

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4821780号
(P4821780)

(45) 発行日 平成23年11月24日(2011.11.24)

(24) 登録日 平成23年9月16日(2011.9.16)

(51) Int.Cl. F I
G 1 1 B 5/65 (2006.01) G 1 1 B 5/65
G 1 1 B 5/82 (2006.01) G 1 1 B 5/82

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-7683 (P2008-7683)	(73) 特許権者	00002004 昭和電工株式会社 東京都港区芝大門1丁目13番9号
(22) 出願日	平成20年1月17日(2008.1.17)	(74) 代理人	100094178 弁理士 寺田 實
(65) 公開番号	特開2009-170040 (P2009-170040A)	(72) 発明者	福島 正人 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
(43) 公開日	平成21年7月30日(2009.7.30)	審査官	馬場 慎
審査請求日	平成22年10月7日(2010.10.7)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気記録媒体および磁気記録再生装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

非磁性基板の少なくとも一方の表面に、磁性層を磁氣的に分離した磁気パターンを有する磁気記録媒体であって、磁気パターンは磁性層とその周囲に形成された非磁性領域により形成され、非磁性領域は磁気パターンに対して凹部を形成し、磁気パターンはデータ領域とサーボ情報領域を含み、データ領域における凹部の面積比率とサーボ情報領域における凹部の面積比率との差が、プラスマイナス10%以内であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】

データ領域における凹部の面積比率が、10%~50%の範囲内であることを特徴とする請求項1に記載の磁気記録媒体。

10

【請求項3】

データ領域における凸部が、データ領域のトラック部であることを特徴とする請求項1または2に記載の磁気記録媒体。

【請求項4】

データ領域およびサーボ情報領域における凹部の深さが、0.1nm~15nmの範囲内であることを特徴とする請求項1~3の何れか1項に記載の磁気記録媒体。

【請求項5】

磁性層が、磁性粒子の周囲を酸化物が覆ったグラニューラ構造の磁性層である請求項1~4の何れか1項に記載の磁気記録媒体。

20

【請求項 6】

磁性層が、磁性粒子の周囲を酸化物が覆ったグラニユラ構造とその上の非グラニユラ構造の2層構造である請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 の何れか 1 項に記載の磁気記録媒体と、該磁気記録媒体を記録方向に駆動する駆動部と、記録部と再生部からなる磁気ヘッドと、磁気ヘッドを磁気記録媒体に対して相対運動させる手段と、磁気ヘッドへの信号入力と磁気ヘッドからの出力信号再生を行うための記録再生信号処理手段を組み合わせることを特徴とする磁気記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハードディスク装置等に用いられる磁気記録媒体および磁気記録再生装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、磁気ディスク装置、フレキシブルディスク装置、磁気テープ装置等の磁気記録装置の適用範囲は著しく増大されその重要性が増すと共に、これらの装置に用いられる磁気記録媒体について、その記録密度の著しい向上が図られつつある。特にMRヘッド、およびPRML技術の導入以来、面記録密度の上昇はさらに激しさを増し、近年ではさらにGMRヘッド、TMRヘッドなども導入され、1年に約100%ものペースで増加を続けている。これらの磁気記録媒体については、今後更に高記録密度を達成することが要求されており、そのために磁性層の高保磁力化と高信号対雑音比(SNR)、高分解能を達成することが要求されている。また、近年では線記録密度の向上と同時にトラック密度の増加によって面記録密度を上昇させようとする努力も続けられている。

20

【0003】

最新の磁気記録装置においてはトラック密度110kTPIにも達している。しかし、トラック密度を上げていくと、隣接するトラック間の磁気記録情報が互いに干渉し合い、その境界領域の磁化遷移領域がノイズ源となりSNRを損なうという問題が生じやすくなる。このことはそのままBit Error rateの低下につながるため記録密度の向上に対して障害となっている。

30

面記録密度を上昇させるためには、磁気記録媒体上の各記録ビットのサイズをより微細なものとし、各記録ビットに可能な限り大きな飽和磁化と磁性膜厚を確保する必要がある。しかし、記録ビットを微細化していくと、1ビット当たりの磁化最小体積が小さくなり、熱揺らぎによる磁化反転で記録データが消失するという問題が生じる。

【0004】

また、トラック間距離が近づくために、磁気記録装置は極めて高精度のトラックサーボ技術を要求されると同時に、記録を幅広く実行し、再生は隣接トラックからの影響をできるだけ排除するために記録時よりも狭く実行する方法が一般的に用いられている。この方法ではトラック間の影響を最小限に抑えることができる反面、再生出力を十分得ることが困難であり、そのために十分なSNRを確保することがむずかしいという問題がある。

40

このような熱揺らぎの問題やSNRの確保、あるいは十分な出力の確保を達成する方法の一つとして、記録媒体表面にトラックに沿った凹凸を形成し、記録トラック同士を物理的または磁氣的に分離することによってトラック密度を上げようとする試みがなされている。このような技術を以下にディスクリートトラック法、それによって製造された磁気記録媒体をディスクリートトラック媒体と呼ぶ。

【0005】

ディスクリートトラック媒体の一例として、表面に凹凸パターンを形成した非磁性基板に磁気記録媒体を形成して、物理的に分離した磁気記録トラック及びサーボ信号パターンを形成してなる磁気記録媒体が知られている(例えば、特許文献1参照。)

50

この磁気記録媒体は、表面に複数の凹凸のある基板の表面に軟磁性層を介して強磁性層が形成されており、その表面に保護膜を形成したものである。この磁気記録媒体では、凸部領域に周囲と物理的に分断された磁気記録領域が形成されている。

【0006】

この磁気記録媒体によれば、軟磁性層での磁壁発生を抑制できるため熱揺らぎの影響が出にくく、隣接する信号間の干渉もないので、ノイズの少ない高密度磁気記録媒体を形成できるとされている。

