

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4331479号
(P4331479)

(45) 発行日 平成21年9月16日(2009.9.16)

(24) 登録日 平成21年6月26日(2009.6.26)

(51) Int. Cl. F I
C 2 3 C 30/00 (2006.01) C 2 3 C 30/00 C
H O 1 L 21/3065 (2006.01) H O 1 L 21/302 I O 1 G

請求項の数 9 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2002-555454 (P2002-555454)	(73) 特許権者	592010081
(86) (22) 出願日	平成13年11月21日(2001.11.21)		ラム リサーチ コーポレーション
(65) 公表番号	特表2004-526053 (P2004-526053A)		LAM RESEARCH CORPOR
(43) 公表日	平成16年8月26日(2004.8.26)		ATION
(86) 国際出願番号	PCT/US2001/043149		アメリカ合衆国, カリフォルニア 950
(87) 国際公開番号	W02002/054453		38, フレモント, クッシング パークウ
(87) 国際公開日	平成14年7月11日(2002.7.11)		エイ 4650
審査請求日	平成16年11月22日(2004.11.22)	(74) 代理人	100076428
審査番号	不服2007-18446 (P2007-18446/J1)		弁理士 大塚 康德
審査請求日	平成19年7月2日(2007.7.2)	(74) 代理人	100112508
(31) 優先権主張番号	09/750,056		弁理士 高柳 司郎
(32) 優先日	平成12年12月29日(2000.12.29)	(74) 代理人	100115071
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体処理装置における高靱性ジルコニアセラミック構成要素とコーティングおよびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体処理装置の構成要素の表面をコーティングするための方法であって、半導体処理装置の構成要素の表面にセラミック層を成膜する工程を備え、前記セラミック層は最も外側の表面に形成され、

前記セラミック層が、本質的に、正方晶ジルコニア多結晶体(TZP)材料又は部分強化ジルコニア(PSZ)からなり、

前記構成要素は、プラズマ環境、又は、プラズマ環境に関連するバイアス電圧にさらされる部分を有し、

前記構成要素が、プラズマチャンパー壁、チャンパーライナー、ガス供給板、ガスリング、誘電体ウィンドウ、およびフォーカスリングのうちから、選択されるものであることを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記セラミック層が、スパッタリング、浸漬めっき、化学気相成長法、物理気相成長法、熱間等静圧圧縮成形、冷間等静圧圧縮成形、圧縮成形、鋳込成形、成形と焼結、及び溶射のうちから選択される技術により適用されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記セラミック層が、0.0254 から 1.27 mm までの範囲内の厚さに成膜されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記構成要素の表面に中間層を成膜し、前記中間層の上に前記セラミック層を成膜する工程を更に備えることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記セラミック層を成膜する前に前記表面に表面ラフ化処理を行い、前記ラフ化された表面上に前記セラミック層を成膜する工程を更に備えることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記表面が金属表面であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

半導体処理装置の構成要素であって、
前記構成要素は、当該構成要素の最外表面を形成するセラミック材料を備え、
前記セラミック材料は、本質的に、正方晶ジルコニア多結晶体 (TZP) 材料又は部分安定化ジルコニア (PSZ) からなり、
前記構成要素は、プラズマ環境、又は、プラズマ環境に関連するバイアス電圧にさらされる部分を有し、
前記セラミック材料は、基板上にセラミック層を備え、
前記構成要素が、プラズマチャンパー壁、チャンパーライナー、ガス供給板、ガスリング、誘電体ウィンドウ、およびフォーカスリングのうちから、選択されるものであることを特徴とする構成要素。

10

【請求項 8】

前記セラミック層が、0.0254 から 1.27 mm までの範囲内の厚さを持つことを特徴とする請求項 7 に記載の構成要素。

20

【請求項 9】

請求項 7 に記載の構成要素を含むプラズマチャンパーを用いた半導体基板処理方法であって、前記半導体基板の露出表面をプラズマに接触させる工程を備えることを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[発明の属する技術分野]

本発明は、一般に、半導体ウェーハの処理に関連し、より詳細には処理中のパーティクル汚染及び金属汚染を削減する内部表面を有する高密度プラズマエッチングチャンパーに関連する。

30

【背景技術】

【0002】

[関連技術の記載]

半導体処理の分野において、真空処理チャンパーは一般に、エッチングガスもしくは成膜ガス (deposition gas) を真空チャンパーへ供給し、RF 電界 (RF field) をガスにかけてプラズマ状態へ励起させることにより基板上的物質のエッチングや化学気相成長法 (chemical vapor depositing: CVD) を行うために利用されている。平行平板 (parallel plate) の例として、変圧器結合プラズマ (transformer coupled plasma: TCP (登録商標))、別名誘導結合プラズマ (inductively coupled plasma: ICP) や、電子サイクロトロン共鳴 (electron-cyclotron resonance: ECR) 反応室、それらの構成要素は、本願と同じ出願人による米国特許第 4,340,462 号、第 4,948,458 号、第 5,200,232 号及び第 5,820,723 号に開示されている。そのような反応室におけるプラズマ環境の腐食性 (corrosive nature) 及びパーティクル汚染及び / 又は重金属汚染 (heavy metal contamination) を最小化する要求のために、そのような構成部品には高い耐食性が特に求められる。

