

(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2005-524235

(P2005-524235A)

(43) 公表日 平成17年8月11日(2005.8.11)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H O 1 L 21/31

H O 1 L 21/3065

F I

H O 1 L 21/31

C

H O 1 L 21/302 1 O 1 E

テーマコード (参考)

5 F O O 4

5 F O 4 5

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2004-500540 (P2004-500540)  
 (86) (22) 出願日 平成15年4月24日 (2003. 4. 24)  
 (85) 翻訳文提出日 平成16年12月21日 (2004. 12. 21)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2003/012615  
 (87) 国際公開番号 W02003/092337  
 (87) 国際公開日 平成15年11月6日 (2003. 11. 6)  
 (31) 優先権主張番号 60/376, 154  
 (32) 優先日 平成14年4月26日 (2002. 4. 26)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 10/401, 074  
 (32) 優先日 平成15年3月27日 (2003. 3. 27)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 504398409  
 アクレテック ユーエスエイ インコーポ  
 レイテッド  
 アメリカ合衆国 ニュージャージー州 O  
 7 4 3 6 オークランド スプリュース  
 ストリート 4 8  
 (74) 代理人 100082005  
 弁理士 熊倉 禎男  
 (74) 代理人 100067013  
 弁理士 大塚 文昭  
 (74) 代理人 100074228  
 弁理士 今城 俊夫  
 (74) 代理人 100086771  
 弁理士 西島 孝喜

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 処理工程内で半導体基板の縁部近傍領域に薄膜を成形するための方法及び装置

## (57) 【要約】

大気のパラズマ源が、化学的に活性の気体種として用いられる。そのように生成された化学的に活性の気体種は、ガス流制御装置及び電気機械式位置決め装置を介して、処理工程内の半導体基板の縁部近傍の表面の方向に向けられる。説明を受けた上でパラズマ源の入力ガスを選択することにより、熟練した実務者が、出力された化学的性質の性能を調整し、材料の除去又は材料の付着形成のいずれかを達成することが可能になる。基板の除去又は付着形成工程の成形は、該基板とパラズマ源との間の相対的な動きを制御することによって達成される。

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

薄膜をウェーハ上に成形するための装置であって、  
ウェーハを保持するための回転可能なチャックと、  
前記チャック上のウェーハの縁部を受けるためのスロットを有するハウジングと、  
反応ガスの流れを生成するための、前記ハウジング上に取り付けられた少なくとも 1 つのプラズマ源と、

前記反応ガスの流れを前記ハウジングの前記スロット内にある前記ウェーハの前記縁部の方向に向けるための、前記プラズマ源と連通する該ハウジング内の第 1 のチャンネルと、  
前記反応ガスを受けるための、前記ハウジング内の排気プレナムと、

反応ガスを前記プレナムから放出するための、該排気プレナムと連通し該排気プレナムから延びる排気ラインと、

希釈 / クエンチガスの流れを前記ウェーハに向けるための、前記第 1 のチャンネルの半径方向内側にある、前記ハウジング内の少なくとも 1 つの第 2 のチャンネルと、

前記希釈 / クエンチガス及び反応ガスを排出するための、前記第 2 のチャンネルと前記第 1 のチャンネルとの間にある前記ハウジング内の少なくとも 1 つ排気チャンネルと、  
を備えることを特徴とする装置。

**【請求項 2】**

前記チャック上の前記ウェーハの主要部分を前記スロット内に受けるように、前記ハウジングが半円形状であることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

**【請求項 3】**

前記排気チャンネルが、前記プラズマ源と前記 1 つのチャンネルとの間に配置されたことを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

**【請求項 4】**

薄膜をウェーハ上に成形するための装置であって、  
ウェーハを保持するための回転可能なチャックと、  
前記チャック上のウェーハの縁部を受けるためのスロットを有するハウジングと、  
反応ガスの流れを選択的に生成し、前記反応ガスの流れを前記ハウジングの前記スロット内にある前記ウェーハの前記縁部の方向に、半径方向外側に向けるための、該ハウジング上に取り付けられた複数のプラズマ源と、

