(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
2024年2月29日(29.02.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/043239 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/3065 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/030184

(22) 国際出願日： 2023年8月22日(22.08.2023)

(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：
63/373,572 2022年8月26日(26.08.2022) US

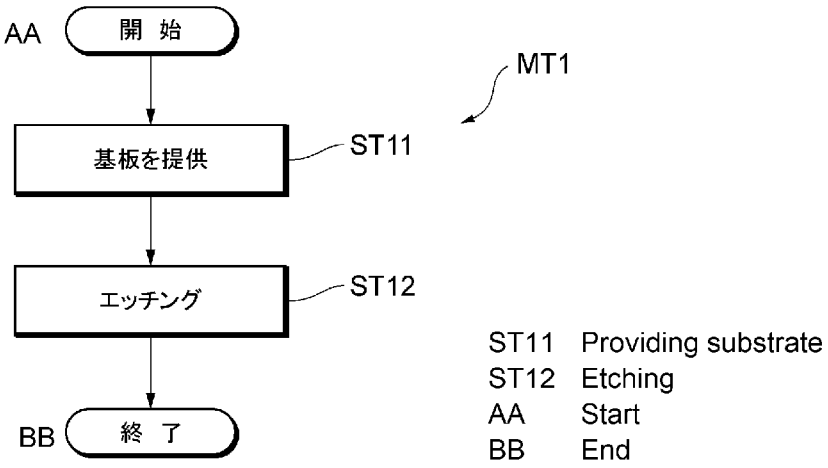
(71) 出願人: 東京エレクトロン株式会社(**TOKYO ELECTRON LIMITED**) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目３番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 松原 稜(**MATSUBARA, Ryo**); 〒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). 瀧野 裕輔(**TAKINO, Yusuke**); 〒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). 戸村 幕樹(**TOMURA, Maju**); 〒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: 佐藤 睦, 外 (**SATO, Atsushi** et al.); 〒1066123 東京都港区六本木６－１０－１ 六本木ヒルズ森タワー２３階 ＴＭＩ総合法律事務所 Tokyo (JP).

(54) **Title:** ETCHING METHOD AND PLASMA PROCESSING APPARATUS

(54) 発明の名称： エッチング方法及びプラズマ処理装置



(57) **Abstract:** Provided is a technique for improving an etching shape. Provided is an etching method comprising: a step for providing a substrate including a first film and a second film on the first film, wherein the first film contains silicon and the second film has at least one opening; and a step for generating plasma from a processing gas to etch the first film, wherein the processing gas includes a hydrogen fluoride gas, a first halogen-containing gas, and a phosphorus-containing gas, and the first halogen-containing gas at least includes carbon and a halogen other than fluorine.

(57) 要約：エッチング形状を改善する技術を提供する。 第１膜と、第１膜上の第２膜と、を含む基板を提供する工程であって、第１膜はシリコンを含み、第２膜は少なくとも１つの開口を含む、工程と、処理ガスからプラズマを生成して第１膜をエッチングする工程であって、処理ガスは、フッ化水素ガス、第１のハロゲン含有ガス及びリン含有ガスを含み、第１のハロゲン含有ガスは、炭素及びフッ素以外のハロゲンを少なくとも含む、工程と、を含むエッチング方法が提供される。

WO 2024/043239 A1

［続葉有］

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, 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, ME, 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 ： エッチング方法及びプラズマ処理装置

技術分野

[0001]　本開示の例示的実施形態は、エッチング方法及びプラズマ処理装置に関する。

背景技術

[0002]　特許文献１には、基板の膜をエッチングする方法が開示されている。膜はシリコンを含有する。基板は膜上に設けられたマスクを有する。マスクはアモルファスカーボン又は有機ポリマーを含む。エッチングには、炭化水素ガス及びフルオロハイドロカーボンを含む処理ガスから生成されたプラズマが用いられる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１６－３９３１０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　本開示は、エッチング形状を改善する技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0005]　本開示の一つの例示的実施形態において、第１膜と、第１膜上の第２膜と、を含む基板を提供する工程であって、第１膜はシリコンを含み、第２膜は少なくとも１つの開口を含む、工程と、処理ガスからプラズマを生成して第１膜をエッチングする工程であって、処理ガスは、フッ化水素ガス、第１のハロゲン含有ガス及びリン含有ガスを含み、第１のハロゲン含有ガスは、炭素及びフッ素以外のハロゲンを少なくとも含む、工程と、を含むエッチング方法が提供される。

発明の効果

[0006] 本開示の一つの例示的実施形態によれば、エッチング形状を改善する技術を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]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2]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。

[図3]方法ＭＴ１を示すフローチャートである。

[図4]工程ＳＴ１１で提供される基板Ｗの断面構造の一例を示す図である。

[図5]工程ＳＴ１２の終了時の基板Ｗの断面構造の一例を示す図である。

[図6]実施例及び参考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

[0008] 以下、本開示の各実施形態について説明する。

[0009] 一つの例示的実施形態において、第１膜と、第１膜上の第２膜と、を含む基板を提供する工程であって、第１膜はシリコンを含み、第２膜は少なくとも１つの開口を含む、工程と、処理ガスからプラズマを生成して第１膜をエッチングする工程であって、処理ガスは、フッ化水素ガス、第１のハロゲン含有ガス及びリン含有ガスを含み、第１のハロゲン含有ガスは、炭素及びフッ素以外のハロゲンを少なくとも含む、工程と、を含むエッチング方法が提供される。

[0010] 一つの例示的実施形態において、第１のハロゲン含有ガスは、$C_sH_tBr_uCl_vF_w$（ｓは１以上７以下の整数であり、ｕ及びｖの和は１以上の整数であり、ｔ、ｕ、ｖ及びｗは、それぞれ０以上１６以下の整数である）で表されるガスを含む。

[0011] 一つの例示的実施形態において、第１のハロゲン含有ガスは、フッ素以外のハロゲンとして、臭素を含む。

[0012] 一つの例示的実施形態において、第１のハロゲン含有ガスは、フッ素以外のハロゲンとして、塩素を含む。

[0013] 一つの例示的実施形態において、第１のハロゲン含有ガスは、フッ素をさらに含む。

[0014] 一つの例示的実施形態において、第１のハロゲン含有ガスは、ＣＨＣｌ$_3$ガス、ＣＨ$_2$Ｃｌ$_2$ガス及びＣＦ$_2$Ｂｒ$_2$Ｃｌ$_2$ガスからなる群から選択される少なくとも１種を含む。

[0015] 一つの例示的実施形態において、リン含有ガスは、ハロゲン化リンガスを含む。

[0016] 一つの例示的実施形態において、リン含有ガスは、オキシハロゲン化リンガスを含む。

[0017] 一つの例示的実施形態において、オキシハロゲン化リンガスは、ＰＯＣｌ$_3$ガス、ＰＯＣｌ$_2$Ｆガス、ＰＯＣｌＦ$_2$ガス及びＰＯＦ$_3$ガスからなる群から選択される少なくとも１種を含む。

[0018] 一つの例示的実施形態において、リン含有ガスは、オキシハロゲン化リンガスと、ハロゲン化リンガスと、を含む。

[0019] 一つの例示的実施形態において、オキシハロゲン化リンガスの分圧に対するハロゲン化リンガスの分圧の比は、０．１以上３．０以下である。

[0020] 一つの例示的実施形態において、処理ガスの総流量に対する、リン含有ガス及び第１のハロゲン含有ガスの流量の比は、２０体積％以下である。

[0021] 一つの例示的実施形態において、処理ガスは、第１のハロゲン含有ガスと異なる第２のハロゲン含有ガスをさらに含む。

[0022] 一つの例示的実施形態において、第２のハロゲン含有ガスは、炭素を含まない。

[0023] 一つの例示的実施形態において、第２のハロゲン含有ガスは、第１のハロゲン含有ガスに含まれるハロゲンとは異なる種類のハロゲンを含む。

[0024] 一つの例示的実施形態において、第１膜は、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜及びポリシリコン膜からなる群から選択される少なくとも１種を含む。

[0025] 一つの例示的実施形態において、第２膜は、炭素及び金属の少なくともいずれかを含む膜である。

[0026] 一つの例示的実施形態において、第１膜と、第１膜上の第２膜と、を含む基板を提供する工程であって、第１膜はシリコンを含み、第２膜は少なくと

も１つの開口を含む、工程と、処理ガスからプラズマを生成して第１膜をエッチングする工程であって、処理ガスは、フッ素及び水素を含みプラズマ中にフッ化水素を生成可能な１種類以上のガスと、第１のハロゲン含有ガスと、リン含有ガスと、を含み、第１のハロゲン含有ガスは、炭素及びフッ素以外のハロゲンを少なくとも含み、リン含有ガスは、リン及びハロゲンを含む、工程と、を含むエッチング方法が提供される。

