

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2006年5月11日 (11.05.2006)

PCT

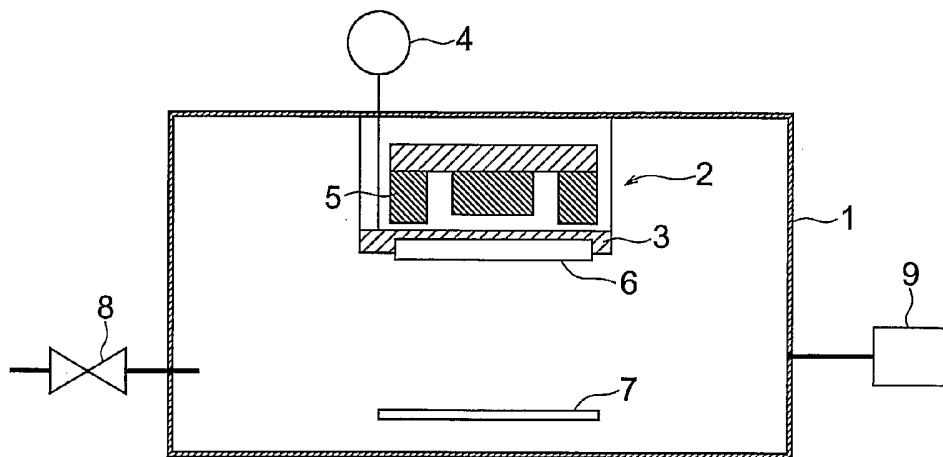
(10) 国際公開番号  
WO 2006/049328 A1

- (51) 国際特許分類:  
C23C 14/35 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/020673
- (22) 国際出願日: 2005年11月4日 (04.11.2005)
- (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2004-321839 2004年11月5日 (05.11.2004) 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]; 〒253-8543 神奈川県 茅ヶ崎市 萩園 2 5 0 0 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 森田 正 (MORITA, Tadashi) [JP/JP]; 〒300-2635 茨城県 つくば市 東光台 5-9-7 株式会社アルバック 筑波超材料研究所内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 浜野 孝雄, 外 (HAMANO, Takao et al.); 〒105-0003 東京都 港区 西新橋 1 丁目 1 番 1 5 号 物産ビル別館 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, 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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

[続葉有]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR GENERATING PLASMA, AND METHOD AND APPARATUS FOR LOW-PRESSURE MAGNETRON SPUTTERING USING SUCH METHOD AND APPARATUS FOR GENERATING PLASMA

(54) 発明の名称: プラズマ発生方法及び装置並びに該方法及び装置を利用した低圧マグネトロンスパッタリング方法及び装置



(57) Abstract: Disclosed are a method and apparatus enabling to generate a plasma even in an extremely low-pressure space. Also disclosed are a method and apparatus for low-pressure magnetron sputtering which enable to form a dense and smooth film by using such method and apparatus for plasma generation. Specifically disclosed is a plasma generation method wherein a plasma is generated in a vacuum chamber by generating a magnetic field of at least not less than 2000 oersted in the plasma generating position, while using a xenon or krypton gas as the inert gas species and setting the gas pressure within a range from  $5.0 \times 10^{-3}$  Pa to  $1.2 \times 10^{-2}$  Pa. Also specifically disclosed is a plasma generation apparatus comprising an electrode arranged in a vacuum chamber, a power supply for applying a voltage to the electrode, a magnetic field-generating means for generating a magnetic field of at least not less than 2000 oersted in the plasma generating position within the vacuum chamber, and a gas-introducing means for introducing a xenon or krypton gas into the vacuum chamber so that the gas pressure within the vacuum chamber is within a range from  $5.0 \times 10^{-3}$  Pa to  $1.2 \times 10^{-2}$  Pa.

[続葉有]



WO 2006/049328 A1



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

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

---

(57) 要約:

極低圧空間中においてもプラズマを発生できるプラズマ発生方法及び装置を提供する。また該方法及び装置を利用した、緻密で平滑な膜を形成できる低圧マグネトロンスパッタリング方法及び装置を提供する。

プラズマ発生方法は、真空チャンバ内において、プラズマ発生位置に少なくとも2000エルステッド以上の磁場を発生させ、不活性ガス種としてキセノン又はクリプトンガスを用い、ガス圧 $5.0 \times 10^{-3} \text{ Pa} \sim 1.2 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ になるように設定して、プラズマを発生させる。またプラズマ発生装置は、真空チャンバ内に配置された電極と、該電極に電圧を印加する電源と、真空チャンバ内のプラズマ発生位置に少なくとも2000エルステッド以上の磁場を発生させる磁場発生手段と、真空チャンバ内のガス圧が $5.0 \times 10^{-3} \text{ Pa} \sim 1.2 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ になるように真空チャンバ内にキセノン又はクリプトンガスを導入するガス導入手段とを有する。

