(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3768882号
(P3768882)
(45)発行日　平成18年4月19日(2006.4.19)　(24)登録日　平成18年2月10日(2006.2.10)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 21/3065	(2006.01)	H01L	21/302	101G
B01J 4/00	(2006.01)	B01J	4/00	102
B01J 19/08	(2006.01)	B01J	19/08	H
C23C 16/44	(2006.01)	C23C	16/44	J
H01L 21/205	(2006.01)	H01L	21/205	

請求項の数 20　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2001-525755(P2001-525755)
(86)(22)出願日　平成12年9月11日(2000.9.11)
(65)公表番号　特表2003-510813(P2003-510813A)
(43)公表日　平成15年3月18日(2003.3.18)
(86)国際出願番号　PCT/US2000/024867
(87)国際公開番号　WO2001/022479
(87)国際公開日　平成13年3月29日(2001.3.29)
審査請求日　平成15年2月19日(2003.2.19)
(31)優先権主張番号　09/401,307
(32)優先日　平成11年9月23日(1999.9.23)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　592010081
ラム　リサーチ　コーポレーション
ＬＡＭ　ＲＥＳＥＡＲＣＨ　ＣＯＲＰＯＲＡＴＩＯＮ
アメリカ合衆国，カリフォルニア　９５０３８，フレモント，クッシング　パークウェイ　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】半導体処理用ガス分配装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

半導体基板処理中のパーティクルおよび／または金属汚染を低減する、シリコンを含有したバッフルプレートであって、該バッフルプレートはシャワーヘッドガス分配システムのバッフルチャンバ内に適合しており、該バッフルプレートは少なくともその１つの表面にシリコンを含み、そのシリコン含有表面がシャワーヘッドに隣接し、かつそれに対向するように該バッフルチャンバ内に適合している、バッフルプレート。

【請求項２】

シリコン含有バッフルプレートは、純度が少なくとも９９．９９９％のシリコン又は炭化シリコンから成る請求項１に記載のバッフルプレート。

【請求項３】

シリコン含有バッフルプレートは、全体が、単結晶シリコン、多結晶質シリコン、非焼結炭化シリコン、焼結炭化シリコン、バルクのＣＶＤ炭化シリコン、炭化シリコンのＣＶＤ被覆のある焼結炭化シリコン、炭化シリコンで被覆した黒鉛、合成反応炭化シリコン、または、これらの組み合わせで構成される請求項１に記載のバッフルプレート。

【請求項４】

シリコン含有バッフルプレートは、処理ガスを通過させる開口部を含み、該開口部は、シリコン含有バッフルプレートを前記バッフルチャンバに据えたときに、前記シャワーヘッドの開口部からずれる請求項１に記載のバッフルプレート。

【請求項５】

２つのアルミニウムバッフルプレートを含むバッフルチャンバにおける下部アルミニウムバッフルプレートのための差込式代替品である請求項１に記載のバッフルプレート。
【請求項６】
全体が非焼結炭化シリコン材料から成る請求項１に記載のバッフルプレート。
【請求項７】
非焼結炭化シリコン材料は、シリコン蒸気と炭素材料との合成反応により形成される炭化シリコンから成る請求項６に記載のバッフルプレート。
【請求項８】
ガス分配システムの一部として請求項１に記載のシリコン含有バッフルを有するプラズマ処理チャンバであって、該ガス分配システムは、エラストマー接着のシャワーヘッドシリコン電極とバッフルチャンバを含み、該シリコン含有バッフルプレートは、そのシリコン含有表面が該シャワーヘッド電極に対向した状態で該バッフルチャンバに据えられており、該シリコン含有バッフルプレートの該シリコン含有表面は、該プラズマ処理チャンバ内のプラズマ環境下でアルミニウムバッフルプレートよりも耐性があるとともに汚染を与えることなく、該シリコン含有バッフルプレートは、該プラズマ処理チャンバ内で半導体基板をプラズマ処理する際に、同じ処理条件下で該シリコン含有バッフルプレートの代わりにアルミニウムバッフルプレートを使用して生じる金属汚染と比較して、金属汚染を１桁減じる効果がある、プラズマ処理チャンバ。
【請求項９】
シリコン縁リングを有する静電性チャック上に支持された半導体ウェハと、石英リングのスタック構造を含むプラズマ閉じ込めリングとを更に含む請求項８に記載のプラズマ処理チャンバ。
【請求項１０】
ガス分配システムが、シャワーヘッド、処理ガスを該シャワーヘッドへ通過させるバッフルチャンバ、および該バッフルチャンバに配置されたシリコン含有バッフルプレートを含む反応チャンバにおいて、基板処理中のパーティクルおよび／または金属汚染を低減する方法であって、
前記反応チャンバに半導体基板を供給し、
処理ガスが前記シリコン含有バッフルプレートを通過して、前記シリコン含有バッフルプレートと前記シャワーヘッドとの間の空間に入り、次いで前記シャワーヘッドを通過して前記反応チャンバの内部に入るように、前記バッフルチャンバに処理ガスを供給し、
シャワーヘッドを通過する処理ガスにより前記半導体基板を処理する方法。
【請求項１１】
前記半導体基板は、ウェハを含み、前記半導体基板は、シリコン縁リングを有する静電性チャック上に支持され、前記シャワーヘッド電極は、シリコンで構成されており、処理ガスにエネルギーを与えて、石英リングのスタック構造を含むプラズマ閉じ込めリング内に閉じ込められたプラズマを生成する請求項１０に記載の方法。
【請求項１２】
処理ガスが前記半導体基板の露出した表面に接触するプラズマを形成するようにＲＦ電力を前記シャワーヘッド電極に供給することにより前記ウェハ上の層をエッチングすることを含む請求項１１に記載の方法。
【請求項１３】
前記半導体基板は、シリコンまたはヒ化ガリウムウェハを含み、該方法は、該ウェハ上の誘電性、半導体または伝導性材料の層をドライエッチングすることを含む請求項１０に記載の方法。
【請求項１４】
該方法は、前記半導体基板に材料層を堆積させることを含む請求項１０に記載の方法。
【請求項１５】
前記シャワーヘッドは、温度制御部材にエラストマー結合されたシャワーヘッド電極を備え、該方法は、該温度制御部材に冷却剤を通過させて前記シャワーヘッド電極から熱を

