

(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  
2023年10月12日(12.10.2023)



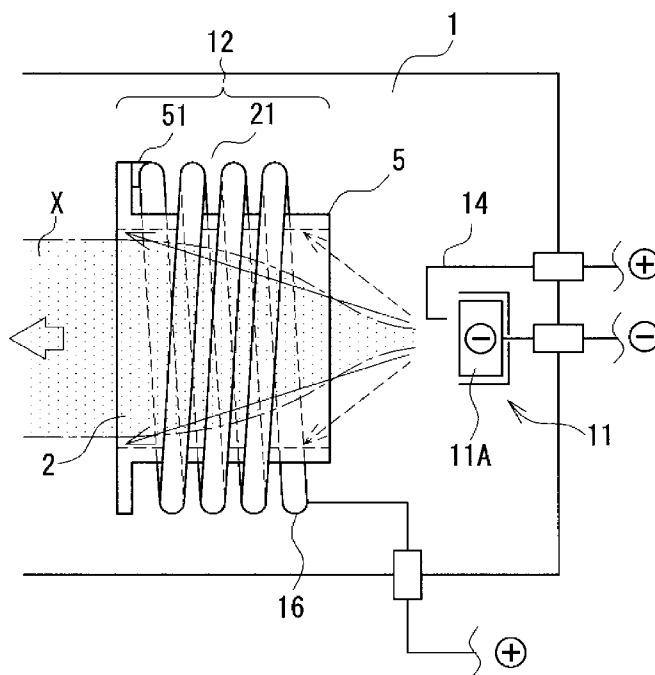
(10) 国際公開番号

**WO 2023/195058 A1**

- (51) 国際特許分類:  
C23C 14/24 (2006.01) C23C 14/32 (2006.01) [JP/JP]; 〒4420005 愛知県豊川市本野ヶ原三丁目2番地 Aichi (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/017073 (72) 発明者: 滝川 浩史 (TAKIKAWA Hirofumi); 〒4418580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 国立大学法人豊橋技術科学大学内 Aichi (JP). 坂東 隆宏 (BANDO Takahiro); 〒4418580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 国立大学法人豊橋技術科学大学内 Aichi (JP). 税木 善則 (SAIKI Yoshinori); 〒4418580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 国立大学法人豊橋技術科学大学内 Aichi (JP). 鬼頭 純平 (KITO Junpei); 〒4418580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 国立大学法人豊橋技術科学大学内 Aichi (JP). 橋本 侑樹 (HASHIMOTO Yuki); 〒4418580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1
- (22) 国際出願日: 2022年4月4日(04.04.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 国立大学法人豊橋技術科学大学 (NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION TOYOHASHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒4418580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 Aichi (JP). オーエスジー株式会社 (OSG CORPORATION)

(54) Title: FILM-FORMING DEVICE

(54) 発明の名称: 成膜装置



(57) Abstract: [Problem] To provide a film-forming device in which an anode part provided with a function for generating a magnetic field is positioned between a cathode part and an object being processed, whereby it is possible to reduce adhesion of particles emitted from a cathode to a magnetic-field-generating part and to efficiently form a vapor-deposited film having few droplets, which are by-product fine particles emitted from the cathode. [Solution] A film-forming device that evaporates a cathode material constituting a cathode using a plasma-generating means for generating plasma



WO 2023/195058 A1

国立大学法人豊橋技術科学大学内 Aichi (JP).  
 杉田 博昭(SUGITA Hiroaki); 〒4411231 愛知県  
 豊川市一宮町宮前 1 4 9 オーエスジー株式  
 会社内 Aichi (JP). 儀間 弘樹(GIMA Hiroki);  
 〒4411231 愛知県豊川市一宮町宮前 1 4 9 オ  
 ーエスジー株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 井川 浩文, 外(IKAWA Hirofumi et al.);  
 〒4400888 愛知県豊橋市駅前大通 1 丁目  
 2 7 - 1 WALL CAPITAL H  
 ILL 5階 Aichi (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL,  
 CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,  
 EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,  
 HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH,  
 KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,  
 MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,  
 NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,  
 QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
 ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
 US, UZ, VC, VN, WS, 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, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG,  
 ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

by performing arc discharge to form a film by vapor deposition on the surface of an object being processed. The plasma-generating means is provided with a cathode part, an anode part disposed a suitable distance from the cathode part, a magnetic-field-generating part, and a protective member. The magnetic-field-generating part is configured from the anode part or is configured integrally or continuously with the anode part and generates a magnetic field using a current produced through arc discharge. The protective member is configured from a portion of the anode part or is configured independently while being electrically connected to the anode part and is positioned outside a region where the plasma flow descends to protect all or part of the magnetic-field-generating part from adhesion of cathode material.

(57) 要約 : 【課題】 陰極部と被処理物との間に磁界を発生する機能を備えた陽極部を配置することで、陰極から放出される粒子の磁界発生部自体への付着を低減するとともに、陰極から放出される副生微粒子であるドロップレットの付着の少ない蒸着膜を効率的に形成し得る成膜装置を提供する。【解決手段】 アーク放電を行ってプラズマを発生させるプラズマ発生手段により、陰極を構成する陰極材料を蒸発させて被処理物の表面に膜を蒸着形成する成膜装置である。プラズマ発生手段は、陰極部と、陰極部から適宜間隔を有して配置される陽極部と、磁界発生部と、保護部材を備える。磁界発生部は、陽極部によって構成され、または陽極部と一体的もしくは連続的に構成され、アーク放電による電流によって磁界を発生させる。保護部材は、陽極部の一部によって構成され、または陽極部に電氣的に接続されつつ独立して構成され、プラズマ流が流下する領域の外側に配置されて磁界発生部の一部または全部を陰極材料の付着から保護する。

## 明 細 書

発明の名称：成膜装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、成膜装置に関し、特に、真空中（例えば0.0001～50Pa）のアーク放電によってプラズマを発生させ、陰極材料を被処理物表面に膜を蒸着形成させる装置に関するものである。

### 背景技術

[0002] 一般に、プラズマを発生させることにより、固体材料（被処理物）の表面に薄膜を形成し、またはイオンを注入することによって、固体材料（被処理物）の表面特性を改善することなどが知られている。金属イオンおよび／または非金属イオンを含むプラズマを利用して形成された膜は、固体表面の耐摩耗性や耐食性を強化し、保護膜等として有用なものである。特に、カーボンプラズマを利用した炭素膜はダイヤモンド構造とグラファイト構造が非晶質状で混成したものからなるダイヤモンドライクカーボン膜（DLC膜）として利用価値が高いことも知られている。また、雰囲気中に窒素ガスを導入し、チタン（Ti）やチタンアルミニウム（TiAl）などの金属または合金を蒸発させて形成してなる窒化チタン膜や窒化チタンアルミニウム膜などの金属窒化膜は、工具や部品の保護膜として、その他部材の装飾など種々において利用できることも知られている。このような方式は、真空アーク蒸着、アークイオンプレーティング、アークPVD、陰極アーク蒸着などと呼ばれるものである。一般的な真空アーク蒸着装置では、真空容器自体が陽極として機能するものが多いが、本発明では、陽極を真空容器とは独立させて、真空容器内に配置する形態のものに関するものである。

[0003] ところで、金属イオンや非金属イオンを含むプラズマは、真空アーク放電によるものであるところ、真空アーク放電は、陰極と陽極の間に生じられ、陰極の表面上に存在し、真空アーク放電の起点であるところの高温の陰極点から陰極材料が蒸発し、この陰極蒸発物質により真空アークプラズマが形成

される。また、雰囲気ガスとして反応性ガス（窒素、酸素、水素、炭化水素、フッ素、ケイ素など）もしくは不活性ガス（希ガス）のうちのいずれか一つもしくは複数を導入した場合、これらのガスも同時にイオン化される。このようなプラズマを用いることによって、固体表面への薄膜形成やイオン注入により表面処理加工を行っていた。反応させたい物質を含む液体を気化させてプロセス容器に導入してもよいものであった。

[0004] 上記のように、プラズマを形成させる真空アーク放電では、陰極点から電子、陰極材料蒸発粒子（原子（または分子））といった構成粒子が放出されるとともに、サブミクロンから数百ミクロン（ $0.01 \sim 1000 \mu\text{m}$ ）の大きさのドロップレット（マクロパーティクルとも称される）も副生微粒子として同時に放出される。このとき、陰極点から放出される電子が陰極材料蒸発粒子に衝突することにより当該粒子がイオン化し、金属イオンおよび／または非金属イオンが生成される。陰極材料蒸発粒子は、専ら陰極点から放出された直後（陰極の表面～数mm程度の極近距離）に電子と衝突してイオン化するが、イオン化されない陰極材料蒸発粒子（その後イオン化するものを除く）、導入ガス粒子（分子または原子）、反応粒子（分子）などは中性粒子（以下、まとめて単に中性粒子と称することがある）となり、磁界および電界の影響を受けない粒子として、当初の放出方向へ直進することとなる。他方、ドロップレット（副生微粒子）は陰極部において突沸されて放出されるが、これも電荷を持たないことから磁界および電界の影響を受けずに進直する。ところが、固体材料の表面処理においては、ドロップレット（副生微粒子）が基材表面に付着することが問題であった。すなわち、固体材料の表面にドロップレット（副生微粒子）が付着すると、表面が平滑でない状態となるため薄膜の均一性が保持されず、低品質品・欠陥品とされることがあった。

[0005] そこで、ドロップレット（副生微粒子）の付着を回避するため、本願の一部発明者において、プラズマ発生部から放出されるプラズマの流れ（陰極点で発生した真空アークプラズマが陽極および／または被処理物に向かうプラ

ズマの流れ。以下、プラズマ流と称する場合がある)を湾曲磁界によって屈曲させ、プラズマ発生部と対向しない方向へプラズマ流を誘導する一方、副生微粒子をプラズマ発生部に対向する方向へ誘導させることにより、プラズマ流とドロップレット(副生微粒子)とを分離させる構成としたプラズマ発生装置を提案した(特許文献1参照)。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0006] 特許文献1: 特開2002-008893号公報

特許文献2: 特開2005-216575号公報

[0007] 非特許文献1: Andre Anders, "Approaches to rid cathodic arc plasmas of macroand nanoparticles: a review", Surface and Coatings Technology, 120-121(1999)319-330

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0008] 前掲の特許文献1に開示される技術では、ドロップレット(副生微粒子)を直進させ、プラズマ流を横方向へ屈曲させるように略T字型の分岐構造としていた。そのため、当該分岐により、ドロップレット(副生微粒子)はプラズマ流とは分離され、プラズマ流のみを固体材料に到達させることができるものとされていた。ところが、プラズマ発生部から放出されるドロップレット(副生微粒子)は、プラズマが進行するプラズマ進行路の側壁に衝突する場合があります、ドロップレット(副生微粒子)が当該衝突により反射し、プラズマ流に混入することがあった。このようにプラズマ流に混入したドロップレット(副生微粒子)は、やはり固体材料の表面に付着し、表面の平滑性を阻害することとなっていた。

[0009] そこで、本願の一部発明者において、プラズマ進行路の内部にドロップレット(副生微粒子)の進行を制限する制限板と、この制限板を通過したドロップレット(副生微粒子)を反射させる斜行壁とを有する構成を案出した(

特許文献2参照)。この構成は、プラズマ発生部の近傍に設けられる制限板により、ドロップレット（副生微粒子）の進行方向が制限されるとともに、当該制限板を通過した予定方向に進行するドロップレット（副生微粒子）をさらに斜行壁で反射させ、所望の位置に配置する捕集部によってドロップレット（副生微粒子）を捕集するものであった。このような構成により、プラズマ流へのドロップレット（副生微粒子）の混入を回避することができるものとなった。

[0010] ところが、上述のような湾曲磁界によってプラズマ流を屈曲させる場合には、プラズマ発生部（陰極部）から固体材料（被処理物）までの距離が500mm以上を要することとなり、概ね500mm～1,000mmの範囲内に設定されることが一般的であった。その理由としては、プラズマ流を屈曲させるために、プラズマ流が流れる空間を確保しつつ複数の磁界発生装置を配置せざるを得ない結果、流路長が長くなるためである。磁界発生コイルを兼用する流路をS字状とする構成もある（非特許文献1参照）が、この場合においても結果的にはプラズマ流の実質的な流路長が長くあるものであった。しかしながら、プラズマ発生部（陰極部）から固体材料（被処理物）までの距離が長くなると、アーク放電によって形成される蒸発物質の密度（フラックス）が低下するため、成膜速度に限界があった。そのため、成膜速度を向上させるためにはプラズマ発生部（陰極部）と固体材料（被処理物）との距離を短縮させ得る構成としなければならなかった。

[0011] また、プラズマ流路をS字状として対向する固体材料（被処理物）にプラズマを到達させ、プラズマ流路長を短縮させる構成とした場合においては、プラズマ流から分離させたドロップレット（副生微粒子）は、S字状に湾曲するプラズマ流とは異なり直進させる構成とするものであるが、流路をS字状とするために磁性発生コイルを湾曲させているため、その磁性発生コイルの湾曲部分に隙間を生じさせ、その隙間から対向位置にある固体材料（被処理物）に向かって進行することとなり、ドロップレット（副生微粒子）が固体材料（被処理物）に付着し得るものとなっていた。また、磁界発生部によ

ってプラズマ流の流路を形成する場合には、陰極から放出される粒子が磁界発生部自体に付着することがあり、コイル状の磁界発生部が複雑形状を呈していることから、その付着物を除去する（クリーニングする）ことが極めて煩瑣なものとなっていた。

[0012] 本発明は、上記諸点に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、副生微粒子の被処理物の表面への付着を減少させ、陰極から放出される粒子（雰囲気導入ガスと反応したものも含む）の磁界発生部自体への付着を低減するとともに、効果的に膜を蒸着形成し得る成膜装置を提供することである。

### 課題を解決するための手段

[0013] そこで、本発明の第1の構成は、真空中で電源を介して接続される陰極と陽極との間にアーク放電を行ってプラズマを発生させるプラズマ発生手段を備え、前記陰極を構成する陰極材料を蒸発させて被処理物の表面に膜を蒸着形成する成膜装置において、前記プラズマ発生手段は、陰極部と、該陰極部から適宜間隔を有して配置される陽極部と、該陽極部によって構成され、または該陽極部と一体的もしくは連続的に構成され、アーク放電自体の自己電流によって磁界を発生させる磁界発生部と、前記陽極部の一部によって構成され、もしくは該陽極部に電氣的に接続されつつ独立して構成され、または前記磁界発生部の一部によって代用され、該磁界発生部とプラズマとの間の位置に配置されて該磁界発生部の一部または全部を陰極材料から保護する保護部材とを備えることを特徴とする。

