

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4912907号
(P4912907)

(45) 発行日 平成24年4月11日(2012.4.11)

(24) 登録日 平成24年1月27日(2012.1.27)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 21/3065 (2006.01) H O 1 L 21/302 1 O 5 A
 H O 1 L 21/302 1 O 4 H

請求項の数 4 (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-26880 (P2007-26880) (22) 出願日 平成19年2月6日(2007.2.6) (65) 公開番号 特開2008-192906 (P2008-192906A) (43) 公開日 平成20年8月21日(2008.8.21) 審査請求日 平成21年11月2日(2009.11.2)</p>	<p>(73) 特許権者 000219967 東京エレクトロン株式会社 東京都港区赤坂五丁目3番1号 (74) 代理人 100077849 弁理士 須山 佐一 (72) 発明者 昆 泰光 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内 (72) 発明者 早川 欣延 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内 審査官 関根 崇</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマエッチング方法及びプラズマエッチング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被処理基板に形成された、多層レジストマスクを構成する下層レジストとしての有機膜を、シリコン含有膜からなるマスクを介して、処理ガスのプラズマによってエッチングするプラズマエッチング方法であって、

前記処理ガスが、O₂ガスと、希ガスと、C₄F₆ガスとを含む混合ガスからなり、

C₄F₆ガスのO₂ガスに対する流量割合が5%~10%、かつ、O₂ガスの全処理ガスに対する流量割合が48%~77%であることを特徴とするプラズマエッチング方法。

【請求項2】

請求項1記載のプラズマエッチング方法であって、

前記シリコン含有膜が、SiON膜、SiN膜、SiO₂膜、SiC膜、SiOC膜、SiOCH膜のいずれかであることを特徴とするプラズマエッチング方法。

【請求項3】

請求項2記載のプラズマエッチング方法であって、

前記シリコン含有膜が、SiON膜であり、当該SiON膜及び当該SiON膜の上に形成された反射防止膜を、フォトレジスト膜をマスクとして、フッ化炭素ガスとN₂ガスとO₂ガスとからなる処理ガスのプラズマでエッチングした後、前記有機膜をエッチングすることを特徴とするプラズマエッチング方法。

【請求項4】

被処理基板を収容する処理チャンバーと、

10

20

前記処理チャンバー内に処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、
 前記処理ガス供給手段から供給された前記処理ガスをプラズマ化して前記被処理基板を
 処理するプラズマ生成手段と、
 前記処理チャンバー内で請求項 1 から請求項 3 いずれか 1 項記載のプラズマエッチング
 方法が行われるように制御する制御部と
 を備えたことを特徴とするプラズマエッチング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被処理基板に形成された有機膜を、シリコン含有膜からなるマスクを介して
 、処理ガスのプラズマによってエッチングするプラズマエッチング方法及びプラズマエッ
 チング装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来から、半導体装置の製造工程においては、レジストマスクを介してプラズマエッチ
 ング処理を行い、シリコン酸化膜等の被エッチング膜等を所望のパターンに形成すること
 が行われている。また、このようなプラズマエッチングでは、多層レジストマスクを用い
 ることにより、より微細な加工を精度良く行う技術が知られている。

【0003】

上記のような多層レジストマスクを用いたプラズマエッチング工程では、多層レジスト
 マスクを構成する下層レジストとしての有機膜を、その上層に形成されたシリコン含有膜
 からなるマスクを介して、処理ガスのプラズマによってプラズマエッチングすることが知
 られている。このようなプラズマエッチング工程では、処理ガスとして、例えば、 O_2 ガ
 スの単ガス、 O_2 ガスと N_2 ガスとの混合ガス、 O_2 ガスと CO ガスとの混合ガス、 O_2 ガス
 と CH_4 ガスとの混合ガス等を使用することが知られている。また、かかるプラズマエッ
 チング工程において、処理ガスとして O_2 ガスと希ガスとの混合ガスを用いることが知ら
 れている（例えば、特許文献 1 参照。）。

