

## 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] 本開示の例示的实施形態は、エッチング方法及びプラズマ処理装置に関するものである。

### 背景技術

[0002] 特許文献1は、窒化シリコン膜を選択的にエッチングする方法を開示する。この方法は、窒化シリコン膜を有する基板を処理空間に配置する第1の工程と、処理空間にHとFとを含むガスを導入する第2の工程と、処理空間に不活性ガスのラジカルを選択的に導入する第3の工程とを有する。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2019-12759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、エッチング選択比を向上できるエッチング方法及びプラズマ処理装置を提供する。

#### 課題を解決するための手段

[0005] 一つの例示的实施形態において、エッチング方法は、(a)チャンバ内で基板支持部上に基板を提供する工程であり、前記基板は、第1領域と第2領域とを含み、前記第1領域は、酸化シリコン及び炭素からなる群から選択される少なくとも1つを含む第1材料を含み、前記第2領域は、前記第1材料とは異なる第2材料を含む、工程と、(b)前記基板支持部に電気バイアスを供給せずに、前記基板を、フッ化水素を含む第1処理ガスから生成される第1プラズマに晒す工程と、を含む。

### 発明の効果

[0006] 一つの例示的实施形態によれば、エッチング選択比を向上できるエッチング方法及びプラズマ処理装置が提供される。

### 図面の簡単な説明

[0007] [図1]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。

[図2]図2は、誘導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]図3は、一つの例示的实施形態に係るエッチング方法のフローチャートである。

[図4]図4は、図3の方法が適用され得る一例の基板の部分拡大図である。

[図5]図5は、一つの例示的实施形態に係るエッチング方法の一工程を示す断面図である。

[図6]図6は、一つの例示的实施形態に係るエッチング方法の一工程を示す断面図である。

[図7]図7は、一つの例示的实施形態に係るエッチング方法のフローチャートである。

[図8]図8は、膜種とエッチング量との関係の例を示すグラフである。

[図9]図9は、図7の方法が適用され得る一例の基板の部分拡大図である。

[図10]図10は、一つの例示的实施形態に係るエッチング方法の一工程を示す断面図である。

[図11]図11は、一つの例示的实施形態に係るエッチング方法のフローチャートである。

[図12]図12は、図11の方法が適用され得る一例の基板の部分拡大図である。

[図13]図13は、一つの例示的实施形態に係るエッチング方法の一工程を示す断面図である。

[図14]図14は、一つの例示的实施形態に係るエッチング方法の一工程を示す断面図である。

[図15]図15は、一つの例示的实施形態に係るエッチング方法の一工程を示す断面図である。

す断面図である。

[図16]図16は、一つの例示的实施形態に係るエッチング方法の一工程を示す断面図である。

[図17]図17は、一つの例示的实施形態に係るエッチング方法のフローチャートである。

[図18]図18は、一つの例示的实施形態に係るエッチング方法の一工程を示す断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0008] 以下、図面を参照して種々の例示的实施形態について詳細を説明する。なお、各図面において同一又は相当の部分に対しては同一の符号を附することとする。

[0009] 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。

[0010] 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。

[0011] 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 D

rive)、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。

[0012] 以下に、プラズマ処理装置1の一例としての誘導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、誘導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。

[0013] 誘導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。プラズマ処理チャンバ10は、誘電体窓101を含む。また、プラズマ処理装置1は、基板支持部11、ガス導入部及びアンテナ14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。アンテナ14は、プラズマ処理チャンバ10上又はその上方（すなわち誘電体窓101上又はその上方）に配置される。プラズマ処理チャンバ10は、誘電体窓101、プラズマ処理チャンバ10の側壁102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。

[0014] 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。

[0015] 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111を含む。基台1110は、導電性部材を含む。基台1110の導電性

部材はバイアス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電極がバイアス電極として機能する。なお、基台１１１０の導電性部材と少なくとも１つのＲＦ／ＤＣ電極とが複数のバイアス電極として機能してもよい。また、静電電極１１１１ｂがバイアス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つのバイアス電極を含む。

[0016] 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。

[0017] 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。

[0018] ガス導入部は、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。一実施形態において、ガス導入部は、中央ガス注入部(CGI: Center Gas Injector)13を含む。中央ガス注入部13は、基板支持部11の上方に配置され、誘電体窓101に形成された中央開口部に取り付けられる。中央ガス注入部13は、少なくとも1つのガス供給口13a、少なくとも1つのガス流路13b、及び少なくとも1つのガス導入口13cを有する。ガス供給口13aに供給された処理ガスは、ガス流路13bを通過してガス導入口13cからプラズマ処理空間10s内に導入される。なお、ガス導入部は、中央ガス注入部13に加えて又はその代わりに、側壁102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。

[0019] 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を介してガス導入部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。

[0020] 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つのバイアス電極及びアンテナ14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つのバイアス電極に供給する

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を基板Wに引き込むことができる。

[0021] 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アンテナ14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、アンテナ14に供給される。

[0022] 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つのバイアス電極に結合され、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つのバイアス電極に供給される。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。

[0023] 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、バイアスDC生成部32aを含む。一実施形態において、バイアスDC生成部32aは、少なくとも1つのバイアス電極に接続され、バイアスDC信号を生成するように構成される。生成されたバイアスDC信号は、少なくとも1つのバイアス電極に印加される。

[0024] 種々の実施形態において、バイアスDC信号は、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つのバイアス電極に印加される。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バイアスDC生成部32aと少なくとも1つのバイアス電極との間に接続される。従って、バイアス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。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、バイアスDC生成部32aは、RF電源31に加えて設けられてもよく、第2のRF生成部31bに代えて設けられてもよい。

