

(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  
2015年5月21日(21.05.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/072140 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01L 43/12 (2006.01) H01L 21/3065 (2006.01)  
C23C 14/58 (2006.01) H01L 21/677 (2006.01)  
H01L 21/02 (2006.01) H01L 21/683 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/005682
- (22) 国際出願日: 2014年11月12日(12.11.2014)
- (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 2013-237543 2013年11月18日(18.11.2013) JP  
特願 2014-082914 2014年4月14日(14.04.2014) JP  
特願 2014-128811 2014年6月24日(24.06.2014) JP
- (71) 出願人: キヤノンアネルバ株式会社(CANON ANELVA CORPORATION) [JP/JP]; 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木2-5-1 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 清野 拓哉(SEINO, Takuya); 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木2-5-1 キヤノンアネルバ株式会社内 Kanagawa (JP). 大谷 裕一(OTANI, Yuichi); 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木2-5-1 キヤノンアネルバ株式会社内 Kanagawa (JP). 西村 和正(NISHIMURA, Kazu-

masa); 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木2-5-1 キヤノンアネルバ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 岡部 譲, 外(OKABE, Yuzuru et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1-6-5丸の内北口ビル22階 Tokyo (JP).

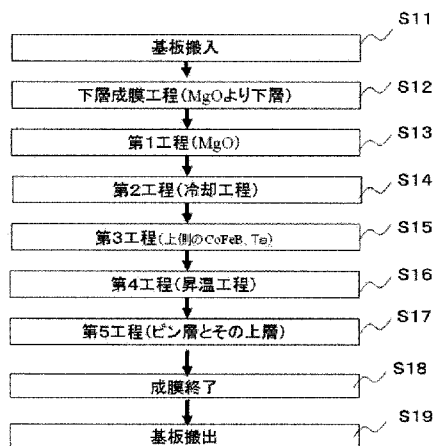
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロアジア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: MAGNETORESISTIVE-ELEMENT MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 磁気抵抗効果素子の製造方法



- S11 Convey substrate in  
S12 Bottom-layer formation step (layer below MgO)  
S13 First step (MgO)  
S14 Second step (cooling step)  
S15 Third step (upper CoFeB, Ta)  
S16 Fourth step (temperature-raising step)  
S17 Fifth step (pinned layer and layer thereabove)  
S18 End of film formation  
S19 Convey substrate out

(57) Abstract: This invention provides a method for manufacturing a magnetoresistive element that has a higher MR ratio than existing magnetoresistive elements. A magnetoresistive-element manufacturing method in one embodiment of this invention has the following steps: a step (S13) in which a tunnel barrier layer is formed on top of a substrate that has a free layer or a reference layer formed on the surface thereof; a step (S14) in which, after the step in which the tunnel barrier layer is formed, the substrate is cooled; a step (S15) in which, after the step in which the substrate is cooled, either a free layer or a reference layer, namely whichever was not formed on the substrate, is formed on top of the tunnel barrier layer; and a temperature-raising step (S16) in which, after the step in which either a free layer or a reference layer, namely whichever was not formed on the substrate, is formed, the temperature of the substrate is raised.

(57) 要約: 本発明は、従来よりも高いMR比を有する磁気抵抗効果素子の製造方法を提供する。本発明の一実施形態に係る磁気抵抗効果素子の製造方法は、磁化自由層および磁化固定層の一方が表面に形成された基板の上にトンネルバリア層を形成する工程S13と、トンネルバリア層を形成する工程の後に、基板を冷却する工程S14と、冷却する工程の後に、トンネルバリア層上に磁化自由層および磁化固定層の他方を形成する工程S15と、磁化自由層および磁化固定層の他方を形成する工程の後に、基板を昇温する昇温工程S16とを備える。

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 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：磁気抵抗効果素子の製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、磁気抵抗効果素子の製造方法に係り、特にMRAMに用いられるTMR素子に好適な製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 磁場によって電気抵抗が変化する磁気抵抗効果素子として、TMR (Tunnel Magnetoresistance) 効果を利用して情報の記憶や磁気の検出を行うTMR素子(MTJ素子ともいう)が知られている。近年、MRAM等へのMTJ素子の利用が期待されている。

[0003] 非特許文献1には、垂直磁化型のMTJ素子が開示されている。垂直磁化型のMTJ素子は、フリー層(磁化自由層)、トンネルバリア層、およびリファレンス層(磁化固定層)が積層された構造を含み、フリー層およびリファレンス層の磁化方向はそれぞれ積層方向と平行になっている。

[0004] 磁気抵抗効果素子を用いたMRAMデバイスの特性の向上のためには、MR比(磁気抵抗比)を高くすることが重要である。非特許文献1に記載のCoFeB/MgO/CoFeBからなる積層構造は100%を超える高いMR比を示すことが知られている。

### 先行技術文献

#### 非特許文献

[0005] 非特許文献1: D. C. Worledge et al., "Spin torque switching of perpendicular Ta|CoFeB|MgO-based magnetic tunnel junctions", Appl. Phys. Lett. 98, 2011, 022501

### 発明の概要

[0006] しかしながら、非特許文献1に記載の磁気抵抗効果素子であっても、十分に高いMR比とはいえない。磁気抵抗効果素子の構造を変更することによってMR比をさらに高める研究がなされている一方で、構造ではなく製造方法

を変更することによってMR比を高めることも求められている。

[0007] 本発明は、上述の問題点を解決するためになされたものであって、従来よりも高いMR比を有する磁気抵抗効果素子の製造方法を提供することを目的とする。

[0008] 本発明の一態様は、磁気抵抗効果素子の製造方法であって、表面に磁化自由層および磁化固定層の一方が形成された基板上にトンネルバリア層を形成する第1工程と、前記第1工程の後に、前記基板を冷却する第2工程と、前記第2工程の後に、前記トンネルバリア層上に前記磁化自由層および前記磁化固定層の他方を形成する第3工程と、前記第3工程の後に、前記基板を昇温する第4工程と、を備えることを特徴とする。

[0009] 本発明に係る磁気抵抗効果素子の製造方法によれば、トンネルバリア層を形成する工程の後であって、トンネルバリア層上に磁化自由層又は磁化固定層を形成する工程の前に、基板を冷却する工程を行うことによって、高いMR比を有する磁気抵抗効果素子を実現することができる。また、本発明に係る磁気抵抗効果素子の製造方法によれば、トンネルバリア層を形成する工程の後であって、トンネルバリア層上に磁化自由層（フリー層）又は磁化固定層（リファレンス層）を形成する工程の後に、基板を昇温する工程を行うことによって、基板上への結露を防ぎ歩留まりを向上することができる。

## 図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の一実施形態に係る基板冷却装置を示す概略構成図である。

[図2]本発明の一実施形態に係る昇温装置を示す概略構成図である。

[図3]本発明の一実施形態に係る基板冷却装置を備える基板処理システムの概略構成図である。

[図4]本発明の一実施形態に係る成膜方法により製造される素子構成を示す模式図である。

[図5]本発明の一実施形態に係る成膜方法のフローチャートを示す図である。

[図6]本発明の一実施形態に係る成膜方法により製造される素子のMR比のグラフを示す図である。

[図7]本発明の一実施形態に係る成膜方法により製造される素子のMR比のグラフを示す図である。

[図8]本発明の一実施形態に係る成膜方法により製造される素子の磁気抵抗曲線を示す図である。

[図9]本発明の一実施形態に係る成膜方法により製造される素子構成を示す模式図である。

[図10]本発明の一実施形態に係る成膜方法のフローチャートを示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照して、本発明の実施の形態を説明するが、本発明は本実施形態に限定されるものではない。なお、以下で説明する図面で、同機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略することもある。

[0012] (第1実施形態)