20

【特許文献 1】特開 2004 - 296991 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

上記のような多層レジストマスクを用いたプラズマエッチング工程では、有機膜が化学
 的にエッチングされるため、有機膜の側壁部分の形状を垂直な状態とすることが困難であ
 り、有機膜の側壁部分が過剰にエッチングされて湾曲する所謂ポーピングや、マスクの下
 側部分が過度にエッチングされる所謂アンダーカットが発生するという問題があった。

【0005】

本発明は、上記従来の事情に対処してなされたもので、有機膜を、その上層に形成され
 たシリコン含有膜からなるマスクを介してプラズマエッチングする際に、有機膜の側壁部
 分にポーピングやアンダーカットが発生することを抑制することができ、良好なエッチン
 グ形状を得ることのできるプラズマエッチング方法及びプラズマエッチング装置を提供す
 ることを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

請求項 1 のプラズマエッチング方法は、被処理基板に形成された、多層レジストマスク
 を構成する下層レジストとしての有機膜を、シリコン含有膜からなるマスクを介して、処
 理ガスのプラズマによってエッチングするプラズマエッチング方法であって、前記処理ガ
 スが、 O_2 ガスと、希ガスと、 C_4F_6 ガスとを含む混合ガスからなり、 C_4F_6 ガスの
 O_2 ガスに対する流量割合が 5% ~ 10%、かつ、 O_2 ガスの全処理ガスに対する流量割
 合が 48% ~ 77%であることを特徴とする。

【0011】

50

請求項2のプラズマエッチング方法は、請求項1記載のプラズマエッチング方法であって、前記シリコン含有膜が、SiON膜、SiN膜、SiO₂膜、SiC膜、SiOC膜、SiOCH膜のいずれかであることを特徴とする。

請求項2記載のプラズマエッチング方法であって、

請求項3のプラズマエッチング方法は、前記シリコン含有膜が、SiON膜であり、当該SiON膜及び当該SiON膜の上に形成された反射防止膜を、フォトレジスト膜をマスクとして、フッ化炭素ガスとN₂ガスとO₂ガスとからなる処理ガスのプラズマでエッチングした後、前記有機膜をエッチングすることを特徴とする。

【0012】

請求項4のプラズマエッチング装置は、被処理基板を収容する処理チャンバーと、前記処理チャンバー内に処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、前記処理ガス供給手段から供給された前記処理ガスをプラズマ化して前記被処理基板を処理するプラズマ生成手段と、前記処理チャンバー内で請求項1から請求項3いずれか1項記載のプラズマエッチング方法が行われるように制御する制御部とを備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、有機膜を、その上層に形成されたシリコン含有膜からなるマスクを介してプラズマエッチングする際に、有機膜の側壁部分にボーイングやアンダーカットが発生することを抑制することができ、良好なエッチング形状を得ることのできるプラズマエッチング方法及びプラズマエッチング装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は、本実施形態に係るプラズマエッチング方法における被処理基板としての半導体ウエハの断面構成を拡大して示すものである。また、図2は、本実施形態に係るプラズマエッチング装置の構成を示すものである。まず、図2を参照してプラズマエッチング装置の構成について説明する。

【0017】

プラズマエッチング装置は、気密に構成され、電気的に接地電位とされた処理チャンバー1を有している。この処理チャンバー1は、円筒状とされ、例えばアルミニウム等から構成されている。処理チャンバー1内には、被処理基板である半導体ウエハWを水平に支持する載置台2が設けられている。載置台2は例えばアルミニウム等で構成されており、絶縁板3を介して導体の支持台4に支持されている。また、載置台2の上方の外周には、例えば単結晶シリコンで形成されたフォーカスリング5が設けられている。さらに、載置台2及び支持台4の周囲を囲むように、例えば石英等からなる円筒状の内壁部材3aが設けられている。

【0018】

載置台2には、第1の整合器11aを介して第1のRF電源10aが接続され、また、第2の整合器11bを介して第2のRF電源10bが接続されている。第1のRF電源10aは、プラズマ形成用のものであり、この第1のRF電源10aからは所定周波数(27MHz以上例えば40MHz)の高周波電力が載置台2に供給されるようになっている。また、第2のRF電源10bは、イオン引き込み用のものであり、この第2のRF電源10bからは第1のRF電源10aより低い所定周波数(13.56MHz以下、例えば2MHz)の高周波電力が載置台2に供給されるようになっている。一方、載置台2の上方には、載置台2と平行に対向するように、シャワーヘッド16が設けられており、これらの載置台2とシャワーヘッド16は、一对の電極として機能するようになっている。

