲットを用いたDCマグネトロンスパッタリング法により、膜厚50nmのCuSiヒートシンク層20を形成した。

[0037] 次に、Ta層およびMgO層からなる二層構造のシード層30を形成した。具体的には、圧力0.67PaのArガス中でTaターゲットを用いたDCマグネトロンスパッタリング法により、膜厚10nmのTa層を形成した。次に、Ta層が形成された積層体を250℃に加熱し、圧力0.06PaのArガス中でMgOターゲットを用いたRFスパッタリング法により膜厚5nmのMgO層を形成して、シード層30を得た。

[0038] 次に、シード層30を形成した積層体を500℃に加熱し、Fe₅₀Pt₅₀およびCを混合した80体積%（Fe₅₀Pt₅₀）-20体積%Cターゲットを用いて、Fe₅₀Pt₅₀-Cからなる下部磁気記録層41を形成した。続いて、Fe₅₀Pt₅₀およびSiO₂を混合した80体積%（Fe₅₀Pt₅₀）-

20体積% SiO_2 ターゲットを用いて、 $\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}-\text{SiO}_2$ からなる上部磁気記録層42を形成して、磁気記録層を得た。ここで、下部磁気記録層41および上部磁気記録層42の膜厚のそれぞれを、2～8nmの範囲内で変化させた。

[0039] 次に、Arガス雰囲気中でカーボンターゲットを用いたDCマグネトロンスパッタリング法により、膜厚2nmのカーボン保護層50を形成した。保護層50の形成後、積層体をスパッタ装置から取り出した。

[0040] 最後に、ディップコート法を用いてパーフルオロポリエーテルを塗布して膜厚2nmの液体潤滑層を形成し、磁気記録媒体を得た。

[0041] (実施例2)

$\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}$ および TiO_2 を混合した75体積% ($\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}$) - 25体積% TiO_2 ターゲットを用いて、 $\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}-\text{TiO}_2$ からなる上部磁気記録層42を形成したことを除いて、実施例1と同様の手順を繰り返して、磁気記録媒体を得た。本実施例においても、下部磁気記録層41および上部磁気記録層42の膜厚のそれぞれを、2～8nmの範囲内で変化させた。

[0042] (比較例1)

上部磁気記録層42 ($\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}-\text{SiO}_2$ 層または $\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}-\text{TiO}_2$ 層) を形成しなかったこと、および下部磁気記録層41 ($\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}-\text{C}$ 層) の膜厚を2～12nmの範囲内で変化させたことを除いて実施例1の手順を繰り返して、単層構造の磁気記録層を有する磁気記録媒体を得た。

[0043] (比較例2)

下部磁気記録層41 ($\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}-\text{C}$ 層) を形成しなかったこと、および上部磁気記録層42 ($\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}-\text{SiO}_2$ 層) の膜厚を2～12nmの範囲内で変化させたことを除いて実施例1の手順を繰り返して、単層構造の磁気記録層を有する磁気記録媒体を得た。

[0044] (比較例3)

下部磁気記録層41 ($\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}-\text{C}$ 層) を形成しなかったこと、および上部磁気記録層42 ($\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}-\text{TiO}_2$ 層) の膜厚を2～12nmの

範囲内で変化させたことを除いて実施例2の手順を繰り返して、単層構造の磁気記録層を有する磁気記録媒体を得た。

[0045] (評価)

波長785nmの光を発生するレーザー、光導波路、および近接場光を発生させるための散乱体を具えた熱アシスト方式の磁気記録ヘッドを取り付けた市販のスピンスタンドを用いて、記録再生信号の信号雑音比(SNR)特性を測定することによって、磁気記録媒体を評価した。

[0046] 具体的には、5400rpmで回転させた磁気記録媒体の半径 $R = 19\text{ mm}$ の部分で、ヘッド磁場電流を固定し、最大のSNRが取れるレーザ出力において、1000kFCIでの記録を行い、信号出力およびノイズ出力を測定した。下式に基づいて、測定された記録信号出力およびノイズ出力からSNR値(dB)を求めた。

$$\text{SNR (dB)} = 10 \times \log \left[\frac{\text{(信号出力)}}{\text{(ノイズ出力)}} \right]$$

[0047] 判定は、SNRが12dB以上の磁気記録媒体を「良」、10dB以上、12dB未満の磁気記録媒体を「可」、10dB未満の磁気記録媒体を「不良」と判定した。磁気記録媒体の構成、SNR値および判定結果を第1表(上部磁気記録層42が $\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}-\text{SiO}_2$ から形成された場合)および第2表(上部磁気記録層42が $\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}-\text{TiO}_2$ から形成された場合)に示す。

[0048]

[表1]

第1表：磁気記録層の構成および磁気記録媒体の評価
 (上部磁気記録層：Fe₅₀Pt₅₀-SiO₂)

