

(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 11 月 4 日(04.11.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/125971 A1

- (51) 国際特許分類:
G11B 5/65 (2006.01) G11B 5/851 (2006.01)
G11B 5/84 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/057173
- (22) 国際出願日: 2010 年 4 月 22 日(22.04.2010)
- (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 2009-107815 2009 年 4 月 27 日(27.04.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 昭和電工株式会社(SHOWA DENKO K.K.) [JP/JP]; 〒1058518 東京都港区芝大門一丁目 1 3 番 9 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 上村拓也 (KAMIMURA Takuya).
- (74) 代理人: 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ (IKEUCHI SATO & PARTNER PATENT ATTORNEYS); 〒5306026 大阪府大阪市北区天満

橋 1 丁目 8 番 3 0 号 O A P タワー 2 6 階 Osaka (JP).

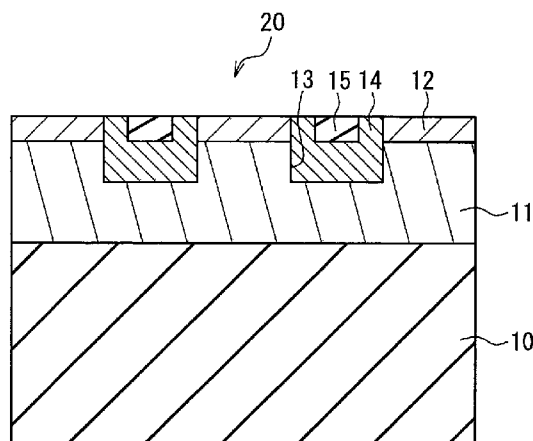
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (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, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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).

[続葉有]

(54) Title: MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 磁気記録媒体及びその製造方法

[図5]



(57) Abstract: A method for manufacturing a magnetic recording medium includes: a step of forming a magnetic layer on a base material; a step of forming a recessed section which penetrates the magnetic layer and forming a recording layer having the pattern of protrusions and recesses of the magnetic layer; a step of forming, on the inner surface of the recessed section, a film of an oxidizing material or a nitriding material by leaving a space in the recessed section; a step of filling the space with an oxide material or a nitride material by oxidizing or nitriding the material formed in the film state; and a step of planarizing the recording layer by removing the excessive oxide material or the nitride material on the recording layer.

(57) 要約: 開示の磁気記録媒体の製造方法は、基材の上に磁性層を形成する工程と、前記磁性層を貫通する凹部を形成して、前記磁性層の凹凸パターンを有する記録層を形成する工程と、前記凹部に空間を残し、前記凹部の内面上に酸化性材料又は窒化性材料を成膜する工程と、成膜された前記材料を酸化又は窒化して、酸化材料又は窒化材料で前記空間を充填する工程と、前記記録層上の余剰の前記酸化材料又は前記窒化材料を除去して平坦化する工程とを含む。



WO 2010/125971 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 磁気記録媒体及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、磁気記録媒体及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、ハードディスク等の磁気記録媒体は、記録層を形成する磁性粒子の微細化、ヘッド加工の微細化等の改良により著しい面記録密度の向上が図られてきた。しかし、従来の磁気記録媒体における記録層の磁性膜は、平面状に形成された連続膜であるため、面記録密度を高めるために記録ビットを微細化すると、隣接する記録ビット同士の磁気記録情報が干渉し合って記録情報の信頼性が低下する問題がある。このため、記録ビットの微細化による面記録密度の向上には限界がある。これに対処するため、一層の面記録密度の向上が可能である磁気記録媒体として、記録層を凹凸パターンで形成してなるディスクリートトラックメディアやディスクリートビットメディア等のパターンドメディアタイプの磁気記録媒体が提案されている（例えば、特許文献1、特許文献2参照。）。

[0003] 上記パターンドメディアタイプの磁気記録媒体では、ヘッド・スライダの浮上高さを安定化させるため、媒体表面を平坦化する必要があり、そのために凹凸パターンの記録層上に非磁性材料を成膜して凹部を充填する必要がある。この非磁性材料を成膜する手法としては、スパッタリング等の成膜技術を利用することができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2005-235356号公報

特許文献2：特開2006-155863号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、従来の指向性の良いスパッタリング等による成膜では、元の凹凸パターンの高低差をそのまま反映して非磁性材料が成長する。このため、非磁性材料により凹部を充填しても、媒体表面には元の凹凸パターンの高低差がそのまま残ることになり、その後の平坦化作業に長時間を要する。また、上記従来のスパッタリング等による成膜では、凹凸パターンの凹部を非磁性材料で完全に満たす必要があり、成膜作業に時間とコストを要する。さらに、上記従来のスパッタリング等による成膜では、成膜作業と平坦化作業とを何度も繰り返す必要がある場合があり、作業工程が煩雑となる。

[0006] 一方、非磁性材料を等方的に成長させて成膜し、元の凹凸パターンの高低差を出来るだけ小さくすることも考えられる。しかし、指向性を低下させてスパッタリング等により成膜すると、非磁性材料が凹凸パターンの凸部の頂点を中心に成長する。このため、凹凸パターンの凹部に非磁性材料が十分に充填されないことになる。

[0007] 本発明は上記問題を解決したもので、凹凸パターンで形成された記録層を有し、表面が十分に平坦で記録再生精度が良好な磁気記録媒体を効率的に製造できる磁気記録媒体の製造方法を提供するものである。