[0025] アンテナ14は、1又は複数のコイルを含む。一実施形態において、アンテナ14は、同軸上に配置された外側コイル及び内側コイルを含んでもよい。この場合、RF電源31は、外側コイル及び内側コイルの双方に接続されてもよく、外側コイル及び内側コイルのうちいずれか一方に接続されてもよい。前者の場合、同一のRF生成部が外側コイル及び内側コイルの双方に接続されてもよく、別個のRF生成部が外側コイル及び内側コイルに別々に接続されてもよい。

[0026] 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。

[0027] 図3は、一つの例示的实施形態に係るエッチング方法のフローチャートである。図3に示されるエッチング方法MT1（以下、「方法MT1」という）は、上記実施形態のプラズマ処理装置1により実行され得る。方法MT1は、図4の基板Wに適用され得る。

[0028] 図4は、図3の方法が適用され得る一例の基板の断面図である。図4に示

されるように、一実施形態において、基板Wは、第1領域R1と第2領域R2とを含んでもよい。第1領域R1は、マスクであってもよい。第1領域R1は、少なくとも1つの開口OPを有してもよい。少なくとも1つの開口OPは、ホールであってもよいし、スリットであってもよい。第1領域R1は、複数の開口OPを有してもよい。第1領域R1は、第2領域R2上の領域であってもよい。第2領域R2は、エッチング対象膜であってもよい。基板Wは、下地領域URを更にも含んでもよい。第2領域R2は、下地領域UR上の領域であってもよい。第1領域R1、第2領域R2及び下地領域URは、この順に配列されてもよい。第1領域R1、第2領域R2及び下地領域URのそれぞれは膜であってもよい。

[0029] 第1領域R1は、第1材料を含む。第1材料は、酸化シリコン( $\text{SiO}_x$ )及び炭素からなる群から選択される少なくとも1つを含んでもよい。 $x$ は正の実数である。第1材料は、フッ化炭素以外の炭素含有材料であってもよい。第1材料は、フォトレジスト(ポリマー)及びアモルファスカーボンからなる群から選択される少なくとも1つの炭素含有材料であってもよい。

[0030] 第2領域R2は、第2材料を含む。第2材料は、第1材料とは異なる。第2材料は、酸化シリコン、窒化シリコン( $\text{SiN}_x$ )、酸窒化シリコン( $\text{SiON}$ )、ポリシリコン、金属及び炭素からなる群から選択される少なくとも1つを含んでもよい。 $x$ は正の実数である。第2材料は、タングステン(W)、モリブデン(Mo)及びチタン(Ti)からなる群から選択される少なくとも1つの金属を含んでもよい。第2材料は、金属元素と非金属元素とを含む化合物であってもよい。第2材料は、金属シリサイド、金属ナイトライド及び金属カーバイドからなる群から選択される少なくとも1つであってもよい。第2材料は、タングステンシリサイド( $\text{WSi}$ )であってもよい。第2材料は、フッ化炭素であってもよい。

[0031] 下地領域URは、金属又はシリコンを含んでもよい。

[0032] 以下、方法MT1について、方法MT1が上記実施形態のプラズマ処理装置1を用いて基板Wに適用される場合を例にとって、図3～図6を参照しな

がら説明する。図5～図6は、一つの例示的实施形態に係るエッチング方法の一工程を示す断面図である。プラズマ処理装置1が用いられる場合には、制御部2によるプラズマ処理装置1の各部の制御により、プラズマ処理装置1において方法MT1が実行され得る。方法MT1では、図2に示されるように、プラズマ処理チャンバ10内に配置された基板支持部11上の基板Wを処理する。

[0033] 図3に示されるように、方法MT1は、工程ST1～工程ST4を含んでもよい。工程ST1～工程ST4は順に実行され得る。工程ST2は工程ST3の後に行われてもよい。方法MT1は、工程ST2及び工程ST4のうち少なくとも1つを含まなくてもよい。

[0034] (工程ST1)

工程ST1では、図4に示される基板Wを、プラズマ処理チャンバ10内で基板支持部11上に提供する。

[0035] (工程ST2)

工程ST2では、図5に示されるように、基板支持部11に電気バイアスを供給しながら、基板Wを、第2処理ガスから生成される第2プラズマPL2に晒す。これにより、第2領域R2をエッチングする。エッチングにより、第2領域R2に凹部RSが形成される。凹部RSは第1領域R1の開口OPに対応する。基板支持部11に供給される電気バイアスは、バイアスRF電力であってもよいし、バイアスDC電力であってもよい。工程ST2の終了時に第2処理ガスの供給は停止され得る。

[0036] 第2処理ガスは、フルオロカーボンガスを含んでもよい。フルオロカーボンガスの例は、 $C_4F_6$ ガスを含む。第2処理ガスは、酸素含有ガスを更にも含む。酸素含有ガスの例は、酸素ガスを含む。第2処理ガスは、貴ガス及び窒素( $N_2$ )ガスからなる群から選択される少なくとも1つの不活性ガスを更にも含む。本明細書において、貴ガスの例はアルゴン(Ar)ガス、ヘリウム(He)ガス、キセノン(Xe)ガス及びネオン(Ne)ガスを含む。

