

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5100936号
(P5100936)

(45) 発行日 平成24年12月19日(2012.12.19)

(24) 登録日 平成24年10月5日(2012.10.5)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 21/205 (2006.01)
C23C 16/455 (2006.01)
H01L 21/3065 (2006.01)
H01L 21/31 (2006.01)

H01L 21/205
C23C 16/455
H01L 21/302 101H
H01L 21/31 C

請求項の数 34 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2001-239506 (P2001-239506)
(22) 出願日 平成13年8月7日 (2001.8.7)
(65) 公開番号 特開2002-158180 (P2002-158180A)
(43) 公開日 平成14年5月31日 (2002.5.31)
審査請求日 平成20年7月24日 (2008.7.24)
(31) 優先権主張番号 09/633494
(32) 優先日 平成12年8月7日 (2000.8.7)
(33) 優先権主張国 米国(US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 390040660
アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド
APPLIED MATERIALS, INCORPORATED
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95054 サンタクララ バウアーズ アベニュー 3050
(74) 代理人 100109726
弁理士 園田 吉隆
(74) 代理人 100101199
弁理士 小林 義教
(74) 代理人 100104282
弁理士 鈴木 康仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】基板処理チャンバ、堆積装置およびガス分配器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板処理チャンバであって、
(a) 側壁および天井と、
(b) 基板を処理するために前記チャンバの中にプロセスガスを供給するように適合された第1のガス分配器と、
(c) (i) 遠隔的に付勢された洗浄ガスを受け入れるように適合された吸気口と、
(ii) 管状ポストと管状ポストから延びるバッフルであって、チャンバ表面を洗浄するにためチャンバの側壁及び天井の1つ又は複数の表面を優先的に、遠隔的に付勢された洗浄ガスを導くように適合された1つ又は複数個の排気口を画成する管状ポストと管状ポストから延びるバッフルと、
(iii) 前記チャンバから1つ又は複数の前記プロセスガスと洗浄ガスを排出するための排気管と、を有する第2のガス分配器と、
を有することを特徴とする基板処理チャンバ。

【請求項 2】

前記第2のガス分配器の排気口は、前記第1のガス分配器の排気口の周囲にある請求項1記載のチャンバ。

【請求項 3】

前記第2のガス分配器は、チャンバ構成要素の表面の全体に亘って、遠隔的に付勢された洗浄ガスを導くように適合された請求項1記載のチャンバ。

10

20

【請求項 4】

前記第2のガス分配器は、前記遠隔的に付勢された洗浄ガスを前記チャンバ構成要素の表面を横切って拡散させるように適合された請求項3記載のチャンバ。

【請求項 5】

前記チャンバ構成要素の表面が基板に対向するように適合された請求項3記載のチャンバ。

【請求項 6】

前記チャンバ構成要素の表面での基板の処理の間に、前記表面が、少なくとも摂氏200度の温度に加熱される請求項3記載のチャンバ。

【請求項 7】

前記バッフルは、隆起部の間に1つまたは複数のガス排気口を有する請求項1記載のチャンバ。

【請求項 8】

前記遠隔的に付勢された洗浄ガスを前記チャンバに導入する前に、前記洗浄ガスを付勢するように適合されたガス・エナジャイザを有する遠隔チャンバをさらに有する請求項1記載のチャンバ。

【請求項 9】

前記遠隔チャンバは、50センチメートル未満の距離だけプロセスゾーンの上流にある請求項8記載のチャンバ。

【請求項 10】

前記排気管は排気経路を有し、前記第2のガス分配器は前記排気経路から離れた1つまたは複数のガス排気口を有する請求項1記載のチャンバ。

【請求項 11】

前記ガス排気口は、前記排気経路から少なくとも10センチメートル離れている請求項10記載のチャンバ。

【請求項 12】

前記第1のガス分配器は、基板支持体の周囲に1つまたは複数のガス排気口を有する請求項1記載のチャンバ。

【請求項 13】

基板を支持することが可能な基板支持体と、1つ又は複数のプロセスガスおよび洗浄ガスを付勢するためのガス・エナジャイザとをさらに有する請求項1記載の基板処理チャンバ。

【請求項 14】

側壁および天井を有する基板処理チャンバであって、

基板を処理するために前記チャンバの中にプロセスガスを供給するための第1のガス分配手段と、

管状ポストと管状ポストから延びるバッフルがチャンバ表面を洗浄するためにチャンバの側壁及び天井の1つ又は複数の表面を優先的に、遠隔的に付勢された洗浄ガスを導くように適合された1つ又は複数個の排気口を画成する、管状ポストと管状ポストから延びるバッフルを有する第2のガス分配手段と、

前記チャンバから1つ又は複数の前記プロセスガスおよび洗浄ガスを排気するための排気管と、

を有する基板処理チャンバ。

【請求項 15】

前記第2のガス分配手段は、前記第1のガス分配手段の排気口の周囲に排気口を有する請求項14記載のチャンバ。

【請求項 16】

前記第2のガス分配手段は、前記表面の全体に亘って、前記洗浄ガスの流れを拡散させるように適合された請求項14記載のチャンバ。

【請求項 17】

10

20

30

40

50

前記第2のガス分配手段は、前記チャンバ内のプロセスゾーンの上流にある遠隔チャンバと、前記遠隔チャンバ内の前記洗浄ガスを付勢するためのガス・エナジャイザとを有する請求項14記載のチャンバ。

【請求項18】

前記排気管は排気経路を有し、前記第2のガス分配手段は前記排気経路から離れた位置で前記洗浄ガスを供給する請求項14記載のチャンバ。

【請求項19】

基板を支持することが可能な基板支持体と、1つ又は複数のプロセスガスおよび洗浄ガスを付勢するためのガス・エナジャイザとをさらに有する請求項14記載の基板処理チャンバ。

