

(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 I
H O 1 L 21/205 (2006.01)	H O 1 L 21/205
C 2 3 C 16/455 (2006.01)	C 2 3 C 16/455
H O 1 L 21/3065 (2006.01)	H O 1 L 21/302 1 O 1 H
H O 1 L 21/31 (2006.01)	H O 1 L 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)	(73) 特許権者	390040660
(22) 出願日	平成13年8月7日 (2001.8.7)		アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド
(65) 公開番号	特開2002-158180 (P2002-158180A)		APPLIED MATERIALS, INCORPORATED
(43) 公開日	平成14年5月31日 (2002.5.31)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95054 サンタ クララ パウアーズ アベニュー 3050
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	(74) 代理人	100109726
(32) 優先日	平成12年8月7日 (2000.8.7)		弁理士 園田 吉隆
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100101199
			弁理士 小林 義教
		(74) 代理人	100104282
			弁理士 鈴木 康仁
早期審査対象出願			

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 1 4 記載のチャンバ。

【請求項 1 8】

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 1 4 記載のチャンバ。

【請求項 1 9】

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 4 記載の基板処理チャンバ。

【請求項 2 0】

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、  
を有する、装置。

【請求項 2 1】

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 2 0 記載の装置。

【請求項 2 2】

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 2 0 記載の装置。

【請求項 2 3】

前記第 2 のガス分配器は、バッフルを有する請求項 2 0 記載の装置。

【請求項 2 4】

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 2 3 記載の装置。

【請求項 2 5】

前記バッフルは、複数の隆起部を有する請求項 2 3 記載の装置。

【請求項 2 6】

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 2 5 記載の装置。

【請求項 2 7】

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 2 0 記載の装置。

【請求項 2 8】

前記チャンバ内での基板の処理の間に、前記表面が少なくとも摂氏 2 0 0 度の温度に加熱される請求項 2 0 記載の装置。

【請求項 2 9】

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 2 0 記載の装置。

【請求項 3 0】

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

10

20

30

40

50

項 2 0 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】

20

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。

【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グステン・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。

【 0 0 0 5 】

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。

【 0 0 0 6 】

【 概要 】

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。

【 0 0 0 7 】

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。

【 0 0 0 8 】

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。

【 0 0 0 9 】

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。

【 0 0 1 0 】

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可能な装置を含み、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。

【 0 0 1 1 】

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。

【 0 0 1 2 】

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、( i i ) 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

10

20

30

40

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、セラミックス、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、プラズマの中に十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( $d/d_t$ )( $N \cdot I$ )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る。

#### 【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、 $SiH_4$ 、 $SiClH_2$ 、 $CO_2$ 、 $H_2$ 、 $N_2O$ 、 $Si(OC_2H_5)_4$ 、 $NH_3$ 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、タング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 $MoCl_5$ 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・エナジャイザ(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・エナジャイザ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 $SF_5$ 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・エナジャイザ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・エナジャイザ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・エナジャイザ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できる。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・エナジャイザ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。

10

【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。

20

【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・エナジャイザ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。

30

40

【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

50



洗浄するために、天井５５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８５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５５の上に形成される恐れがあり、天井５５の上に容易に形成される。結果として、天井５５は、チャンバ３０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５５を優先的に洗浄するために、天井５５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】

１つのバージョンにおいて、第２のガス分配器２１５は、チャンバ３０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１ａに示すバージョンにおいて、第２のガス分配器２１５は、チャンバ３０のくぼんだ部分２６３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２５９を有するＴ字形の部材２５２、およびくぼんだ部分２６３の外側の管状のポスト２５９から延びているバッフル２４８を有する。管状のポスト２５９は、溶接、あるいは接着剤によりバッフル２４８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２５９は、洗浄ガスがその中を通過してチャンバ３０に流れることができる１つまたは複数の導管２５０ａ、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２１８からＴ字形の部材２５２に入り、ガス導管２５０ａ、ｂを通して、チャンバ３０の天井５５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２４７ａ、ｂへ移動する。

#### 【００２５】

第２のガス分配器２１５のバッフル２４８は、チャンバ３０の上部領域２６９内のチャンバ３０の天井５５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３０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２５１を有する。たとえば、排気口２４７ａから流れ出る洗浄ガスが、矢印２６７により示すように、バッフルの表面２５１によって天井５５の表面の全体に亘って導かれるように、バッフル２４８は配置してもよい。バッフル表面２５１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る。図に示すバージョンにおいて、バッフル２４８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２５１が基板２５に平行するように、管状のポスト２５９から外側に表面５５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２５１と基板２５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、設定することが可能である。上部表面２５１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２４８の半径、および管状のポスト２４９がチャンバ３０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２７１を洗浄するためには、チャンバ３０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２４８を有するガス分配器２１５が、望ましい場合もある。

