

【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 10 月 8 日 (2020.10.8)

【公開番号】特開 2018-142698 (P2018-142698A)

【公開日】平成 30 年 9 月 13 日 (2018.9.13)

【年通号数】公開・登録公報 2018-035

【出願番号】特願 2018-21500 (P2018-21500)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/3065 (2006.01)

H 0 1 L 21/283 (2006.01)

H 0 1 L 29/423 (2006.01)

H 0 1 L 29/49 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/302 3 0 1 S

H 0 1 L 21/302 3 0 1 N

H 0 1 L 21/283 C

H 0 1 L 29/58 G

【手続補正書】

【提出日】令和 2 年 8 月 28 日 (2020.8.28)

【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】

半導体基板を処理する方法であって、

(a) 露出した SnO_2 層を有する半導体基板を提供することと、

(b) 前記 SnO_2 層を約 100 未満の温度でエッチングすることと、を含み、

前記エッチングすることは、前記半導体基板を、少なくとも約 50% の H_2 を含むプロセスガスにおいて形成されたプラズマに曝露することを含む、方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であって、

(a) において提供された前記基板は、さらに、 SiO_2 、 SiC 、 SiN 、 SiOC 、 SiNO 、 SiCNO 、および SiCN からなる群より選択された露出した第 2 の材料を含み、

(b) は、 SnO_2 を、前記第 2 の材料に対して少なくとも約 10 のエッチング選択比でエッチングすることを含む、方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の方法であって、

(a) において提供された前記基板は、さらに、 SiO_2 、 SiC 、 SiN 、 SiOC 、 SiNO 、 SiCNO 、および SiCN からなる群より選択された露出した第 2 の材料を含み、

(b) は、 SnO_2 を、前記第 2 の材料に対して少なくとも約 80 のエッチング選択比でエッチングすることを含む、方法。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の方法であって、

