

(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
2022年6月16日(16.06.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/124334 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/3065 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/045132

(22) 国際出願日: 2021年12月8日(08.12.2021)

(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:
63/123,824 2020年12月10日(10.12.2020) US

(71) 出願人: 東京エレクトロン株式会社(TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目3番1号 Tokyo (JP).

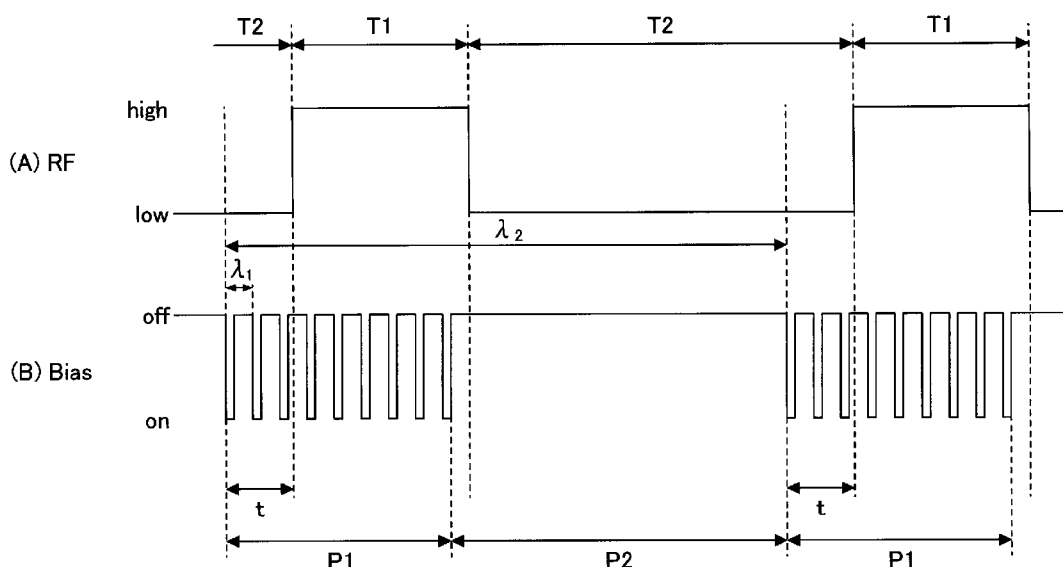
(72) 発明者: 佐々木 彦一郎(SASAKI, Hikoichiro); 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ1番 東京エレクトロン宮城株式会社内 Miyagi (JP). 郭 世榮(GUO, Shirong); 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ1番 東京エレクトロン宮城株式会社内 Miyagi (JP). 池田 武信(IKEDA, Takenobu); 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ1番 東京エレクトロン宮城株式会社内 Miyagi (JP). 昆 泰光(KON, Yoshimitsu); 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ1番 東京エレクトロン宮城株式会社内 Miyagi (JP).

(74) 代理人: 伊東 忠重, 外(ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1

(54) Title: PLASMA PROCESSING METHOD AND PLASMA PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置

[図2]



(57) Abstract: Provided is a plasma processing method comprising a) a step for providing a substrate, having a silicon-containing film and a mask on the silicon-containing film, on a substrate support portion in a plasma processing chamber, b) a step for supplying processing gas into the plasma processing chamber, c) a step for periodically supplying a pulse voltage to the substrate support portion, and d) a step for periodically supplying RF power, using the RF power to generate plasma from the processing gas, and etching the silicon-containing film, wherein: the pulse voltage has a negative

番 1 号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16 階 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, IT, 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, 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))

polarity; in c), a first period in which a first pulse voltage is supplied and a second period in which the pulse voltage having a negative polarity is not supplied or a second pulse voltage of which the absolute value is smaller than the first pulse voltage is supplied are repeated; in d), a third period in which a first RF power is supplied and a fourth period in which the RF power is not supplied or a second RF power smaller than the first RF power is supplied are repeated; and the first period is started before the start of the third period.

(57) 要約: a) プラズマ処理チャンバ内の基板支持部上に、シリコン含有膜と、前記シリコン含有膜上のマスクとを有する基板を提供する工程と、 b) 前記プラズマ処理チャンバ内に、処理ガスを供給する工程と、 c) 前記基板支持部に周期的にパルス電圧を供給する工程と、 d) 周期的に RF 電力を供給し、前記 RF 電力により前記処理ガスからプラズマを生成して前記シリコン含有膜をエッチングする工程と、を備え、前記パルス電圧は、負極性を有し、前記 c) は、第 1 のパルス電圧を供給する第 1 期間と、前記負極性を有するパルス電圧を供給しない又は絶対値が前記第 1 のパルス電圧よりも小さい第 2 のパルス電圧を供給する第 2 期間と、を繰り返し、前記 d) は、第 1 RF 電力を供給する第 3 期間と、前記 RF 電力を供給しない又は前記第 1 RF 電力よりも小さい第 2 RF 電力を供給する第 4 期間と、を繰り返し、前記第 1 期間を前記第 3 期間の開始前に開始する、プラズマ処理方法が提供される。

明 細 書

発明の名称： プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置

技術分野

[0001] 本開示は、プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置に関する。

背景技術

[0002] プラズマ処理装置が、基板に対するプラズマ処理において用いられている。プラズマ処理装置は、チャンバ及び基板保持電極を備える。基板保持電極は、チャンバ内に設けられている。基板保持電極は、その主面上に載置された基板を保持する。このようなプラズマ処理装置の一種は、例えば特許文献 1 に記載されている。

[0003] 特許文献 1 に記載されたプラズマ処理装置は、高周波発生装置及び D C 負パルス発生装置を更に備えている。高周波発生装置は、基板保持電極に対して高周波電圧を供給する。特許文献 1 に記載されたプラズマ処理装置では、高周波電圧のオンとオフとが交互に切り替えられる。また、特許文献 1 に記載されたプラズマ処理装置では、高周波電圧のオンとオフとのタイミングに応じて D C 負パルス発生装置から基板保持電極に負のパルス電圧（D C）が供給される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2 0 0 9 - 1 8 7 9 7 5 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本開示は、基板に対するプラズマ処理において、マスクのエッチング速度に対するシリコン含有膜のエッチング速度の比として定義されるエッチング選択比を改善できる技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一の態様によれば、 a) プラズマ処理チャンバ内の基板支持部上

に、シリコン含有膜と、前記シリコン含有膜上のマスクとを有する基板を提供する工程と、 b) 前記プラズマ処理チャンバ内に、処理ガスを供給する工程と、 c) 前記基板支持部に周期的にパルス電圧を供給する工程と、 d) 周期的に R F 電力を供給し、前記 R F 電力により前記処理ガスからプラズマを生成して前記シリコン含有膜をエッチングする工程と、を備え、前記パルス電圧は、負極性を有し、前記 c) は、第 1 のパルス電圧を供給する第 1 期間と、前記負極性を有するパルス電圧を供給しない又は絶対値が前記第 1 のパルス電圧よりも小さい第 2 のパルス電圧を供給する第 2 期間と、を繰り返し、前記 d) は、第 1 R F 電力を供給する第 3 期間と、前記 R F 電力を供給しない又は前記第 1 R F 電力よりも小さい第 2 R F 電力を供給する第 4 期間と、を繰り返し、前記第 1 期間を前記第 3 期間の開始前に開始する、プラズマ処理方法が提供される。

発明の効果

[0007] 一の側面によれば、基板に対するプラズマ処理において、エッチング選択比を改善できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図 1 は、本開示の一態様によって処理される基板の膜構造の模式図である。

[図2]図 2 は、本開示の一態様にかかるプラズマ処理方法において、R F 電力の供給タイミング及びバイアス電圧（負のパルス電圧）を供給するタイミングを示すタイムチャートである。

[図3]図 3 は、本開示の一態様にかかるプラズマ処理方法の一実施例における、R F 電力及びバイアス電圧の供給タイミングの一例を示すタイムチャートである。

[図4]図 4 は、参考例のプラズマ処理方法における、R F 電力及びバイアス電圧の供給タイミングを示すタイムチャートである。

[図5]図 5 は、プラズマ処理システムの構成例を説明するための図である。

[図6]図 6 は、容量結合型のプラズマ処理装置の構成例を説明するための図で

ある。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照して本開示を実施するための形態について説明する。各図面において、同一構成部分には同一符号を付し、重複した説明を省略する場合がある。

