

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6737899号
(P6737899)

(45) 発行日 令和2年8月12日(2020.8.12)

(24) 登録日 令和2年7月20日(2020.7.20)

| | |
|--------------------------|-----------------------|
| (51) Int.Cl. | F I |
| HO 1 L 21/304 (2006.01) | HO 1 L 21/304 6 4 5 Z |
| HO 1 L 21/3065 (2006.01) | HO 1 L 21/304 6 4 5 C |
| C 2 3 C 16/44 (2006.01) | HO 1 L 21/302 1 0 1 H |
| | C 2 3 C 16/44 J |

請求項の数 13 (全 12 頁)

| | | | |
|--------------------|-------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2018-557780 (P2018-557780) | (73) 特許権者 | 390040660 |
| (86) (22) 出願日 | 平成29年4月11日 (2017.4.11) | | アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド |
| (65) 公表番号 | 特表2019-515505 (P2019-515505A) | | APPLIED MATERIALS, INCORPORATED |
| (43) 公表日 | 令和1年6月6日 (2019.6.6) | | アメリカ合衆国 カリフォルニア 95054, サンタ クララ, パウアーズ |
| (86) 国際出願番号 | PCT/US2017/027020 | | アヴェニュー 3050 |
| (87) 国際公開番号 | W02017/192249 | (74) 代理人 | 110002077 |
| (87) 国際公開日 | 平成29年11月9日 (2017.11.9) | | 園田・小林特許業務法人 |
| 審査請求日 | 平成31年2月6日 (2019.2.6) | (72) 発明者 | チャン, リン |
| (31) 優先権主張番号 | 15/145,750 | | アメリカ合衆国 カリフォルニア 95148, サン ノゼ, シュミン デリビエラ 3559 |
| (32) 優先日 | 平成28年5月3日 (2016.5.3) | | |
| (33) 優先権主張国・地域又は機関 | 米国 (US) | | |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理チャンバでのインシトゥチャンバ洗浄効率向上のためのプラズマ処理プロセス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラズマ洗浄プロセス後にプラズマ処理プロセスを実行するための方法であって、
基板が内部に配置されていない状態で、プラズマ処理チャンバ内でプラズマ洗浄プロセスを実行することと、

続いて、少なくとも水素含有ガス及び酸素含有ガスを含むプラズマ処理混合ガスを前記プラズマ処理チャンバ内に供給することによって、洗浄後プラズマ処理プロセスを実行することと、ここで前記水素含有ガス及び前記酸素含有ガスは選択的に、別個に前記プラズマ処理チャンバに供給され、

前記プラズマ処理混合ガスからプラズマを形成するために、RFソース電力を前記プラズマ処理チャンバに印加することと、

前記プラズマ処理チャンバの内部表面をプラズマ処理することと、

続いて、前記プラズマ処理チャンバの前記内部表面をプラズマ処理したあとに、シーズリングプロセスを実行することと、を含む方法。

【請求項 2】

前記プラズマ処理混合ガスに供給された前記水素含有ガスが、 H_2 、 H_2O 、 NH_3 又は N_2H_2 を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記酸素含有ガスが、 O_2 、 H_2O 、 N_2O 、 NO_2 、 O_3 、 CO 及び CO_2 から成る群から選択される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記水素含有ガス及び前記酸素含有ガスが、約 1 : 1 から約 1 : 20 までの間の流量比で供給される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記水素含有ガスが NH_3 又は H_2 であり、前記酸素含有ガスが N_2O である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記シーズニングプロセスを実行することが、
前記 プラズマ処理チャンバ の前記内部表面にケイ素含有シーズニング膜を形成することを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 7】

前記洗浄プロセスを実行することが、
洗浄のために前記 プラズマ処理チャンバ にフッ素含有ガスを供給することを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

フッ素含有ガスを供給することが、
前記 プラズマ処理チャンバ への供給前に、前記フッ素含有ガスから遠隔プラズマを発生させることを更に含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記 プラズマ処理チャンバ の前記内部表面をプラズマ処理することが、
前記 プラズマ処理混合ガス から供給された前記水素含有ガスで金属含有汚染物質と反応させることを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 10】

前記水素含有ガスで前記金属含有汚染物質と反応させることが、
前記 プラズマ処理チャンバ の前記プラズマ処理混合ガスからの前記酸素含有ガスによって、前記内部表面に金属酸化物を形成することを更に含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記金属含有汚染物質が AlF である、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 12】

前記金属酸化物が Al_2O_3 である、請求項 10 に記載の方法。

30

【請求項 13】

プラズマ洗浄プロセス 後にプラズマ処理プロセスを実行するための方法であって、
基板が無い状態でプラズマ処理チャンバに遠隔プラズマ源から供給されたフッ素含有ガスを含む洗浄混合ガスを供給することと、

