

(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
2011 年 1 月 20 日(20.01.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/007832 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 14/34 (2006.01) H01L 21/285 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/061980
- (22) 国際出願日: 2010 年 7 月 15 日(15.07.2010)
- (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 2009-169335 2009 年 7 月 17 日(17.07.2009) 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 2 5 0 0 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): 小平 周司 (KODAIRA Shuji) [JP/JP]; 〒4101231 静岡県裾野市須山 1 2 2 0-1 株式会社アルバック 半導体技術研究所内 Shizuoka (JP). 吉浜 知之 (YOSHIHAMA Tomoyuki) [JP/JP]; 〒4101231 静岡県裾野市須山 1 2 2 0-1 株式会社アルバック 半導体技術研究所内 Shizuoka (JP). 鎌田 恒吉 (KAMADA Kouichi) [JP/JP]; 〒4101231 静岡県裾野市須山 1 2 2 0-1 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 1 2 2 0-1 株式会社アルバック 半導体技術研究所内 Shizuoka (JP). 濱口 純一 (HAMAGUCHI Junichi) [JP/JP]; 〒4101231 静岡県裾野市須山 1 2 2 0-1 株式会社アルバック 半導体技術研究所内 Shizuoka (JP). 中西 茂雄 (NAKANISHI Shigeo) [JP/JP]; 〒4101231 静岡県裾野市須山 1 2 2 0-1 株式会社アルバック 半導体技術研究所内 Shizuoka (JP). 豊田 聡 (TOYODA Satoru) [JP/JP]; 〒4101231 静岡県裾野市須山 1 2 2 0-1 株式会社アルバック 半導体技術研究所内 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).

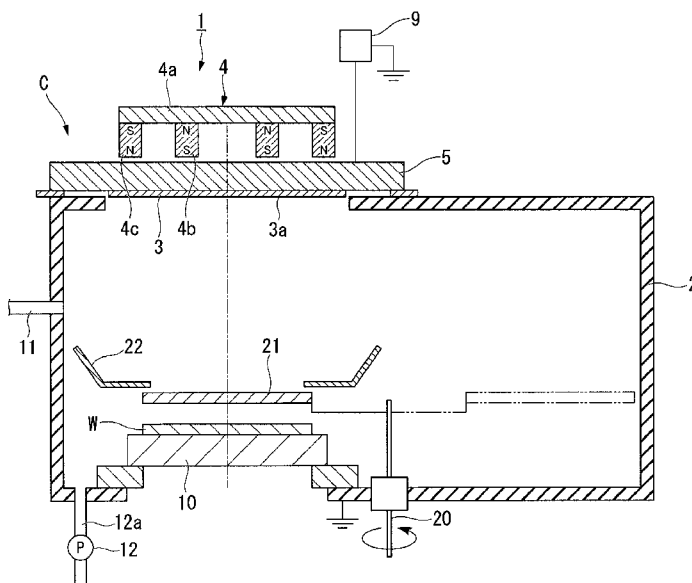
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG,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

[続葉有]

(54) Title: FILM-FORMING APPARATUS

(54) 発明の名称: 成膜装置

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is a film-forming apparatus for forming a coating film on the surface of an object to be processed by using a sputtering method, which comprises: a chamber that contains the object to be processed and a target, which is the base material of the coating film, in such a manner that the object to be processed and the target face each other; an exhaust means for reducing the pressure within the chamber; a magnetic field-generating means for generating a magnetic field in front of the sputtering surface of the target; a direct current power supply for applying a negative direct current voltage to the target; a gas-introducing means for introducing a sputtering gas into the chamber; and a means for preventing incidence of sputtering particles on the object to be processed until the plasma generated between the target and the object to be processed becomes stable.

(57) 要約: 被処理体の表面にスパッタ法を用いて被膜を形成する成膜装置であって、互いに対向す

るように配置された前記被処理体と前記被膜の母材であるターゲットとを収納するチャンバと; 前記チャンバ内を減圧する排気手段と; 前記ターゲットのスパッタ面前方に磁場を発生させる磁場発生手段と; 前記ターゲットに負の直流電圧を印加する直流電源と; 前記チャンバ内にスパッタガスを導入するガス導入手段と; 前記ターゲットと前記被処理体との間に発生したプラズマが安定状態となるまで、前記被処理体へのスパッタ粒子の入射を防ぐ手段と; を備える。



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, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), 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：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ための成膜装置に関し、特に、薄膜形成方法の一種であるスパッタリング法を用いた成膜装置に関する。

本願は、２００９年７月１７日に、日本に出願された特願２００９－１６９３３５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は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は、近年の配線パターンの微細化に伴い、処理すべき基板全面に亘って、深さと幅の比が３を超えるような高アスペクト比の微細ホール及びトレンチに対し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] 一般的なスパッタリング装置では、スパッタ粒子をターゲットから飛び出させるための第一段階として、アルゴンガスが導入された真空チャンバ内に配置されたターゲットに負の電圧を印加する（以下、イグニッションと呼ぶ）。これにより、スパッタリングガス（例えばアルゴンガス）がイオン化され、ターゲットに衝突し、この衝突によってターゲット表面からはスパッタ粒子が飛び出す。たとえば、Cuなどの配線薄膜材料から形成されたターゲットから、スパッタ粒子としてCu原子が飛び出し、基板に付着し薄膜となる。成膜対象である基板は真空チャンバ内に、ターゲットと所定間隔だけ離間して対向配置されている。

[0004] また、DCマグネトロン方式のスパッタリング装置においては、ターゲット裏面に設けられた磁場発生手段（例えば永久磁石など）によってターゲット表面に磁界を形成する。その上で、ターゲットに負の電圧を印加することにより、スパッタリングガスイオンがターゲット表面に衝突し、ターゲット

材原子及び二次電子が叩き出される。この二次電子をターゲット表面に形成された磁界中で周回させることによってスパッタリングガス（アルゴンガスなどの不活性ガス）と二次電子とのイオン化衝突の頻度を増大させ、プラズマ密度を高くし、薄膜形成を可能にしている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国特開2008-47661号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 出願人は、微細ホール及びトレンチに対する成膜において、ターゲットに負の電位を印加した直後の、プラズマが安定していない段階における成膜過程が、微細ホール及びトレンチの側壁の凝集発生に大きな影響を及ぼしていることを見出した。この凝集の原因はプラズマが安定する以前のスパッタ粒子によって形成される初期段階の膜質にあると思われる。初期段階の膜質に不良があることによって、プラズマ安定後の成膜に影響が及び、結果として膜質不良となった。

配線パターンが微細化する以前は、成膜する膜厚が比較的厚かったため、イグニッション時に成膜される成膜量は相対的に小さく、問題とはならなかった。しかし、近年、配線パターンが微細化したことによって、要求される膜厚に対して、着火時（イグニッション時）に形成される膜厚が無視できなくなってきた。

[0007] 本発明は、以上の点に鑑み、イグニッション時に堆積するスパッタ粒子の影響を受けずに、基板に形成された高アスペクト比の各微細ホール及びトレンチに対し、被覆性の良い成膜を行うことが可能な成膜装置の提供を課題とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一態様に係る成膜装置は、被処理体の表面にスパッタ法を用いて

被膜を形成する成膜装置であって、互いに対向するように配置された前記被処理体と前記被膜の母材であるターゲットとを収納するチャンバと；前記チャンバ内を減圧する排気手段と；前記ターゲットのスパッタ面前方に磁場を発生させる磁場発生手段と；前記ターゲットに負の直流電圧を印加する直流電源と；前記チャンバ内にスパッタガスを導入するガス導入手段と；前記ターゲットと前記被処理体との間に発生したプラズマが安定状態となるまで、前記被処理体へのスパッタ粒子の入射を防ぐ手段と；を備える。

[0009] 前記手段は、前記被処理体と前記ターゲットとの間に配置されたシャッタであってもよい。

あるいは、前記手段が、前記被処理体を前記ターゲット下方において水平方向に移動させる輸送装置であってもよい。

また、前記手段が、前記被処理体と前記ターゲットとの間に電場を形成することが可能な格子状の電極であってもよい。

また、前記手段が、前記被処理体と前記ターゲットとの間に前記スパッタ粒子の軌道を前記被処理体から逸らせるような磁場を形成する、磁場発生手段であってもよい。

発明の効果

[0010] 本発明の一態様によれば、被処理体の表面にスパッタ法を用いて被膜を形成する成膜装置において、プラズマが安定状態となるまで被処理体へのスパッタ粒子の入射を防ぐ手段を備えることによって、イグニッション時に成膜されるスパッタ粒子の影響を受けずに、基板に形成された高アスペクト比の各微細ホール及びトレンチに対し、被覆性の良い成膜を行うことができる。

