

【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 2008-535243 (P2008-535243A)

【公表日】平成 20 年 8 月 28 日 (2008.8.28)

【年通号数】公開・登録公報 2008-034

【出願番号】特願 2008-504042 (P2008-504042)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/318 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/318 C

【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】

基板上に酸窒化膜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 (U V) 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；及び

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；

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】

前記の紫外放射線誘起分解での紫外放射線が 172 nm の波長を有する、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、約 5 mW/cm^2 から約 50 mW/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 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、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 10】

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 11】

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 12】

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 13】

前記の第 2 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 1 に記載の方法。

【請求項 14】

前記の第 2 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、前記 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 1 に記載の方法。

【請求項 15】

約 1 rpm から約 60 rpm 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 16】

前記の第 2 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 2 ガスの流速は約 100 sccm から約 5 slm である、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 17】

前記の窒化工程に用いられるプラズマが約 3 eV 未満の電子温度を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 18】

前記の窒化工程に用いられるプラズマが、約 $1 \times 10^{11} / \text{cm}^3$ から約 $1 \times 10^{13} / \text{cm}^3$ 以上の密度、及び約 $\pm 3\%$ 以下の密度均一性を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 19】

前記酸窒化膜が約 20% 以下の窒素濃度を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 20】

前記プラズマが約 0.5 mW/cm^2 から約 5 mW/cm^2 のマイクロ波出力によって

生成される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記マイクロ波照射が約 3 0 0 M H z から約 1 0 G H z のマイクロ波周波数を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 2 2】

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 1 に記載の方法。

【請求項 2 3】

前記窒化工程が、窒素を有する上流の分子組成物を有する上流のプロセスガスの上流の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、前記酸化膜又は酸窒化膜を曝露する第 2 窒化工程をさらに有し、かつ

前記上流のプラズマ誘起分解は、高周波 (R F) 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 1 に記載の方法。

【請求項 2 4】

前記マイクロ波照射に基づく前記の第 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前記窒素プラズマに前記酸化膜を曝露する曝露工程前に、前記第 2 窒化工程が実行される、請求項 2 3 に記載の方法。

【請求項 2 5】

前記第 2 窒化工程が第 1 プロセスチャンバ内で実行され、かつ

前記曝露工程は、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 2 4 に記載の方法。

【請求項 2 6】

前記曝露工程後に前記第 2 窒化工程が実行される、請求項 2 3 に記載の方法。

【請求項 2 7】

前記曝露工程が第 1 プロセスチャンバ内で実行され、かつ

前記第 2 窒化工程は、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 2 6 に記載の方法。

【請求項 2 8】

前記第 2 窒化工程が前記曝露工程と同時に実行される、請求項 2 3 に記載の方法。

【請求項 2 9】

前記窒化工程が、窒素を有する上流分子組成物を有する上流プロセス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酸化膜又は酸窒化膜を曝露する第 2 窒化工程をさらに有し、

前記上流プラズマ誘起分解が高周波 (R F) 出力と前記上流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し、かつ

前記第 2 窒化工程は約 1 m T o r r から約 2 0 0 0 0 m T o r r の圧力で実行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3 0】

前記窒化工程が、窒素を有する上流分子組成物を有する上流プロセス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酸化膜又は酸窒化膜を曝露する第 2 窒化工程をさらに有し、

前記上流プラズマ誘起分解が高周波 (R F) 出力と前記上流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し、かつ

前記第 2 窒化工程は約 2 0 から約 1 2 0 0 の基板温度で実行される、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3 1】

前記窒化工程が、窒素を有する上流分子組成物を有する上流プロセスガスの上流プラズ

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酸化膜又は酸窒化膜を曝露する第2窒化工程をさらに有し、

前記上流プラズマ誘起分解が高周波(RF)出力と前記上流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し、かつ