[0010] 本明細書において平行、直角、直交、水平、垂直、上下、左右などの方向には、実施形態の効果を損なわない程度のずれが許容される。角部の形状は、直角に限られず、弓状に丸みを帯びてもよい。平行、直角、直交、水平、垂直、円には、略平行、略直角、略直交、略水平、略垂直、略円が含まれてもよい。

[0011] [基板の膜構造]

図1は、本開示の一態様によって処理される基板上の膜構造の模式図である。基板Wは、エッチング対象膜E_Lとエッチング対象膜E_L上のマスクMKとを有する。マスクMKには、ホール形状やライン形状の凹部R_eが形成され、凹部R_eの形状にエッチング対象膜E_Lがエッチングされる。

[0012] エッチング対象膜E_Lは、一例ではシリコン含有膜であり得る。シリコン含有膜は、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、シリコンゲルマニウム膜、もしくはシリコンカーバイド膜、又はこれらの膜を2以上含む積層膜であってもよい。ただし、シリコン含有膜は、シリコン酸化膜、又は、シリコン酸化膜とシリコン窒化膜との積層膜が好ましい。

[0013] また、マスクMKは、ポリシリコン膜、ボロンドープシリコン膜、有機膜又はタングステン含有膜であってもよい。タングステン含有膜としては、タングステンシリサイド膜又はタングステンボロンカーバイド膜であってもよい。

[0014] [プラズマ処理方法]

本開示の一態様では、基板Wに対するプラズマ処理方法によって、マスクMKに対して選択的にエッチング対象膜E_Lをエッチングする。エッチング対象膜E_Lは、一例ではシリコン含有膜であり得る。マスクMKは、一例ではシリコン含有膜上に配置される。当該方法は、以下の(a)～(d)の工

程を含む。

(a) プラズマ処理チャンバ内の基板支持部上に、シリコン含有膜と、前記シリコン含有膜上のマスクとを有する基板を提供する工程

(b) プラズマ処理チャンバ内に、処理ガスを供給する工程

(c) 基板支持部に周期的に負のパルス電圧を供給する工程

(d) 周期的にRF (Radio Frequency) 電力を供給し、RF電力により処理ガスからプラズマを生成してシリコン含有膜をエッチングする工程

[0015] (a : 基板を提供する工程)

(a) の基板を提供する工程では、基板の一例として例えば図1に示すような膜構造を有する基板Wを、後述するプラズマ処理装置1のプラズマ処理チャンバ10内に配置された基板支持部11 (図6参照) 上に提供する。

[0016] (b : 処理ガスを供給する工程)

(b) の処理ガスを供給する工程では、後述するシャワーヘッド13 (図6参照) からプラズマ処理チャンバ10内に処理ガスを供給する。

[0017] 図2は、本開示の一態様にかかるプラズマ処理方法において、(A) RF電力及び(B) バイアス電圧の供給タイミングの一例を示すタイムチャートである。本開示の一態様では、基板Wを提供した状態で、(c) の工程において、図2に示すように(B) バイアス(Bias) 電圧を供給し、(d) の工程において(A) RF電力を供給する。

[0018] (c : 負のパルス電圧を供給する工程)

(c) の負のパルス電圧を供給する工程では、基板支持部11のバイアス電極に、周期的に負のパルス電圧(負極性を有するパルス電圧)(以下、「バイアス電圧」ともいう。)を供給する。ここでいう「周期性」は、後述する第1期間P1内のオン・オフの周期性と、第1期間P1のパルス波のオン状態と第2期間P2のオフ状態との周期性との両方を意味する。バイアス電極は、基板支持部11を支持する下部電極(基台1110、図6参照)であってもよく、基板支持部11内に配置された電極1112b (図6参照)で

あってもよい。基板支持部 11 は、一例では静電チャック 1111（図 6 参照）であり得る。

[0019] 図 2 の（B）において、バイアス電圧は、一例として（A）に示す RF 電力の「high」及び「low」のタイミングに対応して負のパルス電圧を供給する第 1 期間 P1 と、負のパルス電圧の供給を停止する第 2 期間 P2 とを、この順序で繰り返す。また、RF 電力が「high」の間を第 3 期間 T1 とし、RF 電力が「low」の間を第 4 期間 T2 として、バイアス電圧は、第 3 期間 T1 の開始前（時間 t 前）に供給を開始する。第 3 期間 T1 の終了時又は終了前に負のパルス電圧の供給を停止する。なお、第 3 期間 T1 は第 1 RF 電力を供給する期間であり、第 4 期間 T2 は RF 電力を供給しない又は第 1 RF 電力よりも小さい第 2 RF 電力を供給する期間である。また、負のパルス電圧の供給期間 P1 は、第 1 のパルス電圧を供給する第 1 期間の一例である。負のパルス電圧の供給停止期間 P2 は、パルス電圧を供給しない又は絶対値が第 1 のパルス電圧よりも小さい第 2 のパルス電圧を供給する第 2 期間の一例である。後述するように、第 2 期間には、パルス電圧を供給しない又は第 1 のパルス電圧よりも小さい第 2 のパルス電圧を供給してもよい。

[0020] 負のパルス電圧を供給する第 1 期間 P1 において、バイアス電圧はオン状態（on：負値）とオフ状態（off：0V）とを周期的に繰り返す。第 2 期間 P2 では、バイアス電圧はオフ状態である。バイアス電圧がオン状態のとき、バイアス電極にバイアス電圧を供給していることを示す。一方、バイアス電圧がオフ状態のとき、バイアス電極にバイアス電圧を供給していない（バイアス電圧が 0V である）ことを示す。

[0021] 負のパルス電圧を供給する第 1 期間 P1 において、バイアス電極に供給する負のパルス電圧のオン・オフの周期（波長 λ_1 ）の逆数である周波数を第 1 周波数 f_1 とすると、バイアス電圧の第 1 周波数 f_1 は、100kHz 以上 3.2MHz 以下であってよい。一例では、第 1 周波数 f_1 は、400kHz に設定される。

[0022] また、第1期間P1において、第1周波数 f_1 のバイアス電圧のデューティー比を第1デューティー比とする。第1デューティー比は、パルス電圧のオン時間の割合を示し、第1期間P1におけるバイアス電圧のオン時間とオフ時間との総時間に対するオン時間の割合（オン時間／（オン時間＋オフ時間））である。第1デューティー比は、30%以下であってよく、又は20%以下であってよい。負のパルス電圧は、矩形波、三角波、インパルス波形、台形波、又はこれらの組み合わせのパルス波形であってよい。

[0023] 本開示の一態様では、負のパルス電圧を供給する第1期間P1と供給を停止する第2期間P2とが周期的に繰り返される。第1期間P1と第2期間P2との周期（波長 λ_2 ）の逆数である周波数を第2周波数 f_2 とすると、バイアス電圧の第2周波数 f_2 は、0.1kHz以上20kHz以下であってよい。また、第2周波数 f_2 のバイアス電圧のパルス波形のデューティー比を第2デューティー比とすると、第2デューティー比は、40%以下であってもよい。第2デューティー比は、第1期間の割合を示し、（第1期間P1＋第2期間P2）の総時間に対する第1期間P1の割合である。なお、負のパルス電圧の振幅の絶対値は、0.5kV以上20kV以下であってもよい。

[0024] （d：基板をエッチングする工程）

（d）の基板上のシリコン含有膜をエッチングする工程では、RF電力により処理ガスから生成したプラズマを用いて基板W上のシリコン含有膜をエッチングする。RF電力は、基板支持部11に供給する。ただし、RF電力は、基板支持部11と対向するシャワーヘッド13に供給してもよい。

[0025] RF電力の周波数は、27MHz～100MHzの範囲であってよく、例えば、40MHz又は60MHzであってよい。処理ガスは、エッチング対象膜ELの種類に応じて選択される。エッチング対象膜ELがシリコン酸化膜である場合、処理ガスとして例えばフッ素含有ガスを使用できる。フッ素含有ガスは、例えばフルオロカーボンガス、三フッ化窒素ガスであり得る。更に処理ガスに、酸素含有ガス及び／又は不活性ガスを添加してもよい。

[0026] 図2の（A）において、「low」はRF電力を供給しない（RF電力が

0 Wである) か、又はR F電力の大きさが0 Wよりも大きい第1 R F電力であることを示す。第1 R F電力は、一例では1 k W未満であってよく、5 0 0 W以下であってよく、5 0 W以下であってよい。一方、「h i g h」はR F電力の大きさが第1 R F電力よりも大きい第2 R F電力であることを示す。第2 R F電力は、一例では1 k W以上1 0 k W以下であってよい。

