

(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  
2007年9月27日 (27.09.2007)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2007/108313 A1

(51) 国際特許分類:  
C23C 14/32 (2006.01)

(74) 代理人: 小谷 悅司, 外(KOTANI, Etsuji et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島2丁目2番2号ニチメンビル2階 Osaka (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2007/054286

(22) 国際出願日: 2007年3月6日 (06.03.2007)

(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2006-079255 2006年3月22日 (22.03.2006) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社神戸製鋼所 (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO) [JP/JP]; 〒6518585 兵庫県神戸市中央区脇浜町2丁目10番26号 Hyogo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 藤井 博文 (FUJII, Hirofumi).

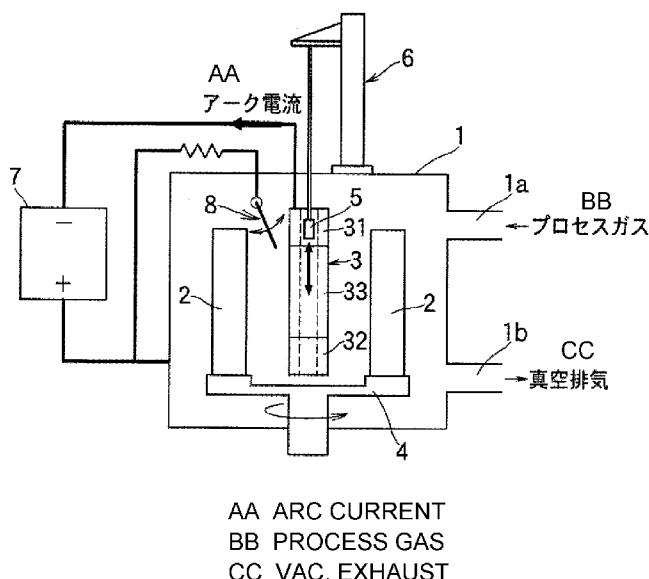
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF ARC ION PLATING AND TARGET FOR USE THEREIN

(54) 発明の名称: アークイオンプレーティング方法及びこれに用いられるターゲット



WO 2007/108313 A1

(57) Abstract: A method of arc ion plating in which there can be realized not only presenting of a uniform film thickness distribution over approximately the whole length of treatment object but also enhancing of target material yield and reduction of target production cost; and a target for use therein. Accordingly, target (3) dividable into at least longitudinal both end portions (31,32) and other central portion (33) together with a treatment object is disposed in vacuum chamber (1). At the time of film formation, an arc spot position on the surface of the target is regulated so that the ablation rate at the longitudinal both end portions (31,32) is higher than that at the central portion (33). Until the central portion (33) of the target (3) reaches an ablation limit, film formation is continued while, upon arrival of at least either of the longitudinal both end portions (31,32) at an ablation limit, replacing the end portion only.

(57) 要約: 被処理物の略全長にわたって均一な膜厚分布を得ることができるとともに、ターゲット材料歩留まりの向上とターゲットの製造コストの低減を図ることができるアークイオンプレーティング方法とそ

[続葉有]



IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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。

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

---

のターゲットを提供することを目的とする。そのため、真空チャンバ1内に、少なくとも長手方向両端部31, 32とそれ以外の中央部33とに分割可能なターゲット3が被処理物とともに配置される。皮膜形成時には、長手方向両端部31, 32の消耗速度を中央部33の消耗速度よりも高くするようにターゲット表面のアーチスポット位置が制御され、ターゲット3の中央部33が消耗限界に達するまでは、長手方向両端部31, 32の少なくとも一方が消耗限界に達した時点でその端部のみを交換して皮膜形成が続けられる。

## 明 細 書

### アークイオンプレーティング方法及びこれに用いられるターゲット 技術分野

[0001] 本発明は、耐摩耗性向上のために切削工具、機械部品(摺動部品)への硬質皮膜の形成に用いるアークイオンプレーティング方法及びこの方法に使用するターゲットに関するものである。

#### 背景技術

[0002] 被処理物上に皮膜を形成するための方法としてアークイオンプレーティングが知られている。このアークイオンプレーティングでは、真空雰囲気中にて、皮膜形成用の蒸発されるべき材料よりなるターゲットを陰極とした真空アーク放電が行われる。この放電は、前記ターゲット物質を蒸発させるとともにイオン化する。このイオン化したターゲット物質イオンは被処理物に導かれてその表面上に皮膜を形成する。このアークイオンプレーティングを用いて金属の窒化物や金属の炭化物よりなる硬質皮膜を形成するためには、真空チャンバ内に反応ガスを導入する反応性コーティング、例えば、Crよりなるターゲットに対してN<sub>2</sub>ガスを導入することによりCrN皮膜を形成するというような反応性コーティングが行われる。

[0003] 従来、このアークイオンプレーティングの一例として、特許文献1には、長手方向両端部が中央部側よりも太く形成されている円筒状のロッドターゲットを用いるアークイオンプレーティング方法(真空アーク蒸着方法)が開示されている。この従来のアークイオンプレーティング方法を図7～図10を用いて説明する。図7は従来のアークイオンプレーティング方法を実施するための装置の概略構成図、図8は図7におけるロッドターゲットの正面図、図9は同ロッドターゲットの正面断面図、図10はロッドターゲットの製造方法を説明するための図である。

[0004] 図7において、真空チャンバ51内にロッドターゲット52と被処理物(ワーク)53とが互いに長手方向中心線が平行又はほぼ平行となる状態で配置されている。前記ロッドターゲット52は、途中に段差をもつ円筒状をなし、チャンバ51の中央部に上下方向に延びる起立姿勢で配置されている。

- [0005] 真空チャンバ51の下部には回転テーブル55が設けられ、この回転テーブル55は、ロッドターゲット52の軸心と略一致する縦軸廻りに回転自在に支持されている。この回転テーブル55上に上下方向に延びる被処理物53が保持部材56を介して起立姿勢で載置され、この被処理物53は、回転テーブル55の回転に伴って、ロッドターゲット52の周囲を公転するとともに、保持部材56とともに縦軸廻りに自転する。前記ロッドターゲット52内には磁石54が昇降自在に設けられている。
- [0006] この装置は、さらに、陽極と陰極をもつアーク電源57を備え、その陰極が前記ロッドターゲット52の上端に接続され、陽極が前記真空チャンバ51に接続される。つまり、前記ロッドターゲット52が陰極に設定され、前記真空チャンバ51が陽極に設定される。
- [0007] 前記ロッドターゲット52は、図8及び図9に示すように、長手方向両端部が中央部側よりも太い形状をもつ。つまり、このロッドターゲット52の長手方向両端部は大径部(太い部分)521, 521であり、中央部は小径部(細い部分)522である。
- [0008] このロッドターゲット52の製作には、ターゲット物質の粉末をHIP(熱間等方加圧)法で加圧するHIP処理が用いられる。具体的に、前記ロッドターゲット52は、図10に示すように、前記HIP処理を用いて前記大径部521, 521及び前記小径部522をそれぞれ個別に単純円筒形状に成形する工程と、これら大径部521, 521と小径部522とが一体になるように組み立てる工程とを含む方法により製作される。
- [0009] この従来のアーカイオンプレーティング方法では、ターゲット52と被処理物53とが互いに長手方向中心線が平行又はほぼ平行となる状態で配置され、ターゲット52を陰極とする真空アーク放電によってターゲット物質イオンが被処理物53に導かれてその表面に皮膜を形成する。前記ターゲット52には、大径部521, 521からなる長手方向両端部と小径部522である中央部とを有するものが用いられるとともに、磁石54の昇降によってターゲット表面のアーチスポット位置が制御される。この制御は、大径部521, 521の消耗速度を小径部522の消耗速度より大きくしながら被処理物53での皮膜形成を進行させ、これにより、被処理物53の略全長にわたって膜厚のバラツキが±5%以内の均一な膜厚分布を得ることを可能にする。
- [0010] もし、ターゲット長手方向にわたってターゲット消耗速度(ターゲット材料蒸発量)が

