

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4612190号  
(P4612190)

(45) 発行日 平成23年1月12日(2011.1.12)

(24) 登録日 平成22年10月22日(2010.10.22)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/3065 (2006.01)

H O 1 L 21/302 I O 1 G

H O 1 J 37/32 (2006.01)

H O 1 J 37/32

H O 5 H 1/46 (2006.01)

H O 5 H 1/46 L

H O 1 J 27/16 (2006.01)

H O 1 J 27/16

H O 1 J 37/08 (2006.01)

H O 1 J 37/08

請求項の数 23 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2000-572891 (P2000-572891)  
 (86) (22) 出願日 平成11年9月24日(1999.9.24)  
 (65) 公表番号 特表2002-533911 (P2002-533911A)  
 (43) 公表日 平成14年10月8日(2002.10.8)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US1999/020890  
 (87) 国際公開番号 W02000/019481  
 (87) 国際公開日 平成12年4月6日(2000.4.6)  
 審査請求日 平成18年9月20日(2006.9.20)  
 (31) 優先権主張番号 09/161,074  
 (32) 優先日 平成10年9月25日(1998.9.25)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

前置審査

(73) 特許権者 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 945  
 38, 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】 低汚染高密度プラズマ・エッチング・チャンバおよびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラズマ処理チャンバの内側にチャンバ・ライナおよびライナ支持体を有し、前記ライナ支持体が前記チャンバ・ライナの外面を取り囲むように構成された可撓壁を含み、

前記可撓壁が、前記チャンバ・ライナの前記外面から間隔をおいて配置され、

前記ライナ支持体が、前記ライナ支持体の下部延長部分に熱的に接続された外側支持体をさらに含み、前記外側支持体が、前記チャンバに装着された水冷式トップ・プレートと熱接触している、プラズマ処理チャンバ。

【請求項 2】

プラズマ処理チャンバの内側にチャンバ・ライナおよびライナ支持体を有し、前記ライナ支持体が前記チャンバ・ライナの外面を取り囲むように構成された可撓壁を含み、

前記可撓壁が、前記チャンバ・ライナの前記外面から間隔をおいて配置され、

前記ライナ支持体が、上部延長部分、可撓壁および下部延長部分を含み、前記可撓壁および前記下部延長部分が、前記ライナ支持体中に複数のフィンガを画定する複数の溝を有する、プラズマ処理チャンバ。

【請求項 3】

前記ライナ支持体に熱的に接続され、前記ライナ支持体から前記チャンバ・ライナに熱が熱的に伝導されるようにするヒータをさらに備える、請求項 1 又は請求項 2 に記載のプラズマ処理チャンバ。

【請求項 4】

10

20

前記ライナ支持体が可撓性アルミニウム材料から製作され、前記チャンバ・ライナがセラミック材料を含む、請求項 1 又は請求項 2 に記載のプラズマ処理チャンバ。

【請求項 5】

前記可撓壁が熱応力を吸収することを可能にする複数のフィンガに前記ライナ支持体を分割する溝を前記可撓壁が含む、請求項 4 に記載のプラズマ処理チャンバ。

【請求項 6】

前記ライナ支持体の下部延長部分が、前記チャンバ・ライナの下部支持セクションに固定されている、請求項 5 に記載のプラズマ処理チャンバ。

【請求項 7】

前記チャンバ・ライナおよび前記ライナ支持体と熱接触したバッフル・リングをさらに備え、前記バッフル・リングが、前記チャンバの中央部分に位置する静電チャックの周囲にプラズマ・スクリーンを画定する、請求項 1 又は請求項 2 に記載のプラズマ処理チャンバ。

10

【請求項 8】

前記バッフル・リングが、炭化ケイ素 (SiC)、窒化ケイ素 (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)、炭化ホウ素 (B<sub>4</sub>C) および窒化ホウ素 (BN) のうちの 1 つまたはいくつかから製作された、請求項 7 に記載のプラズマ処理チャンバ。

【請求項 9】

前記チャンバ・ライナが、炭化ケイ素 (SiC)、窒化ケイ素 (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)、炭化ホウ素 (B<sub>4</sub>C) および窒化ホウ素 (BN) のうちの 1 つまたはいくつかから製作された、請求項 1 又は請求項 2 に記載のプラズマ処理チャンバ。

20

【請求項 10】

前記チャンバ・ライナが低い電気抵抗率を有し、接地に至る RF 経路を提供するように構成されている、請求項 1 又は請求項 2 に記載のプラズマ処理チャンバ。

【請求項 11】

静電チャックの上に画定されたガス分配プレートをさらに備え、前記ガス分配プレートが高い電気抵抗率を有する、請求項 1 又は請求項 2 に記載のプラズマ処理チャンバ。

【請求項 12】

前記ガス分配プレートが、炭化ケイ素 (SiC)、窒化ケイ素 (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)、炭化ホウ素 (B<sub>4</sub>C) および窒化ホウ素 (BN) のうちの 1 つまたはいくつかから製作されている、請求項 1 1 に記載のプラズマ処理チャンバ。

30

【請求項 13】

フォーカス・リング、前記フォーカス・リングを支持するペDESTAL および静電チャックをさらに備える、請求項 1 又は請求項 2 に記載のプラズマ処理チャンバ。

【請求項 14】

前記フォーカス・リングおよび前記ペDESTAL が、炭化ケイ素 (SiC)、窒化ケイ素 (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)、炭化ホウ素 (B<sub>4</sub>C) および窒化ホウ素 (BN) のうちの 1 つまたはいくつかから製作されている、請求項 1 3 に記載のプラズマ処理チャンバ。

【請求項 15】

炭化ケイ素 (SiC)、窒化ケイ素 (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)、炭化ホウ素 (B<sub>4</sub>C) および窒化ホウ素 (BN) のうちの 1 つまたはいくつかから製作された、フォーカス・リング、ペDESTAL および / またはガス分配プレートをさらに備える、請求項 1 又は請求項 2 に記載のプラズマ処理チャンバ。

40

【請求項 16】

前記ガス分配プレートを介して RF エネルギーを誘導的に結合し、前記チャンバ内に高密度プラズマを発生させる RF エネルギー源をさらに備える、請求項 1 2 に記載のプラズマ処理チャンバ。

【請求項 17】

前記 RF エネルギー源が平面アンテナを備える、請求項 1 6 に記載のプラズマ処理チャンバ。

50

## 【請求項 18】

前記チャンバがプラズマ・エッチング・チャンバである、請求項 1 又は請求項 2 に記載のプラズマ処理チャンバ。

## 【請求項 19】

鋳造されたヒータ・リングが前記ライナ支持体と熱接触し、前記チャンバ・ライナの温度を熱的に制御するために前記ヒータ・リングが前記ライナ支持体を加熱する抵抗加熱部品を含む、請求項 1 又は請求項 2 に記載のプラズマ処理チャンバ。

## 【請求項 20】

請求項 1 又は請求項 2 に記載のプラズマ処理チャンバ内で半導体基板を処理する方法であって、半導体ウェーハが前記チャンバ内に移送され、前記半導体ウェーハの露出面が高密度プラズマで処理される方法。

10

## 【請求項 21】

前記チャンバ・ライナがセラミック材料であり、前記ライナ支持体が、前記ライナ支持体と前記チャンバの被温度制御部分との間に延びる外側支持体を含み、前記外側支持体の寸法が、1 バッチの半導体ウェーハの順次処理中の前記チャンバ・ライナの温度ドリフトが最小限に抑えられるように決められている、請求項 20 に記載の半導体基板処理方法。

## 【請求項 22】

前記チャンバ・ライナが、所定の数の半導体ウェーハを処理した後に前記チャンバから取り外され、別のセラミック・ライナと交換されるセラミック・ライナである、請求項 20 に記載の半導体基板処理方法。

20

## 【請求項 23】

前記チャンバ・ライナが、前記チャンバ内に前記ウェーハを通過させることができるウェーハ・エントリ・ポートを含む、請求項 1 又は請求項 2 に記載のプラズマ処理チャンバ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

(発明の背景)