[0027] 一つの例示的実施形態において、処理ガスは、第３のハロゲン含有ガスをさらに含み、第３のハロゲン含有ガスは、炭素及びリンを含まない。

[0028] 一つの例示的実施形態において、チャンバと制御部とを備え、制御部は、第１膜と、第１膜上の第２膜と、を含む基板をチャンバ内に提供する制御であって、第１膜はシリコンを含み、第２膜は少なくとも１つの開口を含む、制御と、処理ガスからプラズマを生成して第１膜をエッチングする制御であって、処理ガスは、フッ化水素ガス、第１のハロゲン含有ガス及びリン含有ガスを含み、第１のハロゲン含有ガスは、炭素及びフッ素以外のハロゲンを少なくとも含む、制御と、を実行するように構成されているプラズマ処理装置が提供される。

[0029] 以下、図面を参照して、本開示の各実施形態について詳細に説明する。なお、各図面において同一または同様の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。特に断らない限り、図面に示す位置関係に基づいて上下左右等の位置関係を説明する。図面の寸法比率は実際の比率を示すものではなく、また、実際の比率は図示の比率に限られるものではない。

[0030] ＜プラズマ処理システムの構成例＞

図１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。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に供給するための少なくとも１つのガス供給口と、プラズマ処理空間からガスを排出するための少なくとも１つのガス排出口とを有する。ガス供給口は、後述するガス供給部２０に接続され、ガス排出口は、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、基板を支持するための基板支持面を有する。

[0031] 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、１００ｋＨｚ～１０ＧＨｚ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、１００ｋＨｚ～１５０ＭＨｚの範囲内の周波数を有する。

[0032] 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２ａ１、記憶部２ａ２及び通信インターフェース２ａ３を含んでもよい。制御部２は、例え

ばコンピュータ２ａにより実現される。処理部２ａ１は、記憶部２ａ２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２ａ２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２ａ２に格納され、処理部２ａ１によって記憶部２ａ２から読み出されて実行される。媒体は、コンピュータ２ａ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２ａ３に接続されている通信回線であってもよい。処理部２ａ１は、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）であってもよい。記憶部２ａ２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２ａ３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。

[0033] 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２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。

[0034] 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１０、ガス供給部２０、電源３０及び排気システム４０を含む。また、プラズマ処理装置１は、基板支持部１１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１０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１３を含む。基板支持部１１は、プラズマ処理チャンバ１０内に配置される。シャワーヘッド１３は、基板支持部１１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１３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１

０ｓ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の筐体とは電気的に絶縁される。

[0035] 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。

[0036] 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、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。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。

[0037] 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。

[0038] 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。

[0039] 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。

[0040] 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。

[0041] 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。

[0042] 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。

[0043] 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いてもよい。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信号及びバイアスＲＦ信号のうち少なくとも１つがパルス化されてもよい。

[0044] 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つの下部電極に印加される。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つの上部電極に印加される。

[0045] 種々の実施形態において、第１及び第２のＤＣ信号がパルス化されてもよい。この場合、電圧パルス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つの上部電極に印加される。電圧パルスは、矩形、台形、三角形又はこれらの組み合わせのパルス波形を有してもよい。一実施形態において、ＤＣ信号から電圧パルスのシーケンスを生成するための波形生成部が第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及び波形生成部は、電圧パルス生成部を構成する。第２のＤＣ生成部３２ｂ及び波形生成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。

[0046] 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。

[0047] ＜プラズマ処理方法の一例＞

図３は、一つの例示的実施形態に係るプラズマ処理方法（以下「方法ＭＴ１」ともいう。）の一例を示すフローチャートである。図３に示すように、方法ＭＴ１は、基板を提供する工程ＳＴ１１と、エッチングをする工程ＳＴ１２とを含む。各工程における処理は、図１や図２に示すプラズマ処理装置１で実行されてよい。以下では、制御部２が、図２に示すプラズマ処理装置１の各部を制御して、方法ＭＴ１を実行する場合を例に説明する。

[0048] （工程ＳＴ１１：基板の提供）

工程ＳＴ１１において、基板Ｗがプラズマ処理チャンバ１０（以下「チャンバ１０」ともいう。）に提供される。例示的実施形態において、基板Ｗは、搬送アームによりチャンバ１０内に搬入され、リフターにより基板支持部１１に載置され、図２に示すように基板支持部１１上に吸着保持される。

[0049] 図４は、工程ＳＴ１１で提供される基板Ｗの断面構造の一例を示す図である。基板Ｗは、シリコン含有膜ＳＦとシリコン含有膜ＳＦ上に配置されたマスクＭＫとを有している。シリコン含有膜ＳＦは、下地膜ＵＦ上に形成されてよい。基板Ｗは、半導体デバイスの製造に用いられてよい。半導体デバイスは、例えば、ＤＲＡＭ、３Ｄ－ＮＡＮＤフラッシュメモリ等のメモリデバイス及びロジックデバイスを含む。

[0050] 例示的実施形態において、下地膜ＵＦは、シリコンウェハやシリコンウェハ上に形成された有機膜、誘電体膜、金属膜、半導体膜等である。例示的実

施形態において、下地膜ＵＦは、複数の膜が積層されて構成されてよい。

[0051] シリコン含有膜ＳＦは、方法ＭＴ１によるエッチングの対象となる膜である。シリコン含有膜ＳＦは、第１膜の一例である。例示的実施形態において、シリコン含有膜ＳＦは、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、シリコン炭窒化膜、多結晶シリコン膜、炭素含有シリコン膜でよい。例示的実施形態において、シリコン含有膜ＳＦは、１又は複数種類の膜が２以上積層されて構成されてよい。例えば、シリコン含有膜ＳＦは、シリコン酸化膜とシリコン窒化膜とが交互に積層されて構成されてよい。例えば、シリコン含有膜ＳＦは、シリコン酸化膜と多結晶シリコン膜とが交互に積層されて構成されてよい。例えば、シリコン含有膜ＳＦは、シリコン窒化膜、シリコン酸化膜及び多結晶シリコン膜を含む積層膜でもよい。例えば、シリコン含有膜ＳＦは、シリコン酸化膜とシリコン炭窒化膜とが積層されて構成されてよい。例えば、シリコン含有膜ＳＦは、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜及びシリコン炭窒化膜を含む積層膜でもよい。例示的実施形態において、シリコン含有膜ＳＦは、リン、ホウ素又は窒素等の元素がドープされていてもよい。

[0052] マスクＭＫは、シリコン含有膜ＳＦ上に形成される。マスクＭＫは、第２膜の一例である。マスクＭＫは、少なくとも一つの開口ＯＰを有する。開口ＯＰは、シリコン含有膜ＳＦ上の空間であって、マスクＭＫの側壁に囲まれている。すなわち、シリコン含有膜ＳＦの上面は、マスクＭＫによって覆われた領域と、開口ＯＰの底部において露出した領域とを有する。開口ＯＰは、ホールであってもよく、スリットであってもよい。

[0053] 例示的実施形態において、マスクＭＫは、炭素含有膜であってよい。炭素含有膜は、例えば、スピンオンカーボン（ＳＯＣ）膜、炭化タングステン、アモルファスカーボン（ＡＣＬ）膜、炭化ホウ素膜及びフォトレジスト膜からなる群から選択される少なくとも一種を含む。一例では、ＡＣＬ膜はホウ素、ヒ素、タングステン、キセノン等の元素がドープされてもよい。

[0054] 例示的実施形態において、マスクＭＫは、金属含有膜であってもよい。金属含有膜は、タングステン、モリブデン、ルテニウム及びチタンからなる群

から選択される少なくとも１種の金属を含む。金属含有膜は、例えば、タングステン、モリブデン又はチタンの炭化物又はケイ化物を含んでよい。金属含有膜は、例えば、タングステン含有膜でよい。金属含有膜は、タングステンと、シリコン、カーボン及び窒素からなる群から選択される少なくとも１種とをさらに含んでよい。一例では、金属含有膜は、ＷＣ（タングステンカーバイド）、ＷＳｉ（タングステンシリサイド）、ＷＳｉＮ及びＷＳｉＣからなる群から選択される少なくとも１種を含む。マスクＭＫは、１つの層からなる単層マスクでよく、また２つ以上の層からなる多層マスクであってもよい。