## 明細書

プラズマ発生方法及び装置並びに該方法及び装置を利用した  
低圧マグネトロンスパッタリング方法及び装置

5

## 技術分野

本発明は、プラズマ発生方法及び装置並びに該方法及び装置を利用した低圧マグネトロンスパッタリング方法及び装置に関するものである。

## 発明の背景

10 従来、例えばスパッタリング方法により、スパッタガスとしてArを用いて膜を形成する場合に、プラズマを形成する圧力が低いほど形成される膜の密度は増加し緻密化すると共に膜表面の平滑性が得られることが知られている（非特許文献1参照）。また、膜の堆積中に膜中へのスパッタリングガスの取り込み量も減少することが知られている。

15 また、スパッタリング方法を用いて膜を形成する場合、カソード背面に磁気回路を形成してカソード表面に漏れ磁場を発生させるマグネトロンスパッタリング方法を用いることにより、プラズマを磁場で閉じ込めて、膜を形成する基板上でのプラズマの影響を減らすことができ、しかも膜の堆積速度を大きくすることができる。しかし、マグネトロンスパッタを実施するためのプラズマ  
20 形成圧力は高く、そのため低圧力条件下では利用することができなかった。

このような問題を解決する手段として、低圧条件下でマグネトロンプラズマを形成するためにターゲット背面に設ける永久磁石又は電磁石からの漏れ磁場を強くすることにより低圧条件下のマグネトロンスパッタリング法を実現した提案がある。例えば永久磁石を用いた場合に、フェライト磁石に代えてSmCo  
25 oやNdFeBのような保磁力の強い材料を用い、カソード表面上の漏れ磁場

量が大きくなるようにしている。

他の方法として、マグネトロンカソードの近傍に熱電子を供給できる第3の電極をカソード及びアノードとは独立して設け、低圧力下においてもマグネトロン放電に必要な電子密度を維持できるように熱電子を供給し、低圧力条件下  
5 でマグネトロンスパッタを行なう方法がある。

さらに、マグネトロンカソード近傍に誘導結合プラズマを発生させるコイル電極を設け、誘導結合プラズマからの電子供給により低圧力条件下でマグネトロンスパッタを行う方法がある。

しかしながら、従来提案されてきたこれらの方法でも、得られる放電圧力は、  
10 要求される膜の緻密化や膜表面の平滑性を十分に満足できる低圧レベルにできない場合がある。

非特許文献 1

J. A. Thornton, Ann. Rev. Mater. Sci., 7, 239 (1977)

15 ところで、プラズマを発生させるための要素としては、圧力P、磁場O及び電極に印加する電圧Vがある。一般に、これらの要素のうち磁場O及び電極に印加する電圧Vを強くしていけば、プラズマ発生 of 放電下限圧力Pは下がる。  
しかし、特定の磁場強さでは、ある圧力以下では、電圧Vを上げてもプラズマ放電が発生しなくなる。即ちプラズマ放電の発生しなくなる放電下限圧力は磁  
20 場O（ゼロ）及び電極に印加する電圧Vの関数で表される。電圧Vは比較的自由に変更することができるので、放電下限圧力を左右するのは磁場の強さであると言える。

#### 発明の概要

25 本発明は、上記のような従来技術の問題を解決して、極低圧空間中において

もプラズマを発生でき、これを利用して緻密で平滑な膜を形成できるようにすることにある。

従って、本発明の第1の目的は、極低圧空間中においてもプラズマを発生できるプラズマ発生方法及び装置を提供することにある。また本発明の第2の目的は、該プラズマ発生方法及び装置を利用して、緻密で平滑な膜を形成できる  
5 低圧マグネトロンスパッタリング方法及び装置を提供することにある。

上記の第1の目的を達成するために、本発明の第1の発明によるプラズマ発生方法は、真空チャンバ内において、プラズマ発生位置に少なくとも2000  
エルステッド以上の磁場を発生させ、不活性ガス種としてキセノン又はクリプ  
10 トンガスを用い、ガス圧が $5.0 \times 10^{-3} \text{ Pa} \sim 1.2 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ になるように設定して、プラズマを発生させることを特徴としている。

本発明の第2の発明は、真空チャンバ内に配置された電極に電圧を印加し、かつ、磁場発生手段により真空チャンバ内に磁場を発生させ、不活性ガス種を導入してプラズマを発生させるプラズマ発生方法であって、不活性ガス種とし  
15 てアルゴンを使用した場合に、所定の磁場に対して電圧を上げてもプラズマが発生しない圧力領域において、キセノン又はクリプトンを用いてプラズマを発生させることを特徴としている。

