

(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
2012 年 7 月 5 日(05.07.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/090474 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 43/12 (2006.01) *H01F 41/34* (2006.01)
C23F 1/02 (2006.01) *H01L 21/3065* (2006.01)
C23F 4/00 (2006.01) *H01L 43/08* (2006.01)
G11B 5/39 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/007269
- (22) 国際出願日: 2011 年 12 月 26 日(26.12.2011)
- (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 2010-291273 2010 年 12 月 27 日(27.12.2010) 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): 木村 和弘(KIMURA, Kazuhiro) [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). 豊里 智彦(TOY-OSATO, Tomohiko) [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).

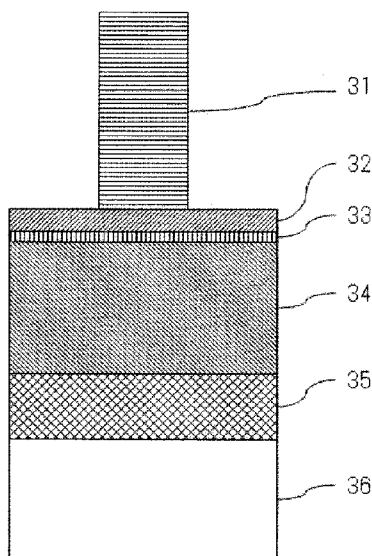
- (74) 代理人: 岡部 譲, 外(OKABE, Yuzuru et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 3-2-3 富士ビル 602 号室 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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: METHOD FOR PROCESSING ELECTRODE FILM, METHOD FOR PROCESSING MAGNETIC FILM, LAMINATE HAVING MAGNETIC FILM, AND METHOD FOR PRODUCING THE LAMINATE

(54) 発明の名称: 電極膜の加工方法、磁性膜の加工方法、磁性膜を有する積層体、および該積層体の製造方法

[図2]



(57) Abstract: The present invention provides a laminate having a magnetic film, a method for producing the laminate and a method for processing a magnetic film, wherein an Si compound deposited on the side wall or bottom of an underlayer is removed when a pattern that is formed on an insulating silicon compound (such as SiO₂) is transferred to the underlayer, and wherein deterioration in the shape of a mask for transferring the pattern to the underlayer can be reduced. A laminate having a magnetic film according to one embodiment of the present invention is provided with a magnetic film (35), an electrode film (34) that is formed on the magnetic film (35), an Ru film (33) that is formed on the electrode film (34) and an insulating silicon compound film (32) that is formed on the Ru film (33).

(57) 要約: 本発明は、絶縁性珪素化合物(例えば、SiO₂)に形成されたパターンを下層に転写する際に、下層の側壁や裾に堆積したSi化合物の除去を行い、且つ下層にパターンを転写するためのマスク形状の劣化を低減可能な、磁性膜を有する積層体、該積層体の製造方法、および磁性膜の加工方法を提供する。本発明の一実施形態に係る、磁性膜を有する積層体は、磁性膜(35)と、該磁性膜35上に形成された電極膜(34)と、該電極膜(34)上に形成されたRu膜(33)と、該Ru膜(33)上に形成された絶縁性珪素化合物膜(32)とを備える。

WO 2012/090474 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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：

電極膜の加工方法、磁性膜の加工方法、磁性膜を有する積層体、および該積層体の製造方法

技術分野

[0001] この発明は、電極膜の加工方法、磁性膜の加工方法、磁性膜を有する積層体、および該積層体の製造方法に関し、さらに詳しくは、FeNi、CoFe、FeMn、CoPt等の磁性薄膜のドライエッチングによる微細加工に有用な電極膜の加工方法、磁性膜の加工方法、磁性膜を有する積層体、および該積層体の製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] DRAM並の集積密度でSRAM並の高速性を持ち、かつ無制限に書き換え可能なメモリとして集積化磁気メモリであるMRAM (magnetic random access memory) が注目されている。又、GMR (巨大磁気抵抗) やTMR (トンネリング磁気抵抗) といった磁気抵抗素子を構成する薄膜磁気ヘッドや磁気センサー等の開発が急速に進んでいる。

[0003] 磁性材料のエッチング加工方法として、磁性膜の上に非有機材からなるハードマスクを形成した、アルコールを用いた反応性イオンエッチング (以下RIEという) が知られている (特許文献1 参照)。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2005-042143号公報

発明の概要

[0005] 特許文献1に開示された方法では、フォトレジストをマスクとして非有機材であるTaのパターニングを行っている。しかしこの方法ではTaとフォトレジストの選択比が低いためにフォトレジストを厚く成膜しなければなら

ず、寸法精度が劣化してしまうという問題がある。

[0006] このフォトレジストの厚膜化の問題については、フッ素系ガスにおいて、フォトレジストに対してエッチング速度が速く、且つ塩素系ガスにおいて、Taに対してエッチング速度が遅いSiO₂を、フォトレジストとTaの間に設ける事で解決することが出来る。

[0007] しかしこの解決方法によると、RIE中に、エッチングされたSi化合物がTaの側壁や裾に堆積し、Taマスクの形状が悪くなってしまうという新たな問題が生じる。さらに、この堆積したSi化合物をオーバーエッチングによって除去しようとする、Taマスクまでもがエッチングされてしまい、やはり形状が悪くなってしまう。