[0027] (d) のエッチング工程では、R F電力を「h i g h」に制御する第3 期間T 1 と、R F電力を「l o w」に制御する第4 期間T 2 と、をこの順序で繰り返す。R F電力が供給されることにより、処理ガスからプラズマを生成して基板W上のシリコン含有膜E Lをエッチングする。

[0028] (c) の負のパルス電圧を供給する工程では、バイアス電圧は、第3 期間T 1 の開始よりも時間t 前にその供給を開始する。時間t は、 $1\ \mu\text{sec}$ 以上 $20\ \mu\text{sec}$ 以下であってもよい。このとき、第1 期間P 1 は、第3 期間T 1 の開始よりも $1\ \mu\text{sec}$ 以上 $20\ \mu\text{sec}$ 以下前に開始する。時間t は、 $3\ \mu\text{sec}$ 以上 $14\ \mu\text{sec}$ 以下であることがより好ましい。このとき、第1 期間P 1 は、第3 期間T 1 の開始よりも $3\ \mu\text{sec}$ 以上 $14\ \mu\text{sec}$ 以下前に開始する。時間t は、 $5\ \mu\text{sec}$ 以上 $10\ \mu\text{sec}$ 以下であることが特に好ましい。このとき、第1 期間P 1 は、第3 期間T 1 の開始よりも $5\ \mu\text{sec}$ 以上 $10\ \mu\text{sec}$ 以下前に開始する。

[0029] (c) の工程において、パルス電圧の波長 λ_1 毎に一つ含まれるオン状態の波形を1 波形として、時間t 、すなわち、第1 期間P 1 を開始してから第3 期間T 1 を開始するまでの期間に含まれるパルス電圧の波数は、1 波形以上6 波形以下であってもよい。一例として図2 では、時間t に含まれるパルス電圧の波数は3 であり、後述する図3 では、時間t に含まれるパルス電圧の波数は6 である。

[0030] 本開示の一態様に係るプラズマ処理方法によれば、バイアス電圧の供給開始を第3 期間T 1 の開始よりも時間t 前に制御することにより、エッチングレートを向上させることができる。また、マスクMKのエッチング速度 V_m に対するエッチング対象膜E Lのシリコン含有膜のエッチング速度 V_e の比

(V_e/V_m) として定義されるエッチング選択比を40%以上改善することができる。以上の効果を示す評価実験について、次に説明する。

[0031] [実施例]

以上に説明した本開示の一態様に係るプラズマ処理方法の一実施例について、参考例と比較しながら説明する。図3は、本開示の一態様にかかるプラズマ処理方法の一実施例における、(A) RF電力及び(B) バイアス電圧の供給タイミングを示すタイムチャートである。図4は、参考例のプラズマ処理方法における、(A) RF電力及び(B) バイアス電圧の供給タイミングを示すタイムチャートである。

[0032] この評価実験では、図1に示すような基板Wを使用した。具体的に使用した基板Wは、実施例及び参考例のいずれも、エッチング対象膜ELがシリコン酸化膜で構成されており、マスクMKがポリシリコン膜で構成されていた。

[0033] また、実施例及び参考例のいずれも、評価実験における処理条件は同一であり、以下に示す処理条件で基板Wに対してプラズマ処理を行った。

＜評価実験における処理条件＞

- ・ プラズマ処理チャンバ内の圧力：10mTorr (1.33Pa)
- ・ 処理ガス：C₄F₆ガス、C₄F₈ガス、NF₃ガス、O₂ガス
- ・ RF電力：40MHz、high：5.5kW、low：0kW
- ・ 負のパルス電圧：-8.0kV、パルス波（三角波）
第1周波数 f_1 ：400kHz、第1デューティ比：17%
第2周波数 f_2 ：3kHz、第2デューティ比：20%
- ・ 時間 t ：14 μ sec

[0034] 図3の実施例のプラズマ処理方法では、第3期間T1の開始よりも時間 t 前にバイアス電極に負のパルス電圧を供給し、図4の参考例のプラズマ処理方法では、第3期間T1の開始と同時にバイアス電極に負のパルス電圧を供給したこと以外は同一の処理を行った。

[0035] 実験の結果、参考例のプラズマ処理方法を実行した場合、シリコン酸化膜

のエッチングレートが80 (nm/min)、エッチング選択比が1.7であった。一方、実施例のプラズマ処理方法を実行した場合、シリコン酸化膜のエッチングレートが110 (nm/min)、エッチング選択比が2.4であった。以上から、実施例のプラズマ処理方法によれば、参考例のプラズマ処理方法と比較してエッチングレート及びエッチング選択比を40%以上改善することができた。

[0036] 図3の実施例及び図4の参考例のいずれのプラズマ処理方法においても、第3期間T1においてRF電力がhighの状態のときに負のパルス電圧をバイアス電極に供給する。パルス電圧がオフのタイミングに生成されたプラズマ中のイオンは、パルス電圧がオンのタイミングにバイアス電極に供給された負電圧により基板Wに引き込まれ、これにより、エッチングが促進される。

[0037] ところが、参考例のプラズマ処理方法では、第3期間T1の開始と同時にバイアス電極に負のパルス電力の供給を開始した。このとき、図4に示すように、供給直後の負のパルス電力に振幅の減少が見られた。

[0038] 一方、実施例のプラズマ処理方法では、図3に示すように、第3期間T1の開始よりも時間t前に負のパルス電圧の供給を開始することで、供給直後の負のパルス電力の振幅の低下を防止できた。よって、実施例のプラズマ処理方法では、参考例のプラズマ処理方法よりもプラズマが安定し、これにより、エッチングレートの向上が図られ、更にエッチングが促進されたと考えられる。また、プラズマの安定により、第4期間T2にマスクMKが剥がれることを抑制し、エッチング選択比が改善されたと考えられる。

[0039] なお、以上の説明では負のパルス電圧を例に挙げたがこれに限らない。一実施形態において、パルス電圧は、後述するDC電源32 (図6参照) によって発生される直流電圧に対する波形成形器を用いた波形成形により生成される電圧である。パルス電圧は、矩形波、三角波、インパルス波形、台形波、任意の波形又はこれらの組み合わせのパルス波形を有し得る。パルス電圧は、基板支持部11に周期的に供給される。パルス電圧の極性は、プラズマ

と基板Wとの間に電位差を与えて基板Wにイオンを引き込むように基板Wの電位が設定されれば、負であっても、正であってもよい。

[0040] 以上の説明に関し、更に以下の項を開示する。

[0041] a) プラズマ処理チャンバ内の基板支持部上に、シリコン含有膜と、前記シリコン含有膜上のマスクとを有する基板を提供する工程と、
b) 前記プラズマ処理チャンバ内に、処理ガスを供給する工程と、
c) 前記基板支持部に周期的にパルス電圧を供給する工程と、
d) 周期的にRF電力を供給し、前記RF電力により前記処理ガスからプラズマを生成して前記シリコン含有膜をエッチングする工程と、
を備え、

前記パルス電圧は、前記プラズマと前記基板との間に電位差が生じるように前記基板支持部に供給され、

前記c)は、第1のパルス電圧を供給する第1期間と、前記パルス電圧を供給しない又は前記第1のパルス電圧よりも小さい第2のパルス電圧を供給する第2期間と、を繰り返し、

前記d)は、第1RF電力を供給する第3期間と、前記RF電力を供給しない又は前記第1RF電力よりも小さい第2RF電力を供給する第4期間と、を繰り返し、

前記第1期間を前記第3期間の開始前に開始する、
プラズマ処理方法。

[0042] [プラズマ処理システム]

次に、本開示の一態様にかかるプラズマ処理方法を実行可能なプラズマ処理システム及び、プラズマ処理装置の一例について説明する。図5は、プラズマ処理システムの構成例を説明するための図である。

[0043] 図5に示すように、一実施形態において、プラズマ処理システムは、プラズマ処理装置1及び制御部2を含む。プラズマ処理システムは、基板処理システムの一例であり、プラズマ処理装置1は、基板処理装置の一例である。プラズマ処理装置1は、プラズマ処理チャンバ10、基板支持部11及びプ