課題を解決するための手段

[0008] 開示の磁気記録媒体の製造方法は、基材の上に磁性層を形成する工程と、前記磁性層を貫通する凹部を形成して、前記磁性層の凹凸パターンを有する記録層を形成する工程と、前記凹部に空間を残し、前記凹部の内面上に酸化性材料又は窒化性材料を成膜する工程と、成膜された前記材料を酸化又は窒化して、酸化材料又は窒化材料で前記空間を充填する工程と、前記記録層上の余剰の前記酸化材料又は前記窒化材料を除去して平坦化する工程とを含む。

発明の効果

[0009] 開示の磁気記録媒体の製造方法によれば、凹凸パターンで形成された記録層を有し、表面が十分に平坦で記録再生精度が良好な磁気記録媒体を効率的に製造できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1] 図 1 は、本発明の磁気記録媒体の製造工程の一例を模式的に示す第 1 工程断面図である。

[図2] 図 2 は、本発明の磁気記録媒体の製造工程の一例を模式的に示す第 2 工程断面図である。

[図3] 図 3 は、本発明の磁気記録媒体の製造工程の一例を模式的に示す第 3 工程断面図である。

[図4] 図 4 は、本発明の磁気記録媒体の製造工程の一例を模式的に示す第 4 工程断面図である。

[図5] 図 5 は、本発明の磁気記録媒体の製造工程の一例を模式的に示す第 5 工程断面図である。

[図6] 図 6 は、実施例 1 の記録層の SPM 断面図である。

[図7] 図 7 は、比較例 1 の記録層の SPM 断面図である。

[図8] 図 8 は、実施例 1 及び比較例 1 の凹凸パターンの高低差と CMP 平坦化作業時間との関係を示す図である。

[図9] 図 9 は、実施例 2 及び比較例 2 の凹凸パターンの高低差と CMP 平坦化作業時間との関係を示す図である。

[図10] 図 10 は、実施例 3 及び比較例 3 の凹凸パターンの高低差と CMP 平坦化作業時間との関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 先ず、本発明の磁気記録媒体の製造方法について説明する。本発明の磁気記録媒体の製造方法の一例は、基材の上に磁性層を形成する工程と、上記磁性層を貫通する凹部を形成して、上記磁性層の凹凸パターンを有する記録層を形成する工程と、上記凹部に空間を残し、上記凹部の内面上に酸化性材料又は窒化性材料を成膜する工程と、成膜された上記材料を酸化又は窒化して、酸化材料又は窒化材料で上記空間を充填する工程と、上記記録層上の余剰の上記酸化材料又は上記窒化材料を除去して平坦化する工程とを含む。

[0012] 開示の磁気記録媒体の製造方法では、上記凹凸パターンの凹部の内面上に

酸化性材料又は窒化性材料を成膜した後、この成膜された上記材料を酸化又は窒化して膨張させることにより、凹部を非磁性材料で充填することができる。このため、元の凹凸パターンの高低差の反映を出来るだけ小さく抑えて凹部に非磁性材料を充填でき、その後の平坦化作業を短時間に効率的に行うことができる。

[0013] 上記酸化性材料及び上記窒化性材料は、タンタル、アルミニウム、タングステン、クロム及びケイ素からなる群から選ばれる少なくとも１種の金属であることが好ましい。これらの金属は、酸化又は窒化されることにより膨張し、元の凹凸パターンの高低差を吸収しながら凹部を非磁性材料で充填できるからである。

[0014] また、上記酸化性材料又は上記窒化性材料を成膜する工程において、成膜された上記材料の上記凹部の底面からの最小膜厚が、上記凹部の総高さに上記材料の酸化又は窒化による最大膨張率の逆数を掛けた値を下限值とし、上記凹部の総高さ未満を上限值とする範囲内にあることが好ましい。これにより、確実に上記凹部を非磁性材料で充填できる。

[0015] 次に、本発明の磁気記録媒体について説明する。本発明の磁気記録媒体の一例は、磁性層の凹凸パターンを有する記録層を備えている。また、上記記録層は、上記磁性層を貫通する凹部を有し、上記凹部には、非磁性材料が充填されて非磁性層を形成し、上記非磁性材料は、非磁性金属と、上記非磁性金属の酸化物又は窒化物とを含んでいる。

[0016] 開示の磁気記録媒体は、記録層を凹凸パターンで形成し、凹凸パターンの凹部には非磁性材料が充填されているため、記録ビットを微細化しても、隣接する記録ビット同士の磁気記録情報が干渉し合うことを防止できる。これにより、記録情報の信頼性を維持しつつ、面記録密度の向上を実現できる。また、開示の磁気記録媒体は、上記開示の磁気記録媒体の製造方法により効率的に製造可能である。

[0017] 上記非磁性金属としては、タンタル、アルミニウム、タングステン、クロム及びケイ素からなる群から選ばれる少なくとも１種の金属を用いることが

できる。

[0018] また、上記非磁性層は、上記非磁性金属からなる第1非磁性層と、上記非磁性金属の酸化物又は窒化物からなる第2非磁性層とを含み、上記第1非磁性層は、上記凹部の底面側に配置されていてもよい。

[0019] また、上記凹部に充填された上記非磁性材料に含まれる酸素元素又は窒素元素の濃度は、上記凹部の底面側から上方に向かって増加していてもよい。

[0020] 以下、本発明の磁気記録媒体の製造方法の一例を図面に基づき説明する。
図1～図5は、本発明の磁気記録媒体の製造工程の一例を模式的に示す工程断面図である。

[0021] 先ず、図1に示すように、非磁性基板10の上に下地金属層11と、磁性層12とをスパッタリング等により積層して形成する。

[0022] 非磁性基板10は、非磁性材料で形成されていれば特に限定されず、例えば、ガラス基板、シリコン基板、非磁性金属基板、セラミック基板、カーボン基板、樹脂基板等を使用できる。非磁性基板の厚さは特に限定されず、例えば、0.1～0.6mmとすればよい。

