

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2009年7月9日 (09.07.2009)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2009/084445 A1

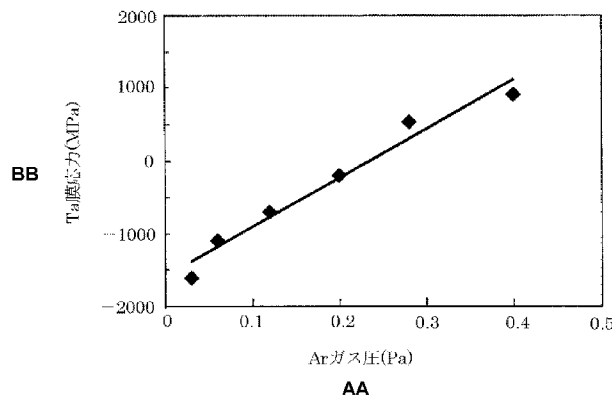
- (51) 国際特許分類:  
*H01L 43/12* (2006.01) *G11B 5/39* (2006.01)  
*C23C 14/14* (2006.01) *H01L 21/3065* (2006.01)  
*C23F 4/00* (2006.01) *H01L 43/08* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/073045
- (22) 国際出願日: 2008年12月18日 (18.12.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
 特願 2007-335702  
 2007年12月27日 (27.12.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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; および  
 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 長田 智明 (OSADA, Tomoaki) [JP/JP]; 〒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). 松井 尚子 (MATSUI, Naoko) [JP/JP]; 〒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). 小平 吉三 (KODAIRA, Yoshimitsu) [JP/JP]; 〒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). 恒川 孝二 (TSUNEKAWA, Kouji) [JP/JP]; 〒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: 渡辺 敬介, 外 (WATANABE, Keisuke et al.); 〒1100016 東京都台東区台東四丁目 1 番 4 号三井住友銀行御徒町ビル 6 階 Tokyo (JP).

[ 続葉有 ]

(54) Title: DRY ETCHING METHOD, MAGNETORESISTIVE ELEMENT, AND METHOD AND APPARATUS FOR MANUFACTURING THE SAME

(54) 発明の名称: ドライエッチング方法、磁気抵抗効果素子とその製造方法及び製造装置

[図4]



AA Ar GAS PRESSURE (Pa)  
BB Ta FILM STRESS (MPa)

(57) Abstract: Disclosed is a method for manufacturing a magnetoresistive element having a multilayer film including a magnetic layer, wherein separation of TaO<sub>x</sub> formed on a Ta mask surface is prevented during etching of the multilayer film using an etching gas containing oxygen atoms. Specifically, the gas pressure of Ar is set at 0.1-0.4 Pa when a Ta mask, which is used for dry-etching a multilayer film including a magnetic layer with an etching gas containing oxygen atoms, is formed by sputtering.

(57) 要約: 磁性層を含む多層膜を有する磁気抵抗効果素子の製造方法において、酸素原子を含むエッチングガスを用いた上記多層膜のエッチングの際に Ta マスク表面に生成した TaO<sub>x</sub> の剥離を防止する。

[ 続葉有 ]



WO 2009/084445 A1



- (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, 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, JP, 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, 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.
- (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 (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, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

規則4.17に規定する申立て:

- 出願し及び特許を与えられる出願人の資格に関する申立て (規則4.17(ii))
- 発明者である旨の申立て (規則 4.17(iv))

添付公開書類:

- 国際調査報告書

## 明 細 書

ドライエッチング方法、磁気抵抗効果素子とその製造方法及び製造装置  
技術分野

[0001] 本発明は、Taをマスクとした酸素原子を含むエッチングガスを用いたドライエッチング方法に関する。特に、被エッチング材料が磁性層を含む多層膜で、該磁性層を含む多層膜から構成される磁気抵抗効果素子の製造方法と、該製造方法で製造された磁気抵抗効果素子に関する。さらに、該磁気抵抗効果素子の製造装置に関する。

背景技術

[0002] MRAM(Magnetic Random Access Memory)や磁気ヘッドのセンサに用いられている磁気抵抗効果素子は、少なくとも2層の磁性層を含む多層膜をドライエッチングにより微細加工して製造される。磁性層を含む多層膜のドライエッチング方法としては、メタノールをエッチングガスとして使用した場合、腐食性のある $\text{NH}_3$ などを使用しないため、エッチング後のアフターコーロージョン処理が不要で、エッチング装置に対する耐腐食性を考慮する必要がない。