40

【0003】

半導体基板の処理中は、機械的なクランプ及び静電式クランプ (electrostatic clamps

50

:ESC)などの基板支持部により当該基板は典型的に真空チャンバー内に設置されている。そのようなクランプシステム及びそのような構成要素の例は、本願と同じ出願人による米国特許第5,262,029号及び第5,838,529号に発見することができる。プロセスガスは、チャンバー内にガス供給板(gas distribution plate)を利用するなど様々な方法により供給可能である。誘導結合プラズマ反応路のための温度制御ガス供給板及びその構成要素の一例は、本願と同じ出願人による米国特許第5,863,376号に開示されている。プラズマチャンバー装置に加えて、半導体基板を処理するために利用する他の装置には、搬送機構(transport mechanisms)、ロボットアーム、ファスナー(fasteners)等が含まれる。そのような装置の様々な構成要素は、半導体処理に関連した腐食状況にさらされる。さらに、シリコンウェーハのような半導体基板や、フラット・パネル・ディスプレイに利用されるガラス基板の様な誘電体材料の処理のための高純度化の要求(high purity requirements)の鑑点では、耐食性が改善された構成要素が、そのような環境において特に求められている。

10

【0004】

アルミニウム及びアルミニウム合金は典型的に、壁、電極、基板支持部、ファスナー及びプラズマ反応室における他の構成要素に利用されている。そのような金属構成要素の侵食を防止するために、多種多様なコーティング剤によりアルミニウムの表面をコーティングするための様々な技術が提案されてきた。例えば、米国特許第5,641,375号では、壁のプラズマ侵食(plasma erosion)及び消耗(wear)を低減するためにアルミニウムチャンバー壁が陽極酸化(anodized)されている。'375特許は結果的に陽極酸化層がスパッタリングされ、もしくはエッチングされ、チャンバーを取り替えねばならないと記載している。米国特許第5,895,586号は、 Al_2O_3 , AlC, Tin, TiC, AlN等の耐食性膜をアルミニウム材料上に形成するための技術は、日本国公開公報第62-103379号に発見できると記載している。米国特許第5,680,013号は、エッチングチャンバーの金属表面に Al_2O_3 をフレーム溶射(flame spraying)する技術が、米国特許第4,491,496号に開示されていると述べている。'013特許は、腐食環境において、アルミニウムとアルミニウム酸化物のようなセラミックコーティングとの間の熱膨張係数(thermal expansion coefficients)の違いが、熱サイクル及びその結果として生ずるコーティングの劣化(eventual failure of the coatings)により、コーティングの亀裂をもたらすと述べている。米国特許第5,879,523号は、スパッタリングチャンバーを開示する。そこでは、 Al_2O_3 の熱溶射コーティング(thermally sprayed coating)がステンレスやアルミニウム等の金属に適用され、 $NiAl_x$ 接続コーティングがその間に随意的に挟まれる。米国特許第5,522,932号は、ニッケルコーティングを随意的に間に挟んだ(with an optional nickel coating therebetween)、基板のプラズマ処理に利用される装置の金属構成部分についてのロジウムコーティングについて開示している。

20

30

【0005】

チャンバー壁、ライナー、リングや、プラズマチャンバーの他の部分の材料についても提案されている。例えば、米国特許第5,366,585号、第5,788,799号、第5,798,016号、第5,851,299号、第5,885,356号がある。

40

【0006】

集積回路装置は、物理的サイズ及び動作電圧の両方において縮小を続けているので、それらの関連する処理効率はパーティクル汚染及び金属不純物汚染の影響を受けやすくなっている。従って、物理的サイズが縮小している集積回路装置の処理には、パーティクル汚染及び金属汚染のレベルを従前許容可能であったレベルよりも下げるすることが要求されている。

【0007】

以上の鑑点から、高密度プラズマ処理チャンバーには、プラズマにさらされる内部表面により高い耐食性持たせ、また、処理されるウェーハ表面への悪影響(例えば、パーティクル不純物や金属不純物)の最小化を促進することが必要とされる。

50

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0008】

[発明の概要]

本発明の第1の実施形態は、半導体処理装置の構成要素を作る方法を提供する。当該方法は、その構成要素の最も外側の表面(outermost surface)に高靱性ジルコニアセラミックコーティング(zirconia toughened ceramic coating)を形成するような、構成要素の表面への高靱性ジルコニアセラミックコーティングを含むプロセスである。

【0009】

本発明の第2の実施形態は、半導体処理装置の構成要素を提供し、ここにおいて、当該構成要素は、最も外側の表面を形成する高靱性ジルコニアセラミックを含んでいる。また、上述の構成要素を少なくとも一つ含むプラズマチャンバーをも提供する。

【0010】

本発明の第3の実施形態は、上述のプラズマチャンバーにおける半導体基板処理方法を提供する。本発明に対応する方法によれば、基板はプラズマチャンバー内へ搬送され、当該基板の露出表面(exposed surface)はプラズマにより処理される。本発明の更に好適な実施形態によれば、当該方法は、反応室において基板支持部における基板の位置決めを行い、反応室内への処理ガスを供給し、基板表面付近でプラズマを生成させるために処理ガスへRFエネルギー供給し、プラズマにより基板表面のエッチングを行う、ステップを含む。