図1は、本実施形態に係る基板の冷却を行う基板処理装置としての基板冷却装置100を示す概略構成図である。基板冷却装置100はチャンバ101と排気チャンバ119とを備えている。チャンバ101の上壁101aは取り外し可能に設けられており、上壁101aを取り外してメンテナンス、クリーニング等を行うことができる。チャンバ101の側壁101bには開閉可能なゲートバルブ102が設けられており、ゲートバルブ102を介して基板Sをチャンバ101の内外に搬送可能である。チャンバ101内には基板載置面103aを有する基板ホルダ103が設けられており、基板載置面103a上には基板Sを載置可能である。

[0013] 基板ホルダ103には基板載置面103aを貫通して基板Sの裏面を支持するための棒状のリフトピン104が設けられており、リフトピン104はリフトピン駆動機構105によって基板Sまたは基板載置面103aの法線方向に沿って上昇および下降可能である。また、基板ホルダ103には基板Sの表面の外周部を固定するためのメカニカルチャック106が設けられており、メカニカルチャック106はメカニカルチャック駆動機構107によ

って基板Sまたは基板載置面103aの法線方向に沿って上昇および下降可能である。リフトピン駆動機構105およびメカニカルチャック駆動機構107は、モータ、アクチュエータ等の任意の駆動手段である。リフトピン104とリフトピン駆動機構105との間、およびメカニカルチャック106とメカニカルチャック駆動機構107との間には、チャンバ101の密閉状態を保ったままリフトピン104およびメカニカルチャック106を移動できるように、伸縮可能なベローズ108が設けられている。

[0014] 基板Sを固定するために、メカニカルチャック106およびメカニカルチャック駆動機構107の代わりに、静電力により基板Sを基板ホルダ103に固定する静電吸着機構(ESC)を設けてもよい。

[0015] 基板ホルダ103には、チャンバ101の下壁101cを貫通する基板ホルダ支柱110を介して、チャンバ101の外部に設けられている基板ホルダ冷却部109(基板ホルダ冷却手段)が接続されている。基板ホルダ冷却部109を用いて基板ホルダ103を低温に維持することによって、基板載置面103aに載置された基板Sを冷却可能である。基板ホルダ冷却部109は、基板ホルダ103の温度を測定するための不図示の温度測定部(例えば、熱電対)を有する。基板ホルダ103および基板ホルダ支柱110は、熱伝導性の高い金属、例えば銅またはアルミニウムを用いて作製されていることが望ましい。

[0016] チャンバ101内において、シールド111が設けられている。シールド111は基板ホルダ103の側方を取り囲むとともに、基板ホルダ103の上方を覆うように設けられている。すなわち、シールド111は、基板載置面103aの側方を取り囲むとともに、基板載置面103aに対向するように設けられている。

[0017] シールド111には、チャンバ101の上壁101aを貫通するシールド支柱113を介して、チャンバ101の外部に設けられているシールド冷却部112が接続されている。シールド冷却部112を用いてシールド111を低温に維持することによって、基板Sの搬送時に基板ホルダ103から放

出される気体分子がシールド１１１の表面に到達した際に、表面に該気体分子をトラップすることができる。シールド冷却部１１２は、シールド１１１の温度を測定するための不図示の温度測定部（例えば、熱電対）を有する。シールド１１１およびシールド支柱１１３は、熱伝導性の高い金属、例えば銅またはアルミニウムを用いて作製されていることが望ましい。

[0018] 基板ホルダ冷却部１０９およびシールド冷却部１１２（シールド冷却手段）は、任意の方法により冷却を行うための冷却手段であり、例えばヘリウムの断熱膨張を利用して冷却を行う冷却装置（例えば、Gifford-McMahon冷凍機やスターリング冷凍機など）であってよく、または冷媒として外部から供給される低温の液体窒素等の冷媒を流すことにより冷却を行う装置であってよい。本実施形態では基板ホルダ冷却部１０９とシールド冷却部１１２とは別個の部材として設けられているが、単一の冷却部として設けられてもよい。シールド１１１の側面におけるゲートバルブ１０２に対向する部分には、基板Ｓが通るための開口部１１４が設けられている。シールド１１１に付着したガスは、チャンバ１０１および排気チャンバ１１９の各所に設けられているヒータ１１６で加熱することによって除去することができる。

[0019] チャンバ１０１には、それぞれの内部空間が連通するように排気チャンバ１１９が接続されている。排気チャンバ１１９にはチャンバ１０１内を真空排気可能な排気部としての排気ポンプ１２０が設けられている。排気ポンプ１２０としては、必要とする真空度に応じてドライポンプ、ターボ分子ポンプ等の任意の排気手段を用いることができ、それらを組み合わせて用いてもよい。さらに、チャンバ１０１にはシールド１１１内、すなわちシールド１１１により区画される空間内の圧力を測定するためのシールド内真空計１２１が設けられており、排気チャンバ１１９には排気チャンバ１１９内の圧力を測定するためのチャンバ内真空計１２２が設けられている。

[0020] さらに、基板冷却装置１００には、基板Ｓの冷却を効率的に行うために、基板Ｓの裏面と基板載置面１０３aとの間に冷却ガスを導入するための冷却ガス導入部１２３が設けられている。冷却ガス導入部１２３は冷却ガスが通

るための管であるガスライン１２４に接続されており、ガスライン１２４はチャンバ１０１および基板ホルダ１０３を貫通して基板Ｓの裏面と基板載置面１０３ａとの間の空間に開口している。冷却ガス導入部１２３から導入される冷却ガスとしてはＨｅ、Ａｒまたはそれらの少なくとも一方を含む混合ガスを用いることができ、冷却ガスが基板Ｓの裏面に行き渡ることによって基板Ｓを素早く均一に冷却することができる。ガスライン１２４はさらに排気ポンプ１２０に接続されており、排気ポンプ１２０を駆動することによって使用後の冷却ガスを排気することができる。ガスライン１２４は不図示の可変バルブを備えており、経路や流量を変更可能である。

[0021] 図１ではガスライン１２４は１系統のみ示されているが、冷却ガス導入部１２３から冷却ガスを導入するためのガスラインと冷却ガスを排気するためのガスラインとの２系統が別個に設けられてもよい。冷却ガス導入部１２３は、マスフロー制御器（ＭＦＣ）、自動圧力制御器（ＡＰＣ）等のガス流量調整手段を備えていることが望ましい。なお、冷却ガス導入部１２３は必ずしも設けられなくともよく、上述の冷却ガスを用いず、基板Ｓを冷却された基板載置面１０３ａに直接載置しても基板Ｓを冷却できることはもちろんである。

[0022] ガスライン１２４の近傍には、ガスラインヒータ１２５が設けられている。ガスラインヒータ１２５によってガスライン１２４を加熱することによって、ガスラインの内面に吸着される気体分子を効率的に除去することができる。ガスラインヒータ１２５は、図１ではガスライン１２４の一部にのみ設けられているが、ガスライン１２４の全体に設けられてもよい。ガスラインヒータ１２５としては、任意の加熱手段を用いてよいが、例えばリボンヒータを用いることができる。

[0023] 図２は、本実施形態に係る基板の昇温を行う基板処理装置としての昇温装置２００を示す概略構成図である。昇温装置２００は、基板に昇温処理を施す装置であり、チャンバ２０１と、排気装置２０２と、ガス供給装置２０３と、基板ホルダ２０４を有している。昇温装置２００は、後述の搬送チャン

