

(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 2012/090475 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 14/34 (2006.01) H01L 21/285 (2006.01)
C23C 14/35 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/007275
- (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 2010-292111 2010 年 12 月 28 日(28.12.2010) 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): 渋谷 陽介(SHIBUYA, Yohsuke) [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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

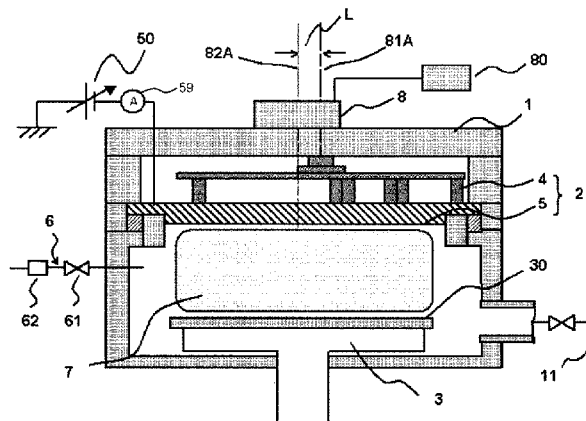
添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第 21 条(3))

(54) Title: SPUTTERING DEVICE

(54) 発明の名称: スパッタリング装置

[図1]



(57) Abstract: Provided is a means capable of cleaning necessary parts accurately and quickly by determining the surface condition of a target. The means is equipped with a magnet unit (4) capable of generating a magnetic field on the surface of the target (5), a rotating system (8) capable of changing the magnetic field formation pattern that corresponds to the position and the intensity of the magnetic field to be generated on the target surface by driving the magnetic unit, and an ammeter (59) for measuring a target current when a discharge voltage is applied to a target electrode, to which the target is attached, while the magnetic field is generated by the magnet unit. By measuring the target current at each position of the magnet unit while varying the position using the rotating system and by comparing the target current with a reference value, whether cleaning is required at each position or not is determined, so only the parts that require cleaning can be treated.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/090475 A1



本発明は、ターゲットの表面状態を判定して必要な部分のクリーニングを正確かつ迅速に実行可能な手段を提供する。ターゲット（５）の表面に磁場を形成可能な磁石ユニット（４）と、磁石ユニットを駆動し、ターゲット表面での磁場の形成位置及び強さに対応する磁場形成パターンを変更可能な回転系（８）と、磁石ユニットにより磁場を形成させ、ターゲットが取り付けられたターゲット電極に放電用電圧を印加したときのターゲット電流を計測する電流計（５９）とを備える。回転系により磁石ユニットの位置を様々に変化させ、各位置でターゲット電流を計測して基準値と比較することによって、各位置におけるクリーニングの要否を判定し、必要な部分にのみクリーニングを実施することができる。

明 細 書

発明の名称：スパッタリング装置

技術分野

[0001] 本発明は、磁石ユニットを備えたスパッタリング装置に関する。

背景技術

[0002] 磁石を利用したスパッタリング法、例えばマグネトロンスパッタリング法による薄膜形成は、高品質の膜が得られしかも高速成膜が可能であることから、様々な分野で実用化されている。半導体デバイスや電子部品の製造においても例外ではなく、これらデバイス等の特性を左右する重要な技術として位置づけられている。半導体デバイスや電子部品は近年その高性能化および高集積化（微細化）が急速に進み、薄膜の品質およびその形成条件などについてもより厳しい要求がなされ、例えば成膜時の半導体基板へ高品質（低抵抗）な薄膜を形成することが求められている。このようなスパッタリング装置の一例として、例えば特許文献1に示す装置が提案されている。

[0003] スパッタリング法による基板上への薄膜形成においては、定期的なメンテナンスなどによって真空容器が一時的に大気に曝されることがあり、この際にターゲット表面に酸化層などが生成される。また、長い積算成膜時間である連続成膜を行なうとターゲット表面のうちエロージョンの浅い領域（すなわちターゲット表面におけるターゲット材のスパッタリング速度の遅い領域）にターゲット材の再付着膜が付着することがある。この表面酸化層が十分に除去できない状態のまま薄膜を作製した場合、または、連続成膜を行なうことでターゲット表面に形成されるターゲット材の再付着膜が残留した状態で成膜した場合には、基板上に形成された薄膜の比抵抗が高く、良好な膜質の薄膜を形成することができず、デバイスの機能劣化および歩留まり低下を招くという問題が生じる。従って、高機能な薄膜の形成においては、スパッタクリーニングを適切に施すことによって、ターゲットの表面状態を整えることが重要である。

[0004] このようなスパッタクリーニングの例としては、特許文献2に示すような方法が挙げられている。特許文献2に示す例では、ターゲットクリーニングの際にはターゲット表面に形成される磁場を弱くすることで、表面全体が酸化した場合にもターゲット全面がクリーニングされることを目的とした技術が開示されている。

[0005] また、従来のスパッタクリーニング装置の一例を図17に基づいて説明する（特許文献3参照）。図17において、101は真空室、102は基板ホルダー、103は基板、104は電極、105はターゲット、106は高圧電源、107は電流計、108は電圧計、109はコントローラ、110は電源スイッチ、111はシャッタである。図17の装置において、本スパッタ（基板上への成膜）を行う場合には、スイッチ110をONすると、陰極であるターゲット105にプラズマ中のイオンが衝突し、ターゲット105の原子がたたき出される。このスパッタ原子が基板103に付着して膜を形成する。

[0006] 本スパッタの前にプリスパッタ（ターゲット表面のクリーニング）を行なう場合には、プリスパッタ用のダミー基板103を基板ホルダー102に取り付け（ステップS1）、1回目の放電（プリスパッタ1）を所定時間だけ行なう。次に、2回目の放電（プリスパッタ2）を行なう（ステップS3）。このプリスパッタ2は、プリスパッタ1に比べて高い電力で放電する。そして、2回目の放電を行いながら、ターゲット105とダミー基板103との間に流れる電流値または電圧値を所定時間間隔で測定し、これらの値をモニタリングする。次に、モニタリングした電流値または電圧値が安定したかどうか、具体的には、前回モニタリングした値と今回モニタリングした値とが同一であるか否かを判定する（ステップS5）。今回モニタリングした電流値または電圧値が、前回モニタリングした値と同一でない場合には、放電を続行し、同一になった場合には、放電を中止する。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特許第3 9 3 5 2 3 1号公報

特許文献2：特開昭6 2－4 7 4 7 6号公報

特許文献3：特開平1 1－1 5 2 5 6 4号公報

発明の概要

[0008] しかしながら、ターゲットが真空容器内へ設置された状態で、ターゲット上に形成されたターゲット材の再付着膜や表面酸化層などの不純物層が十分に除去できたかどうかを直接的に観察することは困難である。このため、試行錯誤的な要素を多く含むクリーニング工程に多くの時間と手間を要していた。そのため、装置の稼働率低下によってデバイス生産量が低下し、結果的にデバイスの製造コスト増加につながっていた。よって、ターゲット表面に生成される不純物層の除去を的確かつ効率よく行なうスパッタクリーニング手法の確立が望まれていた。

[0009] 例えば、上述の特許文献2に示すような方法では、ターゲット全面に形成された表面酸化物層は比較的除去できたとしても、不特定の場所に付着するターゲットの再付着物などを十分に除去することはできない。従って、部分的に付着した再付着物を除去するためには、全面を相当量スパッタクリーニングしなければならず、ターゲット材料の無駄が発生すると共に時間を要する。また、そもそも磁石を使用しない高圧下でスパッタを行った場合、スパッタされた粒子が容器内に拡散し、かえってパーティクルの発生要因となるという問題もある。

[0010] 特許文献3記載の方法では、ターゲットの消耗に伴って放電特性が変化するため、スパッタクリーニングによってターゲット表面の酸化層（不純物層）が除去されたのかターゲットが消耗されたのかどうか分からないという問題がある。即ち、特許文献3記載の方法では、マグネトロン放電によって、ターゲットがスパッタでエロージョンを引き起こす領域がドーナツ状となる、このため、ターゲット表面をプリスパッタする場合も、プリスパッタされる領域は、エロージョンを引き起こす領域と同じドーナツ状となる。従って、エロージョンを引き起こすドーナツ状の領域に対応するターゲット表面の

酸化層（不純物層）は、放電特性の変化によって除去できたかどうか判断できるかもしれない。しかし、エロージョンを引き起こさないドーナツ状以外の領域に対応するターゲット表面に、エロージョンを引き起こすドーナツ状の領域に対応すると同じ膜厚の酸化層（不純物層）が付着していた場合には、放電特性の変化によって、エロージョンを引き起こさないドーナツ状以外の領域に対応するターゲット表面の酸化層（不純物層）を除去できたかどうか判断できない。また、特許文献3では、除去放電電圧値・電流値はスパッタリングが起こっているターゲット上へ流入する電荷の挙動を示しているものなので、それ以外の領域、例えばスパッタが起こっていないターゲット表面の酸化膜（不純物層）が十分に除去されているかどうか分からないという問題がある。

[0011] 本発明は上述の問題点に鑑みてなされたものであり、スパッタが起こっていないターゲット表面も正確かつ迅速に必要な部分のクリーニングを実行可能な手段を提供することを目的とする。

[0012] 以上より、本発明の一実施形態にかかるスパッタリング装置よれば、ターゲットの表面に磁場を形成可能な磁石ユニットと、前記磁石ユニットを駆動し、ターゲット表面での磁場の形成位置及び強さを含む磁場形成パターンを変更可能な変更手段と、第1の磁場形成パターンの状態で、前記ターゲットが取り付けられたターゲット電極に放電用電圧を印加したときの、放電状態値を計測する放電状態計測手段と、前記変更手段により生成可能な各磁場形成パターンに対応して取得される放電状態の基準値を記憶する記憶手段と、前記放電状態計測手段により計測される前記第1の磁場形成パターンの放電状態値と、前記記憶手段に記憶されている前記第1の磁場形成パターンに対応する放電状態の基準値との比較に基づいて、ターゲット表面の状態を判定する判定手段と、前記判定手段による判定結果に基づいて、前記第1の磁場形成パターンとは異なる第2の磁場形成パターンを選択し、当該第2の磁場形成パターンが生成されるように前記変更手段を制御し、スパッタクリーニングを実行させる制御手段と、を備えることを特徴とする。

これにより、変更手段により変更される各磁場形成パターンに応じて、ターゲットの表面の状態を判定可能である。これにより、さらに、磁場形成パターンの磁石ユニットの位置の特定に応じ、これを除去可能な磁場形成状態の選択が可能である。更に、判定手段による判定結果に基づいて、判定手段による判定対象となった磁場形成パターンと相殺される磁場形成パターンを選択し、前記変更手段により、当該磁場形成パターンに前記磁石ユニットを変更してスパッタクリーニングを実行させる制御手段を備える。これにより、スパッタが起こっていないターゲット表面も迅速且つ確実なスパッタクリーニングが可能である。

[0013] 本発明によれば、大気に曝されることで形成される表面酸化層や連続成膜によって形成される再付着膜などの不純物層を除去するためのスパッタクリーニングに要する時間と手間が抑制される。従って、装置稼働率の低下によるデバイスの製造コスト増加の問題が解消できる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本実施形態のスパッタリング装置の概略構成を示す図である。