【0011】

本発明は、添付する図面を参照してより詳細に記載される。当該図面においては、類似の要素は類似の参照番号が与えられるものとする。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

[本発明の好適な実施形態の詳細な記述]

本発明は、プラズマ反応チャンバーの部品のような、半導体処理装置の構成要素の表面に耐食性を与えるための有効な方法を提供する。このような構成要素には、チャンパー壁、基板支持部、ガス供給システム、(シャワーヘッド、バッフル、リング、ノズルなどを含む)、ファスナー、加熱装置、プラズマスクリーン、ライナー、ロボットアームのような搬送モジュール構成要素、ファスナー、内部および外部チャンパー壁等及びそれらに類する構成要素が含まれる。本発明においては、これらの構成要素、高靱性ジルコニアセラミックで製造することができ、また、プラズマにさらされる表面を高靱性ジルコニアセラミック材料でコーティングまたは他の方法で覆うことができる。

【0013】

高靱性ジルコニアセラミックは、セラミックの強度と靱性を改善するために、準安定な正方晶ジルコニア粒子の、正方晶から単斜晶への相転移を利用した材料(a class of materials which utilize the tetragonal to mono-clinic phase transformation of metastable tetragonal zirconia particles)である。大気圧下において(under ambient pressure)、ジルコニアは3つの多形(three polymorphic forms)、すなわち単斜晶、正方晶、立方晶(monoclinic tetragonal and cubic)を持つ。立方晶ジルコニアは、ジルコニアの融点から約2370 までの範囲で安定であり、正方晶ジルコニアは、約2370 から約1120 までの範囲で安定であり、単斜晶ジルコニアは、約1120 以下の温度で安定である。正方晶から単斜晶への相転移は、3 - 5%の体積膨張(volume expansion)と、約8%のせん断ひずみ(shear displacement)を伴う。このため、純粋なジルコニアを高温から冷却すると亀裂が生じるかもしれない。

【0014】

しかし、MgO, CaO, Y₂O₃, CeO₂, TiO₂などの安定化剤をジルコニアに加えると、転移可能な正方晶相が室温でも生成できる。転移可能な正方晶ジルコニアZrO₂からなるセラミックは、ジルコニアの応力誘起相転移を用いてセラミックの強度と靱性を改善しているため、相

10

20

30

40

50

転移高靱化セラミック(transformation-toughened ceramic)と呼ばれている。これらの材料は、高強度と高靱性が必要とされる構造材料の用途に広く用いられている。応力誘起相転移(stress-induced phase transformation)は、室温で準安定として存在する正方晶ジルコニアが、進展する亀裂縁でのせん断応力によって生じる単斜晶相への転移の際にエネルギーを吸収することで起こる。

【 0 0 1 5 】

上述のジルコニアの応力誘起相転移を利用した高靱性ジルコニアセラミックには、以下のものが含まれる。

【 0 0 1 6 】

1) 部分安定化ジルコニア(partially stabilized zirconia:PSZ)。立方晶相を作るためにMgO, CaO, Y₂O₃などの安定化剤をジルコニアに加え、正方晶微粒子を析出させるために立方晶ジルコニアを熱処理することで作られる

10

2) 正方晶ジルコニア多結晶体(tetragonal zirconia polycrystals:TZP)。この全てのジルコニア粒子は正方晶である。約2 - 3 mol%のY₂O₃と10 - 12 mol%のCeO₂をジルコニアに加え、正方晶相が安定な状況で焼結または他の熱処理を行うことで作られる；

3) ジルコニア分散高靱性セラミック(zirconia dispersion toughened ceramics:ZTC)。アルミナなどのほかのセラミックに正方晶ジルコニアを分散させることで作られる。高靱性ジルコニアセラミックについては、"加工材料ハンドブック(Engineered Materials Handbook)", 第4巻(Vol. 4), セラミック及びガラス(Ceramics and Glass), pp. 775 - 786 (ASM International, 1991)に述べられている。

20

【 0 0 1 7 】

本発明による1以上の構成要素を用いた装置において処理される基板の汚染を最小にするためには、高靱性ジルコニアセラミック材料は、例えば遷移金属、アルカリ金属などの汚染要素の量を最小にするなど、可能な限り高純度であることが必要である。高靱性ジルコニアセラミック材料は、例えばウェーハ表面の汚染が10⁵ atoms/cm²以上になるのを避けるために十分な程度に、高純度に作る必要がある。

【 0 0 1 8 】

本発明者らは、高靱性ジルコニアセラミックが、プラズマエッチングチャンバーのような半導体処理装置に利用するのに好ましい特性を有することを発見した。特に、高靱性ジルコニアセラミックは、プラズマ反応チャンバーにおけるパーティクル汚染のレベルを減少させる耐食性表面を提供する。高靱性ジルコニアセラミックの高靱化機構は、熱サイクルによって亀裂を起こしやすいセラミックコーティングの性質も抑える。