ディスクリットトラック法には、何層かの薄膜からなる磁気記録媒体を形成した後にトラックを形成する方法と、あらかじめ基板表面に直接、あるいはトラック形成のための薄膜層に凹凸パターンを形成した後に、磁気記録媒体の薄膜形成を行う方法とがある（例えば、特許文献2，特許文献3参照。）。このうち、前者の方法は、しばしば磁気層加工型とよばれる。一方で、後者はしばしばエンボス加工型とよばれる。

【0007】

また、ディスクリットトラック媒体の磁気トラック間領域を、あらかじめ形成した磁性層に窒素イオンや酸素イオンを注入し、または、レーザを照射することにより形成する方法が開示されている（特許文献4参照。）。

さらに特許文献5には、磁性層をイオンミリング加工するためのマスクに炭素を用いることが記載されている。また特許文献6には、基板上にFe, Co, Niのいずれかの元素を含む強磁性体層を形成し、強磁性体層表面を選択的にマスクし、露出部をハロゲンを含む反応ガスに曝し、化学反応により該露出部およびその下層を、化学的に磁性を変質させ、非強磁性体領域とすることが記載されている。

特許文献7には、ディスク全面における磁性層のパターンと非磁性部との面積比率を半径方向に変化させることにより再生エラーを抑制できることが記載されている。

【特許文献1】特開2004-164692号公報

【特許文献2】特開2004-178793号公報

【特許文献3】特開2004-178794号公報

【特許文献4】特開平5-205257号公報

【特許文献5】特開2006-31849号公報

【特許文献6】特開2002-359138号公報

【特許文献7】特開2006-48751号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ディスクリット方式、または、ビットパターン方式の磁気記録媒体の製造に際しては、表面に凹凸形状を有する磁性層を形成した後、その凹部に非磁性材料を充填し、表面を平滑にするのが一般的である。これに対し、磁性層の表面に磁気パターンに対応したマスク層を形成し、イオン注入等により磁性層を部分的に非磁性化し、磁性層に磁気パターンを形成する方法を採用した場合は、非磁性材料による充填を行わなくとも、この磁気記録媒体の表面は平滑である。

このような製造方法に対し本発明者は、磁性層の表面を、磁気パターンに対応してマスク層を設け、この表面を酸素ガス等と化学反応させ、磁性層を部分的に非磁性化する方法を開発している。この方法を採用する場合、磁性層の反応領域表面を僅かに除去した方が、酸素ガス等と磁性層との反応性が増すことが明らかになっている。この製造方法によって得られた磁気記録媒体はその表面に僅かな凹凸が生ずるが、この凹凸は、凹部に非磁性材料を充填して平滑化するのが好ましい。

【0009】

しかしながら、非磁性材料を充填する平滑化プロセスは、磁気記録媒体の表面を汚染させる可能性が高く、また、製造プロセスが複雑になり磁気記録媒体のコストアップにもつながる。

本発明は、ディスクリット方式、または、ビットパターン方式の磁気記録媒体で、表面に

10

20

30

40

50

凹凸が残存してもヘッドの浮上特性が安定し、また優れた磁気パターンの分離性能を有し、隣接パターン間の信号干渉の影響を受けず、高記録密度特性に優れた磁気記録媒体を高い生産効率で提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するため、本発明者は鋭意努力研究した結果、本発明に到達した。すなわち本発明は以下に関する。

(1) 非磁性基板の少なくとも一方の表面に、磁性層を磁気的に分離した磁気パターンを有する磁気記録媒体であって、磁気パターンは磁性層とその周囲に形成された非磁性領域により形成され、非磁性領域は磁気パターンに対して凹部を形成し、磁気パターンはデータ領域とサーボ情報領域を含み、データ領域における凹部の面積比率とサーボ情報領域における凹部の面積比率との差が、プラスマイナス10%以内であることを特徴とする磁気記録媒体。

10

(2) データ領域における凹部の面積比率が、10%～50%の範囲内であることを特徴とする上記(1)に記載の磁気記録媒体。

(3) データ領域における凸部が、データ領域のトラック部であることを特徴とする上記(1)又は(2)に記載の磁気記録媒体。

(4) データ領域およびサーボ情報領域における凹部の深さが、0.1nm～15nmの範囲内であることを特徴とする上記(1)～(3)の何れか1項に記載の磁気記録媒体。

【0011】

20

(5) 磁性層が、磁性粒子の周囲を酸化物が覆ったグラニューラ構造の磁性層である上記(1)～(4)の何れか1項に記載の磁気記録媒体。

(6) 磁性層が、磁性粒子の周囲を酸化物が覆ったグラニューラ構造とその上の非グラニューラ構造の2層構造である上記(1)～(5)の何れか1項に記載の磁気記録媒体。

(7) 上記(1)～(6)の何れか1項に記載の磁気記録媒体と、該磁気記録媒体を記録方向に駆動する駆動部と、記録部と再生部からなる磁気ヘッドと、磁気ヘッドを磁気記録媒体に対して相対運動させる手段と、磁気ヘッドへの信号入力と磁気ヘッドからの出力信号再生を行うための記録再生信号処理手段を組み合わせることを特徴とする磁気記録再生装置。

【発明の効果】

30

【0012】

本発明によれば、ディスクリット方式、または、ビットパターン方式の磁気記録媒体において、磁気記録媒体の表面に凹凸が残存するにもかかわらずヘッドの浮上特性を安定させることが可能となる。よって、優れた磁気パターンの分離性能を有し、隣接パターン間の信号干渉の影響を受けず、高記録密度特性に優れた磁気記録媒体を高い生産効率で提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明は磁気的に分離した磁気パターンを有する磁気記録媒体に関する。磁気パターンは磁性領域と非磁性領域により形成される。この磁気記録媒体は、その表面に非磁性領域として凹部が、磁性領域として凸部が形成され、この凹部によって凸部が分離されると共に、凹凸を残存させることが可能である。

40

本発明の磁気記録媒体は、ディスクリット方式、または、ビットパターン方式の磁気記録媒体の両方に適用が可能であるが、以下の説明はディスクリット方式磁気記録媒体を例にして具体的に説明する。