取り出すことを含む請求項１０に記載の方法。
【請求項１６】
アルミニウムバッフルプレートが、前記シリコン含有バッフルプレートと前記バッフルチャンバに処理ガスを供給するガスインレットとの間にある前記バッフルチャンバに配置されており、処理ガスは前記シリコン含有バッフルプレートを通過する前に、前記アルミニウムバッフルプレートを通過する請求項１０に記載の方法。
【請求項１７】
処理ガスは、前記シャワーヘッドの開口部からずれている、前記シリコン含有バッフルプレートの開口部を通過し、該ずれは、前記チャンバ内のプラズマと前記シリコン含有バッフルプレートの開口部との間の直線経路（line-of-sight）をなくすのに十分である請求項１０に記載の方法。
【請求項１８】
前記半導体基板は、誘電層、および、電気伝導層または半導体層を含み、開口部が、前記基板の前記誘電層の露出した部分を通して前記基板の電気伝導層または半導体層までエッチングにより形成される請求項１０に記載の処理。
【請求項１９】
エッチング工程は、ダマシン構造を製造する処理の一部として遂行される請求項１８に記載の処理。
【請求項２０】
該方法は、ガス分配システムの下部バッフルプレートを前記シリコン含有バッフルプレートに置き換えることを含む請求項１のガス分配システムにより半導体ウェハを処理する方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
（発明の分野）
本発明は、集積回路ウェハなどの半導体基板を処理するのに用いる反応チャンバに関し、特にこれら反応チャンバに用いるガス分配システムの改良に関する。
【０００２】
（発明の背景）
半導体処理は、金属材料、誘電材料および半導体材料の化学気相成長（ＣＶＤ）や、かかる層のエッチング、フォトレジストマスキング層のアッシングなどを含む。エッチングの場合、金属材料、誘電材料および半導体材料をエッチングするには、従来、プラズマエッチングが利用されている。平行平板型プラズマリアクタは、典型的には、１つまたはそれ以上のバッフルを有するガスチャンバ、エッチングガスが通過するシャワーヘッド電極、シリコンウェハを下部電極上に支える台座、高周波（ＲＦ）電源およびガスチャンバにガスを供給するガス注入源を含む。ガスは電極によりイオン化されてプラズマを形成し、このプラズマはシャワーヘッド電極の下に支えられているウェハをエッチングする。
【０００３】
半導体基板をプラズマ処理するシャワーヘッド電極は、同一人の所有に係る米国特許第５０７４４５６号、第５４７２５６５号、第５５３４７５１号および第５５６９３５６号に開示されている。他のシャワーヘッド電極ガス分配システムは、米国特許第４２０９３５７号、第４２６３０８８号、第４２７０９９９号、第４２９７１６２号、第４５３４８１６号、第４５７９６１８号、第４５９００４２号、第４５９３５４０号、第４６１２０７７号、第４７８０１６９号、第４８５４２６３号、第５００６２２０号、第５１３４９６５号、第５４９４７１３号、第５５２９６５７号、第５５９３５４０号、第５５９５６２７号、第５６１４０５５号、第５７１０４８５号、第５７４６８７５号および第５８８８９０７号に開示されている。このうち、特許第４５３４８１６号は、上部電極アセンブリがステンレス鋼、アルミニウムまたは銅の電極と、導電材料または焼結黒鉛のバッフルを含む、単一ウェハプラズマエッチングチャンバを開示している。
【０００４】