また、本発明の第3の発明によるプラズマ発生装置は、真空チャンバ内に配置された電極と、該電極に電圧を印加する電源と、真空チャンバ内のプラズマ  
20 発生位置に少なくとも2000エルステッド以上の磁場を発生させる磁場発生手段と、真空チャンバ内のガス圧が $5.0 \times 10^{-3} \text{ Pa} \sim 1.2 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ になるように真空チャンバ内にキセノン又はクリプトンガスを導入するガス導入手段とを有することを特徴としている。

上記の第2の目的を達成するために、本発明の第4の発明によれば、真空チャンバ内に、電極を設け、該電極の表面にターゲットを装着し、該電極の裏面  
25

側に磁場発生手段を設け、ターゲット表面上に磁場発生手段により磁場を形成してプラズマを発生させ、ターゲットをスパッタリングする低圧マグネトロンスパッタリング方法において、プラズマ発生位置に少なくとも2000エルステッド以上の磁場を発生させ、不活性ガス種としてキセノン又はクリプトンガスを5.0×10<sup>-3</sup>Pa～1.2×10<sup>-2</sup>Paになるように設定して、プラズマを発生させ、ターゲットをスパッタリングすることを特徴としている。

本発明の第5の発明は、真空チャンバ内に、電圧が印加される電極を設け、該電極の表面にターゲットを装着し、該電極の裏面側に磁場発生手段を設け、  
10 該磁場発生手段によりターゲット表面上に磁場を形成し、不活性ガス種を導入してプラズマを発生させてターゲットをスパッタリングする低圧マグネトロンスパッタリング方法において、所定の磁場に対し、不活性ガス種としてアルゴンを使用した場合に、前記電極に印加する電圧を上げてもプラズマが発生しない圧力領域において、キセノン又はクリプトンを用いてプラズマを発生させる  
15 ことを特徴としている。

また、本発明の第6の発明による低圧マグネトロンスパッタリング装置は、真空チャンバ内に配置された電極と、該電極に電圧を印加する電源と、該電極の表面に装着されるターゲットと、該電極の裏面側に装着され、ターゲット表面上のプラズマ発生位置に少なくとも2000エルステッド以上の磁場を発生  
20 させる磁場発生手段と、真空チャンバ内のガス圧が5.0×10<sup>-3</sup>Pa～1.2×10<sup>-2</sup>Paになるように真空チャンバ内にキセノンガスを導入するガス導入手段とを有することを特徴としている。

また、本発明の第7の発明による低圧マグネトロンスパッタリング装置は、真空チャンバ内に配置された電極と、該電極に電圧を印加する電源と、該電極  
25 の表面に装着されるターゲットと、該電極の裏面側に装着され、ターゲット表

面上のプラズマ発生位置に少なくとも2250エルステッド以上の磁場を発生させる磁場発生手段と、真空チャンバ内のガス圧が $5.0 \times 10^{-3} \text{ Pa} \sim 1.2 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ になるように真空チャンバ内にクリプトンガスを導入するガス導入手段とを有することを特徴としている。

5

## 発明の効果

本発明の第1の発明による方法においては、真空チャンバ内において、プラズマ発生位置に少なくとも2000エルステッド以上の磁場を発生させ、不活性ガス種としてキセノン又はクリプトンガスを用い、ガス圧が $5.0 \times 10^{-3} \text{ Pa} \sim 1.2 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ になるように設定して、プラズマを発生させており、

10 また本発明の第2の発明による方法においては、不活性ガス種としてアルゴンを使用した場合に、所定の磁場に対して電圧を上げてもプラズマが発生しない圧力領域において、キセノン又はクリプトンを用いてプラズマを発生させており、さらに本発明の第3の発明による装置においては、真空チャンバ内に配置された電極と、該電極に電圧を印加する電源と、真空チャンバ内のプラズマ発生位置に少なくとも2000エルステッド以上の磁場を発生させる磁場発生手段と、真空チャンバ内のガス圧が $5.0 \times 10^{-3} \text{ Pa} \sim 1.2 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ になるように真空チャンバ内にキセノン又はクリプトンガスを導入するガス導入手段とを有しているので、極低圧条件下でプラズマを発生させることができるようになる。

20 本発明の第4の発明による低圧マグネトロンスパッタリング法においては、プラズマ発生位置に少なくとも2000エルステッド以上の磁場を発生させ、不活性ガス種としてキセノン又はクリプトンガスを用い、ガス圧が $5.0 \times 10^{-3} \text{ Pa} \sim 1.2 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ になるように設定して、プラズマを発生させ、ターゲットをスパッタリングするように構成しており、また本発明の第5の発明による低圧マグネトロンスパッタリング法においては、所定の磁場に対し、