[0023] 下地金属層11に用いる金属としては、例えば、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Zr、Nb、Mo、Te、Ru、Rh、Pd、Ag、Cd、Hf、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt、Au、Hg、Al、Siの単体又はこれらの合金を使用できる。下地金属層は、磁性層の結晶性制御や平坦性制御に効果があり、媒体高記録密度化のためには設ける方が望ましいが、下地金属層11を設けない場合には、非磁性基板10の上に磁性層12を直接形成すればよい。下地金属層の厚さは特に限定されず、例えば、30～200nmとすればよい。

[0024] 磁性層12に用いる磁性材料としては、例えば、PtCo、SmCo、FeCo等を使用できる。磁性層の厚さは特に限定されず、例えば、5～30nmとすればよい。

[0025] 次に、図2に示すように、ドライエッチング等により磁性層12を貫通する凹部13を形成して、磁性層12の凹凸パターンを有する記録層を形成す

る。

[0026] 次に、図3に示すように、凹部13の内面上に非磁性金属を指向性の高いスパッタリング等により成膜して第1非磁性膜14を形成する。この際、第1非磁性膜14の凹部13の底面からの最小膜厚 T_{min} は、凹部13の総高さ T_{max} に上記非磁性金属の酸化又は窒化による最大膨張率の逆数を掛けた値を下限值とし、凹部13の総高さ T_{max} 未満を上限值とする範囲内に設定する。この場合、凹部13を第1非磁性膜14で完全に充填する必要がないため、成膜時間を短縮することができる。

[0027] 次に、図4に示すように、第1非磁性膜14の非磁性金属を、酸素ガス又は窒素ガスを用いた反応性イオンエッチング（RIE: Reactive Ion Etching）等のドライエッチングにより酸化又は窒化して膨張させ、第1非磁性膜14の外側に第2非磁性膜15を形成する。これにより、凹部13は、非磁性金属からなる第1非磁性膜14と、非磁性金属の酸化物又は窒化物からなる第2非磁性膜15により充填される。この際、第2非磁性膜15は等方的に成長するため、最外面である第2非磁性膜15の表面15aの凹凸の高低差は、元の記録層の凹凸パターンの高低差に比べて小さくなる。

[0028] 上記RIE等の実施条件は、非磁性金属の種類に合わせて適宜設定できる。上記非磁性金属は、酸化又は窒化により膨張する非磁性金属であればよく、特にTa、Al、W、Cr、Siの単体又は合金が好ましい。

[0029] 例えば、酸素ガスを用いたRIEでTaを酸化する場合、Taは酸化されると例えば Ta_2O_5 となり、その体積が2倍程度となる。即ち、Taの酸化による最大膨張率は2倍程度であり、少なくとも凹部13の底面から1/2程度の深さまでTaからなる第1非磁性膜14を形成すれば、酸化後において凹部13は、Ta及び Ta_2O_5 を含む非磁性材料により完全に充填される。この場合、第1非磁性膜14の成膜時間も、凹部13を第1非磁性膜14で完全に充填する場合に比べて半分程度にすることができる。但し、RIEのエッチング時間を長くする又は酸素ガス圧を高くすることなどにより、凹

部 1 3 における第 1 非磁性膜 1 4 の形成深さを、凹部 1 3 の底面から 1 / 2 程度を下回る深さとすることもできる。

[0030] また、上記 R I E のバイアス電力を低く設定することにより、T a 膜の厚さは目減りすることなく、T a 膜は酸素原子を取り込んで膨張することになる。例えば、T a 膜の酸素ガスによる R I E の場合、バイアス電力は 2 5 0 W 以下程度が好ましい。バイアス電力が 2 5 0 W を超えると、酸素ガスイオンにより物理的なエッチング効果が増加して、T a 酸化膜の成長速度が遅くなる傾向があるからである。

[0031] 次に化学機械研磨（CMP：Chemical Mechanical Polishing）等により、記録層上の余剰の非磁性材料を除去して平坦化して、図 5 に示すように、磁気記録媒体 2 0 を得る。第 2 非磁性膜 1 5 の表面 1 5 a の凹凸の高低差は、元の記録層の凹凸パターンの高低差に比べて小さくなっているため（図 4）、平坦化作業時間を大幅に短縮できる。

[0032] 即ち、上記製造方法により製造された磁気記録媒体は、図 5 に示すように、磁性層 1 2 の凹凸パターンを有する記録層を備え、磁性層 1 2 を貫通する凹部 1 3 には、非磁性金属と、非磁性金属の酸化物又は窒化物とを含む非磁性材料が充填されている。

[0033] 但し、製造条件等によっては、上記のように第 1 非磁性膜 1 4 と第 2 非磁性膜 1 5 とが完全に分離して形成されるのではなく、例えば、凹部 1 3 に充填された非磁性材料に含まれる酸素元素又は窒素元素の濃度が、凹部 1 3 の底面側から上方に向かって増加するような傾斜材料構造をとる場合もある。このような場合の酸素元素又は窒素元素の濃度は、蛍光 X 線分析（X R F）装置等により測定できる。

実施例

[0034] 次に、本発明を実施例に基づき具体的に説明する。但し、本発明は下記の実施例に限定されるものではない。

[0035] （実施例 1）

次のようにして磁気記録媒体を作製した。まず、厚さ 0. 6 mm のガラス

基板の上に合計厚さ30nmのTa、Pt、Ruからなる下地金属層をスパッタリングにより形成した。次に、下地金属層の上に厚さ10nmのPtCoからなる磁性層をスパッタリングにより形成した。

