

(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25日(25.11.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/134346 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 14/34 (2006.01) C23C 14/38 (2006.01)
C23C 14/35 (2006.01) H01L 21/285 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/003406
- (22) 国際出願日: 2010年5月20日(20.05.2010)
- (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 2009-121894 2009年5月20日(20.05.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社アルバック (ULVAC, Inc.) [JP/JP]; 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500 Kana-gawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 森本直樹 (MORIMOTO, Naoki) [JP/JP]; 〒4101231 静岡県裾野市須山1220-14 株式会社アルバック 富士裾野工場内 Shizuoka (JP). 濱口純一 (HAMAGUCHI, Junichi) [JP/JP]; 〒4101231 静岡県裾野市須山1220-1 株式会社アルバック 半導体技術研究所内 Shizuoka (JP). 堀田和正 (HORITA, Kazumasa) [JP/JP]; 〒4101231 静岡県

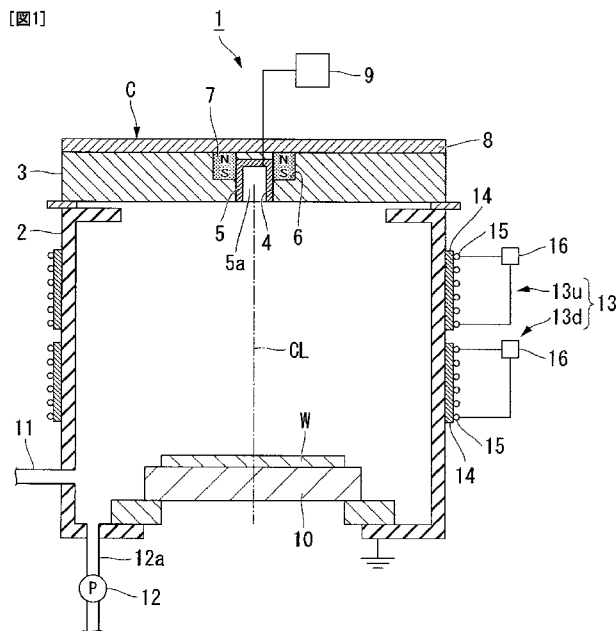
裾野市須山1220-1 株式会社アルバック 半導体技術研究所内 Shizuoka (JP). 武田直樹 (TAKEDA, Naoki) [JP/JP]; 〒4101231 静岡県裾野市須山1220-14 株式会社アルバック 富士裾野工場内 Shizuoka (JP).

- (74) 代理人: 志賀正武, 外 (SHIGA, Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 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, 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 (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,

[続葉有]

(54) Title: FILM-FORMING METHOD AND FILM-FORMING APPARATUS

(54) 発明の名称: 成膜方法及び成膜装置



(57) Abstract: Provided is a film-forming method for forming a film on the surface of a subject to be processed. A target, i.e., the base material of the film, and the subject to be processed are disposed to face each other in a chamber, and while generating a magnetic field wherein perpendicular magnetic lines locally pass at predetermined intervals from the sputter surface of the target to the film-forming surface of the subject to be processed, a sputter gas is introduced into the chamber. The gas pressure in the chamber is controlled within the range of 0.3-10.0 Pa, plasma is generated in the space between the target and the subject to be processed by applying a negative direct-current voltage to the target, and while controlling the flying direction of the sputter particles generated by sputtering the target, the sputter particles are led to the subject to be processed and deposited thereon, and the film is formed.

(57) 要約: 被処理体の表面に被膜を形成する成膜方法であって、チャンバ内に、前記被膜の母材をなすターゲットと、前記被処理体とを対向配置し、前記ターゲットのスパッタ面から前記被処理体の被成膜面に向けて、所定の間隔で垂直な磁力線が局所的に通る磁場を発生させつつ、前記チャンバ内にスパッタガスを導入して、前記チャンバ内におけるガス圧を0.3Pa以上10.0Pa以下の範囲

に制御するとともに、前記ターゲットに負の直流電圧を印加することにより、前記ターゲットと前記被処理体との間の空間にプラズマを発生させ、前記ターゲットをスパッタリングすることにより生じたスパッタ粒子の飛翔方向を制御しながら、前記スパッタ粒子を前記被処理体へ誘導して堆積させて、前記被膜を形成する。

WO 2010/134346 A1

NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, 添付公開書類:
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称： 成膜方法及び成膜装置

技術分野

[0001] 本発明は、被処理体の表面に被膜を形成する方法及びその装置に関し、詳しくは、薄膜形成方法の一種であるスパッタリング法を用いて被膜を形成する成膜方法、及びＤＣマグネトロン方式の成膜装置に関する。

本願は、２００９年０５月２０日に、日本に出願された特願２００９－１２１８９４号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来、例えば半導体デバイスの製作における成膜工程において、スパッタリング法を用いた成膜装置（以下、「スパッタリング装置」という）が用いられている。このような用途のスパッタリング装置において、近年の配線パターンの微細化に伴い、高アスペクト比の微細ホールに対して、処理すべき基板全面に亘って被覆性よく成膜できること、即ち、カバレッジの向上が強く要求されている。

[0003] 一般に、上記のスパッタリング装置では、例えばターゲットの後方（スパッタ面と背向する側）に、交互に極性を変えて複数の磁石を設けた磁石組立体を配置する。この磁石組立体によりターゲットの前方（スパッタ面側）にトンネル状の磁場を発生させ、ターゲットの前方で電離した電子及びスパッタリングによって生じた二次電子を捕捉する。これにより、ターゲットの前方での電子密度を高めて、プラズマ密度を高くしている。

[0004] ところが、このようなスパッタリング装置では、ターゲットのうち、上記磁場の影響を受ける領域でターゲットが優先的にスパッタリングされる。このため、放電の安定性やターゲットの使用効率の向上等の観点から、上記領域が例えばターゲットの中央付近にあると、スパッタリング時のターゲットのエロージョン量はその中央付近で多くなる。このような場合、基板の外周部において、ターゲットからスパッタリングされたターゲット材粒子（例え

ば金属粒子、以下、「スパッタ粒子」という）が傾斜した角度で入射し、付着することになる。その結果、上記用途の成膜に用いた場合には、特に、基板の外周部でカバレッジの非対称性の問題が生じることが従来から知られている。

[0005] また、従来のスパッタリング装置では、成膜の際、ターゲットから放出されるスパッタ粒子が傾斜して飛散することから、基板の表面のみならず、例えば防着板などの成膜室内の露出面にも付着し堆積する問題がある。そのため、この露出面への薄膜の付着及び堆積が重なると、内部応力や自重によって、薄膜の剥離や割れなどのパーティクルが発生する。さらに、作成された薄膜に微小な突起が形成される等の形状あるいは構造欠陥が生じ、成膜室のメンテナンスを頻繁に行う必要があった。

[0006] そこで、このような問題を解決するために、例えば、特許文献 1 には複数のカソードユニットを備えたスパッタリング装置が開示されている。特許文献 1 に係るスパッタリング装置において、真空チャンバ内で基板が載置されるステージの上方に、ステージの表面と略平行に第 1 のスパッタリングターゲットを配置すると共に、ステージの斜め上方でステージ表面に対して斜めに第 2 のスパッタリングターゲットを配置した。

[0007] 一方、真空チャンバ内をメンテナンスする技術として、以下のような技術が提案されている。

例えば、特許文献 2 には、基板を固定する静電チャックプレートの表面にダミー基板を載置し、静電吸着により密着させた後、真空槽内にフッ素ガス等のクリーニングガスを導入することにより、真空チャンバの内部壁面等に付着したターゲットの構成物質等の薄膜をエッチングする技術が開示されている。

また、特許文献 3 には、半導体ウエハに硫酸過水洗浄とアンモニア過水洗浄を実施することで、静電チャックプレートからのパーティクルを除去する技術が開示されている。

さらに、例えば特許文献 4 には、成膜材料供給源（ターゲット）からの材

料を遮断するシャッター機構を備え、このシャッター機構を構成するシャッター板を定期的に清浄するか取り替える成膜装置が開示されている。

[0008] しかしながら、上記特許文献 1 に記載された装置は、複数のカソードユニットを真空チャンバ内に配置する必要がある。従って、装置構成が複雑となると共に、ターゲットの数に応じたスパッタ電源や磁石組立体が必要になるので、部品点数が増え、コスト高を招くという不具合がある。

[0009] また、上記特許文献 2 ～特許文献 4 に記載された技術は何れも、成膜室のメンテナンス頻度を抑制する技術でない。

しかも、上記特許文献 2 及び特許文献 4 に記載された技術は、その装置構成が複雑となり、やはりコスト高を招くという不具合がある。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開 2 0 0 8 － 4 7 6 6 1 号公報

特許文献2：特開 2 0 0 3 － 1 5 8 1 7 5 号公報

特許文献3：特開 2 0 0 8 － 2 5 1 5 7 9 号公報

特許文献4：特開平 6 － 2 9 9 3 5 5 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、簡単な構成かつ低コストで高アスペクト比の微細溝又は穴へのカバレッジ率を向上させると共に、成膜装置のメンテナンス周期を延長することができる成膜方法及びその成膜装置の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 上記課題を解決するために、本発明は以下の構成を採用している。

本発明に係る成膜方法は、被処理体の表面に被膜を形成する成膜方法であって、チャンバ内に、前記被膜の母材をなすターゲットと、前記被処理体とを対向配置し、前記ターゲットのスパッタ面から前記被処理体の被成膜面に

向けて、所定の間隔で垂直な磁力線が局所的に通る磁場を発生させつつ、前記チャンバ内にスパッタガスを導入して、前記チャンバ内におけるガス圧が 0.3 Pa 以上 10.0 Pa 以下の範囲に制御するとともに、前記ターゲットに負の直流電圧を印加することにより、前記ターゲットと前記被処理体との間の空間にプラズマを発生させて、前記ターゲットをスパッタリングすることにより生じたスパッタ粒子の飛翔方向を制御しながら、前記スパッタ粒子を前記被処理体へ誘導して堆積させて、前記被膜を形成する。

