

(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 12 月 27 日(27.12.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/176747 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/3065 (2006.01) H01L 29/82 (2006.01)
H01L 21/8246 (2006.01) H01L 43/10 (2006.01)
H01L 27/105 (2006.01) H01L 43/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/065562
- (22) 国際出願日: 2012 年 6 月 19 日(19.06.2012)
- (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 2011-140392 2011 年 6 月 24 日(24.06.2011) 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 丁目 5 番 1 号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 豊里 智彦 (TOYOSATO Tomohiko) [JP/JP]; 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木 2 丁目 5 番 1 号 キヤノン

アネルバ株式会社内 Kanagawa (JP). 中村 美保子 (NAKAMURA Mihoko) [JP/JP]; 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木 2 丁目 5 番 1 号 キヤノンアネルバ株式会社内 Kanagawa (JP). 木村 和弘 (KIMURA Kazuhiro) [JP/JP]; 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木 2 丁目 5 番 1 号 キヤノンアネルバ株式会社内 Kanagawa (JP). 池田 真義 (IKE-DA Masayoshi) [JP/JP]; 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木 2 丁目 5 番 1 号 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 1 番 4 号三井住友銀行御徒町ビル 6 階 Tokyo (JP).

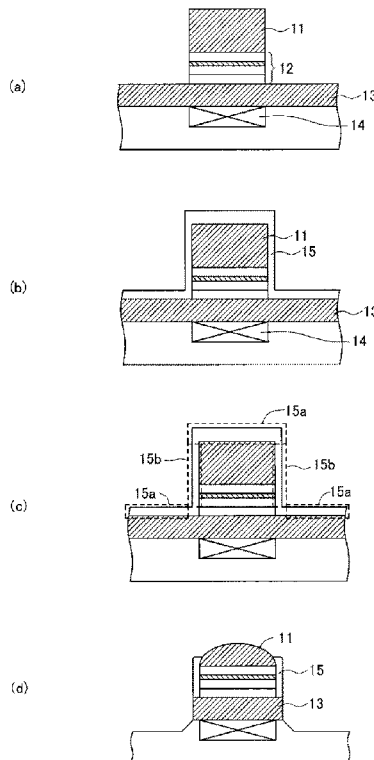
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING FUNCTIONAL ELEMENT

(54) 発明の名称: 機能素子の製造方法

[図1]



(57) Abstract: In the past, in producing functional elements, numerous steps have been necessary to form an upper electrode and lower electrode, and mispositioning of the electrodes during formation thereof has been a problem. In a method for producing a functional element, the electrodes can be formed in fewer steps than in the past, by forming a protective film covering the underlayer, the patterned multilayer film, and the cap layer; and then shaping the underlayer without forming a resist a second time. Because the protective film formed over the patterned multilayer film and the cap serves as a mask, the problem of mispositioning of the electrodes can be prevented.

(57) 要約: 従来は、機能素子の製造において、上部電極及び下部電極を形成するために、多くの工程が必要であり、また電極の形成の際に位置ずれの問題が生じていた。機能素子の製造方法において、下地層とパターニングされた多層膜及びキャップ層を覆う保護膜を成膜した後、レジストを改めて形成することなく下地層の加工を行うことにより従来よりも少ない工程で電極を形成することができる。またパターニングされた多層膜及びキャップ上に形成された保護膜をマスクとするために位置ずれの問題を防ぐことができる。

WO 2012/176747 A1



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.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (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), ユーロ
シア (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),

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 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：機能素子の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は機能素子の製造方法に関する。

背景技術

[0002] MRAM (M a g n e t i c R a n d o m A c c e s s M e m o r y) は TMR (T u n n e l i n g M a g n e t o R e s i s t i v e) 等の磁気抵抗効果を利用した不揮発性メモリで、DRAM並みの集積密度とSRAM並みの高速性を持ち、且つ無制限にデータが書き換えられる画期的な次世代メモリとして世界から注目されている。

[0003] MRAMの構成としては例えば、メタル配線（ワード線）を有したシリコンやガラスの基板上に、下地層、磁気抵抗効果の基本構造を有する多層膜、キャップ層が順に形成されている。多層膜の例として下側から反強磁性層、磁化固定層、絶縁層、磁化自由層が順に積層されている。

[0004] 磁気抵抗効果素子は、例えば、信号の読み出しと書き込みに使うワード線とビット線の交点に設置される。磁気抵抗効果素子の最下層の下地層と最上層のキャップ層がそれぞれ下部電極、上部電極に加工され、配線に接続することで電極の役割を果たすメモリセルとして使われる。

[0005] 磁気抵抗効果素子は、下部電極から上部電極へと磁気抵抗効果素子内に電流を垂直に流し、磁化自由層の磁化の向きを自由に変えることにより、絶縁層に流れる電流の電気抵抗値の高低を「0」、「1」と変化し、メタル配線と情報を交換することで読み出し、書き込みを行う。

[0006] 磁気抵抗効果素子の加工には、一般にエッチング技術が用いられる。エッチング技術にはイオンビームエッチング (IBE: Ion Beam Etching) 法や反応性イオンエッチング (RIE: Reactive Ion Etching) 法がある。