ラズマ生成部 12 を含む。プラズマ処理チャンバ 10 は、プラズマ処理空間 10s (図 6 参照) を有する。また、プラズマ処理チャンバ 10 は、少なくとも 1 つの処理ガスをプラズマ処理空間 10s に供給するための少なくとも 1 つのガス供給口 13a (図 6 参照) と、プラズマ処理空間 10s からガスを排出するための少なくとも 1 つのガス排出口 10e (図 6 参照) とを有する。ガス供給口 13a は、後述するガス供給部 20 に接続され、ガス排出口 10e は、後述する排気システム 40 に接続される。基板支持部 11 は、プラズマ処理空間内に配置され、基板 W (図 6 参照) を支持するための基板支持面を有する。

[0044] プラズマ生成部 12 は、プラズマ処理空間内に供給された少なくとも 1 つの処理ガスからプラズマを生成するように構成される。プラズマ処理空間において形成されるプラズマは、容量結合プラズマ (CCP ; Capacitively Coupled Plasma)、誘導結合プラズマ (ICP ; Inductively Coupled Plasma)、ECR プラズマ (Electron-Cyclotron-resonance plasma)、ヘリコン波励起プラズマ (HWP : Helicon Wave Plasma)、又は、表面波プラズマ (SWP : Surface Wave Plasma) 等であってもよい。また、AC (Alternating Current) プラズマ生成部及び DC (Direct Current) プラズマ生成部を含む、種々のタイプのプラズマ生成部が用いられてもよい。一実施形態において、AC プラズマ生成部で用いられる AC 信号 (AC 電力) は、100 kHz ~ 10 GHz の範囲内の周波数を有する。従って、AC 信号は、RF (Radio Frequency) 信号及びマイクロ波信号を含む。一実施形態において、RF 信号は、100 kHz ~ 150 MHz の範囲内の周波数を有する。

[0045] 制御部 2 は、本開示において述べられる種々の工程をプラズマ処理装置 1 に実行させるコンピュータ実行可能な命令を処理する。制御部 2 は、ここで述べられる種々の工程を実行するようにプラズマ処理装置 1 の各要素を制御

するように構成され得る。一実施形態において、制御部 2 の一部又は全てがプラズマ処理装置 1 に含まれてもよい。制御部 2 は、処理部 2 a 1、記憶部 2 a 2 及び通信インターフェース 2 a 3 を含んでもよい。制御部 2 は、例えばコンピュータ 2 a により実現される。処理部 2 a 1 は、記憶部 2 a 2 からプログラムを読み出し、読み出されたプログラムを実行することにより種々の制御動作を行うように構成され得る。このプログラムは、予め記憶部 2 a 2 に格納されていてもよく、必要なときに、媒体を介して取得されてもよい。取得されたプログラムは、記憶部 2 a 2 に格納され、処理部 2 a 1 によって記憶部 2 a 2 から読み出されて実行される。媒体は、コンピュータ 2 a に読み取り可能な種々の記憶媒体であってもよく、通信インターフェース 2 a 3 に接続されている通信回線であってもよい。処理部 2 a 1 は、CPU (Central Processing Unit) であってもよい。記憶部 2 a 2 は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、HDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive)、又はこれらの組み合わせを含んでもよい。通信インターフェース 2 a 3 は、LAN (Local Area Network) 等の通信回線を介してプラズマ処理装置 1 との間で通信してもよい。

[0046] 以下に、プラズマ処理装置 1 の一例としての容量結合型のプラズマ処理装置の構成例について説明する。図 6 は、容量結合型のプラズマ処理装置の構成例を説明するための図である。

[0047] 容量結合型のプラズマ処理装置 1 は、プラズマ処理チャンバ 1 0、ガス供給部 2 0、電源 3 0 及び排気システム 4 0 を含む。また、プラズマ処理装置 1 は、基板支持部 1 1 及びガス導入部を含む。ガス導入部は、少なくとも 1 つの処理ガスをプラズマ処理チャンバ 1 0 内に導入するように構成される。ガス導入部は、シャワーヘッド 1 3 を含む。基板支持部 1 1 は、プラズマ処理チャンバ 1 0 内に配置される。シャワーヘッド 1 3 は、基板支持部 1 1 の上方に配置される。一実施形態において、シャワーヘッド 1 3 は、プラズマ

処理チャンバ10の天部（ceiling）の少なくとも一部を構成する。プラズマ処理チャンバ10は、シャワーヘッド13、プラズマ処理チャンバ10の側壁10a及び基板支持部11により規定されたプラズマ処理空間10sを有する。プラズマ処理チャンバ10は接地される。シャワーヘッド13及び基板支持部11は、プラズマ処理チャンバ10の筐体とは電氣的に絶縁される。

[0048] 基板支持部11は、本体部111及びリングアセンブリ112を含む。本体部111は、基板Wを支持するための中央領域111aと、リングアセンブリ112を支持するための環状領域111bとを有する。ウェハは基板Wの一例である。本体部111の環状領域111bは、平面視で本体部111の中央領域111aを囲んでいる。基板Wは、本体部111の中央領域111a上に配置され、リングアセンブリ112は、本体部111の中央領域111a上の基板Wを囲むように本体部111の環状領域111b上に配置される。従って、中央領域111aは、基板Wを支持するための基板支持面とも呼ばれ、環状領域111bは、リングアセンブリ112を支持するためのリング支持面とも呼ばれる。

[0049] 一実施形態において、本体部111は、基台1110及び静電チャック1111を含む。基台1110は、導電性部材を含む。基台1110の導電性部材は下部電極として機能し得る。静電チャック1111は、基台1110の上に配置される。静電チャック1111は、中央領域111aにおいてセラミック部材1111aとセラミック部材1111a内に配置される静電電極1111bとを含む。セラミック部材1111aは、中央領域111aを有する。一実施形態において、セラミック部材1111aは、環状領域111bも有する。なお、環状静電チャックや環状絶縁部材のような、静電チャック1111を囲む他の部材が環状領域111bを有してもよい。この場合、リングアセンブリ112は、環状静電チャック又は環状絶縁部材の上に配置されてもよく、静電チャック1111と環状絶縁部材の両方の上に配置されてもよい。また、後述するRF電源31及び／又はDC電源32に結合さ

れる少なくとも1つのRF/DC電極がセラミック部材1111a内に配置されてもよい。この場合、少なくとも1つのRF/DC電極が下部電極として機能する。後述するバイアスRF信号及び/又はDC信号が少なくとも1つのRF/DC電極に供給される場合、RF/DC電極はバイアス電極とも呼ばれる。静電電極1111bの下部には、静電電極1111bに平行に配置される電極1112bが静電チャック1111に埋め込まれている。電極1112bは、バイアス電極の一例である。なお、基台1110の導電性部材と少なくとも1つのRF/DC電極とが複数の下部電極として機能してもよい。また、静電電極1111bが下部電極として機能してもよい。従って、基板支持部11は、少なくとも1つの下部電極を含む。

[0050] リングアセンブリ112は、1又は複数の環状部材を含む。一実施形態において、1又は複数の環状部材は、1又は複数のエッジリングと少なくとも1つのカバーリングとを含む。エッジリングは、導電性材料又は絶縁材料で形成され、カバーリングは、絶縁材料で形成される。

[0051] また、基板支持部11は、静電チャック1111、リングアセンブリ112及び基板のうち少なくとも1つをターゲット温度に調節するように構成される温調モジュールを含んでもよい。温調モジュールは、ヒータ、伝熱媒体、流路1110a、又はこれらの組み合わせを含んでもよい。流路1110aには、ブラインやガスのような伝熱流体が流れる。一実施形態において、流路1110aが基台1110内に形成され、1又は複数のヒータが静電チャック1111のセラミック部材1111a内に配置される。また、基板支持部11は、基板Wの裏面と中央領域111aとの間の間隙に伝熱ガスを供給するように構成された伝熱ガス供給部を含んでもよい。

[0052] 一実施形態において、セラミック部材1111aは、環状領域111bも有する。静電チャック1111は、環状領域111bにおいてセラミック部材1111aとセラミック部材1111a内に配置される静電電極1113aとを含んでもよい。静電電極1113aの下部には、静電電極1113aに平行に配置される電極1113bを有してもよい。電極1113bは、バ