続いて、プラズマ処理混合ガス内で発生した RF ソース電力からプラズマを形成し、前記プラズマ処理チャンバの内部表面から金属汚染物質を除去するために、酸素含有ガス及び水素含有ガスを含むプラズマ処理混合ガスを供給することと、ここで前記水素含有ガス及び前記酸素含有ガスは選択的に、別個に前記プラズマ処理チャンバに供給され、

続いて、前記プラズマ処理チャンバの前記内部表面にシーズニング層を形成するために、シーズニング膜混合ガスを供給することと、を含む方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示の実施形態は、概して、プラズマ処理チャンバの洗浄効率をインシトゥ（その場）で向上させるための方法及び装置に関する。特に、本開示の実施形態は、プラズマプロセス後のプラズマ処理チャンバの洗浄効率をインシトゥで高めるために行われるプラズマ処理プロセスのための方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体処理は、多くの異なる化学的及び物理的プロセスを含み、よって極めて小さな集

50

積回路が基板上で形成される。集積回路を構成する材料の層は、化学気相堆積、物理気相堆積、エピタキシャル成長、化学的処理、電気化学的プロセスなどによって形成される。材料層には、フォトレジストマスク及び湿式又は乾燥エッチング技法を使用してパターン形成されるものもある。集積回路を形成するために利用される基板は、ケイ素、ヒ化ガリウム、リン化インジウム、ガラス、又は他の適切な材料でありうる。

【0003】

典型的な半導体処理チャンバは、プロセスゾーンを画定するチャンバ本体と、ガス供給からプロセスゾーンにガスを供給するように適合されたガス分配アセンブリと、プロセスガスを励起して基板支持アセンブリの上に位置付けられた基板を処理するために利用される、プラズマ発生装置といったガス励起器と、ガス排気とを含む。プラズマ処理の間、励起されたガスは、イオン、ラジカル及び処理チャンバ構成要素の露出部分をエッチング及び侵食する高度な反応種、例えば処理中に基板を保持する静電チャックからなることが多い。更に、処理副生成物は、通常、反応性の高いフッ素で定期的に洗浄されなければならないチャンバ構成要素上に堆積されることが多い。したがって、処理チャンバの洗浄性を維持するために、処理チャンバから副生成物を除去するために定期的な洗浄プロセスが実行される。チャンバ構成要素又はチャンバの内壁に堆積した副生成物は、通常、反応性の高い化学物質で定期的に洗浄される。処理及び洗浄中の反応種からの攻撃は、チャンバ構成要素の寿命を短縮し、使用頻度を増加させる。加えて、チャンバ構成要素の侵食された部分からのフッ化アルミニウム(A1F₃)のようなフレークは、基板処理中の微粒子の汚染源になりうる。更に、洗浄プロセス中に比較的高温の構成要素表面に形成されたA1F₃は、洗浄プロセスの後に、昇華するが、後でシャワーヘッドのような比較的低温のチャンバ構成要素表面に堆積する可能性がある。この残留堆積により、早期のチャンバ構成要素の不具合及び頻繁なチャンバのメンテナンスが生じる可能性がある。したがって、処理チャンバの耐用年数を長くし、チャンバの停止時間を短縮し、メンテナンス頻度を低減し、製品歩留まりを改善するために、チャンバ構成要素のプラズマ耐性を促進し、処理及び洗浄中にチャンバ構成要素の損傷を低減することが望ましい。

【0004】

したがって、処理チャンバの洗浄性を維持するための改善されたプロセス、並びにチャンバ構成要素の寿命を延ばすためにチャンバ構成要素の完全性が必要とされている。

【発明の概要】

【0005】

本開示の実施形態は、半導体基板製造プロセスに用いられるプラズマ処理チャンバのためのインシトゥチャンバ洗浄効率向上のための方法を含む。1つの実施形態では、プラズマプロセスの洗浄後にプラズマ処理プロセスを実行するための方法は、基板が内部に配置されていない状態で、プラズマ処理チャンバ内で洗浄プロセスを実行することと、続いて、少なくとも水素含有ガス及び/又は酸素含有ガスを含むプラズマ処理混合ガスをプラズマ処理チャンバ内に供給することと、プラズマ処理混合ガスからプラズマを形成するために、RFソース電力を処理チャンバに印加することと、処理チャンバの内部表面をプラズマ処理することを含む。

【0006】

別の実施形態では、インシトゥチャンバ洗浄のための方法は、基板が内部に配置されていない状態で、プラズマ処理チャンバ内で洗浄プロセスを実行することと、処理チャンバ内でプラズマ処理プロセスをインシトゥで実行することと、処理チャンバ内でのプラズマ処理プロセス後にシーズニングプロセスを実行することとを含み、洗浄プロセス、プラズマ処理プロセス及びシーズニングプロセスは、プラズマ処理チャンバ内で統合された単一の方策によって制御される。

【0007】

更なる実施形態では、プラズマプロセスの洗浄後にプラズマ処理プロセスを実行するための方法は、プラズマ処理チャンバに遠隔プラズマ源から供給されたフッ素含有ガスを含む洗浄混合ガスを供給することと、プラズマ処理混合ガス内で発生したRFソース電力が