上記手段に被処理体とターゲットとの間に配置されたシャッタを採用した場合には、シャッタがスパッタ粒子を遮断するため、イグニッション時のスパッタ粒子の影響を受けずに成膜することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1] シャッタが設けられた成膜装置の構造を説明する模式的断面図である。

[図2A] 分割シャッタが設けられた成膜装置の構造を説明する模式的断面図で

ある。

[図2B] 分割シャッタが設けられた成膜装置の構造を説明する模式的断面図である。

[図3A] 可動シャッタが設けられた成膜装置の構造を説明する模式的断面図である。

[図3B] 可動シャッタが設けられた成膜装置の構造を説明する模式的断面図である。

[図4A] 可動ステージが設けられた成膜装置の構造を説明する模式的断面図である。

[図4B] 可動ステージが設けられた成膜装置の構造を説明する模式的断面図である。

[図5] 連続ステージが設けられた成膜装置の構造を説明する模式的断面図である。

[図6A] メッシュ電極が設けられた成膜装置の構造を説明する模式的断面図である。

[図6B] メッシュ電極を模式的に示す平面図である。

[図7] 磁場発生コイルが設けられた成膜装置の構造を説明する模式的断面図である。

[図8A] 成膜された高アスペクト比の微細ホール及び 트렌チの模式的断面図である。

[図8B] 成膜された高アスペクト比の微細ホール及び 트렌チの模式的断面図である。

発明を実施するための形態

[0012] (第1の実施形態)

以下、図面を参照して本発明の第1の実施形態に係る成膜装置について説明する。図1に示すように、成膜装置1は、DCマグネトロンスパッタリング方式のものであり、真空雰囲気形成可能な真空チャンバ2を備える。真空チャンバ2の天井部にはカソードユニットCが取り付けられている。な

お、以下においては、真空チャンバ2の天井部側を「上」とし、その底部側を「下」として説明する。

[0013] カソードユニットCは、ターゲット3を備え、該ターゲット3はホルダ5に取り付けられている。さらに、カソードユニットCは、ターゲット3のスパッタ面（下面）3a前方にトンネル状の磁場を発生する磁場発生手段4を備える。ターゲット3は、処理すべき基板W（被処理体）に形成しようとする薄膜の組成に応じて適宜選択された材料、例えば、Cu、Ti、AlやTa製である。ターゲット3は、処理すべき基板Wの形状に対応させて、スパッタ面3aの面積が基板Wの表面積より大きくなるように公知の方法で所定形状（例えば平面視円形）に作製されている。また、ターゲット3は、公知の構造を有するDC電源（スパッタ電源）9に電氣的に接続され、所定の負の電位が印加されるようになっている。

[0014] 磁場発生手段4は、ターゲット3のスパッタ面3aとは反対側の面（上面）に配置されている。磁場発生手段4は、ターゲット3に平行に配置されたヨーク4aと、ヨーク4aの下面にターゲット3側の極性が互いに異なるように配置された磁石4b、4cとを有している。なお、磁石4b、4cの形状や個数は、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ターゲット3の前方に形成しようとする磁場に応じて適宜選択される。例えば薄片状や棒状の磁石を用いてもよく、またはこれらを適宜組み合わせて用いてもよい。さらに、磁場発生手段4がターゲット3の背面側で往復運動や回転運動するように構成してもよい。

[0015] 真空チャンバ2の底部には、ターゲット3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ようになっている。また、真空チャンバ2の側壁には、アルゴンガスなどのスパッタガスを導入するガス管11が接続され、その他端は、図示しない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。さらに、真空チャンバ2には、ターボ分子ポンプやロータリポンプなどからなる真空排気手段12（排気手段）に通じる排気管12aが接続されている。

[0016] 真空チャンバ2の底壁には、回転軸20が気密に挿通されており、その先端部分にはシャッタ21が取り付けられている。回転軸20は、図示しないモーターなどの動力によって回転させることができる。

シャッタ21は、基板Wとシールド22との間に配置されている。回転軸20を回転させることにより、ターゲット3側から見て、基板Wをシャッタ21により完全に覆うことができ、ターゲット3側から見て、基板Wを完全に露出させることもできる。

[0017] 次に、上記のような成膜装置1を使用した成膜について説明する。

まず、真空排気手段12を作動させて真空チャンバ2内を所定の真空度（例えば、 10^{-5} Pa台の圧力）まで真空引きする。そして、真空チャンバ2内の圧力が所定値に達した後、ステージ10に基板Wをセットし、シャッタ21を基板Wの上方に配置する。真空チャンバ2内にアルゴンガスなど（スパッタガス）を所定の流量で導入しつつ、DC電源9よりターゲット3に所定の負の電位を印加（電力投入）して真空チャンバ2内にプラズマ雰囲気を形成する。この場合、磁場発生手段4からの磁場で、スパッタ面3a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が捕捉され、スパッタ面3a前方におけるプラズマが高密度となる。

[0018] プラズマ中のアルゴンイオンがスパッタ面3aに衝突してスパッタ面3aがスパッタリングされ、スパッタ面3aから基板Wに向かってスパッタ原子やスパッタイオン（スパッタ粒子）が飛散する。この段階においては、シャッタ21は、基板Wの直上に配置されているため、スパッタ粒子はシャッタ21に付着するのみで、基板Wには到達しない。

スパッタリング初期段階が終了しプラズマが安定した段階で、回転軸20を回転させることによって、シャッタ21が基板Wの直上から移動し、基板Wがターゲット3に対して露出される。これにより、スパッタ粒子は基板Wまで到達し、成膜が開始される。

特に、Cuターゲットの場合には、自己保持放電が可能である。このためスパッタガス導入による着火後、スパッタガス導入をやめて、プラズマが安

定に維持されるまで待ち、その後シャッタ 21 を開放し、基板 W に成膜を開始することも可能である。

[0019] 以上のように、スパッタリング初期段階のスパッタ粒子をシャッタ 21 によって遮断することにより、プラズマ不安定時のスパッタ粒子が基板 W に到達することがなくなる。このため、基板に形成された高アスペクト比の各微細ホール及びトレンチに対し、被覆性の良い成膜を行うことが可能となる。

[0020] 図 8 A 及び図 8 B に、成膜された高アスペクト比の微細ホールの模式的断面図を示す。この図において、H は高アスペクト比の微細ホール、L は成膜された薄膜である。成膜処理される基板 W は、S i ウエハ表面にシリコン酸化物膜（絶縁膜）I を形成した後、このシリコン酸化物膜中に高アスペクト比の微細ホール H をパターンニングすることにより得られる。

図 8 A は、イグニッション時の成膜を遮断しなかった場合の微細ホール H の模式断面図であり、図 8 B は、イグニッション時の成膜を遮断した場合の微細ホール H の模式断面図である。

図 8 A では、微細ホール H の上部の膜厚 t_{1a} と下部の膜厚 t_{2a} とが不均一であることがわかる。一方、図 8 B では、イグニッション時の成膜を遮断したことによって、微細ホール H の上部の膜厚 t_{1b} と下部の膜厚 t_{2b} とが略均一であることがわかる。

また、図 8 A の開口部径 d_a と図 8 B の開口部径 d_b とを比較すると、図 8 B においてより大きな径 d_b が確保されることがわかる。さらに、図 8 A の微細ホール H 底部の膜厚 t_{3a} と、図 8 B の膜厚 t_{3b} とを比較すると、図 8 B において十分な膜厚 t_{3b} が確保されており、ボトムカバレッジが改善されていることがわかる。