- [0037] 工程ST2の持続時間は、0.1～100秒であってもよいし、10～50秒であってもよい。
- [0038] 工程ST2において、基板支持部11の温度は、10℃以上であってもよいし、30℃以上であってもよいし、40℃以上であってもよい。工程ST2において、基板支持部11の温度は、150℃以下であってもよいし、120℃以下であってもよいし、80℃以下であってもよい。
- [0039] 工程ST2において、プラズマ処理チャンバ10内の圧力は10mTorr（1.3Pa）以上であってもよい。また、プラズマ処理チャンバ10内の圧力は、100mTorr（13Pa）以下であってもよい。
- [0040] 工程ST2は以下のように行われてもよい。ガス供給部20により、第2処理ガスをプラズマ処理チャンバ10内に供給する。制御部2は、第2処理ガスから第2プラズマPL2が生成されるように、ガス供給部20及びプラズマ生成部12を制御する。制御部2は、基板支持部11に電気バイアスが供給されるように、電源30を制御する。
- [0041] （工程ST3）
- 工程ST3では、図6に示されるように、基板支持部11に電気バイアスを供給せずに、基板Wを、第1処理ガスから生成される第1プラズマPL1に晒す。基板支持部11に高周波電力が供給されなくてもよい。凹部RSは、第1プラズマPL1によりエッチングされてもよい。工程ST2において開口OPに付着した堆積物が、第1プラズマPL1により除去されてもよい。工程ST2におけるエッチング残渣が、第1プラズマPL1により除去されてもよい。工程ST3の終了時に第1処理ガスの供給は停止され得る。
- [0042] 第1処理ガスは、第2処理ガスとは異なる。第1処理ガスは、フッ化水素ガスを含む。第1処理ガスは、貴ガス及び窒素ガスからなる群から選択される少なくとも1つの不活性ガスを更に含んでもよい。第1処理ガスに含まれる全てのガスの流量のうち、フッ化水素ガスの流量が最も大きくてもよい。第1処理ガスに含まれ得る不活性ガスは、工程ST2の第2処理ガスに含まれる不活性ガスと同じであってもよいし、異なってもよい。第1処理ガスは

、フッ化水素ガス以外のフッ素含有ガスを含まなくてもよい。

[0043] 工程ST3の持続時間は、工程ST2の持続時間より短くてもよい。工程ST3の持続時間は、0.1～100秒であってもよいし、1～5秒であってもよい。

[0044] 工程ST3において、基板支持部11の温度は、10℃以上であってもよいし、30℃以上であってもよいし、50℃以上であってもよい。工程ST3において、基板支持部11の温度は、150℃以下であってもよいし、120℃以下であってもよい。

[0045] 工程ST3におけるプラズマ処理チャンバ10内の圧力は、工程ST2におけるプラズマ処理チャンバ10内の圧力より大きくてもよい。工程ST3において、プラズマ処理チャンバ10内の圧力は10mTorr（1.3Pa）以上であってもよい。また、プラズマ処理チャンバ10内の圧力は、1000mTorr（130Pa）以下であってもよい。

[0046] 工程ST3は以下のように行われてもよい。ガス供給部20により、第1処理ガスをプラズマ処理チャンバ10内に供給する。制御部2は、第1処理ガスから第1プラズマPL1が生成されるように、ガス供給部20及びプラズマ生成部12を制御する。制御部2は、基板支持部11に電気バイアスが供給されないように、電源30を制御する。

[0047] （工程ST4）

工程ST4では、工程ST2～工程ST3を繰り返す。これにより、第2領域R2のエッチング量を大きくできるので、凹部RSを深くできる。

[0048] 上記方法MT1によれば、工程ST3において、基板支持部11に電気バイアスが供給される場合に比べて、第1領域R1のエッチングが抑制される。その結果、第1領域R1に対する第2領域R2のエッチング選択比を向上できる。

[0049] また、上記方法MT1では、工程ST2において開口OPに付着した堆積物（例えばフッ化炭素を含む堆積物）を、工程ST3において除去できる。そのため、堆積物による開口OPの閉塞（クロッキング）を抑制できる。さ

らに、工程ST2の第2処理ガスに含まれるクロッシングを抑制するためのガス（例えば酸素含有ガス）の流量を少なくできる。

[0050] 図7は、一つの例示的实施形態に係るエッチング方法のフローチャートである。図7に示されるエッチング方法MT2（以下、「方法MT2」という）は、上記実施形態のプラズマ処理装置1により実行され得る。方法MT2は、図4の基板Wに適用され得る。

[0051] 以下、方法MT2について、方法MT2が上記実施形態のプラズマ処理装置1を用いて基板Wに適用される場合を例にとって、図4、図6及び図7を参照しながら説明する。プラズマ処理装置1が用いられる場合には、制御部2によるプラズマ処理装置1の各部の制御により、プラズマ処理装置1において方法MT2が実行され得る。方法MT2では、図2に示されるように、プラズマ処理チャンバ10内に配置された基板支持部11上の基板Wを処理する。

[0052] 図7に示されるように、方法MT2は、工程ST1及び工程ST3を含んでもよい。工程ST1及び工程ST3は順に実行され得る。

[0053] （工程ST1）

工程ST1では、図4に示される基板Wを、プラズマ処理チャンバ10内で基板支持部11上に提供する。本実施形態において、第2領域R2に含まれる第2材料は、窒化シリコン、酸窒化シリコン、ポリシリコン及び金属からなる群から選択される少なくとも1つを含んでもよい。

[0054] （工程ST3）

工程ST3では、図6に示されるように、基板支持部11に電気バイアスを供給せずに、基板Wを、フッ化水素ガスを含む第1処理ガスから生成される第1プラズマPL1に晒す。これにより、第2領域R2をエッチングする。エッチングにより、第2領域R2に凹部RSが形成される。工程ST3の終了時に第1処理ガスの供給は停止され得る。

[0055] 上記方法MT2によれば、工程ST3において、基板支持部11に電気バイアスが供給される場合に比べて、第1領域R1のエッチングが抑制される

。その結果、第1領域R1に対する第2領域R2のエッチング選択比を向上できる。

[0056] 以下、方法MT1及び方法MT2の評価のために行った種々の実験について説明する。以下に説明する実験は、本開示を限定するものではない。

[0057] (第1実験)

第1実験では、まず、プラズマ処理装置のチャンバ内で基板支持部上に基板を提供した(工程ST1)。基板は、シリコン酸化膜と、シリコン酸化膜上のマスクとを有する。マスクは、アモルファスカーボンを含む。

