

【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28年4月21日 (2016.4.21)

【公表番号】特表2015-511766(P2015-511766A)

【公表日】平成27年4月20日 (2015.4.20)

【年通号数】公開・登録公報2015-026

【出願番号】特願2014-559290(P2014-559290)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/3065 (2006.01)

H 0 5 H 1/46 (2006.01)

H 0 1 L 21/31 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/302 1 0 5 A

H 0 5 H 1/46 L

H 0 1 L 21/31 C

【手続補正書】

【提出日】平成28年2月29日 (2016.2.29)

【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】

処理チャンバ、制御器、及び前記処理チャンバ内の処理パラメータを調節する 1 つ又は 2 つ以上の装置、を備えた表面処理ツール内の基板上に物質を堆積及び／又は前記基板から物質をエッチング除去する方法であって、

前記制御器が一連の制御ステップに従って前記 1 つ又は 2 つ以上の装置に命令し、各制御ステップは、前記 1 つ又は 2 つ以上の装置が実行するよう命令される規定された組をなす処理パラメータを指定し、

前記制御ステップのうちの少なくとも 1 つでは、前記制御器が該制御ステップの持続時間の間、少なくともチャンバ圧力及び前記処理チャンバを通る全ガス流量を含む規定された組をなす一定の処理パラメータを実行するよう前記 1 つ又は 2 つ以上の装置に命令し、前記持続時間は、該制御ステップに関する前記処理チャンバの対応のガス滞留時間 (T_{gr}) よりも短く、

前記ガス滞留時間は、

$$T_{gr} = \frac{pV}{Q}$$

で定められ、上式において、

p は、Pa 単位で表される前記チャンバ圧力、

V は、 m^3 単位で表される前記処理チャンバの容積、

Q は、 $Pa \cdot m^3 \cdot s^{-1}$ 単位で表される前記処理チャンバを通る全ガス流量である、方法。

【請求項 2】

前記制御ステップのうちの前記少なくとも 1 つに関する前記処理チャンバの前記対応のガス滞留時間は、0.1～5 秒、好ましくは 0.5～2 秒、更に好ましくは約 1 秒である、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記制御ステップ又は各制御ステップでは、前記 1 つ又は 2 つ以上の装置に命令して該装置が前記制御ステップの持続時間の間、規定された組をなす一定の処理パラメータを実行するようにし、

前記持続時間は、前記制御ステップについて前記処理チャンバの前記対応のガス滞留時間 (T_{gr}) よりも短く、前記制御ステップ又は各制御ステップは、1 秒未満、好ましくは 750 ミリ秒以下、より好ましくは 500 ミリ秒以下、更に好ましくは 100 ミリ秒以下、より好ましくは 50 ミリ秒以下、最も好ましくは 5～50 ミリ秒の持続時間を有する、請求項 1 又は 2 記載の方法。

【請求項 4】

前記一連の制御ステップのうちの 1 つ又は 2 つ以上から成る第 1 の順次的部分組は、パッシベーション処理段階を構成し、該パッシベーション処理段階中、前記処理パラメータは、パッシベーション層を前記基板に堆積させるために選択され、

前記一連の制御ステップのうちの 1 つ又は 2 つ以上から成る第 2 の順次的部分組は、エッチング処理段階を構成し、該エッチング処理段階中、前記処理パラメータは、前記基板をエッチングするために選択され、

制御ステップの前記第 1 及び第 2 の順次的部分組は、前記パッシベーション処理段階及びエッチング処理段階が交互に実施されるよう繰り返されるサイクルをなす、請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】

前記エッチング処理段階を構成する、制御ステップの前記第 2 の順次的部分組は、前記処理パラメータがパッシベーション層除去処理部分段階の際に前記パッシベーション層の部分除去を行うために選択される第 1 の部分、及び前記処理パラメータが基板エッチング処理部分段階の際に露出状態の基板のエッチングを行うために選択される第 2 の部分、を含む、請求項 4 記載の方法。

【請求項 6】

前記サイクルの前記全持続時間の少なくとも 50 %、好ましくは少なくとも 60 %、より好ましくは少なくとも 70 %、更により好ましくは 80 %～99 %、最も好ましくは 80 %～90 % が、前記基板エッチング処理部分段階に対応している、請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】

