

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5238780号
(P5238780)

(45) 発行日 平成25年7月17日(2013.7.17)

(24) 登録日 平成25年4月5日(2013.4.5)

(51) Int. Cl.	F I				
G 1 1 B 5/84 (2006.01)	G 1 1 B	5/84	Z		
G 1 1 B 5/851 (2006.01)	G 1 1 B	5/851			
G 1 1 B 5/64 (2006.01)	G 1 1 B	5/64			
G 1 1 B 5/82 (2006.01)	G 1 1 B	5/82			

請求項の数 6 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2010-209979 (P2010-209979)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成22年9月17日 (2010.9.17)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2012-64288 (P2012-64288A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成24年3月29日 (2012.3.29)	(74) 代理人	100108855
審査請求日	平成22年9月17日 (2010.9.17)		弁理士 蔵田 昌俊
(出願人による申告) 平成21年度、経済産業省、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構委託研究「超高密度ナノビット磁気記録技術(グリーンITプロジェクト)」、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100109830
			弁理士 福原 淑弘
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司
		(74) 代理人	100095441
			弁理士 白根 俊郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気記録媒体とその製造方法及び磁気記録装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に強磁性体膜を形成する工程と、
前記強磁性体膜上に、該膜をトラック間又はビット間で分離するための領域上に開口を有するマスクを形成する工程と、
前記マスクの形成後にB系ガスを照射することにより、前記強磁性体膜の前記ガスが照射された部分を、B含有量を15at%以上にして非磁性化し、前記非磁性化した部分の表面粗さを、前記強磁性体膜の前記ガスが照射されない部分に比して大きくし、且つ前記非磁性化した部分の表面高さを、前記強磁性体膜の前記ガスが照射されない部分よりも高くする工程と、

を含むことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

【請求項2】

円盤状の基板上に強磁性体膜を形成する工程と、
前記強磁性体膜上にマスク材料層を形成する工程と、
前記マスク材料層上にレジストを形成する工程と、
スタンプを用いたインプリント法により、前記レジストに強磁性記録部のパターンを形成する工程と、

前記強磁性記録部のパターンが形成されたレジストをマスクに用いて前記マスク材料層を選択エッチングする工程と、

前記マスク材料層の選択エッチングにより露出した前記強磁性体膜の表面にB系ガスを

照射することにより、B含有量が15at%以上の強磁性失活部を形成し、前記強磁性失活部の表面粗さを、前記強磁性体膜の前記ガスが照射されない部分に比して大きくし、且つ前記強磁性失活部の表面高さを、前記強磁性体膜の前記ガスが照射されない部分よりも高くする工程と、

前記強磁性失活部の形成後に前記マスク材料層を除去する工程と、
を含むことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

【請求項3】

前記B系ガスとしてボラジン $(BH-NH)_3$ 、 B_2H_6 、又は BF_3 を用い、これをイオン化して照射することを特徴とする請求項2記載の磁気記録媒体の製造方法。

【請求項4】

円盤状の基板の上に複数のトラックからパターンが構成されるトラックパターン又は複数のビットからパターンが構成されるビットパターンが形成された、強磁性体からなる強磁性記録部と、

前記強磁性記録部を前記トラック間又は前記ビット間で分離するための領域にBのイオンを照射して形成された、B含有量が15at%以上で、前記強磁性体膜よりも表面粗さが大きく、且つ前記強磁性体膜よりも表面高さが高い強磁性失活部と、

を具備したことを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項5】

前記強磁性失活部と前記強磁性記録部との表面粗さの差が、0.2nm以上2nm以下の範囲であることを特徴とする請求項4記載の磁気記録媒体。

【請求項6】

請求項4に記載の磁気記録媒体と、

前記磁気記録媒体を保持して回転させる回転機構と、

前記磁気記録媒体に対して情報の記録再生を行う磁気ヘッドと、

を具備したことを特徴とする磁気記録装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、基板上に強磁性記録部を所望のトラックパターンに形成した磁気記録媒体とその製造方法及び磁気記録装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、高密度磁気記録媒体として、記録トラック間を物理的に分離するディスクリートトラック型パターン媒体(DTR媒体)や、ダウトラック方向(ディスク円周方向)にも記録ビットを物理的に分離したビットパターンド媒体(BPM)が注目されている。

【0003】

この種のパターンド媒体は、10nm以下の浮上量で浮上した記録再生ヘッドと組み合わせてHDD(磁気記録装置)を成すものであるから、媒体の表面平坦性が重要である。記録再生ヘッドを安定浮上させるためには、パターンド媒体の表面凹凸は10nm以下が望ましい。そこで、物理的に分離された記録トラック、若しくは記録ビット間の空隙に非磁性体を埋め込み、表面を平坦化することが一般的に実施されている。

【0004】

しかし、非磁性体埋め込み及び平坦化という工程が加わることで、プロセスダメージ及び工程増加による生産性低下、高コスト化という課題がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第3686067号公報

【特許文献2】特許第4309944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】

【0006】

前述したようにDTR媒体やBPMでは、表面凹凸を10nm以下にする必要があるが、記録トラック間や記録ビット間の空隙に非磁性体を埋め込んで表面を平坦化すると、プロセスダメージ及び工程増加を招く問題があった。

【0007】

本実施形態は、プロセスダメージや工程増加を招くことなく、表面凹凸を小さくできる磁気記録媒体とその製造方法及び磁気記録装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

実施形態によれば、基板上に強磁性記録部を所望のトラックパターン又はビットパターンに形成した磁気記録媒体の製造方法であって、基板上に強磁性体膜を形成した後、この強磁性体膜上に、該膜をトラック間又はビット間で分離するための領域上に開口を有するマスクを形成する。次いで、強磁性体膜のマスクで覆われていない部分にB系ガスを照射することにより、強磁性体膜のガスが照射された部分を、B含有量を15at%以上にして非磁性化し、前記非磁性化した部分の表面粗さを、前記強磁性体膜の前記ガスが照射されない部分に比して大きくし、且つ前記非磁性化した部分の表面高さを、前記強磁性体膜の前記ガスが照射されない部分よりも高くする。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施形態に用いたUVインプリント用スタンプの製造工程を示す断面図。

【図2】DTR媒体のセクタパターンを示す平面図。

【図3】BPMのセクタパターンを示す平面図。

【図4】第1の実施形態に係わるパターンド媒体の製造工程を示す断面図。

【図5】第1の実施形態に係わるパターンド媒体の製造工程を示す断面図。

【図6】第1の実施形態のパターンド媒体の構造を従来例と比較して示す断面図。

【図7】第1の実施形態のパターンド媒体の構造を拡大して示す断面図。

【図8】第2の実施形態に係わる磁気記録装置の概略構成を示す斜視図。

【図9】DTR媒体の表面の凹凸高さと記録密度との関係を示す特性図。

【図10】DTR媒体の非記録部のB含有量と記録密度との関係を示す特性図。

【図11】DTR媒体の非記録部の膜厚方向位置とB含有量との関係を示す特性図。

【図12】表面粗さRaの差と衝撃試験パス率との関係を示す特性図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

