(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
2015 年 7 月 2 日(02.07.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/099014 A1

(51) 国際特許分類:
C23C 16/511 (2006.01) *H05H 1/46* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/084247

(22) 国際出願日: 2014 年 12 月 25 日(25.12.2014)

(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 2013-270754 2013 年 12 月 27 日(27.12.2013) JP

(71) 出願人: ブラザー工業株式会社 (**BROTHER KOGYO KABUSHIKI KAISHA**) [JP/JP]; 〒4678561 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町１５番１号 Aichi (JP).

(72) 発明者: 滝 和也(**TAKI Kazunari**); 〒4678561 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町１５番１号 ブラザー工業株式会社内 Aichi (JP). 金田 英樹(**KANADA Hideki**); 〒4678561 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町１５番１号 ブラザー工業株式会社内 Aichi (JP). 篠田 健太郎(**SHINODA Kentaro**); 〒4678561 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町１５番１号 ブラザー工業株式会社内 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

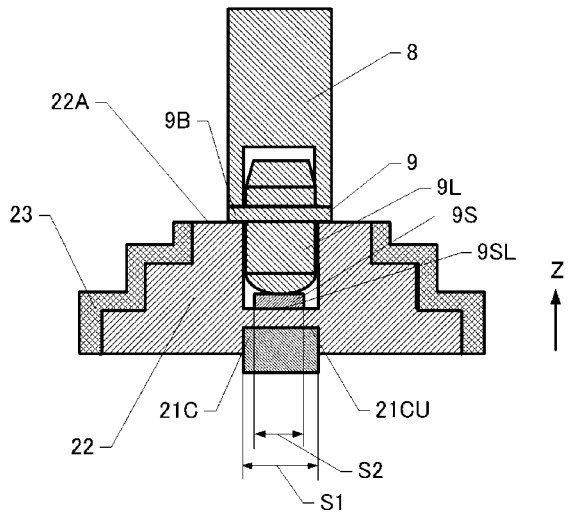
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー

[続葉有]

(54) **Title**: FILM FORMING DEVICE

(54) 発明の名称 : 成膜装置

[図2]



$$\frac{S1}{S2} \leq \frac{100}{9}$$

(57) **Abstract**: The objective of the present invention is to provide a film-forming device capable of stabilizing the plasma film formation process and reducing the possibility of producing an abnormal discharge. The present invention is provided with: a microwave supply unit for supplying microwaves so as to generate plasma along the processing surface of a workpiece; a negative voltage application unit whereby a negative bias voltage for enlarging a sheath layer along the processing surface is applied to the workpiece; a microwave supply port through which the microwaves are caused to propagate to the enlarged sheath layer; and a center conductor for a waveguide whereby the microwaves supplied from the microwave supply unit are transmitted, the center conductor being disposed in the microwave supply port on the side opposite from a recessed part formed in the microwave supply opening, as viewed in the depth direction of the recessed part. The area (S1) of a first surface of the center conductor and the area (S2) of a second surface of a jig for supporting the workpiece have the relationship of formula (15), the first and second surfaces facing each other in the depth direction of the recessed part.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/099014 A1

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:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

異常放電を引き起こす可能性を低減し、プラズマ成膜処理を安定化させることができる成膜装置を提供することを目的とする。被加工材料の処理表面に沿ってプラズマを生成させるためのマイクロ波を供給するマイクロ波供給部と、処理表面に沿うシース層を拡大させる負のバイアス電圧を被加工材料に印加する負電圧印加部と、マイクロ波を拡大されたシース層へ伝搬させるマイクロ波供給口と、マイクロ波供給口に形成された凹部の深さ方向において凹部と反対側のマイクロ波供給口に配置された、マイクロ波供給部から供給されるマイクロ波を伝送する導波管の中心導体と、凹部の深さ方向において、互いに対向する中心導体の第１面の面積Ｓ１と、被加工材料を支持する治具の第２面の面積Ｓ２とは、【数１５】の関係を有する。

明　細　書

発明の名称 ： 成膜装置

技術分野

[0001]　本開示は、プラズマを用い、鋼材等の導電性を有する被加工材料の表面に皮膜を形成するための成膜装置に関するものである。

背景技術

[0002]　従来、鋼材などの導電性を有する被加工材料の表面に成膜処理する技術が特許文献１などにより知られている。この特許文献に開示された技術では、プラズマ生成装置が石英窓を通して処理容器内の被加工材料に向けマイクロ波を供給することにより、石英窓内面の周辺領域にプラズマが発生し、シース層がプラズマと被加工材料との境界に生成される。マイクロ波の供給中に、プラズマ生成装置が被加工材料へ負のバイアス電圧を印加する。この結果、被加工材料の表面に沿ってシース層が生成し、生成されたシース層は拡大する。供給されたマイクロ波は、このシース層に沿って伝搬し、プラズマが伸長する。この結果、被加工材料の表面の周りに高密度プラズマが生成される。よって、原料ガスがプラズマによって分解され、被加工材料の表面が成膜処理される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００４－４７２０７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　拡大されたシース層に沿ってマイクロ波を表面波として伝搬させるには、マイクロ波を供給する導波管から石英窓を介して、被加工材料の表面に沿って効率よくマイクロ波を伝搬させる必要がある。このため、導波管として、同軸導波管を用い、被加工材料、または被加工材料を支持する治具が挿入される凹部が石英窓に形成され、マイクロ波を被加工材料に供給するための中

心導体が凹部と対向する位置に配置されることが考えられる。この場合、被加工材料、または治具が石英窓の凹部に入りやすくなるように、被加工材料、または治具の、凹部の底面と対向する下部の断面積が、凹部の断面積よりも小さくされることがある。よって、中心導体の断面積が、被加工材料、または治具の下部の断面積よりも大きくなる可能性がある。この結果、中心導体からの電気力線が、中心導体の断面積より小さい断面積を有する被加工材料、または治具に集中し、成膜処理中に異常放電を引き起こす恐れがある。

[0005] 本開示は、上述した問題を解決するためになされたものであり、異常放電を引き起こす可能性を低減し、プラズマ成膜処理を安定化させることができる成膜装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するために、本開示の一側面は、導電性を有する被加工材料を内部に配置可能な処理容器と、前記処理容器の内部にガスを供給するガス供給部と、前記被加工材料の処理表面に沿ってプラズマを生成させるためのマイクロ波を供給するマイクロ波供給部と、前記被加工材料の処理表面に沿うシース層を拡大させる負のバイアス電圧を前記被加工材料に印加する負電圧印加部と、前記マイクロ波供給部から供給されるマイクロ波を拡大された前記シース層へ伝搬させるマイクロ波供給口と、前記マイクロ波供給口に形成された凹部であって、前記被加工材料、または前記被加工材料を支持し、前記凹部の深さ方向の先端の前記深さ方向に直交する方向の面積が、前記直交する方向の前記凹部の断面積よりも小さい治具が挿入される凹部と、前記凹部の深さ方向において前記凹部と反対側の前記マイクロ波供給口に配置された、前記マイクロ波供給部から供給されるマイクロ波を伝送する導波管の中心導体と、前記凹部の深さ方向において、互いに対向する前記中心導体の第１面の面積Ｓ１と、前記治具の第２面の面積Ｓ２とは、

[数1]

$$\frac{S1}{S2} \leq \frac{100}{9}$$

の関係を有することを特徴とするものである。

[0007] 請求項１記載の成膜装置によれば、中心導体の第１面の面積Ｓ１は、治具の第２面の面積Ｓ２と、

[数2]

$$\frac{S1}{S2} \leq \frac{100}{9}$$

の関係を有するので、中心導体とマイクロ波供給口を挟んで位置する被加工材料、または治具に電気力線が集中しづらくなる。この結果、成膜処理中に異常放電を引き起こす恐れを低減し、プラズマ成膜処理を安定化させることができる。

[0008] また、前記面積Ｓ１と、前記面積Ｓ２とは、

[数3]

$$\frac{S1}{S2} \leq \frac{100}{35}$$

の関係を有してもよい。

[0009] すなわち、面積Ｓ１は、面積Ｓ２と、

[数4]

$$\frac{S1}{S2} \leq \frac{100}{35}$$

の関係を有するので、中心導体とマイクロ波供給口を挟んで位置する被加工材料、または治具に電気力線がさらに集中しづらくなる。この結果、成膜処理中に異常放電を引き起こす恐れをさらに低減し、プラズマ成膜処理をさらに安定化させることができる。

[0010] また、前記治具は、前記被加工材料が装着される第１治具と、前記凹部に配置され、前記第１治具に電気的に接触可能な第２治具とを備え、前記凹部の深さ方向において前記第１面と対向する前記第２治具の面が前記第２面で

あってもよい。

[0011] すなわち、第２治具は、凹部に配置されるので、凹部の内部において第１治具よりも位置ずれしにくくなる。この結果、成膜処理中に異常放電を引き起こす恐れをさらに低減し、プラズマ成膜処理をさらに安定化させることができる。

