

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6920309号
(P6920309)

(45) 発行日 令和3年8月18日(2021.8.18)

(24) 登録日 令和3年7月28日(2021.7.28)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/3065 (2006.01)

H O 1 L 21/302 1 O 1 H

請求項の数 15 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2018-536111 (P2018-536111)	(73) 特許権者	390040660
(86) (22) 出願日	平成28年12月29日(2016.12.29)		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2019-502269 (P2019-502269A)		APPLIED MATERIALS, I NCORPORATED
(43) 公表日	平成31年1月24日(2019.1.24)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 950 54, サンタ クララ, パウアーズ アヴェニュー 3050
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/069204		
(87) 国際公開番号	W02017/123423	(74) 代理人	110002077
(87) 国際公開日	平成29年7月20日(2017.7.20)		園田・小林特許業務法人
審査請求日	令和1年12月23日(2019.12.23)	(72) 発明者	ロドリゴ, チランサ
(31) 優先権主張番号	62/278, 255		アメリカ合衆国 カリフォルニア 950 54, サンタ クララ, ヴィスタ ク ラブ サークル, 1540, アパート メント 201
(32) 優先日	平成28年1月13日(2016.1.13)		
(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】 エッチングハードウェアに対する水素プラズマベース洗浄処理

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

洗浄方法であって、

プラズマを使用して、水素含有前駆体及びフッ素含有前駆体を含むエッチング混合ガスを活性化させて、活性化されたエッチング混合ガスを生成することと、

処理チャンバの処理領域に前記活性化されたエッチング混合ガスを供給することであって、前記処理チャンバが、その中に位置付けされた端部リングを有し、前記端部リングが、触媒及び抗触媒物質を含み、前記活性化されたエッチング混合ガスが、前記端部リングから前記抗触媒物質を取り除く、前記活性化されたエッチング混合ガスを供給することを含む方法。

【請求項 2】

前記水素含有前駆体が、 H_2 、 H_2O 、 H_2O_2 、又はこれらの組み合わせである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記フッ素含有前駆体が、 F_2 、 HF 、 NF_3 、 XeF_2 、 CF_4 、 CHF_3 、 CH_2F_2 、 CH_3F 、又はこれらの組み合わせである、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記水素含有前駆体の濃度が、前記フッ素含有前駆体の濃度の少なくとも 3 倍である、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5】

10

20

エッチング混合ガスを活性化させることが、処理チャンバのリッド内で画定されたプラズマキャビティから遠隔プラズマを形成することをさらに含む、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

前記端部リングを摂氏約 25 度と摂氏約 1000 度との間の温度で維持することをさらに含む、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

R F 源電力がない状態で遠隔プラズマ処理の間に R F バイアス電力を供給することをさらに含む、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 8】

処理圧力を 0.5 Torr 未満に維持することをさらに含む、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9】

前記抗触媒物質がチタンである、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 10】

基板を処理するための方法であって、

処理チャンバの処理領域内に位置付けされた基板をエッチングすることであって、前記基板が、触媒を含む端部リングと共に位置付けされ、前記基板をエッチングすることにより、抗触媒物質が前記端部リング上に堆積される、基板をエッチングすることと、

前記基板を前記処理領域から取り除くことと、

水素含有前駆体及びフッ素含有前駆体を含むエッチング混合ガスを使用して遠隔プラズマを形成することと、

前記処理領域内の前記端部リングに前記遠隔プラズマを供給することであって、前記遠隔プラズマが、前記端部リングから前記抗触媒物質を取り除く、前記遠隔プラズマを供給することとを含む方法。

【請求項 11】

前記水素含有前駆体が、 H_2 、 H_2O 、 H_2O_2 、又はこれらの組み合わせであり、前記フッ素含有前駆体が、 F_2 、 HF 、 NF_3 、 XeF_2 、 CF_4 、 CHF_3 、 CH_2F_2 、 CH_3F 、又はこれらの組み合わせである、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記水素含有前駆体の濃度が、前記フッ素含有前駆体の濃度の少なくとも 3 倍である、請求項 10 または 11 に記載の方法。

【請求項 13】

エッチング混合ガスを活性化させることが、処理チャンバのリッド内で画定されたプラズマキャビティから遠隔プラズマを形成することをさらに含む、請求項 10 から 12 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 14】