前述したようにDTR媒体やBPMでは、表面凹凸を10nm以下にする必要がある。本発明者らは、非磁性体埋め込み及び平坦化工程を行うことなく、記録再生ヘッドの浮上性を確保しつつサイドイレース現象、サイドリード現象を抑制できるパターンド媒体作製方法を既に考案している(特許文献2)。これは、強磁性記録層膜厚の15nmのうち10nmを物理的に除去し、残りの5nmをHe(ヘリウム)ガスとN₂(窒素)ガスの混合ガスを用いたIBE(イオンビームエッチング)により磁氣的に失活させる方法である。物理的な凹凸は10nmであるが、磁氣的には15nm深さで分離している構造になっている。

【0011】

しかし、1Tb/in²超の記録密度を達成するには、記録媒体と記録再生ヘッドの間(スペーシング)を可能な限り小さくし、記録再生ヘッドの記録能力を向上させ、線方向記録密度(bpi)を向上しなくてはならない。記録再生ヘッドの浮上量を一時的に小さくする方法として、DFH(ダイナミックフライトハイトコントロール)がある。DFHを活用することで、一時的に記録媒体と記録再生ヘッドのスペーシングを極小にできるが、DTR媒体/BPMの表面凹凸が10nmあると、DFH制御が極めて不安定になる。従って、1Tb/in²超の記録密度を達成するためには、DTR媒体/BPMの表面

10

20

30

40

50

凹凸を可能な限り小さくする必要がある。

【0012】

本発明者らは、上記の課題を鑑みて鋭意検討した結果、B（ボロン）を強磁性記録層にミキシングさせることで非磁性化（磁化ゼロ）できることを見出した。この現象を利用してDTR媒体/BPMを作製すると、表面凹凸を4nm以下にすることができる。

【0013】

Bを強磁性記録層にミキシングさせるには、He + N₂ ガスの代わりにB₂H₆、BF₃、ボラジン（BH-NH）₃を用いたIBEで磁性失活加工を行う。一般的なB系ガス（B₂H₆、BF₃）は毒性、腐食性ガスである。DTR媒体/BPM製造設備に除害機構が無い場合は、安全性の高いガスとしてボラジン（BH-NH）₃を用いるのが望ましい。

10

【0014】

強磁性記録層としては、DTR媒体にはCoCrPt合金、BPMにはCoPt合金が一般的に用いられる。これらCoPt系合金にBをミキシングさせていくと、5at%未満であれば、CoCrPt若しくはCoPtのグラニュー化を促進し、保磁力（Hc）が増大する。ミキシング量が5at%以上、15at%未満だと軟磁性化し、Hcが1000Oe以下となる。そして、ミキシング量を15at%以上にすると非磁性化し、Hcはゼロとなる。即ち、Bのミキシング量を15at%以上にすることにより、強磁性記録部を確実に分離することが可能となる。

【0015】

20

本実施形態は、上記の研究結果に基づき、表面平坦性が良く、1Tb/in²超の記録密度に対応可能なパターンド媒体を作製する方法である。

【0016】

（第1の実施形態）

まず、パターンド媒体を製造するには、UVインプリント用スタンプ（樹脂スタンプ）が必要になるが、これは周知の方法により作製されたものを用いればよい。

【0017】

図1は、本実施形態に用いたUVインプリント用スタンプの製造工程を示す断面図である。

【0018】

30

図1(a)に示すように、例えば直径6インチのSi基板11上にEB（電子ビーム）描画レジストをスピコートした後、200で3分間プリベークして、厚さ約50nmのレジスト層12を形成する。続いて、EB描画装置を用いて基板11上のレジスト層12に、図2又は図3に示したパターンを直接描画した。その後、現像液に90秒間浸漬してレジスト層12を現像し、図1(b)に示すようなマスタ原盤を作製した。

【0019】

ここで、図2及び図3のパターンはセクターの一例を示しており、図2はDTR媒体の例、図3はBPMの例である。セクターは、サーボパターンが形成されたサーボデータ領域21と記録データを保存するための記録データ領域22とに分けられる。サーボデータ領域21は、回転制御のためのプリアンプルパターン211、セクター識別のためのセクター情報パターン212、半径方向にトラックを識別するためのトラック情報パターン213、及びトラックの位置を合わせるためのパーストパターン214に分けられる。記録データ領域22は、連続したトラック221の場合、いわゆるディスクリートトラック媒体となり、ビット毎に分割された記録ビット222の場合、いわゆるビットパターンド媒体となる。本実施形態は何れの媒体にも適用可能である。

40

【0020】

次いで、Niスタンプを作製した。図1(c)に示すように、上記のマスタ原盤に、スパッタによって厚さ約10nmのNi導電膜13を形成した。続いて、図1(d)に示すように、導電膜を付けたマスタ原盤をスルファミン酸ニッケル鍍金液に浸漬することによりNiメッキ層14を形成した。その後、表面に付着したレジスト層12を酸素RIEで

50

除去することにより、Niスタンプを作製した。

【0021】

次いで、図1(e)に示すように、Niスタンプを射出成形装置にセットし、射出成形にて樹脂スタンプ30を作製した。樹脂スタンプ30の成形材料は環状オレフィンポリマーであるが、ポリカーボネート材でもよい。

【0022】

次に、本実施形態に係わるパターンド媒体の製造工程を、図4及び図5を参照して説明する。

【0023】

まず、図4(a)に示すように、円盤状のガラス基板41上に、厚さ120nmのCoZrNb層(軟磁性層)42及び厚さ20nmのRu層(配向制御用下地層)43を形成した支持基板40上に、厚さ15nmのCoCrPt-SiO₂層(強磁性記録層)44を成膜した。強磁性記録層44としては、CoCrPtやCoPtでも同様に用いることができる。続いて、強磁性記録層44上に厚さ15nmのC層(保護層)45を成膜した。その後、保護層45上に、UVインプリントレジストを磁気記録媒体上に密着させるための密着層46(3~5nm)を成膜した。密着層46としては、CoPt, Cu, Al, NiTa, Ta, Ti, Si, Cr, NiNbZrTiの材料の中から選ぶことができる。今回はSiを選んだ。

10

【0024】

次いで、図4(b)に示すように、密着層46上に、スピコート法で、UVインプリントレジスト47を厚さ50nmになるように塗布した。このレジスト47は、前記図1に示す工程で作製された樹脂スタンプ30によりパターンを形成するものである。UVインプリントレジスト47は紫外線硬化性を持つ材料であり、モノマー、オリゴマー、重合開始剤から構成されるものである。例えば、モノマーをイソボルニルアクリレート(IBOA)、オリゴマーをポリウレタンジアクリレート(PUDA)、重合開始剤としてダロキュア(登録商標)1173とし、組成はIBOA85%、PUDA10%、重合開始剤5%としたものを用いることができる。

20

【0025】

次いで、図4(c)に示すように、レジスト47に樹脂スタンプ30を密着させ、スタンプ30の裏面側から紫外線を照射させることでUVインプリントを行った。

30

【0026】

次いで、図4(d)に示すように、樹脂スタンプ30をレジスト47から剥離した後、CF₄プラズマ、若しくはアルゴンイオンビームを用いてインプリント残渣を除去する。例えば、CF₄プラズマを用いて、チャンバ圧2mTorr、投入電力100WのRIE装置で、15秒のエッチングを行うことにより、インプリントプロセスで形成された残渣及びSi密着層46を除去できる。