10

20

30

40

50

らプラズマを形成し、前記処理チャンバの内部表面から金属汚染物質を除去するために、酸素含有ガス及び水素含有ガスを含むプラズマ処理混合ガスを供給することと、プラズマ処理チャンバの内部表面にシーズニング層を形成するために、シーズニング膜混合ガスを供給することを含む。

【0008】

本開示の上述の特徴を詳細に理解できるように、上記で簡単に要約されている本開示のより詳細な説明が、実施形態を参照することによって得られ、それらの実施形態の一部は付随する図面に示されている。しかし、本開示は他の等しく有効な実施形態も許容しうることから、付随する図面は本開示の典型的な実施形態のみを示しており、したがって、本開示の範囲を限定すると見なすべきではないことに、留意されたい。

10

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本開示の1つの実施形態によるプラズマ処理チャンバの概略図を示す。

【図2】本開示の1つの実施形態による洗浄プロセス後のプラズマ処理プロセスを実行するための方法のフローチャートを示す。

【発明を実施するための形態】

【0010】

理解を容易にするため、可能な場合には、複数の図に共通する同一の要素を指し示すのに同一の参照番号を使用した。1つの実施形態で開示する要素は、具体的な記述がなくても、他の実施形態で有益に利用できることが企図されている。

20

【0011】

本開示の実施形態は、プラズマ処理チャンバ内で実行されるインシトゥ洗浄プロセスの洗浄効率を向上させるための方法及び装置を提供する。1つの例では、洗浄プロセスの洗浄効率は、処理チャンバからプロセス副生成物残留物を除去するためにチャンバ洗浄プロセスの後にプラズマ処理プロセスを実行することによって高められうる。プラズマ処理の間に利用されるプラズマ処理混合ガスの一例は、 H_2 ガスのような水素含有混合ガス、及び/又は酸素含有混合ガスを含む。プラズマ処理プロセスの後に、次いで、処理チャンバの内部表面にシーズニング層をコーティングするために、シーズニングプロセスが実行されてもよい。

【0012】

30

図1は、半導体デバイス製造のための半導体相互接続構造として利用されうるプラズマ処理システム132の断面図である。処理システム132は、カリフォルニア州サンタクララの Applied Materials, Inc. から入手可能な適切に適合されたCENTURA (登録商標)、Producer (登録商標) SE又はProducer (登録商標) GT又はProducer (登録商標) XP処理システムでありうる。他の製造業者によって製造されたものを含む他の処理システムは、本明細書に記載された実施形態から恩恵を受けうると考えられる。

【0013】

処理システム132は、チャンバ本体151を含む。チャンバ本体151は、内部空間126を画定するリッド125、側壁101及び底壁122を含む。

40

【0014】

基板支持ペDESTAL 150が、チャンバ本体151の内部空間126に設けられる。ペDESTAL 150は、アルミニウム、セラミック、窒化アルミニウム、及び他の適切な材料から製造されうる。1つの実施形態では、ペDESTAL 150は、ペDESTAL 150に熱的損傷を引き起こすことなく、プラズマプロセス環境のような高温環境での使用に適した材料である、窒化アルミニウムのようなセラミック材料によって製造される。ペDESTAL 150は、リフト機構(図示せず)を用いてチャンバ本体151の内部で垂直方向に移動されうる。

【0015】

ペDESTAL 150は、ペDESTAL 150上で支持された基板190の温度を制御するの

50

に適した埋め込み式のヒータ要素170を含みうる。1つの実施形態では、ペDESTAL150は、電源106からヒータ要素170に電流を印加することによって抵抗加熱されてもよい。1つの実施形態では、ヒータ要素170は、ニッケル-鉄-クロム合金(例えば、INCOLOY(登録商標))シースチューブ内にカプセル化されたニッケル-クロムワイヤから作られてもよい。電源106から供給される電流は、コントローラ110によって調整され、ヒータ要素170によって生成された熱を制御し、それにより、任意の適切な温度範囲での膜堆積中に基板190及びペDESTAL150を実質的に一定の温度に維持する。別の実施形態では、ペDESTAL150は、必要に応じて室温に維持されてもよい。更に別の実施形態では、ペDESTAL150はまた、必要に応じて室温よりも低い範囲でペDESTAL150を冷却するために、必要に応じてチラー(図示せず)を含みうる。供給される電流は、選択的にペDESTAL150の温度を約100 から約700 までの間で制御するように調整されうる。

10

【0016】

熱電対などの温度センサ172は、ペDESTAL150の温度を従来の方法でモニタするために、基板支持ペDESTAL150に埋め込まれる。測定された温度は、ヒータ要素170に供給された電力を制御し、基板を所望の温度に維持するために、コントローラ110によって使用される。

【0017】

ペDESTAL150は、一般に、それを通して配置されており、従来の方法で、ペDESTAL150から基板190を持ち上げ、ロボット(図示せず)で基板190の交換を容易にするように構成されている、複数のリフトピン(図示せず)を含む。