[0055] 下地膜ＵＦ、シリコン含有膜ＳＦ及びマスクＭＫは、それぞれ、任意の方法で形成されてよい。例えば、下地膜ＵＦ、シリコン含有膜ＳＦ及びマスクＭＫは、それぞれ、ＣＶＤ法、ＡＬＤ法、ＰＶＤ法、スピンコート法等により形成されてよい。マスクＭＫは、例えば、リソグラフィによって形成されてもよい。またマスクＭＫの開口ＯＰは、マスクＭＫをエッチングすることで形成されてよい。下地膜ＵＦ、シリコン含有膜ＳＦ及びマスクＭＫは、それぞれ、平坦な膜であってよく、また凹凸を備える膜であってもよい。なお、基板Ｗは、下地膜ＵＦの下に他の膜をさらに備えてよい。この場合、シリコン含有膜ＳＦ及び下地膜ＵＦに開口ＯＰに対応する形状の凹部を形成し、当該他の膜をエッチングするためのマスクとして用いてもよい。

[0056] 例示的実施形態において、基板Ｗの下地膜ＵＦ、シリコン含有膜ＳＦ及びマスクＭＫを形成するプロセスの少なくとも一部は、工程ＳＴ１１の一部として、チャンバ１０内で行われてよい。例えば、マスクＭＫの開口ＯＰをエッチングにより形成する場合、工程ＳＴ１１の当該エッチングと、後述する工程ＳＴ１２におけるエッチングとは、チャンバ１０内で連続して実行されてよい。例示的実施形態において、基板Ｗの全部又は一部がプラズマ処理装置１の外部の装置又はチャンバで形成された後、基板Ｗがチャンバ１０内に提供されてよい。

[0057] 例示的実施形態において、基板Ｗが基板支持部１１の中央領域１１１ａに

提供された後、基板支持部１１が温調モジュールにより設定温度に制御される。設定温度は、例えば、常温（例えば２５℃）以下、０℃以下、－１０℃以下、－２０℃以下、－３０℃以下、－４０℃以下、－５０℃以下、－６０℃以下又は－７０℃以下であってよい。設定温度は、例えば、－１００℃以上又は－９０℃以上であってよい。

[0058] 例示的実施形態において、基板支持部１１の温度を設定温度に制御することは、流路１１１０ａを流れる伝熱流体の温度やヒータ温度を当該設定温度にすること、又は、設定温度とは異なる温度にすることを含む。なお、流路１１１０ａに伝熱流体が流れ始めるタイミングは、基板Ｗが基板支持部１１に載置される前でも後でもよく、また同時でもよい。また、基板支持部１１の温度は、工程ＳＴ１１の前に設定温度に制御されてよい。すなわち、基板支持部１１の温度が設定温度に制御された後に、基板支持部１１に基板Ｗが提供されてよい。

[0059] 例示的実施形態において、基板支持部１１を設定温度に制御することに代えて、基板Ｗを設定温度に制御してもよい。基板Ｗの温度を設定温度に制御することは、基板支持部１１、流路１１１０ａを流れる伝熱流体の温度及び／又はヒータ温度を設定温度にすること、又は、設定温度とは異なる温度にすることを含む。

[0060] （工程ＳＴ１２：エッチング）

工程ＳＴ１２において、処理ガスから生成したプラズマを用いて、シリコン含有膜ＳＦがエッチングされる。まず、ガス供給部２０から処理ガスがプラズマ処理空間１０ｓ内に供給される。処理ガスは、フッ化水素（ＨＦ）ガス、リン含有ガス及び第１のハロゲン含有ガスを含む。

[0061] 例示的実施形態において、ＨＦガスは、不活性ガスを除いて処理ガス中最も流量（分圧）が大きくてよい。一例では、ＨＦガスの流量は、処理ガスの総流量（処理ガスが不活性ガスを含む場合はこれらのガスを除く全てのガスの流量）に対して、５０体積％以上、６０体積％以上、７０体積％以上、８０体積％以上、９０体積％以上又は９５体積％以上でよい。ＨＦガスの流量

は、処理ガスの総流量に対して、１００体積％未満、９９．５体積％以下、９８体積％以下又は９６体積％以下でよい。一例では、ＨＦガスの流量は、処理ガスの総流量に対して、７０体積％以上９６体積％以下である。

[0062] 例示的実施形態において、処理ガスは、ＨＦガスの一部又は全部に代えて、プラズマ中にフッ化水素種（ＨＦ種）を生成可能なガスを含んでよい。ＨＦ種は、フッ化水素のガス、ラジカル及びイオンの少なくともいずれかを含む。

[0063] ＨＦ種を生成可能なガスは、例えば、ハイドロフルオロカーボンガスでよい。ハイドロフルオロカーボンガスは、炭素数が２以上、３以上又は４以上でもよい。ハイドロフルオロカーボンガスは、一例では、CH_2F_2ガス、$C_3H_2F_4$ガス、$C_3H_2F_6$ガス、$C_3H_3F_5$ガス、$C_4H_2F_6$ガス、$C_4H_5F_5$ガス、$C_4H_2F_8$ガス、$C_5H_2F_6$ガス、$C_5H_2F_{10}$ガス及び$C_5H_3F_7$ガスからなる群から選択される少なくとも１種である。ハイドロフルオロカーボンガスは、一例では、CH_2F_2ガス、$C_3H_2F_4$ガス、$C_3H_2F_6$ガス及び$C_4H_2F_6$ガスからなる群から選択される少なくとも１種である。

[0064] ＨＦ種を生成可能なガスは、例えば、水素源及びフッ素源を含む混合ガスでよい。水素源は、例えば、H_2ガス、NH_3ガス、H_2Oガス、H_2O_2ガス及びハイドロカーボンガス（CH_4ガス、C_3H_6ガス等）からなる群から選択される少なくとも一種でよい。フッ素源は、例えば、NF_3ガス、SF_6ガス、WF_6ガス又はXeF_2ガスのように炭素を含まないフッ素含有ガスでよい。またフッ素源は、フルオロカーボンガス及びハイドロフルオロカーボンガスのように炭素を含むフッ素含有ガスでもよい。フルオロカーボンガスは、一例では、CF_4ガス、C_2F_2ガス、C_2F_4ガス、C_3F_6ガス、C_3F_8ガス、C_4F_6ガス、C_4F_8ガス及びC_5F_8ガスからなる群から選択される少なくとも１種でよい。ハイドロフルオロカーボンガスは、一例では、CHF_3ガス、CH_2F_2ガス、CH_3Fガス、C_2HF_5ガス及びＣを３つ以上含むハイドロフルオロカーボンガス（$C_3H_2F_4$ガス、$C_3H_2F_6$ガス、$C_4H_2F_6$ガス等）からなる群から選択される少なくとも１種でよい。

[0065] 例示的実施形態において、リン含有ガスは、オキシハロゲン化リンガスを含んでよい。一実施形態において、オキシハロゲン化リンガスは、$POCl_xF_y$（ただし、$0 \leqq x \leqq 3$、$0 \leqq y \leqq 3$、$x+y=3$）で表されるガスあってよい。例えば、オキシハロゲン化リンガスは、$POCl_3$ガス、$POCl_2F$ガス、$POClF_2$ガス及びPOF_3ガスからなる群から選択される少なくとも１種であってよい。一例では、オキシハロゲン化リンガスは、$POCl_3$ガス又はPOF_3ガスであってよい。

[0066] 例示的実施形態において、リン含有ガスは、上述のオキシハロゲン化リンガスに加えて、ハロゲン化リンガスを含んでよい。例示的実施形態において、ハロゲン化リンガスは、リンと、フッ素及び／又は塩素とを含み、酸素を含まないガスである。例えば、ハロゲン化リンガスは、PF_3ガス、PF_5ガス、PCl_3ガス、PCl_5ガス、$PClF_2$ガス、PCl_2Fガス及びPCl_2F_3からなる群から選択される少なくとも１種であってよい。一例では、ハロゲン化リンガスは、PF_3ガス、PF_5ガス又はPCl_3ガスであってよい。

[0067] 例示的実施形態において、リン含有ガスが、オキシハロゲン化リンガス及びハロゲン化リンガスを含む場合、オキシハロゲン化リンガスの流量（分圧）に対するハロゲン化リンガスの流量（分圧）の比は、０．１以上、０．２以上又は０．３以上でよい。また、オキシハロゲン化リンガスの流量（分圧）に対するハロゲン化リンガスの流量（分圧）の比は、３．０以下、２．０以下又は１．０以下でよい。一例では、オキシハロゲン化リンガスの流量（分圧）に対するハロゲン化リンガスの流量（分圧）の比は、０．２以上３．０以下である。オキシハロゲン化リンガスの流量（分圧）に対するハロゲン化リンガスの流量（分圧）を上記範囲に制御することにより、ボーイング等のエッチング形状の異常を抑制することができる。