さらに、側壁に付着した膜の凹凸（モロロジー）が、図 8 A に比べて図 8 B では改善されることがわかる。

[0021] （第 2 の実施形態）

分割シャッタを使用する、本発明の第 2 の実施形態について説明する。本実施形態においても、第 1 の実施形態と同様にイグニッション時のスパッタ

粒子を遮断するためのシャッタが用いられている。本実施形態は、シャッタ機構に関し第 1 の実施形態のシャッタ 2 1 の代わりに分割シャッタ 2 3 が用いられていることを除き、第 1 の実施形態と同様の構成を有している。図 2 A 及び図 2 B は、分割シャッタ 2 3 を備えた、成膜装置 1 a の概略図である。

成膜装置 1 a はターゲット 3 と基板 W との間に、中央部において 2 つに分割可能な平面視円形の分割シャッタ 2 3 を備えている。分割シャッタ 2 3 は、分割前においては、図 2 A に示すように、基板 W に対して、ターゲット 3 から飛び出してくるスパッタ粒子を遮断するのに十分な大きさを有している。

分割シャッタ 2 3 は、分割後は弧を描くように揺動可能に構成されており、図 2 B に示すように、イグニッション後に、ターゲット 3 に対して基板 W を露出するように、開閉が可能である。

[0022] 分割シャッタ 2 3 は、開放時は、真空チャンバ 2 の側壁に沿うような位置に置かれるので、スペース効率がよい。

このような構成によって、本実施形態の成膜装置 1 a は、イグニッション時に成膜されるスパッタ粒子の影響を受けずに、基板 W に形成された高アスペクト比の各微細ホール及びトレンチに対し、被覆性の良い成膜を行うことが可能である。

[0023] (第 3 の実施形態)

可動シャッタを使用する、本発明の第 3 の実施形態について説明する。本実施形態においても、第 1 の実施形態と同様にイグニッション時のスパッタ粒子を遮断するためのシャッタが用いられている。本実施形態は、シャッタ機構に関し第 1 の実施形態のシャッタ 2 1 の代わりに可動シャッタ 2 4 が用いられていることを除き、第 1 の実施形態と同様の構成を有している。図 3 A 及び図 3 B は、可動シャッタ 2 4 を備えた成膜装置 1 b の概略図である。

この成膜装置 1 b は、ターゲット 3 と基板 W との間に、可動シャッタ 2 4 を移動可能に設置することを特徴としたものである。

[0024] 可動シャッタ 24 は、平面視矩形の板状であり、その一辺がヒンジ部 26 を介して可動軸 25 と連結されている。可動軸 25 はチャンバ 2 の底壁に気密に挿通しており、図示しない動力手段によって上下動可能に構成されている。

図 3 A は、可動軸 25 が最下部に位置した場合の図であり、可動シャッタ 24 は図示しないガイドによって、基板 W の直上に導かれ、基板 W をターゲットに対して露出しない状態にする。図 3 B は、可動軸 25 が最上部に位置した場合の図であり、可動シャッタ 24 は、チャンバ 2 a の側壁に沿うようにヒンジ部 26 を中心に回転する。これにより、基板 W はターゲット 3 に対して露出され、スパッタ粒子が基板 W に到達するようになる。

[0025] (第 4 の実施形態)

可動ステージ 10 a (輸送装置) を使用する、本発明の第 4 の実施形態について説明する。図 4 A 及び図 4 B は可動ステージ 10 a を備えた成膜装置 1 c の概略図である。

可動ステージ 10 a は、真空チャンバ 2 b の底部に配置されており、第 1 の実施形態と同様に、基板 W を位置決め保持できる。可動ステージ 10 a は、図示しない動力手段によって水平方向に移動自在である。また、図 4 A に示すように、基板 W がターゲット 3 に対して露出しないような位置、および図 4 B に示すように、基板 W がターゲット 3 に対して露出するような位置に、可動ステージ 10 a を移動させることができる。

[0026] 次に、上記のような構成の成膜装置 1 c を使用した成膜について説明する。

まず、可動ステージ 10 a に基板 W をセットする。この際、基板 W は、ターゲット 3 に対して露出しないような位置に置かれている。そして、DC 電源よりターゲット 3 に所定の負の電位を印加 (電力投入) して真空チャンバ 2 内にプラズマ雰囲気を形成する。

[0027] プラズマ中のアルゴンイオンがスパッタ面 3 a に衝突してスパッタ面 3 a がスパッタリングされ、スパッタ面 3 a から基板 W に向かってスパッタ原子

やスパッタイオン（スパッタ粒子）が飛散する。この段階においては、基板Wはターゲット3に対して露出しない位置に配置されているため、スパッタ粒子は基板Wには到達しない。

スパッタリング初期段階が終了しプラズマが安定した段階で、可動ステージ10aを移動させる。可動ステージ10a上に保持された基板Wが真空チャンバ2bの平面視中心部まで移動すると、基板Wがターゲット3に対して露出される。これにより、スパッタ粒子は基板Wまで到達し、成膜が開始される。

[0028] 以上のように、スパッタリング初期段階において、基板Wをターゲット3に対して露出されないような位置に配置することによって、プラズマ不安定時のスパッタ粒子が基板Wに到達することがなくなる。このため、基板Wに形成された高アスペクト比の各微細ホール及びトレンチに対し、被覆性の良い成膜を行うことが可能となる。

[0029] （第5の実施形態）

連続ステージ10b（輸送装置）を使用する、本発明の第5の実施形態について説明する。本実施形態においても、第4の実施形態と同様にイグニッション時（スパッタリング初期段階）において、基板Wをターゲット3に対して露出されないような位置に配置する。本実施形態は、輸送装置に関し第4の実施形態の可動ステージ10aの代わりに連続ステージ10bを用いることを除いて、第1の実施形態と同様の構成を有している。図5は連続ステージ10bを備えた成膜装置1dの概略図である。

連続ステージ10bは、複数のステージを連結した構成となっており、真空チャンバ2cの底部に配置されている。連続ステージ10bは、ベルトコンベアのように真空チャンバ2c内を巡回移動自在である。連続ステージ10bを構成する個々のステージには、それぞれ基板Wが載置されている。ただし、先頭のステージには、ダミー基板Wdが載置されている。

[0030] 上記のような成膜装置1dを使用した成膜について説明する。

まず、連続ステージ10bの各ステージに基板Wをセットする。先頭のス

ページにはダミー基板Wdを載置する。DC電源よりターゲット3に所定の負の電位を印加（電力投入）して真空チャンバ2内にプラズマ雰囲気を形成する。

[0031] プラズマ中のアルゴンイオンがスパッタ面3aに衝突してスパッタ面3aがスパッタリングされ、スパッタ面3aから基板Wに向かってスパッタ原子やスパッタイオン（スパッタ粒子）が飛散する。この段階においては、ダミー基板Wdに対してスパッタ粒子が堆積されて成膜される。

スパッタリング初期段階が終了しプラズマが安定した段階で、連続ステージ10bを移動させることによって、基板Wに対して安定状態のプラズマよりスパッタ粒子が堆積されて成膜される。基板Wに対して成膜が完了すると、連続ステージ10bが移動する。スパッタリングは継続しているため、次の基板Wに対しては、最初から安定状態のプラズマによってスパッタリングされたスパッタ面3aから飛散したスパッタ粒子が入射する。

この成膜装置1dを用いて成膜を行うことによって、複数枚の基板Wに連続して成膜することが可能となる。

[0032] （第6の実施形態）

メッシュ電極（格子状の電極）を使用する、本発明の第6の実施形態について説明する。本実施形態では、イグニッション時のスパッタ粒子を遮断するにあたって、電磁場を形成することが可能な電極が用いられる。本実施形態は、第2の実施形態の分割シャッタ23の代わりにメッシュ電極30を用いることを除いて、第2の実施形態と同様の構成を有している。図6A及び図6Bはメッシュ電極30を備えた成膜装置1eの概略図である。

成膜装置1eはターゲット3と基板Wとの間に、メッシュ電極30を備えており、メッシュ電極30は、適切な方法で真空チャンバ2a内に固定されている。図6Bにメッシュ電極30の平面図を示す。メッシュ電極30は平面視円形の枠体31と導線32とから構成されており、枠体31内に格子状に導線32が固定されている。使用される導線32は、スパッタ粒子の通過を阻害しないように、細ければ細いほど好ましい。また、メッシュ電極30