20

【0018】

ペDESTAL150は、ペDESTAL150上に基板190を保持するための少なくとも1つの電極192を含む。電極192は、チャック電源108によって駆動され、従来知られているように、基板190をペDESTAL150表面に保持する静電力を発生させる。代替的には、基板190は、クランプ、真空又は重力によってペDESTAL150に保持されてもよい。

【0019】

1つの実施形態では、ペDESTAL150は、2つのRFバイアス電源184、186として図1Aに示す、少なくとも1つのRFバイアス電源に結合された電極192が内部に埋め込まれたカソードとして構成される。図1Aに示す例は、2つのRFバイアス電源184、186を示しているが、RFバイアス電源の数は、必要に応じて任意の数でよいことに留意されたい。RFバイアス電源184、186は、ペDESTAL150に配置された電極192と、処理システム132のガス分配プレート142又は天井125などの別の電極との間に結合される。RFバイアス電源184、186は、処理システム132の処理領域内に配置されたガスから形成されたプラズマ放電を励起し、維持する。

30

【0020】

図1に示す実施形態では、デュアルRFバイアス電源184、186は、整合回路104を介してペDESTAL150に配置された電極192に結合される。プラズマ処理チャンバ132内に提供された混合ガスをイオン化し、それによって堆積又は他のプラズマ強化処理を実行するために必要なイオンエネルギーを提供するために、RFバイアス電源184、186によって生成された信号が、単一フィードを通じて、整合回路104を通過してペDESTAL150に供給される。RFバイアス電源184、186は、一般に、約50kHzから約200MHzの周波数及び約0ワットから約5000ワットの間電力を有するRF信号を生成することができる。

40

【0021】

真空ポンプ102は、チャンバ本体151の底部122に形成されたポートに結合される。真空ポンプ102は、チャンバ本体151内に所望のガス圧力を維持するために使用される。真空ポンプ102はまた、後処理ガス及びプロセスの副生成物をチャンバ本体151から排出する。

50

【 0 0 2 2 】

処理システム 1 3 2 は、処理システム 1 3 2 のリッド 1 2 5 を通して結合された一又は複数のガス供給通路 1 4 4 を含む。ガス供給通路 1 4 4 及び真空ポンプ 1 0 2 は、内部空間 1 2 6 内に層流を誘導して粒子汚染を最小にするために、処理システム 1 3 2 の両端に位置付けられる。

【 0 0 2 3 】

ガス供給通路 1 4 4 は、遠隔プラズマ源 (R P S) 1 4 8 を通してガスパネル 1 9 3 に結合され、混合ガスを内部空間 1 2 6 内に供給する。1つの実施形態では、ガス供給通路 1 4 4 を介して供給される混合ガスは、ガス供給通路 1 4 4 の下方に配置されたガス分配プレート 1 4 2 を通って更に供給されうる。1つの例では、複数の開孔 1 4 3 を有するガス分配プレート 1 4 2 は、ペDESTAL 1 5 0 の上方のチャンバ本体 1 5 1 のリッド 1 2 5 に結合される。ガス分配プレート 1 4 2 の開孔 1 4 3 は、プロセスガスをガスパネル 1 9 3 からチャンバ本体 1 5 1 内に導入するために利用される。開孔 1 4 3 は、異なるプロセス要件のための様々なプロセスガスの流れを容易にするために、異なるサイズ、数、分布、形状、設計、及び直径を有しうる。プラズマは、ガス分配プレート 1 4 2 を出るプロセス混合ガスから形成され、プロセスガスの熱分解を高め、基板 1 9 0 の表面 1 9 1 上に材料を堆積させる。

【 0 0 2 4 】

ガス分配プレート 1 4 2 及び基板支持ペDESTAL 1 5 0 は、内部空間 1 2 6 に一对の離間した電極を形成しうる。一又は複数の R F ソース 1 4 7 は、ガス分配プレート 1 4 2 とペDESTAL 1 5 0 との間でのプラズマ発生を容易にするために、整合ネットワーク 1 4 5 を介してガス分配プレート 1 4 2 にバイアス電位を供給する。代替的に、R F ソース 1 4 7 及び整合ネットワーク 1 4 5 は、ガス分配プレート 1 4 2 、基板支持ペDESTAL 1 5 0 に結合されてもよく、又はガス分配プレート 1 4 2 及び基板支持ペDESTAL 1 5 0 の両方に結合されてもよく、又はチャンバ本体 1 5 1 の外側に配置されたアンテナ (図示せず) に結合されてもよい。1つの実施形態では、R F ソース 1 4 7 は、約 3 0 k H z から約 1 3 . 6 M H z の周波数で約 1 0 ワットから約 3 0 0 0 ワットまでを供給しうる。代替的に、R F ソース 1 4 7 は、内部空間 1 2 6 内にプラズマの発生を助けるマイクロ波電力をガス分配プレート 1 4 2 に供給するマイクロ波発振器であってもよい。

