

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-531157

(P2005-531157A)

(43) 公表日 平成17年10月13日(2005.10.13)

(51) Int.Cl.⁷H01L 21/3085
H01J 37/32
H05H 1/46

F 1

H01L 21/302
H01J 37/32
H05H 1/46

テーマコード(参考)

5 FOO4
L

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2004-517642 (P2004-517642)
 (86) (22) 出願日 平成15年6月12日 (2003.6.12)
 (85) 翻訳文提出日 平成17年2月23日 (2005.2.23)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2003/018502
 (87) 國際公開番号 WO2004/003962
 (87) 國際公開日 平成16年1月8日 (2004.1.8)
 (31) 優先権主張番号 10/180,504
 (32) 優先日 平成14年6月27日 (2002.6.27)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

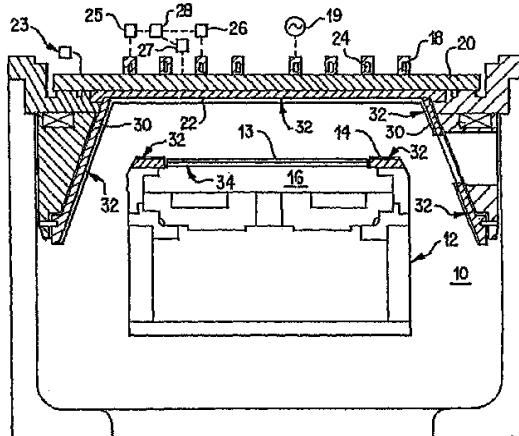
(71) 出願人 592010081
 ラム リサーチ コーポレーション
 LAM RESEARCH CORPOR
 ATION
 アメリカ合衆国、カリフォルニア 950
 38, フレモント, クッシング パークウ
 エイ 4650
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康徳
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】生産性を向上するプラズマ反応器用溶射イットリア含有被膜

(57) 【要約】

プラズマ雰囲気における耐浸食、耐腐食および/または耐腐食-浸食を与える溶射イットリア含有被膜を備える半導体処理装置の構成要素。この被膜は下地を物理的および/または化学的攻撃から保護することができる。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

半導体処理装置の構成要素であって、
表面を含む下地と、
前記表面上に配置されたイットリアから本質的に成る溶射被膜とを備え、
前記溶射被膜は、前記構成要素の最も外側の面を含むことを特徴とする半導体処理装置の構成要素。

【請求項 2】

前記被膜は、前記被膜と前記下地の表面との間に他の材料の中間層が配置されることなく前記下地の表面上に直接配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の構成要素。 10

【請求項 3】

前記下地の表面は、アルマイト処理されたアルミニウム、アルミナおよび石英から成る群から選択される材料で作られることを特徴とする請求項 1 に記載の構成要素。

【請求項 4】

チャンバ壁であることを特徴とする請求項 1 に記載の構成要素。

【請求項 5】

チャンバ壁、チャンバライナー、ガス分配板、ガス・リング、基台、誘電窓、静電チャックおよびプラズマフォーカスリングから成る群から選択される少なくとも 1 つの構成要素であることを特徴とする請求項 1 に記載の構成要素。

【請求項 6】

前記被膜は約 0.001 インチから約 0.1 インチの厚さを有することを特徴とする請求項 1 に記載の構成要素。 20

【請求項 7】

前記下地の表面と前記被膜の間に少なくとも 1 つの中間層をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の構成要素。

【請求項 8】

前記被膜は、被膜上のポリマー堆積物の付着性を促進するのに効果的な算術平均表面粗さ (Ra) を有することを特徴とする請求項 1 に記載の構成要素。

【請求項 9】

前記被膜は、約 120 ミクロインチから約 250 ミクロインチの算術平均表面粗さ (Ra) を有することを特徴とする請求項 8 に記載の構成要素。 30

【請求項 10】

半導体処理装置のチャンバ壁であって、
表面を含むアルマイト処理されたアルミニウムと、

前記表面上に直接配置されたイットリアから本質的に成る溶射被膜とを備え、
前記溶射被膜は、構成要素の最も外側の面を含むことを特徴とする半導体処理装置のチャンバ壁。

【請求項 11】

前記被膜は、ポリマー堆積物の付着性を促進する算術平均表面粗さ (Ra) を有することを特徴とする請求項 10 に記載のチャンバ壁。 40

【請求項 12】

プラズマ・エッティング反応器であって、
少なくとも 1 つの構成要素を備え、前記構成要素は、
表面を含む下地と、
前記表面上に配置されたイットリアから本質的に成る溶射皮膜とを備え、
前記溶射皮膜は、構成要素の最も外側の面を含むことを特徴とするプラズマ・エッティング反応器。

【請求項 13】

前記下地の表面はアルマイト処理されたアルミニウムであり、前記被膜は、前記被膜と前記下地の表面との間に他の材料の中間層が配置されることなく前記下地の表面上に直接

10

20

30

40

50

あることを特徴とする請求項 1 2 に記載のプラズマ・エッチング反応器。

【請求項 1 4】

前記構成要素は、チャンバ壁および高周波エネルギーを誘導によって反応器内に結合するプラズマ発生源を備えるプラズマ・エッチング反応器であることを特徴とする請求項 1 3 に記載のプラズマ・エッチング反応器。

【請求項 1 5】

前記被膜は、被膜上のポリマー堆積物の付着性を促進するのに効果的な算術平均表面粗さ (Ra) を有することを特徴とする請求項 1 2 に記載のプラズマ・エッチング反応器。

【請求項 1 6】

半導体処理装置の構成要素の製造方法であって、

イットリアから本質的に成る皮膜を溶射によって下地の表面上に施すことを含み、前記皮膜が前記構成要素の最も外側の面を含むことを含む半導体処理装置の構成要素の製造方法。

【請求項 1 7】

前記被膜は前記下地の表面上に直接施されることを特徴とする請求項 1 6 に記載の方法。
。

【請求項 1 8】

前記下地の表面は、アルマイト処理されたアルミニウム、アルミナおよび石英から成る群から選択される材料で作られることを特徴とする請求項 1 6 記載の方法。

【請求項 1 9】

前記被膜は、ポリマー堆積物の付着性を促進するのに効果的な算術平均表面粗さ (Ra) を有するように形成されることを特徴とする請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 2 0】

半導体基板のエッチング方法であって、

表面を有する下地と、前記表面上に配置されたイットリアから本質的に成り構成要素の最も外側の面を含む溶射被膜とを備えた少なくとも 1 つの構成要素を含むプラズマ・エッチング反応器のチャンバ内に半導体基板を置くこと、

前記室内に処理用ガスを導入すること、

前記処理用ガスからプラズマを発生すること、

前記半導体基板を前記プラズマでエッチングすることとを含み、

前記被膜はエッチング時に前記プラズマにさらされることを特徴とする半導体基板のエッチング方法。

【請求項 2 1】

前記プラズマは、高周波エネルギーを誘導によってチャンバ内に結合することによって発生されることを特徴とする請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 2】

前記半導体基板は、単結晶シリコン、多結晶シリコン、非晶質シリコン、窒化珪素、酸窒化珪素、ケイ化物、二酸化珪素、低 k 材料および高 k 材料から成る群から選択される少なくとも 1 つのシリコン含有材料を含むことを特徴とする請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 3】

前記半導体基板は、アルミニウム、アルミニウム合金、タングステン、タングステン合金、チタン、チタン合金、タンタル、タンタル合金、白金、白金合金、ルテニウム、ルテニウム合金、クロム、クロム合金、鉄、鉄合金、ニッケル、ニッケル合金、コバルト、コバルト合金、モリブデン、モリブデン合金、チタン、タングステン、クロム、コバルトおよび / またはモリブデンのケイ化物、強誘電体材料および G M R 材料から成る群から選択される少なくとも 1 つの金属含有材料を含むことを特徴とする請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 4】

前記被膜は、エッチング時に被膜上のポリマー堆積物の付着性を促進する算術平均表面粗さ (Ra) を有することを特徴とする請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 5】

10

20

30

40

50

プラズマ・エッチング反応器内で半導体ウェーハをエッチングする際に前記プラズマ・エッチング反応器のチャンバ内の構成要素の浸食による半導体ウェーハの汚染を低減する方法であって、