[0036] 次に、ドライエッチングにより磁性層を貫通する深さ25nm、直径18nmの円筒状の凹部を形成して、磁性層の凹凸パターンを有する凸状の記録層を形成した。続いて、凹部の内面上にTaを指向性の高いスパッタリングにより成膜して、凹部の底面から12nm程度の深さまでTa膜を形成した。

[0037] 次に、酸素ガスを用いたRIEによりTa膜を酸化させて膨張させた。RIEの実施条件としては、ガス圧：1.5Pa、放電電力：アンテナ側／バイアス側＝200W／50W、エッチング時間：120秒とした。

[0038] ここで、RIE後の記録層の凹凸パターンの高低差を走査型プローブ顕微鏡（SPM：Scanning Probe Microscopy）で測定した結果、約8nmであった。図6に上記記録層のSPM断面図を示す。

[0039] 次に、上記記録層上の余剰の非磁性材料を除去するため、CMPにより平坦化作業を行って、本実施例の磁気記録媒体を得た。凹凸パターンの高低差はSPMで確認し、平坦化作業は、凹凸パターンの高低差が0nmになるまで行った。

[0040] （比較例1）

凹凸パターンを有する記録層の凹部の内面上にTaを指向性の高いスパッタリングにより成膜して、凹部をほぼ完全にTa膜で充填し、その後、酸素ガスを用いたRIEを行わなかった以外は、実施例1と同様にして本比較例の磁気記録媒体を作製した。

[0041] 本比較例でもTaを凹部に充填した後の記録層の凹凸パターンの高低差をSPMで測定した結果、約25nmであった。図7に上記記録層のSPM断面図を示す。

[0042] さらに、図8に実施例1及び比較例1の凹凸パターンの高低差とCMP平坦化作業時間との関係を示す。図8から明らかなように、実施例1では、比

較例 1 に比べて、CMP 平坦化作業時間を 1 / 3 程度まで短縮できることが分かる。

[0043] (実施例 2)

Ta に代えて Al を用いた以外は、実施例 1 と同様にして本実施例の磁気記録媒体を作製した。本実施例でも RIE 後の記録層の凹凸パターンの高低差を SPM で測定した結果、約 12 nm であった。

[0044] (比較例 2)

凹凸パターンを有する記録層の凹部の内面上に Al を指向性の高いスパッタリングにより成膜して、凹部をほぼ完全に Al 膜で充填し、その後、酸素ガスを用いた RIE を行わなかった以外は、実施例 2 と同様にして本比較例の磁気記録媒体を作製した。

[0045] 本比較例でも Al を凹部に充填した後の記録層の凹凸パターンの高低差を SPM で測定した結果、約 30 nm であった。

[0046] 図 9 に実施例 2 及び比較例 2 の凹凸パターンの高低差と CMP 平坦化作業時間との関係を示す。図 9 から明らかなように、実施例 2 では、比較例 2 に比べて、CMP 平坦化作業時間を 1 / 2 以下にまで短縮できることが分かる。

[0047] (実施例 3)

Ta に代えて Si を用い、RIE を下記のように行った以外は、実施例 1 と同様にして本実施例の磁気記録媒体を作製した。

[0048] 即ち、窒素ガスを用いた RIE により Si 膜を窒化させて膨張させた。RIE の実施条件としては、ガス圧：1.5 Pa、放電電力：アンテナ側 / バイアス側 = 200 W / 50 W、エッチング時間：120 秒とした。

[0049] 本実施例でも RIE 後の記録層の凹凸パターンの高低差を SPM で測定した結果、約 15 nm であった。

[0050] (比較例 3)

凹凸パターンを有する記録層の凹部の内面上に SiN を指向性の高いスパッタリングにより成膜して、凹部をほぼ完全に SiN 膜で充填し、その後、

窒素ガスを用いたR I Eを行わなかった以外は、実施例3と同様にして本比較例の磁気記録媒体を作製した。

[0051] 本比較例でもS i Nを凹部に充填した後の記録層の凹凸パターンの高低差をS P Mで測定した結果、約27nmであった。

[0052] 図10に実施例3及び比較例3の凹凸パターンの高低差とCMP平坦化作業時間との関係を示す。図10から明らかなように、実施例3では、比較例3に比べて、CMP平坦化作業時間を1/2程度まで短縮できることが分かる。

[0053] (実施例4)

酸素ガスを用いたR I Eに代えて、下記のようにしてTa膜を酸化させて膨張させた以外は、実施例1と同様にして本実施例の磁気記録媒体を作製した。

[0054] 即ち、ロータリーポンプと酸素ガスボンベとを繋いだ密閉容器の中にTa膜を形成した記録層を配置した。次に、ロータリーポンプで密閉容器内の空気を排気しながら、酸素ガスを30分間注入した後にバルブを閉めて密閉容器内を酸素ガスで満たした。その後、その密閉容器ごと60℃に保った恒温装置内で1週間保管した。

[0055] 本実施例では、恒温装置に1週間保管した後の記録層の凹凸パターンの高低差をS P Mで測定した結果、約10nmであった。本実施例では、Ta膜の酸化には長時間を要したが、CMP平坦化作業時間は実施例1～3と同様に短縮できた。また、本実施例の酸化方法は、一度に大量の媒体を処理できる長所がある。

産業上の利用可能性

[0056] 開示の磁気記録媒体の製造方法によれば、凹凸パターンで形成された記録層を有し、表面が十分に平坦で記録再生精度が良好な磁気記録媒体を効率的に製造でき、その磁気記録媒体は、ハードディスク等に利用できる。