10

【請求項20】

基板の上に材料を堆積することが可能な装置であって、

堆積チャンバであって、側壁、天井、基板を支持するための支持体、前記堆積チャンバに堆積ガスを供給するための第1のガス分配器、前記基板の上に材料を堆積するために前記堆積ガスからプラズマを形成するためのプラズマジェネレータ、および前記堆積チャンバからの堆積ガスを排出するための排気管を有する堆積チャンバと、

洗浄ガスを付勢するように適合された遠隔チャンバと、

前記堆積チャンバの中の1つ又は複数の側壁および天井の表面を横切って優先的に、付勢された洗浄ガスの流れを導くように適合された、管状ポストと管状ポストから延びるバッフルが1つ又は複数個の排気口を画成する、管状ポストと管状ポストから延びるバッフルを有する第2のガス分配手段であって、前記堆積チャンバに前記遠隔チャンバを接続する第2のガス分配器と、

20

を有する、装置。

【請求項21】

前記第2のガス分配器は、前記第1のガス分配器の排気口の周囲に排気口を有する請求項20記載の装置。

【請求項22】

前記第2のガス分配器は、前記洗浄ガスの流れを前記表面の全体に亘って拡散させるように適合された請求項20記載の装置。

【請求項23】

30

前記第2のガス分配器は、バッフルを有する請求項20記載の装置。

【請求項24】

前記洗浄ガスの流れを前記バッフルにより導くことが可能なように、前記第2のガス分配器は、前記チャンバの中に洗浄ガスを供給するために配置された1つまたは複数のガス排気口を有する請求項23記載の装置。

【請求項25】

前記バッフルは、複数の隆起部を有する請求項23記載の装置。

【請求項26】

前記バッフルは、前記隆起部の間に1つまたは複数のガス排気口を有する請求項25記載の装置。

40

【請求項27】

前記表面は、少なくとも部分的に前記支持体に対向している請求項20記載の装置。

【請求項28】

前記チャンバ内の基板の処理の間に、前記表面が少なくとも摂氏200度の温度に加熱される請求項20記載の装置。

【請求項29】

前記排気管は排気経路を有し、前記第2のガス分配器は前記排気経路から離れた第2のガス排気口を有する請求項20記載の装置。

【請求項30】

前記遠隔チャンバは、前記洗浄ガスを付勢するためのガス・エナジャイザを有する請求

50

項 20 記載の装置。

【請求項 3 1】

基板処理チャンバ内にガスを分配することができるガス分配器であって、(i) 遠隔的に付勢された洗浄ガスを受け入れるように適合された吸気口と、(ii) 管状ポストと管状ポストから延びるバッフルであって、表面を洗浄するために前記チャンバの中の1つ又は複数の側壁および天井の表面を横切って優先的に、前記遠隔的に付勢された洗浄ガスを導くように適合された1つまたは複数のガス排気口を画成する管状ポストと管状ポストから延びるバッフルとを有するガス分配器。

【請求項 3 2】

前記1つまたは複数の排気口は、前記遠隔的に付勢された洗浄ガスの流れが前記バッフルにより導かれることが可能なように、前記チャンバの中に遠隔的に付勢された洗浄ガスを供給するように配置されている請求項3 1記載のガス分配器。 10

【請求項 3 3】

前記バッフルは、複数の隆起部を有する請求項3 2記載のガス分配器。

【請求項 3 4】

前記バッフルは、前記隆起部の間に1つまたは複数のガス排気口を有する請求項3 3記載のガス分配器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【背景】

本発明は、基板プロセス・チャンバ内のガスの流れを導くことに関する。 20

【0002】

たとえば、多結晶シリコン、二酸化珪素のような、能動および受動電子デバイス、半導体、誘電体および導体材料の製作において、アルミニウムあるいはタンゲステン・ケイ化物が、たとえば、化学気相堆積(CVD)、物理気相堆積(PVD)、酸化および窒化プロセスによって、基板の上に形成される。CVDプロセスにおいては、基板上に材料を堆積するために、反応性ガスが使用され、PVDプロセスでは、基板上に材料を堆積するために、ターゲットがスパッターされる。酸化および窒化プロセスにおいて、適切な気体の環境に基板を露出することにより、酸化物あるいは窒化物材料、たとえば、それぞれ二酸化珪素あるいはシリコン窒化物が、基板上に形成される。後続のプロセスにおいて、ホトレジストのパターンを形成されたマスクあるいはハードマスクが、光露出技術の方法により基板上に形成され、ゲート、バイア、コンタクト・ホールあるいは素子間配線のパターンを形成するために、基板の露出された部分は、付勢されたガスによってエッチングされる。 30

【0003】

このようなプロセスにおいては、チャンバ内の壁および他の構成要素の表面に、プロセス残留物が堆積する恐れがある。プロセス残留物の組成は、プロセスガス、堆積あるいはエッチングされる材料の組成、および基板上の材料の組成に依存する可能性がある。基板の汚染を減少あるいは防止するために、これらの残留物は、チャンバの表面から定期的に除去される必要がある。チャンバは、チャンバを運転停止しオペレータが酸あるいは溶剤を使用してチャンバ壁を擦って洗う、湿式洗浄プロセスによって洗浄することもできる。しかし、湿式洗浄プロセスの間に生じるチャンバの停止時間は望ましくない。さらに、湿式洗浄プロセスは手作業で実行されるので、湿式洗浄プロセスはセッションごとに質と徹底性の点で多くの場合異なっており、これが、チャンバ内で行われるプロセスに影響を与える恐れがある。 40