【0027】

次いで、図5(e)に示すように、酸素ガスを用いたICPEッチング装置(例えば、チャンバ圧2mTorr、投入電力100W)を用いて、保護膜45をエッチングすることにより、Cマスクを作製した。なお、このエッチングが終了した時点では、レジスト47はその大部分が消失している。

40

【0028】

マスク材料としてはC, Mo, Ta, Ti, W, Cuを用いることができる。マスク材料としてMo, Ta, Ti, Wを用いた場合、後述するマスク剥離工程(図5(g))でフッ素系ガスを用いたRIEを用いるのが好適である。フッ素系ガスとは、CF₄, C₂F₈, CHF₃, SF₆等があげられる。フッ素系ガスのRIEでマスク剥離を行う場合、再付着物が生成する可能性があるため、マスク剥離工程の後に水洗工程をいれると良い。これら金属マスクは、後述するイオン照射工程(図5(f))のイオンの遮蔽効果が高いという利点がある。遮蔽効果が高い金属マスクとしてCuを用いても良い。Cuの場合、酸素RIEやフッ素RIEで剥離できないので、Arイオンエッチングでマスク剥離を

50

行う。CuはArイオンエッチング耐性が低いため、容易に剥離可能である。

【0029】

次いで、図5(f)に示すように、作製したマスクの上からB系ガスを照射する。B系ガスとは、 B_2H_6 、 BF_3 、ボラジン($BH-NH$)₃、 $B_{10}H_{14}$ 、 $B_{18}H_{22}$ 、 $C_2B_{10}H_{12}$ 等である。B系ガスは毒性、腐食性を持つものが多いが、ボラジン($BH-NH$)₃は毒性、腐食性ともに無いので安全の観点から好適である。また、 B_2H_6 、 BF_3 、($BH-NH$)₃はECRガスプラズマで分解してBが生成しやすい点で有効である。

【0030】

今回は B_2H_6 ガスを用いてECRでイオン化し、1000Vで試料にイオンを照射した。この工程を経ることで、イオン照射領域の強磁性が失活して磁性失活層52が形成される。このとき、イオン照射の影響により、磁性失活部52の表面粗さは元の強磁性体よりも大きくなる。

10

【0031】

次いで、図5(g)に示すように、酸素ガスを用いたRIE(例えば100mTorr、100W、エッチング時間30秒)で酸素プラズマ処理を行うことにより、Cマスク及びマスク上に形成されたパーティクル(B薄膜、レジストの残り等)を除去した。

【0032】

最後に、図5(h)に示すように、CVDで表面C保護膜53を4nm形成し、潤滑剤を塗布することでDTR媒体、BPMを得ることができる。

【0033】

20

このようにして作製された本実施形態のパターンド媒体の構造は、図6(a)に示したように、非記録部(磁性失活部)52の上面が強磁性記録層(記録トラック、ビット)44の上面に比べて僅かに高いことが特徴となっている。即ち、表面凹凸が4nm以下であり、強磁性記録層44が凹になっており、磁性失活部52が凸となった構造である。これは、図6(b)に示す従来構造とは逆の構成となっている。さらに、図7(a)(b)に示すように、凸部である磁性失活部52の表面粗さが、凹部の強磁性記録層44の表面粗さよりも大きくなっている。

【0034】

本実施形態のパターンド媒体は、HDDに組み込んだ場合、落下等の衝撃を受けた際に故障し難いという特徴がある。これは、次の理由による。即ち、落下等の衝撃で記録再生ヘッドとパターンド媒体が接触する際に、記録部と接触した場合は、接触した記録部が破損して記録できない状態になる。しかし、本実施形態の構造だと、強磁性記録部ではなく磁性失活部が凸部となっているため、ヘッドに接触するのは非記録部となる。このため、例えば記録再生ヘッドが接触してパターンド媒体が破損したとしても、非記録部のみ破損した状態になるので、記録は保持される。つまり、従来のパターンド媒体記録装置では落下等の衝撃でユーザーの記録が失われるリスクが多大であるが、本実施形態のパターンド媒体記録装置は、落下等で記録が失われるリスクが少ない。

30

【0035】

ここで、非記録部と記録部を別々の工程で作られた別々の材料とした場合、非記録部と記録部の境の密着性が悪く、落下等の衝撃で破損する可能性が極めて高い。これに対して本実施形態では、磁性失活部52が強磁性記録層44を部分的にBで変質させた構造であるため、記録部と非記録部は同一工程で作製した同種材料の薄膜である。このため、記録部と非記録部を別々の工程で作られた別々の材料とした場合に比べて、大幅な耐久性の向上がある。

40

【0036】

また、従来のパターンド媒体は、非磁性体からなる非記録部と強磁性体からなる記録部で構成されるが、非磁性体表面は、保護膜Cとの密着性が悪いことが知られている。保護膜CはCVD(化学気相堆積法)で成膜するが、CVDは下地の影響を大きく受ける成膜法であり、強磁性体に合わせた条件でCVDによりCを成膜すると、非磁性体上に成膜されたCの強度が低下する。例えば、CVDを行うために200程度にパターンド媒体表

50

面を加熱する必要があるが、真空中でランプ加熱を行うと、強磁性体は温まりやすく、非磁性体は温まり難い。強磁性体を200に加熱する条件だと、非磁性体部表面温度は200にならないため、非磁性体部のみ局所的に低温でCVD成膜を行うことになり、保護膜Cの質が劣化して強度低下する。

【0037】

本実施形態のパターン媒体の非記録部は、前記図4(a)の工程で成膜した強磁性記録層にBを添加したものであるため、真空中でランプ加熱を行ったとしても、記録部と非記録部での温度上昇率は概ね同一であり、従来例のような局所的な温度変動がなく、強固なC保護膜が作製できる。C保護膜の強度劣化は、下地との密着性に密接な関わりがあり、密着性が高いほど剥がれ難く強固なC保護膜が得られる。

10

【0038】

また、下地の表面粗さが大きい方が、その上に形成されるC保護膜53の密着性は良くなる。そこで、実施形態のパターン媒体は、非記録部52の表面粗さを意図的に大きくすることによって、非記録部上部のC保護膜53の密着強度を増している。これにより、落下等の衝撃に伴うパターン媒体記録装置の破損に対してより強い耐性を得ることができる。

【0039】

このように本実施形態によれば、B系ガスの照射によるミキシングを利用して強磁性記録層44に磁性失活部52を形成することにより、プロセスダメージや工程増加を招くことなく、表面凹凸を小さくできる磁気記録媒体を製造することができる。しかも、記録部44に対して非記録部52の表面高さが高くなるため、落下等の衝撃にも強いという特徴がある。また、非記録部52の表面粗さが大きいこと、表面保護層との密着性が向上し、信頼性の更なる向上をはかることができる。

20

【0040】

(第2の実施形態)