[図2]スパッタリング装置の機能ブロック図である。

[図3]図1の装置における回転系8の構成の詳細を示す正面断面概略図である。

[図4]図1及び図3に示された本実施形態のスパッタリング装置で使用された磁石ユニットの詳細を示す平面図である。

[図5A]本実施形態における磁石機構の自転及び公転の際における磁石機構上の一点aの軌跡を示した概略図である。

[図5B]本実施形態における磁石機構の自転及び公転の際における磁石機構上の一点aの軌跡を示した概略図である。

[図5C]本実施形態における磁石機構の自転及び公転の際における磁石機構上の一点aの軌跡を示した概略図である。

[図6A]本実施形態における磁石ユニットの自転及び公転の際における磁石ユニット上の一点Pの軌跡を示した概略図である。

[図6B]本実施形態における磁石ユニットの自転及び公転の際における磁石ユニット上の一点Pの軌跡を示した概略図である。

[図6C]本実施形態における磁石ユニットの自転及び公転の際における磁石ユニット上の一点Pの軌跡を示した概略図である。

[図7A]偏心角と偏心距離を説明する図である。

[図7B]偏心角と偏心距離を説明する図である。

[図8]放電状態値の時間推移を示すグラフである。

[図9]本実施形態のスパッタクリーニング工程を示すフローチャートである。

[図10]本実施形態における磁石ユニットの偏心距離と偏心角度とを変更させた場合のターゲットエロージョンの状態を示す図である。

[図11]本実施形態におけるスパッタクリーニングにおけるターゲット電極へ流入するイオン電流値の推移を示した図表である。

[図12]変形例のスパッタリング装置の概略構成図である。

[図13]変形例の磁石ユニットの平面図である。

[図14]本実施形態における偏心距離駆動機構の概略構成を示した図である。

[図15]本実施形態の偏心距離駆動機構を用いて偏心距離を変更させる場合を示す図である。

[図16A]本実施形態における磁石ユニットの自転軸および公転軸の距離を変更した場合の放電状態値の時間推移を示すグラフである。

[図16B]本実施形態における磁石ユニットの自転軸および公転軸の距離を変更した場合の放電状態値の時間推移を示すグラフである。

[図16C]本実施形態における磁石ユニットの自転軸および公転軸の距離を変更した場合の放電状態値の時間推移を示すグラフである。

[図17]従来（特許文献3）のスパッタリング装置の概略構造図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下に本発明の実施形態について説明する。

[スパッタリング装置の構成]

図1は本発明の実施形態に係わるスパッタリング装置の模式図である。ス

パッタリング装置は、真空容器 1 と、真空容器 1 内を減圧するための排気系 11 と、真空容器 1 内の所定位置に配置されたターゲット電極 2 と、を備える。また、ターゲット電極 2 に対向した所定位置に基板 30 を配置するための基板ホルダー 3 と、真空容器 1 内に放電用ガスを導入する放電用ガス導入系 6 と、を備えて構成されている。

[0016] 上記のように構成されたターゲット電極 2 をそのターゲット 5 の表面が薄膜形成対象である基板 30 に対向するようにして、その基板 30 とともに真空処理室内に設置し、スパッタガス導入後、ターゲット 5 へグロー放電用の高圧電源 50 により電力を供給することにより、ターゲット電極 2 に磁石ユニット 4 が形成する磁気回路内に閉じ込められたスパッタ用の高密度なプラズマ 7 が生成される。このプラズマ 7 中のイオンが、陰極シースで加速されターゲット 5 に衝突すると、ターゲット 5 からその構成原子がスパッタされ、その原子が基板 30 の表面へ付着して薄膜が形成される。

[0017] ターゲット電極 2 はマグネトロン放電を達成するための磁石ユニット 4 と、磁石ユニット 4 の前面側に設けられたターゲット 5 とから構成されている。磁石ユニット 4 は、後述する機構を備えた回転系 8 によって自転軸 81A の周りに自転するとともに、公転軸 82A の周りに公転するよう構成されている。回転系 8 は、磁石ユニット 4 を回転させることで、ターゲット 5 表面での磁場の形成位置及び強さを含む磁場形成パターンを変更することができる。

また、本実施形態のスパッタリング装置は、放電用ガスを導入する放電用ガス導入系 6 を備えている。放電用ガス導入系 6 はアルゴンなどのスパッタ率の高い通常の放電用ガスを導入するものである。この放電用ガス導入系 6 は、不図示のボンベに繋がる配管に設けられたバルブ 61 や流量調整器 62 によって構成されている。

[0018] また、本実施形態のスパッタリング装置は、図 2 に示すように、制御装置 300 を備えており、制御装置 300 は、高圧電源 50、電流計 59、放電用ガス導入系 6、排気系 11、回転系 8 の制御部 80 に接続されている。制

御装置 300 は、制御プログラムを格納する記憶部 320 と、制御プログラムに基づいて演算処理を行う演算処理部 310 と、を備え、所定の成膜動作、クリーニング要否の判定、クリーニング動作を実行させる。制御装置 300 は、例えば、パーソナルコンピュータ（PC）やマイクロコンピュータ等で構成できる。

[0019] 成膜動作は、例えば、次のようにして行われる。まず、真空容器 1 に設けられた不図示のゲートバルブを開いて基板 30 を真空容器 1 内に搬送し、基板ホルダー 3 上に載置する。真空容器 1 内は排気系 11 により例えば 10^{-6} Pa 以下まで排気されており、この状態でまず放電用ガス導入系 6 を動作させる。ターゲット 5 の材料は、例えば、タングステン（W）である。

[0020] 放電用ガス導入系 6 は例えばアルゴンを導入するように構成されており、アルゴンを例えば 100 sccm 程度の流量で真空容器 1 内に導入する。この状態で、ターゲット電極 2 を動作させる。すなわち、磁石ユニット 4 に設けられた回転系 8 を動作させるとともにターゲット 5 に設けられた高圧電源 50 を動作させ、磁石ユニット 4 に所定の回転を与えながらターゲット 5 に所定の負の直流電圧を印加してスパッタ放電を生じさせる。高圧電源 50 が与える負の直流電圧は、例えば、 -400 V 程度である。このようなスパッタ放電によってターゲット 5 がスパッタされ、基板 30 上に所定の薄膜が形成される。このようにして、薄膜の成膜を行ったあと、ターゲット電極 2 およびガス導入系の動作を停止させて、基板 30 を真空容器 1 から取り出す。

[0021] クリーニング動作は、ターゲット交換時や連続成膜の合間など、成膜動作を停止して行われる。クリーニング動作については、後述するが、本実施形態では磁石ユニット 4 は自転及び公転可能に取り付けられ、ターゲットの全面に渡って磁場を形成可能であるので、必要な箇所のクリーニングを実行できる。さらに、磁場の形成状態に応じて設定された放電基準値に基づいて、クリーニングが十分であるかの判断が可能であるので、迅速にクリーニングの終了を判定でき、ダウンタイムの低減が可能である。

[0022] [回転系の構成及び動作]

上記回転系 8 の構成を、図 3 を使用して詳しく説明する。図 3 は図 1 の装置における回転系 8 の構成の詳細を示す正面断面概略図である。回転系 8 は、図 3 に示すとおり、磁石機構 4 とその磁石機構 4 の中心軸である自転軸 8 1 A の周りに回転させる自転機構 8 1 と、磁石機構 4 をターゲット 5 の中心軸と同軸上の公転軸 8 2 A の周りに回転させる公転機構 8 2 と、自転機構 8 1 と公転機構 8 2 とを自転軸 8 1 A および公転軸 8 2 A とは異なる回転軸 8 3 A の周りに回転させる回転機構 8 3 とから主に構成されている。なお、ターゲット 5 の中心軸と同軸上の公転軸 8 2 A とは同軸でなくてもよい。

[0023] まず、自転機構 8 1 の構成について説明する。

自転機構 8 1 は、磁石機構 4 の背面に固定された保持棒 8 1 1 と、保持棒 8 1 1 の端部に固定された自転用第一ギア 8 1 2 と、自転用第一ギア 8 1 2 に噛み合う自転用第二ギア 8 1 3 と、自転用第二ギア 8 1 3 を回転させるモーターなどの自転用駆動源（自転速度変更機構） 8 1 4 とから主に構成されている。図 3 に示すように、保持棒 8 1 1 は自転軸 8 1 A と中心軸が一致するように磁石機構 4 の背面に固定されている。自転用駆動源 8 1 4 が駆動されると、自転用第二ギア 8 1 3 および自転用第一ギア 8 1 2 を介して保持棒 8 1 1 が回転し、これによって、磁石機構 4 が全体に自転することになる。

[0024] 次に公転機構 8 2 について説明する。

公転機構 8 2 は、保持棒 8 1 1 を挿通させるようにして設けた公転用ブッシング 8 2 1 と、公転用ブッシング 8 2 1 の端部に設けられた公転用第一ギア 8 2 2 と、公転用第一ギア 8 2 2 に噛み合う公転用第二ギア 8 2 3 と、公転用第二ギア 8 2 3 に連結された公転用駆動源（公転速度変更機構） 8 2 4 とから主に構成されている。

公転用ブッシング 8 2 1 は、保持棒 8 1 1 よりも若干大きな径の円柱状の内部空間を有し、この内部空間に保持棒 8 1 1 を挿通させている。また、図 3 に示すように公転用ブッシング 8 2 1 と保持棒 8 1 1 との間には、上下に二つのベアリング 8 2 0 が設けられている。公転用駆動源 8 2 4 が駆動されると、公転用第二ギア 8 2 3 および公転用第一ギア 8 2 2 を介して公転用ブ

ッシング 8 2 1 が回転し、これによって、保持棒 8 1 1、自転用駆動源 8 1 4 が全体に公転軸 8 2 A の周りに回転することになる。この結果、磁石機構 4 も公転軸 8 2 A の周りに回転するようになっている。

[0025] 次に、回転機構 8 3 の構成について説明する。

本発明の装置における回転機構 8 3 は、公転用ブッシング 8 2 1 を挿通させた回転用ブッシング 8 3 1 と、回転用ブッシング 8 3 1 の外側面に固定された回転用第一ギア 8 3 2 と、回転用ブッシング 8 3 1 の外側面に固定された回転用第一ギア 8 3 2 と、回転用ブッシング 8 3 2 に噛み合う回転用第二ギア 8 3 3 と、回転用第二ギア 8 3 3 に連結された回転用駆動源 8 3 4 から主に構成されている。

回転用ブッシング 8 3 1 は、公転用ブッシング 8 2 1 の外径よりも若干大きな径の円柱状の内部空間を有し、この内部空間に公転用ブッシング 8 2 1 を挿通させている。回転用ブッシング 8 3 1 と公転用ブッシング 8 2 1 との間には、図 3 に示すように上下に二つのベアリング 8 3 0 が設けられている。

また、図 3 に示す通り、この回転系 8 が設けられた部分の真空容器 1 の器壁には、上下に突出するようにして取り付け板 1 4 が設けられている。そして、回転用ブッシング 8 3 1 の周辺部分には、図 3 に示すように取り付け板 1 4 が設けられている。そして、回転用ブッシング 8 3 1 の周辺部分には、図 3 に示すように取り付け板 1 4 が内部に位置する凹部が周状に形成されている。この凹部も取り付け板 1 4 も、回転軸 8 3 A を中心とした円筒状の形状である。

[0026] 上記構造によって、回転用ブッシング 8 3 1 は、ベアリング 8 3 5 を介して回転可能に取り付け板 1 4 に保持された状態となっている。回転用駆動源 8 3 4 が駆動されると、回転用ギア 8 3 3 および回転用第一ギア 8 3 2 を介して回転用ブッシング 8 3 1 が回転し、この回転によって自転機構 8 1 と公転機構 8 2 とが一体に回転軸 8 3 A の周りに回転するようになっている。

この回転機構 8 3 による回転の回転軸 8 3 A は、公転軸 8 2 A とは異なる

位置に設定されており、公転軸 8 2 A および自転軸 8 1 A は回転軸 8 3 A の周りに回転していくことになる。この際、自転の回転速度および公転の回転速度を適宜設定することにより、自転軸 8 1 A と公転軸 8 2 A との位置関係が周期的に変化することになる。なお、回転に伴い、ターゲットの中心軸からの自転軸 8 1 A の偏心距離 L が変更されることになる。即ち、ターゲットの中心軸と公転軸 8 2 A とが同軸の場合は、偏心距離 L は公転軸 8 2 A から自転軸 8 1 A の距離となる。