均一であると、被処理物53において均一な膜厚が得られる領域は被処理物中央付近の範囲に限られてしまう。よって、被処理物の略全長にわたって均一な膜厚を得るために、ターゲット両端部での消耗速度を増やすことが必要である。

- [0011] 従って、この従来のアーカイオンプレーティング方法では、前記のような均一な膜厚を得るために必要とされる消耗速度の分布に対応して、長手方向両端部が中央部側よりも太く形成されているロッドターゲット52が用いられる。このような形状のロッドターゲット52は、段差のない円筒状のターゲットに比べて利用効率が高く、ターゲット材料の無駄が少ない。
- [0012] しかし前述した従来のアーカイオンプレーティング方法では、前記ロッドターゲット52の製造効率が悪いという欠点がある。具体的に、このロッドターゲット52は、その長手方向両端部が中央部側よりも太い特殊な形状に制約されてしまう。このことは、ロッドターゲット52の製造工程を複雑にする。また、さらなるターゲットのコスト低減が要請されている。

特許文献1:特開2004-107750号公報(図1～図3, 図9)

特許文献2:特開2003-301266号公報(図1)

## 発明の開示

- [0013] そこで本発明の目的は、被処理物の略全長にわたって均一な膜厚分布を得ることができるとともに、従来技術に比べてターゲット材料歩留まりの向上とターゲットの製造コストの低減を図ることができるようとした、アーカイオンプレーティング方法及びそのターゲットを提供することにある。
- [0014] この目的を達成するため、本発明のアーカイオンプレーティング方法では、真空チャンバ内にターゲットと被処理物とを配置する配置工程と、前記ターゲットを真空アーケ放電によって蒸発・イオン化することによりターゲット物質イオンを生成し、このターゲット物質イオンを前記被処理物に導いて皮膜形成を行う皮膜形成工程とが含まれ、この皮膜形成工程では、ターゲットの長手方向両端部の消耗速度(単位時間当たりの蒸発量)を該ターゲットの中央部の消耗速度より速くするようなターゲット表面のアーカスポット位置の制御が行われる。この制御は、被処理物の略全長にわたって均一な膜厚分布を得ることを可能にする。

[0015] さらに、本発明のアーカイオンプレーティング方法では、前記ターゲットとして、少なくとも長手方向両端部とそれ以外の中央部とが分割可能なものが配置されて、前記のように消耗速度を変化させる皮膜形成が行われる。その際に、ターゲットの少なくとも中央部が消耗限界に達するまでは、消耗速度の速い前記長手方向両端部のみが交換される。このような部分的な交換は、前記ターゲットを構成する互いに分割可能な各部分がいずれも消耗限界まで使用されることを可能にする。このことは、前記ターゲットの形状にかかわらず、ターゲット有効消耗量に対するターゲット材料使用量を少なくてターゲット材料の歩留まりを向上させることを可能にする。これにより、ターゲットの製造コストの低減及び低価格化、ひいては皮膜形成品の低価格化を図ることが可能になる。

#### 図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の一実施形態によるアーカイオンプレーティング方法を実施するためのアーカイオンプレーティング装置を示す概略構成図である。

[図2]図1におけるターゲットを説明するための断面図である。

[図3]本発明に係るターゲットの交換手順を説明するための図である。

[図4]本発明に係るターゲットの交換手順を説明するための図である。

[図5]本発明に係るターゲットの交換手順を説明するための図である。

[図6]本発明に係るターゲットの別の例を説明するための図である。

[図7]従来のアーカイオンプレーティング方法を実施するための装置の概略構成図である。

[図8]図7におけるロッドターゲットの正面図である。

[図9]同ロッドターゲットの正面断面図である。

[図10]ロッドターゲットの製造方法を説明するための図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

[0017] 図1は本発明の一実施形態によるアーカイオンプレーティング方法を実施するためのアーカイオンプレーティング装置を示す概略構成図である。

[0018] 図1に示すように、この装置は真空チャンバ1を備え、この真空チャンバ1内に被処理物(ワーク)2とターゲット3とが配置される。

- [0019] 前記ターゲット3は、円筒状をなし、上下方向に延びる起立姿勢で前記真空チャンバ1内の中央部に配置されている。真空チャンバ1内の下部に被処理物搭載用の回転テーブル4が設けられ、この回転テーブル4上に複数個の被処理物(ワーク)2が搭載される。各被処理物2は、本実施形態では、上下方向に垂直に延びる円筒状をなす。しかし、本発明の対象となる被処理物は円筒状のものに限られない。この被処理物は、切削工具のような小物を多数並べたようなもの、棒状のもの、板状のものであってもよい。
- [0020] 前記被処理物2は、前記ターゲット3の長手方向寸法(高さ寸法)と比較的近い長手寸法を有し、前記回転テーブル4の回転に伴い、前記ターゲット3に対して互いに長手方向中心線が平行又はほぼ平行となる状態にて、回転テーブル4の回転に伴ってターゲット3の周囲を公転するとともに、縦軸廻りに自転する。この被処理物2には、この被処理物2に負のバイアス電圧を印加するための図示しない直流バイアス電源が接続される。
- [0021] 前記真空チャンバ1には、プロセスガス導入用のガス導入口1aと、真空排気系に連絡する真空排気口1bとが設けられている。
- [0022] この装置は、さらに、陰極及び陽極を有するアーク電源7を備え、その陰極が前記ターゲット3の上端側部分に接続され、陽極が前記真空チャンバ1に接続される。従って、この装置では、前記ターゲット3が陰極に設定され、前記真空チャンバ1がアース電位の陽極に設定される。前記アーク電源7の陽極側には、トリガピンを有するアーク点火機構8が抵抗を介して接続され、このトリガピンと前記ターゲット3の外周面との瞬間的な接触が真空アーク放電を生じさせる。
- [0023] この真空アーク放電のアーツスポット(放電スポット)は、前記ターゲット3の外周面上をかけめぐる。具体的に、この装置は、前記ターゲット3内に昇降自在に設けられる永久磁石5と、この永久磁石5を昇降させる磁石昇降装置6とを備え、前記永久磁石5の昇降によって前記ターゲット3の外周面上での前記アーツスポットの位置の制御が行われる。この制御は、前記ターゲット3の長手方向についての消耗速度(単位時間当たりの蒸発量)の分布を変化させることを可能にする。このアーツスポットの位置制御は、永久磁石以外の手段、例えば電磁コイルによつても行われ得る。