前記第2窒化工程は約1秒間から約25分間の時間で実行される、
請求項1に記載の方法。

【請求項32】

前記窒化工程が、窒素を有する上流分子組成物を有する上流プロセス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酸化膜又は酸窒化膜を曝露する第2窒化工程をさらに有し、

前記上流プラズマ誘起分解が高周波(RF)出力と前記上流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し、かつ

前記上流分子組成物は約2sccmから約20slmの流速で流れるN₂を有する、
請求項1に記載の方法。

【請求項33】

前記窒化工程が、窒素及び任意で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上流分子組成物を有する上流プロセス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酸化膜又は酸窒化膜を曝露する第2窒化工程をさらに有し、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1に記載の方法。

【請求項34】

前記窒化工程が、窒素及び任意で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上流分子組成物を有する上流プロセス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酸化膜又は酸窒化膜を曝露する第2窒化工程をさらに有し、

前記上流プラズマ誘起分解が高周波(RF)出力と前記上流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し、かつ

前記第2ガスは約100sccmから約20slmの流速を有する、
請求項1に記載の方法。

【請求項35】

前記窒化工程が、窒素を有する上流分子組成物を有する上流プロセス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酸化膜又は酸窒化膜を曝露する第2窒化工程をさらに有し、かつ

前記上流プラズマ誘起分解が、約40kHzから約4MHzの周波数を有する高周波(RF)出力と前記上流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1に記載の方法。

【請求項36】

前記酸窒化膜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37】

約5mTorrから約800Torrの圧力で前記酸窒化膜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38】

約500 から約1200 の温度で前記酸窒化膜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39】

酸素、窒素、H₂、Ar、He、Ne、Xe、Kr若しくはこれらの混合ガスを有する少なくとも1種類の分子組成物を有するアニーリングガスの存在下で前記酸窒化膜をアニ

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 40】

約 0 s l m から約 2 0 s l m の流速で流れる N_2 の存在下で前記酸窒化膜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 41】

約 0 s l m から約 2 0 s l m の流速で流れる O_2 の存在下で前記酸窒化膜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 42】

約 1 秒間から約 1 0 分間前記酸窒化膜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 43】

前記酸窒化膜をアニーリングする工程をさらに有する方法であって、
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 1 に記載の方法。

【請求項 44】

前記酸窒化膜をアニーリングする工程をさらに有する方法であって、
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 1 に記載の方法。

【請求項 45】

前記酸窒化膜をアニーリングする工程をさらに有する方法であって、
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
前記酸窒化膜は、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 46】

酸素及び窒素を有する少なくとも 1 種類の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前記酸窒化膜を曝露することによって、前記酸窒化膜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 47】

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少なくとも 1 種類の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前記酸窒化膜を曝露することによって、前記酸窒化膜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 48】

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、酸素及び窒素を有する少なくとも 1 種類の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前記酸窒化膜を曝露することによって、前記酸窒化膜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 49】

酸素及び窒素を有する少なくとも 1 種類の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前記酸窒化膜を曝露することによって、前記酸窒化膜をアニーリングする工程をさらに有する方法であって、

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、

前記紫外放射線は単色又は多色である、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5 0】

酸素及び窒素有する少なくとも 1 種類の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前記酸化膜を曝露することによって、前記酸化膜をアニーリングする工程をさらに有する方法であって、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 1 に記載の方法。

【請求項 5 1】

酸素及び窒素有する少なくとも 1 種類の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前記酸化膜を曝露することによって、前記酸化膜をアニーリングする工程をさらに有する方法であって、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 5 2】

窒素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酸化膜を曝露することによって前記酸化膜をアニーリングする工程をさらに有する方法であって、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 1 に記載の方法。

【請求項 5 3】

窒素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酸化膜を曝露することによって前記酸化膜をアニーリングする工程をさらに有する方法であって、

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し、

前記アニーリングが前記窒化工程と同一のプロセスチャンバ又は異なるプロセスチャンバで実行される、

請求項 1 に記載の方法。