【0019】

載置台2の上面には、半導体ウエハWを静電吸着するための静電チャック6が設けられている。この静電チャック6は絶縁体6bの間に電極6aを介在させて構成されており、電極6aには直流電源12が接続されている。そして電極6aに直流電源12から直流電圧が印加されることにより、クーロン力によって半導体ウエハWが吸着されるよう構成さ

10

20

30

40

50

れている。

【 0 0 2 0 】

支持台 4 の内部には、冷媒流路 4 a が形成されており、冷媒流路 4 a には、冷媒入口配管 4 b、冷媒出口配管 4 c が接続されている。そして、冷媒流路 4 a の中に適宜の冷媒、例えば冷却水等を循環させることによって、支持台 4 及び載置台 2 を所定の温度に制御可能となっている。また、載置台 2 等を貫通するように、半導体ウエハ W の裏面側にヘリウムガス等の冷熱伝達用ガス（バックサイドガス）を供給するためのバックサイドガス供給配管 3 0 が設けられており、このバックサイドガス供給配管 3 0 は、図示しないバックサイドガス供給源に接続されている。これらの構成によって、載置台 2 の上面に静電チャック 6 によって吸着保持された半導体ウエハ W を、所定の温度に制御可能となっている。

10

【 0 0 2 1 】

上記したシャワーヘッド 1 6 は、処理チャンパー 1 の天壁部分に設けられている。シャワーヘッド 1 6 は、本体部 1 6 a と電極板をなす上部天板 1 6 b とを備えており、絶縁性部材 4 5 を介して処理チャンパー 1 の上部に支持されている。本体部 1 6 a は、導電性材料、例えば表面が陽極酸化処理されたアルミニウムからなり、その下部に上部天板 1 6 b を着脱自在に支持できるように構成されている。

【 0 0 2 2 】

本体部 1 6 a の内部には、ガス拡散室 1 6 c が設けられ、このガス拡散室 1 6 c の下部に位置するように、本体部 1 6 a の底部には、多数のガス通流孔 1 6 d が形成されている。また、上部天板 1 6 b には、当該上部天板 1 6 b を厚さ方向に貫通するようにガス導入孔 1 6 e が、上記したガス通流孔 1 6 d と重なるように設けられている。このような構成により、ガス拡散室 1 6 c に供給された処理ガスは、ガス通流孔 1 6 d 及びガス導入孔 1 6 e を介して処理チャンパー 1 内にシャワー状に分散されて供給されるようになっている。なお、本体部 1 6 a 等には、冷媒を循環させるための図示しない配管が設けられており、プラズマエッチング処理中にシャワーヘッド 1 6 を所望温度に冷却できるようになっている。

20

【 0 0 2 3 】

上記した本体部 1 6 a には、ガス拡散室 1 6 c へ処理ガスを導入するためのガス導入口 1 6 d が形成されている。このガス導入口 1 6 d にはガス供給配管 1 5 a が接続されており、このガス供給配管 1 5 a の他端には、エッチング用の処理ガス（エッチングガス）を供給する処理ガス供給源 1 5 が接続されている。ガス供給配管 1 5 a には、上流側から順にマスフローコントローラ（MFC）1 5 b、及び開閉弁 V 1 が設けられている。そして、処理ガス供給源 1 5 からプラズマエッチングのための処理ガスとして、例えば、 $O_2 / Xe / C_4F_6$ 等の混合ガスが、ガス供給配管 1 5 a を介してガス拡散室 1 6 c に供給され、このガス拡散室 1 6 c から、ガス通流孔 1 6 d 及びガス導入孔 1 6 e を介して処理チャンパー 1 内にシャワー状に分散されて供給される。

