

【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】平成21年4月2日(2009.4.2)

【公表番号】特表2008-537848(P2008-537848A)

【公表日】平成20年9月25日(2008.9.25)

【年通号数】公開・登録公報2008-038

【出願番号】特願2008-504044(P2008-504044)

【国際特許分類】

H 01 L 21/318 (2006.01)

H 01 L 29/78 (2006.01)

【F I】

H 01 L 21/318 C

H 01 L 21/318 M

H 01 L 29/78 3 0 1 G

H 01 L 21/318 B

【手続補正書】

【提出日】平成21年2月9日(2009.2.9)

【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】

基板上にゲートstackのための界面層を成膜する方法であつて：

酸素を有する少なくとも1種類の分子組成物を有する第1プロセスガスの紫外(UV)放射線誘起分解によって生成される酸素ラジカルに前記基板表面を曝露することによって、前記基板表面を酸化させて酸化膜を形成する酸化工程；

複数のスリットを有する平面アンテナ部によるマイクロ波照射に基づくプラズマを用いた、窒素を有する少なくとも1種類の分子組成物を有する第2プロセスガスのプラズマ誘起分解によって生成される窒素ラジカルに前記酸化膜を曝露することによって、前記酸化膜を窒化させて酸窒化膜を形成する窒化工程；及び

前記界面層上に高誘電率誘電体層を形成する形成工程；

を有する方法。

【請求項2】

前記基板表面がシリコン表面、酸化物表面、又はシリコン酸化物表面である、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記の第1プロセスガス中の分子組成物が、O₂、NO、N₂O若しくはNO₂又はこれらのうちの2種類以上による混合ガス、及び任意で、H₂、Ar、He、Ne、Xe、Kr若しくはこれらの混合ガスからなる群から選択される少なくとも1種類のガスを有する、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記の第1プロセスガス中の分子組成物がO₂を有し、かつ

前記酸素ラジカルは前記酸素の紫外放射線誘起分解によって生成される、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記酸素ラジカルが前記基板表面を通って流れる前記第1プロセスガスの層流の範囲内

に存在するように、前記第1プロセスガスを流す工程をさらに有する、請求項1に記載の方法。

【請求項6】

約1r.p.mから約60r.p.mの速度で、前記基板表面の面内で前記基板を回転させる工程をさらに有する、請求項1に記載の方法。

【請求項7】

前記の第1プロセスガス中の分子組成物が、H₂、Ar、He、Ne、Xe、Kr若しくはこれらの混合ガスからなる群から選択される少なくとも1種類のガスをさらに有し、かつ

前記第1ガスの流速は約0s1mから約5s1mである、

請求項1に記載の方法。

【請求項8】

前記の紫外放射線誘起分解での紫外放射線が172nmの波長を有する、請求項1に記載の方法。

【請求項9】

前記の紫外放射線誘起分解での紫外放射線が、約5mW/cm²から約50mW/cm²の出力で動作する紫外放射線源から放出される、請求項1に記載の方法。

【請求項10】

前記の紫外放射線誘起分解での紫外放射線が、2以上の紫外放射線源から放出される、請求項1に記載の方法。

【請求項11】

前記酸化工程の前に、前記基板表面から自然酸化物を除去する工程をさらに有する、請求項1に記載の方法。

【請求項12】

前記酸化工程の前に、湿式化学洗浄によって前記基板上にペアシリコン表面を形成する工程から構成される群から選択される少なくとも1以上の洗浄工程を実行する工程、洗浄に続いて前記基板表面とHFとを接触させることで前記基板表面上にペアシリコン表面を形成する工程、又はこれらの工程を組み合わせた工程、をさらに有する、請求項1に記載の方法。

【請求項13】

前記界面層が酸窒化膜である、請求項1に記載の方法。

【請求項14】

前記第2プロセスガスの前記プラズマ誘起分解が、複数のスリットを有する平面アンテナ部を介したマイクロ波照射に基づくプラズマを用いる工程を有する、請求項1に記載の方法。

【請求項15】

前記の第2プロセスガス中の分子組成物が、N₂及び任意で、H₂、Ar、He、Ne、Xe、Kr若しくはこれらの混合ガスからなる群から選択される少なくとも1種類のガスを有する、請求項1に記載の方法。