【0004】

チャンバは、プラズマあるいはマイクロ波によって励起される洗浄ガスがチャンバ内に供給される、乾式洗浄プロセスによって洗浄することもできる。しかし、洗浄ガスは、たとえば、比較的厚い、あるいは、洗浄が難しい化学的組成を有するある種の形式の残留堆積物の洗浄が遅い恐れがある。1つの例として、CVD堆積チャンバにおいて、厚い残留堆 50

積物が、ガス取り入れ口ノズルの近くのチャンバの領域に形成されることがある。相対的に長いチャンバ・クリーニング停止時間、チャンバの他の部分における露出されたチャンバ表面の侵食、あるいは、高度に腐食性のガス薬品の使用を避けて、厚い残留堆積物を除去することはさらに困難である。

【0005】

したがって、基板プロセス・チャンバ内のガスの処理効率、たとえば、洗浄ガスの洗浄効率を増加することが望ましい。多様な厚さ、あるいは不均一な化学的組成を有する残留物を、その下層にあるチャンバ表面を侵食せずに、均一に除去することがさらに望ましい。

【0006】

【概要】

10

本発明は、チャンバ内の基板の処理、たとえば、チャンバの洗浄に有用な装置および方法を提供する。

【0007】

本発明による1つの態様は、基板を処理するためにチャンバの中にプロセスガスを供給するように適合された第1のガス分配器と、チャンバを洗浄するためにチャンバの中に洗浄ガスを供給するように適合された第2のガス分配器と、チャンバからプロセスガスと洗浄ガスを排出するための排気管を有する基板プロセス・チャンバを含む。

【0008】

別の態様において、基板プロセス・チャンバは、基板を処理するためにチャンバの中にプロセスガスを供給するための第1の手段と、チャンバを洗浄するためにチャンバの中に洗浄ガスを供給するための第2の手段と、チャンバからプロセスガスおよび洗浄ガスを排気するための排気管を有する。

20

【0009】

さらに別の態様において、基板製造方法は、(i) 基板をプロセスゾーンに設置することと、(ii) 前記基板を処理するために、前記プロセスゾーンの第1の領域にプロセスガスを供給することと、(iii) 前記プロセスガスを排気することと、(iv) 前記基板を除去することと、(v) 任意選択でステップ(i)から(iv)を繰り返すこと、により1つまたは複数の基板を処理することと、前記プロセスゾーン内の表面を洗浄するために、前記プロセスゾーンの第2の領域に洗浄ガスを供給すること、を含む。

【0010】

30

さらに別の態様において、本発明は基板の上に材料を堆積することができる装置を含み、この装置は、基板を支持するための支持体、前記堆積チャンバに堆積ガスを供給するための第1のガス分配器、前記基板の上に材料を堆積するために前記堆積ガスからプラズマを形成するためのプラズマジェネレータ、および前記堆積チャンバからの堆積ガスを排出するための排気管を有する堆積チャンバと、洗浄ガスを付勢するように適合された遠隔チャンバと、前記堆積チャンバに前記遠隔チャンバを接続する第2のガス分配器であって、前記第2のガス分配器は、前記堆積チャンバの領域へ、あるいは前記堆積チャンバの中の表面の全体に亘って、前記付勢された洗浄ガスの流れを導くように適合された前記堆積チャンバに前記遠隔チャンバを接続する第2のガス分配器を有する。

【0011】

40

さらに他の態様において、基板処理装置は、基板を支持するための支持体、前記チャンバにプロセスガスを供給するための第1のガス分配器、前記基板の上に材料を堆積するために前記プロセスガスからプラズマを形成するためのプラズマジェネレータ、および前記チャンバからのプロセスガスを排出するための排気管を有するチャンバと、洗浄ガスを付勢するように適合された遠隔チャンバと、前記排気管から離れた位置に前記付勢された洗浄ガスを導入するための、前記チャンバに前記遠隔チャンバを接続する第2のガス分配器を有する。

【0012】

他の態様において、基板処理方法は、(i) 基板をプロセスゾーンに設置することと、(ii) 前記基板を処理するために、前記プロセスゾーンの中にプロセスガスを供給すること

50

と、(iii)排気ゾーンを介して前記プロセスガスを排気することと、(iv)前記プロセスゾーンから前記基板を除去することと、(v)任意選択でステップ(i)から(iv)を繰り返すこと、により1つまたは複数の基板を処理することと、前記排気ゾーンから離れた位置で前記プロセスゾーンに洗浄ガスを導入することを含む。

【0013】

他の態様において、本発明は基板プロセス・チャンバ内にガスを分配することができるガス分配器を含み、前記ガス分配器は前記チャンバの表面の全体に亘ってガスを優先的に導くように適合された1つまたは複数のガス排気口を有する。

【0014】

【説明】

本発明による装置20は、たとえば半導体ウェーハあるいはフラット・パネル表示装置のような、基板25を処理するのに適している。装置20の代表的な実施例は、図1aに概略を示すように、基板25の処理のためのプロセスゾーン35を定めるプロセス・チャンバ30を有する。基板25は、プロセスゾーン35の中の支持体40の上に通常保持されている、支持体40は、基板25を静電的に保持するためにチャージ可能な静電チャック42を有してもよい。チャンバ30は、側壁45、底部壁50、および基板25に対向している天井55を有する。チャンバ30は、金属、セラミック、ガラス、ポリマーおよび複合材を含む多種多様な材料のいずれかで作製することができる。たとえば、チャンバ30を作製するために通常使用される金属は、アルミニウム、陽極処理アルミニウム、「ヘインズ242」、「A1-6061」、「SS304」、「SS316」およびインコネルを含む。望ましいバージョンの作製には、この中で陽極処理アルミニウムが使用された。天井55は、平坦な、長方形の、アーチ形の、円錐形の、ドームあるいは、図1aに示すような複数の半径を持つ(multiradius)アーチ形の形状を有する。本明細書に示す装置20の特定の実施例は、基板25の上の能動および受動電子デバイスの処理に適しており、本発明を例示するためのみに用意されており、本発明の範囲を制限するために使用されるべきではない。

