

【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29年4月13日(2017.4.13)

【公表番号】特表2016-512395(P2016-512395A)
 【公表日】平成28年4月25日(2016.4.25)
 【年通号数】公開・登録公報2016-025
 【出願番号】特願2016-500578(P2016-500578)
 【国際特許分類】

H 0 1 L 21/318 (2006.01)

H 0 1 L 21/283 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/318 A

H 0 1 L 21/283 B

【手続補正書】

【提出日】平成29年3月6日(2017.3.6)

【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】

窒素含有層を形成する方法であって、
 第1層が上に配置されている基板を、処理チャンバの基板支持体上に載置することと、
 前記基板を第1温度に加熱することと、
 前記第1層を前記窒素含有層へと変換するために、前記第1層を、アンモニア(NH₃)を含む処理ガスから形成されたRFプラズマに曝露することを含み、前記RFプラズマは約8 eVを下回るイオンエネルギーを有する、方法。

【請求項2】

前記第1層は3次元構造である、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記RFプラズマは約4 eVを下回るイオンエネルギーを有する、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記処理ガスは希ガスを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記処理ガスは、全ガス流に基づいて約0.5%から約99.5%のアンモニア(NH₃)を含み、その残部は希ガスである、請求項4に記載の方法。

【請求項6】

前記希ガスはアルゴンである、請求項4に記載の方法。

【請求項7】

前記アンモニア(NH₃)は約15 sccmから約500 sccmで流される、請求項1から6のいずれか一項に記載の方法。

【請求項8】

前記第1温度は摂氏約250度から摂氏約500度である、請求項1から6のいずれか一項に記載の方法。

【請求項9】

前記処理チャンバを約5 mTorrから約500 mTorrの圧力に維持しつつ、前記

第1層を高周波(RF)プラズマに曝露することを更に含む、請求項1から6のいずれか一項に記載の方法。

【請求項10】

約13.56MHzの周波数を有するパルスにされたRF電源を使用して、RFプラズマを形成することを更に含む、請求項1から6のいずれか一項に記載の方法。

【請求項11】

前記パルスにされたRF電源は、最大30%のデューティサイクルで最大2000ワットの電力を供給する、請求項10に記載の方法。

【請求項12】

前記パルスにされたRF電源は、約5%から約10%のデューティサイクルで電力を供給する、請求項10に記載の方法。

【請求項13】

前記第1層は、半導体材料、金属、又は金属酸化物を含む、請求項1から6のいずれか一項に記載の方法。

【請求項14】

前記第1層はシリコン(Si)、ゲルマニウム(Ge)、シリコンゲルマニウム(SiGe)、III-V化合物、タングステン(W)、チタン(Ti)、窒化チタン(TiN)、タンタル(Ta)、又は窒化タンタル(TaN)、二酸化チタン(TiO₂)、或いは、酸化アルミニウム(Al₂O₃)である、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

指令が記憶されている非一時的コンピュータ可読媒体であって、前記指令は、実行されると、処理チャンバに、窒素含有層を形成する方法を実行させ、前記方法は、

第1層が上に配置されている基板を、処理チャンバの基板支持体上に載置することと、前記基板を第1温度に加熱することと、

前記第1層を前記窒素含有層へと変換するために、前記第1層を、アンモニア(NH₃)を含む処理ガスから形成されたRFプラズマに曝露することとを含み、前記RFプラズマは約8eVを下回るイオンエネルギーを有する、非一時的コンピュータ可読媒体。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

基板202は、基板温度を摂氏約250度かそれ以上、又は、いくつかの実施形態では摂氏約350度かそれ以上に上昇させ、維持することが可能な、任意の好適な加熱機構によって加熱されうる。好適な加熱機構は、抵抗加熱、放射加熱などを含みうる。例えば下記で論じるように、プラズマリアクタ300の実施形態では、基板202に熱を提供するために、基板支持体内に一又は複数の抵抗ヒータが配置されうる。代替的には、例えば、基板202の上及び/又は下に配置された一又は複数のランプ、又は他のエネルギー源によって、基板が加熱されうる。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0033】

本書で説明されている本発明の方法、例えば方法110は、プラズマリアクタ内で実行されうる。例えば、図3は、本書で論じているような本発明の実施形態を實踐するために使用されるよう適合している、発明のプラズマリアクタ300の概略図を示している。プラズマリアクタ300は、単独で利用されるか、又はより典型的には、カリフォルニア州

サンタクララの Applied Materials, Inc. から入手可能な CENTURA (登録商標) DPN Gate Stack 一体型半導体ウエハ処理システムのような、一体型の半導体基板処理システム又はクラスタツールの処理モジュールとして、利用されうる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0034】

プラズマリアクタ 300 は、導電体 (壁 330) の中に配置された基板支持体 316 を有する処理チャンバ 310 と、コントローラ 340 とを含む。いくつかの実施形態では、基板支持体 (カソード) 316 は、第 1 マッチングネットワーク 324 を通じて、バイアス電源 322 に結合される。バイアス電源 322 は通常、常時電力かパルス電力のいずれかを発生させることが可能なおよそ 13.56 MHz の周波数での、最大 500 W の電源である。他の実施形態では、バイアス電源 322 は、直流電源、又はパルス直流電源でありうる。いくつかの実施形態では、バイアス電力は提供されない。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0036