R F 源電力がない状態で遠隔プラズマ処理の間に R F バイアス電力を供給することをさらに含む、請求項 10 から 13 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 15】

前記抗触媒物質がチタンである、請求項 10 から 14 のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

〔0001〕本発明の実装形態は、概して、半導体製造用途において使用されるエッチングハードウェアを洗浄する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

〔0002〕サブハーフミクロン及びより小さな特徴を確実に生産することは、半導体

10

20

30

40

50

デバイスの次世代の超大規模集積（VLSI）及び極超大規模集積（ULSI）の主要な技術的課題のうちの1つである。しかしながら、回路技術の限界が押し上げられ、VLSI及びULSI技術において寸法が縮小することにより、処理能力にさらに要求が課せられることになった。基板上に信頼度の高いゲート構造を形成することは、VLSI及びULSIの成功にとって、また、個々の基板やダイの回路密度や品質を高める継続的な取り組みにとって重要なことである。

【0003】

【0003】これらの特徴を形成する際には、エッチングマスクとしてフォトリソ層を用いるエッチング処理が利用されることが多い。エッチャントの適用可能な基板の領域を制御するために、端部リングを使用することができる。通常、エッチャントが端部リング近傍の露出した基板表面で蓄積されることにより、その領域が過剰にエッチングされることになる（これはエッジロールアップ（edge roll-up）とも呼ばれる）。ウエハ端部のエッチング量（EA）は、ウエハの周りに配置されたニッケル端部リング（Ni-ER）を用いて制御される。金属Niは、過剰なエッチャントを抑える化学触媒として作用して、ウエハ端部の近くの過剰なエッチャントを取り除く。

10

【0004】

【0004】しかしながら、一部の製造用ウエハは、可変量のTiNなどの金属化合物を含む。これらの化合物に対して優れた選択率（例えば、500：1を上回る率）を有するエッチング処理においても、Siエッチング処理の間に少量がエッチングされ得る。大気中のTi種は、処理キット及びニッケル端部リングのアルミニウム構成要素などのチャンバ部分に堆積される。Tiは、ニッケル端部リングの触媒活性に影響を及ぼす場合があり、それによりニッケル端部リングの保護活性が妨げられる。端部リングの触媒活性が失われることにより、ウエハ端部の近くで強力なSiエッチングが行われ、Si膜上のエッチングの均一性が貧弱となり、12%以上の割合で非均一性が含まれ得る。

20

【0005】

【0005】エッチングプロファイルの回復が、汚染成分の高温ベークアウト（例えば、160の温度でのベークイン）及び部品の拭き取り（例えば、湿式及び乾式の拭き取りを使用）によって試みられることもあったが、成功しなかった。他のオプションには、すべての構成要素部品及び端部リングを新しい構成要素と交換することが含まれる。しかし、構成要素の交換は、時間がかかり、コスト効率がよくない。

30

【0006】

【0006】したがって、当該技術では、エッチングチャンバ構成要素を洗浄するか、又はその活性を回復するための方法が必要とされている。

【発明の概要】

【0007】

【0007】本開示は、半導体用途におけるエッチング処理の後に、チャンバ構成要素をTiの汚染から回復するための方法を提供する。一実施例では、洗浄方法は、プラズマを使用して、水素含有前駆体及びフッ素含有前駆体を含むエッチング混合ガスを活性化させて、活性化されたエッチング混合ガスを生成することと、処理チャンバの処理領域に活性化されたエッチング混合ガスを供給することとであって、処理チャンバが、その中に位置付けされた端部リングを有し、端部リングが、触媒及び抗触媒物質（anticallytic material）を含み、活性化されたガスが、端部リングから抗触媒物質を取り除く、活性化されたエッチング混合ガスを供給することを含む。

40

【0008】

【0008】別の実施例では、基板を処理するための方法は、処理チャンバの処理領域内に位置付けされた基板をエッチングすることとであって、基板が、触媒を含む端部リングと共に位置付けされ、基板をエッチングすることにより、抗触媒物質が端部リング上に堆積される、基板をエッチングすることと、基板を処理領域から取り除くことと、水素含有前駆体及びフッ素含有前駆体を含むエッチング混合ガスを使用して遠隔プラズマを形成することと、処理領域内の端部リングに遠隔プラズマを供給することとであって、遠隔プラズ