[0013] 前記成膜方法において、前記磁場の強度を調整することにより、前記スパッタ粒子の飛翔方向を制御してもよい。

[0014] 前記成膜方法において、前記被処理体の中央域と周縁域において、前記垂直な磁力線どうしの間隔が同一でもよい。

[0015] 前記成膜方法において、前記被処理体の中央域と周縁域において、前記垂直な磁力線どうしの間隔が異なってもよい。

[0016] 本発明に係る成膜装置は、被処理体の表面に被膜を形成する成膜装置であって、前記被膜の母材をなすターゲットと前記被処理体とを対向配置させて、前記ターゲット及び前記被処理体を収納する内部空間を有するチャンバと、前記チャンバ内を減圧する排気機構と、前記ターゲットのスパッタ面から見て前方の空間に磁場を発生させる第一磁場発生機構と、前記チャンバ内に導入するスパッタガスの流量を調整する機能を備えたガス導入機構と、前記ターゲットに負の直流電圧を印加する（あるいは、直流電圧を印加して前記ターゲットのスパッタ面を負の電位とする）直流電源と、前記ターゲットの前記スパッタ面から前記被処理体の被成膜面に向けて所定の間隔で垂直な磁力線が局所的に通る磁場を発生させる第二磁場発生機構と、を備えている。

[0017] 本発明に係る成膜装置は、片面に1つ以上の凹部が設けられたホルダをさらに備え、前記ターゲットは有底筒状を形成し、前記ホルダの前記凹部に、前記ターゲットの底部側から装着され、前記第一磁場発生機構は、前記ターゲットの内部の空間に磁場を発生させるように、前記ホルダに組み付けられている。

発明の効果

[0018] 本発明の成膜方法によれば、ターゲットのスパッタ面から被処理体の被成膜面に向けて所定の間隔で垂直な磁力線が局所的に通るように磁場を発生させながら、チャンバ内にスパッタガスを導入して、チャンバ内におけるガス圧が 0.3 Pa 以上 10.0 Pa 以下の範囲に制御する。したがって、ターゲットをスパッタリングすることにより生じたスパッタ粒子は、 0.3 Pa 以上 10.0 Pa 以下の範囲の高圧のプロセスガスによってチャンバ空間における平均自由行程(MFP)が低下して直進性が弱まり、ターゲットのスパッタ面と被処理体との間に発生した磁場の磁力線にしたがって垂直な磁力線の方に沿うようにその飛翔方向が制御され、選択的に所定の領域にだけ被膜を形成する、もしくは選択的に所定の領域に被膜を形成させないように指向性が高めることができる。また、スパッタ粒子が傾斜して飛散し、例えば防着板などの被処理体の被成膜面以外の部分への付着及び堆積を大幅に減少させることができる。

したがって、高アスペクト比の微細溝又は穴へのカバレッジ率の向上を実現することができ、しかも、成膜装置のメンテナンス周期の延長が達成できる。

[0019] 本発明に係る成膜装置によれば、チャンバ内に導入するスパッタガスの流量を調整する機能を備えたガス導入機構と、ターゲットのスパッタ面から被処理体の被成膜面に向けて所定の間隔で垂直な磁力線が局所的に通るように磁場を発生させる第二磁場発生機構と、を少なくとも備える。ゆえに、ターゲットの優先的にスパッタリングされる領域を決める磁石組立体はそのままであるため、ターゲットの利用効率が低下するものではなく、しかも、上記従来技術のような複数のカソードユニットをスパッタリング装置自体に設けるものではないため、装置の製作コストやランニングコストを低くできる。

したがって、簡単な構成かつ低コストで、高アスペクト比の微細溝又は穴へのカバレッジ率の向上を実現することができると共に、メンテナンス周期が延長された成膜装置とすることができる。

図面の簡単な説明

- [0020] [図1]本発明の第1の実施形態に係る成膜装置の構造を説明する模式的断面図である。
- [図2]ターゲットと第一磁場発生機構を備えた第1の実施形態に係るホルダ（カソードユニット）の構造を説明する断面図である。
- [図3]図2に示すホルダの横断面図である。
- [図4]ターゲットの内部の空間におけるスパッタリングを説明する一部拡大断面図である。
- [図5]第二磁場発生機構により発生させる垂直な磁力線を説明する模式図である。
- [図6]第二磁場発生機構により発生させる他の垂直な磁力線を説明する模式図である。
- [図7]本発明の第2の実施形態に係る成膜装置の構造を説明する模式的断面図である。
- [図8]ターゲットと第一磁場発生機構を備えた第2の実施形態に係るホルダ（カソードユニット）の構造を説明する断面図である。
- [図9]図8に示すホルダの横断面図である。
- [図10]プロセス圧力に依存する成膜特性を説明するグラフである。
- [図11A]チャンバ内のガス圧を変えて成膜した、高アスペクト比の微細ホールの状態を説明する模式的断面図である。
- [図11B]チャンバ内のガス圧を変えて成膜した、高アスペクト比の微細ホールの状態を説明する模式的断面図である。
- [図11C]チャンバ内のガス圧を変えて成膜した、高アスペクト比の微細ホールの状態を説明する模式的断面図である。
- [図12]垂直な磁場の有無に依存する成膜特性を説明する図である。

発明を実施するための形態

- [0021] 次に、本発明の実施形態に係る成膜装置及び成膜方法について、図面に基
- づいて説明する。

本発明に係る成膜方法を実施する成膜装置 1 は、被処理体としての基板 W の表面にスパッタ法を用いて被膜を形成する装置である。本実施形態にかかる成膜装置 1 は、図 1 ～図 3 に示すように、チャンバ 2 と、カソードユニット C と、第一磁場発生機構 7 と、直流電源 9 と、ガス導入機構 11 と、排気機構 12 と、第二磁場発生機構 13 と、を少なくとも備える。

なお、以下の説明において、チャンバ 2 の天井部側を「上方」とし、その底部側を「下方」として説明する。

[0022] <第 1 の実施形態>

チャンバ 2 は、真空雰囲気を形成することが可能である気密容器である。このチャンバ 2 は、基板 W とターゲット 5 とを対向配置させて、基板 W とターゲット 5 とを収納する内部空間を有する。

また、チャンバ 2 の底部には、ターゲット 5 に対向させてステージ 10 が配置され、基板 W を位置決め保持できる。

なお、チャンバ 2 は、電氣的に接地電位に接続されている。ここで、接地電位に接続されているとは、グラウンド電位状態又はアースした状態を示す。

[0023] カソードユニット C は、導電性を有する材料から作製された円板状のホルダ 3 を備える。このホルダ 3 は、例えば後述するターゲット 5 と同一材料から作製されることも可能である。このターゲット 5 は、ホロータイプ（有底円筒形状；断面逆 U 字状）のターゲット 5 である。

本実施形態に係るホロータイプ（逆 U 字状）のターゲット 5 を備えたカソードユニット C を、チャンバ 2 の天井部に取り付けた場合について説明する。

[0024] ターゲット 5 は、処理すべき基板 W に形成する薄膜の組成に応じて適宜選択された材料、例えば、Cu や Ti、Ta 製のものである。このターゲット 5 は、例えば、その内部に放電用の空間 5a が形成された有底筒状の外形を有する。図 2 に示すように、このターゲット 5 は、ホルダ 3 に形成された凹部 4 内に装着されると共に、チャンバ 2 の内部空間において上方の位置（天

井側の内側)に配置されている。このターゲット5は、チャンバ2の外部に設けられた直流電源9に接続されている。凹部4は、ホルダ3の下面に形成され、且つホルダ3の中心Cp(図3参照)と同心で、平面視で円形の形状である。

[0025] また、ターゲット5は、その底部側から凹部4に着脱自在に嵌着される。すなわち、ターゲット5の開口が基板側に向いている。ターゲット5が凹部4に嵌着された時、ターゲット5の下面がホルダ3の下面と水平面で一致する(面一となる)。すなわち、ターゲット5の長さが、凹部4の長さと一致する。このターゲット5をホルダ3の凹部4に嵌着した後、ターゲット5の開口面積より小さい開口を備えたマスクプレート(図示せず)がホルダ3の下面に取付けられる。カソードユニットCをチャンバ2の天井部に取付けた時、このマスクプレートにより、凹部4からのターゲット5の脱離を防止する。この場合、マスクプレートは、例えばターゲット5と同一な材料から作製されることが可能である。

[0026] 第一磁場発生機構7は、例えば、棒状や円柱状、角柱状に形成された磁石であり、ターゲット5のスパッタ面から見て前方の空間に磁場を発生させる。第一磁場発生機構7はホルダ3に組み付けられて、ターゲット5の内部の空間に磁場を発生させる。この第一磁場発生機構(磁石)7は、ホルダ3の上面に形成された收容孔6内に挿設される。收容孔6は、ホルダ3の上面に開設されて、その厚さ方向に延びている。したがって、收容孔6が凹部4の深さ方向に沿って配置され、凹部4が形成された片面と背向する面(反対側の面)に、第一磁場発生機構7を收容することが可能である收容孔6を開設することにより、第一磁場発生機構7は簡単にホルダ3に組み付けることができる。すなわち、ホルダ3の一方の面に凹部が形成され、他方の面に收容孔6が形成されることにより、第一磁場発生機構7をホルダ3に簡単に組み付けることができる。以下の説明において、第一磁場発生機構7を磁石7として説明する場合もある。

[0027] 本実施形態では、図3に示すように、1個の凹部4の周囲に、凹部4との

同心円の周方向において、6個の收容孔6が等間隔に形成されている。従って、6個の磁石7が、1個の凹部4の周囲に等間隔に形成されている。また、図1に示すように、ターゲット5の底部から少なくとも1/3程度の深さ位置まで磁石7が位置するようにホルダ3の上面からの深さが設定されている。すなわち、收容孔6が、ターゲット5の1/3程度の深さの位置まで形成されている。

この磁石7は、凹部4の周囲に配置したときにターゲット5の内部の空間5aに500ガウス以上の強磁場が発生するように設計されている。なお、この磁石7は、円板状の支持板8の所定位置にその極性を一致させて（例えば、支持板8側の極性をN極として）立設されている。

[0028] そして、支持板8をホルダ3の上面と接合すると、各收容孔6に各磁石7が挿入され、凹部4の周囲にそれぞれの磁石7が配置される（図2参照）。この支持板8も、導電性を有する材料から形成され、両者が接合された後、例えば、ボルト等の締結機構を用いて両者が固定される。なお、支持板8の内部空間に冷媒を循環させる機構を設け、スパッタリング中、ターゲット5を挿設したホルダ3を冷却するバックングプレートとしての役割を果たしても良い。