30

【 0 0 1 9 】

本発明の好適な実施形態においては、高靱性ジルコニアセラミック材料は、コーティングに用いられる。好適なコーティング方法は溶射である。溶射とは、セラミック粒子を溶融させ、コーティングしたい構成要素へガス流で送って付着させる手法である。溶射技術の1つの利点は、溶射銃に当たった面だけがコーティングされ、他の部分を保護することでマスキングを行うことができる点である。プラズマ溶射を含む従来の溶射技術については、The Science and Engineering of Thermal Spray Coating by Pawlowski (John Wiley, 1995)を引用により記載に代える。

40

【 0 0 2 0 】

特に好適な熱溶射手法は、プラズマ溶射である。プラズマ溶射では、複雑な内部表面を持つチャンバーまたは他のチャンバー構成要素であってもコーティングすることができる。図1は、典型的なプラズマ溶射プロセスを示す。コーティング材料112は、通常はパウダー状であり、高温プラズマ炎114に注入されて急速に加熱され、高速に加速される。この高温になった材料は、基板表面116に衝突し急速に冷却されてコーティング118を形成する。その結果、溶射されたままの表面は一般的に荒くざらついた状態(generally rough and textured)となる。

【 0 0 2 1 】

プラズマ溶射銃120は、典型的には銅製のアノード122と、タングステン製のカソ

50

ード124からなり、それぞれが水冷されている。プラズマガス126（アルゴン、窒素、水素、ヘリウム）は、一般的には矢印128で示す方向にカソードの周りを流れ、収縮されたノズル形状（shaped as a constricting nozzle）を有するアノード130を通る。高圧放電によって、局所的な電離と、カソード124とアノード130間に発生する直流アークの導電性パス（conductive path）を生じさせることで、プラズマは作られる。アークからの抵抗加熱（resistance heating from the arc）によって、ガスは極限温度に到達し、解離、電離してプラズマになる。プラズマは、自由な、若しくは中性プラズマ炎（free or neutral plasma flame、電流を運ばないプラズマ）としてアノードノズル130から放出される。プラズマが溶射可能に安定化すると、電気アークはノズルの下に広がる。パウダー112は、通常は、アノードノズル出口134の近傍に設置された外部パウダーポート132を経て、プラズマ炎に供給される。パウダー112は、急速に加熱、加速されるため、溶射距離136（ノズル先端と基板表面間の距離）はおよそ125から150mmに達する。このように、プラズマ溶射コーティングは、溶融又は熱軟化した粒子を基板に衝突させることによって生成される。

【0022】

本発明においては、洗浄（cleaning）、グリット（grit）、ビードブラスト（bead blasting）のような表面前処理技術（surface preparation techniques）は、ボンディングのために、より化学的かつ物理的に活性な表面を提供するために利用できる。基板表面はコーティングの前に、酸化物やグリースなどの表面材料を取り除くために、完全に洗浄することが望ましい。さらに、グリットブラストなどの公知の方法によって、コーティングの前に表面をラフな状態にしておくことができる。グリットブラストにより、接合に利用できる表面の範囲が増加し、これによりコーティング結合の強度を増加することができる。ラフな表面は、基板とコーティングの機械的定着又は結合（mechanical keying or interlocking of the coating with the substrate）を促進することもできる。アルミニウム反応室構成要素においては特に、高靱性ジルコニアセラミックをコーティングする前に、構成要素表面をラフにし、ラフにした構成要素表面を陽極酸化処理し、陽極酸化処理をした表面を再びラフにすることが必要である。

【0023】

本発明の好適な実施形態においては、高靱性ジルコニアセラミック構成要素は、多結晶シリコン高密度プラズマ反応室の構成要素として用いられる。このタイプの典型的な反応室としては、ラム・リサーチ社（LAM Research Corporation of Fremont, California）製のTCP9400（登録商標）プラズマエッチング反応室がある。TCP9400反応室においては、処理ガス（ Cl_2 , HBr , CF_4 , CH_2F_2 , O_2 , N_2 , Ar , SF_6 , NF_3 など）は、エッチングチャンバーの底部にあるガスリングから、ガスホールを通して反応チャンバーへ導かれる。図2は、本発明に対応するポリシリコンエッチング反応室用のガスリングの断面図である。図2に示されるように、ガスリング40の本体は、基板支持部44を囲んでいる。ガスリング40の底面は、リング状のガス誘導溝（gas-guiding trench）60を含んでいる。上述のガスホール50は、ガス誘導溝60へ延びている。

【0024】

ガスリングは典型的にはアルミニウムで構成される。ガスリングの上部表面は直接プラズマにさらされ、侵食（erosion）が生ずる。これらの表面を保護するために、ガスリングは典型的にアルミニウム酸化物層で覆われており、これはガスリング表面を陽極酸化処理することで典型的に形成される。しかし、陽極酸化処理されたコーティングは、比較的もろく、反応室の使用において熱サイクルが繰り返されることで亀裂が生じやすくなる。陽極酸化処理層に形成される亀裂は、腐食性の処理ガスによる下層アルミニウム層への攻撃を許し、部品の寿命を短くし、ウェーハやフラットパネル基板などの処理基板への金属汚染やパーティクル汚染の原因になる。