図8は、パターン媒体を用いたハードディスクドライブ(磁気記録装置)の概略構成を示す斜視図である。

【0041】

この装置は、ロータリーアクチュエータを用いた形式であり、筐体60の内部に、磁気ディスク(磁気記録媒体)61と、スピンドルモータ62と、磁気ヘッドを含むヘッドスライダ66と、ヘッドスライダ66を支持するヘッドサスペンションアッセンブリ67と、ボイスコイルモータ68と、回路基板(図示せず)とを備えている。

30

【0042】

磁気ディスク61はパターン媒体であり、垂直磁気記録方式により各種のデジタルデータが記録されるものであり、スピンドルモータ62に装着されて回転されるようになっている。ここで、本装置は、複数の磁気ディスク61を備えたものとしても良い。

【0043】

磁気ディスク61に対して情報の記録再生を行うヘッドスライダ66は、薄膜状のサスペンションの先端に取り付けられている。ここで、ヘッドスライダ66は、磁気記録ヘッドをその先端付近に搭載している。ヘッドスライダ66に組み込まれている磁気ヘッドはいわゆる複合型ヘッドであり、単磁極構造のライトヘッドと、シールド型MR再生素子(GMR, TMRなど)を用いたリードヘッドとを含む。

40

【0044】

装置の基本構成は従来装置と同様であるが、本実施形態が従来装置と異なる点は、パターン媒体61として第1の実施形態で製造したものをを用いたことにある。このようなパターン媒体61を用いることにより、記録密度の更なる向上をはかることができる。また、先にも説明したように、パターン媒体の磁性失活部の方が強磁性記録部よりも凸となっているため、落下等の衝撃で記録再生ヘッドとパターン媒体が接触しても、非記録部のみ破損した状態になるので、落下等で記録が失われるリスクが少ないと云う利点もある。

50

【 0 0 4 5 】

以下、本実施形態を更に具体的に示す実施例を説明する。

【 0 0 4 6 】

(実施例 1)

前記図 4 及び図 5 に示した方法で D T R 媒体 (T P : 5 0 n m) を作製した。照射ガス種にボラジン (B H - N H)₃ を用い、エッチングマスクは酸素によるドライフトオフ法を用いた。ボラジン (B H - N H)₃ は腐食性、毒性が無いのが利点である。特別な除害装置を使うことなく D T R 媒体を作製することができた。表面凹凸は 4 n m であった。作製した D T R 媒体をドライブに組み込み B E R を測定したところ - 7 乗が得られた。

【 0 0 4 7 】

続いて、D F H を用いた記録密度試験を行ったところ、記録密度 $1.5 \text{ Tb} / \text{in}^2$ の記録再生を確認できた。これは、表面凹凸が従来の D T R 媒体よりも小さいため、D F H を強く効かせることができたためである。

【 0 0 4 8 】

このように本実施例によれば、B 系ガスを用いた浅堀失活プロセスで、表面凹凸が小さく、高記録密度な D T R 媒体を作製可能となる。

【 0 0 4 9 】

(実施例 2)

照射ガス種として B_2H_6 , BF_3 を用いた以外は (実施例 1) と同一の方法で D T R 媒体 (T P : 5 0 n m) を作製した。表面凹凸は 4 n m であった。作製した D T R 媒体をドライブに組み込みオントラック上の B E R (ビットエラーレート) を測定したところ - 7 乗が得られた。

【 0 0 5 0 】

続いて、D F H を用いた記録密度試験を行ったところ、 $1.5 \text{ Tb} / \text{in}^2$ の記録再生を確認できた。

【 0 0 5 1 】

B_2H_6 , BF_3 は毒性、腐食性があるため、プロセス装置に除害装置を装着する必要があった。そこで除害装置として、高熱で毒性、腐食性物質を完全に分解する加熱式除害装置を用いた。

【 0 0 5 2 】

このように本実施例によれば、毒性、腐食性の B 系ガスを用いた浅彫り失活プロセスであっても、加熱式除害装置を用いることにより (実施例 1) と同様の結果を得ることができた。

【 0 0 5 3 】

(実施例 3)

先に説明した (実施例 1) と同じ方法で D T R 媒体 (T P : 5 0 n m) を作製した。D T R 媒体の断面 T E M (透過型電子顕微鏡) 測定を行ったところ、凸部が非記録部になっており、凹凸 4 n m である構造 (図 6 の構造) であることが確認できた。

【 0 0 5 4 】

続いて、前記図 5 (f) の工程のプロセス条件を変えて凹凸の異なる D T R 媒体を作製した。具体的には、加速電圧とガス流量、チャンバ内圧を変化させた。凹凸は 0 ~ 1 8 n m のサンプルを作製した。

【 0 0 5 5 】

記録密度試験を行い、凹凸と記録密度の関係を調べると、図 9 のようになった。凹凸 1 5 n m 以上のサンプルは、記録再生ヘッドが浮上せず、記録密度試験を行うことができなかった。記録密度は凹凸が小さくなる毎に向上する傾向が得られた。凹凸が 4 n m 以下で飛躍的に向上し、リファレンスと比べて 1.5 倍の向上が見られた。この結果から、凹凸は小さい程良く、8 n m 以下、望ましくは 4 n m 以下が好適である。

【 0 0 5 6 】

(実施例 4)

10

20

30

40

50

先に説明した（実施例1）と同じ方法でDTR媒体（TP：50nm）を作製した。DTR媒体の断面TEM（透過型電子顕微鏡）測定を行ったところ、凸部が非記録部になっていることが確認できた。凸部非記録部の物理組成をEDX（エネルギー分散型X線分光法）で分析したところ、Co, Cr, Pt及びBの元素から成ることが判明した。Bの含有量は15at%であった。

【0057】

続いて、図5（f）の工程を様々な条件に変更してDTR媒体を作製した。図10にEDXで分析したBの量と、DFHを用いた記録密度試験の結果をまとめた。B含有量が大きいくほど記録密度が向上し、15at%以上だと密度向上が飽和する。8at%以上の含有でリファレンス（ 1.0 Tb/in^2 ）に比べて密度向上が見られるが、密度向上幅は1.1倍であり、それほど大きくはない。

10

【0058】

続いて、DFHを用いた記録密度試験を行い、 1.5 Tb/in^2 の記録再生を確認できたサンプルをEDX分析したところ、B含有量は15at%であった。図5（f）工程のプロセス条件を変えてサンプルを作製し、EDXでB含有量を調査したところ、概ね図10と同等の結果が得られた。この結果より、パターンド媒体の性能は作り方ではなく非記録領域に含まれるBの量で決まることが分かった。B含有量は8at%以上、望ましくは15at%以上が好適である。CoPt系合金にBをミキシングさせていくと、5at%以上、15at%未満だと軟磁性化するの、8at%以上、15at%未満のB含有量であるDTR媒体は、非記録部が軟磁性化している可能性があり、予期せぬ不良が発生する可能性がある。

20

【0059】

ここで測定したB含有量は、検出感度を上げるため試料表面から20nm程度の深さまで存在する全てのB含有量を測定する条件で行った。実際のB含有量は図11に示したようにB含有量は磁性層深さ方向に対して一定ではないため、ここに記載したB含有量は磁性層に含まれた平均的なB含有量を示している。