## 1. 発明の分野

本発明は一般に半導体ウェーハの製造に関し、詳細には、処理中のパーティクルおよび金属汚染を低減させるライニング材料を有する高密度プラズマ・エッチング・チャンバ、ならびにそれに関連するチャンバ・ライニング構造に関する。

30

## 2. 関連技術の説明

集積回路デバイスの物理サイズが小さくなると共に動作電圧が低くなり続けるにつれ、これに関連するデバイスの製造収率は、パーティクルおよび金属不純物汚染の影響を受けやすくなる。そのため、より小さな物理サイズを有する集積回路デバイスを製造するときには、パーティクルおよび金属汚染のレベルを、これまで許容し得ると考えられてきたレベルよりも低くすることが必要となる。

## 【0002】

一般に、(ウェーハの形態の)集積回路デバイスの製造には、フォトレジスト・マスクによって画定された選択層をエッチングする能力を有するプラズマ・エッチング・チャンバの使用が含まれる。処理チャンバは、その1つまたは複数の電極に高周波(RF)電力が加えられている間に処理ガス(すなわちエッチング・ケミストリ)を受け入れるように構成される。処理チャンバの内圧もその特定のプロセスのために制御される。所望のRF電力を電極に印加すると、チャンバ内のプロセス・ガスが活性化され、その結果、プラズマが生成される。プラズマは、半導体ウェーハの選択層の所望のエッチングを実行するように構成される。

40

## 【0003】

酸化シリコンなどの材料をエッチングするために使用される処理チャンバは、一般に、所望のエッチング結果を達成するために、製造中にエッチングされる他の膜に比べ相対的に高いエネルギーを必要とする。このような酸化シリコンには、例えば、熱的に成長させた

50

二酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ )、TEOS、PSG、BPSG、USG (アンドロート・スピノ・オン・ガラス)、LTOなどがある。高いエネルギーが必要なのは、酸化シリコン膜の強い結合に衝撃を与えて破壊し、化学反応を起こさせて揮発性のエッチング生成物を形成させる必要があるためである。したがって、これらのチャンバは「高密度酸化物エッチング・チャンバ」と呼ばれ、高いプラズマ密度を生み出して、ウェーハに高いイオン・フラックスを与え、低ガス圧で高いエッチング速度を達成する能力を有する。

#### 【0004】

高密度酸化物エッチング・チャンバは、所望のウェーハ表面をエッチングすることについてはうまく機能するが、その一方で、エッチング・チャンバの内部表面も高いイオン・パワーを受ける。そのため、材料の組成およびエッチング・ガスの組成に応じて物理スパッタリングまたは化学スパッタリングのいずれかによるイオン衝撃を受け、その結果、エッチング・チャンバの内部表面の材料が除去される。

10

#### 【0005】

高密度酸化物チャンバ中ではエッチング・チャンバの内部表面がプラズマに暴露されることを認識し、現在では、ディスク、リング、シリンダなどの単純なライニング部品を使用できるようにチャンバが設計されている。これらの部品は、処理中のウェーハの上にプラズマを閉じ込めるように構成されるため、処理プラズマ・エネルギーに絶えず暴露され、これによって攻撃される。この暴露により、これらの部品は最終的に腐食するか、またはポリマー・ビルドアップを蓄積し、交換または徹底的な洗浄が必要となる。最終的には、全ての部品がもはや使用できない状態にまで消耗する。そのため、これらの部品は「消耗品」と呼ばれる。したがって、この部品の寿命が短い場合、消耗品コスト (すなわち部品コスト / 部品寿命) は高くなる。

20

#### 【0006】

これらの部品は消耗品であるため、これらの部品がプラズマ・エネルギーに耐性を有する表面を有し、これによって消耗品コストが下がることが望ましい。消耗品コストを下げる従来技術の試みとして、これらの部品を、酸化アルミニウム ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) および石英材料から製造するものがある。これらの材料は、高密度酸化物エッチング・チャンバ中でプラズマ・エネルギーに多少は耐性を有するが、プラズマによる高いイオン衝撃は、受け入れがたい汚染レベル (例えば粒子汚染および金属不純物汚染) を生み出すという欠点を有する。例えば、消耗部品の表面が酸化アルミニウム (すなわちアルミナ) である場合、プラズマがこの表面に衝撃を与えると、アルミニウムが放出され、ウェーハの上方のプラズマに混入する。このアルミニウムのある部分は、エッチング中のウェーハおよび消耗部品 (すなわちチャンバ・ライナ、カバーなど) の表面に付着した有機ポリマー中に埋め込まれる。これが起こると、従来のインサイチュー・プラズマ洗浄ないし「アッシュ」段階において消耗部品の表面のポリマーを完全に洗浄することができなくなる可能性がある。したがって、インサイチュー・プラズマ洗浄の後には、C、Al、O および F を含むもろい薄片状の膜または粉状のコーティングが残り、その結果、粒子カウント数が大きくなる。エッチングされている構造およびシリコン・ウェーハ上の膜に付着したアルミニウムは、例えばDRAMセルのリーク電流を増大させることによって、続いて形成されるデバイスの劣化を引き起こす可能性がある。

30

40

#### 【0007】

前述のとおり、消耗部品の内側表面の材料として石英も使用される。しかし、石英は熱伝導率が低く、酸化物のエッチングに使用される高密度プラズマ中でのエッチング速度が大きいため、石英の表面は望ましくないパーティクルのソースであることが分かっている。さらに、熱伝導率の低い石英は、これらの部品の表面の温度制御を非常に難しくする。これによって、温度サイクリングが大きくなり、消耗部品の表面に付着したエッチング・ポリマーの薄片化が起こり、したがって望ましくない汚染パーティクルの生成の原因となる。石英消耗部品のさらなる欠点は、高密度酸化物エッチャ中での高いエッチング速度によって石英中にピッチング (pitting) が生じる傾向があり、その結果、石英パーティクルの剥落 (spalling) が起こることである。

50

## 【 0 0 0 8 】

以上のことを考慮すると、侵食に対してより耐性を有し、処理中のウェーハ表面の汚染（例えば粒子および金属不純物）の最小化を助ける消耗部品を有する高密度プラズマ処理チャンバが求められている。さらに、高密度プラズマ応用に使用するための消耗部品であって、温度変動に耐え、一方で消耗部品へのダメージを防ぐことができる消耗部品が求められている。

## 【 0 0 0 9 】

（発明の概要）

本発明は、これらの必要性を、プラズマ処理チャンバ内で使用するための温度制御された、低汚染、高エッチング耐性のプラズマ閉込め部品（すなわち消耗品）を提供することによって満たす。プロセス、装置、システム、デバイスまたは方法を含む多くのやり方で本発明を実施することができることを理解されたい。本発明のいくつかの実施形態を以下に説明する。

## 【 0 0 1 0 】

一実施形態では、ウェーハを保持する静電チャックを含み、エッチング耐性が高く、汚染を発生しにくく、温度制御が可能な消耗部品を有するプラズマ処理チャンバが開示される。消耗部品には、下部支持部および静電チャックを取り囲むように構成された壁を有するチャンバ・ライナが含まれる。消耗部品にはさらに、下部延長部分、可撓壁および上部延長部分を有するライナ支持構造が含まれる。可撓壁は、チャンバ・ライナの壁の外面を取り囲むように構成され、ライナを支持する可撓壁は、チャンバ・ライナの壁から間隔をおいて配置される。ただし、ライナ支持体の下部延長部分は、チャンバ・ライナの下部支持部と直接に熱接触するように構成される。さらに、バッフル・リングも消耗部品の1つであり、チャンバ・ライナおよびライナ支持体とともに組み立てられ、これらと熱接触するように構成される。バッフル・リングは、静電チャックの周囲にプラズマ・スクリーンを画定する。ライナ支持体からチャンバ・ライナおよびバッフル・リングに温度を熱的に伝導するため、ヒータは、ライナ支持体の上部延長部分に熱的に接続する能力を有する。さらに、チャンバのトップ・プレートに結合された冷却リングに熱的に接続された外側支持体が含まれる。したがって、外側支持体および冷却リングは鋳造ヒータと相まって、正確な温度制御をチャンバ・ライナに提供することができる。この正確な温度制御は温度ドリフトを防ぎ、したがって、有利にも、最後のウェーハとほぼ同じ温度条件で最初のウェーハにエッチングすることができる。

