

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010 年 5 月 27 日(27.05.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/058792 A1

- (51) 国際特許分類:
G11B 5/84 (2006.01) G11B 5/65 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/069560
- (22) 国際出願日: 2009 年 11 月 18 日(18.11.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-295484 2008 年 11 月 19 日(19.11.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 アルバック (ULVAC, Inc.) [JP/JP]; 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐藤 賢治 (SATO, Kenji) [JP/JP]; 〒2118588 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 Kanagawa (JP). 田中 努 (TANAKA, Tsutomu) [JP/JP]; 〒2118588 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 Kanagawa (JP). 渦巻 拓也 (UZUMAKI, Takuya) [JP/JP]; 〒2118588 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 Kanagawa (JP). 西橋 勉 (NISHIHASHI, Tsutomu) [JP/JP]; 〒4101231 静岡県裾野市須山 1 2 2 0-1 株式会社 アルバック 半導体技術研究所内 Shizuoka (JP). 森田 正 (MORITA, Tadashi) [JP/JP]; 〒3002635 茨城県つくば市東光台 5-9-6 株式会社 アルバック 筑波超材料研究所内 Ibaraki (JP). 渡辺 一弘 (WATANABE, Kazuhiro) [JP/JP]; 〒4101231 静岡県裾野市須山 1 2 2 0-1 株式会社 アルバック 半導体技術研究所内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 山田 正紀, 外 (YAMADA, Masaki et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋 3 丁目 3-3 ペリカンビル 4 階 Tokyo (JP).

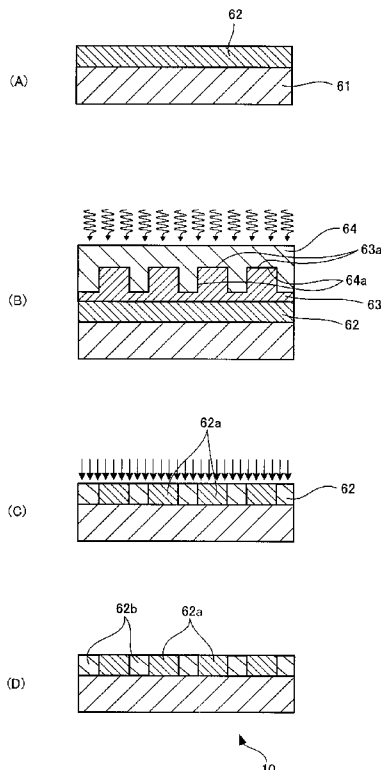
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING MAGNETIC STORAGE MEDIUM, MAGNETIC STORAGE MEDIUM, AND INFORMATION STORAGE DEVICE

(54) 発明の名称: 磁気記憶媒体製造方法、磁気記憶媒体、および情報記憶装置

[図4]



(57) Abstract: Provided are a simple manufacturing method by which bit-patterned, discrete track, and other types of magnetic storage media can be manufactured, magnetic storage media of such types which can be manufactured by such simple manufacturing method, and an information storage device. A magnetic disc (10) is manufactured by a manufacturing method having a film-forming step (A) which forms a magnetic film (62) composed of an Sm-Co alloy on a substrate (61), and an ion implanting step (C) which locally implants ion into other areas of the magnetic film (62) besides the plurality of areas that form the magnetic dots where information is magnetically recorded in, and lowers the saturation magnetization thereof to thereby form, between the magnetic dots, a dot separating strip having saturation magnetization smaller than the saturation magnetization of the magnetic dots.

(57) 要約: ビットパターン型やディスクリット・トラック型等のタイプの磁気記憶媒体を製造可能な簡易な製造方法、そのような簡易な製造方法で製造可能な上記タイプの磁気記憶媒体および情報記憶装置を提供することを目的とし、基板 61 上に、Sm-Co 合金で磁性膜 62 を形成する製膜工程 (A) と、磁性膜 62 の、各々に情報が磁気的に記録される磁性ドットとなる複数箇所を除いた他の箇所に局所的にイオンを注入して飽和磁化を低下させることで、磁性ドットの相互間に、磁性ドットの飽和磁化よりも小さい飽和磁化を有するドット間分断帯を形成するイオン注入工程 (C) とを有する製造方法で磁気ディスク 10 を製造する。



CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

磁気記憶媒体製造方法、磁気記憶媒体、および情報記憶装置

技術分野

[0001] 本件は、磁気記憶媒体を製造する製造方法、磁気記憶媒体、および磁気記憶媒体を備えた情報記憶装置に関する。

背景技術

[0002] ハードディスクドライブ（HDD）は、データの高速アクセス及び高速転送が可能な大容量記憶装置として、情報記憶装置の主流になっている。このHDDについては、これまでも高い年率で面記録密度が高まっており、現在でもさらなる記録密度向上が求められている。

[0003] HDDの記録密度を向上させるためには、トラック幅の縮小や記録ビット長の短縮が必要であるが、トラック幅を縮小させると、隣接するトラック同士で、いわゆる干渉が生じ易くなる。この干渉とは、即ち、記録時において磁気記録情報が目的外の隣接トラックに重ね書きされてしまう現象や、再生時において目的外の隣接トラックからの漏洩磁界によるクロストークが起きてしまう現象を総称したものである。これらの現象は、いずれも再生信号のS/N比の低下を招き、エラーレートの劣化を引き起こす要因となる。

[0004] 一方、記録ビット長の短縮を進めると、記録ビットを長期間保存する性能が低下する熱揺らぎ現象が発生する。

[0005] これらの干渉や熱揺らぎ現象を回避して短いビット長や高いトラック密度を実現する方法として、ディスクリット・トラック型の磁気記憶媒体やビットパターンド型の磁気記憶媒体が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。特に、ビットパターンド型の磁気記憶媒体では、記録ビットの位置が予め決められており、その決められた記録ビットの位置に磁性材料のドットが形成されドットの相互間是非磁性材料で構成される。このように磁性材料のドットが互いに分離されているとドットどうしの磁氣的相互作用が小さく

、上述した干渉や熱揺らぎ現象が回避される。

[0006] ここで、ビットパターンド型の磁気記憶媒体の製造方法として、上記特許文献 1 等に提案されている従来の製造方法について説明する。

[0007] 図 1 は、ビットパターンド型の磁気記憶媒体の従来の製造方法を示す図である。

[0008] 従来の製造方法では、まず、製膜工程（A）で、基板 1 上に磁性膜 2 が形成される。

[0009] 次に、ナノインプリント工程（B）では、磁性膜 2 上に、紫外線硬化樹脂からなるレジスト 3 が塗布され、そのレジスト 3 に、ナノサイズの穴 4 a が空いたモールド 4 が載せられる。これによってレジスト 3 がそのナノサイズの穴 4 a に入ってレジスト 3 のドット 3 a が形成される。そして、そのモールド 4 越しにレジスト 3 に紫外線が照射されることでレジスト 3 が硬化してドット 3 a が磁性膜 2 上にプリントされる。また、レジスト 3 が硬化した後、モールド 4 は除去される。

[0010] その後、エッチング工程（C）でエッチングが行われることで、レジスト 3 のドット 3 a で保護された磁性ドット 2 a を残して磁性膜が除去される。エッチング後はレジスト 3 のドット 3 a は化学的処理で除去され、基板 1 上に磁性ドット 2 a のみが残る。

[0011] そして、充填工程（D）では、磁性ドット 2 a の相互間が非磁性材料で埋められる。その後、平坦化工程（E）を経て表面が平坦化されることでビットパターンド型の磁気記憶媒体 6 の完成（F）となる。

[0012] このような従来の製造方法によると、磁気記憶媒体 6 上での磁気ヘッドの浮上特性を安定なものとするために平坦化工程（E）では精度の高い平坦化が必要となる。そのため、非常に複雑な製造プロセスを行う必要があるという課題や、製造コストが増大するという課題が生じる。

[0013] ここで、イオンが磁性膜に注入されると、その磁性膜の磁気特性が変化するということが知られている（例えば、特許文献 2 参照。）。そして、イオンを磁性膜に注入して局所的に磁気特性を変化させることでドットの分離状

態を形成する加工方法（イオンドーピング方式）が提案されている（例えば、特許文献3および特許文献4参照。）。

- [0014] このイオンドーピング方式によれば、イオンを注入して磁気特性を変えるため、エッチングや充填、平坦化等の複雑な製造プロセスが必要なくなり、製造コストの増加を大幅に抑えることが可能となる。