バ3とゲートバルブ205を介して連結されている。ガス供給装置203は例えば、ガスポンペに連結されたガス流通路とチャンバ201内にガスを供給するガス供給口203aと不図示のマスフローコントローラ(MFC)とからなる。基板ホルダ204に基板を載置した状態で、ガス供給口203aから昇温ガスを導入することで基板を昇温することができる。このとき、ガス供給装置203から導入される昇温ガスは予め温度を調整しておく为好適である。予め調整しておくガスの温度は、水分が結露しない温度(露点温度)以上の温度が望ましく、温度幅としては283K~343Kの範囲が好ましい。本実施形態のガスの温度は室温(293K程度)とされている。昇温ガスとしては、水分の少ないガスが好適であり、例えば、窒素ガスやドライエア若しくはアルゴンガスやヘリウムガスを用いることができる。

[0024] 基板の昇温が終了したら排気装置202でチャンバ201内のガスを排気した後、基板は搬送チャンバ3が有する搬送装置7(搬送ロボット)によって次の工程のチャンバに搬送される。昇温装置200では、ガスで基板を昇温する方式したが、ランプヒータや基板ホルダを加熱することで基板を昇温してもよい。本実施形態においては昇温装置200を用いたが、基板を昇温することができる構成であれば他の方法を用いてもよい。例えば、搬送経路のいずれかに基板を昇温するヒータを設けて、搬送中の基板をヒータで昇温してもよい。或いは、昇温装置200に替えてロードロックチャンバを用いてもよい。ロードロックチャンバで基板を昇温させる場合は、導入されるガスで基板を昇温した後後工程の成膜を行うチャンバに搬送される。ここでの昇温処理は、露点温度以上に基板温度を上昇させる処理であり、本実施形態の昇温装置200では基板を室温(293K)に昇温させている。

[0025] 図3は、本実施形態に係る基板冷却装置100を備える基板処理システム1の概略構成図である。基板処理システム1はクラスタ型の装置であり、複数の基板処理チャンバ2と、ロードロックチャンバ4と、本実施形態に係る基板冷却装置100と、昇温装置200とを備えている。複数の基板処理チャンバ2は基板Sに対して同一の処理を行うものであってもよく、または異

なる処理を行うものであってもよい。

[0026] 複数の基板処理チャンバ2と、ロードロックチャンバ4と、基板冷却装置100と、昇温装置200とは搬送チャンバ3を介して接続されており、それぞれの接続部分には開閉可能なゲートバルブが設けられている。搬送チャンバ3には搬送ロボット7が設けられており、搬送ロボット7を駆動させることによって各基板処理チャンバ2、ロードロックチャンバ4、基板冷却装置100および昇温装置200の間で所定の処理順にしたがって基板Sが搬送される。各基板処理チャンバ2、搬送チャンバ3、基板冷却装置100および昇温装置200にはそれぞれ排気ポンプが設けられており、真空を保ったままチャンバ間で基板Sを搬送可能である。ロードロックチャンバ4の外側には、基板Sを供給するためのオートローダ5が設けられている。オートローダ5は、大気側において複数の基板が収納されている外部カセット6から基板を一枚ずつ取り出し、ロードロックチャンバ4内に収容するように構成されている。

[0027] 図4は、本実施形態に係る成膜方法を行う例示的なMTJ (Magnetic Tunnel Junction: 磁気抵抗効果素子) 素子1000の構成を示す模式図である。MTJ素子は、例えばMRAM (Magnetic Random Access Memory)、磁気センサ等に用いられる。

[0028] MTJ素子1000は、垂直磁化型MTJ素子(p-MTJ素子)である。MTJ素子1000は、基板1001上に下部電極1002と、Ta層(シード層)1003と、フリー層(磁化自由層)としてのCoFeB層1006と、MgO層(トンネルバリア層)1007とを順に備える。MTJ素子1000は、さらにその上に、リファレンス層(磁化固定層)としてのCoFeB層1008と、Ta層1009と、積層体1010と、Ta層(キャップ層)1011と、上部電極1012とを順に備える。MTJ素子1000の積層体1010(ピン層)は、Co層とPt層とを交互に所定の数Nだけ積層したものである。

[0029] MTJ素子1000としてはここに示した構成に限られず、垂直磁化型素子の機能を損なわない範囲で層の増減、各層の構成材料の変更、上下の積層順の逆転等の任意の変更を行った構成を用いることができる。例えば、図9を用いて後述する第2実施形態のように、上述のMTJ素子1000の上下の積層順を逆転したMTJ素子2000の構成を用いてもよい。

[0030] 本実施形態に係る基板冷却装置100を用いる冷却処理は、フリー層(CoFeB層)1006上にトンネルバリア層(MgO層)1007が成膜された後であって、トンネルバリア層(MgO層)1007の上にリファレンス層のCoFeB層1008が成膜される前に行われることが好ましい。このタイミングで基板冷却装置100を用いて冷却処理を行うと、冷却によりトンネルバリア層1007とリファレンス層のCoFeB層1008の界面急峻性を向上させることができ、かつ冷却中にトンネルバリア層1007の表面(すなわち、トンネルバリア層1007とCoFeB層1008との間の界面)が汚染されることを抑えることができる。

[0031] 基板冷却装置100を用いる冷却処理は、その他のタイミングで行われてよく、例えば、Ta層1003の成膜後や、フリー層(磁化自由層)としてのCoFeB層1006の成膜後でもMR比の向上が期待できる。リファレンス層のCoFeB層1008の成膜時に基板が冷却された状態であれば効果があるためである。また、上記のタイミングのうち、複数のタイミングで冷却処理が行われてもよい。

[0032] 本実施形態に係る昇温装置200を用いる昇温処理は、リファレンス層のCoFeB層1008上の配向分離層(Ta層)1009を成膜した後であって、配向分離層(Ta層)1009の上に積層体1010が成膜される前に行われることが好ましい。このタイミングで昇温装置200を用いて昇温処理を行うと、加熱により積層体1010の磁気特性を向上させることができる。さらに、昇温処理によって基板は露点温度以上になるため、基板処理システム1から基板を搬出したときに基板への結露を抑えることができる。

[0033] なお、昇温処理は、リファレンス層のCoFeB層1008を成膜した後

であって、積層体1010が成膜される前の任意のタイミングで行ってもよい。例えば、リファレンス層のCoFeB層1008の成膜後であって、配向分離層(Ta層)1009の成膜前に昇温処理を行ってもよい。ここで積層体1010は、ひとつの方向(膜面に対して垂直な方向)に磁化されやすい垂直磁気異方性(PMA)を持つ層をいい、ピン層若しくはPMA層と言い換えられる。積層体1010の垂直磁気異方性が大きいほど、リファレンス層の熱擾乱耐性の低下を抑えられ、リファレンス層の意図しない磁化反転の発生を防ぐことができる。

[0034] 図5は、本実施形態に係る成膜方法のフローチャートを示す図である。ここでは図3に示すクラスタ型の基板処理システム1を用いて本実施形態に係る成膜方法の説明を行うが、これに限られるものではない。例えば、インライン型の基板処理システムを用いてもよい。また、本実施形態では基板処理システム1に含まれる基板冷却装置として図1に示す基板冷却装置100を用いるが、その他任意の基板冷却装置を用いてもよい。同様に、昇温装置200に替えて他の装置を用いてもよい。

[0035] まず、基板処理システム1のロードロックチャンバ4に基板Sを搬入する(ステップS11)。次に、搬送チャンバ3の搬送ロボット7を駆動させることによって、所定の基板処理チャンバ2に基板Sを移動し、下層成膜工程を行う(ステップS12)。下層成膜工程では、エッチング法によって基板上に付着した不純物等を除去し、その後にMTJ素子1000のうちMgO層1007より下の膜、すなわち基板1001上に下部電極1002、Ta層1003、およびフリー層としてのCoFeB層1006を順にスパッタリング法によって成膜する。