所定材料を含んで構成され表面を有する下地と、前記表面上に配置されたイットリアから本質的に成り構成要素の最も外側の面を含む溶射被膜とを備えた少なくとも1つの構成要素を含むプラズマ・エッチング反応器のチャンバ内に半導体基板を置くことと、

前記下地材料に対して浸食性がある処理用ガスを前記室内に導入することと、

前記処理用ガスからプラズマを発生することと、

前記被膜を前記プラズマにさらしながら前記半導体基板を前記プラズマでエッチングすることとを含み、

前記被膜は、エッチング時の下地材料およびイットリアによる半導体ウェーハの汚染を最小限に抑えることを特徴とする方法。

【請求項26】

前記下地はアルミニウムまたはその合金を含むことを特徴とする請求項25に記載の方法。

【請求項27】

イットリアによる半導体ウェーハの汚染レベルが 10^{10} 原子/cm²未満であることを特徴とする請求項25に記載の方法。

【請求項28】

前記構成要素の表面はアルマイド処理されたアルミニウムであり、前記被膜はアルマイド処理されたアルミニウム上に直接あることを特徴とする請求項25に記載の方法。

【請求項29】

前記半導体ウェーハは少なくとも1つのシリコン含有材料を含み、前記処理用ガスはフッ素を含むことを特徴とする請求項25に記載の方法。

【請求項30】

前記シリコン含有材料は、単結晶シリコン、多結晶シリコン、非晶質シリコン、窒化珪素、酸窒化珪素、珪素化合物、二酸化珪素、低k材料および高k材料から成る群から選択されることを特徴とする請求項29に記載の方法。

【請求項31】

前記半導体ウェーハは少なくとも1つの金属含有材料を含み、前記処理用ガスはBC1₃を含むことを特徴とする請求項25に記載の方法。

【請求項32】

前記金属含有材料は、アルミニウム、アルミニウム合金、タングステン、タングステン合金、チタン、チタン合金、タンタル、タンタル合金、白金、白金合金、ルテニウム、ルテニウム合金、クロム、クロム合金、鉄、鉄合金、ニッケル、ニッケル合金、コバルト、コバルト合金、モリブデン、モリブデン合金、チタン、タングステン、クロム、コバルトおよび/またはモリブデンのケイ化物、強誘電体材料およびGMR材料から成る群から選択されることを特徴とする請求項31に記載の方法。

【請求項33】

前記半導体ウェーハは珪素を含み、前記処理用ガスは臭素を含むことを特徴とする請求項25に記載の方法。

【請求項34】

前記処理用ガスはBC1₃を含み、前記被膜はエッチング時にプラズマによって浸食されないことを特徴とする請求項25に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体物質処理装置のための構成要素に関する。この構成要素は、半導体物質処理時に半導体物質の汚染を低減することができる材料で形成されている。本発明はまた、この構成要素の製造方法にも関する。

【背景技術】**【0002】**

半導体物質処理の分野において、基板上の物質のエッティングおよび基板上への物質の化学気相堆積(CVD)を行うために真空処理チャンバが使用される。処理用ガスを処理チャンバに流入させ、同時に処理用ガスに高周波(RF)場を提供して処理用ガスのプラズマを発生させる。このプラズマは、ウェーハ上において選択された物質について所期のエッティングまたは堆積を行う。誘導結合プラズマ(ICP)とも呼ばれる平行板の電磁結合型プラズマ(transformer coupled plasma)(TCP(商標))、および電子サイクロトロン共鳴(ECR)反応器およびその部品の例が、米国特許第4340462号、第4948458号、第5200232号および第5820723号に開示されている。

【0003】

たとえば米国特許第5262029号および第5838529号に開示されているように、半導体基板の処理中に、基板は一般に基板ホルダによって真空チャンバ内に支持される。様々なガス供給システムにより処理用ガスを真空室に供給することができる。

【0004】

プラズマチャンバ装置の他に、半導体基板の処理において使用される他の機器として、搬送機構、ライナー、昇降機構、ロード・ロック、ドア機構、ロボット・アーム、留め具などがあげられる。

【0005】

プラズマは、エッティングにより物質を除去し、または基板上に物質を堆積するために使用される。プラズマ・エッティングの条件は、プラズマにさらされた処理チャンバの表面に対してイオンによる著しい衝撃を与え得る。このイオン衝撃(iion bombardment)は、プラズマの化学作用および/またはエッティングの副生成物と相まって、処理チャンバのプラズマにさらされた面の著しい浸食、腐食および腐食-浸食を生ずる可能性がある。結果として、表面物質は、浸食、腐食および/または腐食-浸食を含む物理的および/または化学的攻撃によって取り除かれる。この攻撃が、短い部品寿命、消耗費用の増加、パーティクル汚染、ウェーハ上における遷移金属汚染および工程のふらつき(process drift)を含んだ問題を引き起こす。

【0006】

これらの問題を鑑みて、プラズマ処理チャンバは、処理中のウェーハ上にプラズマを閉じ込める円板部、円環部および円筒部などの部品を備えるように設計してきた。しかしながら、これらの部品はプラズマによる攻撃を絶えず受け、その結果、最終的には浸食されるか、ポリマーが堆積することになる。結局のところ、これらの部品はこのような磨耗をこうむるのでそれ以上使用することができない。相対的に短い寿命の部品は一般に「消耗品」と呼ばれる。消耗部品の寿命が短いと、維持費が高い。消耗品およびその他の部品の浸食はプラズマ処理チャンバ内の汚染を引き起こす。

【0007】

このような反応器内におけるプラズマ環境の浸食的および腐食的性質ならびにパーティクルおよび/または金属による汚染を最小限にする必要性の理由から、消耗品やその他部品を含めて、十分に高い耐浸食性および耐腐食性を有する装置部品が望まれる。各部品は、プラズマ環境で耐腐食性と耐浸食性を与える材料で形成されている。たとえば、米国特許第5798016号、第5911852号、第6123791号および第6352611号を参照されたい。

【特許文献1】米国特許第4340462号**【特許文献2】米国特許第4948458号****【特許文献3】米国特許第5200232号****【特許文献4】米国特許第5820723号****【特許文献5】米国特許第5262029号****【特許文献6】米国特許第5838529号**

10

20

30

40

50

【特許文献 7】米国特許第 5 7 9 8 0 1 6 号

【特許文献 8】米国特許第 5 9 1 1 8 5 2 号

【特許文献 9】米国特許第 6 1 2 3 7 9 1 号

【特許文献 10】米国特許第 6 3 5 2 6 1 1 号

【非特許文献 1】Pawlowski 著、「The Science and Engineering of Thermal Spray Coating」、John Wiley、(1995年)

【特許文献 11】米国特許第 5 8 2 4 6 0 5 号

【特許文献 12】米国特許第 6 0 4 8 7 9 8 号

【特許文献 13】米国特許第 5 8 6 3 3 7 6 号

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の他の目的は、プラズマ処理環境において物理的および／または化学的攻撃に対する耐摩耗性の向上をもたらすことができる材料で作られた半導体処理装置の構成要素（部品）を提供することにある。この構成要素は、金属およびパーティクルに関する低レベルの汚染を実現することができる。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明による半導体処理装置の構成要素の例示的実施形態は、表面を含む下地および前記表面上の溶射されたイットリウム酸化物（イットリア）含有被膜を備える。この被膜はこの構成要素の最も外側の面を含む。

【0010】

本発明による半導体処理装置の構成要素の製造方法の例示的実施形態は、溶射によって前記構成要素の表面上にイットリア含有被膜を形成することを含む。この被膜は構成要素の最も外側の面を含む。

【0011】

好ましい実施形態において、下地の面上に溶射されたイットリア含有被膜を直接形成することができる。

【0012】

さらに、本発明は、上記のイットリア含有構成要素の少なくとも 1 つを含む半導体処理装置を提供する。

【0013】

本発明は、添付の図面を参照し以下の詳細な説明を読めば容易に理解されるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

本発明は、半導体物質処理装置で使用するために適した構成要素（部品）を提供する。この構成要素は、処理時に半導体物質処理装置で発生するプラズマによる物理的および化学的攻撃に関して耐摩耗性をもたらすことができる。本明細書で使用されているように、「耐摩耗性」の用語には、これに限定するものではないが、浸食、腐食および／または腐食・浸食に対する耐性が含まれる。