50

マが、端部リングから抗触媒物質を取り除く、遠隔プラズマを供給することを含む。

【 0 0 0 9 】

【 0 0 0 9 】 別の実施例では、デバイスの洗浄方法は、処理チャンバのプラズマキャビティにエッチング混合ガスを供給することであって、処理チャンバが、端部リングを有し、端部リングが、ニッケル、及び5原子量%未満のチタンを含む、エッチング混合ガスを供給することと、エッチング混合ガスを使用して、遠隔プラズマを形成することであって、エッチング混合ガスが、 H_2 及び NF_3 を含み、 H_2 と NF_3 との濃度の比率が、少なくとも3：1の比であり、比率の前項が最小値を決定する、遠隔プラズマを形成することと、プラズマキャビティから処理チャンバの処理領域に遠隔プラズマを供給することであって、遠隔プラズマが、端部リングから抗触媒物質を取り除く、遠隔プラズマを供給することを含む得る。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【 0 0 1 0 】 本発明の上述の特徴を詳細に理解することができるように、上記で簡単に要約された本発明のより具体的な説明を、実装形態を参照することによって得ることができる。そのうちの幾つかの実装形態は、添付の図面に示されている。しかしながら、本発明は他の等しく有効な実装形態も許容し得るため、添付の図面は、本発明の典型的な実装形態のみを示しており、したがって、本発明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。

20

【 0 0 1 1 】

【図1】 基板にエッチング処理を施すために利用され得るエッチング処理チャンバを示す。

【図2】 一実装形態に係る、端部リングから抗触媒物質を洗浄する方法のフロー図を示す。

【 0 0 1 2 】

【 0 0 1 3 】 理解を容易にするために、可能な場合には、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が使用された。ある実装形態の要素及び特徴は、さらなる記述がなくとも、他の実装形態に有益に組み込まれ得ると考えられている。

【 0 0 1 3 】

【 0 0 1 4 】 しかしながら、本明細書に記載された方法は、他の等しく有効な実装形態も許容し得るので、添付の図面は、典型的な実装形態のみを示しており、ゆえにそ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。

30

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

【 0 0 1 5 】 本明細書に記載された実装形態は、概して、半導体用途におけるエッチング処理の後に、チャンバ構成要素をTiの汚染から回復するための方法に関する。一実施例では、本方法は、遠隔プラズマをニッケル端部リングなどの触媒端部リングに供給することを含む。遠隔プラズマは、水素含有種及びフッ素含有種を含む。

【 0 0 1 5 】

【 0 0 1 6 】 エッチング処理中、幾らかのチタンがエッチングされてから端部リング上に再堆積される。これにより、端部リングの触媒活性が減少し、端部リングと基板との界面におけるエッチングが増大する。水素含有前駆体及びフッ素含有前駆体を含むプラズマを端部リングに供給することにより、端部リングを洗浄することができ、触媒活性を回復することができる。この洗浄処理は、ダウンタイム及び交換された構成要素のコストを減少させる。本明細書に開示される実装形態は、以下の図面を参照することにより、より明白に説明される。

40

【 0 0 1 6 】

【 0 0 1 7 】 図1は、下記で更に説明される、端部リングの汚染物質除去処理の実行に適した、例示的な処理チャンバ100の断面図である。処理チャンバ100は、基板表面に配置された材料層から材料を取り除くように構成され得る。処理チャンバ100は、特

50

に、プラズマ支援型ドライエッチング処理に有用である。処理チャンバ100は、カリフォルニア州サンタクララのアプライドマテリアルズ社から入手可能な、Frontier（商標）チャンバ、PCxT Reactive Preclean（商標）（RPC）チャンバ、AKTIV Pre-Clean（商標）チャンバ、Siconi（商標）チャンバ、又はCapa（商標）チャンバであり得る。他の製造業者から入手可能な他の真空処理チャンバも、本明細書に記載された実装形態を実行するように適合され得ることに留意されたい。

【0017】

【0018】処理チャンバ100は、チャンバ本体112、リッドアセンブリ140、及び支持アセンブリ180を含む。リッドアセンブリ140は、チャンバ本体112の上部10
端部に配置されており、支持アセンブリ180は、少なくとも部分的にチャンバ本体112の中に配置されている。