- [0024] 図2は図1におけるターゲットを説明するための断面図である。
- [0025] 図2に示すように、前記円筒状のターゲット3は、ターゲット上端部を構成する上ターゲット31と、この上ターゲット31と同一寸法であってターゲット下端部を構成する下ターゲット32と、その間に配置される中央部を構成する中央ターゲット33とを有し、これら3つの部分に分割可能であるとともに、これらの部分が連結リング10, 10によって相互連結されることにより一体化される。つまり、前記上ターゲット31及び前記下ターゲット32と、前記中央ターゲット33とは、互いに切離し可能に連結される。
- [0026] 一方、真空チャンバ1の天板には円環状の絶縁部材16を介して上フランジ11が取り付けられ、この上フランジ11には上下方向に延びる有底中空シャフト13が取り付けられ、この有底中空シャフト13の内部に冷却水が導かれる。この有底中空シャフト13の下端部外周面には雄ねじが形成され、この雄ねじにターゲット取付け用のナット14が装着されるとともに、このナット14の上に下フランジ12が配置される。前記連結リング10, 10によって一体化されたターゲット3は、有底中空シャフト13の外側に嵌められた状態で、前記下フランジ12及び前記ナット14により上フランジ11に固定される。
- [0027] 前記上フランジ11が取り付けられた前記有底中空シャフト13は、ターゲット3を冷却するための冷却水の供給路とアーク電流の給電経路を兼ねている。この有底中空シャフト13内に導かれた冷却水は、有底中空シャフト13の下端部に設けられた孔を通って、この有底中空シャフト13の周囲のターゲット3内の冷却水排水路15に流出し、この冷却水排出路15内を上向きに流れてターゲット3内から導出される。前記図1に示される永久磁石5(図2では図示省略)は、前記ターゲット3の冷却水排水路15内に昇降自在に設けられている。
- [0028] 前記上フランジ11には、アーク電源7の陰極側に連絡してアーク電流を流すパワーケーブル17が接続されている。
- [0029] 次に、前記アーキイオンプレーティング装置を用いて行われる本実施形態のアーキイオンプレーティング方法について説明する。
- [0030] 本実施形態によるアーキイオンプレーティング方法では、真空チャンバ1内に、長手方向寸法が比較的近いターゲット3と被処理物2とが互いに長手方向中心線が平行又はほぼ平行となる状態で配置される。前記ターゲット3は、真空アーク放電によって

蒸発・イオン化され、これにより生成されたターゲット物質イオンが被処理物2に導かれてその表面に皮膜を形成する。この皮膜形成の際、ターゲット3内の冷却水排水路15に沿う永久磁石5の昇降によりターゲット外周面上でのアーチスポット位置の制御が行われる。永久磁石5の昇降速度を、アーチスポットが上・下ターゲット31, 32上にある時よりもアーチスポットが中央ターゲット33上にある時の方が速くなるようにすることにより、上・下ターゲット31, 32の消耗速度(単位時間当たりの蒸発量)を中央ターゲット33の消耗速度より高い速度(例えば2倍の速度)にする。このような制御を伴う被処理物2への皮膜の形成は、円筒状の被処理物2の略全長にわたって均一な膜厚分布を得ることを可能にする。

- [0031] この皮膜形成は、1バッチ当たり複数個の被処理物2に対して行われる。この皮膜形成がNバッチ(Nは特定の自然数)繰り返されると、中央ターゲット33に比べて消耗速度が速い上ターゲット31及び下ターゲット32が当該中央ターゲット33よりも先に消耗限界に達する。この時点で、その消耗限界に達したものと未使用のものとの交換が行われる。
- [0032] 前記上・下ターゲット31, 32の消耗速度は、中央ターゲット33の消耗速度の2倍の速度に限らず、例えば3倍や4倍などの他の整数倍の速度であってもよい。また、上・下ターゲット31, 32の交換時期は必ずしも同時でなくてもよい。しかし、消耗速度の遅い中央ターゲット33の消耗限界による交換時期と、先に交換される消耗速度の速い上・下ターゲット31, 32の消耗限界による交換時期が重なるように、適当な処理条件(例えば前記上・下ターゲット31, 32および前記中央ターゲット33の各消耗限界量(肉厚)、前記上・下ターゲット31, 32と前記中央ターゲット33との長さ比率、前記上・下ターゲット31, 32の消耗速度及び前記中央ターゲット33の消耗速度)が調節されると、ターゲットの管理が容易になり、ターゲット利用効率が向上する。
- [0033] 図3～図5は本発明に係るターゲットの交換手順を説明するための図である。
- [0034] 前記Nバッチ分の処理により消耗限界に達した上ターゲット31'及び下ターゲット32'と当該Nバッチ分だけ消耗した中央ターゲット33'とからなるターゲットは、図3に示すように、有底中空シャフト13からのナット14の取り外しによって当該有底中空シャフト13から抜き取られる。その後、図4に示すように、前記ターゲットは分解され、さ

らに、消耗限界に達した上・下ターゲット31'，32'に代えて未使用（新規）の上・下ターゲット31，32が前記中央ターゲット33'に連結されることにより、当該未使用の上・下ターゲット31，32を含むターゲット3'が新たに構築される。このターゲット3'は、図5に示すように、有底中空シャフト13の外側に嵌められた状態で上フランジ11に固定される。

- [0035] 前記上ターゲット31のうち前記中央ターゲット33'寄りの部位（上ターゲット31の下端部）には、前記上ターゲット31と前記中央ターゲット33'との連結位置における当該上ターゲット31の直径と当該中央ターゲット33'の直径とを同一にするような先細り状のテーパ部が形成されている。このテーパ部は、前記アーツスポットが前記ターゲット31，33'間を移行する際に前記直径同士の差に起因するアーツスポットの消弧を確実に防止するためのものであり、必ずしもその形成を要しない。
- [0036] 同様に、下ターゲット32の中央ターゲット33'寄りの部位（下ターゲット32の上端部）には、前記下ターゲット32と前記中央ターゲット33'との連結位置における当該下ターゲット32の直径と当該中央ターゲット33'の直径とを同一にするような先細り状のテーパ部が形成されている。このテーパ部も、前記アーツスポットが前記ターゲット32，33'間を移行する際に前記直径同士の差に起因するアーツスポットの消弧を確実に防止するためのものであり、必ずしもその形成を要しない。
- [0037] 引き続き、前回と同じ数のNバッチだけ皮膜形成が繰り返されることにより、前記中央ターゲット33'が消耗限界に達すると同時に、先に（前回）交換された上・下ターゲット31，32も消耗限界に達する。この時点では、ターゲット全体が、図2に示されるような未使用の新規なターゲット3に更新される。このようにターゲット全体が新規なターゲットに交換されるまでの長手方向両端部の交換頻度については、特に限定されない。例えば、その中央部が1回交換される間に、両端部が2回交換されてもよいし、3回以上交換されてもよい。
- [0038] 以上示した方法では、ターゲット3を構成する分割可能な部分である上ターゲット31、下ターゲット32、及び中央ターゲット33が、いずれも消耗限界まで使用されることが可能なので、前記特開2004-107750号公報に開示される従来技術に比べて、ターゲット有効消耗量に対するターゲット材料使用量の削減及びターゲット材料の歩

