(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4922976号
(P4922976)
(45)発行日　平成24年4月25日(2012.4.25)　(24)登録日　平成24年2月10日(2012.2.10)

(51)Int.Cl.			F I	
G11B	5/851	(2006.01)	G11B	5/851
G11B	5/66	(2006.01)	G11B	5/66
G11B	5/65	(2006.01)	G11B	5/65
G11B	5/738	(2006.01)	G11B	5/738
H01F	10/30	(2006.01)	H01F	10/30

請求項の数 1　(全 9 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2008-80738(P2008-80738)
(22)出願日　平成20年3月26日(2008.3.26)
(65)公開番号　特開2009-238275(P2009-238275A)
(43)公開日　平成21年10月15日(2009.10.15)
審査請求日　平成22年12月13日(2010.12.13)

(73)特許権者　000002004
昭和電工株式会社
東京都港区芝大門１丁目１３番９号
(74)代理人　100070150
弁理士　伊東　忠彦
(72)発明者　田口　潤
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　栗田　亮
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

審査官　中野　和彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】磁気記録媒体の製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
基板上に、軟磁性裏打ち層、中間層、垂直磁気異方性を有する第１記録層、ルテニウムのみからなる交換結合力制御層、及び垂直磁気異方性を有する第２記録層を順次積層形成する磁気記録媒体の製造方法であって、
前記交換結合力制御層を形成するときのアルゴンガスのガス圧を、２Ｐａ以上5Ｐａ以下に設定する磁気記録媒体の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は磁気記録媒体の製造方法に係り、特に垂直磁気記録に適した磁気記録媒体の製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
情報化社会の進展と共に、情報記録装置の中心的役割を担う磁気記録装置では、内蔵される磁気記録媒体に対して更なる高記録密度が求められている。例えば、ハードディスクドライブ(Hard Disk Drive: HDD)では、ハードディスクの記録密度が年率で５０％以上というスピードで向上している。このような高記録密度を実現するには、記録層の磁化が面内方向に向いた面内記録媒体よりも、その磁化が垂直方向に向いた垂直磁気記録媒体が有利であると考えられている。垂直磁気記録媒体では、記録層の隣接するビットの磁化同士

が反平行となって互いに強め合うため、高記録密度化を実現し易い。
【０００３】
但し、記録密度が高くなると、１ビットの磁気情報を担う磁区ドメインの面積が減少し、その磁区ドメインにおける磁化の強さが弱くなるので、磁化が熱によって反転して磁気情報が消失する「熱揺らぎ」の問題が顕著となる。熱揺らぎ対策として、磁気異方性エネルギが大きい材料を用いることが考えられるが、一方で磁気異方性エネルギが大きいと、磁気記録情報を書き込むための記録磁界も大きくなるため、記録層の書き込み容易性が低減してしまう。
【０００４】
このように、記録層の熱揺らぎ耐性と書き込み容易性とは互いにトレードオフの関係にあり、これらをいかにして両立させるかが垂直磁気記録媒体の開発に重要となっている。
【０００５】
それらの両立を図るため、特許文献１では、いわゆるECC(Exchange Coupled Composite)磁気記録媒体が提案されている。このECC磁気記録媒体は、磁化容易軸が基板に対して垂直と面内、若しくは互いに斜め方向にある二層の記録層を積層し、それらの間に非磁性若しくは高飽和磁性の交換結合力制御層（中間層）を挿入することで、各記録層間の交換結合エネルギを制御して、記録磁界の低減を行う媒体である。特許文献１では、非磁性の交換結合力制御層としてＲｕ（ルテニウム）層が開示され、高飽和磁性の交換結合力制御層としてＣｏ（コバルト）層が開示されている。特に、交換結合力制御層材料としては、記録層と格子整合性の良いＲｕを用いることが好ましい。
【特許文献１】特開２００５－５６５５５号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
しかしながら、非磁性の交換結合力制御層としてルテニウムのみを用いた場合、交換結合力制御層が厚すぎると上下の記録層の交換結合エネルギが小さくなってしまい、記録磁界によって一方の記録層の磁化が反転しても他方の記録層の磁化が反転せず、磁気情報を書き込むために記録磁界を強めなければならなくなってしまう。そのため、ECC磁気記録媒体において非磁性の交換結合力制御層を形成する場合は、交換結合力制御層の厚さを0.2nm以下程度にまで薄くする必要がある。しかしながら、交換結合力制御層の膜厚を制御してこのように極薄とするのは非常に難しく、磁気記録媒体の量産性に問題を抱えていた。
【０００７】
本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、交換結合力制御層材料としてルテニウムのみからなる層を用いても量産性の向上を図りうる磁気記録媒体の製造方法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】
【０００８】
上記の課題は、本発明の第１の観点からは、
基板上に、軟磁性裏打ち層、中間層、垂直磁気異方性を有する第１記録層、ルテニウムのみからなる交換結合力制御層、及び垂直磁気異方性を有する第２記録層を順次積層形成する磁気記録媒体の製造方法であって、
前記交換結合力制御層を形成するときのアルゴンガスのガス圧を、２Ｐａ以上5Ｐａ以下に設定する磁気記録媒体の製造方法により解決することができる。
【００１３】
また上記の課題は、本発明の第４の観点からは、請求項４乃至７のいずれか一項に記載された磁気記録媒体と、該磁気記録媒体に対向して設けられた磁気ヘッドとを有することを特徴とする磁気記録装置により解決することができる。
【発明の効果】
【００１４】