[0008] このような寸法精度や形状の劣化は、素子の微細化が進むにつれ問題となってくる。

本発明は上述したような種々の問題に鑑み、絶縁性珪素化合物（例えば、SiO₂）に形成されたパターンを下層に転写する際に、下層の側壁や裾に堆積したSi化合物の除去を行い、且つ下層にパターンを転写するためのマスク形状の劣化を低減可能な、電極膜の加工方法、磁性膜の加工方法、磁性膜を有する積層体、および該積層体の製造方法を提供することを目的とする。

[0009] このような目的を達成するために、本発明の第1の態様は、電極膜の加工方法であって、磁性膜上に、電極膜とRu膜と珪素化合物を含む絶縁膜とが順次積層された積層体を用意する第1の工程と、前記絶縁膜上にフォトレジストを成膜する第2の工程と、前記フォトレジストをパターニングし第1のマスクを形成する第3の工程と、前記第1のマスクを使用して、フッ素含有ガスおよび酸素含有ガスを用いて前記絶縁膜および前記Ru膜を反応性イオンエッチングすることで、前記第1のマスクのパターンが転写された前記絶縁膜である第2のマスク、および前記第1のマスクのパターンが転写された前記Ru膜である第3のマスクを形成する第4の工程と、前記第2及び第3のマスクを使用して、塩素含有ガスを用いて前記電極膜を反応性イオンエッチングする第5の工程とを有することを特徴とする。

本発明の第2の態様は、磁性膜の加工方法であって、上記第1の態様に記載の方法によって得られた電極膜をマスクとして使用して反応性イオンエッチングすることで前記磁性膜を加工することを特徴とする。

本発明の第3の態様は、磁性膜上に、電極膜とRu膜と珪素化合物を含む絶縁膜とが順次積層された積層体が有する前記電極膜の加工方法であって、前記絶縁膜上に形成されたフォトリソistをパターニングし第1のマスクを形成する第1の工程と、前記第1のマスクを使用して、フッ素含有ガスおよび酸素含有ガスを用いて前記絶縁膜および前記Ru膜を反応性イオンエッチングすることで、前記第1のマスクのパターンが転写された前記絶縁膜である第2のマスク、および前記第1のマスクのパターンが転写された前記Ru膜である第3のマスクを形成する第2の工程と、前記第2及び第3のマスクを使用して、塩素含有ガスを用いて前記電極膜を反応性イオンエッチングする第3の工程とを有することを特徴とする。

本発明の第4の態様は、磁性膜の加工方法であって、上記第3の態様に記載の方法によって得られた電極膜をマスクとして使用して反応性イオンエッチングすることで前記磁性膜を加工することを特徴とする。

本発明の第5の態様は、磁性膜を有する積層体であって、前記磁性膜と、前記磁性膜上に形成された電極膜と、前記電極膜上に形成されたRu膜と、前記Ru膜上に形成された珪素化合物を含む絶縁膜とを備えることを特徴とする。

本発明の第6の態様は、磁性膜を有する積層体の製造方法であって、前記磁性膜が形成された基板を用意する工程と、前記磁性膜上に電極膜を成膜する工程と、前記電極膜上にRu膜を成膜する工程と、前記Ru膜上に珪素化合物を含む絶縁膜を成膜する工程と、を有することを特徴とする。

[0010] 本発明を用いることで磁性膜を寸法精度良く加工することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の一実施形態を実施するための装置構成の一例である。

[図2]本発明の一実施形態に係る積層体を説明するための図である。

[図3]本発明の一実施形態に係る積層体を説明するための図である。

[図4]本発明の一実施形態に係る積層体を説明するための図である。

[図5]本発明の一実施形態を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0012] 図1を用いて、本発明を実施するためのエッチング装置について説明する。

本発明の一実施形態に係るエッチング装置1は真空容器2を有する。真空容器2は排気系21によって排気される。また、不図示のゲートバルブを開けて被処理物を積層した基板9を真空容器2内に搬入し、基板ホルダー4に保持する。基板ホルダー4に基板9を固定する方法としては、静電吸着作用を利用した静電吸着、あるいは機械的機構を利用したクランプチャックなどが用いられる。基板ホルダー4上に固定された基板9は温度制御機構41により所定の温度に維持される。

[0013] ガス導入系3を動作させることにより、エッチングガスを貯蔵しているボンベから配管、バルブ、流量調整器を介して、エッチングガスを所定の流量で真空容器2内へ導入する。導入されたエッチングガスは、誘電体壁容器11内に拡散する。ここで、プラズマ形成手段を動作させる。プラズマ形成手段は、真空容器2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た誘電体壁容器11と、誘電体壁容器11内に誘導磁界を発生する1ターンのアンテナ12と、アンテナ12に不図示の整合器を介して伝送路15によって接続され、アンテナ12に供給する高周波電力（ソース電力）を発生させるプラズマ用高周波電源13と、誘電体壁容器11内に所定の磁界を生じさせる電磁石14等を有している。プラズマ用高周波電源13が発生させた高周波電力が伝送路15によってアンテナ12に供給された際に、1ターンのアンテナ12に電流が流れ、この結果、誘電体壁容器11の内部にプラズマが形成される。