【0014】

図1は、本発明のディスクリット方式磁気記録媒体において、サーボ情報領域(サーボ領域)およびデータ領域のサーボ情報パターン101、データ領域パターン100の例を示す。図1の下図は磁気記録媒体表面の模式図であり、上図はその一部の拡大図である。下図に示された放射状の線はサーボ領域に該当し、その間はデータ領域に該当する。図に

50

記載された矢印102は磁気記録媒体表面でのヘッドの移動位置および方向を示す。磁気記録媒体の表面には多数のデータ記録領域(データ領域と略すこともある)があるが、それらのデータ記録領域はトラック情報、及び、セクタ情報で位置付けがされている。磁気記録媒体の表面を移動する磁気ヘッドは、先ず、サーボ情報領域において、対応するデータ領域のトラック情報及びセクタ情報を読み込み、その後、バーストパターン領域で、データの読み書きの同期をとり、その後、データ領域において、情報の読み書きを行う。サーボ情報領域には、図1に示したような磁気パターンにより、トラック情報およびセクタ情報がデジタル情報として記録されている。また、データ領域は、トラックにより分離された磁気パターンが形成されている。これらの磁気パターンは、その周囲の非磁性領域により形成されている。

10

【0015】

本発明で、磁気記録媒体の磁気パターンを形成する非磁性領域は、磁気記録媒体表面において凹部を形成している。この凹部の存在は、磁気記録媒体表面における磁気ヘッドの浮上を不安定にする。特に、サーボ情報領域における凹凸は不規則であり、一方で、データ領域における凹凸は規則的である。すなわち、磁気ヘッドがサーボ情報領域からデータ領域に移動する際、また、データ領域からサーボ情報領域に移動する際にヘッドの浮上の不安定性をまねく。例えば磁性層を形成する凸部の面積比率が大きいとヘッドスライダが大きな風圧を受けるため浮上量が大きくなるからである。

図2は、磁気ヘッドを取り付けたヘッドジンバルアセンブリの模式図である。ヘッドジンバルアセンブリ20は、金属製の薄板からなるサスペンションアーム21と、サスペンションアーム21の先端側に設けられたヘッドスライダ24と、ヘッドスライダ24上に設けられた磁気ヘッド26と、信号線25によって導電接続された制御手段(図示略)とを有する。

20

【0016】

磁気ヘッド26は、ヘッドスライダ24の斜面が形成されているリーディング側と反対側のトレーディング側における磁気記録媒体30に近い部分に配置されている。磁気ヘッド26としては、再生素子として巨大磁気抵抗効果(GMR; Giant Magnetoresistive)を利用したMR(magnetoresistance)素子だけでなく、トンネル磁気抵抗効果(TMR; Tunnel-type Magnetoresistive)を利用したTMR素子などを有する、高記録密度に適したヘッドを用いることができる。また、TMR素子を用いることによって、さらなる高密度記録化が可能となる。

30

【0017】

磁気ヘッドは、図3に示すように、磁気記録媒体30の表面に残存する凹凸の上を浮上しながら移動する。ヘッドスライダ24の大きさは0.5~2mm角程度であるが、ヘッドスライダは図3に示すように傾けた姿勢で磁気記録媒体表面を走行するため、その対向面の全体において磁気記録媒体表面の凹凸の影響を受けるわけではない。発明者らの研究によると、通常のヘッドスライダにおいて、500 μ m角程度の対向面領域が磁気記録媒体表面の凹凸の影響を受けることが明らかになった。よって、本発明では、ヘッドスライダの500 μ m角程度の磁気記録媒体との対向面領域において、データ領域における凹部の面積比率(以下比率と略すこともある)とサーボ情報領域における凹部の面積比率との差を、プラスマイナス10%以内とすることにより磁気記録媒体表面での磁気ヘッドの浮上特性を安定化することを趣旨とする。

40

【0018】

ここで、図1に例示したサーボ情報領域のパターン、および、データ領域のパターンは、数十から数百nmのピッチで形成されている。すなわち、磁気記録媒体の表面に形成されたパターンは、ヘッドスライダの500 μ m角程度の領域に対して、十分に小さなパターンであり、これらのパターン凹凸の比は、ヘッドスライダの大きさによって平均化される。よって、前述した、『ヘッドスライダの500 μ m角程度の磁気記録媒体との対向面領域において、データ領域における凹部の面積比率とサーボ情報領域における凹部の面積

50

比率との差を、プラスマイナス10%以内とする』とは、実質的には、『磁気記録媒体表面において、データ領域における凹部の面積比率とサーボ情報領域における凹部の面積比率との差を、プラスマイナス10%以内とする』ことを意味する。

【0019】

すなわち本発明は、非磁性基板の少なくとも一方の表面に、磁気的に分離した磁気パターンを有する磁気記録媒体において、磁気パターンはその周囲に形成された非磁性領域により形成され、非磁性領域は磁気パターンに対して凹部を形成し、磁気パターンはデータ領域とサーボ情報領域を含み、データ領域における凹部の比率とサーボ情報領域における凹部の比率との差を、プラスマイナス10%以内とすることを特徴とする。例えば、データ領域における凹部の比率が15%（凸部の比率85%）である場合、本発明では、サーボ情報領域における凹部の比率を13.5%～16.5%の範囲内に設定する。この範囲内に凹部の比率を設定することにより、磁気ヘッドがサーボ情報領域からデータ領域に移動しても、また、その逆の場合においても、ヘッドの浮上特性の不安定化をまねくことなく、安定した磁気記録媒体の電磁変換特性を確保することが可能となる。