本発明によれば、交換結合力制御層を厚く形成しても記録層の交換結合エネルギを高く維持できるため、垂直磁気記録特性の向上及び量産性の向上を共に図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１５】

次に、本発明を実施するための最良の形態について図面と共に説明する。

【００１６】

図１は、本発明の一実施形態であるＥＣＣ構造を有する垂直磁気記録媒体１０の基本構成を示す概略断面図である。同図に示すように、ＥＣＣ構造を有する垂直磁気記録媒体１０は、基板１の上に、軟磁性裏打ち層２、非磁性中間層３、磁気記録層９、保護層７を積層した構成を有する。

【００１７】

基板１は、ガラス、アルミニウム、Ｓｉ等の非磁性材料で形成された非磁性基板である。この上部に積層される軟磁性裏打ち層２は、高透磁率で非晶質であるＦｅＣｏ合金を使用した。この軟磁性裏打ち層２は、非磁性層を含む複数層を積層した構成としてもよい。例えば、ＦｅＣｏＢ層、Ｒｕ層、ＦｅＣｏＢ層の各層を積層した構成とすることもできる。

【００１８】

非磁性中間層３は、磁気記録層９の磁化容易軸の面直配向を促すことにより結晶性の向上を図るための層であり、単層又は複数層で形成される。本実施形態では、磁性記録層９と格子整合性が良好であるルテニウム（Ｒｕ）を使用した。しかしながら、非磁性中間層３として、例えば、アモルファスＴａ層、ＮｉＦｅＣｒ層、Ｒｕ層の積層、ＮｉＦｅＣｒ層、Ｒｕ層の積層等で形成することも可能である。

【００１９】

磁気記録層９は、第１及び第２記録磁性層４，６を交換結合力制御層５で結合した構成を有する。第１記録磁性層４は、高い磁気異方性（高Ｈｋ）を有する磁性層であり、ＣｏＣｒＰｔ合金にSiO_2を添加したグラニュラ材料を用い、Ｐｔ組成量を２０ａｔ％以上とすることで高Ｈｋとした。また、第２記録磁性層６は、第１記録磁性層４に比べて低い磁気異方性（低Ｈｋ）を有する磁性層であり、ＣｏＣｒＰｔ合金にSiO_2を添加したグラニュラ材料を用い、Ｐｔ組成量を１５ａｔ％以上とすることで第１記録磁性層４よりは磁気異方性（Ｈｋ）が低くなるよう構成している。