[0012] また、前記中心導体は、前記第１面の中心と、前記第２面の中心とが前記深さ方向において一致して配置されてもよい。

[0013] すなわち、第１面の中心と、第２面の中心とが一致して配置されるので、第２治具に電気力線がさらに集中しづらくなる。この結果、成膜処理中に異常放電を引き起こす恐れをさらに低減し、プラズマ成膜処理をさらに安定化させることができる。

[0014] また、請求項３または４記載の成膜装置であって、前記第１面と、前記第２面とが相似形であってもよい。

[0015] すなわち、第１面と、第２面とが相似形である。よって、第２治具に電気力線がさらに集中しづらくなる。この結果、成膜処理中に異常放電を引き起こす恐れをさらに低減し、プラズマ成膜処理をさらに安定化させることができる。

[0016] また、前記深さ方向において前記第２治具の前記第２面と反対側の面は、前記第２面の中心から前記深さ方向に直交する直交方向に向けて、前記第２治具の前記深さ方向の厚みが増す形状を有してもよい。

[0017] すなわち、第２治具の第２面と反対側の面は、第２面の中心から直交方向に向けて、第２治具の深さ方向の厚みが増す形状を有する。よって、第１治具が第２治具に対して位置決めされやすくなり、より確実に第１治具と第２治具とが電気に接触される。この結果、より安定して被加工材料がプラズマ成膜処理される。

[0018] また、前記第２面は、前記第２面の中心から前記第２面の外周までの全面が前記凹部と接する形状であってもよい。

[0019] すなわち、第２面は、凹部と全面が接するので、中心導体からの電気力線

が第２治具に集中しづらくなる。この結果、成膜処理中に異常放電を引き起こす恐れをさらに低減し、プラズマ成膜処理をさらに安定化させることができる。

[0020] また、前記深さ方向において前記第２治具の前記第２面と反対側の面は、表面粗さが０．１μｍ以上、かつ１ｍｍ以下であってもよい。

[0021] すなわち、第２治具の第２面と反対側の面は表面粗さが、０．１μｍ以上なので、第１治具と第２治具との取り外しが容易になる。この結果、複数の被加工材料を連続してプラズマ成膜する時間を短縮することが可能となる。また、表面粗さが１ｍｍ以下なので、異常放電を引き起こす可能性を低減できる。

[0022] 上記目的を達成するために、本開示の一側面は、導電性を有する被加工材料を内部に配置可能な処理容器と、前記処理容器の内部にガスを供給するガス供給部と、前記被加工材料の処理表面に沿ってプラズマを生成させるためのマイクロ波を供給するマイクロ波供給部と、前記被加工材料の処理表面に沿うシース層を拡大させる負のバイアス電圧を前記被加工材料に印加する負電圧印加部と、前記マイクロ波供給部から供給されるマイクロ波を拡大された前記シース層へ伝搬させるマイクロ波供給口と、前記マイクロ波供給口に形成され、前記被加工材料、または前記被加工材料を支持するための治具が挿入される凹部と、前記凹部の深さ方向において前記凹部と反対側の前記マイクロ波供給口に配置された、前記マイクロ波供給部から供給されるマイクロ波を伝送する導波管の中心導体と、前記凹部に配置され、前記凹部の前記深さ方向の深さよりも薄い導電性部材と、前記深さ方向において、互いに対向する前記中心導体の第１面の面積Ｓ１と、前記導電性部材の面積Ｓ２とは、

[数5]

$$\frac{S1}{S2} \leq \frac{100}{9}$$

の関係を有することを特徴とするものである。

[0023] すなわち、第１面の面積Ｓ１は、金属板の第２面の面積Ｓ２と、

[数6]

$$\frac{S1}{S2} \leq \frac{100}{9}$$

の関係を有するので、中心導体とマイクロ波供給口を挟んで位置する金属板に電気力線が集中しづらくなる。この結果、成膜処理中に異常放電を引き起こす恐れを低減し、プラズマ成膜処理を安定化させることができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本実施形態に係る成膜装置の概略構成を示す説明図である。

[図2]被加工材料を支持する保持治具が凹部に配置された状態を示す説明図である。

[図3]被加工材料を支持する保持治具が凹部に配置される前の状態を示す説明図である。

[図4]金属板の底面の面積を中心導体の上面の面積で除した値ＴとＶＳＷＲとの関係を示すグラフである。

[図5]金属板の形状と中心導体の形状を示す説明図である。

[図6]変形例における被加工材料を支持する保持治具が凹部に配置された状態を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、本開示に係る成膜装置について具体化した一実施形態に基づき図面を参照しつつ詳細に説明する。

[0026] 図１に示すように、成膜装置１は、処理容器２、真空ポンプ３、ガス供給部５、及び制御部６等から構成されている。処理容器２は、ステンレス等の金属製であって、気密構造の処理容器である。真空ポンプ３は、圧力調整バルブ７を介して処理容器２の内部を真空排気可能なポンプである。処理容器１の内部には、成膜対象である導電性を有する被加工材料８が、保持治具９

により保持されている。保持治具９が本開示の第１治具の一例である。

[0027] 被加工材料８の材質は、表面が導電性を有していれば、特に限定されるものではないが、本実施形態では低温焼戻し鋼である。ここで低温焼戻し鋼とは、ＪＩＳ Ｇ４０５１（機械構造用炭素鋼鋼材）、Ｇ４４０１（炭素工具鋼鋼材）、Ｇ４４－４（合金工具用鋼材）、又はマルエージング鋼材などの材料である。被加工材料は、低温焼戻し鋼以外にも、セラミック、または樹脂に導電性の材料がコーティングされているものでもよい。

[0028] ガス供給部５は、処理容器２の内部に成膜用の原料ガスと不活性ガスとを供給する。具体的には、Ｈｅ、Ｎｅ、Ａｒ、Ｋｒ、またはＸｅなどの不活性ガスとＣＨ４、ＣＨ２、Ｃ２Ｈ２、又はＴＭＳ（テトラメチルシラン）等の原料ガスとが供給される。本実施形態では、ＣＨ４、Ｃ２Ｈ２、及びＴＭＳの原料ガスにより被加工材料８がＤＬＣ成膜処理されるとして説明する。原料ガス、および不活性ガスが本開示のガスの一例である。

[0029] ガス供給部５から供給される原料ガス、および不活性ガスの流量、および圧力が制御部６を介して制御されてもよいし、作業者により制御されてもよい。原料ガスは、アルキン、アルケン、アルカン、芳香族化合物などのＣＨ結合を有する化合物、または炭素が含まれる化合物が含まれるガスであればよい。Ｈ２が原料ガスに含まれてもよい。

[0030] 処理容器２の内部に保持された被加工材料８に対してＤＬＣ成膜処理を行うためのプラズマが発生される。このプラズマは、マイクロ波パルス制御部１１、マイクロ波発振器１２、マイクロ波電源１３、負電圧電源１５、及び負電圧パルス発生部１６により発生される。本実施形態では、特開２００４－４７２０７号公報に開示された方法（以下、「ＭＶＰ法（Ｍｉｃｒｏｗａｖｅ ｓｈｅａｔｈ－Ｖｏｌｔａｇｅ ｃｏｍｂｉｎａｔｉｏｎ Ｐｌａｓｍａ法）」という。）により表面波励起プラズマが発生されるとして説明する。以降の記載では、ＭＶＰ法を説明する。

[0031] マイクロ波パルス制御部１１は制御部６の指示に従い、パルス信号を発振し、この発振したパルス信号をマイクロ波発振器１２へ供給する。マイクロ

波発振器１２は、マイクロ波パルス制御部１１からのパルス信号に従って、マイクロ波パルスを発生する。マイクロ波電源１３は、制御部６の指示に従い、指示された出力で２．４５ＧＨｚのマイクロ波を発振するマイクロ波発振器１２へ電力を供給する。つまり、マイクロ波発振器１２は、２．４５ＧＨｚのマイクロ波をマイクロ波パルス制御部１１からのパルス信号に従って、パルス状のマイクロ波パルスで後述するアイソレータ１７に供給する。

[0032] マイクロ波パルスは、マイクロ波発振器１２からアイソレータ１７、チューナー１８、導波管１９、導波管１９から図示されない同軸導波管変換器を介して突設された同軸導波管２１、及び石英などのマイクロ波を透過する誘電体等からなるマイクロ波供給口２２を経由し、保持治具９及び被加工材料８の処理表面に供給される。アイソレータ１７は、マイクロ波の反射波がマイクロ波発振器１２へ戻ることを防ぐものである。チューナー１８は、マイクロ波の反射波が最小になるようにチューナー１８前後のインピーダンスを整合するものである。同軸導波管２１が本開示の導波管の一例である。