[0027] なお、前述した各機構を有する回転系 8 は、制御部 8 0 を備えている。制御部 8 0 は、回転系 8 の各機構の動作を制御するコントローラやコントローラへの信号を入力する入力部、入力部に入力された命令に基づいて各機構が動作すべき状態を算出するコンピュータ等から主に構成されている。

次に、エロージョンの形成について、図 4、図 5 A ～図 5 C、図 6 A ～図 6 C を用いて詳しく説明する。図 4 は図 2 および図 3 に示された本実施形態のスパッタリング装置で使用された磁石機構の詳細を示す平面図、図 5 A ～図 5 C および図 6 A ～図 6 C は磁石機構の自転および公転の際における磁石機構上の一点の軌跡を示す概略図である。

[0028] まず、図 4 に示すように、本実施形態の装置における磁石機構 4 は、中心側に位置する中心磁石 4 1 と、中心磁石 4 1 を取り囲む周状の周辺磁石 4 2 と、中心磁石 4 1 と周辺磁石 4 2 とを前面に載せて繋いだヨーク 4 3 とから構成されている。

中心磁石 4 1 は、図 3 に示すように平面視が台形である柱状の部材である。また、周辺磁石 4 2 は左右が若干膨らんだほぼ方形の輪郭を有する周状の磁石である。そして、図 4 に示すように、例えば中心磁石の表面が S 極、周辺磁石 4 2 の表面が N 極になっており、周辺磁石 4 2 から中心磁石 4 1 にかけてアーチ状の磁力線が設定されるようになっている。なお、図 4 に 8 1 A で示す点は、磁石機構 4 の中心点であり、磁石機構 4 2 の自転軸である。また、8 2 A で示す点は、ターゲット 5 の中心点であり、磁石機構 4 2 の公転軸である。

[0029] ここで、磁石機構 4 2 上の任意の点、例えば図 4 において周辺部分に位置する点 a と自転軸 8 1 A の近傍の点 P について、それぞれ磁石機構 4 2 が自転および公転を行った際にどのような軌跡を描くのかについて検討してみる。この軌跡を描いたのが、図 5 A ～図 5 C および図 6 A ～図 6 C であり、図 5 A ～図 5 C が点 a の軌跡を示し、図 6 A ～図 6 C が点 P の軌跡を示している。

まず、図 5 A には、公転軸 8 2 A がターゲットの中心軸に一致した状態で固定され、自転軸 8 1 A と公転軸 8 2 A との偏心距離 L が一定の場合の点 a の軌跡を示している。また、図 5 B および図 5 C には、何らかの手段により公転軸 8 2 A をターゲットの中心軸に一致させた状態を保ちながら偏心距離 L を変化させた場合の点 a の軌跡を示している。図 5 A ～図 5 C において a 1, a 2, a 3 が点 a の軌跡を示し、L 1, L 2, L 3 が公転軸に対する自転軸の軌跡をそれぞれ示している。なお、図 5 A ～図 5 C における点 a の原点は、図示の都合上、図 4 の図示状態に対して 90 度反時計回りにずらした位置に設定されている。

[0030] 図 5 B 及び図 5 C に示す通り、偏心距離 L を変化させると点 a は偏心距離 L を変化させない場合とは異なったパターンで移動するようになり、従って、磁石機構 4 によって形成される磁場も異なったパターンで回転していくことになる。

[0031] さらに、図 6 A ～図 6 C には、各偏心距離 L における点 P の軌跡が示されている。まず、図 6 A には偏心距離 L を最大とし、この最大の値で変化させずに磁石機構 4 を自転および公転させた場合の点 P の軌跡 P 1 が示されている。また、図 6 B には、偏心距離 L を最大の偏心距離 L の $1/2$ にした場合の点 P の軌跡 P 2 が示されている。さらに、図 6 C には、偏心距離 L をゼロ、すなわち、自転軸 8 1 A をターゲットの中心軸 8 2 A に一致させ公転無しとした場合の点 P の軌跡 P 5 が示されている。

[0032] この図 6 A ～図 6 C の各図に示すように、偏心距離 L をいろいろと変化させ、その変化のパターンをさらに変化させることで、磁石機構 4 上の点 P は

種々の様々な異なった軌跡を取ることが分かる。このように、公転軸 8 2 A に対する自転軸 8 1 A の偏心距離 L を適宜変化させることにより、磁石機構 4 上の点 P は種々の様々なパターンで軌跡を描くことになり、したがって、磁石機構 4 による磁場も種々の異なったパターンで回転させることができることになる。

[0033] 図 5 A ～図 5 C および図 6 A ～図 6 C に示すものと異なるが、図 3 に示す実施形態において、自転用駆動源 8 1 4 の回転速度、公転用駆動源 8 2 4 の回転速度、さらには、回転用駆動源 8 3 4 の回転速度を適宜選定して与えることにより、任意のパターンが作成できる。したがって、必要なエロージョン形状との関係であらかじめ望ましい回転磁場の形状のパターンを算出しておき、そのようなパターンになるように各駆動源 8 1 4、8 2 4、8 3 4 に制御部 8 0 から制御信号を送るようにするのである。

[0034] このような制御により、たとえターゲット 5 上に表面酸化層などが形成された場合でも、それらに適した回転磁場のパターンがターゲット 5 上に形成され、ターゲット 5 上の不純物層をスパッタクリーニングすることができる。このため、自転機構と公転機構とを自転軸および公転軸とは異なる公転軸との回りに回転させる構成は、ターゲット 5 上の磁場のパターンを非常に自由に変更させることができ、最適なエロージョン形状の選定という点で優れた効果を有するのである。

[0035] 次に、公転軸 8 2 A と自転軸 8 1 A との偏心距離 L を変更するための偏心距離駆動機構 8 3 について、図 1 4、図 1 5 を用いて説明する。図 1 4 は、本実施形態における偏心距離駆動機構 8 3 の概略構成を、自転機構 8 1 および公転機構 8 2 と共に示した図である。図 1 4 は、図 3 を上面から見た状態を模式的に表しているが、理解を助けるため各ギアの構造を簡略化して示している。なお、図 1 4 における偏心距離駆動機構 8 3 は、図 3 の回転機構 8 3 の一変形例として実施できるため、共通の符号を用いている。自転用駆動源 8 1 4 は、自転用第一ギア 8 1 2 及び自転用第二ギア 8 1 3 を介して、自転軸 8 1 A を中心に保持棒 8 1 1 を回転させる。公転用駆動源 8 2 4 は、公

転用第一ギア 8 2 2 及び公転用第二ギア 8 2 3 を介して、公転軸 8 2 A を中心に公転用ブッシング 8 2 1 を回転させる。偏心用駆動源 8 3 4 は、偏心用第一ギア 8 3 2 及び偏心用第二ギア 8 3 3 を介して、偏心軸 8 3 A を中心に偏心用ブッシング 8 3 1 を回転させる。この形態においては、偏心軸 8 3 A は、自転軸 8 1 A と公転軸 8 2 A との midpoint に位置しているため、偏心軸 8 3 A を中心に自転軸 8 1 A と公転軸 8 2 A との少なくとも一方を回転させることによって、自転軸 8 1 A と公転軸 8 2 A との間の偏心距離 L を変化させることができる。その結果、磁石機構 4（マグネットユニット）を偏心（ターゲット中心位置と磁石機構 4 マグネットユニット中心位置とが離れた状態）させることができる。

[0036] 図 1 5 は、本実施形態の偏心距離駆動機構を用いて偏心距離を変更させる場合の磁石機構 4 の動きの変化を示す図である。図 1 5 において、偏心軸 8 3 A は自転軸 8 1 A と公転軸 8 2 A との midpoint に位置し、偏心軸 8 3 A と自転軸 8 1 A との間の距離および偏心軸 8 3 A と公転軸 8 2 A との間の距離は、いずれも 12.5 mm に設定している。この状態では、偏心距離 L は 25 mm である。M 1 は、偏心距離 25 mm の状態で磁石機構 4 を自転させた場合の、磁石機構 4 上のある一点の軌跡を表している。さらに、偏心軸 8 3 A を中心に自転軸 8 1 A を回転させることによって、自転軸 8 1 A と公転軸 8 2 A とを一致させることができる。自転軸 8 1 A と公転軸 8 2 A が一致した状態では、偏心距離は 0 mm となる。M 2 は、偏心距離 0 mm の状態で磁石機構 4 を自転させた場合の、磁石機構 4 上のある一点の軌跡を表している。

[0037] [クリーニング動作、及び、構成]

次に、本実施形態のターゲットのクリーニング動作について説明する。

図 9 はターゲットのクリーニング動作を示すフローチャートを示す。

本発明者は、図 8 に示すように、ターゲットが清浄化されている場合と、ターゲットに再付着物や酸化物が残っている状態では、放電状態値（図 8 の例では、ターゲット電流値）が異なる値で飽和することを見出した。

図 8 中、グラフの横軸はターゲット電極へ電力を印加してからの時間、縦

軸はターゲット電極へ流入するイオン電流値（ターゲット電流値ともいう）である。図8の（1）はターゲットの表面が清浄な状態で、ターゲット電極への電力印加後のイオン電流値の推移を計測したものである。ターゲット電極2への電力印加後、ある程度の時間をかけてイオン電流値が飽和する傾向を示している。電流値が飽和した期間を収束期間Xと呼ぶ。図8の（2）は図8の（1）の状態のターゲットを使用して大量に成膜処理を行い、大気に暴露した後にイオン電流値を計測したものである。図8の（2）においては、図8の（1）の場合と同様に、イオン電流値がある程度時間をかけて飽和する傾向を示すが、飽和したイオン電流値が図8の（1）の場合に比べて2%程度の低い値を示している。これは、ターゲットの表面の所定位置において、ターゲットの材料の再付着膜などが形成されることによって、ターゲットの表面へ流入するイオン電流が減少したためである。

[0038] さらに、上述の収束値の変化は、磁石ユニットによる磁場形成パターンが異なる場合には、異なることも判明した。つまり、ある磁場形成パターンで放電した場合は、ターゲット電流の収束値が清浄なターゲットをスパッタした場合と同様になるが、同じターゲットに対し異なる磁場形成パターンで放電した場合には清浄な場合の収束値と異なる場合がある。ここで、磁場形成パターンとは、磁石ユニットによってターゲット表面に形成される磁場の、位置および強度を含む状態を指す。したがって、磁場形成パターンは磁石ユニットを回転または平行移動させることで変化する。図16A～図16Cは、ターゲット表面状態によるターゲット電流値の変化が、磁石ユニット4のポジション(位置)によってどのように変化するかを示した図である。なお、図16Aは、磁石ユニット4の自転軸81Aと公転軸82Aとの偏心距離が0mm、偏心角度が0度の関係の場合を示し（マグネットポジションAと呼ぶ）、図16Bは、磁石ユニット4の自転軸81Aと公転軸82Aとの偏心距離が16mm、偏心角度が0度の関係の場合を示し（マグネットポジションBと呼ぶ）、図16Cは、磁石ユニット4の自転軸81Aと公転軸82Aとの偏心距離が10mm、偏心角度が180度の関係の場合を示す（マグネ

ットポジションCと呼ぶ)。

[0039] 図10は、様々に変化させた偏心距離及び偏心角度の状態でエロージョンシミュレーションターゲットを行うことによって予め取得した、エロージョンパターンを示す図である。図10に含まれる各図の横軸はターゲット中心からの距離、縦軸はターゲット表面のエロージョン深さ比率を示す。エロージョン深さ比率とは、ターゲット表面が最も削れる部分を1.0とし、ターゲット表面が全く削れない部分を0.0とする比率である。前記マグネットポジションAのターゲットエロージョンパターンは、図10の偏心距離0mm、偏心角度0度の図に対応し、前記マグネットポジションBのターゲットエロージョンパターンは、図10の偏心距離16mm、偏心角度0度の図に対応し、前記マグネットポジションCのターゲットエロージョンパターンは、図10の偏心距離10mm、偏心角度180度の図に対応する。