[0007] 従来は、この磁気抵抗効果素子の加工において、下部電極と上部電極はそ

れぞれ別の工程でエッチングされていた（例えば特許文献１）。

[0008] 図６は、従来の下部電極及び上部電極の加工工程を表したものである。図６（ａ）は、配線１４上に形成された下地層１３の上に、多層膜１２と上部電極となるキャップ層１１が形成された基板を示す。この基板に対し、キャップ層１１、多層膜１２及び下地層１３を覆うように保護膜１５及び層間膜１６を形成した状態を図６（ｂ）に示す。次に、層間膜１６上にマスク１７を形成した状態を図６（ｃ）に示す。そして、エッチングによってマスク１７に形成されたパターンを層間膜１６、保護膜１５及び下地層１３に転写することで下部電極を形成した状態を図６（ｄ）に示す。この状態からマスク１７を除去した状態を図６（ｅ）に示す。その後、層間膜１６及び保護膜１５をエッチングすることで、上部電極となる該キャップ層１１の頭だしを行った状態を図６（ｆ）に示す。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献１：特開２００６－６０１７２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] しかし、図６に示すような加工方法によれば、磁気抵抗効果素子の製造において多くの工程が必要となる。また工程数に応じて加工装置の増加や大型化が避けられない。さらに、素子の微細化に伴い、層間膜１６の上に形成されるマスクを精度良く多層膜１２上に形成することが困難となり、位置ずれの問題が生じる可能性がある。位置ずれが生じた場合、多層膜側壁の保護膜が消滅することで電氣的な短絡が生じ、素子としての機能が失われる可能性がある。

[0011] 本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであり、多層膜を加工後に下部電極と上部電極を従来よりも少ない工程で加工することが可能な機能素子の製造方法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

[0012] 上述した課題を解決するために本発明は、機能素子の製造方法であって、下地層とパターニングされた多層膜及びキャップ層に保護膜を形成する保護膜形成工程と、前記保護膜及び前記下地層の所定の領域をエッチングすることで上部電極及び下部電極を１の工程により形成する電極形成工程と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、多層膜を加工後に下部電極と上部電極を少ない工程で加工することが可能であり、かつ加工時の位置ずれを低減することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]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を説明するための図である。

[図2]本発明の一実施形態に係る磁気抵抗効果素子の構造の一例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磁気抵抗効果素子の製造工程の一部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磁気抵抗効果素子の製造装置（反応性イオンエッチング装置）を説明するための図である。

[図5]本発明の一実施形態に係る磁気抵抗効果素子の製造装置（ラジカル反応装置）を説明するための図である。

[図6]従来の磁気抵抗効果素子の製造方法を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0015] 図４は本実施形態に好適なエッチング装置の一例を説明するための図である。

[0016] 図４に係る装置は反応性イオンエッチング法を用いて磁気抵抗効果素子の加工を行うことができる。このエッチング装置は真空容器４０及び、真空容

器４０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導体壁容器４０６を有する。真空容器４０は内部が排気系４０３によって排気される。また、真空容器４０には、不図示のゲートバルブから基板７が搬入され、基板ホルダー４４に保持される。基板ホルダー４４は温度制御機構４５により所定温度に維持することが可能である。

[0017] 真空容器４０の側壁の外側には、多数の側壁用磁石４２が多数並べて配置され、これによってカスプ磁場が真空容器４０の側壁の内面に沿って形成される。このカスプ磁場によって真空容器４０の側壁の内面へのプラズマの拡散が防止されている。

[0018] 次に、エッチング実行時の動作について説明する。まず、ガス導入系４１を動作させ、ガスを溜めているボンベから配管、バルブ、及び、流量調整器を介して、所定の流量のエッチングガスを真空容器４０内へ導入する。導入されたエッチングガスは、真空容器４０内を経由して誘電体壁容器４０６内に拡散する。次にプラズマ源４０１を動作させる。プラズマ源４０１は、誘電体壁容器４０６内に誘導磁界を発生するアンテナ４０２と、アンテナ４０２に不図示の整合器を介して伝送路４０４によって接続される電源４０３と、電磁石４０５を有する。電磁石４０５は誘電体壁容器４０６内に所定の磁界を生じさせる。電源４０３はアンテナ４０２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４０３が発生させた高周波によってアンテナ４０２に電流が流れ、誘電体壁容器４０６の内部にプラズマＰが形成される。

[0019] 形成されたプラズマＰは誘電体壁容器４０６から真空容器４０内に拡散し、基板７の表面付近に達することで基板７の表面がエッチングされる。この時、同時に、バイアス用電源４６を作動させて、プラズマから基板７の表面へのイオンの入射を制御している。

[0020] 図５は本実施形態に好適な成膜装置の一例を説明するための図である。

[0021] 図５はラジカルによる蒸着法を用いて成膜を行うＲＳ－ＣＶＤ（Radical Shower Chemical Vapor Deposition）

on)に係る装置である。図5に係る装置は真空容器50を有する。真空容器50は排気系51によって排気される。また、真空容器50には、不図示のゲートバルブから基板7が搬入され、基板ホルダー53に保持される。基板ホルダー53はヒータ52によって所定の温度に維持される。