【0015】

プロセス・チャンバ30は、たとえば、多結晶シリコン、シリコン窒化物、二酸化珪素または金属ケイ化物のようなシリコンを含有する材料を堆積するために、あるいは、アルミニウムまたは銅のような金属を含有する材料を堆積するために、あるいは、基板25に任意の他の材料を堆積するために、基板25の上に材料を堆積するための堆積チャンバとして使用することが可能である。第1のガス供給源70からチャンバ30内の第1のガス分配器65へプロセスガスのようなガスを運ぶことができるガス供給管82の、1つまたは複数のガスフロー・メーター80を作動させるガスフロー制御装置75を有する第1のガス送出装置60により、たとえば堆積ガスを含むプロセスガスがチャンバ30に導入される。第1のガス分配器65は、ガス排気口85を有する。ガス排気口85は、基板25の周辺に(図1aに示すように)、あるいはチャンバ30の天井55の近くに(図3に示すように)配置してもよい。チャンバ30内に導入されたプロセスガスは、排気経路(exhaust conduit)95、排気管(exhaust line)100、絞り弁105、およびポンプ、ならびに、粗びきおよびターボ分子ポンプを含むこともできるスクラバ装置108を有する排気装置90により排気される。排気経路95は、チャンバ30内に設けられたガスを排気するためのガスを受け入れるポートあるいはチャネルであり、基板25の周囲に通常配置されている。排気管100は排気経路95をポンプおよびスクラバ装置108に接続し、チャンバ30内のガスの圧力を制御するために、排気管100内の絞り弁105を使用することができる。

【0016】

チャンバ30のプロセスゾーン35へ電磁エネルギーを結合するプラズマジェネレータ110によって、チャンバ30に導入されたプロセスガスからプラズマが形成される。適切なプラズマジェネレータ110は、チャンバ30の天井55を覆っている1つまたは複数のインダクタ・コイルを有するインダクタ・アンテナ115を有する。1つのバージョン

10

20

30

40

50

において、コイルはチャンバ30の中心軸の周りに円形の対称とすることができます、プラズマの中に充分な電磁誘導性の磁束を供給するために、コイルの配置と数は、電流とアンテナの巻数(d/dt)($N \cdot I$)の所望の積を、天井55の付近に供給するように選択される。このバージョンにおいては、天井55は、高周波エネルギーのような電磁エネルギーに対して浸透性の誘電材料、たとえば、シリコンあるいは二酸化珪素で作ることができます。

【0017】

本発明による基板25の処理において、基板25はチャンバ30内に搬送され、支持体40の上に置かれる。堆積ガスのようなプロセスガスは、基板を処理するために、第1のガス分配器65を介して基板25の周囲の付近から、チャンバ30に導入することができる。基板25の上に材料を堆積するために、プラズマジェネレータ110を付勢することにより、プロセスガス70からプラズマを作ることができる。たとえば、 SiH_4 、 SiC 、 CH_2 、 CO_2 、 H_2 、 N_2O 、 $Si(OCH_2)_4$ 、 NH_3 および N_2 の1つまたは複数を含むプロセスガスを使用して化学気相堆積(CVD)により、たとえば SiO_2 あるいは Si_3N_4 のような絶縁物あるいは誘電材料を形成することができる。あるいは、元素の金属、金属化合物(metal compound)あるいは金属合金(metal alloy)を含んでもよい金属を含有する材料も、堆積チャンバ内で形成することができる。たとえば、タンゲステンを含有する材料は、 WF_6 、 H_2 および SiH_4 の1つまたは複数を含むプロセスガスを使用して堆積することができ、モリブデンを含有する材料は、たとえば MoC 、 Al および H_2 を含むプロセスガスを使用して形成することができ、アルミニウムを含有する材料は、たとえば Ar あるいは H_2 あるいはその両方と混合した $AlCl_3$ あるいは $Al(CH_3)_3$ を使用して形成することができる。その後は、基板25は除去され、他の基板25を処理のためにチャンバに供給することができる。オプションとして、図1bおよび図1cに示すように、装置20は、洗浄ガス供給源125から洗浄ガスを供給される石英チューブのような遠隔チャンバ120を有する遠隔プラズマ源176をさらに有することも可能である。遠隔チャンバ120は、プロセス・チャンバ30の上流にあり、遠隔ゾーン130を有する。遠隔ゾーン130の中では、マイクロ波あるいは高周波エネルギーのような電磁エネルギーを洗浄ガスに結合するガス・エナジヤイザ(energizer)175を使用して、洗浄ガスを付勢することができる。1つの実施例においては、図1bに概略を示すように、ガス・エナジヤイザ175は、マイクロ波ジェネレータ185により生成され、マイクロ波同調組立体190により同調されたマイクロ波を送信するマイクロ波導波管180を有する。

【0018】

遠隔チャンバ120に供給される洗浄ガスは、たとえば、 NF_3 、 C_2F_6 、 C_3F_8 、 CF_4 および SF_6 の1つまたは複数のような弗素を含有するガスを含むことができる。電磁エネルギーが洗浄ガスに印加されると、洗浄ガスは分離することができ、チャンバ30内の表面に堆積されたプロセス残留物を洗浄する核種を形成する。たとえば、 Cl_2 のような塩素を含有するガスは、電磁エネルギーを印加されると分離することができ、原子の塩素を形成し、また、 F_2 のような弗素を含有するガスは分離して、原子の弗素を形成する。分離した、あるいはイオン化した核種は、1つまたは複数の基板25がチャンバ30で処理された時に、プロセス・チャンバ30内の表面上に形成されたプロセス残留物を除去する。