30

【 0 0 2 4 】

上記した上部電極としてのシャワーヘッド 1 6 には、ローパスフィルタ（LPF）5 1 を介して可変直流電源 5 2 が電氣的に接続されている。この可変直流電源 5 2 は、オン・オフスイッチ 5 3 により給電のオン・オフが可能となっている。可変直流電源 5 2 の電流・電圧ならびにオン・オフスイッチ 5 3 のオン・オフは、後述する制御部 6 0 によって制御されるようになっている。なお、後述のように、第 1 の RF 電源 1 0 a、第 2 の RF 電源 1 0 b から高周波が載置台 2 に印加されて処理空間にプラズマが発生する際には、制御部 6 0 によってオン・オフスイッチ 5 3 がオンとなり、上部電極としてのシャワーヘッド 1 6 に所定の直流マイナス電圧が印加される。

40

【 0 0 2 5 】

処理チャンパー 1 の側壁からシャワーヘッド 1 6 の高さ位置よりも上方に延びるように円筒状の接地導体 1 a が設けられている。この円筒状の接地導体 1 a は、その上部に天壁を有している。

【 0 0 2 6 】

50

処理チャンバー 1 の底部には、排気口 7 1 が形成されており、この排気口 7 1 には、排気管 7 2 を介して排気装置 7 3 が接続されている。排気装置 7 3 は、真空ポンプを有しており、この真空ポンプを作動させることにより処理チャンバー 1 内を所定の真空度まで減圧することができるようになっている。一方、処理チャンバー 1 の側壁には、ウエハ W の搬入出口 7 4 が設けられており、この搬入出口 7 4 には、当該搬入出口 7 4 を開閉するゲートバルブ 7 5 が設けられている。

【 0 0 2 7 】

図中 7 6 , 7 7 は、着脱自在とされたデポシールドである。デポシールド 7 6 は、処理チャンバー 1 の内壁面に沿って設けられ、処理チャンバー 1 にエッチング副生物 (デポ) が付着することを防止する役割を有し、このデポシールド 7 6 の半導体ウエハ W と略同じ高さ位置には、グランドに DC 的に接続された導電性部材 (GND ブロック) 7 9 が設けられており、これにより異常放電が防止される。

10

【 0 0 2 8 】

上記構成のプラズマエッチング装置は、制御部 6 0 によって、その動作が統括的に制御される。この制御部 6 0 には、CPU を備えプラズマエッチング装置の各部を制御するプロセスコントローラ 6 1 と、ユーザインタフェース 6 2 と、記憶部 6 3 とが設けられている。

【 0 0 2 9 】

ユーザインタフェース 6 2 は、工程管理者がプラズマエッチング装置を管理するためにコマンドの入力操作を行うキーボードや、プラズマエッチング装置の稼働状況を可視化して表示するディスプレイ等から構成されている。

20

【 0 0 3 0 】

記憶部 6 3 には、プラズマエッチング装置で実行される各種処理をプロセスコントローラ 6 1 の制御にて実現するための制御プログラム (ソフトウエア) や処理条件データ等が記憶されたレシピが格納されている。そして、必要に応じて、ユーザインタフェース 6 2 からの指示等にて任意のレシピを記憶部 6 3 から呼び出してプロセスコントローラ 6 1 に実行させることで、プロセスコントローラ 6 1 の制御下で、プラズマエッチング装置での所望の処理が行われる。また、制御プログラムや処理条件データ等のレシピは、コンピュータで読取り可能なコンピュータ記憶媒体 (例えば、ハードディスク、CD、フレキシブルディスク、半導体メモリ等) などに格納された状態のものを利用したり、或いは、他の装置から、例えば専用回線を介して随時伝送させてオンラインで利用したりすることも可能である。

30

【 0 0 3 1 】

このように構成されたプラズマエッチング装置で、半導体ウエハ W に形成された有機膜等をプラズマエッチングする手順について説明する。まず、ゲートバルブ 7 5 が開かれ、半導体ウエハ W が図示しない搬送ロボット等により、図示しないロードロック室を介して搬入出口 7 4 から処理チャンバー 1 内に搬入され、載置台 2 上に載置される。この後、搬送ロボットを処理チャンバー 1 外に退避させ、ゲートバルブ 7 5 を閉じる。そして、排気装置 7 3 の真空ポンプにより排気口 7 1 を介して処理チャンバー 1 内が排気される。