[0029] また、磁石（第一磁場発生機構）7は、支持板8に一体的に取付けられたものとすれば、この支持板8をホルダ3の上面と接合することで、收容孔6に磁石7が挿設され、凹部4の周囲に第一磁場発生機構である磁石7が一層簡単に配置されても良い。

[0030] 直流電源9は、スパッタリングの際にターゲットに負の直流電圧を印加する（あるいは、直流電圧を印加して前記ターゲットのスパッタ面を負の電位とする）、所謂スパッタ電源であり、公知の構造を有する。また、直流電源9は、カソードユニットC（ターゲット5）に電氣的に接続されている。

[0031] ガス導入機構11は、チャンバ2内に導入するスパッタガスの流量を調整し、チャンバ2の側壁に接続されたガス管を介して、例えば、アルゴンガスなどのスパッタガスを導入する。また、ガス管の他端は、図示省略したマス

フローコントローラを介してガス源に連通している。

[0032] 排気機構 12 は、チャンバ 2 内を減圧する、例えば、ターボ分子ポンプやロータリポンプなどからなり、真空チャンバ 2 の底壁に形成された排気口に接続されている。図 1 に示したように、この排気機構 12 を起動すると、排気口から排気管 12a を介してチャンバ 2 の内部を真空排気する。

[0033] 第二磁場発生機構 13 は、ターゲット 5 のスパッタ面から基板 W の被成膜面に向けて所定の間隔で垂直な磁力線 M が局所的に通るように磁場を発生させる。

この第二磁場発生機構 13 は、例えば、ターゲット 5 と基板 W とを結ぶ基準軸 CL の回りでチャンバ 2 の外側壁に設けたリング状のヨーク 14 に導線 15 を巻回してなるコイルと、このコイルに通電させる電源装置 16 とを備える。

本実施形態において、コイルは、上方に配された上コイル 13u と、下方に配された下コイル 13d とを備えている。

[0034] これにより、コイル 13u, 13d に通電してターゲット 5 及び基板 W の間において所定の間隔で垂直な磁力線が局所的に通るように垂直な磁場を発生できる。このような状態で成膜すれば、ターゲット 5 からのスパッタ粒子が垂直な磁場によりその飛翔方向が制御され、基板 W に対してより略垂直に入射して付着することができる。その結果、半導体デバイスの製作における成膜工程で、本実施形態にかかる成膜装置を用いれば、高アスペクト比の微細ホールに対しても指向性良く基板 W の表面に被膜を形成することができる。

[0035] また、第二磁場発生機構 13 では、磁場の強度を調整することで、スパッタ粒子の飛翔方向を制御することもできる。

[0036] ここで、コイル 13 の個数、導線 15 の径や巻数は、例えばターゲット 5 の寸法、ターゲット 5 と基板 W との間の距離、電源装置 16 の定格電流値や発生させようとする磁場の強度（ガウス）に応じて適宜設定される（例えば、径 14 mm、巻数 10）。

- [0037] また、本実施形態のように、上下に配された２個のコイル１３_u、１３_dで垂直磁場を発生させる場合、成膜時の基板Wの面内における膜厚分布を略均一にする（スパッタレートを基板Wの径方向で略均一にする）ためには、上コイル１３_uの下端とターゲット５との間の距離及び下コイル１３_dの上端と基板Wとの間の距離が、基準軸の中心点C_pまでの距離より短くなるように各コイル１３_u、１３_dの上下方向の位置を設定することが好ましい。また、この場合、上コイル１３_uの下端とターゲット５との間の距離及び下コイル１３_dの上端と基板Wとの間の距離は必ずしも一致している必要はなく、装置構成によっては、上下の各コイル１３_u、１３_dをターゲット５及び基板Wの背面側に設けるようにしても良い。
- [0038] 電源装置１６は、上下の各コイル１３_u、１３_dへの電流値及び電流の向きを任意に変更できる制御回路（図示せず）を備えた公知の構造のものである。なお、上下の各コイル１３_u、１３_dへの電流値及び電流の向きを任意に変更するために、図１では別個の電源装置１６を設けた形態を示しているが、同一の電流値及び電流の向きで各コイル１３_u、１３_dに通電する場合には、１個の電源装置で通電する構成を採用しても良い。
- [0039] 上記のように成膜装置１を構成することで、ターゲット５をスパッタリングした場合に、ターゲット５から飛散したスパッタ粒子が正電荷を有していると、ターゲット５から基板Wへの垂直な磁場によりその飛翔方向が制御され、基板Wの全面で、スパッタ粒子が基板Wに対して略垂直に入射して付着することになる。その結果、半導体デバイスの製作における成膜工程で本実施形態の成膜装置１を用いれば、高アスペクト比の微細溝又は穴へのカバレージ率の向上を実現することができる。
- [0040] 次に、上記成膜装置１を用いた成膜について、成膜される基板Wとして、Siウエハ表面にシリコン酸化物膜（絶縁膜）を形成した後、このシリコン酸化物膜中に公知の方法で配線用の微細ホールをパターニングして形成したものを用い、スパッタリングによりシード膜であるCu膜を成膜する例を説明する。

- [0041] まず、ホルダ 3 の下面の凹部 4 にターゲット 5 を嵌着すると共に、各磁石 7 がホルダ 3 の各收容孔 6 に挿入されるように、磁石 7 が立設された支持板 8 をホルダ 3 上面と接合し、例えば、ボルトを用いて指示板 8 とホルダ 3 とを固定してカソードユニット C を組付ける。そして、カソードユニット C をチャンバ 2 の天井部に取付ける。
- [0042] 次いで、カソードユニット C に対向するステージ 10 に基板 W を載置した後、排気機構（排気ポンプ）12 を作動させて、チャンバ 2 内を所定の真空度（例えば、 10^{-5} Pa）まで真空引きすると共に、電源装置 16 を入力してコイル 13 u, 13 d に通電し、ターゲット 5 のスパッタ面から基板 W の被成膜面に向けて所定の間隔で垂直な磁力線 M（図 5）が局所的に通るように磁場を発生させる。このとき、被処理体である基板 W の中央域と周縁域において、垂直な磁力線どうしの間隔が同一なものとなっている。
- [0043] そして、チャンバ 2 内の圧力が所定値に達すると、チャンバ 2 内に、たとえば Ar（アルゴン）ガスからなるスパッタガスを所定の流量で（すなわち、チャンバ 2 内におけるガス圧が 0.3 Pa 以上 10.0 Pa 以下の範囲に制御されるように）導入し、直流電源 9 を起動し、カソードユニット C に所定値の負の電位を印加（電力投入）する。
- [0044] カソードユニット C に負の電位が印加されると、ホルダ 3 内のターゲット 5 の空間 5 a からカソードユニット C の前方の空間にグロー放電が生じ、このとき、磁石 7 により発生させた磁場により空間 5 a にプラズマが封じ込められる。この状態でスパッタガスの導入を停止すると、空間 5 a で自己放電するようになる。
- [0045] そして、プラズマ中のアルゴンイオン等がターゲット 5 の内壁面に衝突してスパッタリングされ、Cu 原子が飛散し、Cu 原子や電離した Cu イオンが、図 4 において点線矢印で示すように、ターゲット 5 の下面の開口から強い直進性を持って、基板 W に向かってチャンバ 2 内に放出される。
- [0046] 電離した Cu イオンは、ターゲット 5 の下面の開口から放出されると、高圧のプロセスガスによってチャンバ空間における平均自由行程（MFP）が

短くなって直進性が弱まり、図5において矢印で示すように、ターゲット5のスパッタ面から基板Wに向けて所定の間隔で局所的に発生した垂直な磁力線Mの形状にしたがって、この磁力線Mの方向に沿うように飛翔方向が制御され、図中点線矢印で示すように、選択的に所定の領域にだけ被膜を形成する（もしくは選択的に所定の領域に被膜を形成させない）ように指向性が高められる。

[0047] その結果、ターゲット5の開口直下の位置（ターゲット5の開口に対向する部分及びその周辺を含む領域）では、極めて高い膜厚均一性を持って成膜されることで、基板Wの所定領域において高アスペクト比の微細ホールに対しても被覆性よく成膜できる。

なお、この際、熱やイオン照射等によりエネルギーを供給することで、薄膜の成長を促すことができる。

[0048] このように本実施形態においては、チャンバ2内で被膜の母材をなすターゲット5に対向させて基板Wを配置し、ターゲット5のスパッタ面から被処理体である基板Wの被成膜面に向けて、所定の間隔で垂直な磁力線が局所的に通るように磁場を発生させながら、チャンバ2内にスパッタガスを導入して、チャンバ内におけるガス圧が0.3 Pa以上10.0 Pa以下の範囲に制御することで、スパッタ源から基板へ向けて方向性の揃ったスパッタ粒子を輸送することができ、ターゲット5からのスパッタ粒子が垂直の磁場によりその方向が変えられ、基板Wに対して略垂直に入射して付着することになる。その結果、半導体デバイスの製作における成膜工程で、本実施形態に係る成膜装置を用いれば、高アスペクト比の微細ホールに対しても基板全面に亘ってより一層被覆性よく成膜でき、カバレッジ率を向上させることができる。

[0049] したがって、半導体デバイスの製作における成膜工程で、本実施形態に係る成膜装置を用いれば、高アスペクト比の微細ホールに対しても被覆性よく成膜することができる。また、スパッタ粒子の輸送経路が制御できるので、スパッタ粒子を基板に対してだけ制限するように制御すれば、防着板等の基

板以外の部分への堆積量を大幅に減少させることができ、メンテナンス周期の延長を達成することができる。しかも、従来技術のような複数のカソードユニットを成膜装置自体に設けるものではないため、装置構成を変更する場合に比べて、その構成は簡単であり、且つ装置の製作コストを低くできる。

[0050] なお、本実施形態では、磁石 7 として棒状のものを用いた形態を例に説明したが、ターゲット 5 の空間 5 a に 500 ガウス以上の強磁場が形成されるものであれば、その形態は特に限定がない。したがって、リング状の磁石を用い、ターゲット 5 の空間 5 a をそのターゲット 5 を囲繞するように配置してもよい。この場合、ホルダ 3 の上面には、リング状の磁石の収容を可能とする環状の収容溝を開設すれば良い。