先行技術文献

特許文献

- [0015] 特許文献1：特許第1888363号明細書
特許文献2：特開平07-141641号公報
特許文献3：特開2002-288813号公報
特許文献4：特開2007-226862号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0016] しかしながら、単純にイオンドーピング方式を適用するだけでは、飽和磁化がほとんど変化しないため、上述した干渉や熱揺らぎ現象が解決できておらず、実用化には至っていない。
- [0017] 尚、ここまで、ビットパターン型型の磁気記憶媒体を例に挙げて、上述のような簡易な製造方法が実用化に至っていないという課題について説明した。しかしながら、このような課題は、ビットパターン型型の磁気記憶媒体に限るものではなく、例えばディスクリット・トラック型の磁気記憶媒体にも当てはまる課題である。即ち、このような課題は、情報が磁気的に記録される磁性部と、磁性部の飽和磁化よりも小さい飽和磁化を有する低磁性部とを備えたタイプの磁気記憶媒体に共通して当てはまる課題である。
- [0018] 本願では上記事情に鑑み、上記タイプの磁気記憶媒体を製造可能な簡易な製造方法、そのような簡易な製造方法で製造可能な上記タイプの磁気記憶媒体および情報記憶装置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

- [0019] 上記目的を達成する基本形態の磁気記憶媒体製造方法は、
Sm-Co基合金で磁性膜を形成する磁性膜形成過程と、
上記磁性膜に対し、所定の保護領域を除いた他の領域に対して局所的にイオンを注入するイオン注入過程とを有することを特徴とする。
- [0020] 上記目的を達成する基本形態の磁気記憶媒体は、
基板と、
上記基板上に設けられた、Sm-Co合金で形成された磁性膜を有し情報が磁氣的に記録される磁性部と、
上記磁性部の磁性膜と連続した磁性膜にイオンが注入されてなる被注入膜を有しその磁性部の飽和磁化よりも小さい飽和磁化を有する低磁性部とを備えたことを特徴とする。
- [0021] 上記目的を達成する基本形態の情報記憶装置は、
基板、その基板上に設けられた、その基板上にSm-Co合金で形成された磁性膜を有し情報が磁氣的に記録される磁性部、および、その磁性部の磁性膜と連続した磁性膜にイオンが注入されてなる被注入膜を有しその磁性部の飽和磁化よりも小さい飽和磁化を有する低磁性部とを備えた磁気記憶媒体と、
上記磁気記憶媒体に近接あるいは接触して磁性部に磁氣的に情報の記録及び／又は再生を行う磁気ヘッドと、
上記磁気ヘッドを上記磁気記憶媒体表面に対して相対的に移動させて、その磁気ヘッドによる情報の記録及び／又は再生となる磁性部上にその磁気ヘッドを位置決めするヘッド位置制御機構とを備えたことを特徴とする。
- [0022] 上記の基本形態の磁気記憶媒体製造方法によれば、例えばビットパターン型の磁気記憶媒体の磁性ドット間を占める低磁性部や、ディスクリット・トラック型の磁気記憶媒体のトラックの両サイドを占める低磁性部を、イオン注入によって形成することができる。そのため、エッチングや充填や平坦化等といった複雑な製造プロセスが不要となるので、この基本形態の磁気記憶媒体製造方法は簡易な製造方法となる。また、上記の基本形態の磁気記憶

媒体および情報記憶装置によれば、その簡易な製造方法での製造が可能となる。ここで、上記の各基本形態によれば、イオン注入を受ける磁性膜が、 $\text{Sm}-\text{Co}$ 基合金で形成される。この $\text{Sm}-\text{Co}$ 基合金の磁性膜によれば、磁性ドットでの磁気記録に必要な磁気異方性を担保しつつ、イオン注入によって、十分な飽和磁化の低減が可能であることを本件の開発者は見出した。つまり、上記の各基本形態によれば、磁性膜の飽和磁化を局所的に低減させる上述の簡易な製造方法で、ビットパターンド型やディスクリット・トラック型の磁気記憶媒体や情報記憶装置を現実的に製造することができる。

発明の効果

[0023] 以上、説明したように、本件によれば、上記タイプの磁気記憶媒体を製造可能な簡易な製造方法、そのような簡易な製造方法で製造可能な上記タイプの磁気記憶媒体および情報記憶装置を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]ビットパターンド型の磁気記憶媒体の従来の製造方法を示す図である。
[図2]情報記憶装置の具体的な一実施形態であるハードディスク装置（HDD）の内部構造を示す図である。
[図3]図2に示す磁気ディスクの構造を模式的に示す斜視図である。
[図4]図2および図3に示す磁気ディスクの製造方法を示す図である。
[図5]第1実施例、第2実施例、および比較例に共通の構造を示す図である。
[図6] $\text{Sm}-\text{Co}$ 合金の磁性膜および $\text{Co}-\text{Cr}-\text{Pt}$ 合金の磁性膜それぞれにおける磁気異方性磁界の膜厚依存性を示すグラフである。
[図7]第1実施例についての、イオン注入による飽和磁化低減効果のイオン注入量依存性を示すグラフである。
[図8]第2実施例についての、イオン注入による飽和磁化低減効果のイオン注入量依存性を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0025] 基本形態について上記説明した磁気記憶媒体製造方法、磁気記憶媒体、および情報記憶装置に対する具体的な実施形態を、以下図面を参照して説明す

る。

[0026] 図2は、情報記憶装置の具体的な一実施形態であるハードディスク装置（HDD）の内部構造を示す図である。

[0027] この図に示すハードディスク装置（HDD）100は、パーソナルコンピュータ等といった上位装置に組み込まれ、その上位装置における情報記憶手段として利用されるものである。

[0028] このハードディスク装置100には、円盤状の磁気ディスク10が、図の奥行き方向に重なって複数枚ハウジングH内に納められている。この磁気ディスク10は、上記で基本形態について説明した磁気記憶媒体の具体的な一実施形態に相当する。

[0029] ここで、上述の磁気記憶媒体および情報記憶装置の基本形態に対し、
「上記磁性部が、上記基板上に規則的に複数配列された、各々に情報が磁氣的に記録される磁性ドットであり、

上記低磁性部が、上記磁性ドットの相互間に設けられた、その磁性ドット相互の磁氣的結合を阻害するドット間分断帯である」という応用形態は好適である。

[0030] この応用形態は、ビット情報が記録される磁性ドットが予め基板上の各箇所に設けられているビットパターン型の磁気記憶媒体に相当する。ビットパターン型の磁気記憶媒体は、上述したように干渉や熱揺らぎ現象が効果的に回避されることから、そのようなタイプの磁気記憶媒体に相当する上記の応用形態は好適である。

[0031] 図2の磁気ディスク10は、ビットパターン型の磁気記憶媒体であり、この応用形態の具体的な一実施形態にも相当している。また、この磁気ディスク10は、各磁性ドットにおいて、表裏面に対して垂直な方向の磁化による磁気パターンで情報が記録されるいわゆる垂直磁気記憶媒体でもある。また、表裏面に対して長手方向の磁化による磁気パターンで情報が記録されるいわゆる面内磁気記憶媒体にも適用可能である。

[0032] この磁気ディスク10は、ハウジングH内においてディスク軸11を中心

に回転する。

- [0033] また、ハードディスク装置 100 のハウジング H 内には、磁気ディスク 10 の表面に沿って移動するスイングアーム 20、スイングアーム 20 の駆動に用いられるアクチュエータ 30、および制御回路 50 も納められている。
- [0034] スイングアーム 20 は、磁気ディスク 10 に対して情報の書き込みと読み出しとを行う磁気ヘッド 21 を先端に保持している。また、スイングアーム 20 は、ベアリング 24 によってハウジング H に回動自在に支持されている。そして、このスイングアーム 20 は、ベアリング 24 を中心として所定角度の範囲内で回動することによって、磁気ヘッド 21 を磁気ディスク 10 の表面に沿って移動させる。この磁気ヘッドが、上述した情報記憶装置の基本形態における磁気ヘッドの一例に相当する。
- [0035] 磁気ヘッド 21 による情報の読み書きやアーム 30 の移動は制御回路 50 によって制御されており、上位装置との情報の遣り取りもこの制御回路 50 を介して行われる。
- [0036] 上記のスイングアーム 20 とベアリング 24 とアクチュエータ 30 と制御回路 50 とを合わせたものが、上述した情報記憶装置の基本形態におけるヘッド位置制御機構の一例に相当する。
- [0037] 図 3 は、図 2 に示す磁気ディスクの構造を模式的に示す斜視図である。
- [0038] この図 3 には、円板状の磁気ディスクから切り出された一部が示されている。
- [0039] 図 3 に示す磁気ディスク 10 は、基板 S 上に複数の磁性ドット Q が規則的な配列で並べられた構造を有している。磁性ドット Q のそれぞれには 1 ビット相当の情報が磁氣的に記録される。磁性ドット Q は磁気ディスク 10 の中心の周りに周回状に並んでおり、磁性ドットの列はトラック T を形成する。基板 S は、上述の基本形態における基板の一例に相当する。また、磁性ドット Q は、上述の基本形態における磁性部の一例に相当し、ビットパターン型の磁気記憶媒体に対応した上述の応用形態における磁性ドットの一例にも相当している。