[0058] 次に、基板支持部に電気バイアスを供給しながら、第2処理ガスから生成される第2プラズマにより、マスクの開口を介してシリコン酸化膜をエッチングした(工程ST2)。第2処理ガスは、フルオロカーボンガスと、Arガスと、酸素ガスとの混合ガスである。工程ST2における基板支持部の温度は50℃であった。工程ST2の持続時間は30秒であった。

[0059] 次に、基板支持部に電気バイアスを供給せずに、第1処理ガスから生成される第1プラズマに基板を晒した(工程ST3)。第1処理ガスは、HFガスとArガスとの混合ガスである。工程ST3における基板支持部の温度は60℃であった。工程ST3の持続時間は2秒であった。次に、工程ST2及び工程ST3の各実行回数(サイクル数)が10回となるように、工程ST2及び工程ST3を繰り返した(工程ST4)。

[0060] (第2実験)

工程ST2の持続時間が25秒であり、サイクル数が12回となるように工程ST4を行ったこと以外は、第1実験と同じようにして第2実験を行った。

[0061] (第3実験)

工程ST2の持続時間が20秒であり、サイクル数が15回となるように工程ST4を行ったこと以外は、第1実験と同じようにして第3実験を行った。

[0062] (第4実験)

工程 S T 2 の持続時間が 3 0 0 秒であり、工程 S T 3 及び工程 S T 4 を行わなかったこと以外は、第 1 実験と同じようにして第 4 実験を行った。

[0063] (第 1 実験結果)

第 1 実験～第 4 実験のそれぞれにおいて、基板の断面を観察した。マスクのエッチング量及びシリコン酸化膜のエッチング量を測定し、マスクに対するシリコン酸化膜のエッチング選択比を算出した。第 1 実験のエッチング選択比は、5.82 であった。第 2 実験のエッチング選択比は、5.63 であった。第 3 実験のエッチング選択比は、5.49 であった。第 4 実験のエッチング選択比は、4.84 であった。よって、工程 S T 3 を行くと、エッチング選択比が向上することが分かった。

[0064] また、第 1 実験～第 4 実験のそれぞれにおいて、基板の表面を観察した。第 4 実験では、マスクの開口の閉塞（クロッキング）が見られた。第 1 実験～第 3 実験では、第 4 実験に比べてクロッキングの発生が抑制されていた。よって、工程 S T 3 を行くと、クロッキングの発生を抑制できることが分かった。

[0065] (第 5 実験)

第 5 実験では、まず、プラズマ処理装置のチャンバ内で基板支持部上に基板を提供した（工程 S T 1）。基板は、表面に S i O<sub>2</sub> 膜を有する。

[0066] 次に、基板支持部に電気バイアスを供給せずに、処理ガスから生成されるプラズマに基板を晒した（工程 S T 3）。処理ガスは H F ガスと A r ガスとの混合ガスである。工程 S T 3 における基板支持部の温度は 6 0℃ であった。工程 S T 3 の持続時間は 3 0 0 秒であった。

[0067] (第 6 実験)

表面に S i N 膜を有する基板を用いたこと以外は、第 5 実験と同じようにして第 6 実験を行った。

[0068] (第 7 実験)

表面にフォトリソ膜を有する基板を用いたこと以外は、第 5 実験と同じようにして第 7 実験を行った。

## [0069] (第8実験)

表面にポリシリコン膜を有する基板を用いたこと以外は、第5実験と同じようにして第8実験を行った。

## [0070] (第9実験)

表面にWSi膜を有する基板を用いたこと以外は、第5実験と同じようにして第9実験を行った。

## [0071] (第10実験)

表面にフッ化炭素膜を有する基板を用いたこと以外は、第5実験と同じようにして第10実験を行った。

## [0072] (第2実験結果)

第5実験～第10実験のそれぞれにおいて、基板に含まれる膜のエッチング量を測定した。結果を図8に示す。図8に示されるように、WSi膜、ポリシリコン(Poly-Si)膜、SiN膜及びフッ化炭素(CF)膜が、この順でエッチングされ易いことが分かった。SiO<sub>2</sub>膜及びフォトレジスト(PR)膜が殆どエッチングされないことも分かった。SiO<sub>2</sub>膜がSiN膜に比べてエッチングされ難い理由は以下のように考えられるが、これに限定されない。SiO<sub>2</sub>とHFとの反応の活性化エネルギーは、SiNとHFとの反応の活性化エネルギーに比べて非常に大きい。また、SiO<sub>2</sub>とHFとの反応の生成エネルギーもSiNとHFとの反応の生成エネルギーに比べて大きい。

[0073] 図9は、図7の方法が適用され得る一例の基板の断面図である。図9に示されるように、本実施形態における基板Wの第1領域R1は、第1部分R11と第2部分R12とを含む。第1部分R11は、第2領域R2と第2部分R12との間に配置される。下地領域UR及び第1部分R11のそれぞれは酸化シリコンを含んでもよい。第2領域R2は金属を含んでもよい。第2部分R12は、SOC(Spin-on Carbon)などの炭素を含んでもよい。

[0074] 以下、図7の方法MT2が上記実施形態のプラズマ処理装置1を用いて図

9の基板Wに適用される場合を例にとって、図9及び図10を参照しながら説明する。図10は、一つの例示的实施形態に係るエッチング方法の一工程を示す断面図である。

[0075] (工程ST1)

工程ST1では、図9に示される基板Wを、プラズマ処理チャンバ10内で基板支持部11上に提供する。第1領域R1の開口OPは、エッチングにより形成されてもよい。

[0076] (工程ST3)

工程ST3では、図10に示されるように、基板支持部11に電気バイアスを供給せずに、基板Wを、フッ化水素ガスを含む第1処理ガスから生成される第1プラズマPL1に晒す。これにより、第2領域R2をエッチングする。エッチングにより、第2領域R2に凹部RSが形成される。下地領域URは、エッチングストップ層として機能し得る。工程ST3において、第2部分R12は除去され得るが、第1部分R11はエッチングされ難い。