は図示しない電源と接続されており、この電源より電圧を印加することによって、電磁場を形成することが可能である。

[0033] 上記構成の成膜装置 1 e は、イグニッション時に、メッシュ電極 30 によってメッシュ電極 30 の周囲に電磁場を形成することによって、イグニッション時の成膜時のスパッタ粒子及び荷電粒子を遮断することができる。

また、形態の成膜装置 1 e に使用されているメッシュ電極 30 は、特別な形状の真空チャンバを使用する必要がないため、既存の成膜装置への導入も容易である。

[0034] (第 7 の実施形態)

コイル（磁場発生手段）を使用する、本発明の第 7 の実施形態について説明する。図 7 は、第 1 コイル 40 および第 2 コイル 45 を備えた成膜装置 1 f の概略図である。ここで磁力線 M は、説明の便宜上、図 7 において矢印を用いて示されているが、磁場の方向を限定するものではない。N→S の方向でもよく、S→N の方向でもよい。

成膜装置 1 f には、真空チャンバ 2 a を取り囲むようにして周囲に第 1 コイル 40 および第 2 コイル 45 が設置されている。

第 1 コイル 40 および第 2 コイル 45 は、それぞれ上下方向に所定の間隔を存して真空チャンバ 2 の外側壁に設けたリング状のコイル支持体 41、46 を有し、このコイル支持体 41、46 には、ターゲット 3 及び基板 W の中心間を結ぶ垂直軸の周りで、それぞれ導線 42、47 が巻回されている。また、各コイル 40、45 は、各コイル 40、45 への通電を可能とする図示しない電源装置を備えている。

[0035] ここで、コイルの個数、導線 15 の径や巻数は、例えばターゲット 3 の寸法、ターゲット 3 と基板 W との間の距離、電源装置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。

[0036] 電源装置は、第 1 コイル 40 および第 2 コイル 45 における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。本実施形態においては、第 1 コイル 40 に下向きの垂直磁場が発

生するようにマイナスの電流値を印加した。一方、第2コイル45には上向きの垂直磁場が発生するようにプラスの電流値を印加した。このように第2コイル45の電流値を第1コイル40に対して反転させることで、図7に示すように、磁力線の向きは、基板Wに対して垂直とはならず、真空チャンバ2aの側壁に向かうようになる。

[0037] 上記成膜装置1fでは、イグニッション時に、第1コイル40にマイナスの電流を印加すると共に、第2コイル45にプラスの電流を印加し、基板Wとターゲット3との間に、スパッタ粒子の軌道を基板Wから逸らせるような磁場を形成することによって、イグニッション時のスパッタ粒子及び荷電粒子を遮断することができる（第1コイル40及び第2コイル45の印加電流の向きは逆でもよい）。

また、本実施形態の成膜装置1fに使用されているコイル40、45は、特別な形状の真空チャンバを必要としないため、既存の成膜装置への導入も容易である。

産業上の利用可能性

[0038] 本発明によれば、イグニッション時に堆積するスパッタ粒子の影響を受けずに、基板に形成された高アスペクト比の各微細ホール及びトレンチに対し、被覆性の良い成膜を行うことが可能な成膜装置を提供することができる。