希釈 / クエンチガスの流れを前記反応ガスの流れの方向に、前記ウェーハに向けるための前記ハウジング内の複数のチャンネルと、

そこから前記希釈 / クエンチガス及び反応ガスを排出するための、前記チャンネルと前記プラズマ源との間にある前記ハウジング内の複数の排気チャンネルと、  
を備えることを特徴とする装置。

**【請求項 5】**

前記チャック上の前記ウェーハの主要部分を前記スロット内に受けるように、前記ハウジングが半円形状であることを特徴とする請求項 4 に記載の装置。

**【請求項 6】**

前記複数のプラズマ源が、ウェーハ上にポリマーを選択的にエッチングし、ウェーハ上に二酸化ケイ素をエッチングし、前記ハウジング内のウェーハ上に封入用二酸化ケイ素層を付着形成するために、該ハウジングの周方向に離間して配置された 3 つのプラズマ源を含むことを特徴とする請求項 4 に記載の装置。

**【請求項 7】**

前記反応ガスを受けるための前記ハウジング内の排気プレナムと、反応ガスを前記プレナムから放出するための、該排気プレナムと連通し該排気プレナムから延びる排気ラインとをさらに備えることを特徴とする請求項 4 に記載の装置。

**【請求項 8】**

薄膜をウェーハ上に成形する方法であって、  
薄膜を有するウェーハを回転可能なチャック上に取り付け、

10

20

30

40

50

希釈 / クエンチガスの流れを半径方向外側方向に前記ウェーハに向け、  
前記希釈 / クエンチガスの流れを該希釈 / クエンチガスの流れの前記ウェーハ下流側から排出し、

反応ガスの流れを前記希釈 / クエンチガスの半径方向外側に前記ウェーハの方向に向けて、該ウェーハと反応させ、

前記反応ガスの流れに対して前記ウェーハを回転させ、該ウェーハの前記縁部から膜断片を除去する、

段階を含むことを特徴とする方法。

【請求項 9】

前記ウェーハを回転させ、該ウェーハを前記反応ガスの流れに対して線形方向に移動させて、薄膜を所定の形状に成形しながら、前記ウェーハ上の前記薄膜から材料を除去する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 8 に記載の方法。 10

【請求項 10】

ウェーハ上に材料を付着形成させるために、反応ガスの第 2 の流れを前記希釈 / クエンチガスの半径方向外側に前記ウェーハの方向に向けて、該ウェーハと反応させ、前記反応ガスの第 2 の流れに対して該ウェーハを回転させ、前記材料の保護用薄膜を該ウェーハ上の前記成形された薄膜上に付着形成する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記保護用薄膜が、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$  から  $0.3\text{ }\mu\text{m}$  までの範囲の厚さを有することを特徴とする請求項 10 に記載の方法。 20

【請求項 12】

反応ガスを前記ウェーハの前記縁部の周りに配置されたプレナム内に集め、  
前記プレナムから前記反応ガスを排出する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

【請求項 13】

薄膜をウェーハ上に成形する方法であって、  
上に薄膜を有するウェーハを回転可能なチャック上に取り付け、  
希釈 / クエンチガスの流れを半径方向外側方向に前記ウェーハの方向に向け、  
前記希釈 / クエンチガスの流れを該希釈 / クエンチガスの流れの前記ウェーハ下流側から排出し、 30

反応ガスの流れを前記希釈 / クエンチガスの半径方向外側に前記ウェーハの方向に向けて、該ウェーハと反応させ、

前記反応ガスの流れに対して前記ウェーハを回転させて、保護用薄膜の材料を前記ウェーハの前記縁部上に付着形成させる、

段階を含むことを特徴とする方法。

【請求項 14】

前記保護用薄膜が、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$  から  $0.3\text{ }\mu\text{m}$  までの範囲の厚さを有することを特徴とする請求項 12 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】 40