【 0 0 2 5 】

ガスパネル 1 9 3 から供給されうるガスの例は、ケイ素含有ガス、フッ素連続ガス、酸素含有ガス、水素含有ガス、不活性ガス、及びキャリアガスを含みうる。反応性ガスの適切な例は、 SiH_4 、 Si_2H_6 、 SiF_4 、 SiH_2Cl_2 、 Si_4H_{10} 、 Si_5H_{12} 、TEOS などのケイ素含有ガスを含む。適切なキャリアガスは、窒素 (N_2)、アルゴン (Ar)、水素 (H_2)、アルカン、アルケン、ヘリウム (He)、酸素 (O_2)、オゾン (O_3)、水蒸気 (H_2O) などを含む。

【 0 0 2 6 】

1つの実施形態では、遠隔プラズマ源 (R P S) 1 4 8 は、代替的には、ガスパネル 1 9 3 から内部空間 1 2 6 内に供給されるガスからプラズマを形成するのを助けるために、ガス供給通路 1 4 4 に結合されうる。遠隔プラズマ源 1 4 8 は、ガスパネル 1 9 3 によって提供される混合ガスから形成されたプラズマを処理システム 1 3 2 に供給する。

【 0 0 2 7 】

コントローラ 1 1 0 は、中央処理装置 (C P U) 1 1 2 、メモリ 1 1 6 、及び処理シーケンスを制御し、ガスパネル 1 9 3 からのガス流を調整するために利用される支持回路 1 1 4 を含む。C P U 1 1 2 は、産業用の設定で使用されうる任意の形態の汎用コンピュータプロセッサでありうる。ソフトウェアルーチンは、ランダムアクセスメモリ、読み出し専用メモリ、フロッピー、若しくはハードディスクドライブ、又は他の形態のデジタル記憶ストレージなどのメモリ 1 1 6 に記憶させることができる。サポート回路 1 1 4 は、通常、C P U 1 1 2 に接続され、キャッシュ、クロック回路、入力/出力システム、電源などを含みうる。コントローラ 1 1 0 と処理システム 1 3 2 の様々な構成要素との間の双方

10

20

30

40

50

向通信は、信号バス 118 と総称される多数の信号ケーブルを通して処理され、そのいくつかが図 1 に示される。

【0028】

図 2 は、図 1 に示すプラズマ処理システム 132 のようなプラズマ処理チャンバを洗浄した後の洗浄効率を高めるための方法 200 を示す。方法 200 は、本開示の実施形態による単一の洗浄ステップ（例えば、単一の洗浄方策）で洗浄効率向上プロセスを統合するインシトゥチャンバ洗浄プロセスを含む。

【0029】

方法 200 は、プラズマ処理チャンバ内で洗浄プロセスを実行することにより、動作 202 で開始する。プラズマ処理システム 132 が一定期間アイドルされた後、又はプラズマプロセス（堆積、エッチング、スパッタリング、又は任意のプラズマ関連プロセスを含む）がプラズマ処理システム 132 において実行された後に、チャンバの残留物若しくは他の汚染物質を除去するために、洗浄プロセスが実行されうる。チャンバ壁、基板ペDESTAL、又はプラズマ処理システム 132 内に配置された他の構成要素を含むプラズマ処理チャンバの内部が、以前のプラズマプロセスから残った状態でその上部に存在する膜の蓄積、副生成物若しくは汚染、又はアイドル又はプラズマ処理中にチャンバの内壁から落ちたフレークを有しうるため、基板が処理システム 132 から除去された後、または後続の処理のためにプラズマ処理チャンバ内に基板を提供する前に、プラズマ処理チャンバの内部表面を洗浄するために、洗浄プロセスが実行されうる。

【0030】

洗浄プロセスは、プラズマ処理チャンバの内部から蓄積された汚染物質及び/又は膜を除去し、したがって、後続のプラズマプロセス中に望ましくない粒子が基板ペDESTAL上に配置された基板の上に落下することを防止する。動作 202 で洗浄プロセスを実行している間、例えば、基板が内部に配置されていない際には、基板はプラズマ処理システム 132 内に存在しない。洗浄プロセスは、プラズマ処理システム 132 内のチャンバ構成要素又は内壁/構造体を洗浄するために主に実行される。場合によっては、必要に応じて基板ペDESTALの表面を保護するために、その上に配置された膜スタックのないクリーンなケイ素基板などのダミー基板が、処理チャンバ内に配置されうる。

【0031】

1つの例では、プラズマ処理チャンバの内部を洗浄するために、処理システム 132 に洗浄混合ガスを供給することによって、洗浄プロセスが実行される。洗浄混合ガスは、少なくともフッ素含有ガス及び不活性ガスを含む。1つの実施形態では、洗浄混合ガスに使用されるフッ素含有ガスは、 NF_3 、 SF_6 、 HF 、 CF_4 などからなる群から選択されうる。不活性ガスは、 He 又は Ar などであってもよい。1つの例では、洗浄混合ガス中に供給されるフッ素含有ガスは NF_3 ガスであり、不活性ガスは Ar である。