【0018】

【0019】チャンバ本体112は、処理チャンバ100の内部へのアクセスを設けるために、チャンバ本体112の側壁に形成されたスリットバルブ開口114を含む。スリットバルブ開口114は、選択的に開閉し、ウエハハンドリングロボット（図示せず）によるチャンバ本体112の内部へのアクセスを可能にする。

【0019】

【0020】1つ又は複数の実装形態では、チャンバ本体112は、チャンネル115を含む。チャンネル115を通して熱伝達流体を流すためにチャンネル115はチャンバ本体112内に形成される。チャンバ本体112は、支持アセンブリ180を囲むライナ120をさらに含み得る。ライナ120は、保守及び洗浄のために取外し可能である。1つ又は複数の実装形態では、ライナ120は、1つ又は複数の開孔125、及び真空システムと流体連通している、ライナ内に形成されたポンピングチャンネル129を含む。開孔125は、ガスがポンピングチャンネル129に入るための流路を設け、それにより、処理チャンバ100内のガスの出口が設けられる。

【0020】

【0021】真空システムは、真空ポンプ130、及び処理チャンバ100を通るガスの流れを制御するスロットバルブ132を含み得る。真空ポンプ130は、チャンバ本体112内に配置された真空ポート131に連結され、したがって、ライナ120内に形成されたポンピングチャンネル129と流体連通している。リッドアセンブリ140は、少なくとも2つの積み重ねられた構成要素を含む。少なくとも2つの構成要素は、それらの間にプラズマ空間又はキャビティが形成されるように構成されており、遠隔プラズマ源が形成される。1つ又は複数の実装形態では、リッドアセンブリ140は、第2の電極145（下方電極）の鉛直上方に配置された第1の電極143（上方電極）を含み、第1の電極143と第2の電極145との間にプラズマ空間又はプラズマキャビティ150が限定される。第1の電極143は、RF電源などの電源152に接続され、第2の電極145は、接地に接続され、2つの電極143、145の間に遠隔プラズマを処理領域141に供給するためのキャパシタンスが形成される。

【0021】

【0022】1つ又は複数の実装形態では、リッドアセンブリ140は、第1の電極143の上部セクション156内に少なくとも部分的に形成されている、1つ又は複数のガス注入口154（1つのみを図示）を含む。1つ又は複数の処理ガスが、1つ又は複数のガス注入口154を経由してリッドアセンブリ140に入る。1つ又は複数のガス注入口154は、その第1の端部においてプラズマキャビティ150と流体連通しており、その第2端部において、1つ又は複数の上流ガス源、及び/又は、ガスマキサのような他のガス供給構成要素に連結されている。1つ又は複数の実装形態では、第1の電極143は、プラズマキャビティ150を収容する拡張セクション155を有する。

【0022】

【0023】1つ又は複数の実装形態では、拡張セクション155は、環状部材であり

10

20

30

40

50

、その上部 1 5 5 A からその下部 1 5 5 B にかけて内表面又は内径 1 5 7 が徐々に増大する。そのため、第 1 の電極 1 4 3 と第 2 の電極 1 4 5 との間の距離は、変動可能である。変動距離は、プラズマキャビティ 1 5 0 内で生成されたプラズマの形成及び安定性の制御に役立つ。プラズマキャビティ 1 5 0 内で生成されたプラズマは、支持アセンブリ 1 8 0 の上方の、基板が処理される処理領域 1 4 1 内に入る前に、リッドアセンブリ 1 4 0 内で画定される。プラズマは、処理領域 1 4 1 から離れたところで生成される遠隔プラズマ源であるとみなされる。