[0068] 例示的実施形態において、第１のハロゲン含有ガスは、炭素及びフッ素以外のハロゲンを少なくとも含むガスである。フッ素以外のハロゲンは、臭素（Ｂｒ）、塩素（Ｃｌ）及びヨウ素（Ｉ）からなる群から選択される少なくとも１種であってよい。フッ素以外のハロゲンは、リン含有ガスがハロゲン

を含む場合当該リン含有ガスに含まれるハロゲンと異なる種類のハロゲンを含んでよい。

[0069] 例示的実施形態において、第１のハロゲン含有ガスは、$C_sH_tBr_uCl_vF_w$（ｓは１以上７以下の整数であり、ｕ及びｖの和は１以上の整数であり、ｔ、ｕ、ｖ及びｗは、それぞれ０以上１６以下の整数である）で表されるガスであってよい。例えば、第１のハロゲン含有ガスは、メタン（CH_4）の水素原子の一部又は全部を、臭素又は臭素と臭素以外のハロゲンとで置換したガスであってよい。すなわち、上記化学式において、ｓ＝１かつｔ＋u＋ｖ＋ｗ＝４を満たすものであってよい。一例では、第１のハロゲン含有ガスは、CH_3Brガス、CH_2BrFガス、CBr_2F_2ガス、CBr_2ClFガス及び$CHBrCl_2$ガスからなる群から選択される少なくとも１種のガスであってよい。

[0070] また例えば、第１のハロゲン含有ガスは、CCl_4ガス、CH_2Cl_2ガス、$CHCl_3$ガス、CF_2Cl_2ガス、CH_2ClFガス、$CHCl_2F$ガス、C_2F_5Brガス、CF_3Iガス、C_2F_5Iガス及びC_3F_7Iガスからなる群から選択される少なくとも１種であってもよい。

[0071] 例示的実施形態において、リン含有ガスの流量（分圧）に対する第１のハロゲン含有ガスの流量（分圧）の比は、シリコン含有膜ＳＦの膜種、ＨＦガスの流量（分圧）、リン含有ガスと第１のハロゲン含有ガスに含まれるハロゲンの種類及び原子比、目的とする形状等によって適宜設定して良い。例示的実施形態において、リン含有ガスの流量（分圧）に対する第１のハロゲン含有ガスの流量（分圧）の比は、０．１以上、０．２以上又は０．３以上でよい。また、リン含有ガスの流量（分圧）に対する第１のハロゲン含有ガスの流量（分圧）の比は、１．５以下、１．２以下又は１．０以下でよい。リン含有ガスの流量（分圧）に対するハロゲン含有ガスの流量（分圧）の比は、一例では、０．１以上１．５以下である。

[0072] 例示的実施形態において、処理ガスの総流量（処理ガスが不活性ガスを含む場合は不活性ガスを除く全てのガスの合計流量）に対する、リン含有ガス

及び第１のハロゲン含有ガスの合計流量の割合は、２０体積％以下、１５体積％以下又は１０体積％以下に制御されてよい。

[0073] 例示的実施形態において、処理ガスは、ＨＦガス、リン含有ガス及び第１のハロゲン含有ガス以外のガスを含んでよい。例えば、処理ガスは、第２のハロゲン含有ガス、炭素含有ガス、タングステン含有ガス及び酸素含有ガスからなる群から選択される少なくとも１種のガスをさらに含んでよい。

[0074] 第２のハロゲン含有ガスは、第１のハロゲン含有ガスとは異なるガスである。例えば、第２のハロゲン含有ガスは、第１のハロゲン含有ガスに含まれるハロゲン以外のハロゲンを含む。例えば、第１のハロゲン含有ガスが臭素（Ｂｒ）を含み、塩素（Ｃｌ）を含まない場合、第２のハロゲン含有ガスは、少なくとも塩素（Ｃｌ）を含んでよい。また例えば、第１のハロゲン含有ガスが塩素（Ｃｌ）を含み、臭素（Ｂｒ）を含まない場合、第２のハロゲン含有ガスは、少なくとも臭素（Ｂｒ）を含んでよい。例示的実施形態において、第１のハロゲン含有ガス及び第２のハロゲン含有ガスの少なくとも一方は、塩素（Ｃｌ）を含んでよい。例示的実施形態において、第１のハロゲン含有ガス及び第２のハロゲン含有ガスの少なくとも一方は、臭素（Ｂｒ）を含んでよい。

[0075] また例えば、第２のハロゲン含有ガスは、フッ素以外のハロゲンを含んでよい。例えば、第２のハロゲン含有ガスは、塩素含有ガス、臭素含有ガス及び／又はヨウ素含有ガスでよい。塩素含有ガスは、一例では、Cl_2、$SiCl_2$、$SiCl_4$、CCl_4、SiH_2Cl_2、Si_2Cl_6、$CHCl_3$、SO_2Cl_2、BCl_3、PCl_3、PCl_5及び$POCl_3$からなる群から選択される少なくとも１種のガスでよい。臭素含有ガスは、一例では、Br_2、ＨＢｒ、CBr_2F_2、C_2F_5Br、PBr_3、PBr_5、$POBr_3$及びBBr_3からなる群から選択される少なくとも１種のガスでよい。ヨウ素含有ガスは、一例では、ＨＩ、CF_3I、C_2F_5I、C_3F_7I、IF_5、IF_7、I_2、PI_3からなる群から選択される少なくとも１種のガスでよい。一例では、第２のハロゲン含有ガスは、Cl_2ガス、Br_2ガス及びＨＢｒガスからなる群から選

択される少なくとも１種でよい。一例では、第２のハロゲン含有ガスは、Ｃｌ$_2$ガス又はＨＢｒガスである。

[0076] 炭素含有ガスは、例えば、フルオロカーボンガス及びハイドロフルオロカーボンガスのいずれかまたは両方でよい。一例では、フルオロカーボンガスは、ＣＦ$_4$ガス、Ｃ$_2$Ｆ$_2$ガス、Ｃ$_2$Ｆ$_4$ガス、Ｃ$_3$Ｆ$_6$ガス、Ｃ$_3$Ｆ$_8$ガス、Ｃ$_4$Ｆ$_6$ガス、Ｃ$_4$Ｆ$_8$ガス及びＣ$_5$Ｆ$_8$ガスからなる群から選択される少なくとも１種でよい。一例では、ハイドロフルオロカーボンガスは、ＣＨＦ$_3$ガス、ＣＨ$_2$Ｆ$_2$ガス、ＣＨ$_3$Ｆガス、Ｃ$_2$ＨＦ$_5$ガス、Ｃ$_2$Ｈ$_2$Ｆ$_4$ガス、Ｃ$_2$Ｈ$_3$Ｆ$_3$ガス、Ｃ$_2$Ｈ$_4$Ｆ$_2$ガス、Ｃ$_3$ＨＦ$_7$ガス、Ｃ$_3$Ｈ$_2$Ｆ$_2$ガス、Ｃ$_3$Ｈ$_2$Ｆ$_4$ガス、Ｃ$_3$Ｈ$_2$Ｆ$_6$ガス、Ｃ$_3$Ｈ$_3$Ｆ$_5$ガス、Ｃ$_4$Ｈ$_2$Ｆ$_6$ガス、Ｃ$_4$Ｈ$_5$Ｆ$_5$ガス、Ｃ$_4$Ｈ$_2$Ｆ$_8$ガス、Ｃ$_5$Ｈ$_2$Ｆ$_6$ガス、Ｃ$_5$Ｈ$_2$Ｆ$_{10}$ガス及びＣ$_5$Ｈ$_3$Ｆ$_7$ガスからなる群から選択される少なくとも１種でよい。また、炭素含有ガスは、不飽和結合を有する直鎖状のものであってよい。不飽和結合を有する直鎖状の炭素含有ガスは、例えば、Ｃ$_3$Ｆ$_6$（ヘキサフルオロプロペン）ガス、Ｃ$_4$Ｆ$_8$（オクタフルオロ－１－ブテン、オクタフルオロ－２－ブテン）ガス、Ｃ$_3$Ｈ$_2$Ｆ$_4$（１、３、３、３－テトラフルオロプロペン）ガス、Ｃ$_4$Ｈ$_2$Ｆ$_6$（トランス－１、１、１、４、４、４－ヘキサフルオロ－２－ブテン）ガス、Ｃ$_4$Ｆ$_8$Ｏ（ペンタフルオロエチルトリフルオロビニルエーテル）ガス、ＣＦ$_3$ＣＯＦガス（１、２、２、２－テトラフルオロエタン－１－オン）、ＣＨＦ$_2$ＣＯＦ（ジフルオロ酢酸フルオライド）ガス及びＣＯＦ$_2$（フッ化カルボニル）ガスからなる群から選択される少なくとも１種でよい。