例	下部磁気記録層 (Fe ₅₀ Pt ₅₀ -C) 膜厚(nm)	上部磁気記録層 (Fe ₅₀ Pt ₅₀ -SiO ₂) 膜厚(nm)	S N R (dB)	判定
実施例 1	2	2	10.8	可
	4	2	12.2	良
	6	2	12.3	良
	8	2	11.1	可
	2	4	11.1	可
	4	4	12.5	良
	6	4	12.4	良
	8	4	11.6	可
	2	6	10.6	可
	4	6	12.0	良
	6	6	11.4	可
	8	6	10.9	可
	2	8	10.4	可
	4	8	11.0	可
	6	8	10.7	可
	8	8	10.4	可
比較例 1	2	なし	6.2	不良
	4	なし	7.2	不良
	6	なし	8.1	不良
	8	なし	9.1	不良
	10	なし	5.1	不良
	12	なし	2.5	不良
比較例 2	なし	2	4.0	不良
	なし	4	6.6	不良
	なし	6	7.6	不良
	なし	8	7.2	不良
	なし	10	4.5	不良
	なし	12	2.2	不良

[0049]

[表2]

第2表：磁気記録層の構成および磁気記録媒体の評価

(上部磁気記録層：Fe₅₀Pt₅₀-TiO₂)

例	下部磁気記録層 (Fe ₅₀ Pt ₅₀ -C) 膜厚(nm)	上部磁気記録層 (Fe ₅₀ Pt ₅₀ -TiO ₂) 膜厚(nm)	S N R (dB)	判定
実施例 2	2	2	10.5	可
	4	2	12.0	良
	6	2	12.1	良
	8	2	11.0	可
	2	4	11.1	可
	4	4	12.4	良
	6	4	12.2	良
	8	4	11.4	可
	2	6	10.7	可
	4	6	12.2	良
	6	6	12.4	良
	8	6	11.9	可
	2	8	11.4	可
	4	8	12.2	良
	6	8	11.6	可
	8	8	10.8	可
比較例 1	2	なし	6.2	不良
	4	なし	7.2	不良
	6	なし	8.1	不良
	8	なし	9.1	不良
	10	なし	5.1	不良
	12	なし	2.5	不良
比較例 3	なし	2	3.2	不良
	なし	4	5.7	不良
	なし	6	6.2	不良
	なし	8	6.0	不良
	なし	10	5.2	不良
	なし	12	2.1	不良

[0050] 第1表および第2表から明らかなように、Fe₅₀Pt₅₀-C下部磁気記録層41とFe₅₀Pt₅₀-SiO₂上部磁気記録層42とが積層した磁気記録層40を有する実施例1の磁気記録媒体、および、Fe₅₀Pt₅₀-C下部磁気記録層41とFe₅₀Pt₅₀-TiO₂上部磁気記録層42とが積層した磁気記録層40を有する実施例2の磁気記録媒体は、いずれも10dB以上のSN

Rを示し、「良」または「可」と判定された。これに対して、 $\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}$ —C下部磁気記録層41のみの単層の磁気記録層を有する比較例1の磁気記録媒体、 $\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}$ — SiO_2 上部磁気記録層42のみの単層の磁気記録層を有する比較例2の磁気記録媒体、および、 $\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}$ — TiO_2 上部磁気記録層42のみの単層の磁気記録層を有する比較例3の磁気記録媒体は、いずれも10dB未満のSNRを示し、「不良」と判定された。

符号の説明

- [0051]
- 10 非磁性基体
 - 20 ヒートシンク層
 - 30 シード層
 - 40 磁気記録層
 - 41 下部磁気記録層
 - 42 上部磁気記録層
 - 41A、42A 磁性結晶粒
 - 41B、42B 非磁性部
 - 50 保護層

請求の範囲

- [請求項1] 非磁性基体と、磁気記録層とを少なくとも含み、
前記磁気記録層が、下部磁気記録層と上部磁気記録層とを有し、
前記下部磁気記録層は、磁性結晶粒と、前記磁性結晶粒を取り囲み、
カーボンを主成分とする材料からなる非磁性部とを有するグラニューラー構造を有し、
前記上部磁気記録層は、磁性結晶粒と、前記磁性結晶粒を取り囲み、
前記下部磁気記録層の非磁性部とは異なる材料からなる非磁性部とを有する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用の磁気記録媒体。
- [請求項2] 前記上部磁気記録層の非磁性部は、シリコン酸化物、シリコン窒化物、チタン酸化物、およびチタン窒化物からなる群から選択される材料で構成され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用の磁気記録媒体。
- [請求項3] 前記下部磁気記録層の磁性結晶粒および前記上部磁気記録層の磁性結晶粒は、規則合金からなることを特徴とする請求項1または2に記載の熱アシスト磁気記録用の磁気記録媒体。
- [請求項4] 前記規則合金は、Fe、CoおよびNiからなる群から選択される少なくとも一種の元素と、Pt、Pd、AuおよびIrからなる群から選択される少なくとも一種の元素とを含む合金であることを特徴とする請求項3に記載の熱アシスト磁気記録用の磁気記録媒体。
- [請求項5] 前記規則合金は、FePt、CoPt、FePd、およびCoPdからなる群から選択されることを特徴とする請求項4に記載の熱アシスト磁気記録用の磁気記録媒体。
- [請求項6] 前記非磁性基体と前記磁気記録層との間に、ヒートシンク層およびシード層からなる群から選択される1つまたは複数の層をさらに含むことを特徴とする請求項1から5のいずれかに記載の熱アシスト磁気記録用の磁気記録媒体。

[請求項7] 前記磁気記録層の上に、保護層をさらに含むことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の熱アシスト磁気記録用の磁気記録媒体。