【 0 0 3 2 】

40

処理チャンバー 1 内が所定の真空度になった後、処理チャンバー 1 内には処理ガス供給源 1 5 から所定の処理ガス (エッチングガス) が導入され、処理チャンバー 1 内が所定の圧力、例えば 1.33 Pa (10 mTorr) に保持され、この状態で第 1 の RF 電源 1 0 a から載置台 2 に、周波数が例えば 40 MHz の高周波電力が供給される。また、第 2 の RF 電源 1 0 b からは、イオン引き込みのため、載置台 2 に周波数が例えば 2.0 MHz の高周波電力が供給される。このとき、直流電源 1 2 から静電チャック 6 の電極 6 a に所定の直流電圧が印加され、半導体ウエハ W はクーロン力により吸着される。

【 0 0 3 3 】

この場合に、上述のようにして下部電極である載置台 2 に高周波電力が印加されることにより、上部電極であるシャワーヘッド 1 6 と下部電極である載置台 2 との間には電界が

50

形成される。半導体ウエハWが存在する処理空間には放電が生じ、それによって形成された処理ガスのプラズマにより、半導体ウエハW上に形成された有機膜等がエッチング処理される。

【0034】

ここで、前述したとおり、プラズマ処理中にシャワーヘッド16に直流電圧を印加することができるので次のような効果がある。即ち、例えば無機膜をマスクとして有機膜をエッチングする場合等のプロセスにおいては、高い電子密度でかつ低いイオンエネルギーであるプラズマが要求される。この場合プラズマ発生用のRF電源として例えば100MHz程度のRF電源であれば実現できるが、装置が大掛かりになるため、周波数が低い方が得策である。しかし、周波数を低くすると高い電子密度を得ようとしてパワーを大きくした10

【0035】

そして、上記したエッチング処理が終了すると、高周波電力の供給及び処理ガスの供給が停止され、上記した手順とは逆の手順で、半導体ウエハWが処理チャンバー1内から搬出される。

【0036】

次に、図1を参照して、本実施形態に係る半導体装置の製造方法について説明する。図1(a)~(c)は、本実施形態における被処理基板としての半導体ウエハWの要部構成を拡大して示すものである。図1(a)に示すように、半導体ウエハWには、被エッチング膜として、例えばシリコン酸化膜101が形成されており、このシリコン酸化膜101の上層には、多層レジストを構成するための膜として、下側から順に、下層レジストとしての有機膜102(厚さ例えば400nm)、シリコン含有膜としてのSiON膜103(厚さ例えば45nm)、O-ARC膜(反射防止膜)104(厚さ例えば25nm)、上層レジストとして、例えばArFフォトレジスト膜105(厚さ例えば60nm)がこの順で形成されている。ArFフォトレジスト膜105には、精密写真転写工程によりパターニングされ、所定形状の開口106が形成されている。30

【0037】

上記構造の半導体ウエハWを、図2に示した装置の処理チャンバー1内に収容し、載置台2に載置して、図1(a)に示す状態から、ArFフォトレジスト膜105をマスクとして、O-ARC膜104及びSiON膜103をエッチングし、開口107を形成して図1(b)の状態とする。なお、O-ARC膜104及びSiON膜103のエッチング終了時には、ArFフォトレジスト膜105が薄く残った状態となっている。

【0038】

次に、図1(b)の状態から、有機膜102をプラズマエッチングし、開口108を形成して、図1(c)の状態とする。このプラズマエッチングの際に、薄く残っていたArFフォトレジスト膜105及びO-ARC膜104は、エッチングされて消失し、最終的には上記のようにしてパターニングしたSiON膜103をマスクとして、有機膜102のプラズマエッチングが行われる。従来では、この有機膜102をプラズマエッチングする際に、前述したO₂ガスの単ガス等を使用していた。本実施形態では、この有機膜102のプラズマエッチングに、酸素(O)含有ガスと、希ガスと、フッ化炭素ガス(CF系ガス)とを含む混合ガスからなる処理ガスを用いる。40

【0039】

実施例1として、図2に示したプラズマエッチング装置を使用し、図1に示した構造の半導体ウエハに、上記した有機膜102のプラズマエッチング処理工程を以下に示すようなレシピにより実施した。