[0040] また、磁性ドットQの相互間は、飽和磁化が磁性ドットQの飽和磁化よりも低く、磁性ドットQの相互間を磁氣的に分断するドット間分断帯Uとなっている。このドット間分断帯Uによって磁性ドットQどうしの磁氣的相互作用が小さくなっている。このドット間分断帯Uは、上述の基本形態における低磁性部の一例に相当し、ビットパターンD型の磁気記憶媒体に対応した上述の応用形態におけるドット間分断帯の一例にも相当している。

[0041] このように磁性ドットQどうしの磁氣的相互作用が小さいと、磁性ドットQに対する情報の記録再生に際してもトラックT相互間での磁氣的相互作用が小さいため、トラック相互間でのいわゆる干渉が少ない。また、各磁性ドットQでは、記録される情報ビットの境界が熱で揺らぐことがなく、いわゆる熱揺らぎ現象も回避される。従って、この図3に示すようなビットパターンD型の磁気ディスク10によれば、トラック幅の縮小や記録ビット長の短縮が可能で、高記録密度の磁気記憶媒体が実現可能である。

[0042] この磁気ディスク10の製造方法について以下説明する。

[0043] この磁気ディスク10の製造方法が、基本形態について上記説明した磁気記憶媒体製造方法の具体的な一実施形態に相当する。

[0044] ここで、この磁気記憶媒体製造方法の基本形態に対して、

「上記イオン注入過程が、上記保護領域として、上記磁性膜が広がる方向に規則的に配列した複数箇所を用いて、その複数箇所の相互間に対して局所的にイオンを注入する過程である」という応用形態は好適である。

[0045] この応用形態は、ビットパターンD型の磁気記憶媒体を製造する磁気記憶媒体製造方法に相当する。ビットパターンD型の磁気記憶媒体は、上述したように干渉や熱揺らぎ現象が効果的に回避されることから、そのようなタイプの磁気記憶媒体を製造する上記の応用形態は好適である。以下に説明する磁気ディスク10の製造方法は、この応用形態の具体的な一実施形態にも相当している。

[0046] 図4は、図2および図3に示す磁気ディスクの製造方法を示す図である。

[0047] この図4に示す製造方法では、まず、製膜工程（A）で、ガラスの基板6

1 上に磁性膜 6 2 が形成される。この製膜工程 (A) は、上述した磁気記憶媒体製造方法の基本形態における磁性膜形成過程の一例に相当し、この磁性膜 6 2 は、Sm-C o 合金で形成された磁性膜である。

[0048] ここで、本実施形態では、後述のイオン注入工程 (C) でのイオン注入によって、磁性膜 6 2 において図 3 のドット間分断帯 U に相当する領域の飽和磁化が低減される。磁性ドット Q の相互間を磁氣的に確実に分断するドット間分断帯 U を形成するためには、飽和磁化は、イオン注入前のおよそ 20 % まで低減されることが望ましい。一方で、磁性ドット Q での磁気記録には、一般に、磁気異方性磁界で 14 k O e 以上の磁気異方性が必要とされている。磁性ドット Q の磁気異方性は、磁性膜 6 2 の磁気異方性であるので、磁性膜 6 2 において上記の 14 k O e 以上の磁気異方性が必要ということになる。ところが、従来、14 k O e 以上の磁気異方性を有する磁性膜の飽和磁化を、イオン注入によって注入前のおよそ 20 % まで低減させることは非常に困難であった。

[0049] ここで、本件の開発者は、 $1 \times 10^7 \text{ erg/cm}^3$ 以上という大きな磁気異方性定数を有する Sm-C o 合金によれば、5 nm 程度の膜厚で磁性膜を形成して、上記の 14 k O e 以上の磁気異方性と飽和磁化の十分な低減とを両立できることを発見した。

[0050] 図 4 の製膜工程 (A) では、磁性膜 6 2 が、このような望ましい特性を有する Sm-C o 合金で、5 nm 程度の膜厚で形成される。

[0051] 次に、ナノインプリント工程 (B) では、磁性膜 6 2 上に、紫外線硬化樹脂からなるレジスト 6 3 が塗布され、そのレジスト 6 3 に、ナノサイズの穴 6 4 a が空いたモールド 6 4 が載せられる。これによってレジスト 6 3 がそのナノサイズの穴 6 4 a に入ってレジスト 6 3 のドット 6 3 a が形成される。そして、そのモールド 6 4 越しにレジスト 6 3 に紫外線が照射されることでレジスト 6 3 が硬化してドット 6 3 a が磁性膜 6 2 上にプリントされる。また、レジスト 6 3 が硬化した後モールド 6 4 は除去される。

[0052] ナノインプリント工程 (B) の後はイオン注入工程 (C) に進む。このイ

オン注入工程（C）では、ドット63aがプリントされている磁性膜62の上部から、酸素イオン、窒素イオンのうちのいずれか一方のイオンが照射される。その結果、レジスト63のドット63aで保護された磁性ドット62aを残して磁性膜62にイオンが注入されて飽和磁化が注入前の20%まで低減される。このイオン注入工程（C）が、上述の基本形態におけるイオン注入過程の一例に相当する。また、このイオン注入工程（C）は、ビットパターン型の磁気記憶媒体の製造に対応した上述の応用形態におけるイオン注入過程の一例にも相当している。

[0053] ここで、上述の基本形態に対し、

「上記イオン注入過程が、上記イオンとして、酸素イオン及び窒素イオンのうちいずれか一方のイオンを用いる過程である」という応用形態は好適である。

[0054] 本件の開発者は、酸素イオンや窒素イオンによれば、Sm-Co基合金で形成された磁性膜の磁気特性を効果的に劣化させることができることを発見した。この応用形態は、この発見に基づく形態であり好適であると言える。図4のイオン注入工程（C）は、この応用形態におけるイオン注入過程の一例にも相当している。

[0055] また、上述の基本形態に対し、

「上記磁性膜上に、上記保護領域へのイオンの注入を阻害するマスクを形成するマスク形成過程を更に有し、

上記イオン注入過程が、上記マスクが形成された磁性膜の上からイオンを当てることで、そのマスクで保護された保護領域を除いた他の領域に対して局所的にそのイオンを注入する過程である」という応用形態も好適である。

[0056] この応用形態によれば、イオン注入が不要な箇所はマスクで確実に保護されることとなり、磁性ドットの形成精度が高い。図4のナノインプリント工程（B）は、この応用形態におけるマスク形成過程の一例に相当し、イオン注入工程（C）は、この応用形態におけるイオン注入過程の一例にも相当する。

[0057] また、マスク形成過程を有したこの好適な応用形態に対し、

「上記マスク形成過程が、上記マスクをレジストで形成する過程である」という応用形態や、

「上記マスク形成過程が、上記マスクをレジストで、ナノインプリントプロセスによって形成する過程である」という応用形態はさらに好適である。

[0058] レジストによるマスク形成は技術的に安定していて精度の良いマスク形成が期待でき、ナノインプリントプロセスによるマスク形成は、ナノレベルでのマスクパターンを容易に作成することが出来て好ましい。この図4に示すナノインプリント工程（B）は、これらさらに好適な応用形態におけるマスク形成過程の一例にも相当している。

[0059] 尚、上述したナノインプリントでは、イオンを注入すべき箇所でも完全にはレジストが除去されない。しかし、レジストが薄い場所ではイオンがレジストを透過して磁性膜62に注入され、レジストが厚い場所（即ちドット63aとなっている場所）では、イオンがレジストで止まって磁性膜には到達しない。このため、所望のトラックパターンの形成が可能である。

[0060] また、図4に示すイオン注入工程（C）では、イオンの加速電圧が、磁性膜62の中心部へイオンが注入されるように設定される。この加速電圧は、イオン種によって異なり、磁性膜中心部までの深さや材料によっても異なる。