[0014] 上記構成によれば、磁界発生部は、プラズマ発生手段を構成する陽極部（陽極部またはこれと一体的もしくは連続的に構成された部材）によってアーク放電による電流を利用して磁界を発生させる構成となっており、プラズマ発生手段に極めて近接した位置においてプラズマ流を誘導するための磁界を発生させることができる。この磁界発生部によって誘導されるプラズマ流の外側には保護部材が設けられ、この保護部材を陰極部と磁界発生部との間に配置することにより、磁界発生部に陰極から放出される粒子（以下、放出物

質という場合がある。)から保護させることができる。保護とは、磁界発生部を放出物質の付着から防御することを意味する。また、放出物質には、電子のほかに、電荷を有しない中性粒子(蒸発物質)やドロップレット(副生微粒子)が含まれる。蒸発物質である中性粒子の一部は電子との衝突によってイオンとなる。電子とイオンの荷電粒子は磁界発生部の磁界に誘導されて被処理物の方向に誘導されるが、中性粒子やドロップレットは磁界の影響を受けず放射状に放出された方向に直進する。そのため、陰極材料の選定によりドロップレットが付着するものである場合には、中性粒子とともに当該ドロップレットを保護部材に付着させることにより、磁界発生部を保護し得る。もちろん、磁界で制御しきれなかったイオンも付着するが、この説明は以後省く。また、ドロップレットが付着しない(付着し難い状態を含む。以下同じ。)場合には、ドロップレットを保護部材に衝突させて磁界発生部を保護することができ、中性粒子は付着させることにより磁界発生部を保護することができる。ただし、ドロップレットが付着しない(付着し難い)ことから、保護の程度が不十分であっても磁界発生部はドロップレットによる悪影響を受けることはない。保護部材によって衝突したドロップレットを跳ね返す(反射させる)ことは、専ら被処理物への進行を阻害させることを意図するものである。すなわち、保護部材の反射面を調整することによる反射後の進行方向を被処理物へ向かわないようにすることによって、被処理物へのドロップレットの到達量を低減させることができる。ここで、陰極から放出された当初より被処理物へ進行するドロップレットについては被処理物の表面に付着することとなり得るが、この付着量については甘受することとすれば、何らの予防手段も講じない場合に比してドロップレットの付着量が低減されることとなる。また、保有するエネルギーが高いイオンだけでなく、中性粒子も被処理物の表面に到達させることで効果的な膜の蒸着形成に資するものとなる。

[0015] 本発明の第2の構成は、上記1の構成において、前記磁界発生部が、プラズマ流が流動する領域の周辺に略筒状に形成されており、前記保護部材が、

略筒状に形成される前記磁界発生部のうち、陰極部側またはその反対側に位置する少なくとも一方の端縁に配置され、該磁界発生部の径方向に適宜面積の表面を有しつつ内部に冷却水を導入するための中空部を有する水冷用リング部材によって構成するものである。

[0016] 上記のような構成によれば、磁界発生部を略筒状とし、その内部をプラズマ流が流動するように誘導させるものとしたうえで、その磁界発生部の陰極部側またはその反対側の双方または一方の端縁にリング状（一部切れており、完全な輪状でなくてもよい。また、プラズマ流の進行方向に対し、略直交する方向に適切な幅を有する平面を持つのがよい。もちろん、曲面でも構わない。以下、この説明を省く。）の保護部材を配置することにより、この保護部材に蒸発粒子およびドロップレットを付着等させ、または蒸発粒子（導入ガスとの反応物を含む蒸着物となるものを意味する。以下この説明を略す。）を付着させつつドロップレットを反射させて磁界発生部を保護することができる。基本的には保護部材を陰極部側の端縁に配置することにより、磁界発生部に到達する前に蒸発粒子（陰極から蒸発した中性粒子およびその後イオン化した粒子）およびドロップレットを付着（または反射）させることができる。また、上記の逆側の端縁に保護部材を設けることにより、被処理物へ向かって進行するドロップレットを付着（または反射）させることで、被処理物に対するドロップレットの到達量を低減させることができる。このとき、保護部材は陽極に電氣的に接続されることにより、陽極の一部として機能し、プラズマ発生手段の一部として機能する。そこで、中空内部に冷却水を導入させるとこにより、陽極の温度上昇を低減させることができる。なお、略筒状とは、コイル状に配線する電磁コイルを想定したものであるが、周方向に連続して形成されるコイル状のほか、周方向に連続しない部材を電氣的に接続してなる構成をも含む概念を意味する。

[0017] 本発明の第3の構成は、前記第1の構成において、前記磁界発生部が、プラズマ流が流動する領域の周辺に略筒状に形成されており、前記保護部材が、プラズマ流が流動する領域と前記磁界発生部との間に配置される筒状の部

材によって構成するものである。

- [0018] 上記構成の場合には、略筒状に形成される磁界発生部の内側に筒状に保護部材が形成されていることから、磁界発生部は保護部材によってプラズマ流に含まれる陰極材料から保護されることとなる。このとき、保護部材が磁界発生部と電氣的に接続されることにより、筒状の保護部材が実質的にプラズマ発生手段の陽極として機能する。
- [0019] 本発明の第4の構成は、前記第3の構成において、前記保護部材が、複数の貫通孔を有するものとしている。
- [0020] 上記構成の場合には、保護部材に付着しないドロップレットが発生する場合に、保護部材による跳ね返り（反射）を防ぎ、ドロップレットを貫通孔から通過させることができる。プラズマ流の流動領域の外方へ放出させることにより、少なくとも被処理物に対するドロップレットの到達を低減させることとなる。なお、貫通されていない領域は、蒸発粒子（中性粒子およびイオンならびに導入ガスとの反応粒子を含む）の付着を受けることとなるため、磁界発生部への付着量を低減することを可能としている。
- [0021] また、本発明の第5の構成は、前記第3の構成において、前記保護部材が、少なくとも内側表面が平坦でない状態に形成してなるものとしている。
- [0022] このような構成の場合には、前記のように、ドロップレットを貫通孔から通過させることに代えて、乱反射させることにより被処理物の方向へ跳ね返る量を低減させるものとしている。すなわち、保護部材の内側表面を平坦ではなく意図的に起伏させるなどの加工を施すことにより、ドロップレットの跳ね返り角度（反射角度）を変化させ、被処理物へ向かうドロップレットの量を低減させるものである。他方、蒸発粒子は、跳ね返ることなく表面に付着させることができることから、磁界発生部を保護することができる。
- [0023] 本発明の第6の構成は、前記第5の構成を具体化するものであって、前記保護部材の内側表面が、該保護部材の複数箇所において部分的に切り込みを設けて一部を折曲させて立設してなる多数の立設部、適宜箇所を穿孔してなる多数の貫通孔、適宜間隔を凹状に形成してなる複数の凹状部、適宜間隔を

凸状に形成してなる多数の突起部、または略筒状の周方向に連続的に突出させた複数の環状突起部の中から選択される形状とするものである。

[0024] 上記構成は、保護部材の内側表面を平坦でない構成とする場合の具体例を示すものであり、複数箇所において部分的に切り込みを設けて一部を折曲させて立設してなる多数の立設部を設ける形状とするときは、折り曲げにより立設された部分にドロップレットが衝突することにより前進方向への跳ね返りを抑制し得る。また、適宜箇所を穿孔してなる多数の貫通孔を形成する場合は、貫通孔を通過させることのほか、貫通孔の内周部分に衝突するときの跳ね返り方向を被処理物に向かう方向から逸らせることができる。適宜間隔を凹状に形成してなる複数の凹状部を形成する場合、または適宜間隔を凸状に形成してなる多数の突起部を形成する場合には、これらの凹状部または突起部にドロップレットを衝突させて跳ね返り方向を変化させて、被処理物へ向かうドロップレットの量を低減させるものである。なお、これらの凹状部や突起部は規則的に設ける場合のほか、不規則に設けてもよく、突起部を形成する場合には、略筒状の周方向に連続的に突出させた複数の環状突起部としてもよい。なお、蒸発粒子は、いずれの状態においても付着されることとなるから、磁界発生部を保護することに資するものとなる。なお、保護部材の表面形状や穴については、それらがあっても保護部材からの付着物の除去（クリーニング）が容易であり、クリーニング後もその機能が低下しない範囲の構造であることは言うまでもない。

[0025] 本発明の第7の構成は、前記各構成において、前記磁界発生部が、導電性材料を螺旋状に連続して構成され、または中空の導電性材料を螺旋状に連続して構成されたコイル状磁界発生部とするものである。

[0026] 上記構成によれば、磁界発生部は、プラズマ発生手段における陽極部の一部として機能しつつ、または保護部材に電氣的に接続されてアーク放電を発生させるための電流を螺旋状に流すことによって、磁界を発生させるものとなる。このコイル状磁界発生部による磁界により、その内側においてプラズマ流を所定方向に誘導させることができる。

- [0027] また、コイル状磁性発生部が中空の導電性材料によって構成される場合には、当該中空内部に冷却水を導入することが可能となり、冷却水の導入により、陽極として機能する磁界発生部の温度上昇を冷却水によって冷却することができる。
- [0028] 本発明の第8の構成は、前記第1～第6のいずれかの構成において、前記磁界発生部が、適宜間隔で配置された複数の導電性の板状部材によって構成されるものであり、該板状部材は、円環の一部に切断部を有する略馬蹄形に設けられ、板状部材の切断部両側の端縁のうち一方が、隣接する板状部材の他方の端縁との間で導通され、アーク放電による電流が順次隣接する板状部材を略螺旋状に流れるように構成されるものである。
- [0029] 上記構成によれば、磁界発生部は、複数の略馬蹄形の板状部材がリング状に配置された状態となり、略馬蹄形に形成される板状部材の切断部端縁を順次電氣的に接続することにより複数の板状部材を同じ周方向へ電流を流すことができ、電流を螺旋に近似した状態で流すことで磁界を生じさせることができる。このとき、個々の板状部材は、内側に形成されるプラズマ流に対しリング状に配置されることから、板状部材の表面が蒸発粒子の付着面となり、ドロップレットの付着面または反射面として機能させることができる。すなわち、陰極部側に位置する板状部材が保護部材として機能し、その後に配置される他の板状部材（磁界発生部の一部）を保護することができる。なお、上記板状部材は、全てが同じ大きさでなくてもよく、部分的に小径とすることができる。これは、上述のようにプラズマ流を屈曲して移動させる場合、屈曲近傍の板状部材を他の板状部材よりも小径とすることにより、当該屈曲部の磁束密度を高くすることができ、これらにより輸送するイオンの損失を低減させることができる。また、保護部材を設けることにより、この板状部材に対する蒸発粒子の付着およびドロップレットの付着または衝突は抑制されることとなるが、保護部材をすり抜けて進行する蒸発粒子およびドロップレットを板状部材において付着（または反射）させることにより、少なくともドロップレットが被処理物に到達することを低減させることができる。

- [0030] 本発明の第9の構成は、前記第8の構成において、前記板状部材が、略馬蹄形の中心位置をプラズマ流が流動する方向に対して有角方向に順次変位させて配置し、前記磁界発生部の中心孔を蛇行させるものである。
- [0031] このような構成の場合、磁界発生部の中心孔の蛇行により、プラズマ流は磁界発生部の形状に応じて蛇行するが、板状部材の表面は陰極部から被処理物に向かう方向に対して張り出した状態となり、蒸発粒子の付着面およびドロップレットの付着面または反射面として機能することとなる。この蛇行の程度が大きければ、蒸発粒子およびドロップレットが被処理物に到達する直線上にいずれかの板状部材を配置させることとなり、少なくともドロップレットの被処理物への到達を阻害させることができる。
- [0032] 本発明の第10の構成は、前記第9の構成において、前記磁界発生部が、前記板状部材の始端側から終端側までの任意の位置に中空円環状の水冷用リング部材が配置されているものである。このような構成の場合、板状部材がプラズマ発生手段の陽極として機能する場合、これらの板状部材の温度上昇を低減させることができる。
- [0033] なお、上記各発明における前記磁界発生部は、0.01~20mTの範囲内における磁束密度による磁界を発生させるものであることが好ましい。磁束密度を適正な範囲内とすることにより、プラズマ流の流動する方向を適正に誘導させることができるものである。

### 発明の効果

- [0034] 本発明によれば、プラズマの流れを誘導するための磁界発生部は、プラズマ発生手段によって発生するアーク放電を発生させるための電流によって磁界を発生させるものであるから、プラズマが誘導されて流れる距離を短くすることができ、その短い距離において、ドロップレットを保護部材に付着させ、または保護部材の表面で跳ね返る方向を制御させることで、被処理物にドロップレットが到達することを抑制することができる。また、蒸発粒子（および付着するドロップレット）を保護部材に付着させることにより、磁界発生部自体にこれらが付着することを抑制し、その付着物を除去する（クリ

ーニングする) 作業の必要性を解消させることができる。さらに、高エネルギーのイオンに加え、中性粒子の一部は被処理物に到達することによって、もって効率の良い成膜形成が可能となる。

### 図面の簡単な説明

- [0035] [図1]成膜装置全体の概略を示す説明図である。
- [図2]第1の実施形態の詳細を示す説明図である。
- [図3]第2の実施形態の詳細を示す説明図である。なお、図3(b)は変形例である。
- [図4]第2の実施形態の他の変形例を示す説明図である。
- [図5]第3の実施形態における磁界発生部の詳細を示す説明図である。
- [図6]第3の実施形態の使用態様を示す説明図である。
- [図7]第4の実施形態の詳細を示す説明図である。
- [図8]実験結果および比較実験の走査型電子顕微鏡の画像である。
- [図9]実施形態の変形例を示す説明図である。
- [図10]実施形態の他の変形例を示す説明図である。
- [図11]その他の変形を例示する説明図である。