[0036] 次に、搬送チャンバ3の搬送ロボット7を駆動させることによって、所定の基板処理チャンバ2に基板Sを移動し、第1工程を行う(ステップS13)。第1工程では、MTJ素子1000のうちトンネルバリア層としてのMgO層1007を成膜する。MgO層1007は、MgOターゲットを用いた高周波(RF)スパッタリング法によって成膜されている。別の方法とし

て、Mgターゲットを用いたスパッタリング法によってフリー層としてのCoFeB層1006の上にMg層を成膜し、その後に該Mg層に対して酸化処理を行うことによって形成してもよい。成膜処理と酸化処理とは同じ基板処理チャンバ2内で行われてもよく、異なる基板処理チャンバ2内で行われてもよい。

[0037] 次に、搬送チャンバ3の搬送ロボット7を駆動させることによって、基板冷却装置100に基板Sを移動し、第2工程（冷却工程）を行う（ステップS14）。冷却工程では、MgO層1007が成膜された基板Sを200K以下の温度（本実施形態では100K）まで冷却する。200K以下の温度まで基板Sを冷却することによって、この後に成膜されるリファレンス層としてのCoFeB層1008中にアモルファス相を形成しやすくすることができる。

[0038] 冷却工程においては、基板冷却装置100を用いて冷却処理を行う。これにより、基板Sの冷却を素早く行いかつ膜中の不純物を低減するという追加の効果を得ることができる。本実施形態に係る冷却工程はこれに限られるものではなく、MgO層1007が成膜された基板Sを所定の温度まで冷却することが可能であれば、任意の冷却装置の構成および冷却処理の方法を用いてよい。なお、成膜したCoFeB層1008などの構成成分の分析は、例えばX線回折法によって行うことができる。

[0039] 次に、搬送チャンバ3の搬送ロボット7を駆動させることによって、所定の基板処理チャンバ2に基板Sを移動し、第3工程を行う（ステップS15）。第3工程では、MTJ素子1000のうちリファレンス層としてのCoFeB層1008と、CoFeB層1008の上のTa層1009とがスパッタリング法によって順に成膜される。

[0040] 次に、搬送チャンバ3の搬送ロボット7を駆動させることによって、昇温装置200に基板Sを移動し、第4工程（昇温工程）を行う（ステップS16）。昇温工程では、Ta層1009までの層が成膜された基板Sを露点温度以上の温度（本実施形態では293K）まで昇温する。

[0041] 次に、搬送チャンバ3の搬送ロボット7を駆動させることによって、所定の基板処理チャンバ2に基板Sを移動し、第5工程を行う（ステップS17）。第5工程では、MTJ素子1000のうち積層体1010から上の膜、すなわちピン層としての積層体1010、Ta層1011、上部電極1012を順にスパッタリング法によって成膜する。

[0042] 室温まで基板Sを昇温することによって、Ta層1009の上に成膜される積層体1010の磁気特性を向上することができる。積層体1010の磁気特性とは、ひとつの方向（膜面に対して垂直な方向）に磁化されやすい垂直磁気異方性をいう。昇温させることで積層体1010の磁気特性が向上する理由としては、積層体1010を成膜する際にスパッタされて基板上に付着したCo原子が、付着した表面上でマイグレーションしやすくなるためと思われる。すなわち、表面上をCo粒子が移動することで積層体1010中のPtとCoの位置関係がより好ましいものになるためと考えられる。積層体1010の磁気特性の向上した効果については後述する。積層体がCo原子を用いない膜構成であっても、付着した表面上でマイグレーションが起こりやすい原子であれば本実施形態の成膜方法（製造方法）を適用すれば同様の効果を期待できる。

[0043] その後、所定の温度（例えば150～400度）でのアニーリング処理を行い、成膜を終了する（ステップS18）。成膜処理とアニーリング処理とは同じ基板処理チャンバ2内で行われてもよく、異なる基板処理チャンバ2内で行われてもよい。最後に、搬送チャンバ3の搬送ロボット7を駆動させることによって、ロードロックチャンバ4内の搬送位置（基板搬出位置）に基板Sを移動する（ステップS19）。その後、基板Sは、基板処理システム1の下流の工程に送られる。なお、基板処理システム1とは別の装置でアニーリング処理を行ってもよい。この場合、基板処理システム1の下流の工程としてアニーリング工程が行われる。

[0044] 本実施形態の成膜工程（ステップS12、S13、S15、S17）で成膜される各層はスパッタリング法によって成膜されるが、その他任意の成膜

方法によって成膜されてもよい。

[0045] 成膜工程（ステップS 1 2、S 1 3、S 1 5、S 1 7）で成膜される複数の膜のうち、2以上の膜が同じ基板処理チャンバ2内で成膜されてもよく、全ての膜が異なる基板処理チャンバ2内で成膜されてもよい。成膜工程（ステップS 1 2、S 1 3、S 1 5、S 1 7）のうち少なくとも1つと、冷却工程（ステップS 1 4）若しくは昇温工程（ステップS 1 6）が同一のチャンバ中で行われてもよい。

[0046] 図6は、本実施形態に係る成膜方法を用いて製造されたMTJ素子のRA（面積抵抗）に対するMR比を示す図である。本実施形態に係る成膜方法を用いて製造されたMTJ素子、および従来の成膜方法を用いて製造されたMTJ素子をそれぞれ製造し、RAおよびMR比の測定を行った。従来の成膜方法とは、図5又は図10のフローチャートにしたがって製造されたものであるが、冷却工程（ステップS 1 4、3 4）および昇温工程（ステップS 1 6、3 6）を行わないで製造した成膜方法をいうものとする。

[0047] 図6の横軸はRA（ $\Omega \cdot \mu m^2$ ）であり、縦軸はMR比（%）である。RAが低いほど、またMR比が高いほど、MTJ素子の素子特性が良好であるといえる。図6において、四角形の色塗り（■）は従来の成膜方法で作製した図4に示すトップピン構造のMTJ素子の測定結果である。四角形の色抜き（□）は本実施形態に係る成膜方法で作製したトップピン構造のMTJ素子の測定結果である。

[0048] なお、図6中の丸形の色抜き（○）および丸形の色塗り（●）は、ボトムピン構造のMTJ素子の測定結果である。丸形の色塗り（●）は従来の成膜方法で作製したボトムピン構造のMTJ素子の測定結果である。丸形の色抜き（○）は後述の第2実施形態に係る成膜方法で作製したボトムピン構造のMTJ素子の測定結果である。MTJ素子2000については図9、10を参照しつつ後述する。

[0049] 図6によれば、本実施形態に係る成膜方法で成膜を行うと、従来のように冷却、昇温工程を行わない場合に比べてMR比が向上することがわかる。な

お、昇温工程（ステップS 1 6）を行わずに製造したMTJ素子についても、RA（面積抵抗）に対するMR比を測定したが、図6の四角形の色抜き（□）の点にほぼ重なる結果となった。すなわち、RA（面積抵抗）とMR比は、冷却工程（ステップS 1 4）に大きく影響され、昇温工程（ステップS 1 6）の有無はRA（面積抵抗）とMR比への影響は小さいことがわかった。以上により、素子特性の良好なMTJ素子1000を製造するためには、トンネルバリア層としてのMgO層1007の成膜後であってリファレンス層としてのCoFeB層1008の成膜前に冷却を行うことが有効であることが確認された。

[0050] 第2実施形態のボトムピン構造のMTJ素子についても、昇温工程（ステップS 3 6）を行わなかったMTJ素子のRAとMR比は、丸形の色抜き（○）の点にほぼ重なった。すなわち、ボトムピン構造のMTJ素子についても、RA（面積抵抗）とMR比は、冷却工程（ステップS 3 4）に大きく影響される。素子特性の良好なMTJ素子2000を製造するためには、トンネルバリア層としてのMgO層2008の成膜後であってフリー層としてのCoFeB層2009の成膜前に冷却を行うことが有効であることが確認された。