25

不活性ガス種としてアルゴンを使用した場合に、前記電極に印加する電圧を上げててもプラズマが発生しない圧力領域において、キセノン又はクリプトンを用いてプラズマを発生させているので、金属、合金、化合物の膜を簡便に形成することができ、しかも勤続従来のマグネトロンスパッタリングによって形成される膜に比較して緻密で平滑な膜を形成することができるようになる。

本発明の第6、第7の発明による装置においては、真空チャンバ内に配置された電極と、該電極に電圧を印加する電源と、該電極の表面に装着されるターゲットと、該電極の裏面側に装着され、ターゲット表面上のプラズマ発生位置にそれぞれ少なくとも2000エルステッド以上及び少なくとも2250エルステッド以上の磁場を発生させる磁場発生手段と、真空チャンバ内のガス圧が $5.0 \times 10^{-3} \text{ Pa} \sim 1.2 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ になるように真空チャンバ内にキセノンガス又はクリプトンガスを導入するガス導入手段とを有しているので、低圧力条件下でプラズマを発生でき、緻密で平滑な膜を形成できる低圧マグネトロンスパッタリング装置を提供することができる。

15

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の一実施形態による低圧マグネトロンスパッタリング装置の概略線図である。

図2は、図1の装置の動作における放電下限圧力と漏れ磁場との関係を示すグラフである。

図3は、ガス圧力とカソード電極本体に印加される電圧との関係を示すグラフである。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、添付図面を参照して、本発明の好ましい実施形態について説明する。

25

図1は、本発明の一実施形態によるマグネトロンスパッタリング装置の全体構成を概略的に示す。図1において、1は真空チャンバであり、この真空チャンバ1内にはカソード電極組立体2が配置されている。カソード電極組立体2はカソード電極本体3を有し、カソード電極本体3は外部電源4から電圧が印  
5 加される。またカソード電極本体3の裏面側にはマグネット5が配置され、そしてカソード電極本体3の表面にはターゲット6が装着されている。また、カソード電極本体3の表面即ちターゲット6に対向して真空チャンバ1内には成膜用基板7が配置されている。さらに、真空チャンバ1にはガス導入系8が設けられ、このガス導入系8は、真空チャンバ1内のガス圧が $5.0 \times 10^{-3} \text{ Pa}$   
10  $\sim 1.2 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ になるように真空チャンバ1内にキセノンガス又はクリプトンガスを導入するように構成されている。また、真空チャンバ1は真空排気系9に接続されている。

図2には放電下限圧力と漏れ磁場との関係を示し、漏れ磁場（平行成分）量が大きくなればなるほど放電下限圧力は低くなることが認められる。スパッタ  
15 ガスとしてキセノンガスを使用した場合には、ターゲット6の上方10mmの領域における漏れ磁場量が1750エルステッドである時、マグネトロンスパッタリングが可能な放電下限圧力は $1.3 \times 10^{-1} \text{ Pa}$ であり、ターゲット6の上方10mmの領域で得られる漏れ磁場量が2550エルステッドの時には放電下限圧力は $6 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ であった。

20 また、スパッタガスとしてクリプトンガスを使用した場合には、ターゲット6の上方10mmの領域における漏れ磁場量が1750エルステッドである時、マグネトロンスパッタリングが可能な放電下限圧力は $2.4 \times 10^{-1} \text{ Pa}$ であり、ターゲット6の上方10mmの領域で得られる漏れ磁場量が2550エルステッドの時には放電下限圧力は $8 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ であった。

25 比較例としてスパッタガスとしてアルゴンガスを使用した場合には、ターゲ

ット6の上方10mmの領域における漏れ磁場量が1750エルステッドである時、マグネトロンスパッタリングが可能な放電下限圧力は $3.45 \times 10^{-2}$  Paであり、ターゲット6の上方10mmの領域で得られる漏れ磁場量が2550エルステッドの時には放電下限圧力が $1.2 \times 10^{-2}$  Paであった。

- 5 即ち、スパッタガスとしてアルゴンガスを使用した場合には、ターゲット6の上方10mmの領域における漏れ磁場量が最大例えば2600エルステッドとなるようなマグネットを使用しても、マグネトロンスパッタリングが可能な放電下限圧力は $1.2 \times 10^{-2}$  Pa止まりであり、それより低くなると放電がえられないが、キセノンガス又はクリプトンガスをスパッタガスとして使用し
- 10 た場合には、アルゴンガスの場合に放電を維持できなかった放電下限圧力より低い圧力においても放電を維持でき、そのときの圧力は $10^{-3}$  Pa台であった。即ち、同じ漏れ磁場量であれば、アルゴンガスよりキセノンガス又はクリプトンガスの方が放電下限圧力が低い。このため、アルゴンガスでは放電しない低圧範囲での放電が可能である。
- 15 図3には、キセノンガス及びクリプトンガスのガス圧力とカソード電極本体3に印加される電圧Vとの関係を、スパッタガスとしてアルゴンガスを使用した場合と対比して示している。表1には図3に示すグラフの測定値を示す。