集積回路の製造において一般に必要とされるものは、誘電材料のコンタクトやヴィアなどの開口部のエッチングである。誘電材料は、ＦＳＧ（fluorinated silicon oxide）、二酸化シリコンのような非ドープシリコン酸化物、ＢＰＳＧ（boronphosphate silicate glass）やＰＳＧ（phosphate silicate glass）のようなケイ酸塩ガラス、ドープまたは非ドープ熱成長シリコン酸化物、ドープまたは非ドープＴＥＯＳ堆積シリコン酸化物(TEOSdeposited silicon oxide)などを含む。誘電性ドープ剤は、ホウ素、リンおよび／またはヒ素を含む。誘電体は、多結晶シリコンのような導電層または半導体層、アルミニウム、銅、チタン、タングステン、モリブデンまたはその合金のような金属、チタン窒化物のような窒化物、チタンケイ化物、コバルトケイ化物、タングステンケイ化物、モリブデンケイ化物ような金属ケイ化物などに重ねることができる。シリコン酸化物の開口部をエッチングするために平行平板型プラズマリアクタを用いるプラズマエッチング技法は、米国特許第５０１３３９８号に開示されている。

【０００５】

米国特許第５７３６４５７号には、シングルおよびデュアル「ダマシン」メタライゼーション・プロセスについての記述がある。「シングルダマシン」手法においては、導体またはヴィアは、別々の工程において形成される。この別々の工程において、導体またはヴィアのためのメタライゼーションパターンが誘電層中にエッチング形成され、金属層が誘導層内のエッチングされた溝またはヴィアホールに充填され、過剰金属が化学機械平坦化（chemical mechanical planarization;ＣＭＰ）またはエッチバック処理によって除去される。「デュアルダマシン」手法においては、ヴィアや導体のためのメタライゼーションパターンが誘電層中にエッチング形成され、エッチングされた溝やヴィア開口部は、単一の金属充填および余剰金属除去プロセスにおいて金属で充填される。

【０００６】

半導体処理技術においては、金属および／またはパーティクルによる汚染が減少し、湿式洗浄の時間間隔が大きくなってウェハの生産効率が向上する改良型リアクタの設計が必要とされている。従来、リアクタの設計を改善すべく様々な努力がなされてきたが、上述の目標を達成する改善はいかなるものであっても非常に望ましく、酸化物エッチングにおいては特にそうである。

【０００７】

（発明の概要）

本発明は、半導体基板の処理中のパーティクルおよび／または金属汚染を低減するバッフルプレートを提供する。バッフルプレートは、シャワーヘッドガス分配システムのバッフルチャンバ内に適合しており、バッフルプレートのシリコン含有表面がシャワーヘッドに隣接して向き合うようになっている。バッフルプレートは実質的にシリコンまたは炭化シリコンのようなシリコン化合物から成っている。好ましいバッフルプレートの材料としては、純度が少なくとも９９．９９９％および／または多孔率が１０～３０％の炭化シリコンがある。炭化シリコンバッフルプレートは、非焼結炭化シリコン、焼結炭化シリコン、バルクのＣＶＤ炭化シリコン、炭化シリコンのＣＶＤ被服を有する焼結炭化シリコン、炭化シリコンが被服された黒鉛、合成反応炭化シリコン、またはこれらの結合物で実質的に構成されている。

【０００８】

本発明の一側面によれば、シリコン含有バッフルプレートは、アルミニウムバッフルプレートの差込式代替品として利用することができる。バッフルチャンバに取り付けられる場合、シリコン含有バッフルプレートは処理ガス通過用の開口部を含むことができるが、その開口部はシャワーヘッドの開口部からずれている。シリコン含有バッフルプレートとそれに隣接するアルミニウムバッフルプレートとの間にプレナムを装備するために、シリコン含有バッフルプレートはその周縁に延びる縁を設けることができる。

【０００９】

使用の際は、シリコン含有バッフルプレートはプラズマ処理チャンバのガス分配システムの一部と成りうるものであり、このガス分配システムはシャワーヘッド電極を有し、シ

リコン含有バッフルプレートは、シリコン含有表面がシャワーヘッド電極と向き合い、シリコン含有バッフルプレートの反対側がアルミニウムバッフルプレートと向き合うように、バッフルチャンバに取り付けられている。このような配置で、同様の処理条件下でシリコン含有バッフルプレートの代わりにアルミニウムバッフルプレートを使用して発生する金属汚染と比較して、シリコン含有バッフルプレートは少なくともプラズマ処理チャンバにおける半導体基板のプラズマ処理中の金属汚染を１桁低減する効果がある。

【００１０】

また、本発明は反応チャンバにおける基板の処理中のパーティクルおよび／または金属汚染を低減する方法を提供する。この方法において、ガス分配システムは、シャワーヘッドと、処理ガスを通過させてシャワーヘッドへ至らせるバッフルチャンバと、バッフルチャンバに配置されたシリコン含有バッフルプレートとを有する。この方法は、半導体基板を反応チャンバへ供給し、処理ガスをバッフルチャンバへ供給する。ここで、処理ガスは、シリコン含有バッフルプレートを通過してシリコン含有バッフルプレートとシャワーヘッドとの間の空間へ入り、続いてシャワーヘッドを通過して反応チャンバ内へ入る。そして、この方法では、半導体基板をシャワーヘッドを通過する処理ガスで処理する。