[0040] 本発明者は、図16A～図16Cに示すように、磁石ユニット4のマグネットポジション位置を変更した場合、ターゲットを使用し、ターゲットに再付着物や酸化物が残っている状態(図16A、B、Cの(2))のターゲット電流値が、正常範囲R内(プリスパッタが不要な範囲)にある場合と、正常範囲R外(プリスパッタが必要な範囲)にある場合とがあることを見出した。即ち、図16A、BのマグネットポジションA、Bの場合、使用後のターゲット(図16A、Bの(2))は正常範囲R内にあるので、ターゲットクリーニングは不要である。しかし、図16CのマグネットポジションCの場合、使用後のターゲット(図16Cの(2))は正常範囲R外にあるので、ターゲットクリーニングは必要である。なお、新品(未使用)のターゲットを用いて表面が清浄な状態(図16A、B、Cの(1))でターゲット電流値の測定を行うと、いずれも正常範囲R内である。ここで、正常範囲R内とは、ターゲットを未使用な状態のターゲット電流値(放電基準値)から±2%程度の範囲内をいう。ターゲットを未使用な状態のターゲット電流値から±2%程度以内を正常範囲R内としたのは、この範囲を超えてしまうと、ウエハに成膜される膜厚分布の悪化、比抵抗分布の悪化、ターゲット表面か

らの発塵などデバイス特性に悪影響を与える様々な問題が引き起こすことが懸念されるためである。

[0041] 特許文献3は、磁石ユニット4の自転軸および公転軸の距離を変更した場合、即ち、磁石ユニット4のマグネットポジションを変更した場合を考慮していない。従って、特許文献3に示すように、ターゲットと基板との間に流れる電流値及び電圧値の少なくとも一方をモニタリングしただけでは、プリスパッタが必要かどうかを判断することはできない。

[0042] (第1事前準備)

処理が開始されると(図9のステップS101)、エロージョンシミュレーションにより、図16A~図16Cに示すマグネットポジションAからマグネットポジションCと図10に示すターゲットエロージョン分布がどのように対応しているのか、つまり調査を行うマグネットポジションの各々が、図10で示す予めエロージョンシミュレーションにより取得されているエロージョンパターンのいずれにあたるのかを確認し、記録手段に記憶しておく(図9のステップS102)。

(第2事前準備)

次に、新品の清浄なターゲット表面で図16に示す各マグネットポジションのターゲット電流値を測定する。新品ターゲットは清浄であるため、このときの電流値をターゲット表面がきれいかどうか、つまりクリーニングが必要か否かの判断基準とする(図9のステップS103)。

[0043] (クリーニング工程1からクリーニング工程2)

次に、ターゲット5をある程度使用した状態(ターゲット5の表面に不純物層が形成されている状態)で、マグネットポジションをA, B, Cと変化させながら、各マグネットポジションのターゲット電流値を測定し、クリーニングが必要な箇所を調べる(ステップS104、ステップS105)。即ち、ターゲットを使用するにつれてターゲット表面の場所によってターゲット電流値の高い領域と低い領域が存在する。これはターゲット表面の場所によっては、ノジュール(再付着膜)が堆積されることがあり、その影響でタ

ターゲット電流値が低下するからである。ここで調査するマグネットポジションは何パターンあっても良いが、本実施形態では、マグネットポジションA、B、Cの3パターンで行った。図16A、Bに示すマグネットポジションA、Bの場合、使用後のターゲット電流値は、正常範囲内なので、ターゲットクリーニングは不要である(ステップS107)。

[0044] (クリーニング工程3)

図16Cに示すマグネットポジションCの場合、使用後のターゲット電流値は、正常範囲内外なので、ターゲットクリーニングが必要と判断し、クリーニング工程3を実施する(図9のステップS106)。図16Cに示すマグネットポジションCでスパッタプロセスを行った場合のターゲットエロージョンパターンは、図10の偏心距離8mm、偏心角度180度の図に示すとおりである。図16Cに示すマグネットポジションCの場合、特にエロージョン深さ比率が0.3以下の部分にノジュール(再付着膜)が堆積しやすいことを発明者は見出した。そのため、エロージョン深さ比率が0.3以下の部分の部分、エロージョン深さ比率が0.3以上の部分に比べて多くクリーニングして、削る必要がある。そのため、クリーニング工程3を行う場合には、マグネットポジションCの場合のターゲットエロージョンパターンと相殺されるようなエロージョンパターンを選び、このエロージョンパターンに対応するマグネットポジションに変更する。マグネットポジションCの場合のターゲットエロージョンパターンと相殺されるようなエロージョンパターンは、図10の偏心距離16mm、偏心角度0度の図の場合(つまり、マグネットポジションBの状態)である。よって、マグネットポジションBに変更してクリーニング工程3を実施する。図16Cの(4)は、マグネットポジションCのエロージョンパターンを相殺するマグネットポジションBに変更してクリーニング工程3を実施した場合のターゲット電流値を示しており、正常範囲R内に戻っていることがわかる。それに対して、図16Cの(3)は、マグネットポジションCのエロージョンパターンを相殺しないマグネットポジションAに変更してクリーニング工程3を実施した場合のター

ゲット電流値を示しており、正常範囲R内に戻っていないことがわかる。

[0045] クリーニング工程3では、上記の通り磁石ユニット4の駆動条件を予め定めておき、制御装置300が回転系8の制御部80に当該駆動条件での駆動信号を出力し、これに基づいて回転系8を駆動することで、所定の磁場形成パターンを実現する。クリーニング工程3では、駆動条件として上述の偏心距離L及び偏心角度を用いる。図7A及び図7Bに示すように、偏心角度が0°以外の値に設定されている場合は、磁石ユニット4を所定の姿勢を保った状態で公転させる。これは公転を1周する間に自転を1周させる（つまり、公転周期と自転周期を一致させる）ことで可能である。図7Aは偏心距離がL、偏心角度が180度の場合の磁石ユニット4の状態を示す。また、図7Bは偏心角度が90度の場合の磁石ユニット4の状態を示す。

[0046] 上記のとおりクリーニング工程1では、放電状態値としてターゲット電極2に流れる電流値を図1に示すような電流計59にて取得するが、放電状態値としては、ターゲット電極2に流れる電流のほか、ターゲット電位の直流成分やピークツーピークの値であってもよい。

また、クリーニング工程2では、基準値と実測値との差が2%以上の場合にクリーニングが必要であると判断する。この基準値はターゲット材などによって最適値を設定することが望ましい。

[0047] 図9に戻り、ステップS105では、クリーニング工程3が終了したか判定する。例えば、1回のクリーニング工程2で清浄化されていないと判定された場合（ステップS105）、駆動条件の異なる第2回目のクリーニング工程3が実行される（ステップS106）。ステップS106における第2回目のクリーニング工程3の駆動条件の決定方法は特に限定されない。例えば、第1回目のクリーニング工程3を図16Bに示すマグネットポジションBで行った場合には、第2回目のクリーニング工程3は、マグネットポジションBの場合のターゲットエロージョンパターンと相殺されるようなエロージョンパターンが得られる偏心距離、偏心角度にマグネットポジションを変更して行う。

[0048] 以後、ターゲットの清浄化が不十分と判定される領域がなくなるまで、当該不十分な領域についてのみ上記クリーニング工程2とクリーニング工程3を繰り返す（ステップS105、ステップS106）。なお、2回目以降のクリーニング工程2は、既に1回目のクリーニング工程3を行っているので、印加電力を小さくし、清浄化が十分であるか不十分であるかを検出する効果を主目的とした放電を行うようにしてもよい。この場合は、放電基準値をスパッタクリーニング時と清浄化検出時で分けて設けてもよい。

図11の(1)は清浄なターゲットの処理時間とターゲット電流値の推移、図11の(2)はチャンバメンテナンス後（大気暴露）の処理時間とターゲット電流値の推移を示す。

図11の(3)は、図11の(2)で示したターゲット5に前述のターゲット5上の不純物層が効率よくスパッタクリーニングされる磁石ユニット4の駆動条件の組み合わせでスパッタクリーニングを施したあとのイオン電流値の推移である。図11の(1)および(2)と同様に、ある程度の時間をかけてイオン電流値が飽和する傾向を示すが、飽和したイオン電流値が図11の(1)と同等の値を示している。これは、ターゲット5の表面に形成された再付着膜などが除去されることによってターゲット電極2へ流入するイオン電流値が増加したためである。すなわち、ターゲット5の表面の所定位置に不純物層が形成された状態からスパッタクリーニングによってターゲット5上の不純物層が効率よくスパッタクリーニングされたことを示している。

なお、上記実施形態のように、クリーニング工程2とクリーニング工程3を分けず、全てのクリーニング工程で清浄であるかの判定を行うようにしてもよい。また、クリーニング工程2とクリーニング工程3を駆動条件ごとに交互に行うようにしてもよい。

[0049] [変形例]

また、磁石配置によってエロージョンパターンが変更できるものであれば、上述の偏心機構を有する駆動機構に限定されず、図12に示すようにター

ゲット5と磁石ユニット71の距離を変更することにより磁場形成パターンを変更するものであってもよい。図12に示すスパッタリング装置では、磁石ユニット71が駆動装置72により上下移動及び回転駆動可能に構成されている。磁石ユニット71をターゲット5に近づけたり、遠ざけたりし、夫々の場合においてスパッタクリーニングを行い、その放電状態値を放電基準値と比較することで、ターゲットが清浄か判定可能である。

なお、図13は磁石ユニット72の平面図（ターゲット側から見た図）であり、マグネット取付板71aの板面に交差する方向に磁化されたマグネットピース71bが隣接するものが異極性となるように格子状に配置されている。

請求の範囲

[請求項1]

ターゲットの表面に磁場を形成可能な磁石ユニットと、
前記磁石ユニットを駆動し、ターゲット表面での磁場の形成位置及び強さを含む磁場形成パターンを変更可能な変更手段と、
前記ターゲットが取り付けられたターゲット電極に放電用電圧を印加したときの、放電状態値を計測する放電状態計測手段と、
前記変更手段により生成可能な各磁場形成パターンに対応して取得される放電状態の基準値を記憶する記憶手段と、
第1の磁場形成パターンにおいて前記放電状態計測手段により計測される放電状態値と、前記記憶手段に記憶されている当該第1の磁場形成パターンに対応する放電状態の基準値との比較に基づいて、ターゲット表面の状態を判定する判定手段と、
前記判定手段による判定結果に基づいて、前記第1の磁場形成パターンとは異なる第2の磁場形成パターンを選択し、当該第2の磁場形成パターンが生成されるように前記変更手段を制御し、スパッタクリーニングを実行させる制御手段と、
を備えることを特徴とするスパッタリング装置。

[請求項2]

前記第2の磁場形成パターンにおいてターゲット表面が削られるエロージョンパターンが、前記第1の磁場形成パターンにおいてターゲット表面が削られるエロージョンパターンを相殺するように、前記第2の磁場形成パターンが選択されることを特徴とする請求項1に記載のスパッタリング装置。

[請求項3]

前記制御手段は、前記判定手段による判定結果に基づいてスパッタクリーニングを実行させるときよりも、前記放電状態計測手段により放電状態値を計測するときの放電用電力を小さく設定するものであることを特徴とする請求項1に記載のスパッタリング装置。

[請求項4]