【請求項16】

前記高誘電率誘電体層を窒化する工程をさらに有する方法であって、前記窒化は：

窒素を有する少なくとも1の分子組成物を有する第3プロセスガスのプラズマ誘起分解によって生成される窒素ラジカルに前記高誘電率誘電体層を曝露する工程；

窒素を有する少なくとも1の分子組成物を有する第3プロセスガスのプラズマ誘起分解によって生成される窒素ラジカルに前記高誘電率誘電体層を曝露する工程であって、前記分解が複数のスリットを有する平面アンテナ部を介したマイクロ波照射に基づくプラズマを用いる工程を有する工程；及び

窒素を有する少なくとも1の分子組成物を有する第3プロセスガスのプラズマ誘起分解によって生成される窒素ラジカルに前記高誘電率誘電体層を曝露する工程であって、前記分解が高周波(RF)出力と前記第3プロセスガスとの結合を介した上流のプラズマ発生

に基づくプラズマを用いる工程を有する工程；
からなる群から選択される少なくとも1のプロセスによって行われる、
請求項1に記載の方法。

【請求項17】

前記高誘電率誘電体層が、複数のスリットを有する平面アンテナ部を介したマイクロ波照射に基づくプラズマを用いた、窒素を有する少なくとも1の分子組成物を有する第3プロセスガスのプラズマ誘起分解によって生成された窒素ラジカルに曝露されることによって窒化される、請求項16に記載の方法。

【請求項18】

前記の第3プロセスガス中の分子組成物が、N₂、H₂及び任意で、Ar、He、Ne、Xe、Kr若しくはこれらの混合ガスからなる群から選択される少なくとも1種類のガスを有する、請求項17に記載の方法。

【請求項19】

前記の第3プロセスガス中の分子組成物が、N₂又はNH₃又は両方を有し、かつ

前記窒素ラジカルが、N₂又はNH₃又は両方のプラズマ誘起分解によって生成される

、
請求項17に記載の方法。

【請求項20】

前記平面アンテナ部が前記基板表面よりも大きな表面領域を有する、請求項17に記載の方法。

【請求項21】

前記高誘電率誘電体層が、窒素を有する少なくとも1の分子組成物を有する第3プロセスガスのプラズマ誘起分解によって生成される窒素ラジカルへの曝露によって窒化され、かつ

前記の第3プロセスガスのプラズマ誘起分解は、高周波(RF)出力と前記上流のプロセスガスとの結合によって生成されるプラズマを用いる工程を有する、

請求項16に記載の方法。

【請求項22】

前記の酸化膜の窒化が第1プロセスチャンバ内で実行され、かつ

前記の高誘電率誘電体層の窒化は、前記第1プロセスチャンバ内又は別なプロセスチャンバ内で実行される、

請求項21に記載の方法。

【請求項23】

前記酸化工程及び窒化工程が同一プロセスチャンバ内で実行される、請求項1に記載の方法。

【請求項24】

前記酸化工程及び窒化工程が同一プロセスチャンバ内で実行され、かつ

前記酸化工程後でかつ前記窒化工程前に、少なくとも1の浄化工程が実行される、

請求項1に記載の方法。

【請求項25】

前記酸化工程及び窒化工程がそれぞれ異なるプロセスチャンバ内で実行される、請求項1に記載の方法。

【請求項26】

前記酸化工程が第1プロセスチャンバ内で実行され、かつ前記窒化工程が第2プロセスチャンバ内で実行され、かつ

前記基板は、空気と接触することなく、前記第1プロセスチャンバから前記第2プロセスチャンバ搬送される、

請求項1に記載の方法。

【請求項27】

前記界面層又は前記界面層及び前記高誘電率誘電体層をアニーリングする工程をさらに

有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 2 8】

前記窒化工程及び前記アニーリング工程が同一プロセスチャンバ内で実行され、かつ前記窒化工程後で前記アニーリング工程前に少なくとも 1 の浄化工程が実行される、請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 2 9】

前記窒化工程及び前記アニーリング工程がそれぞれ異なるプロセスチャンバ内で実行される、請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 3 0】

前記窒化工程が第 1 プロセスチャンバ内で実行され、かつ前記アニーリング工程が第 2 プロセスチャンバ内で実行され、かつ

前記界面層及び前記高誘電率誘電体層を有する前記基板は、空気と接触することなく、前記第 1 プロセスチャンバから前記第 2 プロセスチャンバ搬送される、

請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 3 1】

前記アニーリング工程が、前記界面層又は前記高誘電率誘電体層を、酸素及び窒素を有する少なくとも第 3 分子組成物を有するアニーリングガスの紫外 (UV) 放射線誘起分解によって生成される酸素ラジカル及び窒素ラジカルに曝露することによって実行される、請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 3 2】