表 1

ガス圧力 (Pa)

カソード電極本体3の印加電圧V (ボルト)

|    |                       | キセノンガス | クリプトンガス | アルゴンガス |
|----|-----------------------|--------|---------|--------|
| 5  | $2.52 \times 10^{-1}$ | 380    |         |        |
|    | $2.33 \times 10^{-1}$ |        | 320     |        |
|    | $2.22 \times 10^{-1}$ | 381    |         |        |
|    | $2.09 \times 10^{-1}$ |        | 321     |        |
|    | $1.96 \times 10^{-1}$ | 384    |         |        |
| 10 | $1.87 \times 10^{-1}$ |        | 322     |        |
|    | $1.75 \times 10^{-1}$ |        |         | 320    |
|    | $1.68 \times 10^{-1}$ | 386    |         |        |
|    | $1.66 \times 10^{-1}$ |        | 325     |        |
|    | $1.62 \times 10^{-1}$ |        |         | 321    |
| 15 | $1.44 \times 10^{-1}$ |        |         | 322    |
|    | $1.43 \times 10^{-1}$ |        | 331     |        |
|    | $1.41 \times 10^{-1}$ | 386    |         |        |
|    | $1.27 \times 10^{-1}$ |        |         | 325    |
|    | $1.21 \times 10^{-1}$ |        | 338     |        |
| 20 | $1.16 \times 10^{-1}$ | 391    |         |        |
|    | $1.10 \times 10^{-1}$ |        |         | 331    |
|    | $9.80 \times 10^{-2}$ |        | 350     |        |
|    | $9.20 \times 10^{-2}$ |        |         | 338    |
|    | $8.80 \times 10^{-2}$ | 394    |         |        |
| 25 | $7.50 \times 10^{-2}$ |        | 372     | 350    |

10

|    |    |                     |       |       |       |
|----|----|---------------------|-------|-------|-------|
|    | 7. | $40 \times 10^{-2}$ | 3 9 9 |       |       |
|    | 6. | $40 \times 10^{-2}$ |       | 3 8 1 |       |
|    | 6. | $20 \times 10^{-2}$ | 4 0 7 |       |       |
|    | 5. | $70 \times 10^{-2}$ |       |       | 3 7 2 |
| 5  | 5. | $30 \times 10^{-2}$ | 4 1 2 |       |       |
|    | 4. | $80 \times 10^{-2}$ |       |       | 3 8 1 |
|    | 4. | $60 \times 10^{-2}$ | 4 1 9 |       |       |
|    | 4. | $50 \times 10^{-2}$ |       | 4 1 2 |       |
|    | 3. | $90 \times 10^{-2}$ | 4 2 9 |       | 3 9 9 |
| 10 | 3. | $80 \times 10^{-2}$ |       | 4 2 9 |       |
|    | 3. | $40 \times 10^{-2}$ |       |       | 4 1 2 |
|    | 3. | $20 \times 10^{-2}$ |       | 4 4 8 |       |
|    | 3. | $00 \times 10^{-2}$ | 4 4 5 |       |       |
|    | 2. | $90 \times 10^{-2}$ |       |       | 4 2 9 |
| 15 | 2. | $80 \times 10^{-2}$ |       |       | 4 4 8 |
|    | 2. | $70 \times 10^{-2}$ | 4 5 4 |       |       |
|    | 2. | $60 \times 10^{-2}$ |       |       | 4 7 5 |
|    | 2. | $50 \times 10^{-2}$ |       | 4 7 5 |       |
|    | 2. | $40 \times 10^{-2}$ |       |       | 4 8 6 |
| 20 | 2. | $30 \times 10^{-2}$ | 4 6 7 | 4 8 6 |       |
|    | 2. | $20 \times 10^{-2}$ |       |       | 5 0 3 |
|    | 2. | $10 \times 10^{-2}$ |       | 5 0 3 |       |
|    | 2. | $00 \times 10^{-2}$ | 4 6 9 | 5 1 3 | 5 1 3 |
|    | 1. | $90 \times 10^{-2}$ |       |       | 5 2 1 |
| 25 | 1. | $80 \times 10^{-2}$ | 4 8 1 | 5 2 1 | 5 3 2 |