[0077] 図11は、一つの例示的实施形態に係るエッチング方法のフローチャートである。図11に示されるエッチング方法MT3（以下、「方法MT3」という）は、上記実施形態のプラズマ処理装置1により実行され得る。方法MT3は、図12の基板Wに適用され得る。

[0078] 図12は、図11の方法が適用され得る一例の基板の断面図である。図12に示されるように、一実施形態において、基板Wは、第1領域R1及び第2領域R2に加えて下地領域URを更に含む。第1領域R1及び第2領域R2は下地領域URの上の領域である。第1領域R1の少なくとも頂部R1tは露出している。第2領域R2の少なくとも頂部R2tは露出している。第2領域R2は第1領域R1に隣接する。第2領域R2は、一对の第1領域R1間に配置されてもよい。一对の第1領域R1及び第2領域R2は、突出部PTを構成してもよい。下地領域UR上には、複数の突出部PTが互いに離間して配列されてもよい。

[0079] 第1領域R1は、酸化シリコン及び炭素からなる群から選択される少なく

とも1つを含んでもよい。第2領域R2は、窒化シリコン、ポリシリコン、フッ化炭素及び金属からなる群から選択される少なくとも1つを含んでもよい。第2領域R2に含まれ得る金属は、タングステン、モリブデン、ニオブ(Nb)、タンタル(Ta)及びチタンからなる群から選択される少なくとも1つを含んでもよい。第2領域R2に含まれ得るタングstenは、 $WSi_x$ 、 $WC_x$ 、 $WN_x$ 、 $WC_xN_y$ 、 $WSi_xN_y$ 及び $WO_x$ からなる群から選択される少なくとも1つを含んでもよい。 $x$ 及び $y$ は正の実数である。

[0080] 以下、方法MT3について、方法MT3が上記実施形態のプラズマ処理装置1を用いて図12の基板Wに適用される場合を例にとりて、図11～図16を参照しながら説明する。図13～図16は、一つの例示的实施形態に係るエッチング方法の一工程を示す断面図である。プラズマ処理装置1が用いられる場合には、制御部2によるプラズマ処理装置1の各部の制御により、プラズマ処理装置1において方法MT3が実行され得る。方法MT3では、図2に示されるように、プラズマ処理チャンバ10内に配置された基板支持部11上の基板Wを処理する。

[0081] 図11に示されるように、方法MT3は、工程ST1及び工程ST3を含んでもよい。工程ST1及び工程ST3は順に実行され得る。工程ST1は、工程ST11～工程ST13を含んでもよい。工程ST11～工程ST13は順に実行され得る。

[0082] (工程ST1)

工程ST1では、図12に示される基板Wを、プラズマ処理チャンバ10内で基板支持部11上に提供する。

[0083] (工程ST3)

工程ST3では、図13に示されるように、基板支持部11に電気バイアスを供給せずに、基板Wを、フッ化水素ガスを含む第1処理ガスから生成される第1プラズマPL1に晒す。これにより、第2領域R2をエッチングする。第2領域R2は、第1領域R1に対して選択的にエッチングされる。エッチングにより、第2領域R2が除去される。その結果、下地領域UR上に

は、複数の第1領域R1が互いに離間して配列される。工程ST3の終了時に第1処理ガスの供給は停止され得る。

[0084] 上記方法MT3によれば、工程ST3において、基板支持部11に電気バイアスが供給される場合に比べて、第1領域R1のエッチングが抑制される。その結果、第1領域R1に対する第2領域R2のエッチング選択比を向上できる。

[0085] 工程ST1が工程ST11～工程ST13を含む場合、以下のようにして図12の基板Wが提供される。

[0086] (工程ST11)

工程ST11では、図14の基板Wを提供する。基板Wは、下地領域URと、下地領域UR上のエッチング対象膜R2aと、エッチング対象膜R2a上のマスクMKとを含む。エッチング対象膜R2aは、第2領域R2に含まれる第2材料を含む。マスクMKは少なくとも1つの開口OP1を含む。マスクMKは、アモルファスカーボン又はSOC (Spin-on Carbon) などの炭素を含んでもよい。

[0087] (工程ST12)

工程ST12では、図15に示されるように、マスクMKの開口OP1を介してエッチング対象膜R2aをエッチングすることによって、第2領域R2を形成する。第2領域R2は、開口OP1に対応する開口OP2を有する。開口OP2が形成された後、マスクMKは除去され得る。

[0088] (工程ST13)

工程ST13では、図16に示されるように、第2領域R2の側壁上に第1材料を堆積させることによって、第1領域R1を形成する。堆積後、エッチングにより第1領域R1の一部を除去することによって、第2領域R2の頂部R2t及び下地領域URを露出させてもよい。このようにして、図12の基板Wが提供される。

[0089] 第1材料は、ALD又はMLDなどの方法により、第2領域R2の側壁上に堆積可能である。ALDにより第1材料を堆積させる場合、基板Wを、シ

リコン含有前駆体（アミノシラン、 $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{SiF}_4$ 等）を含む処理ガスに晒す。これにより、第2領域R2の表面に前駆体層を形成する。その後、基板Wを、酸素含有ガス（ $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 等）を含む処理ガスから生成されたプラズマに晒す。これにより、前駆体層を改質してシリコン酸化膜を形成する。MLDにより第1材料を堆積させる場合、基板Wを、第1の有機化合物を含む第1の処理ガスに晒す。これにより、第2領域R2の表面に第1の有機化合物が吸着した吸着層を形成する。その後、基板Wを、第1の有機化合物と異なる第2の有機化合物を含む第2の処理ガスに晒す。これにより、第1の有機化合物と第2の有機化合物との反応により、有機膜を形成する。

[0090] 図17は、一つの例示的实施形態に係るエッチング方法のフローチャートである。図17に示されるエッチング方法MT4（以下、「方法MT4」という）は、上記実施形態のプラズマ処理装置1により実行され得る。方法MT4は、図12の基板Wに適用され得る。