前記第 3 分子組成物が、O₂、N₂、NO、NO₂ 及び N₂O 又はこれらの混合ガスからなる群から選択される、酸素及び窒素を有する、請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 3 3】

前記第 3 分子組成物が、酸素及び窒素、及び H₂、Ar、He、Ne、Xe、Kr 若しくはこれらの混合ガスからなる群から選択される少なくとも 1 種類の分子組成物を有する、請求項 3 1 に記載の方法。

【請求項 3 4】

前記アニーリングガスは、前記酸素ラジカル及び窒素ラジカルが前記アニーリングガスの層流の範囲内に存在するように、前記界面層又は前記高誘電率誘電体層表面を通って流れる、請求項 3 1 に記載の方法。

【請求項 3 5】

前記基板が約 1 rpm から約 60 rpm の速度で前記基板表面の面内を回転する、請求項 3 1 に記載の方法。

【請求項 3 6】

前記の紫外放射線誘起分解での紫外放射線が約 145 nm から約 192 nm 範囲の紫外放射線を有し、かつ

前記紫外放射線は単色又は多色である、

請求項 3 1 に記載の方法。

【請求項 3 7】

前記の紫外放射線誘起分解での紫外放射線が約 5 mW / cm² から約 50 mW / cm² の出力で動作する紫外放射線源から放出される、請求項 3 1 に記載の方法。

【請求項 3 8】

前記の紫外放射線誘起分解での紫外放射線が 2 以上の紫外放射線源から放出される、請求項 3 1 に記載の方法。

【請求項 3 9】

前記アニーリングが、窒素を有する上流分子組成物を有する上流アニーリングガスの上流プラズマ誘起分解によって生成される第 2 窒素ラジカルに、前記界面層又は前記高誘電率誘電体層を曝露することによって実行され、かつ

前記上流プラズマ誘起分解が高周波 (RF) 出力と前記上流アニーリングガスとの結合によって生成されるプラズマを用いる工程を有する、

請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 4 0】

前記酸化膜が窒化されることで前記界面層が形成され、

前記窒化は：

窒素を有する少なくとも 1 の分子組成物を有する前記第 2 プロセスガスのプラズマ誘起分解によって生成される窒素ラジカルに前記高誘電率誘電体層を曝露する工程であって、前記プラズマ誘起分解が複数のスリットを有する平面アンテナ部を介したマイクロ波照射に基づくプラズマを用いる工程を有する工程；及び

窒素を有する少なくとも 1 の分子組成物を有する前記第 2 プロセスガスのプラズマ誘起分解によって生成される窒素ラジカルに前記高誘電率誘電体層を曝露する工程であって、前記プラズマ誘起分解が高周波（R F）出力と前記第 2 プロセスガスとの結合を介した上流のプラズマ発生に基づくプラズマを用いる工程を有する工程；

からなる群から選択される少なくとも 1 のプロセスによって行われる、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4 1】

前記酸化膜が、複数のスリットを有する平面アンテナ部を介したマイクロ波照射に基づくプラズマを用いた、窒素を有する少なくとも 1 の分子組成物を有する第 2 プロセスガスのプラズマ誘起分解によって生成された窒素ラジカルに曝露されることによって窒化される、請求項 4 0 に記載の方法。

【請求項 4 2】

前記酸化膜が、窒素を有する少なくとも 1 の分子組成物を有する前記第 2 プロセスガスのプラズマ誘起分解によって生成される窒素ラジカルへの曝露によって窒化され、かつ

前記の第 2 プロセスガスのプラズマ誘起分解は、高周波（R F）出力と前記第 2 プロセスガスとの結合によって生成されるプラズマを用いる工程を有する、

請求項 4 0 に記載の方法。

【請求項 4 3】

前記高誘電率誘電体膜が、 ZrO_2 、 HfO_2 、 Ta_2O_5 、 $ZrSiO_4$ 、 Al_2O_3 、 $HfSiO$ 、 $HfAlO$ 、 $HfSiON$ 、 Si_3N_4 、及び $BaSrTiO_3$ 又はこれらの混合物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 4 4】

多結晶シリコン、アモルファスシリコン及び $SiGe$ 又はこれらの混合物質からなる群から選択される少なくとも 1 種類を、前記高誘電率誘電体層上に形成する工程をさらに有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4 5】

前記膜をアニーリングする工程をさらに有する、請求項 4 4 に記載の方法。