(b) の前記エッチングすることは、 SiO_2 、 SiC 、 SiN 、 SiOC 、 SiNO

、 SiCN O 、および SiCN からなる群より選択された第2の材料を露出することを含み、

(b)は、さらに、前記第2の材料が前記第2の材料に対して少なくとも約10のエッチング選択比で露出された後に SnO_2 をエッチングすることを含む、方法。

【請求項5】

請求項1に記載の方法であって、

前記プロセスガスは、少なくとも約80%の H_2 を含む、方法。

【請求項6】

請求項1に記載の方法であって、

前記プロセスガスは、 H_2 を主成分とする、方法。

【請求項7】

請求項1に記載の方法であって、

前記プロセスガスは、 H_2 および不活性ガスを主成分とする、方法。

【請求項8】

請求項1に記載の方法であって、

前記プロセスガスは、炭化水素をさらに含む、方法。

【請求項9】

請求項1に記載の方法であって、

前記プロセスガスは、 Cl_2 をさらに含む、方法。

【請求項10】

請求項1に記載の方法であって、

(b)は、前記基板に外部バイアスを用いることなくプラズマを形成することを含む、方法。

【請求項11】

請求項1に記載の方法であって、

(b)は、約 0.0018 W/cm^2 から約 0.36 W/cm^2 の間の電力密度を用いてプラズマを生成することを含む、方法。

【請求項12】

請求項1に記載の方法であって、

前記 SnO_2 をエッチングすることは、約 1 Torr から約 175 Torr の間の圧力で実行される、方法。

【請求項13】

請求項1に記載の方法であって、

前記プロセスガスは、 H_2 および He を含む、方法。

【請求項14】

請求項1に記載の方法であって、

前記プロセスガスは、 H_2 、 He 、および、炭化水素を含む、方法。

【請求項15】

請求項1に記載の方法であって、さらに、

(a)の前に、原子層堆積によって前記半導体基板上に前記 SnO_2 層を堆積させることを含む、方法。

【請求項16】

請求項1に記載の方法であって、

(b)は、 SiO_2 の存在下で SnO_2 を選択的にエッチングすることを含み、前記エッチングの選択比は、少なくとも10である、方法。

【請求項17】

請求項1に記載の方法であって、さらに、

前記半導体基板にフォトレジストを塗布することと、

前記フォトレジストを露光することと、

前記フォトレジストをパターニングして、パターンを前記基板に転写することと、

前記フォトリソを前記基板から選択的に除去することと、
を含む、方法。

【請求項 18】

SnO_2 層をエッチングするための装置であって、

(a) エッチング時に半導体基板を保持するように構成された基板ホルダを有するプロセスチャンバと、

(b) プロセスガスにおいてプラズマを生成するように構成されたプラズマ生成器と、

(c) 約 100 未満の温度で前記半導体基板上の前記 SnO_2 層の前記エッチングを行わせるためのプログラム命令を含む制御装置であって、前記エッチングを行わせることは、少なくとも約 50 % の H_2 を含むプロセスガスにおいて形成されたプラズマに前記半導体基板を曝露することが含まれる、制御装置と、
を備える、装置。

【請求項 19】

半導体基板上にエアギャップを形成するための方法であって、

(a) 第 1 の材料の露出層、第 2 の材料の露出層、および、前記第 1 の材料の前記層と前記第 2 の材料の前記層との間に位置する SnO_2 の露出層を有する半導体基板を提供することと、

(b) 水素プラズマエッチング化学物質を用いて、前記露出した SnO_2 を前記第 1 の材料および前記第 2 の材料の両方に対して選択的にエッチングすることで、前記第 1 の材料と前記第 2 の材料との間に凹状フィーチャを形成することと、

(c) 前記凹状フィーチャを完全に充填することなく前記凹状フィーチャの上に第 3 の材料を堆積させることで、前記第 1 の材料の前記層と前記第 2 の材料の前記層との間に前記エアギャップを形成することと、
を含む、方法。

【請求項 20】

請求項 19 に記載の方法であって、

前記第 1 の材料は、 SiO_2 、 SiC 、 SiN 、 SiOC 、 SiNO 、 SiCNO 、および、 SiCN からなる群より選択され、

前記第 2 の材料は、 SiO_2 、 SiC 、 SiN 、 SiOC 、 SiNO 、 SiCNO 、および、 SiCN からなる群より選択される、方法。

【請求項 21】

請求項 19 に記載の方法であって、

前記第 1 の材料および前記第 2 の材料は同じである、方法。

【請求項 22】

請求項 19 に記載の方法であって、

前記第 3 の材料は SiO_2 である、方法。

【請求項 23】

請求項 19 に記載の方法であって、

(b) は、前記半導体基板を、少なくとも約 50 % の H_2 を含むプロセスガスにおいて形成されたプラズマに曝露することを含む、方法。

【請求項 24】

請求項 19 に記載の方法であって、

(b) は、前記露出した SnO_2 層を約 100 未満の温度でエッチングすることを含む、方法。

【請求項 25】

請求項 19 に記載の方法であって、

前記第 1 の材料の前記層と前記第 2 の材料の前記層との間に存在する前記 SnO_2 の露出層は、約 20 ~ 約 100 の間の幅を有する、方法。

【請求項 26】

請求項 19 に記載の方法であって、さらに、(a) の前に、

前記半導体基板上にゲートを形成することと、

前記第 1 の材料が前記ゲートの側壁および上面の両方を覆うように、前記第 1 の材料の層を前記半導体基板の上に形成することと、

SnO_2 が前記ゲートの前記側壁および前記上面の両方の上の前記第 1 の材料を覆うように、 SnO_2 層を前記第 1 の材料の前記層の上に形成することと、

前記第 2 の材料が前記ゲートの前記側壁および前記上面の両方の上の前記 SnO_2 を覆うように、前記第 2 の材料の層を前記 SnO_2 層の上に形成することと、