符号の説明

[0039] C カソードユニット

W 基板（被処理体）

1 成膜装置

2 真空チャンバ

3 ターゲット

3a スパッタ面

4 磁場発生手段

4a ヨーク

4b, 4c 磁石

9 DC電源（スパッタ電源）

10 ステージ

10 a 可動ステージ

10 b 連続ステージ

11 ガス管

12 真空排気手段

12 a 排気管

20 回転軸

21 シャッタ

22 シールド

23 分割シャッタ

24 可動シャッタ

25 可動軸

26 ヒンジ部

30 メッシュ電極

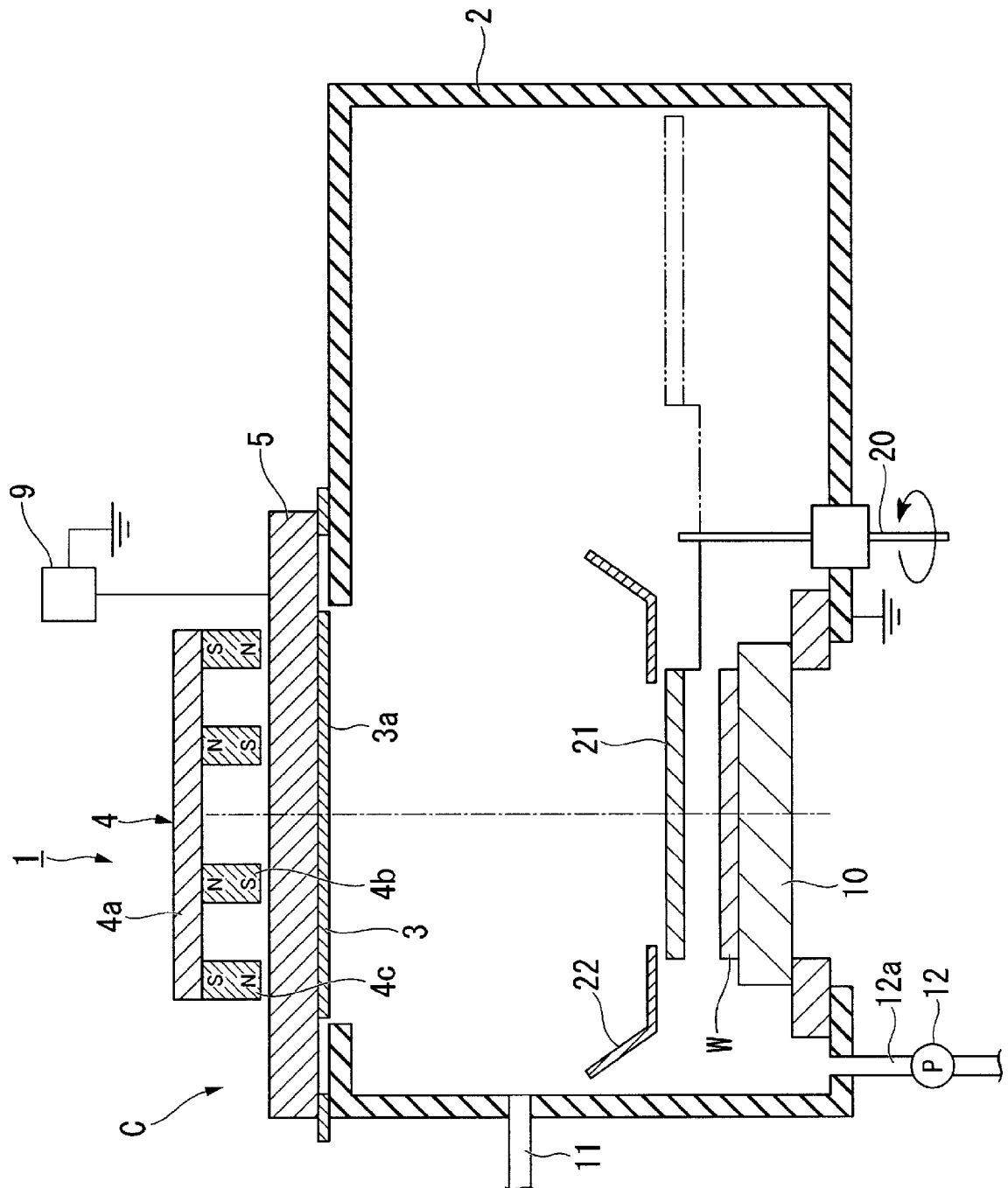
40 第1コイル

45 第2コイル

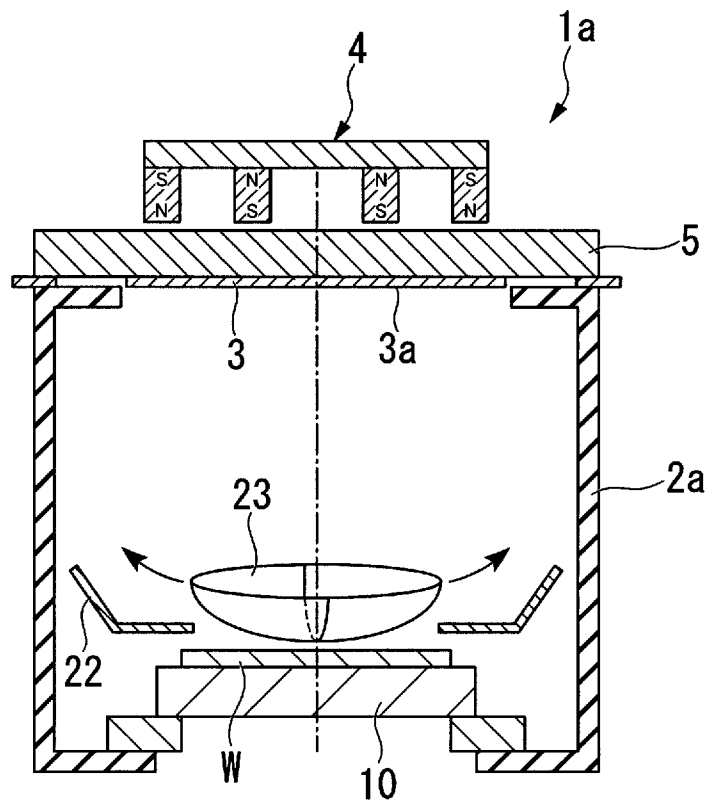
請求の範囲

- [請求項1] 被処理体の表面にスパッタ法を用いて被膜を形成する成膜装置であって、
- 互いに対向するように配置された前記被処理体と前記被膜の母材であるターゲットとを収納するチャンバと；
- 前記チャンバ内を減圧する排気手段と；
- 前記ターゲットのスパッタ面前方に磁場を発生させる磁場発生手段と；
- 前記ターゲットに負の直流電圧を印加する直流電源と；
- 前記チャンバ内にスパッタガスを導入するガス導入手段と；
- 前記ターゲットと前記被処理体との間に発生したプラズマが安定状態となるまで、前記被処理体へのスパッタ粒子の入射を防ぐ手段と；
- を備えたことを特徴とする成膜装置。
- [請求項2] 前記手段は、前記被処理体と前記ターゲットとの間に配置されたシャッタであることを特徴とする請求項1に記載の成膜装置。
- [請求項3] 前記手段は、前記被処理体を前記ターゲット下方において水平方向に移動させる輸送装置であることを特徴とする請求項1に記載の成膜装置。
- [請求項4] 前記手段は、前記被処理体と前記ターゲットとの間に電場を形成することが可能な格子状の電極であることを特徴とする請求項1に記載の成膜装置。
- [請求項5] 前記手段は、前記被処理体と前記ターゲットとの間に前記スパッタ粒子の軌道を前記被処理体から逸らせるような磁場を形成する、磁場発生手段であることを特徴とする請求項1に記載の成膜装置。

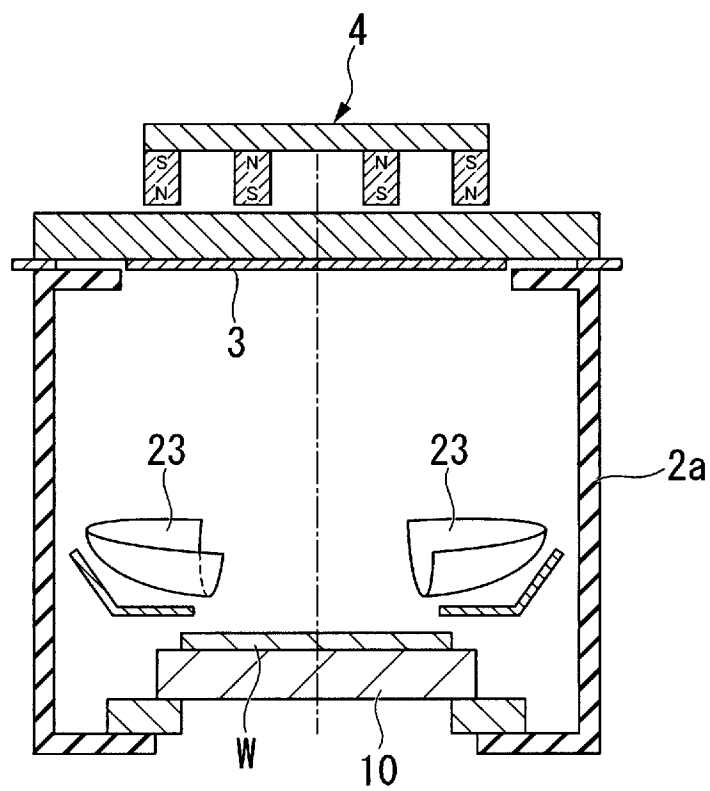
[図1]



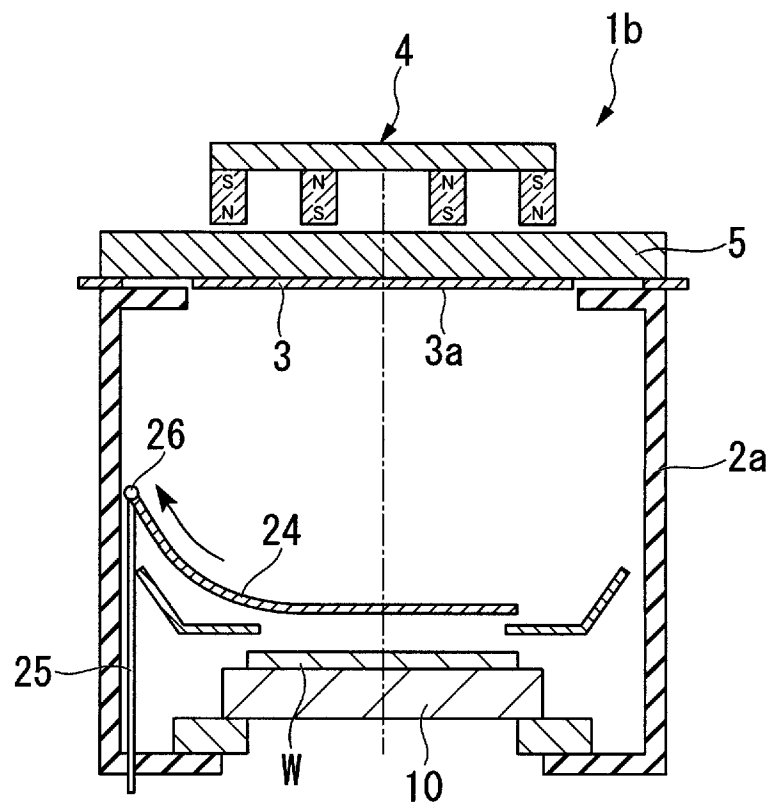
[図2A]



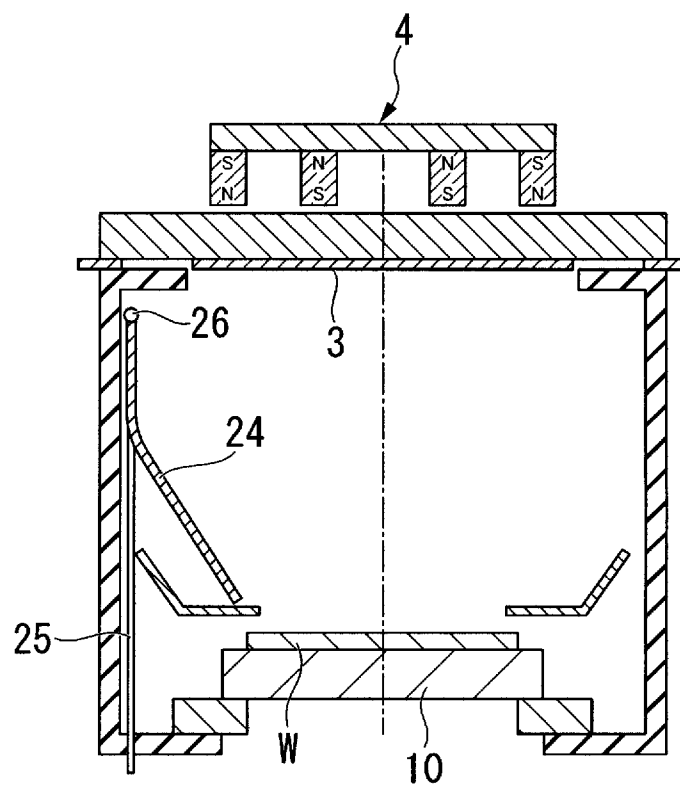
[図2B]