【0032】

動作 202 での洗浄プロセス中に、いくつかのプロセスパラメータが制御されうる。1つの実施形態では、遠隔プラズマ源（図 1 に示す RPS 源 148）は、約 5000 ワットから約 20000 ワットの間、例えば約 10000 ワットなどで、プラズマ処理システム 132 に供給されうる。RPS 電力は、RF ソース及びバイアス電力の有無にかかわらず処理チャンバに印加されうる。処理チャンバの圧力は、約 0.1 Torr から約 10 Torr、例えば約 4 Torr など、10 Torr 未満の圧力範囲で制御されうる。洗浄プロセス中の低圧制御は、洗浄反応の自発性を可能にしうると思われる。

【0033】

洗浄混合ガス中に供給されるフッ素含有ガスは、約 1 sccm から約 12000 sccm の間、例えば約 2800 sccm の流量で、処理チャンバに供給されうる。洗浄混合ガス中に供給される不活性ガスは、約 1 sccm から約 300 sccm の間、例えば約 500 sccm の流量で処理チャンバに供給されてうる。

【0034】

動作 202 での洗浄プロセスの後、動作 204 において、プラズマ処理プロセスが次に

10

20

30

40

50

実行され、処理チャンバ内で行われるプラズマプロセスの別のサイクルの前に、処理システム132に残っている残留物が除去される。上述のように、チャンバ構成要素の過剰洗浄に起因するチャンバフレックのような、洗浄プロセスからの望ましくない残留物が、処理チャンバ内に生成されるか又は残留することがある。処理システム132の洗浄度を高めるために、処理システム132からそのような残留物、特にフッ化アルミニウム (AlF_3)、又は他の汚染物質を除去するのを助けるために、動作204でのプラズマ処理プロセスが実行されうる。

【0035】

実験結果は、プラズマ処理混合ガスからの水素元素及び酸素元素、特に水素元素が、金属含有汚染物質をプラズマ処理チャンバの内部から効率的に除去するために、処理室内に存在するフッ化アルミニウム (AlF_3) などの金属含有汚染物質と反応するのを助けることを示した。

10

【0036】

処理システム132の内部表面をプラズマ処理してフッ化アルミニウム (AlF_3) 又は他の汚染源と効率的に反応させるために、プラズマ処理混合ガスから形成されたプラズマが使用される。 AlF_3 のような汚染物質は、ラジカル形態のような励起状態に励起され、プラズマ処理混合ガスと容易に反応して、 AlH_3 又は HF^* のような揮発性ガス副生成物を形成し、処理システム132から容易にポンピングされる。1つの例では、プラズマ処理混合ガスは、少なくとも1つの水素含有ガス及び/又は酸素含有ガスを含みうる。別の例では、プラズマ処理混合ガスは、複数のサイクルがプラズマ処理プロセスを実行するために、選択的に水素含有ガス及び酸素含有ガスを供給することを含みうる。選択的に水素含有ガスと酸素含有ガスをプラズマ処理混合ガス中に供給すると、水素含有ガス及び酸素含有ガスは、 He 又は Ar のような不活性ガスの有無にかかわらず、別々にかつ個々に供給されうる。

20

【0037】

水素含有ガスの適切な例は、 H_2 、 H_2O 、 NH_3 、 N_2H_2 などである。酸素含有ガスの適切な例は、 O_2 、 H_2O 、 O_3 、 H_2O_2 、 N_2O 、 NO_2 、 CO 、 CO_2 などである。1つの特定の例では、キャリアガス又は不活性ガスはまた、プラズマ処理混合ガス内に供給されてもよい。キャリアガスの適切な例には、窒素 (N_2)、水素 (H_2) などが含まれ、不活性ガスの適切な例には、 He 又は Ar が含まれる。

30

【0038】

1つの特定の例では、プラズマ処理混合ガスに使用される水素含有ガスは、 H_2 又は NH_3 である。プラズマ処理混合ガスで使用される酸素含有ガスは、 N_2O 又は O_2 である。プラズマ混合ガスに使用されるキャリアガスは N_2 であり、プラズマ処理混合ガスに使用される不活性ガスは Ar である。

【0039】

プラズマ処理プロセス中にプラズマ処理混合ガスに含まれる水素含有ガスは、大量の水素元素を供給し、水素元素は、フッ化アルミニウムのような金属含有汚染物質中のフッ素元素と反応して、 AlH_3 又は HF などの揮発性ガス副生成物を形成し、処理システム132から容易にポンピングされると考えられる。その後、 AlH_3 のような揮発性ガス副生成物は、処理チャンバ内で Al^* 又は H_2 ガスとして更に分解されうる。更に、酸素含有ガスからの酸素元素は、次いでアルミニウム活性種 (Al^* 又は Al^- など) などの活性金属汚染物質と反応することがあり、酸化アルミニウム (Al_2O_3) などの金属酸化物を形成し、したがって、チャンバ構成要素の表面上の薄層を安定化処理し、チャンバ構成要素の表面が更に損傷又は攻撃するのを防止する。従って、少なくとも水素含有ガスと酸素含有ガスを含むプラズマ処理混合ガスを利用することによって、処理チャンバの内面が効率的に洗浄されうる。