[0014] なお、真空容器2の側壁の外側には、多数の側壁用磁石22が並べられており、真空容器2の側壁を臨む面の磁極が、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 2 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 2 の側壁の内面へのプラズマの拡散が防止ないしは低減されている。この時、同時に、バイアス用高周波電源 5 を作動させて、エッチング処理対象物である基板 9 に負の直流分の電圧であるバイアス電圧が与えられ、プラズマから基板 9 の表面へのイオン入射エネルギーを制御している。上記のようにして形成されたプラズマが誘電体壁容器 11 から真空容器 2 内に拡散し、基板 9 の表面付近にまで達する。この際、基板 9 の表面がエッチングされる。

[0015] 次に、図面を用いて本発明の実施形態について説明する。

[0016] 図 2 において、符号 31 はフォトレジスト、符号 32 は珪素化合物からなる絶縁膜（以下絶縁性珪素化合物膜という）、符号 33 は Ru 膜、符号 34 は電極膜、符号 35 は TMR 素子や GMR 素子などの磁性膜、符号 36 は基板を示す。

[0017] 図 2 に示される、磁性膜加工用マスクとしても機能する層、および磁性膜を有する積層体を形成するための工程を以下に示す。

上記積層体は、磁性膜 35 と、電極膜 34 と、Ru 膜 33 と、絶縁性珪素化合物膜 32 とをこの順番で積層させたものである。

まず、磁性膜 35 が形成された基板 36 上に、電極膜 34 の成膜を行う。なお磁性膜 35 と基板 36 の間には他の構成が存在していても良い。また、磁性膜 35 は、電極膜 34 から絶縁性珪素化合物膜 32 が形成される真空装置と同一の装置内で真空一貫で成膜されても良いし、他の装置から磁性膜 35 が形成された基板を持ってきても良い。そして電極膜 34 の上に Ru 膜 33 及び絶縁性珪素化合物膜 32 を順次成膜する。成膜方法としては、スパッタリングや CVD (Chemical Vapor Deposition) など種々の成膜方法が用いられる。

[0018] その後、絶縁性珪素化合物膜 32 の上にフォトレジスト 31 が成膜される。このとき、電極膜 34 からフォトレジスト 31 までの成膜を真空一貫で行っても良いし、電極膜 34 から絶縁性珪素化合物膜 32 までを成膜した後に、大

気中に取り出して別の装置に移してからフォトレジスト 3 1 が成膜されても良い。

[0019] 次に、フォトリソグラフィによりフォトレジスト 3 1 のパターンニングを行い、所望のパターンを形成する（以下パターンニング後のフォトレジスト 3 1 を第 1 のマスクともいう）。フォトレジスト 3 1 がパターンニングされた後の状態を図 2 に示す。そして、この第 1 のマスクおよび第 1 のエッチングガスを用いて、下部の絶縁性珪素化合物膜 3 2 に R I E によってパターンを転写する（以下パターンニングされた後の絶縁性珪素化合物膜 3 2 を第 2 のマスクともいう）。R I E の第 1 のエッチングガスとしてフッ素含有ガスを用いる。フッ素含有ガスとしては例えばフルオロカーボンが好適に用いられる。エッチングガスにはフッ素含有ガスの他に適宜 Ar などの不活性ガスが添加されてもよい。本実施形態では、第 1 のエッチングガスとしては、プラズマにより、第 1 のマスクを用いて絶縁性珪素化合物膜 3 2 を第 1 のマスクのパターンでエッチングすることができればいずれのガスを用いても良い。絶縁性珪素化合物膜 3 2 には、フォトレジストに対してフッ素含有ガスにおいて選択比が取れる材質、例えば SiO_2 膜、 SiN 膜、 SiON 膜などが用いられ、これらの単層膜もしくはこれらの膜を少なくとも 2 つ含む積層膜が用いられる。すなわち、絶縁性珪素化合物膜 3 2 としては、第 1 のエッチングガスについて、第 1 のマスクに対して選択比が高くなるような絶縁性珪素化合物であれば、いずれを用いても良い。

[0020] 次に、第 2 のマスクおよび第 2 のエッチングガスを用いて、下部の Ru 膜 3 3 に R I E によってパターンを転写する（以下パターンニングされた後の Ru 膜を第 3 のマスクともいう）。R I E の第 2 のエッチングガスとして O_2 などの酸素含有ガスを用いる。 O_2 には微量のハロゲン系ガス、例えばフルオロカーボンや塩素、または不活性ガスなどが添加されていてもよい。本実施形態では、第 2 のエッチングガスとしては、プラズマにより、第 2 のマスクを用いて Ru 膜 3 3 を第 2 のマスクのパターンでエッチングすることができ、かつ絶縁性珪素化合物膜 3 2 に対するエッチング速度が Ru 膜 3 3 のエッチ

