

(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
2019年9月19日(19.09.2019)



(10) 国際公開番号

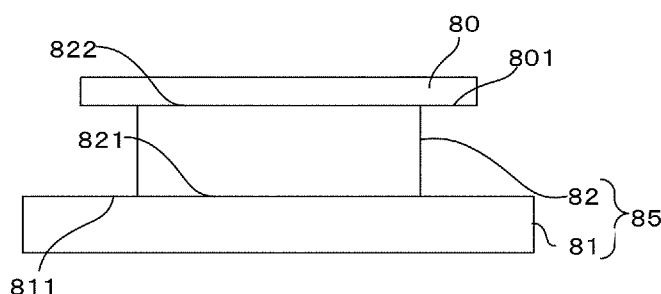
WO 2019/176459 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 14/32 (2006.01) *H05H 1/50* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/005883
- (22) 国際出願日: 2019年2月18日(18.02.2019)
- (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 2018-046805 2018年3月14日(14.03.2018) JP
- (71) 出願人: 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 吉田 晃 (YOSHIDA, Akira); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 永井 冬紀, 外 (NAGAI, Fuyuki et al.); 〒1080075 東京都港区港南一丁目6番41号 品川クリスタルスクエア 901 永井特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: FILM FORMATION METHOD AND FILM FORMATION DEVICE

(54) 発明の名称: 成膜方法および成膜装置

【図2】



(57) Abstract: A film formation method for forming a film on an object, wherein a holding unit is used to hold an object while maintaining a separation between the holding unit and at least a peripheral portion of the object, and a film is formed on an object by a method in which ion plating is carried out while applying a voltage to the holding unit.

(57) 要約: 対象物に被膜を成膜する成膜方法は、保持部を用いて、対象物の少なくとも周縁部と保持部との間を離間させて、対象物を保持し、保持部に電圧を印加しながらイオンプレーティング法により対象物に被膜を成膜する。

[続葉有]



WO 2019/176459 A1

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,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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))

明 細 書

発明の名称：成膜方法および成膜装置

技術分野

[0001] 本発明は、成膜方法および成膜装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、イオンプレーティング法により対象物に被膜を形成する成膜処理を行う装置が知られている（たとえば特許文献1）。このような装置を用いる際、被膜の諸特性を制御するため、対象物を保持する部材に負電圧を印加することがある。このとき、対象物が絶縁性を有していると、対象物に飛来したイオンに起因して対象物の表面に正の電荷が蓄積されていく。そして、特に対象物の端部（周縁部）に電荷が集中して、対象物の端部と対象物を保持する部材との間の空間が絶縁破壊を起こして異常放電を生じることがある。異常放電は、対象物にダメージを与えることがあるため、その発生を抑制することが好ましい。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開2012-218989号公報

発明の概要

[0004] 第1の態様によると、対象物に被膜を成膜する成膜方法は、保持部を用いて、前記対象物の少なくとも周縁部と前記保持部との間を離間させて、前記対象物を保持し、前記保持部に電圧を印加しながらイオンプレーティング法により前記対象物に前記被膜を成膜する。

第2の態様によると、対象物に被膜を成膜するための成膜装置は、前記対象物の少なくとも周縁部との間を離間させて、前記対象物を保持する保持部と、前記保持部に電圧を印加しながらイオンプレーティング法により前記対象物に前記被膜を成膜する成膜処理部と、を有する。

図面の簡単な説明

[0005] [図1]実施の形態に係る成膜装置の要部構成の概略の一例を示す図である。

[図2]第1の実施の形態における保持部の構造を模式的に示す断面図である。

[図3]実施の形態の成膜装置による成膜処理を説明するフローチャートである。

[図4]第2の実施の形態における保持部の構造を模式的に示す断面図である。

[図5]実施例1および比較例1における成膜処理時に電源回路に流れる電流値を示す図である。

[図6]実施例2および比較例2における成膜処理時に電源回路に流れる電流値を示す図である。

[図7]実施例3および比較例3における成膜処理時に電源回路に流れる電流値を示す図である。

[図8]実施例4において、対象物と保持部との間の距離と被膜の膜応力との関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0006] <第1の実施の形態>

図面を参照して第1の実施の形態に係る成膜装置について説明する。

図1は、第1の実施の形態による成膜装置100の要部構成を説明する図である。成膜装置100は、イオンプレーティング法により、プラズマや真空放電でイオン化または励起状態にした原料を電場によって加速し、基板等の対象物80に真空蒸着させて被膜を形成する成膜処理を行う。以下の説明においては、成膜装置100は、イオンプレーティング法として、フィルターカソードディックバキュームアーク（FCVA）法により成膜処理を行う場合を例に挙げる。なお、成膜装置100は、イオンプレーティング法として、アークイオンプレーティング法等の手法を用いて成膜処理を行うものであってもよい。

[0007] 成膜装置100は、放電部10と、フィルタ部20と、測定部30と、スキャン部40と、制御部50と、成膜室70とを備える。

放電部10の内部には、ターゲット11が載置される。ターゲット11は

、例えば、炭素、チタン、アルミニウム、クロム等の単一の原料からなる材料であってよい。また、ターゲット１１は、上述した単一の原料に金属元素、または非金属元素が添加された複数の原料からなる複合材料であってよい。本実施の形態では、ターゲット１１には、炭素とチタンとが混合されている場合を例に挙げる。本実施の形態では、ターゲット１１は電氣的に接地されている。

[0008] 放電部１０は、プラズマ発生トリガ１５およびトリガ移動部１６を有する。プラズマ発生トリガ１５は、先端が尖った形状である接触部１４を有する。高電圧である接触部１４をターゲット１１の表面に近接させることにより、ターゲット１１に対してアーク放電を生じさせる。アーク放電により、ターゲット１１からは、炭素とチタンとがプラズマ状態となり放出する。なお、トリガ移動部１６は、ターゲット１１に対する接触部１４の位置を移動させる。接触部１４の位置が移動することにより、接触部１４はターゲット１１の表面の異なる位置に接触することができる。したがって、ターゲット１１の異なる位置において、アーク放電を発生させることができる。