留まりの向上を図ることができる。しかも、ターゲットの形状は特に制約されないことが、例えば当該ターゲットの形状をその長手方向に直交する断面形状寸法がターゲット全長にわたって均一な形状に設定することにより、ターゲット3の製造コストの低減を図ることができ、ターゲット3のコストを下げることができる。この効果は、前記ターゲット3の製造にHIP成形が用いられる場合に特に顕著である。例えば、前記従来技術のように長手方向両端部が中央部側よりも太い形状のロッドターゲットを用いる方法において、このロッドターゲットをHIP処理を用いて成形する場合、そのHIP処理のためのターゲット材料収容カプセルとしてカプセル径が異なるものを複数種類用意しなければならないが、長手方向全域にわたって直径が均一なターゲットの製造ではその工程及び設備が簡略化される。

- [0039] 本発明のアーカイオンプレーティング方法では、必要に応じてターゲットの中央部(33)が複数個に分割されてもよい。この分割は、ターゲットが非常に長尺である場合(例えばターゲットの全長が600mm以上である場合)に有効である。
- [0040] 本発明のアーカイオンプレーティング方法において、ターゲットの長手方向両端部(31, 32)と中央部(33)との消耗速度を変化させるためのアックスポットの位置制御は、前記のような永久磁石5の位置制御によるものに限られない。当該アックスポットの位置制御は、それ以外の公知の方法、例えばアノードの位置制御による方法やアノード電流バランスの調節による方法によっても実行され得る。
- [0041] 本発明のアーカイオンプレーティング方法に用いられるターゲットの未使用時の形状は特に制約されない。この形状は、前記のような円筒形状の他、角柱形状や、図6に示すような平板形状でもよい。また、このターゲットは、その長手方向に直交する断面の形状がターゲット全長にわたって同一のものに限られず、未使用時から両端部の直径が中央部の直径よりも若干大きい形状のものであってもよい。
- [0042] 以上示したアーカイオンプレーティング方法では、真空チャンバ内にターゲットと被処理物とを配置する配置工程と、前記ターゲットを真空アーケ放電によって蒸発・イオン化することによりターゲット物質イオンを生成し、このターゲット物質イオンを前記被処理物に導いて皮膜形成を行う皮膜形成工程とが含まれ、この皮膜形成工程では、ターゲットの長手方向両端部の消耗速度(単位時間当たりの蒸発量)を該ターゲット

の中央部の消耗速度より速くするようなターゲット表面のアーチスポット位置の制御が行われる。この制御は、被処理物の略全長にわたって均一な膜厚分布を得ることを可能にする。

- [0043] さらに、本発明のアーキオンプレーティング方法では、前記ターゲットとして、少なくとも長手方向両端部とそれ以外の中央部とが分割可能なものが配置されて、前記のように消耗速度を変化させる皮膜形成が行われる。その際に、ターゲットの少なくとも中央部が消耗限界に達するまでは、消耗速度の速い前記長手方向両端部のみが交換される。このような部分的な交換は、前記ターゲットを構成する互いに分割可能な各部分がいずれも消耗限界まで使用されることを可能にする。このことは、前記ターゲットの形状にかかわらず、ターゲット有効消耗量に対するターゲット材料使用量を少なくてターゲット材料の歩留まりを向上させることを可能にする。これにより、ターゲットの製造コストの低減及び低価格化、ひいては皮膜形成品の低価格化を図ることが可能になる。
- [0044] 前記配置工程では、前記被処理物と、この被処理物の長手方向の寸法と略同一の長手方向の寸法をもつターゲットとが、当該被処理物の長手寸法と当該ターゲットの長手寸法とが略平行となる姿勢で相対向していることが好ましい。
- [0045] 前記配置工程では、長手方向に直交する方向の断面形状寸法がターゲット全長にわたって略同一であるターゲットを配置することが、より好ましい。このようなターゲットは製造が容易で、そのコストの低減を図ることが可能である。
- [0046] その一方、前記皮膜形成工程では、前記ターゲットのうちその中央部を残して長手方向両端部のみを交換する際に、当該長手方向両端部として、当該長手方向両端部と前記中央部との各連結位置における当該長手方向両端部の直径と当該中央部の直径とを同一にする先細りテーパ部が形成されたものを前記中央部に連結するようにしてもよい。このテーパ部は、前記各連結位置における長手方向両端部の直径と中央部の直径との差に起因するアーチスポットの消弧を防ぐ。
- [0047] 前記配置工程では、長手方向両端部と中央部との3つの部分に分割可能なターゲットを配置し、前記皮膜形成工程では、前記中央部が消耗限界に達する当該中央部の交換時期と、この中央部の交換時期よりも前に既に交換された長手方向両端部が

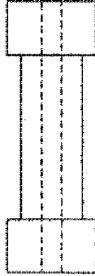
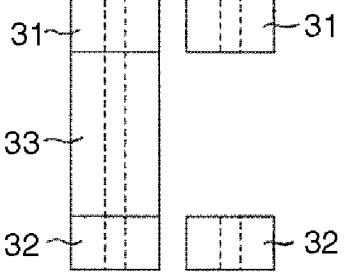
消耗限界に達する当該長手方向両端部の交換時期とが重なるように、前記長手方向両端部の消耗速度と前記中央部の消耗速度とを調節しながら皮膜形成を行うことが、より好ましい。このように前記中央部の交換時期と前記長手方向両端部の交換時期とが重なることは、前記中央部を前記長手方向両端部と同時に交換することを可能にし、ターゲットの管理を容易にする。