[0003] また、 $\text{CO}$ や $\text{NH}_3$ といった毒性のあるエッチングガスを使用していないため排ガス処理の設備が不要となる。

[0004] 例えば、メタノール( $\text{CH}_3\text{OH}$ )のように酸素原子を含むエッチングガスを用いた場合、Taのような高融点金属からなるマスクは、表面がエッチングガス中の酸素により酸化され、 $\text{TaO}_x$ となってエッチング速度が低下する。そのため、Taのような高融点金属からなるマスクはマスク材として十分な選択比が得られる。また、磁気抵抗効果素子を構成する下地層としてTaを使用することにより、このTaからなる下地層を、エッチングのストッパー層として用いることもでき、磁気抵抗効果素子の製造工程を効率的なものにしている。

[0005] また、Taからなるマスクは、磁性層を含む多層膜上に他の磁性層と同一工程上のスパッタリング法で積層することができる利点がある(特許文献1参照)。

[0006] 特許文献1:特開2002-38285号公報

発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

[0007] 表面が酸化したTa膜はそのまま保護層として用いられるが、磁性層を含む多層膜のエッチングガスがメタノールのように酸素原子を含む場合、Taからなるマスクの表面がTaO<sub>x</sub>に変質する際に膜の応力が変化する。この応力変化は圧縮側に働くことがあり、TaO<sub>x</sub>の剥離を引き起こしてしまい、精度のよい微細加工が困難になることから製品の歩留まりを著しく低下させてしまうという問題があった。

[0008] 本発明の課題は、磁気抵抗効果素子の製造において、酸素原子を含むエッチングガスを用いた磁性層を含む多層膜のエッチングの際にTaマスク表面に生成したTaO<sub>x</sub>の剥離を防止することにある。具体的には、TaO<sub>x</sub>の剥離のないTaマスクを用いたドライエッチング方法、該ドライエッチング方法を含む磁気抵抗効果素子の製造方法と、該製造方法を実施し得る製造装置を提供する。

### 課題を解決するための手段

[0009] 本発明の第1は、Arのガス圧力を0.1乃至0.4Paに設定したスパッタリングにより、少なくとも2層の磁性層を含む多層膜上に成膜したTa層をマスクとし、かつ、酸素原子を含むエッチングガスを用いて、前記多層膜をドライエッチングすることを特徴とするドライエッチング方法である。

[0010] 本発明の第2は、少なくとも2層の磁性層を含む多層膜に、Arのガス圧力を0.1乃至0.4Paに設定したスパッタリングによりTaからなるマスクを成膜する成膜工程と、酸素原子を含むエッチングガスを用いて、前記多層膜をドライエッチングするエッチング工程と、を有することを特徴とする磁気抵抗効果素子の製造方法である。

[0011] 本発明の第3は、少なくとも2層の磁性層を含む多層膜を備え、上記本発明の磁気抵抗効果素子の製造方法により製造されたことを特徴とする磁気抵抗効果素子である。

[0012] 本発明の第4は、スパッタリング法により成膜可能な成膜手段と、ドライエッチング可能なエッチング手段と、成膜手段及びエッチング手段を制御する制御手段と、を備え、前記制御手段は、

前記成膜手段により、少なくとも2層の磁性層を含む多層膜をスパッタリングにより形成する工程と、

前記成膜手段により、Arのガス圧力を0.1乃至0.4Paに設定してTaからなるマスクを前記多層膜に成膜する工程と、

前記エッチング手段により、酸素原子を含むエッチングガスを用いて、前記多層膜をドライエッチングするエッチング工程と、を前記成膜手段及びエッチング手段に実行させることを特徴とする磁気抵抗効果素子の製造装置である。

### 発明の効果

[0013] 本発明によれば、成膜時のArのガス圧力を所定の範囲に設定することでTaからなるマスクの応力を $-1000\text{MPa}$ 乃至 $1000\text{MPa}$ の範囲に抑えることができる。

[0014] その結果、酸素原子が含まれるエッチングガスにより磁性層を含む多層膜をエッチングしても、マスク表面に生成した $\text{TaO}_x$ が剥離することなく精度のよい微細加工が行われるため、良好な磁気抵抗効果素子が得られる。