【0019】

マイクロ波の使用の代わりに、あるいはマイクロ波の使用に加えて、高周波エネルギーによって洗浄ガスを活性化することもできる。高周波エネルギーは、電磁誘導結合あるいは容量結合によって洗浄ガスに印加することができる。たとえば、図1cに示すように、適切な高周波ガス・エナジヤイザ175は、チャンバ120内に容量的に結合された電界を供給するために、遠隔チャンバ120の中に配置された一対の電極150a、bを有する。他の例として、図1dに示すように、高周波ガス・エナジヤイザ175は、遠隔チャンバ120の回りに巻き付けられたコイルを有するインダクタ・アンテナ160を有するこ

10

20

30

40

50

ともある。高周波ガス・エナジヤイザ175は、適切な高周波エネルギー源165により駆動される。

【0020】

オプションとして、遠隔チャンバ120は、プロセス・チャンバ30から比較的近い距離の上流に配置されている。このバージョンは、チャンバ30の洗浄のために、洗浄ガスが高い濃度の分離された核種をプロセス・チャンバに供給することを可能にすることができる。通常、分離された核種の一部は、遠隔チャンバ120からプロセス・チャンバ30までの行程の間に再結合する恐れがあるが、上流の短い距離がこのような再結合効果を減少させることができる。したがって、本発明による1つのバージョンにおいて、遠隔チャンバ120は、チャンバ30の上流の約50センチメートル未満の距離に配置されるか、あるいは、上流の約20センチメートル未満の距離にさえも配置されることがある。上流からの距離は、洗浄ガスの組成、遠隔チャンバ120内のガス・エナジヤイザ175に印加されるエネルギー、およびチャンバ30から除去されるプロセス残留物の性質により決定される。したがって、異なるチャンバ構成、ガスの組成、あるいはプロセス残留物の組成に対して、他の距離がより適切なこともある。

【0021】

第2のガス送出装置200は、チャンバ30を洗浄するために、遠隔チャンバ120で付勢された洗浄ガスを、プロセス・チャンバ30に送出する。1つのバージョンにおいて、図1bおよび図1cに示すように、第2のガス送出装置200は、遠隔チャンバ120をプロセス・チャンバ30に接続する導管170を有し、任意選択で、導管170を通過する洗浄ガスの流れを制御するために、1つまたは複数のガスフロー・メーター205、220を有する。洗浄ガスを付勢する間に形成される恐れのある微粒子物質を除去するために、フィルタ195は導管170の中に配置してもよい。1つの実施例においては、フィルタ195は多孔質のセラミック材料で作られるが、たとえば、デュポン社のテフロン（商標名）、ポリイミド、非活性化された炭素あるいは硫黄のような他の材料も使用することができる。

【0022】

第2のガス送出装置200は、図1aに示すように、遠隔チャンバ120内で付勢された洗浄ガスを受け入れるための吸気口218、および付勢された洗浄ガスをプロセス・チャンバ30の中に分配するための1つまたは複数の排気口247a、bを有する第2のガス分配器215をさらに有する。1つのバージョンにおいて、洗浄ガス分配器215は、チャンバ30の1つまたは複数の領域に、あるいはチャンバ30の表面全体に亘って、洗浄ガスの流れを導く。チャンバ領域は、たとえば、高い濃度あるいは厚い堆積のプロセス残留物を通常有し、あるいは、たとえばプロセス残留物が剥離し基板25を汚染する恐れがあるので、後続のウェーハ処理ステップに対してプロセス残留物の過度の蓄積が有害である場合には、プロセス残留物の洗浄がより困難である。チャンバ表面は、たとえば、チャンバ壁45、50の1つの表面、あるいは天井55、あるいは、たとえば、支持体40の表面のようなチャンバ30内の構成要素の表面を含んでもよい。チャンバ30の中で1枚の基板25あるいは1バッチの基板25が処理された後に、堆積プロセスの間にチャンバの表面に形成された恐れのあるプロセス残留物を洗浄するために、洗浄ガスがチャンバ30の中に流される。洗浄ガスは遠隔チャンバ120の中に導入され、たとえば、ガスを分離することにより洗浄ガスを付勢するために、ガス・エナジヤイザ175が付勢される。付勢された洗浄ガスは、次に、予め定められた領域の中に、あるいはチャンバ30の予め選択された表面に対して、他の領域および表面においてはチャンバ30の侵食を極小化する一方で、これらの領域あるいは表面において効率的にプロセス残留物を洗浄するために、洗浄ガス分配器215によって導かれる。

【0023】

たとえば、図1aに示すように、洗浄ガス分配器215は、基板25に対向するチャンバの表面、たとえばチャンバ30の天井55の全体に亘って、洗浄ガスの流れを優先的に導くことも可能である。導かれた洗浄ガスは、天井55の上に形成されたプロセス残留物を

洗浄するために、天井 5 5 を通過して流れる。堆積プロセスにおいて、天井がプロセスガス・ノズル 8 5 に近い場合には、あるいは、チャンバの幾何学的形状、ガスの組成、あるいはプラズマ・シース特性のような他のプロセス特性が残留物の原因となっている場合には、化学的あるいは物理気相堆積核種を有するプロセス残留物は天井 5 5 の上に形成される恐れがあり、天井 5 5 の上に容易に形成される。結果として、天井 5 5 は、チャンバ 3 0 の他の表面における以上の、より高い濃度、より大きい厚さ、あるいは、より除去困難なプロセス残留物の組成を発達させる恐れがある。洗浄ガスは、天井 5 5 を優先的に洗浄するために、天井 5 5 の全体に亘って拡散し、これが、より薄い、あるいは洗浄がより困難な可能性のあるプロセス堆積物の下層にある他のチャンバ表面の侵食を減少させる。