前記第 2 の材料を前記基板の水平面から除去することで、(a) で提供された構造を形成することと、

を含む、方法。

【請求項 27】

請求項 26 に記載の方法であって、

前記第 1 の材料は SiN であり、前記第 2 の材料は SiO_2 である、方法。

【請求項 28】

請求項 26 に記載の方法であって、

前記ゲートは高 k 酸化物を含む、方法。

【請求項 29】

請求項 26 に記載の方法であって、

SnO_2 は、約 20 ～ 約 100 の間の厚さに堆積する、方法。

【請求項 30】

請求項 19 に記載の方法であって、さらに、

フォトリソを前記半導体基板に塗布することと、

前記フォトリソを露光することと、

前記フォトリソをパターンングして、パターンを前記基板に転写することと、

前記フォトリソを前記基板から選択的に除去することと、

を含む、方法。

【請求項 31】

半導体基板上にエアギャップを形成するためのシステムであって、

(a) 1 つ以上の堆積プロセスチャンバと、

(b) 1 つ以上のエッチングプロセスチャンバと、

(c) 制御装置であって、

(i) 第 1 の材料の露出層、第 2 の材料の露出層、および、前記第 1 の材料の前記層と前記第 2 の材料の前記層との間に位置する SnO_2 の露出層を有する半導体基板上で、水素プラズマ化学物質を用いて前記露出した SnO_2 を前記第 1 の材料および前記第 2 の材料の両方に対して選択的にエッチングすることで、前記第 1 の材料と前記第 2 の材料との間に凹状フィーチャを形成する工程と、

(ii) 前記凹状フィーチャを完全に充填することなく前記凹状フィーチャの上に第 3 の材料を堆積させることで、前記第 1 の材料の前記層と前記第 2 の材料の前記層との間に前記エアギャップを形成する工程と、を行わせるためのプログラム命令を含む制御装置と、

を備える、システム。

【請求項 32】

請求項 31 に記載のシステムであって、ステッパをさらに備える、システム。

【請求項 33】

半導体基板を処理するための方法であって、

(a) 前記半導体基板上に SnO_2 ダミーゲートを形成することと、

(b) 前記 SnO_2 ダミーゲートの存在下で前記半導体基板を処理することと、

(c) H_2 を含むプロセスガスにおいて形成されたプラズマを用いて前記 SnO_2 ダミーゲートをエッチングして、前記ダミーゲートに代えて凹状フィーチャを形成することと、

(d) 前記形成された凹状フィーチャに高 k 誘電材料を堆積させて、前記ダミーゲート

に代えてゲートを形成することと、
を含む、方法。

【請求項 3 4】

半導体基板を処理するためのシステムであって、

(a) 1つ以上の堆積プロセスチャンバと、

(b) 1つ以上のエッチングプロセスチャンバと、

(c) 制御装置であって、

(i) 前記半導体基板上に SnO_2 ダミーゲートを形成する工程と、

(ii) 前記 SnO_2 ダミーゲートの存在下で前記半導体基板を処理する工程と、

(iii) H_2 を含むプロセスガスにおいて形成されたプラズマを用いて前記 SnO_2 ダミーゲートをエッチングして、前記ダミーゲートに代えて凹状フィーチャを形成する工程と、

(iv) 前記形成された凹状フィーチャに高 k 誘電材料を堆積させて、前記ダミーゲートに代えてゲートを形成する工程と、を行わせるためのプログラム命令を含む制御装置と、

を備える、システム。

【請求項 3 5】

半導体基板を処理する方法であって、

(a) 前記半導体基板をスズ含有前駆体および酸素含有前駆体に連続して曝露して、 SnO_2 を堆積させ、露出した SnO_2 層を有する半導体基板を形成することと、

(b) 前記 SnO_2 層を約 100 未満の温度でエッチングすることと、を含み、
前記エッチングすることは、前記半導体基板を、少なくとも約 50% の H_2 を含むプロセスガスにおいて形成されたプラズマに曝露することを含む、方法。

【請求項 3 6】

請求項 3 5 に記載の方法であって、

前記スズ含有前駆体は、一般式 $\text{R}_x - \text{Sn} - \text{A}_{4-x}$ を有し、 R は、水素、アルキル、アルケニル、およびアルキニルからなる群より選択され、 $\text{A} = \text{YR}'_z$ を有し、 Y は N であり、 R' は、アルキル、アルケニル、およびアルキニルからなる群より選択され、 x は、0、1、2、または 3 であり、 z は 2 である、方法。