|    |                          |       |       |       |
|----|--------------------------|-------|-------|-------|
|    | 1. 70 × 10 <sup>-2</sup> | 4 8 9 |       |       |
|    | 1. 60 × 10 <sup>-2</sup> | 4 9 7 | 5 3 2 |       |
|    | 1. 40 × 10 <sup>-2</sup> | 5 0 7 | 5 5 8 |       |
|    | 1. 30 × 10 <sup>-2</sup> |       | 5 7 1 |       |
| 5  | 1. 20 × 10 <sup>-2</sup> | 5 1 7 | 5 7 5 | 6 3 0 |
|    | 1. 10 × 10 <sup>-2</sup> | 5 3 0 | 5 8 9 |       |
|    | 1. 00 × 10 <sup>-2</sup> |       | 6 2 4 |       |
|    | 9. 00 × 10 <sup>-3</sup> | 5 4 8 | 6 5 8 |       |
|    | 8. 60 × 10 <sup>-3</sup> | 5 5 3 |       |       |
| 10 | 8. 30 × 10 <sup>-3</sup> | 5 6 2 | 6 8 6 |       |
|    | 8. 00 × 10 <sup>-3</sup> | 5 6 8 |       |       |
|    | 7. 00 × 10 <sup>-3</sup> | 5 7 6 |       |       |
|    | 6. 50 × 10 <sup>-3</sup> | 5 9 4 |       |       |
|    | 6. 00 × 10 <sup>-3</sup> | 6 2 4 |       |       |

## 請求の範囲

1. 真空チャンバ内において、プラズマ発生位置に少なくとも2000エルステッド以上の磁場を発生させ、不活性ガス種としてキセノン又はクリプトンガスを用い、ガス圧が $5.0 \times 10^{-3} \text{ Pa} \sim 1.2 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ になるように  
5 設定して、プラズマを発生させることを特徴とするプラズマ発生方法。
2. 真空チャンバ内に配置された電極に電圧を印加し、かつ、磁場発生手段により真空チャンバ内に磁場を発生させ、不活性ガス種を導入してプラズマを発生させるプラズマ発生方法であって、  
不活性ガス種としてアルゴンを使用した場合に、所定の磁場に対して電圧を  
10 上げてもプラズマが発生しない圧力領域において、キセノン又はクリプトンを用いてプラズマを発生させることを特徴とするプラズマ発生方法。
3. 真空チャンバ内に配置された電極と、該電極に電圧を印加する電源と、真空チャンバ内のプラズマ発生位置に少なくとも2000エルステッド以上の磁場を発生させる磁場発生手段と、真空チャンバ内のガス圧が $5.0 \times 10^{-3}$   
15  $\text{Pa} \sim 1.2 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ になるように真空チャンバ内にキセノン又はクリプトンガスを導入するガス導入手段とを有することを特徴とするプラズマ発生装置。
4. 真空チャンバ内に、電極を設け、該電極の表面にターゲットを装着し、該電極の裏面側に磁場発生手段を設け、ターゲット表面上に磁場発生手段により  
20 り磁場を形成してプラズマを発生させ、ターゲットをスパッタリングする低圧マグネトロンスパッタリング方法において、プラズマ発生位置に少なくとも2000エルステッド以上の磁場を発生させ、不活性ガス種としてキセノン又はクリプトンガスを用い、ガス圧が $5.0 \times 10^{-3} \text{ Pa} \sim 1.2 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ になるように設定して、プラズマを発生させ、ターゲットをスパッタリングする  
25 ことを特徴とする低圧マグネトロンスパッタリング方法。

5. 真空チャンバ内に、電圧が印加される電極を設け、該電極の表面にターゲットを装着し、該電極の裏面側に磁場発生手段を設け、該磁場発生手段によりターゲット表面上に磁場を形成し、不活性ガス種を導入してプラズマを発生させてターゲットをスパッタリングする低圧マグネトロンスパッタリング方法
- 5 において、

所定の磁場に対し、不活性ガス種としてアルゴンを使用した場合に、前記電極に印加する電圧を上げてプラズマが発生しない圧力領域において、キセノン又はクリプトンを用いてプラズマを発生させることを特徴とする低圧マグネトロンスパッタリング方法。

- 10 6. 真空チャンバ内に配置された電極と、該電極に電圧を印加する電源と、該電極の表面に装着されるターゲットと、該電極の裏面側に装着され、ターゲット表面上のプラズマ発生位置に少なくとも2000エルステッド以上の磁場を発生させる磁場発生手段と、真空チャンバ内のガス圧が $5.0 \times 10^{-3} \text{ Pa}$  ~  $1.2 \times 10^{-2} \text{ Pa}$  になるように真空チャンバ内にキセノンガスを導入する
- 15 ガス導入手段とを有することを特徴とする低圧マグネトロンスパッタリング装置。

