

(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2020-35506
(P2020-35506A)

(43) 公開日 令和2年3月5日(2020.3.5)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
G 1 1 B 5/86 (2006.01) G 1 1 B 5/86 I O 1 B
 G 1 1 B 5/86 C

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2018-162816 (P2018-162816)	(71) 出願人	504203572 国立大学法人茨城大学 茨城県水戸市文京二丁目1番1号
(22) 出願日	平成30年8月31日 (2018.8.31)	(74) 代理人	100097113 弁理士 堀 城之
		(74) 代理人	100162363 弁理士 前島 幸彦
		(74) 代理人	100194146 弁理士 長谷川 明
		(74) 代理人	100194283 弁理士 村上 大勇
		(74) 代理人	100141324 弁理士 小河 卓
		(72) 発明者	小峰 啓史 茨城県日立市中成沢町四丁目12番1号 国立大学法人茨城大学 工学部内

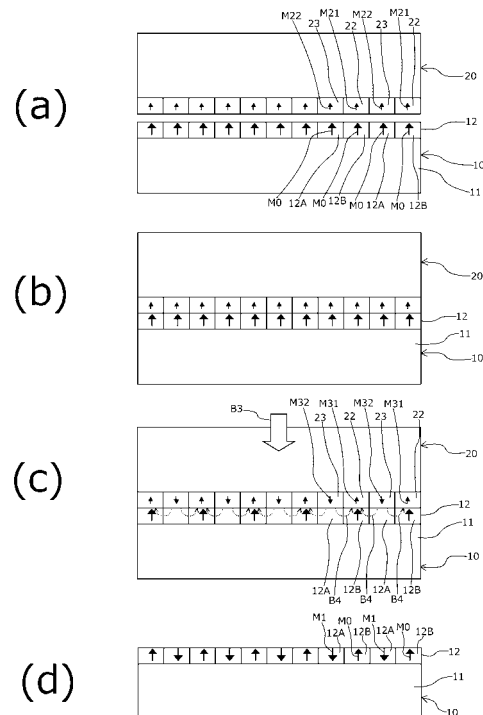
(54) 【発明の名称】 磁気パターン転写用マスター及びその製造方法、磁気パターン転写方法

(57) 【要約】

【課題】磁気パターンを磁気記録媒体に転写する際の書き込み効率を十分に高くする。

【解決手段】図4(a)に示されるように、一様の磁化が付与されたスレーブ10と、一様の向きの磁化が付与されたマスター20が準備される。次に、図4(b)に示されるように、この状態のマスター20と、スレーブ10の磁気記録層12とを密着させる。この状態で前記のようにマスター20にバイアス磁場B3を印加した場合には、第1磁性体層22の磁化は反転せず、第2磁性体層23の磁化だけが反転するため、図4(c)に示されるように、記録磁場B4が生成される。このため、バイアス磁場B3とマスター20を除去した後は、図4(d)に示されるように、非反転領域12Bにおける磁化を初期磁化M0とし、反転領域12Aにおける磁化をこれと逆向きの書き換え磁化M1とすることができる

【選択図】図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

予め設定された磁気パターンを磁気記録媒体の表面に転写するマスターとなる磁気パターン転写用マスターであって、

平板状の基板と、

第 1 の強磁性材料で構成され平面視において前記基板の表面に部分的に形成された第 1 磁性体層と、

前記第 1 の強磁性材料とは異なる第 2 の強磁性材料で構成され平面視において前記基板の表面における前記第 1 磁性体層が形成された領域以外の領域に形成され、前記第 1 磁性体層と異なる保磁力を有する第 2 磁性体層と、

を具備し、

前記第 1 磁性体層の表面と前記第 2 磁性体層の表面との高さの差が、前記第 1 磁性体層、前記第 2 磁性体層の平面視における最小パターン幅の $1/2$ 未満であることを特徴とする磁気パターン転写用マスター。

【請求項 2】

前記基板の表面において、前記第 1 磁性体層、前記第 2 磁性体層のうちの一方が隣接して形成された間を、前記第 1 磁性体層、前記第 2 磁性体層のうちの他方が充填するように形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の磁気パターン転写用マスター。

【請求項 3】

前記第 1 磁性体層の表面と前記第 2 磁性体層の表面は共通の平面上に存在することを特徴とする請求項 2 に記載の磁気パターン転写用マスター。

【請求項 4】

前記第 1 の強磁性材料、前記第 2 の強磁性材料は、それぞれ Fe 又は Co を含む合金であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載の磁気パターン転写用マスター。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 までのいずれか 1 項に記載の磁気パターン転写用マスターの製造方法であって、

前記基板上に前記第 1 磁性体層を形成する第 1 磁性体層形成工程と、

前記基板上の、平面視における前記第 1 磁性体層が形成された領域及び前記第 1 磁性体層が形成されない領域に、前記第 1 磁性体層が形成されない領域を埋め込むように、前記第 2 の強磁性体材料を成膜する第 2 成膜工程と、

前記第 1 磁性体層の上の前記第 2 の強磁性体材料を除去し、上面から見て前記第 1 磁性体層を露出させると共に、前記第 1 磁性体層が形成されない領域に前記第 2 磁性体層を形成する平坦化工程と、