10

【0020】

本発明では、磁気記録媒体のデータ領域における凹部の比率を、10%～50%の範囲内とするのが好ましい。データ領域における凹部の比率をこの範囲とし、また、サーボ情報領域における凹部の比率を、この値からプラスマイナス10%以内とすることにより、磁気記録媒体表面に磁気ヘッドを安定して浮上させることができると共に、優れた電磁変換特性を得ることが可能となる。磁気記録媒体のデータ領域における凹部の比率を10%より低くすると、ヘッドの浮上は安定するものの、データ領域におけるトラック間の分離が不十分となる。また、凹部の比率を50%より高くすると、凹部により生ずる空気の渦により、ヘッドの浮上が不安定になる。

20

本発明では、データ領域における凸部をデータ領域のトラック部とすること、すなわち、ディスクリット方式の磁気記録媒体とするのが好ましい。

本発明では、データ領域およびサーボ情報領域における凹部の深さを0.1nm～15nmの範囲内とするのが好ましい。凹部の深さが0.1nmより少ない場合は、そもそも本発明を適用する必要性がなく、また、凹部の深さが15nmより大きい場合は、磁気記録媒体と磁気ヘッドとの間に生ずる空気の流れが不安定となり、磁気ヘッドの浮上特性が極度に悪化する。

30

【0021】

次に本発明の磁気記録媒体を、その製造方法により詳細に説明する。なお、製造方法の説明にはディスクリット方式の磁気記録媒体を用いるが、ビットパターン方式の磁気記録媒体においても類似した製造方法を用いることができる。

本発明の磁気記録媒体は、一般に非磁性基板の表面に軟磁性層および中間層、磁気的パターンが形成された磁性領域および非磁性領域と保護膜層が形成されており、さらに最表面には潤滑膜が形成された構造を有している。そして磁気的パターン領域である磁性領域が非磁性領域により分離された構造を有する。

図4は本発明の磁気記録媒体の一実施形態であるが、図には基板と磁性層のみを示す。

図4において、1は非磁性基板、2はその上に形成された磁性層である。磁性層2には所定の箇所にその表層部が除去されて凹部22が形成されている。dは凹部の深さである。凹部の下部は非磁性化等により磁気特性が低下した領域21である。この磁気特性低下領域21と凹部22により、磁性層2が分離され、凸部23が形成される。本発明において、非磁性化領域には磁気特性低下領域も含まれる。

40

【0022】

次に図4の磁気記録媒体の製造方法を説明する。その工程図を図5に示す。

図5に示すように、製造工程は非磁性基板1に、少なくとも磁性層2を形成する工程A、磁性層2の上に炭素マスク層3を形成する工程B、炭素マスク層3の上にレジスト層4を形成する工程C、レジスト層4に磁気パターンのネガパターン（記録トラックを分離するため、記録トラックに対応してレジスト層に凹部を形成したものを本発明ではネガパタ

50

ーンという)を、スタンプ5を用いて転写することにより形成する工程D(工程Dにおける矢印はスタンプ5の動きを示す。8はネガパターンの形成で残ったレジスト層)、転写で残ったレジスト層8、炭素マスク層3の磁気パターンのネガパターンに対応する部分を除去する工程E、炭素マスク3が除去されて露出した磁性層2の表層部をイオンミリング6により除去する工程F(7はその除去された箇所)、及び表層部が除去された磁性層に非磁性化領域を形成する工程、例えば酸素やオゾン10を暴露する工程あるいはレーザを照射する工程、次いでレジスト4および炭素マスク層3を除去する工程Gを、この順に有するものである。

【0023】

また上記の工程に加えて、磁性層の磁気パターンのネガパターンに対応する部分に非磁性化領域を形成する工程の前に、その表面を、あらかじめフッ素系ガスに暴露するのが好ましい。さらに、レジストおよび炭素マスク層を除去する工程の後に、Ar等の不活性ガス11を照射して磁性層の表層部をわずかに除去する工程H、その上に保護膜層9を形成する工程Iを設けるのが好ましい。

本発明で使用する非磁性基板1としては、Alを主成分とした例えばAl-Mg合金等のAl合金基板や、通常のソーダガラス、アルミノシリケート系ガラス、結晶化ガラス類シリコン、チタン、セラミックス、各種樹脂からなる基板など、非磁性基板であれば任意のものを用いることができる。中でもAl合金基板や結晶化ガラス等のガラス製基板またはシリコン基板を用いることが好ましい。またこれら基板の平均表面粗さ(Ra)は、1nm以下、さらには0.5nm以下であることが好ましく、中でも0.1nm以下であることが好ましい。

【0024】

上記のような非磁性基板の表面に形成する磁性層は、面内磁性層でも垂直磁性層でもかまわないが、より高い記録密度を実現するためには垂直磁性層が好ましい。これら磁性層は主としてCoを主成分とする合金から形成するのが好ましい。

例えば、面内磁気記録媒体用の磁性層としては、非磁性のCrMo下地層と強磁性のCoCrPtTa磁性層からなる積層構造が利用できる。

垂直磁気記録媒体用の磁性層としては、例えば軟磁性のFeCo合金(FeCoB、FeCoSiB、FeCoZr、FeCoZrB、FeCoZrBCuなど)、FeTa合金(FeTaN、FeTaCなど)、Co合金(CoTaZr、CoZrNB、CoBなど)等からなる裏打ち層と、Pt、Pd、NiCr、NiFeCrなどの配向制御膜と、必要によりRu等の中間膜、及び60Co-15Cr-15Pt合金や70Co-5Cr-15Pt-10SiO₂合金からなるグラニューラ構造の磁性層を積層したものを利用することができる。

【0025】

本発明では、磁性層として特に、グラニューラ構造の磁性層を用いるのが、非磁性化領域を形成する際の反応性を高める上で好ましい。グラニューラ構造の磁性層とは、磁性粒子の周囲を酸化物が覆った構造を有する磁性層である。酸化物には上記のSiO₂の他Ti酸化物、W酸化物、Cr酸化物、Co酸化物、Ta酸化物、Ru酸化物などが用いられる。