[0051] 図7は本実施形態に係る成膜方法のうち冷却工程の効果を示す図であり、MTJ素子におけるリファレンス層としてのCoFeB層中のB含有率（ホウ素含有率）に対するMR比のグラフを示す図である。ここではリファレンス層としてのCoFeB層1008中のB含有率を様々に変更し、MR比の測定を行った。図7の横軸はリファレンス層1008としてのCoFeB層中のB含有率（at%）であり、縦軸はMR比（%）である。

[0052] 図7において、三角形の色塗り（▲）は冷却を行わないで成膜が行われたMTJ素子の測定結果であり、三角形の色抜き（△）はMgO層1007の成膜後であってリファレンス層としてのCoFeB層1008の成膜前に冷却を行って成膜が行われたMTJ素子の測定結果である。いずれの測定結果に係るMTJ素子も図5のフローチャートにしたがって製造されたものであ

るが、いずれも昇温工程（ステップS 1 6）は行わなかった。三角形の色塗り（▲）で表されたMTJ素子と、三角形の色抜き（△）で表されたMTJ素子は冷却工程（ステップS 1 4）の有無のみが異なる。なお、昇温工程（ステップS 1 6）の有無はMR比に大きな影響はないため、昇温工程を行う本実施形態の製造方法で製造したMTJ素子の測定結果は、図7中の冷却工程を行う成膜方法の測定結果とほぼ同様になる。

[0053] 図7によれば、冷却工程を行う成膜方法の測定結果（三角形の色抜き（△））は、いずれのB含有率においても従来のように冷却を行わない場合の測定結果（三角形の色塗り（▲））よりも高いMR比を実現していることがわかる。特に、リファレンス層としてのCoFeB層1008中のB含有率を15at%以下にすると、冷却を行わない場合に比べて顕著にMR比が高くなるため望ましい。

[0054] また、図7のグラフから明らかなように、従来のように冷却を行わない場合の測定結果（三角形の色塗り（▲））においては、B含有率が約20%のときに最大のMR比が得られる。そのため、従来ではCoFeB層のB含有率を約20%にすることが一般的である（例えば、Co:Fe:B=20:60:20）。それに対して、冷却工程を行う成膜方法の測定結果（三角形の色抜き（△））においては、B含有率が低いほどMR比が大きくなった。そのため、本実施形態に係る成膜方法によれば、高いMR比を維持しつつも従来よりもB含有率を低く設定することが可能であり、リファレンス層としてのCoFeB層1008の組成の自由度が高い。

[0055] リファレンス層がアモルファス相を有することによって、MR比を向上できることが知られている。しかしながら、従来CoFeB層をアモルファス相にするためには、Bを所定の割合（上述のように約20%）添加する必要があった。それに対して、本実施形態に係る成膜方法において従来よりも低いB含有率で高いMR比が実現されているのは、トンネルバリア層成膜後であってリファレンス層成膜前に冷却を行うことによって、リファレンス層中にアモルファス相が形成されやすくなるためだと考えられる。

[0056] すなわち、本実施形態に係る成膜方法の冷却工程によって、低いB含有率においてもリファレンス層がアモルファス相を有するようになり、高いMR比を実現されている。また、ボトムピン構造のMTJ素子についても、MgO層2008の成膜後であってフリー層としてのCoFeB層2009の成膜前に冷却を行うことで、高いMR比を有するMTJ素子2000を製造することができる。

[0057] 図8は、本実施形態に係る成膜方法で製造したMTJ素子の磁化抵抗曲線である。測定に供したMTJ素子は、本実施形態に係る成膜方法で製造した（昇温工程を行った）MTJ素子（四角形の色塗り（■））と、図5のフローチャートにしたがって製造されたものだが昇温工程を行わなかったMTJ素子（丸形の色塗り（●））との2種類のMTJ素子とを比較測定した。横軸は縦方向の磁界強度の向きと強さであり、-400（Oe）は下向き（リファレンス層の磁化方向）で400（Oe）の強度の磁界であり、400（Oe）は上向き（リファレンス層の磁化方向と逆方向）を表している。縦軸は抵抗値である。縦軸の抵抗値はMR比に比例する値である。

[0058] 昇温工程（ステップS16）を行わなかったMTJ素子（図中で丸の点）は、80（Oe）でフリー層の磁化が反転し、280（Oe）でリファレンス層の磁化が反転した。一方、昇温工程（ステップS16）を行なったMTJ素子（図中で四角の点）は、80（Oe）でフリー層の磁化が反転し、320（Oe）でリファレンス層の磁化が反転した。すなわち、昇温工程を行ったMTJ素子のリファレンス層は磁界に対する抵抗が高く、磁化反転が起こり難いことがわかる。

[0059] 本実施形態の製造方法によれば、従来よりも高いMR比を有するとともに、リファレンス層の垂直磁気異方性が低下せず、MR比の低下を抑制できる磁気抵抗効果素子を製造することができる。また、本実施形態の製造方法により製造された磁気抵抗効果素子は、従来よりも高いMR比を有するとともに、リファレンス層の熱擾乱耐性の低下を抑えられるため、読み書き時に、リファレンス層の意図しない磁化反転の発生を防ぐことができる。

## [0060] (第2実施形態)

第1実施形態に係るMTJ素子1000は、トンネルバリア層1007の上にリファレンス層1008を有する構造（トップピン構造）であるが、トンネルバリア層の上にフリー層を有する構造（ボトムピン構造）にも、本発明を適用することができる。図10は、ボトムピン構造のMTJ素子の例としての図9に示すMTJ素子2000の成膜方法のフローチャートを示す図である。

[0061] 所定の基板処理チャンバに基板を搬入した後（ステップS31）、下層成膜工程（ステップS32）でリファレンス層としてのCoFeB層2007までを成膜する。すなわち、MTJ素子2000の製造工程において、下層成膜工程（ステップS32）では基板1001上に、下部電極2002、Taシード層2003、Ru層2004、積層体2005（ピン層）、Ta層2006、リファレンス層としてのCoFeB層2007を成膜する。このように、本実施形態ではトンネルバリア層（MgO層）よりも前に積層体（ピン層）が成膜される。

[0062] 下層成膜工程（ステップS32）の後に第1工程（ステップS33）で、リファレンス層としてのCoFeB層2007上に、トンネルバリア層としてのMgO層2008を成膜する。そして第2工程（冷却工程：ステップS34）を行い、第3工程（ステップS35）でMgO層2008上にフリー層としてのCoFeB層2009を成膜する。第3工程（ステップS35）の後に第4工程（昇温工程：ステップS36）を行い、第5工程（ステップS37）でCoFeB層2009上にTaキャップ層2010と上部電極2011を成膜する。そして、成膜を終了し（ステップS38）、基板を搬出する（ステップS39）。

[0063] 本発明に係る成膜方法は、トップピン構造とボトムピン構造のいずれにも適用可能であり、フリー層およびリファレンス層の一方を形成し、フリー層およびリファレンス層の一方上にトンネルバリア層を形成し、冷却を行い、トンネルバリア層の上にフリー層およびリファレンス層の他方を形成し、さ