### 発明を実施するための形態

- [0036] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。まず、成膜装置の全体構造について概略説明したうえで、詳細について説明する。
- [0037] 図1は、成膜装置の概略を示す図である。本発明に係る成膜装置の概略は、プラズマ発生手段1と、このプラズマ発生手段によって陰極材料が蒸発した蒸発粒子の輸送経路となるプラズマダクト2と、成膜を行うための成膜室3とを備える構成となっている。プラズマ発生手段1は、陰極部11と、その近傍に設けられる陽極部12とを含む構成となっており、それぞれ絶縁導入端子4を介して外部のアーク電源13に接続されアーク放電を可能としている。
- [0038] 陰極部11には、成膜形成材料によって構成される陰極11Aが設けられ、この陰極11Aがターゲット(蒸発物質原料)に相当する。陰極11Aが

ターゲットを兼ねる構成としているが、陰極 11A の表面にターゲットとなる成膜形成材料を個別に配設してもよい。ターゲットを兼ねる陰極 11A の構成材料としては、導電性を有する固体であれば特に限定されるものではなく、金属単体、合金、無機単体、無機化合物などを用いることができる。これらは単独で使用できるほか二種類以上の混合物としてもよい。例えば、金属単体としては、典型金属および遷移金属のすべてが利用可能である。中でも、Al、Ti、V、Cr、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Y、Zr、Nb、Ag、In、Sn、Sb、Hf、Pt、Au、Hg、Pb、Nd、Ta、W、Mo 等がある。合金または金属間化合物としては、TiAl、TiCr、TiSi、AlSi、AlCr、NdFe 等がある。また、無機単体としては C（黒鉛）などがあり、無機化合物（セラミックス）としては、TiO<sub>2</sub>、ZnO、SnO<sub>2</sub>、ITO（Indium-Tin-Oxide：スズ混入酸化インジウム）、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Cd<sub>2</sub>SnO<sub>4</sub>、CuO などの酸化物がある。さらに、TiN、TiAlC、TiC、CrN、TiCN などの炭化物・窒化物などを挙げることができる。それらの二種以上の混合物もある。また、陰極 11A の導電性が保たれる範囲（半導体的または半金属的）に混合し得る材料として、非金属材料があり、例えば、B、C、Si、P、Ge、As、Se、Sb、Te、Bi、Po、At などが挙げられる。また、雰囲気ガスとしては、He、Ar、H<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、O<sub>2</sub> や、フッ化ガス、炭化水素ガス、塩化ガス、硫化ガスおよびこれらの混合ガスがあり、フッ素、水素、炭素、塩素、硫黄、ホウ素、リンなどを含むガスや液体蒸気を導入してもよい。

[0039] 陽極部 12 は、200℃程度の温度に耐えられる導電性のものであればよく、材質が限定されるものではない。金属単体、合金、無機単体、無機化合物などを用いることができ、陰極について例示した材料を適宜選択して使用することができる。これらは単独で使用できるほか二種類以上の混合物としてもよい。例えば、ステンレス、軟鉄、鋼鉄、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金、黒鉛などを使用することができる。

[0040] 上記の陰極 11A の近傍にはトリガ電極 14 が設けられており、陰極部 1

1と陽極部12との間に真空アークを誘起させるものとしている。すなわち、トリガ電極14を一時的に陰極11Aの表面に接触させ、その後引き離すことにより、陰極11Aとトリガ電極14との間で電気スパークを発生させるのである。電気スパークが発生すると、陰極部11と陽極部12との間の電気抵抗が減少し、両極部11, 12の間に真空アークが発生するのである。また、陰極部11の周辺には、アーク安定化磁界発生器15が設置されている。このアーク安定化磁界発生器15は、真空アークの陰極点、およびアーク放電により発生したプラズマを安定化させるためのものである。なお、アーク安定化磁界発生器15は、図においてチャンバの外部に設置しているが、チャンバの内部に設けてもよく、また陰極部の後方に設置してもよい。複数設置することも可能である。つまりは、陰極点およびアーク放電が安定化し、プラズマ流が効率的に輸送される磁界が、陰極表面、あるいは／および陰極前面に印加できればよい。

[0041] 蒸発粒子の輸送経路となる領域は、略円筒状に形成してなる陽極部12の内側に形成される。詳細は後述するが、略円筒状の陽極部12の外周には電磁石による磁界発生部21が設けられ、成膜形成材料の蒸発により発生した荷電粒子を所定方向に導く誘導磁界を生じさせるものである。この誘導磁界は、略円筒状の陽極部12の中心軸に沿った方向となるものである。

[0042] 輸送経路となる領域における荷電粒子の誘導は、略円筒状の陽極部12の中心軸方向に沿って、陰極部11から直線的な方向となっており、正面に配置される成膜室3の開口部31を介して内部の被処理物Aに対して荷電粒子を供給するものである。この輸送経路が直線上であるため、陰極部11から被処理物Aまでの距離を短くすることができる。

[0043] 成膜室3は、プラズマ発生手段1に対向する側が開口されており、内部には被処理物A, B, . . . , Hを保持する被処理物保持手段32が備えられており、この被処理物保持手段31が断続的に回転することにより、複数の被処理物A~Hを順次プラズマ発生手段1に対向させ、成膜加工に供することができるものとなっている。

[0044] プラズマ流を形成させる真空アーク放電では、陰極点から電子および陰極材料蒸発粒子のほかに、ドロップレットも同時に放出される。このとき、陰極点から放出される電子に陰極材料蒸発粒子が衝突することにより当該物質がイオン化し、金属イオンおよび／または非金属イオンが生成される。陰極材料蒸発粒子は、専ら陰極点から放出された直後に電子と衝突してイオン化する。イオン化されない陰極材料蒸発粒子（その後イオン化するものを除く）、導入ガス粒子、反応粒子などの中性粒子となり、磁界および電界の影響を受けず、当初の放出方向へ直進することとなる。他方、ドロップレットは陰極において突沸されて放出されるが、これも電荷を持たないことから磁界および電界の影響を受けずに進直する。

[0045] <第1の実施形態>

ここで、本発明の第1の本実施形態について説明する。図2に本実施形態のプラズマ発生手段1の構成を示す。この図に示されるように、プラズマ発生手段1を構成する陽極側には、保護部材5と、この保護部材5との間で電氣的に接続される電磁コイル（磁界発生部）21とを備える構成としたものである。電磁コイル21は、アーク電源の正極側に接続され、陰極部11と保護部材5との間でアーク放電を可能とするものである。

[0046] 保護部材5は、導電材料によって概略円筒状に形成されたものであり、非磁性のステンレスや銅または銅合金などを使用することができる。この概略円筒状とした保護部材5の周辺に巻き付けるように電磁コイル21を設けている。保護部材5と電磁コイル21は、陰極部11から離れた側の端縁において接続部51によって電氣的に接続されている。電磁コイル21のうち、接続部51から最も離れた位置の端部においてアーク電源の正極側に接続されるように設けられている。なお、導電材料で構成される保護部材5と電磁コイル21とが導通しないように、両者間是非接触の状態で設けられている。

[0047] 上記のような構成により、アーク放電が生じると、陰極11Aから発生した電子（図において破線矢印で示す。以下同じ。）は、破線矢印に示すよう

に、導電材料によって構成された保護部材5に移動し、この電子が接続部51を介して電磁コイル21に移動し、当該コイルに沿って順次移動して最終的には、電源接続部16を経由してアーク電源の正極側に移動する。その結果として、電磁コイルに電流が流れることとなり、電磁コイル21によって磁界を生じさせることができる。

[0048] このとき、アーク放電は、陰極部11と保護部材5との間で発生し、アークプラズマXは、電磁コイル21によって発生する磁界に誘導され、保護部材5の中心軸に沿って流れることとなる。従って、陽極部12は、保護部材5および電磁コイル21の全体により形成されているが、アーク放電の発生に寄与する陽極は保護部材5の局部的な一部によって形成される状態となっている。本実施形態にあつては、保護部材5が陽極として機能するものとなる。

[0049] また、保護部材5は、電磁コイル（磁界発生部）21を保護するために機能させるものである。すなわち、保護部材5は電磁コイル21の内周側に配置されており、アークプラズマXは、保護部材5の内側を流動するため、プラズマ流と電磁コイル21との間に保護部材5が配置された状態となっている。そして、放出物質に含まれる蒸発粒子およびドロップレットも放出されるが、これらのうちイオン化しなかった粒子（中性粒子）およびドロップレットは、電磁コイル21による磁界の影響を受けることなく直線的に放出されることから、プラズマ流（蒸発粒子の輸送経路）に関係なく、電磁コイル21の中心軸に対して有角方向（図中矢印方向）へも放出されることとなる。保護部材5は、このように放出される中性粒子およびドロップレットから電磁コイル21を保護するのである。当然のことながら、電磁コイル21は保護部材5の外側に位置しているため、中性粒子以外の蒸発粒子（導入ガスとの反応粒子）や磁界の影響を強く受けなかったイオンなどが電磁コイル21に付着することを防ぐことができる。

[0050] 保護部材5の内側表面に到達する陰極放出物のうち中性粒子およびドロップレットは、成膜時に付着するのと同様に、保護部材5の内側表面にも付

着することとなる。従って、放出された中性粒子およびドロップレットが電磁コイル21の中心軸に沿って移動するものを除き、すなわち有角的に放出されるものは保護部材5に付着させて除去することができる。これにより、磁界発生部自体への付着を防ぐことができる。また、ドロップレットが保護部材5に付着されることにより、被処理物に対するドロップレット等の到達量を低減させることができるのである。なお、DLC膜の成膜時に生じるドロップレット（付着しないドロップレット）の除去方法については後述する。

[0051] 上記構成のように、陽極の全体が保護部材5および電磁コイル21によって構成されるもの、すなわち、局所的な陽極を保護部材5によって機能させつつ、同時に電磁コイル21に電流を流すことにより磁界を生じさせる構成としたことから、陰極部11から被処理物までの距離を大きく短縮することができ、これによって、アーク放電によって形成される蒸発物質の密度低下を低減し、成膜速度を向上させることができる。

[0052] <第2の実施形態>

本発明の第2の実施形態は、図3(a)に示すように、電磁コイル21の両端（陰極部側およびその反対側の端部）には、外径と内径とが適宜な寸法差を有しつつ所定の肉厚を有してなる円環状の保護部材6および末端円環部材7を配置した構成である。保護部材6は、上記のような円環状とすることから、電磁コイル21の径方向に所定の面積を有する表面と、内径側周方向に所定面積の表面が形成されるものである。しかも環状内部はアークプラズマXを通過させることができる程度の内径によって形成されている。保護部材6は、上記二種類の表面によって、蒸発粒子およびドロップレットの付着を受け、電磁コイル21を保護するとともに、被処理物に対するドロップレットの到達を抑制するためのものであることから、その表面を大きく形成することにより蒸発粒子およびドロップレットが電磁コイル21に付着することの防止に寄与することとなる。

[0053] すなわち、陰極部側に配置する一方の保護部材6は、陰極部11に対向さ

せた表面および内周面が、電磁コイル 2 1 よりも陰極部 1 1 の側に配置されることで、電磁コイル 2 1 に到達する前の段階で蒸発粒子およびドロップレットを付着させ、電磁コイル 2 1 への到達を抑制させることができる。

[0054] 他方、陰極部側とは反対側に位置する末端円環部材 7 は、電磁コイル 2 1 を通過した蒸発粒子およびドロップレットの付着を受けるものとなる。この末端円環部材 7 は、やはり、陰極部 1 1 に対向させた表面および内周面（特に内周面）を有することから、少なくともドロップレットの付着を敢えて許容することにより、当該方向に放出されるドロップレットの通過を阻止し、被処理物への到達を抑制するものとなる。

[0055] このような構成の場合には、保護部材 6 および末端円環部材 7 を導電材料によって設けるものとし、陰極部側に設けられる保護部材 6 と電磁コイル 2 1 との間の接続部 5 2、および陰極部側とは反対側に設けられる末端円環部材 7 と電磁コイル 2 1 との間の接続部 5 1 が、いずれも導電材料によって構成されることにより、陰極部側とは反対側に位置した末端円環部材 7 をアーク放電時に陽極として機能させることができる。この場合、陰極 1 1 A から発生した電子は、主に、破線矢印に示すように、導電材料によって構成された保護部材 6 に移動し、この電子が接続部 5 2 を介して電磁コイル 2 1 に移動し、当該コイルに沿って順次移動して、電磁コイル 2 1 に電流が流れることとなり、この電磁コイル 2 1 によって磁界を生じさせることができる。もちろん、電磁コイル 2 1 に到達する電子もあるが、電磁コイル 2 1 を流れて最終的には末端円環部材 7 から電源の正極に流れる。なお、保護部材 6 および末端円環部材 7 を非導電材料によって構成するか、または接続部 5 1、5 2 を非導電材料によって構成する場合には、陰極 1 1 A から発生した電子は、電磁コイル 2 1 の陰極部側端部を主な起点として当該電磁コイル 2 1 を移動し、同様に当該電磁コイル 2 1 に電流が流れることとなる。この場合、電源の正極への接続（電源接続部 1 6）は、電磁コイル 2 1 の陰極部 1 1 から最も遠い位置とするのがよい。

[0056] ところで、上記構成にあつては、保護部材 6 と末端円環部材 7 の中間を通

過する蒸発粒子（導入ガスの反応性粒子も含む）およびドロップレットが存在し得る（図中Yの矢印参照）。この種の蒸発粒子およびドロップレットについては、電磁コイル21の一部に付着することが考えられる。これを防止するためには陰極部側に位置する保護部材6の内径を小さく構成することが考えられる。

[0057] さらに、陰極材料として黒鉛などを使用する場合（DLC膜を成膜する場合）には、保護部材6、末端円環部材7および電磁コイル21にドロップレットが付着せず、衝突後に跳ね返る（反射する）ような挙動となることから、被処理物に向かってドロップレットが進行しないように、その方向を制御する目的で保護部材6および末端円環部材7を設けるものとすることができる。すなわち、黒鉛材料等を含むドロップレットを保護部材6および末端円環部材7で反射させ、被処理物の方向とは異なる方向へ誘導させるのである。その際、保護部材6に衝突せず、すり抜けたドロップレットについては、電磁コイル21の表面で反射させ、または電磁コイル21の隙間も通過させ、結果的に被処理物の方向以外に向けて誘導させることができるのである。この場合には、陰極部側の保護部材6を設けない構成としてもよいものである。ただし、蒸発粒子は付着することとなるため、この蒸発粒子を電磁コイル21に付着することを防ぐためには、陰極部側の保護部材6を設けることが好ましい。