【００２０】

尚、本実施形態では下層を第１記録磁性層４とし、その上部に交換結合力制御層５を介して第２記録磁性層６を積層した構成としているが、低Ｈｋの記録磁性層を下層とし、高Ｈｋの録磁性層をその上部に交換結合力制御層５を介して積層する構成とすることも可能である。

【００２１】

交換結合力制御層５は良好なＥＣＣ構造を実現するための層であり、本実施形態では交換結合力制御層５としてルテニウムのみ（純Ｒｕ）を用いた。後述するように、この交換結合力制御層５は、一般的に用いられるプロセスガス圧よりも高ガス圧を用いて形成されている。

【００２２】

保護層７は例えばDLC(Diamond Like Carbon)層を用いることができ、またこの保護層上に潤滑剤を塗布してもよい。

【００２３】

次に、本実施形態に係る磁気記録媒体１０の製造手順について説明する。

【００２４】

磁気記録媒体１０を製造するには、先ずガラス基板等の非磁性基材１の上に、軟磁性裏打ち層２としてスパッタ法によりＣｏＮｂＺｒ層を５０～１００nm、より好ましくは５０nmの厚さに形成する。このスパッタ法では、基板温度が室温に維持されると共に、プロセスガス（スパッタガス）としてＡｒガスを使用し、また成膜圧力は約0.5Ｐａとした。

【００２５】
尚、基材１はガラス基板に限定されるものではなく、Ａｌ合金基材、表面に熱酸化膜が形成されたシリコン基板、或いはプラスチック基板を適用することも可能である。更に、軟磁性裏打ち層２は単層構造に限定されず、Ｒｕ層等の非磁性層で軟磁性裏打ち層２を分離し、分離された各軟磁性層同士を反強磁性的に結合させ、スパイクノイズの原因となる漏洩磁界が軟磁性裏打ち層２から出ないようにしてもよい。
【００２６】
次いで、プロセスガスとしてＡｒガスを使用するスパッタ法により、成膜圧力を0.5Ｐａとする条件で軟磁性裏打ち層２の上にＲｕ層を２０～３０nmの厚さに形成し、それを非磁性中間層３とする。この非磁性裏打ち層３を形成する際、基板温度は室温に維持される。
【００２７】
次に、酸化シリコン（SiO_2）中にＣｏＣｒＰｔ粒子を分散させてなるグラニュラ構造のＣｏＣｒＰｔ・SiO_2層をスパッタ法で厚さ約１０nmに形成し、それを第１記録磁性層４とする。この際、上記のようにＰｔ組成量を２０ａｔ％以上とすることで、形成される第１記録磁性層４の高Ｈｋ化を図っている。尚、この第１記録磁性層４の成膜条件は特に限定されないが、本実施形態ではプロセスガスとしてＡｒガスを使用し、成膜圧力を０．５Ｐａとする。
【００２８】
ここで、第１記録磁性層４の下層であるＲｕよりなる非磁性中間層３は、その結晶構造がｈｃｐ(hexagonal close-peaked)であり、第１記録磁性層４中のＣｏＣｒＰｔ粒子の配向を垂直方向に揃えるように機能する。その結果、ＣｏＣｒＰｔ粒子は、非磁性中間層３と同じように垂直方向に延びたｈｃｐ構造の結晶構造となると共に、ｈｃｐ構造の六角柱の高さ方向が磁化容易軸になり、第１記録磁性層４が垂直磁気異方性を呈するようになる。
【００２９】
尚、第１記録磁性層４は、垂直磁気異方性を呈するのであればグラニュラ構造に限定されない。例えば、垂直磁気異方性を呈するＣｏＣｒ系合金層を第１記録磁性層４として形成してもよい。
【００３０】
続いて、この第１記録磁性層４の上に、反強磁性材料で構成される交換結合力制御層５として純Ｒｕ層（Ｒｕのみからなる層）をスパッタ法で形成する。このＲｕのスパッタは、基板温度を室温に維持し、プロセスガスとしてＡｒガスを用いて行う。この際、本実施形態ではプロセスガスの成膜ガス圧を２Ｐａとし、一般的に用いられるプロセスガス圧（0.5Ｐａ）よりも高ガス圧とした。また、交換結合力制御層５の厚さは、本実施形態では0.2nm以上0.4nm以下に設定している。このように、本実施形態では交換結合力制御層５の膜厚を厚く設定しているため、交換結合力制御層５の成膜効率を高めることができ、よって垂直磁気記録媒体１０の量産性を高めることができる。
【００３１】
上記のように交換結合力制御層５が形成されると、続いて交換結合力制御層５の上部に第２記録磁性層６が形成される。具体的には、プロセスガスとしてＡｒガスを使用するスパッタ法により、成膜圧力を0.5Ｐａとする条件で交換結合力制御層５の上にＣｏＣｒＰｔ層を厚さ約６nmに形成し、そのＣｏＣｒＰｔ層を第２記録磁性層６とする。この際、上記のようにＰｔ組成量を１５ａｔ％以上とすることで、形成される第２記録磁性層６の磁気異方性を第１記録磁性層４に比べて低Ｈｋ化している。
【００３２】
この第２記録磁性層６は、第１記録磁性層４と同様に垂直磁気異方性を呈する。第１、第２記録層４、６は交換結合力制御層５を介して互いに強磁性結合し、各記録層４、６の間の交換結合エネルギは交換結合力制御層５によって制御し得る。尚、これ第１及び第２記録磁性層４、６の形成順序は上記した実施形態に限定されるものではなく、これらの形