【0015】

この構成要素は、イットリウム酸化物（イットリア）含有被膜を備える。このイットリア含有被膜は、半導体を処理する装置内のプラズマによる化学的および／または物理的攻撃に対する耐性を外側表面に与える。

【0016】

さらに、本発明は、プラズマ環境にある構成要素の耐摩耗性を向上するイットリア含有被膜を備える構成要素を製造する方法を提供する。

【0017】

当業者は、様々な半導体物質を処理するのに有効な様々な処理装置にこの耐摩耗性材料

20

30

40

50

を適用することができることを了解するであろう。さらに、この耐摩耗性材料は、この処理装置内の様々な構成要素に適用することができる。このような例示的な構成要素として、これに限定するものではないが、たとえば、チャンバ壁、基板サポート、シャワーヘッド、バッフル(邪魔板)、リング(円環部)、ノズル等を含むガス分配システム、留め具、発熱素子、プラズマ・スクリーン、ライナー、ロボット・アームなどの搬送モジュール部品、留め具、チャンバ内外壁など、プラズマチャンバおよび/または真空チャンバの各部品があげられる。

【0018】

このイットリア含有材料は、本質的にイットリアから成ることが好ましい。イットリア含有材料を含む1つまたは複数の構成要素が組み込まれた装置で処理された半導体材料の汚染を最小限にするために、イットリア含有材料はできるだけ純粋にすること、たとえば、遷移金属、アルカリ金属などの汚染の可能性がある元素の含有量を最小限にすることが望ましい。たとえば、イットリア含有被膜は、 10^{10} 原子/ cm^2 以上の、好ましくは 10^5 原子/ cm^2 以上のウェーハ上汚染を避けるために十分な純度にすることができる。イットリア含有材料は、少なくとも約99%の高い純度を有することが好ましく、約99.95%から約100%の純度がより好ましい。

【0019】

このイットリア含有被膜は、下地(underlying substrate)との高い結合強度を提供することができる。イットリア含有被膜は、約2000psiから約7000psiの引っ張り結合強度を有することが好ましい。

【0020】

イットリア含有被膜は、攻撃的雰囲気と下地との接触を最小限にし、それゆえ引き続いて起こる、攻撃的雰囲気による下地の腐食、浸食および/または腐食-浸食による物理的および/または化学的攻撃を最小限にするために有利な低レベルの多孔度レベル(porosity level)を提供することができる。イットリア含有被膜は、多孔度が15体積%未満であることが好ましく、約3体積%未満であることがより好ましく、約1体積%未満であることが最も好ましい。

【0021】

さらに、イットリア含有被膜は、浸食されにくい高い硬度をもたらすことができる。セラミック材料は、約200から約800の硬度(HVO₃)を有することが好ましい。

【0022】

イットリア含有被膜は、好ましくは約10%から約100%、より好ましくは約95%超が立方晶である結晶構造を有する。

【0023】

イットリア含有被膜は、純白からダークグレー/黒の範囲の色を有することができる。この被膜は、白色が好ましい。

【0024】

イットリア含有被膜は、たとえば、プラズマエッチングチャンバなどの半導体処理装置で使用するための所望の耐摩耗性を与えることができる。特に、イットリア含有被膜は、プラズマ反応チャンバ内のイオンにより引き起こされる浸食およびそれに伴うレベルのパーティクル汚染を低減することができる表面を形成する。イットリア含有被膜は、下地をプラズマによる物理的および化学的な両方の攻撃から保護することができる。

【0025】

この耐摩耗性被膜は、エッティング、堆積、ならびにその他の用途のための種々の異なったプラズマ雰囲気で使用することができる。代表的なエッティングの化学物質としては、これに限定するものではないがCl₂、HClおよびBCl₃などの塩素含有ガス、これに限定するものではないがBr₂およびHBrなどの臭素含有ガス、これに限定するものではないがO₂、H₂OおよびSO₂などの酸素含有ガス、これに限定するものではないがCF₄、CH₂F₂、NF₃、CH₃F、C₂F₆、CHF₃およびSF₆などのフッ素含有ガス、およびこれに限定するものではないがHe、ArおよびN₂などの不活性ガス

10

20

30

40

50

等があげられる。これらのガスおよびその他のガスは、要求されるプラズマに応じて適当に組み合わせて使用されうる。エッティングの化学物質の代表的な最大流量は、C₁₂; 200 sccm、HCl; 100 sccm、BCl₃; 200 sccm、HBr; 200 sccm、O₂; 20 sccm、H₂O; 100 sccm、SO₂; 200 sccm、CF₄; 200 sccm、CH₂F₂; 100 sccm、CH₃F; 100 sccm、C₂F₆; 100 sccm、CHF₃; 100 sccm、SF₆; 200 sccm、He; 200 sccm、Ar; 200 sccm、およびN₂; 200 sccmである。種々の処理用ガスの適切な流量は、これに限定するものではないがプラズマ反応器のタイプ、電力設定、チャンバ圧力、プラズマ解離速度、エッティング化学物質、エッティングされる材料、および処理用ガスが使用されるエッティング・プロセスの特定の工程などの要因に基づいて選択することができる。10

【0026】

高密度プラズマ反応器用の例示的なプラズマ・エッティング反応器のエッティング動作条件は以下の通りである。基板温度は約0から約70、チャンバ圧力は約0 mTorrから約100 mTorr、ガス流量は約10 sccmから約1000 sccm、およびプラズマ発生電力は0ワット超から約1500ワット、典型的には約200ワットから約800ワットである。最も適切な電力は、プラズマ反応器内でエッティングされるウェーハのタイプに依存する。

【0027】

イットリア含有被膜を備える構成要素は、半導体プラズマ・エッティング工程でシリコン含有材料および金属含有材料をエッティングする半導体処理装置のエッティングチャンバにおいて使用することができる。たとえば、このようなエッティングチャンバにおいてエッティングすることができるシリコン含有材料としては、これに限定するものではないが、単結晶シリコン、多結晶シリコン、非晶質シリコン、窒化珪素、酸窒化珪素、ケイ化物、二酸化珪素、低k材料および高k材料があげられる。シリコン含有材料は、ドーピングされても、されなくともよく、かつ／または、アニーリングされても、されなくてもよい。20

【0028】

エッティングすることができる導電性または半導電性の金属含有材料としては、これに限定するものではないが、アルミニウム、アルミニウム合金、タンゲステン、タンゲステン合金、チタン、チタン合金、タンタル、タンタル合金、白金、白金合金、ルテニウム、ルテニウム合金、クロム、クロム合金、鉄、鉄合金、ニッケル、ニッケル合金、コバルト、コバルト合金、モリブデン、モリブデン合金、チタン、タンゲステン、クロム、コバルトおよび／またはモリブデンのケイ化物、ケイ化白金および酸化ルテニウムなどの強誘電体材料、窒化タンタル、ケイ化クロムおよびNiFeCo合金などのGMR材料があげられる。30

【0029】

イットリア含有被膜は、溶射法によって下地上に形成することが好ましい。溶射法では、セラミック粉末が溶融され、溶射中の構成要素に向けられているガス流に混合される。溶射法の利点は、構成要素の溶射ガンに面した側だけコーティングすることができるることであり、その他の面はマスキングを用いて溶射を防ぐことができる。プラズマ溶射を含め、従来の溶射法が、Pawlowski著、「The Science and Engineering of Thermal Spray Coating」、John Wiley、1995年に記述されている。この記述は参照により全体が本明細書に組み込まれている。溶射イットリア含有被膜は、コーティングが可能な適当な形をしていればどんな下地にでも形成することができる。40

【0030】

特に好ましい溶射法はプラズマ溶射である。プラズマ溶射は、チャンバの入り組んだ内面およびチャンバのその他の構成要素でもコーティングすることができる。図1は代表的なプラズマ溶射プロセスを示す。通常は粉末112の形態のコーティング原料が、通常は外部の粉末ポート132を経由して高温プラズマ火炎114内に注入される。この粉末は50