[0009] フィルタ部２０は、放電部１０に接続される。フィルタ部２０は、湾曲した筒の外部表面に巻き付けられた巻線２５を備える。巻線２５はソレノイドコイルを形成してよい。巻線２５に電流を流すことにより、フィルタ部２０の内部において、湾曲した筒の内部に沿った磁場を印加することができる。また、巻線２５に流す電流量を制御することにより、磁場の大きさを制御することができる。これにより、磁場の大きさを制御して、イオン価数およびイオン質量に基づきイオンの流れを制御することができる。フィルタ部２０は、例えばプラズマ流フィルタである。フィルタ部２０は、湾曲した筒形状である。フィルタ部２０は、プラズマ流に磁場を印加して、プラズマ流の流れを制御する。

[0010] フィルタ部２０は、プラズマ流に含まれるイオンのイオン価数およびイオン質量に基づき、放電部１０から発生したプラズマ流の方向を変える。本実施の形態では、フィルタ部２０は、予め定められたイオン種である炭素イオ

ンおよびチタンイオンの流れを通過させる（プラズマ流 29）。しかし、フィルタ部 20 は、予め定められたイオン種以外のイオンからなるプラズマ流の方向を変えて、当該プラズマ流を湾曲した筒の内部に衝突させる（プラズマ流 27）。したがって、フィルタ部 20 は、プラズマ流 27 をフィルタ部 20 内で遮ることができる。

[0011] 測定部 30 は、たとえば、プラズマの輝線スペクトルを分光することで、複数のイオンのスペクトル強度比を特定する発光分光光度計である。測定部 30 は、発光分光光度を測定することにより、プラズマ流中における陰極物質イオンの存在比を測定する。測定部 30 は、プラズマ中の対象イオン種による吸収スペクトルを測定するものであってよい。測定部 30 は、フィルタ部 20 に接続されて設けられる。複数のイオンに基づくスペクトル強度比からプラズマ流中におけるイオンの存在比を算出することができる。測定部 30 によってプラズマ流を観測しつつ、プラズマ流を対象物 80 に照射することにより、対象物 80 に成膜される元素の組成比を特定し制御することができる。本実施の形態においては、炭素イオンおよびチタンイオンに固有の波長スペクトル強度を観測することにより、対象物 80 に成膜される炭素とチタンの組成比を特定し制御する。なお、本明細書における組成比とは、特に断らない限り原子数比を指すものとする。

[0012] 本実施の形態の測定部 30 は、フィルタ部 20 において、比較的放電部 10 に近い位置に備えられるが、測定部 30 は、フィルタ部 20 において、比較的スキャン部 40 に近い位置に備えられてもよい。また、測定部 30 はスキャン部 40 に備えられてもよい。測定部 30 をスキャン部 40 に備える場合には、フィルタ部 20 に設ける巻線 25 を隙間なく配置することができるので、測定部 30 をフィルタ部 20 に備える場合と比較して、より均一に磁場を発生させることができる。なお、測定部 30 としては、発光分光光度計の他に、紫外～可視域の吸収分光光度計、ラマン分光光度計、CARS 分光光度計、ラングミュアプローブ等を用いることができる。

[0013] スキャン部 40 は、フィルタ部 20 と成膜室 70 との間に設けられる。フ

フィルタ部20を通過したプラズマ流はスキャン部40に入る。スキャン部40によりスキャンされたプラズマ流は成膜室70に導かれる。

[0014] スキャン部40は、プラズマ流と交差する方向において印加する磁界の大きさを变化させることで、対象物80にプラズマ流が照射される向きを制御する。たとえば、スキャン部40において、プラズマ流に対して磁界を印加しない場合には、プラズマ流はスキャン部40で偏向することなしに対象物80にプラズマ流が照射される（プラズマ流43）。また、スキャン部40において、プラズマ流と交差する方向において磁界を印加することにより、対象物80におけるプラズマ流の照射位置を制御することができ、それにより、対象物80における成膜位置や成膜厚さを調節することができる。スキャン部40のスキャンを制御することにより、対象物80に形成される被膜を均一にすることができる。また、スキャン部40において、比較的大きな磁界を印加することにより、プラズマ流の偏向を大きくして、プラズマ流を対象物80に照射しないようにすることもできる（プラズマ流45）。

なお、本実施の形態においては、成膜装置100は、フィルタ部20と成膜室70との間にスキャン部40を備えるが、スキャン部40を備えていなくてもよい。

[0015] 制御部50は、測定部30からの情報に基づき、放電部10のプラズマ発生トリガ15およびトリガ移動部16、巻線25の電流量、スキャン部40の磁界、ならびに後述される成膜室70に設けられたシャッタ部60の位置を制御する。制御部50は、測定部30が測定した、対象物80に向かうプラズマ流中に存在する複数の元素の組成比に基づいて、対象物80に到達するプラズマ流の量を制御する。

[0016] 具体的には、制御部50は、対象物80に向かうプラズマ流中に存在する複数の元素の組成比の時間変動情報を、測定部30による測定結果に基づき算出する。制御部50は、この時間変動情報に基づいて、対象物80に到達するプラズマ流の量を制御する。たとえば、制御部50は、フィルタ部20の磁場の大きさを調整することにより、対象物80に照射されるプラズマ流

の偏向状態を調整する。これにより、複数の元素が予め定められた構成比で含まれる膜が、対象物 80 に成膜される。

[0017] 制御部 50 は、成膜室 70 と電氣的に接続された電圧源 51 を制御して、成膜室 70 内に設けられる保持部 85 にバイアス電圧を印加する。ここで、バイアス電圧の電圧源 51 として直流電圧源を示しているが、交流電圧源であってもよい。保持部 85 にバイアス電圧を印加することで、対象物 80 の表面に照射されるイオンのエネルギーを抑制し、成長中の被膜表面から被膜内部への入射イオンの拡散、均一な被膜を形成できる。

[0018] 成膜室 70 は真空容器であり、シャッタ部 60 および保持部 85 を備える。本実施の形態では、シャッタ部 60 は、対象物 80 に向かうプラズマ流を遮蔽するか否かを切り替える機械的シャッタである。元素の組成比が予め定められた範囲内となった状態で機械的シャッタを開き、対象物 80 に所定の厚さの膜が形成されたらシャッタを閉じることで、対象物 80 に適切に被膜を形成することができる。なお、成膜室 70 には、ロードロックチャンバー（図示略）が接続されていてもよい。ロードロックチャンバーから対象物 80 を出し入れすることにより、成膜室 70 の内部は通常真空状態に保たれるので、成膜室 70 への不純物の混入を抑制できる。成膜室 70 には、たとえばバルブや、ターボ分子ポンプやロータリーポンプ等の真空装置（不図示）が接続され、成膜室 70 内の真空度（減圧度）が制御される。