## 実施例

- [0048] 前記図1に示す装置を用いて、本発明の実施例と比較例(前記特開2004-107750号公報に示される従来技術)とによるアークイオンプレーティングが行われる。
- [0049] 被処理物2は円筒形であって、外径:  $\phi$  90mm, 長さL:500mmである。実施例のターゲット3は、全長が700mmで円筒形をなし、両端部を構成する上・下ターゲット31, 32:外径  $\phi$  130mm, 内径  $\phi$  50mm, 長さ150mm、中央部を構成する中央ターゲット33:外径  $\phi$  130mm, 内径  $\phi$  50mm, 長さ400mmであり、消耗限界が外径  $\phi$  70である。また、比較例のターゲットは、全長が700mmで段差を持つ円筒形をなし、両端部:外径  $\phi$  130mm, 内径  $\phi$  50mm, 長さ150mm、中央部:外径  $\phi$  104.4mm, 内径  $\phi$  50mm, 長さ400mmであり、消耗限界が外径  $\phi$  70である。
- [0050] そして、被処理物2の略全長にわたって膜厚のバラツキが $\pm 5\%$ 以内の均一な膜厚分布を得るために、永久磁石5の昇降速度は、ストローク両端の50mmの領域では50mm/sに設定され、それ以外の中央部の領域では100mm/sに設定される。つまり、上・下ターゲット31, 32(比較例では両端部)の消耗速度は、中央ターゲット33(比較例では中央部)の消耗速度の2倍の速度に設定される。装置の規模にも影響されるものの、通常、この消耗速度比にて最も広範囲に均一な膜厚分布が得られることが実験を含む経験上からわかつている。
- [0051] 実施例及び比較例ではともに、Crからなるターゲットが用いられ、真空チャンバ1内にプロセスガスとしてN<sub>2</sub>ガスが導入され、真空チャンバ1内の圧力を3Paに保持するようN<sub>2</sub>ガス流量が制御されながら、アーク電流1000Aでの真空アーク放電が行われる。この方法により、1バッチ当たり、15個の被処理物2に対して膜厚10  $\mu$ mのCrN皮膜の成膜が行われる。
- [0052] 本発明の実施例では、108バッチで上・下ターゲット31, 32が消耗限界に達し、こ

の消耗限界に達した上・下ターゲット31, 32のみが未使用のものと交換される。引き続きCrN皮膜の形成が行われ、次の108バッチにて、中央ターゲット33が消耗限界に達すると同時に、先に交換された上・下ターゲット31, 32も消耗限界に達する。つまり、ターゲット3全体が消耗限界に達する。この結果を表1に示す。

[0053] [表1]

	比較例(従来技術)	本発明例
ターゲット構成		 <p>上記1セットで従来ターゲット(左図)の2本分に相当する</p>
消耗速度比 両端部:中央部	2:1	2:1
両端部 外径×長さ mm	$\phi 130 \times L150$	$\phi 130 \times L150$
中央部 外径×長さ mm	$\phi 104.4 (\text{※1}) \times L400$	$\phi 130 \times L400$
消耗限界 外径 mm	$\phi 70$	$\phi 70$
内径 mm	$\phi 50$	$\phi 50$
ターゲット材料使用量(a) cm <sup>3</sup>	6032	11308
有効消耗量(b) cm <sup>3</sup>	両端部 1414×2 中央部 1885 合計 4713(※2)	両端部 1414×4 中央部 3770 合計 9426 (1本分では比較例(※2)と同じ)
ターゲット材料歩留り (b/a)	78.1%	83.3%

\*1 消耗速度比が両端部:中央部=2:1である場合、両端部と中央部が同時に消耗限界に達するように算出したもの [( $130^2 - 70^2$ ) : ( $x^2 - 70^2$ ) = 2:1より]

[0054] 表1からわかるように、本発明の実施例では、比較例(前記従来技術)に比べて、ターゲット有効消耗量(b)に対するターゲット材料使用量(a)が少なく、ターゲット材料歩留まりの向上を図ることができる。しかも、ターゲット製造時のHIP成形に際しター

ゲットの長手方向に直交する断面形状寸法がターゲット全長にわたって同一でよいため、ターゲット3の製造コストの低減を図ることができ、皮膜形成品の低価格化を図ることができる。