【0040】

10

20

30

40

50

なお、以下に示される実施例 1 の処理レシピは、制御部 60 の記憶部 63 から読み出されて、プロセスコントローラ 61 に取り込まれ、プロセスコントローラ 61 がプラズマエッチング装置の各部を制御プログラムに基づいて制御することにより、読み出された処理レシピ通りのプラズマエッチング処理工程が実行される。

【0041】

(O-ARC 膜及び SiON 膜のエッチング)

処理ガス： $CF_4 / N_2 / O_2 = 150 / 75 / 5$ sccm

圧力：13.3 Pa (100 mTorr)

高周波電力 (40 MHz / 2 MHz) : 1000 / 0 W

直流電圧：-300 V

10

【0042】

(有機膜のエッチング)

処理ガス： $O_2 / Xe / C_4F_6 = 125 / 125 / 10$ sccm

圧力：13.3 Pa (10 mTorr)

高周波電力 (40 MHz / 2 MHz) : 1400 / 0 W

直流電圧：0 V

【0043】

上記実施例 1 でプラズマエッチングを行った半導体ウエハ W を電子顕微鏡で観察したところ、ポーイングやアンダーカットのない良好な側壁形状にエッチングされていることが確認できた。なお、この時のエッチング形状を図 3 (a) に模式的に示す。

20

【0044】

次に、実施例 2 として、上記実施例 1 の処理ガス流量のみを変更して以下の条件で有機膜のプラズマエッチングを行った。なお、O-ARC 膜及び SiON 膜のエッチング条件は実施例 1 と同一である。

処理ガス： $O_2 / Xe / C_4F_6 = 200 / 50 / 10$ sccm

【0045】

上記実施例 2 でプラズマエッチングを行った半導体ウエハ W を電子顕微鏡で観察したところ、上記した実施例 1 よりは、僅かに劣るものの、ポーイングやアンダーカットの少ない良好な側壁形状にエッチングされていることが確認できた。なお、この時のエッチング形状を図 3 (b) に模式的に示す。

30

【0046】

一方、比較例 1 ~ 3 として、上記の実施例において、処理ガスを以下のように変更した点のみが相違する条件で上記した有機膜のプラズマエッチング処理工程を行った。なお、O-ARC 膜及び SiON 膜のエッチング条件は実施例 1 と同一である。

(比較例 1)

処理ガス： $O_2 = 250$ sccm

(比較例 2)

処理ガス： $O_2 / C_4F_6 = 250 / 10$ sccm

(比較例 3)

処理ガス： $O_2 / Xe = 125 / 125$ sccm

40

【0047】

上記の比較例 1 ~ 3 でプラズマエッチングを行った半導体ウエハ W を電子顕微鏡で観察したところ、上記した実施例 1, 2 に比べて、ポーイングやアンダーカットの発生が顕著で側壁形状の良くない状態となっていた。なお、この時のエッチング形状を図 3 (c) ~ (e) に模式的に示す。

【0048】

以上のとおり、上記実施例 1, 2 では、比較例 1 ~ 3 の場合に比べて、ポーイングやアンダーカットの発生を抑制することができ、良好な側壁形状にエッチングすることができた。なお、上記実施例 1, 2 の Xe ガスを他の希ガスである Ar ガスに変更してプラズマエッチングを行った場合も、上記実施例 1, 2 と略同様な結果を得ることができた。

50

【0049】

上記実施例1では、有機膜をエッチングする処理ガスの O_2 ガス流量に対する C_4F_6 ガス流量の比(C_4F_6 ガス流量/ O_2 ガス流量)が、8%であり、実施例2では5%である。そして、前述したとおり、実施例1の方が、実施例2よりも側壁部のエッチング形状は良好であった。したがって、処理ガスの O_2 ガス流量に対するフッ化炭素ガス流量の比はある程度大きくすることが好ましい。