保持部 85 は、成膜室 70 内において、対象物 80 を保持する。なお、保持部 85 については、詳細な説明を後に行う。

[0019] 次に、図 2 を参照して保持部 85 について説明する。図 2 は、プラズマ流 43 の進行方向と平行な面における保持部 85 の断面を模式的に示す図である。図 2 においては、プラズマ流 43 が紙面上部から保持部 85 に向かって流れる。

保持部 85 は、第 1 保持部 81 と第 2 保持部 82 とを有する。第 1 保持部 81 は、導電性材料で構成され、たとえばステンレス鋼等からなる板状の部材である。第 1 保持部 81 の表面 811、すなわちプラズマ流に曝される側

の面には、第2保持部82が図示しない取付部によって取り付けられる。なお、第2保持部82は、取付部を用いず第1保持部81の表面811に載置されてもよい。第2保持部82の材料は、たとえば樹脂等の絶縁性を有する材料であってよく、導電性材料であってよく、半導電性材料であってよいが、異常放電をより確実に抑制するという観点では絶縁材料とすることが好ましい。なお、本明細書における半導電性とは、電気伝導率が $10^{-6} \sim 10^5$ (S/m)である材料の性質をいい、絶縁性とは、半導電性材料よりも小さい電気伝導率を有する材料の性質をいい、導電性とは、半導電性材料よりも大きい電気伝導率を有する材料の性質をいう。第2保持部82は、たとえば柱状に形成され、第1保持部81に取り付けられる第1面821とは反対側の第2面822には、対象物80が図示しない取付部によって取り付けられる。なお、対象物80は、取付部を用いず第2保持部82の第2面822に載置されてもよい。第2保持部82において、第1保持部81に取り付けられる第2保持部82の第1面821と、対象物80が取り付けられた場合の第2面822とは、プラズマ流中の陰極物質イオンに曝されない。

[0020] 対象物80の少なくとも周縁部801が第2面822と重複しないように対象物80が取り付けられる。すなわち、対象物80は、周縁部801の全体が、第2保持部82からはみ出した状態となるように第2保持部82に取り付けられる。これにより、対象物80の周縁部801は全体にわたって第1保持部81の表面811と離間された状態で、対象物80は第2保持部82を介して第1保持部81に保持される。電圧源51からは第1保持部81に負電圧が印加される。上述したように、対象物80の周縁部801と第1保持部81との間が離間した状態で対象物80が保持されるので、対象物80と第1保持部81との間で異常放電が発生することが抑制される。

[0021] 図3に示すフローチャートを参照して、本実施の形態の成膜装置100による成膜処理の手順を説明する。

ステップS1では、成膜室70内部の保持部85で、対象物80の周縁部801と第1保持部81との間を離間させた状態で対象物80を保持する。

ステップS 2では、成膜室70内部を減圧する。この時、例えば、減圧の初期段階ではターボ分子ポンプは停止させた状態で、バルブを開き、ロータリーポンプを作動させ、所定の真空度になってから、ターボ分子ポンプを作動させて、引き続き減圧すればよい。このようにすることで、成膜室70内部の真空度を所定の範囲に容易に制御できる。

[0022] ステップS 3では、所定の真空度に到達後、成膜を開始する。このとき、電圧源51により、保持部85にバイアス電圧を印加する。放電部10にアーク放電を生じさせる。アーク放電を生じさせる際には、プラズマ発生トリガ15をターゲット11の表面に近接させた状態で電流を印加し、上記のように、対象物80と接触部14との間にアーク放電を生じさせる。アーク放電により発生したプラズマ流は、フィルタ部20によって選別されプラズマ流43が対象物80に照射され、対象物80の表面に被膜が成膜される。

[0023] ステップS 4では、所望の被膜を形成した後、シャッタ60を閉じると共にプラズマ発生トリガ15への電流印加を停止してアーク放電を停止することで、成膜を停止する。ステップS 5では、被膜が成膜された対象物80を成膜室70から取り出す。

[0024] 上述した第1の実施の形態によれば、次の作用効果が得られる。

(1) 保持部85は、対象物80の少なくとも周縁部801と保持部85との間を離間させて、対象物80を保持し、保持部85に電圧を印加しながらイオンプレーティング法により対象物80に被膜を成膜する。これにより、成膜処理のときに対象物80と保持部85との間に異常放電が発生することを抑制することができるので、陰極物質イオンのエネルギーが制御された成膜が可能となる。

[0025] (2) 保持部85は、第1保持部81と対象物80との間に配置された第2保持部82によって対象物80を保持する。これにより、対象物80の周縁部801と第1保持部81との間を離間させることができるので、成膜処理中の異常放電の発生を抑制できる。

[0026] 上述した第1の実施の形態を以下のように変形できる。

(1) 保持部 85 が 1 個の第 2 保持部 82 を有する場合を例に挙げて説明を行ったが、保持部 85 は複数個の第 2 保持部 82 を有してもよい。この場合も、複数の第 2 保持部 82 には、対象物 80 の周縁部 801 を避けて対象物 80 を取り付けることにより、対象物 80 の周縁部 801 と第 1 保持部 81 とを離間させて対象物 80 を保持する。また、複数個の第 2 保持部 82 は、それぞれが同じ材料で構成されていてよいし、異なる材料で構成されていてよい。また、複数個の第 2 保持部 82 は、図 2 の紙面横方向に並べて載置してもよいし、図 2 の紙面縦方向に積み重ねて載置してもよい。

[0027] (2) 第 2 保持部 82 が柱状に形成されるものに限定されず、たとえば錘状や錘台状に形成されてよい。特に、上記の変形例 (1) のように複数の第 2 保持部 82 に対象物 80 を取り付ける場合には、各々の第 2 保持部 82 を錘状に形成し、錘の頂点にて対象物 80 を支持してもよい。この場合も、第 2 保持部 82 の頂点と対象物 80 との接触点はプラズマ流中の陰極物質イオンに曝されない。