符号の説明

[0057] 10 非磁性基板

- 1 1 下地金属層
- 1 2 磁性層
- 1 3 凹部
- 1 4 第 1 非磁性膜
- 1 5 第 2 非磁性膜
- 2 0 磁気記録媒体

請求の範囲

- [請求項1] 磁性層の凹凸パターンを有する記録層を含む磁気記録媒体であって、
- 前記記録層は、前記磁性層を貫通する凹部を有し、
- 前記凹部には、非磁性材料が充填されて非磁性層を形成し、
- 前記非磁性材料は、非磁性金属と、前記非磁性金属の酸化物又は窒化物とを含む磁気記録媒体。
- [請求項2] 前記非磁性金属が、タンタル、アルミニウム、タングステン、クロム及びケイ素からなる群から選ばれる少なくとも1種の金属である請求項1に記載の磁気記録媒体。
- [請求項3] 前記非磁性層が、前記非磁性金属からなる第1非磁性層と、前記非磁性金属の酸化物又は窒化物からなる第2非磁性層とを含み、前記第1非磁性層は、前記凹部の底面側に配置されている請求項1に記載の磁気記録媒体。
- [請求項4] 前記凹部に充填された前記非磁性材料に含まれる酸素元素又は窒素元素の濃度が、前記凹部の底面側から上方に向かって増加している請求項1に記載の磁気記録媒体。
- [請求項5] 基材の上に磁性層を形成する工程と、
- 前記磁性層を貫通する凹部を形成して、前記磁性層の凹凸パターンを有する記録層を形成する工程と、
- 前記凹部に空間を残し、前記凹部の内面上に酸化性材料を成膜する工程と、
- 成膜された前記酸化性材料を酸化して、酸化材料で前記空間を充填する工程と、
- 前記記録層上の余剰の前記酸化材料を除去して平坦化する工程とを含む磁気記録媒体の製造方法。
- [請求項6] 前記酸化性材料が、タンタル、アルミニウム、タングステン、クロム及びケイ素からなる群から選ばれる少なくとも1種の金属である請

求項 5 に記載の磁気記録媒体の製造方法。

[請求項7] 前記酸化性材料を成膜する工程において、成膜された前記酸化性材料の前記凹部の底面からの最小膜厚が、前記凹部の総高さに前記酸化性材料の酸化による最大膨張率の逆数を掛けた値を下限值とし、前記凹部の総高さ未満を上限值とする範囲内にある請求項 5 に記載の磁気記録媒体の製造方法。

[請求項8] 基材の上に磁性層を形成する工程と、
前記磁性層を貫通する凹部を形成して、前記磁性層の凹凸パターンを有する記録層を形成する工程と、
前記凹部に空間を残し、前記凹部の内面上に窒化性材料を成膜する工程と、
成膜された前記窒化性材料を窒化して、窒化材料で前記空間を充填する工程と、
前記記録層上の余剰の前記窒化材料を除去して平坦化する工程とを含む磁気記録媒体の製造方法。

[請求項9] 前記窒化性材料が、タンタル、アルミニウム、タングステン、クロム及びケイ素からなる群から選ばれる少なくとも 1 種の金属である請求項 8 に記載の磁気記録媒体の製造方法。

[請求項10] 前記窒化性材料を成膜する工程において、成膜された前記窒化性材料の前記凹部の底面からの最小膜厚が、前記凹部の総高さに前記窒化性材料の窒化による最大膨張率の逆数を掛けた値を下限值とし、前記凹部の総高さ未満を上限值とする範囲内にある請求項 8 に記載の磁気記録媒体の製造方法。

[請求項11] 非磁性基材の上に磁性層を形成する工程と、
前記磁性層を貫通する凹部を形成して、前記磁性層の凹凸パターンを有する記録層を形成する工程と、
前記凹部の内面上に非磁性金属を成膜する工程と、
成膜された前記非磁性金属を酸化又は窒化して、前記非磁性金属と

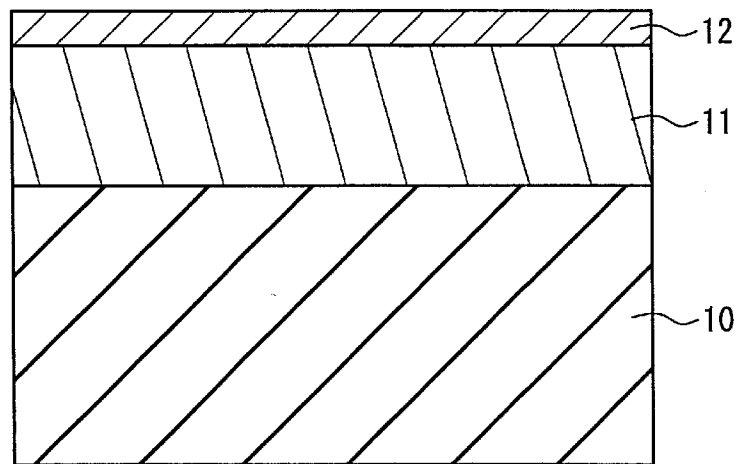
、前記非磁性金属の酸化物又は窒化物とを含む非磁性材料で前記凹部を充填する工程と、