前記変更手段は、放電時に前記磁石ユニットを前記ターゲットの中心軸の周りに公転させ、前記ターゲットに沿って移動する磁場を形成

するものであると共に、前記公転半径を変更することで、前記磁場形成パターンを変更するものであることを特徴とする請求項 1 に記載のスパッタリング装置。

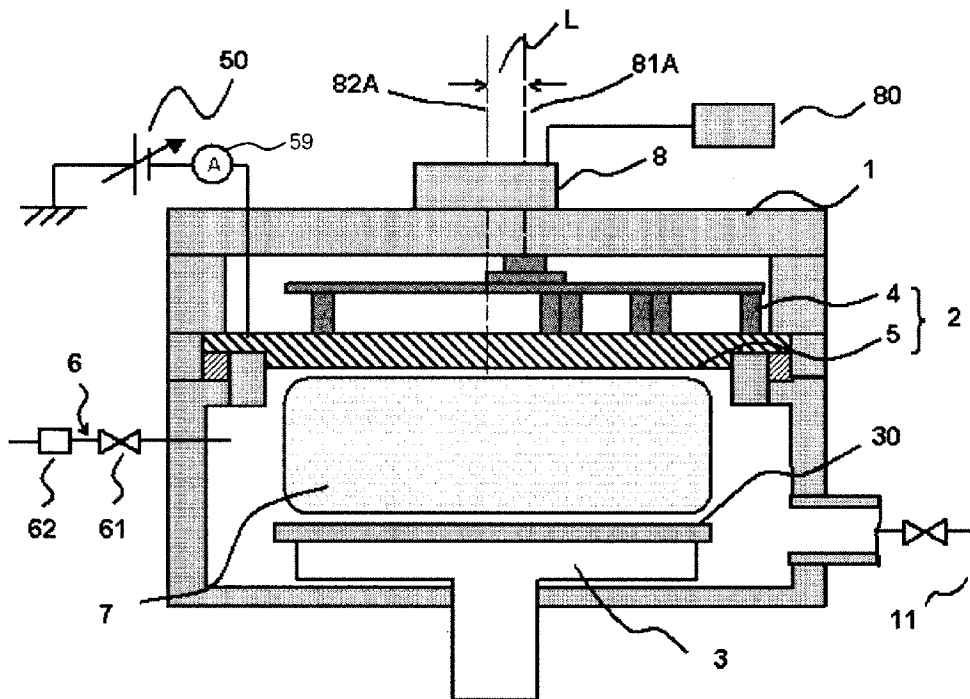
[請求項5] 前記変更手段は、磁石ユニットとターゲットとの間隔を変更することで、前記磁場形成パターンを変更するものであることを特徴とする請求項 1 に記載のスパッタリング装置。

[請求項6] 前記放電状態計測手段は、前記ターゲットを流れる電流を前記放電状態値として計測するものであることを特徴とする請求項 1 に記載のスパッタリング装置。

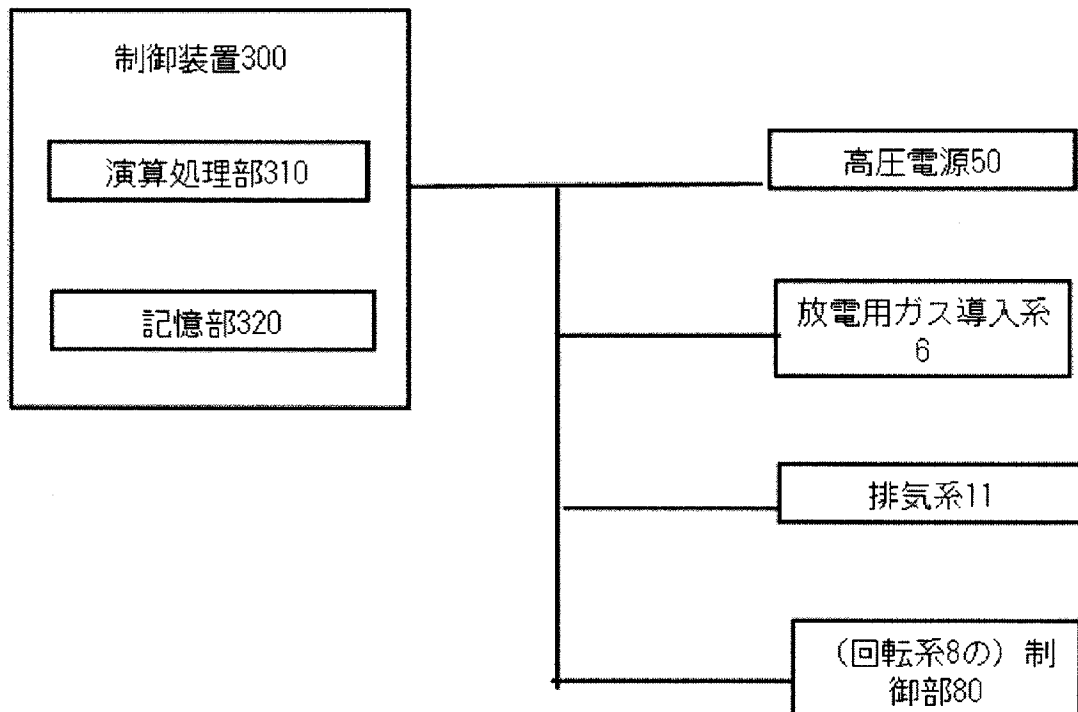
[請求項7] 前記記憶手段により記憶されている放電状態の基準値は、未使用のターゲットを用いて前記放電状態計測手段により計測される放電状態値であることを特徴とする請求項 1 に記載のスパッタリング装置。

[請求項8] 前記判定手段は、前記放電状態値が前記放電状態の基準値から所定の範囲を超えている場合に、前記ターゲットに対するスパッタクリーニングが必要であると判定することを特徴とする請求項 1 に記載のスパッタリング装置。

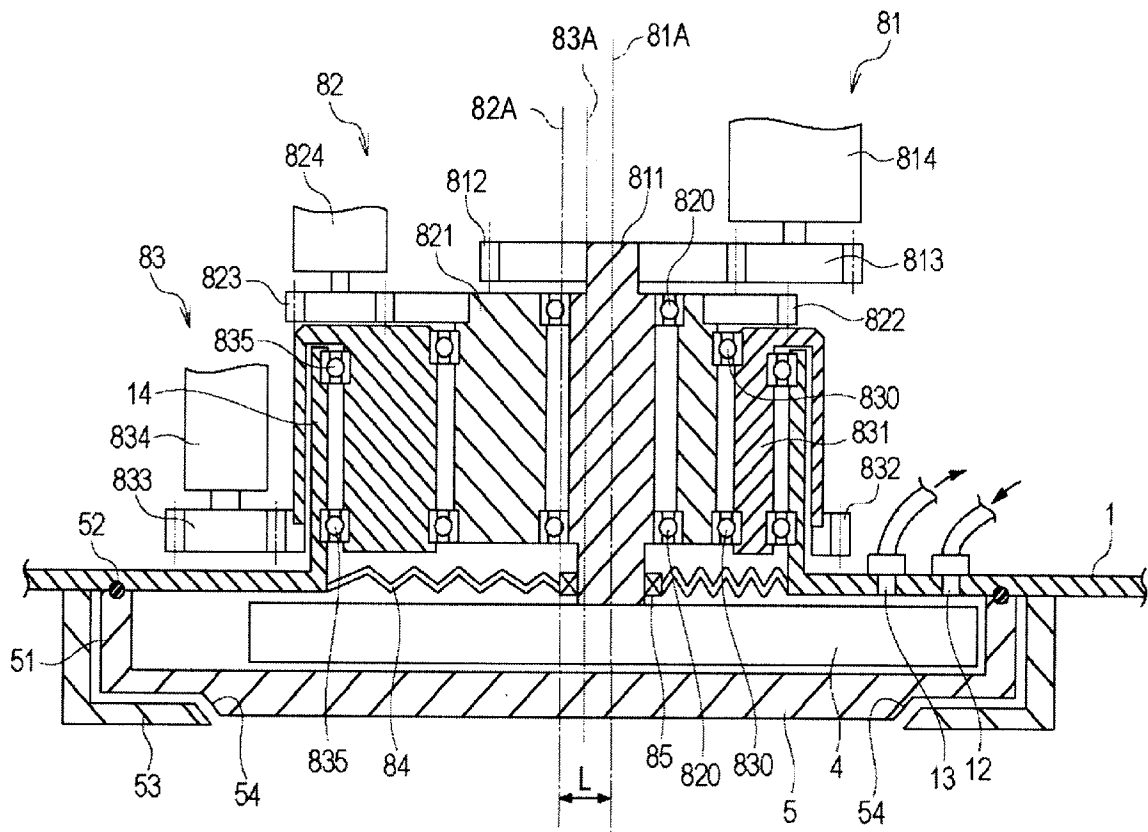
[図1]



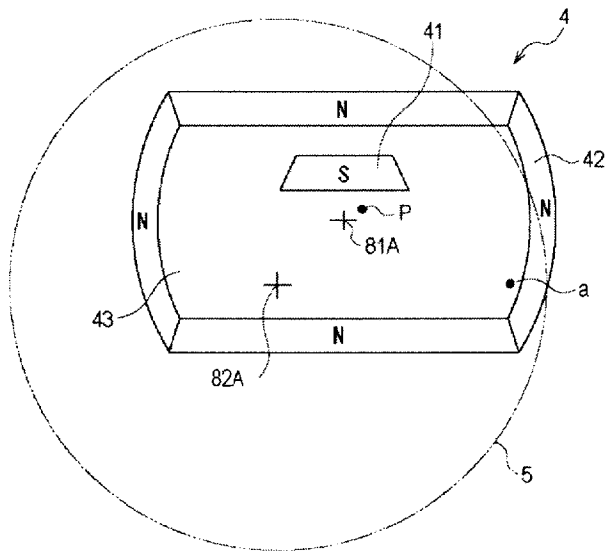
[図2]



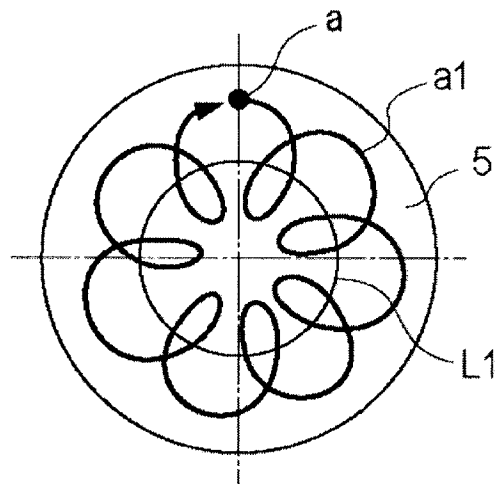
[図3]



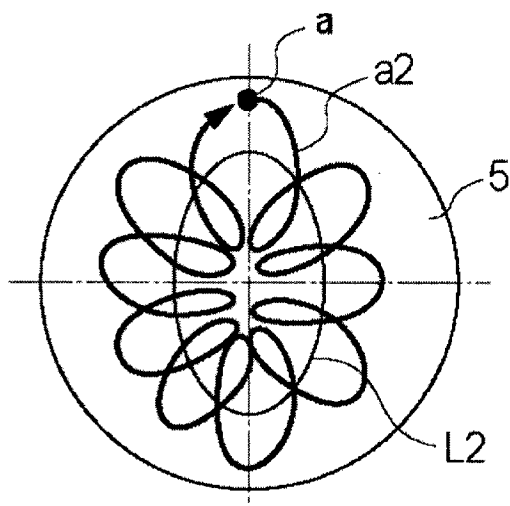
[図4]