[0061] このイオン注入工程（C）によってイオンが注入された箇所の磁性膜62は、内部にイオンが留まって結晶構造が歪み飽和磁化が低下する。イオン注入の後はレジストのドット63aは化学的処理で除去される。

[0062] このようなイオン注入工程（C）を経ることにより、磁性ドット62aの相互間に、磁性ドット62aどうしの磁気的な相互作用を分断するドット間分断帯62bが形成されてビットパターンD型の磁気記憶媒体10の完成（D）となる。ドット間分断帯62bでは飽和磁化が磁性ドット62aの飽和磁化よりも十分に低いため、情報は磁性ドット62aのみに記録され、ドット間分断帯62bには情報は記録されない。

[0063] この図4に示す製造方法で製造される磁気記憶媒体10では、表面を構成している磁性ドット62aとドット間分断帯62bとの平滑性は、製膜工程(A)で形成された磁性膜62における平滑性がそのまま維持されたものとなっている。このため、図1に示す従来技術のような平坦化工程は不要となり、この図4に示す製造方法は簡易な方法となっている。

[0064] また、この図4に示す製造方法では磁性膜62上にプリントされたレジストのドット63aで磁性ドット62aを保護している。従って、磁気記憶媒体10全面に同時にイオンを照射することができ、必要な箇所へのイオン注入を数秒間のイオン照射によって十分に実現できるので量産性を損なわない。

[0065] 以下説明する第1および第2実施例では、この図4に示した製造方法を具体的な材料等に適用して技術的效果を確認した。また、この確認では、これらの実施例に対する比較例も適宜に参照されている。

[0066] 図5は、第1実施例、第2実施例、および比較例に共通の構造を示す図である。

[0067] 以下、この図5を参照しながら、まず、第1実施例について説明する。

[0068] よく洗浄されたガラス基板70をマグネトロンスパッタ装置にセットし、 5×10^{-5} Pa以下まで真空排気した。その後、ガラス基板70を加熱せず0.67 PaのArガス圧にて、(111)結晶配向したfcc-Cuを、磁性層を結晶配向させるための下地層71として5 nmの膜厚で成膜した。この下地層71を成膜する過程は図4に示す製造方法では説明が省略されている。

[0069] 続いて、大気圧に戻すことなく、装置内温度を230度に加熱し、 $\text{Sm}_{17}\text{-Co}_{83}$ 合金からなる磁性膜72を0.67 PaのArガス圧にて形成した。尚、「 $\text{Sm}_{17}\text{-Co}_{83}$ 合金」という表記における各下付きの数字は、各数字が添付されている元素の組成比を表わしている。

[0070] 尚、ここでは、3 nm以上で10 nm未満の範囲内の膜厚で磁性膜72を形成した。

- [0071] 磁性膜 7 2 を成膜した後は、ダイヤモンドライクカーボンを保護層 7 3 として 4 nm 成膜した。この保護層 7 3 を成膜する過程も図 4 に示す製造方法では説明が省略されている。
- [0072] さらに、磁性膜 7 2 の形成後に、S Q I D (S u p e r c o n d u c t i n g Q u a n t u m I n t e r f e r e n c e D e v i c e) を用いて、上記の範囲内の各膜厚の磁性膜 7 2 について、厚さ方向の磁気異方性磁界を測定した。この測定により、S m - C o 合金の磁性膜 7 2 について、磁気異方性磁界の膜厚依存性を得た。
- [0073] 次に、磁性膜 7 2 の膜厚が 5 nm のものについて、保護層 7 3 上にはレジストを塗布し、ナノインプリントプロセスを用いて、直径が 20 nm ~ 60 nm で、高さが約 50 nm の柱状のレジストパターン 7 4 を形成した。
- [0074] レジストパターン 7 4 の上方から 5 keV に加速した窒素イオン 7 5 を照射して磁性膜 7 2 に注入した。上述したようにイオンの加速電圧は、磁性膜 7 2 の中心部へイオンが注入されるように設定した。また、イオン注入は、0 から $2.5 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^2$ の範囲内でイオン注入量を徐々に増やしながら行なった。
- [0075] また、ここでは、イオン注入前の磁性膜 7 2 について飽和磁化を予め測定しておき、上記の範囲内の各イオン注入量でのイオン注入の度に、イオン注入を受けて低下した飽和磁化を測定し、前者に対する後者の比率を求めた。これにより、磁性膜 7 2 について、窒素イオン 7 5 の注入による飽和磁化低減効果のイオン注入量依存性を得た。
- [0076] イオン注入の後、レジストパターン 7 4 を S C I 洗浄によって除去した。
- [0077] 次に、第 2 実施例として、膜厚が 5 nm の磁性膜 7 2 に、酸素イオンが注入されたものを作成した。尚、この第 2 実施例では、磁性膜 7 2 の膜厚が 5 nm のみであり、注入イオンのイオン種が酸素イオンである以外は、上記の第 1 実施例と同じ条件下で処理が行われた。また、この第 2 実施例については、酸素イオンの注入による飽和磁化低減効果のイオン注入量依存性に係る測定のみを行った。

- [0078] 続いて、これら2つの実施例との比較のために、次のような比較例を作成した。この比較例では、磁性材料として $\text{Co-Cr}_{3.3}\text{-Pt}_{22.5}$ 合金を用いる以外は、上記の第1実施例と同じ条件下で磁性膜の形成やイオン注入を行なった。尚、この比較例では、イオン注入による飽和磁化低減効果の、イオン注入量依存性に係る測定は省略し、 Co-Cr-Pt 合金の磁性膜72の磁気異方性磁界の膜厚依存性に係る測定のみを行った。
- [0079] 図6は、 Sm-Co 合金の磁性膜および Co-Cr-Pt 合金の磁性膜それぞれにおける磁気異方性磁界の膜厚依存性を示すグラフである。
- [0080] この図6のグラフG1では、横軸に磁性膜の膜厚がとられ、縦軸に磁気異方性磁界がとられている。そして、このグラフG1には、 Sm-Co 合金の磁性膜72における磁気異方性磁界の膜厚依存性が、丸印を結ぶ第1ラインL1で示されている。さらに、このグラフG1には、 Co-Cr-Pt 合金の磁性膜72における磁気異方性磁界の膜厚依存性が、四角印を結ぶ第2ラインL2で示されている。
- [0081] 第2ラインL2から、 Co-Cr-Pt 合金の磁性膜では、磁気記録に必要とされている14kOe以上の磁気異方性磁界を得るためには、10nm以上の膜厚が必要であることが分かる。これに対し、第1ラインL1から、 $\text{Sm}_{17}\text{-Co}_{83}$ 合金の磁性膜では、5nm以下の膜厚でも14kOe以上の磁気異方性磁界が得られることが分かる。
- [0082] 次に、第1および第2実施例についての、イオン注入による飽和磁化低減効果のイオン注入量依存性を参照して、5nmの膜厚での形成で14kOe以上の磁気異方性磁界が担保された磁性膜について飽和磁化を十分に低減できることを示す。尚、上述したように、ビットパターンド型の磁気記憶媒体において磁性ドットの相互間を磁氣的に確実に分断するドット間分断帯を形成するためには、飽和磁化は、イオン注入前のおよそ20%まで低減されることが望ましい。
- [0083] 図7は、第1実施例についての、イオン注入による飽和磁化低減効果のイオン注入量依存性を示すグラフであり、図8は、第2実施例についての、イ