## 【 0 0 1 1 】

最も好ましい実施形態では、チャンバ・ライナおよびバッフル・リングを含む消耗部品が、炭化ケイ素（ $\text{SiC}$ ）、窒化ケイ素（ $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）、炭化ホウ素（ $\text{B}_4\text{C}$ ）および/または窒化ホウ素（ $\text{BN}$ ）材料から選択された材料から完全に製作されるか、またはその材料でコーティングされる。こうすると、これらの材料は、プラズマ・スパッタリング・エネルギーに暴露されたときに、ウェーハの表層のエッチング中に生成される揮発性エッチング生成物と実質的に同じ揮発性生成物を生み出す。

## 【 0 0 1 2 】

他の実施形態では、消耗部品を有するプラズマ・エッチング・チャンバが開示される。消耗部品には、下部支持部およびプラズマ・エッチング・チャンバの中心を取り囲む円筒形の壁を有するチャンバ・ライナが含まれる。ライナ支持体が、チャンバ・ライナを取り囲むように構成される。ライナ支持体は、チャンバ・ライナの下部支持部に熱的に接続される。ライナ支持体は、ライナ支持体を複数のフィンガに分割する複数の溝を含む。好ましい実施形態では、チャンバ・ライナが、炭化ケイ素（ $\text{SiC}$ ）材料、窒化ケイ素（ $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）材料、炭化ホウ素（ $\text{B}_4\text{C}$ ）材料および窒化ホウ素（ $\text{BN}$ ）材料のうちの1つから選択された材料から製作され、ライナ支持体がアルミニウム材料から製作される。

## 【 0 0 1 3 】

他の実施形態では、高密度プラズマ・エッチング・チャンバ内で使用する消耗部品の使用方法が開示される。この方法は、炭化ケイ素（ $\text{SiC}$ ）材料、窒化ケイ素（ $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）

10

20

30

40

50

材料、炭化ホウ素 ( $B_4C$ ) 材料および窒化ホウ素 ( $BN$ ) 材料のうちの 1 つから選択された材料から成るチャンバ・ライナの使用を含む。チャンバ・ライナは、チャンバのプラズマ領域を取り囲む壁および下部支持部を有することができる。この方法は、下部延長部分、可撓壁および上部延長部分を任意選択で有するアルミニウム・ライナ支持体の使用を含むことができる。高温でライナ支持体が膨張することができるように、ライナ支持体の可撓壁および下部延長部分には複数の溝が提供される。この方法は、任意選択で、炭化ケイ素 ( $SiC$ )、窒化ケイ素 ( $Si_3N_4$ )、炭化ホウ素 ( $B_4C$ ) および / または窒化ホウ素 ( $BN$ ) から成るバッフル・リングの使用を含む。バッフル・リングの中に、プラズマ・スクリーンを画定する複数の溝を設けることができる。この方法は、ライナ支持体およびバッフル・リングを通る熱経路を介したチャンバ・ライナの熱制御を含むことができる。

10

#### 【0014】

本発明の一実施形態によれば、プラズマ処理チャンバがチャンバ・ライナおよびライナ支持体を含み、ライナ支持体がチャンバ・ライナの外面を取り囲むように構成された可撓壁を含み、可撓壁がチャンバ・ライナの壁から間隔を置いて配置される。任意選択であるライナの温度制御のため、ライナ支持体にヒータを熱的に接続し、ライナ支持体からチャンバ・ライナに熱が熱的に伝導されるようにすることができる。ライナおよびライナ支持体に対しては適当な任意の材料を使用することができるが、ライナ支持体は可撓性アルミニウム材料から製作されることが好ましく、チャンバ・ライナはセラミック材料を含むことが好ましい。

20

#### 【0015】

ライナ支持体はさまざまな特徴を有することができる。例えば、可撓壁は、可撓壁が熱応力を吸収することを可能にする複数のフィンガにライナ支持体を分割する溝を含むことができ、かつ / または、ライナ支持体の下部延長部分をチャンバ・ライナの下部支持部に固定することができる。所望であれば、チャンバ・ライナおよびライナ支持体と熱接触したバッフル・リングを使用して、チャンバの中央部分に位置する静電チャックの周囲にプラズマ・スクリーンを画定することができる。チャンバ・ライナおよび / またはバッフル・リングは、炭化ケイ素 ( $SiC$ )、窒化ケイ素 ( $Si_3N_4$ )、炭化ホウ素 ( $B_4C$ ) および窒化ホウ素 ( $BN$ ) のうちの 1 つまたはいくつかから製作することが好ましい。

#### 【0016】

プラズマ処理チャンバはさまざまな特徴を含むことができる。例えば、チャンバ・ライナは低い電気抵抗率を有することができ、接地に至る RF 経路を提供するように構成することができる。所望であれば、静電チャックならびに / またはフォーカス・リングおよび静電チャックを支持するペDESTAL の上に、高い電気抵抗率を有するガス分配プレートを配置することができる。ガス分配プレート、フォーカス・リングおよび / またはペDESTAL は、炭化ケイ素 ( $SiC$ )、窒化ケイ素 ( $Si_3N_4$ )、炭化ホウ素 ( $B_4C$ ) および窒化ホウ素 ( $BN$ ) のうちの 1 つまたはいくつかから製作されることが好ましい。ガス分配プレートを介して RF エネルギーを誘導的に結合し、チャンバ内に高密度プラズマを発生させる RF エネルギー源によって、チャンバ内にプラズマを発生させることができる。RF エネルギー源が平面アンテナを備えることが好ましい。このチャンバを、半導体ウェーハのプラズマ処理に使用することができる。例えば、このチャンバをプラズマ・エッチング・チャンバとすることができる。

30

40

#### 【0017】

ライナはさまざまな構成をとることができる。例えば、ライナ支持体は、ライナ支持体の下部延長部分に熱的に接続された外側支持体を含むことができ、外側支持体を、チャンバに装着された水冷式トップ・プレートと熱接触させることができる。ライナ支持体はさらに、上部延長部分、可撓壁および下部延長部分を含むことができ、可撓壁および下部延長部分は、ライナ支持体中に複数のフィンガを画定する複数のみぞ穴を有する。温度制御のため、チャンバ・ライナの温度を熱的に制御するためにライナ支持体を加熱する抵抗加熱部品を含む鋳造ヒータ・リングを、ライナ支持体と熱接触するように配置することができ

50

る。

【0018】

本発明の他の実施形態によれば、チャンバ・ライナおよびライナ支持体を有するプラズマ処理チャンバ内で半導体基板が処理され、ライナ支持体は、チャンバ・ライナの外面を取り囲むように構成された可撓壁を含み、可撓壁は、チャンバ・ライナの壁から間隔を置いて配置され、半導体ウェーハがチャンバ内に移送され、基板の露出面が高密度プラズマで処理される。チャンバ・ライナはセラミック材料であることが好ましく、ライナ支持体は、ライナ支持体とチャンバの被温度制御部分との間に延びる外側支持体を含むことが好ましく、外側支持体の寸法は、1バッチの半導体ウェーハの順次処理中のチャンバ・ライナの温度ドリフトが最小限に抑えられるように決められる。ウェーハの処理中、所定の数の半導体ウェーハを処理した後にセラミック・ライナをチャンバから取り外し、別のセラミック・ライナと交換することが好ましい。さらに、チャンバ・ライナは、チャンバ内にウェーハを通過させることができるウェーハ・エントリ・ポートを含むことができる。

10

【0019】

本発明のその他の態様および利点は、本発明の原理を例を挙げて示す添付図面とともに以下の詳細な説明を検討することによって明白となる。

【0020】

本発明は、添付図面に関連した以下の詳細な説明によって容易に理解されよう。この説明を分かりやすくするため、同じ参照番号は同じ構造部品を表す。

【0021】

(好ましい実施形態の詳細な説明)

本発明は、プラズマ処理チャンバ内で使用するための1つまたは複数の温度制御された低汚染及び高エッチング耐性のプラズマ閉込め部品(すなわち消耗品)を提供する。以下の説明では、本発明の完全な理解を提供するために多くの具体的な詳細を記載する。ただ、これらの具体的な詳細の一部または全てがなくとも、当業者であれば本発明を実施することができることを理解されたい。また、本発明をいたずらに不明瞭にすることがないように、周知のプロセス動作を詳細に説明することはしない。