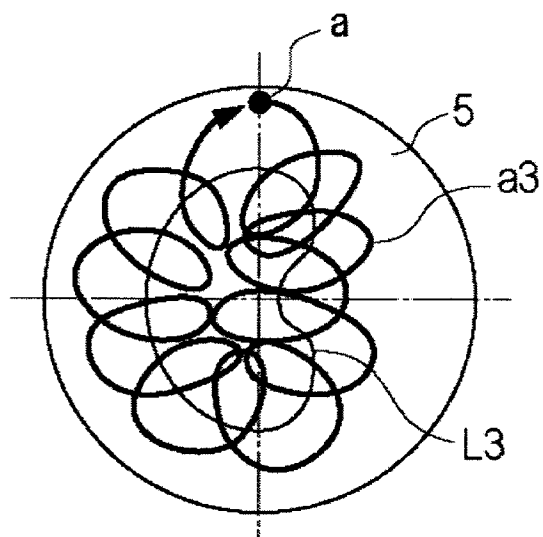
[図5A]



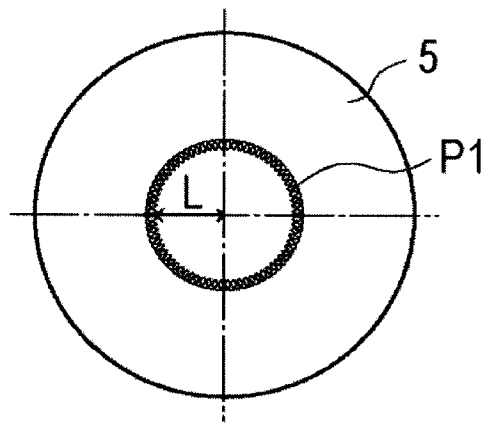
[図5B]



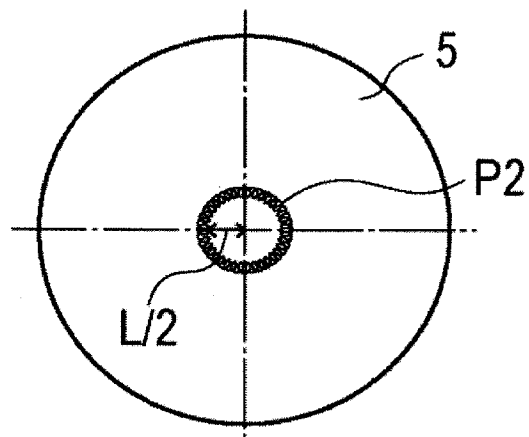
[図5C]



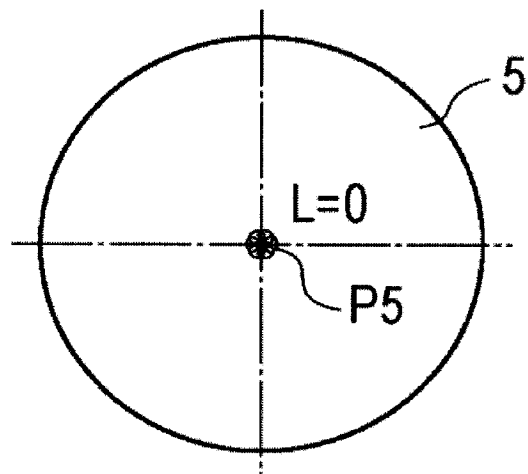
[図6A]



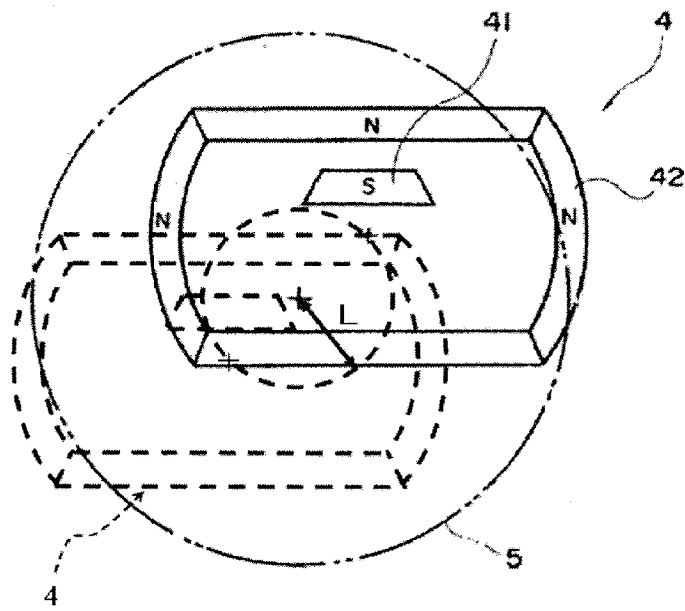
[図6B]



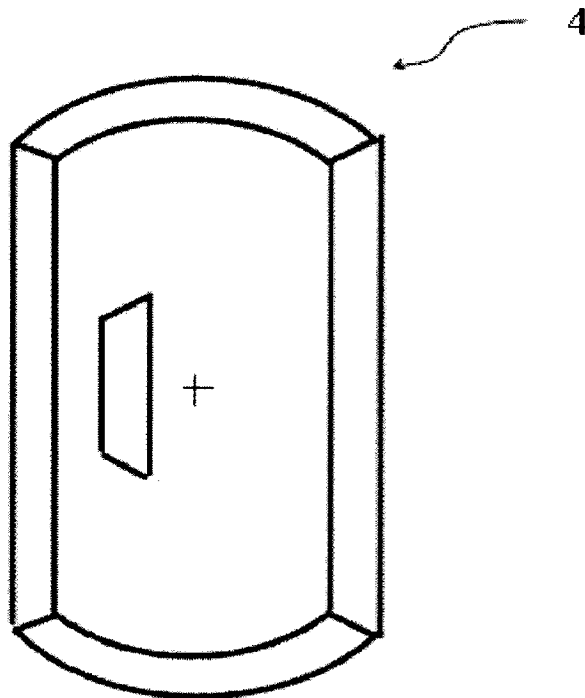
[図6C]



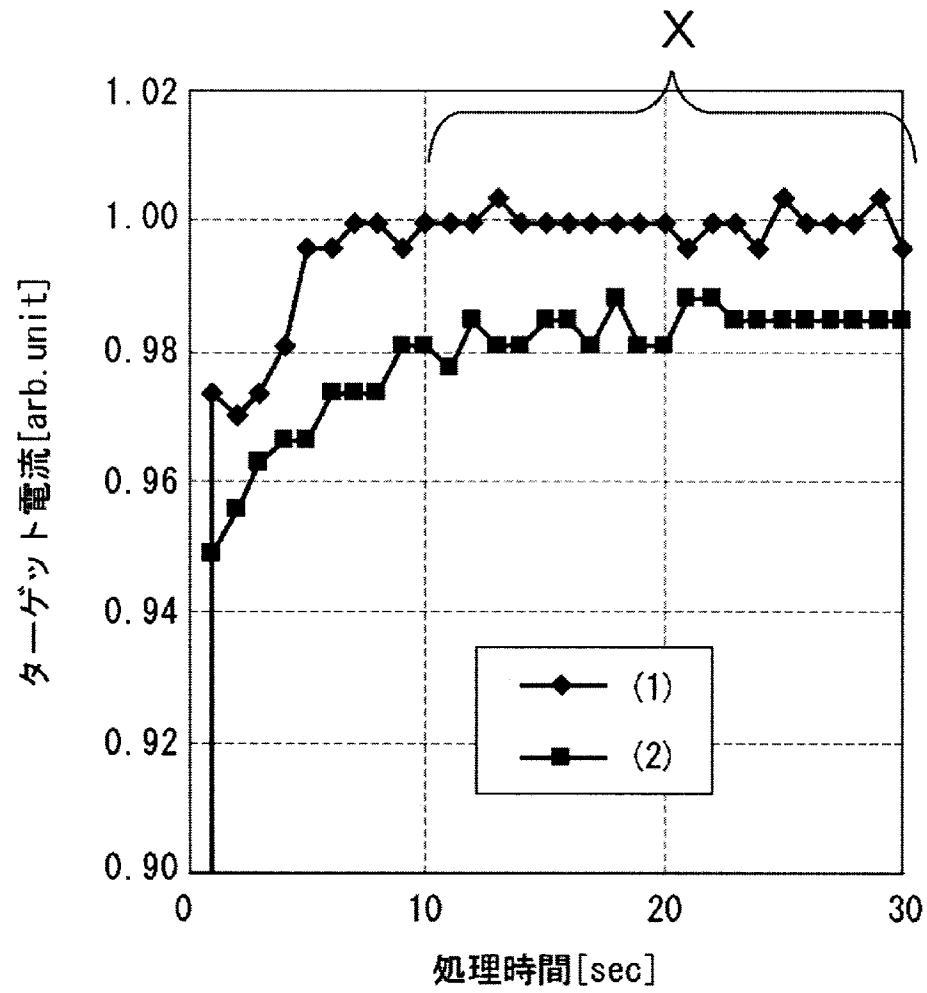
[図7A]



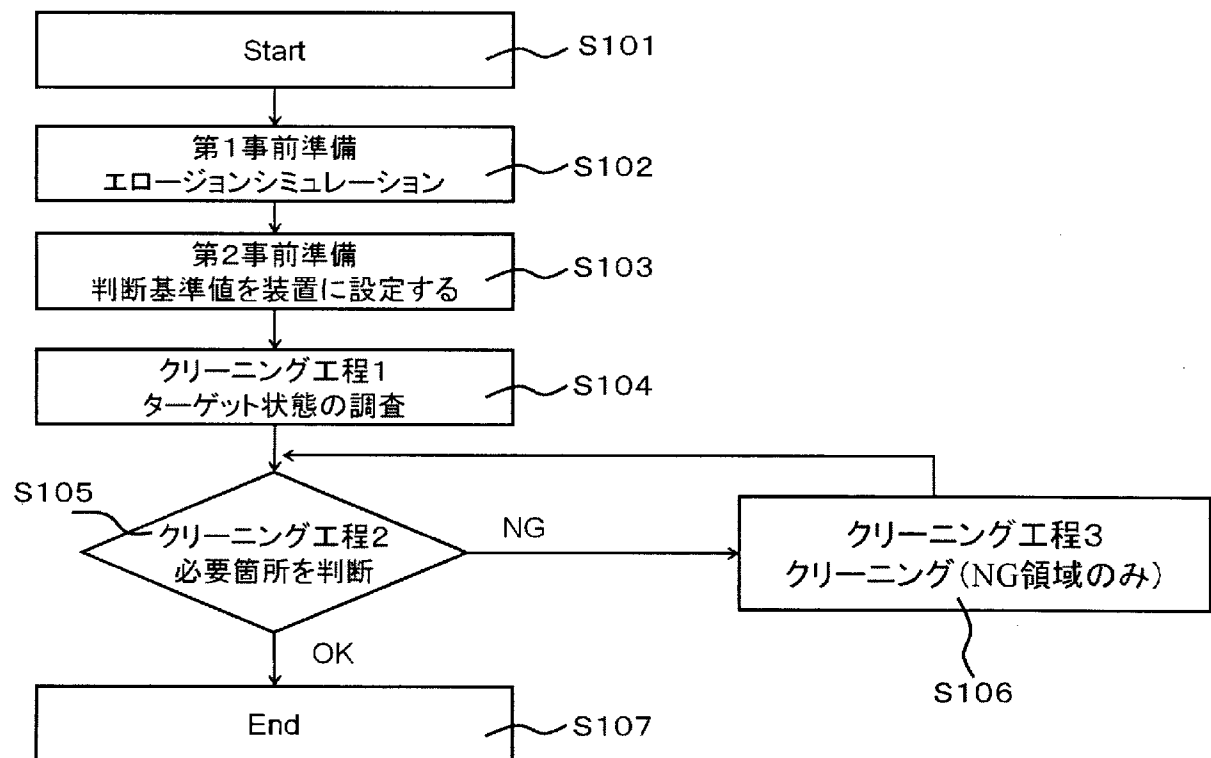
[図7B]