前記処理段階及び部分段階のうちの少なくとも一方は、コア処理ステップ、及び前記コア処理ステップの前及び／又は後の 1 つ又は 2 つ以上の中間制御ステップを含み、

前記中間制御ステップ又は各中間制御ステップでは、前記 1 つ又は 2 つ以上の装置に命令して該装置が規定された組をなす一定の処理パラメータを実行するようにし、前記処理パラメータのうちの少なくとも 1 つは、前記コア処理ステップ中、及び前の又は次の処理段階又は部分段階中の同一の処理パラメータの値相互間に存在する値を有する、請求項 4～6 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】

前記中間制御ステップ又は各中間制御ステップでは、前記 1 つ又は 2 つ以上の装置に命令して該装置が第 1 の種と第 2 の種の混合物を含むガスを前記処理チャンバ中に入力するようにし、

前記コア処理ステップでは、前記 1 つ又は 2 つ以上の装置に命令して該装置が主として前記第 1 の種から成るガスを前記処理チャンバ中に入力するようにし、

前の又は次の処理段階又は部分段階では、前記 1 つ又は 2 つ以上の装置に命令して該装置が主として前記第 2 の種から成るガスを前記処理チャンバ中に入力するようにする、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

複数の連続した中間制御ステップでは、前記 1 つ又は 2 つ以上の装置は、前記第 1 及び前記第 2 の種のそれぞれの混合物を含むガスを前記処理チャンバ中に入力するよう命令さ

れ、

各連続した混合物中の前記第 1 の種と前記第 2 の種の比は変化し、前記第 1 のガス種から前記第 2 のガス種への漸次的移行が行われる、請求項 8 記載の方法。

【請求項 10】

前記一連の制御ステップは、前記サイクル中の少なくとも 1 つの対をなす隣り合うコア処理ステップ相互間に複数の中間制御ステップを含み、

前記中間制御ステップの各々によって実行される前記規定された組をなす処理パラメータは、前記対をなす隣り合うコア処理ステップ相互間の処理パラメータの漸次的変化を生じさせるよう 1 つの中間制御ステップから次の中間制御ステップまで変化する、請求項 7 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 11】

前記 1 つ又は 2 つ以上の装置が前記規定された組をなす一定の中間処理パラメータを実行するよう命令される前記中間処理ステップ又は各中間処理ステップの持続時間は、該制御ステップに関する前記処理チャンバの対応のガス滞留時間 (T_{gr}) よりも短く、前記ガス滞留時間は、

$$T_{gr} = \frac{pV}{Q}$$

で定められ、上式において、

p は、Pa 単位で表される前記チャンバ圧力、

V は、 m^3 単位で表される前記処理チャンバの容積、

Q は、 $Pa \cdot m^3 \cdot s^{-1}$ 単位で表される前記処理チャンバを通るガス流量である、請求項 7 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 12】

前記サイクル中の隣り合うコア処理ステップ相互間の前記中間処理ステップ又は各中間処理ステップの持続時間の合計は、前記中間処理ステップの平均ガス滞留時間 (T_{gr}) よりも短い、請求項 11 記載の方法。

【請求項 13】

前記処理パラメータは、少なくとも 1 つの入力ガスのガス流量、前記処理チャンバ内の圧力、排気ポンプ輸送速度、ウェーハ裏側ガス圧力、プラズマ源電力又は周波数、基板バイアス電力又は周波数、及びインピーダンス整合設定値のうちの任意のものを含み、請求項 1 ～ 12 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 14】

前記処理チャンバの前記ガス滞留時間 (T_{gr}) よりも短い持続時間を有する前記制御ステップのうちの前記少なくとも 1 つの間に実行される前記規定された組をなす一定の処理パラメータは、前の及び／又は次の制御ステップのガス条件に対して前記処理チャンバ内で異なるガス条件、少なくとも 1 つの入力ガスの異なるガス流量、前記処理チャンバ内の異なる圧力、正味の異なる排気ポンプ輸送速度、及び／又は異なる温度を生じさせるよう選択された処理パラメータを含む、請求項 1 ～ 13 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 15】