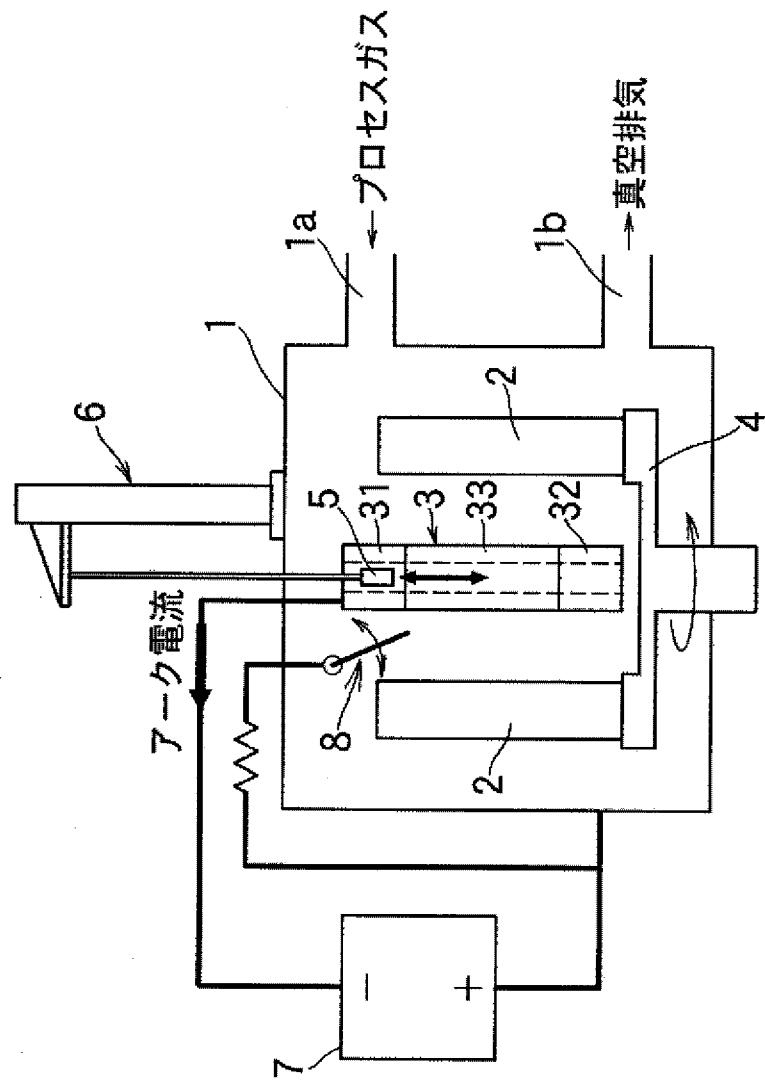
## 請求の範囲

- [1] ターゲットを用いて被処理物の表面に皮膜を形成するためのアーカイオンプレーティング方法であって、  
　　真空チャンバ内に、少なくとも長手方向両端部とそれ以外の中央部とに分割可能なターゲットと被処理物とを配置する配置工程と、  
　　前記ターゲットを陰極とする真空アーク放電によってこのターゲットを構成する物質を蒸発させるとともにイオン化し、このイオン化により生じたターゲット物質イオンを前記被処理物に導くことにより皮膜形成を行う皮膜形成工程とを含み、  
　　前記皮膜形成工程では、前記長手方向両端部の消耗速度が前記中央部の消耗速度よりも高くなるように前記ターゲットの表面のアーチスポット位置の制御をし、かつ、前記ターゲットの中央部が消耗限界に達するまでは、前記長手方向両端部の少なくとも一方が消耗限界に達した時点でその端部のみを交換して引き続き皮膜形成を行う。
- [2] 請求項1記載のアーカイオンプレーティング方法であって、  
　　前記配置工程では、前記被処理物と、この被処理物の長手方向の寸法と略同一の長手方向の寸法をもつターゲットとを、当該被処理物の長手寸法と当該ターゲットの長手寸法とが略平行となる姿勢で相対向させる。
- [3] 請求項1記載のアーカイオンプレーティング方法であって、  
　　前記配置工程では、長手方向に直交する方向の断面形状寸法がターゲット全長にわたって略同一であるターゲットを配置する。
- [4] 請求項3記載のアーカイオンプレーティング方法であって、  
　　前記皮膜形成工程では、前記ターゲットのうちその中央部を残して長手方向両端部のみを交換する際に、当該長手方向両端部として、当該長手方向両端部と前記中央部との各連結位置における当該長手方向両端部の直径と当該中央部の直径とを同一にする先細りテーパ部が形成されたものを前記中央部に連結する。
- [5] 請求項1記載のアーカイオンプレーティング方法であって、  
　　前記配置工程では、長手方向両端部と中央部との3つの部分に分割可能なターゲットを配置し、

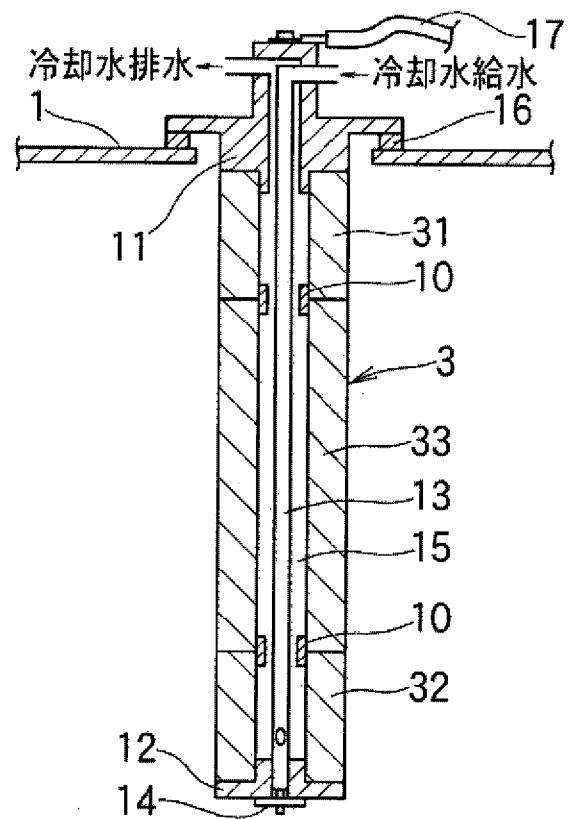
前記皮膜形成工程では、前記中央部が消耗限界に達する当該中央部の交換時期と、この中央部の交換時期よりも前に既に交換された長手方向両端部が消耗限界に達する当該長手方向両端部の交換時期とが重なるように、皮膜形成を行う。

- [6] 請求項1記載のアークイオンプレーティング方法に使用されるターゲットであって、長手方向両端部と、その間に配置され、前記長手方向両端部とそれぞれ切離し可能な連結される中央部とを有する。

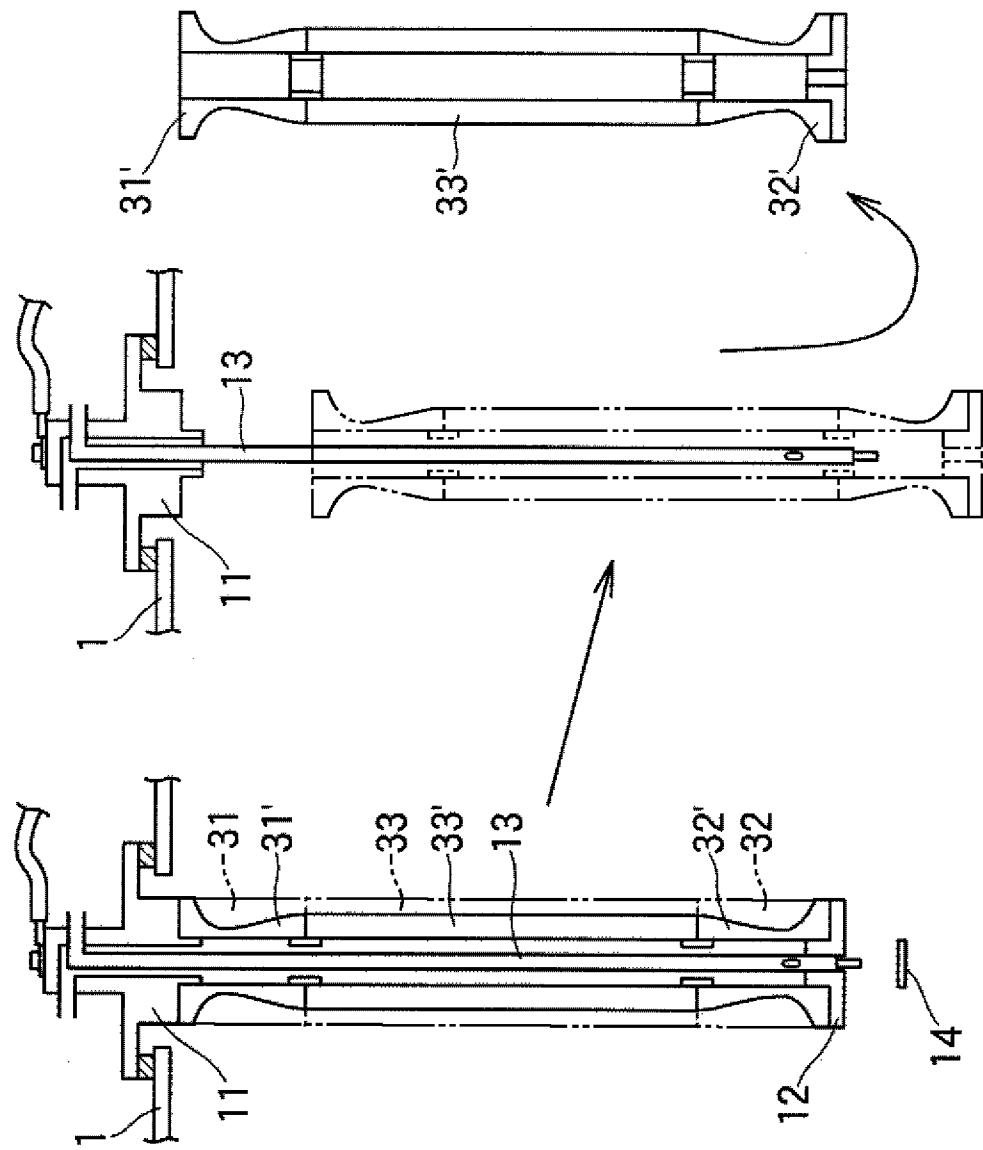
[図1]