【技術分野】

【0001】

本発明は、処理工程内で半導体基板上に薄膜を成形するための方法及び装置に関する。より具体的には、本発明は、プラズマ技術を用いて処理工程内で半導体基板の縁部近傍領域に薄膜を成形するための方法及び装置に関する。

本出願は、2002 年 4 月 26 日に提出された仮出願第 60 / 376 , 154 号、2003 年 3 月 27 日に提出された米国特許出願第 10 / 401 , 074 号に基づく利益を主張するものである。

【背景技術】

【0002】

ＩＣ製造工程における今後の傾向は、製造技術者に、汚染の根本的原因により多くの注意を払うようになることを要求する。ＩＣ製造技術界においては、基板の縁部排除領域及び縁部表面が汚染の発生源であるとの認識が生じた。これらの縁部領域から発生する汚染問題は、粘着が不十分な膜の結果であり、この粘着が不十分な膜は、部分的に剥離を起こし、表面から遊離する。能動素子が構成されるウェーハの中心に向けて移動する場合、これらの遊離した膜の断片又は薄片が決定的な欠陥になることがある。

剥離膜に対する既存の対処方法（エッジ・ビード除去又はＥＢＲ）に関連する問題も存在し、そこでは、この対処方法が、容易に洗浄することができず、粒子を捕捉する縁部近傍のトポグラフィをもたらす。

【発明の開示】

10

【０００３】

したがって、ウェーハの処理中に剥離膜を除去するための比較的簡単な技術を提供できることが本発明の目的である。

処理されたウェーハ上の膜の形状を制御することが本発明の別の目的である。

処理中にウェーハの縁部を形成するための経済的な技術を提供することが本発明の別の目的である。

手短に言うと、本発明は、薄膜をウェーハ上に形成するための装置及び方法を提供するものである。

【０００４】

本発明の装置は、ウェーハを保持するための回転可能なチャックと、該チャック上のウェーハの縁部を受けるためのスロットを有するハウジングと、反応ガスの流れを生成するための、該ハウジング上に取り付けられた少なくとも１つのプラズマ源と、該反応ガスの流れを該ハウジングのスロット内にある該ウェーハの該縁部の方向に向けるように、該プラズマ源と連通する、該ハウジング内のチャンネルとを用いる。

20

さらに、反応ガスを受けるように、排気プレナムがハウジング内に配置され、反応ガスを該プレナムから排出するように、排気ラインが、該排気プレナムと連通し該排気プレナムから延びている。

【０００５】

さらに、希釈／クエンチガスの流れをウェーハに向けるための、第１のチャンネルの半径方向内側にあるハウジング内の少なくとも１つの付加的なチャンネルと、そこから該希釈／クエンチガス及び反応ガスを排出するための、この付加的なチャンネルと第１のチャンネルとの間にあるハウジング内の少なくとも１つの排気チャンネルとが存在する。

30

一般的に、ハウジングは、チャック上のウェーハの主要部分をスロット内に受けるように半円形状でできているが、このハウジングは、他の何らかの適切な形状であってもよい。

この装置は、ウェーハ上にポリマーを選択的にエッチングし、ウェーハ上に二酸化ケイ素をエッチングし、ウェーハ上に封入用二酸化ケイ素を付着形成するために、多数の組の入力チャンネル及び排気チャンネル、並びに、例えば周方向に離間して配置されたハウジングの３つのプラズマ源のような複数のプラズマ源を有するように構成することもできる。