ング速度よりも低ければ（好ましくは、Ru膜33をエッチングするが、絶縁性珪素化合物膜32をほとんどエッチングしない）、いずれのガスを用いても良い。なおフォトレジスト31は、このRu膜33の加工時に、酸素含有ガスのプラズマによって全て取り除かれる。Ru膜33が加工された状態を図3に示す。また絶縁性珪素化合物膜32は、酸素含有ガスに対する反応性が低いため、Ru膜33の加工によってはほぼエッチングされない。すなわち、本工程では、Ru膜33上に絶縁性珪素化合物膜32が残るように、上記第2のエッチングガスによりRu膜33を第2のマスクを用いてエッチングする。なお、第1のマスクを用いて、絶縁性珪素化合物膜32をRIEする際に、エッチングガスをフッ素含有ガスと酸素含有ガスの混合ガスとすると、絶縁性珪素化合物膜32のみならずRu膜33の加工も同時に行えるため生産性の向上が望める。

なお本明細書においてエッチング速度とは、基板上にエッチング速度の計測対象となる単層膜をそれぞれ別個に成膜し、同条件下においてそれぞれの単層膜が単位時間あたりにエッチングされる膜厚を指している。

[0021] 次に、第2のマスクおよび第3のマスク、ならびに第3のエッチングガスを用いて、Ru膜33の下部にある電極膜34にRIEによってパターンを転写する（以下加工後の電極膜34を第4のマスクともいう）。RIEの第3のエッチングガスとして Cl_2 または BCl_3 、もしくは BCl と Cl_2 との混合ガスなどの塩素含有ガスを用いる。塩素含有ガスのほかにも適宜Arなどの不活性ガスが添加されてもよい。本実施形態では、第3のエッチングガスとしては、プラズマにより、第2のマスクを用いて電極膜33を第2のマスクのパターンでエッチングすることができればいずれのガスを用いても良い。電極膜34としては、絶縁性珪素化合物膜32に対して選択比が取れ、なおかつ磁性膜35の加工後に電極として機能する材質を用いる。そのような材質としてはTa、Tiもしくはこれらの窒化物または炭化物、Wのうち少なくとも1つを含有する単層膜、もしくはこれらの積層膜が用いられる。例としては、TaやTiの単層膜、TaとTaCの積層膜などが用いられる。

すなわち、電極膜 34 としては、第 3 のエッチングガスについて、第 2 のマスクに対して選択比が高くなるような導電性材料であれば、いずれを用いても良い。また電極膜 34 は、第 2 のマスクに対する選択性を考慮して表面部分が一部酸化していても良い。電極膜 34 の表面に酸化部分を形成した場合は、酸化部分を磁性膜 35 の加工と同時もしくは加工後の表面処理によって除去することで、電極膜 34 を電極として機能させることができる。

[0022] 通常、絶縁性珪素化合物膜 32 をマスクとして塩素含有ガスによって R I E を行った場合、珪素の一部が基板上に再堆積してしまいマスクの形状が悪くなる問題がある。また、この再堆積を除去するためにオーバーエッチングを行ったとしても、絶縁性珪素化合物膜 32 の下部にある電極膜 34 の形状が悪くなってしまう。しかし、本実施形態によれば、珪素化合物 32 の下部にパターニングされた R u 膜 33 が存在する。この R u 膜 33 は第 3 のエッチングガスとしての塩素含有ガスに対して耐性を持つため、R u 膜 33 上に残っている絶縁性珪素化合物膜 32 や、磁性膜 35 上や電極膜 34 の側壁に再堆積した珪素及びその化合物を除去すべくオーバーエッチングを行ったとしても、パターニングされた形状を良好に保つことができる。電極膜 34 が加工され、絶縁性珪素化合物膜 32 が除去された状態を図 4 に示す。

[0023] なお、オーバーエッチングとは、エッチング対象膜の膜厚に対して、該膜のエッチングレートとエッチング時間から求められるエッチング深さの方が大きいことを指す。

[0024] そして、第 3 のマスク及び第 4 のマスク、ならびに第 4 のエッチングガスを用いて、磁性膜 35 を R I E によって加工する。R I E の第 4 のエッチングガスとしてはアルコールガス、または炭化水素ガス、あるいはアルコールガスと炭化水素ガスとの混合ガスが好適に用いられる。第 3 のマスク及び第 4 のマスクを用いて磁性膜 35 を加工した状態を図 5 に示す。

[0025] なお、磁性膜 35 を R I E する際に第 4 のエッチングガスとしてアルコールガスを用いた場合、ウェハに対して塩素含有ガスについてのアフターコーロージョンの処理を行う必要がない。

[0026] このように、本実施形態によれば、磁性膜を加工するにあたってマスクとして機能する第3のマスク及び第4のマスクの形状を劣化させることなく、絶縁性珪素化合物膜32及び再堆積した珪素化合物の除去を行うことが可能となる。このため、電極膜34を寸法精度良く加工することができる。また、電極膜34をマスクとして用いることで、磁性膜35の加工を精度良く行うことが可能となり、更なる微細化に対応した磁気抵抗効果素子が製造可能となる。

[0027] (実施例)

以下に本実施形態の実施例を示す。

[0028] 磁性膜35が形成された基板上に、電極膜34としてTa膜を100nm、Ru膜33を5nm、絶縁性珪素化合物膜32としてSiO₂膜を20nm、フォトレジスト31を80nm成膜する。

[0029] フォトレジスト31をフォトリソグラフィによりパターニングして第1のマスクを形成した後、以下の条件でRIEを行い、SiO₂膜である絶縁性珪素化合物膜32及びRu膜33の加工を同時に行う。