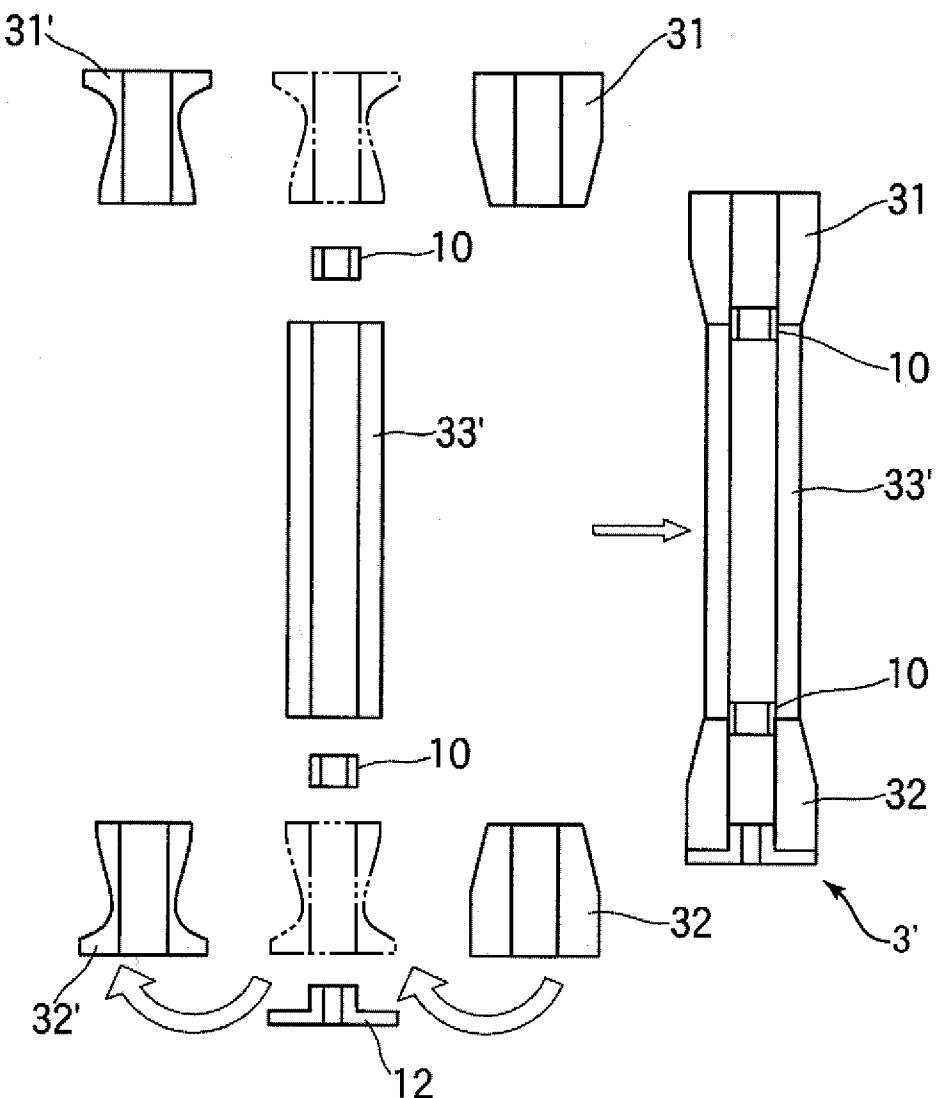
[図2]



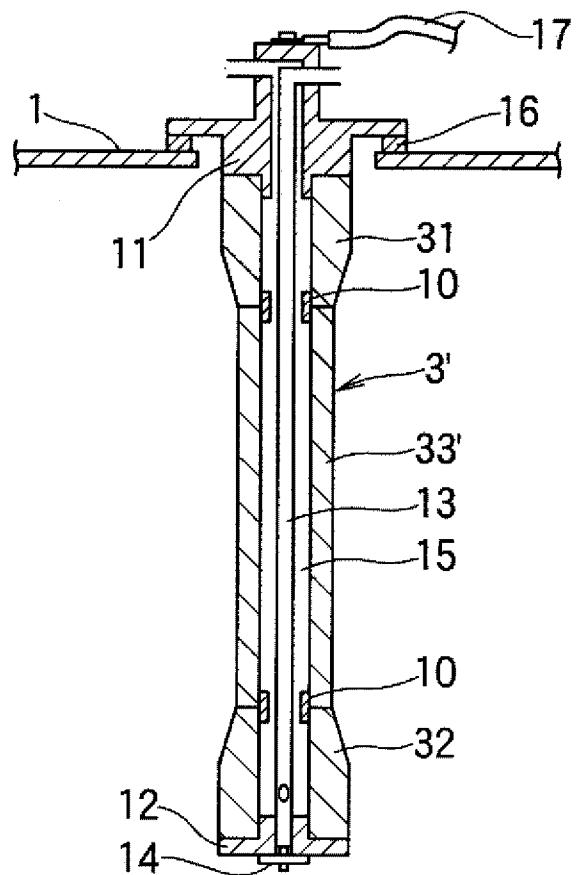
[図3]



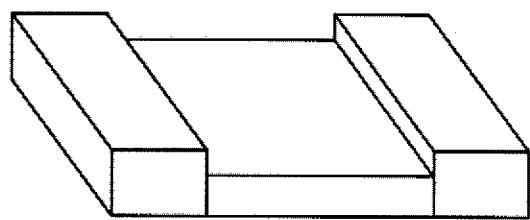
[図4]



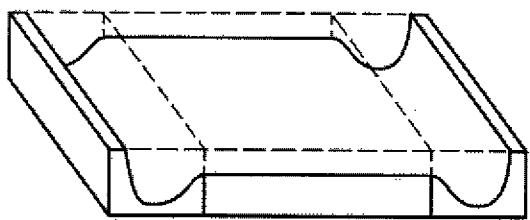
[図5]



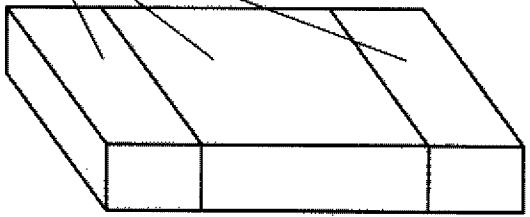
[図6]