【0025】

本発明によると、露出されるガスリング表面は、高靱性ジルコニアセラミック材料によるコーティング42で覆うことができる。高靱性ジルコニアセラミックは、裸の（本来の

10

20

30

40

50

表面酸化膜はあってもなくてもよい) アルミニウム層またはアルミニウム酸化物層(例えば表面を陽極酸化処理したアルミニウム)をコーティングすることができる。コーティングにはプラズマ溶射を用いることが望ましいが、セラミック材料に適した他のコーティング手法を用いても良い。ガスリングのコーティング時には、ガスホールの内壁をコートし保護するために、ガスホールを部分的にコーティングしてもよい。しかし、コーティングは、開口を塞がないように適用されなければならない。それゆえ、コーティング処理の最中は、ガスホールを塞いでおくか、又はマスクしておくことができる。

【0026】

処理の際にプラズマにさらされる他のポリシリコンエッチング反応室の構成要素についても、本発明による高靱性ジルコニアセラミック材料によりコートすることができる。これらの構成要素には、チャンパー壁、チャンパーライナー、静電チャック、基板と向かい合う誘電体ウィンドウ(dielectric window opposite the substrate)を含む。静電チャックの上部表面へ高靱性ジルコニアセラミック材料をコーティングすることは、ウェーハが存在せず、チャックの上部表面が直接にプラズマに晒される洗浄サイクルの間における追加的な保護をチャックに対し与えるものである。

【0027】

本発明による反応室の構成要素は、高密度酸化物エッチング処理(high-density oxide etch process)においても利用することができる。典型的な酸化物エッチング反応室は、TCP9100(登録商標)プラズマエッチング反応室であり、ラム・リサーチ社から提供される。TCP9100反応室においては、ガス供給板は、TCP(登録商標)ウィンドウの真下に位置する円形板である。TCPウィンドウは、半導体ウェーハの上方かつ平行に位置する平面に属する反応室上端における(at the top of the reactor)真空シーリング面である。ガス供給板は、ガス供給板の周辺に位置するガス供給リングにOリング(O-ring)を用いることによりシーリングされている。ガス供給リングは、ガスをソースからガス供給板、RFエネルギーを反応室に供給するため平面渦巻き状コイル形のアンテナが下に配置されているウィンドウの内部表面、及びガス供給リングによって定義されるポリウムへ供給する。ガス供給板は、所定の直径の穴のアレイを含んでおり、これはプレートまで広がっている。ガス供給板を通るホールの空間的分布は、例えば、フォトレジスト層、二酸化シリコン層(silicon dioxide layer)、ウェーハ上の下層材料(underlayer material of the wafer)など、エッチングされる層のエッチング均一性(etch uniformity of the layers to be etched)を最適化するために変更することができる。ガス供給板の断面形状は、反応室内のプラズマに供給するRFパワー分布を操作するために変更することができる。ガス供給板の材料は、ガス供給板を通して反応室内へRFパワーを加えることができるように、誘電体でなければならない。さらに、ガス供給板の材料は、ブレークダウンやその結果生じるパーティクルの生成(breakdown and the resultant particle generation)を避けるため、酸素またはハイドロフルオロカーボンガスプラズマ(hydro-fluorocarbon gas plasma)のような環境での化学的スパッタエッチングに対して強い耐性を持つことが望ましい。

【0028】

図3は、上述のタイプのプラズマ反応室を示す。反応室は、基板支持部12を含む反応チャンパー10で構成され、基板支持部12は、基板へのRFバイアスと共に基板13へのクランプ力を与える静電チャック34を含む。基板は、ヘリウムのような熱伝達ガスを用いて裏面冷却される。フォーカスリング14は、誘電体外部リング14aと、プラズマを基板の上の領域に閉じ込める内部リング14bとを備える。高密度プラズマを作るために適切なRFソースによって動力供給されるアンテナ18のような、チャンパー内で高密度(例えば 10^{11} - 10^{12} ions/cm³)プラズマを維持するためのエネルギー源は、反応チャンパー10の上端に配置される。チャンパーは、チャンパー内で所望の圧力(例えば50mTorr以下、典型的には1-20mTorr)を維持するために適切な真空ポンプ装置を含む。

【0029】

アンテナ 18 と処理チャンバー 10 内部との間に配置された均一な厚さの平面誘電体ウィンドウ 20 は、処理チャンバー 10 の上端に真空壁を作る。ガス供給板 22 はウィンドウ 20 の下に提供され、ガス供給部 23 からチャンバー 10 へ処理ガスを送るための円形の穴のような開口を含む。円錐形のライナー 30 は、ガス供給板から基板支持部 12 の周辺へ延びている。アンテナ 18 には、温度調節流体 (temperature control fluid) が入口管 25 と出口管 26 (inlet and outlet conduit) を通る導管 24 を提供することができる。しかしながら、アンテナ 18 及び / 又はウィンドウ 20 は、冷却される必要がないか、又は、アンテナ及びウィンドウの上から空気を吹き付ける、冷却媒体 (cooling medium) を通したり、又は、ウィンドウ及び / 又はガス供給板と熱伝達接続を確保する等の他の技術によって冷却されても良い。