【 0 0 2 3 】

【 0 0 2 4 】リッドアセンブリ 1 4 0 は、第 1 の電極 1 4 3 を第 2 の電極 1 4 5 から電気的に絶縁する、アイソレータリング 1 6 0 をさらに含み得る。リッドアセンブリ 1 4 0 は、第 2 の電極 1 4 5 に隣接した、分配プレート 1 7 0 及びブロッカプレート 1 7 5 をさらに含み得る。第 2 の電極 1 4 5、分配プレート 1 7 0、及びブロッカプレート 1 7 5 は、チャンバ本体 1 1 2 に接続されたリッド縁部 1 7 8 に積み重ねられ、配置され得る。1 つ又は複数の実装形態では、第 2 の電極 1 4 5 は、プラズマキャビティ 1 5 0 の下方に形成された複数のガス通路又はガス開孔 1 6 5 を含み得、それにより、そこを通してプラズマキャビティ 1 5 0 からガスが流れることが可能になる。分配プレート 1 7 0 は、実質的にディスク形状であり、それを通るガスの流れを分配する複数の開孔 1 7 2 又は経路をさらに含む。1 つ又は複数の実装形態では、分配プレート 1 7 0 は、リッドアセンブリ 1 4 0 の温度制御をもたらすために、ヒータ又は加熱流体を収納する 1 つ又は複数の埋設チャネル又は通路 1 7 4 を含む。ブロッカプレート 1 7 5 は、第 2 の電極 1 4 5 から分配プレート 1 7 0 まで複数のガス通路を設けるため、複数の開孔 1 7 6 を含む。分配プレート 1 7 0 に制御された均等なガス流分配をもたらすために、開孔 1 7 6 をサイズ調整して、ブロッカプレート 1 7 5 の周囲に位置付けすることができる。

【 0 0 2 4 】

【 0 0 2 5 】支持アセンブリ 1 8 0 は、チャンバ本体 1 1 2 内の処理のために、基板（この図では図示せず）を支持する支持部材 1 8 5 を含み得る。支持部材 1 8 5 は、シャフト 1 8 7 を通して、リフト機構 1 8 3 に連結され得る。シャフト 1 8 7 は、チャンバ本体 1 1 2 の底面に形成された中央配置開口 1 1 6 を通って延在する。リフト機構 1 8 3 は、シャフト 1 8 7 の周囲からの真空漏れを防止するベローズ 1 8 8 によって、チャンバ本体 1 1 2 に可撓的に密封され得る。

【 0 0 2 5 】

【 0 0 2 6 】一実装形態では、電極 1 8 1 は、複数の R F バイアス電源 1 8 4、1 8 6 に連結されている。R F バイアス電源 1 8 4、1 8 6 は、支持部材 1 8 5 内に配置された電極 1 8 1 間に連結される。R F バイアス電源は、チャンバ本体の処理領域 1 4 1 内に配置されたガスから形成されるプラズマ放電を励起し、維持する。

【 0 0 2 6 】

【 0 0 2 7 】図 1 に示す実装形態では、デュアル R F バイアス電源 1 8 4、1 8 6 は、整合回路 1 8 9 を通じて、支持部材 1 8 5 内に配置された電極 1 8 1 に連結される。処理チャンバ 1 0 0 内に供給された混合ガスをイオン化することにより、堆積又は他のプラズマ強化処理を実行するのに必要なイオンエネルギーを与えるために、R F バイアス電源 1 8 4、1 8 6 によって生成された信号は、単一フィードを通して、整合回路 1 8 9 を通じて支持部材 1 8 5 に送達される。R F バイアス電源 1 8 4、1 8 6 は、概して、約 5 0 k H z から約 2 0 0 M H z までの周波数、及び約 0 ワットから約 5 0 0 0 ワットまでの電力を有する R F 信号を生成することが可能である。必要に応じてプラズマの特性を制御するために、追加のバイアス電源が電極 1 8 1 に連結されてもよい。

【 0 0 2 7 】

【 0 0 2 8 】支持部材 1 8 5 は、リフトピン 1 9 3 を収容するために、貫通するように形成されたボア 1 9 2 を含み得、そのうちの 1 つが図 1 に示されている。各リフトピン 1 9 3 は、セラミック又はセラミック含有材料で構成されており、基板の取り扱い及び搬送のために使用される。リフトピン 1 9 3 は、チャンバ本体 1 1 2 内に配置された環状リフ

トリング 195 と係合している時に、それぞれのボア 192 の中で可動である。支持アセンブリ 180 は、支持部材 185 の周りに配置された端部リング 196 をさらに含み得る。