20

【0022】

本発明のプラズマ閉込め部品は、例えば、チャンバ・ライナ、バッフル・リング、ガス分配プレート、フォーカス・リング、ライナ支持体、その他、非電気駆動部品の形態であることが好ましい。これらの部品は、実質的に非汚染性で、エッチング耐性を有する部品として構成されることが好ましく、部品に損傷を与えることなく温度制御されることが好ましい。プラズマ閉込め部品は、ケイ素(Si)、炭素(C)、窒素(N)、酸素(O)など、ウェーハ上に製造中のデバイスに対して無害な元素から成る材料から製作されることが好ましい。この方法において、プラズマ閉込め部品がイオンによる衝撃を受けたとき(すなわちプラズマによってスパッタされたとき)に、プロセス・ガスと結合する揮発性生成物が生成される。これらの揮発性生成物は、真空ポンプを使用してチャンバから除去することができ、ウェーハ上に達して汚染を引き起こすことがない。プラズマ閉込め部品がプラズマ・エッチング・チャンバ内にある好ましい実施形態では、このような部品をエッチング・ガスに対してより耐性を有するものとし、部品の寿命を延ばすことができる。

30

40

【0023】

本発明のプラズマ閉込め部品は、炭化ケイ素(SiC)、窒化ケイ素(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)、炭化ホウ素(B<sub>4</sub>C)、窒化ホウ素(BN)などの1つまたはいくつかの材料から製造されることが好ましい。これらの材料は全て、高エッチング耐性、非汚染性元素、揮発性エッチング生成物という望ましい特性を有する。最も好ましい実施形態では、プラズマ閉込め部品(消耗部品とも呼ぶ)が固体炭化ケイ素(SiC)から製作され、したがって処理後のウェーハの金属および/またはパーティクル汚染が低減される。バッフル・リング132およびライナ130に対して使用されるSiCは、プラズマと接触したときにRF電流に対して良好な接地経路を提供するような導電性を有することが好ましい。ガス分配プレート(「GDP」)(すなわち図1の120)に対しては、それを介したRF電力の誘導

50

結合を可能にするために、より高い抵抗率のSiCを使用することができる。前述のとおり、SiCは、プラズマによってゆっくりとエッチングされ、そのためコスト効果の高い消耗部品である。

#### 【0024】

さらに、SiCは高純度であるため、プラズマによるSiCの化学スパッタリングに起因したウェーハ汚染を最小限に抑えられることができる。さらに、接地されたSiCは、プラズマ電位を引き下げ、これによって任意の非炭化ケイ素表面に対するイオン衝撃エネルギーを引き下げることによって、チャンバ内のその他の表面のスパッタリングを低減させることができる。このSiC構成部品はさらに、非常に安定したプラズマ電位を提供し、そのため、個々のチャンバ内およびチャンバ間でエッチング結果の再現性を高くすることができる。高密度プラズマ処理中の汚染を低減させる能力を有するプラズマ閉込め部品の使用の詳細については、同じ譲受人に譲渡された1998年3月31日出願の「Contamination Controlling Method and Apparatus For A Plasma Processing Chamber」という名称の米国特許出願第09/050902号を参照されたい。これは参照によって本出願に組み込まれる。次に、本発明のさまざまな実施形態を図1～8を参照して説明する。

10

#### 【0025】

図1に、本発明の一実施形態に基づく高密度プラズマ・エッチング・チャンバ100を示す。プラズマ・エッチング処理がなされるシリコン・ウェーハ104などの半導体基板を含むチャンバ・ハウジング102が示されている。この実施形態では、エッチング処理が、ウェーハ104の表面などに形成された酸化シリコンなどの材料をエッチングするように構成された高密度プラズマ処理であることが好ましい。チャンバを約80mTorr未満、好ましくは約1mTorr～約40mTorrという比較的に低い圧力に維持することによって、チャンバ内に高密度プラズマ（例えば密度約 $10^{11} \sim 10^{12}$ イオン/cm<sup>3</sup>のプラズマ）が確立される。チャンバ内の圧力は一般に、チャンバの底に適当な真空ポンプを配置することによって維持される。

20

#### 【0026】

静電チャック106の上に支持されたウェーハ104が示されている。静電チャック106の下には、静電チャック106の温度を制御するための背面冷却リング110を含む下部電極108がある。静電チャック106は、ペDESTAL112およびウェーハ104を取り囲むフォーカス・リング114によって閉じ込められている。本発明の一実施形態では、ペDESTAL112およびフォーカス・リング114が、(a)炭化ケイ素(SiC)、(b)窒化ケイ素(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)、(c)炭化ホウ素(B<sub>4</sub>C)または(d)窒化ホウ素(BN)を含むグループから選択された材料から製作されることが好ましい。最も好ましい実施形態では、ペDESTAL112およびフォーカス・リング114の材料としてSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>が選択される。

30

#### 【0027】

一実施形態によれば、アルミニウム・ペDESTAL118と下部電極108および炭化ケイ素ペDESTAL112との間に絶縁アルミナ・リング116を着座させる。チャンバ・ライナ130は、バッフル・リング132に取り付けることができる円筒形ライナであることが好ましい。バッフル・リング132は、一般に、チャンバ・ライナ130との間に良好な電気接触および熱接触を形成する内側リング132aを含む。バッフル・リング132はさらに、後に図2A～2Cを参照して詳細に説明する、一体化した歯132bのアレイを有する。

40

#### 【0028】

ウェーハ104の上方には、エッチング・ガス化学物質を処理チャンバ中に放出するシャワーヘッドとして機能するガス分配プレート(GDP)120がある。ガス分配プレート120の上方には、セラミック窓122が着座する。セラミック窓122の上方には、反応チャンバ100に上部RF電力を供給するために使用されるRFコイルシステム120(すなわちRFアンテナ)がある。RFコイル120は、RFコイル120の中心に組み

50



込まれた冷却チャネルを介して冷却されることが好ましい。この簡略図では、ガス供給ポート126を使用して、セラミック窓122とガス分配プレート120との間に画定されたチャネル中に処理ガスを供給する。プロセス・チャンバの詳細については、カリフォルニア州FremontのLAM Research Corporationから入手可能なTCP9100<sup>TM</sup>プラズマ・エッチング・リアクタを参照されたい。

#### 【0029】

RFインピーダンス整合システム127は、処理チャンバの上に取り付けられるように構成され、RFコイル122と適当に接触して電力の伝達ならびにその他のリアクタ制御パラメータを制御するように構成される。前述のとおり、セラミック窓122は、トップ・プレート124の内側に取り付けられたガス分配プレートと接触するように設計される。トップ・プレート124は、大気圧と高密度プラズマ・エッチング・チャンバ100の内部の所望の真空状態との間のインターフェースを画定する。当業者には明白なことだが、この所望圧力インターフェースは、チャンバ・ハウジング102、トップ・プレート124、GDP120、セラミック窓122およびRF整合システム127のインターフェース間に適当な数のOリングを配置することによって確立される。

#### 【0030】

高密度プラズマ・エッチング・チャンバ100の内部にはさらに、所望の温度の正確な制御およびチャンバ・ライナ130およびバッフル・リング132への伝達を可能にするライナ支持体134が配置される。この実施形態では、その可撓性を助長しその熱伝導率を向上させるために、ライナ支持体134はアルミニウムから製作される。ライナ支持体134は、上部延長部分134a、可撓壁134b、下部延長部分134cおよびライナ支持延長部分134dを含む。図示の下部延長部分134cは、チャンバ・ライナ130およびバッフル・リング132と直接に熱接触して組み立てられている。この実施形態では、可撓壁134bがチャンバ・ライナ130からわずかに離れている。ヒータ140は、ライナ支持体134の上部延長部分134aと直接に熱接触して固定することができる。ヒータ140に電力を供給し、それを制御するため、電力接続142を使用してヒータ140をヒータ電力系統129に結合する。したがって、ライナ支持体は、(これよりもろい)チャンバ・ライナ130またはバッフル・リング132に損傷を与えることなく、チャンバ・ライナ130およびバッフル・リング132へ熱的に伝達される所望の温度を制御するのによく適している。