[0028] <第 2 の実施の形態>

図面を参照して第 2 の実施の形態の成膜装置について説明する。以下の説明では、第 1 の実施の形態と同じ構成要素には同じ符号を付して相違点を主に説明する。特に説明しない点については、第 1 の実施の形態と同じである。本実施の形態では、対象物を保持する保持部が第 2 保持部を備えていない点が第 1 の実施の形態とは異なる。

[0029] 図 4 は、第 2 の実施の形態における保持部 85 の断面を模式的に示す図である。図 4 は、プラズマ流 43 の進行方向と平行な面における保持部 85 の断面であり、図の紙面上方から保持部 85 に向けてプラズマ流 53 が流れる。保持部 85 は、たとえばステンレス鋼等により作成される部材である。保持部 85 の表面 851、すなわち保持部 85 に対象物 80 を取り付けた場合に対象物 80 と対向する面には、プラズマ流が到来する方向に向けて突出した突出部 852 が形成される。突出部 852 は、たとえば柱状に形成され、その上部の表面 (突出部表面 853) に対象物 80 が図示しない取付部によ

って取り付けられる。なお、対象物 80 は取付部を用いず突出部表面 853 に載置されてもよい。保持部 85 において、対象物 80 が取り付けられる突出部表面 853 は、プラズマ流中の陰極物質イオンに曝されない。

[0030] 保持部 85 の突出部表面 853 の面積は、対象物 80 周縁部 801 が占める部分の面積に比べて小さく作製される。また、対象物 80 の少なくとも周縁部 801 が突出部表面 853 と重複しないように対象物 80 が取り付けられる。すなわち、対象物 80 は、周縁部 801 の全体が、突出部表面 853 からはみ出した状態となるように保持部 85 に取り付けられる。これにより、対象物 80 の周縁部 801 は全体にわたって保持部 85 の表面 851 と離間された状態で、対象物 80 は保持部 85 に保持される。

[0031] なお、上述した説明では、保持部 85 に 1 個の突出部 852 が形成される場合を例に挙げたが、保持部 85 には複数個の突出部 852 が形成されてよい。この場合も、複数の突出部 852 には、対象物 80 の周縁部 801 を避けて対象物 80 を取り付けることにより、対象物 80 の周縁部 801 と保持部 85 とを離間させて対象物 80 を保持する。

[0032] また、突出部 852 が柱状に形成されるものに限定されず、たとえば錘状や錘台状に形成されてよい。特に、保持部 85 に複数の突出部 852 が形成される場合には、各々の突出部 852 を錘状に形成し、錘の頂点にて対象物 80 を支持してもよい。この場合も、突出部 852 の頂点と対象物 80 との接触点はプラズマ流中の陰極物質イオンに曝されない。

[0033] 以上で説明した第 2 の実施の形態によれば、第 1 の実施の形態で得られた (1) の作用効果に加えて、以下の作用効果が得られる。

保持部 85 は、対象物 80 と対向する表面 851 の少なくとも一部が対象物 80 へ向けて突出する突出部 852 を有し、突出部 852 が対象物 80 と接触することにより、対象物 80 を保持する。これにより、対象物 80 の周縁部 801 と表面 851 との間を離間させることができるので、成膜処理中の異常放電の発生を抑制できる。

[0034] 次に、保持部 85 の実施例について説明する。以下の各実施例においては

、ターゲット 11 として Ti が分散されたカーボン焼結体を用いて、対象物 80 にアモルファスカーボン膜を成膜する。アモルファスカーボン膜として、Ti 含有テトラヘッドアモルファスカーボン (t a-C : Ti) 膜を対象物 80 に成膜する。成膜速度を 0.48 nm/秒とし、第 1 保持部 81 にはデューティー比 2 % で -1980 V のパルス電圧が印加される。

[実施例 1]

実施例 1 においては、対象物 80 の材料としてクロロプレンゴムを使用する。

図 5 (a) は、実施例 1 において第 1 保持部 81 に負電圧を印加する電源回路を流れる電流値の変化を示す。なお、図 5 において、横軸は第 1 保持部 81 に負電圧の印加を開始してからの経過時間 (秒) を示し、縦軸は電源回路を流れる電流値 (A) を示す。

[比較例 1]

図 5 (b) は、第 2 保持部 82 を介することなく第 1 保持部 81 にクロロプレンゴムからなる対象物 80 を直接取り付けた比較例において、第 1 保持部 81 に負電圧を印加する電源回路を流れる電流値の変化を示す。

[0035] [実施例 2]

実施例 2 においては、対象物 80 の材料としてポリカーボネイト樹脂を使用する。

図 6 (a) は、実施例 2 において第 1 保持部 81 に負電圧を印加する電源回路を流れる電流値の変化を示す。なお、図 6 においても図 5 と同様に、横軸は第 1 保持部 81 に負電圧の印加を開始してからの経過時間 (秒) を示し、縦軸は電源回路を流れる電流値 (A) を示す。

[比較例 2]

図 6 (b) は、第 2 保持部 82 を介することなく第 1 保持部 81 にポリカーボネイトからなる対象物 80 を直接取り付けた比較例において、第 1 保持部 81 に負電圧を印加する電源回路を流れる電流値の変化を示す。

[0036] [実施例 3]

実施例3においては、対象物80の材料としてポリエチレンテレフタレート樹脂を使用する。

図7(a)は、実施例2において第1保持部81に負電圧を印加する電源回路を流れる電流値の変化を示す。なお、図7においても図5や図6と同様に、横軸は第1保持部81に負電圧の印加を開始してからの経過時間(秒)を示し、縦軸は電源回路を流れる電流値(A)を示す。

[比較例3]

これに対して、図7(b)は、第2保持部82を介することなく第1保持部81にポリエチレンテレフタレートからなる対象物80を直接取り付けた比較例において、第1保持部81に負電圧を印加する電源回路を流れる電流値の変化を示す。