10

【0030】

動作においては、シリコンウェーハのような半導体基板は基板支持部 12 上に位置し、静電チャック 34 によって位置が固定される。しかし、機械式クランプ機構のような他のクランプ手段を利用することもできる。さらに、ヘリウム裏面冷却を基板とチャック間の熱伝達特性を改善するために採用することもできる。そして、処理ガスが、ウィンドウ 20 とガス供給板 22 との間のギャップを通して真空プロセスチャンバー 10 へ供給される。好ましいガス供給板の構成 (即ち、シャワーヘッド) は、米国特許第 5,824,605 号、第 6,048,798 号、第 5,863,376 号に開示されている。適切な RF パワーをアンテナ 18 に供給することにより、基板とウィンドウとの間の空間において高密度プラズマが立つ (ignited)。

20

【0031】

図 3 では、ガス供給板 22、チャンバーライナー 30、静電チャック 34、及びフォーカシング 14 のような反応室構成要素の内部表面は、高靱性ジルコニアセラミック材料によるコーティング 32 で覆われている。これらの表面のいくつか若しくは全てに本発明に対応する高靱性ジルコニアセラミックコーティングが施すことができる。

【0032】

上記の高密度ポリシリコンや誘電体エッチングチャンバーは、本発明に対応する構成要素を含むことの可能な、単なるプラズマエッチング反応室の典型例である。本発明の高靱性ジルコニアセラミック構成要素は、プラズマ侵食が問題とされる、あらゆるエッチング反応室 (例えば金属エッチング反応室) や他のタイプの半導体処理装置に用いることができる。

30

【0033】

高靱性ジルコニアセラミックコーティングを施す他の構成要素には、チャンパー壁 (典型的には、表面に陽極酸化されている、或いは、陽極酸化されていない表面を有するアルミニウム製である。)、基板支持部、ファスナーなどが含まれる。これらの部分は典型的には、金属製 (例えばアルミニウム) やセラミック製 (例えばアルミナ) である。これらのプラズマ反応室の構成要素は典型的に、プラズマに晒され、しばしば腐食の徴候 (signs of corrosion) を示す。本発明に対応してコーティング可能な他の部品としては、直接プラズマにされされないが、処理されたウェーハなどから発せられる腐食ガス (corrosive gases) に晒される。それゆえに、半導体基板処理に際して利用される他の装置にも、本発明に対応する高靱性ジルコニアセラミックコーティングを施すことができる。このような装置は、搬送機構 (transport mechanisms)、ガス供給システム、ライナー、リフト機構、ロードロック (load lock)、ドア機構、ロボットアーム、ファスナー及びその他これらに類するものを含むことができる。

40

【0034】

本発明による高靱性ジルコニアセラミックでコーティング可能な金属及び / 又は合金には、例えば、アルミニウム、ステンレス鋼、高融点金属 (refractory metals) 例えば、"HAYNES 242", "Al-6061", "SS304", "SS316" などが含まれる。高靱性ジルコニアセラミック材料は構成要素について耐食性コーティングを形成するため、その下の構成要素は直接プラズマに晒されることはなくなり、合金添加材料、粒子構造や

50

表面状態に構わずにアルミニウム合金を用いることができる。さらに、様々なセラミックまたは重合体材料(various ceramic or polymeric materials)も、本発明に対応する高靱性ジルコニアセラミック材料でコーティングしてもよい。特に、反応室構成要素は、アルミナ(Al_2O_3)、炭化ケイ素(SiC)、窒化ケイ素(Si_3N_4)、炭化ホウ素(B_4C)及び/又は窒化ホウ素(BN)のようなセラミック材料で作ることができる。

【0035】

必要であれば、高靱性ジルコニアセラミックと構成要素表面の間に、1以上の中間層を提供しても良い。図4は、本発明の好適な実施形態に対応するコーティングされた構成要素を示す。図4に示すように、第1中間コーティング80は、従来技術によって反応室構成要素70上に随意的にコーティングされる。随意的な第1中間コーティング80は、基板にしっかりと付着し、後述する随意的な第2中間コーティング90や高靱性ジルコニアセラミックコーティングの形成に先だって行われる処理のために十分な厚さを持つ。第1中間コーティング80は、少なくとも約0.0254mm(0.001インチ)の厚さなどの適切な厚さを持ち、厚さが約0.0254から約6.35mm(約0.001から約0.25インチ)であることが好ましく、0.0254から3.81mm(0.001から0.15インチ)であるとさらに好ましく、0.0254から1.27mm(0.001から0.05インチ)であるのが最も好ましい。

【0036】

随意的な第1中間コーティング80を反応室70上にコーティングした後、コーティングは適切な技術でプラストまたはラフな状態とされ、その後、その上に随意的な第2コーティング90、又は、高靱性ジルコニアセラミックコーティング100が施される。ラフな層80は、特に良い結合をもたらす。好ましいことに、第2中間コーティング90は、機械的に高い圧縮(a high mechanical compression strength)をコーティング80に分散させ、コーティング90における亀裂(fissure)の発生を最小化する。