成順序を上記とは逆にしてもよい。

【００３３】

次いで、C_2H_2ガスを反応ガスとするRF-CVD(Radio Frequency Chemical Vapor Deposition)法により第２記録磁性層６の上に保護層７としてDLC(Diamond Like Carbon)層を厚さ約４nmに形成する。更に、その上部に潤滑剤を塗布する構成としてもよい。以上により、本実施形態に係る磁気記録媒体１０が製造される。

【００３４】

上記した本実施形態による垂直磁気記録媒体１０の製造方法は、交換結合力制御層５を純Ｒｕ膜とすると共に、この交換結合力制御層５をスパッタ法により形成する際に、プロセスガスの成膜ガス圧を、一般的に用いられるプロセスガス圧（0.5Ｐａ）よりも高ガス圧（２Ｐａ）としたことを特徴としている。

【００３５】

本実施形態のように交換結合力制御層５の材料として純Ｒｕを用い、かつ高プロセスガス圧で成膜することにより、Ｒｕ層厚マージンの拡大できる。即ち、交換結合力制御層５の材料として純Ｒｕを用いることにより、第２記録磁性層６との格子整合性を高めることができる。

【００３６】

また、高プロセスガス圧で成膜することで交換結合力制御層５を構成するＲｕは粒状構造となる。交換結合力制御層５はＲＫＫＹ(Ruderman-Kittel-Kasuya-Yosida)相互作用と呼ばれる効果を上下磁性層間に作用させ交換結合力を制御しているが、交換結合力制御層５が粒状構造となることでその作用が弱まり、その分、作用を強めるよう交換結合力制御層５を厚くすることが可能になると考えられる。

【００３７】

同時に交換結合力制御層５自身を粒状構造とすることで、その上に積層する磁性層（本実施形態では第２記録磁性層６）もそれにならい成長するため、第２記録磁性層６が粒状構造となるか粒状構造に近づく。また、もともと第２記録磁性層６が粒状構造をとるような材料である場合は、第２記録磁性層６の粒状構造が更に促進される。その結果、第２記録磁性層６の面内での磁気結合の分離が促進されるため、第２記録磁性層６の媒体記録分解能を向上させることができる。