磁性層の厚さは、3nm以上20nm以下、好ましくは5nm以上15nm以下とする。磁性層は使用する磁性合金の種類と積層構造に合わせて、十分なヘッド出入力が得られるように形成すればよい。磁性層の膜厚は再生の際に一定以上の出力を得るにはある程度以上の磁性層膜厚が必要であり、一方で記録再生特性を表す諸パラメータは出力の上昇とともに劣化するのが通例であるため、最適な膜厚に設定する必要がある。

通常、磁性層はスパッタ法により薄膜として形成する。

【0026】

本製造工程では、磁性層の表面に炭素マスク層を形成している。炭素は、酸素ガスを用いたドライエッチング(反応性イオンエッチングまたは反応性イオンミリング)が容易であるため、図3の工程Gにおいて、残留物を減らし、磁気記録媒体表面の汚染を減少させ

10

20

30

40

50

ることができる。炭素膜はスパッタリング法、またはCVD法により成膜することができるが、CVD法を用いた方がより緻密性の高い炭素膜を成膜することができる。

炭素マスク層の膜厚は5nm~40nmの範囲内とするのが好ましく、より好ましくは10nm~30nmの範囲内とする。炭素マスク層の膜厚が5nmより薄いと、マスク層のエッジ部分がだれて磁気パターンの形成特性が悪化する。また、レジスト層、マスク層を透過したイオンが磁性層に侵入して、磁性層の磁気特性を悪化させる。一方、炭素マスク層が40nmより厚くなると、炭素マスク層のエッチング時間が長くなり生産性が低下する。また、炭素マスク層をエッチングする際の残渣が磁性層表面に残留しやすくなる。

【0027】

次に炭素マスク層の上に、レジスト層を形成し、このレジスト層に磁気パターンのネガパターンを形成する。レジスト層にネガパターンを形成する方法は、通常の写真リソグラフィ技術を用いることができるが、レジスト層にスタンプを用いて、磁気パターンのネガパターンを転写する方法を用いるのが作業効率の点から好ましい。

本製造工程では、図5の工程Dで示した、レジスト層4に磁気パターンのネガパターン形成後の、レジスト層4の凹部に残ったレジスト層8の厚さを、0~20nmの範囲内とするのが好ましい。レジスト層4の凹部に残った厚さをこの範囲とすることにより、図3の工程Eで示した炭素マスク層3および磁性層のエッチング工程において、マスク層3のエッジの部分のダレを無くし、マスク層のミリングイオンに対する遮蔽性を向上させ、また、マスク層による磁気パターン形成特性を向上させることができる。

【0028】

本製造工程では、図5の工程Cのレジスト層4に用いる材料を、放射線照射により硬化性を有する材料とし、レジスト層4にスタンプ5を用いてパターンを転写する工程に際して、または、パターン転写工程の後に、レジスト層4に放射線を照射するのが好ましい。このような製造方法を用いることにより、レジスト層4に、スタンプ5の形状を精度良く転写することが可能となり、図5の工程Eで示したマスク層3のエッチング工程において、マスク層3のエッジの部分のダレを無くし、マスク層のミリングイオンに対する遮蔽性を向上させ、また、マスク層による磁気パターン形成特性を向上させることができる。本発明で用いる放射線とは、熱線、可視光線、紫外線、X線、ガンマ線等の広い概念の電磁波である。また、放射線照射により硬化性を有する材料とは、例えば、熱線に対しては熱硬化樹脂、紫外線に対しては紫外線硬化樹脂である。

【0029】

本製造工程では、レジスト層4にスタンプ5を用いてパターンを転写する工程に際して、レジスト層の流動性が高い状態で、レジスト層にスタンプを押圧し、その押圧した状態で、レジスト層に放射線を照射することによりレジスト層を硬化させ、その後、スタンプをレジスト層から離すことにより、スタンプの形状を精度良く、レジスト層に転写することが可能となる。レジスト層にスタンプを押圧した状態で、レジスト層に放射線を照射する方法としては、スタンプの反対側、すなわち基板側から放射線を照射する方法、スタンプの材料として放射線を透過できる物質を選択し、スタンプ側から放射線を照射する方法、スタンプの側面から放射線を照射する方法、熱線のように固体に対して伝導性の高い放射線を用いて、スタンプ材料または基板からの熱伝導により放射線を照射する方法を用いることができる。この中で特に、レジスト材としてノボラック系樹脂、アクリル酸エステル類、脂環式エポキシ類等の紫外線硬化樹脂を用い、スタンプ材料として紫外線に対して透過性の高いガラスもしくは樹脂を用いるのが好ましい。

【0030】

本製造工程では、レジスト材として、特に、SiO₂系レジストを用いるのが好ましい。SiO₂系レジストは酸素ガスを用いたドライエッチングに対して耐性が高く、よって炭素マスク層にイオンミリングを用いて磁気パターンのネガパターンを形成するに際して像のぼけを低減することができる。すなわち、炭素マスク層は酸素ガスを用いたドライエッチングによって容易に加工が可能であり、一方で、SiO₂系レジストは酸素ガスを用いたドライエッチングに対して耐性が高いため、ドライエッチングにより炭素マスク層を

10

20

30

40

50

垂直に切り立った形状に加工することが可能となり、シャープな形状の磁気パターンを製造することができる。

【0031】

炭素マスクを除去し、またその前にネガパターン形成後凹部にレジストが残っている場合(図5の工程Dに示す符号8)、そのレジストを除去する(工程E)。炭素マスク及びレジストの除去には反応性イオンエッチング、イオンミリングなどのドライエッチングの手法が用いられる。

本発明では、磁性層で炭素マスク及びレジストに覆われていない箇所を前記のような方法で非磁性化する工程を設けるが、その工程の前に、該箇所の磁性層を除去する工程を設ける。除去は好ましくは磁性層の表層部(図3の工程Fのd)を0.1nm~15nmの範囲内で行う。磁性層の表層部は、その上に積層した炭素マスク層や、大気の影響によって変質している場合があり、そのような変質層があると、磁性層の非磁性化反応が効果的に作用しない場合がある。磁性層の除去は、例えば炭素マスク層をイオンミリング、または、反応性イオンエッチングなどでドライエッチングした後に、引き続き、磁性層をイオンミリングにてドライエッチングする。このような方法を採用することにより、残された磁性層のエッジ部を垂直に形成することが可能となる。これは、磁性層の上の炭素マスク層が垂直に切り立った形状であるため、その下の磁性層も同様の形状となるからである。このような工程を採用することにより、フリッジ特性の優れた磁性層を形成することができる。