### 図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明に係る、磁性層を含む多層膜の製造工程を示す断面模式図である。

[図2]本発明に係る、磁性層を含む多層膜を作製するためのスパッタ装置の一例の構成を示す断面模式図である。

[図3]本発明に係る、Ta膜及び磁性層を含む多層膜をドライエッチングするためのエッチング装置の一例の構成を示す断面模式図である。

[図4]本発明の実施例において、Arのガス圧力を変化させた時のTa膜の応力を示す図である。

### 符号の説明

- [0016]
- 1 Ta膜
  - 2 Al膜
  - 3 Ta膜
  - 4 PtMnからなる反強磁性層
  - 5 CoFeからなるピン層
  - 6  $\text{Al}_2\text{O}_3$ からなる絶縁層

- 7 CoFeからなるフリー層
- 8 NiFe層
- 9 Ta膜
- 9a Taマスク
- 10 レジスト
- 11 排気系
- 12 基板ホルダー
- 12a 回転機構
- 13, 14 カソード
- 13a, 14a Taターゲット
- 13b, 14b 磁石ユニット
- 13c, 14c シャッタ
- 15 ゲートバルブ
- 16 基板
- 17 ガス導入系
- 17a 配管
- 17b 流量調整器
- 18 成膜チャンバー
- 20 基板ホルダー
- 21 排気系
- 22 側壁用磁石
- 23 ガス導入系
- 23a, 23d, 23f バルブ
- 23b 配管
- 23c ポンペ
- 23e 流量調整器
- 24 誘電体壁容器
- 25 アンテナ

- 26 伝送路
- 27 プラズマ用高周波電源
- 28, 29 電磁石
- 30 バイアス用高周波電源
- 33 真空容器

### 発明を実施するための最良の形態

- [0017] 以下に本発明の磁気抵抗効果素子の製造方法について、TMR (Tunnel Magneto-Resistance Effect) 素子を製造する場合を一例に挙げて説明する。
- [0018] 図1は、本発明に係る、磁性層を含む多層膜からなるTMR素子等の製造工程を示す断面模式図である。
- [0019] 先ず、基板16上に、Ta膜1、その上に下部電極であるAl膜2、その上に下地層であるTa膜3、PtMnからなる反強磁性層4、CoFeからなるピン層5、 $Al_2O_3$ からなる絶縁層6、CoFeからなるフリー層7を積層する。さらに、その上にシールド層であるNiFe層8、保護層であるTa膜9aを積層してなる構成を備えている。本発明においては、必要な膜を全てスパッタ装置により積層し、Arのガス圧力が0.1乃至0.4Paの条件下で最上層にTa膜9を積層する〔図1(a)〕。
- [0020] ここで、図2に、図1(a)の多層膜を含む積層構成を作製するためのスパッタ装置の一例の構成を模式的に示す。
- [0021] 成膜チャンバー18は、内部を排気する排気系11と、成膜チャンバー18内の所定位置に被成膜の基板16を配置するための基板ホルダー12を備えている。さらに、成膜チャンバー18は、スパッタ放電を生じさせるための複数のカソード13, 14と、各カソード13, 14に電圧を印加するためのスパッタ電源(不図示)等を備えている。
- [0022] 成膜チャンバー18は気密な真空容器であり、基板16の出し入れを行うための開口を備えており、この開口はゲートバルブ15によって開閉される。尚、排気系11は、ターボ分子ポンプのような真空ポンプを備えており、チャンバー18を排気するようになっている。
- [0023] 成膜チャンバー18には、内部にガスを導入するガス導入系17が設けられている。ガス導入系17は、スパッタ率の高いスパッタ用ガスを導入するようになっており、具体