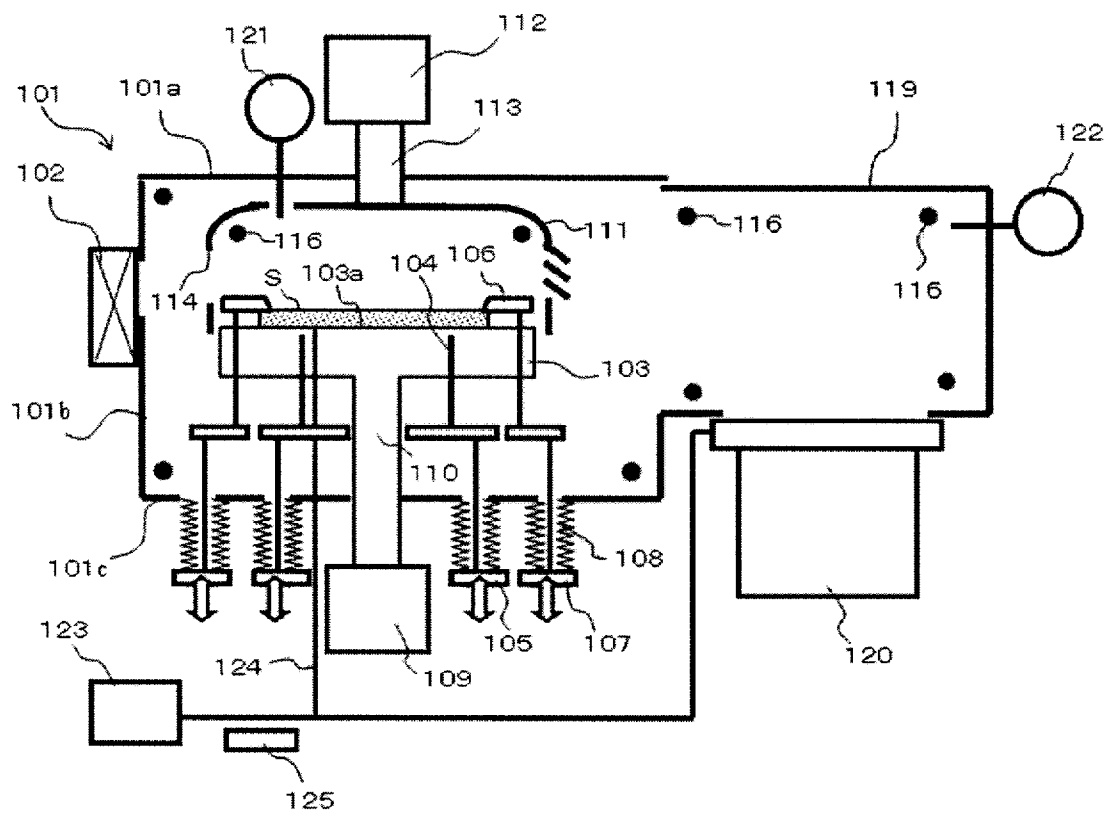
らに昇温を行うものである。

- [0064] 本発明の製造方法（成膜方法）によれば、従来よりも高いMR比を有する磁気抵抗効果素子を製造することができる。また、本実施形態の製造方法によれば、昇温処理後の基板は露点温度を超える温度となるため、水分などの付着を抑えることができる。ここでの露点温度とは、水分が結露し始める温度をいい、露点温度を超える温度では基板に水分は結露しない。特に、基板は露点温度を超える温度で基板処理システム1から搬出されるため、基板処理システム1から搬出された際に基板への結露を抑えることができる。
- [0065] また、本発明の製造方法により製造されたトップピン構造の磁気抵抗効果素子では、従来よりも高いMR比を有するとともに、リファレンス層の熱擾乱耐性の低下を抑えられるため、読み書き時に、リファレンス層の意図しない磁化反転の発生を防ぐことができる。
- [0066] 本発明は、上述の実施形態に限定されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。上述の各実施形態はMRAMに利用されるMTJ素子（TMR素子）の製造に適用されるものとして説明が行われたが、同様の冷却方法、昇温方法および成膜方法がその他のMTJ素子の製造に適用可能である。
- [0067] 上述の各実施形態では重力方向を上下方向として説明を行ったが、装置を構成する方向は任意である。例えば、上述の各実施形態に係る基板冷却装置を90度倒して設ける（すなわち、基板Sの表面が重力方向に沿って固定される）場合には、上述の各実施形態における上下方向は、重力方向に対して垂直な方向として読み替えればよい。

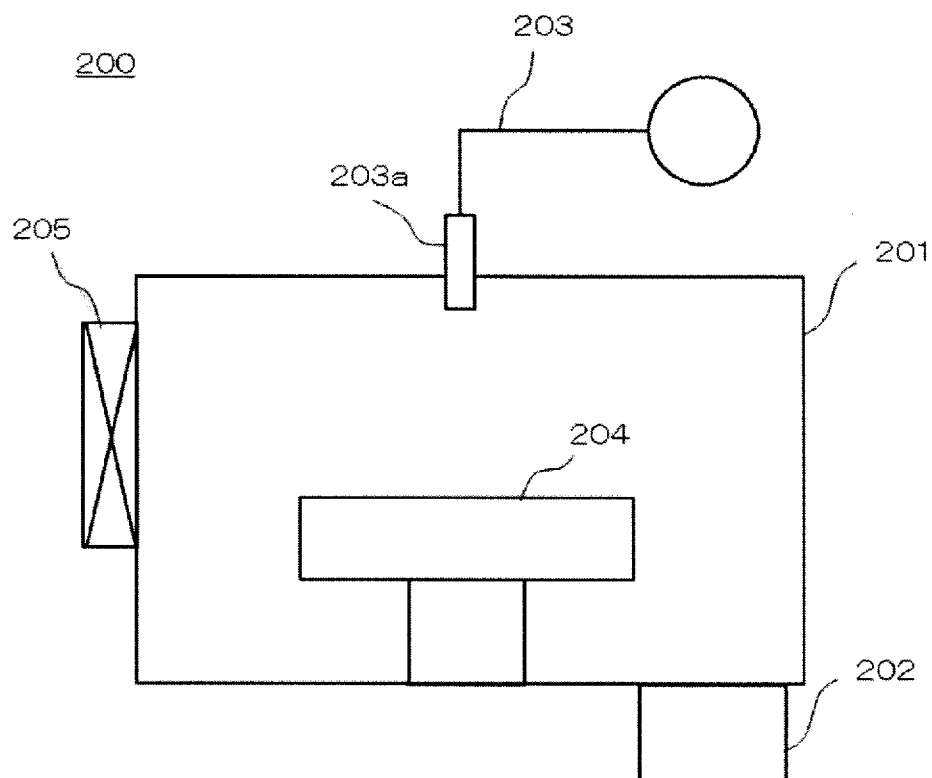
## 請求の範囲

- [請求項1] 表面に磁化自由層および磁化固定層の一方が形成された基板上にトンネルバリア層を形成する第1工程と、  
前記第1工程の後に、前記基板を冷却する第2工程と、  
前記第2工程の後に、前記トンネルバリア層上に前記磁化自由層および前記磁化固定層の他方を形成する第3工程と、  
前記第3工程の後に、前記基板を昇温する第4工程と、  
を備えることを特徴とする磁気抵抗効果素子の製造方法。
- [請求項2] 前記第4工程は、露点温度を超える温度に前記基板を昇温するものであることを特徴とする請求項1に記載の製造方法。
- [請求項3] 前記第4工程の後に、ピン層を成膜する工程を備えることを特徴とする請求項1又は2に記載の製造方法。
- [請求項4] 前記第1工程よりも前に、ピン層を成膜する工程を備えることを特徴とする請求項1又は2に記載の製造方法。
- [請求項5] 前記第2工程は、200K以下の温度に前記基板を冷却するものであることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の製造方法。
- [請求項6] 前記磁化自由層および前記磁化固定層はいずれもCoFeB層であり、  
前記磁化自由層および前記磁化固定層の前記他方はアモルファス相を有し、  
前記磁化自由層および前記磁化固定層の前記他方の中のホウ素含有率は15at%以下であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の製造方法。
- [請求項7] 前記磁気抵抗効果素子は、垂直磁化型MTJ素子であることを特徴とする請求項1に記載の製造方法。