【0032】

本製造工程では、前述のように、炭素マスクの反応性イオンエッチングを、酸素ガスを用いて行うのが好ましい。また、磁性層のイオンミリングを、アルゴン、窒素等の不活性ガスを用いて行うことが好ましい。すなわち、炭素マスク層のミリングイオンと磁性層のミリングイオンとを、それぞれ最適なものに変えるのが好ましい。

また、磁性層で炭素マスク及びレジストに覆われていない箇所を非磁性化処理する前に、その表面をフッ素系ガスに暴露するのが好ましい。このような処理を行うことにより、磁性層表面の反応性を高め、非磁性化反応をより効率的に実現することが可能となる。

【0033】

本発明では磁性層として、前記したようにグラニューラ構造の磁性層を用いるのが好ましい。グラニューラ構造の磁性層とは、磁性粒子の周囲を酸化物が覆った構造を有する磁性層であり、磁性結晶が非磁性相で分離されているため、磁性粒間の磁氣的相互作用が微弱であり、かつ、磁性結晶粒が微細であるので極めて低ノイズの磁性層を形成できる特徴を有する。このような磁性層を酸素やオゾンで非磁性化処理した場合、粒界に存在する酸化物層を、選択的にフッ素系ガスを用いた反応性イオンエッチング装置などでの処理によりエッチングでき、磁性層中のCoなどの金属と酸素やオゾンとの酸化反応が促進でき、より効率よく磁性層の磁気特性を変化させることができる。

また本発明において、磁性層としてグラニューラ構造とその上の非グラニューラ構造の2層構造とすることができる。

【0034】

本発明の磁気記録媒体は、記録密度を高めるため、磁氣的パターンを有する磁性層の磁性部幅Wは200nm以下、非磁性部幅Lは100nm以下とすることが好ましい。従ってトラックピッチP(=W+L)は300nm以下の範囲で、データ領域における記録密度を高めるためにはできるだけ狭くする。

本発明の、磁氣的に分離した磁気パターンとは、磁性層が磁気記録媒体の表面側から見て分離されていれば、磁性層の底部において分離されていなくとも、本発明の目的を達成することが可能であり、本発明の、磁氣的に分離した磁気パターンの概念に含まれる。さらに、本発明の磁気パターンとは、磁気パターンが1ビットごとに一定の規則性をもって配置された、いわゆるビットパターン方式によるものや、磁気パターンが、トラック状に配置された、いわゆるディスクリット方式によるものや、前述のように、サーボ情報信号パターンや、バースト信号パターン等を含んでいる。

【 0 0 3 5 】

この中で本発明は、磁氣的に分離した磁気パターンが、磁気記録トラック及びサーボ信号パターンである、いわゆる、ディスクリット方式磁気記録媒体に適用するのが、その製造における簡便性から好ましい。

本発明の磁気記録媒体を製造する場合、磁性層を部分的に非磁性化処理した後、磁性層の上に設けられているレジスト層および炭素マスク層を除去する工程を設ける。本発明の、レジスト層およびマスク層の除去に際しては、ドライエッチング、反応性イオンエッチング、イオンミリングなどの手法を用いるのが好ましい。

【 0 0 3 6 】

本発明の磁気記録媒体を製造する場合、磁性層の表面でオゾン等により非磁性化処理された最表面層を除去する目的でArなどの不活性ガスでその表層部を1~2nmの範囲内でエッチングする工程を設けるのが好ましい。この領域においては磁性層の表面が粗面化している場合があるからである。

本発明では、レジスト層および炭素マスク層を除去した後の磁性層（磁性領域および非磁性材料を埋め込んだ領域、または非磁性材料を埋め込まない凹部の領域。）の表面に保護膜層9を形成する。保護膜層としては、炭素（C）、水素化炭素（ H_xC ）、窒素化炭素（CN）、アルモファスカーボン、炭化珪素（SiC）等の炭素質層や SiO_2 、 Zr_2O_3 、TiNなど、通常用いられる保護膜層材料を用いることができる。また、保護膜層が2層以上の層から構成されていてもよい。

【 0 0 3 7 】

保護膜層9の膜厚は10nm以下とする必要がある。保護膜層の膜厚が10nmを越えるとヘッドと磁性層との距離が大きくなり、十分な出入力信号の強さが得られなくなるからである。通常、保護膜層はスパッタ法もしくはCVD法により形成される。

保護膜の上には潤滑層を形成することが好ましい。潤滑層に用いる潤滑剤としては、フッ素系潤滑剤、炭化水素系潤滑剤及びこれらの混合物等が挙げられ、通常1~4nmの厚さで潤滑層を形成する。

【 0 0 3 8 】

次に、本発明の磁気記録再生装置の構成を図6に示す。本発明の磁気記録再生装置は、上述の本発明の磁気記録媒体30と、これを記録方向に駆動する媒体駆動部34と、記録部と再生部からなる磁気ヘッド31と、磁気ヘッド31を磁気記録媒体30に対して相対運動させるヘッド駆動部33と、磁気ヘッド31への信号入力と磁気ヘッド31からの出力信号再生を行うための記録再生信号処理手段を組み合わせた記録再生信号系32とを具備したものである。これらを組み合わせることにより記録密度の高い磁気記録装置を構成することが可能となる。磁気記録媒体の記録トラックを磁氣的に不連続に加工したことによって、従来はトラックエッジ部の磁化遷移領域の影響を排除するために再生ヘッド幅を記録ヘッド幅よりも狭くして対応していたものを、両者をほぼ同じ幅にして動作させることができる。これにより十分な再生出力と高いSNRを得ることができるようになる。