【0024】

10

1つのバージョンにおいて、第 2 のガス分配器 2 1 5 は、チャンバ 3 0 の予め定めた表面の全体に亘って、優先的に洗浄ガスを拡散するように適合された表面トポグラフィーを有する。たとえば、図 1 a に示すバージョンにおいて、第 2 のガス分配器 2 1 5 は、チャンバ 3 0 のくぼんだ部分 2 6 3 に適合するように所定の大きさに作られた管状のポスト 2 5 9 を有する T 字形の部材 2 5 2 、およびくぼんだ部分 2 6 3 の外側の管状のポスト 2 5 9 から延びているバッフル 2 4 8 を有する。管状のポスト 2 5 9 は、溶接、あるいは接着剤によりバッフル 2 4 8 に接合することができ、あるいは 2 つが単一のユニットであってもよい。管状のポスト 2 5 9 は、洗浄ガスがその中を通過してチャンバ 3 0 に流れることができる 1 つまたは複数の導管 2 5 0 a 、 b を有するか、あるいは、画定することができる。付勢された洗浄ガスは、ガス取り入れ口 2 1 8 から T 字形の部材 2 5 2 に入り、ガス導管 2 5 0 a 、 b を通って、チャンバ 3 0 の天井 5 5 付近の上部領域に終端している 1 つまたは複数のガス排気口 2 4 7 a 、 b へ移動する。

【0025】

20

第 2 のガス分配器 2 1 5 のバッフル 2 4 8 は、チャンバ 3 0 の上部領域 2 6 9 内のチャンバ 3 0 の天井 5 5 の全体に亘って、プロセス残留物の洗浄を必要とするプロセス・チャンバ 3 0 の予め選択した領域へ、たとえば、プロセス残留物が厚い、あるいは化学的に硬い、あるいはチャンバの構成部分に特に損害を与える領域へ、洗浄ガスを優先的に導くように適合された表面 2 5 1 を有する。たとえば、排気口 2 4 7 a から流れ出る洗浄ガスが、矢印 2 6 7 により示すように、バッフルの表面 2 5 1 によって天井 5 5 の表面の全体に亘って導かれるように、バッフル 2 4 8 は配置してもよい。バッフル表面 2 5 1 は、たとえば、ほぼ平坦な、隆起した、凹面、あるいは凸面の形状のトポグラフィーとすることができます。図に示すバージョンにおいて、バッフル 2 4 8 は、チャンバの軸に沿って整列している中心軸を有する円板形のプラテンを有する。バッフルは、上部バッフル表面 2 5 1 が基板 2 5 に平行するように、管状のポスト 2 5 9 から外側に表面 5 5 に沿って水平に延びるプラテンを有することもできる。あるいは、上部表面 2 5 1 と基板 2 5 の間の角度は、90 度を超えるように、あるいは 90 度未満であるように、設定することができる。上部表面 2 5 1 からのガスの偏向が、ガスを予め選択した領域あるいは表面に導くように、この角度は選択されるべきである。さらに、バッフル 2 4 8 の半径、および管状のポスト 2 4 9 がチャンバ 3 0 の中に延びる距離は、ガスが予め選択された領域あるいは表面に導かれるように、選択することができる。たとえば、プロセス・チャンバの下部領域 2 7 1 を洗浄するためには、チャンバ 3 0 の中にさらに延びている大きい半径と長い管状のポストを有するバッフル 2 4 8 を有するガス分配器 2 1 5 が、望ましい場合もある。

30

【0026】

40

図 1 a に示すバージョンにおいて、洗浄ガスは 2 又分岐した経路に沿ってチャンバ 3 0 に導入され、ガスの 1 部は導管 2 5 0 b を通過した後に上部チャンバ領域 2 6 9 に入り、ガス排気口 2 4 7 b から抜け出る、またガスの他の 1 部は導管 2 5 0 a を通過してガス排気口 2 4 7 a から抜け出し、バッフル 2 4 8 によってチャンバ天井 5 5 の表面に沿って導かれる。導管 2 5 0 b は管状のポスト 2 5 9 の中にある。導管 2 5 0 a の内壁は管状のポスト 2 4 9 の外部表面により形成されており、一方、導管 2 5 0 a の外壁はくぼんだ部分 2 6 3 の壁により形成されている。

50

【0027】

図2aおよび図2bは、チャンバ30の領域内に、あるいはチャンバ30内の表面の全体に亘って、優先的に洗浄ガスを拡散させるように同様に適合されたガス分配器215のさらに別のバージョンを示す。このバージョンにおいては、第2のガス分配器215は、1つまたは複数のガス排気口247を隆起部245の間に有する。予め選択されたチャンバの表面を通過した洗浄ガスの新鮮な流れを表面251が導くように、隆起部245は形状および大きさが定められ、ガス排気口247は隆起部の間に配置されている。1つのバージョンにおいて、隆起部245は、ガス分配器215の中心から始まり、ガス分配器215の表面を横切って延びるにつれて半径方向に外側に曲がっているアーチ形の先端271を有するらせん状のパターンで配置されている。隆起部245流れのこの配置は、洗浄ガスを半径方向に外向きのパターンで流す。ガス排気口247は、チャンバ表面を通過するらせん状の形状の流れの経路に沿って洗浄ガスを導くように、隆起部245により定められる凹形の表面251の頂点に設置することもできる。このバージョンにおいては、洗浄ガス70は、天井55の表面に入射し天井55の表面に沿って循環するように、隆起部245の間の凹形の表面251に沿って上方向に流れる。