[0033] 図２に示すように、マイクロ波供給口２２の上端面２２Ａを除く外周面は、ステンレス等の金属で形成された側面導体２３で被覆されている。側面導体２３は、処理容器２の内側面にネジ止め等によって固定され、図１に示す処理容器２に電気的に接続されている。マイクロ波供給口２２の中央には同軸導波管２１の中心導体２１Ｃが延長されている。被加工材料８に効率よく表面波を伝搬させるには、同軸導波管２１の中心導体の延長として被加工材料８を配置することが必要となる。このため、保持治具９も同軸導波管２１の中心導体２１Ｃの延長上に配置され、保持治具９は、マイクロ波供給口２２内では中心導体となる。従って、マイクロ波供給口２２の中心導体２１Ｃと保持治具９と側面導体２３とで同軸導波管として機能する。

[0034] マイクロ波供給口２２に供給されたマイクロ波パルスによって、保持治具９が配置された上端面２２Ａ付近にマイクロ波が伝搬してプラズマが生成される。すなわち、マイクロ波は、中心導体の延びる方向であるＺ軸方向に供給される。同軸導波管２１の中心導体２１Ｃと保持治具９との間には、真空

を保持するため、石英等の誘電体がマイクロ波供給口２２として配置される。以降の記載ではマイクロ波の供給方向であるＺ軸方向を上側、Ｚ軸方向と反対方向を下側と記載する場合がある。

[0035] 図３に示すように、保持治具９は、基板９Ｂ、支持ピン９Ｕ、および挿入ピン９Ｌを備える。支持ピン９Ｕは、基板９Ｂから上側に延び、被加工材料８が装着される。挿入ピン９Ｌは、基板９Ｂから下側に延び、後述する凹部２２Ｒに挿入される。基板９Ｂ、支持ピン９Ｕ、および挿入ピン９Ｌは表面が導電性を有していればよく、一体的に形成されてもよいし、別々の部材が組み付けられてもよい。

[0036] マイクロ波供給口２２に保持治具９が安定して配置されるよう、凹部２２Ｒが上端面２２Ａに形成される。すなわち、挿入ピン９ＬのＲ軸方向の長さＬ１は、凹部２２ＲのＲ軸方向の長さＬ２よりも短い。Ｒ軸方向は、凹部２２Ｒの径方向であり、Ｚ軸に直交する。また、挿入ピン９Ｌの下側の形状は、凹部２２Ｒに挿入されやすい形状が望ましく、例えば、曲面形状である。すなわち、挿入ピン９Ｌの下側は下方向に向かって、先細りの形状を有する。よって、挿入ピン９Ｌの下側の先端９ＬＢのＲ方向の断面積Ｓ３は、凹部２２ＲのＲ方向の断面積Ｒ４よりも小さい。凹部２２Ｒの深さ方向は、Ｚ軸に平行である。

[0037] 図２に示すように、凹部２２Ｒの底面に、金属板９Ｓが挿入されて配置されている。凹部２２Ｒに挿入ピン９Ｌが挿入された状態において、挿入ピン９Ｌは、凹部２２Ｒの底面に配置された金属板９Ｓと接する。すなわち、金属板９Ｓは、被加工材料８を支持する。金属板９Ｓが本開示の治具、第２治具、および導電性部材の一例である。金属板９Ｓは、表面が導電性を有していればよい。よって、保持治具９と金属板９Ｓとは電気的に接触可能である。凹部２２Ｒの底面に金属板９Ｓが配置された状態において、金属板９Ｓの底面９ＳＬと同軸導波管２１の中心導体２１Ｃの上面２１ＣＵとは、マイクロ波供給口２２を介してＺ軸方向に対向する。金属板９ＳのＲ軸方向の面積Ｓ２は、同軸導波管２１の中心導体２１ＣのＲ軸方向の面積Ｓ１と後述の関

係を有する。中心導体２１Ｃは、凹部２２と反対側のマイクロ波供給口２２に配置される。また、金属板９Ｓは、凹部２２ＲのＺ方向の長さである深さよりも薄い。

[0038] 凹部２２Ｒの底面に金属板９Ｓが配置されない場合、挿入ピン９Ｌの下側が曲面形状など、凹部２２Ｒの底面と接触する面積が小さい形状であると、凹部２２Ｒを介して配置された同軸導波管２１の中心導体２１Ｃからの電気力線が、面積が小さい挿入ピン９Ｌの下側に集中する。この結果、プラズマ成膜中に異常放電が発生し、膜質の悪化、成膜時間の長期化など成膜処理が不安定になる。

[0039] 本実施形態では、同軸導波管２１の中心導体２１Ｃの上面２１ＣＵの面積Ｓ１は、金属板９Ｓの底面９ＳＬの面積Ｓ２と、

[数7]

$$\frac{S1}{S2} \leq \frac{100}{9}$$

の関係を有する。この結果、同軸導波管２１の中心導体２１Ｃとマイクロ波供給口２２を挟んで位置する保持治具９に電気力線が集中しづらくなる。この結果、成膜処理中に異常放電が発生しづらくなり、プラズマ成膜処理を安定化させることができる。なお、同軸導波管２１の中心導体２１Ｃの上面２１ＣＵの面積Ｓ１は、例えば、２５πｍｍ^{2}よりも大きく。金属板９Ｓの底面９ＳＬの面積Ｓ２は、凹部２２Ｒの底面の面積よりも小さい。上面２１ＣＵが本開示の第１面の一例であり、底面９ＳＬが本開示の第２面の一例である。

[0040] 図４に示すグラフにおいて、縦軸がＶＳＷＲ（Voltage Standing Wave Ratio）、横軸が、金属板９Ｓの底面９ＳＬの面積Ｓ２を中心導体２１Ｃの上面２１ＣＵの面積Ｓ１で除した値Ｔを示す。ＶＳＷＲは、定在波比を示す値であり、保持冶具９、被加工材料８の形状、またはプラズマ状態により定まる。ＶＳＷＲが「１」であるとインピーダンスがあっており、被加工材料８が

、安定してプラズマ成膜される。ＶＳＷＲの値が大きいと、インピーダンスがあっておらず、チューナー１８よりもマイクロ波の供給方向の部材における反射が増える。この反射が少なくなるよう、チューナー１８で調整されるが、調整の許容範囲が狭くなり、プラズマ成膜処理が不安定化する。ＶＳＷＲが「１２」以上であれば、チューナー１８で反射波が少なくなるように調整できなくなり、反射が大きくなり、プラズマ状態が不安定となる。この結果、プラズマ成膜処理が不安定となり、被加工材料８へのプラズマ成膜が十分に安定して出来ない。

[0041] 図４に示すように、ＶＳＷＲが「１２」と対応する値Ｔ１は、０．０９である。すなわち、

[数8]

$$\frac{9}{100} \leq \frac{S2}{S1}$$

であれば、ＶＳＷＲが「１２」以下となり、プラズマ成膜処理が安定する。尚、数８の逆数が数７である。また、本実施形態では、凹部２２ＲのＲ軸方向の断面積は、面積Ｓ１以下である、従って、凹部２２Ｒに配置される金属板９Ｓの底面９ＳＬの面積Ｓ２は、面積Ｓ１以下である。この結果、

[数9]

$$\frac{9}{100} \leq \frac{S2}{S1} \leq 1$$

が成り立つ。

[0042] 図４に示すように、値Ｔが０．３５以上であると、ＶＳＷＲは２以下となり、プラズマ成膜処理がさらに安定する。すなわち、面積Ｓ１と面積Ｓ２とが、

[数10]

$$\frac{35}{100} \leq \frac{S2}{S1}$$

の関係を満たせばよい。

数１０の逆数が、

[数11]

$$\frac{S1}{S2} \leq \frac{100}{35}$$

である。

[0043] 図５（Ａ１）、（Ｂ１）、（Ｃ１）は、形状の異なる３つの金属板９Ｓの下面図であり、底面９ＳＬが示される。図５（Ａ２）、（Ｂ２）、（Ｃ２）は、図３に示す中心線ＣＬに平行な方向に金属板９Ｓを切断した時の正面方向の断面図である。尚、図３において、中心線ＣＬは凹部２２Ｒの底面の中心を通る。図５（Ａ３）、（Ｂ３）、（Ｃ３）は、同軸導波管２１の中心導体２１Ｃの上面図であり、中心導体２１Ｃの上面２１ＣＵが示される。以下、図５（Ａ１）、（Ａ２）、（Ａ３）を参照して金属板９ＳＡ、および中心導体２１ＣＡを、図５（Ｂ１）、（Ｂ２）、（Ｂ３）を参照して金属板９ＳＢ、および中心導体２１ＣＢを、図５（Ｃ１）、（Ｃ２）、（Ｃ３）を参照して金属板９ＳＣ、および中心導体２１ＣＣを説明する。

[0044] 図５（Ａ１）、（Ａ２）、（Ａ３）に示すように、金属板９ＳＡは、円盤形状を有しており、金属９ＳＡの底面９ＳＡＬの形状は、中心導体２１ＣＡの上面２１ＣＡＵの形状と相似形である。金属板９ＳＡの底面９ＳＡＬの中心Ｃｐ１は、Ｚ方向において中心導体２１ＣＡの上面２１ＣＡＵの中心Ｃｐ２と一致し、中心線ＣＬを通る。