[0058] なお、本実施形態においては、陽極として機能する末端円環部材7の環状部分内部71を中空とし、この中空内部71に冷却水を導入することにより、陽極側を冷却することができる（水冷用リング部材とする）ものとなる。この冷却構造により、アーク放電時によって陽極側の温度上昇を回避させることができるのである。陰極部側の保護部材6を陽極として機能させる場合には、当該保護部材6に中空内部61を設けて、同様に冷却させるものとしてもよい。もちろん陽極として機能させるさせないことにかかわらず、双方6, 7ともに中空内部61, 71を形成させ、双方6, 7において水冷可能な構成としてもよい。

## [0059] &lt;変形例&gt;

上記第2の実施形態においては、次のような変形例が考えられる。図3（b）に示すように、略円筒状の保護部材5の一端（両端でも良い）に円環状（部分的に切れていて、完完全な輪になってなくてもよい）の保護部材6を接続した状態で設け、その環状部分に中空内部61を構成することにより水冷可能とすることができる。この場合においても、略円筒状の保護部材5が陽極として機能するが、円環状保護部材6と接続した状態により熱を吸収させることができるものとなる。

[0060] 当然のことながら、反対側においても略円環状の末端円環部材7（図3（a）参照）を配置して、陽極側を冷却させるように構成してもよい。さらに、電磁コイル21の温度上昇を抑制する場合には、当該電磁コイル21を中空部材で構成し、その内部に冷却水を導入させる構成としてもよい。

[0061] また、他の変形例としては、図4に示すように、略円筒状の保護部材5に対し、その両端に保護部材6および末端円環部材7を一体的に設けるように構成したものがある。一体的とは、一体成型したもののほか、物理的に接合するなどにより一体化させることを含む意味である。このように一体的に構成する場合には、略円筒状の保護部材5と、陰極部側に設置する保護部材6によって電磁コイル21を保護することができる。そして、末端円環部材7と電磁コイル21とを導電材料による接合部51によって接合し、保護部材6と電磁コイル21とを非導電材料による接合部52によって接合するとき、陰極11Aから発生した電子は、第1の実勢形態と同様に移動する。すなわち、末端円環部材7から電磁コイル21に移動し、さらに電磁コイル21に沿って移動することで電流（真空アーク放電の電子電流）を流すことができる。この場合は、電磁コイル21を含む範囲が陽極として機能する。この時、電源の正極への接続（電源接続部16）は、電磁コイル21の陰極に近い箇所にする。また逆に、保護部材6の接続部52を導電材料とし、反対側の末端円環部材7の接続部51を非導電材料とする場合には、電流（電子電流）の流れが逆向きとなり、電磁コイル21の陰極部11から遠い末端側が

電源接続部16として機能することとなる。

[0062] 本実施形態によれば、陽極側においてアーク放電に資する構成としつつ、当該アーク放電による陽極（特に保護部材6）の温度上昇を低減させることができ、アークプラズマの効率的な発生に寄与させるものとなる。

[0063] <第3の実施形態>

本発明に係る第3の実施形態は、磁界発生部について、前記の電磁コイル21に代えて、板状部材による略螺旋状を形成するものである。すなわち、電磁コイル21は、導電材料をコイル状（螺旋状）としてなるものであるが、複数の導電性の板状部材を平行に配置し、順次導電材料を介して接続することにより略螺旋状とするものである。

[0064] 詳細について説明する。図5は、本実施形態の磁界発生部を示している。なお、図5（a）は分解斜視図であり、（b）は全体を示す斜視図である。これらの図に示しているように、磁界発生部8を構成する個々の導電性の板状部材80a～80e（図は5枚を表示しているが枚数は任意である）は、円環状の一部が切断された略馬蹄形（C字状と表現してもよい）としており、切断部81a～81eの両側に二つの端縁82a～82e、83a～83eを形成したものである。これら複数の板状部材80a～80eは全て同じ形状としており、順次平行な状態で配置し、隣接する相互の板状部材80a～80eを導通させるものである。導電性の板材には、ステンレス、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金、黒鉛などが利用できる。

[0065] ここで、平行に配置される板状部材80a～80eは、隣接する相互の間において、その切断部81a～81eの位置を所定の角度で順次変化させるものである。この角度調整により、切断部81a～81eの両側に位置する端縁82a～82e、83a～83eの位置も変化し、例えば、第1順位の板状部材80aと第2順位の板状部材80bとの関係において、第2順位の板状部材80bの一方の端縁82bが、第1順位の板状部材80aの他方の端縁83aと対向する位置関係となる。この対向する異なる側の端縁83a、82bを締着部材9によって結合させることにより隣接する両者80a、

80bを電氣的に接続することができる。なお、締着部材9は、一般的なボルト91とナット92に加えて、導電材料による円筒状の導通部93によって構成されており、導通部93が隣接する二枚の板状部材80a, 80bの間に配置されることにより、両者間に適宜な間隔を形成しつつ両者を電氣的に接続するものである。

[0066] このように、全ての板状部材80a~80eを締着部材9によって結合させることにより、図5(b)に示すように、全体として略円筒状の磁界発生部8を構成することができる。この略円環状の磁界発生部8の内側(中心孔)に沿ってプラズマ流を流動させることができる。このとき、電流の流れる状態は、各板状部材80a~80eの周方向に同じ方向となり、かつ対向状態で隣接する二種類の端縁82a~82e, 83a~83eの間を經由して次順位の板状部材80a~80eへ順次移ることとなり、略螺旋状となるものである。このような略螺旋状に電流を流すことにより、電磁コイルと同様の磁界を発生させることができ、磁界発生部8の中心軸に沿った方向へプラズマ流を誘導することができるのである。なお、図中の符号51は保護部材との接続部であり、符号84は、アーク電源の正極側に接続するための接続部である。

[0067] 上記構成の磁界発生部8を使用する場合には、図6に示すように、前記の保護部材5(図6(a)参照)または円環状保護部材6(図6(b)参照)を使用して保護することができる。なお、図6は、磁界発生部8の形状を示すため、板状部材80a~80kの数を増加させており、寸法比率を考慮していないものとする。

[0068] 図6(a)のように、保護部材5を使用する場合には、保護部材5との接続のための接続部51を一端の板状部材80kに接続し、他方の板状部材80aはアーク電源の正極に接続するように設けられる。

[0069] また、図6(b)に示すように、第2の実施形態と同様の円環状保護部材6を使用する場合には、当該保護部材6は陰極部側に配置すべきであるが、同様の部材(末端円環部材)7, (中間円環部材)7Aを、それぞれ磁界発

生部 8 の末端（陰極部とは反対側）および中間の位置にも設置する構成としてよい。この種の円環状部材 6, 7, 7 A を設置する場合には、その環状部分内部を中空として冷却水を導入可能にすることができる。なお、この場合における保護部材 6 による蒸発粒子およびドロップレットからの磁界発生部 8 の保護は、環状部分の表面によるものとなるが、保護部材 6 をすり抜けた蒸発粒子およびドロップレットが板状部材 80 a ~ 80 k にも付着することが容易に想定される。80 a ~ 80 k のいずれにも冷却機構を設けてもよい。

[0070] ところが、これらの板状部材 80 a ~ 80 k に蒸発粒子およびドロップレットが付着した場合においても、これらの板状部材 80 a ~ 80 k は、締着部材 9 によって一体化されているものであるから（図 5 参照）、この締着部材 9 を解除することにより容易に分離させることができ、分離した個々の板状部材 80 a ~ 80 k から付着物を除去（クリーニング）する作業も容易に行うことができる。除去作業には、例えば、旋盤を使用し、またはショットブラストなどによって、機械的に除去できる。また、薬品を使用する化学的除去も容易となる。なお、図 6 (a) に示す筒状の保護部材 5 についても、磁界発生部 8 から取り外せば、付着物の除去（クリーニング）を容易に行うことができる。各々の部品が小型部品で構成できるため、当該部品の超音波洗浄も容易である。

[0071] <第 4 の実施形態>

第 4 の実施形態は、上述のような略馬蹄形の板状部材 80 a ~ 80 k を使用しつつ、当該板状部材 80 a ~ 80 k の位置を中心孔の径方向に順次変位させた構成とするものである。この状態を図 7 に示す。

[0072] 図 7 (a) に示しているように、個々の板状部材 80 a ~ 80 k は、全て同じ略馬蹄形としつつ、第 3 の実施形態と同様に、締着部材 9 によって隣接する相互間が電氣的に接続された状態である。従って、全体として略螺旋状に電流を流すことができるものとなっている。そのうえで、個々の板状部材 80 a ~ 80 k を径方向に順次変位させるのである。

[0073] 変位の状態としては、例えば、図示のように、11 枚の板状部材 80 a ~

80kを使用する場合、第1順位の板状部材80aから、次順位の板状部材80bを径方向に上昇させるものとし、これを順次繰り返す、中間に位置する第6順位の板状部材80fを頂点とし、第7順位の板状部材80gから最終順位の板状部材80kまでを順次下降させるように配置するのである。このように個々の板状部材80a~80kの高さを変化させることにより磁界発生部8の中心孔は蛇行し、結果として蒸着粒子の輸送経路が蛇行した状態とみなすことができる。なお、この場合、第1順位の板状部材80aと最終順位の板状部材80kの高さを一致させることにより、蒸着粒子の輸送経路の入出位置は、全ての板状部材80a~80kを直線的に整列させた場合と同様となる。

[0074] このように、略螺旋状に電流が流れる磁界発生部8の中心孔を蛇行させることにより、生じる磁界によってアークプラズマXの流れ（プラズマ流）は蛇行する。これに対し、中性粒子およびドロップレットは、直線的に移動するため、陰極11Aから放出される中性粒子およびドロップレットは、個々の板状部材80a~80kの表面に衝突することとなる。ドロップレットが付着する材料の場合にはこれらの板状部材80a~80kの表面に付着し、跳ね返る（反射する）材料の場合には当該板状部材80a~80kの表面で跳ね返り後退し、被処理物の方向へ前進できないものとなる。

[0075] また、第1順位の板状部材80aは、最も多くの中性粒子およびドロップレットの衝突を受けることとなり、これをすり抜けたものは、第2順位の板状部材80bに衝突することとなるから、磁界発生部8の全体のうちの前半に位置する板状部材80a~80fにドロップレットの衝突が集中することとなる。特に、個々の変位の状態により、中間位置の板状部材80fの中心孔が、第1順位の板状部材80aの中心孔と重ならない状態となる場合には、それ以降の板状部材80g~80kには中性粒子およびドロップレットが到達しないこととなる。従って、本実施形態では、磁界発生部8とは格別な保護部材を設けることなく、磁界発生部8の一部（前半部分80a~80f）によって他の部分（後半部分80g~80k）を保護することができる。

これにより、前半部分の板状部材 80 a ~ 80 f を定期的に交換することにより、付着した中性粒子およびドロップレットを回収することができることとなる。

[0076] 上記のような図 7 (a) に示す構成の場合には、磁界発生部 8 と異なる部材による保護部材を設けていないが、磁界発生部 8 の一部（陰極部側に配置される板状部材 80 a ~ 80 f）が保護部材として機能する（保護部材として代用される）ものである。なお、この形態においては、第 1 順位の板状部材 80 a が陽極として機能させることができる。この場合、アーク電源との接続部 84 を最終順位の板状部材 80 k に設けることにより、磁界発生部 8 がアーク放電自体の自己電流（電子電流）によって磁界を発生し得る。

[0077] また、陽極を冷却するために、図 7 (b) に示すように、円環状保護部材 6 を陰極部側に配置してもよい。この場合には、さらに中間位置および末端（陰極部側と反対側）にも同様の構成の円環状の部材（末端円環部材） 7、（中間円環部材） 7 A を設け、これらの環状部分内部に冷却水を導入する構成としてもよい。特に、プラズマ流が屈折する部分において温度上昇が著しいため、当該部分となる 3 箇所（図示参照）に設けることが好ましい。

[0078] 本実施形態によれば、磁界発生部 8 を正極部としつつ、その一部によって保護部材として機能させることができるものであり、また、磁界発生部 8 による磁界によってプラズマ流は蛇行することとなるが、その蛇行に要する距離は僅かなものであるから、結果的に、陰極部 11 から被処理物までの距離を短縮することができる。これにより、アーク放電によって形成される蒸発物質の密度低下を低減し、成膜速度を向上させることができる。

[0079] <実験例>

ここで、図 7 (a) に示すような馬蹄形の板状部材を使用した磁界発生部を使用する場合における成膜状態を確認する実験を行った。実験条件は、次のとおりである。陰極材料としてチタン (Ti) を使用し、陽極に使用する馬蹄形の板状部材は、無酸素銅による 15 枚を用いて、内径は、中央部付近を 100 mm とし、徐々に両端を 150 mm とするように 100 mm ~ 15

0 mmの範囲で配置する構成とし、当該馬蹄形による磁界発生部全体の磁束密度が約6 mTとなるものであった。また、アーク電流を110 Aとした。雰囲気ガスにはN<sub>2</sub>を使用し、導入流量を30 sccmとした。チャンバ内圧力（成膜圧力）を0.3 Paとし、成膜する膜厚を約1.8 μmに調整した。なお、装置における陰極部と被処理物との間の距離は約350 mmであった。

[0080] 上記の条件で成膜したTiN膜表面を走査型電子顕微鏡で観察した。その結果を図8(a)に示す。また、比較のために、磁界を発生させない円筒型の陽極を使用し、同じ膜厚に成膜した場合の膜表面についても走査型電子顕微鏡で観察し、その結果を図8(b)に示す。この両図（走査型電子顕微鏡の画像）の比較より明らかなどおり、同じ膜厚で成膜された膜表面のドロップレットの付着の状態は格段に差があることが判明した。

[0081] <変形例>

次に、上述の実施形態における変形例について説明する。図9は、第1の実施形態における保護部材5の変形例である。なお、図9(a)は縦断面図であり、(b)は側面図である。この図に示すように、この変形例は、保護部材105の円筒状本体部150の内側表面150Bに複数の突起部152を設けて、当該内側表面150Bを平坦でない状態としたものである。平坦でないとは、外側表面150Aとの比較において、明らかに突起部152を設けたことにより凹凸を生じさせた状態を意味するものである。