急激に加熱されて高速度に加速される。高温の原料が下地表面 116 上に衝突し、急激に冷却されて被膜 118 を形成する。

【0031】

プラズマ溶射ガン 120 は陽極 122 と陰極 124 を備えており、その両方とも水で冷却される。プラズマ・ガス 126 (たとえば、アルゴン、窒素、水素、ヘリウム) が、陰極のまわりを一般に矢印 128 で示される方向に流れ、陽極の絞りノズルを通る。このプラズマは、局部的なイオン化を引き起こし、陰極 124 と陽極 122 の間に DC アークのための導電性の経路を形成させる高電圧放電によって開始される。アークからの抵抗加熱によってガスのプラズマ形成が引き起こされる。このプラズマは自由プラズマ火炎または中性プラズマ火炎 (すなわち、電流を運ばないプラズマ) として陽極ノズル部から出て行く。プラズマが安定化され溶射の準備ができると、電気アークがノズル下方に延びる。粉末 112 が急激に加熱され加速されるので、ノズル先端と下地表面の間の噴霧距離 136 は 125 から 150 mm 程度になる可能性がある。プラズマ溶射被膜は、下地表面 116 に衝突する溶融されたまたは熱軟化した粒子によって生成される。

【0032】

溶射されたイットリア含有被膜は、被膜の付着性を促進するために前もって下地表面を処理しましたは処理せずに、好みの下地材料上に直接形成することができ、かつ / または下地上の被膜の付着性を向上するために前もって中間被膜を下地上に形成してまたは形成しないで形成することができる。たとえば、イットリア含有被膜は、下地表面を処理せずにまたは中間被膜を使用せずにアルマイト処理されたアルミニウム、アルミナまたは石英の下地に直接施すことができる。好みの実施形態においては、イットリア含有被膜は、下地を処理せずかつ / または中間被膜を形成せずに基板に対する好適な付着性を与える。したがって、イットリア含有被膜は、このような付加的な事前の工程を実施せずに下地に施すことができるので、このような付加的工程に対してもたらされるコーティング工程の費用の増加、複雑性および / または完成時間の増加を避けることができる。

【0033】

下地上にイットリア含有被膜を形成する前に、コーティングされる下地表面を洗浄して、酸化物またはグリースなどの望ましくない表面物質を除去することが好み。いくつかの実施形態においては、洗浄および粒子吹き付けなどの表面処理方法を用いて化学的および物理的により活性な、被膜接合のための面を形成することができる。一方、上記ほど好みではないが、コーティングする前にグリットブ拉斯チングなどの任意の適当な方法により下地の表面を粗面化することができる。下地の粗面化は被膜の接合に利用できる表面積を増加させ、このことが被膜の結合強度を増加させる。下地表面の粗い断面形状により被膜の下地への機械的固定や連結を促進することもできる。

【0034】

アルミニウム反応器の構成要素の場合は、コーティングされる構成要素の表面をコーティング前にアルマイト処理することが好みが、アルマイト処理された表面は粗面化しない方が好み。アルマイト処理された層は、追加された、すなわちコーティングによってもたらされた保護に加えて、下にあるアルミニウム材料による腐食性の攻撃に対するバリアも形成している。6061-T6 アルミニウムなどのアルミニウム下地上に形成されたアルマイト処理されたアルミニウム層は任意の適切な厚さを有することができる。たとえば、アルマイト処理されたアルミニウム層の厚さは、一般に約 2 ミルから約 10 ミルの範囲にすることができる。アルマイト処理されたアルミニウム層の表面は任意の適当などんな仕上げにすることもできる。たとえば、表面仕上げは約 20 ミクロインチから約 100 ミクロインチの表面粗さを有することができる。このアルマイト処理された層は、沸騰している脱イオン水を使用するなどの任意の適当な方法で封止することができる。

【0035】

溶射イットリア含有被膜は、混入物の被膜への付着を促進するために有効な所望の表面粗さ特性を有することができる。この混入物としては、金属エッティング工程などのプラズマ・エッティング工程時のポリマー形成種 (通常は過フッ化炭化水素) の使用に起因するボ

10

20

30

40

50

リマー堆積物をあげることができる。参照により全体が本明細書に組み込まれている同時係属の米国特許出願第09/749917号に記載されているように、このようなポリマー堆積物はエッティング工程時に室表面からはがれ落ちるかまたは剥離し、室内の基板に混入する。繰り返されるプラズマ処理サイクル中に生ずる熱サイクルがこの問題を悪化させる。

【0036】

溶射イットリア含有被膜は、プラズマ反応器内の下地処理時に生成されたポリマー副生成物の付着性を向上するのに適した表面粗さ値(R_a)を有することができる。たとえば、溶射イットリア含有被膜の算術平均表面粗さ(R_a)は、約5ミクロインチから約40ミクロインチの範囲にすることができ、約120ミクロインチから約250ミクロインチの範囲が好ましい。この範囲の表面粗さ値は、金属エッティングなどのプラズマ・エッティング工程時に反応チャンバの内部表面上へのポリマー堆積物の付着を促進する。したがって、溶射イットリア含有被膜は構成要素上のこのようなポリマー堆積物の付着性向上することができ、これによってポリマー堆積物の汚染の発生を低減することができる。10

【0037】

しかしながら、いくつかの好ましい実施形態においては、溶射イットリア含有被膜を平滑にすることができます。たとえば、シリコンのエッティング工程においては、かなりの堆積物がチャンバ表面上に形成しやすい。このような工程に対して、被膜上への堆積物の付着を促進するために溶射イットリア含有被膜が粗い表面を有することは望ましいことではない。さらに平滑な表面は比較的洗浄が容易である。20

【0038】

いくつかの好ましい実施形態においては、イットリア含有被膜を備えた構成要素が高密度プラズマ反応器内で使用される。この種の模範的反応器は、カリフォルニア州フリーモント市のLam Research社から入手可能なTCP9400(商標)プラズマ・エッティング反応器である。このTCP9400(商標)反応器においては、処理用ガス(Cl_2 、 HBr 、 CF_4 、 CH_2F_2 、 O_2 、 N_2 、 Ar 、 SF_6 および NF_3 等)はエッティングチャンバの底部に配置されたガス・リング内に導かれ、その後、ガス孔を通って反応室内に導かれる。図2はTCP9400(商標)エッティング反応器用ガス・リングを示している。図2に示されるように、ガス・リング40の本体が基板サポート44を囲んでいる。ガス・リング40の底面は円環形のガス案内溝60を含んでいる。前記のガス孔50はこのガス案内溝60内に延びている。30

【0039】

ガス・リング40は一般にアルミニウムで構成されている。ガス・リングの上部表面はプラズマに直接さらされ、そのため浸食、腐食および/または腐食・浸食を受ける。これらの表面を保護するために、ガス・リングは一般にアルミニウム酸化物層で覆われる。たとえば、シリコンのエッティングの用途では、フッ素含有雰囲気が、アルマイト処理されたアルミニウムを攻撃することによって「茶色の微粉」であるフッ化アルミニウムを生成する可能性がある。金属のエッティングの用途では、アルマイト処理されたアルミニウムが三塩化ホウ素(BCl_3)によるエッティングで取り去られ、構成要素の腐食を招く。さらに、アルマイト処理されたアルミニウムは比較的脆く、使用中に反応器の熱サイクルを繰り返す間に割れを発生する可能性がある。アルマイト処理された層内に生じた割れによって腐食性の処理用ガスが下にあるアルミニウム層を攻撃することが可能になり、部品寿命を短くし、ウェーハ、フラット・パネル表示基板などの処理された基板の金属および微粒子汚染の一因となる。40

【0040】

例示的な実施形態において、ガス・リングの露出した表面は、イットリア含有材料の被膜42で覆うことができる。この被膜をむき出しの(本来の酸化物表面膜を備えているまたは備えていない)アルミニウム基板またはアルミニウム酸化物層(たとえば、アルマイト処理表面を有するアルミニウム)の上に形成することができる。ガス・リングをコーティングする場合、被膜が一部ガス孔内に侵入してガス・リングの内壁をコーティングし、50

これを保護することは許容できるが、ただし、開口部を遮ってはならない。別法として、ガス孔をコーティングしないことも可能であり、たとえば、コーティング工程時にガス孔に栓をするまたはガス孔を覆い隠すことが可能である。