を具備することを特徴とする磁気パターン転写用マスターの製造方法。

【請求項 6】

前記平坦化工程は、化学機械研磨により行われることを特徴とする請求項 5 に記載の磁気パターン転写用マスターの製造方法。

【請求項 7】

前記第 1 磁性体層形成工程において、

前記基板上に前記第 1 の強磁性材料を成膜した後に、成膜された前記第 1 の強磁性材料を部分的に除去することを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の磁気パターン転写用マスターの製造方法。

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 4 までのいずれか 1 項に記載の磁気パターン転写用マスターを用いた磁気パターン転写方法であって、

前記磁気記録媒体であるスレーブの表面の磁化を一様に前記スレーブの法線方向に沿った一方の向きにするスレーブ磁化工程と、

マスター初期化磁場を前記磁気パターン転写用マスターの法線方向に印加することによ

10

20

30

40

50

り前記磁気パターン転写用マスターの表面の磁化を一様に前記磁気パターン転写用マスターの法線方向に沿った一方の向きにするマスター磁化工程と、

前記スレーブ磁化工程後の前記スレーブの表面に、前記マスター磁化工程後の前記磁気パターン転写用マスターの表面を当接又は近接させ、前記第1磁性体層、前記第2磁性体層のうち一方の保磁力よりも大きく、かつ前記第1磁性体層、前記第2磁性体層のうち他方の保磁力よりも小さく、かつ前記マスター初期化磁場と逆向きのバイアス磁場を前記磁気パターン転写用マスターに印加する転写工程と、

を具備することを特徴とする磁気パターン転写方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、磁性記録媒体に一定のパターンを記録するために用いられる磁気パターン転写用マスター、及びその製造方法、この磁気パターン転写用マスターを用いた磁気パターン転写方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ハードディスク等の高密度の磁気記録媒体におけるデータの記録や読出しに際しては、磁気ヘッドを磁気記録媒体に近接させて制御する必要がある。記録の高密度化に伴って、この際の磁気記録媒体と磁気ヘッドの間の位置関係の制御には、高い精度が要求される。このために、磁気記録媒体の一部には、本来これが使用される際に記録されるべきデータとは別に、磁気ヘッドを適切に誘導してその位置精度を高めるために用いられる専用の信号となるサーボ信号が記録されている。通常の方法でこのサーボ信号を磁気記録媒体に記録することも不可能ではないが、特に磁気記録媒体を大量に生産する場合においては、この手法では個々の磁気記録媒体にサーボ信号を記録するために長時間を要するため、生産効率が著しく低下する。

20

【0003】

磁気記録媒体を大量生産する場合において、記録されるサーボ信号は共通であるために、このサーボ信号に対応したマスター（磁気パターン転写用マスター）を予め製造し、新たに製造された磁気記録媒体（スレーブ）にこのマスターにおけるサーボ信号に対応した記録パターンを転写することによって、サーボ信号を記録するための作業時間を大幅に短縮化できる。図8は、この場合におけるスレーブ(a)、サーボ信号(b)、マスター(c)の例を示す。図8(a)において、磁気記録媒体であるスレーブ10は、スレーブ基板11の上に強磁性体材料で構成された磁気記録層12が形成された平板状とされる。このスレーブ10に対して、法線方向の一様な磁場（スレーブ初期化磁場 B_0 ）が印加された場合、磁気記録層12はスレーブ初期化磁場 B_0 と同一の方向の初期磁化 M_0 で一様に磁化する。ここで、矢印は磁化の向きを示す。なお、図8(a)においては、便宜上磁気記録層12が面内方向において分割されて示されているが、この分割は以降の説明に対応するような仮想的なものである。また、スレーブ10は後にハードディスクとして用いられるために、磁気記録層12の表面は、磁気ヘッドと接触することがないように高い平坦性を具備する。

30

40

【0004】

図8(b)は、ここでスレーブ10に記録されるべきサーボ信号の例であり、これはスレーブ10（磁気記録層12）の表面に形成されるべき2次元の磁気記録パターンに対応する。図8(b)において、ハッチングされた領域とハッチングされない領域では磁気記録層12の表面における磁化の向きが逆転するように設定される。すなわち、例えば、図8(b)におけるハッチングされた領域の磁化は紙面手前向き、ハッチングされない領域の磁化は紙面奥向き（あるいはこの逆）となる。

【0005】

図8(c)は、このサーボ信号の一部に対応して形成されるマスター90の構造を示す斜視図である。マスター90は磁性材料で構成され、その表面には、サーボ信号の磁気記

50

録パターンに対応した凹凸が形成され、特にこの凸部は磁路となる。なお、マスター90もスレーブ10と同様の基板を具備してもよいが、ここではその記載は省略されている。ここで、例えば図8(b)中のXの範囲では、この磁気記録パターンは図中横方向(1次元)で単純なライン&スペースのパターンとなる。以下では、マスター90、スレーブ10におけるこのXの範囲に対応する部分について説明する。図8(c)では、マスター90に形成された凹凸はこのライン&スペースのパターンに対応するように形成される。マスター90における凸部90Aは、図8(b)におけるXの範囲においてハッチングされた領域、凹部90Bはハッチングされない領域に対応する。