【0060】

続いて、（実施例1）の方法で作製したDTR媒体の、非記録部のEDXによる深さ方向解析を行った。表面から2～3nmにB含有量のピークがあり、深くなるに従って徐々にB含有量が減衰し、下地のRu層に入ると急激に減少する。これは、ボラジン（BH-NH₃）を直接強磁性層に打ち込んでいるからである。

30

【0061】

このように本実施例によれば、B含有量を15at%以上、50at%未満にすることで、表面性と高記録密度を両立できる。

【0062】**（実施例5）**

先に説明した（実施例1）と同様の方法で作製したDTR媒体（TP：50nm）を作製し、前記図8に示したような磁気記録装置を作製した。2mの高さから落下させる衝撃試験を実施したところ、故障したのは50台中3台であった。続いて、一般的な方法で製造されたDTR媒体を磁気記録装置に組み込んで同様の試験を行ったところ、約半数である23台の故障が確認された。本実施例のパターンド媒体を搭載した磁気記録装置は、落下等の衝撃に強いことが分かった。

40

【0063】

このように本実施例によれば、パターンド媒体は保護膜が強固であり、落下等の衝撃に強い。

【0064】**（実施例6）**

先に説明した（実施例5）で衝撃試験を行った装置を分解し、搭載されているDTR媒体の表面をAFM（原子間力顕微鏡）で測定したところ、記録部表面粗さ（Ra）：0.65nm、非記録部Ra：1.00nmが得られた。記録部と非記録部のRa差はパター

50

ンド媒体のC保護膜強度に相関があると考え、非記録部と記録部のRaの差と衝撃試験パス率（衝撃を加えた後にDTR媒体搭載装置が異常動作しない確率）の関係を調べると、図12のようになった。

【0065】

パス率90パーセントを超えているのはRaの差が0.2nm以上、2.0nm以下のサンプルであった。Ra差が0.2nm以下のサンプルの衝撃試験パス率が低いのは、記録部上部のC保護膜と非記録部上部の保護膜の強度が大きく異なり、衝撃に対して弱くなっているのを反映している。Ra差が2.0nm以上のサンプルで極端に衝撃試験パス率が低くなっているのは、そもそも非記録部のRaが悪くなっている（3nm程度）、記録再生ヘッドの浮上性が悪化し、衝撃に対して弱くなっているのが原因である。

10

【0066】

このように本実施例によれば、非記録部と記録部のRaの差が0.2nm以上、2.0nm以下にすることで、耐衝撃性を増すことができる。

【0067】

（実施例7）

本実施形態の製造方法でパターンド媒体を作製するための原理検証を行った。パターンを形成しない以外は、図4及び図5と同様の製造方法でサンプルを作製した。VSM（振動試料型磁力系）で磁化を調べたところ、磁化ゼロを確認した。イオンはHe, Ne, Arを確認したが、全てのサンプルで磁化ゼロであった。続いて、図5(f)の工程でB系ガスの照射を行わないサンプルを作製し、同様にVSMで磁化強度を測定したところ、450emu/ccが得られた。

20

【0068】

これら基礎検討により、磁性失活部の磁化強度はゼロであり、記録部の磁化強度は一般的な垂直記録膜と同等の450emu/cc程度の磁化が存在することが分かった。

【0069】

（実施例8）

EB描画で前記図3に示したパターンを描画した以外は、（実施例1）と同様の方法でBPMを作製した。作製したBPMのピットサイズは20nm×20nmであった。BPMはBERの定義ができないため、信号振幅強度で比較した。一方向に着磁し、ドライブへ組み込み再生波形を観察したところ、信号振幅強度200mVが得られた。DTR媒体と同様の作製方法でBPMも作製できることが分かった。

30

【0070】

（変形例）

なお、本発明は上述した実施形態及び各実施例に限定されるものではない。

【0071】

実施形態ではガラス基板を用いたが、これに限らず、Al系合金基板、セラミック、カーボンや、酸化表面を有するSi単結晶基板、及びこれらの基板にNiP等のメッキが施されたもの等を用いることができる。ガラス基板としては、アモルファスガラス、結晶化ガラスがあり、アモルファスガラスとしては汎用のソーダライムガラス、アルミノシリケートガラスを使用できる。

40

【0072】

また、結晶化ガラスとしては、リチウム系結晶化ガラスを用いることができる。セラミック基板としては、汎用の酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、窒化珪素などを主成分とする焼結体や、これらの繊維強化物などが使用可能である。基板としては、上記金属基板、非金属基板の表面にメッキ法やスパッタ法を用いてNiP層が形成されたものを用いることもできる。また、基板上への薄膜の形成方法としてはスパッタリング法が一般的であるが、真空蒸着法や電解メッキ法などでも同様の効果を得ることができる。

【0073】

また、軟磁性（裏打ち）層（SUL）は、垂直磁気記録層を磁化するための磁気ヘッド、例えば単磁極ヘッドからの記録磁界を、水平方向に通して、磁気ヘッド側へ還流させ

50

るといふ磁気ヘッドの機能の一部を担っている。さらに、磁界の記録層に急峻で十分な垂直磁界を印加させ、記録再生効率を向上させる役目を果たし得る。従って、軟磁性（裏打ち）層には、Fe, Ni, Coを含む材料を用いることができる。

【0074】

このような材料の例として、FeCo系合金として例えばFeCo, FeCoVなど、FeNi系合金として例えばFeNi, FeNiMo, FeNiCr, FeNiSiなど、FeAl系合金及びFeSi系合金として例えばFeAl, FeAlSi, FeAlSiCr, FeAlSiTiRu, FeAlOなど、FeTa系合金として例えばFeTa, FeTaC, FeTaNなど、FeZr系合金として例えばFeZrNなどを挙げる
10
ことができる。また、Feを60at%以上含有するFeAlO, FeMgO, FeTaN, FeZrN等の微結晶構造、或いは微細な結晶粒子がマトリクス中に分散されたグラニューラー構造を有する材料を用いることができる。

【0075】

また、軟磁性（裏打ち）層の他の材料として、Coと、Zr, Hf, Nb, Ta, Ti, 及びYのうち少なくとも1種とを含有するCo合金を用いることができる。Coは、好ましくは80at%以上含まれる。このようなCo合金は、スパッタ法により製膜した場合にアモルファス層が形成されやすく、アモルファス軟磁性材料は、結晶磁気異方性、結晶欠陥、及び粒界がないため、非常に優れた軟磁性を示す。また、このアモルファス軟磁性材料を用いることにより、媒体の低ノイズ化を図ることができる。好適なアモルファス軟磁性材料としては、例えばCoZr, CoZrNb, 及びCoZrTa系合金などを挙げる
20
ことができる。SULの下には、SULの結晶性の向上或いは基板との密着性の向上のためにさらに下地層を設けることができる。