【００１１】

好ましい方法によれば、シャワーヘッドは、そこを通過する処理ガスにエネルギーを与えてプラズマ状態とするシャワーヘッド電極である。この方法では、処理ガスが半導体基板の露出表面に接してプラズマを形成するように高周波（ＲＦ）電力をシャワーヘッド電極に供給することにより半導体基板上の層をエッチングしてもよい。例えば、半導体基板がシリコンまたはヒ化ガリウムウェハから成る場合、この方法は、ウェハ上の誘電性、半導体材料または導電性層材料をドライエッチングしてもよい。或いは、この方法は、半導体基板に材料層を堆積させてもよい。シャワーヘッドが温度制御部材に取り付けられたシャワーヘッド電極から成る場合、この方法は、冷却剤を温度制御部材に通過させることによって、シャワーヘッド電極から熱を奪い取る場合もある。エッチングを行う場合、開口部は、基板誘導層の露出部分を通して基板の電気伝導層または半導体層までエッチングすることができる。例えば、エッチング工程はダマシン構造を製造する手順の一部として遂行することができる。さらに、この方法はガス分流システムのアルミニウムバッフルプレートをケイ素含有バッフルプレートに代える場合もある。

【００１２】

本発明の目的と利点は図面を参照しながら下記の詳細な説明を読めば明らかになるであろう。

【００１３】

（好ましい実施形態の詳細な説明）

本発明を良く理解するために、下記の詳細な説明では、本発明の好ましい実施例が図示され、記述されている添付の図面を参照する。さらに、図面中、同一の構成要素を識別する際に用いる符号番号はすべて同一である。

【００１４】

本発明によれば、半導体基板の汚染は、処理ガスを分配するシャワーヘッドを含むプラズマチャンバにおける処理中において実質的に削減される。そのようなプラズマ処理方式の例として、個々のウェハが下部電極に支えられ、上部電極がシャワーヘッド電極を含む、平行平板型リアクタがある。このようなリアクタでの処理中、プラズマはシャワーヘッド電極やリアクタの他の内部を攻撃する。プラズマがシリコンのエッジリングを有する静電気チャック（ＥＳＣ）上のウェハ、シリコンのシャワーヘッドおよび石英閉じ込めリングによって狭い領域に限定される平行平板型のリアクタにおいては、シャワーヘッド電極に隣接するアルミニウムのバッフルプレートが、ウェハの金属およびパーティクル汚染を引き起こすほどに、プラズマによって攻撃されていることが非常によく分かった。

【００１５】

バッフルプレート構成を装備した典型的なシャワーヘッドにおいては、処理ガスはプレナムに入り、シャワーヘッドから出る前に１つまたはそれ以上のバッフルプレートを通過す

る。そのような装備を利用するプラズマ処理チャンバにおいては、プラズマが、シャワーヘッドに隣接したバッフルプレートの、シャワーヘッド孔の近辺を攻撃することが分かっている。時の経過と共に、バッフルプレートの底面に侵食パターン（シャワーヘッドの孔パターンと同一）が生じ、その結果、アルミニウムがプラズマ内部に入り、それがポリマーを除去することを困難にしている。例えば、処理ガスがフッ素を含有している酸化物エッチングチャンバの場合、アルミニウムはフッ素と結合してＡＩＦ含有ポリマーを形成する。ポリマー中のアルミニウムが増加するにつれて、ポリマーはさらに濃厚になり、これがダストパーティクルを発生させ、エッチングチャンバ内に散らばる。このようなパーティクルを、処理したウェハ上に見つけた場合、それを「アッダー」と呼ぶ。このような「アッダー」は集積回路を不良にするので、処理したウェハ上のアッダーの数を最小限にすることが望ましい。さらに、高い生産効率を得るために、プラズマリアクタが処理生産性を回復するための「湿式洗浄」を受ける時間間隔を極限まで延ばすことが望ましい。つまり、プラズマの洗浄工程は、各ウェハの処理サイクルごとに行われるのが一般的であるが、一定数のウェハが処理されると、リアクタ内に副産物が堆積し、プロセスウィンドウの外側へのプロセスドリフトが生じる。このような湿式洗浄中には、生産を止めてチャンバ内を化学的に洗浄することが必要である。

【００１６】

本発明によれば、（１）装置不良を起こし、処理したウェハの収率に悪影響を及ぼすパーティクルの数を著しく減少することができ、（２）アルミニウムによる汚染を少なくとも１桁、好ましくは少なくとも２桁減少することができ、および／または（３）ウェハ処理を繰り返し行うために必要な湿式洗浄の時間間隔を少なくとも１００％、好ましくは２００％またはそれ以上、例えば４，０００ｒｆ分（アルミニウム・バッフルプレートの場合）から１２，０００ｒｆ分またはそれ以上のｒｆ分（「ｒｆ分」とは、リアクタが次に洗浄される前に、ウェハがリアクタ内でプラズマによって処理される時間の合計）だけ延ばすことができるという驚くべき発見をした。このような極めて有利な結果はシャワーヘッドに隣接するシリコン含有バッフルプレートを利用することによって得られる。このシャワーヘッド構成は、処理ガスを半導体基板に対して分配することが望まれる半導体処理装置のいずれにも利用することができる。そのような装置としては、ＣＶＤ方式、アッシング装置、静電結合プラズマリアクタ、誘電結合プラズマリアクタ、ＥＣＲ（電子サイクロトン共鳴）リアクタなどがある。