[0037] 図5(a)、図6(a)、図7(a)に示すように、実施例1～3では、対象物80の周縁部801と第1保持部81の表面811とが離間した状態で対象物80が保持されることにより、電流値の急激な増減の発生が抑制されている、あるいは電流値の増減が発生したとしてもそれが繰り返されることが抑制されている。すなわち、対象物80から第1保持部81への異常放電の発生が抑制されている。これに対して、図5(b)、図6(b)、図7(b)に示す比較例においては、電流値の急激な増減が繰り返される。電流値の急激な増加は、対象物80から第1保持部81へ異常放電が生じたことが原因である。電流値の急激な低下は、上記の電流値の急激な増加により負電荷を印加する電源回路の保護回路が作動し、第1保持部81への電圧印加が停止されたことによるものである。

すなわち、対象物80の周縁部801と第1保持部81とが離間した状態で対象物80が保持されることにより、電流値に急激な増減が発生する原因となる対象物80からの異常放電の発生を抑制することができることがわかる。

[0038] 次に、実施例4により対象物80の周縁部801と第1保持部81との間の間隔と、対象物80に成膜される被膜の応力との関係について説明する。

[実施例 4]

実施例 4 においては、ターゲット 11 として Ti が分散されたカーボン焼結体を用いて、対象物 80 にアモルファスカーボン膜を成膜する。アモルファスカーボン膜として、Ti 含有テトラヘッドアモルファスカーボン (t a - C : Ti) 膜を対象物 80 に成膜する。成膜速度を 0.48 nm/秒とし、第 1 保持部 81 にはデューティー比 2 % で -1980 V のパルス電圧が印加される。対象物 80 として Si ウエハを使用する。

[0039] 図 8 は、対象物 80 の周縁部 801 と第 1 保持部 81 との間の間隔を、0.1 mm、0.2 mm、0.3 mm、0.5 mm、1.0 mm、2.0 mm、4.0 mm、7.0 mm に設定した場合に得られる対象物 80 の被膜の応力を示す図である。図 8 に示すように、対象物 80 の周縁部 801 と第 1 保持部 81 との間の間隔の変化に伴って、被膜の応力も変化する。これにより、本実施の形態による保持部 85 により、陰極物質イオンが有するエネルギーを制御した成膜処理が可能となる。また、対象物 80 の周縁部 801 と第 1 保持部 81 との間の間隔が増加すると、被膜の応力の値の絶対値も増加する。すなわち、対象物 80 の周縁部 801 と第 1 保持部 81 との間の間隔が小さいほど、陰極物質イオンのエネルギーが制御された応力の小さな成膜が可能になる。ただし、対象物 80 の周縁部 801 と第 1 保持部 81 との間の間隔が小さ過ぎると、異常放電が発生するおそれがあるので、適当な間隔を選択することが好ましい。

[0040] 本発明の特徴を損なわない限り、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の形態についても、本発明の範囲内に含まれる。

[0041] 次の優先権基礎出願の開示内容は引用文としてここに組み込まれる。

日本国特許出願 2018 年第 046805 号 (2018 年 3 月 14 日出願)

符号の説明

[0042] 50…制御部、70…成膜室、

8 0 …対象物、8 1 …第 1 保持部、
8 2 …第 2 保持部、8 5 …保持部、
1 0 0 …成膜装置、8 0 1 …周縁部、
8 1 1 …表面、8 2 1 …第 1 面、
8 2 2 …第 2 面、8 5 2 …突出部、
8 5 3 …突出部表面