40

【0040】

いくつかの実施形態では、不活性ガス (Ar 又は He など) 又はキャリアガス (N_2 又は N_2O など) が、プラズマ処理混合ガス中に供給されうる。プラズマ処理混合ガス中に

50

供給される不活性ガスは、プラズマ処理混合ガスから形成されたプラズマ中のイオンの寿命を延ばすのを助けうると考えられる。イオンの寿命の増加は、フッ化アルミニウム (AlF_3) 又は他の汚染物質源をより完全に反応及び活性化させるのを助けることがあり、フッ化アルミニウム (AlF_3) 又は処理システム 132 からの他の汚染物質源の除去が高められる。

【0041】

動作 204 におけるプラズマ処理プロセス中に、いくつかのプロセスパラメータが制御されう。1つの実施形態では、RFソース 147 によって供給される電力などの RF ソース電力は、約 50 ワットから約 2500 ワット、例えば約 750 ワットなどが供給されう。RF ソース電力は、RPS 電力又は RF ソースバイアス電力の有無にかかわらず、処理チャンバに印加されう。処理チャンバの圧力は、約 0.1 Torr から約 10 Torr までの間、例えば約 4.5 Torr のなど、10 Torr 未満の圧力範囲で制御されう。

10

【0042】

プラズマ処理混合ガス中に供給される水素含有ガスは、約 1 sccm から約 5000 sccm までの間、例えば約 700 sccm の流量で、処理チャンバ内に供給されう。プラズマ処理混合ガス物中に供給される不活性ガス、例えば Ar ガスは、約 100 sccm から約 8000 sccm までの間、例えば約 3600 sccm の流量で、処理チャンバに供給されう。プラズマ処理混合ガス中に供給される N_2 ガスなどのキャリアガスは、約 100 sccm から約 5000 sccm までの間、例えば約 1500 sccm の流量で、処理チャンバに供給されう。プラズマ処理混合ガス中に供給される N_2O のような酸素含有ガスは、約 50 sccm から約 50000 sccm までの間、例えば約 11000 sccm の流量で、処理チャンバに供給されう。一又は複数の実施形態では、水素含有ガス対酸素含有ガスの少なくとも 1:30 の流量比、例えば、約 1:1 から 1:20 までの間、例えば約 1:15 の比などを有するプラズマ処理混合ガスを供給するために、ガスが加えられる。

20

【0043】

処理チャンバに導入される各ガスの量は、例えば、除去されるチャンバ残留物の厚さ又は量、洗浄される基板の形状寸法、プラズマの空間容量、チャンバ本体の空間容量、及びチャンバ本体に結合された真空システムの能力に適應するように、変更及び調整されう。

30

【0044】

動作 206 では、動作 204 のプラズマ処理プロセスの後、シーズニングプロセスが実行されう。上述のように、一又は複数の基板が処理システム 132 で処理された後、典型的には、チャンバ壁に堆積され蓄積された堆積副生成物を除去するために、動作 202 における洗浄プロセスが実行される。チャンバ壁が洗浄ガスによって十分に洗浄された後、動作 204 におけるプラズマ処理プロセスが実行され、処理チャンバから洗浄後副生成物 (after clean by product: A1F) 又は他の汚染物質が除去され、洗浄効率が高まる。洗浄副生成物がチャンバから排出された後、動作 206 でシーズニングプロセスがプロセスチャンバ内で実行される。シーズニングプロセスは、シーズニング膜をチャンバの構成要素上に堆積させて処理チャンバ構成要素の洗浄され又は粗くされた表面を密封して、プロセス中にチャンバ壁から発生又は剥離しうる汚染を低減するために行われる。

40

【0045】

シーズニングプロセスは、後続の堆積プロセス方策に従って、シーズニング膜のような材料をチャンバの内部表面にコーティングすることを含む。換言すれば、シーズニング膜の材料は、基板上に続いて堆積される膜の類似の組成物又は膜特性を有するように選択されう。本明細書に記載の1つの実施形態では、処理チャンバの内部表面にコーティングされたシーズニング膜は、酸化ケイ素層である。

【0046】

50

1つの実施形態では、シーズニングプロセス後にプラズマ処理システム132で行われる以下の堆積プロセスで使用される混合ガスと実質的に同一の堆積混合ガスを使用して、シーズニング膜をチャンバ内部表面上に堆積させてもよい。シーズニング膜をコーティングするためのプロセスパラメータは、異なるプロセス要件を満たすために後続の堆積プロセスと同じであっても同じでなくてもよい。シーズニングプロセス中に、ケイ素前駆体ガス、酸素又は窒素含有ガス及び不活性ガスがプラズマ処理システム132内に流され、RFバイアス電源147、184、186が、高周波エネルギーを供給して、前駆体ガスを活性化し、シーズニング膜堆積プロセスを可能にする。