エッチングガス CF₄+O₂

エッチングガスの流量比 CF₄:O₂=9:1

ソース電力 700W

バイアス電力 100W

真空容器2内の圧力 0.3Pa

基板温度 80℃

[0030] 該RIEによって第2のマスク及び第3のマスクを形成後、以下の条件でRIEを行い、Ta膜である電極膜34の加工及びSiO₂膜である絶縁性珪素化合物膜32の除去を行う。

エッチングガス Cl₂+BCl₃+Ar

エッチングガスの流量比 Cl₂+BCl₃+Ar=7:1:2

ソース電力 1500W

バイアス電力 50W

真空容器 2 内の圧力 0.4 Pa

基板温度 120℃

オーバーエッチング 75% (エッチング深さが膜厚の175%)

[0031] このRIEにより、Ru膜33上のSiO₂膜（絶縁性珪素化合物膜32）は除去され、裾が垂直状に形成された第3のマスク及び第4のマスクを得ることが可能となる。

[0032] 次に、第3のマスク及び第4のマスクを用いて以下の条件でRIEを行い、磁性膜35の加工を行う。

エッチングガス CH₃OH

ソース電力 2000W

バイアス電力 2000W

真空容器 2 内の圧力 0.7 Pa

基板温度 80℃

[0033] 本実施形態により得られた磁性膜をSEM及び断面TEMで確認したところ、精度良く加工されていることが確認できた。

請求の範囲

[請求項1]

電極膜の加工方法であって、
磁性膜上に、電極膜とRu膜と珪素化合物を含む絶縁膜とが順次積層された積層体を用意する第1の工程と、
前記絶縁膜上にフォトリソistを成膜する第2の工程と、
前記フォトリソistをパターニングし第1のマスクを形成する第3の工程と、
前記第1のマスクを使用して、フッ素含有ガスおよび酸素含有ガスを用いて前記絶縁膜および前記Ru膜を反応性イオンエッチングすることで、前記第1のマスクのパターンが転写された前記絶縁膜である第2のマスク、および前記第1のマスクのパターンが転写された前記Ru膜である第3のマスクを形成する第4の工程と、
前記第2及び第3のマスクを使用して、塩素含有ガスを用いて前記電極膜を反応性イオンエッチングする第5の工程と
を有することを特徴とする電極膜の加工方法。

[請求項2]

前記第4の工程は、
前記第1のマスクを使用して、前記フッ素含有ガスを用いて前記絶縁膜を反応性イオンエッチングすることで前記第2のマスクを形成する工程と、
前記第2のマスクを使用して、前記酸素含有ガスを用いて前記Ru膜を反応性イオンエッチングすることで前記第3のマスクを形成する工程と
を有することを特徴とする請求項1に記載の電極膜の加工方法。

[請求項3]

前記第4の工程は、前記第1のマスクを使用して、前記フッ素含有ガスと前記酸素含有ガスの混合ガスを用いて、前記絶縁膜及び前記Ru膜を前記反応性イオンエッチングすることで前記第2のマスク及び前記第3のマスクを形成することを特徴とする請求項1に記載の電極膜の加工方法。

- [請求項4] 前記絶縁膜は、 SiO_2 膜、 SiN 膜または SiON 膜、もしくはこれらの膜の少なくとも2つを含む積層膜であることを特徴とする請求項1に記載の電極膜の加工方法。
- [請求項5] 前記電極膜は、 Ta 、 Ti もしくはこれらの窒化物または炭化物、 W のうち少なくとも1つを含有する単層膜、もしくはこれらの積層膜であることを特徴とする請求項1に記載の電極膜の加工方法。
- [請求項6] 前記フッ素含有ガスはフルオロカーボンであることを特徴とする請求項1に記載の電極膜の加工方法。
- [請求項7] 前記塩素含有ガスは BCl_3 または Cl_2 、もしくは BCl_3 と Cl_2 の混合ガスであることを特徴とする請求項1に記載の電極膜の加工方法。
- [請求項8] 請求項1に記載の方法によって得られた電極膜をマスクとして使用して反応性イオンエッチングすることで前記磁性膜を加工することを特徴とする磁性膜の加工方法。
- [請求項9] 前記磁性膜を反応性イオンエッチングする際に用いられるガスが、アルコールガスもしくは炭化水素ガス、またはこれらの混合ガスであることを特徴とする請求項8に記載の磁性膜の加工方法。
- [請求項10] 請求項8に記載の磁性膜の加工方法を用いて製造された磁気抵抗効果素子。
- [請求項11] 磁性膜上に、電極膜と Ru 膜と珪素化合物を含む絶縁膜とが順次積層された積層体が有する前記電極膜の加工方法であって、
前記絶縁膜上に形成されたフォトレジストをパターンニングし第1のマスクを形成する第1の工程と、
前記第1のマスクを使用して、フッ素含有ガスおよび酸素含有ガスを用いて前記絶縁膜および前記 Ru 膜を反応性イオンエッチングすることで、前記第1のマスクのパターンが転写された前記絶縁膜である第2のマスク、および前記第1のマスクのパターンが転写された前記 Ru 膜である第3のマスクを形成する第2の工程と、

前記第2及び第3のマスクを使用して、塩素含有ガスを用いて前記電極膜を反応性イオンエッチングする第3の工程と
を有することを特徴とする電極膜の加工方法。

[請求項12]