オン注入による飽和磁化低減効果のイオン注入量依存性を示すグラフである。

- [0084] 図7のグラフG2および図8のグラフG3の双方とも、横軸にイオン注入量がとられ、縦軸に規格化飽和磁化がとられている。尚、縦軸の規格化飽和磁化は、イオン注入前の飽和磁化に対するイオン注入後の飽和磁化の比率で示されている。
- [0085] 図7のグラフG2では、窒素イオンの注入（第1実施例）による飽和磁化低減効果のイオン注入量依存性が、丸印を結ぶ第3ラインL3で示されている。また、図8のグラフG3では、酸素イオンの注入（第2実施例）による飽和磁化低減効果のイオン注入量依存性が、四角印を結ぶ第4ラインL4で示されている。
- [0086] これら2つのグラフG2, G3から、窒素イオンおよび酸素イオン双方とも、 $2 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^2$ のイオン注入量で、膜厚が5 nmの、 $\text{Sm}_{17}\text{-Co}_{83}$ 合金の磁性膜の飽和磁化を、注入前の20%以下まで低減できることが分かる。一般に、イオン注入において、磁性膜の表面状態を損なわないためには、イオン注入量は、 $1 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^2$ 以下であることが望ましいと言われている。これに対し、 $\text{Sm}_{17}\text{-Co}_{83}$ 合金の磁性膜に対する窒素イオンや酸素イオンの注入によれば、 $1 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^2$ という上限に対して十分な余裕を持って飽和磁化を低減できることが分かる。
- [0087] 以上のことから、磁性膜をSm-Co合金で形成することにより、膜厚が5 nmでの形成で磁気記録に必要な14 kOe以上の磁気異方性磁界を得つつ飽和磁化を十分に低減できることが確認された。従って、Sm-Co合金を磁性材料に採用した上述の製造方法によれば、イオンドーピング方式を用いて、ビットパターン型やディスクリット・トラック型の磁気記憶媒体や情報記憶装置を簡易かつ現実的に製造することができる。
- [0088] 尚、上述した説明では、磁気記憶媒体の一例として、ビットパターン型の磁気記憶媒体を例示したが、磁気記憶媒体はに限るものではなく、例えば

ディスクリット・トラック型であっても良い。

[0089] また、上述した説明では、磁性膜を形成するSm-Co基合金の一例としてSm-Co合金を例示したが、Sm-Co基合金はこれに限るものではない。このSm-Co基合金は、Sm-Co合金の磁気特性等を損なわない組成範囲内で他の元素をSm-Co合金に添加した合金等であっても良い。

[0090] また、上述した説明では、磁性ドット形成のための好ましいマスクとしてレジストパターンを用いることが例示されている。これに対し、上述した基本形態におけるイオン注入では、媒体のごく表面に、媒体面に接触しないようにステンシルマスクを配してイオン注入するプロセスを用いても良い。このプロセスによれば、レジスト塗布とレジスト除去の工程を省略することができる。

[0091] また、上述した説明では、レジストのパターニングの最良な例としてナノインプリントプロセスを利用することが示されているが、パターニングには電子線露光を用いても良い。

符号の説明

- [0092] 1 0 0 ハードディスク装置
 1 0 磁気ディスク
 6 1 基板
 6 2 磁性膜
 6 2 a 磁性ドット
 6 2 b 分断帯

請求の範囲

- [請求項1] Sm-Co基合金で磁性膜を形成する磁性膜形成過程と、
前記磁性膜に対し、所定の保護領域を除いた他の領域に対して局所的にイオンを注入するイオン注入過程とを有することを特徴とする磁気記憶媒体製造方法。
- [請求項2] 前記イオン注入過程が、前記保護領域として、前記磁性膜が広がる方向に規則的に配列した複数箇所を用いて、該複数箇所の相互間に対して局所的にイオンを注入する過程であることを特徴とする請求項1記載の磁気記憶媒体製造方法。
- [請求項3] 前記イオン注入過程が、前記イオンとして、酸素イオン及び窒素イオンのうちいずれか一方のイオンを用いる過程であることを特徴とする請求項1記載の磁気記憶媒体製造方法。
- [請求項4] 前記磁性膜上に、前記保護領域へのイオンの注入を阻害するマスクを形成するマスク形成過程を更に有し、
前記イオン注入過程が、前記マスクが形成された磁性膜の上からイオンを当てることで、該マスクで保護された保護領域を除いた他の領域に対して局所的に該イオンを注入する過程であることを特徴とする請求項1から3のうちいずれか1項記載の磁気記憶媒体製造方法。
- [請求項5] 前記マスク形成過程が、前記マスクをレジストで形成する過程であることを特徴とする請求項4記載の磁気記憶媒体製造方法。
- [請求項6] 前記マスク形成過程が、前記マスクをレジストで、ナノインプリントプロセスによって形成する過程であることを特徴とする請求項4又は5記載の磁気記憶媒体製造方法。
- [請求項7] 基板と、
前記基板上に設けられた、Sm-Co基合金で形成された磁性膜を有し情報が磁氣的に記録される磁性部と、
前記磁性部の磁性膜と連続した磁性膜にイオンが注入されてなる被注入膜を有し該磁性部の飽和磁化よりも小さい飽和磁化を有する低磁

性部とを備えたことを特徴とする磁気記憶媒体。

[請求項8]

前記磁性部が、前記基板上に規則的に複数配列された、各々に情報が磁氣的に記録される磁性ドットであり、

前記低磁性部が、前記磁性ドットの相互間に設けられた、該磁性ドット相互の磁氣的結合を阻害するドット間分断帯であることを特徴とする請求項7記載の磁気記憶媒体。

[請求項9]

基板、該基板上に設けられた、 Sm-Co 基合金で形成された磁性膜を有し情報が磁氣的に記録される磁性部、および、該磁性部の磁性膜と連続した磁性膜にイオンが注入されてなる被注入膜を有し該磁性部の飽和磁化よりも小さい飽和磁化を有する低磁性部とを備えた磁気記憶媒体と、

前記磁気記憶媒体に近接あるいは接触して磁性部に磁氣的に情報の記録及び／又は再生を行う磁気ヘッドと、

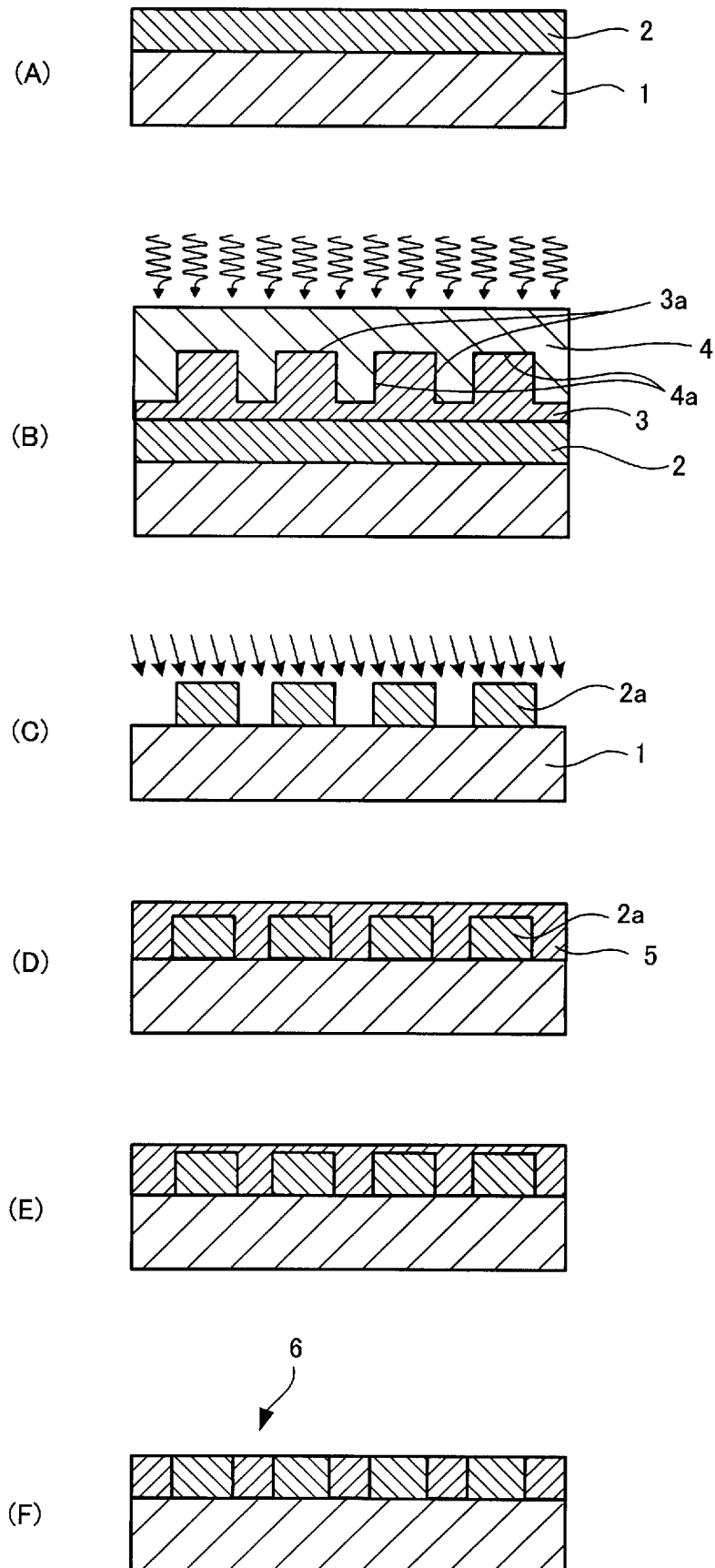
前記磁気ヘッドを前記磁気記憶媒体表面に対して相対的に移動させて、該磁気ヘッドによる情報の記録及び／又は再生となる磁性部上に該磁気ヘッドを位置決めするヘッド位置制御機構とを備えたことを特徴とする情報記憶装置。