[0077] タングステン含有ガスは、例えば、タングステンとハロゲンとを含有するガスでよい。具体的には、タングステン含有ガスとしては、２フッ化タングステン（ＷＦ$_2$）ガス、４フッ化タングステン（ＷＦ$_4$）ガス、５フッ化タングステン（ＷＦ$_5$）ガス、６フッ化タングステン（ＷＦ$_6$）ガス等のタングステンとフッ素とを含有するガス、２塩化タングステン（ＷＣｌ$_2$）ガス、４塩化タングステン（ＷＣｌ$_4$）ガス、５塩化タングステン（ＷＣｌ$_5$）ガス、６塩化タングステン（ＷＣｌ$_6$）ガス等のタングステンと塩素とを含有するガス

であってよい。これらの中でも、WF_6ガス及びWCl_6ガスの少なくともいずれかのガスであってよい。タングステン含有ガスの流量は、処理ガスの総流量のうち５体積%以下でよい。なお、処理ガスは、タングステン含有ガスに代えて又は加えて、チタン含有ガス、ルテニウム含有ガス及び又はモリブデン含有ガスの少なくとも一つを含んでよい。

[0078] 酸素含有ガスは、例えば、O_2、CO、CO_2、H_2O及びH_2O_2からなる群から選択される少なくとも１種のガスでよい。一例では、酸素含有ガスは、H_2O以外の酸素含有ガス、例えばO_2、CO、CO_2及びH_2O_2からなる群から選択される少なくとも１種のガスでよい。

[0079] 例示的実施形態において、処理ガスは、不活性ガスをさらに含んでよい。不活性ガスは、一例では、Ａｒガス、Ｈｅガス、Ｋｒガス等の貴ガス又は窒素ガスでよい。

[0080] 工程ＳＴ１２における処理の間、処理ガスに含まれるガスやその流量（分圧）は、変更されてもされなくてもよい。例えば、シリコン含有膜ＳＦが異なる種類のシリコン含有膜からなる積層膜で構成される場合、処理ガスの構成や各ガスの流量（分圧）は、エッチングの進行に伴って（すなわちエッチングする膜の種類に応じて）変更されてよい。なお、工程ＳＴ１２における処理の間、基板支持部１１の温度は、工程ＳＴ１１で調整した設定温度に維持されてよく、また変更されてもよい。

[0081] 工程ＳＴ１２において、プラズマ処理空間１０ｓ内に上述した処理ガスが供給された後、当該処理ガスからプラズマが生成される。これにより基板Wがエッチングされる。例示的実施形態において、プラズマの生成は次のように実行されてよい。まず基板支持部１１の下部電極及び／又はシャワーヘッド１３の少なくとも１つの上部電極にソースＲＦ信号が供給される。これにより、シャワーヘッド１３と基板支持部１１との間で高周波電界が生成され、チャンバ１０内の処理ガスからプラズマが生成される。また基板支持部１１の下部電極にバイアス信号が供給される。これにより、プラズマ中の活性種が基板Wに引きよせられてシリコン含有膜ＳＦがエッチングされる。

[0082] 例示的実施形態において、バイアス信号は、第２のＲＦ生成部３１ｂから供給されるバイアスＲＦ信号であってよい。またバイアス信号は、ＤＣ生成部３２ａから供給されるバイアスＤＣ信号であってもよい。ソースＲＦ信号及びバイアス信号は、双方が連続波又はパルス波でよく、また一方が連続波で他方がパルス波でもよい。ソースＲＦ信号及びバイアス信号の双方がパルス波である場合、双方のパルス波の周期は同期してよく、また同期しなくてもよい。ソースＲＦ信号及び／又はバイアス信号パルス波のデューティ比は適宜設定してよく、例えば、１～８０％でよく、また５～５０％でよい。なお、デューティ比は、パルス波の周期における、電力又は電圧レベルが高い期間が占める割合である。またバイアス信号として、バイアスＤＣ信号を用いる場合、パルス波は、矩形、台形、三角形又はこれらの組み合わせの波形を有してよい。バイアスＤＣ信号の極性は、プラズマと基板との間に電位差を与えて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。

[0083] 図５は、工程ＳＴ１２の終了時の基板Ｗの断面構造の一例を示す図である。図５に示すように、工程ＳＴ１２における処理により、シリコン含有膜ＳＦのうち、開口ＯＰにおいて露出した部分が深さ方向（図５で上から下に向かう方向）にエッチングされ、凹部ＲＣが形成される。図５は、工程ＳＴ１２によるエッチングにより、凹部ＲＣの底部ＢＴが下地膜ＵＦに到達し、下地膜ＵＦが露出した例である。この状態における凹部ＲＣのアスペクト比は、例えば、２０以上でよく、３０以上、４０以上、５０以上、又は１００以上でもよい。

[0084] 上述のとおり、処理ガスは、ＨＦガス、リン含有ガス及び第１のハロゲン含有ガスを含む。ＨＦガスは、プラズマ中でＨＦ種を生成し、シリコン含有膜ＳＦのエッチャントとして機能する。リン含有ガスは、ＨＦ種とシリコン含有膜ＳＦとの反応を促進する。なお、リン含有ガスがオキシハロゲン化リンガス及び／又はハロゲン化リンガスである場合、かかるリン含有ガスは、ＨＦ種とシリコン含有膜ＳＦとの反応を促進するとともに、エッチング形状

の改善と、開口ＯＰの閉塞（クロッギング：Ｃｌｏｇｇｉｎｇ）の抑制に寄与し得る。また第１のハロゲン含有ガスは、エッチング形状の改善及びマスクＭＫの保護に寄与する。なお、エッチング形状の改善は、真円度の向上、ベンディング（Ｂｅｎｄｉｎｇ）の抑制、及び／又は、ボーイング（Ｂｏｗｉｎｇ）の抑制であり得る。

[0085] 第１のハロゲン含有ガス又はリン含有ガス（オキシハロゲン化リンガス及び／又はハロゲン化リンガス）は、上述のとおりエッチングにおいて複数の機能を有するガスである。これらのガスは１つの分子からなるガスであるので、同様の機能を得るために２種類以上の異なるガスを組み合わせる場合に比べて、処理ガス中の分圧を低く抑えることができる。これにより、処理ガス中のエッチャントであるＨＦガスの分圧を高くすることができる。したがって、方法ＭＴ１によれば、ＨＦガスの分圧を高く維持しつつ、エッチング形状の改善、クロッギングの抑制、あるいはマスクの保護を実現することができる。

[0086] 本開示の一つの例示的実施形態によれば、エッチング形状を改善する技術を提供することができる。

[0087] ＜実施例＞

次に、実施例について説明する。本開示は、以下の実施例によって何ら限定されるものではない。図６は、実施例及び参考例を説明するための図である。

[0088] （実施例１）

図２に示すプラズマ処理装置１を用いて、図３で説明したフローチャットに沿って、図４に示す基板Ｗをエッチングした。まず、工程ＳＴ１１において、基板支持部１１上に基板Ｗを提供した。基板Ｗのシリコン含有膜ＳＦは、シリコン酸化膜とシリコン窒化膜とからなる多層積層膜であった。マスクＭＫは、ホール状の開口ＯＰを有するアモルファスカーボン膜であった。続いて、工程ＳＴ１２において、図６の「実施例１」の欄に示す処理ガスから生成した生成したプラズマを用いて、シリコン含有膜ＳＦをエッチングした

。

[0089]（実施例２）

実施例２は、工程ＳＴ１２において、図６の「実施例２」の欄に示す処理ガスを用いたことを除き、実施例１と同様である。

[0090]（参考例）

参考例は、工程ＳＴ１２において、図６の「参考例」の欄に示す処理ガスを用いたことを除き、実施例１と同様である。

[0091] 図６において、「エッチングレート」は、参考例のエッチングレートを１とした場合の各実施例のエッチングレートである。また「ボーイング」は、参考例のシリコン含有膜ＳＦに生じたボーイングのＣＤ（Ｃｒｉｔｉｃａｌ ｄｉｍｅｎｓｉｏｎ）を１とした場合の各実施例のシリコン含有膜ＳＦに生じたボーイングのＣＤを示す。図６に示すとおり、実施例１及び実施例２のいずれも参考例と同程度のエッチングレートが達成できた。また実施例１及び実施例２のいずれも参考例と同程度にボーイングを抑制することができた。