[0082] この保護部材105は、DLC膜を形成する場合のように、黒鉛等を陰極材料として用いる際に、陰極から放出されるドロップレットが、保護部材105に付着せず、跳ね返る（反射する）場合に使用するためのものである。すなわち、内側表面150Bが平滑な状態である場合、表面に衝突したドロップレットは反射しつつ被処理物の方向へ向かうことが想定される。ところが、この内側表面150Bに突起部152が複数形成される場合、ドロップレットは、これら突起部152のいずれかに衝突する可能性が非常に高くなる。その結果、突起部152に衝突したドロップレットの反射角は大きく変

更されるため、被処理物へ向かう比率を減少させることができるものとなるのである。特に、突起部152に衝突する際には、陰極側の表面に衝突することが一般的となるため、後退方向へ反射することが想定されるものとなる。

[0083] なお、このような突起部152に代えて、凹状部を形成することにより内側表面150Bを平坦でない上程としてもよい。また、保護部材105には、本体部150の一端に張り出し部（フランジ部）を形成することにより、本体部150の外側周辺に配置される磁界発生部（電磁コイル等）との接続部151として使用することができる。さらに、この張り出し部（フランジ部）は環状部分の肉厚を大きくし、その環状内部を中空にして冷却水の導入を許容する構成としてもよい。

[0084] 他の変形例としては、図10（a）に示す構成の保護部材205がある。この変形例では、本体部250の内側表面250Bに設ける突起部252を環状とするものである。このような構成においても、内側表面250Bに衝突するドロップレットの反射方向を変更されることができる。図示の例示は、円環状であるが、これを螺旋状としてもよい。また、突状の円環ではなく凹状の円環によって構成してもよい。フランジ部251については前述の変形例と同様である。

[0085] さらに、その他の変形例として図10（b）に示す構成の保護部材305がある。この変形例では、本体部350に、複数の貫通孔353を設ける構成である。この貫通孔353は、筒状本体部350の母線方向に沿って長尺に形成されたものであるが、短尺な形状としてもよく、円形その他の形状としてもよい。ここでは、長尺な貫通孔として例示する。この種の貫通孔353を形成する場合、保護部材本体350の内側表面350Bに衝突するドロップレットは、衝突することなく通過することとなり、その結果として内側表面350Bで反射することがないため、被処理物の方向へ移動することを回避させることができる。

[0086] 当然のことながら、貫通孔353が設けられていない内側表面350Bに

において、ドロップレットが衝突し、反射することも想定されるが、この種の貫通孔353による貫通領域の割合を大きくすることにより、その反射の確率を低下させることができる。また、この内側表面350Bには前述のような突起部152などを別途形成してもよい。

[0087] なお、この変形例におけるフランジ部351についても、前述の変形例と同様に、電磁コイル等との接続部として使用し、または環状部分内部に冷却水を導入し得る構成とすることができるものである。

[0088] <まとめ>

以上のとおり、上記のような実施形態および変形例に示すように、これらの形態によれば、プラズマの流れを誘導するための磁界発生部21, 8は、プラズマ発生手段により発生するアーク放電による電流によって磁界を発生させるものであるから、これらを個別に構成する場合に比較して、陰極部11から成膜室3までの構成を小型化でき、位置関係を短くすることもできる。このように短い距離において、ドロップレットを保護部材5, 6および末端円環部材7に付着させ、または保護部材5, 105, 205, 305の表面で跳ね返る方向を制御させることで、少なくともドロップレットを成膜室3に到達することを抑制することができる。

[0089] なお、本発明の実施形態および変形例は上記のとおりであるが、これらの実施形態および変形例は本発明の一例であって、本発明がこれらに限定されるという趣旨ではない。従って、上記の実施形態および変形例における要素を変形し、他の要素を追加することができる。

[0090] 例えば、筒状の保護部材5と、円環状の保護部材6末端円環部材7とを使用する場合には、図11に示すように変形してもよい。なお、図11は縦断面視における図として示したものである。この図に示すように、円環状の保護部材6および末端円環部材7の内径を、筒状保護部材5の内径よりも小径とし、筒状保護部材5の内側表面にドロップレットが付着する比率を低減させる構成としてもよい。このような構成の場合には、筒状保護部材5にドロップレット等が衝突することを低減させることができ（図11(a)）、ま

た、筒状保護部材 5 を通過して被処理物の方向へ向かうドロップレット等をさらに排除させることもできる（図 1 1 (a)、(b)）。そして、これらの筒状保護部材 5 の内側表面については、前述の変形例における突起部 1 5 2, 2 5 2 を設ける構成としてもよい。なお、図 1 1 (a) に示すように、円環状の保護部材 6 を使用する場合において、当該保護部材 6 を陽極（および電源接続部 1 6）として機能させない場合には、筒状の保護部材 5 または電磁コイル 2 1 との間を電氣的に非接続とするものであり、具体的には離間させるか、絶縁させるようにすることとなる。また、保護部材 6 が非導電材料によって構成される場合は、筒状の保護部材と円環状の保護部材 6 とを物理的に接続させた構成としてもよい。

[0091] これらの保護部材は、陽極部からの取り外しが容易であり、コイル状と比べれば全体として単純構造のため、蒸着物の除去が容易である。例えば、旋盤やショットブラストなどで機械的に除去できる。また、薬品による化学的除去も容易である。もちろん、蒸着物を除去しないで利用する場合には、図 3 から図 4 のコイル状構造が構成する形状が、図 7 のように屈曲していても構わない。

[0092] さらに、電気絶縁膜を成膜する場合にあっては、陽極とプラズマとの間にアノードスクリーンを設ける構成としてもよい。アノードスクリーンに関する構成の詳細は、特開平 5 - 2 4 7 6 3 0 号公報に詳しいので、図は省略するが、この場合、アノードスクリーンは、多数の小径孔を設ける構成とするものである。このように、アノードスクリーンを設けることにより、成膜時の電気絶縁膜材料の大部分がアノードスクリーンに堆積し、陽極にはアノードスクリーンの小径孔から漏れ出したもののみが堆積することとなる。このとき、小径孔以外によって陰になる部分には電気絶縁膜材料が堆積せず、陽極が電気絶縁膜材料によって覆われることを回避できる。なお、アノードスクリーンを設ける場合であっても、アーク電流（真空アーク放電の電子電流）は小径孔を通過して陽極に流れることができることから、アーク電流の通路を安定して確保することができる。この種のアノードスクリーンとしては

、ステンレスによるパンチングメタルを使用することができるが、それ以外のものでもよい。導電性材料を使用する場合において、電気絶縁膜材料が堆積するまで陽極の一部として機能させる場合は、既述した上記構成の陽極と電氣的に接続させておくこととなる。

## 符号の説明

- [0093] 1 プラズマ発生手段
- 2 プラズマダクト
- 3 成膜室
- 4 絶縁導入端子
- 5, 6, 7, 105, 205, 305 保護部材
- 8 磁界発生部
- 9 締着部材
- 11 陰極部
- 11A 陰極
- 12 陽極部
- 13 アーク電源
- 14 トリガ電極
- 15 アーク安定化磁界発生器
- 16 電源接続部
- 21 電磁コイル
- 51, 52 接続部 61, 71 保護部材における環状部分の内部（中空内部）
- 80a, 80b, 80c, 80d, 80e, 80f, 80g, 80k 板状部材
- 81a, 81b, 81c, 81d, 81e 切断部
- 82a, 82b, 82c, 82d, 82e 板状部材の端部
- 83a, 83b, 83c, 83d, 83e 板状部材のもう一つの端部
- 84 接続部

- 9 1 ボルト
- 9 2 ナット
- 9 3 導通部
  - 1 5 0, 2 5 0, 3 5 0 保護部材における円筒状の本体部
  - 1 5 0 A 保護部材における本体部の外側表面
  - 1 5 0 B, 2 5 0 B, 3 5 0 B 保護部材における本体部の内側表面
  - 1 5 1, 2 5 1, 3 5 1 フランジ部（接続部）
  - 1 5 2 突起部
  - 2 5 2 突起部（環状）
  - 3 5 3 貫通孔
- X アークプラズマ

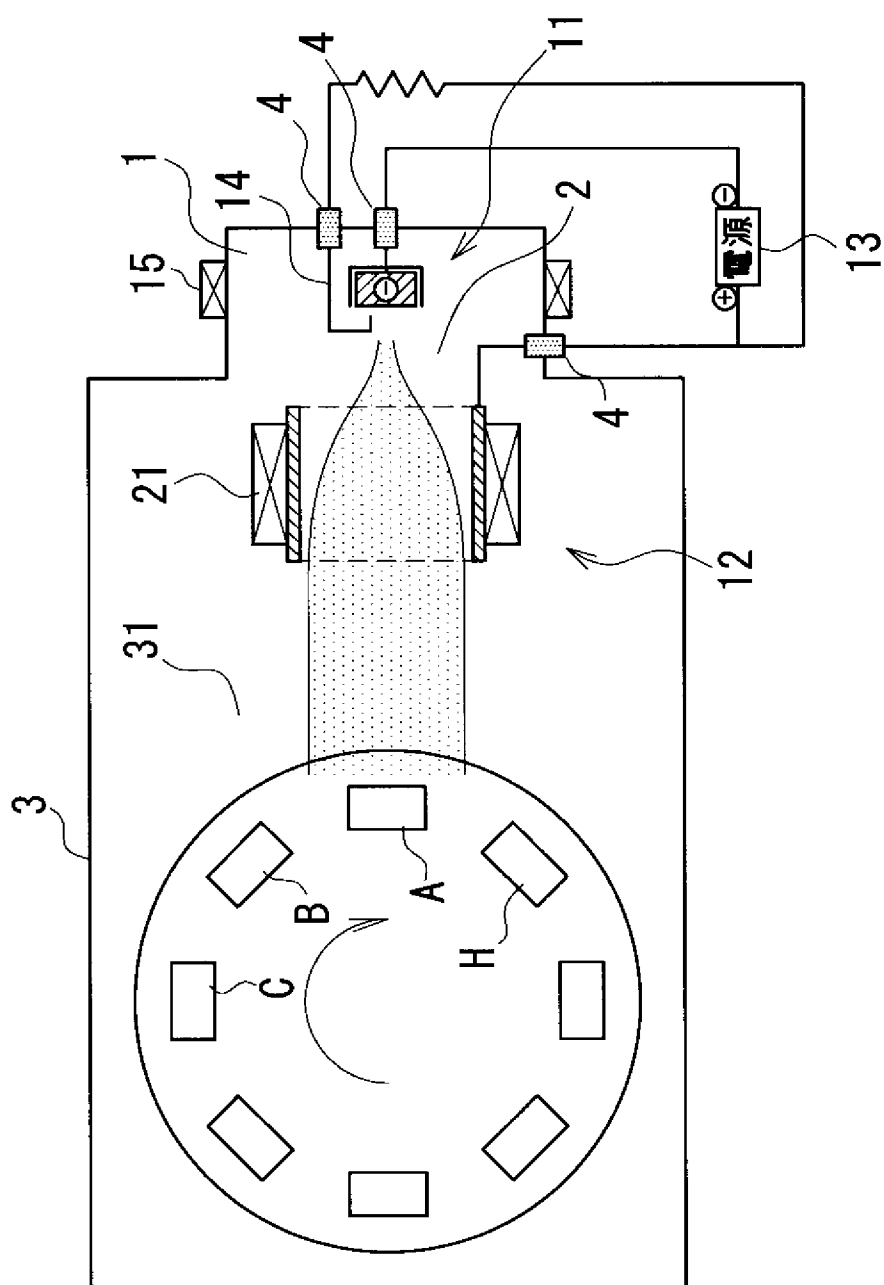
## 請求の範囲

- [請求項1] 真空中で電源を介して接続される陰極と陽極との間にアーク放電を行ってプラズマを発生させるプラズマ発生手段を備え、前記陰極を構成する陰極材料を蒸発させて被処理物の表面に膜を蒸着形成する成膜装置において、
- 前記プラズマ発生手段は、
- 陰極部と、
- 該陰極部から適宜間隔を有して配置される陽極部と、
- 該陽極部によって構成され、または該陽極部と一体的もしくは連続的に構成され、アーク放電自体の自己電流によって磁界を発生させる磁界発生部と、
- 前記陽極部の一部によって構成され、もしくは該陽極部に電氣的に接続されつつ独立して構成され、または前記磁界発生部の一部によって代用され、該磁界発生部とプラズマとの間の位置に配置されて該磁界発生部の一部または全部を陰極材料から保護する保護部材とを備えることを特徴とする成膜装置。
- [請求項2] 前記磁界発生部は、プラズマ流が流動する領域の周辺に略筒状に形成されており、
- 前記保護部材は、略筒状に形成される前記磁界発生部のうち、陰極部側またはその反対側に位置する少なくとも一方の端縁に配置され、該磁界発生部の径方向に適宜面積の表面を有しつつ内部に冷却水を導入するための中空部を有する水冷用リング部材によって構成されるものである請求項1に記載の成膜装置。
- [請求項3] 前記磁界発生部は、プラズマ流が流動する領域の周辺に略筒状に形成されており、
- 前記保護部材は、プラズマ流が流動する領域と前記磁界発生部との間に配置される筒状の部材によって構成されるものである請求項1に記載の成膜装置。