【請求項 3 7】

請求項 3 6 に記載の方法であって、

$\text{A} = \text{YR}'_z$ の各 R' は同じである、方法。

【請求項 3 8】

請求項 3 7 に記載の方法であって、

前記スズ含有前駆体は、テトラキス(ジメチルアミノ)スズを含む、方法。

【請求項 3 9】

請求項 3 6 に記載の方法であって、

$\text{A} = \text{YR}'_z$ の各 R' は異なる、方法。

【請求項 4 0】

請求項 3 9 に記載の方法であって、

前記スズ含有前駆体は、テトラキス(エチルメチルアミノ)スズである、方法。

【請求項 4 1】

請求項 3 6 に記載の方法であって、

前記スズ含有前駆体は、 N^2 、 N^3 - ジ - tert - ブチル - ブタン - 2, 3 - ジアミノ - スズ(II)、および、1, 3 - ビス(1, 2メチルエチル) - 4, 5 - ジメチル - (4R, 5R) - 1, 3, 2 - ジアザスタノリジン - 2 - イリデンからなる群より選択される、方法。

【請求項 4 2】

請求項 3 5 に記載の方法であって、

前記スズ含有前駆体は、アルキル置換スズアミドである、方法。

【請求項 4 3】

請求項 3 5 に記載の方法であって、
前記酸素含有前駆体は、酸素、オゾン、水、過酸化水素、および NO からなる群より選択される、方法。

【請求項 4 4】

請求項 3 5 に記載の方法であって、
前記 SnO_2 層を堆積させることは、前記半導体基板の前記スズ含有前駆体への曝露と前記基板の前記酸素含有前駆体への曝露との間に、不活性ガスによってプロセスチャンバをパージすることを含む、方法。

【請求項 4 5】

請求項 3 5 に記載の方法であって、
前記 SnO_2 層を堆積させることは、前記スズ含有前駆体および前記酸素含有前駆体の各々を独立して気相で維持するプロセスパラメータで実施される、方法。

【請求項 4 6】

請求項 4 5 に記載の方法であって、
前記プロセスパラメータは、約 20 から約 500 の間のプロセスチャンバの温度である、方法。

【請求項 4 7】

請求項 4 5 に記載の方法であって、
前記プロセスパラメータは、前記スズ含有前駆体および前記酸素含有前駆体の各々が約 10 sccm から約 10,000 sccm の間で独立して流される流量である、方法。

【請求項 4 8】

請求項 3 5 に記載の方法であって、
前記スズ含有前駆体および前記酸素含有前駆体の各々は、独立してキャリアガスと混合され、前記キャリアガスは、ヘリウム、アルゴン、および窒素からなる群より選択される、方法。

【請求項 4 9】

請求項 3 5 に記載の方法であって、
前記 SnO_2 層を堆積させることは、原子層堆積、プラズマ強化原子層堆積、およびプラズマ強化化学気相堆積からなる群より選択された化学気相堆積プロセスの少なくとも 1 つを用いて実施される、方法。

【請求項 5 0】

半導体処理のための装置であって、
少なくとも 1 つのプロセスチャンバおよび制御装置を備え、
前記制御装置は、
(i) 前記半導体基板をスズ含有前駆体および酸素含有前駆体に連続して曝露して、 SnO_2 を堆積させ、露出した SnO_2 層を有する半導体基板を形成することと、
(ii) 前記 SnO_2 層を約 100 未満の温度でエッチングすることであって、前記エッチングすることは、前記半導体基板を、少なくとも約 50% の H_2 を含むプロセスガスにおいて形成されたプラズマに曝露することと、を行わせるように構成されたプログラム命令を含む、装置。