[図1]

100

[図2]

200

1000

昇温 →

冷却 →

Top electrode 1012

Ta (キャップ層) 1011

[Co/Pt]<sub>n</sub> 1010

Ta 1009

CoFeB (リファレンス層) 1008

MgO (トンネルバリア層) 1007

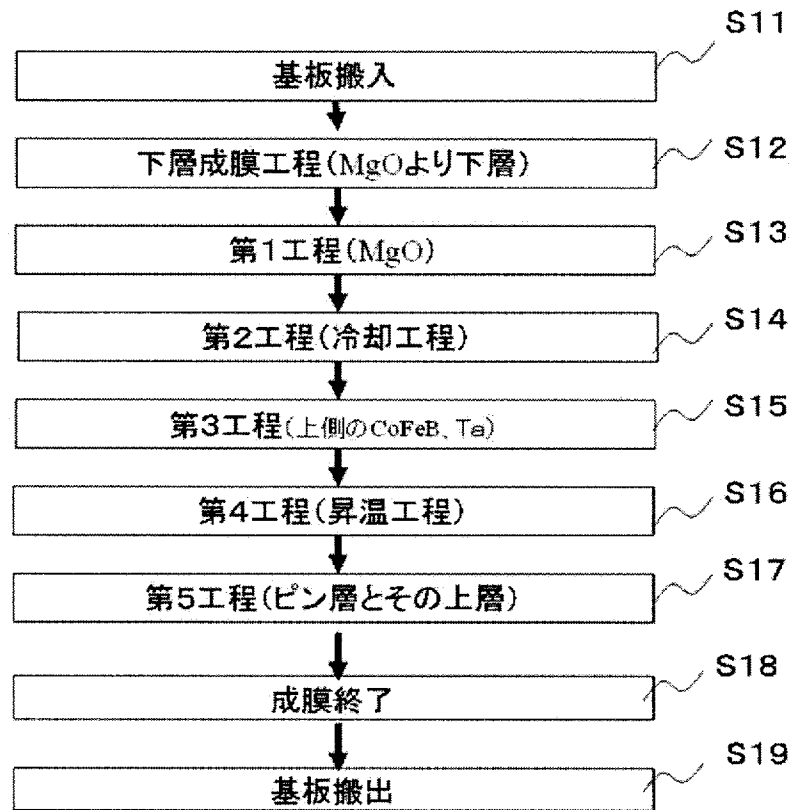
CoFeB (フリー層) 1006

Ta (シード層) 1003

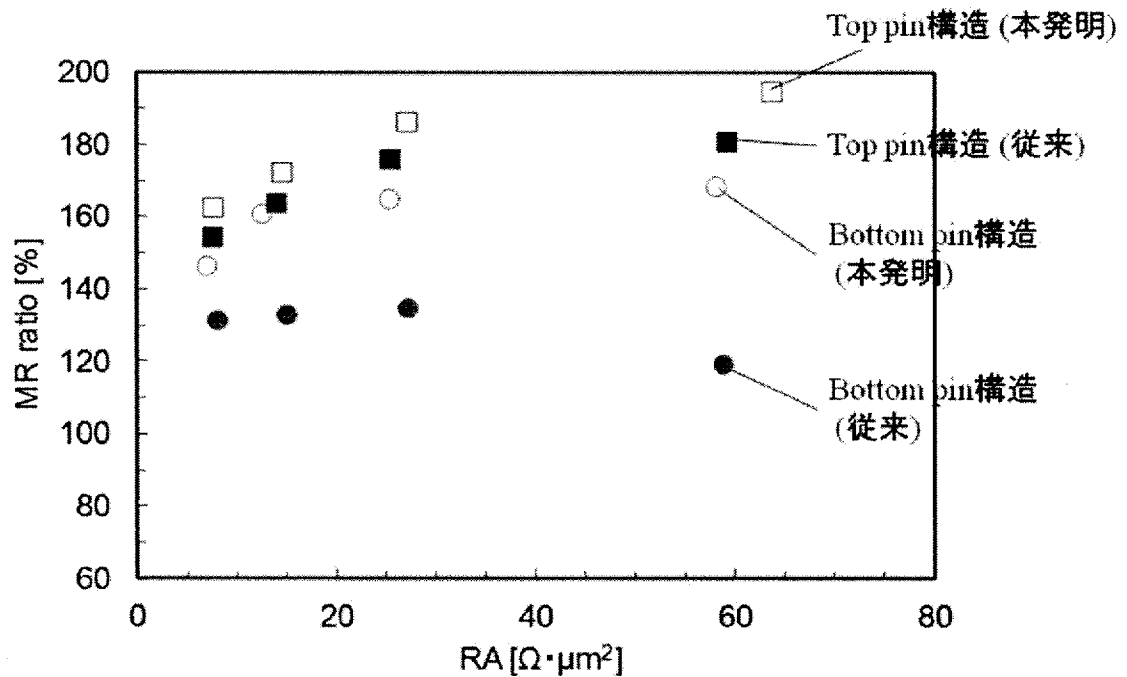
Bottom electrode 1002

Substrate 1001

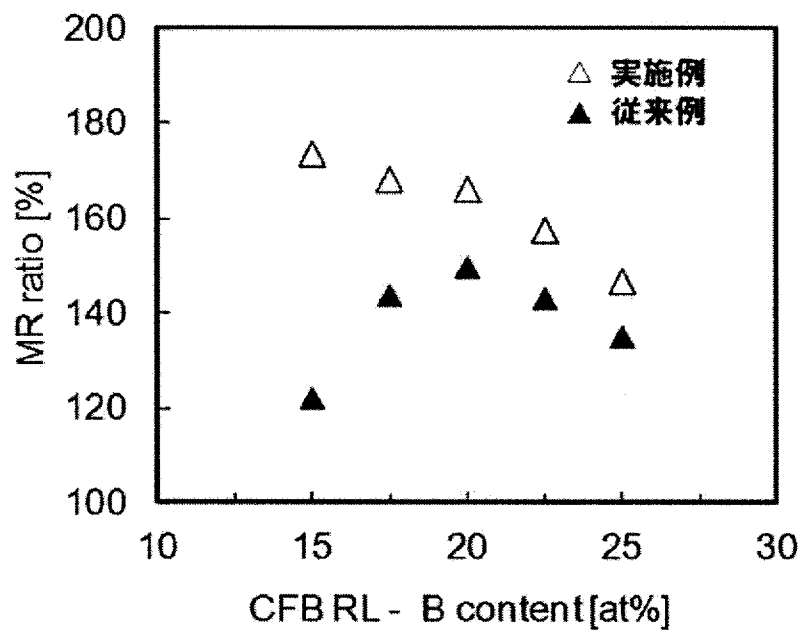
[図5]