【０００６】

40

本発明の方法は、薄膜を有するウェーハを回転可能なチャック上に取り付け、希釈／クエンチガスの流れを半径方向外側方向に該ウェーハの方向に向け、反応ガスの流れを該希釈／クエンチガスの流れの該ウェーハ下流側から排出させ、反応ガスの流れを、該希釈／クエンチガスの半径方向外側に該ウェーハの方向に向けて該ウェーハと反応させ、該反応ガスの流れに対して該ウェーハを回転させ、該ウェーハの縁部から膜断片を除去するか、又は材料を該ウェーハ上に付着形成する段階を含む。

回転中、ウェーハは、反応ガスの流れに対して直線方向に移動され、薄膜を所定の形状に成形しながら、通常ウェーハ上にある薄膜から材料を取り除くことを可能にする。その後、反応ガスの第２の流れを、希釈／クエンチガスの半径方向外側にウェーハの方向に向けて該ウェーハと反応させ、該ウェーハが回転される間に材料をその上に付着形成し、該

50

材料の薄い保護膜をウェーハ上の成形された薄膜上に付着させる。

【0007】

ここに説明される方法及び装置により可能になった処理能力は、剥離膜の除去及び処理後に残る膜形状の制御の両方に対処するものである。この膜成形能力は、粒子を捕捉することなく従来の洗浄プロセスを使用することを可能にする。さらに、この処理は、今後の剥離を防止する薄膜を用いて、新たに処理された表面を封入することもできる。

【0008】

本発明によると、処理工程内の半導体基板（ウェーハ）が、（例えば、真空を用いて）プラテン上の適所に保持される。このプラテンの直径は、ウェーハに比べて十分に小さく、該ウェーハの全ての縁部表面へのアクセスを可能にするものである。プラテンは、スピンドルに取り付けられ、該スピンドルは、回転電気機械システムに連結される。電気機械システムが、処理中のウェーハの回転運動のコンピュータ制御を可能にする。さらに、プラテン組立体全体が、3軸（X、Y、Z）直動位置決め装置上に取り付けられる。米国特許第5,961,772号に記載されたものに類似したプラズマ源が、ウェーハの縁部表面の近くに配置される。プラズマ源（火炎）からのガス出力流が、ガス流のハードウェア設計及び電気機械式位置決め装置（X、Y及びZのウェーハ移動軸）によって、縁部表面上に当たるように向けられる。

【0009】

入力ガスの適切な選択が、ウェーハ上で実行される処理の性質を定める。反応の副産物が作動圧において揮発性であるように、特定の気体混合物により、ウェーハ上の材料を火炎成分と反応させる。このような場合には、この処理は減算であり、通常エッチングと呼ばれる。他の入力気体混合物により、火炎成分を互いに反応させ、材料をウェーハ上に付着形成する。このような場合には、この処理は加算であり、通常、化学気相蒸着法（CVD）と呼ばれる。

ウェーハの縁部表面のいずれか1つの場所における反応ガス流の停止時間が、コンピュータ制御の電気機械式位置決め装置を介して制御される。エッチング工程を用いて局所的なトポグラフィを成形するために、火炎を、より大規模な材料の除去が望まれる領域において長い時間停止し、より少ない材料の除去が望まれる領域において短い時間停止するように命令される。CVD工程の場合には、火炎を、厚い膜が望まれる場所において長い時間停止し、薄い膜が望まれる場所においてより短い時間停止するように命令される。

【0010】

エッチング工程及びCVD工程の両方において、処理された領域と未処理の領域との間の境界をはっきりと定めることが重要である。このために、希釈及び/又はクエンチガスの流れが与えられる。反応ガスの拡散が、処理しない予定のウェーハ上の領域に影響を与えないように、希釈及び/又はクエンチガスの流れが向けられる。さらに、調整可能な排気ポートを用いて、反応ガスの流れを、処理しない予定の領域から遠ざかるように指向させる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

これら及び他の目的及び利点は、添付の図面と併せて以下の詳細な説明からより明らかになるであろう。

図1a乃至図1fを参照すると、エッジ・ビード除去（E.B.R.）のための従来から知られている技術が、容易に洗浄できず、粒子を捕捉する、ウェーハ10の縁部近傍のトポグラフィをもたらすことが多い。