【 0 0 3 9 】

さらに上述の磁気ヘッドの再生部をGMRヘッドあるいはTMRヘッドで構成することにより、高記録密度においても十分な信号強度を得ることができ、高記録密度を持った磁気記録装置を実現することができる。またこの磁気ヘッドの浮上量を $0.005\mu m \sim 0.020\mu m$ と従来より低い高さで浮上させると、出力が向上して高い装置SNRが得られ、大容量で高信頼性の磁気記録装置を提供することができる。また、最尤復号法による信号処理回路を組み合わせるとさらに記録密度を向上でき、例えば、トラック密度100kトラック/インチ以上、線記録密度1000kビット/インチ以上、1平方インチ当たり100Gビット以上の記録密度で記録・再生する場合にも十分なSNRが得られる。

【実施例】

【 0 0 4 0 】

(実施例1~11、比較例1~6)

HD用ガラス基板をセットした真空チャンバをあらかじめ $1.0 \times 10^{-5} Pa$ 以下に真

10

20

30

40

50

空排気した。ここで使用したガラス基板は $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{MgO} - \text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Sb}_2\text{O}_3 - \text{ZnO}$ を構成成分とする結晶化ガラスを材質とし、外径 65 mm、内径 20 mm、平均表面粗さ (Ra) は 2 オングストロームである。

該ガラス基板に DC スパッタリング法を用いて、軟磁性層として 60 Fe 30 Co 10 B、中間層として Ru、グラニューラ構造の磁性層として 70 Co - 5 Cr - 15 Pt - 10 SiO₂ 合金、P - CVD 法を用いて炭素マスク層の順に薄膜を積層した。それぞれの層の膜厚は、60 Fe 30 Co 10 B 軟磁性層は 60 nm、Ru 中間層は 10 nm、磁性層は 15 nm、炭素マスク層は 30 nm とした。その上に、SiO₂ レジストをスピコート法により塗布した。膜厚は 100 nm とした。

【0041】

その上に、磁気パターンのネガパターンを有するガラス製のスタンプを用いて、スタンプを 1 MPa (約 8.8 kgf/cm²) の圧力で、レジスト層に押圧した。その後、スタンプをレジスト層から分離し、レジスト層に磁気パターンを転写した。レジスト層に転写した磁気パターンは、データ領域はレジストの凸部が幅 120 nm の円周状とし、レジストの凹部が幅は変化させ、データ領域における凹部の比率が 5% ~ 80% の範囲内となるようにした。またデータ領域の間には、20 μm の幅のサーボ情報領域を形成した。サーボ情報領域の磁気パターンは、凸部の幅を 120 nm とし、パターン形状を変えることにより、凹部の比率を 10% ~ 50% の範囲内で変化させた。実施例、比較例における、サーボ情報領域の凹部の面積比率、データ領域の凹部の面積比率、その差分を表 1 に示す。なお、レジスト層の層厚は 80 nm、レジスト層の凹部(底部)の厚さは約 5 nm であった。また、レジスト層凹部の基板面に対する角度は、ほぼ 90 度であった。

まず、凹部に残っていたレジスト層は CF₄ を用い、0.5 Pa・40 s c c m でプラズマ電力 200 W、バイアス 20 W、エッチング時間 10 秒で除去した。

その後、レジスト層の凹部の箇所について、炭素マスク層をドライエッチングで、磁性層の表層部をイオンエッチングで除去した。ドライエッチング条件は、炭素マスク層については O₂ ガスを 40 s c c m、圧力 0.3 Pa、高周波プラズマ電力 300 W、DC バイアス 30 W、エッチング時 30 秒とした。

【0042】

また、磁性層は、N₂ ガスを 10 s c c m、圧力 0.1 Pa、加速電圧 300 V でエッチング時間を 5 秒とした。磁性層の凹部の深さ(図 1 の d) は約 1 nm であった。

その後、磁性層で炭素マスク層に覆われていない箇所をオゾンガスに暴露した。オゾンガスの暴露は、チャンバ内にオゾンガスを 40 s c c m で流し、1 Pa、10 秒、基板温度 150 の条件にて行った。

その後、磁気記録媒体表面の炭素マスク層およびレジスト層をドライエッチングにより除去した。その後、イオンミリング装置にて Ar 10 s c c m、0.5 Pa、5 秒の条件にて磁性層の表面を約 1 ~ 2 nm の範囲でエッチングし、CVD 法によりカーボン保護膜 5 nm を成膜し、最後にフッ素系潤滑膜 2 nm を塗布し、磁気記録媒体の製造を完了した。

【0043】

製造した磁気記録媒体を高速で回転させ、幅 300 μm、長さ 500 μm のヘッドスライダの浮上特性を調べた。浮上特性評価は、磁気記録媒体とヘッドスライダとが接触する限界高さを測定することにより行った。評価結果を表 1 に示す。

【表 1】

	凹部占有面積(%)			浮上限界高さ (nm)
	サーボ部	データ部	差分	
実施例1	50	60	-10	7
実施例2	50	55	-5	6
実施例3	50	50	0	5.1
実施例4	50	45	5	6.2
実施例5	50	40	10	7.1
実施例6	30	40	-10	6.2
実施例7	30	30	0	4.7
実施例8	30	20	10	6.4
実施例9	10	17.5	-7.5	6.3
実施例10	10	10	0	4.8
実施例11	10	5	5	5.7
比較例1	50	80	-30	11.4
比較例2	50	70	-20	9.7
比較例3	50	30	20	9.8
比較例4	50	20	30	10.3
比較例5	30	50	-20	9.5
比較例6	30	10	20	9.9

10

20

表 1 から明らかなように、データ領域における凹部の面積比率とサーボ情報領域における凹部の面積比率との差を、プラスマイナス 10%以内とすることによりヘッドスライダの浮上限界高さを飛躍的に下げることが可能となった。