前記記録層上の余剰の前記非磁性材料を除去して平坦化する工程とを含む磁気記録媒体の製造方法。

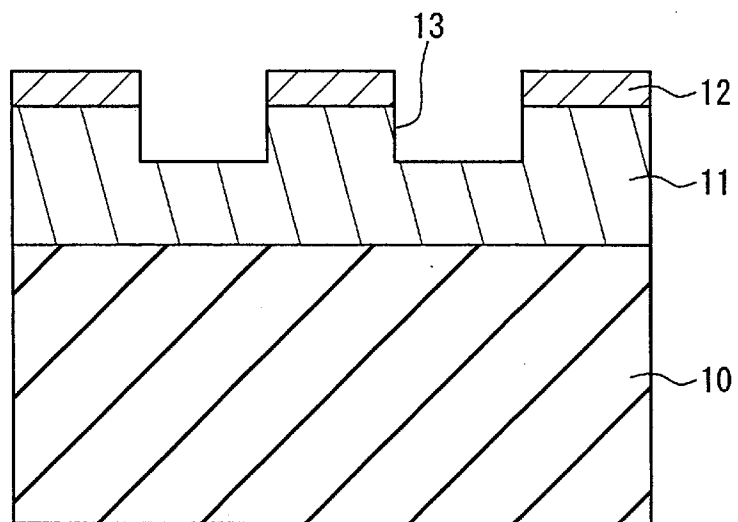
[請求項12] 前記非磁性金属が、タンタル、アルミニウム、タングステン、クロム及びケイ素からなる群から選ばれる少なくとも1種の金属である請求項11に記載の磁気記録媒体の製造方法。

[請求項13] 前記非磁性金属を成膜する工程において、成膜された前記非磁性金属の前記凹部の底面からの最小膜厚が、前記凹部の総高さに前記非磁性金属の酸化物又は窒化による最大膨張率の逆数を掛けた値を下限值とし、前記凹部の総高さ未満を上限值とする範囲内にある請求項11に記載の磁気記録媒体の製造方法。

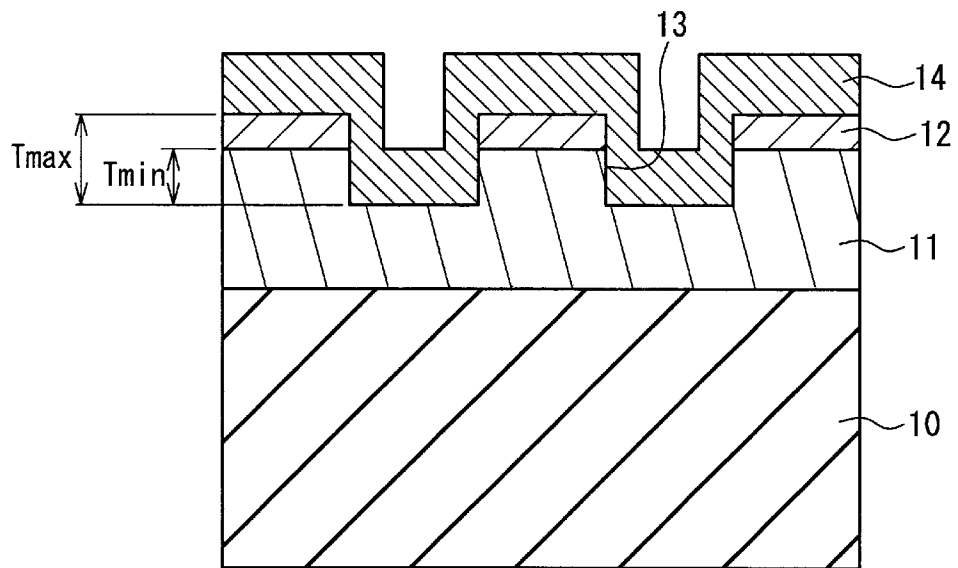
[図1]



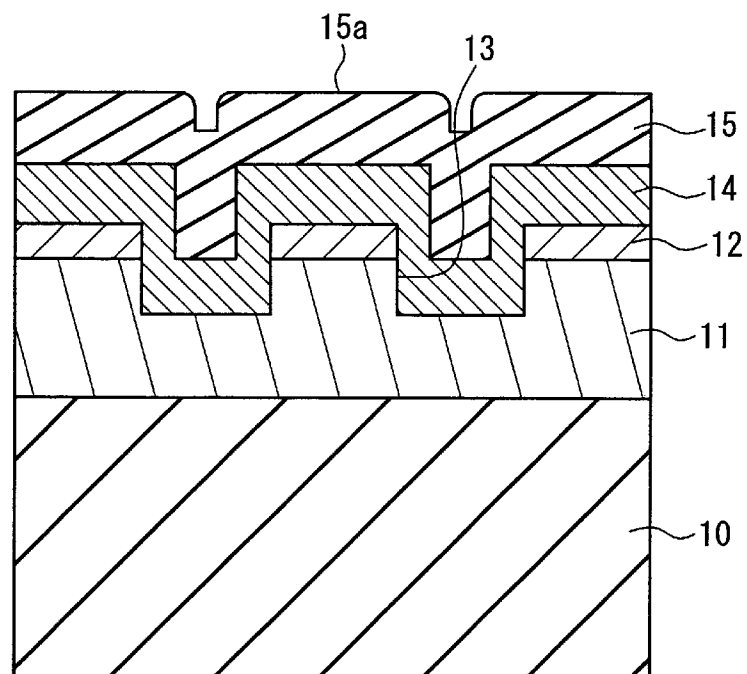
[図2]