[0022] 次に、図5に示す装置の成膜実行時の動作について説明する。まず、第1のガス導入系54を動作させ、ガスを溜めているボンベから不図示の配管、バルブ、及び、流量調整器を介して、所定の流量の成膜ガスを真空容器50内へ導入する。導入された成膜ガスは、プラズマ生成室55内に拡散する。そして、高周波電源502を動作させる。高周波電極501は伝送路503によって高周波電源502と接続される。高周波電源502から高周波電極501に高周波電力（例えば、13.56MHz）を供給することで、プラズマPが生成される。プラズマ生成室55とラジカル反応室58の間には導電性部材からなる隔壁板56が配置され、隔壁板56は貫通孔57を有する。また隔壁板56には第2のガス導入系59が備わっており、ラジカル反応室58に原料ガスを供給できる。プラズマPは電子やラジカル、イオンを含むが、高周波放電により帯電した隔壁板56によって電子やイオンは遮断され、ラジカルが選択的に貫通孔57を通過してラジカル反応室58に導入される。そして、隔壁板56の第2のガス導入系59からも原料ガスが導入され、基板7に蒸着し、成膜が行われる。

[0023] 次に、図1乃至図3を参照して、上述した図4及び図5に示した装置を用いた本実施形態に係る磁気抵抗効果素子の製造方法を説明する。図1は本実施形態に係る磁気抵抗効果素子の製造方法を模式的に示す図である。図2は本実施形態に係る磁気抵抗効果素子の構造を模式的に示す図である。図3は本実施形態に係る磁気抵抗効果素子の製造において、多層膜12までの加工工程を模式的に示す図である。

[0024] 図2に示すように本実施形態における磁気抵抗効果素子に係る積層構造は、例えばシリコンやガラス等の基板上に配線14（たとえばCu）が形成され、配線14の上に配線14と接合される下部電極となる下地層13が形成

される。下地層 1 3 の上に磁気接合部を有する多層膜 1 2 が形成されている。多層膜 1 2 の上には、上部電極の役割を担うキャップ層 1 1 が形成されている。そしてキャップ層 1 1 の上には、キャップ層 1 1 をパターニングするためのハードマスク（例えば SiO_2 ）1 8 及びレジスト 1 9 が形成されている。なおキャップ層 1 1 より上の層はエッチング方法やエッチング対象物によって適宜選択されるものである。

[0025] 下地層 1 3 は、後の工程で下部電極に加工されるため、導電性の材質が用いられる。下地層 1 3 にはタンタルやチタン、アルミニウム、シリコン、ルテニウムもしくはこれらの導電性化合物である窒化タンタル、窒化チタン、酸化ルテニウム、窒化ルテニウム、炭化タンタル、炭化チタン等の単層膜又は積層膜が好適である。

[0026] 多層膜 1 2 の磁気接合部は例えば、反強磁性層 1 2 4、磁化固定層 1 2 3、バリア層 1 2 2、磁化自由層 1 2 1 が下から順に積層されている。

[0027] キャップ層 1 1 は、後の工程で上部電極に加工されるため、導電性の材質が用いられる。キャップ層 1 1 にはタンタルやチタンもしくはこれらの導電性化合物である窒化タンタルや窒化チタン、炭化タンタル、炭化チタン等の単層膜又は積層膜が好適である。

[0028] なお、本発明において、下部電極となる下地層、多層膜、キャップ層、パターニングのためのハードマスク及びレジストが積層されたパターニング前のものを「積層構造」という。またパターニングにより多層膜、キャップ層、ハードマスク及びレジストに加工が施こされ、下部電極が形成されたものを「磁気抵抗効果素子」という。さらに「多層膜」とは、磁気抵抗効果素子等の機能素子における基本構造を有するものをいう。

[0029] 上述した積層構造を例えば図 4 及び 5 に示した装置を用いて加工を行う。図 3 にその一例を示す。

[0030] 図 3（a）にレジスト 1 9 をパターニングした状態を示す。この状態からフルオロカーบอนをエッチングガスとして用いた R I E によって、レジストに形成されたパターンを下層のハードマスク 1 8 に転写する。ハードマスク

18をパターニング後にアッシング処理によってレジスト19を除去した状態を図3(b)に示す。次にハードマスク18に形成されたパターンを、塩素系ガスをエッチングガスとして用いたRIEによってキャップ層11に転写した状態を図3(c)に示す。そして、この状態からアルコールなどの炭素ベースガスをエッチングガスとして用いたRIEによって、キャップ層11をマスクとして多層膜12の加工を行った状態を図3(d)に示す。多層膜12のエッチングにおいてアルコールなどの炭素ベースガスを用いた場合には、図3(d)に示されるように、下地層13がエッチングされ難いため下地層13でエッチングが止まる。炭素ベースガスとしてはアルコール(CH_3OH 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ など)や、炭化水素に酸素や窒素を加えた混合ガス($\text{C}_2\text{H}_4 + \text{O}_2$ 、 $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{N}_2 + \text{O}_2$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{O}_2$ など)、一酸化炭素とアンモニアの混合ガス、二酸化炭素などを用いることができる。

[0031] 図1に本発明による磁気抵抗効果素子の製造方法を示す。

[0032] 図1(a)は、上述したように下地層13の上層までパターニングした後の状態を示している。この状態から、下地層13及び多層膜12、キャップ層11上に保護膜15を形成した状態を図1(b)に示す。この保護膜15の成膜にはスパッタリング法やCVD法などの種々の方法が用いられる。キャップ層11及び多層膜12の側壁に対して十分な成膜量を確保する観点からCVD法が好ましい。特に図5に示した装置によるRS-CVD法を用いることで多層膜12及びキャップ層11の側壁にも十分な保護膜が形成され、且つ成膜時の素子へのダメージを低減することができる。