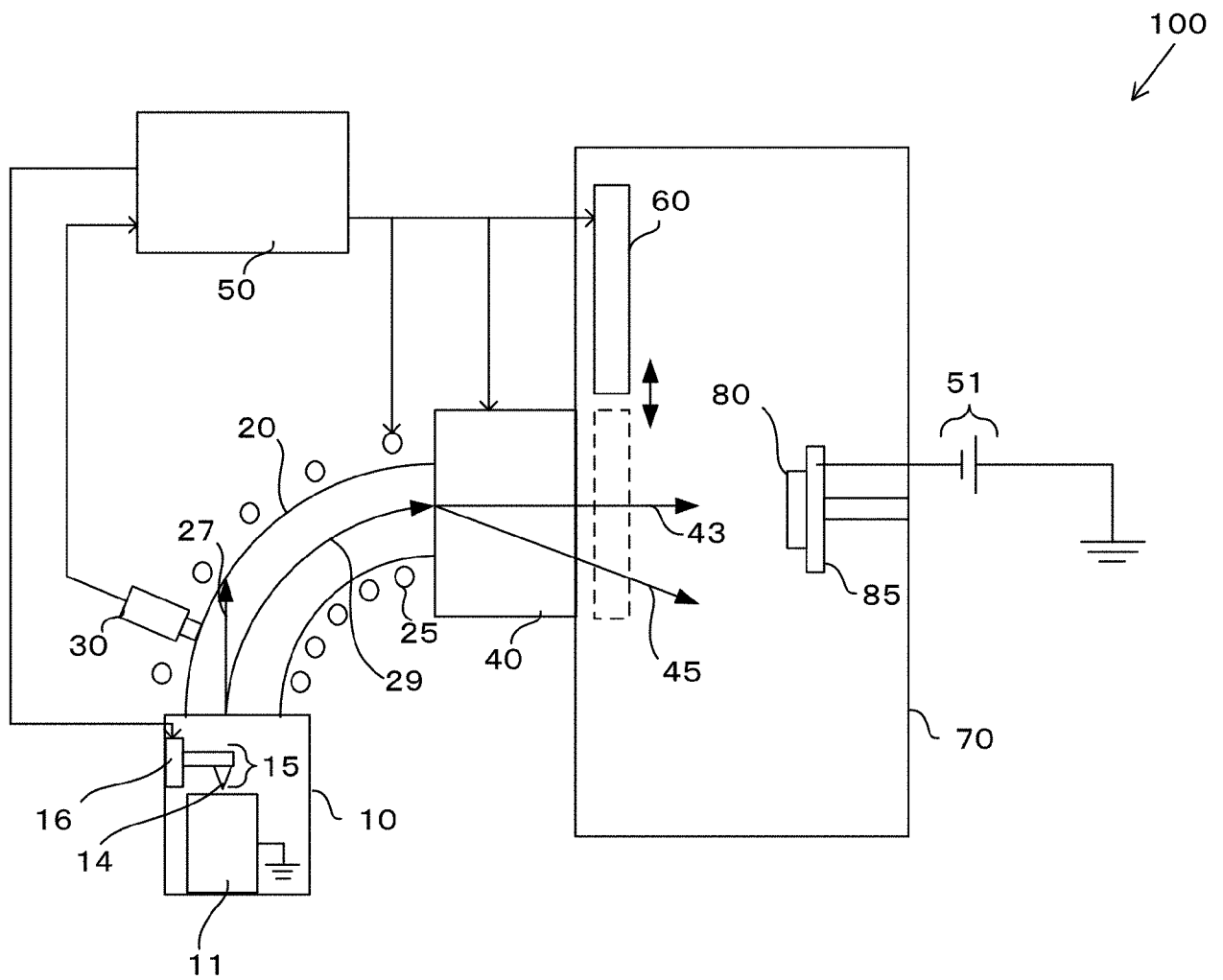
請求の範囲

- [請求項1] 対象物に被膜を成膜する成膜方法であって、
保持部を用いて、前記対象物の少なくとも周縁部と前記保持部との間を離間させて、前記対象物を保持し、
前記保持部に電圧を印加しながらイオンプレーティング法により前記対象物に前記被膜を成膜する、成膜方法。
- [請求項2] 請求項1に記載の成膜方法において、
前記保持部は、前記対象物と対向する面の少なくとも一部が前記対象物へ向けて突出する突出部を有し、前記突出部が前記対象物と接触することにより、前記対象物を保持する、成膜方法。
- [請求項3] 請求項2に記載の成膜方法において、
前記突出部と前記対象物とが接触する領域は、陰極物質イオンに曝されない、成膜方法。
- [請求項4] 請求項1に記載の成膜方法において、
前記保持部と前記対象物との間に配置された第2の保持部によって、前記対象物を保持する、成膜方法。
- [請求項5] 請求項4に記載の成膜方法において、
前記第2の保持部は、絶縁性を有する、成膜方法。
- [請求項6] 請求項4または5に記載の成膜方法において、
前記第2の保持部と前記対象物とが接触する領域は、陰極物質イオンに曝されない、成膜方法。
- [請求項7] 請求項4から6までのいずれか一項に記載の成膜方法において、
前記第2の保持部と前記保持部とが接触する領域は、陰極物質イオンに曝されない、成膜方法。
- [請求項8] 請求項1から7までのいずれか一項に記載の成膜方法において、
前記対象物は、絶縁性を有する、成膜方法。
- [請求項9] 請求項1から8までのいずれか一項に記載の成膜方法において、
前記対象物は、樹脂材料を含む、成膜方法。

- [請求項10] 請求項 1 から 9 までのいずれか一項に記載の成膜方法において、
前記対象物は、可撓性を有する、成膜方法。
- [請求項11] 請求項 1 から 10 までのいずれか一項に記載の成膜方法において、
前記イオンプレーティング法として、フィルタードカソーディック
バキュームアーク法を用いる、成膜方法。
- [請求項12] 請求項 1 から 11 までのいずれか一項に記載の成膜方法において、
前記被膜は、アモルファスカーボン膜である、成膜方法。
- [請求項13] 対象物に被膜を成膜するための成膜装置であって、
前記対象物の少なくとも周縁部との間を離間させて、前記対象物を
保持する保持部と、
前記保持部に電圧を印加しながらイオンプレーティング法により前
記対象物に前記被膜を成膜する成膜処理部と、を有する成膜装置。
- [請求項14] 請求項 13 に記載の成膜装置において、
前記保持部は、前記対象物と対向する面の少なくとも一部が前記対
象物へ向けて突出する突出部を有し、
前記突出部が前記対象物と接触することにより、前記保持部は前記
対象物を保持する成膜装置。
- [請求項15] 請求項 14 に記載の成膜装置において、
前記保持部と前記対象物との間に配置された第2の保持部をさらに
備え、
前記第2の保持部を介して、前記保持部は前記対象物を保持する成
膜装置。
- [請求項16] 請求項 15 に記載の成膜装置において、
前記第2の保持部は、絶縁性を有する成膜装置。

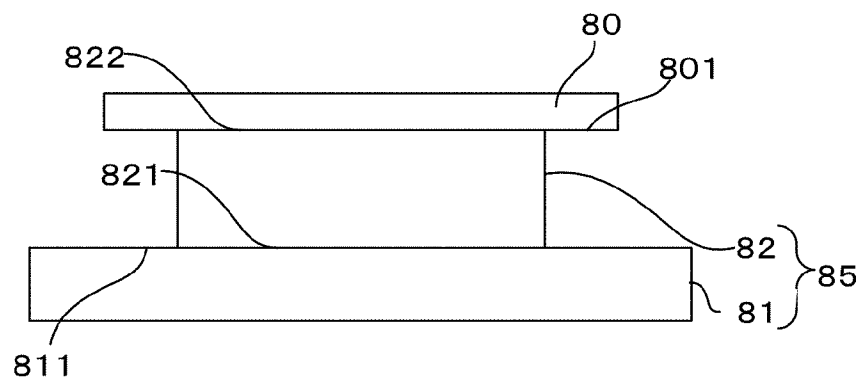
[図1]

【図1】



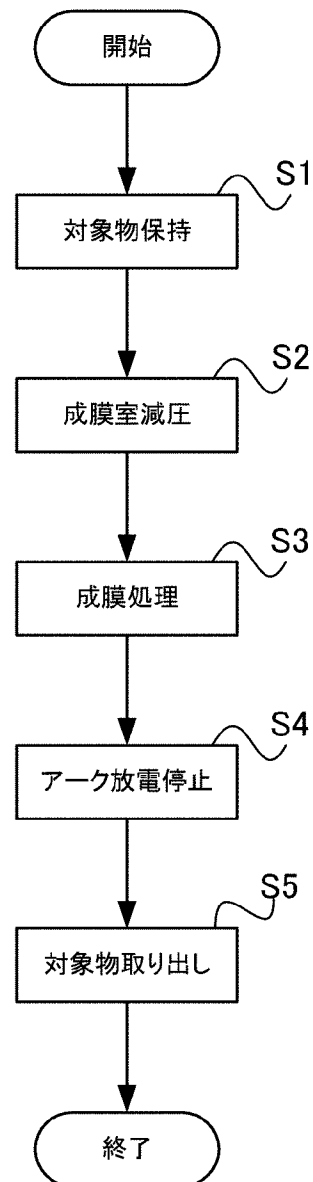
[図2]