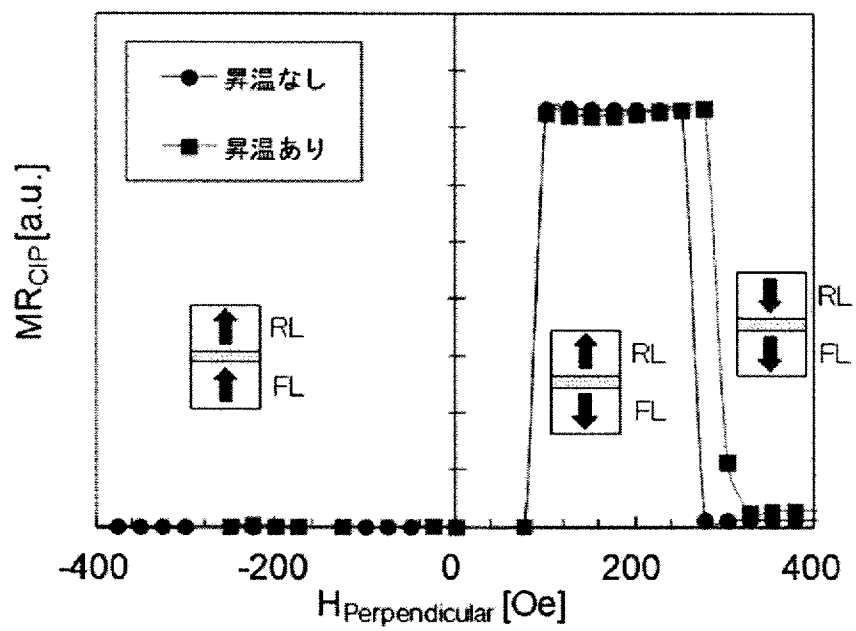
[図6]



[図7]

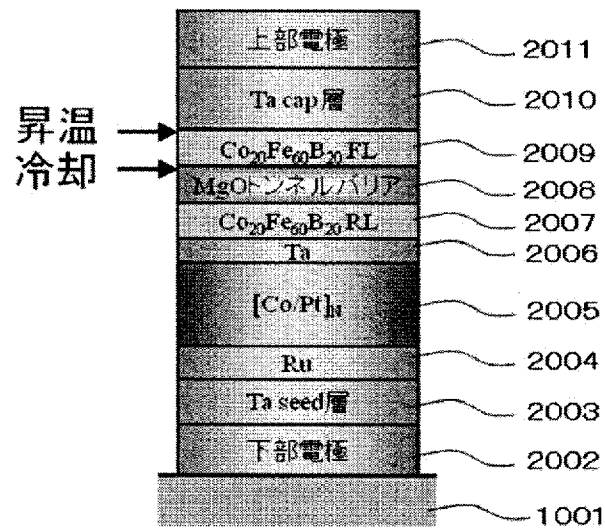


[図8]

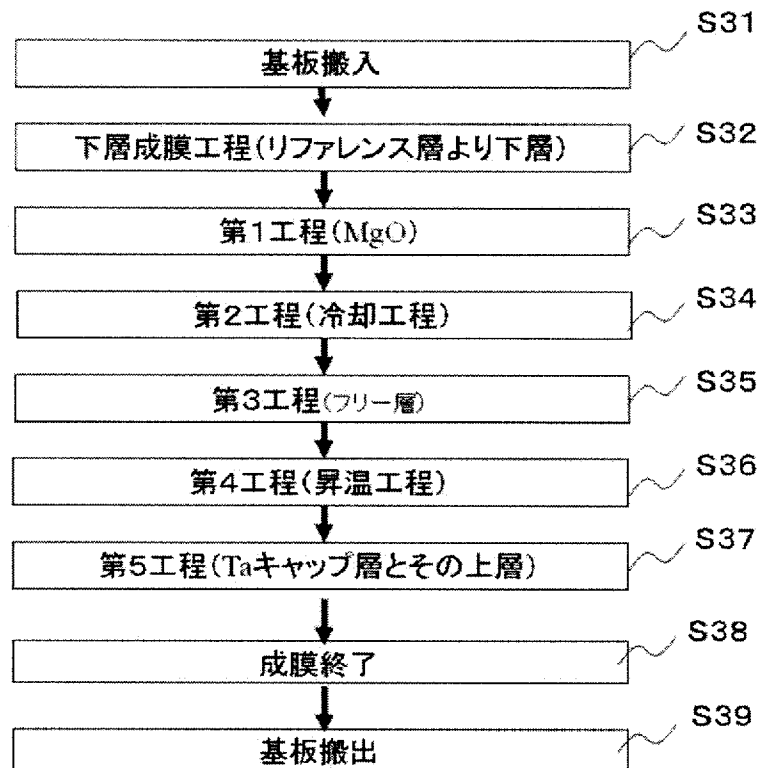


[図9]

2000



[図10]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/005682

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L43/12(2006.01)i, C23C14/58(2006.01)i, H01L21/02(2006.01)i,  
H01L21/3065(2006.01)i, H01L21/677(2006.01)i, H01L21/683(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)

H01L43/12, C23C14/58, H01L21/02, H01L21/3065, H01L21/677, H01L21/683

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 | 1996-2015 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2015 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2015 |

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. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X<br>Y    | JP 2011-54238 A (Hitachi Global Storage Technologies Netherlands B.V.),<br>17 March 2011 (17.03.2011),<br>paragraphs [0020] to [0043]; fig. 1 to 11<br>(Family: none)                                                                   | 1, 2, 4-6<br>1-7      |
| Y         | WO 2011/081203 A1 (Canon Anelva Corp.),<br>07 July 2011 (07.07.2011),<br>paragraphs [0018] to [0049]; fig. 1 to 8<br>& JP 5502900 B & US 2012/0288963 A1<br>& EP 2521194 A1 & CN 102687297 A<br>& KR 10-2012-0096054 A & TW 201145631 A | 1-7                   |

☒ 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  
26 January 2015 (26.01.15)

Date of mailing of the international search report  
03 February 2015 (03.02.15)

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2014/005682

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 2005-203702 A (Sony Corp.),<br>28 July 2005 (28.07.2005),<br>paragraphs [0004], [0005], [0033] to [0035];<br>fig. 1 to 17<br>(Family: none)                                | 6                     |
| Y         | JP 2009-81315 A (Toshiba Corp.),<br>16 April 2009 (16.04.2009),<br>paragraphs [0003], [0046]; fig. 1 to 27<br>& US 2009/0080239 A1 & CN 101399313 A<br>& KR 10-2009-0031993 A | 7                     |
| A         | JP 2006-286669 A (TDK Corp.),<br>19 October 2006 (19.10.2006),<br>paragraphs [0021] to [0096]; fig. 1 to 11<br>(Family: none)                                                 | 1-7                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L43/12(2006.01)i, C23C14/58(2006.01)i, H01L21/02(2006.01)i, H01L21/3065(2006.01)i, H01L21/677(2006.01)i, H01L21/683(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. H01L43/12, C23C14/58, H01L21/02, H01L21/3065, H01L21/677, H01L21/683

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 5 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 5 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 5 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<br>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<br>請求項の番号   |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| X<br>Y          | JP 2011-54238 A（ヒタチグローバルストレージテクノロジーズネザ<br>ーランドビービー）2011.03.17, 段落 0020-0043, 第 1-11 図<br>（ファミリーなし）                                                                                     | 1, 2, 4-6<br>1-7 |
| Y               | WO 2011/081203 A1（キヤノンアネルバ株式会社）2011.07.07,<br>段落 0018-0049, 第 1-8 図<br>& JP 5502900 B & US 2012/0288963 A1 & EP 2521194 A1<br>& CN 102687297 A & KR 10-2012-0096054 A & TW 201145631 A | 1-7              |

☒ 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

2 6 . 0 1 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 2 . 2 0 1 5

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）

小山 満

5 O

9 4 5 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 9

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                   |                |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| Y                     | JP 2005-203702 A (ソニー株式会社) 2005. 07. 28,<br>段落 0004, 0005, 0033-0035, 第 1-17 図<br>(ファミリーなし)                                       | 6              |
| Y                     | JP 2009-81315 A (株式会社東芝) 2009. 04. 16,<br>段落 0003, 0046, 第 1-27 図<br>& US 2009/0080239 A1 & CN 101399313 A & KR 10-2009-0031993 A | 7              |
| A                     | JP 2006-286669 A (TDK株式会社) 2006. 10. 19,<br>段落 0021-0096, 第 1-11 図<br>(ファミリーなし)                                                   | 1-7            |