[0051] また、本実施形態では、量産性やターゲットの使用効率を考慮して、ホルダ 3 にターゲット 5 を着脱自在に挿設する形態について説明したが、ホルダ 3 自体がターゲット 5 としての役割を果たすことも可能である。つまり、ホルダ 3 の下面に凹部 4 だけを形成し、この凹部 4 の周囲に磁石 7 を内蔵し、その凹部 4 の内壁面をスパッタリングする構成を採用しても良い。

[0052] また、ステージに、公知の構造を有する高周波電源（図示せず）を電氣的に接続し、スパッタリング中、ステージ 10、ひいては基板 W に所定のバイアス電位が印加して、Cu のシード層を形成する場合には、Cu イオンを基板に積極的に引き込んでスパッタレートが高くなる構成を採用してもよい。

[0053] なお、上記実施形態において、基板 W の中央域と周縁域において、垂直な磁力線 M どうしの間隔が同一である場合について説明したが、電源装置 16 によって上下のコイル 13 u、13 d へ加わる電流値をそれぞれ調整することで、図 6 に示すように、基板 W の中央域と周縁域において、垂直な磁力線 M どうしの間隔が異なる構成を採用しても良い。

このようにすると、磁場の強度が調整され、スパッタ粒子の飛翔方向を制御して、所望の領域に成膜することができる。

[0054] <第 2 の実施形態>

上記第 1 の実施形態では、ホルダの片面にターゲット（材）が 1 つだけ取

り付けられたカソードユニットを備える形態について説明したが、本発明はこれのみに限定されない。

したがって、本実施形態では、ホルダの片面に複数のターゲット（材）が取り付けられたカソードユニットを備える成膜装置について説明する。

[0055] 図7～図9に示すように、本発明の成膜方法を実施する本実施形態に係る成膜装置21は、被処理体としての基板Wの表面にスパッタ法を用いて被膜を形成する装置である。この成膜装置21は、チャンバ2と、カソードユニットC1と、第一磁場発生機構7と、直流電源9と、ガス導入機構11と、排気機構12と、第二磁場発生機構13と、を少なくとも備える。

なお、以下に説明する第2の実施形態において、上述した第1の実施形態と異なる部分を中心に説明する。したがって、第1の実施形態と同様の構成部分は同じ符号を付し、その説明は省略し、特に説明しない限り同じである。

[0056] カソードユニットC1は、導電性を有する材料から作製された平面視で円板状のホルダ23を備えている。このホルダ23は、例えば後述するターゲットと同一な材料で作製されることも可能である。ホルダ23の下面には、同一の開口面積である複数の平面視円形の凹部4が形成されている。本実施形態では、図9に示すように、先ずホルダ23の中心Cpと同心に1個の凹部4を形成し、この凹部4を基準として、その周囲に6個の凹部4を同一の仮想円周Vc上でかつ等間隔に位置するように形成する。すなわち、本実施形態において、ホルダ23の中心Cpに形成された1個の凹部4と、ホルダ23の中心Cpを円心とする円周に等間隔で形成された6個の凹部4とが例示されている。

[0057] 本実施形態では、ホルダの中心Cpに形成された凹部4を基準としてその周囲に6個の凹部4を形成する形態を説明したが、この仮想円周Vc上の各凹部4を基準としてその周囲に6個ずつの凹部4を形成することも可能である。さらに、同様にして、ホルダ23の径方向外側で複数の凹部4を（凹部4が形成できなくなるまで）形成し、ホルダ23の下面全体に亘って凹部4

を密集させて多く形成しても良い。これに応じて、ホルダ下面の面積は、ホルダの径方向最外に位置する凹部4の中心が基板Wの外周より径方向内側に位置するように定寸される。なお、図9に示す形態では、ホルダの中心C_pに形成された凹部4を基準に、その周囲に1サイクルの凹部（6個）が形成されているが、これのみに限定されず、その周囲に2サイクル以上の凹部（例えば12個以上）が形成されても良い。さらに、1サイクルに6個の凹部のみに限定されず、例えば、4個や8個の凹部でも良い。

[0058] また、各凹部4相互の径方向の間隔は、後述する円筒状の磁石の直径より大きく、かつ、ホルダ23の強度が保持できる範囲で設定される。そして、この各凹部4にはターゲット5が挿設され、このターゲット5は、その底部側から各凹部4に着脱自在に嵌着される。

[0059] また、本実施形態では、收容孔6が1個の凹部4の周囲に6個の磁石7が等間隔で、かつ相互に隣接する各凹部4の中心を結ぶ線上に位置するように形成されている（図9参照）。各磁石7は、各凹部4の周囲に配置したときに、ターゲット5の内部の空間5aに500ガウス以上の強磁場が発生するように設計されている。

[0060] 上記のように成膜装置21を構成することで、ターゲット5をスパッタリングした場合に、ターゲット5から飛散したスパッタ粒子が正電荷を有していると、ターゲット5から基板Wへの垂直な磁場によりその飛翔方向が制御され、基板W全面でスパッタ粒子が基板Wに対して略垂直に入射して付着する。すなわち、図7において矢印で示すように、ターゲット5のスパッタ面から基板Wに向けて、所定の間隔で局所的に発生した垂直な磁力線Mの形状にしたがって、この磁力線Mの方向に沿うように飛翔方向が制御され、図中点線矢印で示すように、選択的に所定の領域にだけ被膜を形成する（もしくは選択的に所定の領域に被膜を形成させない）ように指向性が高められる。

[0061] その結果、半導体デバイスの製作における成膜工程で、本実施形態の成膜装置21を用いれば、高アスペクト比の微細溝又は穴へのカバレッジ率の向上を実現することができる。図7では、複数設けられたターゲット5の開口

と対向する位置に、極めて高い膜厚均一性を持って成膜されることで、基板W上の複数の所定領域において高アスペクト比の微細ホールに対しても被覆性よく成膜できる。

実施例 1

[0062] まず、実施例 1 として、ターゲットのスパッタ面から基板の被成膜面に向けて所定の間隔で垂直な磁力線が局所的に通るように磁場を発生させながら、プロセス圧力を調整することで、スパッタ粒子の指向性を高めることができることを確認するため、図 1 に示す成膜装置を用い、チャンバ内のプロセス圧力を 0.12 Pa、0.3 Pa、0.6 Pa、1.2 Pa、1.6 Pa、3.0 Pa、10.0 Pa と変えて導入し、基板W上に Cu 膜を成膜した。

[0063] 本実施例では、基板Wとして、 $\phi 300$ mm の Si ウエハ表面全体に亘ってシリコン酸化物膜を形成した後、このシリコン酸化物膜中に公知の方法で高アスペクト比の微細ホール（例えば、幅 w が 45 nm、深さ d が 150 nm）をパターニングして形成したものを用いた。

また、カソードユニットとして、図 2 に示すように、組成比が 99% で、 $\phi 600$ mm に作製した Cu 製のホルダを用いた。そして、このホルダの下面中央に開口径 $\phi 40$ mm、深さ 50 mm の凹部を形成し、この凹部内に、ホルダと同一材料から作製された有底筒状のターゲットをその底部側から嵌着した。また、凹部の周囲には、周方向に等間隔で 6 個の磁石ユニットを内蔵し、実施例 1 用のカソードユニットとした。この場合、磁石は、凹部の空間に 500 ガウスの磁場強度で磁場を発生させる。そして、このように作製したカソードユニットを真空チャンバの天井部に取付けた後、凹部の開口を除くホルダ下面にマスク部材を装着して覆った。

[0064] また、成膜条件として、ホルダ下面と基板との間の距離を 300 mm に設定し、スパッタガスとして Ar を用い、ターゲットへの投入電力を 20 A の定電流制御に設置し、スパッタ時間を 20 秒に設定して、Cu 膜の成膜を行った。

そして、成膜した基板Wの中心位置（0 mm）と、この中心位置を基準として70 mm離れた位置での膜厚をそれぞれ測定した。その結果を表1に示す。また、プロセス圧力と膜厚との関係を図10に示す。

[0065] [表1]

位置(mm)	プロセス圧力 (Pa)						
	0.12	0.3	0.6	1.2	1.6	3.0	10.0
0	40.0nm	41.0nm	57.0nm	79.7nm	95.1nm	110.7nm	結果無し
70	22.2nm	18.9nm	15.2nm	11.7nm	3.0nm	2.3nm	結果無し

[0066] 表1及び図10の結果より、プロセス圧力が0.3 Pa以上で、徐々に基板の中心位置の膜厚が増し、選択的に所定の領域にだけ被膜を形成できることが確認された。また、プロセス圧力が1.2 Paと1.6 Paの間、およそ1.5 Pa辺りから、基板の中心位置から70 mm離れた位置での膜厚が一気に減少し、選択的に所定の領域に被膜を形成させないように指向性が高められることが確認された。これは、プロセス圧力を1.5 Pa以上とすることで、ホロー放電電圧が一定（飽和）となり、スパッタ粒子はホロー内部で方向性を失い、ターゲットのスパッタ面から基板の被成膜面に向けて発生した磁場により基板へ向けて誘導されるものと思われる。

これにより、チャンバ内におけるプロセス圧力を0.3 Pa以上、好ましくは1.5 Pa以上に制御すると、指向性を高められることが分かる。

[0067] また、上記実施例において、チャンバ内のガス圧が、（A）0.12 Pa、（B）0.6 Pa、（C）1.6 Paのときの上記微細ホールでの成膜状態を、模式的断面図として図11A～図11Cにそれぞれ示すと共に、微細ホールの周囲の面への膜厚 T_a と、微細ホールの底面への膜厚 T_b とをそれぞれ測定し、ボトムカバレッジ（ T_b/T_a ）を算出した。

[0068] その結果、ガス圧が上記（A）0.12 Paである時、微細ホールの周囲の面への膜厚 T_{a1} が40 nm、微細ホールの底面への膜厚 T_{b1} が24.3 nm、ボトムカバレッジが60.8%であった。また、ガス圧が上記（B）0.6 Paである時、微細ホールの周囲の面への膜厚 T_{a2} が40 nm、微細ホールの底面への膜厚 T_{b2} が35.0 nm、ボトムカバレッジが87