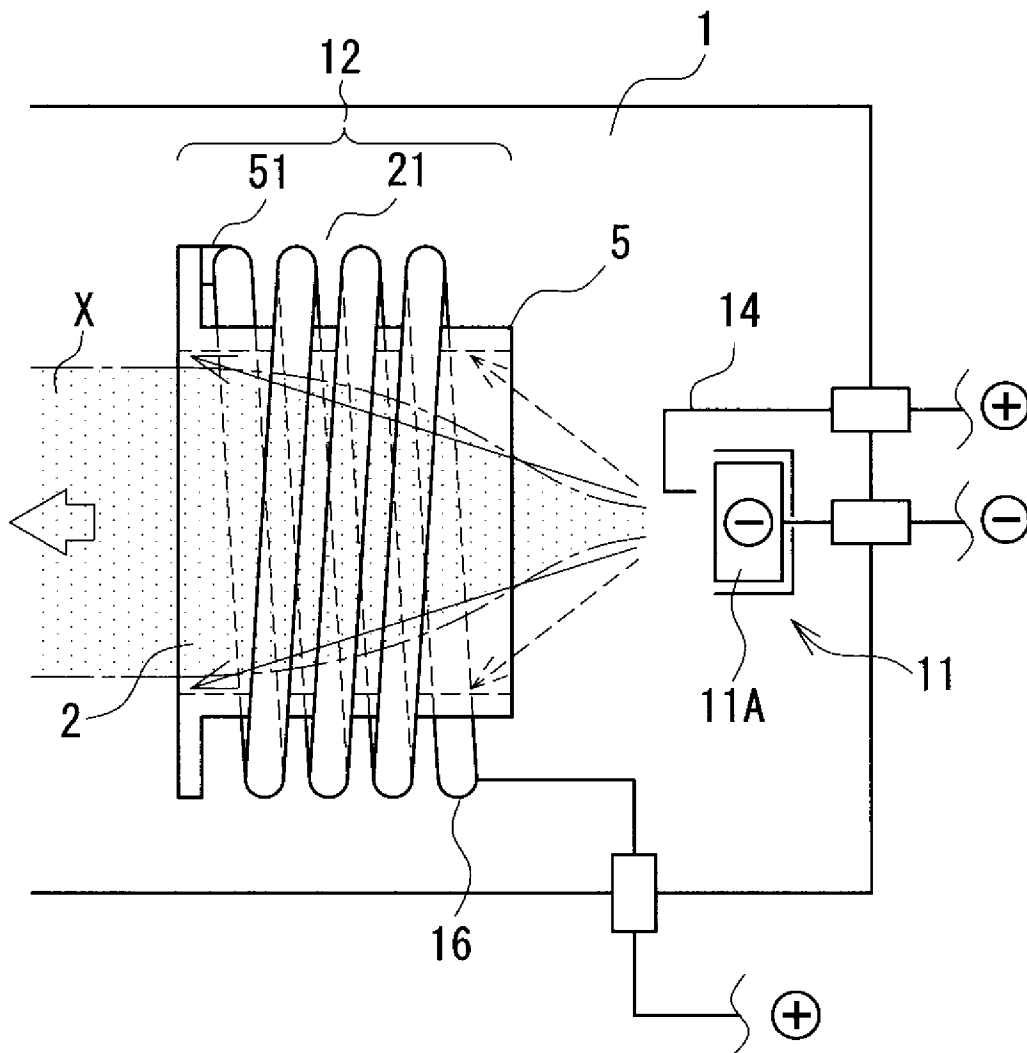
- [請求項4] 前記保護部材は、複数の貫通孔を有するものである請求項3に記載の成膜装置。
- [請求項5] 前記保護部材は、少なくとも内側表面が平坦でない状態に形成してなるものである請求項3に記載の成膜装置。
- [請求項6] 前記保護部材の内側表面は、該保護部材の複数箇所において部分的に切り込みを設けて一部を折曲させて立設してなる多数の立設部、適宜箇所を穿孔してなる多数の貫通孔、適宜間隔を凹状に形成してなる複数の凹状部、適宜間隔を凸状に形成してなる多数の突起部、または略筒状の周方向に連続的に突出させた複数の環状突起部の中から選択される形状としている請求項5に記載の成膜装置。
- [請求項7] 前記磁界発生部は、導電性材料を螺旋状に連続して構成され、または中空の導電性材料を螺旋状に連続して構成されたコイル状磁界発生部である請求項1～6のいずれかに記載の成膜装置。
- [請求項8] 前記磁界発生部は、適宜間隔で配置された複数の導電性の板状部材によって構成されるものであり、該板状部材は、円環の一部に切断部を有する略馬蹄形に設けられ、板状部材の切断部両側の端縁のうち一方が、隣接する板状部材の他方の端縁との間で導通され、アーク放電による電流が順次隣接する板状部材を略螺旋状に流れるように構成されている請求項1～6のいずれかに記載の成膜装置。
- [請求項9] 前記板状部材は、略馬蹄形の中心位置をプラズマ流が流動する方向に対して有角方向に順次変位させて配置し、前記磁界発生部の中心孔を蛇行させるものである請求項8に記載の成膜装置。
- [請求項10] 前記磁界発生部は、前記板状部材の始端側から終端側までの任意の位置に中空円環状の水冷用リング部材が配置されている請求項9に記載の成膜装置。
- [請求項11] 前記磁界発生部は、0.01～20mTの範囲内における磁束密度による磁界を発生させるものである請求項1～10のいずれかに記載の成膜装置。



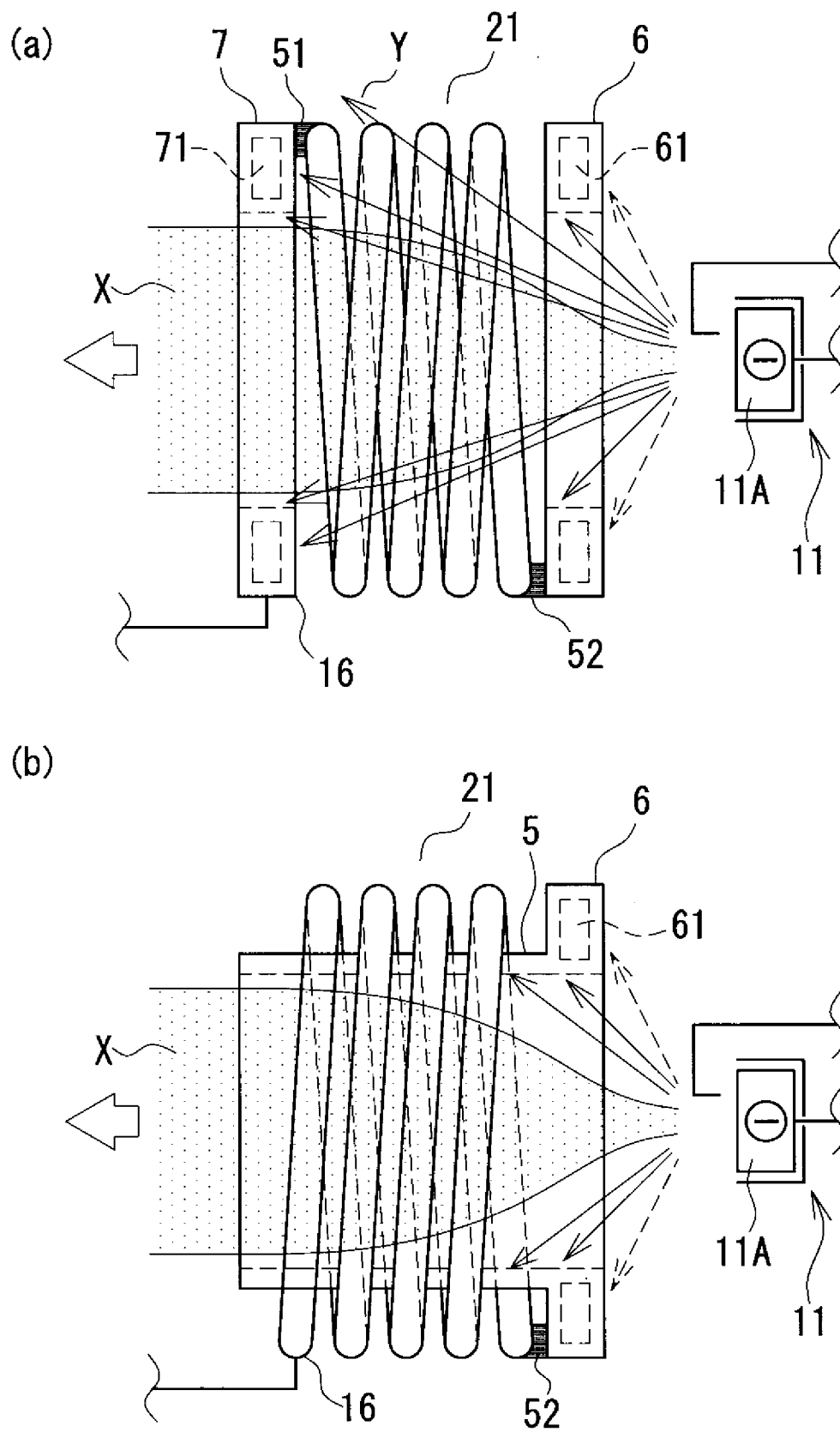
[図1]



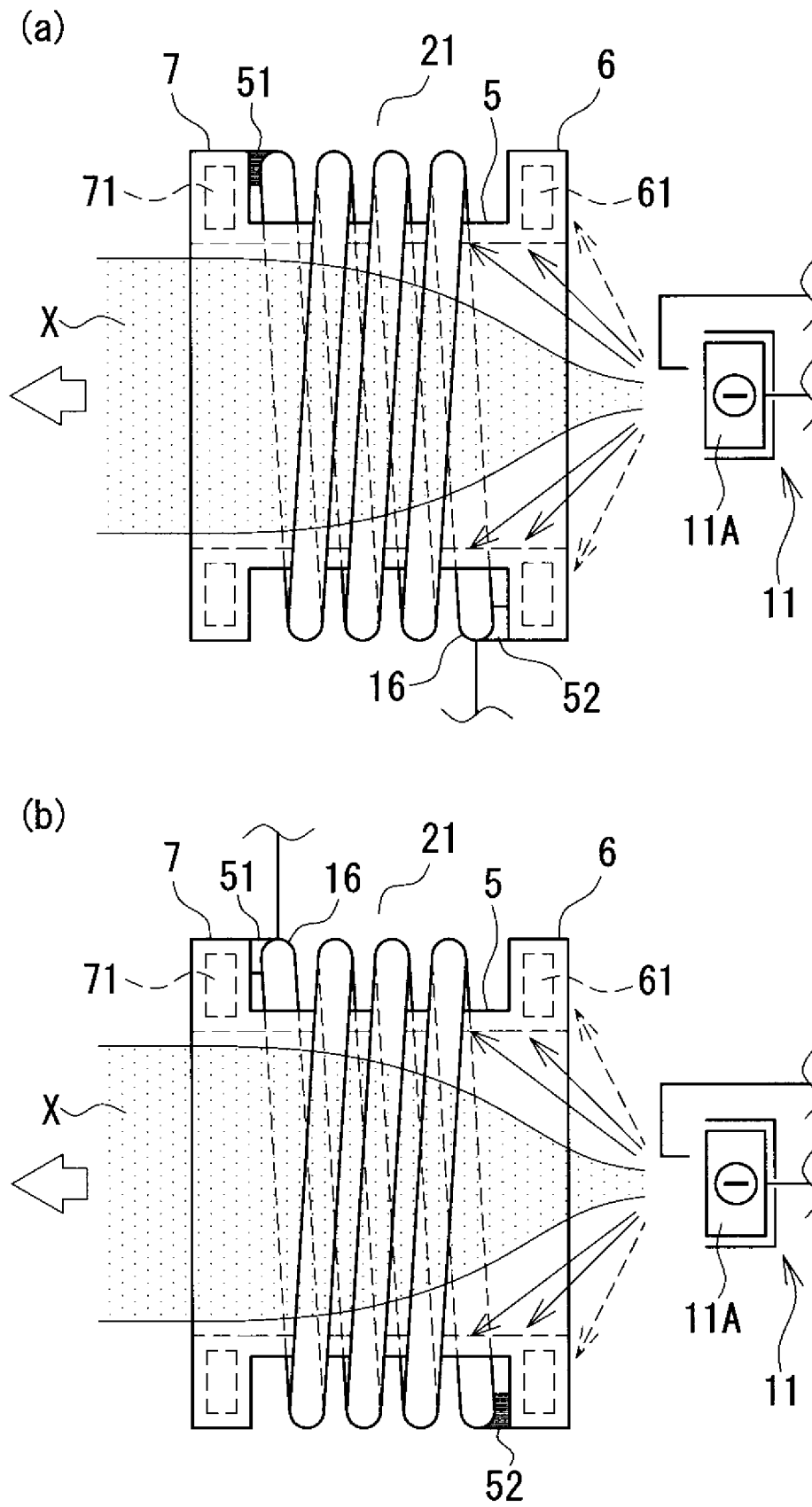
[図2]



[図3]

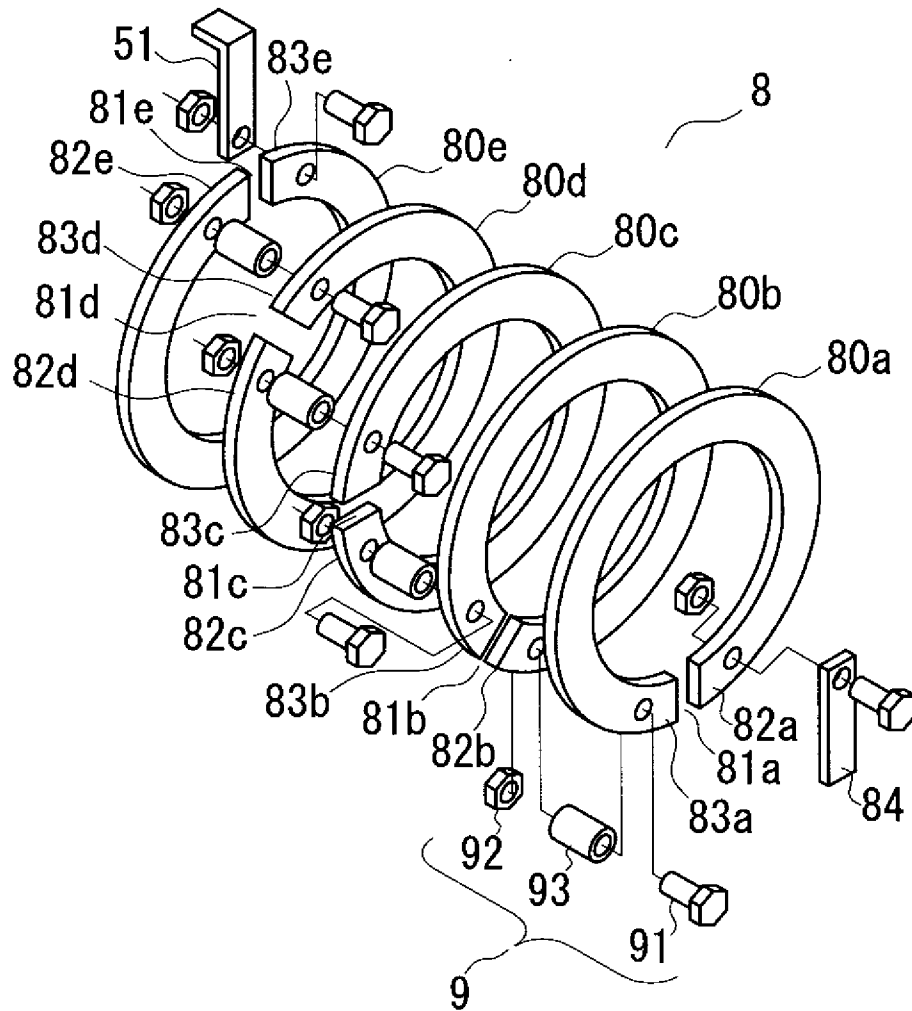


[図4]