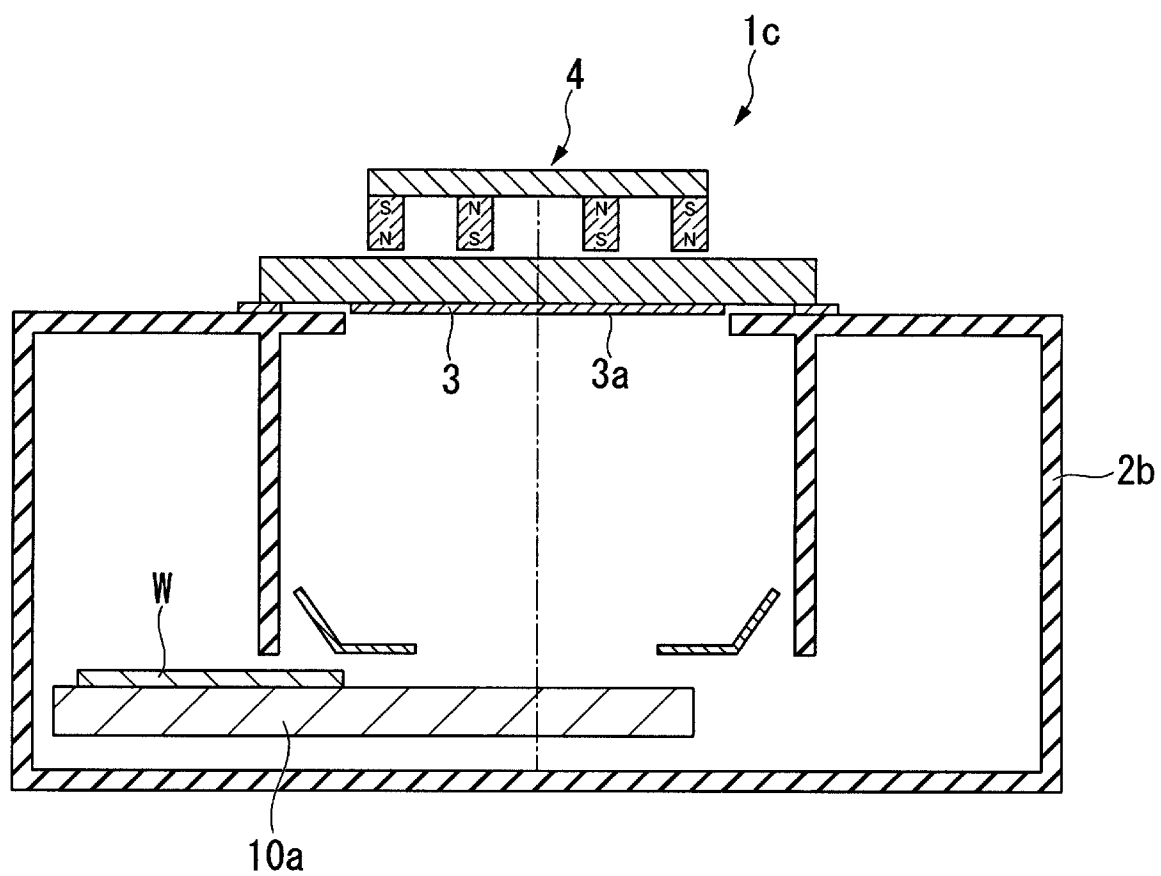
[図3A]



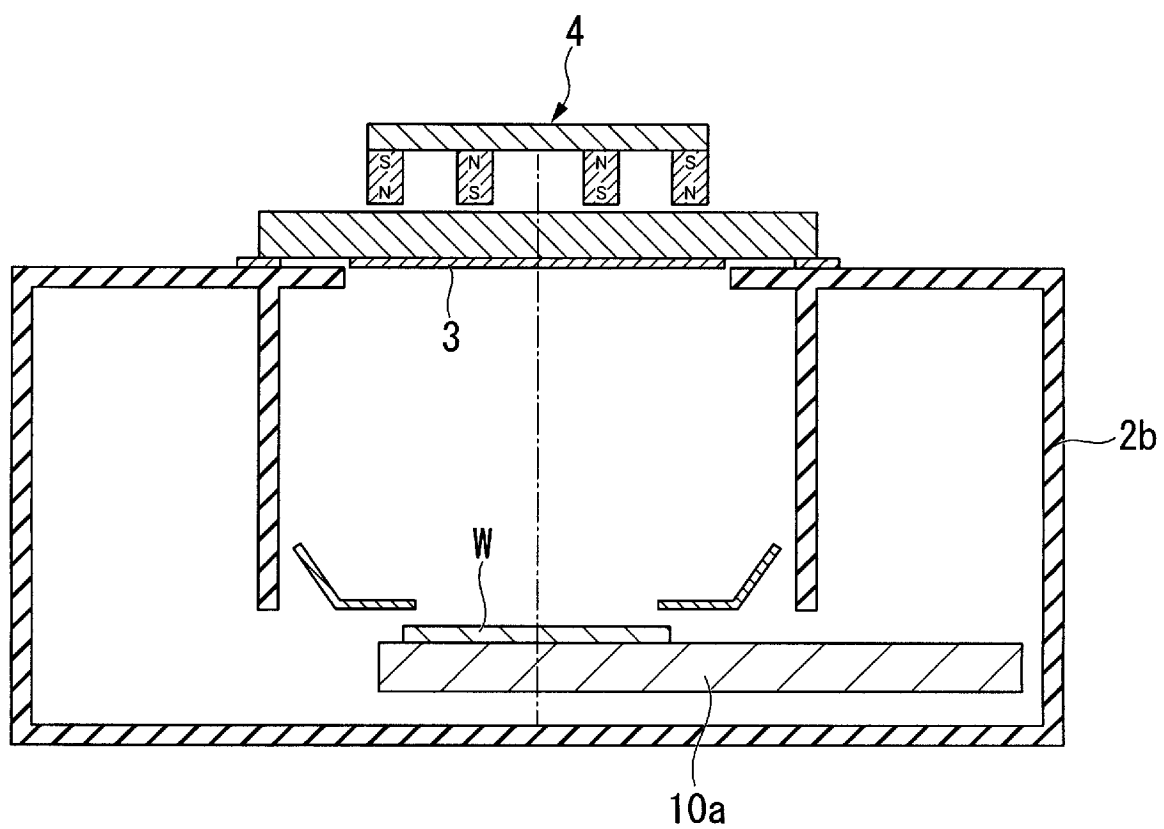
[図3B]