[0033] ここで、図1(b)の状態における保護膜15について、加工後の多層膜12及びキャップ層11の側壁部の保護膜15を側壁部15bとする。そして保護膜15の側壁部15b以外の部分を表面部15aとする。即ち、表面部15aは、基板面内方向に略平行な面を指している。図1(c)は図1(b)と同じ状態を示すものであり、表面部15a及び側壁部15bを説明するための図である。

[0034] この図1(b)及び図1(c)に示す状態から、保護膜15をマスクとし

て表面部 15 a 及び下地層 13 のエッチングを行う。このエッチング後の様子を図 1 (d) に示す。本発明によれば、一つのエッチング工程で表面部 15 a 及び下地層 13 の加工を行うため、上部電極及び下部電極が同時に形成されることになる。エッチングを行う際には I B E 法や R I E 法などが用いられる。側壁部 15 b のエッチング量に対する表面部 15 a 及び下地層 13 のエッチング量を大きくするために、特に R I E 法が好ましい。以下、側壁部 15 b のエッチング量に対する表面部 15 a 及び下地層 13 のエッチング量を「異方性」という。即ち、異方性が大きいとは、側壁部 15 b のエッチング量に対する表面部 15 a 及び下地層 13 のエッチング量が大きいことを示す。保護膜 15 としては電氣的な短絡を防ぐために一般に絶縁膜が用いられる。

[0035] R I E 法によってエッチングを行う際にエッチングガスとしては、不活性ガスである Ar など種々のガスを用いることができるが、特にフルオロカーボンやハイドロフルオロカーボン（以下まとめて C F 系ガスという）が好適である。フルオロカーボンとしては C F₄ や C₂ F₆ が、ハイドロフルオロカーボンとしては C H F₃ が好適である。C F 系ガスを用いた場合、異方性を大きくすることができ、さらにエッチング中に生成される炭素ポリマーによって側壁部 15 b に保護膜が形成されるため、下地層 13 の加工中に側壁部 15 b が消滅する可能性を低減できる。側壁部 15 b が表面部 15 a 及び下地層 13 を加工中に消滅した場合、導電性である下地層 13 の物質が多層膜 12 の側壁部に付着し、電氣的に短絡する可能性がある。

[0036] またこの C F 系ガスには添加ガスとしてアルゴン、ヘリウム、窒素、水素、酸素やキセノン等が添加されていてもよい。

[0037] エッチングガスとして C F 系ガスを用いる場合は、保護膜 15 に酸化シリコンや窒化シリコンなどのシリコン系の絶縁膜を用いることでより異方性を大きくすることができる。

[0038] このとき、下地層 13 は図 1 (d) に示すように垂直に加工される必要は無く、隣接する素子との間の下地層 13 がエッチングされ電氣的な短絡が防

がれる状態であれば、テーパ状になっていても良い。

[0039] このように、本発明では保護膜 15 をマスクとしてエッチングを行うため、1つのエッチング工程によって上部電極と下部電極が形成されることになる。さらに、パターニングされた多層膜 12 及びキャップ層 11 の上に形成された保護膜 15 もパターンに沿った形状となるため、この保護膜 15 をマスクとして用いることで、下部電極パターンの位置ずれの問題を防ぐことができる。

[0040] 上述した実施形態において、保護膜 15 をマスクとして表面部 15a 及び下地層 13 をエッチングしたが、このエッチング工程は複数のステップから構成されていても良い。例として、エッチング初期にソース電力を大きくし、エッチング終期に向けてソース電力を連続的に小さくしていても良い。他にエッチングガスや処理空間内の圧力、ガス流量、プラズマ生成部への供給電力等を変化させることができる。また上述したエッチング工程は保護膜や下地層の材質に合わせて2つ以上の工程によってエッチングを行っても良い。例として第1のエッチング工程と異なる処理空間及び異なる雰囲気中で第2のエッチング工程を行っても良い。この場合エッチング工程は本実施形態に比較して増えることになるが、位置ずれの問題は防ぐことができる。

[0041] また上述した保護膜 15 の成膜及びその後のエッチングは、一貫して真空内で行われることが好ましいが、保護膜 15 の成膜後に大気に取り出し、異なる装置によってその後のエッチングを行っても良い。

[0042] (実施例)

本実施形態を用いて磁気抵抗効果素子の製造を行った実施例を以下に示す。

[0043] 図3(a)に示す状態から、図5に示す装置を用いて以下の条件のR S - C V D法により保護膜 15 を成膜した。原料ガス 1 及び 2 は第 1 のガス導入系 54 から導入されるガスを、原料ガス 3 は第 2 のガス導入系 59 から導入されるガスを示す。

[0044] 原料ガス 1 : SiH_4

原料ガス 2 : A r

原料ガス 3 : N H₃

原料ガス 1 の流量 : 1 1 0 m L / m i n (s c c m)

原料ガス 2 の流量 : 2 5 0 m L / m i n (s c c m)

原料ガス 3 の流量 : 2 5 0 0 m L / m i n (s c c m)

ソース電力 : 1 0 0 0 W

真空容器 5 0 内の圧力 : 2 0 P a

基板 7 を保持する基板ホルダーの温度 : 1 8 0 °C

[0045] 次に図 3 (b) に示す状態から、図 4 に示す装置を用いて以下の条件の R I E 法により表面部 1 5 a 及び下地層 1 3 のエッチングを行った。

[0046] エッチングガス : C F₄

エッチングガスの流量 : 5 0 m L / m i n (s c c m)