[0045] 図５（Ｂ１）、（Ｂ２）、（Ｂ３）に示すように、金属板９ＳＢは円盤形状を有しており、上面９ＳＢＵにおけるＲ方向外側のＺ方向の厚みが、Ｒ方向内側のＺ方向の厚みよりも厚い。言い換えれば、上面９ＳＢＵは凹形状で

ある。すなわち、金属板９ＳＢは、中心線ＣＬからＲ方向に離れるに従い、Ｚ方向の厚みが増す形状を有する。金属板９ＳＢの底面９ＳＢＬの形状は、中心導体２１ＣＢの上面２１ＣＢＵの形状と相似形である。金属板９ＳＢの底面９ＳＢＬの中心Ｃｐ１は、Ｚ方向において中心導体２１ＣＢの上面２１ＣＢＵの中心Ｃｐ２と一致し、中心線ＣＬを通る。下面９ＳＢＬは、中心Ｃｐ１から外周９ＳＢＰまでの全面が凹部２２Ｒの底面と接する。

[0046] 図５（Ｃ１）、（Ｃ２）、（Ｃ３）に示すように、金属板９ＳＣは中空の円盤形状を有しており、上面９ＳＣＵにおけるＲ方向外側のＺ方向の厚みが、Ｒ方向内側のＺ方向の厚みよりも厚い。すなわち、金属板９ＳＣは、中心線ＣＬからＲ方向に離れるに従い、Ｚ方向の厚みが増す形状を有する。金属９ＳＣの底面９ＳＣＬの外径形状は、中心導体２１ＣＣの上面２１ＣＣＵの外径形状と相似形である。すなわち、中心導体２１ＣＣの上面２１ＣＣＵは、図５（Ｃ３）に示すように中空形状であってもよいし、図５（Ｂ３）に示すように、中空形状を有さない平面であってもよい。金属板９ＳＣの底面９ＳＣＬの中心Ｃｐ１は、Ｚ方向において中心導体２１ＣＣの上面２１ＣＣＵの中心Ｃｐ２と一致し、中心線ＣＬを通る。

[0047] 図５に示す上面２１ＣＡＵ、２１ＣＢＵ、２１ＣＣＵの面積が面積Ｓ１であり、底面９ＳＡＬ、９ＳＢＬ、９ＳＣＬの面積が、面積Ｓ２である。これら面積Ｓ１、Ｓ２が上述の数７を満たしていればよい。

[0048] 図５に示す上面９ＳＡＵ、９ＳＢＵ、９ＳＣＵの表面粗さは、０．１μｍ以上かつ１ｍｍ以下である。表面粗さが０．１μｍ未満であると、保持治具９と金属板９Ｓとが吸着しやすくなるので、保持治具９と金属板９Ｓとの取り外しが困難になる。一方、表面粗さが１ｍｍより大きいと、上面９ＳＡＵ、９ＳＢＵ、９ＳＣＵのＲ方向の電圧分布が大きくなり、異常放電を引き起こす可能性がある。これに対し、上面９ＳＡＵ、９ＳＢＵ、９ＳＣＵの表面粗さは、０．１μｍ以上であるので、複数の被加工材料８を連続してプラズマ成膜する時間を短縮することが可能となる。また、表面粗さが１ｍｍ以下なので、異常放電を引き起こす可能性を低減できる。

[0049] 図５に示すように、底面９ＳＡＬ、９ＳＢＬの全面が、凹部２２Ｒの底面と接触するので、凹部２２Ｒの底面と金属板９ＳＡ、９ＳＢとの空間にガスが入ることによる異常放電の可能性を低減できる。

[0050] 図１、および図２に示すように、被加工材料８は、被加工材料８を保持する保持治具９からマイクロ波供給口２２に対して処理容器２の内側に向かって突出するように配置されている。

[0051] 被加工材料８の上端部には、負のバイアス電圧パルスを印加するための負電圧電極２５が、被加工材料８の上端部に電気的に接続される。

[0052] 負電圧電源１５は、制御部６の指示に従い、負電圧パルス発生部１６に負のバイアス電圧を供給する。負電圧パルス発生部１６は、負電圧電源１５から供給された負のバイアス電圧をパルス化する。このパルス化の処理は、負電圧パルス発生部１６が制御部６の指示に従い、負のバイアス電圧パルスの大きさ、周期、及び、デューティ比を制御する処理である。このパルス状の負のバイアス電圧である負のバイアス電圧パルスが、処理容器２の内部に保持された被加工材料８に負電圧電極２５を介して印加される。

[0053] 被加工材料８が、金属基材の場合、またはセラミック、または樹脂に導電性の材料がコーティングされた場合であっても、被加工材料８の少なくとも処理表面全域に負のバイアス電圧パルスが印加される。保持治具９の表面全域にも被加工材料８を介して負のバイアス電圧パルスが印加される。

[0054] 発生されたマイクロ波パルス、および負のバイアス電圧パルスの少なくとも一部が同一時間に印加されるように制御されることにより表面波励起プラズマ２８が発生される。マイクロ波は２．４５ＧＨｚに限らず、０．３ＧＨｚ～５０ＧＨｚの周波数であればよい。負電圧電源１５、負電圧パルス発生部１６、および負電圧電極２５が本開示の負電圧印加部の一例である。

[0055] マイクロ波制御部１１、マイクロ波発振器１２、マイクロ波電源１３、アイソレータ１７、チューナー１８、導波管１９、及び同軸導波管２１が本開示のマイクロ波供給部の一例である。尚、成膜装置１は負電圧電源１５、および負電圧パルス発生部１６を備えたが、更に正電圧電源、および正電圧パ

ルス発生部を備えてもよいし、負電圧パルス発生部１６の代わりに、パルス状の負のバイアス電圧でなく、連続する負のバイアス電圧を印加する負電圧発生部を備えてもよい。

[0056] 処理容器２の側壁に設けられた石英窓２７の外側近傍の位置に、放射温度計２９が配置されている。放射温度計２９は、制御部６に電気的に接続される。放射温度計２９は、赤外線を受信し、受信された赤外線の強度を算出する。算出した赤外線の強度から被加工材料８の表面温度を算出する。放射温度計２９は、算出した被加工材料８の温度情報を制御部６に出力する。

[0057] 制御部６は、負電圧電源１５とマイクロ波電源１３に制御信号を出力してマイクロ波パルスの印加電力と負電圧パルスの印加電圧を制御する。制御部６は、負電圧パルス発生部１６及びマイクロ波パルス制御部１１に制御信号を出力することによって、パルス状の負のバイアス電圧パルスの印加タイミング、供給電圧、及びマイクロ波発振器１２から発生されるマイクロ波パルスの供給タイミング、及び供給電力を制御する。

[0058] 制御部６は、ガス供給部５に流量制御信号を出力して原料ガス及び不活性ガスの供給を制御する。制御部６は、処理容器２に取り付けられた真空計２６から入力される処理容器２内の圧力を表す圧力信号に基づいて、制御信号を圧力調整バルブ７に出力して、処理容器２内の圧力を制御する。

[0059] ［表面波励起プラズマの説明］

通常、表面波励起プラズマを発生させる場合、ある程度以上の電子（イオン）密度におけるプラズマと、これに接する誘電体との界面に沿ってマイクロ波が供給される。供給されたマイクロ波は、この界面に電磁波のエネルギーが集中した状態で表面波として伝播される。その結果、界面に接するプラズマは高エネルギー密度の表面波によって励起され、さらに増幅される。これにより高密度プラズマが生成されて維持される。ただし、この誘電体を導電性材料に換えた場合、導電性材料は表面波の導波路としては機能せず、好ましい表面波の伝播及びプラズマ励起を生ずることはできない。

[0060] 一方、プラズマに接する物体の表面近傍には、本質的に単一極性の荷電粒

子層、いわゆるシース層が形成される。物体が、負のバイアス電圧を加えた導電性を有する被加工材料８の場合、シース層とは電子密度が低い層、すなわち、正極性であって、マイクロ波の周波数帯においてはほぼ比誘電率ε≒１の層である。このため、印加する負のバイアス電圧の絶対値を例えば－１００Ｖの絶対値より大きくすることによりシース層のシース厚さを厚くできる。すなわちシース層が拡大する。このシース層が、プラズマとプラズマに接する物体との界面に表面波を伝播させる誘電体として作用する。

[0061] 従って、被加工材料８を保持する保持治具９の一端に近接して配置されたマイクロ波供給口２２からマイクロ波が供給され、かつ被加工材料８及び保持治具９に負のバイアス電圧が印加されると、マイクロ波はシース層とプラズマとの界面に沿って表面波として伝搬する。この結果、被加工材料８及び保持治具９の表面に沿って表面波に基づく高密度励起プラズマが発生する。この高密度励起プラズマが、上述した表面波励起プラズマ２８である。