【産業上の利用可能性】

【0044】

本発明によれば、表面に凹凸形状の磁気パターンを有する磁気記録媒体において、ヘッド浮上の安定性を確保でき、これによりヘッドの浮上高さを下げることが可能となるため、高記録密度特性に優れた磁気記録媒体を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0045】

【図 1】本発明による磁気記録媒体のサーボ情報領域およびデータ領域のパターンを示す図である。

【図 2】磁気記録再生装置に用いられるヘッドジンバルアセンブリの模式図である。

【図 3】磁気記録媒体上におけるヘッドスライダの浮上形態を示す模式図である。

【図 4】本発明による磁気記録媒体の基板と磁性層の一実施形態の断面構造を示す図である。

【図 5】本発明の磁気記録媒体の製造方法における製造工程の一例を示す図である。

【図 6】本発明の磁気記録再生装置の構成を説明する図である。

【符号の説明】

40

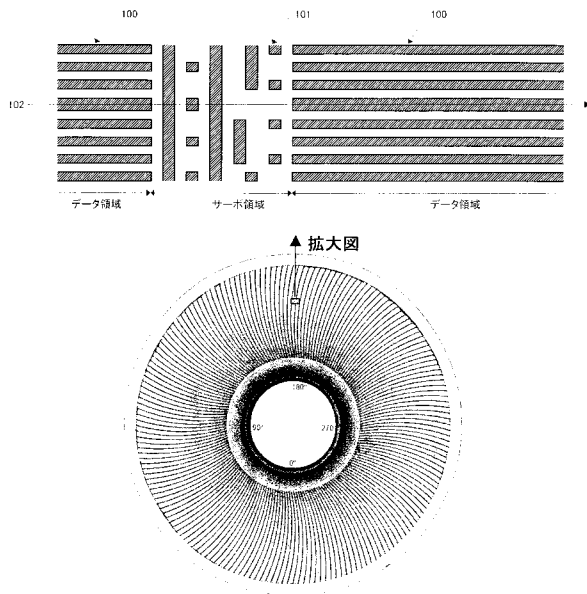
【0046】

- W 磁気パターンにおける磁性部幅
- L 磁気パターンにおける非磁性部幅
- 1 非磁性基板
- 2 磁性層
- 2 1 非磁性領域
- 2 2 凹部
- 2 3 凸部
- 3 炭素マスク層
- 4 レジスト層

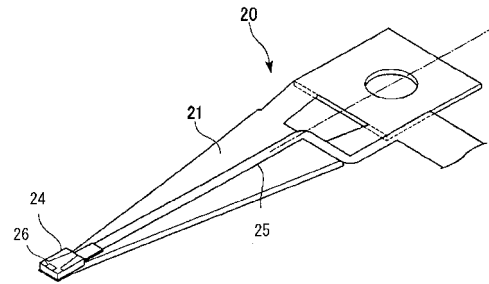
50

5	スタンプ	
6	イオンミリング	
7	磁性層で部分的に除去した箇所	
8	転写後に残ったレジスト層	
9	保護膜	
10	酸素等	
11	アルゴン	
d	磁性層の除去した深さ	
20	ヘッドジンバルアセンブリ	
21	サスペンションアーム	10
22	凹部	
23	凸部	
24	ヘッドスライダ	
25	信号線	
26	磁気ヘッド	
30	磁気記録媒体	
31	磁気ヘッド	
32	記録再生信号系	
33	ヘッド駆動部	
34	媒体駆動部	20
100	データ領域	
101	サーボ領域	
102	ヘッドの移動方向	

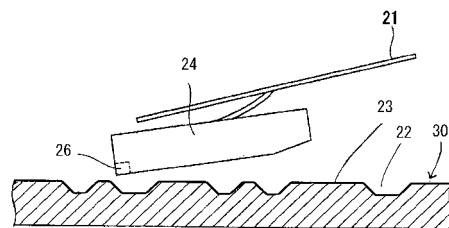
【図1】



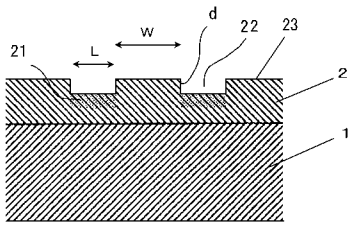
【図2】



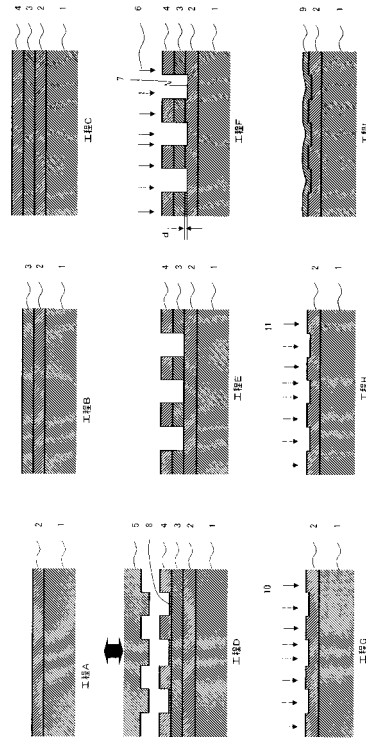
【図3】



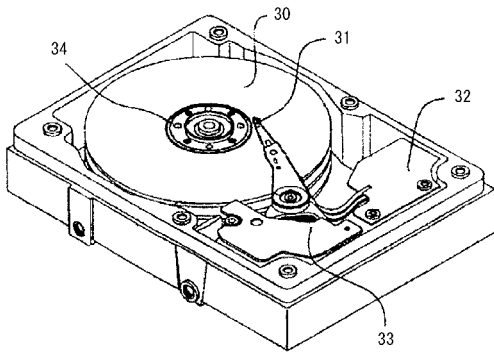
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005 - 276275 (JP, A)
特開平9 - 204649 (JP, A)
特開平9 - 204652 (JP, A)
特開平11 - 161944 (JP, A)
特開2006 - 179128 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B 5/62 - 5/84