ソース電力 : 7 0 0 W

バイアス電力 : 5 0 W

真空容器 3 0 内の圧力 : 0 . 4 P a

基板 7 を保持する基板ホルダーの温度 : 8 0 °C

[0047] 上述した実施例により作製された磁気抵抗効果素子を透過型電子顕微鏡により観察したところ、下部電極及び上部電極が磁気抵抗効果素子のパターンに沿って形成されていることが確認された。

[0048] 上述した実施形態において磁気抵抗効果素子を例に説明したが、本発明は抵抗変化素子 (R e R A M) や強誘電体メモリ (F e R A M) などの、種々の機能素子の製造方法においても用いることができる。これらの機能素子においても本発明同様に、機能素子の基本構造を有する多層膜をパターンニングした後に、下地層及び多層膜を覆う保護膜を形成し、該保護膜をマスクとして下地層を加工することで下部電極を形成できる。従って、これらの機能素子に用いた場合も同様に、下部電極の形成における工程数を減らすことが可能であり、また位置ずれを防ぐことができる。なお、ここでの基本構造とは、例えば磁気抵抗効果素子における磁気抵抗効果を生じせしめるトンネルバ

リア層及び１組の強磁性層のように、その機能を発揮するために最低限必要な構造を指す。

[0049] 以上、添付図面を参照して本発明に係る実施形態を説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲の記載から把握される技術的範囲において種々の形態に変更可能である。

産業上の利用可能性

[0050] 本発明は機能素子の製造方法に用いることが可能である。

符号の説明

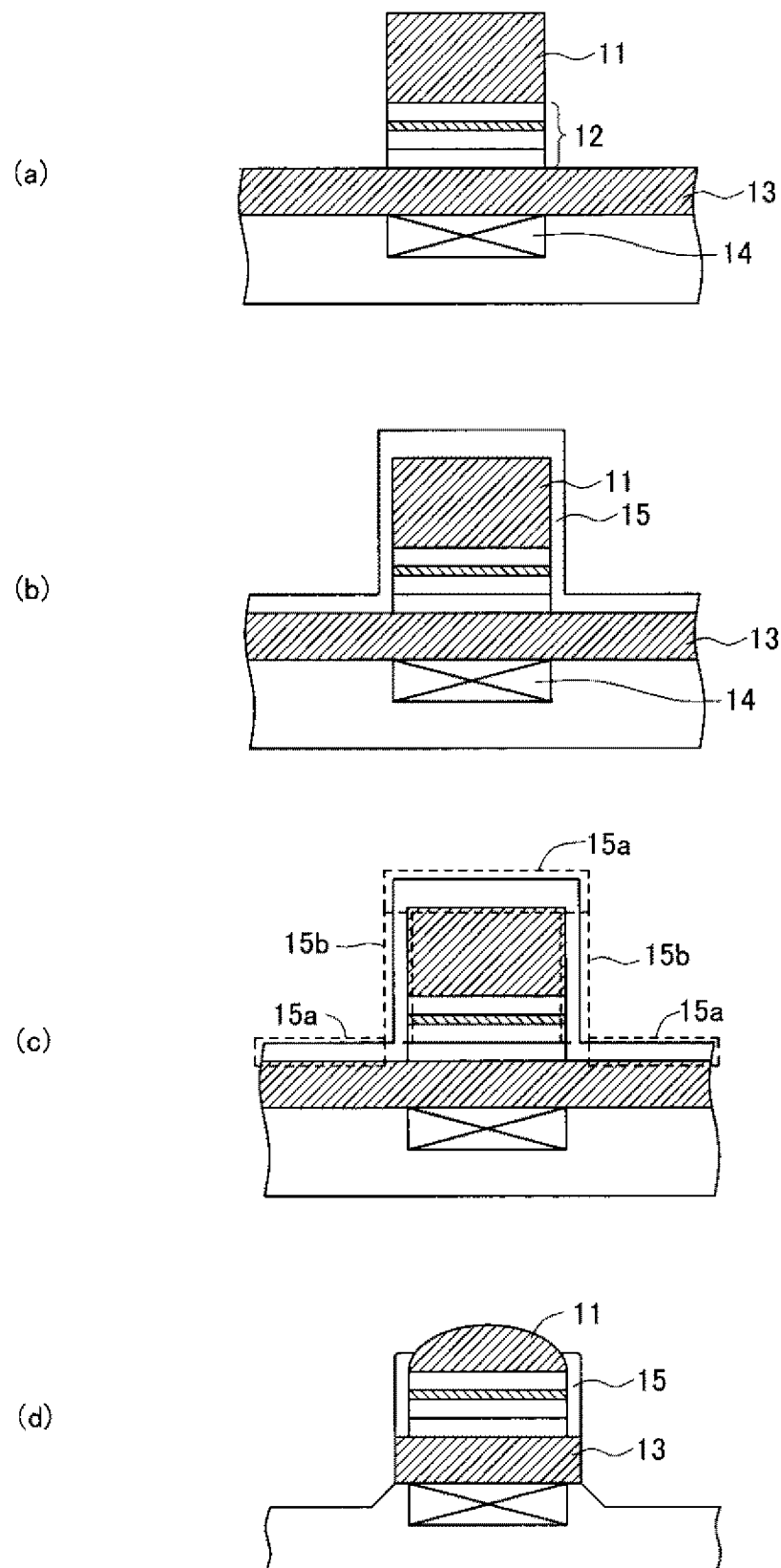
- [0051] １１ キャップ層
１２ 多層膜
１３ 下地層
１４ 配線
１５ 保護膜
１６ 層間膜
１７ マスク
１８ ハードマスク
１９ レジスト
７ 基板
４０ 真空容器
４０１ プラズマ源
４０２ アンテナ
４０３ プラズマ用高周波電源
４０４ 伝送路
４０５ 磁石
４０６ 誘導体壁容器
４１ ガス導入系
４２ 磁石
４３ 排気系