【0028】

他の実施例においては、表面55の上に堆積したプロセス残留物と洗浄ガスとの反応を促進するために十分に高い温度に、直接的あるいは間接的に、加熱されたチャンバ30の表面55の全体に亘って洗浄ガスは導かれる。このバージョンにおいては、たとえば、チャンバ30で生成されたプラズマが、チャンバ30内の一定の表面を加熱させることができる。表面55が到達する温度は、表面55に隣接するプラズマの温度、あるいは表面55に隣接するヒータに印加される電力、すなわちランプ(図示せず)のような表面に向かう熱(directing heat on the surface)に依存し、摂氏約200度を超えることがある。洗浄ガスを熱い表面の全面に亘って通過させることは、新鮮な洗浄ガスと表面の上の加熱されたプロセス残留物との反応を促進し、その結果プロセス残留物を容易に除去する。

【0029】

オプションとして、排ガスがチャンバ30から排出される前に、チャンバ表面の全体に亘って洗浄ガスの流路をさらに延ばすように、ガス分配器215を排気経路95から遠いチャンバ30内の位置に配置することもできる。1つのバージョンにおいて、洗浄ガスがチャンバ30から排気される前に十分な距離を移動するように、排気経路95から少なくとも10センチメートル離れた位置で洗浄ガスがチャンバ30に導入されるように、ガス分配器215のガス排気口247は配置される。洗浄ガスの早すぎる排出は、チャンバの表面に形成されたプロセス残留物の不均一な洗浄を招く恐れがある。さらに、排気管90は洗浄ガス分配器215から遠く離れているので、チャンバ30のより大きい表面積が、長い間洗浄ガスに露出される。これは洗浄ガスがチャンバ30を通過して拡散することを可能にし、洗浄ガスが排気される前にチャンバ表面を洗浄することを可能にする。

【0030】

さらに他のバージョンにおいて、図3に示すように、第1および第2のガス分配器65、215は、第1のガス排気口85を介してチャンバ30にプロセスガスを送出し、第2のガス排気口247を介してチャンバ30に洗浄ガスを送出する、单一の構造に結合されている。プロセスガス排気口85と洗浄ガス排気口247の両方を、チャンバ30内で互いに近くに配置することが望ましい場合に、このバージョンは有利である。たとえば、プロセスガスと洗浄ガスの両方を基板25の上方から導入することが望ましい場合である。

【0031】

本発明による典型的なプロセスにおいて、 SiO_2 のような材料は、本発明による装置20の中で、シリコンウェーハを含む基板25の上に堆積することができる。堆積ガスは、たとえば、基板25を収容している堆積プロセスゾーン35に導入される SiH_4 のようなガスである。プラズマは、基板25の上に SiO_2 材料を堆積するために、堆積ガス70から形成される。次に堆積ガスが、チャンバ30から排気ゾーンを介して排出される。次に基板25が、チャンバ30から除去される。オプションとして、1バッチの基板を処理

理するために、これらのステップを他の基板を使用して繰り返すことができる。その後に、付勢された洗浄ガスが、プロセスゾーン35内の表面、すなわち、たとえば天井55の全体に亘って、その上のプロセス残留物を除去するために、優先的に導入される。洗浄ガスは、たとえば、NF₃、C₃F₈、C₂F₆、CF₄、およびSF₆を含み、約3000ワットの電力レベルでマイクロ波ジェネレータを駆動することにより、洗浄ガスを付勢することができる。

【0032】

本発明による装置およびプロセスは、たとえば、付勢された洗浄ガスとチャンバ30の中に形成されたプロセス残留物の間の反応効率を最大にすることができるので、有利である。厚い、あるいは化学的に硬いプロセス残留物、特に、CVDプロセスのような堆積プロセスで形成された残留物は、効率的に除去することができる。特に、オペレータにより実行される従来技術による洗浄プロセスは、チャンバの表面上に形成されたプロセス残留物を均一に洗浄することに多くの場合失敗し、累積されたプロセス残留物は剥離し、基板25を汚染するであろう。しかし、累積されたプロセス残留物を洗浄することにより、基板25からの歩留りは大幅に改善することが可能である。さらに、チャンバの予め定められた領域に付勢された洗浄ガスを印加すると、-より厚いプロセス残留物を除去するために、より腐食性のガス、あるいはより高いガス付勢電力レベルが使用される従来の洗浄プロセスと比較して、-他のチャンバ表面、たとえば、薄いプロセス残留物の下層にある表面、あるいは、プロセス残留物の堆積がない表面に生じる腐食性の損傷を減少させることができる。チャンバ30あるいはその構成要素をしばしば置換する必要を減少させることにより、チャンバ30を運用するコストを、さらに大幅に減少させることができる。

【0033】

本発明によるいくつかの望ましいバージョンを参照して本発明を説明したが、他のバージョンも可能である。当業者には明白であるように、たとえば、装置20、あるいは本発明による洗浄プロセスは、他の基板25の上に異なる材料を形成するために、あるいは、他の応用のためにチャンバを処理するために使用することができる。たとえば、本プロセスは、スパッタリング・チャンバ、イオン注入チャンバ、有機あるいは高分子の残留物を有するエッチング・チャンバ、あるいは他の堆積チャンバ、あるいは他の形式の洗浄プロセスとの組み合わせで応用されるチャンバ、を処理するために応用することができる。したがって、添付した特許請求の範囲の技術思想および範囲は、本明細書に含まれる望ましいバージョンの記述に限定されるべきではない。

【図面の簡単な説明】

本発明によるこれらのおよび他の特徴、態様、および利点は、本発明による典型的な特徴を例示する以下の図面、説明および添付した特許請求の範囲からより良く理解されよう。しかし、各特徴は特定の図面との関係のみでなく一般的に本発明において使用でき、また本発明はこれらの特徴の任意の組み合わせを含むことが、理解されるべきである。