#### 【0031】

さらに、ライナ支持体134の下部延長部分134cに熱的に接続された外側支持体131が示されている。外側支持体はさらに、冷却リング121を受け入れるように設計されたトップ・プレート124に熱的に結合される。図5Aおよび5Bを参照して後にさらに詳細に説明するように、外側支持体131は、ウェーハ処理(例えばエッチング)中にチャンバ・ライナ130の正確な温度制御を達成するために使用される。したがって、外側支持体131および冷却リング121が提供する正確な温度制御は、チャンバ・ライナがその周囲に熱を放射する能力よりも速く(プラズマ・エネルギーによって)ライナの温度が徐々に上昇することを防ぐのに役立つ。

#### 【0032】

前述のとおり、チャンバ・ライナ130およびバッフル・リング132は純粋な炭化ケイ素材料から製作されることが好ましい。さらに、ガス分配プレート120、フォーカス・リング114およびペDESTAL112も、純粋な窒化ケイ素または炭化ケイ素材料、あるいは少なくとも炭化ケイ素がコーティングされた炭化ケイ素材料から製作される。このように、高密度プラズマを閉じ込める実質的に全ての表面は、純粋な炭化ケイ素とされるか、または炭化ケイ素でコーティングされる。広く言えば、エッチング・ガスと反応して揮発性のエッチング生成物を形成する、処理中のウェーハ上のデバイスに対して無害なケイ素(Si)、炭素(C)、窒素(N)、酸素などの元素だけから成るその他の材料を使用することができる。このようにして、プラズマを閉じ込める内部表面が衝撃を受けたときに生成される揮発性生成物は過剰のエッチング・ガスと混ざり合い、一般にチャンバから(真

10

20

30

40

50

空ポンプなどを使用して)除去される。プラズマがチャンバの内部表面(すなわち消耗部品)に衝撃を与えたときに生成される生成物は揮発性であるため、これらの生成物は、ウェーハの表面に達して汚染を引き起こすことも、消耗部品上に堆積したポリマー中に埋没することもない。

#### 【0033】

図2A~2Cに、本発明の一実施形態に基づくバッフル・リング132をより詳細に示す。図1に示したとおり、バッフル・リング132は、チャンバ102の底に接続された真空ポンプの方へガスおよび副産物を通過させるプラズマ・スクリーンとして機能する。図示のとおり、バッフル・リング132は、チャンバ102の上半分に、プラズマの維持を助ける歯132bのアレイを有する。ここで、(消耗部品の)炭化ケイ素表面は、プラズマを実質的にウェーハ104の上に閉じ込める。バッフル・リング132はさらに、チャンバ・ライナ130と良好な熱接触を形成するために使用される内側リング132aを有する。

10

#### 【0034】

図2Bは、一対の歯132bの3次元図である。空間132cによって提供されるオープン領域は、一般に、ガスおよび副産物をチャンバ102から排出させるのに十分な通路が確保されるよう、50~70パーセントのオープン領域が維持されるように構成される。図2cに示すそれぞれの空間132cを形成するためには、固体炭化ケイ素材料(またはコーティングされたSiC材料)を、少なくとも1.5以上の適当なアスペクト比が維持されるように機械加工しなければならない。この例示的な構成では、空間132cの幅が約0.13インチ、高さが約0.28インチに設定されることが好ましい。したがって、これらの好ましい寸法により縦横比は約2.0となる。

20

#### 【0035】

この200mmウェーハ・チャンバ実施形態では、図1に示したペDESTAL112との間に約1/16インチのクリアランスが設けられるように、バッフル・リング132の内径(ID)が約10.75インチに設定される。しかし、当然ながら、処理中のウェーハのサイズに応じて内径(ID)をこれよりも大きくすることもできる。例えば、300mmウェーハではこの内径を約14インチとすることができる。

#### 【0036】

他の実施形態では、歯132bが穴または溝のアレイで置き換えられたバッフル・リング132が製造され得る。歯132bの代わりに穴または溝のアレイを製造するときも、約50パーセント~70パーセントのオープン領域(すなわち経路)を維持することが望ましい。図示のバッフル・リング132はさらに、外側リング132aの周囲に設計された複数のねじ穴150を有する。図1に示したとおり、ねじ穴150は、バッフル・リング132をチャンバ・ライナ130およびライナ支持体134に相互接続するのを助ける適当なねじを受け入れるように構成される。クランプなど、十分な熱伝達を可能にするのに必要な接触力を供給するその他の留め具も考えられる。

30

#### 【0037】

図3Aに、本発明の一実施形態に基づくライナ支持体134のより詳細な断面図を示す。前述のとおり、ライナ支持体134は、ヒータ140が所望の熱レベルを加えたときに生じる熱変形に応答して撓むように構成された可撓壁134bを有する。可撓壁134bは、円筒形で、かつ、溝が切られて複数のフィンガを形成されていることが好ましい。前述のとおり、ライナ支持体は、良好な熱伝導率を有し、ヒータ140によって所望の温度が加えられたときに良好な可撓性を与えるアルミニウム材料から製作することが好ましい。下部延長部分134cは、チャンバ・ライナ130およびバッフル・リング132にボルトで留められるので、下部延長部分134cはそのままの位置を保つが、熱伝導インターフェース141のところでヒータ140に結合された上部延長部分134aは、図3Cに示すように外側に撓むことができる。

40

#### 【0038】

ヒータ140は、熱伝導インターフェース141が上部延長部分134aの周囲全体に維

50

持されるよう、適当な数のねじ 144 を使用して上部延長部分 134a に固定されることが好ましい。好ましい実施形態では、ねじ 144 は、約 1000 ポンド / 平方インチの圧力で上部延長部分 134a と接触した状態にヒータ 140 を維持する能力を有する。

#### 【0039】

高密度プラズマ・エッチング・チャンバ 100 が 8 インチ・ウェーハ（すなわち 200 mm ウェーハ）を処理するように構成されているときには、ライナ支持体 134 が約 1 4 1 / 2 インチの内径を有することができる。可撓壁 134b の厚さ 170 は、約 1 / 16 インチ～約 3 / 32 インチとすることができる。約 300 までの処理温度に対しては 1 / 16 インチ寸法を使用することが好ましく、約 1000 までの処理温度を有するチャンバに対しては 3 / 32 インチ寸法が指定される。

10

#### 【0040】

下部延長部分 134c と上部延長部分 134a の間の離隔距離 176 は、チャンバの高さに応じて、約 2 1 / 2 インチに設定することが好ましい。しかし、離隔距離 176 が大きいほど、ライナ支持体 134 の熱抵抗も大きくなる。したがって、離隔距離 176 は、温度が 300 以上に達したときにライナ支持体のアルミニウム材料にかかる応力が大きくなりすぎない長さに保つ。上部延長部分 134a の厚さ 172 は例示的に約 9 / 16 インチに設定することが好ましく、下部延長部分 134c の厚さは例示的に約 5 / 8 インチに設定することが好ましい。

#### 【0041】

図 3B に、図 3A の断面 A - A から見た本発明の一実施形態に基づくライナ支持体 134 の側面図を示す。ライナ支持体 134 の可撓性を助長するため、複数のフィンガを画定する溝 152 がライナ支持体 134 の側面に画定される。溝 152 は、可撓壁 134b および下部延長部分 134c を貫いて垂直に延びる。ライナ支持体 134 は円筒形のユニットであることが好ましいので、溝 152 間の離隔距離は、適当なレベルの可撓性が可撓壁 134b に残るように構成されなければならない。したがって、溝 152 間の離隔距離は約 15 度に設定されることが好ましい。しかし、溝 152 間の実際の離隔距離は変動する可能性があり、ライナ支持体 134 の直径および所望の可撓性の程度に応じて変更することもできる。下部延長部分 134c に画定されたねじ穴 150 も示されている。