【0041】

処理中にプラズマにさらされる可能性があるこのTCP9400（商標）反応器の他の構成要素もまたイットリア含有被膜でコーティングすることができる。これらの構成要素としては、たとえば、チャンバ壁、チャンバライナー、チャック装置および基板に対向する誘電窓がある。静電チャックなどのチャック装置の上部面上にイットリア含有被膜を設けることにより、ウェーハが存在せず、そのためチャック装置の上部面が直接プラズマにさらされる洗浄サイクル時においてチャック装置を更に保護することができる。

【0042】

本発明によるイットリア含有被膜を備えることができる他の例示的なポリシリコン・エッチング反応器は、図3に示すように、同様にカリフォルニア州フリーモント市のLam Research社から入手可能なVersys（商標）ポリシリコン・エッチング装置または2300（商標）エッチング装置である。この反応器は、静電チャック154を含む基板サポート152を含んでいる反応チャンバ150を備えており、この静電チャック154はその上に取り付けられた基板（図示していない）に締め付け力を与える。フォーカスリング170が静電チャック154周辺の基板サポート152上に取り付けられている。この基板サポート152は、基板RFバイアスを印加するために使用することができる。この基板はヘリウムなどの伝熱ガスを用いて背面冷却することもできる。この2300（商標）エッチング装置において、処理用ガス（たとえば、Cl₂、HBr、CF₄、CH₂F₂、O₂、N₂、Ar、SF₆またはNF₃のうちの1つまたは複数）は、チャンバ150の上面に配置され、ガス・フィード156に連結されたガス・インジェクタ168を経由して室150内に導入され。ガス・インジェクタ168は一般に石英またはアルミナなどのセラミック材料で作られている。図に示すように、誘導コイル158は適当な高周波（RF）源（図示していない）により電力を供給して高密度（たとえば、10¹¹～10¹²イオン/cm³）プラズマを供給することができる。この誘導コイル158は、誘電窓160を通して高周波（RF）エネルギーをチャンバ150の内部に結合する。誘電窓160は一般に石英またはアルミナで作られている。この誘電窓160は環状部材162上に据えられた状態で示されている。この環状部材162は、誘電窓160とチャンバ150の上面の間隔をあけており、「ガス分配板」と呼ばれている。チャンバのライナー164が基板サポート152を囲んでいる。このチャンバ150は、チャンバの内部を所期の圧力に保持するための適切な真空ポンピング装置（図示していない）も備えている。

【0043】

図3において、環状部材162、誘電窓160、基板サポート152、チャンバライナー164、ガス・インジェクタ168、フォーカスリング170および静電チャック154などの選択された反応器構成要素の内面が、本発明によるイットリア含有被膜166でコーティングされた状態で示されている。図3に示すように、チャンバ150の選択された内面およびチャンバライナー164の下の基板サポート152にもイットリア含有被膜166を設けることができる。これらの面のいずれかまたはすべて、ならびにその他任意の反応器内面にイットリア含有被膜を設けることができる。

【0044】

この構成要素は、高密度酸化物エッチング法で使用することができる。例示的な酸化物エッチング反応器は、カリフォルニア州フリーモント市のLam Research社から入手可能なTCP9100（商標）プラズマ・エッチング反応器である。このTCP9100（商標）反応器では、ガス分配板は、半導体ウェーハ上部の、これと平行な平面上にある反応器の上面における真空封正面でもあるTCP（商標）窓の直下に配置された円形のプレートである。このガス分配板は、ガス分配板の周辺に配置されたガス分配リングに対して封止されている。ガス分配リングは、ガス分配板、RFエネルギーを反応器内に

10

20

30

40

50

供給する平らなスパイラルコイルの形のアンテナの下にある窓の内面およびガス分配リングにより境界が定められる容積内にガス供給源からのガスを供給する。ガス分配板は、板を通じて伸びる所定の直径の複数の孔を含んでいる。ガス分配板全体の孔の空間的な分布は、エッティングされる層、たとえば、フォトレジスト層、二酸化ケイ素層およびウェーハ上の基層などの層のエッティングの均一性を最適化するように変えることができる。ガス分配板の断面形状を変えて反応器内プラズマへのRF電力の分配を操作することができる。このガス分配板は、ガス分配板を通してRF電力を反応器内に結合することを可能にする誘電材料である。さらに、破損および結果として生じるそれに関連したパーティクルの発生を避けるために、このガス分配板の材料が、酸素、ハロゲンまたはハイドロフルオロカーボンのガス・プラズマなどの環境で化学的スパッタ・エッティングに対して非常に耐性があることが望ましい。

10

【0045】

図4は、前記タイプのプラズマ反応器を示している。この反応器は反応チャンバ10を備えている。基板ホルダ12が、基板13に締め付け力およびRFバイアスを与える静電チャック34を含んでいる。この基板はヘリウムなどの伝熱ガスを用いて背面冷却することができる。フォーカスリング14が基板上部の領域にプラズマを閉じ込めており、高密度プラズマを供給するために適当なRF源により電力を供給されるアンテナなどのチャンバ内の高密度（たとえば、 $10^{11} \sim 10^{12}$ イオン/ cm^3 ）プラズマを維持するためのエネルギー源が反応チャンバ10の上面に配置されている。この反応チャンバは、チャンバの内部を所期の圧力（たとえば、50ミリトル以下、一般には1～20ミリトル）に保持するための真空ポンピング装置を備えている。

20

【0046】

実質的に平面の誘電窓20がアンテナ18と処理チャンバ10の内部の間に設けられ、処理チャンバ10の上面において真空壁を形成している。ガス分配板22が誘電窓20の下に設けられ、ガス供給23から処理チャンバ10へ送られる処理用ガスを分配する開口部を備えている。円錐状のライナーまたは円筒状のライナーなどのライナー30がガス分配板22から伸び、基板ホルダ12を囲んでいる。アンテナ18には、入口および出口導管25, 26を経由して温度制御流体を流す経路24を設けることができる。しかしながら、アンテナ18および/または窓20は冷却する必要がないか、さもなければ、アンテナおよび窓の上にガスを吹き付ける、冷却流体を通過させる、または窓および/またはガス分配板と伝熱接觸するなどの他の適切な方法によって冷却することができる。

30

【0047】

運転時においては、半導体ウェーハなどの基板が基板ホルダ12の上に位置し静電チャック34によって所定箇所に保持される。しかしながら、機械的な締め付け機構などの他の締め付け手段を使用することもできる。さらに、基板とチャックとの間の熱移動を向上するためにヘリウムによる背面冷却を用いることができる。処理用ガスはその後、窓20とガス分配板22の間の隙間を通して処理用ガスを送ることにより真空処理チャンバ10に供給される。好適なガス分配板の構成（すなわち、シャワーヘッド）が、参照により全体がそれぞれ本明細書組み込まれている一般に認められている米国特許第5824605号、第6048798号および第5863376号に開示されている。高密度プラズマは、適切なRF電力をアンテナ18に供給することにより基板と窓の間の空間で点火される。

40

【0048】

図4において、ガス分配板22、チャンバライナー30、静電チャック34およびプラズマフォーカスリング14などの反応器構成要素のさらされる内面は、イットリア含有被膜32でコーティングされる。しかしながら、これらの面、および/またはその他の面のうち選択された面だけをイットリア含有被膜でコーティングすることができる。

【0049】

上記の高密度ポリシリコンおよび誘電エッティングチャンバが、各部品を組み込むことができるプラズマ・エッティング反応器の例示的実施形態に過ぎないことを当業者は了解する

50

であろう。イットリア含有被膜を備える部品は、プラズマにより引き起こされた浸食、腐食および／または腐食・浸食およびそれに伴う汚染の低減が望まれるあらゆるエッティング反応器（たとえば、金属製エッティング反応器）または他のタイプの半導体処理装置で使用することができる。

【0050】

イットリア含有被膜を設けることができる他の例示的部品として、これに限定するものではないがチャンバ壁、基板ホルダ、留め具などがあげられる。これらの部品は一般に金属（たとえば、アルミニウム）またはセラミック（たとえば、アルミナ）から作られ、一般にプラズマにさらされてしましばしば浸食、腐食および／または腐食・浸食の兆候を示す。イットリア含有被膜で被覆することができるその他の部品はプラズマに直接さらされる必要はないが、代わりに処理されたウェーハなどから放出されるガスなどの腐食性ガスにさらされる可能性がある。したがって、半導体基板の処理において使用される他の機器にイットリア含有被膜を設けることもできる。このような機器として搬送機構、ガス供給システム、ライナー、昇降機構、ロード・ロック、ドア機構、ロボット・アーム、留め具などをあげることができる。