【0047】

堆積プロセスが酸化ケイ素膜を堆積するように構成されている例示的な実施形態では、少なくともケイ素前駆体、酸素含有ガス及びアルゴン又はヘリウムガスのような不活性ガスを含む混合ガスが、シーズニング膜堆積のために処理システム132に供給されうる。利用されるケイ素前駆体は、 SiH_4 ガス又はTEOSガスでありうる。代替的には、堆積プロセスが窒化ケイ素膜を堆積させるように構成された別の例示的な実施形態では、少なくともケイ素前駆体、窒素含有ガス及び不活性ガスを含む混合ガスが、シーズニング膜堆積のために処理システム132に供給されうる。

【0048】

RF電力及びガス流量は、異なるケイ素対酸化物比を有するシーズニング膜を堆積させるように調整され、それにより、後続の堆積される堆積膜への良好な接着を提供する。更に、RF電力及びガス流量は、シーズニング膜の堆積速度を制御するように調整されてもよく、これにより、シーズニング膜を所望の範囲の厚さで効率的に堆積させて、下にあるチャンバ構成要素、チャンバ部品及び被堆積物に良好な保護及び接着を提供する。1つの実施形態では、シーズニングプロセスは、2000Åを超える厚さを有するシーズニング膜を形成するために、約1秒から約200秒間実行されうる。

【0049】

したがって、真空を破壊せずにプラズマ処理チャンバの洗浄効率を高めるために、洗浄プロセスの後にインシトゥプラズマ処理プロセスを実行するための方法及び装置が提供される。方法は、プラズマ洗浄プロセスが実行された後であるが、チャンバシーズニングプロセスの前に、処理チャンバ内の過剰洗浄残留物又は他の汚染物質源の除去を助けるために、水素含有ガス及び酸素含有ガスを利用するプラズマ処理プロセスを含む。インシトゥプラズマ処理プロセスは、AlFなどの金属汚染物質を含む残留物をプラズマ処理チャンバの内部から効率的に除去し、それによってプラズマ処理チャンバを所望のクリーンな状態に維持し、特別な汚染なく高品質の半導体デバイスを製造しうる。

【0050】

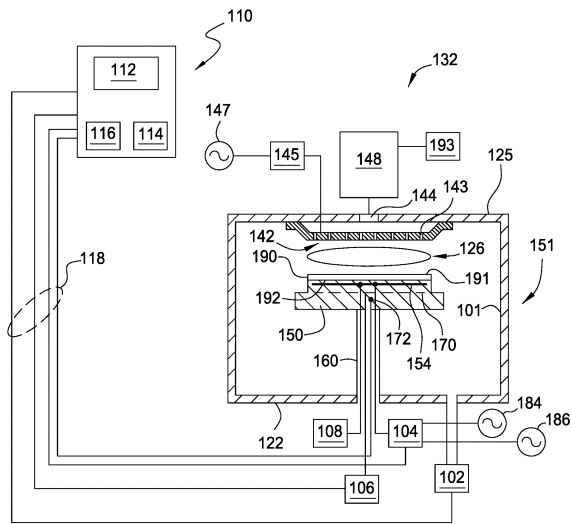
以上の説明は本開示の実施形態を対象としているが、本開示の基本的な範囲を逸脱することなく本開示の他の実施形態及び更なる実施形態が考案されてもよく、本開示の範囲は、以下の特許請求の範囲によって決定される。

10

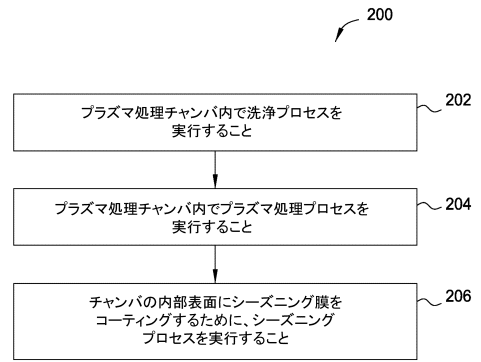
20

30

【図1】



【図2】



フロントページの続き

- (72)発明者 ルー, シュエソン
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95051, サンタ クララ, カイリー ブールヴァード
1000, アパートメント 62
- (72)発明者 ル, アンドリュー ヴィー.
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95032, ロス ガトス, ラス ユーヴァス コート
103
- (72)発明者 オ, ジャンソク
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94582, サン ラモン, ブリザ ループ 7193
- (72)発明者 ハン, シンハイ
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95054, サンタ クララ, レアード サークル 44
11

審査官 加藤 芳健

- (56)参考文献 特開2001-335937(JP, A)
米国特許第06872323(US, B1)
米国特許出願公開第2004/0077511(US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|---------|
| H01L | 21/304 |
| C23C | 16/44 |
| H01L | 21/3065 |
| H01L | 21/31 |