【0076】

また、下地層材料としては、Ti, Ta, W, Cr, Pt, 或いはこれらを含む合金、又はこれらの酸化物、窒化物を用いることができる。SULと記録層との間には、非磁性体からなる中間層を設けることができる。中間層の役割は、SULと記録層との交換結合相互作用を遮断することと、記録層の結晶性を制御することの二つがある。中間層材料としては、Ru, Pt, Pd, W, Ti, Ta, Cr, Si, 或いはこれらを含む合金、又はこれらの酸化物、窒化物を用いることができる。スパイクノイズ防止のために、SUL層を複数の層に分け0.5~1.5nmのRuを挿入することで反強磁性結合させても良い。
30
また、CoCrPtやSmCo, FePt等の面内異方性を持った硬磁性膜、或いはIrMn, PtMn等の反強磁性体からなるピン層と軟磁性層とを交換結合させても良い。その際に、交換結合力を制御するために、Ru層の前後に磁性（例えばCo）或いは非磁性の膜（例えばPt）を積層させても良い。

【0077】

また、強磁性記録層（垂直磁気記録層）としては、Coを主成分とすると共に少なくともPtを含み、さらに酸化物を含んだ材料からなり、この酸化物としては、特に酸化シリコン、酸化チタンが好適である。垂直磁気記録層は、層中に磁性粒子（磁性を有した結晶粒子）が分散していることが好ましい。この磁性粒子は、垂直磁気記録層を上下に貫いた柱状構造であることが好ましい。このような構造を形成することにより、垂直磁気記録層の磁性粒子の配向及び結晶性を良好なものとし、結果として高密度記録に適した信号/ノイズ比（S/N比）が得ることができる。このような構造を得るためには、含有させる酸化物の量が重要となる。酸化物の含有量は、Co, Cr, Ptの総量に対して、3mol%以上12mol%以下であることが好ましい。さらに好ましくは5mol%以上10mol%以下である。
40

【0078】

垂直磁気記録層中の酸化物の含有量として上記範囲が好ましいのは、層を形成した際、磁性粒子の周りに酸化物が析出し、磁性粒子の孤立化及び微細化をすることができるためである。酸化物の含有量が上記範囲を超えた場合、酸化物が磁性粒子中に残留し、磁性粒子の配向性及び結晶性を損ね、更には磁性粒子の上下に酸化物が析出し、結果として磁性
50

粒子が垂直磁気記録層を上下に貫いた柱状構造が形成されなくなるため、好ましくない。また、酸化物の含有量が上記範囲未満である場合、磁性粒子の分離、微細化が不十分となり、結果として記録再生時におけるノイズが増大し、高密度記録に適した信号/ノイズ比(S/N比)が得られなくなるため、好ましくない。

【0079】

垂直磁気記録層のCrの含有量は、0at%以上16at%以下であることが好ましい。さらに好ましくは10at%以上14at%以下である。Cr含有量が上記範囲であるのは、磁性粒子の一軸結晶磁気異方性定数Kuを下げすぎず、また、高い磁化を維持し、結果として高密度記録に適した記録再生特性と十分な熱揺らぎ特性が得られるために好適だからである。Cr含有量が上記範囲を超えた場合、磁性粒子のKuが小さくなるため熱揺らぎ特性が悪化し、また、磁性粒子の結晶性及び配向性が悪化することで、結果として記録再生特性が悪くなるため好ましくない。

10

【0080】

垂直磁気記録層のPtの含有量は、10at%以上25at%以下であることが好ましい。Pt含有量が上記範囲であるのは、垂直磁性層に必要なKuを得、さらに磁性粒子の結晶性及び配向性が良好であり、結果として高密度記録に適した熱揺らぎ特性及び記録再生特性が得られるため、好適だからである。Pt含有量が上記範囲を超えた場合、磁性粒子中にfcc構造の層が形成され、結晶性及び配向性が損なわれるおそれがあるため、好ましくない。また、Pt含有量が上記範囲未満である場合、高密度記録に適した熱揺らぎ特性を得るためのKuが得られないため、好ましくない。

20

【0081】

垂直磁気記録層は、Co, Cr, Pt, 酸化物の他に、B, Ta, Mo, Cu, Nd, W, Nb, Sm, Tb, Ru, Reから選ばれる1種類以上の元素を含むことができる。上記元素を含むことにより、磁性粒子の微細化を促進、或いは結晶性や配向性を向上させることができ、より高密度記録に適した記録再生特性及び熱揺らぎ特性を得ることができる。上記元素の合計の含有量は、8at%以下であることが好ましい。8at%を超えた場合、磁性粒子中にhcp相以外の相が形成されるため、磁性粒子の結晶性及び配向性が乱れ、結果として高密度記録に適した記録再生特性及び熱揺らぎ特性が得られないため、好ましくない。

【0082】

また、垂直磁気記録層としては、上記の他、CoPt系合金、CoCr系合金、CoPtCr系合金(CoPtO, CoPtCrO, CoPtSi, CoPtCrSi)、及びPt, Pd, Rh、及びRuからなる群より選択された少なくとも一種を主成分とする合金とCoとの多層構造、さらに、これらにCr, B及びOを添加したCoCr/PtCr、CoB/PdB、CoO/RhOなどを使用することができる。

30

【0083】

垂直磁気記録層の厚さは、好ましくは5~60nm、より好ましくは10~40nmである。この範囲であると、より高記録密度に適した磁気記録再生装置として動作し得る。垂直磁気記録層の厚さが5nm未満であると、再生出力が低過ぎてノイズ成分の方が高くなる傾向があり、垂直磁気記録層の厚さが40nmを超えると、再生出力が高過ぎて波形を歪ませる傾向がある。垂直磁気記録層の保磁力は、237000A/m(3000Oe)以上とすることが好ましい。保磁力が237000A/m(3000Oe)未満であると、熱揺らぎ耐性が劣る傾向がある。垂直磁気記録層の垂直角型比は、0.8以上であることが好ましい。垂直角型比が0.8未満であると、熱揺らぎ耐性に劣る傾向がある。

40

【0084】

また、UVインプリントレジストは、紫外線硬化性を持つ材料であり、モノマー、オリゴマー、及び重合開始剤から構成される。溶媒は含まない。モノマー材料としては、下記のようなものが使われる。