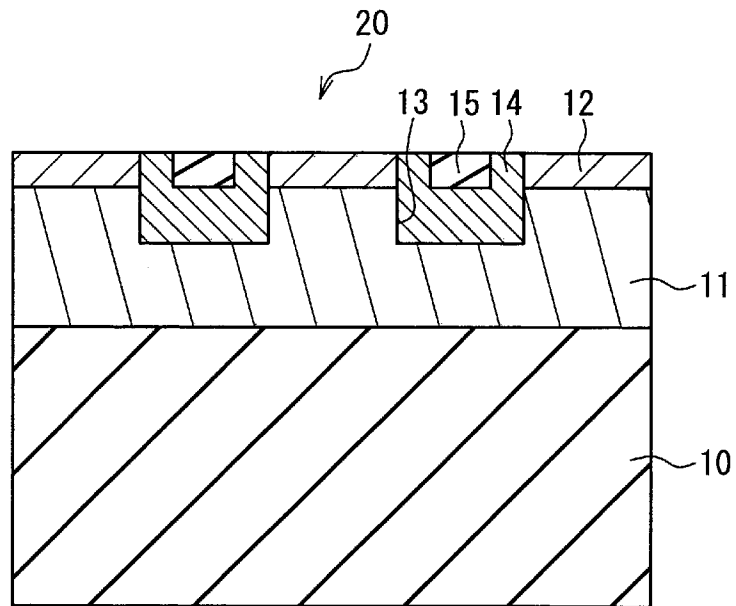
[図3]



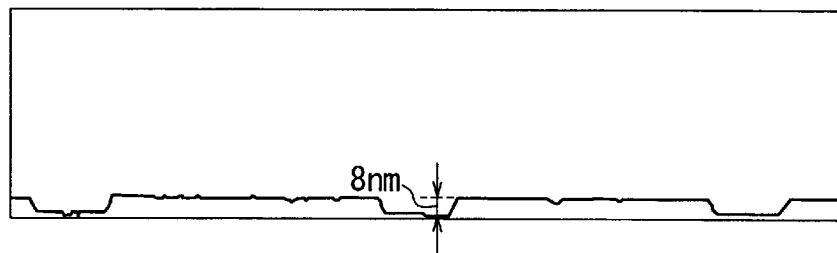
[図4]



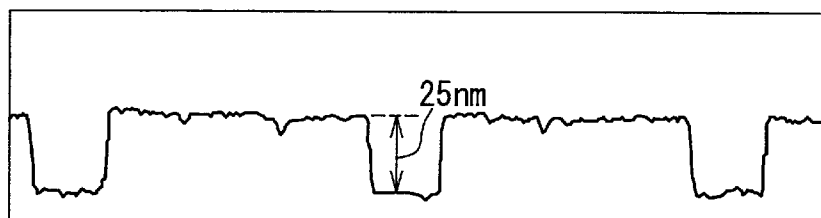
[図5]



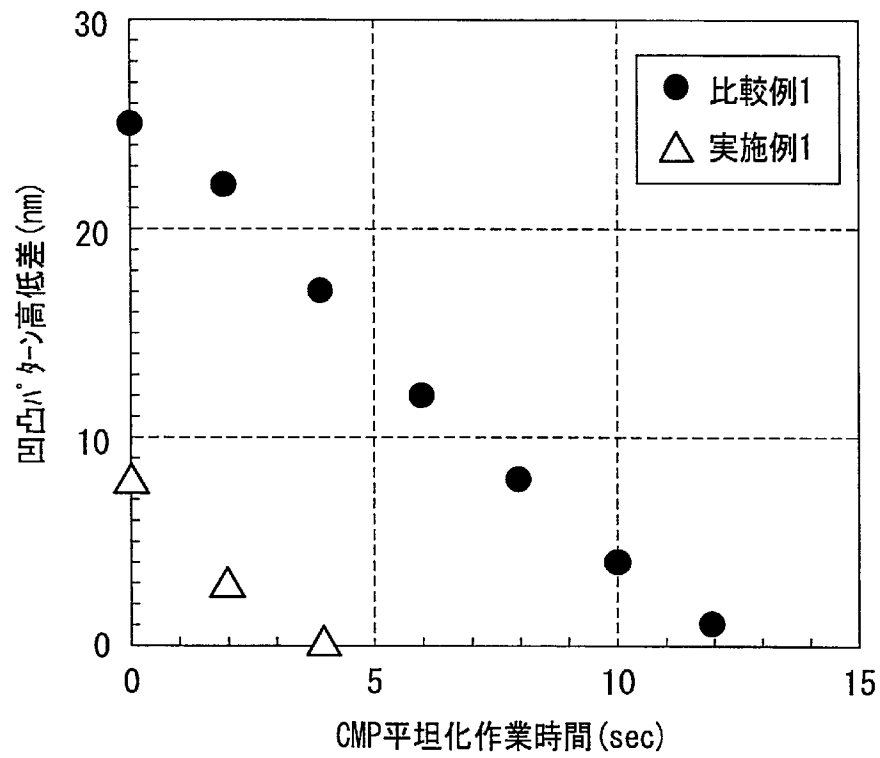
[図6]