【0012】

従来技術によると、ウェーハ10には、何らかの適切な材料のコーティング11が与えられる。示されるように、断片12が薄膜の薄片の形態で剥離する。引き続き、図1bに示されるように、フォトレジスト・コーティング13が施される。フォトレジスト・コーティング13が、図1cに示されるように従来の技術を用いて露光され、続いて図1dに示されるように現像された後、ウェーハ10の周辺縁部におけるコーティング11及び薄

10

20

30

40

50

片 1 2 が再び露光される。次に、図 1 e ( ウェットエッチングのプロファイルを示す ) に示されるように、薄膜のウェット又はドライエッチング段階を実行して、ウェーハ 1 0 の周辺縁部におけるコーティング 1 1 及び薄片 1 2 を除去することができる。最後に、図 1 f に示されるように、フォトレジスト 1 3 が剥がされ、表面が洗浄される。しかしながら、小さな粒子 1 4 が、コーティング 1 1 が終端するウェーハ 1 0 上の領域に捕捉されることがある。

#### 【 0 0 1 3 】

図 2 a、図 2 b、及び図 2 c を参照すると、本発明は、剥離膜断片を除去し、示される方法で残りの膜のトポグラフィを成形することによって、図 2 a に示されるように被覆されたウェーハを処理することを提案する。例えば図 2 b に示されるように、コーティング 1 1 の周辺縁部は、隣接するウェーハ 1 0 の最外周辺部まで半径方向外側に先細にされる。その後、図 2 c に示されるように、コーティング 1 1 の処理された表面が、層 1 5 の中に封入される。

10

#### 【 0 0 1 4 】

図 3 を参照すると、ウェーハ 1 0 が、X 及び Y 軸の水平方向に、同じく Z 軸の垂直方向に移動することができる真空チャック 1 6 上に置かれる。さらに、示されるように、真空チャック 1 6 は、回転軸 を有するように構成される。一般的に、真空チャックは、これらの 4 自由度 ( X、Y、Z、 ) を有する真空チャック 1 6 を移動させるための適切な手段を有する電気機械システム ( 図示せず ) 内に組み込まれる。

図 3 を参照すると、ウェーハ 1 0 の 3 つの表面の方向に反応ガスの流れを供給するために、3 つのプラズマ源 1 7 t、1 7 e、及び 1 7 b が、それぞれ該ウェーハ 1 0 の上側、縁部側、及び下側の近くに配置される。各プラズマ源は、米国特許第 5, 9 6 1, 7 7 2 号に記載される大気圧プラズマジェットのように構成される。この 3 つのプラズマ源の構成が、次の：

20

- ・ウェーハ 1 0 の上部表面、下部表面、及び縁部表面の独立した処理、
- ・ウェーハ 1 0 の、上に挙げられた表面のいずれか 2 つの同時処理、
- ・ウェーハ 1 0 の、上に挙げられた表面の 3 つ全ての同時処理、

のような、処理選択肢の最大の柔軟性を可能にする。

#### 【 0 0 1 5 】

図 3 及び図 5 を参照すると、各プラズマ源 1 7 と関連した一対の流路 1 9 及び 2 0 が、処理を必要としないウェーハ 1 0 の部分に反応ガスの流れが不必要に拡散することを制御するための手段を提供する。チャンネル 1 9 は、ウェーハ 1 0 に向けて内側の希釈又はクエンチガスの流れを供給し、この希釈又はクエンチガスの流れは、該ウェーハ 1 0 の縁部の方向に半径方向外側に向けられる。微細排気チャンネル 2 0 が、ウェーハ 1 0 の面から外側に向けられた排気流を提供する。導通調節弁 2 1 が、チャンネル 1 9 の希釈又はクエンチガスの流速と一致するように調整される。ウェーハの中心に向けて拡散する、プラズマ源 1 7 からの反応ガスは、中和され、排気流によって運ばれ、排気チャンネル 2 0 を介して除去される。この技術により、処理された領域と未処理領域との間にはっきりとした境界が与えられる。