【0006】

図9においては、図8(a)のスレーブ10に対して図8(c)のマスター90によって書き込みが行われる際の状況が、鉛直方向の断面に沿って模式的に示されている。図9(a)に示されるように、図8(a)のように初期磁化M0が一様に付与されたスレーブ10に対して、図8(c)とは上下が反転した状態で、表面の凸部90Aが磁気記録層12と当接するようにマスター90が接する。この状態で図9(b)に示されるようにスレーブ10から見て前記の初期化磁場B0とは逆向きの転写磁場B1が印加されると、転写磁場B1により凸部90Aからスレーブ10内に至る磁場(記録磁場B5)が生成され、記録磁場B5の向きは初期磁化M0とは逆向きとなる。このため、その後にマスター90を除去した後で、マスター90における凸部90Aと接する磁気記録層12側の領域(反転領域12A)では、その磁化は、初期磁化M0とは逆向きの書き換え磁化M1となる。凹部90Bを介してスレーブ10側に向かう磁場が無視できれば、凹部90Bに対応する磁気記録層12側の領域(非反転領域12B)では、磁化の反転は生じず、その磁化は初期磁化M0のままとなる。このため、磁気記録層12において、図8(b)のXの範囲に対応した磁気記録パターンが形成される。

【0007】

上記の例では、サーボ信号に対応するパターンが単純なライン&スペースのパターンである部分について説明されたが、図8(b)におけるハッチングされた領域に対応するように凸部が2次元パターンとして形成されたマスターを用いることにより、上記の手法によって図8(b)のパターンをそのままスレーブに転写することができる。

【0008】

このようなマスター90を用いてサーボ信号をスレーブ10に転写する際には、マスター90を上記のようにスレーブ10に当接させて転写磁場B1を印加するという単純な工程が用いられるため、この工程に要する時間は短い。このため、サーボ信号が記録済みである磁気記録媒体(スレーブ10)を高い生産性で得ることができる。また、サーボ信号が共通であれば、これに対応する共通のマスター90を多数の磁気記録媒体に対して繰り返し用いることができるために、マスターを製造することによる製造コストの上昇も僅かである。記録の高密度化に伴ってマスターに形成される凹凸パターンを微細化する必要があるが、このパターンは、例えば電子線リソグラフィ等を用いて容易に形成することができる。

【0009】

特許文献1、2には、このような凹凸構造を具備するマスターにおいて、特に凸部の表面の磁性体の構造を調整することによって、転写後における上記の初期磁化M0や書き換え磁化M1の絶対値を大きく保つ(磁化のコントラストを高める)ことができる技術が記載されている。これによって、書き込みエラーを低減することができ、磁気記録媒体を特に安価とすることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2009-259372号公報

【特許文献2】特開2009-295250号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、図9(b)の状態において、スレーブ10の磁気記録層12における非反転領域12B(反転領域12Aと隣接する領域)も、実際には転写磁場B1の影響を受ける。非反転領域12Bにおける磁化は本来は前記のように初期磁化M0とすべきであるが、これにより、非反転領域12Bの磁化が影響を受けることがあった。あるいは、非反転領域12Bに磁場が漏れるために、反転領域12Aにおける記録磁場B5を十分に高めることが困難となり、書き込み効率を十分に高めることは困難であった。すなわち、マスターを用いて磁気パターンを磁気記録媒体(スレーブ)に転写する際の書き込み効率を十分に高くすることが求められた。

10

【0012】

本発明は、かかる問題点に鑑みてなされたものであり、上記問題点を解決する発明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】

【0013】

本発明は、上記課題を解決すべく、以下に掲げる構成とした。

本発明の磁気パターン転写用マスターは、予め設定された磁気パターンを磁気記録媒体の表面に転写するマスターとなる磁気パターン転写用マスターであって、平板状の基板と、第1の強磁性材料で構成され平面視において前記基板の表面に部分的に形成された第1磁性体層と、前記第1の強磁性材料とは異なる第2の強磁性材料で構成され平面視において前記基板の表面における前記第1磁性体層が形成された領域以外の領域に形成され、前記第1磁性体層と異なる保磁力を有する第2磁性体層と、を具備し、前記第1磁性体層の表面と前記第2磁性体層の表面との高さの差が、前記第1磁性体層、前記第2磁性体層の平面視における最小パターン幅の1/2未満であることを特徴とする。

20

本発明の磁気パターン転写用マスターは、前記基板の表面において、前記第1磁性体層、前記第2磁性体層のうち的一方が隣接して形成された間を、前記第1磁性体層、前記第2磁性体層のうち他方が充填するように形成されたことを特徴とする。

本発明の磁気パターン転写用マスターにおいて、前記第1磁性体層の表面と前記第2磁性体層の表面は共通の平面上に存在することを特徴とする。

本発明の磁気パターン転写用マスターにおいて、前記第1の強磁性材料、前記第2の強磁性材料は、それぞれFe又はCoを含む合金であることを特徴とする。

30

本発明の磁気パターン転写用マスターの製造方法は、前記磁気パターン転写用マスターの製造方法であって、前記基板上に前記第1磁性体層を形成する第1磁性体層形成工程と、前記基板上の、平面視における前記第1磁性体層が形成された領域及び前記第1磁性体層が形成されない領域に、前記第1磁性体層が形成されない領域を埋め込むように、前記第2の強磁性体材料を成膜する第2成膜工程と、前記第1磁性体層の上の前記第2の強磁性体材料を除去し、上面から見て前記第1磁性体層を露出させると共に、前記第1磁性体層が形成されない領域に前記第2磁性体層を形成する平坦化工程と、を具備することを特徴とする。