イアス電極の一例である。

[0053] シャワーヘッド13は、ガス供給部20からの少なくとも1つの処理ガスをプラズマ処理空間10s内に導入するように構成される。シャワーヘッド13は、少なくとも1つのガス供給口13a、少なくとも1つのガス拡散室13b、及び複数のガス導入口13cを有する。ガス供給口13aに供給された処理ガスは、ガス拡散室13bを通過して複数のガス導入口13cからプラズマ処理空間10s内に導入される。また、シャワーヘッド13は、少なくとも1つの上部電極を含む。なお、ガス導入部は、シャワーヘッド13に加えて、側壁10aに形成された1又は複数の開口部に取り付けられる1又は複数のサイドガス注入部（SGI：Side Gas Injector）を含んでもよい。

[0054] ガス供給部20は、少なくとも1つのガスソース21及び少なくとも1つの流量制御器22を含んでもよい。一実施形態において、ガス供給部20は、少なくとも1つの処理ガスを、それぞれに対応のガスソース21からそれぞれに対応の流量制御器22を介してシャワーヘッド13に供給するように構成される。各流量制御器22は、例えばマスフローコントローラ又は圧力制御式の流量制御器を含んでもよい。さらに、ガス供給部20は、少なくとも1つの処理ガスの流量を変調又はパルス化する少なくとも1つの流量変調デバイスを含んでもよい。

[0055] 電源30は、少なくとも1つのインピーダンス整合回路を介してプラズマ処理チャンバ10に結合されるRF電源31を含む。RF電源31は、少なくとも1つのRF信号（RF電力）を少なくとも1つの下部電極及び／又は少なくとも1つの上部電極に供給するように構成される。これにより、プラズマ処理空間10sに供給された少なくとも1つの処理ガスからプラズマが形成される。従って、RF電源31は、プラズマ生成部12の少なくとも一部として機能し得る。また、バイアスRF信号を少なくとも1つの下部電極に供給することにより、基板Wにバイアス電位が発生し、形成されたプラズマ中のイオン成分を基板Wに引き込むことができる。

[0056] 一実施形態において、RF電源31は、第1のRF生成部31a及び第2のRF生成部31bを含む。第1のRF生成部31aは、少なくとも1つのインピーダンス整合回路を介して少なくとも1つの下部電極及び／又は少なくとも1つの上部電極に結合され、プラズマ生成用のソースRF信号（ソースRF電力）を生成するように構成される。一実施形態において、ソースRF信号は、10MHz～150MHzの範囲内の周波数を有する。一実施形態において、第1のRF生成部31aは、異なる周波数を有する複数のソースRF信号を生成するように構成されてもよい。生成された1又は複数のソースRF信号は、少なくとも1つの下部電極及び／又は少なくとも1つの上部電極に供給される。

[0057] 第2のRF生成部31bは、少なくとも1つのインピーダンス整合回路を介して少なくとも1つの下部電極に結合され、バイアスRF信号（バイアスRF電力）を生成するように構成される。バイアスRF信号の周波数は、ソースRF信号の周波数と同じであっても異なってもよい。一実施形態において、バイアスRF信号は、ソースRF信号の周波数よりも低い周波数を有する。一実施形態において、バイアスRF信号は、100kHz～60MHzの範囲内の周波数を有する。一実施形態において、第2のRF生成部31bは、異なる周波数を有する複数のバイアスRF信号を生成するように構成されてもよい。生成された1又は複数のバイアスRF信号は、少なくとも1つの下部電極に供給される。また、種々の実施形態において、ソースRF信号により、図2、図3に一例を示す（A）RF電力が供給される。

[0058] また、電源30は、プラズマ処理チャンバ10に結合されるDC電源32を含んでもよい。DC電源32は、第1のDC生成部32a及び第2のDC生成部32bを含む。一実施形態において、第1のDC生成部32aは、少なくとも1つの下部電極に接続され、第1のDC信号を生成するように構成される。生成された第1のDC信号は、少なくとも1つの下部電極に供給される。一実施形態において、第2のDC生成部32bは、少なくとも1つの上部電極に接続され、第2のDC信号を生成するように構成される。生成さ

れた第2のDC信号は、少なくとも1つの上部電極に供給される。

[0059] 種々の実施形態において、第1のDC信号はパルス化されている。第1のDC信号により、図2、図3に一例を示す(B)バイアス電圧が供給される。第2のDC信号がパルス化されてもよい。この場合、パルス電圧のシーケンスが少なくとも1つの下部電極及び／又は少なくとも1つの上部電極に供給される。一実施形態において、DC信号からパルス電圧のシーケンスを生成するための波形成形器32cが第1のDC生成部32aと少なくとも1つの下部電極との間に接続される。従って、第1のDC生成部32a及び波形成形器32cは、電圧パルス生成部を構成する。パルス電圧は、第1のDC生成部32aによって発生される直流電圧に対する波形成形器32cを用いた波形成形により生成される電圧である。パルス電圧は、矩形波、三角波、インパルス波形、台形波、又はこれらの組み合わせのパルス波形を有してもよい。パルス電圧は、プラズマと基板Wとの間に電位差が生じるように基板支持部11に供給されれば、負の直流電圧でなくてもよい。すなわち、波形成形器32cにより成形されるパルス電圧は、プラズマと基板Wとの間に電位差を与えて基板Wにイオンを引き込むように基板Wに電位が設定されれば負であっても正であってもよい。

[0060] 第2のDC生成部32b及び波形成形部が電圧パルス生成部を構成する場合、電圧パルス生成部は、少なくとも1つの上部電極に接続される。電圧パルスは、正の極性を有してもよく、負の極性を有してもよい。また、電圧パルスのシーケンスは、1周期内に1又は複数の正極性電圧パルスと1又は複数の負極性電圧パルスとを含んでもよい。なお、第1及び第2のDC生成部32a、32bは、RF電源31に加えて設けられてもよく、第1のDC生成部32aが第2のRF生成部31bに代えて設けられてもよい。本実施形態では、第1のDC生成部32aが第2のRF生成部31bに代えて設けられている。

[0061] 排気システム40は、例えばプラズマ処理チャンバ10の底部に設けられたガス排出口10eに接続され得る。排気システム40は、圧力調整弁及び

真空ポンプを含んでもよい。圧力調整弁によって、プラズマ処理空間10s内の圧力が調整される。真空ポンプは、ターボ分子ポンプ、ドライポンプ又はこれらの組み合わせを含んでもよい。

[0062] 以上に説明したように、本実施形態のプラズマ処理方法及びプラズマ処理装置によれば、エッチング選択比を改善できる。また、エッチングレートを向上させることができる。

[0063] 今回開示された実施形態に係るプラズマ処理方法及びプラズマ処理装置は、すべての点において例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。実施形態は、添付の請求の範囲及びその主旨を逸脱することなく、様々な形態で変形及び改良が可能である。上記複数の実施形態に記載された事項は、矛盾しない範囲で他の構成も取り得ることができ、また、矛盾しない範囲で組み合わせることができる。

[0064] 本願は、米国特許庁に2020年12月10日に出願された米国仮出願63/123,824の優先権を主張するものであり、その全内容を参照によりここに援用する。

符号の説明

[0065]	1	プラズマ処理装置
	2	制御部
	2 a	コンピュータ
	2 a 1	処理部
	2 a 2	記憶部
	2 a 3	通信インターフェース
	1 0	プラズマ処理チャンバ
	1 1	基板支持部
	1 3	シャワーヘッド
	2 1	ガスソース
	2 0	ガス供給部
	3 0	電源

3 1	R F 電源
3 2	D C 電源
3 2 c	波形成形器
4 0	排気システム
1 1 1	本体部
1 1 2	リングアセンブリ

請求の範囲

- [請求項1] a) プラズマ処理チャンバ内の基板支持部上に、シリコン含有膜と、前記シリコン含有膜上のマスクとを有する基板を提供する工程と、
- b) 前記プラズマ処理チャンバ内に、処理ガスを供給する工程と、
- c) 前記基板支持部に周期的にパルス電圧を供給する工程と、
- d) 周期的にR F電力を供給し、前記R F電力により前記処理ガスからプラズマを生成して前記シリコン含有膜をエッチングする工程と、
- を備え、
- 前記パルス電圧は、負極性を有し、
- 前記c)において、第1のパルス電圧を供給する第1期間と、前記負極性を有するパルス電圧を供給しない又は絶対値が前記第1のパルス電圧よりも小さい第2のパルス電圧を供給する第2期間と、を繰り返し、
- 前記d)において、第1 R F電力を供給する第3期間と、前記R F電力を供給しない又は前記第1 R F電力よりも小さい第2 R F電力を供給する第4期間と、を繰り返し、
- 前記第1期間を前記第3期間の開始前に開始する、
- プラズマ処理方法。
- [請求項2] 前記c)において前記基板支持部に供給される前記負極性を有するパルス電圧の絶対値は、0.5 k V以上20 k V以下である、
- 請求項1に記載のプラズマ処理方法。
- [請求項3] a) プラズマ処理チャンバ内の基板支持部上に、シリコン含有膜と、前記シリコン含有膜上のマスクとを有する基板を提供する工程と、
- b) 前記プラズマ処理チャンバ内に、処理ガスを供給する工程と、
- c) 前記基板支持部に周期的にパルス電圧を供給する工程と、
- d) 周期的にR F電力を供給し、前記R F電力により前記処理ガスからプラズマを生成して前記シリコン含有膜をエッチングする工程と