- 4 4 基板ホルダー
- 4 5 温度制御
- 4 6 バイアス用高周波電源
- 5 0 真空容器
- 5 0 1 高周波電極
- 5 0 2 高周波電源
- 5 0 3 伝送路
- 5 1 排気系
- 5 2 ヒータ
- 5 3 基板ホルダー
- 5 4 第 1 のガス導入系
- 5 5 プラズマ生成室
- 5 6 隔壁板
- 5 7 貫通孔
- 5 8 ラジカル反応室
- 5 9 第 2 のガス導入系

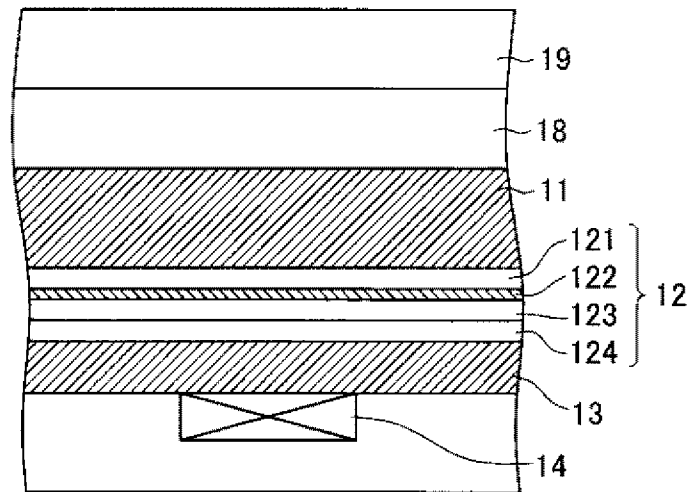
請求の範囲

- [請求項1] 機能素子の製造方法であって、
 下地層とパターニングされた多層膜及びキャップ層に保護膜を形成する保護膜形成工程と、
 前記保護膜及び前記下地層の所定の領域をエッチングすることで上部電極及び下部電極を1の工程により形成する電極形成工程と、
 を備えることを特徴とする機能素子の製造方法。
- [請求項2] 前記エッチングは反応性イオンエッチングであることを特徴とする請求項1に記載の機能素子の製造方法。
- [請求項3] 前記保護膜はCVD法により形成されることを特徴とする請求項2に記載の機能素子の製造方法。
- [請求項4] 前記保護膜は酸化シリコンもしくは窒化シリコンであり、
 前記下地層はタンタル、チタン、アルミニウム、シリコン、ルテニウム、窒化タンタル、窒化チタン、酸化ルテニウム、窒化ルテニウム、炭化タンタル、炭化チタンのいずれかの単層膜または積層膜であることを特徴とする請求項3に記載の機能素子の製造方法。
- [請求項5] 前記キャップ層はタンタル、チタン、窒化タンタル、窒化チタン、炭化タンタル、炭化チタンのいずれかの単層膜又は積層膜であることを特徴とする請求項4に記載の機能素子の製造方法。
- [請求項6] 前記反応性イオンエッチングにおいてエッチングガスとしてフルオロカーボンもしくはハイドロフルオロカーボンを用いることを特徴とする請求項5に記載の機能素子の製造方法。

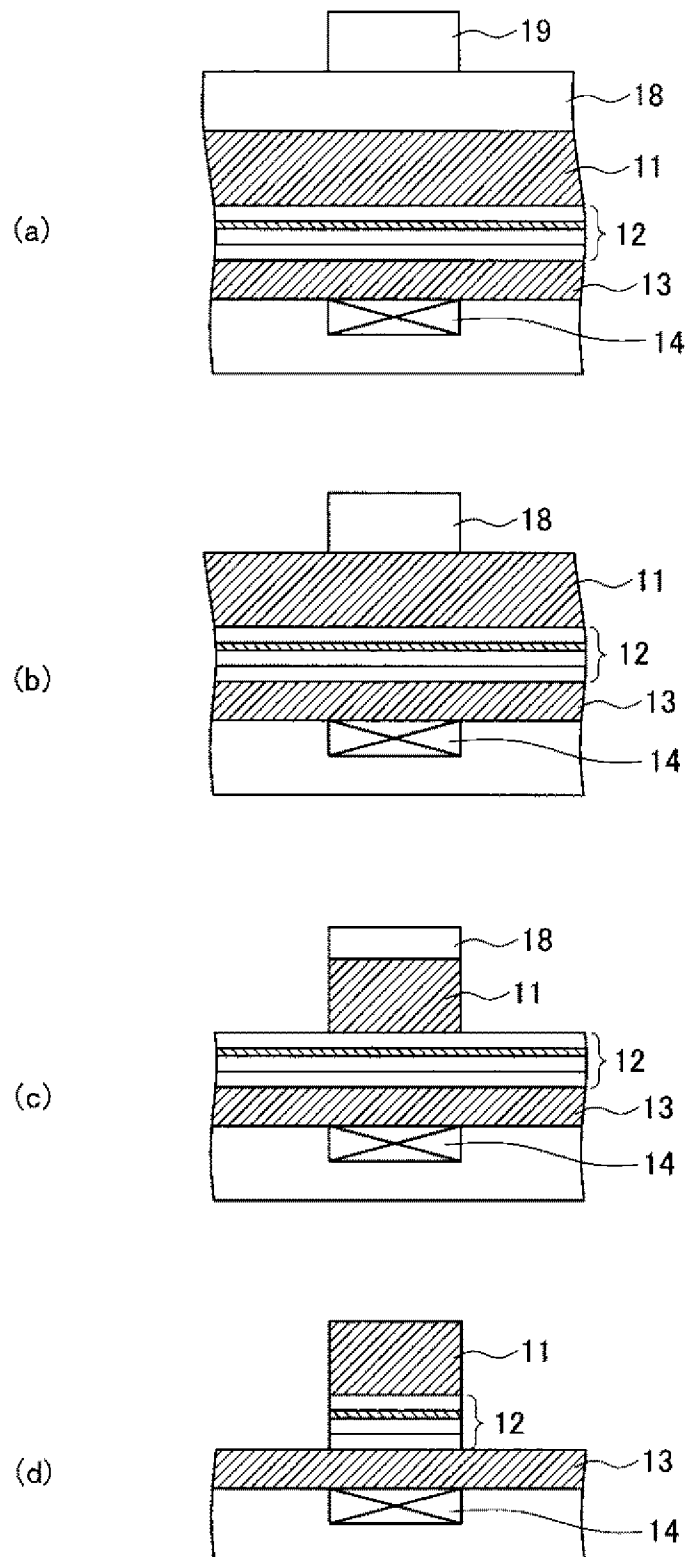
[図1]