本発明の磁気パターン転写用マスターの製造方法において、前記平坦化工程は、化学機械研磨により行われることを特徴とする。

40

本発明の磁気パターン転写用マスターの製造方法は、前記第1磁性体層形成工程において、前記基板上に前記第1の強磁性材料を成膜した後に、成膜された前記第1の強磁性材料を部分的に除去することを特徴とする。

本発明の磁気パターン転写方法は、前記磁気パターン転写用マスターを用いた磁気パターン転写方法であって、前記磁気記録媒体であるスレーブの表面の磁化を一様に前記スレーブの法線方向に沿った一方の向きにするスレーブ磁化工程と、マスター初期化磁場を前記磁気パターン転写用マスターの法線方向に印加することにより前記磁気パターン転写用マスターの表面の磁化を一様に前記磁気パターン転写用マスターの法線方向に沿った一方の向きにするマスター磁化工程と、前記スレーブ磁化工程後の前記スレーブの表面に、前

50

記マスター磁化工程後の前記磁気パターン転写用マスターの表面を当接又は近接させ、前記第1磁性体層、前記第2磁性体層のうち一方の保磁力よりも大きく、かつ前記第1磁性体層、前記第2磁性体層のうち他方の保磁力よりも小さく、かつ前記マスター初期化磁場と逆向きのバイアス磁場を前記磁気パターン転写用マスターに印加する転写工程と、を具備することを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

本発明は以上のように構成されているので、磁気パターンを磁気記録媒体に転写する際
の書き込み効率を十分に高くすることができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0015】

【図1】本発明の実施の形態に係る磁気パターン転写用マスターの構成を示す断面図である。

【図2】本発明の実施の形態に係る磁気パターン転写用マスターにおいて用いられる2種類
の磁性体材料の磁気ヒステリシス特性を示す図である。

【図3】本発明の実施の形態に係る磁気パターン転写用マスターにおけるバイアス磁場印
加の前後の磁化の状況を示す図である。

【図4】本発明の実施の形態に係る磁気パターン転写用マスターを用いたスレーブへの磁
気パターン転写方法（特に転写工程）を示す図である。

【図5】本発明の実施の形態に係る磁気パターン転写用マスターを用いた場合（実施例）
と、従来のマスターを用いた場合（比較例）における記録磁場を比較した計算結果である
。

20

【図6】本発明の実施の形態に係る磁気パターン転写用マスターの製造方法を示す工程断
面図である。

【図7】本発明の実施の形態に係る磁気パターン転写用マスターの製造方法に用いられる
平坦化工程における形態を示す図である。

【図8】従来の磁気パターン転写方法を実行する際のスレーブの構造（a）、転写される
磁気パターンの例（b）、磁気パターン転写用マスターの構造（c）を示す図である。

【図9】従来の磁気パターン転写用マスターを用いた磁気パターン転写方法を示す図であ
る。

30

【発明を実施するための形態】

【0016】

本発明の実施の形態に係る磁気パターン転写用マスターについて説明する。図1は、こ
の磁気パターン転写用マスター（マスター）20の断面図であり、これは図9（a）（b）
におけるマスター90を上下反転させた状態に対応する。また、ここでも、マスター20
における図8（b）中のXの範囲に対応する部分、すなわち、記録される磁気パターン
が単純なライン&スペースである箇所が示されている。また、このマスター20を用いて
磁気パターンが転写される磁気記録媒体（スレーブ10）は、前記のものと同様に、前記
の磁気パターンに対応するサーボ信号が書き込まれるハードディスクである。ただし、後
述するように、ハードディスク以外であっても磁気パターンが書き込まれるものであれば
スレーブ10とすることができ、ここでは、磁気パターンが記録されるものを磁気記録媒
体と呼称する。

40

【0017】

このマスター20においては、基板21の上に、第1磁性体層22、第2磁性体層23
が交互に形成され、第1磁性体層22の表面、第2磁性体層23の表面は共通の平面を構
成する。また、第1磁性体層22（第2磁性体層23）が形成されない領域は第2磁性体
層23（第1磁性体層22）で充填されているため、マスター20の表面は平坦とされる
。基板21としては、マスター20として機能させるだけの十分な面積を確保することが
でき、第1磁性体層22、第2磁性体層23をその上に形成することが可能であり充分な
機械的強度を有する非磁性の材料が用いられ、例えばガラス基板が用いられる。

50

【 0 0 1 8 】

第 1 磁性体層 2 2 は第 1 の強磁性材料、第 2 磁性体層 2 3 は第 1 の強磁性材料とは異なる第 2 の強磁性材料で構成され、両者の磁気特性は異なる。図 2 は、これらの磁気ヒステリシス特性（横軸：印加磁場、縦軸：磁化）を示す図である。ここで、第 1 磁性体層 2 2 の磁気ヒステリシス特性は実線、第 2 磁性体層 2 3 の磁気ヒステリシス特性は点線で示されている。ここで示されるように、両者の間では特に保磁力が大きく異なり、第 1 磁性体層 2 2 の保磁力は第 2 磁性体層 2 3 の保磁力よりも大きく設定される。

【 0 0 1 9 】

具体的には、第 1 の強磁性材料としては、Fe - Pt 合金や Co - Pt 合金を用いることができ、第 2 の強磁性材料としては、他の Fe 合金、Co 合金を用いることができる。これらの合金組成は、上記のような保磁力や飽和磁化等に応じて適宜設定される。