[0062] このような被加工材料８の表面の近傍での表面波励起による高密度プラズマの電子密度は10^{11}～10^{12}ｃｍ$^{-3}$に達する。このＭＶＰ法を用いたプラズマＣＶＤによりＤＬＣ成膜処理される場合は、通常のプラズマＣＶＤによりＤＬＣ成膜処理される場合よりも１桁から２桁高い成膜速度３～３０（ナノｍ／秒）が得られるので高速成膜が可能である。

[0063] このＭＶＰ法では、金属基材である被加工材料８及び保持治具９の表面近傍に高密度励起プラズマを発生させるので、被加工材料８及び保持治具９の表面温度が上昇しやすい（例えば、約２５０℃～約３２０℃である。）。但し、高速成膜が可能であるため、成膜時間は通常のプラズマＣＶＤの成膜時間の１／１０～１／１００となる。即ち、成膜時間を数十秒～数分に短縮できるので、被加工材料８の表面温度が焼き戻し温度を超えても、被加工材料８の軟化を抑制することができる。

[0064] 本実施形態では、被加工材料８、および保持治具９に負のバイアス電圧が印加され、マイクロ波が供給されて、高密度プラズマが生成される。すなわち、同軸導波管２１の中心導体２１Ｃは、マイクロ波供給口２２を挟んで、

負のバイアス電圧が印加された保持治具９と接触する金属板９Ｓと対向する。従って、中心導体２１Ｃからの電気力線は、高密度プラズマが生成される領域である凹部２２Ｒの内部において、保持治具９の挿入ピン９Ｌの下側ではなく、金属板９Ｓに向かう。この結果、電気力線が集中しづらくなり、異常放電が発生する可能性が低減する。

[0065] 本実施形態における具体的なマイクロ波パルス、負のバイアス電圧パルスの印加方法は、特開２００４－４７２０７号公報、特開２０１３－１５５４０９号公報などに記載されているので、説明を省略する。

[0066] 図２に示すように、金属板９Ｓは、凹部２２Ｒに配置されるので、凹部２２Ｒの内部において、被加工材料８とともに脱着される保持治具９よりも位置ずれしにくくなる。この結果、成膜処理中に異常放電を引き起こす恐れをさらに低減し、プラズマ成膜処理をさらに安定化させることができる。

[0067] 図５に示すように、面積Ｓ１を有する中心導体２１Ｃの上面２１ＣＵの中心Ｃｐ２と、面積Ｓ２を有する金属板９Ｓの底面９ＳＬの中心Ｃｐ１とが一致して配置されるので、金属板９Ｓに電気力線がさらに集中しづらくなる。この結果、成膜処理中に異常放電を引き起こす恐れをさらに低減し、プラズマ成膜処理をさらに安定化させることができる。

[0068] 図５に示すように、面積Ｓ１を有する中心導体２１Ｃの上面２１ＣＵと、面積Ｓ２を有する金属板９Ｓの底面９ＳＬとが相似形である。よって、金属板９Ｓに電気力線がさらに集中しづらくなる。この結果、成膜処理中に異常放電を引き起こす恐れをさらに低減し、プラズマ成膜処理をさらに安定化させることができる。

[0069] 図５（Ｂ１）、（Ｂ２）、（Ｂ３）、（Ｃ１）、（Ｃ２）、（Ｃ３）に示すように、金属板９ＳＢ、９ＳＣの上面９ＳＢＵ、９ＳＣＵは、中心からＲ方向に向けて、金属板９ＳのＺ方向の厚みが増す形状を有する。よって、保持治具９が金属板９Ｓに対して位置決めされやすくなり、より確実に保持治具９と金属板９Ｓとが電気的に接触される。この結果、より安定して被加工材料８がプラズマ成膜処理される。

[0070] 図５（Ｂ１）、（Ｂ２）、（Ｂ３）に示すように、金属板９Ｓの下面９ＳＢＬは、凹部２２Ｒと全面が接するので、中心導体２１Ｃからの電気力線が金属板９Ｓに集中しづらくなる。この結果、成膜処理中に異常放電を引き起こす恐れをさらに低減し、プラズマ成膜処理をさらに安定化させることができる。

[0071] 上記実施形態では、被加工材料８が装着された保持治具９が金属板９Ｓに接触したが、被加工材料８が金属板９Ｓに接触してもよい。この場合においても、金属板９Ｓの底面９ＳＬの面積が本開示の断面積Ｓ２である。

[0072] 上記実施形態では、凹部２２Ｒに金属板９Ｓが配置されたが、これに限られない。図６に示すように、保持治具９ａは、挿入ピン９Ｌａを備える。保持治具９ａが本開示の治具の一例である。挿入ピン９Ｌａの下側は、球面形状でなく、テーパ形状を有する。上記実施形態と同様、挿入ピン９Ｌａの下側は下方向に向かって、先細りの形状を有する。よって、挿入ピン９Ｌａの下側の先端である下面の断面積は、凹部２２ＲのＲ方向の断面積Ｒ４よりも小さい。挿入ピン９Ｌａの下面は、凹部２２Ｒの底面と面接触する。凹部２２Ｒの底面と接触する挿入ピン９Ｌａの下面の面積が本開示の面積Ｓ２の一例である。この挿入ピン９Ｌａの下面の面積Ｓ２が中心導体２１Ｃの上面２１ＣＵの面積Ｓ１と数７の関係を有していればよい。

[0073] 上記実施形態では、金属９ＳＡ、９ＳＢ、９ＳＣの底面９ＳＡＬ、９ＳＢＬ、９ＳＣＬの形状は、中心導体２１ＣＡの上面２１ＣＡＵ、２１ＣＢＵ，２１ＣＣＵの形状と相似形であったが、数７の関係を満たしていれば、相似形でなくてもよい。また、金属板９Ｓの底面９ＳＬの中心Ｃｐ１は、Ｚ方向において中心導体２１Ｃの上面２１ＣＵの中心Ｃｐ２と一致し、中心線ＣＬを通るが、中心Ｃｐ１と中心Ｃｐ２とは一致しなくてもよく、中心線ＣＬを通らなくてもよい。

[0074] 上記実施形態では、原料ガス、および不活性ガスがガスの一例としてもいられたが、エッチングガス、アッシングガスなどのガスが用いられてもよい。

[0075] 上記実施形態では、面積Ｓ１は、マイクロ波供給口２２に対向する中心導体２１Ｃの上面２１ＣＵの面積であるが、上面２１Ｃが凹凸を有する場合、曲面になっている場合は、マイクロ波供給口２２に対向する中心導体２１Ｃの先端のＲ方向の断面積が面積Ｓ１である。また、面積Ｓ２は、凹部２２Ｒの底面に対向する金属板９の底面９ＳＬの面積、すなわち、凹部２２ＲのＲ方向に延びる底面に接触する金属板９の底面９ＳＬの面積であるが、凹部２２Ｒに金属板９Ｓが配置された状態において、金属板９の底面９ＳＬが、Ｒ方向に交差する方向に延びる領域を有する場合は、各Ｒ方向において中心線ＣＬから最も離れた金属板９の底面９ＳＬと凹部２２Ｒとの複数の接点により囲まれる面積が面積Ｓ２である。すなわち、凹部２２Ｒに金属板９Ｓが配置された状態において、ＶＳＷＲが１２以下になれば、面積Ｓ１と面積Ｓ２とが数７の関係を満たしているといえる。

符号の説明

[0076]

１	成膜装置
２	処理容器
６	制御部
８	被加工材料
９	保持治具
９Ｌ	挿入ピン
９Ｓ	金属板
１１	マイクロ波パルス制御部
１２	マイクロ波発振器
１３	マイクロ波電源
１５	負電圧電源
１６	負電圧パルス発生部
１７	アイソレータ
１８	チューナー
２１	同軸導波管

２１Ｃ　中心導体

２２　マイクロ波供給口

２５　負電圧電極

ＣＬ　中心線

Ｃｐ１　中心

Ｃｐ２　中心

請求の範囲

[請求項1] 導電性を有する被加工材料を内部に配置可能な処理容器と、

前記処理容器の内部にガスを供給するガス供給部と、

前記被加工材料の処理表面に沿ってプラズマを生成させるためのマイクロ波を供給するマイクロ波供給部と、

前記被加工材料の処理表面に沿うシース層を拡大させる負のバイアス電圧を前記被加工材料に印加する負電圧印加部と、

前記マイクロ波供給部から供給されるマイクロ波を拡大された前記シース層へ伝搬させるマイクロ波供給口と、

前記マイクロ波供給口に形成された凹部であって、前記被加工材料、または前記被加工材料を支持し、前記凹部の深さ方向の先端の前記深さ方向に直交する方向の面積が、前記直交する方向の前記凹部の断面積よりも小さい治具が挿入される凹部と、