、

を備え、

前記パルス電圧は、前記プラズマと前記基板との間に電位差が生じるように前記基板支持部に供給され、

前記 c) において、第 1 のパルス電圧を供給する第 1 期間と、前記パルス電圧を供給しない又は前記第 1 のパルス電圧よりも小さい第 2 のパルス電圧を供給する第 2 期間と、を繰り返し、

前記 d) において、第 1 R F 電力を供給する第 3 期間と、前記 R F 電力を供給しない又は前記第 1 R F 電力よりも小さい第 2 R F 電力を供給する第 4 期間と、を繰り返し、

前記第 1 期間を前記第 3 期間の開始前に開始する、
プラズマ処理方法。

[請求項4] 前記 c) は、直流電圧を波形成形して、前記パルス電圧として前記基板支持部に供給することを含む、

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理方法。

[請求項5] 前記第 1 期間は、前記第 3 期間の開始よりも $1 \mu \text{sec}$ 以上 $20 \mu \text{sec}$ 以下前に開始する、

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理方法。

[請求項6] 前記第 1 期間は、前記第 3 期間の開始よりも $3 \mu \text{sec}$ 以上 $14 \mu \text{sec}$ 以下前に開始する、

請求項 5 に記載のプラズマ処理方法。

[請求項7] 前記第 1 期間は、前記第 3 期間の開始よりも $5 \mu \text{sec}$ 以上 $10 \mu \text{sec}$ 以下前に開始する、

請求項 6 に記載のプラズマ処理方法。

[請求項8] 前記第 1 期間を開始してから前記第 3 期間を開始するまでの期間に含まれるパルス電圧の波数は、1 波形以上 6 波形以下である、

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理方法。

[請求項9] 前記第 1 期間における前記パルス電圧のオン・オフの周期の逆数で

ある第1周波数は、100kHz以上3.2MHz以下である、

請求項1乃至請求項8のいずれか1項に記載のプラズマ処理方法。

[請求項10] 前記第1期間において、前記パルス電圧のオン時間の割合を示す第1デューティー比は、30%以下である、
請求項9に記載のプラズマ処理方法。

[請求項11] 前記第1デューティー比は、20%以下である、
請求項10に記載のプラズマ処理方法。

[請求項12] 前記c)において前記第1期間と前記第2期間との周期の逆数である第2周波数は、0.1kHz以上20kHz以下である、
請求項1乃至請求項11のいずれか1項に記載のプラズマ処理方法。

[請求項13] 前記c)において前記第1期間の割合を示す第2デューティー比は、40%以下である、
請求項12に記載のプラズマ処理方法。

[請求項14] 前記パルス電圧は、矩形波、三角波、インパルス波形、台形波、又はこれらの組み合わせのパルス波形を有する、
請求項1乃至請求項13のいずれか1項に記載のプラズマ処理方法。

[請求項15] 前記シリコン含有膜は、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、シリコンゲルマニウム膜、もしくはシリコンカーバイド膜、又はこれらの膜を2以上含む積層膜のいずれかである、
請求項1乃至請求項14のいずれか1項に記載のプラズマ処理方法。

[請求項16] 前記シリコン含有膜は、シリコン酸化膜、又は、シリコン酸化膜とシリコン窒化膜との積層膜である、
請求項15に記載のプラズマ処理方法。

[請求項17] 前記マスクは、ポリシリコン膜、ボロンドープシリコン膜、有機膜又はタングステン含有膜である、

請求項 1 乃至請求項 16 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理方法。
。

[請求項18] 前記タングステン含有膜は、タングステンシリサイド膜又はタングステンボロンカーバイド膜である、
請求項 17 に記載のプラズマ処理方法。

[請求項19] ガス供給口及びガス排出口を有する処理チャンバと
前記処理チャンバ内に配置された基板支持部と、
プラズマ生成部と、
制御部と、
を備え、
前記制御部は、
a) 前記基板支持部上に、シリコン含有膜と、前記シリコン含有膜上のマスクとを有する基板を配置する工程と、
b) 前記処理チャンバ内に、処理ガスを供給する工程と、
c) 前記基板支持部に周期的にパルス電圧を供給する工程と、
d) 周期的に R F 電力を供給し、前記 R F 電力により前記処理ガスからプラズマを生成して前記シリコン含有膜をエッチングする工程と、
、
を含み、
前記パルス電圧は、負極性を有し、
前記 c) は、第 1 のパルス電圧を供給する第 1 期間と、前記負極性を有するパルス電圧を供給しない又は絶対値が前記第 1 のパルス電圧よりも小さい第 2 のパルス電圧を供給する第 2 期間と、を繰り返し、
前記 d) において、第 1 R F 電力を供給する第 3 期間と、前記 R F 電力を供給しない又は前記第 1 R F 電力よりも小さい第 2 R F 電力を供給する第 4 期間と、を繰り返し、
前記第 1 期間を、前記第 3 期間の開始前に開始する、
処理を実行するように構成される、

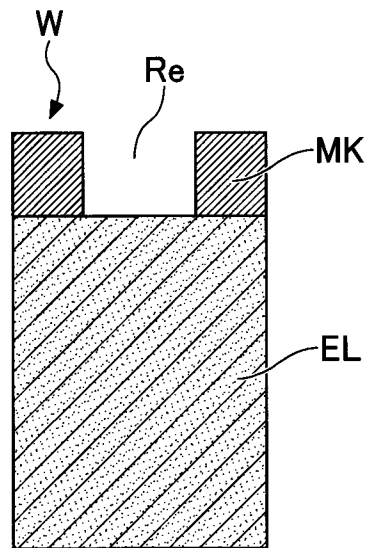
プラズマ処理装置。

[請求項20]