[0092] 本開示の実施形態は、以下の態様をさらに含む。

[0093]（付記１）

第１膜と、前記第１膜上の第２膜と、を含む基板を提供する工程であって、前記第１膜はシリコンを含み、前記第２膜は少なくとも１つの開口を含む、工程と、

処理ガスからプラズマを生成して前記第１膜をエッチングする工程であって、前記処理ガスは、フッ化水素ガス、第１のハロゲン含有ガス及びリン含有ガスを含み、前記第１のハロゲン含有ガスは、炭素及びフッ素以外のハロゲンを少なくとも含む、工程と、

を含むエッチング方法。

[0094]（付記２）

前記第１のハロゲン含有ガスは、$C_sH_tBr_uCl_vF_w$（ｓは１以上７以下の整数であり、ｕ及びｖの和は１以上の整数であり、ｔ、ｕ、ｖ及びｗは、

それぞれ０以上１６以下の整数である）で表されるガスを含む、付記１に記載のエッチング方法。

[0095]（付記３）

前記第１のハロゲン含有ガスは、前記フッ素以外のハロゲンとして、臭素を含む、付記１又は付記２に記載のエッチング方法。

[0096]（付記４）

前記第１のハロゲン含有ガスは、前記フッ素以外のハロゲンとして、塩素を含む、付記１から付記３のいずれか１つに記載のエッチング方法。

[0097]（付記５）

前記第１のハロゲン含有ガスは、フッ素をさらに含む、付記１から付記４のいずれか１つに記載のエッチング方法。

[0098]（付記６）

前記第１のハロゲン含有ガスは、$CHCl_3$ガス、CH_2Cl_2ガス及び$CF_2Br_2Cl_2$ガスからなる群から選択される少なくとも１種を含む、付記１から付記５のいずれか１つに記載のエッチング方法。

[0099]（付記７）

前記リン含有ガスは、ハロゲン化リンガスを含む、付記１から付記６のいずれか１つに記載のエッチング方法。

[0100]（付記８）

前記リン含有ガスは、オキシハロゲン化リンガスを含む、付記１から付記７のいずれか１つに記載のエッチング方法。

[0101]（付記９）

前記オキシハロゲン化リンガスは、$POCl_3$ガス、$POCl_2F$ガス、$POClF_2$ガス及びPOF_3ガスからなる群から選択される少なくとも１種を含む、付記８に記載のエッチング方法。

[0102]（付記１０）

前記リン含有ガスは、オキシハロゲン化リンガスと、ハロゲン化リンガスと、を含む、付記１から付記９のいずれか１つに記載のエッチング方法。

[0103] （付記１１）

前記オキシハロゲン化リンガスの分圧に対する前記ハロゲン化リンガスの分圧の比は、０．１以上３．０以下である、付記１０に記載のエッチング方法。

[0104] （付記１２）

前記処理ガスの総流量に対する、前記リン含有ガス及び前記第１のハロゲン含有ガスの流量の比は、２０体積％以下である、付記１から付記１１のいずれか１つに記載のエッチング方法。

[0105] （付記１３）

前記処理ガスは、前記第１のハロゲン含有ガスと異なる第２のハロゲン含有ガスをさらに含む、付記１から付記１２のいずれか１つに記載のエッチング方法。

[0106] （付記１４）

前記第２のハロゲン含有ガスは、炭素を含まない、付記１３に記載のエッチング方法。

[0107] （付記１５）

前記第２のハロゲン含有ガスは、前記第１のハロゲン含有ガスに含まれるハロゲンとは異なる種類のハロゲンを含む、付記１３又は付記１４に記載のエッチング方法。

[0108] （付記１６）

前記第１膜は、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜及びポリシリコン膜からなる群から選択される少なくとも１種を含む、付記１から付記１５のいずれか１つに記載のエッチング方法。

[0109] （付記１７）

前記第２膜は、炭素及び金属の少なくともいずれかを含む膜である、付記１から付記１６のいずれか１つに記載のエッチング方法。

[0110] （付記１８）

第１膜と、前記第１膜上の第２膜と、を含む基板を提供する工程であって

、前記第１膜はシリコンを含み、前記第２膜は少なくとも１つの開口を含む、工程と、

処理ガスからプラズマを生成して前記第１膜をエッチングする工程であって、前記処理ガスは、フッ素及び水素を含み前記プラズマ中にフッ化水素を生成可能な１種類以上のガスと、第１のハロゲン含有ガスと、リン含有ガスと、を含み、前記第１のハロゲン含有ガスは、炭素及びフッ素以外のハロゲンを少なくとも含み、前記リン含有ガスは、リン及びハロゲンを含む、工程と、

を含むエッチング方法。

[0111]（付記１９）

前記処理ガスは、第３のハロゲン含有ガスをさらに含み、前記第３のハロゲン含有ガスは、炭素及びリンを含まない、付記１８に記載のエッチング方法。

[0112]（付記２０）

チャンバと制御部とを備え、

前記制御部は、

第１膜と、前記第１膜上の第２膜と、を含む基板を前記チャンバ内に提供する制御であって、前記第１膜はシリコンを含み、前記第２膜は少なくとも１つの開口を含む、制御と、

処理ガスからプラズマを生成して前記第１膜をエッチングする制御であって、前記処理ガスは、フッ化水素ガス、第１のハロゲン含有ガス及びリン含有ガスを含み、前記第１のハロゲン含有ガスは、炭素及びフッ素以外のハロゲンを少なくとも含む、制御と、を実行するように構成されている、

プラズマ処理装置。

[0113] 以上の各実施形態は、説明の目的で記載されており、本開示の範囲を限定することを意図するものではない。以上の各実施形態は、本開示の範囲及び趣旨から逸脱することなく種々の変形をなし得る。例えば、ある実施形態における一部の構成要素を、他の実施形態に追加することができる。また、あ

る実施形態における一部の構成要素を、他の実施形態の対応する構成要素と置換することができる。

符号の説明

[0114] １……プラズマ処理装置、２……制御部、１０……プラズマ処理チャンバ、１０ｓ……プラズマ処理空間、１１……基板支持部、１３……シャワーヘッド、２０……ガス供給部、３１ａ……第１のＲＦ生成部、３１ｂ……第２のＲＦ生成部、３２ａ……第１のＤＣ生成部、ＳＦ……シリコン含有膜、ＭＫ……マスク、ＯＰ……開口、ＲＣ……凹部、ＵＦ……下地膜、Ｗ……基板

請求の範囲

[請求項1] 第１膜と、前記第１膜上の第２膜と、を含む基板を提供する工程であって、前記第１膜はシリコンを含み、前記第２膜は少なくとも１つの開口を含む、工程と、

処理ガスからプラズマを生成して前記第１膜をエッチングする工程であって、前記処理ガスは、フッ化水素ガス、第１のハロゲン含有ガス及びリン含有ガスを含み、前記第１のハロゲン含有ガスは、炭素及びフッ素以外のハロゲンを少なくとも含む、工程と、

を含むエッチング方法。

[請求項2] 前記第１のハロゲン含有ガスは、$C_sH_tBr_uCl_vF_w$（ｓは１以上７以下の整数であり、ｕ及びｖの和は１以上の整数であり、ｔ、ｕ、ｖ及びｗは、それぞれ０以上１６以下の整数である）で表されるガスを含む、請求項１に記載のエッチング方法。

[請求項3] 前記第１のハロゲン含有ガスは、前記フッ素以外のハロゲンとして、臭素を含む、請求項１に記載のエッチング方法。

[請求項4] 前記第１のハロゲン含有ガスは、前記フッ素以外のハロゲンとして、塩素を含む、請求項１に記載のエッチング方法。

[請求項5] 前記第１のハロゲン含有ガスは、フッ素をさらに含む、請求項１に記載のエッチング方法。

[請求項6] 前記第１のハロゲン含有ガスは、$CHCl_3$ガス、CH_2Cl_2ガス及び$CF_2Br_2Cl_2$ガスからなる群から選択される少なくとも１種を含む、請求項１に記載のエッチング方法。

[請求項7] 前記リン含有ガスは、ハロゲン化リンガスを含む、請求項１から請求項６のいずれか１項に記載のエッチング方法。

[請求項8] 前記リン含有ガスは、オキシハロゲン化リンガスを含む、請求項１から請求項６のいずれか１項に記載のエッチング方法。

[請求項9] 前記オキシハロゲン化リンガスは、$POCl_3$ガス、$POCl_2F$ガス、$POClF_2$ガス及びPOF_3ガスからなる群から選択される

少なくとも１種を含む、請求項８に記載のエッチング方法。

[請求項10] 前記リン含有ガスは、オキシハロゲン化リンガスと、ハロゲン化リンガスと、を含む、請求項１から請求項６のいずれか１項に記載のエッチング方法。

[請求項11] 前記オキシハロゲン化リンガスの分圧に対する前記ハロゲン化リンガスの分圧の比は、０．１以上３．０以下である、請求項１０に記載のエッチング方法。

[請求項12] 前記処理ガスの総流量に対する、前記リン含有ガス及び前記第１のハロゲン含有ガスの流量の比は、２０体積%以下である、請求項１から請求項６のいずれか１項に記載のエッチング方法。