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0036】

処理チャンバ 310 は、実質的に平坦な誘電体天井部 320 と共に供給されうる。処理チャンバ 310 の他の修正形態は、例えばドーム形の天井部又は他の形状などの、他の種類の天井部を有しうる。少なくとも 1 つの誘導コイルアンテナ 312 が、天井部 320 の上に配置される (外側コイル 312_A と内側コイル 312_B とを含むデュアル同軸アンテナ 312 を図 3 に示す)。各アンテナ 312 は、第 2 マッチングネットワーク 319 を通じて、RF 電源 318 に結合される。RF 電源 318 は、典型的には、2 MHz から 13.56 MHz の範囲内の調節可能な周波数で、最大約 5000 W を発生させることが可能であり、常時プラズマかパルスにされたプラズマのいずれかを発生させうる。典型的には、壁 330 は電気接地 334 に結合されうる。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0039

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0039】

更に、かつ任意には、方法 110 において上述したように、例えば第 1 層 204 の窒化の制御の向上を提供するために、プラズマシールド/フィルタが基板支持体の上に含まれうる。プラズマシールド/フィルタは、石英のような材料を含み、かつ、処理チャンバ内で形成されたプラズマからイオン核種を除去するために、処理チャンバ 310 に接地されうる。例えば、イオンラジカルシールド 327 が、処理チャンバ 310 内の基板支持体 316 の上に配置されうる。イオンラジカルシールド 327 は、チャンバ壁 330 及び基板支持体 316 から電氣的に隔離されており、通常、複数の開孔 329 を有する実質的に平坦なプレート 331 を含む。図 3 に示す実施形態では、イオンラジカルシールド 327 は、複数の脚部 325 によって、処理チャンバ 310 内のペDESTAL の上に支持される。開孔 329 は、処理チャンバ 310 の上部処理容積 378 内で形成されたプラズマから、イオンラジカルシールド 327 と基板 314 との間に位置する下部処理容積 380 へと通過するイオンの分量を制御する、イオンラジカルシールド 327 の表面における所望の開区

域を画定する。開区域が広がるほど、多くのイオンがイオンラジカルシールド327を通過しうる。そのため、開孔329のサイズ及び分布が、プレート331の厚みと共に、下部処理容積380内のイオン濃度を制御する。結果的に、イオンラジカルシールド328はイオンフィルタとなる。本発明による恩恵を受けるよう適合しうる好適なシールドの一例が、「フォトマスクプラズマエッチングのための方法及び装置 (METHOD AND APPARATUS FOR PHOTOMASK PLASMA ETCHING)」と題された、Kumar氏等によって2004年6月30日に出願された米国特許出願第10/882,084号で説明されている。ウエハ表面近辺のイオン濃度を変えることによって、イオン/ラジカル比を制御することが可能であり、ひいては、窒化プロファイルを制御することが可能になる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0041

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0041】

いくつかの実施形態では、図4に示すように、基板支持体316は、静電チャックを有さずに、抵抗ヒータを含むことがある。図4に示す基板支持体316は、基板314の温度を調節するよう構成された抵抗ヒータ321を含む。抵抗ヒータ321は、一又は複数のゾーンに含まれる(図4に示す外側ゾーン402及び内側ゾーン404)。抵抗ヒータ321は、電源412に結合され、かつ、基板314を最高で摂氏約500度の温度に維持することが可能である。いくつかの実施形態では、基板314が基板支持体316の上部表面416に固着することを防止するために、接地メッシュ406が、一又は複数の抵抗ヒータ321と基板支持体316の上部表面416との間に配置される。上述の不活性コーティングは、基板支持体316の上部表面416にも適用される。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0043】

運動アセンブリ410が、処理中に基板支持体316の、従って基板314の上昇を制御するために提供される。運動アセンブリ410は、可撓性ベローズ408を使用して、密封するようにチャンバ壁330に結合される。代替的には、又は組み合わせにおいて、運動アセンブリ410は、基板支持体316を回転させるよう構成される。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0045

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0045】

基板314の温度は、基板支持体316の温度を安定化させることによって制御される。ガス源348からの熱伝達ガスが、基板314の背面によって形成されたチャンネル、及び、支持体表面及び/又はチャック装置317内の溝(図示せず)へと、ガス導管を介して提供される。熱伝達ガスは、基板支持体316と基板314との間の熱伝達を促進するために使用される。処理中に、基板支持体316は、一又は複数の抵抗ヒータ321によって定常状態温度に加熱されてよく、次いで、熱伝達ガスは、基板314の均一加熱を促進する。かかる熱制御を使用して、基板314は、摂氏約0度から摂氏約550度の温度で維持される。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0047

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0047】

典型的な工程においては、基板314（例えば基板202）は、基板支持体316上に載置されてよく、天井部320内に配置され、かつ基板314の上方の中心にある入口ポート326を通じて、ガスパネル338から処理ガスが供給される。いくつかの実施形態では、ガスパネル338は、アンモニア（ NH_3 ）又は水素（ H_2 ）のような処理ガスを供給するよう構成される。処理ガスは、窒素（ N_2 ）、ヘリウム（ He ）又はアルゴン（ Ar ）のような追加のガスと組み合わせられ、入口ポート326を介して処理チャンバ310へ流入しうる。入口ポート326は、基板314に向けて垂直に、かつ処理チャンバ310の中へと放射状に進むように処理ガスを提供しうる、例えばバッフル又は同様のガス入口装置を含みうる。入口ポート326を介して処理チャンバ310に入る際に、処理ガスは混合ガス350を形成する。混合ガス350は、RF電源318からアンテナ312へと電力を印加することによって、処理チャンバ310内で強熱されてプラズマ355になる。任意には、バイアス電源322からの電力も基板支持体316に提供されうる。処理チャンバ310の内部の圧力は、スロットルバルブ362及び真空ポンプ336を使用して制御される。チャンバ壁330の温度は、壁330を通過する液体含有導管（図示せず）を使用して制御される。