10

【 0 0 2 0 】

図 1 の状態の法線方向（図 1 における上下方向）において、第 1 磁性体層 2 2、第 2 磁性体層 2 3 の磁化を共に飽和させる程度の磁場（図 2 におけるマスター初期化磁場 B 2）を印加した場合には、第 1 磁性体層 2 2 の磁化は M 2 1、第 2 磁性体層 2 3 の磁化は M 2 2 となる。M 2 1、M 2 2 の絶対値は異なっても、その向きは等しく、図 2 においては負側となる。この場合におけるマスター 2 0 の磁化の状況は、図 3（a）に示される通りとなる。

【 0 0 2 1 】

その後、マスター初期化磁場 B 2 と逆向きであり、かつ図 2 に示されるように第 2 磁性体層 2 3 の磁化は飽和させるが第 1 磁性体層 2 2 の磁化は飽和させない強度の磁場（バイアス磁場 B 3、 $|B 2| > |B 3|$ ）を印加した場合には、第 1 磁性体層 2 2 の磁化は M 3 1、第 2 磁性体層 2 3 の磁化は M 3 2 となり、図 2 より、M 3 1 - M 2 1、M 3 2 - M 2 2 となる。すなわち、バイアス磁場 B 3 を印加することによって、図 3（b）に示されるように、第 1 磁性体層 2 2 の磁化、第 2 磁性体層 2 3 の磁化を逆向きとすることができる。これにより、図 3（b）に示される記録磁場 B 4 を生成することができる。

20

【 0 0 2 2 】

このマスター 2 0 を用いて磁気記録パターンをスレーブ 1 0 に転写する際の磁気パターン転写方法について説明する。図 4 は、この磁気パターン転写方法を示す図である。ここでは、まず図 4（a）に示されるように、図 9 の場合と同様に一樣の磁化が付与されたスレーブ 1 0 と、前記のように一樣の向きの磁化が付与されたマスター 2 0 が準備される。図 4 においては、マスター 2 0 は図 3 における場合と上下が逆転して示されている。

30

【 0 0 2 3 】

一樣に初期磁化 M 0 が付与されたスレーブ 1 0（磁気記録層 1 2）を得るためには、図 8（a）に示されたように、スレーブ 1 0 にスレーブ初期化磁場 B 0 が印加される（スレーブ磁化工程）。また、図 3（a）に示されたような一樣の向きに磁化されたマスター 2 0 を得るためには、前記の通り、マスター 2 0 にマスター初期化磁場 B 2 が印加される。これによって、第 1 磁性体層 2 2 の磁化を M 2 1、第 2 磁性体層 2 3 の磁化を M 2 1 と同じ向きの M 2 2 としたマスター 2 0 が準備される（マスター磁化工程）。なお、便宜上図 3（a）、図 4（a）においては磁化 M 2 1、M 2 2 は同様に示されているが、磁化 M 2 1、M 2 2 の絶対値が等しい必要はない。

40

【 0 0 2 4 】

次に、図 4（b）に示されるように、この状態のマスター 2 0 と、スレーブ 1 0 の磁気記録層 1 2 とを密着させる。前記の通り、スレーブ 1 0、マスター 2 0 の表面は平坦であるため、これらの表面を密着させる、あるいはこれらの表面間の距離を極めて狭くすることができる。この状態で前記のようにマスター 2 0 にバイアス磁場 B 3 を印加した場合には、図 3（b）に示されるように第 1 磁性体層 2 2 の磁化は反転せず、第 2 磁性体層 2 3 の磁化だけが反転するため、図 4（c）に示されるように、前記の記録磁場 B 4 が生成される（転写工程）。この記録磁場 B 4 の向きは、スレーブ 1 0 の磁気記録層 1 2 において磁化を反転させるべき反転領域 1 2 A においては初期磁化 M 0 と逆向きに、磁化を反転さ

50

せない非反転領域 1 2 B においては初期磁化 M 0 と同じ向きとなる。

【 0 0 2 5 】

このため、バイアス磁場 B 3 とマスター 2 0 を除去した後は、図 4 (d) に示されるように、図 9 (c) と同様に、非反転領域 1 2 B における磁化を初期磁化 M 0 とし、反転領域 1 2 A における磁化をこれと逆向きの書き換え磁化 M 1 とすることができる。ただし、上記の記録磁場 B 4 は非反転領域 1 2 B と反転領域 1 2 A においては逆向きに作用するため、書き込み効率を図 9 (c) の場合よりも高めることができる。

【 0 0 2 6 】

図 5 は、このようにスレーブ 1 0 の表面における磁場 (記録磁場) の強度分布を図 4 (c) (実施例)、図 9 (b) (比較例) の場合において計算した結果である。ここでは、1 組の反転領域 1 2 A、非反転領域 1 2 B が隣接する範囲 (幅 5 0 n m) についての結果が示されており、実施例 (図 4 (c)) におけるバイアス磁場 B 3、比較例 (図 9 (b)) における転写磁場 B 1 は共に 5 k O e としている。この結果より、幅 5 0 n m の範囲内においても、実施例においては、反転領域 1 2 A、非反転領域 1 2 B における記録磁場 B 3 の差 (コントラスト) を高めることができる。これにより、磁気パターンの書き込み効率を高めることができる。