【００１７】

本発明の好ましい実施例において、図１に示すように、シリコン含有バッフルプレートは、単一ウェハエッチャーの電極１０に組み込まれている。このようなシャワーヘッド電極１０は、電極１０の下部に１センチから２センチの間隔を置いてウェハを支える平底電極のある静電性チャックと共に使われるのが一般的である。このようなチャック構成は、ウェハとチャックとの間の伝熱率を制御する背面Ｈｅ圧力を供給することにより、ウェハの温度を制御することができる。

【００１８】

図１に示すシャワーヘッド電極アセンブリは定期的に交換を必要とする消耗部品である。電極アセンブリは温度制御部材に取り付けられるので、交換の容易化のため、シリコン電極１０の外縁の上部表面は黒鉛支持リング１２に約１５６℃の融点を持つインジウムによって接着することができる。しかしながら、電極は他の技法によっても、また図２と図３に関連して以下に説明するエラストマー接合部によっても、取り付けることができる。

【００１９】

図１に示す電極１０は、中心から縁にわたって均等な厚さを持つ平面ディスクである。リング１２上の外部フランジは、アルミニウムクランプリング１６によって、冷却導管１３を有するアルミニウム温度制御部材１４に締め付けられている。水が、水吸入／排出接続口１３ａによって、冷却導管１３内を循環している。間隔を置いて積み重ねられた石英リングを含むプラズマ閉じ込めリング１７が電極１０の外周を囲んでいる。プラズマ閉じ込めリング１７は、誘電体（例えば、石英）環状リング１８にボルト止めされており、この

リング１８は、次に、誘電体ハウジング１８ａにボルト止めされている。閉じ込めリング１７の目的と機能は、リアクタ内に圧力差を起こし、反応チャンバ壁とプラズマとの間の電気抵抗を増加させて、プラズマを上部と下部電極間に閉じ込めることである。クランプリング１６の内径方向内側に延びるフランジは、黒鉛支持リング１２の外部フランジと係合する。このようにして電極１０の露出表面には締め付け圧力が直接加えられないようになっている。

【００２０】

ガス供給源からの処理ガスは温度制御部材１４の中心孔２０を通して電極１０に供給される。処理ガスは、それから１つまたはそれ以上の垂直方向に間隔を置いて配置されたバッフルプレート２２に分配され、電極１０のガス分配孔（不図示）を通過して、反応チャンバ２４内に均等に分散される。電極１０から温度制御部材１４への熱伝導を高めるために、温度制御部材１４と支持リング１２の相互に対向する表面間の空きスペースに処理ガスを供給して、このスペースを満たすことができる。さらに、環状リング１８または閉じ込めリング１７のガス通路（不図示）に接続されたガス通路２７は、反応チャンバ２４内の圧力をモニタすることを可能にする。処理ガスを温度制御部材１４と支持リング１２との間の圧力下に維持するために、第一のＯリングシール２８が、支持リング１２の内部表面と温度制御部材１４の対向表面との間に設けられ、第二のＯリングシール２９が、支持リング１２の上部表面の外側部分と温度制御部材１４の対向表面間に設けられる。反応チャンバ２４内の真空環境を維持するために、Ｏリング３０、３２が、温度制御部材１４と円筒状部材１８ｂとの間、及び、円筒状部材１８ｂとハウジング１８ａとの間にさらに設けられている。

【００２１】

本発明に従って、下部バッフル２２ａは、シリコン、または炭化シリコンのようなシリコン化合物で作られ、または塗布されている。シリコンは、純度が９９．９９９％またはそれ以上の高い純度を持つ多結晶質シリコン又は単結晶シリコンを含む。炭化シリコンは、マサチューセッツ州ウーバンのモルトンインターナショナル社（Morton International, Inc.）、日本国のタマニ市の三造メタル社(Sanzo Metal, Inc.)、日本国名古屋市の日本ガイシ社（NGKinsulator, Ltd.）から入手可能なＣＶＤ炭化シリコン材料、またはカリフォルニア州ビスタのサーコム社（Cercom, Inc.）、カリフォルニア州コスタメッサのカルボルンダム社（Carborundum,Inc.）、カリフォルニア州コスタメッサのセラダイン社（Ceradyne, Inc.）から入手可能な焼結炭化シリコン材料のような、純度の高い炭化シリコンが商用生産されている。シリコン蒸気を使用した黒鉛変換によって作られた炭化シリコンは、テキサス州ディケーターのポコグラファイト社（PocoGraphite, Inc.）から入手可能である。