前記第2の工程は、

前記第1のマスクを使用して、前記フッ素含有ガスを用いて前記絶縁膜を反応性イオンエッチングすることで前記第2のマスクを形成する工程と、

前記第2のマスクを使用して、前記酸素含有ガスを用いて前記Ru膜を反応性イオンエッチングすることで前記第3のマスクを形成する工程と

を有することを特徴とする請求項11に記載の電極膜の加工方法。

[請求項13]

前記第2の工程は、前記第1のマスクを使用して、前記フッ素含有ガスと前記酸素含有ガスの混合ガスを用いて、前記絶縁膜及び前記Ru膜を前記反応性イオンエッチングすることで前記第2のマスク及び前記第3のマスクを形成することを特徴とする請求項11に記載の電極膜の加工方法。

[請求項14]

前記絶縁膜は、SiO₂膜、SiN膜またはSiON膜、もしくはこれらの膜の少なくとも2つを含む積層膜であることを特徴とする請求項11に記載の電極膜の加工方法。

[請求項15]

前記電極膜は、Ta、Tiもしくはこれらの窒化物または炭化物、Wのうち少なくとも1つを含有する単層膜、もしくはこれらの積層膜であることを特徴とする請求項11に記載の電極膜の加工方法。

[請求項16]

前記フッ素含有ガスはフルオロカーボンであることを特徴とする請求項11に記載の電極膜の加工方法。

[請求項17]

前記塩素含有ガスはBCl₃とCl₂の混合ガスであることを特徴とする請求項11に記載の電極膜の加工方法。

[請求項18]

請求項11に記載の方法によって得られた電極膜をマスクとして使用して反応性イオンエッチングすることで前記磁性膜を加工すること

を特徴とする磁性膜の加工方法。

[請求項19] 前記磁性膜を反応性イオンエッチングする際に用いられるガスが、アルコールガスもしくは炭化水素ガス、またはこれらの混合ガスであることを特徴とする請求項18に記載の磁性膜の加工方法。

[請求項20] 請求項18に記載の磁性膜の加工方法を用いて製造された磁気抵抗効果素子。

[請求項21] 磁性膜を有する積層体であって、
前記磁性膜と、
前記磁性膜上に形成された電極膜と、
前記電極膜上に形成されたRu膜と、
前記Ru膜上に形成された珪素化合物を含む絶縁膜と
を備えることを特徴とする磁性膜を有する積層体。

[請求項22] 前記絶縁膜は、SiO₂膜、SiN膜またはSiON膜、もしくはこれらの膜の少なくとも2つを含む積層膜であることを特徴とする請求項21に記載の磁性膜を有する積層体。

[請求項23] 前記電極膜は、Ta、Tiもしくはこれらの窒化物または炭化物、Wのうち少なくとも1つを含有する単層膜、もしくはこれらの積層膜であることを特徴とする請求項21に記載の磁性膜を有する積層体。

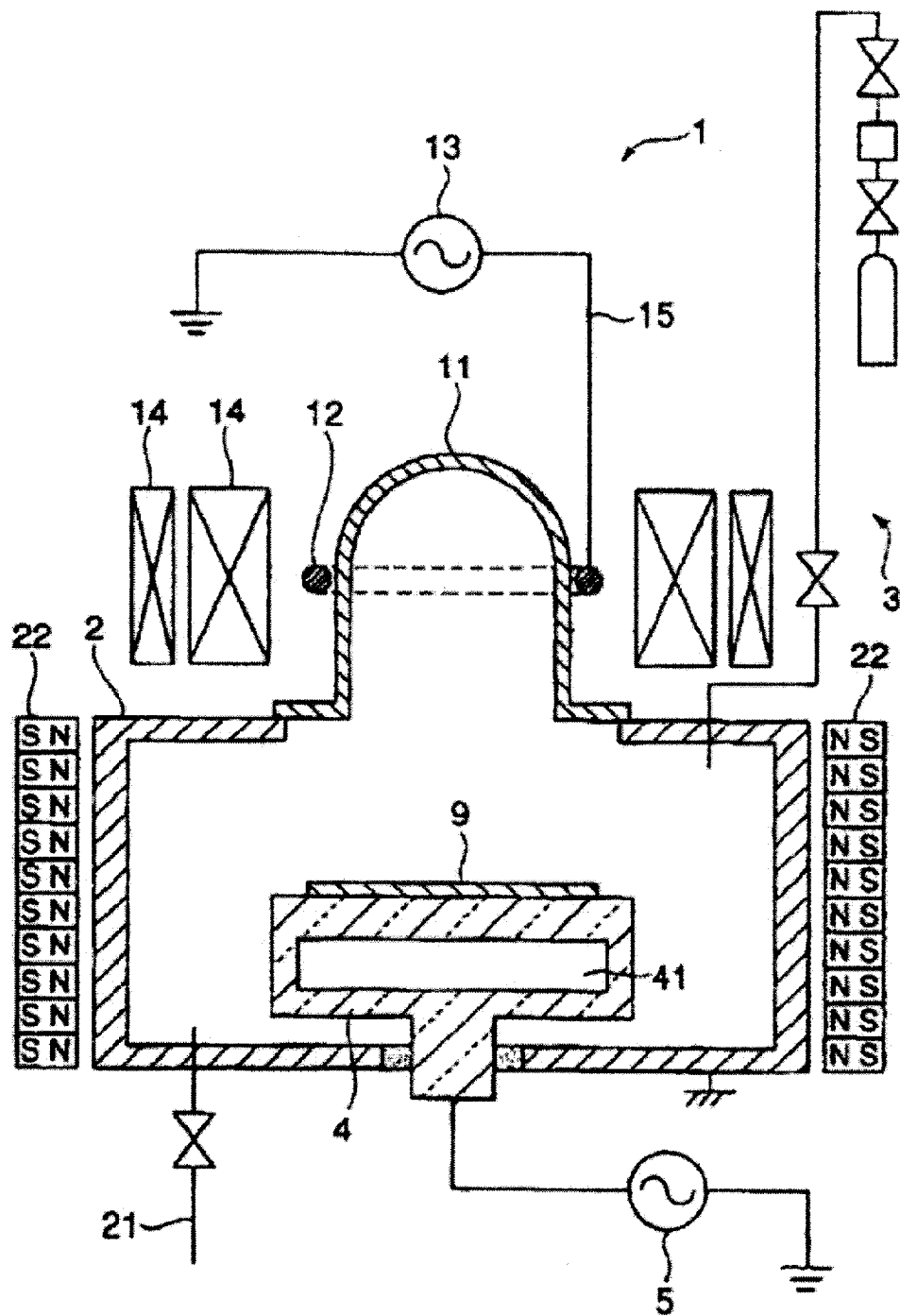
[請求項24] 磁性膜を有する積層体の製造方法であって、
前記磁性膜が形成された基板を用意する工程と、
前記磁性膜上に電極膜を成膜する工程と、
前記電極膜上にRu膜を成膜する工程と、
前記Ru膜上に珪素化合物を含む絶縁膜を成膜する工程と、
を有することを特徴とする磁性膜を有する積層体の製造方法。