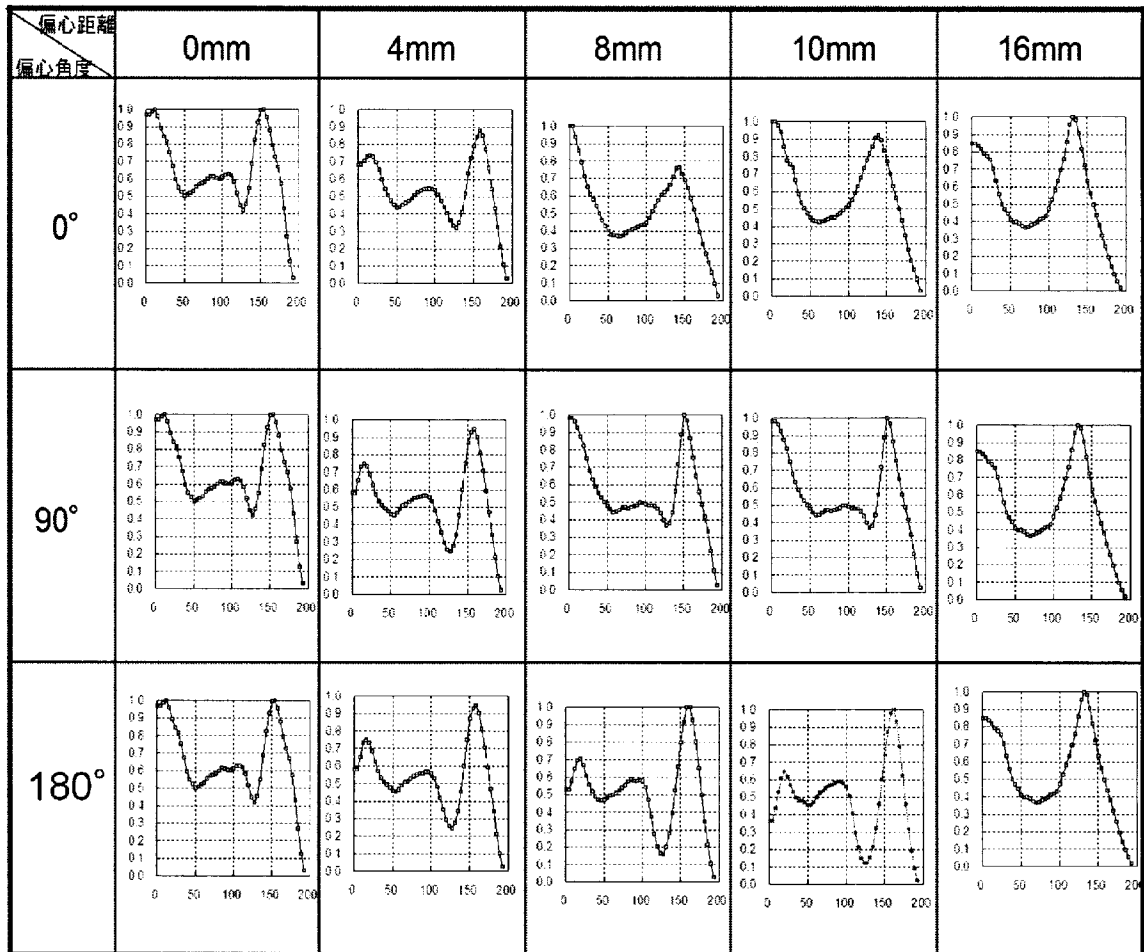
[図8]



[図9]

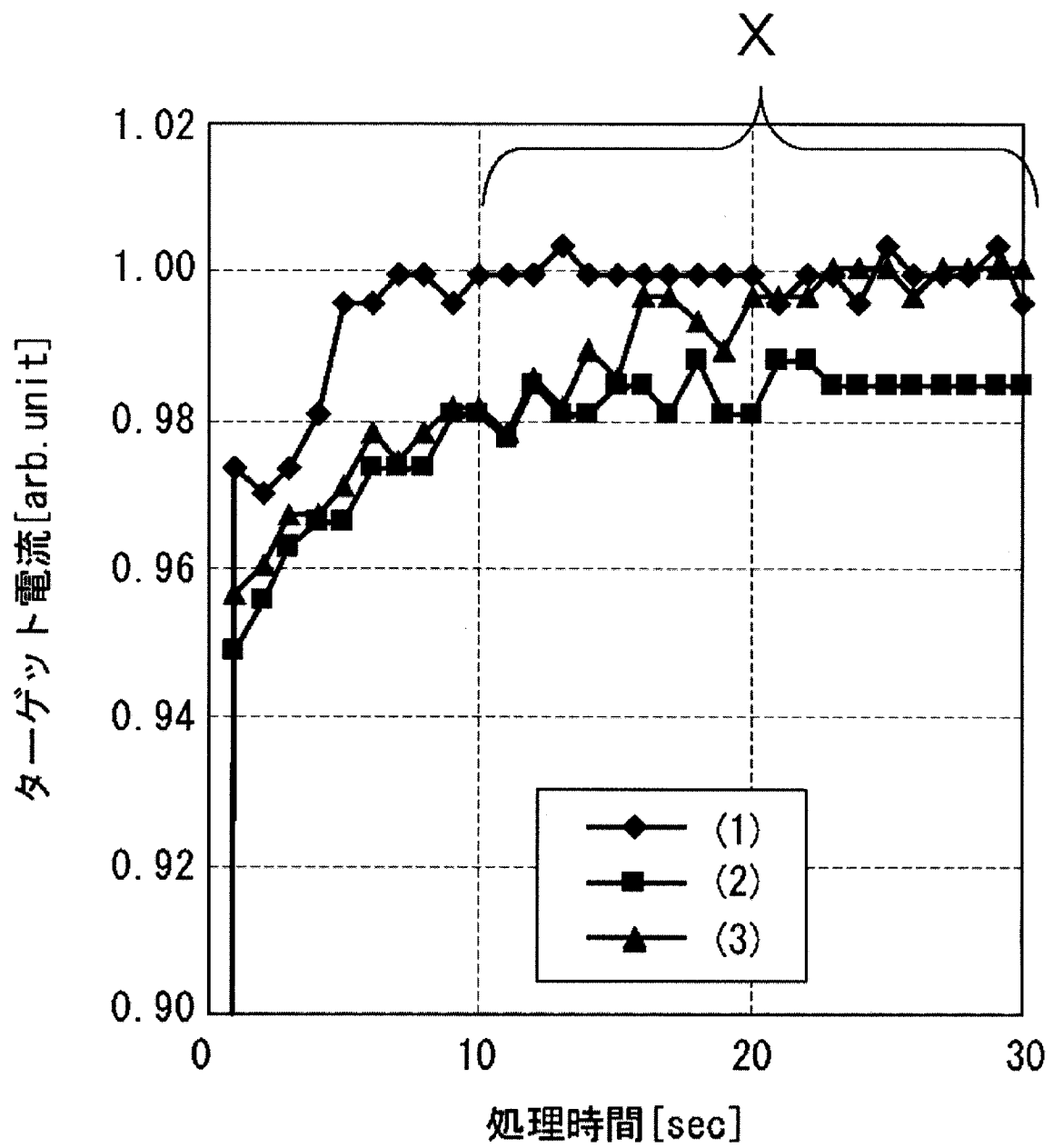


[図10]

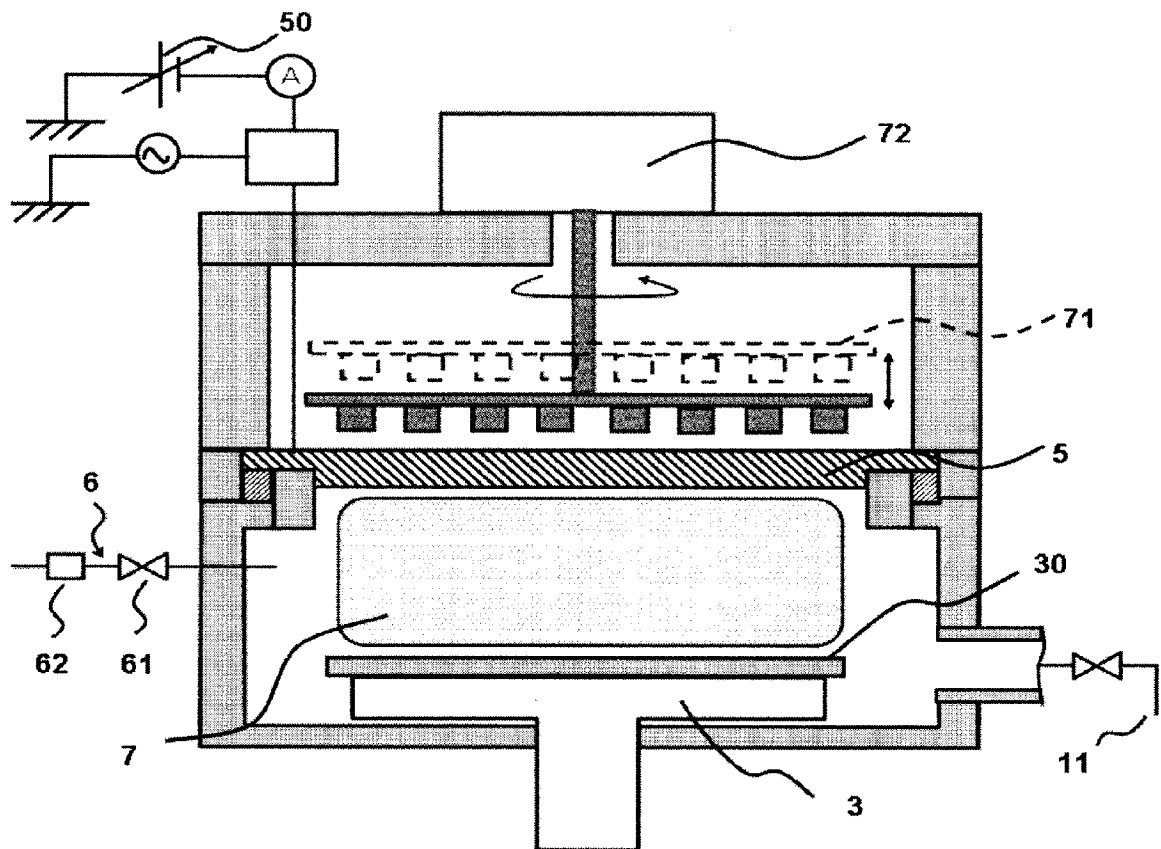


X軸: Distance from Target Center (mm), Y軸: Target Erosion Ratio

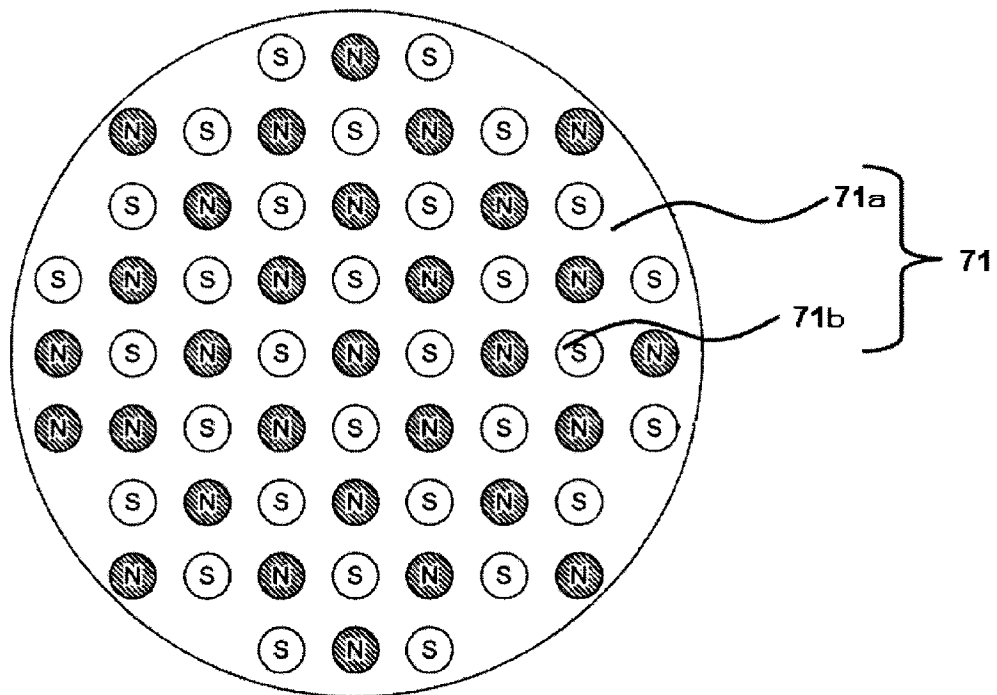
[図11]