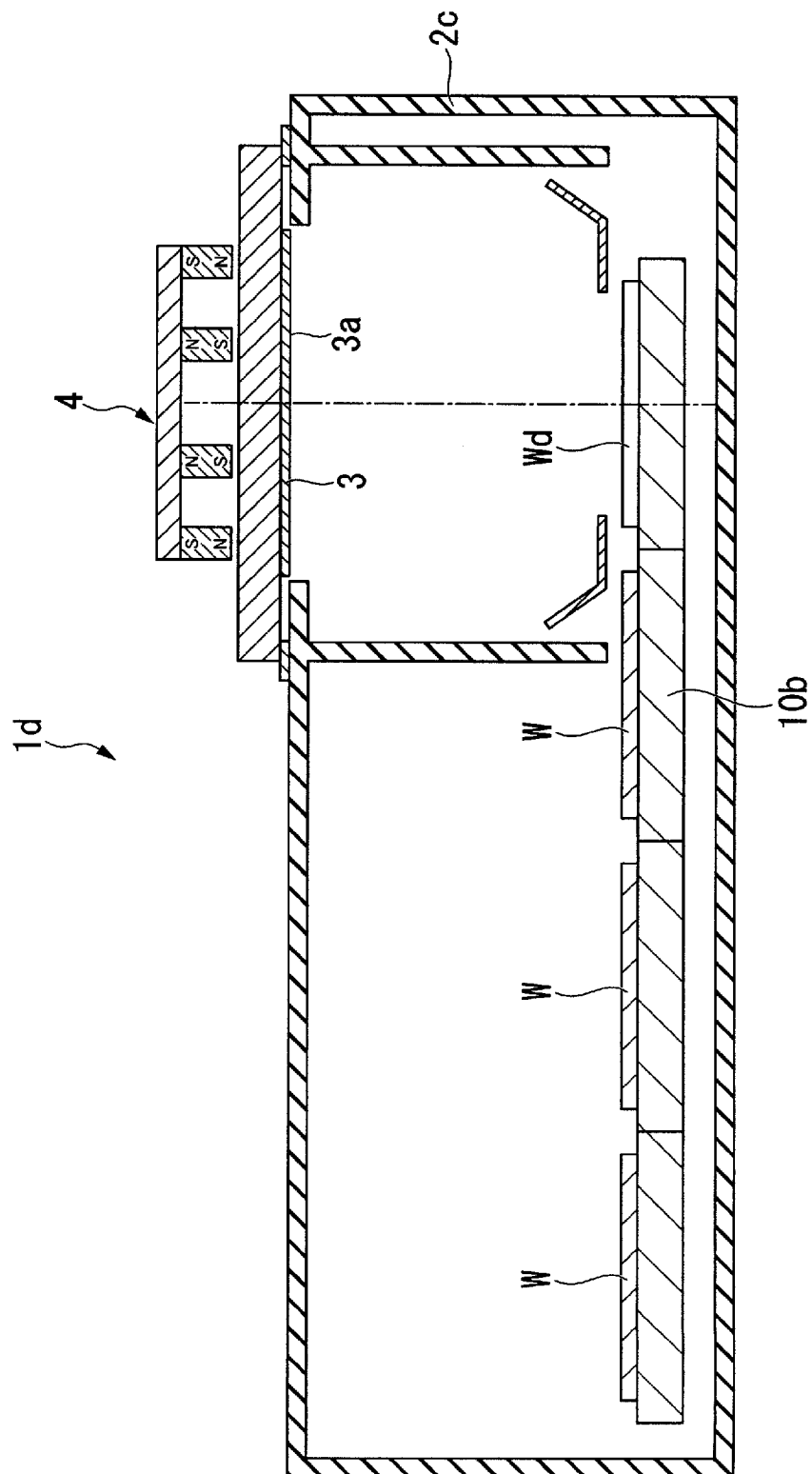
[図4A]



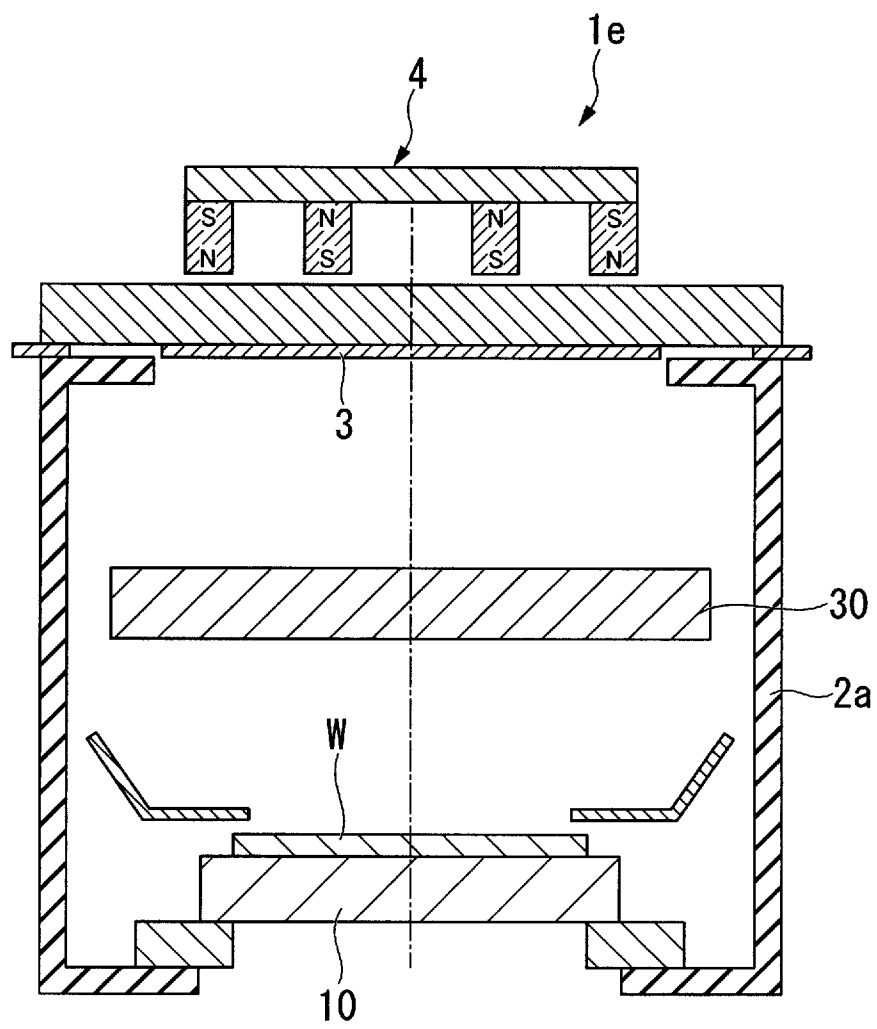
[図4B]



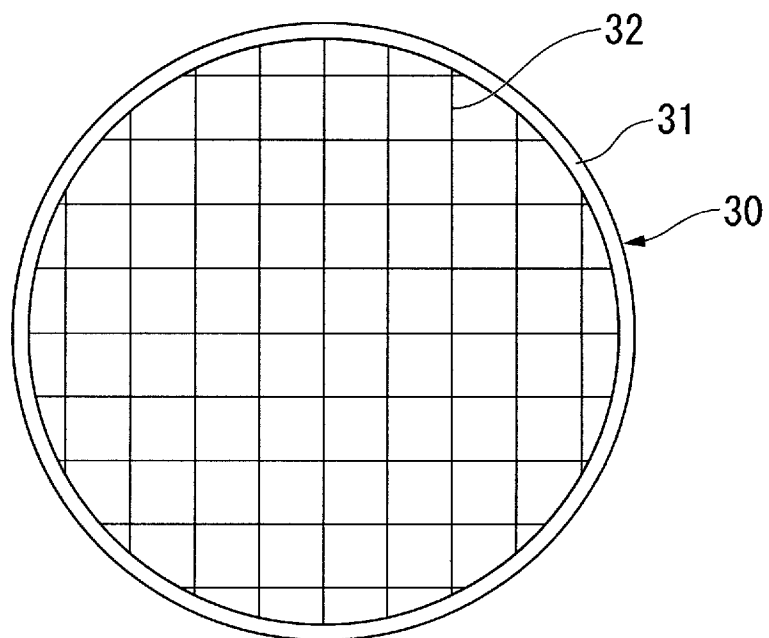
[図5]



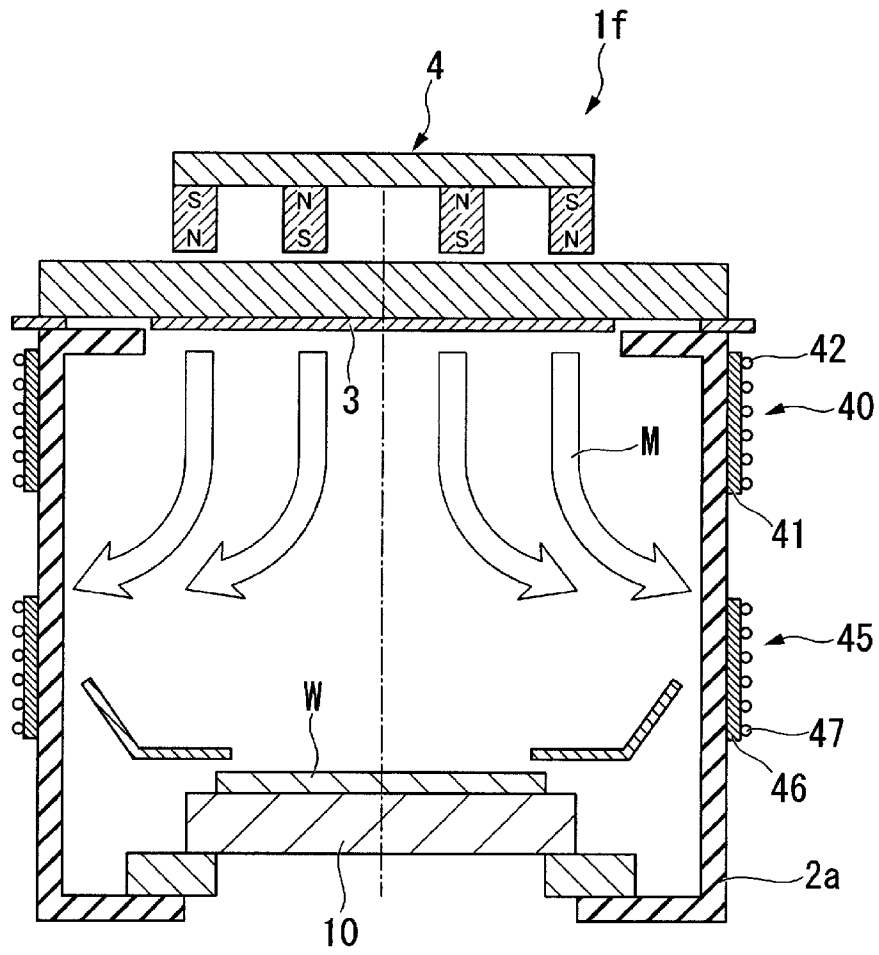
[図6A]