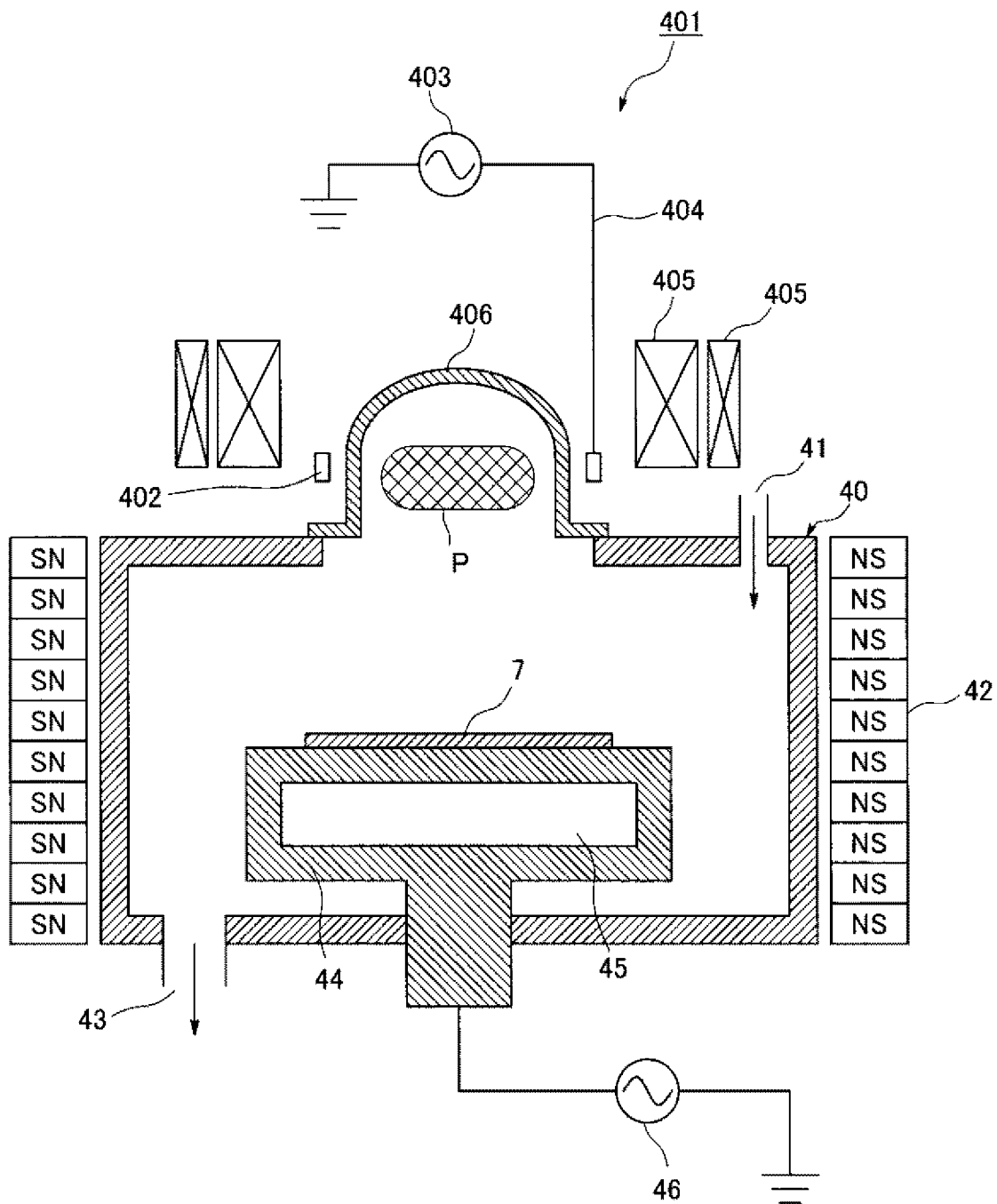
[図2]