【0028】

【0029】支持アセンブリ 180 の温度は、支持部材 185 の本体に埋設された流体チャンネル 198 を通って循環する流体によって制御され得る。1 つ又は複数の実装形態では、流体チャンネル 198 は、支持アセンブリ 180 のシャフト 187 を通るように配置された熱伝達導管 199 と流体連通している。流体チャンネル 198 は、支持部材 185 の周辺に位置付けされており、支持部材 185 の基板受容表面に均一な熱伝達をもたらす。流体チャンネル 198 及び熱伝達導管 199 は、支持部材 185 を加熱又は冷却するために熱伝達流体を流すことができる。水、窒素、エチレングリコール、又はそれらの混合物といった、任意の適切な熱伝達流体が使用され得る。支持部材 180 は、支持部材 185 の支持面の温度をモニタリングする埋設された熱電対（図示せず）をさらに含み得る。例えば、熱電対からの信号をフィードバックループで使用して、流体チャンネル 198 を通って循環する流体の温度又は流量を制御することができる。

10

【0029】

【0030】支持部材 185 とリッドアセンブリ 140 との間の距離を制御することができるように、支持部材 185 をチャンバ本体 112 の中で垂直に動かすことができる。センサ（図示せず）は、処理チャンバ 100 内の支持部材 185 の位置に関する情報を提供することができる。

20

【0030】

【0031】処理チャンバ 100 の動作を調節するため、システムコントローラ（図示せず）を使用することができる。システムコントローラは、コンピュータのメモリに保存されたコンピュータプログラムの制御の下で動作可能である。コンピュータプログラムは、下記で説明する洗浄処理が処理チャンバ 100 内で実行されることを可能にする指令を含み得る。例えば、コンピュータプログラムは、処理のシーケンス及びタイミング、ガスの混合、チャンバ圧力、RF 電力レベル、サセプタの位置付け、スリットバルブの開閉、ウエハの冷却、及び特定の処理の他のパラメータを指示することができる。

【0031】

【0032】図 2 は、基板をエッチングした後、端部リングを洗浄する方法 200 を示す。1 つ又は複数の実装形態では、基板は、シリコン含有構成要素及びチタン含有構成要素などの金属含有構成要素の両方を含む。一実装形態では、基板は、塩素又はフッ素を使用してエッチングされる。エッチング処理によって、端部リングの内又は上にチタンなどの抗触媒構成要素が残る。次いで、端部リングは水素及びフッ素を含むプラズマで処理され、端部リングから抗触媒構成要素が取り除かれる。本明細書に記載された方法を使用すると、端部リングの触媒活性が回復し、ダウンタイムが減少し、コストが低下し、チャンバライナが保護される。

30

【0032】

【0033】方法 200 は、処理チャンバの処理領域内に位置付けされた基板をエッチングすること 202 によって始まる。基板は、結晶シリコン（例えば、 $Si<100>$ 又は $Si<111>$ ）、酸化シリコン、ストレインドシリコン、シリコンゲルマニウム、ゲルマニウム、ドーパされた又はドーパされていないポリシリコン、ドーパされた又はドーパされていないシリコンウエハ及びパターン形成された又はパターン形成されていないウエハシリコンオンインシュレータ（SOI）、炭素がドーパされた酸化シリコン、窒化シリコン、ドーパされたシリコン、ゲルマニウム、ヒ化ガリウム、ガラス、又はサファイアなどの材料であってもよい。基板 203 は、200 mm、300 mm、450 mm、又はその他の直径、並びに長方形又は正方形のパネルなどの様々な寸法を有し得る。別途明記されていない限り、本明細書に記載された実施例は、300 mm 直径を有する基板に対して実行される。

40

【0033】

50

【 0 0 3 4 】基板は、端部リングと共に位置付けされる。端部リングは、ニッケルなどの触媒を含む。基板をエッチングする際に、エッチャントは、抗触媒物質を基板から部分的に抽出する。本明細書で用いられる抗触媒物質は、端部リングの触媒特性に影響を及ぼすチタンなどの任意の材料のことを説明する。通常のエッチング操作の間、端部リングと基板との間の界面でエッチャントが蓄積するようになる。これにより、表面が不均一となり、これはデバイスの性能にとって有害であり得る。このことを防ぐために、端部リングは、ニッケルなどの触媒物質を含む。触媒物質は、端部リングと基板との界面の近くのエッチャントのエッチング活性を減少させる。チタンなどの抗触媒物質は、端部リングの触媒活性を低下させ、その後のエッチング処理の間に表面が不均一となることを許してしまう。