【００２２】

シリコンおよび炭化シリコン以外に、下部バッフルプレートおよび／またはガス分配システムの他の部品に組み込まれてもよいし組み込まれなくてもよい他の好適ではあるが最適ではない、アルミニウムを含まない材料としては、窒化シリコン、炭化ホウ素、窒化ホウ素などのような非酸化セラミックス、石英、酸化シリコンなどのような酸化物材料、「ＶＥＳＰＥＬ」、「ＰＥＥＫ」、「ＴＥＦＬＯＮ」などのような熱可塑性プラスチックおよび高純度黒鉛がある。しかしながら、エッチングに用いるシャワーヘッド電極においては、非導電材料でできたバッフルプレートはエッチング機器のｒｆ特性に微妙な差を生み出す場合があり、一方、黒鉛でできたバッフルプレートは誘電エッチング処理に用いる酸素プラズマによって積極的に攻撃され、パーティクル問題を起こしたり、黒鉛の磨耗が大きかったりする。これに対して、シリコンや炭化シリコンバッフルプレートのプラズマによるスパッタリングは、シリコン、またはシリコン及び炭素を発生させ、この両者が、処理されるウェハ上とエッチングガス内に豊富に存在する。さらに、シリコンおよび炭化シリコンは、そのようなプラズマ環境において優れた磨耗特性を示す。

【００２３】

本発明の好適な実施例によれば、下部バッフルプレートは、純度の高い、例えば少なくと

も９９．９９９％の純度を持つ炭化シリコンで作ることができる。コストの観点から特に好まれる炭化シリコンは、有形の黒鉛片を１６００℃程度の温度でシリコン蒸気と反応させ黒鉛を炭化ケイ素に変換させる黒鉛変換によって作られた非焼結型の炭化シリコンである。開始段階の黒鉛は、微粒子で、多孔度が低く、純度が高いことが好ましい。シリコン蒸気による炭化シリコンへの変換の結果、バルクの炭化シリコンは多孔度が１０～３０％の範囲、例えば約２０％となりうる。必要であれば、炭化シリコンは、ＣＶＤ　ＳｉＣ層で被覆されてもよい。この方法で作られたＳｉＣは、室温で約８０Ｗ／ｍ．ｋの熱伝導性、少なくとも約８０，０００ｐｓｉの圧縮強度、少なくとも約２．１０Ｍｐａ－ｍ$^{-2}$の破壊靭性、および少なくとも約１５，０００ｐｓｉの引張強度を示す。

【００２４】

シリコンまたは炭化シリコンのバッフルプレートは、既存のアルミニウムバッフルプレートの差込式代替品として、または、あらゆるガス分流システム中の、汚染の低減が望まれる部分として、設計することができる。例えば、シリコン含有バッフルプレートは、Ｅｘｅｌａｎ（登録商標）または４５２０ＸＬＥ（登録商標）のアルミニウムバッフルプレートの差込式代替品として使用することができる。この両者は、本出願の譲受人であるラムリサーチコーポレーション（Lam Research Corporation）によって製造されている。

【００２５】

本発明に係わるシリコン含有バッフルは、パーティクル汚染の減少、金属汚染の減少、湿式洗浄間の時間の拡大による生産効率の増大をもたらす。このような改善は、シリコンおよび炭化シリコンがアルミニウムバッフルプレートよりも耐性があり汚染が少ないので、可能であるように思われる。即ち、下部バッフルがシャワーヘッド電極のすぐ後側にあるので、それとプラズマとの間にシャワーヘッド電極の孔を介して経路（line-of-sight）が存在する。プラズマ内に発生したイオンはシャワーヘッドを介してバッフルに向かって加速されることにより、バッフル表面がスパッタされる。その結果、プラズマチャンバは、アルミニウムや、標準的なアルミニウムバッフルプレートに含まれる他の微量金属で汚染される。プラズマチャンバが一度アルミニウムで被服されると、アルミニウムはプラズマエッチング処理中に発生したポリマーと結合し、プラズマチャンバ内のウェハ上に堆積する、ちり状のまたは薄片状のポリマーを作る。このようなパーティクル欠陥はウェハの生産性を低下させる。本発明に係わるシリコンのバッフルプレートおよび炭化シリコン（ＳｉＣ）のバッフルプレートは、下記の表に明記した分類中の１つまたはそれ以上の点において、アルミニウム（Ａｌ）製のバッフルプレート、黒鉛、熱分解した黒鉛、ＳｉＣを被服した黒鉛、Ｖｅｓｐｅｌ（登録商標）、および石英よりも優れた性能を示した。

【００２６】

【表１】

特性	電気的	汚染	物理的	微塵
ＳｉＣ	良い	最良	良い	最良
Ａｌ	最良	最悪	最良	悪い
黒鉛	良い	良い	最低限界	悪い
熱分解黒鉛	良い	良い	最低限界	悪い
ＳｉＣ塗布黒鉛	良い	良い	良い	悪い
Ｖｅｓｐｅｌ（登録商標）	悪い	良い	悪い	良い
シリコン	最低限界	良い	最低限界	未知
石英	悪い	良い	悪い	未知