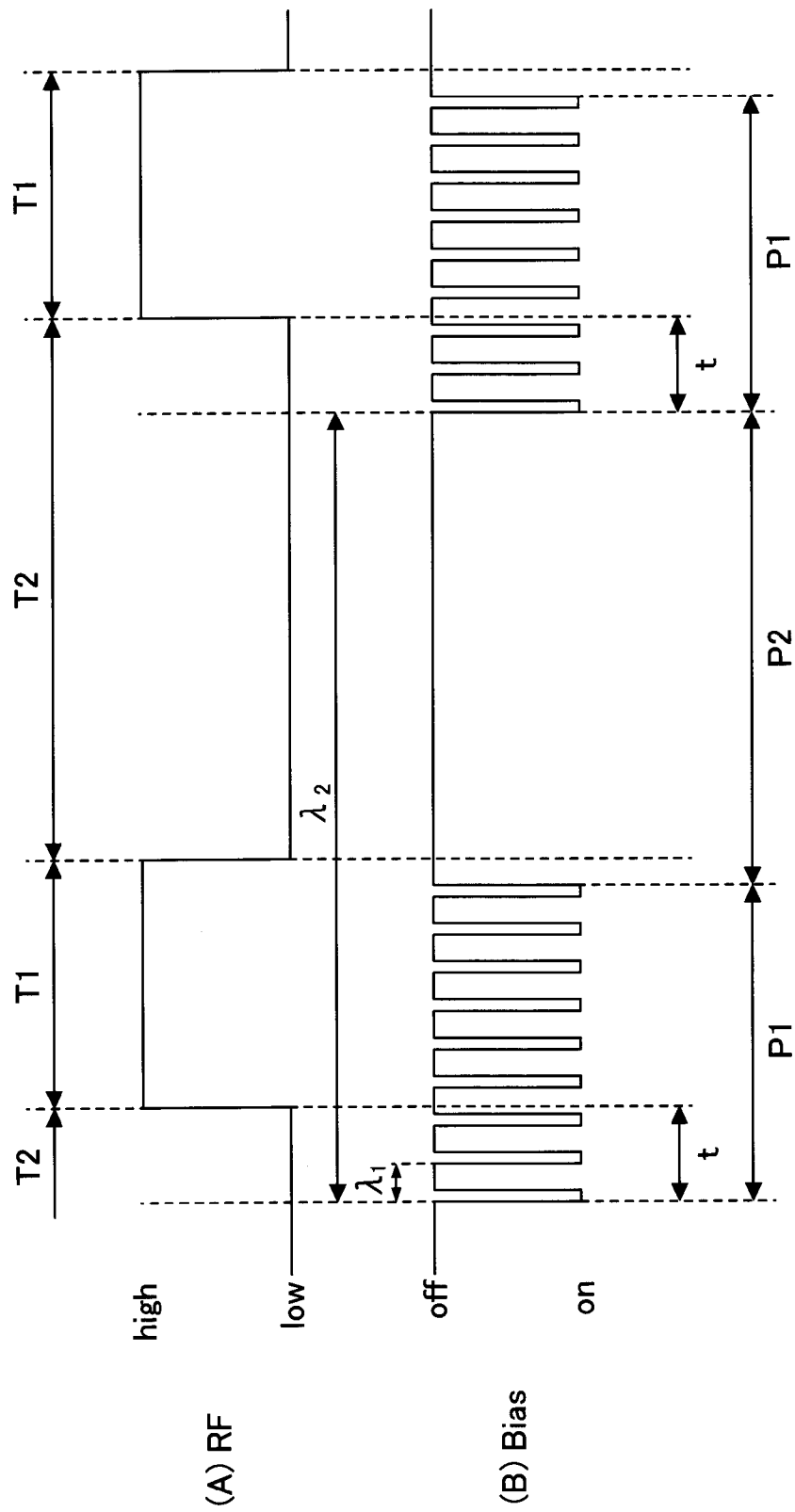
直流電源と、波形成形器とをさらに備え、

前記制御部は、前記c)において、前記直流電源によって発生される直流電圧を、前記波形成形器によって成形し、前記パルス電圧として前記基板支持部に周期的に供給する、請求項19に記載のプラズマ処理装置。

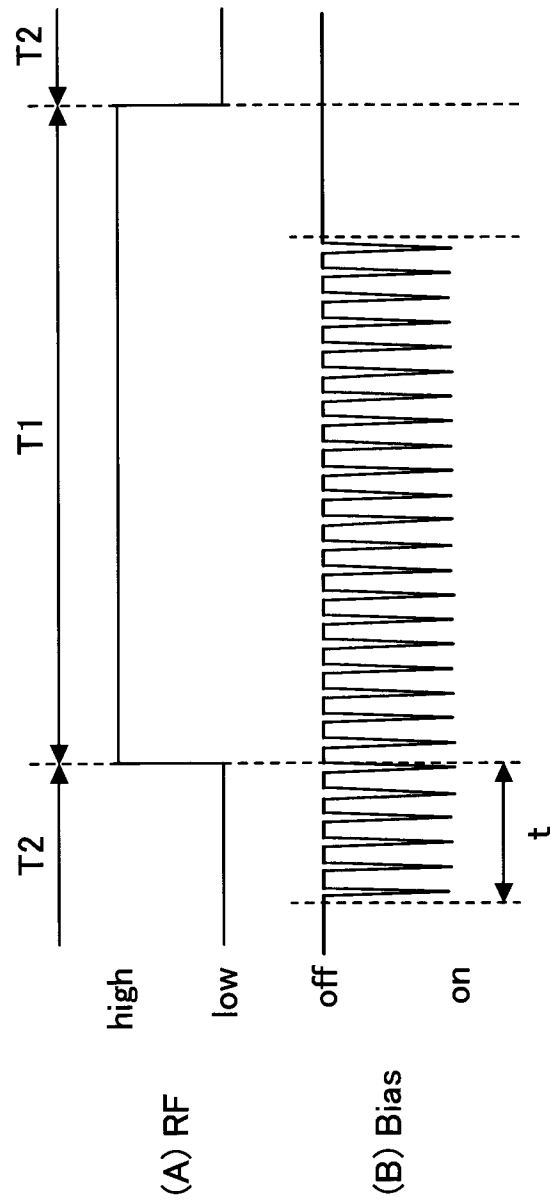
[図1]



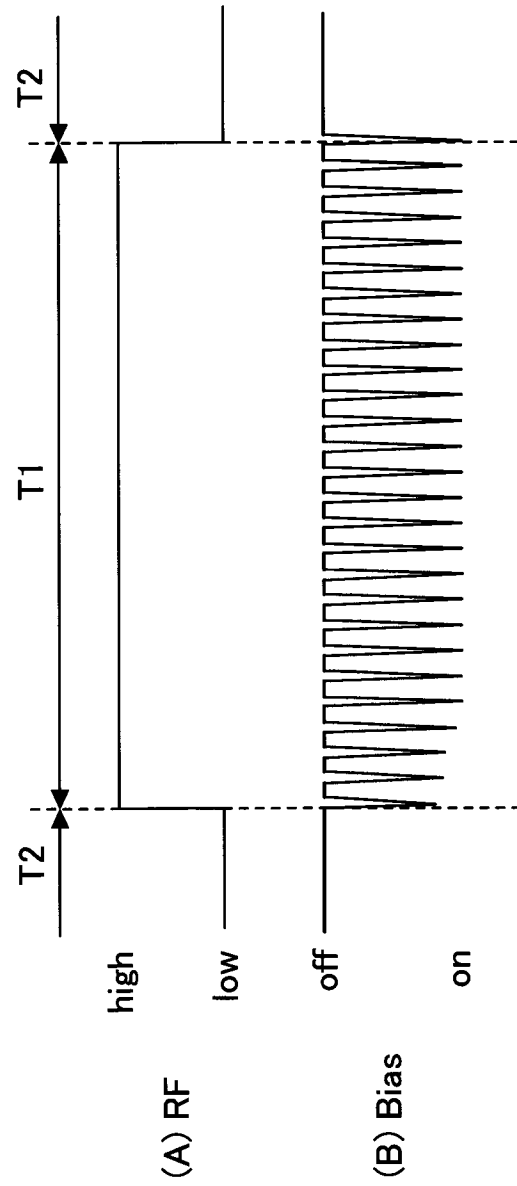
[図2]



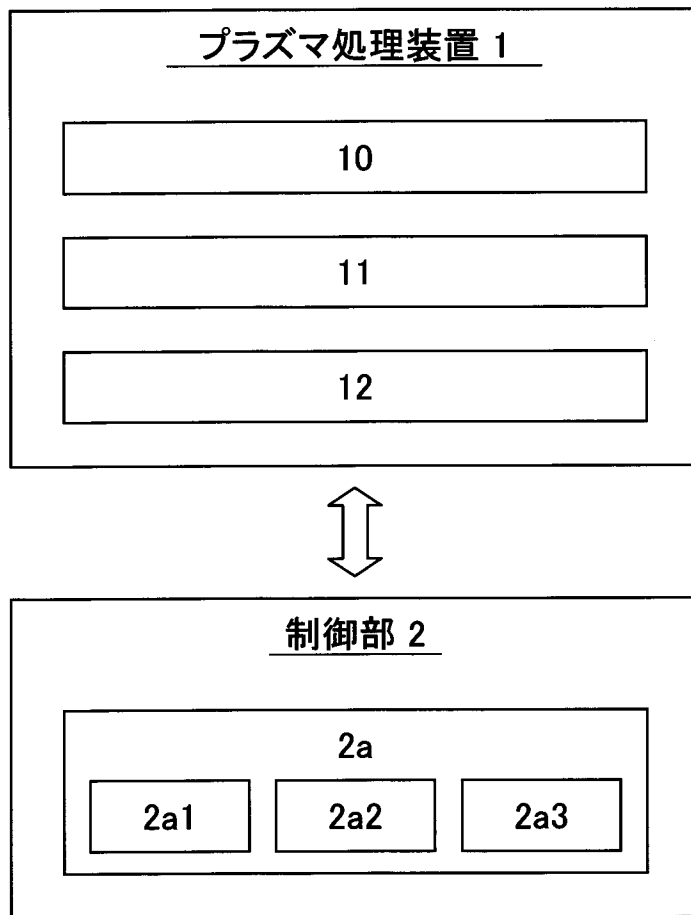
[図3]