#### 【００２６】

図１ａ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３０に導入され、ガスの１部は導管２５０ｂを通過した後に上部チャンバ領域２６９に入り、ガス排気口２４７ｂから抜け出る、またガスの他の１部は導管２５０ａを通過してガス排気口２４７ａから抜け出し、バッフル２４８によってチャンバ天井５５の表面に沿って導かれる。導管２５０ｂは管状のポスト２５９の中にある。導管２５０ａの内壁は管状のポスト２４９の外部表面により形成されており、一方、導管２５０ａの外壁はくぼんだ部分２６３の壁により形成されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 7 】

図 2 a および図 2 b は、チャンバ 3 0 の領域内に、あるいはチャンバ 3 0 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 2 1 5 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 2 1 5 は、1 つまたは複数のガス排気口 2 4 7 を隆起部 2 4 5 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 2 5 1 が導くように、隆起部 2 4 5 は形状および大きさが定められ、ガス排気口 2 4 7 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 2 4 5 は、ガス分配器 2 1 5 の中心から始まり、ガス分配器 2 1 5 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 2 7 1 を有するらせん状のパターンで配置されている。隆起部 2 4 5 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 2 4 7 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 2 4 5 により定められる凹形の表面 2 5 1 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 7 0 は、天井 5 5 の表面に入射し天井 5 5 の表面に沿って循環するように、隆起部 2 4 5 の間の凹形の表面 2 5 1 に沿って上方向に流れる。

10

## 【 0 0 2 8 】

他の実施例においては、表面 5 5 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 3 0 の表面 5 5 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 3 0 で生成されたプラズマが、チャンバ 3 0 内の一定の表面を加熱させることができる。表面 5 5 が到達する温度は、表面 5 5 に隣接するプラズマの温度、あるいは表面 5 5 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 2 0 0 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。

20

## 【 0 0 2 9 】

オプションとして、排ガスがチャンバ 3 0 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 2 1 5 を排気経路 9 5 から遠いチャンバ 3 0 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 3 0 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 9 5 から少なくとも 1 0 センチメートル離れた位置で洗浄ガスがチャンバ 3 0 に導入されるように、ガス分配器 2 1 5 のガス排気口 2 4 7 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 9 0 は洗浄ガス分配器 2 1 5 から遠く離れているので、チャンバ 3 0 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 3 0 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。

30

## 【 0 0 3 0 】

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 6 5、2 1 5 は、第 1 のガス排気口 8 5 を介してチャンバ 3 0 にプロセスガスを送出し、第 2 のガス排気口 2 4 7 を介してチャンバ 3 0 に洗浄ガスを送出する、単一の構造に結合されている。プロセスガス排気口 8 5 と洗浄ガス排気口 2 4 7 の両方を、チャンバ 3 0 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 2 5 の上方から導入することが望ましい場合である。

40

## 【 0 0 3 1 】

本発明による典型的なプロセスにおいて、 $\text{SiO}_2$  のような材料は、本発明による装置 2 0 の中で、シリコンウェーハを含む基板 2 5 の上に堆積することができる。堆積ガスは、たとえば、基板 2 5 を収容している堆積プロセスゾーン 3 5 に導入される  $\text{SiH}_4$  のようなガスである。プラズマは、基板 2 5 の上に  $\text{SiO}_2$  材料を堆積するために、堆積ガス 7 0 から形成される。次に堆積ガスが、チャンバ 3 0 から排気ゾーンを介して排出される。次に基板 2 5 が、チャンバ 3 0 から除去される。オプションとして、1 バッチの基板を処

50

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、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、 $\text{NF}_3$ 、 $\text{C}_3\text{F}_8$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 、 $\text{CF}_4$ 、および  $\text{SF}_6$  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可能である。

#### 【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 1 a】本発明による装置の実施例の概略断面図である。

【図 1 b】遠隔プラズマ源の実施例の概略断面図である。

【図 1 c】遠隔プラズマ源の別の実施例の概略断面図である。

【図 1 d】遠隔プラズマ源の別の実施例の概略断面図である。

【図 2 a】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 2 b】図 2 a に示すガス分配器の平面図である。