[請求項10]

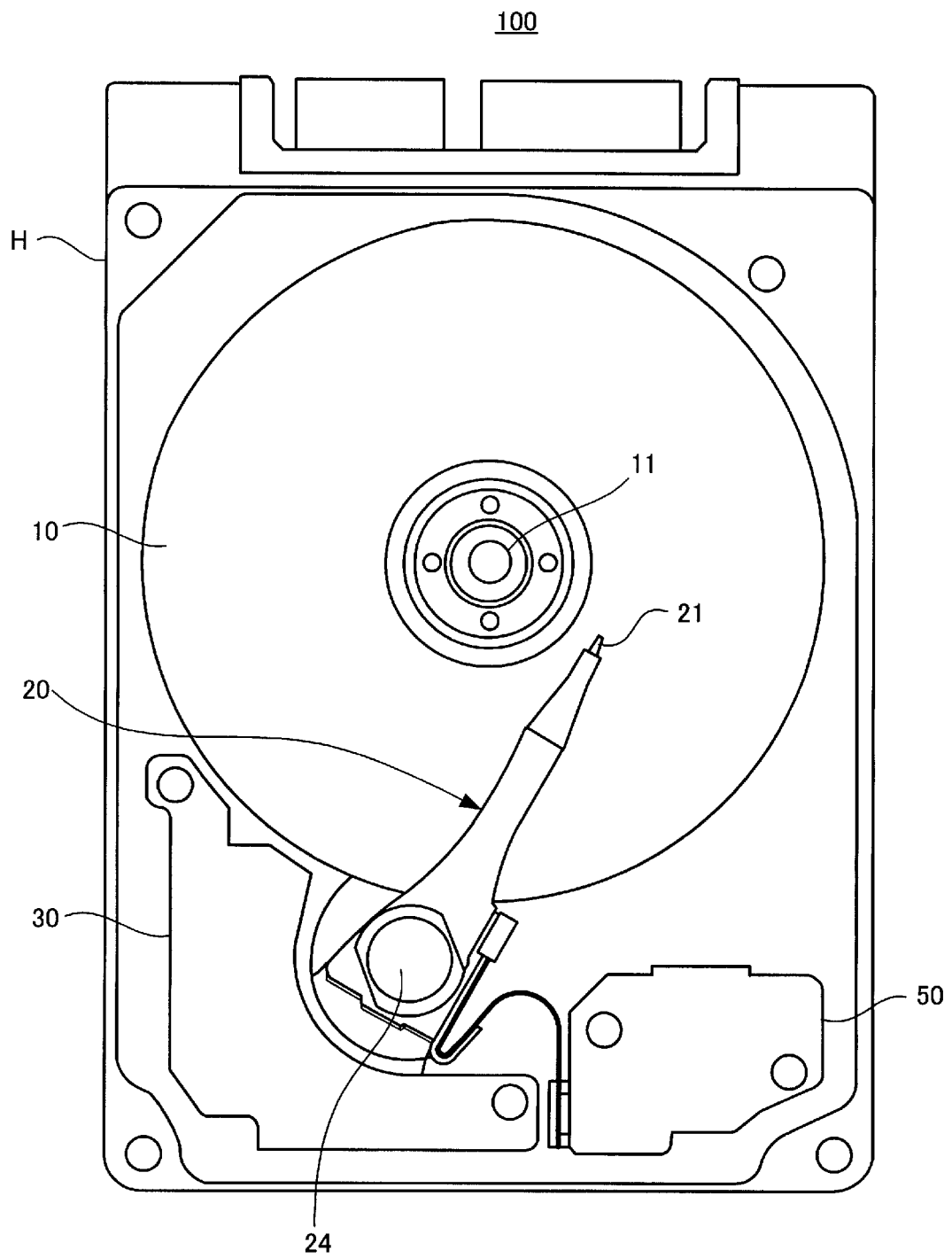
前記磁気記憶媒体の磁性部が、前記基板上に規則的に複数配列された、各々に情報が磁氣的に記録される磁性ドットであり、

前記低磁性部が、前記磁性ドットの相互間に設けられた、該磁性ドット相互の磁氣的結合を阻害するドット間分断帯であることを特徴とする請求項9記載の情報記憶装置。

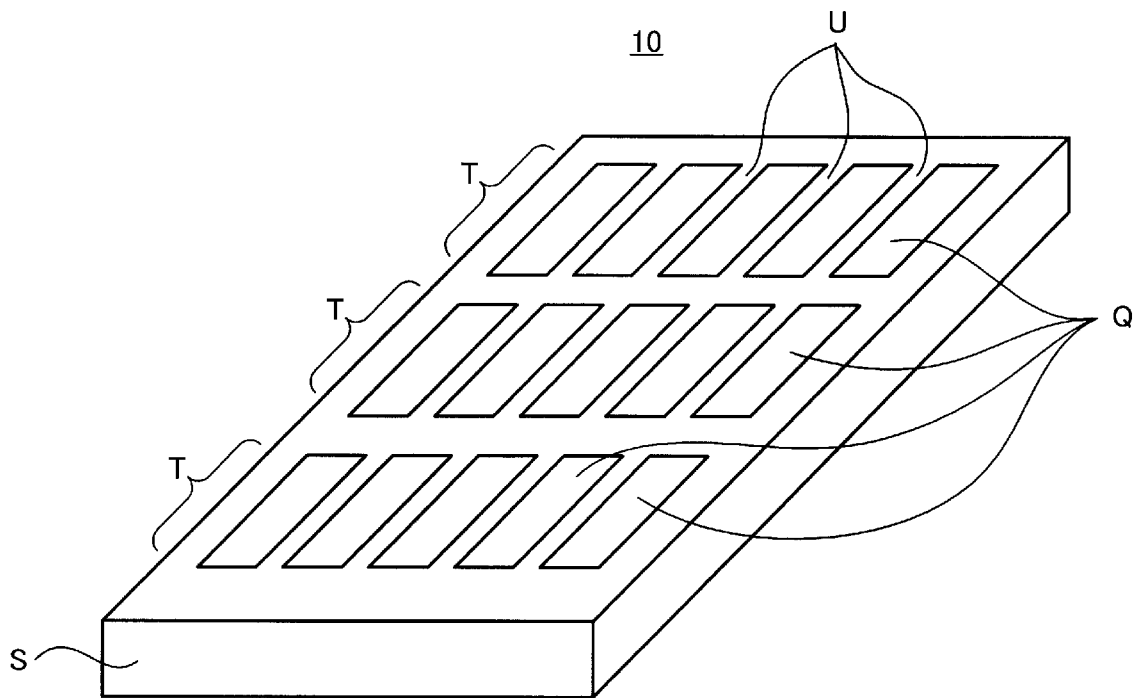
[図1]