【図1a】本発明による装置の実施例の概略断面図である。

【図1b】遠隔プラズマ源の実施例の概略断面図である。

【図1c】遠隔プラズマ源の別の実施例の概略断面図である。

【図1d】遠隔プラズマ源の別の実施例の概略断面図である。

【図2a】本発明によるガス分配器の別の実施例の斜視図である。

【図2b】図2aに示すガス分配器の平面図である。

【図3】本発明による装置の別の実施例の概略部分断面図である。

【符号の説明】

20 装置

25 基板

30 チャンバ

70 ガス供給源

75 ガスフロー制御装置

108 スクラバ装置

10

20

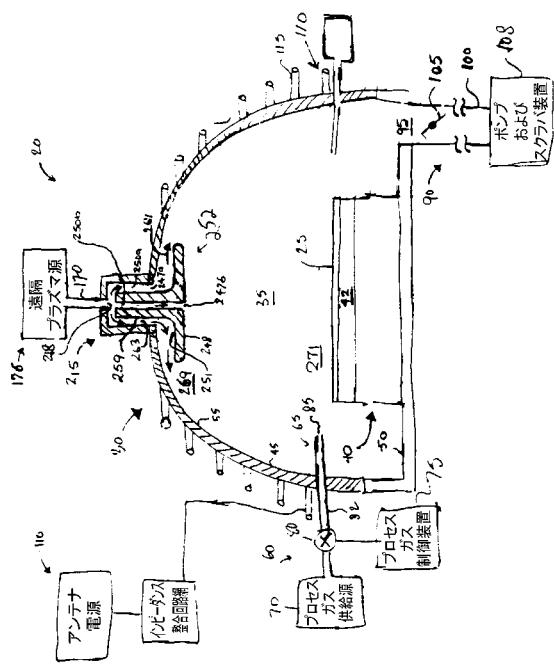
30

40

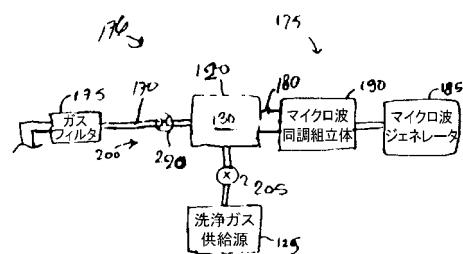
50

1 1 0 プラズマジェネレータ
1 7 6 遠隔プラズマ源

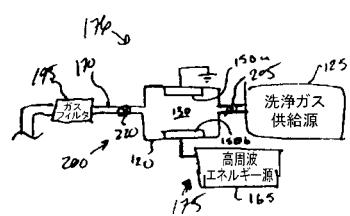
【図 1 a】



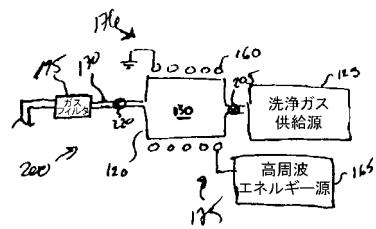
【図1b】



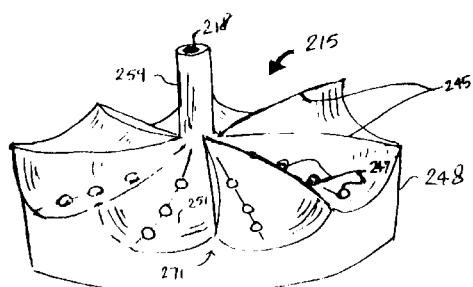
【図 1 c】



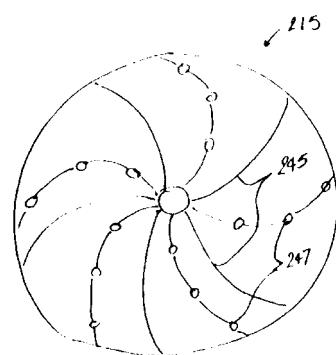
【図 1 d】



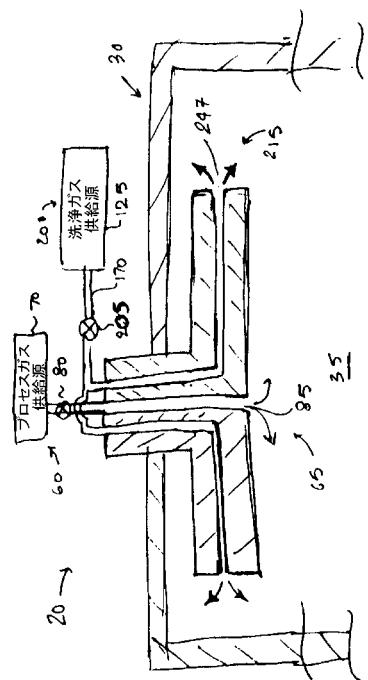
【図 2 a】



【図 2 b】



【 図 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ラクスマン ムルゲシュ
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, フレモント, オリーヴ アヴェニュー 2085
- (72)発明者 パデュマナバーン クリシュナラヤ
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サンフランシスコ, ダイアモンド ストリート 27
34
- (72)発明者 ミッセル エス. コックス
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, デイヴィンポート, センター ストリート 40
- (72)発明者 キャンフェン. ライ
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, ミルブティアス, テラ アルタ ドライヴ 1354
- (72)発明者 ナレンドラ デュベイ
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サンタ クララ, ホームステッド ロード3131
ナンバー1エフ
- (72)発明者 トム ケイ. チョ
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, パロ アルト, ケンドール アヴェニュー 723
- (72)発明者 スディール ゴンダールカール
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, フレモント, フランス ウェイ 34313
- (72)発明者 リリー エル. パン
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, フレモント, カブリロ ドライヴ 35694

審査官 大塚 徹

- (56)参考文献 国際公開第99/020812 (WO, A1)
特開平07-326581 (JP, A)
特開平09-115692 (JP, A)
特開2000-200779 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/205

H01L 21/31