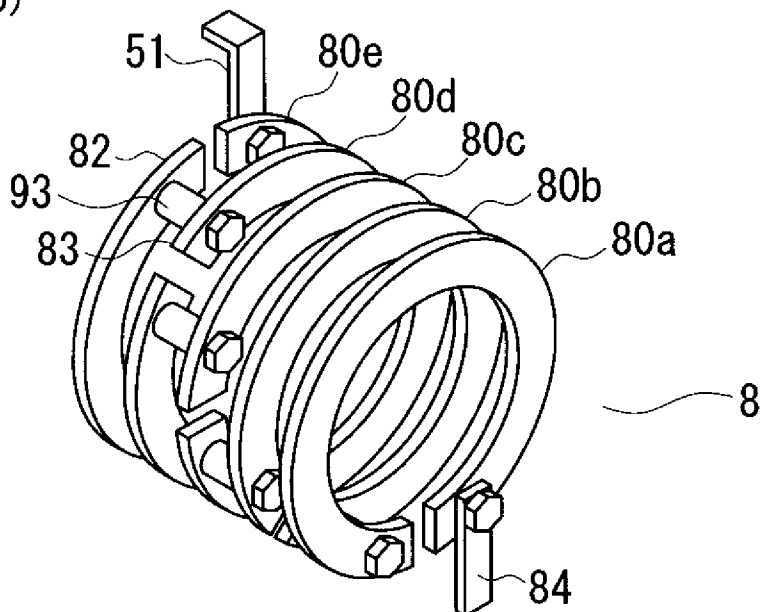


[図5]

(a)

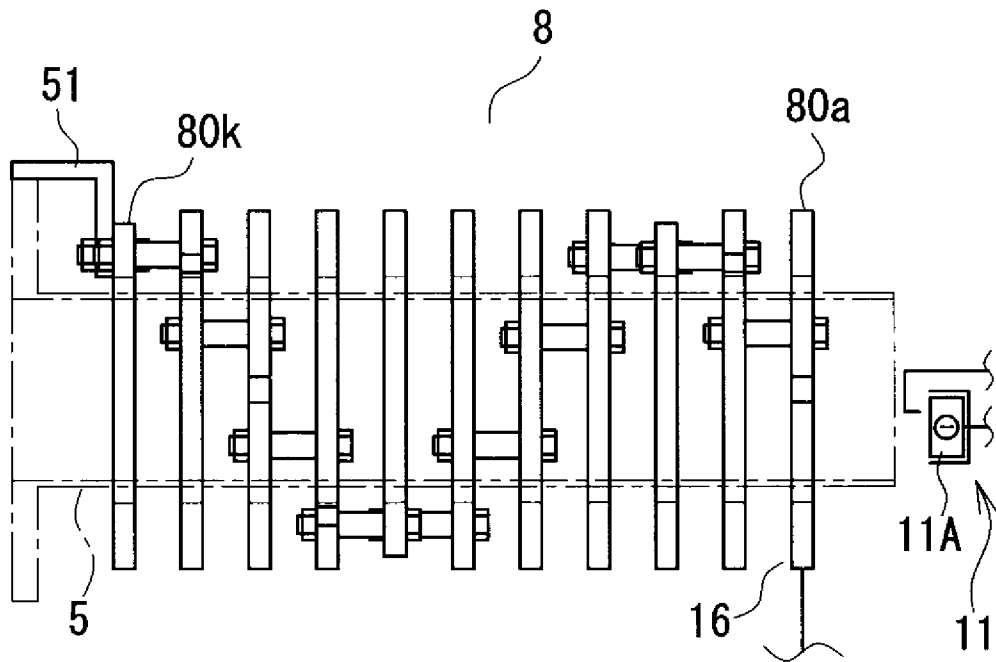


(b)

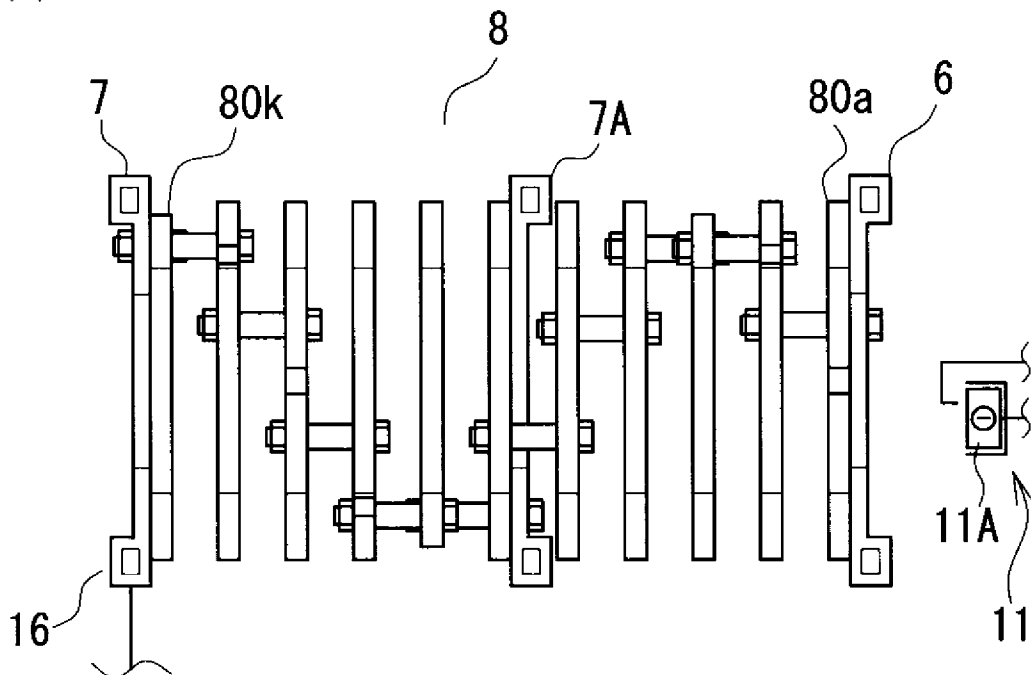


[図6]

(a)

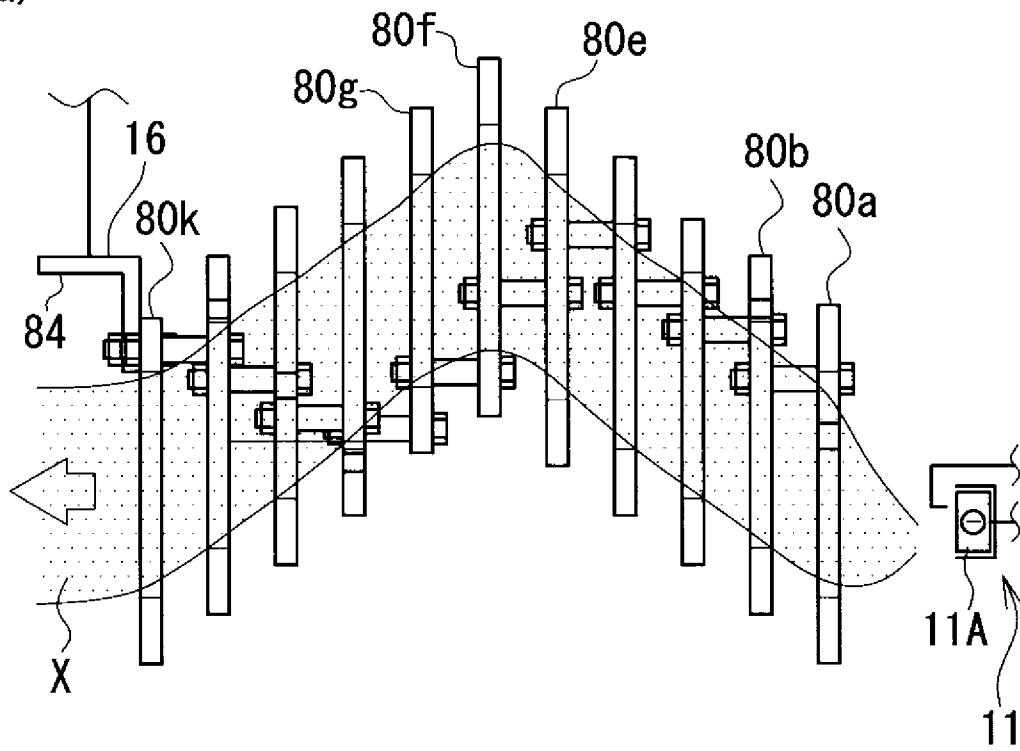


(b)

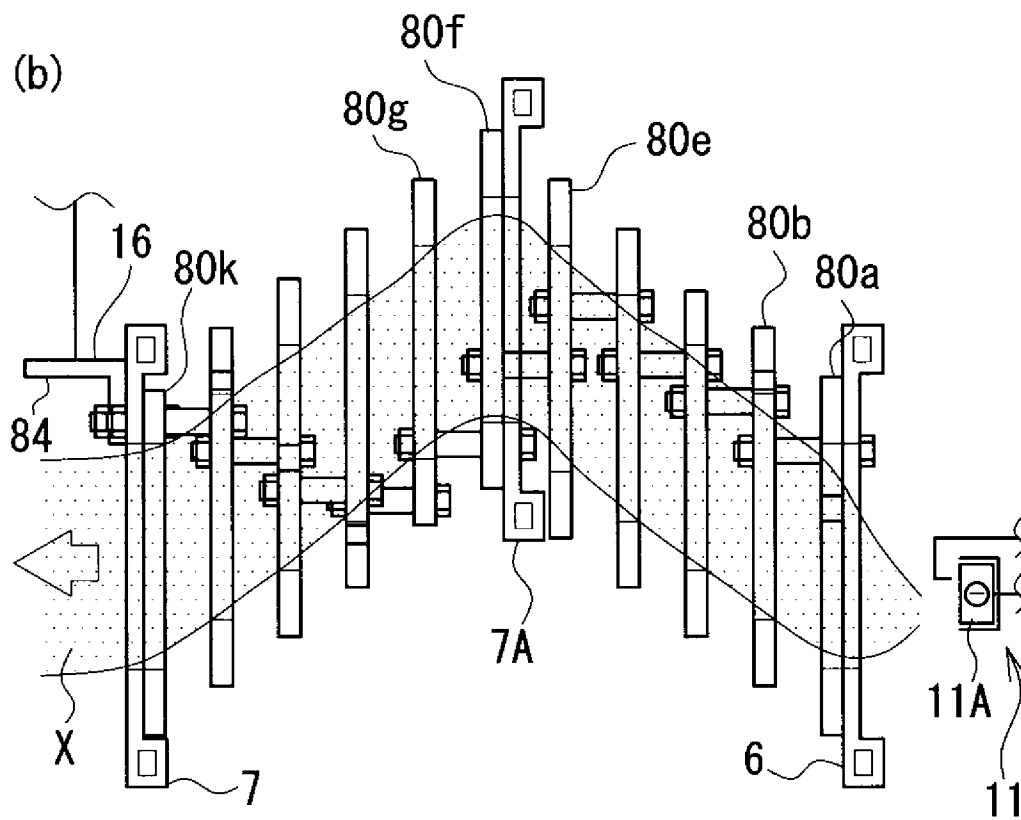


[図7]

(a)

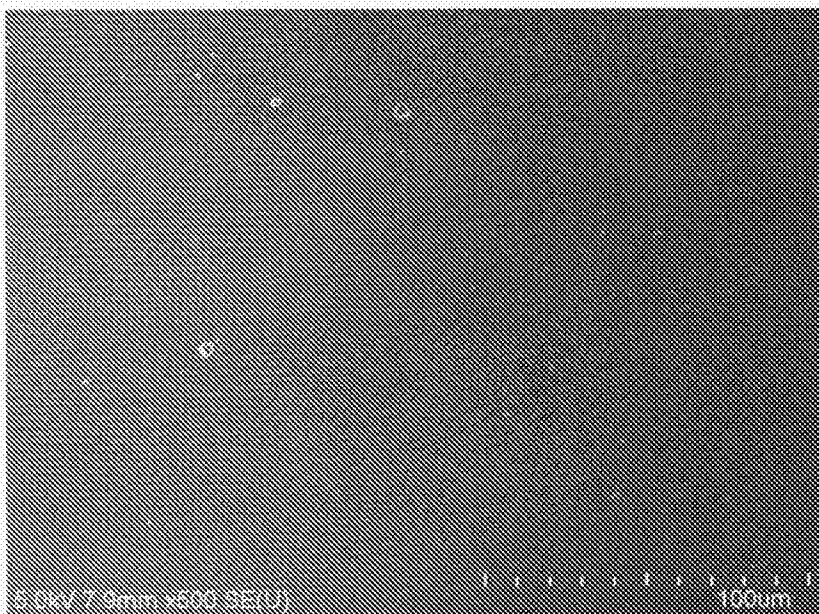


(b)

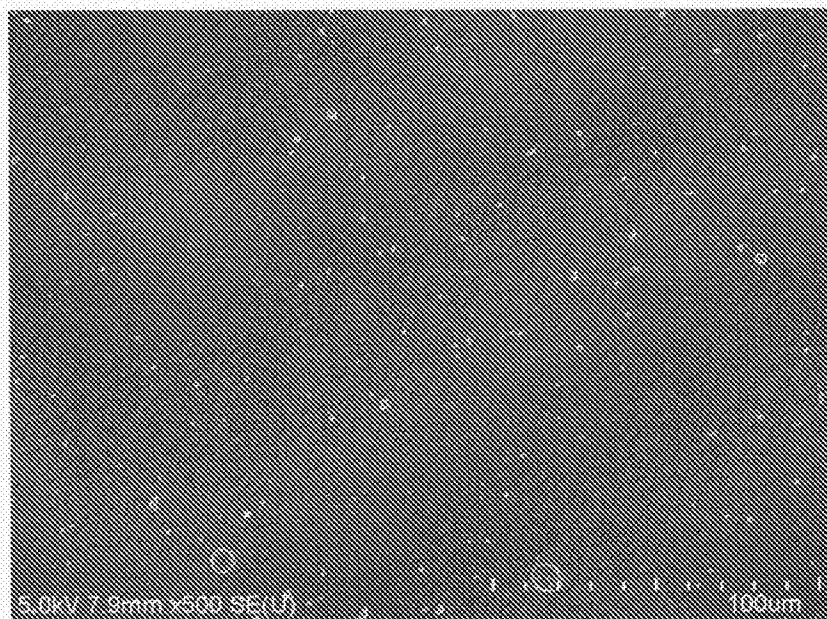


[図8]