20

#### 【0042】

ライナ支持体 134 によって提供される可撓性を図解するため、図 3C に、Y 軸から（水平 X 軸に関して）外側に延びて離隔距離 133 を達成したライナ支持体を示す。場合によっては、離隔距離が 1 / 16 インチ以上にもなる可能性がある。したがって、ライナ支持体 134 は、ライナ支持体 134 のアルミニウム材料にかかる熱応力に有利に耐えることができ、その一方で、可撓性に劣るチャンバ・ライナ 130 およびバッフル・リング 132 を温度変形応力から隔離する。

30

#### 【0043】

図 4 に、発明の一実施形態に基づいてチャンバ・ライナ 130 をライナ支持体 134 に組み付ける方法を示す。この実施形態では、チャンバ・ライナ 130 が炭化ケイ素から作られている場合に、チャンバ・ライナ 130 が、通電された電極 108（下部電極）に対して接地への高インテグリティ RF リターン・パスを提供する。当業者には周知のことだが、処理チャンバ中に高インテグリティ RF グ라운드・パスができると、優れたプロセス繰返し精度が得られるという利点が生じる。さらに、接地された SiC は、プラズマ電位を低下させ、これにより非炭化ケイ素表面上のイオン衝撃エネルギーを低下させることによって、チャンバ内のその他の表面のスパッタリングを低減させることができる。

40

#### 【0044】

さらに、チャンバ・ライナ 130 に対して使用される SiC などの材料では、その電気抵抗率を広い範囲にわたって変更することができる。例えば、SiC の抵抗率を特定の応用に合わせて調整することができる。チャンバ・ライナ 130 およびバッフル・プレート 132 に対して使用するときには、SiC が、接地に至る RF 電力の良好な導電経路を助長する低抵抗率を示すように変更される。一方、部品中での電力消費を最小限に抑えるため

50

に、部品が、それを介して誘導的に結合されたRF電力を有しなければならないときには、高い抵抗率が必要である。したがって、ガス分配プレート(GDP)120に対しては高抵抗率SiCを使用することが好ましい。

#### 【0045】

図示のように、ねじ穴150は、チャンバ・ライナ130の下部支持部を貫通し、次いでライナ支持体134中に延びるように構成される。一般に、良好な熱伝導インターフェース156が維持されるよう、適当な数のねじを使用して、チャンバ・ライナ130とライナ支持体134を相互接続する。こうすることによって、ライナ支持体134を介して伝導された熱を、チャンバ・ライナ130およびパッフル・リング132に熱的に伝えることができる。

10

#### 【0046】

この好ましい実施形態では、ライナ支持体134がチャンバ・ライナ130から空間154によって離隔されることが好ましい。空間154は約1/16インチに設定されることが好ましい。一般にこの離隔距離が望ましいのは、図3Cに関して説明したとおり、ライナ支持体134が撓むように構成されるためである。200mmウェーハ・チャンバでは、チャンバ・ライナ130の直径179が約14インチである。この実施形態ではチャンバ・ライナ130の厚さが、約0.1インチ~約0.3インチに設定されることが好ましく、約0.2インチに設定されることが最も好ましい。この例示的なチャンバ・ライナの高さ177は約3インチ~約12インチとすることができ、約5インチであることが最も好ましい。

20

#### 【0047】

さらに、ライナ支持体134の下部延長部分134cに熱的に接続された外側支持体131が示されている。外側支持体は、可撓壁134bが実質的な障害なしに撓むことができるように可撓壁134bから間隔を置いて配置されることが好ましい。外側支持体131の外面は、トップ・プレート124と良好な熱接触を形成するように構成された表面123'を有する上方に延びる壁を有する。これにより、図5Aにより詳細に示す冷却リング121を使用して、チャンバ・ライナ130およびチャンバの内部領域の温度を制御することができる。したがって、ヒータ140と冷却リング121の両方を同時に制御することを通して、プラズマの無い状態からプラズマが継続してオンである状態に至るまで、チャンバ・ライナ130の温度を±10 未満の範囲に維持することができる。このようにして、最初にエッチングするウェーハを、最後にエッチングするウェーハと同じチャンバ・ライナ130の温度、すなわち±10 以内の変動でエッチングすることができる。

30

#### 【0048】

図5Aに、本発明の一実施形態に基づいて組み立てられたチャンバ・ライナ130、ライナ支持体134およびパッフル・リング132の部分断面図を示す。図示のように、チャンバ・ライナ130とライナ支持体134は、前述の良好な熱伝導インターフェース156を達成するように組み立てられる。

#### 【0049】

前述のとおり、外側支持体131は複数のねじ135を介して下部延長部分134cに熱的に接続される。最も好ましい実施形態では外側支持体131が、図示のようにトップ・プレート124に熱的に接続された可撓壁131aを有する。さらに、複数の溝131cによって分離された複数のフィンガ131dが、必要な可撓性をどのように可撓壁131aに与えるに役立つのかを示すために、図5Bに外側支持体131の側面図を示す。さらにトップ・プレート124は、その上縁に冷却リング121が連結されるように構成される。もちろん、冷却リング121またはその他のタイプの冷却システムをトップ・プレート124に適用するその他の構成も使用可能である。

40

#### 【0050】

この実施形態では、ヒータ140と冷却リング121を組み合わせることで、温度を狭い温度範囲で正確に制御することができる。例えば、一般にチャンバ・ライナ130は例えば200 以上の高温下に置かれるが、一方で熱は、主に放射によって周囲に失

50

われる。プラズマが生成されると、プラズマは、イオン衝撃によってチャンバ・ライナ 130 中にさらに熱を放出する。チャンバ・ライナ 130 は、一般に、プラズマから熱を得るのと同じ速さではこの熱を放射によってその周囲へ伝えることはできないので、チャンバ・ライナ 130 の温度は時間の経過とともにゆっくりと上昇する。したがって、冷却リング 121 に熱的に結合された外側支持体 131 は、チャンバ・ライナの温度ドリフトを排除するのによく適している。この実施形態では、外側支持体 131 の断面および長さを調整することによって、ライナ支持体 134 から外側支持体 131 への熱損失を設定することができる。したがって、この調整を実施して、ライナ支持体 134 から温度制御されたトップ・プレート 124 に至る熱損失経路を制御することができる。

#### 【0051】

図示のとおり、チャンバ・ライナ 130 は、さらに、バッフル・リング 132 との間に良好な熱伝導インターフェース 157 を形成する。この良好な伝導インターフェースを達成するため、バッフル・リング 132、チャンバ・ライナ 130 およびライナ支持体 134 は、複数のねじ 150' を使用して一体に固定される。ねじ 150' は、バッフル・リング 132 の内側リング 132a と直接に接触したスペーサ・リング 131b、スペーサ 131a' およびチャンバ・ライナ 130 を貫通して取り付けられることが好ましい。

#### 【0052】

スペーサ・リング 131b およびスペーサ 131a' はアルミニウムから製作され、ねじ 150' ならびにバッフル・リング 132 およびチャンバ・ライナ 130 のもろい表面に圧力を加えるための良好な表面を提供することが好ましい。すなわち、バッフル・リング 132 はセラミックであることが好ましいため、ねじでバッフル・リングに直接にあまりに大きな力を加えると、バッフル・リングまたはチャンバ・ライナ 130 に亀裂が生じるおそれがある。チャンバの周囲全体にねじ 150' を固定すれば、チャンバ・ライナ、バッフル・リングおよびライナ支持体（すなわち消耗部品）を図 1 の高密度プラズマ・エッチング・チャンバ 100 内で使用する準備が整う。本明細書では、これらの部品を消耗部品と呼んでいるが、高密度プラズマを閉じ込めるこれらの部品に対して炭化ケイ素（または本明細書に記載のその他の代替材料）を使用したときには、これらの部品の寿命は延び、したがって消耗品コストは低下する。

#### 【0053】

交換が必要なときには、これらの部品を交換部品にすみやかに（すなわちクイック洗浄キットを使用して）取り換えることができる。ライナ支持体 134 は、高密度プラズマと接触するようには設計されていないので、ライナ支持体 134 は、チャンバ・ライナ 130 およびバッフル・リング 132 ほどには速く消耗しない可能性がある。したがって、ライナ支持体 134 を消耗した消耗部品（これらの部品はオフラインで洗浄して再使用したり、または廃棄することができる）から取り外し、交換用消耗部品とともに使用することができる。チャンバの休止時間が収率の低下につながる製造においてチャンバを使用している場合には、これらの消耗品を迅速に交換できる能力が、チャンバを清浄化するための平均時間の短縮という利点につながる。