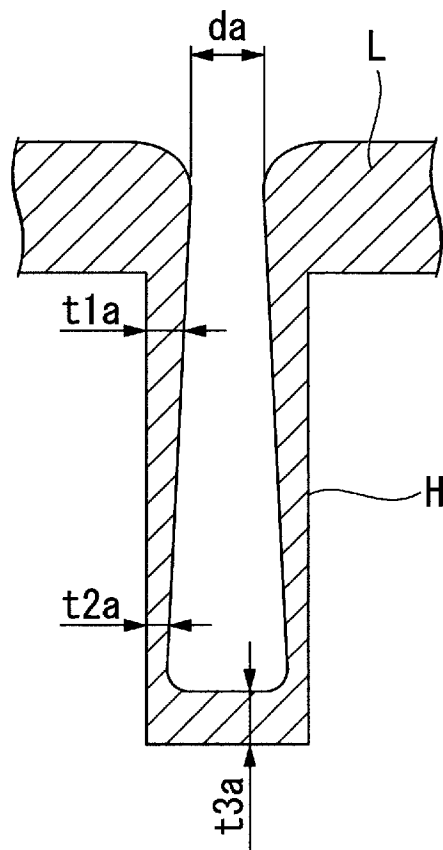
[図6B]



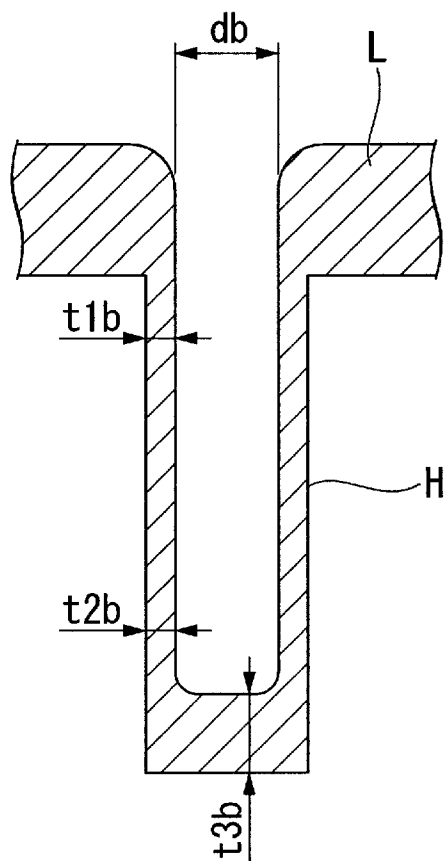
[図7]



[図8A]



[図8B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/061980

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C23C14/34 (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, 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	WO 2008/114718 A1 (Tohoku University), 25 September 2008 (25.09.2008), paragraphs [0012], [0050], [0051], [0063]; fig. 1 & US 2010/0101945 A	1, 3
Y	JP 2-310364 A (Hitachi, Ltd.), 26 December 1990 (26.12.1990), page 2, upper right column, line 11 to page 3, upper left column, line 3; fig. 1, 2 (Family: none)	1, 2, 4
Y	JP 2001-073131 A (ULVAC Japan Ltd.), 21 March 2001 (21.03.2001), paragraphs [0015] to [0026]; fig. 1 (Family: none)	1, 2, 4

☒ 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
07 September, 2010 (07.09.10)

Date of mailing of the international search report
21 September, 2010 (21.09.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/061980

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 10-158821 A (TDK Corp.), 16 June 1998 (16.06.1998), paragraph [0009] (Family: none)	4
A	JP 5-148632 A (Mitsubishi Electric Corp.), 15 June 1993 (15.06.1993), entire text (Family: none)	1-5
A	JP 58-170011 A (Fujitsu Ltd.), 06 October 1983 (06.10.1983), entire text (Family: none)	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/061980

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See extra sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/061980

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

Document 1 (WO 2008/114718 A1 (Tohoku University), 25 September 2008 (25.09.2008), paragraphs [0012], [0050], [0051] and [0063], fig. 1) discloses a film formation apparatus which comprises a means for preventing incidence of sputtering particles on an object to be processed until plasma generated between the target and the object to be processed becomes stable. Consequently, the invention of claim 1 cannot be considered novel over the invention disclosed in document 1, and thus does not have a special technical feature. The claims of this international application are therefore considered to contain the four inventions described below.

In this connection, the invention of claim 1, which does not have a special technical feature, is considered to fall under invention group 1.

(Invention 1) claims 1 and 2: a film formation apparatus wherein the means for preventing incidence of sputtering particles is a shutter

(Invention 2) claim 3: a film formation apparatus wherein the means for preventing incidence of sputtering particles is a conveying device for the object to be processed

(Invention 3) claim 4: a film formation apparatus wherein the means for preventing incidence of sputtering particles is a grid-like electrode

(Invention 4) claim 5: a film formation apparatus wherein the means for preventing incidence of sputtering particles is a magnetic field-generating means for turning the courses of sputtering particles away from the object to be processed

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, 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, 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	WO 2008/114718 A1 (国立大学法人東北大学) 2008.09.25, [0012]、[0050]、[0051]、[0063]、[図1] & US 2010/0101945 A	1,3
Y	JP 2-310364 A (株式会社日立製作所) 1990.12.26, 第2頁右上欄11行～第3頁左上欄3行、第1図、第2図（ファミリーなし）	1,2,4
Y	JP 2001-073131 A (日本真空技術株式会社) 2001.03.21, 【0015】—【0026】、【図1】（ファミリーなし）	1,2,4

☒ 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 7 . 0 9 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 9 . 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）

鮎沢 輝万

4 G

3 5 5 1

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

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 10-158821 A (ティーディーケイ株式会社) 1998.06.16, 【0009】 (ファミリーなし)	4
A	JP 5-148632 A (三菱電機株式会社) 1993.06.15, 全文 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 58-170011 A (富士通株式会社) 1983.10.06, 全文 (ファミリーなし)	1-5

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。
特別ページ参照。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

文献1(WO 2008/114718 A1 (国立大学法人東北大学) 2008.09.25, [0012]、[0050]、[0051]、[0063]、[図1])には、ターゲットと被処理体との間に発生したプラズマが安定状態となるまで、被処理体へのスパッタ粒子の入射を防ぐ手段を備えた成膜装置が記載されている。したがって、請求項1に係る発明は、文献1に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。よって、請求の範囲には、以下に示す4の発明が含まれる。

なお、特別な技術的特徴を有しない請求項1に係る発明は、発明1に区分する。

(発明1)請求項1及び2: スパッタ粒子の入射を防ぐ手段がシャッターである成膜装置。

(発明2)請求項3: スパッタ粒子の入射を防ぐ手段が被処理体の輸送装置である成膜装置。

(発明3)請求項4: スパッタ粒子の入射を防ぐ手段が格子状の電極である成膜装置。

(発明4)請求項5: スパッタ粒子の入射を防ぐ手段がスパッタ粒子の軌道を被処理体から逸らせる磁場発生手段である成膜装置。