前記凹部の深さ方向において前記凹部と反対側の前記マイクロ波供給口に配置された、前記マイクロ波供給部から供給されるマイクロ波を伝送する導波管の中心導体と、

前記凹部の深さ方向において、互いに対向する前記中心導体の第１面の面積Ｓ１と、前記治具の第２面の面積Ｓ２とは、

[数12]

$$\frac{S1}{S2} \leq \frac{100}{9}$$

の関係を有することを特徴とする成膜装置。

[請求項2] 前記面積Ｓ１と、前記面積Ｓ２とは、

[数13]

$$\frac{S1}{S2} \leq \frac{100}{35}$$

の関係を有することを特徴とする請求項１記載の成膜装置。

[請求項3] 前記治具は、前記被加工材料が装着される第１治具と、前記凹部に配置され、前記第１治具に電気的に接触可能な第２治具とを備え、

前記凹部の深さ方向において前記第１面と対向する前記第２治具の面が前記第２面であること

を特徴とする請求項１または２記載の成膜装置。

[請求項4] 前記中心導体は、前記第１面の中心と、前記第２面の中心とが前記深さ方向において一致して配置されること

を特徴とする請求項３記載の成膜装置。

[請求項5] 前記第１面と、前記第２面とが相似形であること

を特徴とする請求項３または４記載の成膜装置。

[請求項6] 前記深さ方向において前記第２治具の前記第２面と反対側の面は、前記第２面の中心から前記深さ方向に直交する直交方向に向けて、前記第２治具の前記深さ方向の厚みが増す形状を有すること

を特徴とする請求項３～５のいずれか記載の成膜装置。

[請求項7] 前記第２面は、前記第２面の中心から前記第２面の外周までの全面が前記凹部と接する形状であること

を特徴とする請求項６記載の成膜装置。

[請求項8] 前記深さ方向において前記第２治具の前記第２面と反対側の面は、表面粗さが０．１μｍ以上、かつ１ｍｍ以下であること

を特徴とする請求項３～７のいずれか記載の成膜装置。

[請求項9] 導電性を有する被加工材料を内部に配置可能な処理容器と、

前記処理容器の内部にガスを供給するガス供給部と、

前記被加工材料の処理表面に沿ってプラズマを生成させるためのマイクロ波を供給するマイクロ波供給部と、

前記被加工材料の処理表面に沿うシース層を拡大させる負のバイアス電圧を前記被加工材料に印加する負電圧印加部と、

前記マイクロ波供給部から供給されるマイクロ波を拡大された前記シース層へ伝搬させるマイクロ波供給口と、

前記マイクロ波供給口に形成され、前記被加工材料、または前記被加工材料を支持するための治具が挿入される凹部と、

前記凹部の深さ方向において前記凹部と反対側の前記マイクロ波供給口に配置された、前記マイクロ波供給部から供給されるマイクロ波を伝送する導波管の中心導体と、

前記凹部に配置され、前記凹部の前記深さ方向の深さよりも薄い導電性部材と、

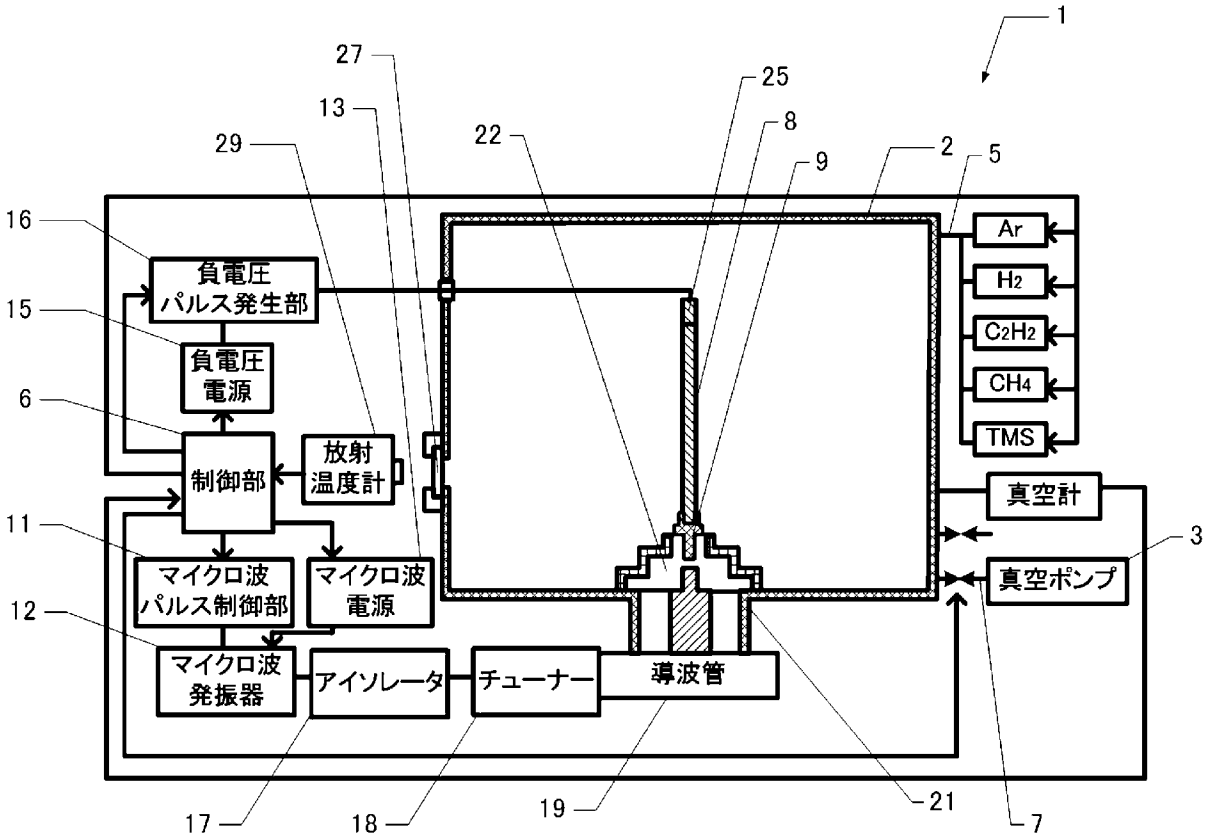
前記深さ方向において、互いに対向する前記中心導体の第１面の面積Ｓ１と、前記導電性部材の面積Ｓ２とは、

[数14]