[0091] 以下、方法MT4について、方法MT4が上記実施形態のプラズマ処理装置1を用いて図12の基板Wに適用される場合を例にとって、図13、図17～図18を参照しながら説明する。図18は、一つの例示的实施形態に係るエッチング方法の一工程を示す断面図である。プラズマ処理装置1が用いられる場合には、制御部2によるプラズマ処理装置1の各部の制御により、プラズマ処理装置1において方法MT4が実行され得る。方法MT3では、図2に示されるように、プラズマ処理チャンバ10内に配置された基板支持部11上の基板Wを処理する。

[0092] 図17に示されるように、方法MT4は、工程ST1、工程ST31及び工程ST21を含んでもよい。工程ST1、工程ST31及び工程ST21は順に実行され得る。工程ST31は、工程ST21の後に行われてもよい。工程ST1は、工程ST11～工程ST13を含んでもよい。工程ST1は、方法MT3の工程ST1と同じように行われてもよい。

[0093] （工程ST31）

工程ST31は工程ST3と同じように行われてもよい。工程ST31では、図13に示されるように、基板支持部11に電気バイアスを供給せずには、又は第1のレベルの電気バイアスを供給しながら、基板Wを、フッ化水素ガスを含む第1処理ガスから生成される第1プラズマPL1に晒す。これにより、第2領域R2をエッチングする。第2領域R2は、第1領域R1に対して選択的にエッチングされる。工程ST31の終了時に第1処理ガスの供給は停止され得る。

[0094] 電気バイアスがバイアスRF電力である場合、電気バイアスのレベルは、バイアスRF電力のパワーレベル（実効値）である。電気バイアスがバイアスDC電力である場合、バイアスDC電力は、電圧パルスを含んでもよい。この場合、電気バイアスのレベルは、電圧パルスの負電圧レベルの絶対値である。

[0095] （工程ST21）

工程ST21は工程ST2と同じように行われてもよい。工程ST21では、図18に示されるように、基板支持部11に第2のレベルの電気バイアスを供給しながら、基板Wを、第2処理ガスから生成される第2プラズマPL2に晒す。第2のレベルは、工程ST31において基板支持部11に供給され得る第1のレベルよりも大きい。第2処理ガスは、工程ST31における第1処理ガスと同一であってもよいし、異なってもよい。工程ST21において、下地領域URがエッチングされてもよい。エッチングにより、下地領域URに凹部RS1が形成される。凹部RS1は第1領域R1の開口OPに対応する。工程ST21の終了時に第2処理ガスの供給は停止され得る。

[0096] 上記方法MT4によれば、工程ST31において、基板支持部11に高いレベルの電気バイアスが供給される場合に比べて、第1領域R1のエッチングが抑制される。その結果、第1領域R1に対する第2領域R2のエッチング選択比を向上できる。

[0097] 方法MT4の工程ST31は、方法MT1～方法MT3の工程ST3において行われてもよい。すなわち、方法MT1～方法MT3の工程ST3にお

いて、基板支持部 11 に第 1 のレベルの電気バイアスが供給されてもよい。  
この場合、方法 MT 4 の工程 ST 2 1 が方法 MT 1 の工程 ST 2 において行  
われてもよい。すなわち、方法 MT 1 の工程 ST 2 において、基板支持部 1  
1 に第 2 のレベルの電気バイアスが供給されてもよい。

[0098] 以上、種々の例示的实施形態について説明してきたが、上述した例示的実  
施形態に限定されることなく、様々な追加、省略、置換、及び変更がなされ  
てもよい。また、異なる実施形態における要素を組み合わせることで他の実施形態  
を形成することが可能である。

[0099] ここで、本開示に含まれる種々の例示的实施形態を、以下の [E 1] ~ [E 20] に記載する。

[0100] [E 1]

(a) チャンバ内で基板支持部上に基板を提供する工程であり、前記基板は、第 1 領域と第 2 領域とを含み、前記第 1 領域は、酸化シリコン及び炭素からなる群から選択される少なくとも 1 つを含む第 1 材料を含み、前記第 2 領域は、前記第 1 材料とは異なる第 2 材料を含む、工程と、

(b) 前記基板支持部に電気バイアスを供給せずに、前記基板を、フッ化水素を含む第 1 処理ガスから生成される第 1 プラズマに晒す工程と、を含む、エッチング方法。

[0101] 上記エッチング方法 [E 1] によれば、(b) において、第 1 領域のエッチングが抑制される。その結果、第 1 領域に対する第 2 領域のエッチング選択比を向上できる。

[0102] [E 2]

前記第 1 領域は、前記第 2 領域上の領域であり、少なくとも 1 つの開口を有する、[E 1] に記載のエッチング方法。

[0103] [E 3]

前記 (b) において、前記基板支持部の温度は 10 ~ 150℃である、[E 1] 又は [E 2] に記載のエッチング方法。

[0104] [E 4]

(c) 前記基板支持部に前記電気バイアスを供給しながら、前記基板を、前記第1処理ガスと異なる第2処理ガスから生成される第2プラズマに晒す工程を更に含み、

前記(b)と前記(c)とを繰り返すことにより、前記第2領域をエッチングする、[E1]～[E3]のいずれか一項に記載のエッチング方法。

[0105] [E5]

前記(b)の持続時間は、前記(c)の持続時間よりも短い、[E4]に記載のエッチング方法。

[0106] [E6]

前記(b)の持続時間は、0.1～100秒である、[E1]～[E5]のいずれか一項に記載のエッチング方法。

[0107] [E7]

前記(c)の持続時間は、0.1～100秒である、[E4]又は[E4]を引用する[E5]～[E6]のいずれか一項に記載のエッチング方法。

[0108] [E8]