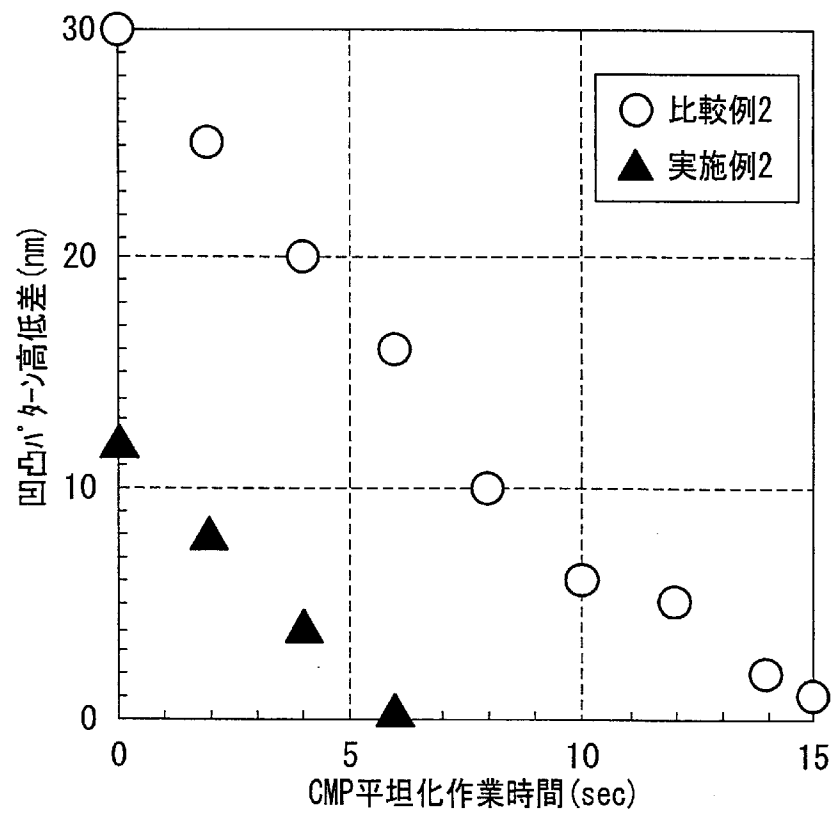
[図7]



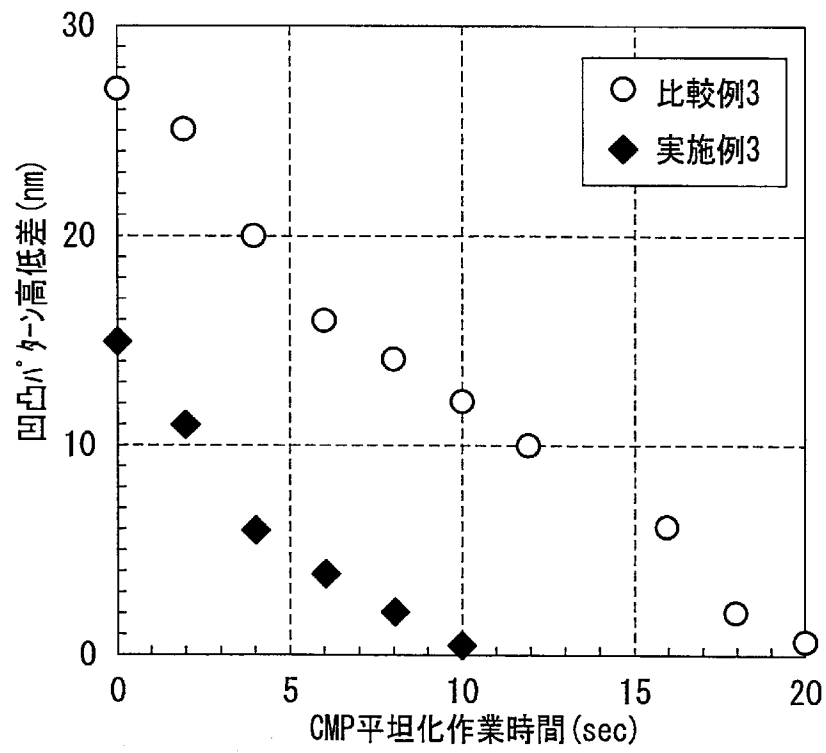
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/057173

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B5/65(2006.01)i, G11B5/84(2006.01)i, G11B5/851(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)

G11B5/62-5/84

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 2010-033648 A (Fujitsu Ltd.), 12 February 2010 (12.02.2010), claims 1, 4; paragraph [0017]; fig. 1 (Family: none)	1-7, 11-13
X A	JP 2009-080902 A (Toshiba Corp.), 16 April 2009 (16.04.2009), entire text; all drawings & US 2009/0081482 A1	1-4, 11, 12 5-10, 13
X A	JP 2009-015892 A (Toshiba Corp.), 22 January 2009 (22.01.2009), entire text; all drawings & WO 2009/004987 A1 & US 2009/0162704 A1 & CN 101542607 A	1-4, 11, 12 5-10, 13

☒ 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
06 July, 2010 (06.07.10)Date of mailing of the international search report
13 July, 2010 (13.07.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/057173

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	JP 2010-027193 A (TDK Corp.), 04 February 2010 (04.02.2010), entire text; all drawings & US 2009/0310255 A1	1-4
E,X	JP 2010-113791 A (TDK Corp.), 20 May 2010 (20.05.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-4, 11, 12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G11B5/65(2006.01)i, G11B5/84(2006.01)i, G11B5/851(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. G11B5/62-5/84

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 1 0 - 0 3 3 6 4 8 A （富士通株式会社） 2 0 1 0 . 0 2 . 1 2, 請求項 1、4、【0 0 1 7】, 図 1 (ファミリーなし)	1 - 7, 1 1 - 1 3
X	J P 2 0 0 9 - 0 8 0 9 0 2 A （株式会社東芝） 2 0 0 9 . 0 4 . 1 6, 全文, 全図	1 - 4, 1 1, 1 2
A	& U S 2 0 0 9 / 0 0 8 1 4 8 2 A 1	5 - 1 0, 1 3

☒ 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 6 . 0 7 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 7 . 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

5 D

9 7 4 3

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

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
X A	JP 2009-015892 A (株式会社東芝) 2009.01.22, 全文, 全図 & WO 2009/004987 A1 & US 2009/0162704 A1 & CN 101542607 A	1-4, 11, 12 5-10, 13
P, X	JP 2010-027193 A (TDK株式会社) 2010.02.04, 全文, 全図 & US 2009/0310255 A1	1-4
E, X	JP 2010-113791 A (TDK株式会社) 2010.05.20, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4, 11, 12