【請求項 5 1】

請求項 5 0 に記載の装置であって、
前記スズ含有前駆体は、一般式 $\text{R}_x - \text{Sn} - \text{A}_{4-x}$ を有し、R は、水素、アルキル、アルケニル、およびアルキニルからなる群より選択され、 $\text{A} = \text{YR}'_z$ を有し、 $\text{Y} = \text{N}$ であり、 $\text{R}' = \text{アルキル}$ 、アルケニル、およびアルキニルであり、 x は、0、1、2、または 3 であり、 z は 2 である、装置。

【請求項 5 2】

半導体基板上にエアギャップを形成するための方法であって、
(a) 第 1 の材料の露出層、第 2 の材料の露出層、および、前記第 1 の材料の前記層と

前記第2の材料の前記層との間に位置する SnO_2 の露出層を有する半導体基板を提供することであって、 SnO_2 の前記露出層は、前記半導体基板をスズ含有前駆体および酸素含有前駆体に連続して曝露することによって形成されることと、

(b) 水素プラズマエッチング化学物質を用いて、前記露出した SnO_2 を前記第1の材料および前記第2の材料の両方に対して選択的にエッチングすることで、前記第1の材料および前記第2の材料の間に、凹状フィーチャを形成することと、

(c) 前記凹状フィーチャを完全に充填することなく前記凹状フィーチャの上に第3の材料を堆積させることで、前記第1の材料の前記層と前記第2の材料の前記層との間に前記エアギャップを形成することと、

を含む、方法。

【請求項53】

半導体基板上にエアギャップを形成するためのシステムであって、

(a) 1つ以上の堆積プロセスチャンバと、

(b) 1つ以上のエッチングプロセスチャンバと、

(c) 制御装置であって、

(i) 半導体基板をスズ含有前駆体および酸素含有前駆体に連続して曝露することによって露出した SnO_2 層を形成する工程と、

(ii) 第1の材料の露出層、第2の材料の露出層、および、前記第1の材料の前記層と前記第2の材料の前記層との間に位置する SnO_2 の前記露出層を有する半導体基板上で、水素プラズマエッチング化学物質を用いて前記露出した SnO_2 を前記第1の材料および前記第2の材料の両方に対して選択的にエッチングすることで、前記第1の材料と前記第2の材料との間に凹状フィーチャを形成する工程と、

(iii) 前記凹状フィーチャを完全に充填することなく前記凹状フィーチャの上に第3の材料を堆積させることで、前記第1の材料の前記層と前記第2の材料の前記層との間に前記エアギャップを形成する工程と、を行わせるためのプログラム命令を含む制御装置と、

を備える、システム。

【請求項54】

半導体基板を処理するための方法であって、

(a) 前記半導体基板をスズ含有前駆体および酸素含有前駆体に連続して曝露することによって前記半導体基板上に SnO_2 ダミーゲートを形成することと、

(b) 前記 SnO_2 ダミーゲートの存在下で前記半導体基板を処理することと、

(c) H_2 を含むプロセスガスにおいて形成されたプラズマを用いて前記 SnO_2 ダミーゲートをエッチングして、前記ダミーゲートに代えて凹状フィーチャを形成することと、

(d) 前記形成された凹状フィーチャに高k誘電材料を堆積させて、前記ダミーゲートに代えてゲートを形成することと、

を含む、方法。

【請求項55】

半導体基板を処理するためのシステムであって、

(a) 1つ以上の堆積プロセスチャンバと、

(b) 1つ以上のエッチングプロセスチャンバと、

(c) 制御装置であって、

(i) 前記半導体基板をスズ含有前駆体および酸素含有前駆体に連続して曝露することによって前記半導体基板上に SnO_2 ダミーゲートを形成する工程と、

(ii) 前記 SnO_2 ダミーゲートの存在下で前記半導体基板を処理する工程と、

(iii) H_2 を含むプロセスガスにおいて形成されたプラズマを用いて前記 SnO_2 ダミーゲートをエッチングして、前記ダミーゲートに代えて凹状フィーチャを形成する工程と、

(iv) 前記形成された凹状フィーチャに高k誘電材料を堆積させて、前記ダミーゲートに代えてゲートを形成する工程と、を行わせるためのプログラム命令を含む制御装置

と、
を備える、システム。