【0050】

しかし、処理ガスの O_2 ガス流量に対するフッ化炭素ガス流量の比を大きくするとマスクであるシリコン含有膜(SiON膜等)に対する有機膜の選択比(有機膜のエッチングレート/シリコン含有膜のエッチングレート)が低下する傾向にある。実際に、シリコン含有膜の1種であるシリコン酸化膜に対する選択比を測定したところ、実施例1の場合のシリコン酸化膜に対する有機膜の選択比(有機膜のエッチングレート/シリコン酸化膜のエッチングレート)は、約11.4であり、実施例2では17.0であった。また、フッ化炭素ガスとして、例えば CF_4 ガスを使用した場合、 C_4F_6 ガスを使用した場合より、フッ化炭素ガスの添加量を少なくする必要がある。したがって、処理ガスの O_2 ガス流量に対するフッ化炭素ガス流量の比は、1%~10%程度とすることが好ましい。また、上記実施例1,2のように、フッ化炭素ガスとして C_4F_6 ガスをを用いた場合は、 O_2 ガス流量に対する C_4F_6 ガス流量の比(C_4F_6 ガス流量/ O_2 ガス流量)を5%~10%程度とすることが好ましい。なお、有機膜エッチングのマスクとなるシリコン含有膜としては、SiON膜の他、例えば、SiN膜、SiO₂膜、SiC膜、SiOC膜、SiOCH膜等

10

20

【0051】

また、上記実施例1,2では、酸素含有ガスとして、 O_2 ガスの単ガスを使用しているが、酸素含有ガスとしては、 O_2 ガス、COガス、CO₂ガスの単ガス及びこれらの混合ガスを使用することができる。COガス又はCO₂ガスをを用いた場合、 O_2 ガスをを用いた場合に比べて有機膜のエッチングレートが低下するとともに、シリコン含有膜に対する選択比(有機膜のエッチングレート/シリコン含有膜のエッチングレート)が低下する傾向にある。例えば、 O_2 ガスの単ガス(流量:250sccm、圧力:1.33Pa、(10mTorr)、高周波電力(40MHz/2MHz):1400/0W)で有機膜をエッチングした場合、有機膜のエッチングレートが807nm/min、シリコン酸化膜に対する選択比が78.8であった。これに対して O_2 ガスとCOガスの混合ガス(流量: O_2 /CO=125/125sccm、圧力:1.33Pa、(10mTorr)、高周波電力(40MHz/2MHz):1400/0W)で有機膜をエッチングした場合、有機膜のエッチングレートが572nm/min、シリコン酸化膜に対する選択比が30.3であった。したがって、COガス又はCO₂ガスをを用いた場合、 O_2 ガスの単ガスをを用いた場合に比べてフッ化炭素ガスの添加量を少なくすることが好ましい。

30

40

【0052】

以上説明したとおり、本実施形態によれば、有機膜を、その上層に形成されたシリコン含有膜からなるマスクを介してプラズマエッチングする際に、有機膜の側壁部分にポーリングやアンダーカットが発生することを抑制することができ、良好なエッチング形状を得ることができる。なお、本発明は上記の実施形態及び実施例に限定されるものではなく、各種の変形が可能である。例えば、プラズマエッチング装置は、図2に示した平行平板型の下部2周波、上部直流印加型に限らず、上下2周波印加型のプラズマエッチング装置や、下部1周波印加型のプラズマエッチング装置等の他、各種のプラズマエッチング装置を使用することができる。