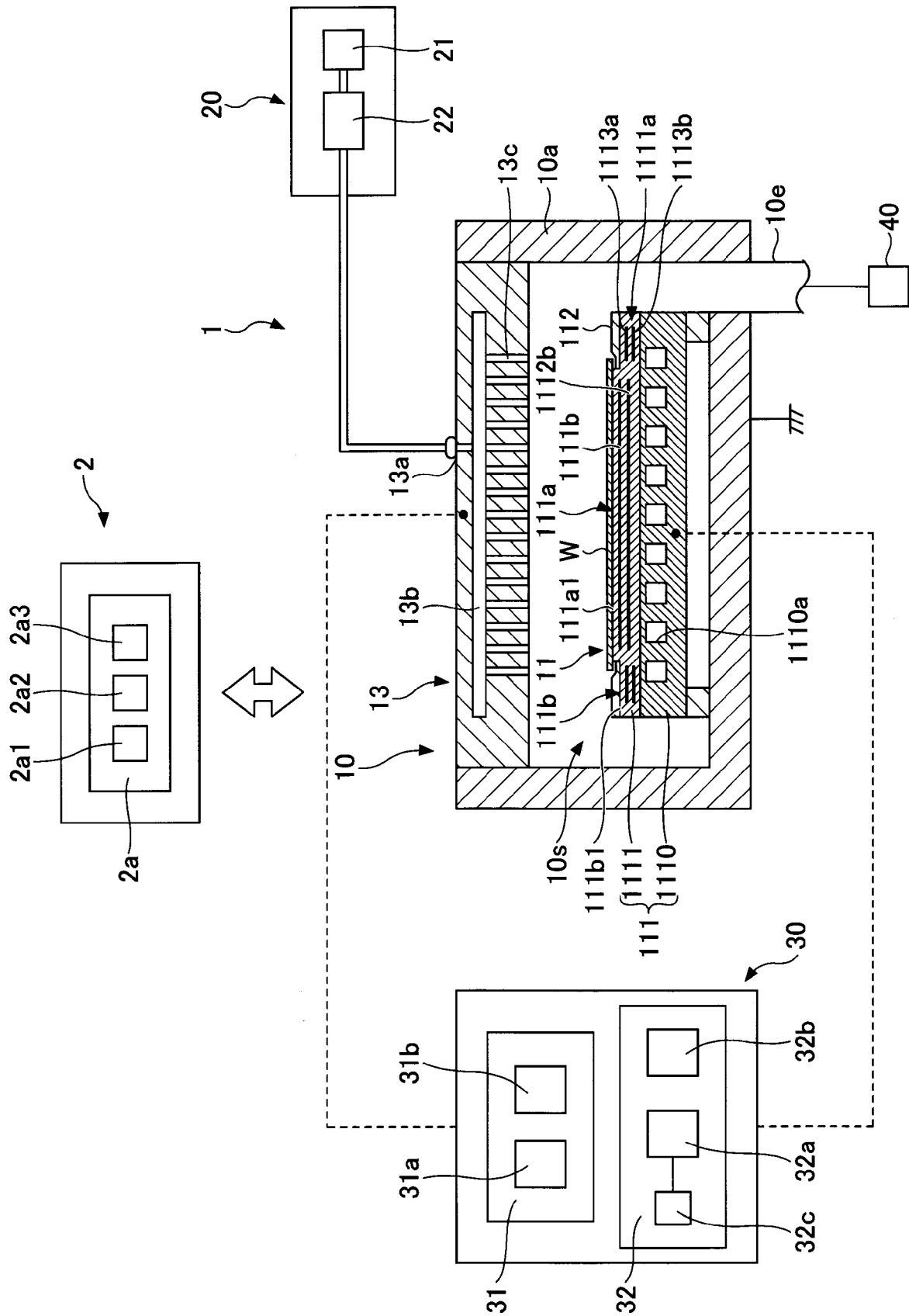
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/045132

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 21/3065**(2006.01)i

FI: H01L21/302 105A; H01L21/302 301M; H01L21/302 301Z

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)

H01L21/3065

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2014-22482 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP) 03 February 2014 (2014-02-03) paragraphs [0018]-[0062], fig. 1, 3, 6b	1-20
Y	WO 2020/145051 A1 (TOKYO ELECTRON LIMITED) 16 July 2020 (2020-07-16) paragraphs [0042]-[0052], fig. 2	1-20
Y	JP 2020-507922 A (APPLIED MATERIALS, INC) 12 March 2020 (2020-03-12) paragraph [0009]	17-18
Y	WO 2018/084186 A1 (TOKYO ELECTRON LIMITED) 11 May 2018 (2018-05-11) paragraph [0003]	17-18
A	KR 10-1585945 B1 (ADAPTIVE PLASMA TECHNOLOGY CORP.) 18 January 2016 (2016-01-18)	1-20
A	JP 2015-95493 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP) 18 May 2015 (2015-05-18)	1-20

☐ 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

08 February 2022

Date of mailing of the international search report

15 March 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/045132

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2014-22482	A	03 February 2014	US 2014/0020831 A1 paragraphs [0049]-[0095], fig. 1, 3, 6B	
				US 2017/0040143 A1	
WO	2020/145051	A1	16 July 2020	JP 2020-126998 A	
				US 2020/0219706 A1 paragraphs [0051]-[0053], fig. 2	
				JP 2021-36612 A	
				US 10707054 B1	
				US 2020/0294770 A1	
				KR 10-2020-0086622 A	
				CN 111430206 A	
				KR 10-2020-0096735 A	
				CN 111524782 A	
JP	2020-507922	A	12 March 2020	US 2018/0218902 A1 paragraph [0010]	
				WO 2018/144198 A1	
				TW 201841214 A	
				CN 110249410 A	
				KR 10-2019-0105111 A	
WO	2018/084186	A1	11 May 2018	US 2020/0266063 A1 paragraph [0003]	
				CN 109891558 A	
				KR 10-2019-0073562 A	
KR	10-1585945	B1	18 January 2016	(Family: none)	
JP	2015-95493	A	18 May 2015	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/3065(2006.01)i FI: H01L21/302 105A; H01L21/302 301M; H01L21/302 301Z		
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）） H01L21/3065		
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
Y	JP 2014-22482 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）03.02.2014（2014-02-03） 段落[0018]-[0062], 図1,3,6b	1-20
Y	WO 2020/145051 A1（東京エレクトロン株式会社）16.07.2020（2020-07-16） 段落[0042]-[0052], 図2	1-20
Y	JP 2020-507922 A（アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド）12.03.2020 （2020-03-12） 段落[0009]	17-18
Y	WO 2018/084186 A1（東京エレクトロン株式会社）11.05.2018（2018-05-11） 段落[0003]	17-18
A	KR 10-1585945 B1（ADAPTIVE PLASMA TECHNOLOGY CORP.）18.01.2016（2016-01-18）	1-20
A	JP 2015-95493 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）18.05.2015（2015-05-18）	1-20
☐ 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 08.02.2022		国際調査報告の発送日 15.03.2022
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） 鈴木 聡一郎 50 3864 電話番号 03-3581-1101 内線 3559

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/JP2021/045132

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2014-22482	A	03.02.2014	US	2014/0020831	A1	
				段落[0049]-[0095], 図1, 3, 6b			
				US	2017/0040143	A1	
WO	2020/145051	A1	16.07.2020	JP	2020-126998	A	
				US	2020/0219706	A1	
				段落[0051]-[0053], 図2			
				JP	2021-36612	A	
				US	10707054	B1	
				US	2020/0294770	A1	
				KR	10-2020-0086622	A	
				CN	111430206	A	
				KR	10-2020-0096735	A	
				CN	111524782	A	
JP	2020-507922	A	12.03.2020	US	2018/0218902	A1	
				段落[0010]			
				WO	2018/144198	A1	
				TW	201841214	A	
				CN	110249410	A	
				KR	10-2019-0105111	A	
WO	2018/084186	A1	11.05.2018	US	2020/0266063	A1	
				段落[0003]			
				CN	109891558	A	
				KR	10-2019-0073562	A	
KR	10-1585945	B1	18.01.2016	(ファミリーなし)			
JP	2015-95493	A	18.05.2015	(ファミリーなし)			