[請求項13] 前記処理ガスは、前記第１のハロゲン含有ガスと異なる第２のハロゲン含有ガスをさらに含む、請求項１から請求項６のいずれか１項に記載のエッチング方法。

[請求項14] 前記第２のハロゲン含有ガスは、炭素を含まない、請求項１３に記載のエッチング方法。

[請求項15] 前記第２のハロゲン含有ガスは、前記第１のハロゲン含有ガスに含まれるハロゲンとは異なる種類のハロゲンを含む、請求項１３に記載のエッチング方法。

[請求項16] 前記第１膜は、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜及びポリシリコン膜からなる群から選択される少なくとも１種を含む、請求項１から請求項６のいずれか１項に記載のエッチング方法。

[請求項17] 前記第２膜は、炭素及び金属の少なくともいずれかを含む膜である、請求項１から請求項６のいずれか１項に記載のエッチング方法。

[請求項18] 第１膜と、前記第１膜上の第２膜と、を含む基板を提供する工程であって、前記第１膜はシリコンを含み、前記第２膜は少なくとも１つの開口を含む、工程と、

処理ガスからプラズマを生成して前記第１膜をエッチングする工程であって、前記処理ガスは、フッ素及び水素を含み前記プラズマ中に

フッ化水素を生成可能な１種類以上のガスと、第１のハロゲン含有ガスと、リン含有ガスと、を含み、前記第１のハロゲン含有ガスは、炭素及びフッ素以外のハロゲンを少なくとも含み、前記リン含有ガスは、リン及びハロゲンを含む、工程と、

を含むエッチング方法。

[請求項19] 前記処理ガスは、第３のハロゲン含有ガスをさらに含み、前記第３のハロゲン含有ガスは、炭素及びリンを含まない、請求項１８に記載のエッチング方法。

[請求項20] チャンバと制御部とを備え、

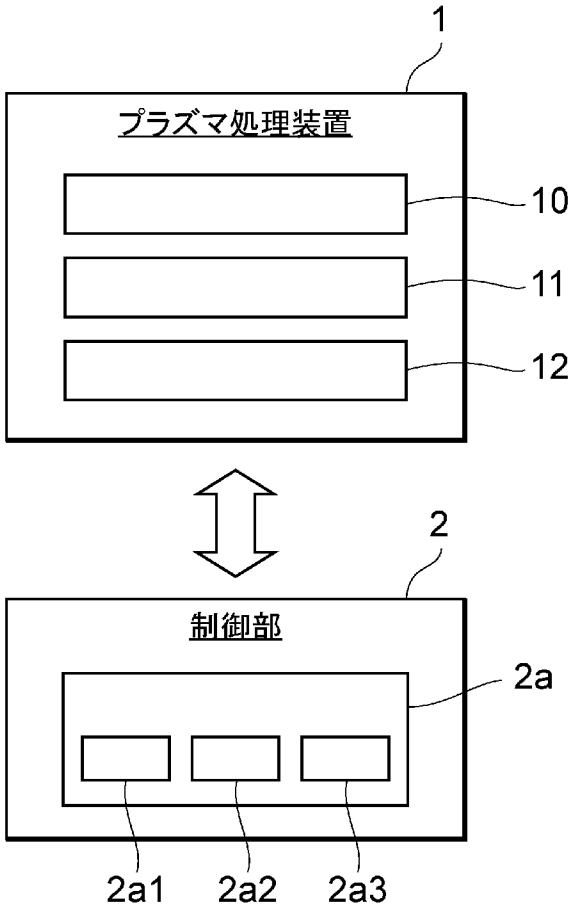
前記制御部は、

第１膜と、前記第１膜上の第２膜と、を含む基板を前記チャンバ内に提供する制御であって、前記第１膜はシリコンを含み、前記第２膜は少なくとも１つの開口を含む、制御と、

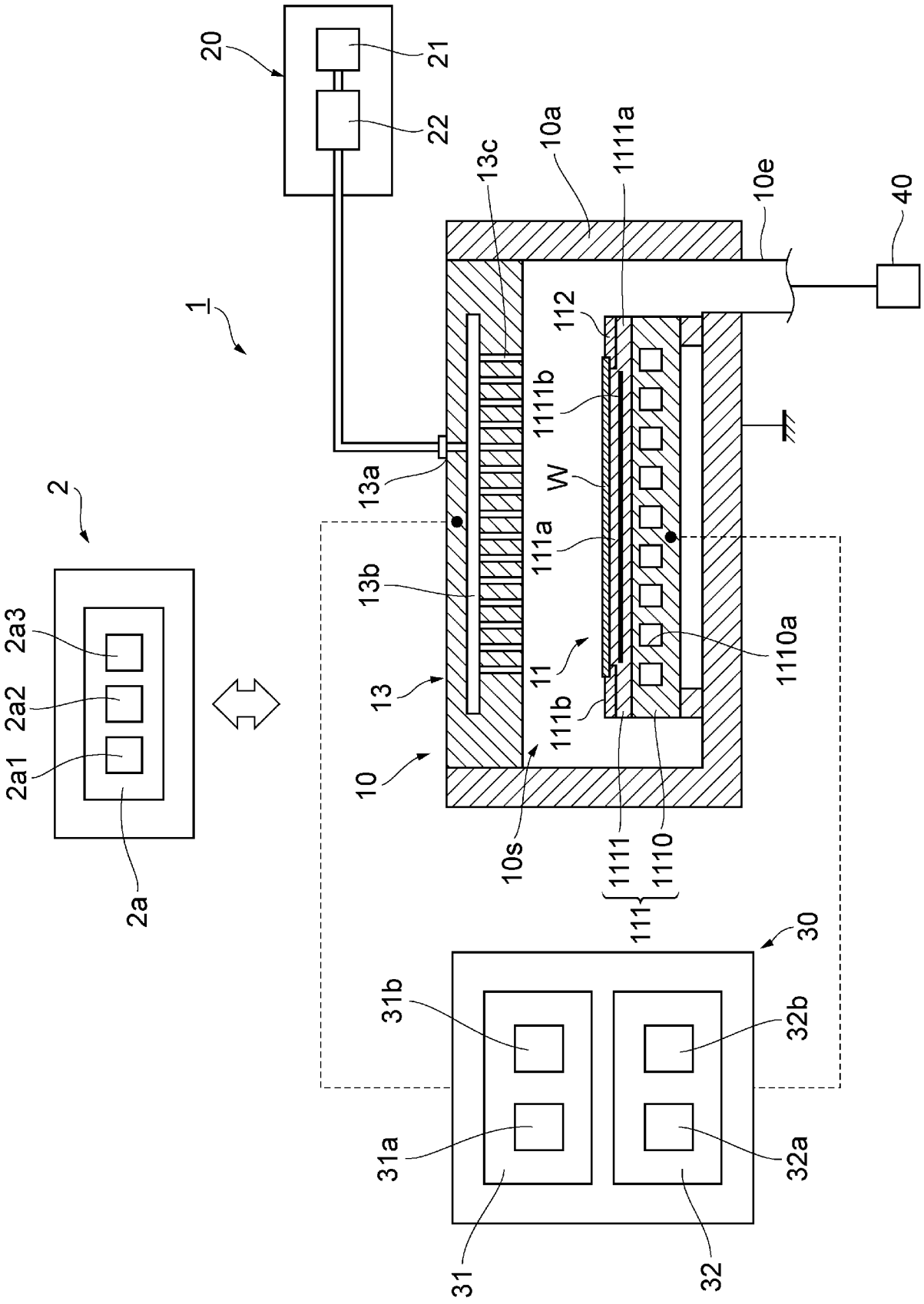
処理ガスからプラズマを生成して前記第１膜をエッチングする制御であって、前記処理ガスは、フッ化水素ガス、第１のハロゲン含有ガス及びリン含有ガスを含み、前記第１のハロゲン含有ガスは、炭素及びフッ素以外のハロゲンを少なくとも含む、制御と、を実行するように構成されている、