10

【 0 0 2 7 】

次に、上記のマスター 2 0 の製造方法について説明する。図 6 (a) ~ (g) は、この製造方法を示す工程断面図である。ここでは、まず、図 6 (a) に示されるように、基板 2 1 の全面に一樣に、第 1 磁性体層 2 2 を構成する第 1 の強磁性材料 4 1 を、スパッタリング法等によって成膜する (第 1 成膜工程)。この際の成膜厚さは、最終的なスレーブ 2 0 (図 1 等) における第 1 磁性体層 2 2 厚さに設定され、例えば 1 0 n m とすることができる。その後、図 6 (b) に示されるように、フォトレジスト層 1 0 0 を、電子線リソグラフィを用いて形成する。フォトレジスト層 1 0 0 の幅、間隔は、それぞれ図 1 における第 1 磁性体層 2 2 の幅、第 2 磁性体層 2 3 の幅に対応し、例えば 1 0 n m ~ 1 5 n m とすることができる。このような幅、間隔のフォトレジスト層 1 0 0 は、特に電子線リソグラフィによって形成することができる。

20

【 0 0 2 8 】

その後、図 6 (c) に示されるように、フォトレジスト層 1 0 0 をマスクとして第 1 の強磁性材料 4 1 のドライエッチングを行った後に、図 6 (d) に示されるように、フォトレジスト層 1 0 0 を除去すれば、パターンニングされた第 1 磁性体層 2 2 が得られる (パターンニング工程)。すなわち、第 1 磁性体層 2 2 を得るための第 1 磁性体層形成工程として、第 1 成膜工程 (図 6 (a)) と、パターンニング工程 (図 6 (b) (c)) が行われる。

30

【 0 0 2 9 】

その後、図 6 (e) に示されるように、第 2 磁性体層 2 3 を構成する第 2 の強磁性材料 4 2 を全面に成膜する (第 2 成膜工程)。この場合の成膜方法は、図 6 (a) の場合と同様にスパッタリング法等を用いることができ、成膜される厚さは、隣接する第 1 磁性体層 2 2 の間が十分に充填される程度とする。この場合に形成される構造の表面は第 2 の強磁性材料 4 2 で構成され、第 1 磁性体層 2 2 のある箇所が凸部となり第 1 磁性体層 2 2 のない箇所が凹部となるような凹凸が形成される。

40

【 0 0 3 0 】

その後、図 6 (e) の状態の表面に対する平坦化処理を行う (平坦化工程)。この平坦化処理は、第 1 磁性体層 2 2 間の第 2 の強磁性材料 4 2 を残存させた状態で第 1 磁性体層 2 2 上の第 2 の強磁性材料 4 2 を除去することにより、第 2 磁性体層 2 3 を得るために行われる。具体的には、この平坦化処理として、CMP (化学機械研磨) を行うことができる。図 7 は、CMP を行う際の形態を模式的に示す斜視図である。ここでは、回転する研磨治具 1 1 0 の下面に、図 6 (e) の状態のウェハ (基板 2 1) が図 6 (e) とは上下反転された形態で装着され、その下側において回転する大きな研磨盤 1 2 0 と当接する。この際に、研磨盤 1 2 0 には、スラリーが滴下される。研磨盤 1 2 0 やスラリーは、第 2 の強磁性材料 4 2 に対する研磨速度が高く、第 1 の強磁性材料 4 1 (第 1 磁性体層 2 2)

50

に対する研磨速度が低くなるように設定される。第1の強磁性材料41と第2の強磁性材料42とは異なるために、こうした設定を行うことができる。

【0031】

このため、図6(f)に示されるように、図6(e)の状態における第2磁性体層23で構成された表面を平坦化し、最終的に、図6(g)に示されるように、第1磁性体層22の表面を露出させると共に、第1磁性体層22の間に第2磁性体層23を形成することができる。この際、第1磁性体層22の表面と第2磁性体層23の表面が同一の平面を構成する、すなわち、これらで構成された表面が平坦とされたマスター20が得られる。

【0032】

なお、上記の製造方法においては、初めに第1磁性体層22が成膜され(第1成膜工程:図6(a))、その後第1磁性体層22がパターンニングされた(パターンニング工程:図6(b)(c))後で第2磁性体層23が成膜された(第2成膜工程:図6(e))。しかしながら、第1磁性体層22(第1の強磁性材料41)と第2磁性体層23(第2の強磁性材料42)をこの例と入れ替えて上記の製造方法を同様に行うこともできる。平坦化(図6(f)(g))の条件は、これに応じて設定が可能である。この際、第1の強磁性材料41、第2の強磁性材料42のうち上記のような平坦化処理(図6(f)(g))を行うことが容易である一方を後に成膜し(図6(e))、他方を先に成膜しパターンニングする(図6(c))ことができる。あるいは、第1の強磁性材料41、第2の強磁性材料42のうちパターンニングする(図6(c))ことが容易となる一方を先に成膜してパターンニングし(図6(a)~(c))、他方をその後で成膜し(図6(e))、平坦化する(図6(f)(g))こともできる。すなわち、成膜の順序等は、第1の強磁性材料41、第2の強磁性材料42の種類に応じて適宜設定が可能である。

10

20

【0033】

上記の製造方法においては、図1における第1磁性体層22、第2磁性体層23のパターンは、図6(b)におけるフォトレジスト層100で定まる。前記のような幅、間隔10nmの第1磁性体層22のパターンは、電子線リソグラフィを用いて容易に実現することができる。その後のリソグラフィは不要である。このため、上記の製造方法によってこのマスター20を安価に製造することができる。

