

【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 0 1 L 21/318 (2006.01)

H 0 1 L 29/78 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/318 C

H 0 1 L 21/318 M

H 0 1 L 29/78 3 0 1 G

H 0 1 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】

基板上にゲートスタックのための界面層を成膜する方法であって：

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窒素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、 O_2 、NO、 N_2O 若しくは NO_2 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、 H_2 、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 O_2 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して流れる前記第 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 1 r p m から約 6 0 r 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、 H_2 、 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 0 s l m から約 5 s l m 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 1 7 2 n m 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 5 m W / c m ² から約 5 0 m W / c m ² 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 1 0】

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 1 1】

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 1 2】

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ベ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 H F とを接触させることで前記基板表面上にベ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 1 3】

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 1 4】

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 1 5】

前記の第 2 プロセスガス中の分子組成物が、 N_2 及び任意で、 H_2 、 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 1 6】

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 (R F) 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、 N_2 、 H_2 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、 N_2 又は NH_3 又は両方を有し、かつ
前記窒素ラジカルが、 N_2 又は NH_3 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 28】

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 27 に記載の方法。

【請求項 29】

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 27 に記載の方法。

【請求項 30】

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 27 に記載の方法。

【請求項 31】

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 27 に記載の方法。

【請求項 32】

前記第 3 分子組成物が、 O_2 、 N_2 、 NO 、 NO_2 及び N_2O 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 27 に記載の方法。

【請求項 33】

前記第 3 分子組成物が、酸素及び窒素、及び H_2 、 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 31 に記載の方法。

【請求項 34】

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して流れる、請求項 31 に記載の方法。

【請求項 35】

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 31 に記載の方法。

【請求項 36】

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 31 に記載の方法。

【請求項 37】

前記の紫外放射線誘起分解での紫外放射線が約 $5 \text{ mW} / \text{cm}^2$ から約 $50 \text{ mW} / \text{cm}^2$ の出力で動作する紫外放射線源から放出される、請求項 31 に記載の方法。

【請求項 38】

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 31 に記載の方法。

【請求項 39】

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 27 に記載の方法。

【請求項 40】

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（RF）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 41】

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 40 に記載の方法。

【請求項 42】

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（RF）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 40 に記載の方法。

【請求項 43】

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 44】

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 45】

前記膜をアニーリングする工程をさらに有する、請求項 44 に記載の方法。