的にはArガスが用いられている。配管17aには、バルブの他、流量調整器17bが設けられており、所定の流量で導入できるようになっている。

- [0024] 各カソード13, 14は、マグネトロンスパッタリングを実現するためのカソード、即ち、マグネトロンカソードである。各カソード13, 14は、例えば、Ta膜成膜のためのTaターゲット13a, 14aと、その背後に設けられた磁石ユニット13b, 14bとから主に構成されている。この場合、Ta膜をハードマスク作製用と他の用途で作製する場合で、使用するカソードを分けてもかまわない。
- [0025] 磁石ユニット13b, 14bの詳細は図示されていないが、電界と磁界の直交関係を成立させて電子のマグネトロン運動を実現するためのものであり、中心磁石と、該中心磁石を取り囲む周辺磁石等から構成されている。
- [0026] また、静止したTaターゲット13a, 14aに対して磁石ユニット13b, 14bを回転させてエロージョンを均一化させる、基板ホルダー12の回転機構12aが設けられる場合もある。
- [0027] また、Taターゲット13a, 14aの前方には、シャッタ13c, 14cが設けられている。シャッタ13c, 14cは、対応するカソード13, 14が使用されていない時にはTaターゲット13a, 14aを覆ってTaターゲット13a, 14aの汚損等を防止するためのものである。
- [0028] 尚、図2においては、Ta膜作製の二つのカソード13, 14のみが図示されているが、実際にはTa膜作製以外の材質のターゲット材を備えたカソードを含め、3以上のカソードが設けられる。
- [0029] また、スパッタ装置は、基板を搬入／搬出するロボット等を配置した搬送系チャンバーと気密に接続した成膜チャンバー18を複数基備えた、いわゆるマルチチャンバータイプのスパッタ装置が設けられてもよい。
- [0030] スパッタ電源(不図示)は、各カソード13, 14に負の直流電圧又は高周波電圧を印加するものであり、各カソード13, 14毎に設けられ、各カソード13, 14への投入電力を独立して制御する制御部(不図示)が設けられている。
- [0031] 次に、図1において、最上層のTa膜9の後にレジスト10を積層し[図1(b)]、該レジスト10をマスクとしてTa膜9をCF<sub>4</sub>ガスでエッチングしてTaマスク9aを形成して微細加工のプロセスに移る[図1(c)]。



- [0032] ここで、図3に示す装置が用いられるエッチングプロセスについて、図1(c)、(d)の工程を例に挙げて説明する。
- [0033] 図3は、TMR素子の磁性層を含む多層膜をエッチングにより微細加工するICP (Inductive Coupled Plasma) プラズマ源搭載のエッチング装置の一例を模式的に示す断面図である。
- [0034] 本発明においては、当該装置を用いることにより、例えばメタノール( $\text{CH}_3\text{OH}$ )を酸素原子を含むエッチングガスとして使用し、Taからなるマスクを積層した多層膜をエッチングすることができる。当該装置を用いたエッチング工程について説明する。
- [0035] 真空容器33内を排気系21によって排気し、ゲートバルブ(不図示)を開けて図1(b)の積層構成を有する基板16を真空容器33内に搬入し、基板ホルダー20に保持し、温度制御機構32により所定の温度に維持する。
- [0036] 次に、ガス導入系23を動作させ、 $\text{CF}_4$ ガスを溜めているボンベ23cから配管23b、バルブ23a, 23d, 23f、流量調整器23eを介して、所定の流量のエッチングガス( $\text{CF}_4$ )を真空容器33内に導入する。導入されたエッチングガスは、真空容器33内を経由して誘電体壁容器24内に拡散する。ここで、真空容器33内にプラズマを発生させる。
- [0037] プラズマを発生させる機構は、誘電体壁容器24と、誘電体壁容器24内に誘電磁界を発生する1ターンのアンテナ25と、プラズマ用高周波電源27と、誘電体壁容器24内に所定の磁界を所持させる電磁石28, 29等とから構成されている。誘電体容器24は真空容器33に対して内部空間が連通するようにして気密に接続され、プラズマ用高周波電源27はアンテナ25に整合器(不図示)を介して伝送路26によって接続されている。
- [0038] 上記構成において、プラズマ用高周波電源27が発生させた高周波が伝送路26によってアンテナ25に供給された際に、1ターンのアンテナ25に電流が流れ、その結果、誘電体壁容器24の内部にプラズマが形成される。
- [0039] 尚、真空容器33の側壁の外側には、多数の側壁用磁石22が、真空容器33の側壁を望む面の磁極が隣り合う磁石同士で互いに異なるように周方向に多数並べて配置されている。これによってカスプ磁場が真空容器33の側壁の内面に沿って周方向

に連なって形成され、真空容器33の側壁の内面へのプラズマの拡散が防止されている。

[0040] この時、同時に、バイアス用高周波電源30を作動させて、エッチング処理対象物である基板16に負の直流分の電圧であるセルフバイアス電圧が与えられ、プラズマから基板16の表面へのイオン入射エネルギーを制御している。前記のようにして形成されたプラズマが誘電体壁容器24から真空容器33内に拡散し、基板16の表面付近にまで達して、基板16の表面がエッチングされる[図1(c)]。