30

図 3 及び図 4 を参照すると、プラズマ源 1 7 が、半円形のハウジング 1 8 に取り付けられている。このハウジングは、図 3 に示されるようなウェーハ 1 0 を受けるためのスロット 2 2 を含んでおり、このハウジング 1 8 は、該ウェーハ 1 0 のサイズの半分に等しいか、又はほぼ等しいものである。ハウジングはまた、排気プレナム 2 3 をも含んでおり、この排気プレナム 2 3 は、調節可能な導通制御弁 2 4 を介して排気源 ( 図示せず ) に連結されている。

40

#### 【 0 0 1 6 】

図 4 に示されるように、3 組のプラズマ源 1 7、クエンチガスライン 1 9、及び排気導通制御弁 2 1 及び 2 4 を、図示されるようにハウジング 1 8 の周りに配置することができる。この構成において、各組は、プロセス化学に対して独立して作動することができる。例えば、1 つの組が、1 7'、1 9'、2 1' 及び 2 4' で示されるようにポリマーのエ

50

エッチングを行うことができ、別の組が、品目 17、19、21 及び 24 で示されるように  $\text{SiO}_2$  のエッチングを行うことができ、第 3 の組が、品目 17'、19'、21' 及び 24' で示されるように封入用  $\text{SiO}_2$  層を付着形成することができる。

処理の例が、表 1 に示される。第 1 列は、入力ガスを含む。第 2 列は、出力活性種を含む。第 3 列は、実行された処理の種類を含み、第 4 列は、該処理によって処置が施された薄膜を含む。

表 1

入力ガス	出力活性種	処理の種類	薄膜
He, $\text{CF}_4$ , $\text{O}_2$	フッ素原子	エッチング	Si, $\text{SiO}_2$ , $\text{Si}_3\text{N}_4$ , W, Ta
He, $\text{O}_2$	酸素原子	エッチング	有機ポリマー
He, $\text{O}_3$ , TEOS	(O-Si-O)*	CVD	$\text{SiO}_2$

10

## 【0017】

図 2 a、図 2 b、及び図 2 c に示されるような  $\text{SiO}_2$  CVD 封入処理に続いて、ウェーハの上部表面上に  $\text{SiO}_2$  薄膜を成形するための、事象の典型的なシーケンスが、下に述べられる。

1. 適切に中央に位置するウェーハ 10 が、真空ウェーハ・プラテン 16 上に置かれる。

2. ウェーハが、スロット 22 内で中央に位置するように、真空ウェーハ・プラテンが、X、Y、及び Z に移動させられ、該ウェーハの縁部分が、希釈 / クエンチガス供給チャネル 19 t 及び 19 b のすぐ近くに配置される。

20

3. 希釈 / クエンチガス流速の設定点が、質量流量コントローラ (MEG) 25 t 及び 25 b に送られ、該希釈 / クエンチガスの閉止弁 26 t 及び 26 b を開けるように命令される。ガスは、希釈 / クエンチガスの供給チャネル 19 t 及び 19 b を下方に流れ始め、ウェーハ 10 の縁部に当たる。

4. 微細排気チャネルの導通制御弁 21 t を所定の位置まで開けるように命令される。(導通制御弁 21 b は、開けられない。このことは、チャネル 19 b からの希釈 / クエンチガスの流れが、反応ガスの不必要な拡散からウェーハ 10 の裏面を保護することを可能にする。)

30

5. 処理ガス流速の設定点が、処理入力ガス MFC (図示せず) に送られ、処理入力ガスの閉止弁 27 t を開けるように命令される。処理入力ガス He、 $\text{O}_2$ 、及び  $\text{CF}_4$  が、チャネル 30 t を通って流れ始める。