9%であった。さらに、ガス圧が上記(C) 1.6 Paである時、微細ホールの周囲の面への膜厚 T_{a3} が40 nmで、微細ホールの底面への膜厚 T_{b3} が42.4 nmで、ボトムカバレッジが106%であった。

[0069] 図11A～図11C及び上記結果より、チャンバ内のガスの流量を上げること、すなわち、チャンバ内にのガス圧を上げることで、指向性が高められ、選択的に所定の領域に被膜を形成させ、カバレッジ率を向上させることができることが確認できた。また、この結果より、スパッタ粒子が傾斜して飛散し、例えば防着板などの被処理体の被成膜面以外の部分への付着及び堆積を大幅に減少させることができることもわかる。

[0070] 次に、上記実施例1において、成膜した時の圧力が0.3 Pa以下のときをゾーン(A)、成膜した時の圧力が0.3 Pa以上1.5 Pa以下のときをゾーン(B)、成膜した時の圧力が1.5 Pa以上10.0以下のときをゾーン(C)、成膜した時の圧力が10.0 Pa以上のときをゾーン(D)として、それぞれのゾーンにおいて成膜したときの被膜のボトムカバレッジ、スパッタ粒子の指向性、スパッタ粒子の収束性についてそれぞれ評価した。その結果を表2に示す。

なお、各評価方法における結果は、それぞれ以下のことを示す。

ボトムカバレッジが、50%以下のときはNG印、50%～80%のときはB印、80%～100%のときはF印、100%以上のときはG印とした。

また、スパッタ粒子の指向性によりカバレッジのシンメトリーが著しく大きくなるときはNG印、大きいときはB印、中程度のときはF印、ほとんど確認できないときはG印とした。

さらに、スパッタ粒子の収束性は、エロード部の下方と非エロード部の下方に相当する位置における膜厚比が、1以下のときはNG印、1～2程度のときはB印、2～5程度のときはF印、5以上のときはG印とした。

[0071] [表2]

プロセス圧力	ゾーン (A)	ゾーン (B)	ゾーン (C)	ゾーン (D)
	<0.3Pa	0.3Pa~1.5Pa	1.5Pa~10.0Pa	10.0Pa<
ボトムカバレッジ	B	F	G	B~NG
スパッタ粒子の指向性	B	F	G	F~NG
スパッタ粒子の収束性	B	B~F	G	B~NG

[0072] 表2に示す結果により、ガス圧を0.3Pa以上10.0Pa以下の範囲に制御することで、ボトムカバレッジ、スパッタ粒子の指向性、スパッタ粒子の収束性の各項目が何れも望ましい評価になることが確認できた。

したがって、ターゲットのスパッタ面から基板の被成膜面に向けて所定の間隔で垂直な磁力線が局所的に通るように磁場を発生させながら、チャンバ内にスパッタガスを導入して、チャンバ内におけるガス圧を0.3Pa以上、好ましくは1.5Pa以上10.0Pa以下の範囲に制御してターゲットをスパッタリングすることで、生じたスパッタ粒子の飛翔方向を制御しながら基板の被成膜面へスパッタ粒子を誘導し、堆積させて成膜できることが分かる。

実施例 2

[0073] 次に、磁場の強度を調整することで、スパッタ粒子の飛翔方向を制御できることを確認するため、実施例1と同様の成膜条件下で、プロセス圧力を、実施例1で望ましい結果が得られた1.6Pa（ガス流量が267sccm）とし、ターゲットのスパッタ面から基板の被成膜面に向けて垂直な磁場を発生させて成膜したときと、発生させないで成膜したときにおける基板の径方向位置での膜厚を測定した。そして、このときの基板位置とその膜厚の関係を示す膜厚分布を図12にそれぞれ示す。

[0074] 図12に示すように、垂直な磁場を発生させて成膜したときは、基板中心から所定の半径領域（ターゲットのエロード径と略等しい領域）において局所的に成膜されていることが確認された。しかしながら、垂直な磁場が発生していないと、スパッタ粒子は散乱し、ターゲットでのエロード径以上の領域に堆積していることが確認された。

したがって、磁場の強度を調整することで、スパッタ粒子の飛翔方向を制御できることが分かる。

[0075] なお、本実施形態において、ホロータイプのターゲットを用いた場合について説明したが、本発明はこれに限定されない。したがって、ターゲットのスパッタ面から被処理体の被成膜面に向けて、所定の間隔で垂直な磁力線が局所的に通るように磁場を発生させながら、チャンバ内にスパッタガスを導入して、チャンバ内におけるガス圧が 0.3 Pa 以上 10.0 Pa 以下の範囲に制御するようにすれば、平面タイプのターゲットを用いた場合でも実施することができるものである。

[0076] 以上に説明したが、本発明に係る成膜方法について、以下に概略する。

被処理体の表面に被膜を形成する成膜方法において、減圧可能な内部空間を有するチャンバ2内に被処理体Wとターゲット5とを対向配置し、ターゲットのスパッタ面から被処理体の被成膜面に向けて、所定の間隔で垂直な磁力線が局所的に通るように磁場を発生させる。次いで、チャンバ内にスパッタガスを導入して、チャンバ内におけるガス圧が 0.3 Pa 以上 10.0 Pa 以下の範囲に制御するとともに、ターゲットに負の直流電圧を印加することにより、ターゲットと処理体との間の空間にプラズマを発生させる。そして、ターゲットをスパッタリングすることにより生じたスパッタ粒子の飛翔方向を制御しながらスパッタ粒子を被処理体へ誘導し、堆積させて、被処理体の表面に被膜を形成する。

前にも説明したように、前記磁場の強度を調整することにより、前記スパッタ粒子の飛翔方向を制御することができる。さらに、被処理体の中央域と周縁域において、垂直な磁力線どうしの間隔が同一でも異なっても良い。

産業上の利用可能性

[0077] 本発明の成膜装置及び成膜方法は、高アスペクト比の微細溝又は穴への成膜に広く用いられることが可能である。さらに、本発明の成膜装置及び成膜方法は、カバレッジ率を向上させ、成膜装置のメンテナンス周期を延長することが可能である。

符号の説明

[0078]	W	基板（被処理体）
	1, 2 1	成膜装置
	2	チャンバ
	3, 2 3	ホルダ
	4	凹部
	5	ターゲット
	5 a	放電用の空間
	6	収容孔
	7	磁石（第一磁場発生機構）
	8	支持板
	9	直流電源（D C 電源）
	1 0	ステージ
	1 1	ガス管（ガス導入機構）
	1 2	排気ポンプ（排気機構）
	1 3 u	上コイル（第二磁場発生機構）
	1 3 d	下コイル（第二磁場発生機構）
	1 4	ヨーク
	1 5	導線
	1 6	電源装置

請求の範囲

- [請求項1] 被処理体の表面に被膜を形成する成膜方法であって、
- チャンバ内に、前記被膜の母材をなすターゲットと、前記被処理体とを対向配置し、前記ターゲットのスパッタ面から前記被処理体の被成膜面に向けて、所定の間隔で垂直な磁力線が局所的に通る磁場を発生させつつ、
- 前記チャンバ内にスパッタガスを導入して、前記チャンバ内におけるガス圧を 0.3 Pa 以上 10.0 Pa 以下の範囲に制御するとともに、前記ターゲットに負の直流電圧を印加することにより、前記ターゲットと前記被処理体との間の空間にプラズマを発生させ、
- 前記ターゲットをスパッタリングすることにより生じたスパッタ粒子の飛翔方向を制御しながら、前記スパッタ粒子を前記被処理体へ誘導して堆積させて、前記被膜を形成することを特徴とする成膜方法。
- [請求項2] 前記磁場の強度を調整することにより、前記スパッタ粒子の飛翔方向を制御することを特徴とする請求項1に記載の成膜方法。
- [請求項3] 前記被処理体の中央域と周縁域において、前記垂直な磁力線どうしの間隔が同一であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の成膜方法。
- [請求項4] 前記被処理体の中央域と周縁域において、前記垂直な磁力線どうしの間隔が異なることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の成膜方法。
- [請求項5] 被処理体の表面に被膜を形成する成膜装置であって、
- 前記被膜の母材をなすターゲットと前記被処理体とを対向配置させて、前記ターゲット及び前記被処理体を収納する内部空間を有するチャンバと；
- 前記チャンバ内を減圧する排気機構と；
- 前記ターゲットのスパッタ面から見て前方の空間に磁場を発生させる第一磁場発生機構と；