#### 【0054】

図 6 に、本発明の一実施形態に基づくチャンバ・ライナ 130、バッフル・リング 132 およびライナ支持体 134 の 3 次元組立図を示す。図示のとおり、ライナ支持体 134 の上部延長部分 134a の上面は、ヒータ 140 を受け入れる複数のねじ穴を有するように構成される。ライナ支持体 134 の壁に沿って、温度変動に応答して撓むように構成されたフィンガを画定する複数の溝 152 がある。チャンバ 100 の中へ、またはチャンバ 100 から外にウェーハを通過させることができるように、チャンバ・ライナ 130 の壁にはウェーハ・エントリ・ポート 160 が画定されている。一般に、ウェーハは、ロボット・アームを使用してチャンバの中に通すことが好ましい。ロボット・アームは、ポート 160 中に部分的にはまり込み、静電チャック 106 の上でウェーハを解放する。したがって、ポート 160 は、ウェーハおよびロボット・アームを受け入れるため十分に大きくなければならず、同時に、ウェーハの上のプラズマ・プロファイルを乱さないように十分に

10

20

30

40

50

小さく維持されなくてはならない。図7に示すように、ポート160の形をしたみぞ穴を有する挿入物がライナの外側に取り付けられる。その他の消耗部品と同様に、この挿入物を $\text{SiC}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{B}_4\text{C}$ および/または $\text{BN}$ とすることができる。

#### 【0055】

一般に、ライナ支持体134は、さらに、チャンバ・ライナ130中にも画定された貫通穴162を含む。貫通穴162は、処理中のチャンバの内部の圧力を調べたり、特定のプロセスの終了を光学的に検出したりするための穴を含むことができる。さらに、ライナ支持体134の上部延長部分134aにヒータ140を固定するためのねじ144を受け入れるために使用される複数の穴161がより詳細に示されている。

#### 【0056】

図7に、組み立てられたチャンバ・ライナ130、ライナ支持体134およびバッフル・リング132の3次元図を示す。この図には、静電チャック106にウェーハを渡す目的に使用されるポート穴160がより詳細に示されている。バッフル・リング132の歯132bも示されている。したがって、歯132bは、ペDESTAL112のすぐ近くまで延びて、図1に示したチャンバの下部からプラズマを分離する。

#### 【0057】

図8に、図1の本発明の一実施形態に基づく高密度プラズマ・エッチング・チャンバ100の一部分の分解図を示す。この図には、バッフル・リング132、チャンバ・ライナ130およびライナ支持体134の組立てに使用されるスペーサ・リング131bが示されている。この斜視図には、ライナ支持体134の上面延長部分134aの上にヒータ140がどのように適用されるかも示されている。図示のヒータ140は鋳造ヒータであることが好ましい。もちろん、その他のタイプの加熱システムでも機能し得る。ヒータ140を正しく固定すると、ライナ支持体134との間に良好な熱接触が形成される。

#### 【0058】

トップ・プレート124の穴124aを通り抜ける電力接続142も示されている。トップ・プレート124は、図示のように、ガス分配プレート120を受け入れることができる。ガス分配プレート120は、ガス供給ポート126によって供給された処理ガスをチャンバ100中に導くことができるチャンネル120aを有する。この例には示されていないが、次いで、ガス分布プレート120の上にセラミック窓122を載せることができる。

#### 【0059】

本発明の好ましい実施形態では、高密度プラズマ・エッチング・チャンバ100が、例えば、熱的に成長させた二酸化シリコン( $\text{SiO}_2$ )、 $\text{TEOS}$ 、 $\text{PSG}$ 、 $\text{BPSG}$ 、 $\text{USG}$ (アンダーコート・スピン・オン・ガラス)、 $\text{LTO}$ などの酸化シリコン材料をエッチングし、一方で不要な汚染物質の導入を低減させるのに特によく適する。単なる例示ではあるが、チャンバ100中の高密度プラズマ条件を達成するためには、チャンバ内の圧力を80mTorr未満に維持し、RFコイル128(すなわち上部電極)を約2500ワット~約400ワットの間に設定することが好ましく、RFコイル128を約1500ワットに設定することが最も好ましい。下部電極108は、約2500ワット~約700ワットの間に維持することが好ましく、約1000ワットに維持することが最も好ましい。一般的な高密度酸化物エッチング・プロセスでは、所望のエッチング特性を生み出すために、 $\text{CHF}_3$ 、 $\text{C}_2\text{HF}_5$ および/または $\text{C}_2\text{F}_6$ などのプロセス・ガスがチャンバに導入される。

#### 【0060】

先に述べたとおり、プラズマ閉込め部品(例えば、チャンバ・ライナ130、バッフル・リング132、GDP120、フォーカス・リング114およびペDESTAL112を含む消耗品)に使用することができる材料は、一般に、ウェーハ104上に形成されている層に対して無害である。すなわち、ウェーハ104の表面をエッチングした結果として生じる揮発性エッチング生成物は、消耗品がプラズマ・エネルギーで衝撃(すなわちスパッタ)を受けたときに生じる揮発性生成物と同種のものである。その結果、有利にも、消耗品

10

20

30

40

50

のイオン衝撃によって生じたこれらの揮発性生成物は通常の揮発性エッチング生成物と一緒にになる。

【0061】

したがって、これにより、結合したこれらの揮発性生成物をチャンバに接続された真空ポンプを使用してチャンバ100の内部領域から除去することが容易になる。消耗品からの揮発性生成物をウェーハ処理領域から迅速に除去することができることにより、ウェーハ104の表面に製造中のデバイスを妨害するパーティクルおよび金属汚染物質の濃度が大幅に低くなる。いくつかの好ましい実施形態に関して本発明を説明してきたが、以上の明細を読み図面を詳細に検討した当業者であれば、本発明の様々な変更、追加、置換および等価形態を認識できることを理解されたい。したがって、半導体ウェーハの汚染の低減に関して特定の詳細を提供したが、このような利点は、フラット・パネル・ディスプレイ基板などにも適用することができるものである。さらに、消耗部品に対して好ましい材料は純粋な炭化ケイ素(SiC)であるが、この材料を、SiCでコーティングされた黒鉛などのSiCでコーティングされた材料、または反応結合したSiCの孔隙を埋めるために10~20%のSiが追加された主としてSiCから成る材料とすることもできる。これも既に述べたことだが、これらの消耗部品を、窒化ケイ素(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)、炭化ホウ素(B<sub>4</sub>C)、窒化ホウ素(BN)などの材料から製作することもできる。これらの材料は全て、高いエッチング抵抗、非汚染性元素および揮発性エッチング生成物を有するという望ましい特性を有する。

10

【0062】

したがって本発明は、本発明の真の趣旨および範囲に含まれる全ての変更、追加、置換および等価形態を含む。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態に基づく高密度プラズマ・エッチング・チャンバを示す図である。

【図2A】、

【図2B】、

【図2C】 本発明の一実施形態に基づくバッフル・リングをより詳細に示す図である。

【図3A】 本発明の一実施形態に基づくライナ支持体のより詳細な断面図である。

【図3B】 本発明の一実施形態に基づくライナ支持体の図3Aの断面A-Aから見た側面図である。

30

【図3C】 温度応力がかかったときの本発明の一実施形態に基づくライナ支持体の可撓性を示す図である。

【図4】 本発明の一実施形態に基づいてチャンバ・ライナをライナ支持体に組み付ける方法を示す図である。

【図5A】 本発明の一実施形態に基づいて組み立てられたチャンバ・ライナ、ライナ支持体およびバッフル・リングの部分断面図である。

【図5B】 本発明の一実施形態に基づく外側支持体の側面図である。

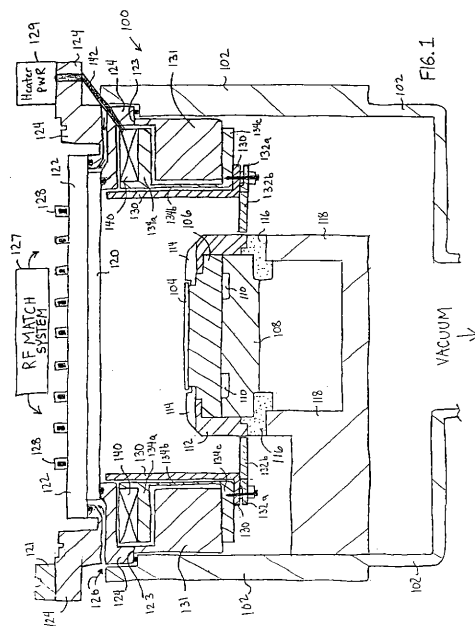
【図6】 本発明の一実施形態に基づくチャンバ・ライナ、バッフル・リングおよびライナ支持体の3次元組立図である。