[請求項25] 前記絶縁膜は、SiO₂膜、SiN膜またはSiON膜、もしくはこれらの膜の少なくとも2つを含む積層膜であることを特徴とする請求項24に記載の磁性膜を有する積層体の製造方法。

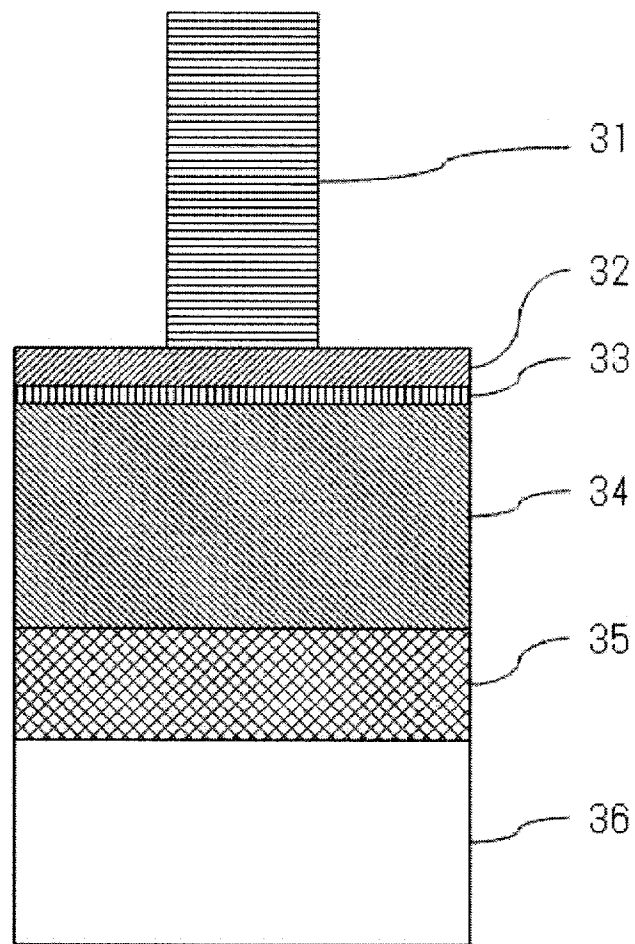
[請求項26] 前記電極膜は、Ta、Tiもしくはこれらの窒化物または炭化物、

Wのうち少なくとも1つを含有する単層膜、もしくはこれらの積層膜であることを特徴とする請求項24に記載の磁性膜を有する積層体の製造方法。

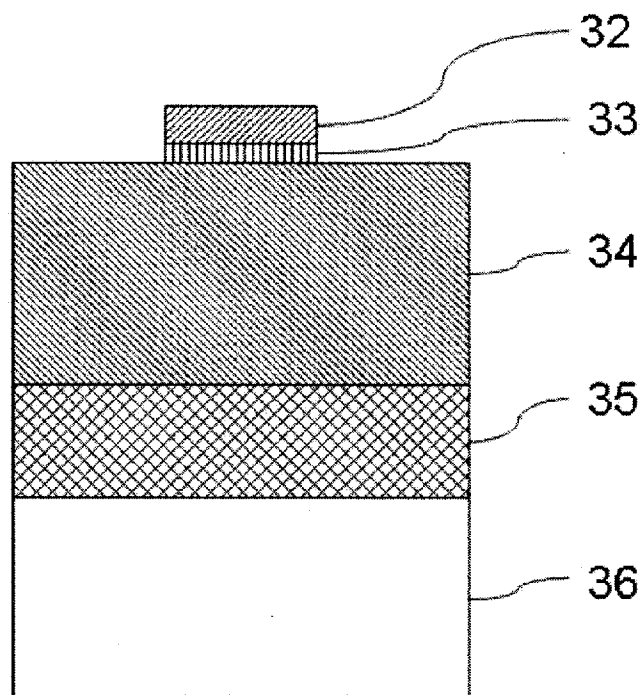
[図1]