10

【 0 0 3 4 】

【 0 0 3 5 】次いで、204において、基板は処理領域から取り除かれる。十分にエッチングされた基板は、次いで、チャンバから取り出される。基板は、処理が完了してもよく、又は、クラスタツール内で別のチャンバに移動させられてもよい。これにより、基板のさらなる制御されていないエッチングが防止され、且つ、抗触媒物質が端部リング上にさらに堆積されることが防止される。

【 0 0 3 5 】

【 0 0 3 6 】206において、エッチング混合ガスを使用して遠隔プラズマが形成される。エッチング混合ガスは、水素含有前駆体及びフッ素含有前駆体を含む。端部リングから抗触媒物質をエッチングするために、エッチング混合ガスが処理チャンバ内に供給される。端部リングの触媒活性を回復するように抗触媒物質が十分に取り除かれるまで、エッチング混合ガスが、継続的又は断続的に供給されて、抗触媒物質がエッチングされる。

20

【 0 0 3 6 】

【 0 0 3 7 】一実装形態では、抗触媒物質をエッチングするように選択されたエッチング混合ガスは、少なくとも水素含有ガス及びフッ素含有前駆体を含む。フッ素含有前駆体の適切な例には、 F_2 、 HF 、 NF_3 、 XeF_2 、 CF_4 、 CHF_3 、 CH_2F_2 、 CH_3F 、これらの組み合わせ、又はその他が含まれる。

【 0 0 3 7 】

【 0 0 3 8 】水素含有前駆体の適切な例には、 H_2 、 H_2O 、 H_2O_2 、これらの組み合わせ、又はその他が含まれる。必要に応じてプロファイル制御を支援するために、さらに不活性ガスがエッチング混合ガス内に供給され得る。混合ガス内に供給される不活性ガスの例には、 Ar 、 He 、 Ne 、 Kr 、 Xe 、又はその他が含まれる。特定の一実施例では、エッチング混合ガスには、 NF_3 、 H_2 、及び Ar 又は He が含まれる。

30

【 0 0 3 8 】

【 0 0 3 9 】理論に縛られることを意図しないが、水素とフッ素との組み合わせによって、処理チャンバ内の処理キット構成要素に対して有害な影響がない状態で、端部リングの洗浄が可能となると考えられている。遠隔プラズマ内で生成された水素ラジカルは、端部リング及びその他のチャンバ部品に堆積された Ti 種と反応して、水素リッチな化学錯体（例えば、 TiF_4 と相互作用する水素）が形成される。これらの水素化錯体は、上述の触媒処理を回復し、基板端部付近の過剰なエッチャントを減らす。

40

【 0 0 3 9 】

【 0 0 4 0 】一実装形態では、エッチング混合ガス内に供給されるフッ素含有前駆体は、約100 sccmから約10000 sccmの間の体積流量で維持され得る。 H_2 ガスは、約100 sccmから約10000 sccmの間の体積流量で維持され得る。任意選択的な不活性ガスは、約0 sccmから約10000 sccmの間の体積流量で処理チャンバに供給され得る。代替的に、フッ素含有前駆体、水素含有前駆体、及び不活性ガスの流量は、所定の比率で混合ガス内に供給され得る。例えば、フッ素含有前駆体と水素含有前駆体とのガス体積流量の比率は、約1:1を越える比（例えば、少なくとも3:1）で制御される。代替的に、フッ素含有前駆体と不活性ガスとのガス体積流量の比率は、約1:1と約1:1000との間で制御される。この文脈では、「少なくとも」、「未満」、

50

「より大きい」、又はその他の比率の比較値は、比率の後項ではなく、前項の増加又は減少した値を説明する。

【 0 0 4 0 】

【 0 0 4 1 】シリコン材料 3 0 6 をエッチングするためのエッチング混合ガスからプラズマキャビティ 1 5 0 内に遠隔プラズマ源を形成するために、エッチング混合ガスは、プラズマキャビティ 1 5 0 を通して、処理チャンバ 1 0 0 内に供給され得る。

【 0 0 4 1 】

【 0 0 4 2 】エッチング混合ガスから処理チャンバ 1 0 0 内に導入されるガスの量は、例えば、除去される抗触媒物質の厚み、洗浄される端部リングの形状、プラズマの空間容量、チャンバ本体の空間容量、並びにチャンバ本体に連結された真空システムの能力に適合するように変更且つ調整され得る。