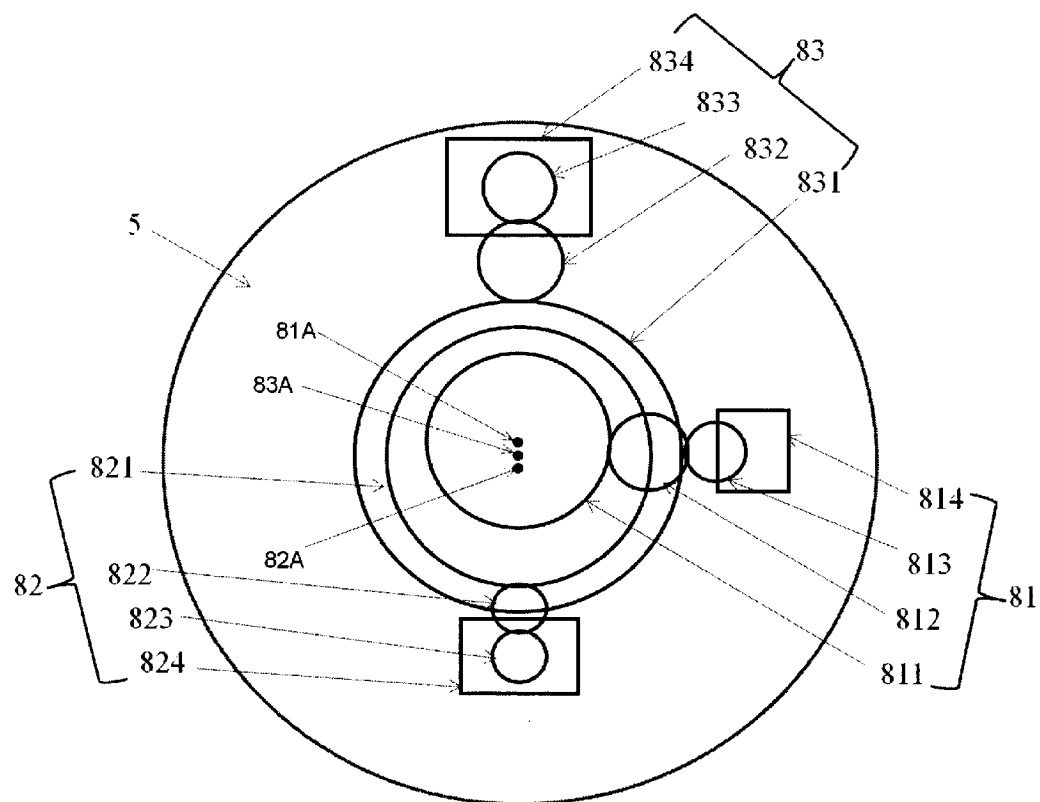
[図12]



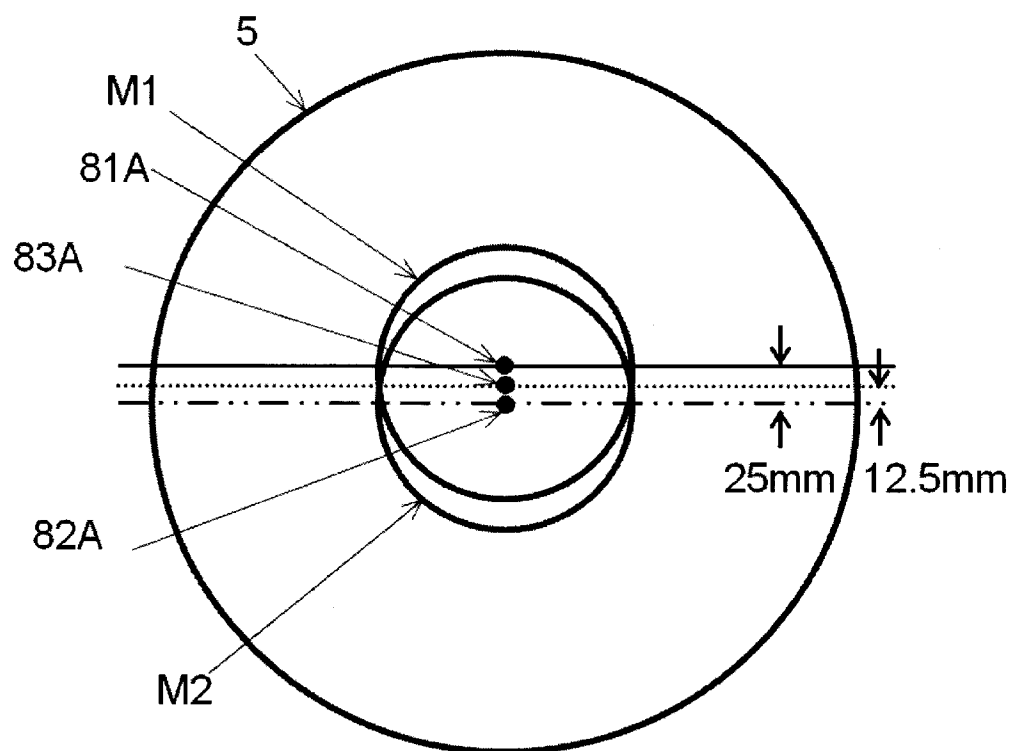
[図13]



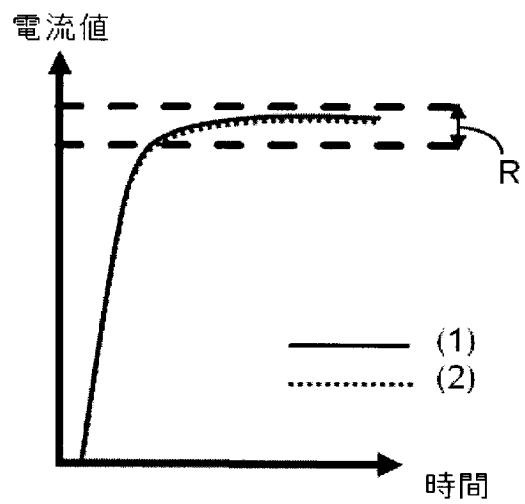
[図14]



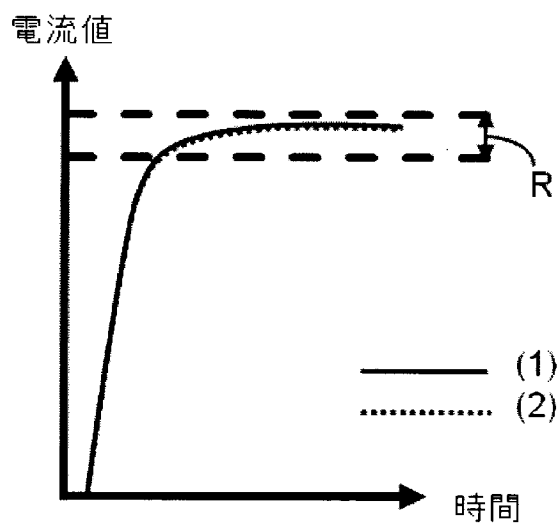
[図15]



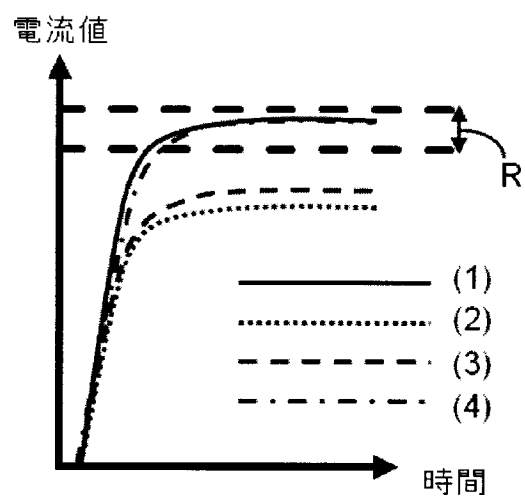
[図16A]



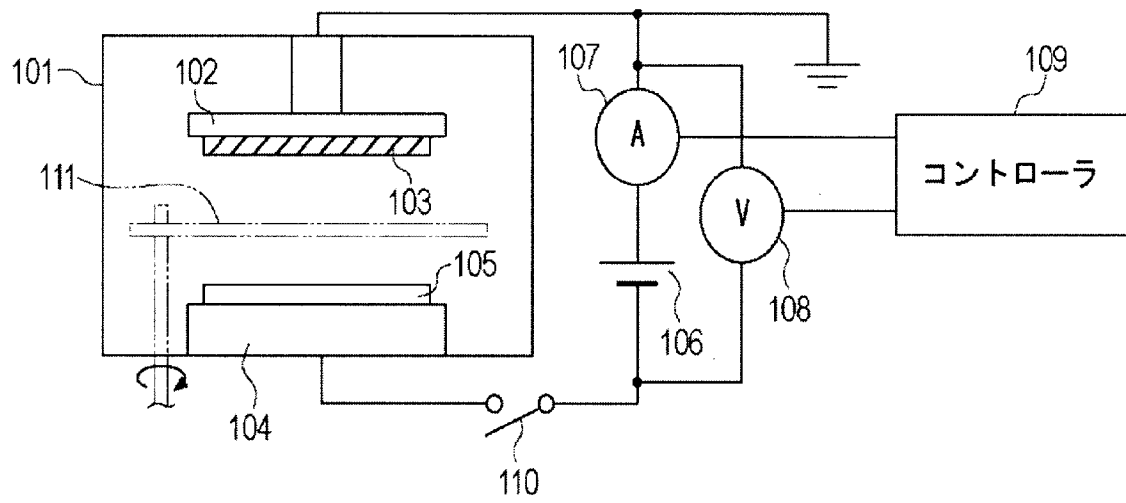
[図16B]



[図16C]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/007275

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C23C14/34(2006.01)i, C23C14/35(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)

C23C14/00-14/58, 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	1996-2012
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)

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-152564 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 08 June 1999 (08.06.1999), paragraphs [0006] to [0008] (Family: none)	1-8
A	JP 9-209141 A (Shimadzu Corp.), 12 August 1997 (12.08.1997), paragraphs [0017] to [0018] (Family: none)	1-8
A	JP 10-88336 A (Anelva Corp.), 07 April 1998 (07.04.1998), paragraphs [0020] to [0022]; fig. 2 & US 5944968 A	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
24 February, 2012 (24.02.12)

Date of mailing of the international search report
13 March, 2012 (13.03.12)

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. C23C14/34(2006.01)i, C23C14/35(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. C23C14/00-14/58, 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 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)

WPI

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
A	JP 11-152564 A (株式会社村田製作所) 1999.06.08, 段落【0006】～【0008】 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 9-209141 A (株式会社島津製作所) 1997.08.12, 段落【0017】～【0018】 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 10-88336 A (アネルバ株式会社) 1998.04.07, 段落【0020】～【0022】、図2 & US 5944968 A	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

2 4 . 0 2 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 3 . 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)

伊藤 光貴

4 G

4 4 8 9

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