

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】令和5年4月28日(2023.4.28)

【国際公開番号】WO2022/230118

【出願番号】特願2023-514954(P2023-514954)

【国際特許分類】

H 0 1 L 2 1 / 3 0 6 5 (2 0 0 6 . 0 1)

【 F I 】

H 0 1 L 2 1 / 3 0 2 1 0 5 A

10

【手続補正書】

【提出日】令和5年3月3日(2023.3.3)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

20

(a) プラズマ処理装置のチャンバ内に基板を準備する工程であり、該基板はマスク及び該マスク下に設けられたシリコン含有膜を含む、該工程と、

(b) 前記チャンバ内で処理ガスから生成されたプラズマからの化学種により前記シリコン含有膜をエッチングする工程と、
を含み、

前記処理ガスは、フッ化水素ガス及び炭素含有ガスを含み、

希ガスを含まない前記処理ガスにおける全てのガスの流量のうち前記フッ化水素ガスの流量が最も多いか、前記処理ガスにおける希ガスを除く全てのガスの流量のうち前記フッ化水素ガスの流量が最も多い、
エッチング方法。

30

【請求項2】

前記処理ガスは、リン含有ガスを更に含む、請求項1に記載のエッチング方法。

【請求項3】

前記処理ガスは、アミン系ガスを更に含む、請求項1に記載のエッチング方法。

【請求項4】

前記炭素含有ガスは、その分子中の炭素原子数が一つ以上、六つ以下であるフルオロカーボン及び/又はハイドロフルオロカーボンを含む、請求項1～3の何れか一項に記載のエッチング方法。

【請求項5】

前記(b)において、前記炭素含有ガスの流量が段階的に減少される、請求項1～4の何れか一項に記載のエッチング方法。

40

【請求項6】

前記(b)において、前記チャンバ内の圧力が0.666パスカル以上、2.666パスカル以下に設定される、請求項5に記載のエッチング方法。

【請求項7】

前記炭素含有ガスは、C F₄、C₂F₂、C₂F₄、C₃F₈、C₄F₆、C₄F₈、C₅F₈、C H F₃、C H₂F₂、C H₃F、C₂H F₅、C₂H₂F₄、C₂H₃F₃、C₂H₄F₂、C₃H F₇、C₃H₂F₂、C₃H₂F₆、C₃H₂F₄、C₃H₃F₅、C₄H₅F₅、C₄H₂F₆、C₅H₂F₁₀、c - C₅H₃F₇、C H₄、C₂H₆、C₃H₆、C₃H₈、C₄H₁₀、C C l₄、C H_xC l_y、C F_xB r_y、C F_xI_y、C_xF_yI_z

50

のそれぞれのガスのうち一つ以上のガスを含み、ここで、 x 、 y 、 z は1以上の整数である、請求項1～6の何れか一項に記載のエッチング方法。

【請求項8】

(a) プラズマ処理装置のチャンバ内に基板を準備する工程であり、該基板はシリコン含有膜及び該シリコン含有膜上に設けられたマスクを含む、該工程と、

(b) 前記チャンバ内で処理ガスから生成されたプラズマからの化学種により前記シリコン含有膜をエッチングする工程と、

を含み、

前記処理ガスは、フッ化水素ガスを含み、リン含有ガス又はアミン系ガスを更に含み、希ガスを含まない前記処理ガスにおける全てのガスの流量のうち前記フッ化水素ガスの流量が最も多いか、前記処理ガスにおける希ガスを除く全てのガスの流量のうち前記フッ化水素ガスの流量が最も多い、
エッチング方法。

10

【請求項9】

前記処理ガスは、 NF_3 、 O_2 、 CO_2 、 CO 、 N_2 、 He 、 Ar 、 Kr 、 Xe のそれぞれのガスのうち一つ以上のガスを更に含む請求項1～8の何れか一項に記載のエッチング方法。

【請求項10】

前記処理ガスは、ハロゲン含有ガスを更に含む、請求項1～9の何れか一項に記載のエッチング方法。

20

【請求項11】

前記ハロゲン含有ガスは、 Cl_2 、 Br_2 、 HCl 、 HBr 、 HI 、 BCl_3 、 CH_xCl_y 、 CF_xBr_y 、 CF_xI_y 、 ClF_3 、 IF_5 、 IF_7 、 BrF_3 のそれぞれのガスのうち一つ以上のガスを含み、ここで、 x 、 y は1以上の整数である、請求項10に記載のエッチング方法。

【請求項12】

前記処理ガスは、塩素含有ガスを更に含む、請求項1～9の何れか一項に記載のエッチング方法。

【請求項13】

前記塩素含有ガスは、 Cl_2 、 HCl 、 BCl_3 、及び CH_xCl_y のそれぞれのガスのうち一つ以上を含み、ここで、 x 、 y は1以上の整数である、請求項12に記載のエッチング方法。

30

【請求項14】

前記塩素含有ガスは、 HCl を含む、請求項12に記載のエッチング方法。

【請求項15】

前記処理ガスは、ヨウ素含有ガスを更に含む、請求項1～14の何れか一項に記載のエッチング方法。

【請求項16】

前記ヨウ素含有ガスは、 HI 、 IF_t 、及び $\text{C}_x\text{F}_y\text{I}_z$ のうち一つ以上を含み、ここで、 t 、 x 、 y 、 z は、1以上の整数である、請求項15に記載のエッチング方法。