前記パッシベーション層除去処理部分段階を構成する前記制御ステップのうちの少なくとも 1 つの間、好ましくは前記コアパッシベーション層除去ステップ中に、前記処理パラメータは、方向性イオンアシストエッチング用に構成される、請求項 5 ～ 14 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 16】

前記基板エッチング処理部分段階を構成する前記制御ステップのうちの少なくとも 1 つの間、好ましくは前記コア基板エッチングステップ中に、前記処理パラメータは、実質的に等方性の化学エッチング用に構成される、請求項 5 ～ 15 のいずれか 1 項に記載の方法。

。

【請求項 17】

前記パッシベーション層除去処理部分段階を構成する前記制御ステップのうちの少なくとも1つの間、好ましくは前記コアパッシベーション層除去ステップ中に、前記1つ又は2つ以上の装置は、交流バイアス電圧を前記基板に印加するよう命令され、前記バイアス電圧の周波数は、好ましくは、少なくとも50 kHzである、請求項5～16のいずれか1項に記載の方法。

【請求項18】

前記パッシベーション層除去処理部分段階は、制御ステップのコアシーケンスを含み、前記制御ステップのコアシーケンスにより、前記1つ又は2つ以上の装置に交互に命令して該装置が1つの制御ステップにおいてゼロ基板バイアス電力又は300 W/m²未満、好ましくは30 W/m²以下の公称バイアス電力を実行し、次の制御ステップにおいてより高い基板バイアス電力、好ましくは1500～8000 W/m²、より好ましくは3000～6000 W/m²の基板バイアス電力を実行する、請求項5～17のいずれか1項に記載の方法。

【請求項19】

前記1つ又は2つ以上の装置は、複数の装置を含み、前記一連の制御ステップは、1つ又は2つ以上の移行制御ステップを含み、

前記移行制御ステップの各々において、前記装置の1つ又は部分組は、対応の処理パラメータの変化を生じさせるよう命令され、前記移行制御ステップ又は各移行制御ステップのタイミングは、前記命令された装置の既知の応答時間に関連付けられる、請求項1～18のいずれか1項に記載の方法。

【請求項20】

前記一連の制御ステップは、移行制御ステップのシーケンスを含み、

前記移行制御ステップのシーケンスに従って、前記複数の装置のうちの個々の装置又は部分組は、前記装置の既知の応答時間に従ってシーケンスをなして対応の処理パラメータの変化を生じさせるよう命令され、前記対応の処理パラメータに対する命令された前記変更は、実質的に互いに同期して、好ましくは実質的に同時に実施される、請求項19記載の方法。

【請求項21】

前記一連の制御ステップの各々は、該ステップに関する前記処理チャンバの対応の前記ガス滞留時間 (T_{gr}) よりも短い持続時間を有する、請求項1～20のいずれか1項に記載の方法。

【請求項22】

前記一連の制御ステップの正味の効果は、前記基板からの材料のエッチング除去であり、

前記方法では、更に、前記エッチングが進展するにつれて前記基板をモニタし、前記エッチングが所定の終点に達した時点を検出し、そして終点信号を出力する、請求項1～21のいずれか1項に記載の方法。

【請求項23】

更に、前記終点信号に応答して、好ましくは所定の遅延後に、前記一連の制御ステップを停止させる、請求項22記載の方法。

【請求項24】

更に、前記終点信号に応答して、好ましくは所定の遅延後に、第2の異なる一連の制御ステップを開始させる、請求項22記載の方法。

【請求項25】

前記基板の前記モニタでは、好ましくは光学干渉計を用いて前記エッチング深さをモニタし、前記所定の終点は、所定のエッチング深さである、請求項22～24のいずれか1項に記載の方法。

【請求項26】

前記基板の前記モニタでは、エッチング除去されるべき物質の組成をモニタし、

前記基板は、エッチングされるべき層の下に位置し且つ該層とは異なる組成の停止層を

有し、

前記終点検出信号は、組成の変化が検出されると出力される、請求項 2 2 ～ 2 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 2 7】