【図2】



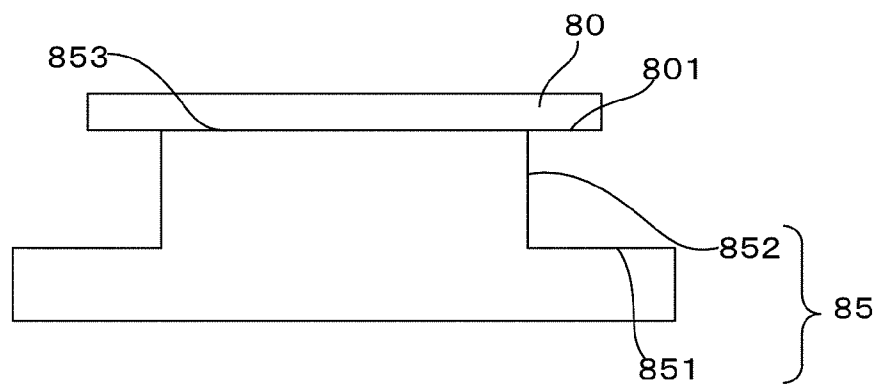
[図3]

【図3】



[図4]

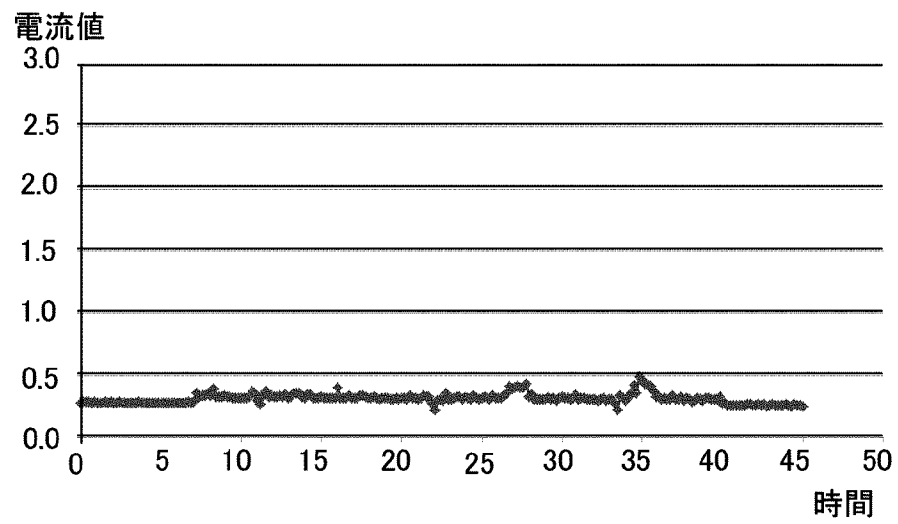
【図4】



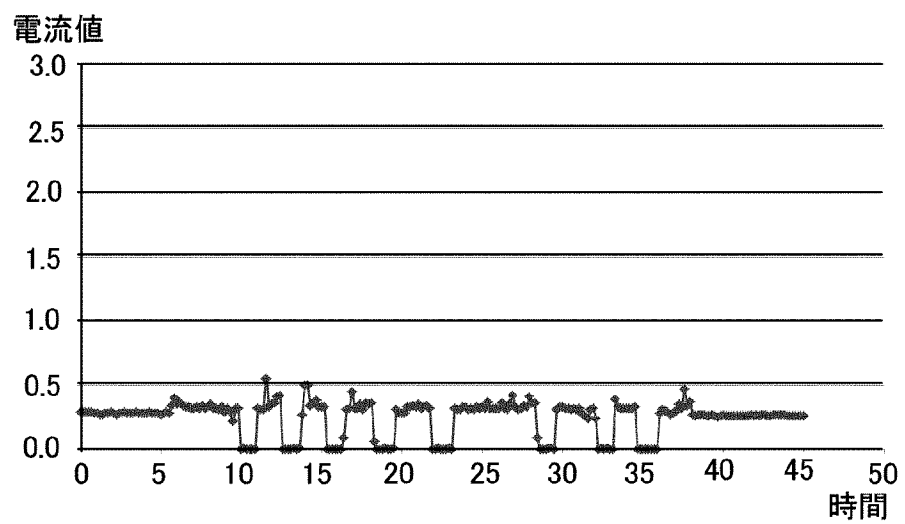
[図5]

【図5】

(a)



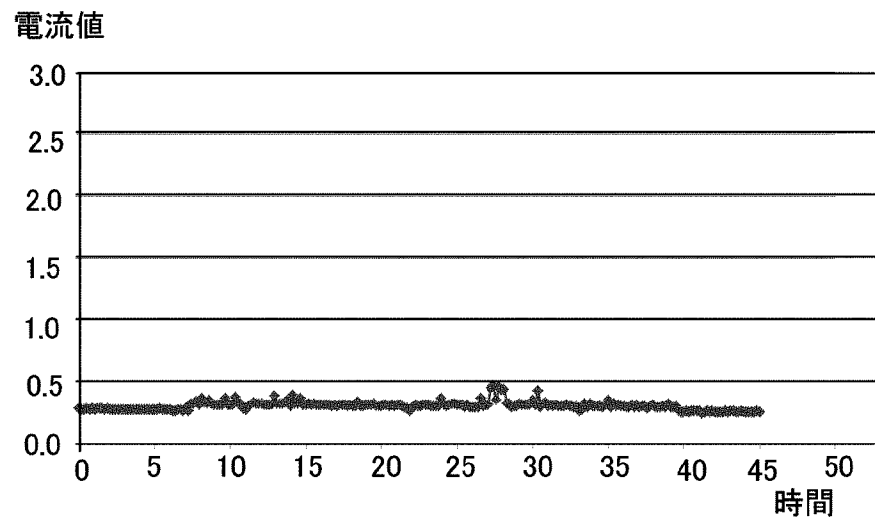
(b)