(a)

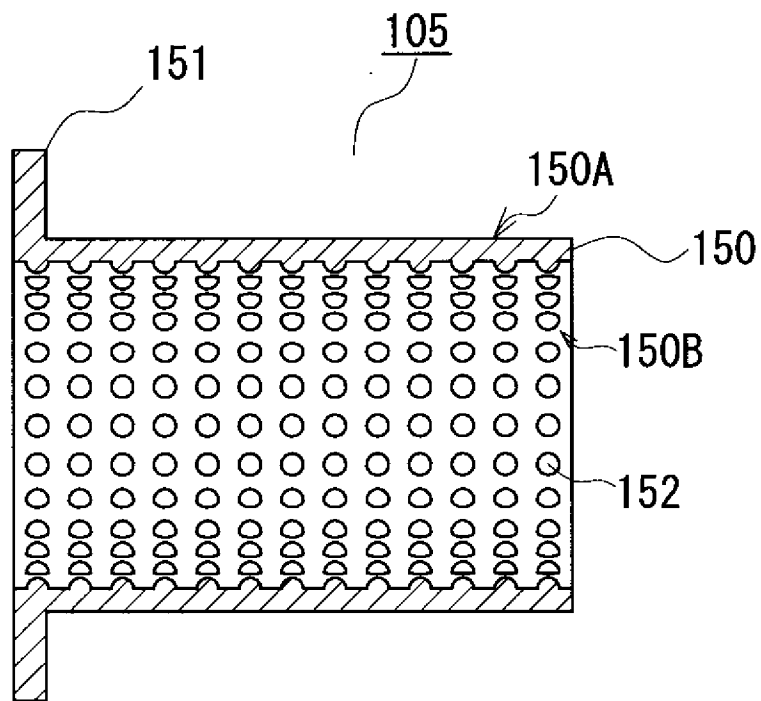


(b)

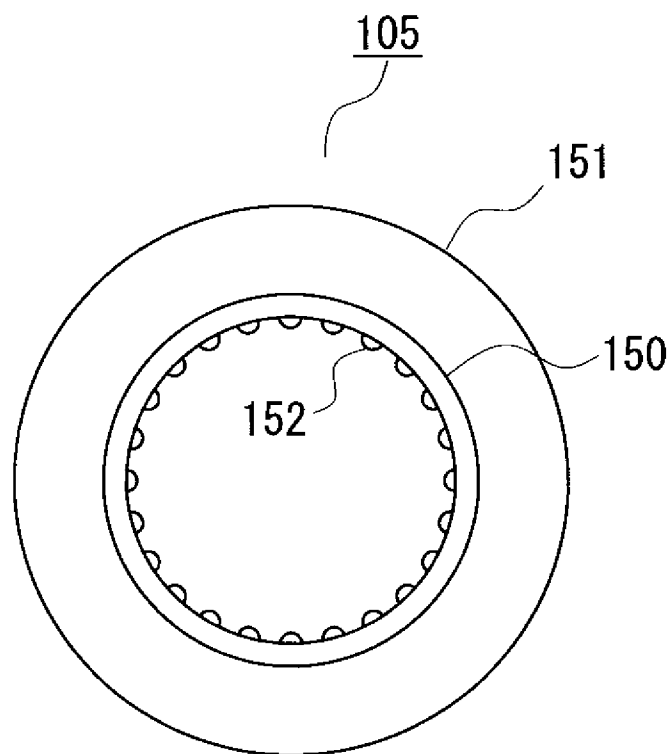


[図9]

(a)

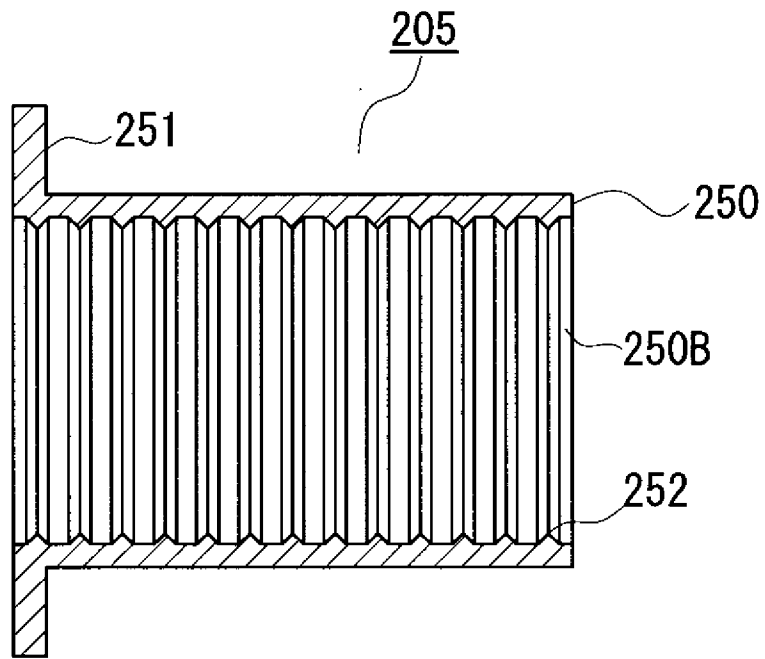


(b)

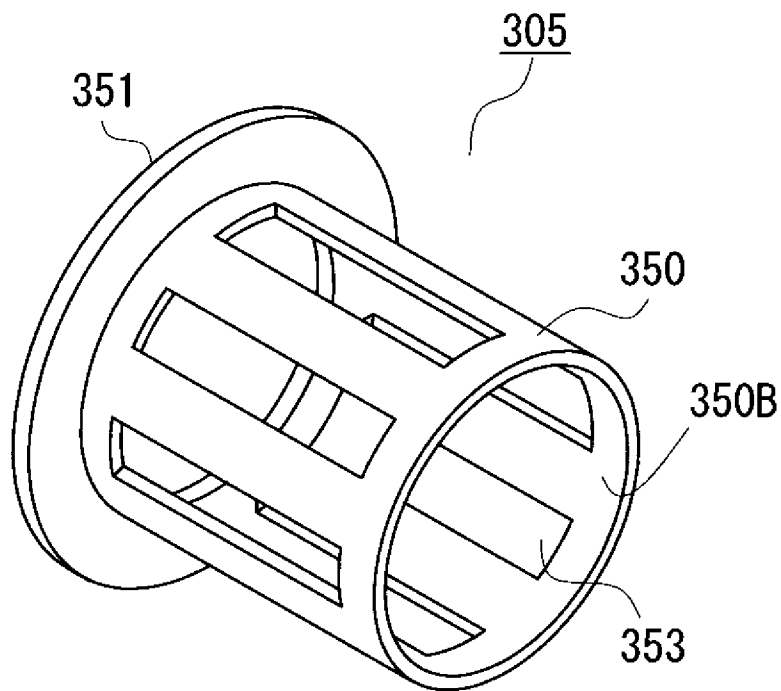


[図10]

(a)

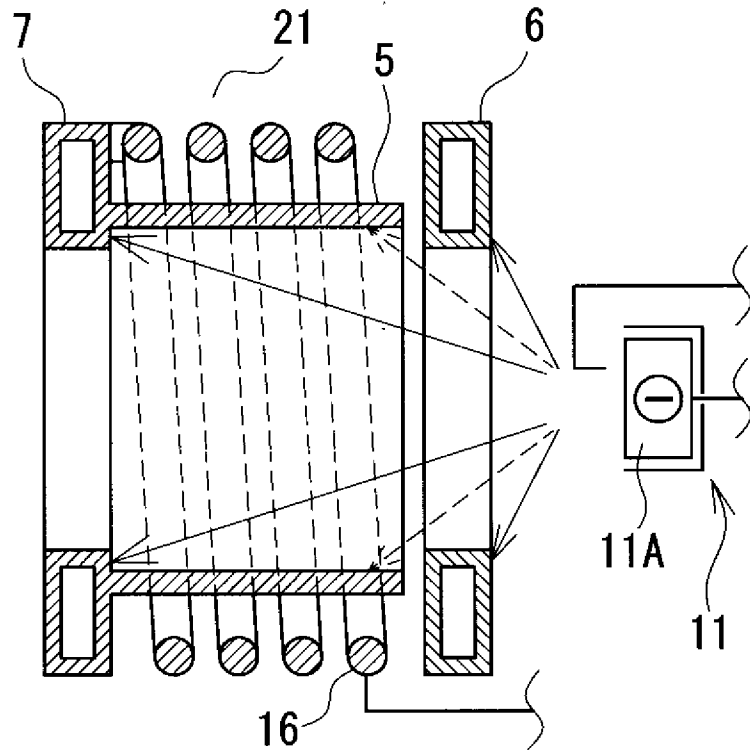


(b)

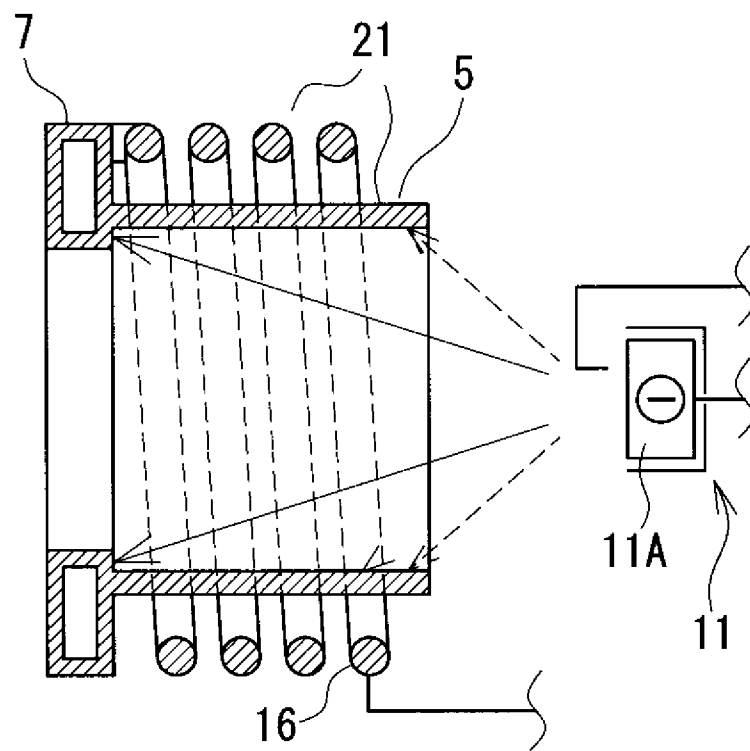


[図11]

(a)



(b)



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/JP2022/017073**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>C23C 14/24</i> (2006.01)i; <i>C23C 14/32</i> (2006.01)i FI: C23C14/24 F; C23C14/32 Z		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C23C14/00-14/58; H05B7/18-7/22		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2017-122266 A (CANON ANELVA CORP) 13 July 2017 (2017-07-13) claims 1, 6, paragraphs [0001], [0008]-[0038], fig. 2	1-11
A	JP 2008-248347 A (FERROTEC CORP) 16 October 2008 (2008-10-16) entire text	1-11
A	WO 2008/038700 A1 (FERROTEC CORP) 03 April 2008 (2008-04-03) entire text	1-11
A	WO 2006/104055 A1 (FERROTEC CORP) 05 October 2006 (2006-10-05) entire text	1-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>23 May 2022</b>		Date of mailing of the international search report <b>31 May 2022</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/JP2022/017073</b>
---

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2017-122266 A	13 July 2017	US 2017/0202077 A1 claims 1, 6, paragraphs [0002], [0009]-[0041], fig. 2	
JP 2008-248347 A	16 October 2008	US 2010/0059369 A1 entire text WO 2008/120656 A1 EP 2138603 A1 CN 101636520 A	
WO 2008/038700 A1	03 April 2008	US 2010/0018859 A1 entire text EP 2068602 A1 CN 101518161 A JP 2008-91184 A	
WO 2006/104055 A1	05 October 2006	US 2009/0026067 A1 entire text EP 1862565 A1 CN 101146926 A JP 2006-274280 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C23C 14/24(2006.01)i; C23C 14/32(2006.01)i FI: C23C14/24 F; C23C14/32 Z		
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）） C23C14/00-14/58; H05B7/18-7/22 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2017-122266 A (キヤノンアネルパ株式会社) 13.07.2017 (2017-07-13) 請求項1, 6, [0001], [0008]-[0038], 図2	1-11
A	JP 2008-248347 A (株式会社フェローテック) 16.10.2008 (2008-10-16) 全文	1-11
A	WO 2008/038700 A1 (株式会社フェローテック) 03.04.2008 (2008-04-03) 全文	1-11
A	WO 2006/104055 A1 (株式会社フェローテック) 05.10.2006 (2006-10-05) 全文	1-11
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な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抵触するものではなく、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 23.05.2022	国際調査報告の発送日 31.05.2022	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 末松 佳記 4G 3443 電話番号 03-3581-1101 内線 3465	

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号  
 PCT/JP2022/017073

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2017-122266	A	13.07.2017	US	2017/0202077	A1	
				請求項1, 6, [0002], [0009]-[0041], 図2			
JP	2008-248347	A	16.10.2008	US	2010/0059369	A1	
				全文			
				WO	2008/120656	A1	
				EP	2138603	A1	
				CN	101636520	A	
WO	2008/038700	A1	03.04.2008	US	2010/0018859	A1	
				全文			
				EP	2068602	A1	
				CN	101518161	A	
				JP	2008-91184	A	
WO	2006/104055	A1	05.10.2006	US	2009/0026067	A1	
				全文			
				EP	1862565	A1	
				CN	101146926	A	
				JP	2006-274280	A	