40

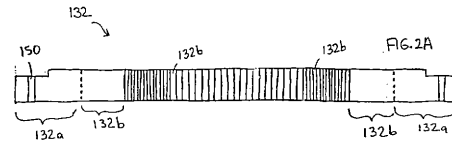
【図7】 本発明の一実施形態に基づくチャンバ・ライナ、ライナ支持体およびバッフル・リングの他の3次元組立図である。

【図8】 本発明の一実施形態に基づく図1の高密度プラズマ・エッチング・チャンバの部分分解図である。

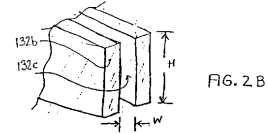
【図 1】



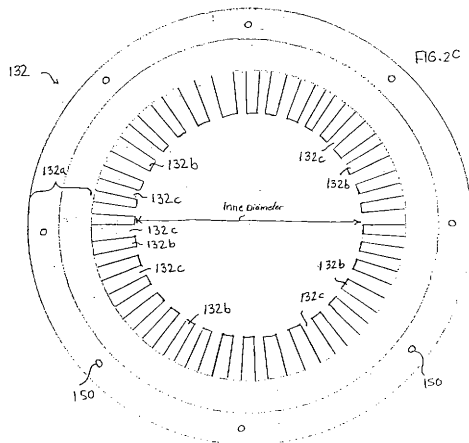
【図 2 A】



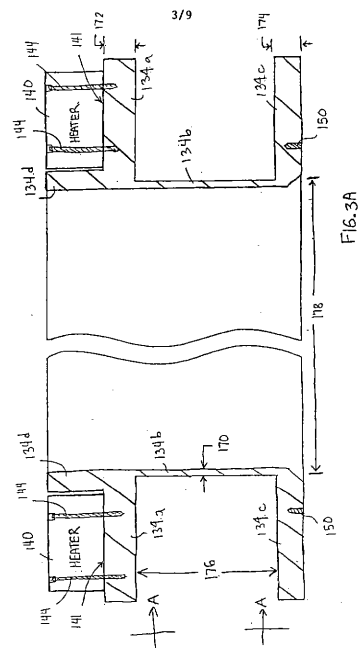
【図 2 B】



【図 2 C】

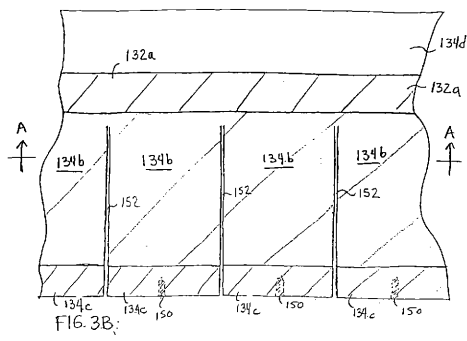


【図 3 A】

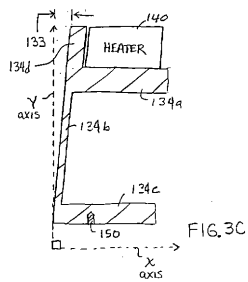




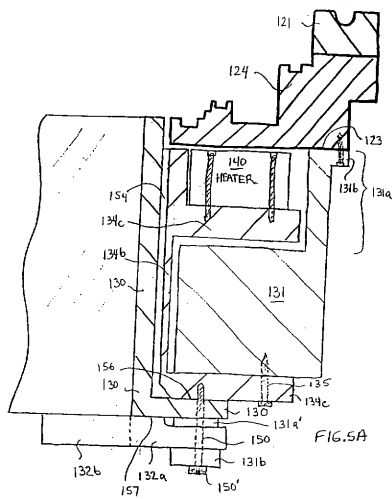
【図 3 B】



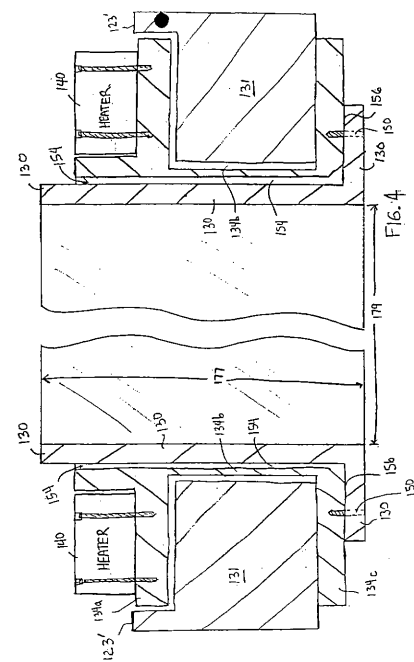
【図 3 C】



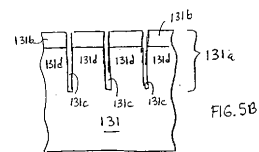
【図 5 A】



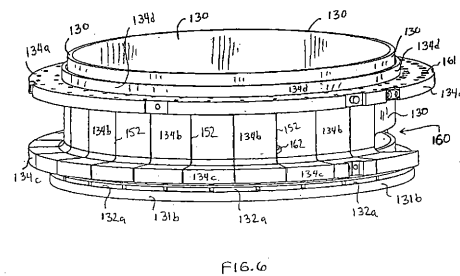
【図 4】



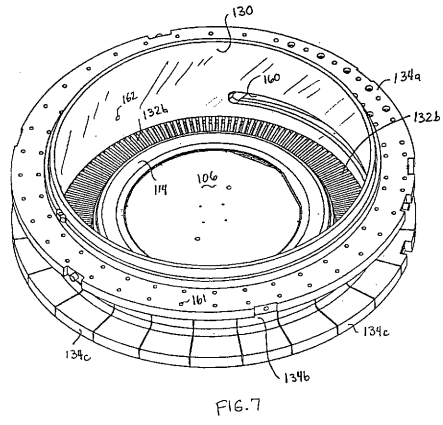
【図 5 B】



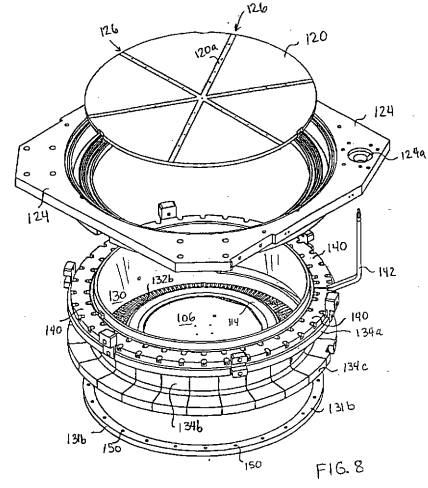
【図 6】



【図 7】



【図 8】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100134175

弁理士 永川 行光

(74)代理人 100146293

弁理士 西川 恵雄

(72)発明者 ウィッカー, トーマス, イー.

アメリカ合衆国 ネヴァダ州 89511, レノ, フェアビュー ロード 4430

(72)発明者 マラシュチン, ロバート, エイ.

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95014, クペーティノ, エドワード ウエイ 21629

(72)発明者 ケネディー, ウイリアム, エス.

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94065, レッドウッド ショアーズ, ケイブ ハッタラス コート 46

審査官 今井 淳一

(56)参考文献 特開平09-153481(JP,A)

特開平10-070109(JP,A)

特開平10-130872(JP,A)

特開平07-273086(JP,A)

特開平07-201495(JP,A)

特開平08-255783(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065

H01J 37/32

H05H 1/46

H01J 27/16

H01J 37/08