【００３８】

また、ここでは純Ｒｕを用いたが、記録磁性層との格子整合性が良好な範囲でＲｕを含む合金を用いても、同様の効果が期待できる。

【００３９】

次に、上記のようにして製造される本実施形態に係る垂直磁気記録媒体１０により得られる利点について、図２及び図３を用いて説明する。

【００４０】

図2は、交換結合制御層厚５を0nmから0.6nmまで変化させたときの媒体反転磁界低減効果を示している。同図では、縦軸に反転磁界の強さを示し、横軸に交換結合力制御層５の厚さを示している。

【００４１】

また、上記した製法により製造される垂直磁気記録媒体１０を実施例１とし、この実施例１と同様の媒体構成及び材料とすると共に交換結合力制御層５の成膜プロセスガスとしてＡｒを用い、成膜ガス圧のみを異ならして5Ｐａとしたものを実施例２とした。更に、実施例１と同様の媒体構成及び材料とすると共に交換結合力制御層５の成膜プロセスガスとしてＡｒを用い、成膜ガス圧一般的なプロセスガス圧である0.5Ｐａとしたものを従来例とした。図２では、この実施例１、実施例２、及び従来例を共に図示している。

【００４２】

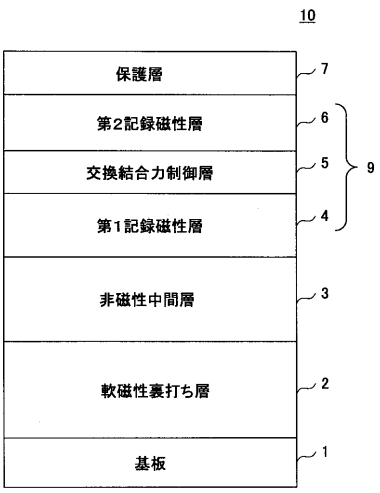
図２より、従来例では反転磁界が低減される最適層厚が約0.15nmであった。しかしながら、交換結合力制御層の最適層厚がこのように極薄である場合、垂直磁気記録媒体１０の量産性に問題があることは前述した通りである。

【００４３】
これに対し、実施例１及び実施例２では約0.30nmとなり、最適層厚を従来例に比べて約２倍程度まで増大することができた。よって、本実施形態に係る垂直磁気記録媒体１０によれば、量産性を高めることが可能となる。また、実施例２のようにプロセスガス圧を5Ｐａとしても、交換結合力制御層５の膜厚の変化は実施例１と変化がないため、少なくともプロセスガス圧を2Ｐａ以上5Ｐａ以下に設定した場合、量産性の高い膜厚（0.3nm）の交換結合力制御層５を実現することができる。
【００４４】
一方、図３はＡｒガス圧に対するＲｕ層厚マージンを示す。ここでＲｕ層厚マージンとは、反転磁界が狙いから2000eのバラツキの範囲に収まるＲｕ層の膜厚を意味する。同図より、Ａｒガス圧を0.5Ｐａから2.5Ｐａに増大させることでＲｕ層厚マージンを1.5程度まで拡大することが確認できた。よって、図３からの結果によっても、垂直磁気記録媒体１０の量産性の向上を図ることができることが実証された。
【００４５】
次に、本実施形態の磁気記録媒体１０を備えた磁気記録再生装置２０ついて説明する。図４は、磁気記録再生装置２０の平面図である。この磁気記録再生装置２０は、パーソナルコンピュータやテレビの録画装置に搭載されるハードディスク装置である。
【００４６】
この磁気記録再生装置２０では、磁気記録媒体１０が、スピンドルモータ等によって回転可能な状態でハードディスクとして筐体１７に収められる。更に、筐体１７の内部には、軸１６を中心にしてＶＣＭ１８（ボイスコイルモータ）により回転可能なキャッリッジアーム１４が設けられている。磁気ヘッド１３はキャリッジアーム１４の先端に設けられており、磁気ヘッド１３が磁気記録媒体１０の上方を走査することにより磁気記録媒体１０への磁気情報の書き込みと読み取りが行われる。
【００４７】
尚、磁気ヘッド１３の種類は特に限定されず、GMR(Giant Magneto-Resistive)素子やTuMR(Tunneling Magneto-Resistive)素子等の磁気抵抗素子で磁気ヘッドを構成してよい。また、磁気記録再生装置２０は、上記のようなハードディスク装置に限定されず、可撓性のテープ状の磁気記録媒体に対して磁気情報を記録するための装置であってもよい。
【００４８】
以上、本発明の好ましい実施例について詳述したが、本発明は上記した特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能なものである。
【図面の簡単な説明】
【００４９】
【図１】図１は、本発明の一実施形態に係る磁気記録媒体の断面図である。
【図２】図２は、交換結合制御層の膜厚と反転磁界との関係を示す図である。
【図３】図３は、Ａｒガス圧とＲｕ層厚マージンとの関係を示す図である。
【図４】図４は、本発明の一実施形態に係る磁気記録再生装置の平面図である。
【符号の説明】
【００５０】
１　基板
２　軟磁性裏打ち層
３　非磁性中間層
４　第１記録磁性層
５　交換結合力制御層
６　第２記録磁性層
７　保護層
９　磁気記録層
１０　垂直磁気記録媒体