【００２７】
アルミニウムバッフルプレートとシリコン含有バッフルプレートとを比較すると、シリコン含有バッフルプレートを有するシャワーヘッド電極を備えたプラズマチャンバでエッチングされたウェハは、アルミニウムバッフルを用いた同様の処理リアクタと比較して、平均して２分の１またはそれ以下の「アッダー」（即ち、パーティクル）を示した。さらに、ｒｆ分で測定する処理反復性(process repeatability)を回復するのに用いる湿式洗浄の間の時間間隔を比較すると、シリコン含有バッフルプレートを有するプラズマエッチングリアクタは、アルミニウムバッフルプレートのわずか４，０００ｒｆ分と比較して、１５，０００ｒｆ分においても、そして２５，０００ｒｆ分～２９，０００ｒｆ分においても湿式洗浄を必要としなかった。生産効率におけるこのような劇的な改善はケイ素含有バッフルプレートを既存のアルミニウムバッフルプレートの極めて経済的な代替品としている。

【００２８】
電極アセンブリは消耗部品であるので、プラズマに接触する電極アセンブリの部品には非汚染材料を使用することが望ましい。処理ガスの化学的性質に応じて、そのような材料としては、アルミニウムを含まない、導電材料、半導体材料性、または、ガラス、セラミック、及び／又はポリマー材料、例えば、単結晶または多結晶質シリコン、石英、シリコン、ホウ素、チタン、タンタル、ニオブ及び／又はジルコニウムの炭化物、シリコン、ホウ素、チタン、タンタル及び／又はジルコニウムの窒化物、シリコン、ホウ素、チタン、タンタル、ニオブ及び／又はジルコニウムの酸化物、チタン、タングステン、タンタル及び／又はコバルトのケイ化物、熱分解黒鉛、ダイヤモンドなどが好ましい。シリコン、炭素、窒素及び／又は酸素で構成された材料は、プラズマ反応チャンバの表面として最も好ましい。

【００２９】
電極は好ましくは、中心からその外縁にわたって均一な厚さを持つ平面状の、シリコン（例えば、単結晶シリコン）、黒鉛または炭化シリコンの電極ディスクのような導電材料から成る。しかしながら、不均一な厚さや異なる材料および／または処理ガス分配孔のない電極も、本発明によれば電極アセンブリと共に使用することができよう。好ましい実施の

形態においては、電極は、電極によってエネルギーを与えられ、電極の下にある反応チャンバにプラズマを形成する処理ガスを供給するための適切なサイズと配分を有する、間隔を置いて配置された複数の排出路のあるシャワーヘッド電極である。

【００３０】

図２は、シャワーヘッド電極の配置を示すもので、これは図１に示す電極１０と支持リング１２から構成される電極アセンブリと置き換えることができる。電極４０は、図３に示すよう、電極４２が凹部４８に設置されるエラストマー接合部４６によって支持リング４４に接着されている点で、図１に示す内部結合アセンブリとは異なる。凹部４８は支持リング４４の内壁（不図示）と外壁５０の間にある支持リング４４の周囲に連続的に延びている。各壁５０は、例えば、約３０ミル程度まで出来るだけ薄くすることができるが、これによってエラストマーは、各壁５０と接触する領域に薄い層（例えば、エラストマーが粒軽０．７から２μｍの充填剤を含む場合には約２μｍの厚さ）を、また凹部４８には厚い層（例えば、約０．００２５インチ）を形成することができる。壁によって形成された凹部は極めて浅く、例えば約２ミルとすることができる。これは電極を支持リングと密に接着させ然も電極アセンブリの温度循環中に支持リングとの関連で電極を移動するのに十分な強度を持つ極薄のエラストマー接合部を提供する。さらに、凹部の壁はリアクタ内のプラズマ環境による攻撃からエラストマー接合部を保護することができる。

【００３１】

電極アセンブリの寸法は、電極アセンブリの使用意図に応じた要求適合させることができる。一例として、電極が８インチのウェハを処理するのに用いられる場合、その電極は９インチよりも僅かに少なめの直径があればよく、また支持リングは電極と支持リング間の界面で０．５インチよりも僅かに少なめの幅があればよい。例えば、支持リングは、界面で８インチの内径、界面で８．８インチの外径があればよい。このような場合、電極と支持リング間の界面は約０．４インチの幅があればよく、また凹部は、壁厚が０．０３０インチの場合、０．３４インチの幅があればよい。

【００３２】

エラストマー接合部は、真空環境と両立しうる２００℃以上にもなる高温で熱劣化に耐えるポリマー材料のような適切な任意のエラストマー材料で構成できる。エラストマー材料は、電気および／または熱伝導性粒子の充填剤、またはワイヤメッシュ、布織または非布織伝導性繊維などの他の形をした充填剤を、任意に組み入れることができる。１６０℃以上のプラズマ環境で用いることができる重合体材料には、ポリイミド、ポリケトン、ポリエーテルケトン、ポリエーテルスルホン、ポリエチレンテレフタレーテ、フルオロエチレンプロピレンコポリマー、セルローズ、トリアセテーオ、ケイ素およびゴムがある。高純度エラストマー材料の例としては、ＲＴＶ　１３３およびＲＴＶ　１６７としてゼネラルエレクトリック社（General Electric）から得られる一成分室温治療接着剤、ゼネラルエレクトリック社（General Electric）からＴＳＥ　３２２１として得られる一成分流動熱治療（例えば、１００℃以上）接着剤、および「ＳＩＬＡＳＴＩＣ」としてダウコーニング社（DowCorning）から得られる二部分追加治療エラストマーがある。特に好まれるエラストマーとしては、硬化触媒、例えば、硬化プラチナのようなポリジメチルシロクサン含有エラストマー、ローディヤ社（Ｒｈｏｄｉａ）からＶ２１７として得られる、２５０℃およびそれよりも高い温度でも安定した、エラストマーがある。