【0051】

好みしい実施形態では、イットリア含有被膜が金属構成要素上に設けられている。上記のように、アルミニウムおよびアルミニウム合金を含め、アルマイト処理されたまたはアルマイト処理されてないアルミニウム・ベースの材料、たとえば、6061-T6アルミニウムは、イットリア含有被膜でコーティングすることができる。コーティングすることができる他の例示的金属材料として、これに限定するものではないがステンレス鋼および耐熱性金属、たとえば、304および306ステンレス鋼があげられる。イットリア含有被膜は構成要素の上に耐摩耗性被膜を形成するので、下にある構成要素はプラズマへの直接的曝露から保護される。したがって金属構成要素は、プラズマによる浸食、腐食および／または腐食・浸食の攻撃から保護することができる。その結果、合金の追加、結晶粒組織または表面状態を気にせずにアルミニウム合金などの金属製材料を使用することができる。

【0052】

さらに、種々のセラミックまたはポリマー材料をイットリア含有被膜でコーティングすることができる。特に、反応器部構成要素は、これに限定するものではないが、アルミナ(Al_2O_3)、炭化珪素(SiC)、窒化珪素(Si_3N_4)、炭化ホウ素(B_4C)および／または窒化ホウ素(BN)を含むセラミック材料から作ることができる。コーティングすることができるポリマー材料は、プラズマ反応器内に存在する高温条件に耐えられるものであることが好みしい。

【0053】

必要であれば、コーティングされた構成要素の表面とイットリア含有被膜の間に1つまたは複数の中間層を設けることができる。図5は、例示的な好みしい実施形態によるコーティングされた構成要素を示す。任意選択で第1の中間被膜80が、従来の手法によって下地70上にコーティングされている。この任意選択の第1の中間被膜80は下地に付着するのに十分な厚さであり、かつ任意選択の第2の中間被膜90、またはイットリア含有被膜100を形成する前にさらにこの第1の中間被膜を処理することを可能にするのに十分な厚さである。第1の中間被膜80および第2の中間被膜90は、これらの望ましい性質をもたらす任意の適切な厚さを有することができる。これらの被膜は少なくとも約0.001インチ、好みしくは約0.001から約0.25インチ、より好みしくは約0.001から約0.15インチ、最も好みしくは約0.001から約0.05インチの厚さを有することができる。

【0054】

任意選択の第1の中間被膜80を反応器構成要素70上に被着させた後、第1の中間被膜は任意の適切な方法を用いて粗面化するなどの処理を施し、その後任意選択の第2の中間被膜90、またはイットリア含有被膜100でコーティングすることができる。粗面化

10

20

20

30

30

40

40

50

された第1の中間被膜80は、その後に施される被膜に対する特に良好な結合をもたらす。第2の中間被膜90は、第1の中間被膜80に高い機械的圧縮強度を付与し、第2の中間被膜90内の亀裂の生成を低減することが望ましい。

【0055】

第2の中間被膜90は、第1の中間被膜80に付着するのに十分な厚さであり、かつ任意の追加の中間被膜、またはイットリア含有被膜100を形成する前にこの第2の中間被膜を処理することを可能にするのに十分な厚さである。この第2の中間被膜90は、粗面化するなどの処理を施すことができる。第2の中間被膜90は、これらの望ましい性質をもたらす任意の適切な厚さ、たとえば、少なくとも約0.001インチ、好ましくは約0.001から約0.25インチ、より好ましくは約0.001から約0.15インチ、最も好ましくは約0.001から約0.05インチの厚さを有することができる。10

【0056】

第1および第2の中間被膜は、半導体プラズマ処理室で使用するのに適したどのような金属、セラミックおよびポリマー材料で作ることもできる。使用することができる特に望ましい材料としては、これに限定するものではないが、高い処理温度に耐えられる耐火金属があげられる。好ましいセラミックとしては、これに限定するものではないがAl₂O₃、SiC、Si₃N₄、B₄C、AlN、TiO₂およびこれらの混合物があげられる。好ましいポリマーとしては、これに限定するものではないがポリテトラフルオロエチレンおよびポリイミド類などのフルオロポリマーがあげられる。

【0057】

各中間被膜は、めっき（たとえば、無電解めっきまたは電気めっき）、スパッタリング、浸漬コーティング、化学気相堆積法、物理気相堆積法、電着堆積法、熱間静水圧圧縮成形、冷間静水圧圧縮成形、圧縮成形、鋳造、成形および焼結、および溶射（たとえば、プラズマ溶射）などの任意の適切な被着手法により施すことができる。20

【0058】

任意選択の第1の中間被膜80および第2の中間被膜90は、それらの所望の性質に応じてお互いに同じ組成を有することもまたは異なる組成を有することもできる。必要であれば、同一材料または異なる材料の第3、第4または第5の中間被膜などのその他の中間被膜をイットリア含有被膜と下地の間に設けることもできる。

【0059】

図6は、イットリア含有被膜の別の模範的実施形態を示す。この実施形態において、構成要素70の外側の面であるイットリア含有被膜100は下地の上に直接被着される（すなわち、どのような中間層も形成されてない）。この実施形態および他の実施形態において、この被膜100は任意の適当な厚さを有することができます。イットリア含有被膜100は、少なくとも下にある下地を覆うのに十分な最小限の厚さを有して耐摩耗性を実現し、イットリア含有被膜がプラズマ雰囲気にさらされた場合に、下にある下地を物理的および化学的攻撃から保護する。特に、この被膜100は、約0.001インチから約1インチ、好ましくは約0.001インチから約0.5インチ、より好ましくは約0.001インチから約0.1インチ、最も好ましくは約0.01インチから約0.1インチの範囲の厚さを有することができます。この厚さは他の実施形態で使用することもできる。イットリア含有被膜の厚さは、反応器で遭遇するプラズマ環境（たとえば、エッチング、CVDなど）に対応するように選択することができる。3040

【0060】

イットリア含有被膜は反応チャンバおよび各構成要素のすべてまたは一部に設けることができる。好ましい実施形態では、被膜は、プラズマと直接接触する部分、またはライナーなどのチャンバ構成要素の後に配置される部分などの、プラズマ環境にさらされる反応チャンバの領域上に設けられる。さらに、このイットリア含有被膜は、比較的高いバイアス電圧（すなわち、比較的高いスパッタ・イオン・エネルギー）をかけられる反応チャンバの領域に設けられることが好ましい。

【0061】

10

20

30

40

50

イットリア含有被膜を施すことにより、利点が実現される。すなわち、イットリア含有被膜はすべてのプラズマ化学作用に対して使用することができる。この被膜は、アルマイト処理されたアルミニウムに対して非常に浸食性があるフッ素含有および $B C l_3$ 含有雰囲気で使用するのに有利である。このような雰囲気でイットリア含有被膜を使用することにより、プラズマ反応チャンバ内で浸食速度の大幅な低減を達成することができる。

【0062】

プラズマ環境中で耐浸食性の表面を形成する場合のイットリア含有被膜の有効性を実証するために試験を行った。3つのアルマイト処理された6061-T6アルミニウムの切取り片およびアルマイト処理された6061-T6アルミニウム切取り片の表面上に溶射イットリア含有被膜を形成することによってそれぞれ作成された3つの切取り片をプラズマ反応チャンバ内のチャンバ壁に取り付けた。イットリア含有被膜はイットリアが約99.95重量%の組成を有する。切取り片はそれぞれ直径が1インチ、厚さが0.375インチである。各切取り片はチャンバ壁に取り付けられた。プラズマは $C l_2$ および $B C l_3$ を含む処理用ガスから等しい流量で発生され、チャンバの内部は6ミリトルの圧力に設定された。むき出しのシリコン・ウェーハが反応チャンバ内でエッチングされた。各切取り片は合計で約90RF時間試験を行った。