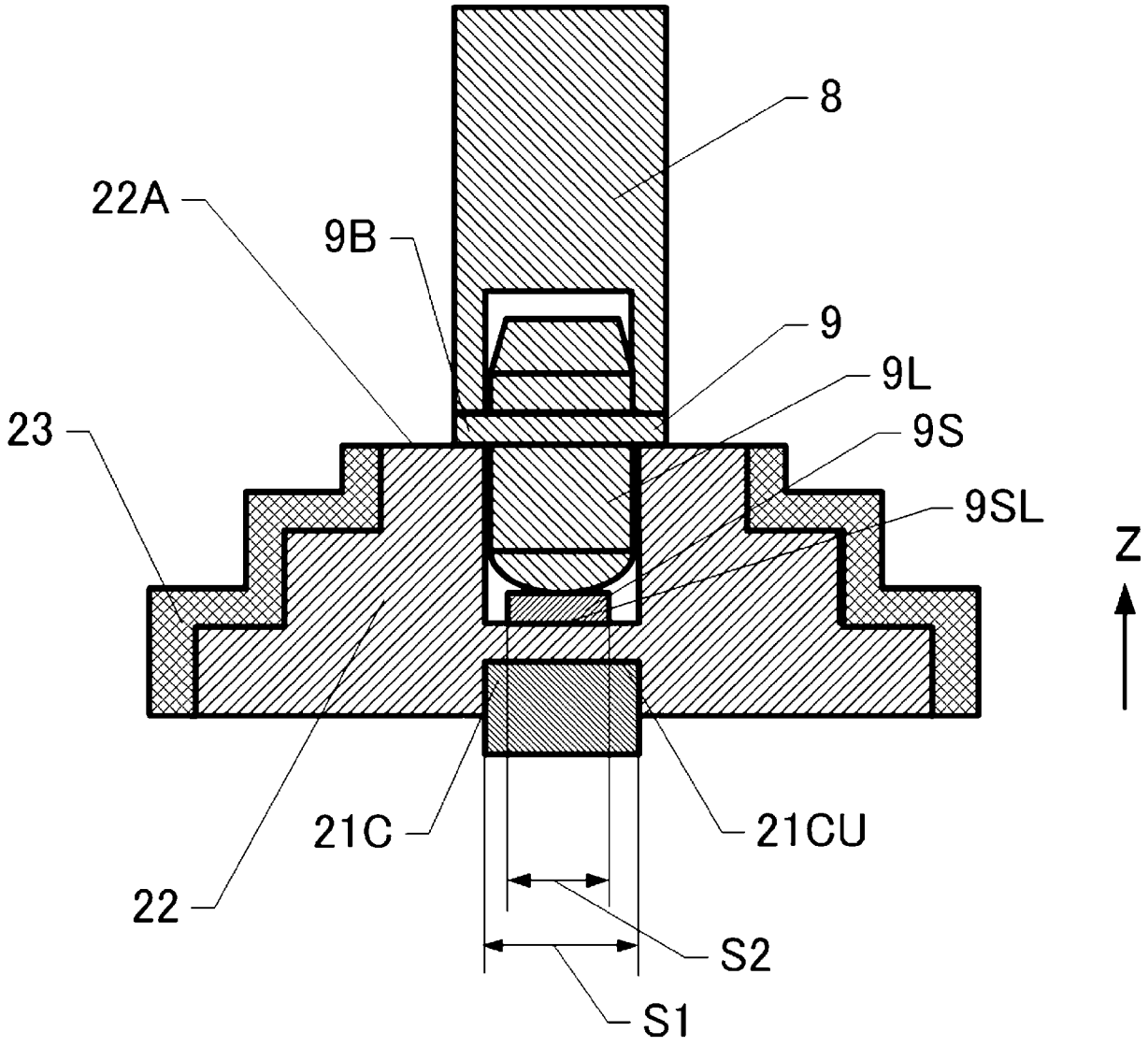
$$\frac{S1}{S2} \leq \frac{100}{9}$$

の関係を有することを特徴とする成膜装置。

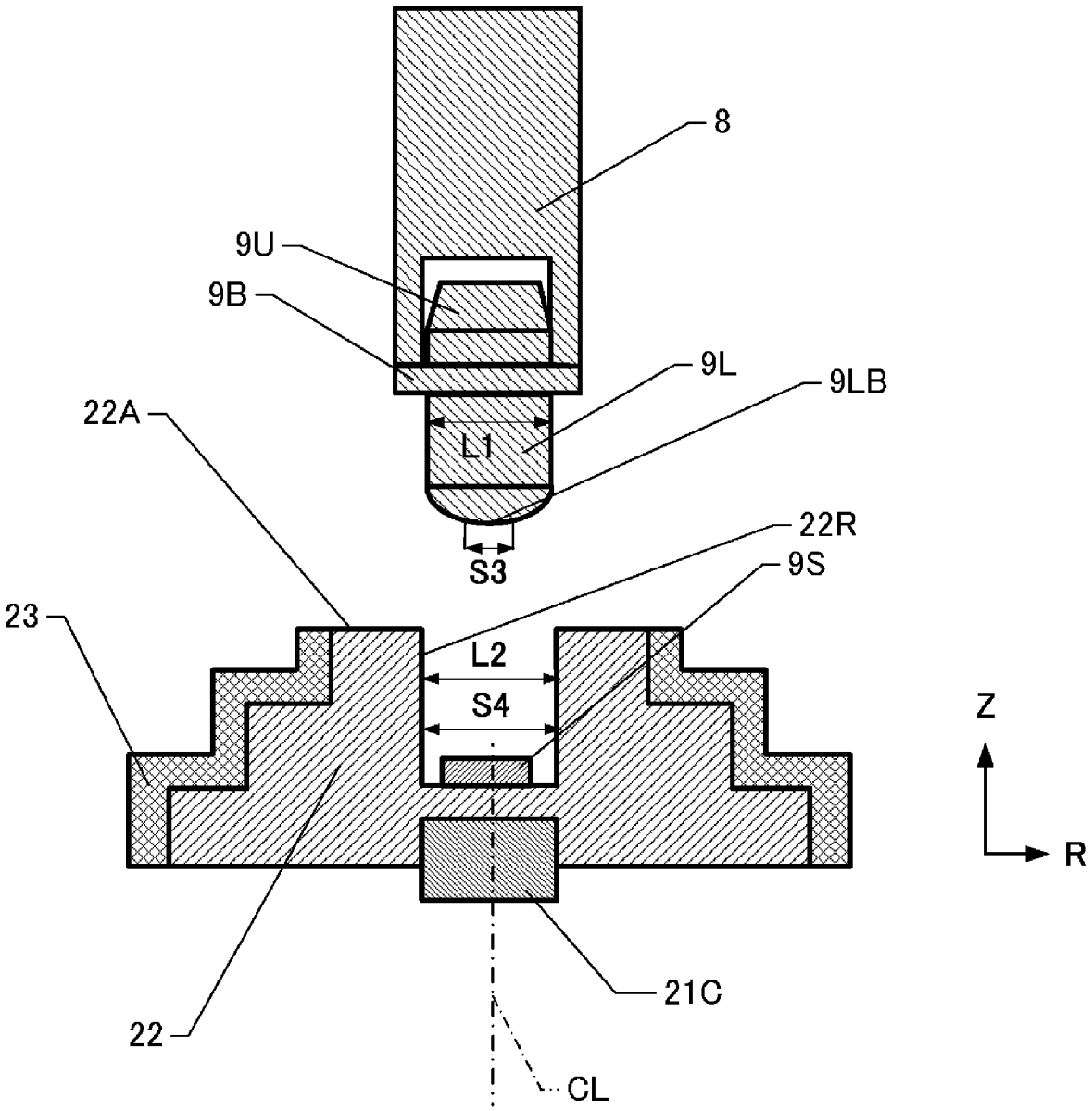
[図1]


1
27
25
13
8
29
22
9
2
5
16
負電圧
パルス発生部
Ar
H2
15
負電圧
電源
C2H2
CH4
6
TMS
放射
温度計
制御部
真空計
11
3
マイクロ波
パルス制御部
マイクロ波
電源
真空ポンプ
12
マイクロ波
発振器
アイソレータ
チューナー
導波管
17
18
19
21
7

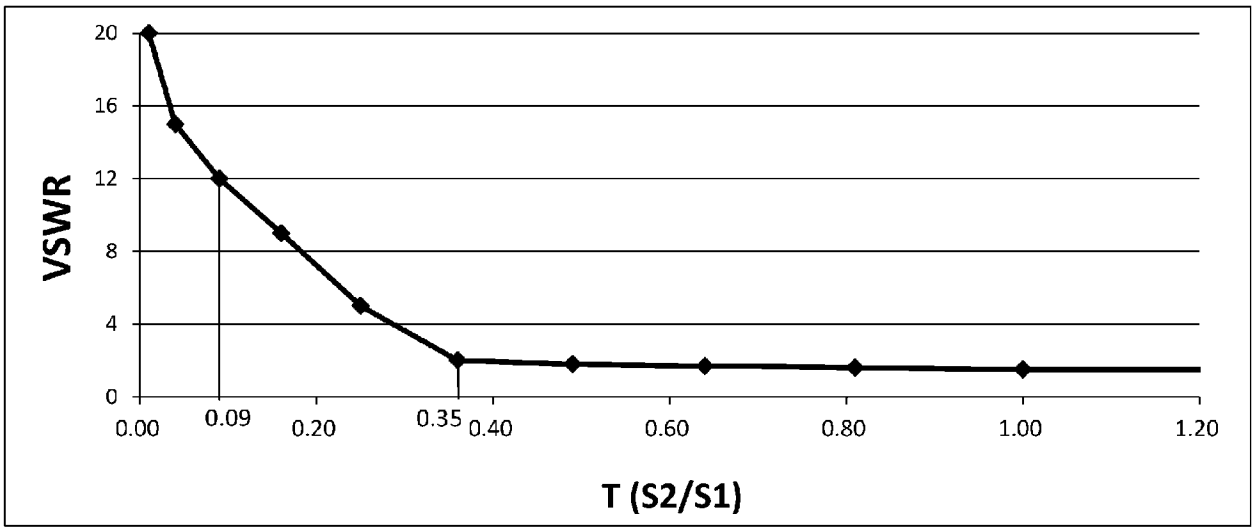
[図2]