前記チャンバ内に導入するスパッタガスの流量を調整する機能を備えたガス導入機構と；

前記ターゲットに負の直流電圧を印加する直流電源と；

前記ターゲットの前記スパッタ面から前記被処理体の被成膜面に向けて、所定の間隔で垂直な磁力線が局所的に通る磁場を発生させる第二磁場発生機構と；

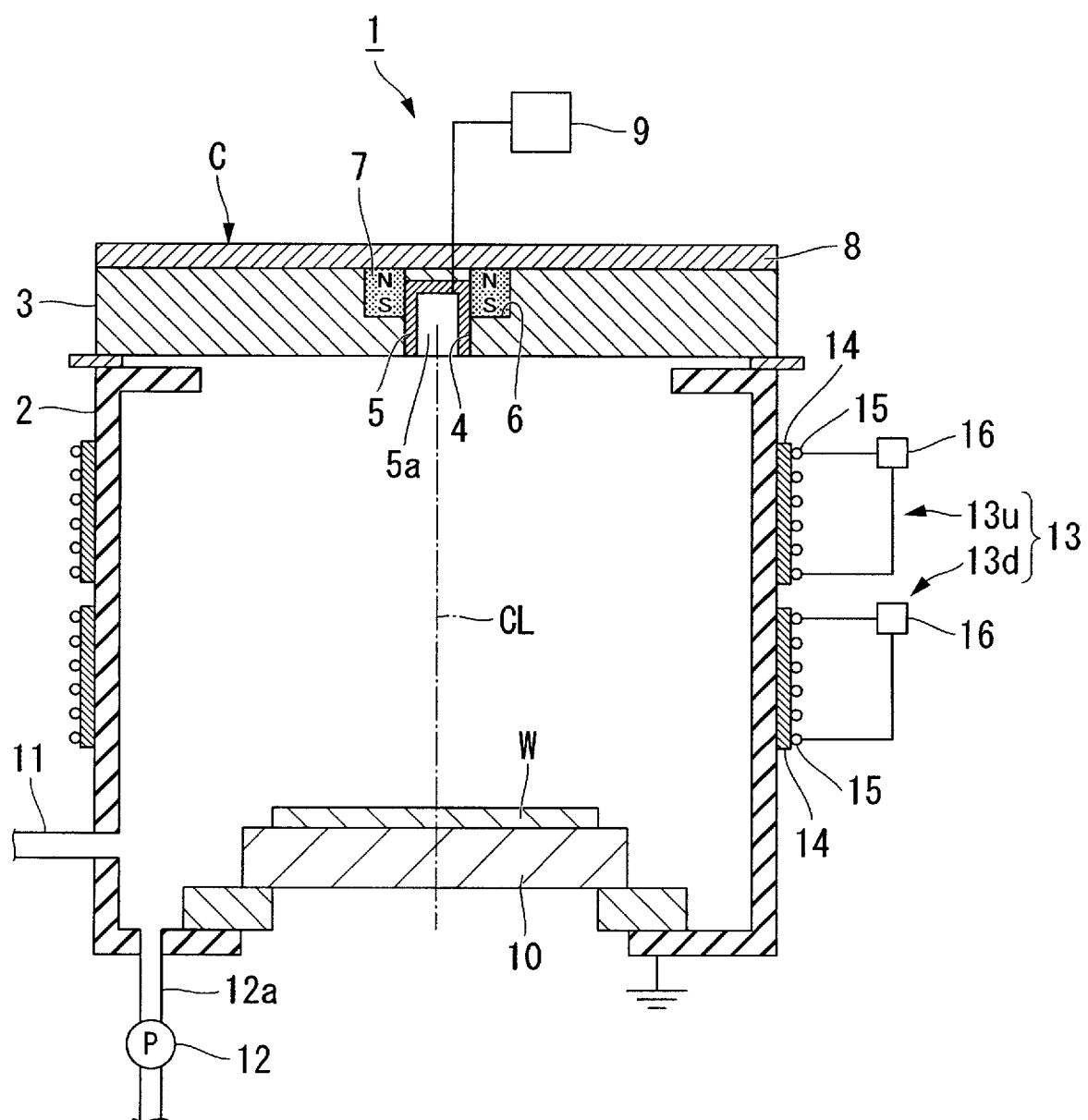
を備えることを特徴とする成膜装置。

[請求項6]

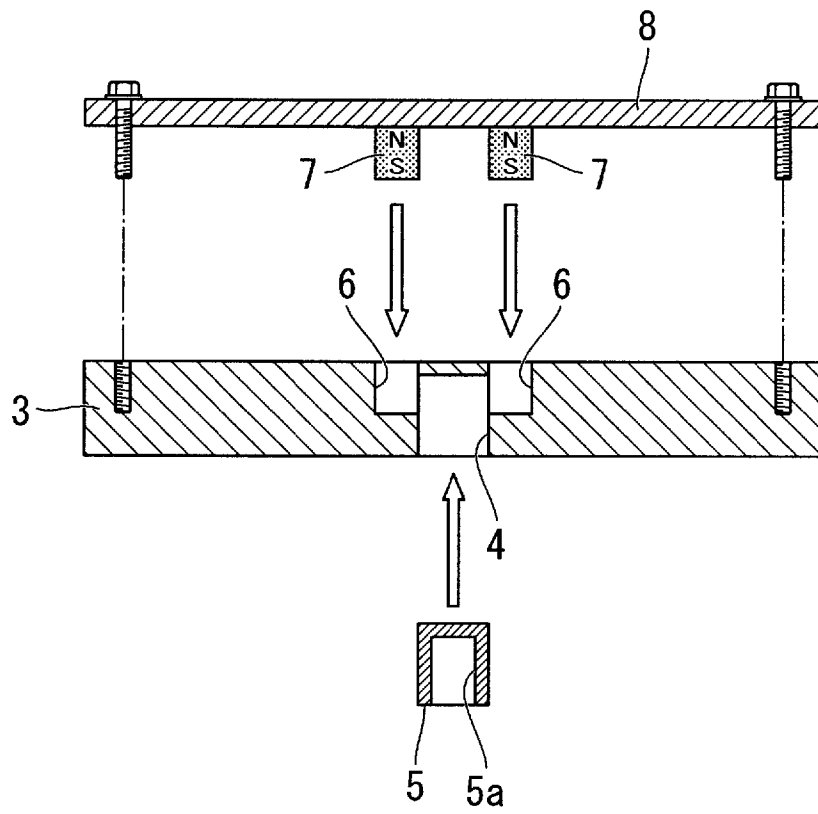
片面に1つ以上の凹部が設けられたホルダをさらに備え；

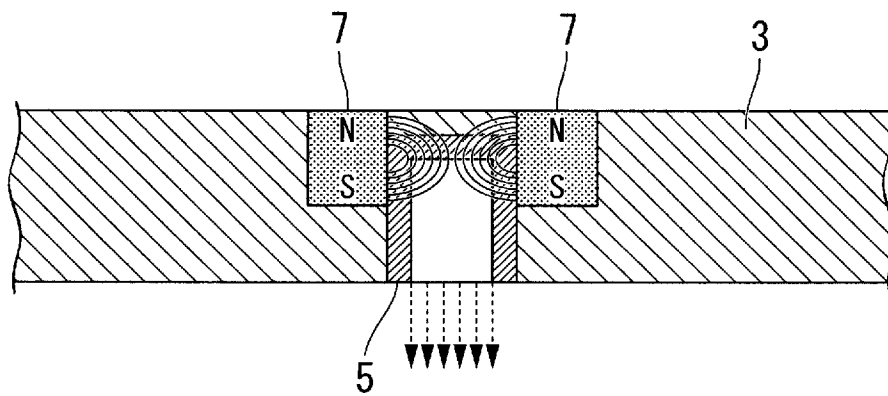
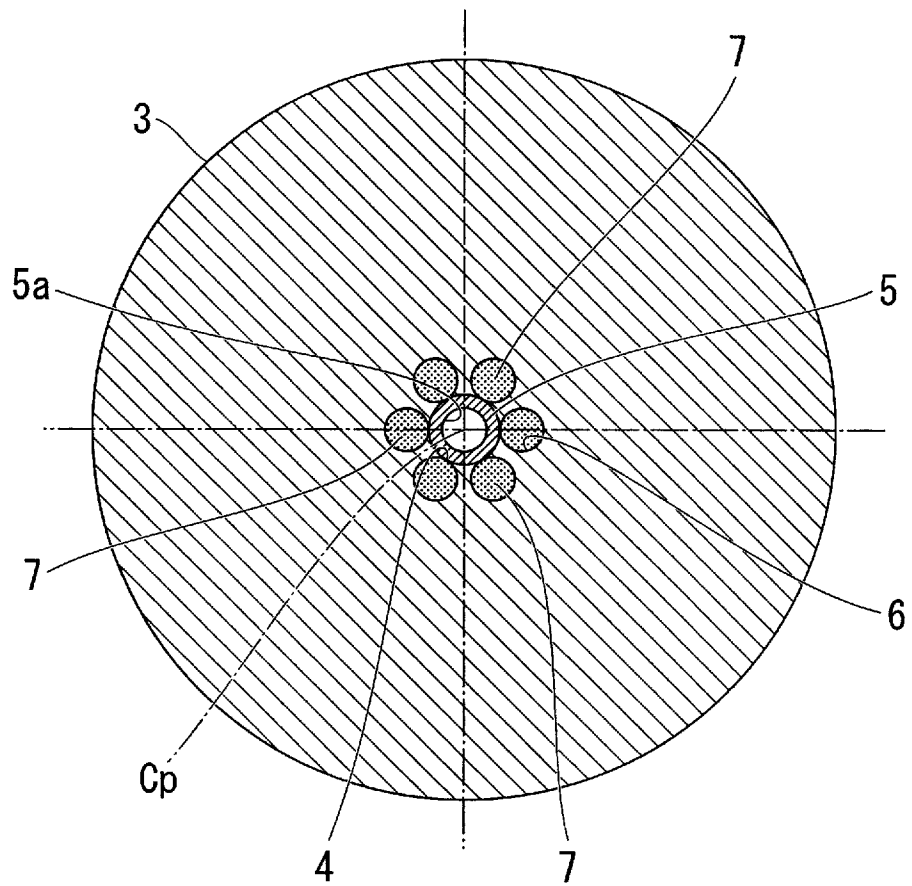
前記ターゲットは有底筒状を形成し、前記ホルダの前記凹部に、前記ターゲットの底部側から装着され；