[0041] 尚、CF<sub>4</sub> ガスを用いたTa膜9のエッチング条件は以下の通りである。

エッチングガス(CF<sub>4</sub>)の流量:326mg/min(50sccm)

ソース電力:500W

バイアス電力:70W

真空容器33内の圧力:0.8Pa

基板ホルダー20の温度:40°C

[0042] さらに、図3の装置において、メタノールをエッチングガスとして用い、Taマスク9aにより例えばPtMnからなる反強磁層4までをエッチングする[図1(d)]。当該プロセスは、前記のプロセスにおいて、ガス導入系23を動作させてCF<sub>4</sub> ガスをエッチングガスとして真空容器33内へ導入したプロセスを、エッチングガスとしてメタノールガス(不図示)を導入する以外は同様である。

### 実施例

[0043] 図1の工程に従い、図2のスパッタ装置を用い、基板上にTa膜からシールド層であるNiFe層まで順次積層し、マスクとなるTa膜9成膜時のArのガス圧力を変化させてTa膜9を成膜した。

[0044] Ta膜9のスパッタによる、成膜時のArのガス圧力以外の条件は以下の通りである。

T/S間距離(基板とターゲット間の距離):260mm

基板温度:室温

投入電力:1kW

Ta膜の厚さ:100nm

[0045] 次に、成膜時にArのガス圧力を変化させたTa膜を、図3のエッチング装置により、

メタノールをエッチングガスとして用いてエッチングをした。エッチング条件は以下の通りである。

エッチングガス(メタノール)の流量:18.75mg/min(15sccm)

ソース電力:1000W

バイアス電力:800W

真空容器33内の圧力:0.4Pa

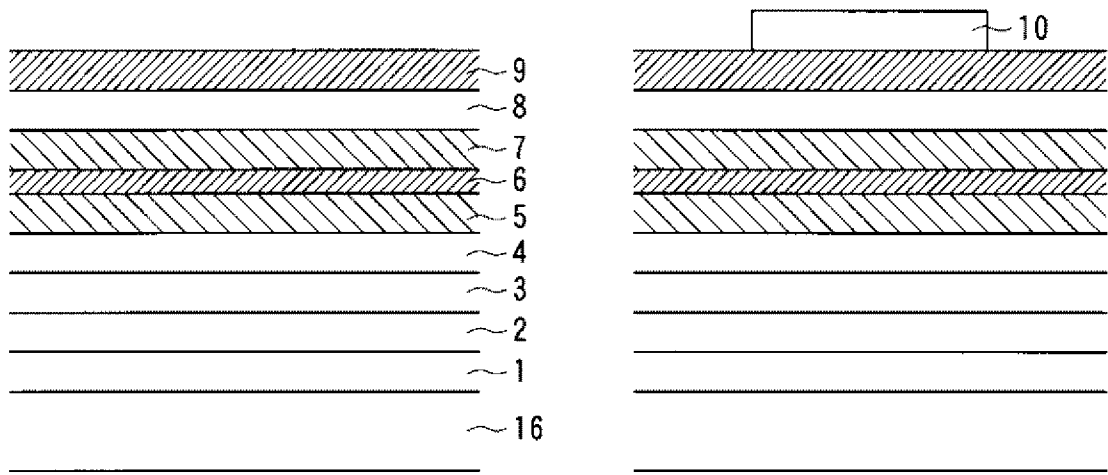
基板ホルダー20の温度:40°C

- [0046] 尚、本実施例では、酸素を含むエッチングガスとしてメタノールを採用したが、マスクであるTa膜を酸化させてしまう他のエッチングガスに対しても適用することが可能であり、メタノールに限定されるものではない。
- [0047] 次に、エッチング後のTa膜9について、光学技術を応用した応力測定器を用いて、予め測定しておいた成膜前の基板及びTa膜成膜後の基板の応力と、メタノールエッチング後の基板の応力をそれぞれ測定した。そして、それらのデータから最終的なTa膜に関する応力を算出した。その結果を図4に示す。
- [0048] その結果、エタノールガスにさらす前の成膜後の応力が、-1000MPa乃至1000MPa以内であれば、エッチング中に剥離を起こさないことが確認された。
- [0049] よって、図4より、成膜時のArのガス圧力が0.1乃至0.4paであれば、マスク表面に生成したTaO<sub>x</sub>剥離が生じないことが確認された。
- [0050] さらに、エタノールによるドライエッチング中に、マスクとしてのTaO<sub>x</sub>が剥離を起こすことなくマスクとしての機能が維持され、製品の歩留まりの低下は改善された。