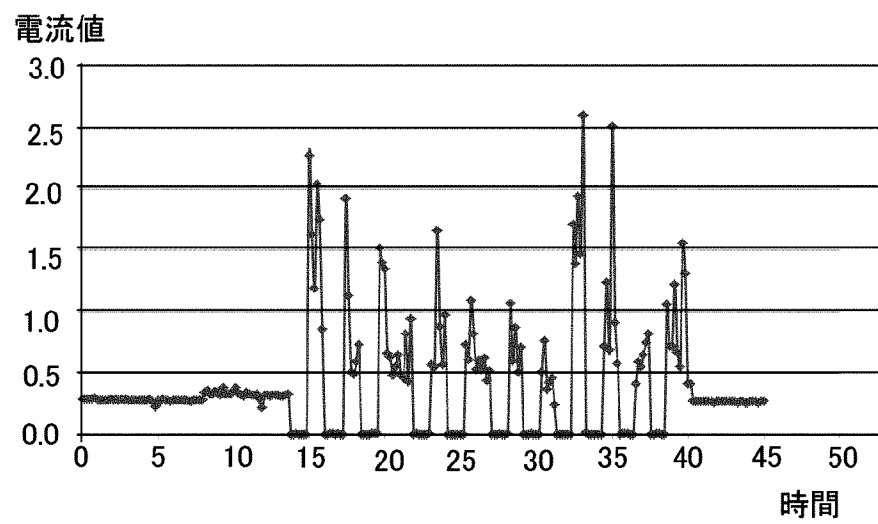
[図6]

【図6】

(a)



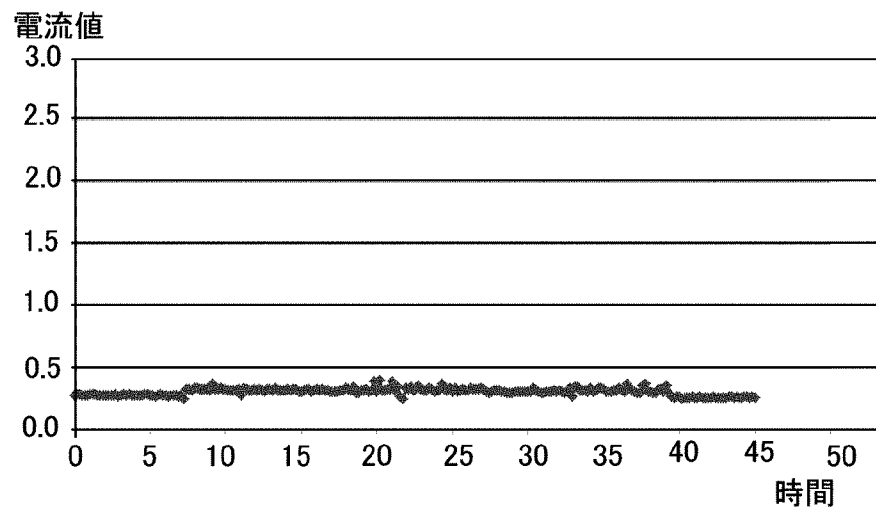
(b)



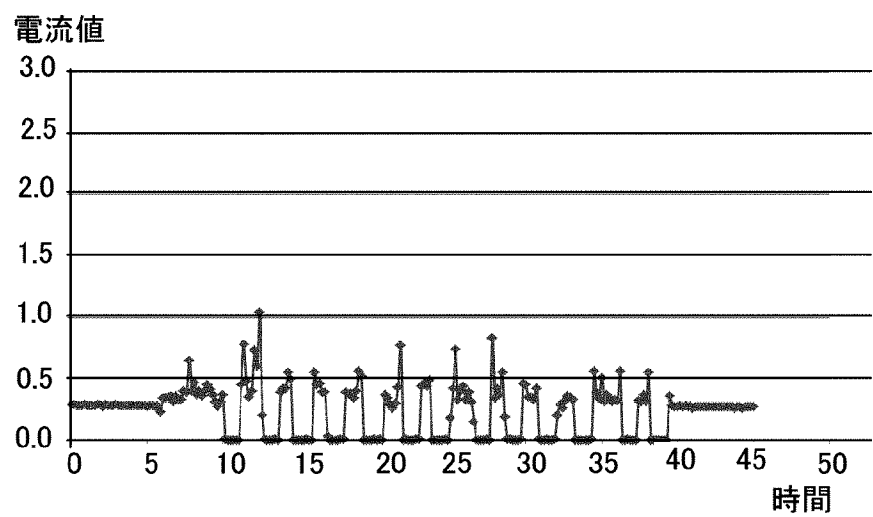
[図7]

【図7】

(a)



(b)



[図8]

【図8】

対象物と第1保持部との間隔 [mm]	膜応力[GPa]
7.0	−1.21
4.0	−1.30
2.0	−1.11
1.0	−1.02
0.5	−0.88
0.3	−0.83
0.2	−0.54
0.1	−0.35

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/005883

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. C23C14/32 (2006.01) i, H05H1/50 (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)

Int.Cl. C23C14/32, H05H1/50

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2000-343151 A (KOMATSU LTD.) 12 December 2000, claims 1-3, paragraphs [0019]-[0020], fig. 1 (Family: none)	1, 13 2-12, 14-16
A	JP 2001-003173 A (SHINMAYWA INDUSTRIES, LTD.) 09 January 2001, claims 1-19, fig. 1-11 (Family: none)	1-16
A	JP 2001-140061 A (KYOCERA OPTEC CO., LTD.) 22 May 2001, claims 1-8, fig. 1 (Family: none)	1-16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" 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
25 April 2019 (25.04.2019)

Date of mailing of the international search report
14 May 2019 (14.05.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/005883

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2014/115523 A1 (NIKON CORP.) 31 July 2014, entire text & CN 104937131 A	1-16

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, H05H1/50(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. C23C14/32, H05H1/50

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 A	JP 2000-343151 A（株式会社小松製作所）2000.12.12, 請求項 1-3, 段落[0019]-[0020], 図 1（ファミリーなし）	1, 13 2-12, 14-16
A	JP 2001-003173 A（新明和工業株式会社）2001.01.09, 請求項 1-19, 図 1-11（ファミリーなし）	1-16
A	JP 2001-140061 A（京セラオプテック株式会社）2001.05.22, 請求項 1-8, 図 1（ファミリーなし）	1-16

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

25.04.2019

国際調査報告の発送日

14.05.2019

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）

森坂 英昭

4 G

4760

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 カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2014/115523 A1 (株式会社ニコン) 2014.07.31, 全文 & CN 104937131 A	1-16