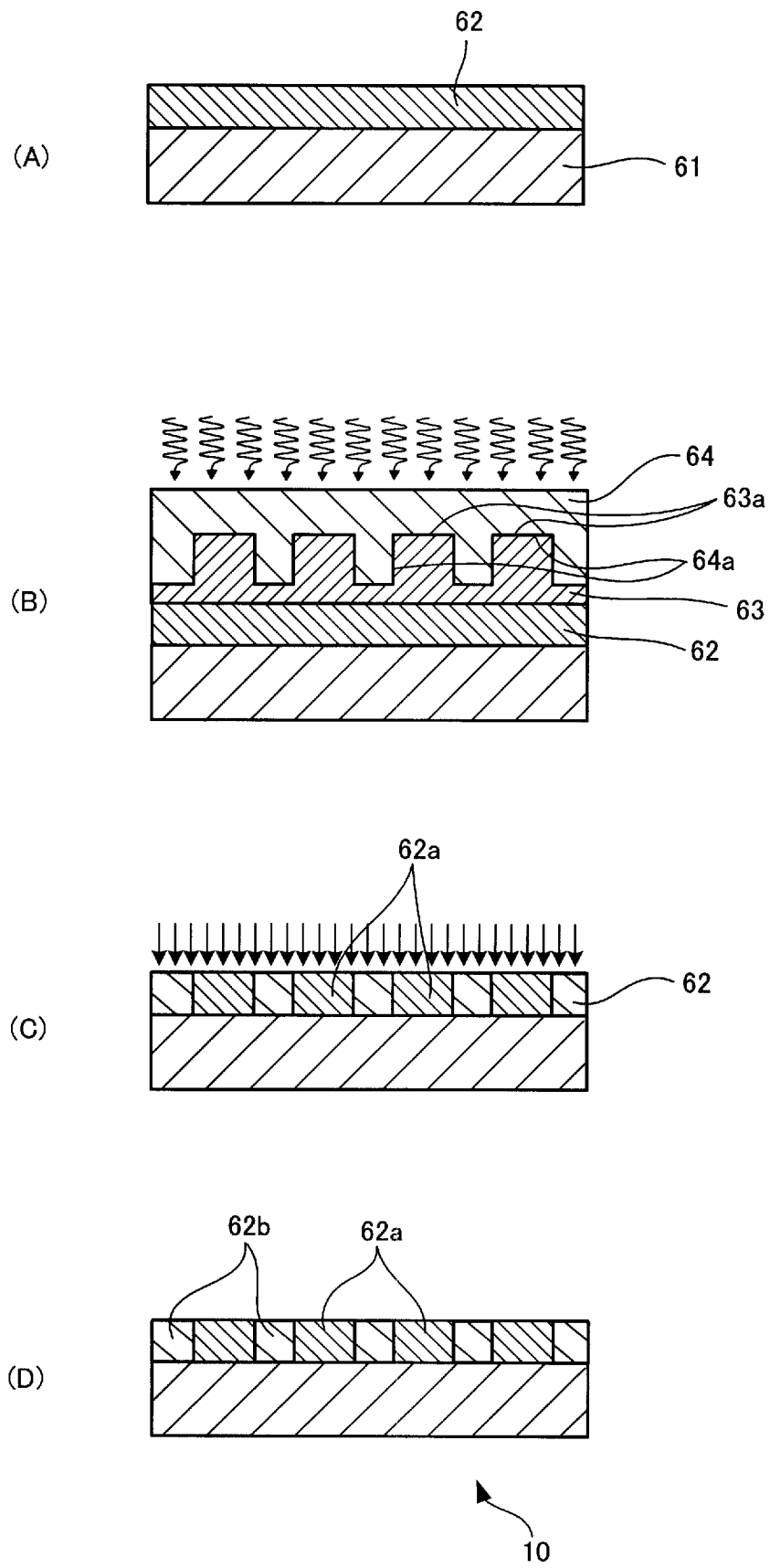
[図2]



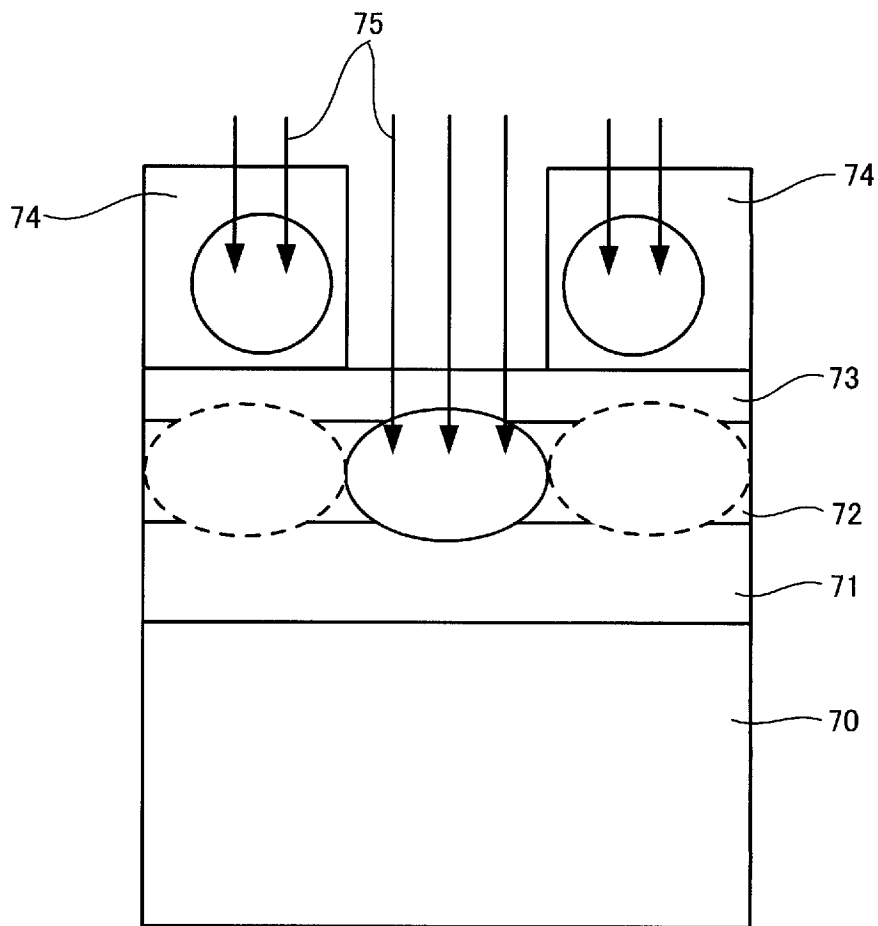
[図3]



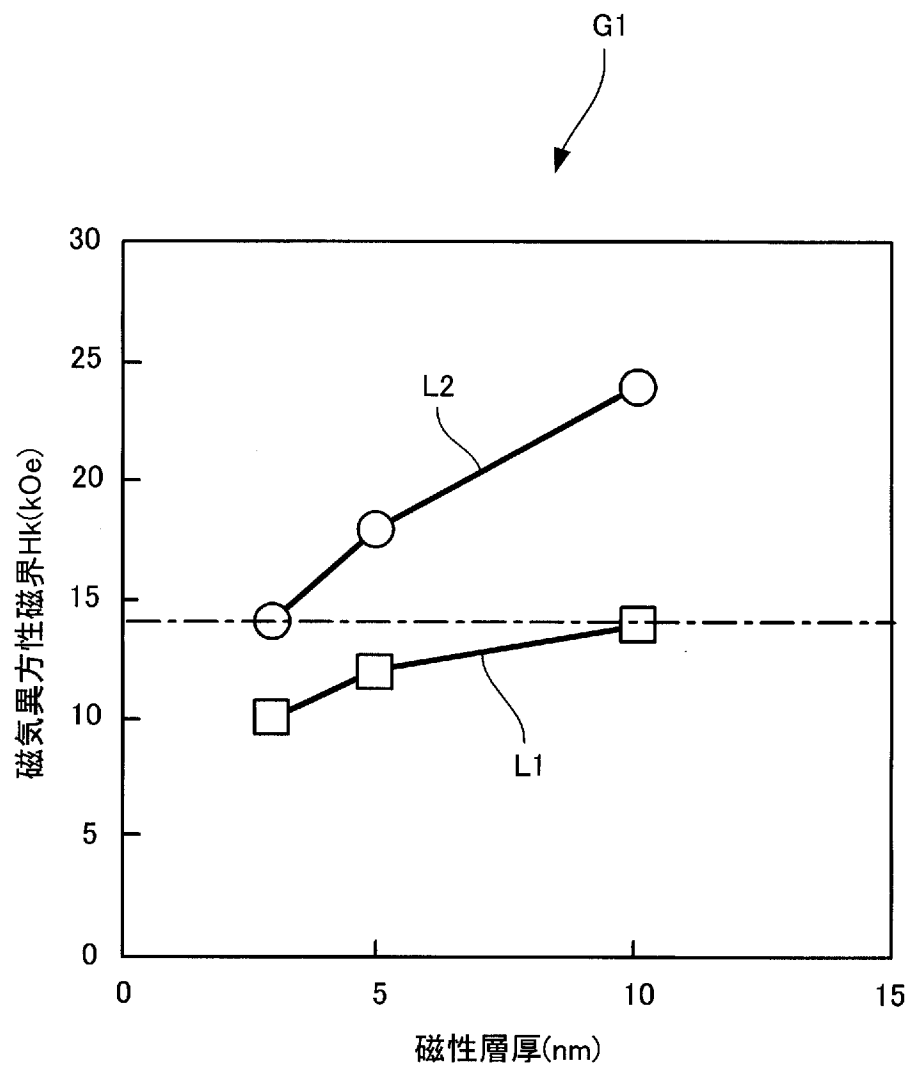
[図4]