表面処理ツール内の基板から物質をエッチング除去する方法であって、

前記基板は、上部又は下部に位置する絶縁層を備えた半導体層又は導電層を有し、

前記表面処理ツールは、処理チャンバと、制御器と、前記処理チャンバ内の処理パラメータを調節する複数の装置と、を有し、該装置は、バイアス電圧を前記基板に印加するバイアス電力源を含み、前記方法では、

前記制御器が前記複数の装置に交互に命令して該装置がエッチング及びパッシベーション処理段階のサイクルを次々に実行するようにし、

交互の処理段階のうちの少なくとも 1 つの少なくとも一部の間、前記電力源を交互のシーケンスのステップで制御し、前記交互のシーケンスのステップでは、前記制御器が前記電力源に交互に命令して該電力源が前記交互のシーケンスの第 1 のステップの持続時間の間、比較的小さな又はゼロの振幅をもつバイアス電圧を出力し、次に、前記交互のシーケンスの第 2 のステップの持続時間の間、比較的大きな振幅をもつバイアス電圧を出力するようにし、

前記半導体層又は導電層と前記絶縁層との間のインターフェースのところでの側壁ノッチの形成を減少させる、方法。

【請求項 2 8】

前記制御器は、前記電力源に命令して該電力源がエッチング及びパッシベーション処理段階の 1 サイクルの間、少なくとも 3 つの互いに異なる振幅でバイアス電圧を前記基板に出力するようにする、請求項 2 7 記載の方法。

【請求項 2 9】

前記バイアス電力源は、1 つ置きの前記エッチング段階のうちの少なくとも 1 つの少なくとも一部の間、前記ステップのシーケンスで制御される、請求項 2 7 又は 2 8 記載の方法。

【請求項 3 0】

前記第 1 のステップにおいて、前記バイアス電力源は、ゼロの基板バイアス電力又は 160 W/m^2 未満、好ましくは 30 W/m^2 以下の公称バイアス電力を実行するよう命令される、請求項 2 7 ～ 2 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 3 1】

前記第 2 のステップにおいて、前記比較的大きな基板バイアス電力は、 $1600 \sim 8000\text{ W/m}^2$ 、好ましくは $3000 \sim 6000\text{ W/m}^2$ である、請求項 2 7 ～ 3 0 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 3 2】

各第 2 ステップの際に命令される比較的高い基板バイアス電力の振幅は、前記ステップのシーケンスに沿って変化され、好ましくは前記シーケンスの終わりに向かって増大される、請求項 2 7 ～ 3 1 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 3 3】

前記シーケンスの各第 2 ステップの際に命令される前記比較的高い基板バイアス電力の振幅は、前記シーケンスの 1 つの発生から次の発生まで変化され、好ましくは、前記シーケンスの 1 つの発生から次の発生まで大きさが増大される、請求項 2 7 ～ 3 2 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 3 4】

前記 1 つ又は 2 つ以上の装置のうちの他の装置は、前記第 1 のステップと前記第 2 のステップとの間に対応の処理パラメータの変化を生じさせるよう追加的に命令される、請求項 2 7 ～ 3 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 3 5】

前記 1 つ又は 2 つ以上の装置は、プラズマ源を含み、

前記プラズマ源は、前記第 1 のステップと前記第 2 のステップとの間でプラズマ源電力及び／又は周波数の変化を生じさせるよう命令される、請求項 3 4 記載の方法。

【請求項 3 6】

請求項 1 ～ 3 5 のいずれか 1 項に記載の方法を実施するよう表面処理ツールを制御する指令を収容するコンピュータプログラム製品。

【請求項 3 7】

基板から物質をエッチング除去及び／又は前記基板上に物質を堆積する表面処理ツールであって、

使用の際、基板が収納される処理チャンバと、

前記処理チャンバ内の処理パラメータを調節する 1 つ又は 2 つ以上の装置と、

請求項 1 ～ 3 5 のいずれか 1 項に記載の方法に従って前記 1 つ又は 2 つ以上の装置を制御するように構成された制御器と、を有する、表面処理ツール。