【 0 0 4 2 】

【 0 0 4 3 】フッ素含有前駆体と水素含有前駆体との比率は、抗触媒物質と端部リング内の他の材料との間の選択性を含むエッチング選択性を改善するように調整することができることに留意されたい。電源 1 5 2 からの遠隔プラズマ電力が生成され、それにより、上述のように供給されたエッチング混合ガスからプラズマキャビティ内でプラズマが形成される。プラズマキャビティ内で遠隔に生成されたプラズマは、比較的軟質で柔らかなエッチャントを形成するためにエッチャントを分離する場合があります、それにより、下層の端部リング材料が露出されるまで、ゆっくりと、穏やかに、徐々に抗触媒物質がエッチングされる。

【 0 0 4 3 】

【 0 0 4 4 】2 0 8 において、遠隔プラズマは、次いで、処理領域内の端部リングに供給される。遠隔プラズマは、抗触媒物質を端部リングから取り除く。遠隔プラズマは、次いで、端部リングから抗触媒物質をエッチングするために、端部リングに供給される。エッチング処理は、遠隔プラズマ源を利用して、緩やかな速度で進行するように制御される。その結果、遠隔プラズマ処理は、界面のエッチングのための優れた制御をもたらし、高いエッチング選択性を促進し、それにより、処理キットの端部リング又はアルミニウム構成要素の組成を損傷せずに、端部リングから取り除かれる抗触媒物質の正確なエッチング終点が可能となる。

【 0 0 4 4 】

【 0 0 4 5 】エッチング処理中、幾つかの処理パラメータは、エッチング処理を制御するために調整され得る。例示的な一実装形態では、処理チャンバ 1 0 0 内の処理圧力は、0 . 5 T o r r 未満（例えば、約 1 0 m T o r r から約 1 0 0 m T o r r の間）に調整される。代替的に、R F バイアス電力は、任意選択的に、R F バイアス電源 1 8 4、1 8 6 を通して、基板支持部材 1 8 5 内に配置された電極 1 8 1 に供給され得る。例えば、必要に応じてエッチング混合ガスを供給している間、約 3 0 0 ワット未満（例えば、1 0 0 ワット未満、約 2 0 ワットから約 9 5 ワットの間など）の R F バイアス電力が印加され得る。R F 源電力は、任意選択的に、必要に応じて処理チャンバ 1 0 0 に供給され得る。基板温度は、摂氏約 2 5 度と摂氏約 1 0 0 0 度との間（例えば、摂氏約 3 0 度と摂氏約 5 0 0 度との間、摂氏約 5 0 度及び摂氏約 1 5 0 度など）に維持される。一実装形態では、イオン衝突を減少させるために、エッチング処理の間に R F バイアス電力又は R F 源電力は供給されない。別の実施例では、イオン衝突を減少させるために、エッチング処理の間に R F バイアス電力又は R F 源電力は供給されない。さらに別の実施例では、イオン衝突を減少させるために、エッチング処理の間に R F バイアス電力は供給されない。

【 0 0 4 5 】

【 0 0 4 6 】したがって、水素含有前駆体及びフッ素含有前駆体を含む、活性化された第 1 のガスを供給することにより、過剰な抗触媒物質を触媒端部リングから取り除くことができる。触媒端部リングの回復は、他のワーキングソリューション（例えば、部品交換）と比べて、幾重にもコスト削減と時間短縮をもたらすことができる。さらに、チャンバの解体も必要ない。さらに、上述の方法は、既存のエッチング及び洗浄処理に対して最小

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 チャン, チンチュン

アメリカ合衆国 カリフォルニア 95035, ミルピタス, サウス アベル ストリート
600, ユニット 200

(72)発明者 チー, リーリ

アメリカ合衆国 カリフォルニア 95050, サンタ クララ, アメリア ウェイ 184
2, アpartment 4

(72)発明者 ワン, アンチョアン

アメリカ合衆国 カリフォルニア 94086, サン ノゼ, ボリンジャー ロード 655
6

(72)発明者 イングル, ニティン ケー.

アメリカ合衆国 カリフォルニア 95129, サン ノゼ, グレーウッド ドライブ 14
35

審査官 宇多川 勉

(56)参考文献 特開2014-045063(JP,A)

特開2014-204001(JP,A)

特開2006-351696(JP,A)

特開2015-167155(JP,A)

特表2008-525999(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065