6. ハウジング排気プレナム 23 の導通制御弁 24 を所定の位置まで開けるように命令される。

7. 順電力の設定点が、RF 電源 29 t に送られ、該 RF 電力をオンにするように命令される。プラズマが、プラズマ源 17 t の内部に形成され、反応ガスが、チャネル 30 t を通り、ハウジング排気プレナム内に流れ始め、導通制御弁 24 を通って、排気システム (図示せず) に流れ出る。

8. インピーダンス整合ネットワーク 28 t が、RF 電源 29 t の出力インピーダンスに整合させるように、負荷インピーダンスを調整する。制御システム (図示せず) は、再び電源 29 t に反射される電力の大きさを、所定のしきい値と比較する。制御システム (図示せず) は、反射される電力の比較に基づいて、処理を停止するか又は続けるかを決定する。比較が良好になされると、安定したプラズマの形成がプラズマ源 17 t 内に示される。

40

9. 決定が継続すべきであると仮定する場合、真空ウェーハ・プラテン 16 を所定の角速度で回転し始めるように命令される。

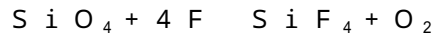
10. 真空ウェーハ・プラテン 16 を、X、Y、及び Z 軸に移動させるように命令され、反応ガス 30 t から流れる反応ガス流の中に縁部表面を配置する。

11. 薄膜の成形は、次のような真空ウェーハ・プラテン 16 の動きの動力学によって

50

制御される。

12. 図3及び図5を参照すると、出発位置から、滑らかに加速する動きで、ウェーハ10が正のX方向に移動される。ウェーハの縁部が反応ガスのチャンネル30tの下を移動するとき、SiO<sub>2</sub>の薄膜断片が該反応ガス流の中のフッ素原子と反応し始め、次の化学式：



に従って揮発性の副産物を生成する。

#### 【0018】

処理廃液であるSiF<sub>4</sub> + O<sub>2</sub>が生成されるとき、排気プレナム23は、導通制御弁24の制御の下で、該廃液を排気システム（図示せず）の方向に向ける。正のX軸にウェーハを移動し続けることにより、薄膜11の主部分が、チャンネル30tを流れて流れる反応ガスと接触するようになり、上の化学反応が進行して、該薄膜11の一部を除去する。予めプログラムされた縁部排除制限に達した場合、真空ウェーハ・プラテン16を、方向転換し、該真空ウェーハ・プラテン16が再び開始位置に戻るまで、滑らかに減速する動きで移動させるように命令される。説明された動きにより、SiO<sub>2</sub>の除去プロファイルがもたらされ、このSiO<sub>2</sub>の除去プロファイルは、図2aに示される薄膜形状11及び12に適用された場合、図2bに示される薄膜形状11をもたらす。

#### 【0019】

13. 薄膜の除去の成形が完了すると、RF電源29tをオフにするように命令される。

14. 処理入力ガスの閉止弁27tが閉じられる。

15. 希釈/クエンチガスの閉止弁26t及び26bが閉じられる。

16. 希釈/クエンチガス供給チャンネルの導通制御弁21tが閉じられる。

17. ハウジング排気プレナムの導通制御弁24が閉じられる。

用途によって、酸化物の除去段階中に、特定の金属膜が露光されるようになってよい。これらの金属膜が剥離するのを防止するために、封入用SiO<sub>2</sub>薄膜を次のように付着形成することができる。

#### 【0020】

18. 図6及び図7を参照すると、希釈/クエンチガス流速の設定点が、質量流量コントローラ（MFC）25t'及び25b'に送られ、希釈/クエンチガスの閉止弁26t'及び26b'を開けるように命令される。ガスは、希釈/クエンチガスの供給チャンネル19t'及び19b'を下方に流れ始め、ウェーハ10の縁部に当たる。