【0034】

また、図6においては、マスター20の図8(b)中のXの範囲に対応した部分が示されたが、図8(b)におけるハッチングされた領域(あるいはハッチングされない領域)を図6(b)にフォトレジスト層100のパターンとして形成すれば、図8(b)のパターン全体に対応したマスター20を、図6の製造方法によって製造することができる。すなわち、任意の磁気パターンに対応したマスター20を上記の製造方法によって製造することができる。

30

【0035】

なお、図6(g)の状態において、第1磁性体層22の表面と第2磁性体層23の表面は同一の平面を構成する、すなわち、これらで構成される表面は完全に平坦であるものとした。実際には、これらで構成される表面を完全に平坦とすることは困難であり、かつ上記の効果を得るためにこの表面が完全に平坦である必要もない。ただし、この表面が平坦に近いことが好ましいことは明らかである。このように要求される平坦度は、最小パターン幅に依存し、最小パターン幅が小さいほど高い平坦度が要求される。ここで、最小パターン幅とは、平面視における第1磁性体層22のパターン、第2磁性体層23のパターンのうちで最小の幅を意味する。具体的には、第1磁性体層22の表面と第2磁性体層23の表面との高さの差が、この最小パターン幅の1/2未満であればよい。例えば、最小パターン幅が10nmであれば、この高さの差が5nm未満であればよい。こうした平坦性は、CMPによって実現することが可能である。こうした場合においても、図4(c)の状態が実現できるように、マスター20とスレーブ10(磁気記録層12)とが十分に近接した状態を実現させることができる。また、平坦化のために、CMP以外の手法を用いてもよい。

40

50

【 0 0 3 6 】

なお、上記の例では、マスター 2 0 がスレーブ 1 0 に転写するのはサーボ信号のパターンであるものとしたが、スレーブ（磁気記録媒体）に記録すべき任意のパターンに対して、上記の磁気パターン転写用マスター、磁気パターン転写方法を同様に用いることができることは明らかであり、これによって、このパターン（信号）が転写された磁気記録媒体を安価に得ることができる。更に、予め定められた磁気パターンが用いられる磁気エンコーダ等の製造においても、上記の磁気パターン転写用マスター、磁気パターン転写方法が有効であることが明らかである。すなわち、上記のスレーブ 1 0 として用いられる磁気記録媒体は、ハードディスクとして用いられるものに限定されず、磁気パターンが記録される任意のものをスレーブ 1 0 とすることができる。

10

【 符号の説明 】

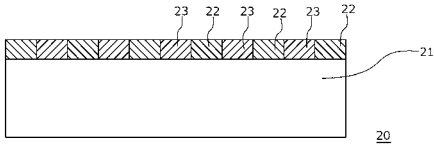
【 0 0 3 7 】

- 1 0 スレーブ（磁気記録媒体）
- 1 1 スレーブ基板
- 1 2 磁気記録層
- 1 2 A 反転領域
- 1 2 B 非反転領域
- 2 0、9 0 マスター（磁気パターン転写用マスター）
- 2 1 基板
- 2 2 第 1 磁性体層
- 2 3 第 2 磁性体層
- 4 1 第 1 の強磁性材料
- 4 2 第 2 の強磁性材料
- 9 0 A 凸部
- 9 0 B 凹部
- 1 0 0 フォトレジスト層
- 1 1 0 研磨治具
- 1 2 0 研磨盤
- B 0 スレーブ初期化磁場
- B 1 転写磁場
- B 2 マスター初期化磁場
- B 3 バイアス磁場
- B 4、B 5 記録磁場
- M 0 初期磁化
- M 1 書き換え磁化
- M 2 1、M 2 2、M 3 1、M 3 2 磁化