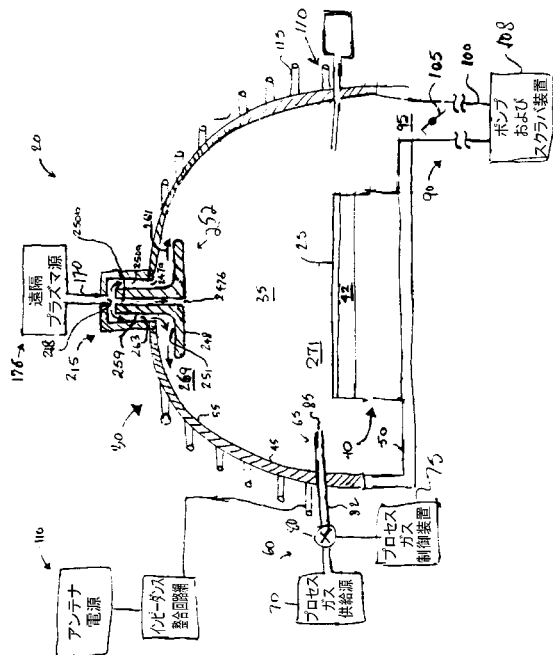
【図 3】本発明による装置の別の実施例の概略部分断面図である。

#### 【符号の説明】

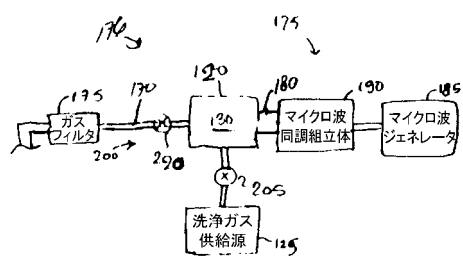
- 20 装置
- 25 基板
- 30 チャンバ
- 70 ガス供給源
- 75 ガスフロー制御装置
- 108 スクラバ装置

1 1 0 プラズマジェネレータ  
1 7 6 遠隔プラズマ源

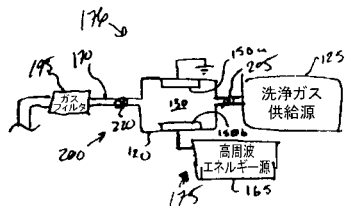
【 図 1 a 】



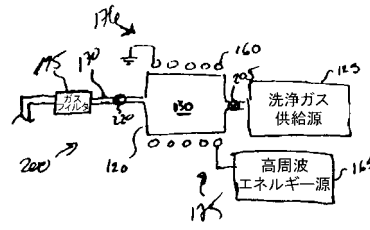
【 ☒ 1 b 】



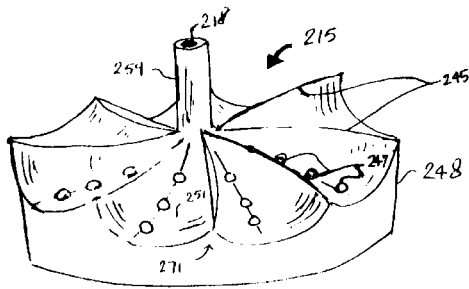
【図 1 c】



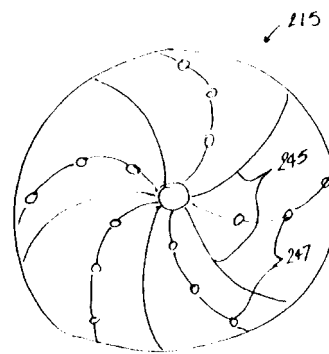
【図 1 d】



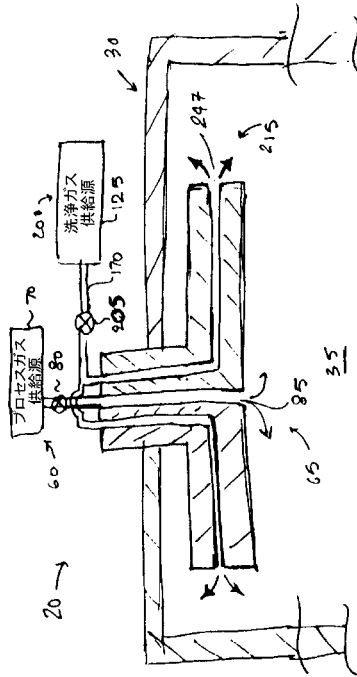
【図 2 a】



【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, オリーブ 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, ダイヤモンド ストリート 2734
- (72)発明者 ミッシェル 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, ミルプティアス, 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