【0063】

試験後に、黄色の微粉が反応室に染み込んでいた。この微粉はEDS分析を用いて分析し、主にホウ素、酸素および塩素を含んでいることがわかった。

【0064】

分析天秤を使用して各切取り片を評価して切取り片の質量損失を求め、また浸食速度の推定値についても評価して求めた。イットリア含有被膜の無いアルマイト処理された6061-T6アルミニウムの切取り片は、損失が約15mgから20mgであることが求められた。したがって、処理用ガスはこれらのコーティングされていない切取り片に対して非常に浸食性がある。

【0065】

これと対照的に、イットリア含有被膜を有する3つの切取り片は、被膜上への微粉の蓄積により重量が増加した。3つのコーティングされた切取り片の重量増加は約0.8mgから約1.2mgの範囲であった。3つのコーティングされた切取り片の重量増加速度は約0.009mg/RF時間から約0.013mg/RF時間の範囲であった。

【0066】

浸食速度の推定に関して、著しい重量損失によって証明されたように、イットリア含有被膜の無いアルマイト処理された6061-T6アルミニウムの切取り片は著しく浸食していた。これらの切取り片は、約20/RF分から27/RF分の平均推定浸食速度を有することが求められた。対照的に、イットリア含有被膜を有する3つの切取り片は浸食されなかった。

【0067】

さらに、アルミニウム構成要素はフッ素による攻撃から保護されるため、コーティングされた構成要素がプラズマ反応チャンバ内のフッ素含有処理用ガス雰囲気中で使用される場合は、イットリア含有被膜がフッ化アルミニウムの形成を最小限にすることことができ、あるいは防止することさえできる。

【0068】

本質的にイットリアから成る溶射イットリア含有被膜を備えた構成要素をプラズマ反応チャンバ内に設けることによって、プラズマ反応チャンバ内でエッチングを行うときのウェーハの汚染を低減することを実証するための試験も実施した。試験は、イットリア含有被膜で完全に内部に封入されたチャンバライナー、イットリア含有被膜でコーティングされた接地リング、イットリア含有被膜でコーティングされた接地リングねじキャップおよび反応チャンバ内の石英窓を備えた9400DFMプラズマ反応器で実施された。

【0069】

反応チャンバは、6%の水+イソプロピルアルコールによる湿式清浄ふき取りを含む方

10

20

30

40

50

法、および6個の酸化物ウェーハおよび次のプロセス・パラメータ、すなわち、チャンバ圧力15ミリトル／上部コイル電力800ワット／底部電極電力0ワット／SF₆ 100 sccm / Cl₂ 20 sccm / O₂ 50 sccm / He 背面冷却圧力8トル／エッティング時間300秒、を用いる湿式清浄回収方法により準備した。反応チャンバのコンディショニングは、10個のむき出しのシリコン・ウェーハを使用し、以下のプロセス・パラメータで行った。すなわち、ブレークスルーエッティングは、チャンバ圧力4ミリトル／上部コイル電力600ワット／底部電極電力65ワット／HBr 100 sccm / エッティング時間10秒、およびメイン・エッティングは、チャンバ圧力6ミリトル／上部コイル電力350ワット／底部電極電力20ワット／HBr 80 sccm / エッティング時間65秒、およびオーバー・エッティングは、室圧力80ミリトル／上部コイル電力350ワット／底部電極電力75ワット／HBr 150 sccm / He 150 sccm / O₂ 5 sccm / エッティング時間90秒である。ウェーハごとにウェーハ無しの高圧自動洗浄法を使用した。

10

20

【0070】

ウェーハの汚染は以下の方法で測定した。Alk 熱酸化物ウェーハは以下のプロセス・パラメータでエッティングした。すなわち、ブレークスルーエッティングは、チャンバ圧力4ミリトル／上部コイル電力600ワット／底部電極電力65ワット／HBr 100 sccm / エッティング時間10秒、およびメイン・エッティングは、チャンバ圧力6ミリトル／上部コイル電力350ワット／底部電極電力20ワット／HBr 180 sccm / エッティング時間65秒、およびオーバー・エッティングは、チャンバ圧力80ミリトル／上部コイル電力350ワット／底部電極電力75ワット／HBr 150 sccm / He 150 sccm / O₂ 5 sccm / エッティング時間90秒である。シリコン・ウェーハは次のプロセス・パラメータ、すなわち、チャンバ圧力5ミリトル／上部コイル電力250ワット／底部電極電力150ワット／Cl₂ 50 sccm / エッティング時間120秒を用いてエッティングした。エッティングの後、ICP-MSを用いて熱酸化物ウェーハおよび主要シリコン・ウェーハの汚染を分析した。

20

30

40

50

【0071】

熱酸化物ウェーハおよびむき出しのシリコン・ウェーハが反応チャンバ内に置かれ、イットリア含有被膜を備える構成要素が反応チャンバ内にある場合と無い場合について上記のプロセス・パラメータを使用してエッティングされた。反応チャンバ内にイットリア含有被膜を含まない構成要素に関する試験の間は、反応チャンバ内の構成要素のかなりの量のアルマイト処理されたアルミニウムが試験中にプラズマにさらされた。エッティングに続いて、各ウェーハについてAl、Cr、Cu、Fe、Ni、NaおよびYの表面濃度が10¹⁰ 原子 / cm² 単位で測定された。反応チャンバ内に入れられなかつた制御酸化物ウェーハも分析されて、エッティングされたウェーハについて測定された汚染レベルが反応チャンバから発生したものであることが確認された。

【0072】

図7は、ウェーハの汚染分析の結果を示す。「コーティングされた」とは、反応チャンバ内にイットリアでコーティングされた構成要素が存在していたことを意味し、「コーティングされてない」とは、イットリアでコーティングされた構成要素が存在していなかつたことを意味する。同一のウェーハのタイプ、すなわち、熱酸化物ウェーハとむき出しのシリコン・ウェーハの試験結果を比較すると、試験結果では、元素ごとのベースで、イットリアでコーティングされた構成要素を含む反応チャンバの結果は、プラズマにさらされたアルマイト処理されたアルミニウム表面を構成要素上に含む反応チャンバの場合よりも著しく低いことが示されている。たとえば、「コーティングされてない」むき出しのシリコン・ウェーハについて測定されたアルミニウム濃度は約8.7 × 10¹⁰ 原子 / cm² であり、一方、「コーティングされた」むき出しのシリコン・ウェーハについて測定されたアルミニウム濃度は約1.2 × 10¹⁰ 原子 / cm² であった。また、「コーティングされてない」むき出しのシリコン・ウェーハについて測定されたクロム濃度は約7 × 10¹⁰ 原子 / cm² であり、一方、「コーティングされた」むき出しのシリコン・ウェーハについて測定されたクロム濃度は、測定装置の検出限界である約10⁹ 原子 / cm² であった。

。熱酸化物ウェーハの場合は、 10^{10} 原子 / cm^2 単位で以下の結果、Al : 「コーティングされてない」2000、「コーティングされた」480、Cu : 「コーティングされてない」15、「コーティングされた」4、Fe : 「コーティングされてない」72、「コーティングされた」280、Ni : 「コーティングされてない」10、「コーティングされた」2が得られた。試験の後で、試験中にFe汚染源が存在していて、これがウェーハ中のFeレベルを増加させたことが確認された。

【0073】

図7にも示すように、イットリアのレベルはテストしたウェーハすべてに対して有意でなかった。むき出しのシリコン・ウェーハの場合、測定装置の検出限界以上のイットリアは全く検出されなかった。この結果はプラズマ環境におけるイットリア含有被膜の強靭な性質を実証している。その結果、イットリア含有被膜は非常に低いレベルのウェーハ上イットリア汚染を達成することができる。

【0074】

したがって、上記のテスト結果によれば、プラズマ環境にさらされた構成要素の浸食速度の著しい低減をイットリア含有被膜により達成することができる事が実証されている。結果として、イットリア含有被膜は、イットリアならびにイットリアでコーティングされた部品を形成するその他の元素による、プラズマ・エッチング反応器内に含まれた半導体基板の汚染を最小限にすることができる。

【0075】

イットリア含有被膜は極度に硬い、耐摩耗性の表面を提供することができる。このような被膜は処理チャンバガスと反応する物質が無くかつ化学的に不活性で、そのため微粒子汚染が少ないか全く無く、腐食が最小であるか全く無く、金属汚染が最小であるか全く無くかつ／または揮発性のエッチング生成物が最小であるか全く無いことが望ましい。それゆえ、イットリア含有被膜は、金属および微粒子の汚染のレベルを減少させ、消耗品の寿命を増加させて費用を下げ、工程のふらつきを減少させ、室部品および下地の腐食レベルを低減することができる。