7. 真空チャンバ内に配置された電極と、該電極に電圧を印加する電源と、該電極の表面に装着されるターゲットと、該電極の裏面側に装着され、ターゲット表面上のプラズマ発生位置に少なくとも2250エルステッド以上の磁場
- 20 を発生させる磁場発生手段と、真空チャンバ内のガス圧が $8.0 \times 10^{-3} \text{ Pa}$  ~  $1.2 \times 10^{-2} \text{ Pa}$  になるように真空チャンバ内にクリプトンガスを導入するガス導入手段とを有することを特徴とする低圧マグネトロンスパッタリング装置。

1/2

FIG. 1

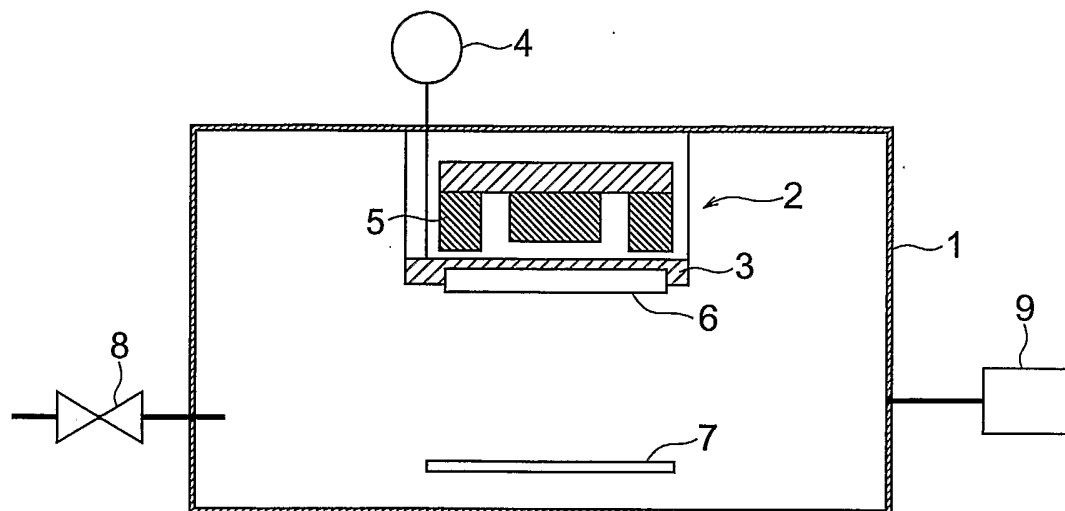
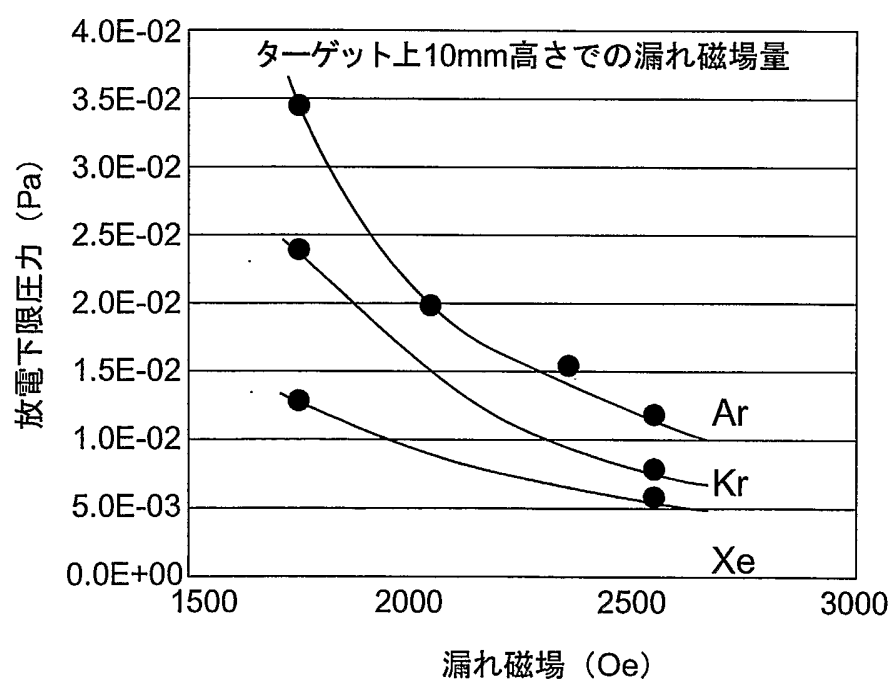
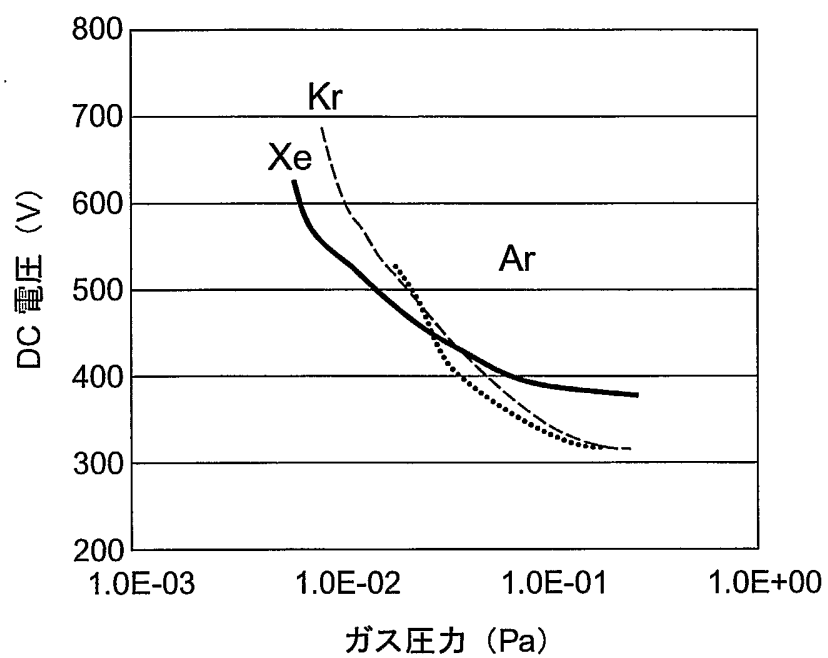