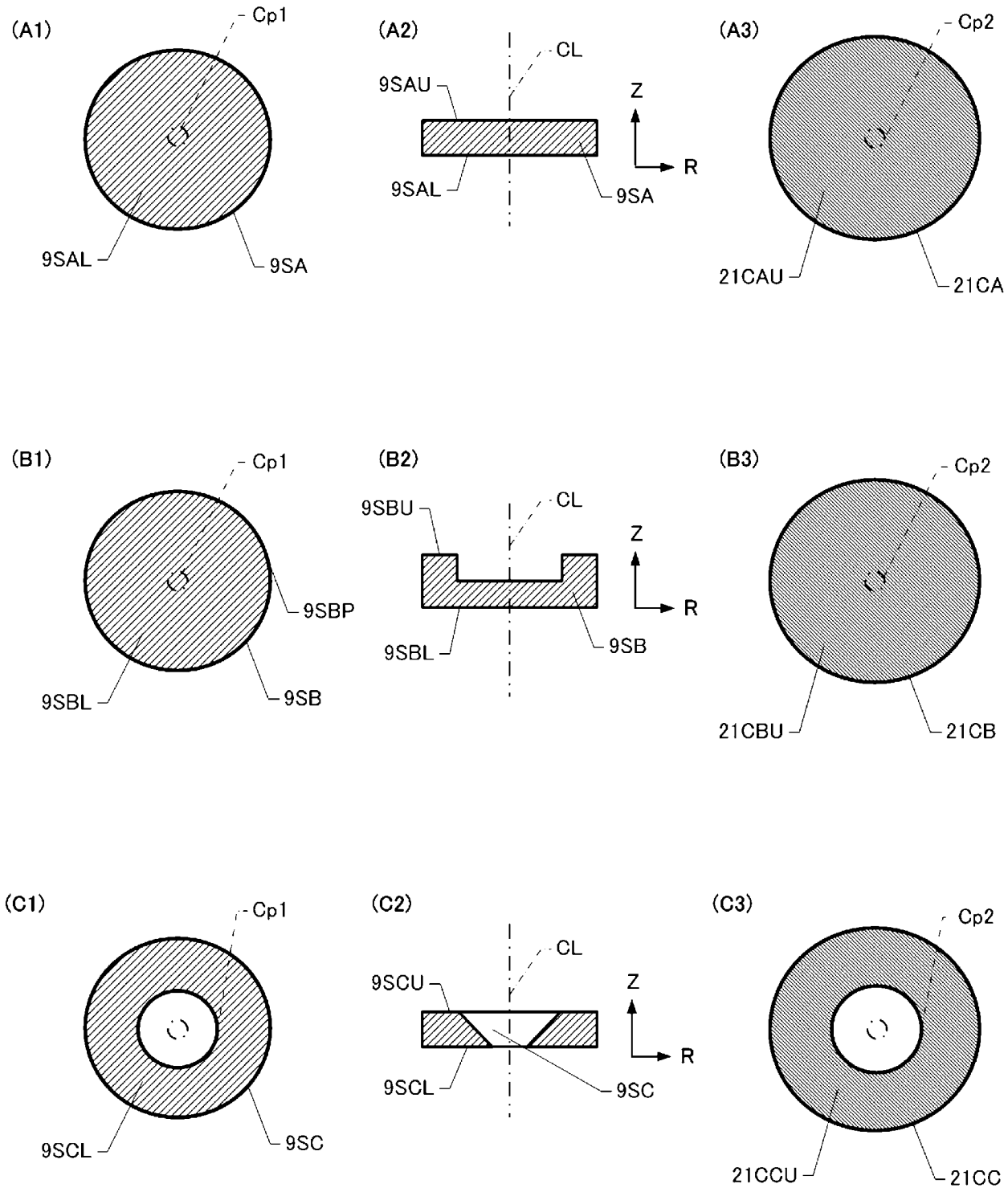
[図3]


8
9U
9B
9L
9LB
22A
L1
22R
S3
9S
23
L2
S4
Z
R
21C
22
CL

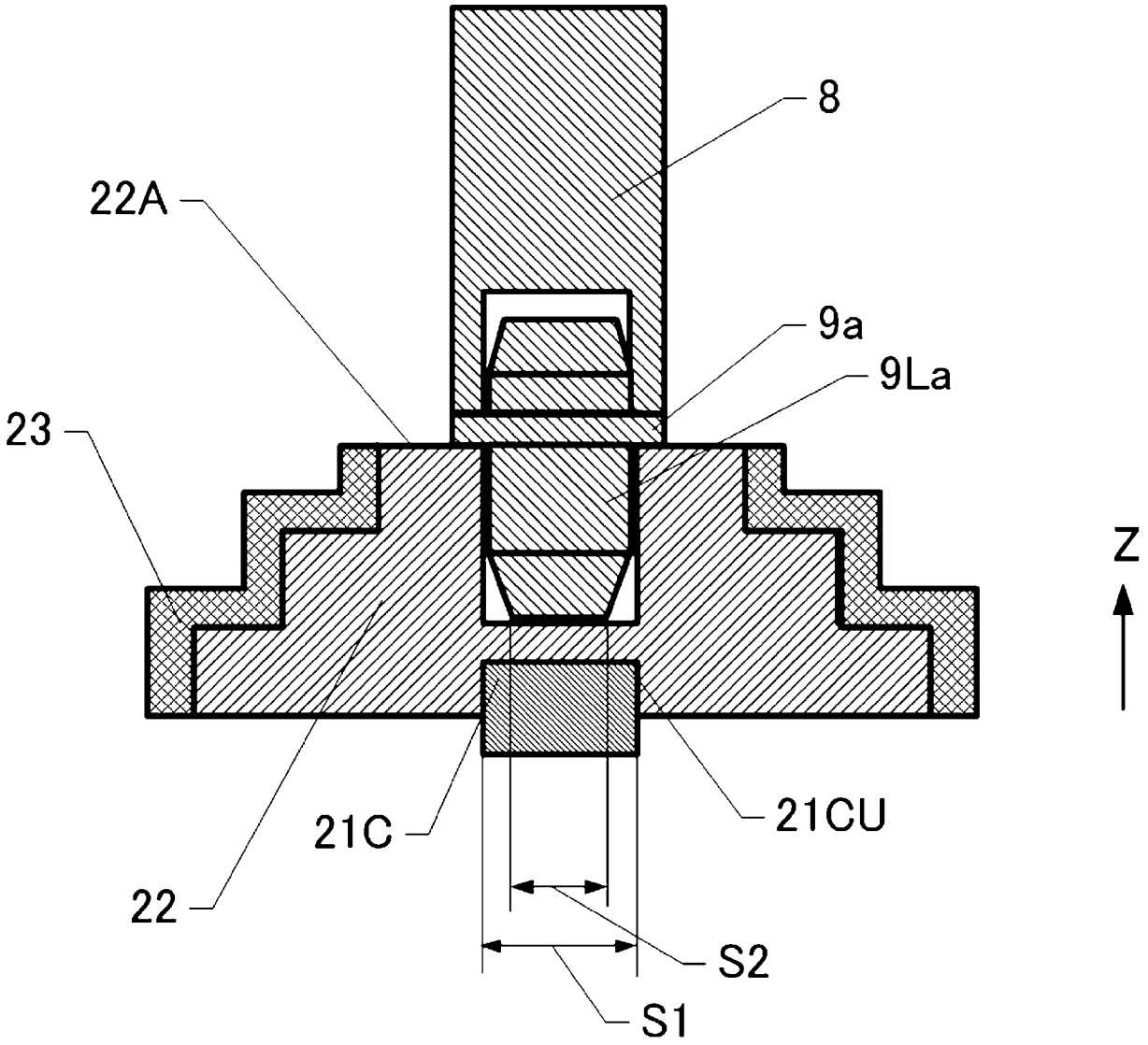
[図4]


VSWR
20
16
12
8
4
0
0.00
0.09
0.20
0.35
0.40
0.60
0.80
1.00
1.20
T (S2/S1)

[図5]


(A1)
Cp1
9SAL
9SA
(A2)
CL
9SAU
9SAL
9SA
Z
R
(A3)
Cp2
21CAU
21CA
(B1)
Cp1
9SBP
9SBL
9SB
(B2)
CL
9SBU
9SBL
9SB
Z
R
(B3)
Cp2
21CBU
21CB
(C1)
Cp1
9SCL
9SC
(C2)
CL
9SCU
9SCL
9SC
Z
R
(C3)
Cp2
21CCU
21CC

[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/084247

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C23C16/511(2006.01)i, *H05H1/46*(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)
C23C16/00-16/56, H05H1/46

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2004-047207 A (Kansai Technology Licensing Organization Co., Ltd.), 12 February 2004 (12.02.2004), paragraphs [0022] to [0026]; fig. 3 (Family: none)	1-8 9
A	JP 2013-155409 A (Brother Industries, Ltd.), 15 August 2013 (15.08.2013), paragraphs [0039] to [0041]; fig. 1 (Family: none)	1-9
A	WO 2008/010537 A1 (Nagoya University), 24 January 2008 (24.01.2008), paragraphs [0025] to [0034], [0040], [0041]; fig. 1 to 4, 8, 9 & JP 4973887 B & US 2009/0286011 A1	1-9

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

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 10 March 2015 (10.03.15)	Date of mailing of the international search report 07 April 2015 (07.04.15)
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/JP2014/084247

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-070735 A (Nagoya University), 02 April 2009 (02.04.2009), entire text (Family: none)	1-9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０８４２４７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C23C16/511(2006.01)i, H05H1/46(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.　C23C16/00-16/56, H05H1/46

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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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 2004-047207 A (関西ティー・エル・オー株式会社) 2004.02.12, 段落[0022]-[0026]、図 3 (ファミリーなし)	1-8 9
A	JP 2013-155409 A (ブラザー工業株式会社) 2013.08.15, 段落[0039]-[0041], 図 1 (ファミリーなし)	1-9

☑　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 １０．０３．２０１５	国際調査報告の発送日 ０７．０４．２０１５
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）　４Ｇ　３７７４ 若土　雅之 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 2008/010537 A1 (国立大学法人名古屋大学) 2008.01.24, 段落[0025]-[0034], [0040], [0041], 図 1-4, 8, 9 & JP 4973887 B & US 2009/0286011 A1	1-9
A	JP 2009-070735 A (国立大学法人名古屋大学) 2009.04.02, 全文 (ファミリーなし)	1-9