## 請求の範囲

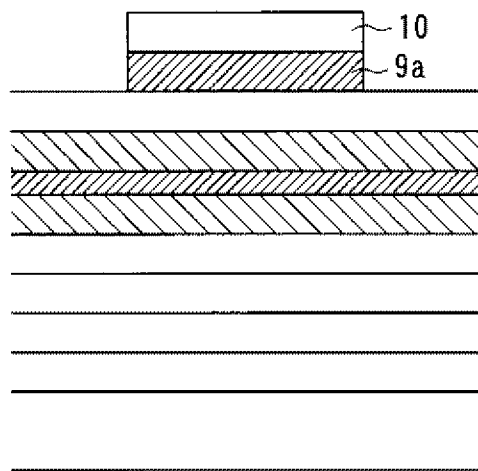
- [1] Arのガス圧力を0.1乃至0.4Paに設定したスパッタリングにより、少なくとも2層の磁性層を含む多層膜上に成膜したTa層をマスクとし、かつ、酸素原子を含むエッチングガスを用いて、前記多層膜をドライエッチングすることを特徴とするドライエッチング方法。
- [2] 前記酸素原子を含むエッチングガスが、メタノールであることを特徴とする請求項1記載のドライエッチング方法。
- [3] 少なくとも2層の磁性層を含む多層膜に、Arのガス圧力を0.1乃至0.4Paに設定したスパッタリングによりTaからなるマスクを成膜する成膜工程と、  
酸素原子を含むエッチングガスを用いて、前記多層膜をドライエッチングするエッチング工程と、  
を有することを特徴とする磁気抵抗効果素子の製造方法。
- [4] 前記酸素原子を含むエッチングガスが、メタノールであることを特徴とする請求項3記載の磁気抵抗効果素子の製造方法。
- [5] 少なくとも2層の磁性層を含む多層膜を備え、請求項3又は請求項4に記載の磁気抵抗効果素子の製造方法により製造されたことを特徴とする磁気抵抗効果素子。
- [6] スパッタリング法により成膜可能な成膜手段と、  
ドライエッチング可能なエッチング手段と、  
成膜手段及びエッチング手段を制御する制御手段と、を備え、  
前記制御手段は、  
前記成膜手段により、少なくとも2層の磁性層を含む多層膜をスパッタリングにより形成する工程と、  
前記成膜手段により、Arのガス圧力を0.1乃至0.4Paに設定してTaからなるマスクを前記多層膜に成膜する工程と、  
前記エッチング手段により、酸素原子を含むエッチングガスを用いて、前記多層膜をドライエッチングするエッチング工程と、を前記成膜手段及びエッチング手段に実行させることを特徴とする磁気抵抗効果素子の製造装置。

[図1]

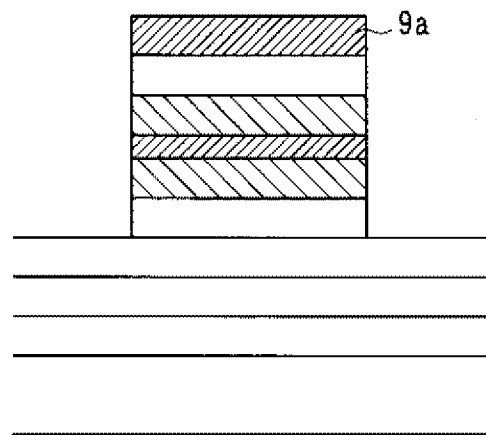


(a)

(b)