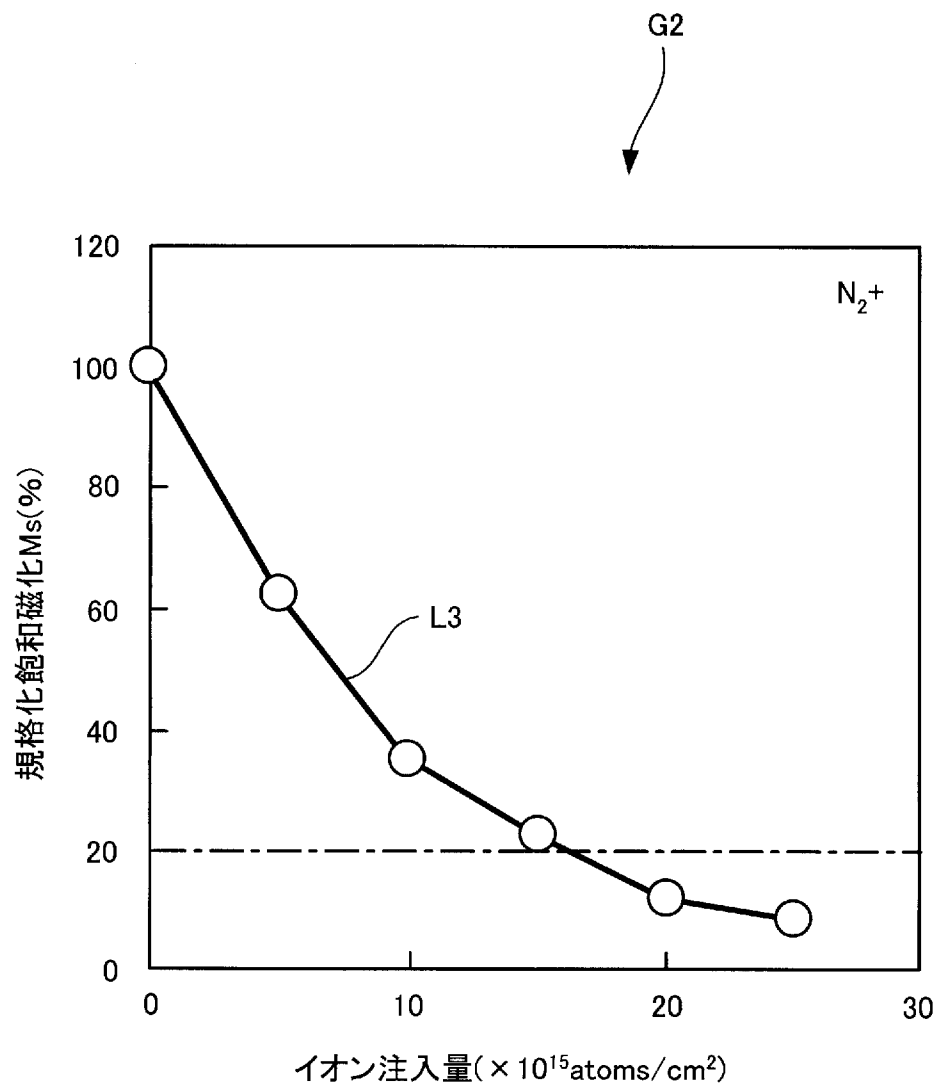
[図5]



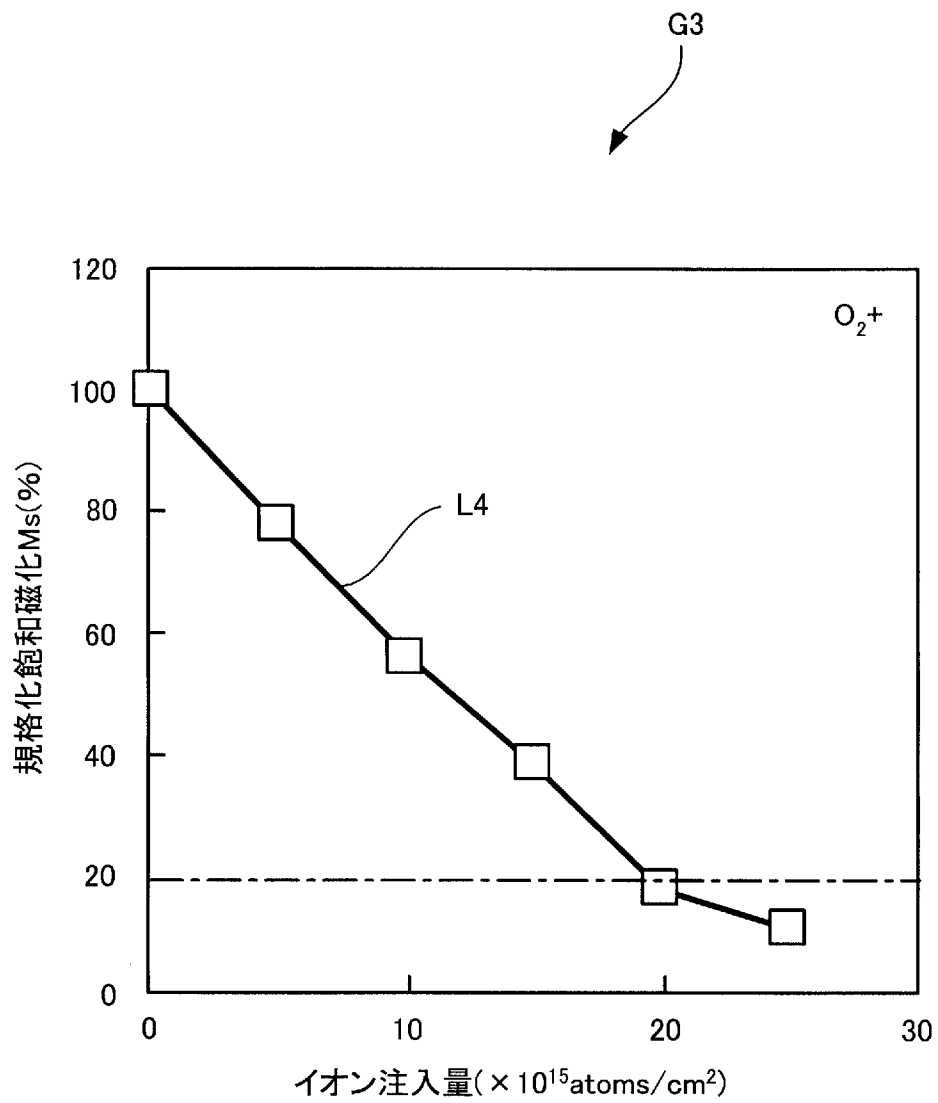
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/069560

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B5/84(2006.01) i, G11B5/65(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G11B5/62-5/845

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	JP 2009-199674 A (Fujitsu Ltd.), 03 September 2009 (03.09.2009), paragraph [0020]; fig. 1, 5, 6 (Family: none)	1-10
X	JP 2008-084433 A (Hoya Corp.), 10 April 2008 (10.04.2008), claim 3; paragraph [0061]; fig. 1, 4 & US 2008/0075845 A1 & SG 141397 A1	1-10
Y	JP 2001-167420 A (TDK Corp.), 22 June 2001 (22.06.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 February, 2010 (09.02.10)

Date of mailing of the international search report
23 February, 2010 (23.02.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/069560

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-288813 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 04 October 2002 (04.10.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G11B5/84(2006.01)i, G11B5/65(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G11B5/62-5/845

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
P, X	J P 2 0 0 9 - 1 9 9 6 7 4 A (富士通株式会社) 2 0 0 9 . 0 9 . 0 3, 【0 0 2 0】, 図 1、5、6 (ファミリーなし)	1 - 1 0
X	J P 2 0 0 8 - 0 8 4 4 3 3 A (HOYA株式会社) 2 0 0 8 . 0 4 . 1 0, 請求項 3、【0 0 6 1】, 図 1、4 & U S 2 0 0 8 / 0 0 7 5 8 4 5 A 1 & S G 1 4 1 3 9 7 A 1	1 - 1 0

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 9 . 0 2 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 3 . 0 2 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

馬場 慎

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 1

5 D

9 7 4 3

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	J P 2001-167420 A (ティーディーケイ株式会社) 2001.06.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
Y	J P 2002-288813 A (富士電機株式会社) 2002.10.04, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10