【0037】

随意的な第2中間コーティング90は、第1中間コーティング80としっかりと付着し、後述する更なる随意的な中間コーティングや高靱性ジルコニアセラミックコーティング100に先だって行われる処理のために十分な厚さを有する。第2中間コーティング90は、少なくとも約0.0254mm(約0.001インチ)の厚さなどの適切な厚さを持ち、厚さが約0.0254から約6.35mm(約0.001から約0.25インチ)であることが好ましく、0.0254から3.81mm(0.001から0.15インチ)であるとさらに好ましく、0.0254から1.27mm(0.001から0.05インチ)であるのが最も好ましい。

【0038】

第1および第2中間コーティングは、従来のプラズマプロセスチャンバーに用いられる随意的な1以上の材料によって作ることができる。そのような材料の例としては、金属、セラミック、ポリマーを含む。特に望ましい金属として、高融点金属(refractory metals)を含む。特に望ましいセラミックとして、 Al_2O_3 、SiC、 Si_3N_4 、BC、AlN、 TiO_2 などを含む。特に望ましいポリマーには、ポリテトラフルオロエチレン(polytetrafluoroethylene)、ポリイミド(polyimides)のようなフルオロポリマー(fluoropolymers)が含まれる。1以上の中間コーティングは、めっき(例えば化学めっきや電気めっき(electroless plating or electroplating))、スパッタリング、浸漬めっき(immersion coating)、化学気相成長法(chemical vapor deposition)、物理気相成長法(physical vapor deposition)、電気泳動成膜(electrophoretic deposition)、熱間等静圧圧縮成形(hot isostatic pressing)、冷間等静圧圧縮成形(cold isostatic pressing)、圧縮成形(compression molding)、鋳込成形(casting)、成型と焼結(compacting and sintering)、溶射(例えばプラズマ溶射)などのあらゆる公知の成膜技術を利用して施すことができる。

【0039】

随意的な第1および第2中間層80、90は、所望の特性によって同一又は異なる上述

の材料のどれか一つであると考えられる。同一又は異なる材料の第3、第4又は第5の中間コーティングのような更なる中間コーティングを、コーティングと基板の間に施してもよい。

【0040】

図5は、耐食性コーティングの第2の実施形態の詳細を示す。高韌性ジルコニアセラミック層90は、約0.0254から約25.4mm(約0.001から約1インチ)などの適切な範囲の厚さに成膜され、厚さが約0.0254から12.7mm(約0.001から約0.5インチ)であることが好ましく、0.0254から1.27mm(0.001から0.05インチ)であるのが最も好ましい。セラミック層の厚さは、反応室(例えばエッチング、CVDなど)内に生じるプラズマ環境に応じて選択することができる。

10

【0041】

溶射は、構成要素表面に高韌性ジルコニアセラミックを施すために望ましい方法であるが、他のコーティング手法を用いることもできる。高韌性ジルコニアセラミックコーティングは、例えば、スパッタリング、浸漬めっき、化学気相成長法、物理気相成長法、熱間静圧圧縮成形、冷間静圧圧縮成形、圧縮成型、鑄込成形、成型と焼結などの他の成膜技術によって行うこともできる。

【0042】

高韌性ジルコニアセラミック材料は、露出された反応室の構成要素表面を覆うために、予め形成されたライナーの形態において提供されても良い。これらのライナーの取り付けは、あらゆる公知の手段によって行うことができる。その手段には、例えば、接着や機械式ファスナーの利用が含まれる。ファスナーが利用される場合、もしプラズマに晒されるなら、ファスナー自体が耐食性材料で作られるべきである。さらに、高韌性ジルコニアセラミックライナーは、内在する反応室の構成要素と結合する(interlock)するように設計されても良い。

20

【0043】

更に別の実施形態においては、半導体処理装置の構成要素は、高韌性ジルコニアセラミック材料からモノリシック構造体として製造される(manufactured as monolithic bodies)。図6は、モノリシック構造体を高韌性ジルコニアセラミック材料から製造したチャンパーライナー28の断面図の詳細を示す。

【0044】

高韌性ジルコニアセラミック材料からモノリシック構造体を製造する方法は、高韌性ジルコニアセラミックを含むスラリー(slurry)を準備し、所望の形状の圧粉体(green compact)を作り、その圧粉体を焼結する工程を含んでも良い。所望の形状とは、プラズマに晒される反応室の構成要素のあらゆる形状である。そのような構成要素には、チャンパー壁、基板支持部、シャワーヘッド、パッフル、リング、ノズルなどを含むガス供給システム、ファスナー、加熱装置、プラズマスクリーン、ライナー、ロボットアームのような搬送モジュール構成要素、ファスナー、内部および外部チャンパー壁等、及びそれらに類するものが含まれる。そのような構成要素の具体的な例としては、図6に示すようなモノリシック構造のチャンパーライナー(monolithic chamber liner)28がある。セラミック処理技術の詳細については、Introduction to Ceramics, 2nd Edition, by W.D.Kingery, H.K.Bowen, and D.R.Uhlmann (J. Wiley & Sons, 1976)を引用により内容に代える。

30

40

【0045】

高韌性ジルコニアセラミックは、反応チャンパーと構成要素の全てまたは一部に用いることができる。好適な実施形態としては、プラズマに直接触れる部分や、チャンパー構成要素に隠れる部分(例えばライナー)のような、プラズマ環境にさらされる部位(region)にコーティングや覆いを施す。さらに、比較的高いバイアス電圧(relatively high bias voltages)(すなわち、比較的高いスパッタイオンエネルギー(relatively high sputter ion energies))がかかる部位に高韌性ジルコニアセラミック層を用いるのが好ましい。

