

【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 2 年 2 月 6 日 (2020.2.6)

【公表番号】特表 2019-507505 (P2019-507505A)

【公表日】平成 31 年 3 月 14 日 (2019.3.14)

【年通号数】公開・登録公報 2019-010

【出願番号】特願 2018-546013 (P2018-546013)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/3065 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/302 1 0 4 C

【手続補正書】

【提出日】令和 1 年 12 月 18 日 (2019.12.18)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 1】

このような高度に選択的な等方性エッチングを達成するために、化学的酸化物除去の改質を使用することができる。この気相エッチングは、表面を活性化してフッ素含有ガス及び/又は水素含有ガスと反応させ、フッ素化副生成物を形成する、Si 及び Si-Ge の表面での窒素含有ガス（例えば、 NH_3 、 NF_3 など）の吸着によって達成される。一例では、窒素含有ガス及びフッ素含有ガスは、処理チャンバから離れて実行されるプラズマ処理により生成されてもよい。改質膜の組成は、フッ素化副生成物の組成を決定するために使用することができる。一例として、Si タイプの改質膜の場合、反応副生成物は $[(\text{Si})_1 \text{O}_m \text{F}_n \text{H}_p]$ とすることができ、SiGe タイプの改質膜の場合、副生成物は $[(\text{Si})_1 (\text{Ge})_q \text{O}_m \text{F}_n \text{H}_p]$ の形態のものとするすることができる。そして、副生成物を減圧下（50 mT 未満）でより高い温度で昇華させる。副生成物の組成は、適切な昇華温度を特定するために使用することができる。例えば、 GeF_4 は 1000 で昇華し、酸化ゲルマニウムは高真空中において 550 より上で昇華するが、 $(\text{NH}_4)_2 \text{SiF}_6$ は減圧下において 100 で昇華する。本明細書における酸化温度範囲は、25 から 90 までの間とすることができる。昇華ステップの場合、昇華温度は 100 から 225 までの間とすることができる。昇華温度を注意深く調整することにより、 $[(\text{Si})_1 \text{O}_m \text{F}_n \text{H}_p]$ は $[(\text{Si})_1 (\text{Ge})_q \text{O}_m \text{F}_n \text{H}_p]$ に対して選択的に昇華することができる。正確な昇華温度は、所与の材料の正確な組成（例えば、タイプ、ドーピング量など）、ならびに圧力及び周囲ガスに依存し得ることに留意されたい。選択的昇華のこの処理は、下にある膜がさらに酸化をうけるように再生又は露出させる。非昇華膜は、その後続くエッチング及び改質に対する保護層を提供する。改質膜間のエッチング選択性のさらなる程度は、(A) 材料の表面でのエッチングガスの吸着を修正することによって、及び (B) エッチングガスの利用可能性又は濃度を修正することにより異なる材料のエッチング/反応速度を調整することによって、達成することができる。

【手続補正 2】

【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】

基板を処理するための方法であって、

シリコンの層及びシリコンゲルマニウムの層を有する基板であって、シリコン及びシリコンゲルマニウムの側壁表面は覆われていない該基板を受けるステップと、

基板をエッチングするように構成された処理チャンバ内に前記基板を配置するステップと、

シリコン及びシリコンゲルマニウムの覆われていない表面をラジカル種に暴露することによって、シリコン及びシリコンゲルマニウムの覆われていない該表面を改質するステップと、

第 1 の基板温度で窒素含有ガスとフッ素含有ガスとの混合物を流してフッ素化副生成物を形成し、その後、該第 1 の基板温度よりも高い第 2 の基板温度で該フッ素化副生成物を除去する昇華処理を実行することを含むガス状化学的酸化物除去処理を実行するステップと、

シリコン酸化物材料が、

a) シリコンゲルマニウム酸化物材料の昇華速度の少なくとも 4 倍の速度で、又は

b) シリコンゲルマニウム酸化物材料の昇華速度に実質的に等しい速度で、昇華するように前記第 2 の基板温度を制御するステップと、を含む方法。

【請求項 2】

前記ラジカル種が、酸素 (O)、水素 (H)、希ガス、ハロゲン化物、又はそれらの組み合わせを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記基板がマスキング材料の層をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

シリコン及びシリコンゲルマニウムの覆われていない前記表面を改質するステップと前記ガス状化学的酸化物除去処理を実行するステップとの間を繰り返すステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

シリコン及びシリコンゲルマニウムの覆われていない前記表面を改質するステップと前記ガス状化学的酸化物除去処理を実行するステップとの間を繰り返す前記ステップは、10 : 1 より大きい Si : SiGe エッチング選択性を提供する、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