【００３３】

エラストマーが電気伝導性エラストマーである場合には、電気伝導性充填材料は、電気伝導性金属または金属合金の粒子から構成してもよい。プラズマ反応チャンバの不純物に敏感な環境で用いられる好ましい金属は、５～２０重量％のシリコン含有アルミニウムをベースとした合金のようなアルミニウム合金である。例えば、アルミニウム合金は約１５重量％のシリコンを含むことができる。しかしながら、アルミニウムからの汚染の可能性を減らすためには、シリコン粉体または炭化シリコン粉体のようなアルミニウムの用いられない電気伝導性充填剤を用いることが望ましいかもしれない。エラストマー接合部についての詳細は、同一人の所有に係る１９９８年６月３０日に出願された米国特許第０９／１

０７４７１号に詳しい。この出願の全開示内容は、参照により本明細書に組み込まれる。

【００３４】

シリコン含有バッフルプレートは、ＦＳＧ（fluorinatedsilicon oxide）のようなドープシリコン酸化物、二酸化シリコン、ＳＯＧ（spin-on-glass）のような非ドープシリコン酸化物、ＢＰＳＧ（boronphosphate silicate glass）およびＰＳＧ（phosphate silicate glass）のようなケイ酸塩ガラス、ドープまたは非ドープ熱成長シリコン酸化物、ドープまたは非ドープＴＥＯＳ堆積シリコン酸化物(TEOSdeposited silicon oxide)などのような異なる誘電層のプラズマエッチングを含む様々なプラズマ処理に用いることができる。誘電性ドープ剤には、ホウ素、リンおよび／またはヒ素が含まれる。誘電体は、多結晶質シリコンのような伝導層または半導体層、アルミニウム、銅、チタン、タングステン、モリブデンまたはその合金のような金属、窒化チタンのような窒化物、チタンケイ化物、コバルトケイ化物、タングステンケイ化物、モリブデンケイ化物ような金属ケイ化物などに重ねることができる。例えば、本発明に係わるガス分配システムは、プラズマエッチングにダマシン構造を用いることができる。

【００３５】

プラズマは、様々な型式のプラズマリアクタで作られる高濃度のプラズマでもありうる。一般に、このようなプラズマリアクタには、高濃度プラズマを発生させるために、高周波（ＲＦ）エネルギー、マイクロ波エネルギー、磁界などを用いた高エネルギー源を有する。例えば、高濃度プラズマは、誘導結合プラズマリアクタとも呼ばれるトランスフォーマー結合プラズマ（ＴＣＰ（商標））、電子サイクロトン共鳴（ＥＣＲ）プラズマリアクタ、ヘリコンプラズマリアクタなどで造られる。高濃度プラズマを提供することのできる高流プラズマリアクタ(high flow plasma reactor)の一例は、同一人の所有に係る米国特許第５８２０７２３号に開示されており、この開示内容は参照により本明細書に組み込まれている。

【００３６】

本発明は好ましい実施の形態を参照して記述してきた。しかしながら、本発明は、本発明の思想おおび範囲から逸脱することなく、上述以外の特定の形態で実施し得ることは、当業者には明らかであろう。好ましい実施の形態は、例証であり、いかなる点でも限定されたものとみなされてはならない。本発明の範囲は先行の記述よりむしろ添付の請求項に記載されており、請求項の範囲に属するすべての変形および同等物はそこに包含されることが意図されている。

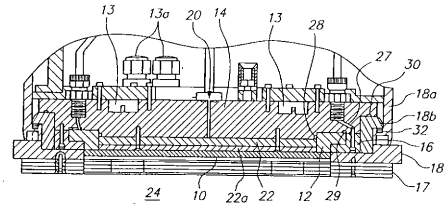
【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明による単一ウェハ処理用シャワーヘッド電極アセンブリの側断面図である。

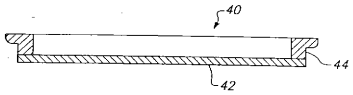
【図２】　本発明の実施の形態に係わるエラストマー接着シャワーヘッド電極アセンブリの側断面図である。

【図３】　図２に示す配列の一部分の側断面図である。

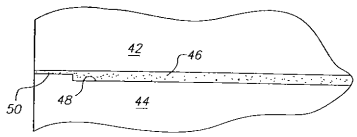
【図１】


13
13a
20
14
13
28
27
30
18a
18b
32
16
18
17
24
10
22a
22
12
29

【図２】


40
44
42

【図３】


42
46
50
48
44

フロントページの続き

(72)発明者 ヒューバセク, ジェロム
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 ９４５３９, フレモント, ウィチトウ ドライブ ７３８

審査官 河本 充雄

(56)参考文献 特開平０９－０５５３７４（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－１２０４６６（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－１３５２９６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
H01L 21/3065
C23C 16/44
H01L 21/205