１１　ディスク
１３　磁気ヘッド
２０　磁気記録再生装置

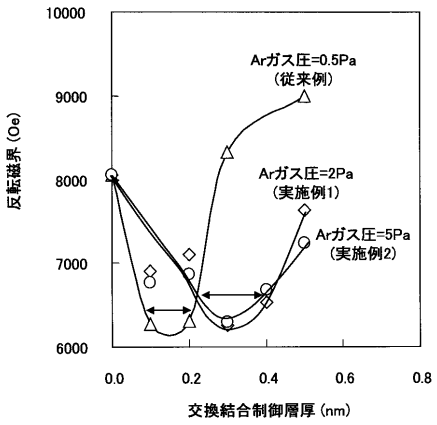
【図１】

本発明の一実施形態に係る磁気記録媒体の断面図



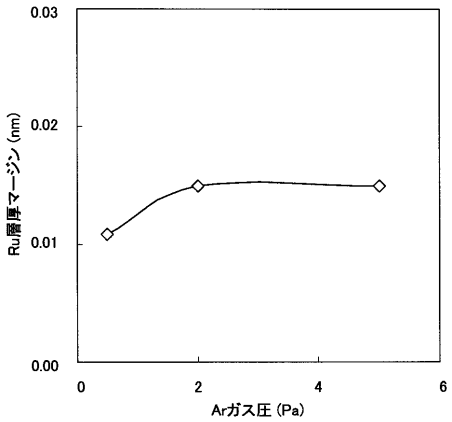
【図２】

交換結合制御層と反転磁界との関係を示す図



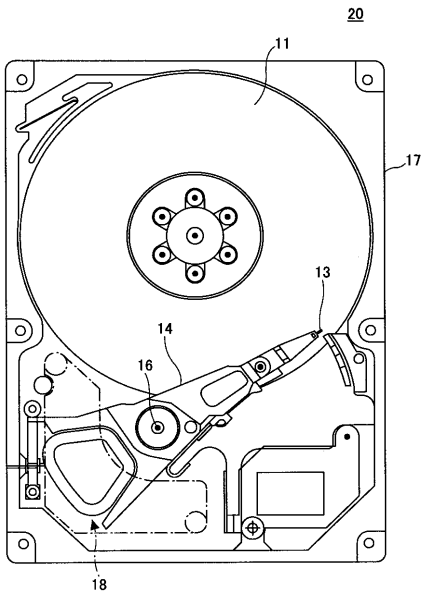
【図３】

Arガス圧と交換結合制御層の膜厚との関係を示す図



【図４】

本発明の一実施形態に係る磁気記録再生装置の平面図



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H01F 41/20 (2006.01) H01F 41/20

(56)参考文献 特開２００６－０４８９００（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－２２０１７７（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２００７／０２１２５７４（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ１１Ｂ ５／８４－５／８４８
Ｇ１１Ｂ ５／６２－５／８２
Ｈ０１Ｆ １０／３０
Ｈ０１Ｆ ４１／２０