シリコン及びシリコンゲルマニウムの覆われていない前記表面を前記ラジカル種に暴露するステップは、気相ベースの前記処理チャンバ内のパラメータ値を変化させることによってシリコン及びシリコンゲルマニウムの覆われていない前記表面の改質速度を制御するステップを含み、

前記パラメータ値は、基板温度、チャンバ圧力、ガス流量、及び暴露時間からなる群から選択される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

シリコン及びシリコンゲルマニウムの覆われていない前記表面を前記ラジカル種に暴露するステップは、気相ベースの前記処理チャンバ内のパラメータ値を変化させることによってシリコン及びシリコンゲルマニウムの覆われていない前記表面の改質深さを制御するステップを含み、

前記パラメータ値は、基板温度、チャンバ圧力、ガス流量、及び暴露時間からなる群から選択される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記第 1 の基板温度は 25 から 90 までの範囲にあり、前記第 2 の基板温度は 100 から 225 までの範囲にある、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記基板は、シリコン及びシリコンゲルマニウムの縦方向交互層のマルチ構造を有し、シリコン及びシリコンゲルマニウムの側壁表面は覆われていない、請求項 1 に記載の方法

。

【請求項 10】

前記窒素含有ガス及び前記フッ素含有ガスは、前記処理チャンバから離れて実行されるプラズマ処理により生成される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

基板を処理するための方法であって、

第 1 の材料層及び第 2 の材料層を有する基板を受けるステップであって、該第 1 の材料層は、シリコン、窒化シリコン、酸化シリコン、及び酸窒化シリコンからなる群から選択され、該第 2 の材料層は、シリコンゲルマニウム、SiGeAs、GeAs、InGaAs、TiO_x、HfO、ZrO、及びZrNからなる群から選択され、該第 1 の材料層及び該第 2 の材料層の側壁表面は覆われていない、受けるステップと、

基板をエッチングするように構成された処理チャンバ内に前記基板を配置するステップと、

前記第 1 の材料層及び前記第 2 の材料層の覆われていない表面をラジカル種に暴露することによって、前記第 1 の材料層及び前記第 2 の材料層の覆われていない該表面を改質するステップと、

第 1 の基板温度で窒素含有ガスとフッ素含有ガスとの混合物を流してフッ素化副生成物を形成し、その後、該第 1 の基板温度よりも高い第 2 の基板温度で該フッ素化副生成物を除去する昇華処理を実行することを含むガス状化学的酸化物除去処理を実行するステップと、

前記第 1 の材料層の昇華が、

a) 前記第 2 の材料層の昇華速度の少なくとも 4 倍の速度で、又は

b) 前記第 2 の材料層の昇華速度に実質的に等しい速度で、起きるように前記第 2 の基板温度を制御するステップと、を含む、方法。

【請求項 12】

前記ラジカル種が、酸素(O)、水素(H)、希ガス、ハロゲン化物、又はそれらの組み合わせを含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記基板がマスキング材料層をさらに含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 14】

前記第 1 の材料層及び前記第 2 の材料層の覆われていない前記表面を改質するステップと前記ガス状化学的酸化物除去処理を実行するステップとの間を繰り返すステップをさらに含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 15】

前記第 1 の材料層及び前記第 2 の材料層の覆われていない前記表面を改質するステップと前記ガス状化学的酸化物除去処理を実行するステップとの間を繰り返すステップは、10:1 より大きい第 1 の材料:第 2 の材料エッチング選択性を提供する、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

前記第 1 の材料層及び前記第 2 の材料層の覆われていない前記表面を前記ラジカル種に暴露するステップは、気相ベースの前記処理チャンバ内のパラメータ値を変化させることによって前記第 1 の材料層及び前記第 2 の材料層の覆われていない前記表面の改質速度を制御するステップを含み、

前記パラメータ値は、基板温度、チャンバ圧力、ガス流量、及び暴露時間からなる群から選択される、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 17】

前記第 1 の材料層及び前記第 2 の材料層の覆われていない前記表面を前記ラジカル種に暴露するステップは、気相ベースの前記処理チャンバ内のパラメータ値を変化させることによって前記第 1 の材料層及び前記第 2 の材料層の覆われていない前記表面の改質深さを制御するステップを含み、

前記パラメータ値は、基板温度、チャンバ圧力、ガス流量、及び暴露時間からなる群から選択される、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 18】

前記第 1 の基板温度が 25 と 90 の間にあり、前記第 2 の基板温度は 100 と 225 の間にある、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 19】

前記基板は、前記第 1 の材料層及び前記第 2 の材料層の縦方向交互層のマルチ構造を有し、前記第 1 の材料層及び前記第 2 の材料層の側壁表面は覆われていない、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 20】

前記窒素含有ガス及び前記フッ素含有ガスは、前記処理チャンバから離れて実行されるプラズマ処理によって生成される、請求項 11 に記載の方法。