【0076】

本発明の特定の実施形態について詳細に述べたが、当業者には、添付の請求項の範囲を逸脱することなく数多の変形および変更形態が可能であり、同等のものを用いることができる事が明白であろう。

【図面の簡単な説明】

【0077】

【図1】従来のプラズマ溶射法を示す図である。

【図2】本発明の例示的実施形態によるプラズマ・エッチング装置用ガス・リングの断面図である。

【図3】本発明による構成要素の例示的実施形態を含むエッチングチャンバの図である。

【図4】本発明による構成要素の例示的実施形態を含む別のエッチングチャンバの図である。

【図5】本発明による保護被膜の例示的実施形態の図である。

【図6】本発明による保護被膜の別の例示的実施形態の図である。

【図7】本発明によるイットリア含有被膜でコーティングされた酸化物ウェーハおよびむき出しのシリコン・ウェーハの汚染レベルおよびコーティングされてない場合の汚染レベルを示す図である。

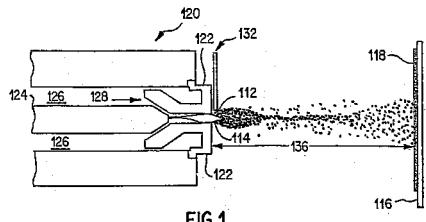
10

20

30

40

【図1】

FIG.1
PRIOR ART

【図2】

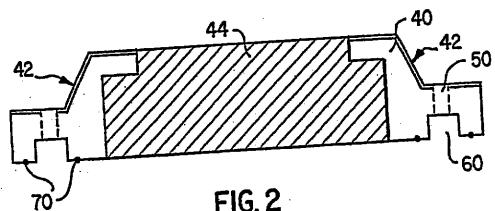


FIG.2

【図3】

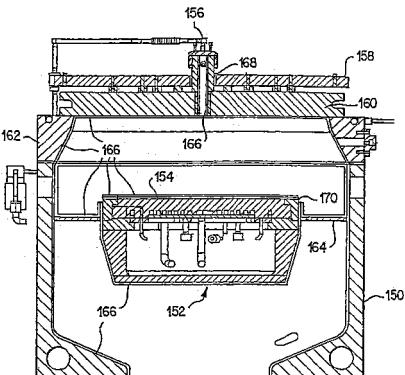


FIG.3

【図4】

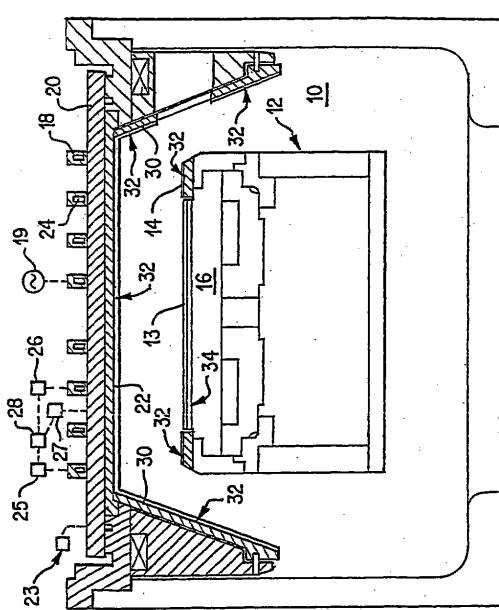


FIG.4

【図5】

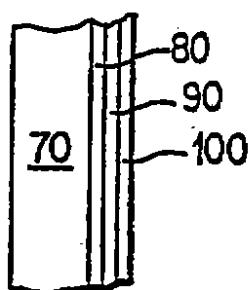


FIG.5

【図6】

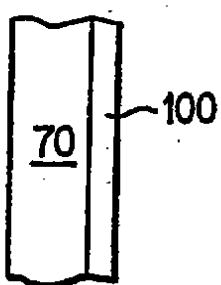
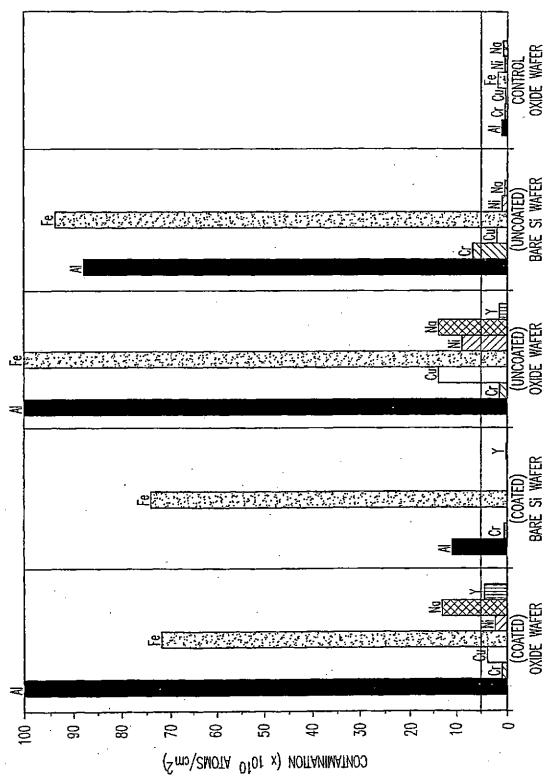


FIG.6

【図7】

FIG.7



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US 03/18502

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01J37/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 156 130 A (TOCALO CO LTD ; TOKYO ELECTRON LTD (JP)) 21 November 2001 (2001-11-21) abstract paragraphs '0016! - '0032!	1-7, 10, 12-14, 16-18, 20-23, 25-34
X	US 2001/003271 A1 (OTSUKI HAYASHI) 14 June 2001 (2001-06-14) claims 1,6	1,10,12, 16,20,25
P, X	US 2002/086118 A1 (CHANG CHRISTOPHER C ET AL) 4 July 2002 (2002-07-04) claims 14-20	1,10,12, 16,20,25

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"L" document which may throw doubts on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"Q" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

11 February 2004

19/02/2004

Name and mailing address of the ISA

Authorized officer

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Schaub, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/US 03/18502

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 94 21 671 U (SIEMENS AG) 11 July 1996 (1996-07-11) claims 2,5	1,3-5, 10,12, 16,20,25
A	US 2002/009560 A1 (OZONO SHUNICHI) 24 January 2002 (2002-01-24) paragraphs '0015!, '0 28! - '0034!; figures	1,8-10, 12,16, 20,25
A	US 6 352 611 B1 (SHIH HONG ET AL) 5 March 2002 (2002-03-05) cited in the application abstract	1,10,12, 16,20,25
A	US 5 798 016 A (HAVERLAG MARCO ET AL) 25 August 1998 (1998-08-25) claims 8,16,20,23	1,5,10, 12,16, 20,25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/US 03/18502

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 1156130	A	21-11-2001	JP EP WO TW US	2001164354 A 1156130 A1 0142526 A1 486758 B 2002177001 A1	19-06-2001 21-11-2001 14-06-2001 11-05-2002 28-11-2002
US 2001003271	A1	14-06-2001	JP TW US	2001226773 A 514996 B 2003200929 A1	21-08-2001 21-12-2002 30-10-2003
US 2002086118	A1	04-07-2002	EP WO	1346076 A2 02057506 A2	24-09-2003 25-07-2002
DE 9421671	U	11-07-1996	DE	9421671 U1	11-07-1996
US 2002009560	A1	24-01-2002	JP	2001102365 A	13-04-2001
US 6352611	B1	05-03-2002	US US JP WO	6123791 A 2002100554 A1 2002521834 T 0007216 A1	26-09-2000 01-08-2002 16-07-2002 10-02-2000
US 5798016	A	25-08-1998	DE JP JP US	19506745 A1 3243740 B2 8037180 A 5637237 A	14-09-1995 07-01-2002 06-02-1996 10-06-1997

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NI,NO,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100101063

弁理士 松丸 秀和

(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 ダグエルティー, ジョン, イー.

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94560, ニューアーク, バークシャー プレイス
36220

F ターム(参考) 5F004 AA16 BA20 BB29