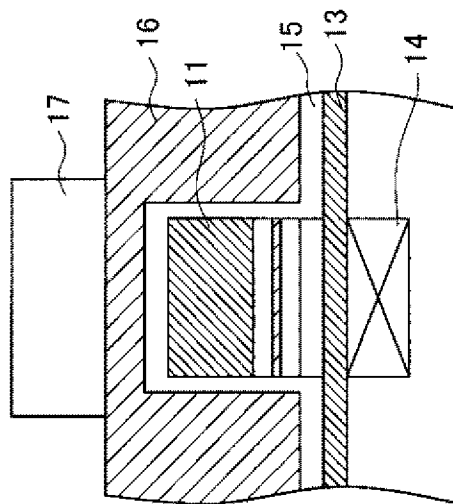
[図3]



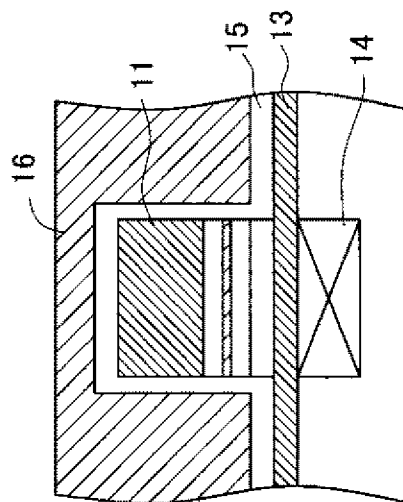
[図4]



[図6]

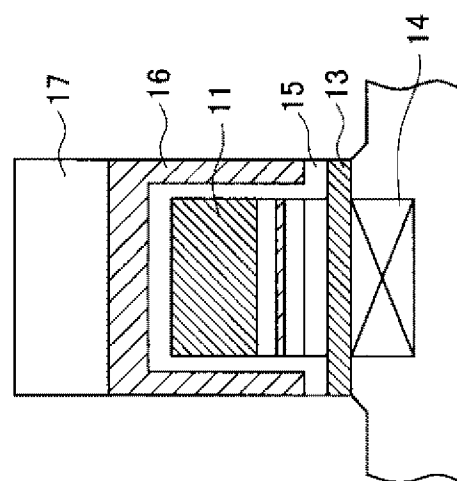


(a)

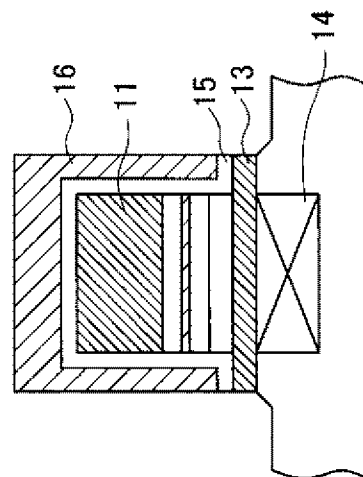


(b)

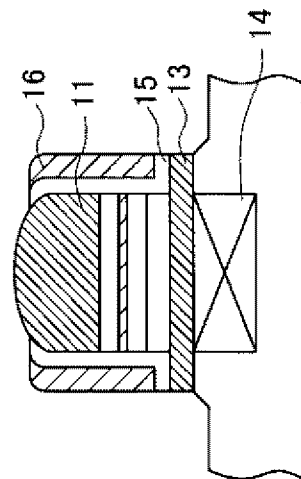
(c)



(d)



(e)



(f)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/065562

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/3065(2006.01)i, H01L21/8246(2006.01)i, H01L27/105(2006.01)i,
H01L29/82(2006.01)i, H01L43/10(2006.01)i, H01L43/12(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)

H01L21/3065, H01L21/8246, H01L27/105, H01L29/82, H01L43/10, H01L43/12

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 2006-179701 A (Toshiba Corp.), 06 July 2006 (06.07.2006), paragraphs [0031] to [0098] & US 2006/0131629 A1	1-5 6
X	JP 2005-340260 A (Sony Corp.), 08 December 2005 (08.12.2005), paragraphs [0010] to [0042] (Family: none)	1, 2
Y	JP 2009-032872 A (Sharp Corp.), 12 February 2009 (12.02.2009), paragraphs [0013] to [0065] (Family: none)	6

☐ 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
23 August, 2012 (23.08.12)

Date of mailing of the international search report
04 September, 2012 (04.09.12)

Name and mailing address of the ISA/
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 (I P C))

Int.Cl. H01L21/3065 (2006.01)i, H01L21/8246 (2006.01)i, H01L27/105 (2006.01)i, H01L29/82 (2006.01)i, H01L43/10 (2006.01)i, H01L43/12 (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. H01L21/3065, H01L21/8246, H01L27/105, H01L29/82, H01L43/10, H01L43/12

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 2006-179701 A (株式会社東芝) 2006.07.06, 【0031】～【0098】 & US 2006/0131629 A1	1-5
Y		6
X	JP 2005-340260 A (ソニー株式会社) 2005.12.08, 【0010】～【0042】 (ファミリーなし)	1, 2
Y	JP 2009-032872 A (シャープ株式会社) 2009.02.12, 【0013】～【0065】 (ファミリーなし)	6

☐ 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 3 . 0 8 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 4 . 0 9 . 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)

今井 淳一

4 R

9 0 5 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 1