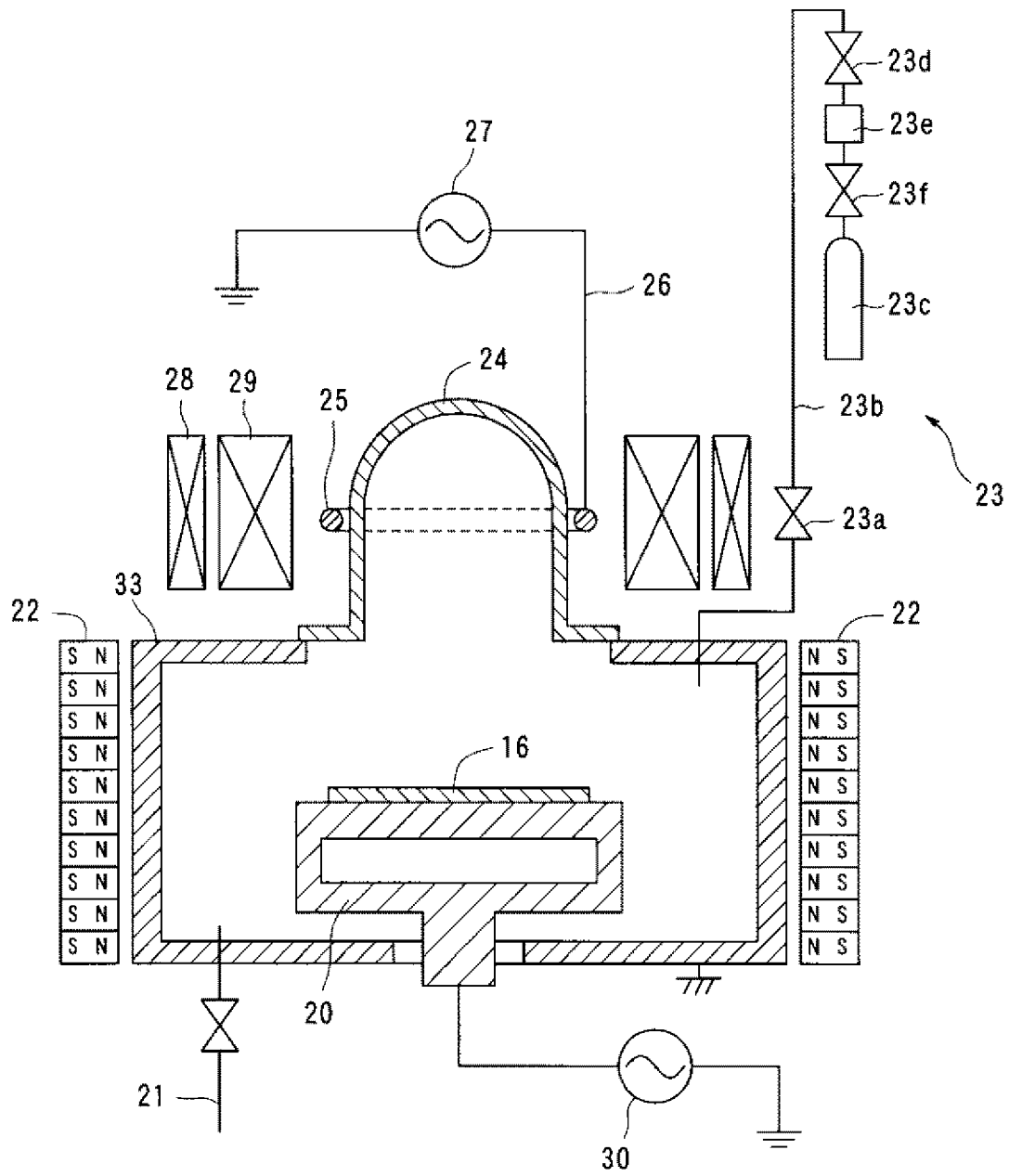
(c)