【0085】

・アクリレート類

50

ビスフェノールA・エチレンオキサイド変性ジアクリレート (B P E D A)	
ジペンタエリスリトールヘキサ (ペンタ) アクリレート (D P E H A)	
ジペンタエリスリトールモノヒドロキシペンタアクリレート (D P E H P A)	
ジプロピレングリコールジアクリレート (D P G D A)	
エトキシレイテドトリメチロールプロパントリアクリレート (E T M P T A)	
グリセリンプロポキシトリアクリレート (G P T A)	
4 - ヒドロキシブチルアクリレート (H B A)	
1 , 6 - ヘキサンジオールジアクリレート (H D D A)	
2 - ヒドロキシエチルアクリレート (H E A)	
2 - ヒドロキシプロピルアクリレート (H P A)	10
イソボルニルアクリレート (I B O A)	
ポリエチレングリコールジアクリレート (P E D A)	
ペンタエリスリトールトリアクリレート (P E T A)	
テトラヒドロフルフリルアクリレート (T H F A)	
トリメチロールプロパントリアクリレート (T M P T A)	
トリプロピレングリコールジアクリレート (T P G D A)	
・メタクリレート類	
テトラエチレングリコールジメタクリレート (4 E D M A)	
アルキルメタクリレート (A K M A)	
アリルメタクリレート (A M A)	20
1 , 3 - ブチレングリコールジメタクリレート (B D M A)	
n - ブチルメタクリレート (B M A)	
ベンジルメタクリレート (B Z M A)	
シクロヘキシルメタクリレート (C H M A)	
ジエチレングリコールジメタクリレート (D E G D M A)	
2 - エチルヘキシルメタクリレート (E H M A)	
グリシジルメタクリレート (G M A)	
1 , 6 - ヘキサンジオールジメタクリレート (H D D M A)	
2 - ヒドロキシエチルメタクリレート (2 - H E M A)	
イソボルニルメタクリレート (I B M A)	30
ラウリルメタクリレート (L M A)	
フェノキシエチルメタクリレート (P E M A)	
t - ブチルメタクリレート (T B M A)	
テトラヒドロフルフリルメタクリレート (T H F M A)	
トリメチロールプロパントリメタクリレート (T M P M A)	
これらの中でも特に、I B O A、T P G D A、H D D A、D P G D A、N P D A、T I T Aなどが、粘度10C P以下にすることができるため良好である。	
【0086】	
オリゴマー材料としては、例えばウレタンアクリレート系材料、例えば、ポリウレタンジアクリレート (P U D A) やポリウレタンヘキサアクリレート (P U H A)、その他、ポリメチルメタクリレート (P M M A)、フッ化ポリメチルメタクリレート (P M M A - F)、ポリカーボネートジアクリレート、フッ化ポリカーボネートメチルメタクリレート (P M M A - P C - F) などが使われる。	40
【0087】	
重合開始剤としては、イルガキュア (登録商標) 1 8 4 及びダロキュア (登録商標) 1 1 7 3 などが使われる。	
【0088】	
また、密着層は、UVインプリントレジストと垂直記録膜を密着させるための層であり、O ₂ 或いはO ₃ ガスに耐性がある、Al , Ag , Au , Co , Cr , Cu , Ni , Pd , Pt , Si , Ta , Ti などを主成分とするものが望ましい。膜厚は1 ~ 15 nmが	50

好ましい。

【0089】

また、残渣除去には、R I E（反応性イオンエッチング）でレジストの残差除去を行う。プラズマソースは、低圧で高密度プラズマが生成可能な I C P（Inductively Coupled Plasma）が好適だが、E C R（Electron Cyclotron Resonance）プラズマ、一般的な並行平板型 R I E 装置でも構わない。

【0090】

また、保護層としては、垂直磁気記録層の腐食を防ぐと共に、磁気ヘッドが媒体に接触したときに媒体表面の損傷を防ぐ目的設けられる。その材料としては、例えば C, S i O₂, Z r O₂ を含むものがあげられる。保護層の厚さは、1 ~ 10 nm とすることが好ましい。これにより、ヘッドと媒体の距離を小さくできるので、高密度記録に好適である。カーボンは、s p 2 結合炭素（グラファイト）と s p 3 結合炭素（ダイヤモンド）に分類できる。耐久性、耐食性は s p 3 結合炭素のほうが優れるが、結晶質であることから表面平滑性はグラファイトに劣る。通常、カーボンの成膜はグラファイトターゲットを用いたスパッタリング法で形成される。この方法では、s p 2 結合炭素と s p 3 結合炭素が混在したアモルファスカーボンが形成される。s p 3 結合炭素の割合が大きいものはダイヤモンドライクカーボン（D L C）と呼ばれる。耐久性、耐食性に優れ、アモルファスであることから表面平滑性にも優れるため、磁気記録媒体の表面保護膜として利用されている。

【0091】

C V D（Chemical vapor Deposition）法による D L C の成膜は、原料ガスをプラズマ中で励起、分解し、化学反応によって D L C を生成させるため、条件を合わせることで、より s p 3 結合炭素に富んだ D L C を形成することができる。また、保護層上には、潤滑層を設けることができる。潤滑層に使用される潤滑剤としては、従来公知の材料、例えばパーフルオロポリエーテル、フッ化アルコール、フッ素化カルボン酸などを用いることができる。

【0092】

また、C 保護膜は、凹凸へのカバレッジを良くするために C V D 法で成膜することが望ましいが、スパッタ法、真空蒸着法でも構わない。C V D 法で C 保護膜を形成した場合、s p 3 結合炭素を多く含む D L C 膜が形成される。膜厚は 2 nm 以下だとカバレッジが悪くなり、10 nm 以上だと、記録再生ヘッドと媒体との磁気スペーシングが大きくなって S N R が低下するので好ましくない。また、保護層上には、潤滑層を設けることができる。潤滑層に使用される潤滑剤としては、従来公知の材料、例えばパーフルオロポリエーテル、フッ化アルコール、フッ素化カルボン酸などを用いることができる。

【0093】

本発明の幾つかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると共に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

【0094】

- 1 1 ... S i 基板
- 1 2 ... レジスト層
- 1 3 ... N i 導電膜
- 1 4 ... N i メッキ層
- 3 0 ... 樹脂スタンプ
- 2 1 ... サーボデータ領域
- 2 1 1 ... プリアンブルパターン
- 2 1 2 ... セクター情報パターン
- 2 1 3 ... トラック情報パターン

10

20

30

40

50

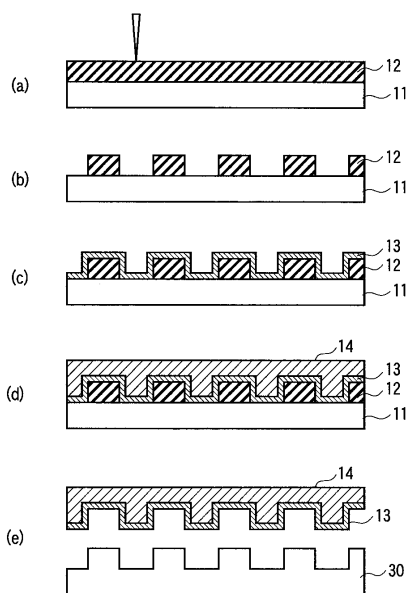
- 2 1 4 ... パーストパターン
- 2 2 ... 記録データ領域
- 2 2 1 ... トラック
- 2 2 2 ... 記録ビット
- 4 0 ... 支持基板
- 4 1 ... ガラス基板
- 4 2 ... CoZrNb層 (軟磁性層)
- 4 3 ... Ru層 (配向制御用下地層)
- 4 4 ... CoCrPt-SiO₂層 (強磁性記録層)
- 4 5 ... C層 (保護層)
- 4 6 ... 密着層
- 4 7 ... UVインプリントレジスト
- 5 2 ... 磁性失活部
- 5 3 ... C保護膜
- 6 0 ... 筐体
- 6 1 ... 磁気ディスク (磁気記録媒体)
- 6 2 ... スピンドルモータ
- 6 6 ... ヘッドスライダ
- 6 7 ... ヘッドサスペンションアッセンブリ
- 6 8 ... ボイスコイルモータ