【図面の簡単な説明】

50

【0053】

【図1】本発明のプラズマエッチング方法の実施形態に係る半導体ウエハの断面構成を示す図。

【図2】本発明の実施形態に係るプラズマエッチング装置の概略構成を示す図。

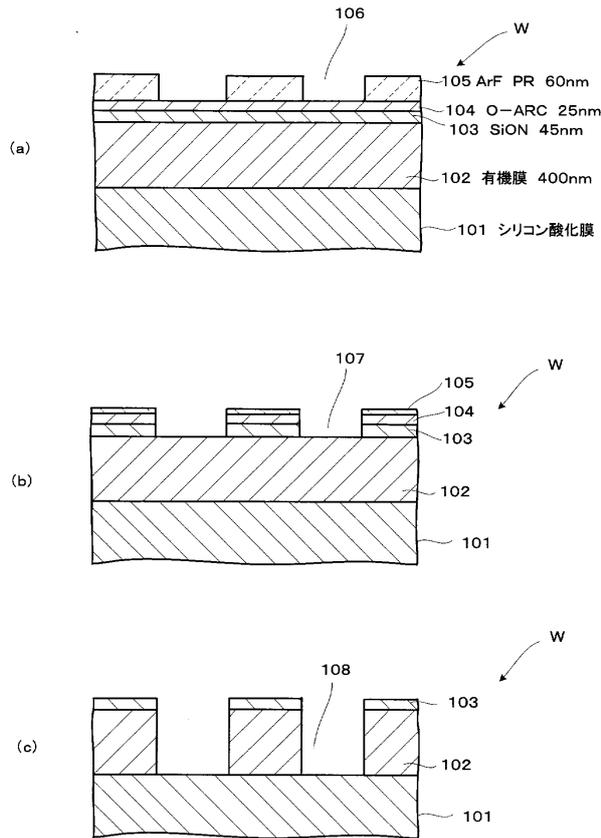
【図3】実施例及び比較例のエッチング形状を比較して模式的に示す図。

【符号の説明】

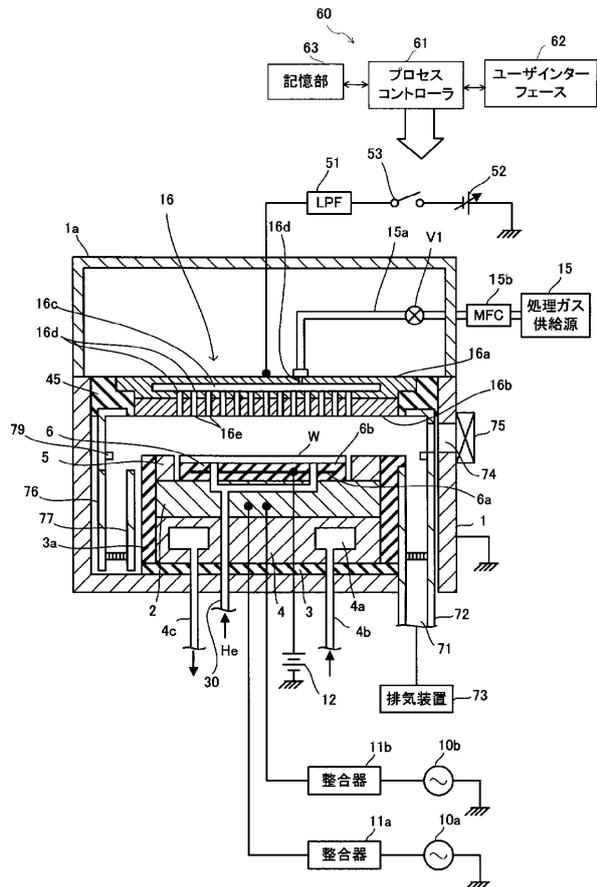
【0054】

W.....半導体ウエハ、101.....シリコン酸化膜、102.....有機膜、103.....SiON膜、104.....O-ARC膜、105.....ArFフォトリソ膜、106, 107, 108.....開口。

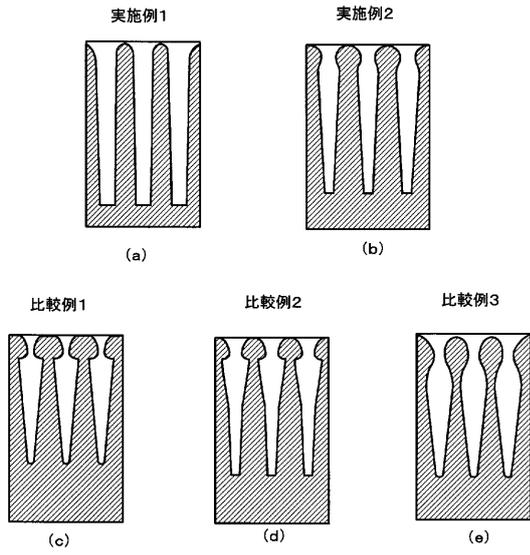
【図1】



【図2】



【 図 3 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-191254(JP,A)
特開2006-324277(JP,A)
特開2001-102449(JP,A)
特開2001-077086(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/3065