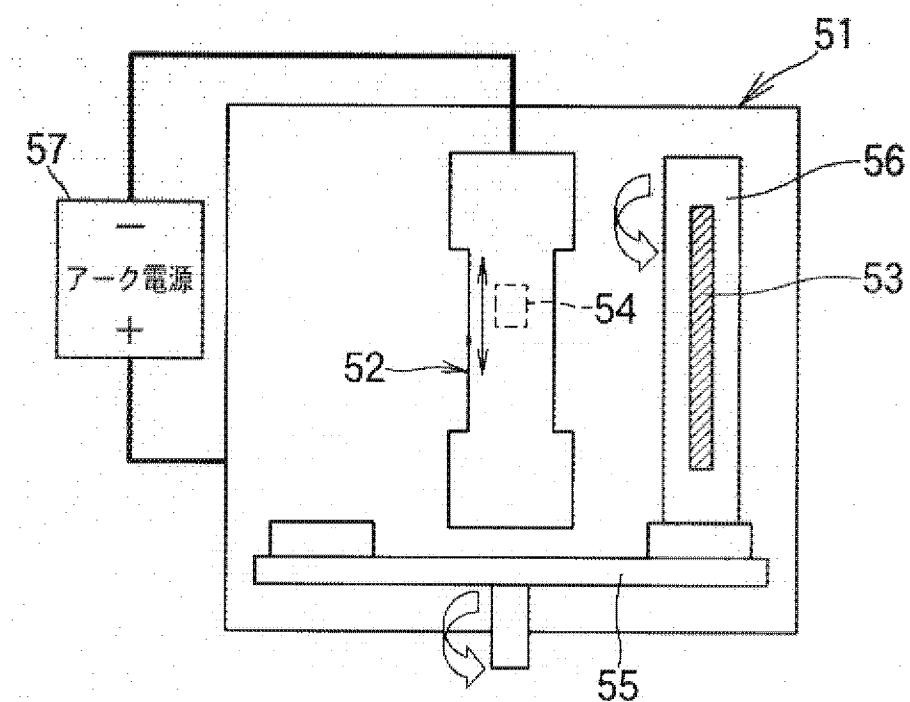
↑  
両端部を交換



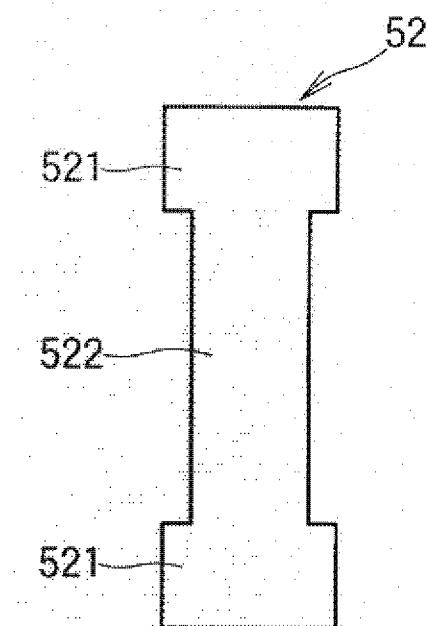
↑  
蒸発面  
消耗



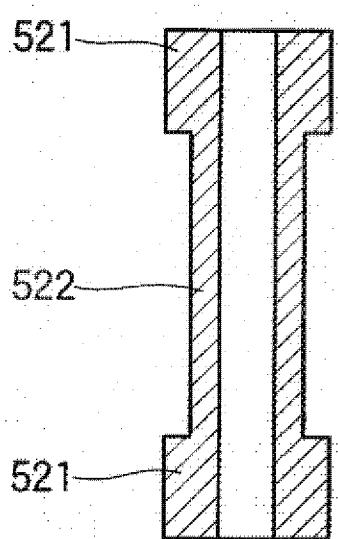
[図7]



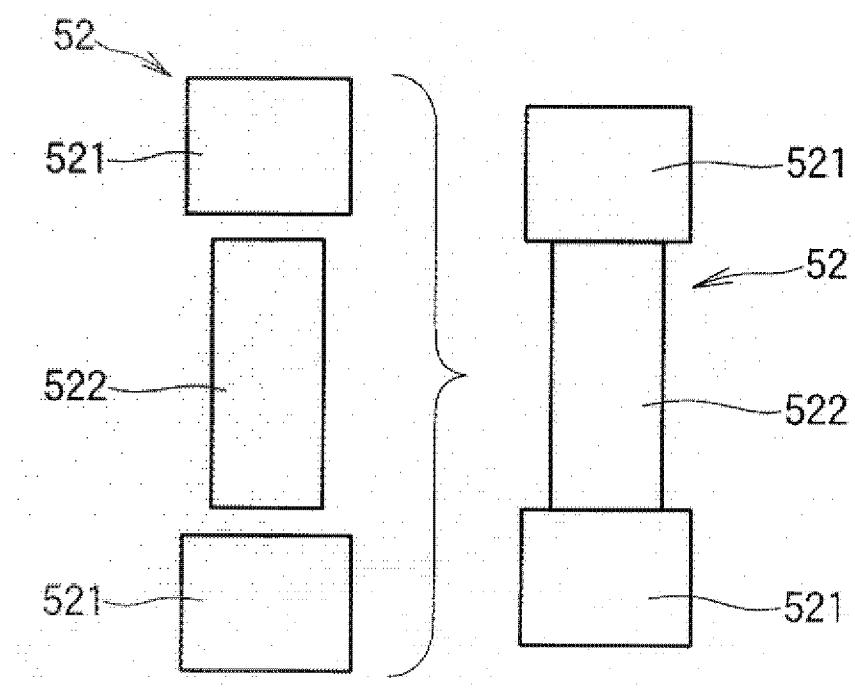
[図8]



[図9]



[図10]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/054286

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
C23C14/32 (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

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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.
Y	JP 2004-107750 A (Kobe Steel, Ltd.), 08 April, 2004 (08.04.04), Claim 7; Par. No. [0004]; Figs. 3, 5, 6, 9 & US 2004/0055884 A1 & EP 1408136 A1	1-6
Y	JP 2003-301266 A (Kobe Steel, Ltd.), 24 October, 2003 (24.10.03), Claim 4; Par. No. [0013]; Fig. 1 (Family: none)	1-6
Y	JP 60-181268 A (Hitachi, Ltd.), 14 September, 1985 (14.09.85), Claims; page 2, upper left column, "Summary of The Invention" (Family: none)	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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"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	"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
09 April, 2007 (09.04.07)

Date of mailing of the international search report  
24 April, 2007 (24.04.07)

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（IPC））

Int.Cl. C23C14/32(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（IPC））

Int.Cl. C23C14/00-14/58

## 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	1971-2007年
日本国実用新案登録公報	1996-2007年
日本国登録実用新案公報	1994-2007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 請求の範囲の番号
Y	JP 2004-107750 A (株式会社神戸製鋼所) 2004.04.08, 請求項7、[0004]段落、図3、図5、図6、図9 & US 2004/0055884 A1, & EP 1408136 A1	1-6
Y	JP 2003-301266 A (株式会社神戸製鋼所) 2003.10.24, 請求項4、[0013]段落、図1 (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 60-181268 A (株式会社日立製作所) 1985.09.14, 特許請求の範囲、第2頁左上[発明の概要]欄 (ファミリーなし)	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  09.04.2007	国際調査報告の発送日  24.04.2007
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 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） 吉田 直裕 電話番号 03-3581-1101 内線 3416 4G 3028