前記第一磁場発生機構は、前記ターゲットの内部空間に磁場を発生させるように、前記ホルダに組み付けられている、ことを特徴とする請求項5に記載の成膜装置。

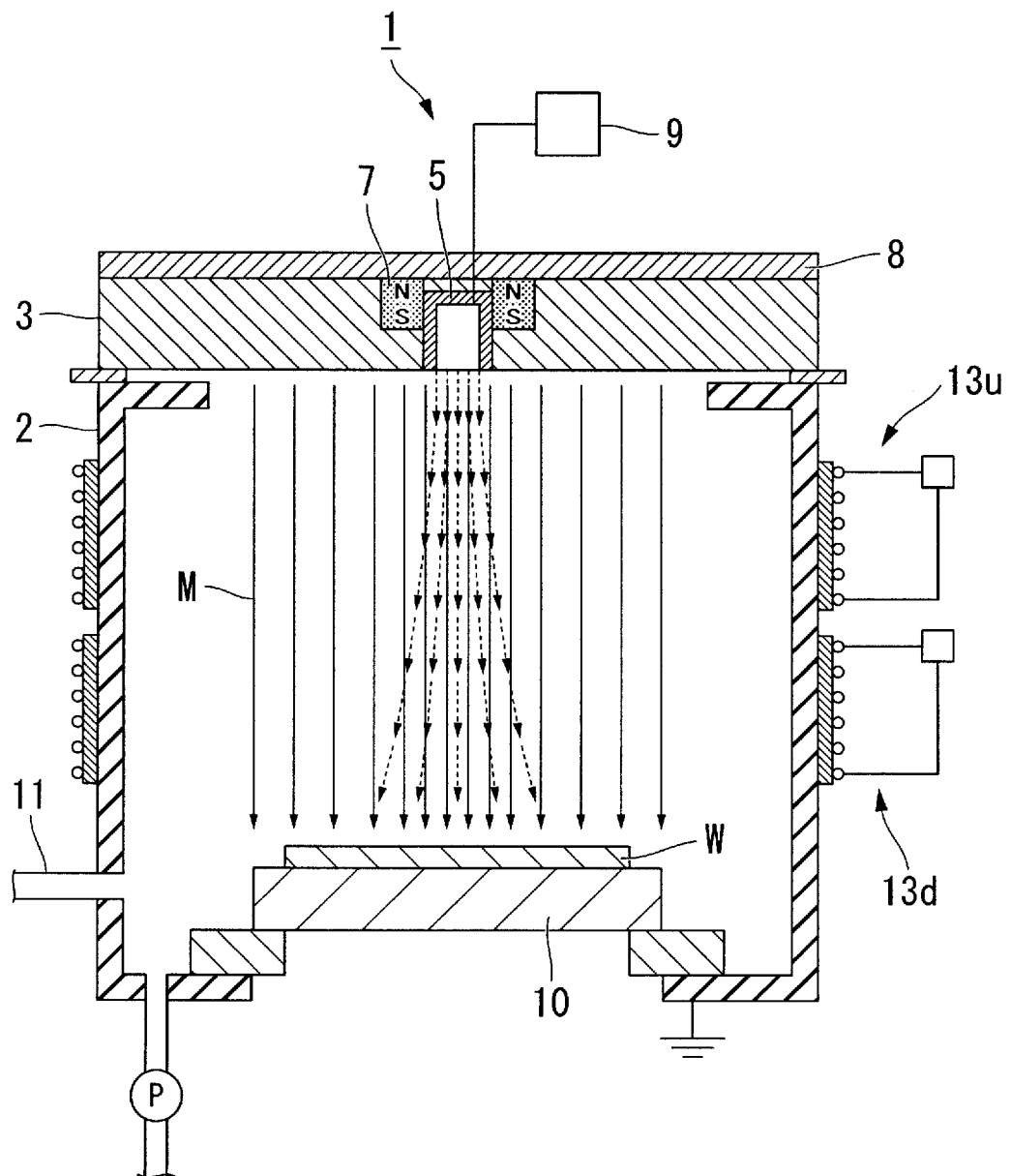


[図2]

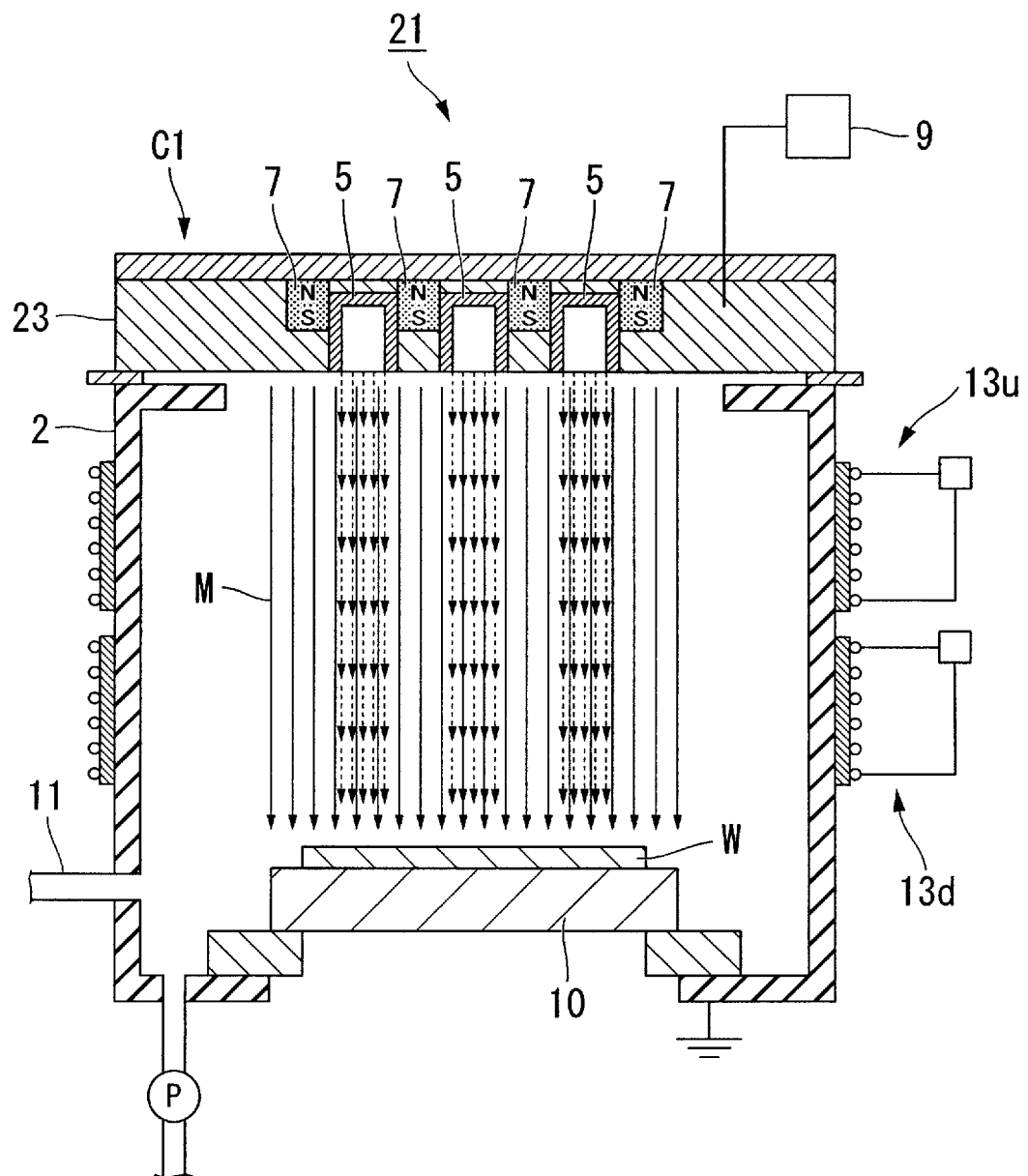




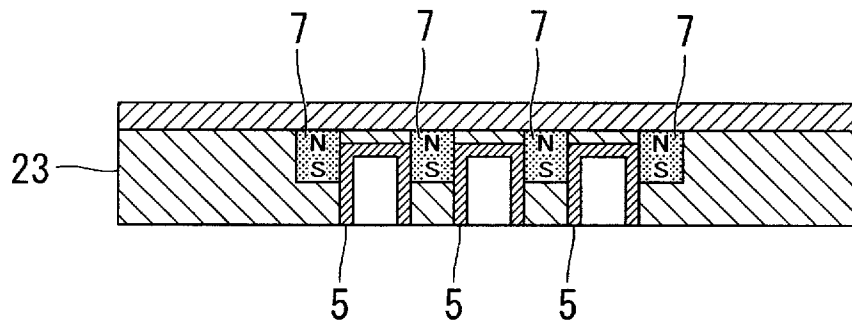
[図6]



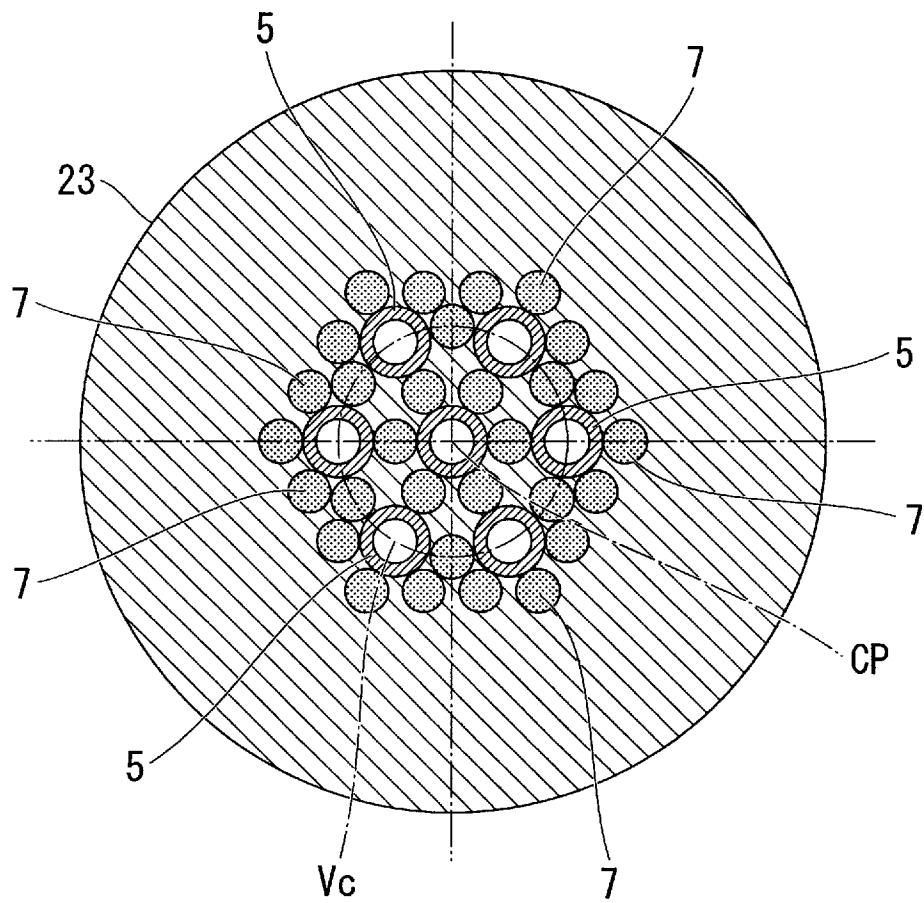
[図7]