プラズマ処理装置。

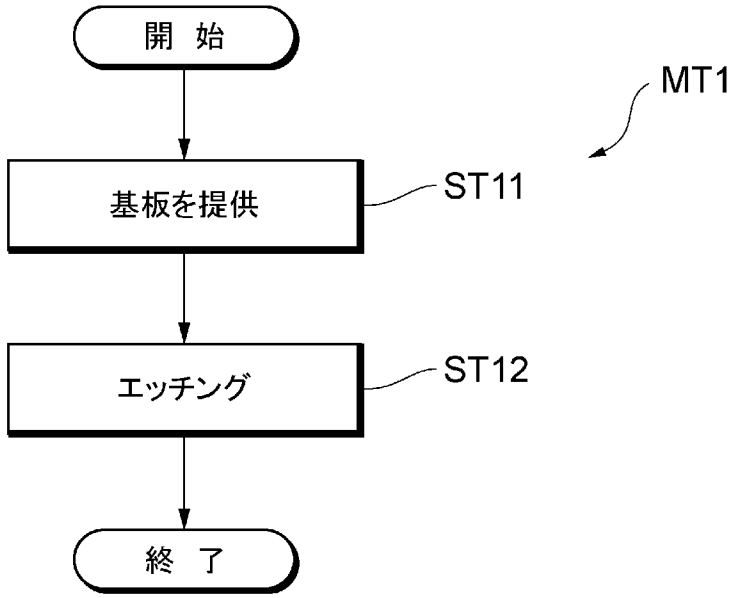
[図1]



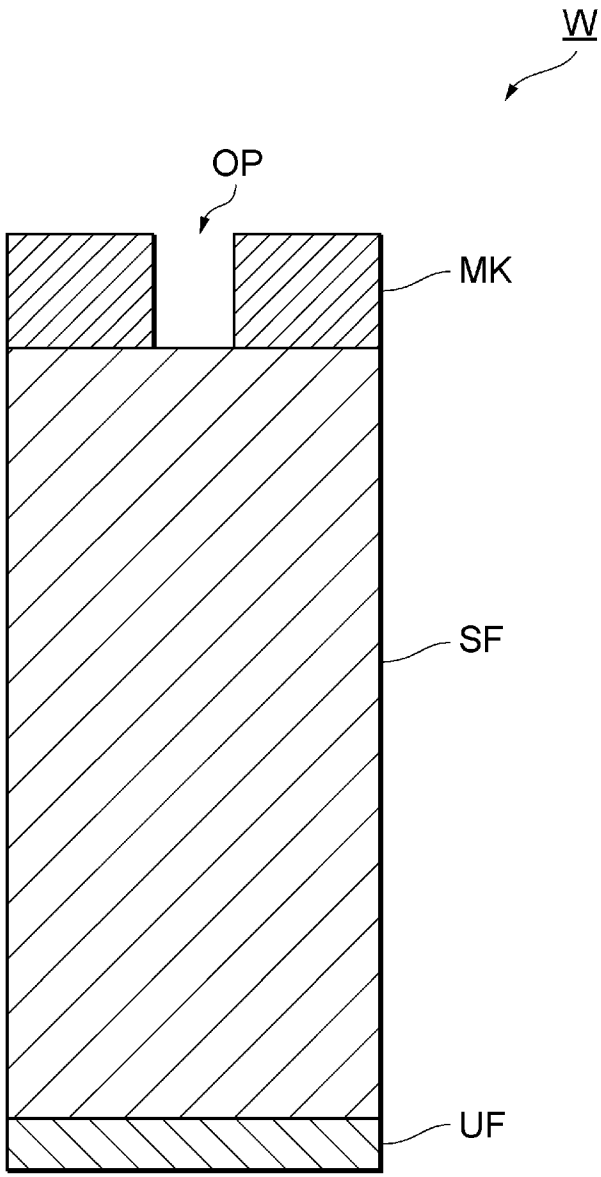
[図2]


20
21
22
13c
10a
1111a
10e
40
1
112
1111b
W
13a
111a
2
13b
2a3
2a2
2a1
13
11
1110a
10
111b
2a
10s
1111
1110
111
30
31b
32b
31a
32a
31
32

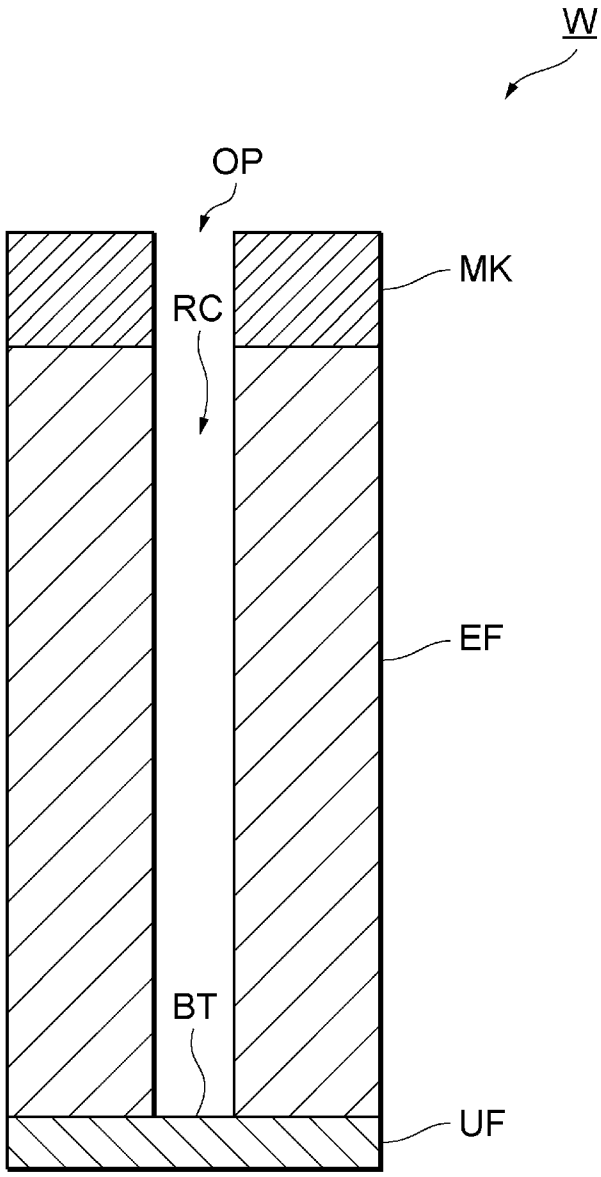
[図3]



[図4]



[図5]



[図6]

	処理ガス	エッチングレート	ボーイング
参考例	・フッ化水素ガス ・ハロゲン化リンガス ・ハロゲン含有ガス ・ハイドロフルオロカーボンガス	1	1
実施例1	・フッ化水素ガス ・オキシハロゲン化リンガス ・炭素、臭素及びフッ素を含むガス （第1のハロゲン含有ガス）	1.0	1.0
実施例2	・フッ化水素ガス ・オキシハロゲン化リンガス ・ハロゲン化リンガス ・炭素、臭素及びフッ素を含むガス （第1のハロゲン含有ガス）	1.0	1.0

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/030184

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/3065(2006.01)i
FI: H01L21/302 105A

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 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	WO 2021/090798 A1 (TOKYO ELECTRON LTD.) 14 May 2021 (2021-05-14) paragraphs [0033]-[0037], [0067]-[0072], [0117], [0118]	1-20
Y	JP 2020-115538 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 30 July 2020 (2020-07-30) paragraphs [0041], [0060], [0070], [0071]	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	Date of mailing of the international search report
01 November 2023	**14 November 2023**
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/JP2023/030184

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2021/090798 A1	14 May 2021	US 2022/0157610 A1 paragraphs [0055]-[0059], [0086]-[0093], [0158], [0159] KR 10-2021-0057061 A CN 114175214 A TW 202125624 A	
JP 2020-115538 A	30 July 2020	US 2021/0082709 A1 paragraphs [0070], [0134], [0165], [0166] CN 111066129 A TW 202004908 A KR 10-2021-0015739 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/030184

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

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	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３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	WO 2021/090798 A1 (東京エレクトロン株式会社) 14.05.2021 (2021-05-14) [0033]-[0037], [0067]-[0072], [0117], [0118]	1-20
Y	JP 2020-115538 A (東京エレクトロン株式会社) 30.07.2020 (2020-07-30) [0041], [0060], [0070], [0071]	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	国際調査報告の発送日
01.11.2023	14.11.2023

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）
山口　祐一郎 50 5093
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/JP2023/030184

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2021/090798 A1	14.05.2021	US 2022/0157610 A1 [0055]-[0059], [0086]-[0093], [0158], [0159] KR 10-2021-0057061 A CN 114175214 A TW 202125624 A	
JP 2020-115538 A	30.07.2020	US 2021/0082709 A1 [0070], [0134], [0165], [0166] CN 111066129 A TW 202004908 A KR 10-2021-0015739 A	