前記(b)において、前記基板支持部に高周波電力が供給されない、[E1]～[E7]のいずれか一項に記載のエッチング方法。

[0109] [E9]

前記第2材料は、酸化シリコン、窒化シリコン、酸窒化シリコン、ポリシリコン、金属及び炭素からなる群から選択される少なくとも1つを含む、[E1]～[E8]のいずれか一項に記載のエッチング方法。

[0110] [E10]

前記第2処理ガスは、フルオロカーボンガスを含む、[E4]又は[E4]を引用する[E5]～[E9]のいずれか一項に記載のエッチング方法。

[0111] [E11]

前記第1処理ガスは、不活性ガスを更に含む、[E1]～[E10]のいずれか一項に記載のエッチング方法。

[0112] [E12]

前記第2材料は、窒化シリコン、酸窒化シリコン、ポリシリコン及び金属からなる群から選択される少なくとも1つを含む、[E 1]～[E 1 1]のいずれか一項に記載のエッチング方法。

[0113] [E 1 3]

前記第2材料は、タングステン、モリブデン及びチタンからなる群から選択される少なくとも1つの金属を含む、[E 1]～[E 1 2]のいずれか一項に記載のエッチング方法。

[0114] [E 1 4]

前記基板は下地領域を更に含み、  
前記第1領域及び前記第2領域は、前記下地領域上の領域であり、  
前記第1領域及び前記第2領域のそれぞれの少なくとも頂部が露出しており、  
前記第2領域は、前記第1領域と隣接する、  
[E 1]～[E 1 3]のいずれか一項に記載のエッチング方法。

[0115] [E 1 5]

前記(a)は、  
(a 1) 前記下地領域と、前記下地領域上のエッチング対象膜と、前記エッチング対象膜上のマスクとを含む前記基板を提供する工程であり、前記エッチング対象膜は前記第2材料を含み、前記マスクは少なくとも1つの開口を含む、工程と、  
(a 2) 前記少なくとも1つの開口を介して前記エッチング対象膜をエッチングすることによって、前記第2領域を形成する工程と、  
(a 3) 前記第2領域の側壁上に前記第1材料を堆積させることによって、前記第1領域を形成する工程と、  
を含む、[E 1 4]に記載のエッチング方法。

[0116] [E 1 6]

前記(b)において、前記第1領域に対して選択的に前記第2領域をエッチングする、[E 1]～[E 1 5]のいずれか一項に記載のエッチング方法

。

[0117] [E 1 7]

(a) チャンバ内で基板支持部上に基板を提供する工程であり、前記基板は、第1領域と第2領域とを含み、前記第1領域は、酸化シリコン及び炭素からなる群から選択される少なくとも1つを含む第1材料を含み、前記第2領域は、前記第1材料とは異なる第2材料を含む、工程と、

(b) 前記基板支持部に電気バイアスを供給せずに又は第1のレベルの電気バイアスを供給しながら、前記基板を、フッ化水素を含む第1処理ガスから生成される第1プラズマに晒す工程と、

(c) 前記基板支持部に前記第1のレベルよりも大きい第2のレベルの電気バイアスを供給しながら、前記基板を、前記第1処理ガスと同一又は異なる第2処理ガスから生成される第2プラズマに晒す工程と、  
を含む、エッチング方法。

[0118] [E 1 8]

前記第1領域は、前記第2領域上の領域であり、少なくとも1つの開口を有し、

前記(b)と前記(c)とを繰り返すことにより、前記第2領域をエッチングする、[E 1 7]に記載のエッチング方法。

[0119] [E 1 9]

前記基板は下地領域を更に含み、

前記第1領域及び前記第2領域は、前記下地領域上の領域であり、

前記第1領域及び前記第2領域のそれぞれの少なくとも頂部が露出しており、

前記第2領域は、前記第1領域と隣接しており、

前記(b)において、前記第1領域に対して選択的に前記第2領域をエッチングし、

前記(c)においては、前記下地領域をエッチングする、

[E 1 7]に記載のエッチング方法。

[0120] [E 2 0]

チャンバと、

前記チャンバ内で基板を支持するための基板支持部であり、前記基板は、第 1 領域と第 2 領域とを含み、前記第 1 領域は、酸化シリコン及び炭素からなる群から選択される少なくとも 1 つを含む第 1 材料を含み、前記第 2 領域は、前記第 1 材料とは異なる第 2 材料を含む、基板支持部と、

フッ化水素を含む第 1 処理ガスを前記チャンバ内に供給するように構成されたガス供給部と、

前記チャンバ内で前記第 1 処理ガスから第 1 プラズマを生成するように構成されたプラズマ生成部と、

制御部と、

を備え、

前記制御部は、

(b) 前記基板支持部に電気バイアスを供給せずに、前記基板を前記第 1 プラズマに晒す工程、

を実行するように、前記ガス供給部及び前記プラズマ生成部を制御するように構成される、プラズマ処理装置。

[0121] 以上の説明から、本開示の種々の実施形態は、説明の目的で本明細書で説明されており、本開示の範囲及び主旨から逸脱することなく種々の変更をなし得ることが、理解されるであろう。したがって、本明細書に開示した種々の実施形態は限定することを意図しておらず、真の範囲と主旨は、添付の特許請求の範囲によって示される。

### 符号の説明

[0122] 1…プラズマ処理装置、2…制御部、10…プラズマ処理チャンバ、11…基板支持部、12…プラズマ生成部、20…ガス供給部、PL1…第 1 プラズマ、R1…第 1 領域、R2…第 2 領域、W…基板。