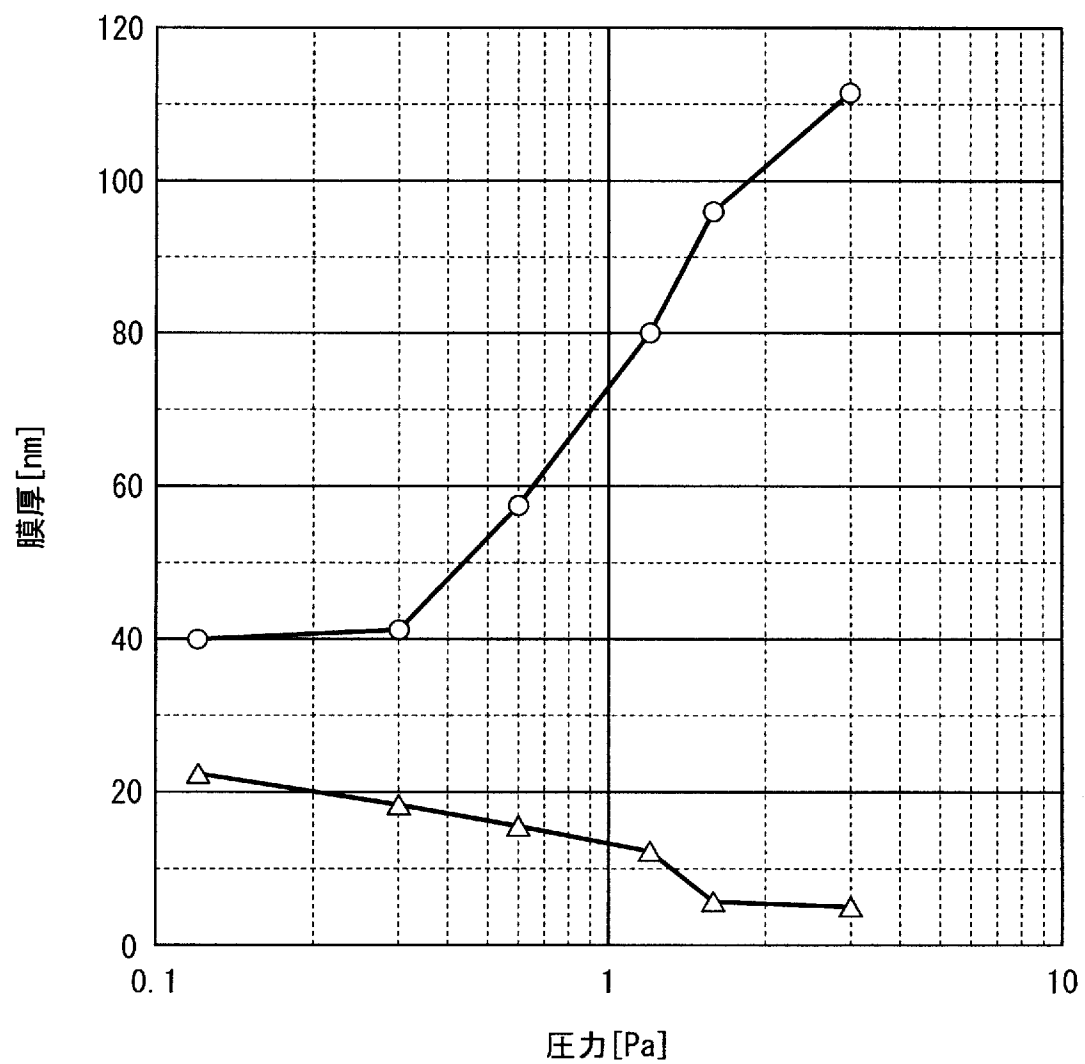
[図8]



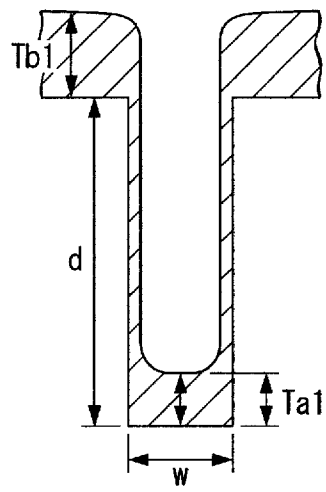
[図9]



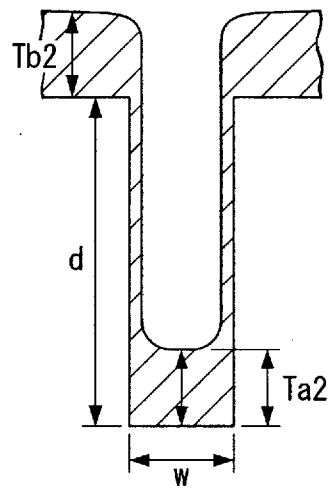
[図10]



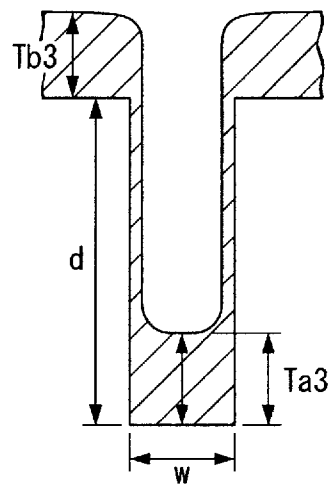
[図11A]



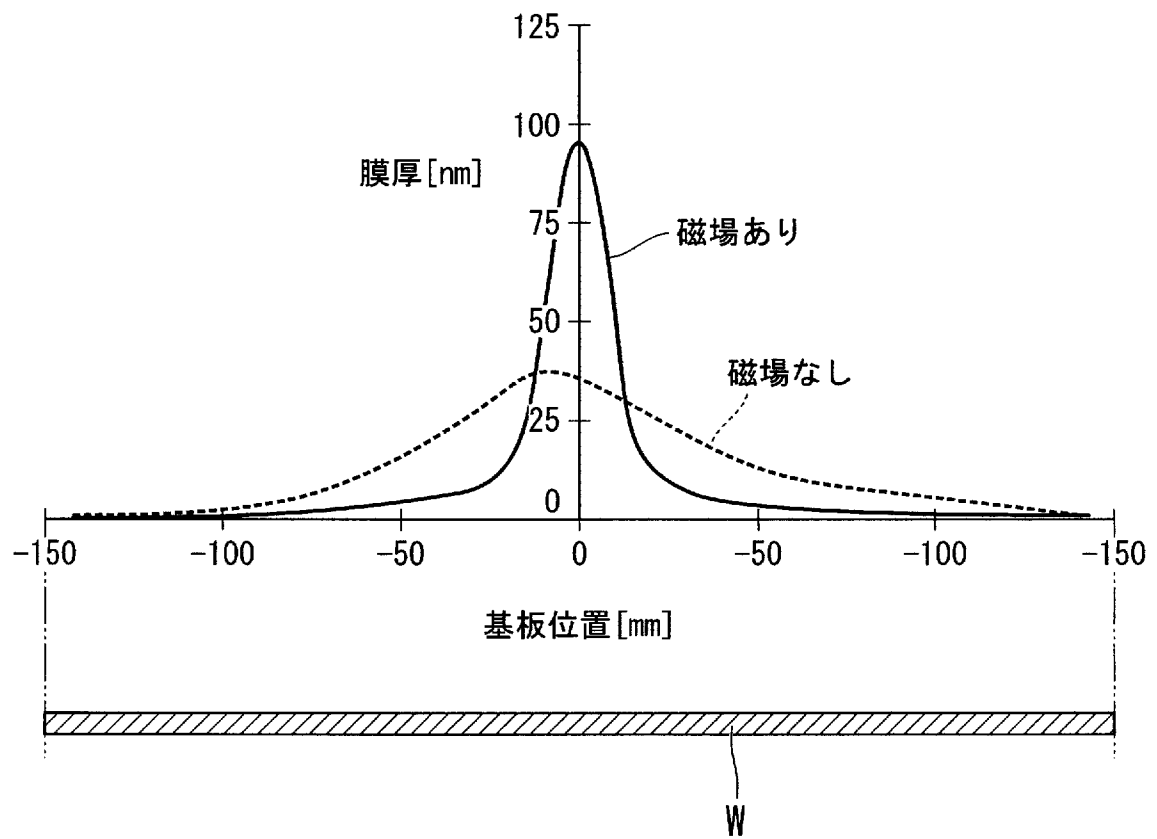
[図11B]



[図11C]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/003406

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C23C14/34(2006.01)i, C23C14/35(2006.01)i, C23C14/38(2006.01)i, H01L21/285(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)

C23C14/34, C23C14/35, C23C14/38, H01L21/285

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.
X	JP 2002-504187 A (Tokyo Electron Arizona, Inc.), 05 February 2002 (05.02.2002), page 24, line 28 to page 31, line 14; fig. 1	1-5
A	JP 61-246368 A (NEC Corp.), 01 November 1986 (01.11.1986), entire text	1-6
A	JP 6-172995 A (Tokyo Electron Ltd.), 21 June 1994 (21.06.1994), entire text	1-6

☐ 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
02 June, 2010 (02.06.10)Date of mailing of the international search report
15 June, 2010 (15.06.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2010/003406

JP 2002-504187	2002.02.05	US 5800688 A US 5948215 A WO 1998/048444 A1 AU 6977998 A TW 460602 B CN 1265222 A
JP 61-246368 A	1986.11.01	(Family: none)
JP 6-172995 A	1994.06.21	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C23C14/34(2006.01)i, C23C14/35(2006.01)i, C23C14/38(2006.01)i, H01L21/285(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. C23C14/34, C23C14/35, C23C14/38, H01L21/285

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
X	JP 2002-504187 A (トーキョー エレクトロン アリゾナ インコーポレイテッド) 2002.02.05, 第24頁第28行-第31頁第14行, 図1	1 - 5
A	JP 61-246368 A (日本電気株式会社) 1986.11.01, 全文	1 - 6
A	JP 6-172995 A (東京エレクトロン株式会社) 1994.06.21, 全文	1 - 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

0 2 . 0 6 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 6 . 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)

田中 則充

4 G

9 7 3 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 1 6

JP 2002-504187	2002. 02. 05	US 5800688 A US 5948215 A WO 1998/048444 A1 AU 6977998 A TW 460602 B CN 1265222 A
JP 61-246368 A	1986. 11. 01	ファミリーなし
JP 6-172995 A	1994. 06. 21	ファミリーなし