50

【 0 0 4 6 】

本発明に対応してセラミック層をコーティングや覆いとして用いる場合も、モノリシック構造の構成要素を構築する場合のいずれも、いくつかの長所があることが理解される。すなわち、本発明に対応する高靱性ジルコニアセラミックを用いることによって、侵食率が小さくなる (lower erosion rates) ことが理解される。さらに、高靱性ジルコニアセラミック材料における靱性の変化 (transformation toughening of the zirconia toughened ceramic material) により、本発明に対応する保護コーティングは、亀裂を生じにくくなる。その結果、本発明による高靱性ジルコニアセラミックの構成要素またはコーティングは、金属汚染及びパーティクル汚染のレベルを下げ、消耗品の寿命を長くすることでコストを下げ、チャンパー部品の腐食の程度を下げる。

10

【 0 0 4 7 】

本発明は、特定の実施形態を参照して詳細に記述されている一方で、特許請求の範囲に記載された発明の範囲から逸脱することなく、様々な変更及び修正、更には均等物の採用が可能であることは、当業者の立場から明らかである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 8 】

【 図 1 】 従来のプラズマ溶射プロセスを示す。

【 図 2 】 本発明の一の実施形態に対応するポリシリコンエッチング装置のためのガスリング装置の断面図である。

【 図 3 】 本発明による構成要素を含む高密度酸化物エッチングチャンパーを示す。

20

【 図 4 】 本発明による耐食性コーティングの一つの実施形態の詳細を示す。

【 図 5 】 本発明による耐食性コーティングのもう一つの実施形態の詳細を示す。

【 図 6 】 本発明による耐食性コーティングの他の実施形態の詳細を示す。

【 図 1 】

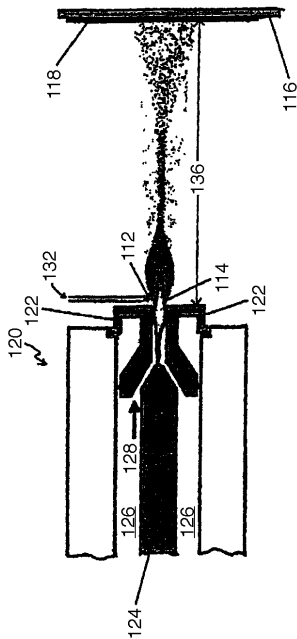


Figure 1

【 図 2 】

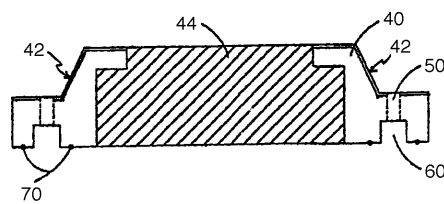


Figure 2

【 図 3 】

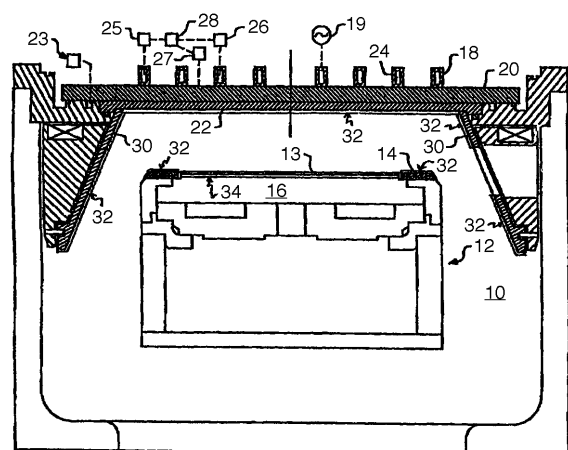
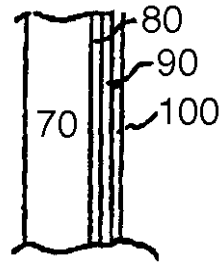


Figure 3

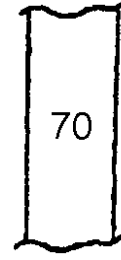
【 図 4 】

Figure 4



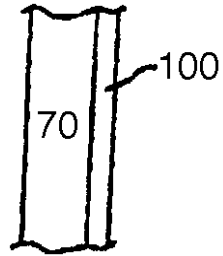
【 図 6 】

Figure 6



【 図 5 】

Figure 5



フロントページの続き

(74)代理人 100146293

弁理士 西川 恵雄

(72)発明者 オドネル, ロバート, ジェイ.

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94538, フレモント, カーティス ストリート 5
108

(72)発明者 チャン, クリストファー, シー.

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94087, サニーヴェイル, フィンチ ウェイ 15
71

(72)発明者 ダウエルティー, ジョン, イー.

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94555, フレモント, ウッドヒュー テラス 34
717

合議体

審判長 徳永 英男

審判官 鈴木 正紀

審判官 國方 康伸

(56)参考文献 特開2001-308011(JP, A)

特開平9-20561(JP, A)

特開平10-4083(JP, A)

特開平10-194874(JP, A)