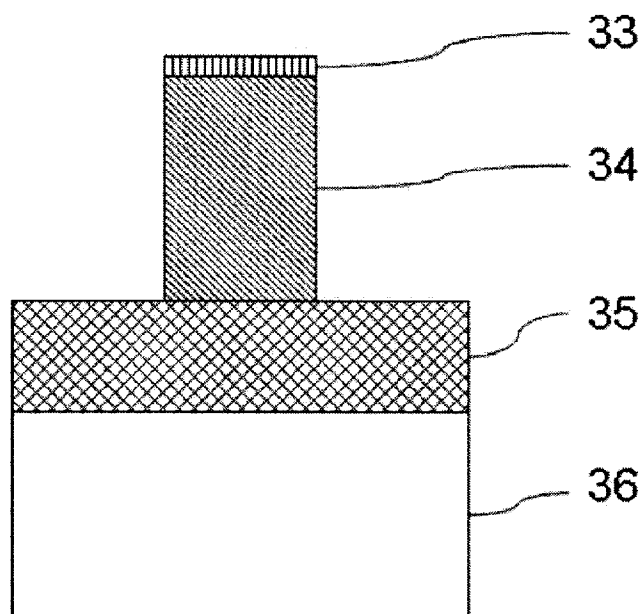
[図2]



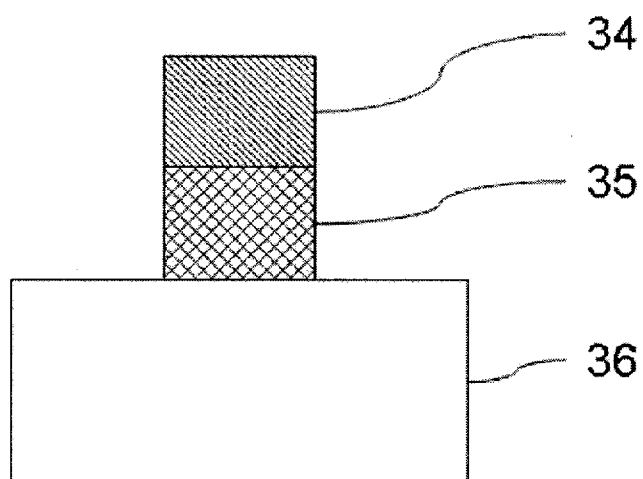
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/007269

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L43/12(2006.01)i, C23F1/02(2006.01)i, C23F4/00(2006.01)i, G11B5/39
(2006.01)i, H01F41/34(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)

H01L43/12, C23F1/02, C23F4/00, G11B5/39, H01F41/34, H01L21/3065,
H01L43/08

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 Y	JP 2010-040083 A (Fujitsu Ltd.), 18 February 2010 (18.02.2010), paragraphs [0012], [0013], [0028], [0031], [0059], [0065] to [0084], [0090] to [0091]; fig. 1, 5, 6 (Family: none)	21-26 1-20
Y	WO 2009/096328 A1 (Ulvac, Inc.), 06 August 2009 (06.08.2009), paragraphs [0025] to [0031], [0035] to [0041]; fig. 7 & US 2010/0308012 A1 & CN 102089819 A & KR 10-2010-0103863 A	1-20



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
27 March, 2012 (27.03.12)

Date of mailing of the international search report
03 April, 2012 (03.04.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/007269

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 05-114118 A (Sharp Corp.), 07 May 1993 (07.05.1993), paragraphs [0007], [0011] to [0012] (Family: none)	3, 13

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, C23F1/02(2006.01)i, C23F4/00(2006.01)i, G11B5/39(2006.01)i,
H01F41/34(2006.01)i, H01L21/3065(2006.01)i, H01L43/08(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, C23F1/02, C23F4/00, G11B5/39, H01F41/34, 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

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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
X	JP 2010-040083 A (富士通株式会社)	21-26
Y	2010.02.18, 段落【0012】、【0013】、【0028】、【0031】、【0059】、 【0065】-【0084】、【0090】-【0091】、図1, 5, 6 (ファミリーなし)	1-20
Y	WO 2009/096328 A1 (株式会社 アルバック) 2009.08.06, 段落[0025]-[0031], [0035]-[0041], 図7 & US 2010/0308012 A1 & CN 102089819 A & KR 10-2010-0103863 A	1-20

☒ 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 7 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 4 . 2 0 1 2

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)

長谷川 直也

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 5

5 R

4 5 4 9

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	JP 05-114118 A (シャープ株式会社) 1993.05.07, 段落【0007】 , 【0011】 - 【0012】 (ファミリーなし)	3, 13