### 請求の範囲

- [請求項1]           (a) チャンバ内で基板支持部上に基板を提供する工程であり、前記基板は、第1領域と第2領域とを含み、前記第1領域は、酸化シリコン及び炭素からなる群から選択される少なくとも1つを含む第1材料を含み、前記第2領域は、前記第1材料とは異なる第2材料を含む、工程と、
- (b) 前記基板支持部に電気バイアスを供給せずに、前記基板を、フッ化水素を含む第1処理ガスから生成される第1プラズマに晒す工程と、
- を含む、エッチング方法。
- [請求項2]           前記第1領域は、前記第2領域上の領域であり、少なくとも1つの開口を有する、請求項1に記載のエッチング方法。
- [請求項3]           前記(b)において、前記基板支持部の温度は10～150℃である、請求項1に記載のエッチング方法。
- [請求項4]           (c) 前記基板支持部に前記電気バイアスを供給しながら、前記基板を、前記第1処理ガスと異なる第2処理ガスから生成される第2プラズマに晒す工程を更に含み、
- 前記(b)と前記(c)とを繰り返すことにより、前記第2領域をエッチングする、請求項2に記載のエッチング方法。
- [請求項5]           前記(b)の持続時間は、前記(c)の持続時間よりも短い、請求項4に記載のエッチング方法。
- [請求項6]           前記(b)の持続時間は、0.1～100秒である、請求項4又は5に記載のエッチング方法。
- [請求項7]           前記(c)の持続時間は、0.1～100秒である、請求項4又は5に記載のエッチング方法。
- [請求項8]           前記(b)において、前記基板支持部に高周波電力が供給されない、請求項4又は5に記載のエッチング方法。
- [請求項9]           前記第2材料は、酸化シリコン、窒化シリコン、酸窒化シリコン、

ポリシリコン、金属及び炭素からなる群から選択される少なくとも 1 つを含む、請求項 4 又は 5 に記載のエッチング方法。

[請求項10] 前記第 2 処理ガスは、フルオロカーボンガスを含む、請求項 4 又は 5 に記載のエッチング方法。

[請求項11] 前記第 1 処理ガスは、不活性ガスを更に含む、請求項 4 又は 5 に記載のエッチング方法。

[請求項12] 前記第 2 材料は、窒化シリコン、酸窒化シリコン、ポリシリコン及び金属からなる群から選択される少なくとも 1 つを含む、請求項 2 に記載のエッチング方法。

[請求項13] 前記第 2 材料は、タングステン、モリブデン及びチタンからなる群から選択される少なくとも 1 つの金属を含む、請求項 2 に記載のエッチング方法。

[請求項14] 前記基板は下地領域を更に含み、  
前記第 1 領域及び前記第 2 領域は、前記下地領域上の領域であり、  
前記第 1 領域及び前記第 2 領域のそれぞれの少なくとも頂部が露出しており、  
前記第 2 領域は、前記第 1 領域と隣接する、  
請求項 1 に記載のエッチング方法。

[請求項15] 前記 (a) は、  
(a 1) 前記下地領域と、前記下地領域上のエッチング対象膜と、  
前記エッチング対象膜上のマスクとを含む前記基板を提供する工程であり、前記エッチング対象膜は前記第 2 材料を含み、前記マスクは少なくとも 1 つの開口を含む、工程と、  
(a 2) 前記少なくとも 1 つの開口を介して前記エッチング対象膜をエッチングすることによって、前記第 2 領域を形成する工程と、  
(a 3) 前記第 2 領域の側壁上に前記第 1 材料を堆積させることによって、前記第 1 領域を形成する工程と、  
を含む、請求項 1 4 に記載のエッチング方法。

- [請求項16] 前記（b）において、前記第1領域に対して選択的に前記第2領域をエッチングする、請求項14又は15に記載のエッチング方法。
- [請求項17] （a）チャンバ内で基板支持部上に基板を提供する工程であり、前記基板は、第1領域と第2領域とを含み、前記第1領域は、酸化シリコン及び炭素からなる群から選択される少なくとも1つを含む第1材料を含み、前記第2領域は、前記第1材料とは異なる第2材料を含む、工程と、
- （b）前記基板支持部に電気バイアスを供給せずに又は第1のレベルの電気バイアスを供給しながら、前記基板を、フッ化水素を含む第1処理ガスから生成される第1プラズマに晒す工程と、
- （c）前記基板支持部に前記第1のレベルよりも大きい第2のレベルの電気バイアスを供給しながら、前記基板を、前記第1処理ガスと同一又は異なる第2処理ガスから生成される第2プラズマに晒す工程と、
- を含む、エッチング方法。
- [請求項18] 前記第1領域は、前記第2領域上の領域であり、少なくとも1つの開口を有し、
- 前記（b）と前記（c）とを繰り返すことにより、前記第2領域をエッチングする、請求項17に記載のエッチング方法。
- [請求項19] 前記基板は下地領域を更に含み、
- 前記第1領域及び前記第2領域は、前記下地領域上の領域であり、
- 前記第1領域及び前記第2領域のそれぞれの少なくとも頂部が露出しており、
- 前記第2領域は、前記第1領域と隣接しており、
- 前記（b）において、前記第1領域に対して選択的に前記第2領域をエッチングし、
- 前記（c）においては、前記下地領域をエッチングする、
- 請求項17に記載のエッチング方法。

[請求項20]

チャンバと、

前記チャンバ内で基板を支持するための基板支持部であり、前記基板は、第1領域と第2領域とを含み、前記第1領域は、酸化シリコン及び炭素からなる群から選択される少なくとも1つを含む第1材料を含み、前記第2領域は、前記第1材料とは異なる第2材料を含む、基板支持部と、

フッ化水素を含む第1処理ガスを前記チャンバ内に供給するように構成されたガス供給部と、

前記チャンバ内で前記第1処理ガスから第1プラズマを生成するように構成されたプラズマ生成部と、

制御部と、

を備え、

前記制御部は、

(b) 前記基板支持部に電気バイアスを供給せずに、前記基板を前記第1プラズマに晒す工程、  
を実行するように、前記ガス供給部及び前記プラズマ生成部を制御するように構成される、プラズマ処理装置。