FIG. 2



2/2

FIG. 3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/020673

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

**C23C14/35** (2006.01)

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** (2006.01)

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 | 1996-2006 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2006 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2006 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CAplus (STN)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                   | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| P, X      | JP 2004-331998 A (Nikon Corp.),<br>25 November, 2004 (25.11.04),<br>Claims 1, 2; Par. No. [0034]<br>(Family: none)                                                                   | 1-7                   |
| Y         | JP 61-223178 A (Toshio SUGITA),<br>03 October, 1986 (03.10.86),<br>Page 3, upper right column, lines 9 to 17<br>(Family: none)                                                       | 1-7                   |
| Y         | JP 07-305166 A (Institute of Physics Academy<br>of Sciences of the Czech Republic),<br>21 November, 1995 (21.11.95),<br>Claims 1, 3, 4; examples 4, 5; Fig. 9<br>& WO 1995/004368 A1 | 1-7                   |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * Special categories of cited documents:                                                                                                                                | "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                                              |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                                                                | "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                                                                     |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date                                                                               | "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 |
| "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) | "&" document member of the same patent family                                                                                                                                                                                                    |
| "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                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                  |

Date of the actual completion of the international search  
02 February, 2006 (02.02.06)Date of mailing of the international search report  
14 February, 2006 (14.02.06)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2005/020673

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 10-140332 A (Anelva Corp.),<br>26 May, 1998 (26.05.98),<br>Par. No. [0046]<br>(Family: none) | 1-7                   |
| A         | JP 03-279294 A (Mitsubishi Materials Corp.),<br>10 December, 1991 (10.12.91),<br>(Family: none) | 1-7                   |
| A         | JP 05-263226 A (Fujitsu Ltd.),<br>12 October, 1993 (12.10.93),<br>(Family: none)                | 1-7                   |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C23C14/35 (2006.01)

## 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 (IPC))

Int.Cl. C23C14/00-14/58 (2006.01)

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   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2006年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2006年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2006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)

CAplus (STN)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>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<br>請求の範囲の番号 |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------|
| P, X            | JP 2004-331998 A (株式会社ニコン) 2004.11.25<br>請求項 1, 2, [0034]段落<br>(ファミリーなし) | 1-7              |
| Y               | JP 61-223178 A (杉田 利男) 1986.10.03<br>第3頁右上欄第9-17行<br>(ファミリーなし)           | 1-7              |

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ 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

02.02.2006

国際調査報告の発送日

14.02.2006

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号 100-8915  
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)

大工原 大二

4G

3343

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                    |                  |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求の範囲の番号 |
| Y                     | JP 07-305166 A (インスティテュート オブ フィジクス オブ ジ<br>アカデミー オブ サイエンスィズ オブ ザ チェッコ<br>リパブリック) 1995. 11. 21<br>請求項 1, 3, 4, 実施例 4, 5, 図 9<br>& WO 1995/004368 A1 | 1-7              |
| Y                     | JP 10-140332 A (アネルバ株式会社) 1998. 05. 26<br>[0046]段落<br>(ファミリーなし)                                                                                    | 1-7              |
| A                     | JP 03-279294 A (三菱マテリアル株式会社) 1991. 12. 10<br>(ファミリーなし)                                                                                             | 1-7              |
| A                     | JP 05-263226 A (富士通株式会社) 1993. 10. 12<br>(ファミリーなし)                                                                                                 | 1-7              |