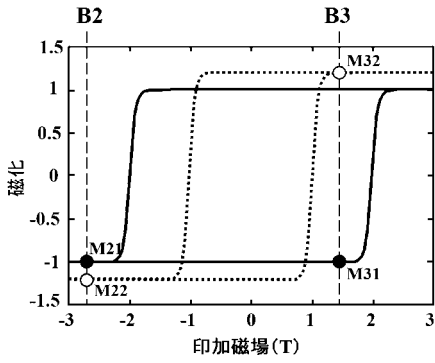
20

30

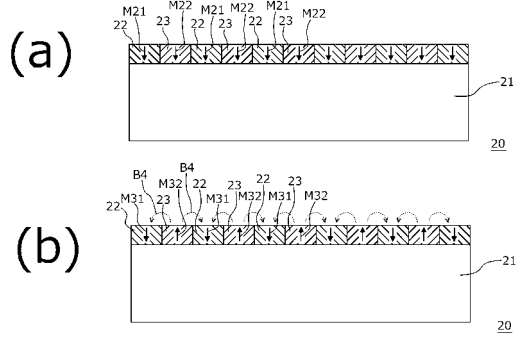
【 図 1 】



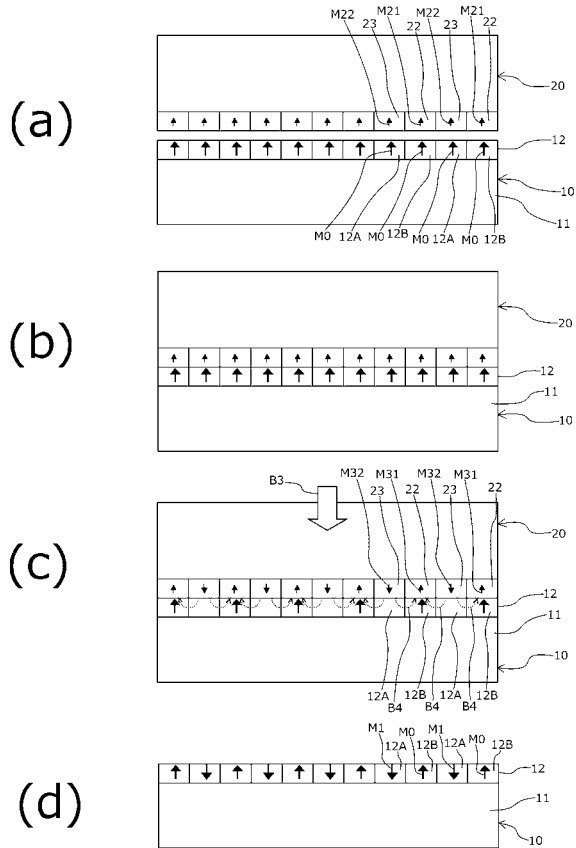
【 図 2 】



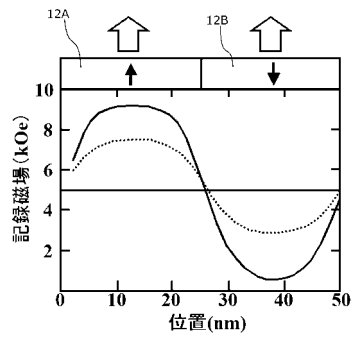
【 図 3 】



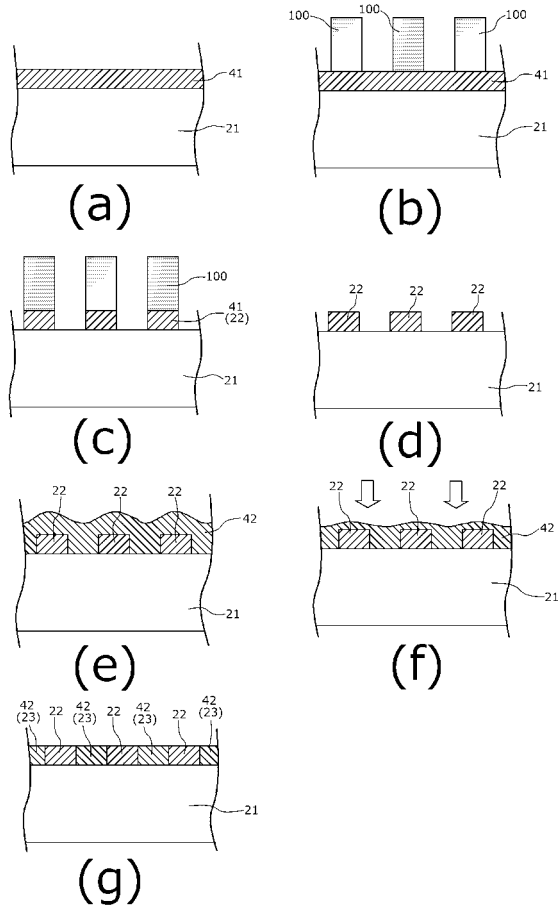
【 図 4 】



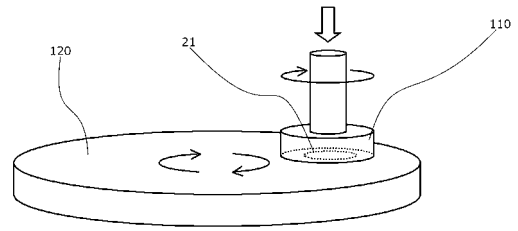
【 図 5 】



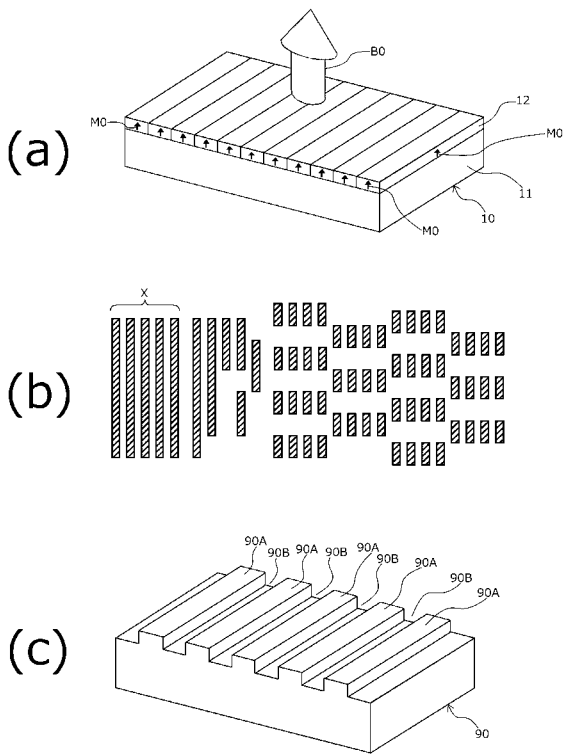
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