40

【請求項17】

前記(b)において、前記チャンバ内の圧力が段階的に減少される、請求項1～16の何れか一項に記載のエッチング方法。

【請求項18】

前記シリコン含有膜は、シリコン酸化膜及び/又はシリコン窒化膜を含む、請求項1～17の何れか一項に記載のエッチング方法。

【請求項19】

前記シリコン含有膜は、多結晶シリコン膜を更に含む、請求項18に記載のエッチング方法。

【請求項20】

50

前記マスクは炭素含有マスクである、請求項 1 ~ 19 の何れか一項に記載のエッチング方法。

【請求項 2 1】

前記マスクは金属含有マスクである、請求項 1 ~ 19 の何れか一項に記載のエッチング方法。

【請求項 2 2】

前記基板は、前記チャンパ内の基板支持器上に載置され、

前記 (b) において、

前記基板支持器又は該基板支持器の上方に設けられた上部電極に第 1 の周波数を有する高周波電力が供給され、

10

前記基板支持器に第 2 の周波数を有する電気バイアスが供給される、

請求項 1 ~ 2 1 の何れか一項に記載のエッチング方法。

【請求項 2 3】

前記電気バイアスは、前記第 2 の周波数を有する高周波電力であるか、第 2 の周波数で周期的に発生される電圧のパルス波である、請求項 2 2 に記載のエッチング方法。

【請求項 2 4】

前記電気バイアスのパルス波が、第 3 の周波数で前記基板支持器に周期的に供給される、請求項 2 3 に記載のエッチング方法。

【請求項 2 5】

前記 (b) は、前記基板支持器の温度が 0 以下に設定されてから開始される、請求項 2 2 ~ 2 4 の何れか一項に記載のエッチング方法。

20

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 6】

一つの例示的实施形態において、処理ガスは、 NF_3 、 O_2 、 CO_2 、 CO 、 N_2 、 He 、 Ar 、 Kr 、 Xe のそれぞれのガスのうち一つ以上のガスを更に含んでいてもよい。

【手続補正 3】

30

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 6 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 6 0】

具体的に、工程 S T b におけるフッ化水素ガスの流量は、希ガスを含まない処理ガス又は希ガスを除いた処理ガスの全流量に対して、70 体積%以上、80 体積%以上、85 体積%以上、90 体積%以上、又は95 体積%以上であってもよい。なお、処理ガスが炭素含有ガス等の他のガスを更に含む場合には、フッ化水素ガスの流量は、希ガスを含まない処理ガス又は希ガスを除いた処理ガスの全流量に対して、100 体積%未満、99.5 体積%以下、98 体積%以下、又は96 体積%以下であってもよい。

40

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 6 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 6 1】

一例では、フッ化水素ガスの流量は、希ガスを含まない処理ガス又は希ガスを除いた処理ガスの全流量に対して、70 体積%以上、96 体積%以下に調整される。処理ガス中のフッ化水素ガスの流量をこのような範囲内の流量に制御することにより、マスク M K のエ

50

ッチングを抑制しつつ、高いエッチングレートで膜 S F をエッチングすることができる。例えば、マスク M K のエッチングに対する膜 S F のエッチングの選択比は、5 以上の高い選択比となる。その結果、3 次元構造を有する N A N D フラッシュメモリの製造プロセスのように高いアスペクト比が要求されるプロセスにおいても、実効性のある速度で膜 S F をエッチングすることができる。また、このような高い選択比に起因して、炭素含有ガス等の堆積性ガスの添加量を抑制することができるため、マスク M K の開口が閉塞するリスクを低減することができる。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0092

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0092】

図 6 の (a)、図 6 の (b)、及び図 6 の (c) に示すように、一実施形態の工程 S T b では、処理ガスに含まれる炭素含有ガスの流量及び / 又はチャンバ内の圧力が変更される。例えば、処理ガスに含まれる炭素含有ガスの流量及び / 又はチャンバ内の圧力は、段階的に減少されてもよい。図 6 の (a) に示すように、工程 S T b では、処理ガスに含まれる炭素含有ガスの流量及び / 又はチャンバ内の圧力は、一段階で減少されてもよい。或いは、図 6 の (b) に示すように、工程 S T b では、処理ガスに含まれる炭素含有ガスの流量及び / 又はチャンバ内の圧力は、多段階で減少されてもよい。処理ガスに含まれる炭素含有ガスの流量及び / 又はチャンバ内の圧力の段階的な減少において、各段階の時間長は同一であってもよい。或いは、図 6 の (c) に示すように、処理ガスに含まれる炭素含有ガスの流量及び / 又はチャンバ内の圧力の段階的な減少において、各段階の時間長は、異なってもよい。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0138

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0138】

第 19 の実験では、第 17 の実験のサンプル基板と同じサンプル基板の膜 S F のプラズマエッチングを行った。第 19 の実験のプラズマエッチングは、チャンバ内の圧力が 15 m T o r r (2 P a) である点において第 17 の実験のプラズマエッチングの条件と異なっていた。第 19 の実験では、第 14 の実験における B o w C D に対して B o w C D の増加が抑制されており、且つ、B o t t o m C D が第 14 の実験における B o t t o m C D に対して約 1 . 4 倍増加していた。したがって、チャンバ内の圧力を比較的低い圧力に設定し、且つ、処理ガスに含まれる炭素含有ガスの流量を段階的に減少させることにより、B o w C D を抑制しつつ、凹部の垂直性を更に高めることが可能であることが確認された。

10

20

30

40

50