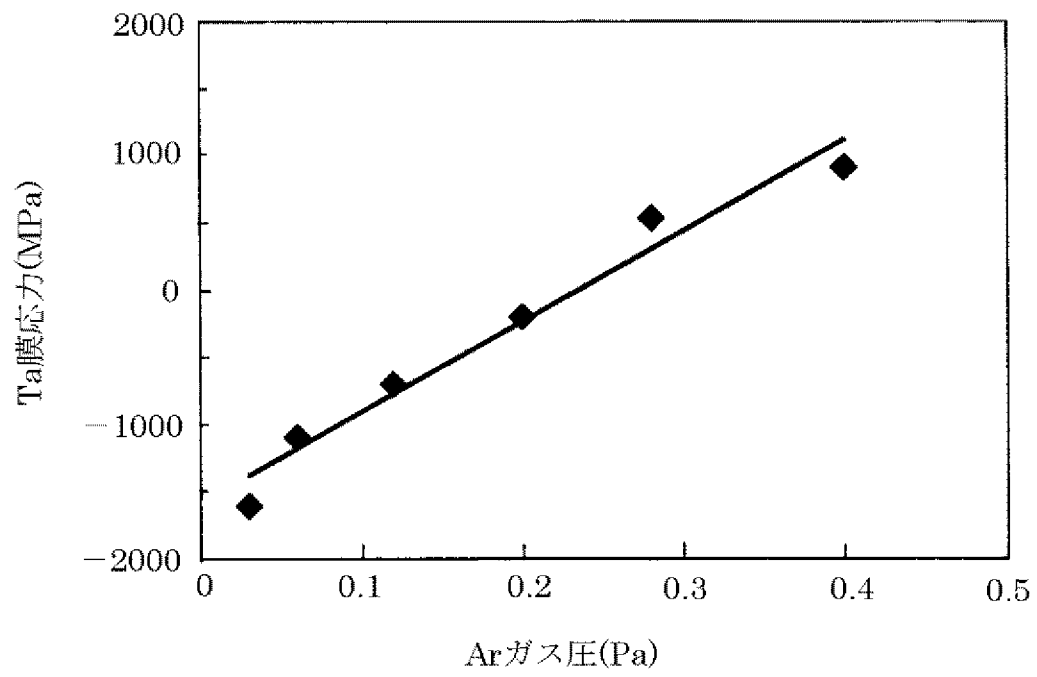
(d)



[図3]



[図4]





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/073045

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER<br>H01L43/12(2006.01)i, C23C14/14(2006.01)i, C23F4/00(2006.01)i, G11B5/39(2006.01)i, H01L21/3065(2006.01)i, H01L43/08(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)<br>H01L43/12, C23C14/14, C23F4/00, G11B5/39, H01L21/3065, H01L43/08  |   |   |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br>Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2009<br>Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2009 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2009  |   |   |
| 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.   |
| Y  | JP 2006-060044 A (Canon Anelva Corp.),<br>02 March, 2006 (02.03.06),<br>Full text<br>& US 2006/0038246 A1           | 1-6   |
| Y  | JP 2001-274144 A (TDK Corp.),<br>05 October, 2001 (05.10.01),<br>Par. Nos. [0024] to [0026]<br>& US 2002/0096493 A1 | 1-6   |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.  |   |   |
| * Special categories of cited documents:<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"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)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br>"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<br>"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<br>"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<br>"&" document member of the same patent family |   |   |
| Date of the actual completion of the international search<br>17 March, 2009 (17.03.09)   |   | Date of mailing of the international search report<br>24 March, 2009 (24.03.09) |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japanese Patent Office   |   | Authorized officer  |
| Facsimile No.  |   | Telephone No.   |

|  |   |                  |
|--|---|------------------|
| A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))<br>Int.Cl. H01L43/12(2006.01)i, C23C14/14(2006.01)i, C23F4/00(2006.01)i, G11B5/39(2006.01)i, H01L21/3065(2006.01)i, H01L43/08(2006.01)i  |   |                  |
| B. 調査を行った分野<br>調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))<br>Int.Cl. H01L43/12, C23C14/14, C23F4/00, G11B5/39, H01L21/3065, H01L43/08  |   |                  |
| 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<br>日本国実用新案公報 1922-1996年<br>日本国公開実用新案公報 1971-2009年<br>日本国実用新案登録公報 1996-2009年<br>日本国登録実用新案公報 1994-2009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>請求の範囲の番号 |
| Y  | JP 2006-060044 A (キヤノンアネルバ株式会社) 2006.03.02,<br>全文 & US 2006/0038246 A1                | 1-6              |
| Y  | JP 2001-274144 A (ティーディーケイ株式会社) 2001.10.05,<br>段落【0024】 - 【0026】 & US 2002/0096493 A1 | 1-6              |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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<br>「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<br>「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<br>「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)<br>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献<br>「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<br>「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<br>「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<br>「&」 同一パテントファミリー文献 |   |                  |
| 国際調査を完了した日<br>17.03.2009   | 国際調査報告の発送日<br>24.03.2009  |                  |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁 (ISA/J P)<br>郵便番号100-8915<br>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)<br>川村 裕二<br>電話番号 03-3581-1101 内線 3462                                | 4M 3349          |