10

20

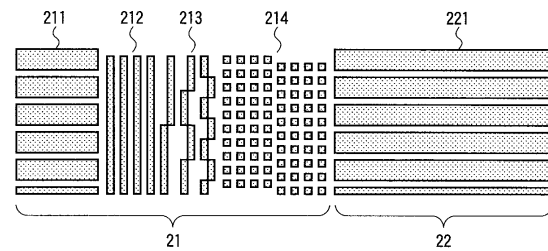
【図 1】

図 1



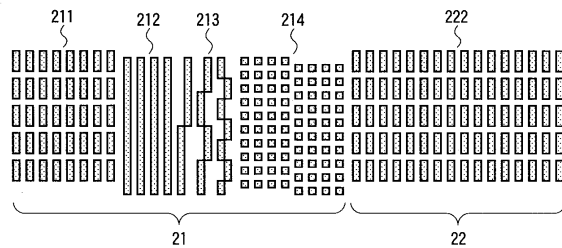
【図 2】

図 2



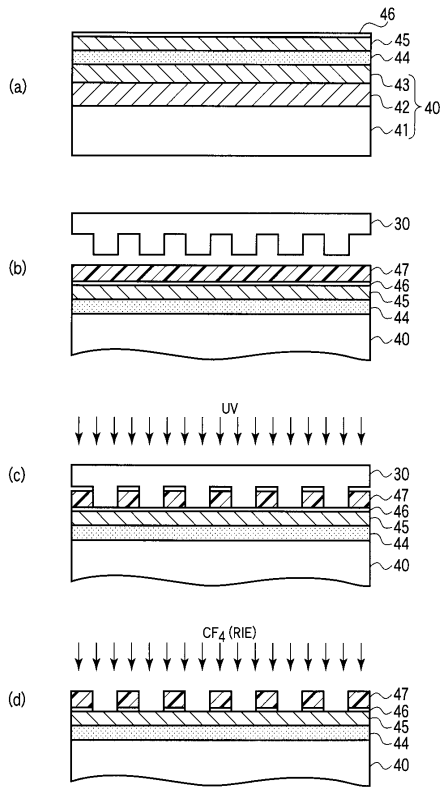
【図 3】

図 3



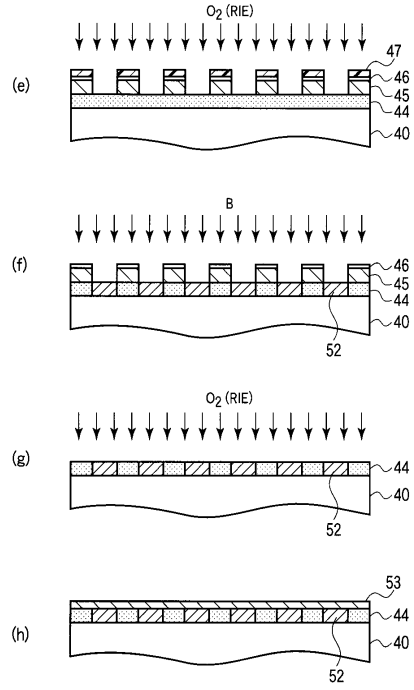
【 図 4 】

図 4



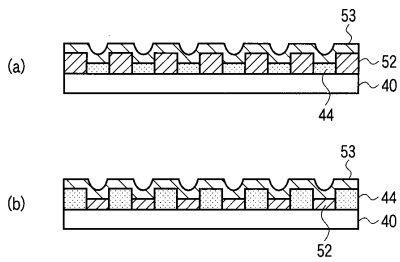
【 図 5 】

図 5



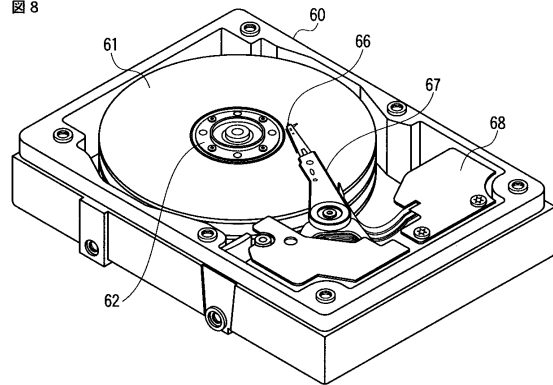
【 図 6 】

図 6



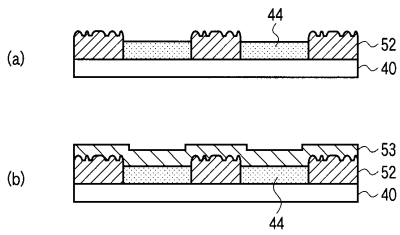
【 図 8 】

図 8



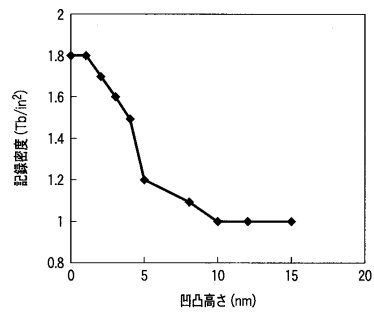
【 図 7 】

図 7



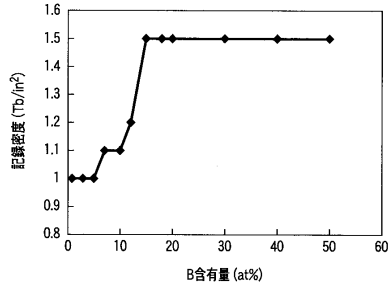
【 図 9 】

図 9



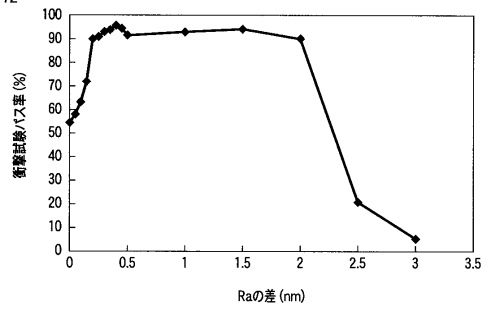
【 10 】

図 10



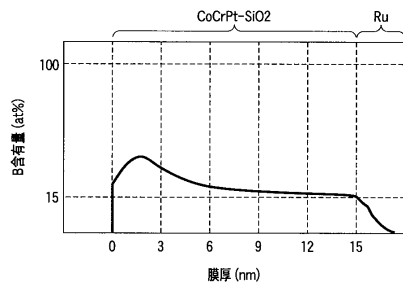
【 12 】

図 12



【 11 】

図 11



フロントページの続き

- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100101812
弁理士 勝村 紘
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (74)代理人 100127144
弁理士 市原 卓三
- (74)代理人 100141933
弁理士 山下 元
- (72)発明者 鎌田 芳幸
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 木村 香里
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 岩崎 剛之
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 谷澤 恵美

- (56)参考文献 特開2007-273067(JP,A)
特開2008-135092(JP,A)
特開2005-228912(JP,A)
特開2008-52860(JP,A)
特開2010-86588(JP,A)
特開2005-203443(JP,A)
国際公開第2010/48030(WO,A2)
特開2009-199692(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B 5/84
G11B 5/64
G11B 5/82
G11B 5/851