19. 微細排気チャンネルの導通制御弁21t'を所定位置まで開けるように命令される。（導通制御弁21b'は、開けられない。このことは、チャンネル19b'からの希釈/クエンチガスの流れが、反応ガスの不必要な拡散からウェーハ10の裏面を保護することを可能にする。）

20. 処理ガス流速の設定点が、処理入力ガスMFC（図示せず）に送られ、処理入力ガスの閉止弁27t'を開けるように命令される。処理入力ガスHe、TEOS、及びO<sub>3</sub>が、チャンネル30t'を流れて流れる。

21. ハウジング排気プレナム23の導通制御弁24'を所定の位置まで開けるように命令される。

22. 順電力の設定点が、RF電源29t'に送られ、該RF電力をオンにするように命令される。プラズマが、プラズマ源17t'の内部に形成され、反応ガスが、チャンネル30t'を通り、ハウジング排気プレナム内に流れ始め、導通制御弁24'を流れて、排気システム（図示せず）に流れ出る。

23. インピーダンス整合ネットワーク28t'が、RF電源29t'の出力インピーダンスに整合させるように、負荷インピーダンスを調整する。制御システム（図示せず）は、再び電源29t'に反射される電力の大きさを、所定のしきい値と比較する。制御システム（図示せず）は、反射される電力の比較に基づいて、処理を停止するか又は続けるかを決定する。比較が良好になされると、安定したプラズマの形成がプラズマ源1

10

20

30

40

50



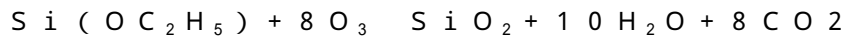
7 t' ' 内に示される。

24. 決定が継続すべきであると仮定する場合、真空ウェーハ・プラテン16を所定の角速度で回転し始めるように命令される。

25. 真空ウェーハ・プラテン16を、X、Y、及びZ軸に移動させるように命令され、反応ガス30 t' ' から流れる反応ガス流の中に縁部表面を配置する。

26. 薄膜付着の成形は、次のような真空ウェーハ・プラテン16の動きの動力学によって制御される。

27. 出発位置から、正味方向ベクトルが、プラズマ源17 t' ' の方向を向くように、ウェーハ10がX、Y方向に移動させられる。滑らかに加速する動きが用いられる。ウェーハの縁部が反応ガスのチャンネル30 t' ' の下に移動するとき、SiO<sub>2</sub>薄膜が、次の化学式：



に従ってウェーハ10の表面上に付着し始める。

【0021】

処理廃液である10 H<sub>2</sub>O + 8 CO<sub>2</sub>が生成されると、排気プレナム23は、導通制御弁24' ' の制御の下で、流れを排気システム(図示せず)の方向に向ける。ウェーハを移動し続けることにより、前にエッチングされた薄膜11のより多くが、反応ガスの流れと接触するようになり、上の化学反応が、薄膜15を付着し続ける。予めプログラムされた縁部排除制限に達した場合、真空ウェーハ・プラテン16を、方向転換し、該真空ウェーハ・プラテン16が再び開始位置に戻るまで、滑らかに減速する動きで移動させるように命令される。説明された動きにより、SiO<sub>2</sub>膜の付着形成プロファイルがもたらされ、このSiO<sub>2</sub>膜の付着形成プロファイルは、図2bに示される薄膜形状11に適用された場合、図2cに示される付着形成された薄膜形状15をもたらす。

【0022】

28. 薄膜の付着形成の成形が完了すると、RF電源29 t' ' をオフにするように命令される。

29. 処理入力ガスの閉止弁27 t' ' が閉じられる。

30. 希釈/クエンチガスの閉止弁26 t' ' 及び26b' ' が閉じられる。

31. 希釈/クエンチガス供給チャンネルの導通制御弁21 t' ' が閉じられる。

32. ハウジング排気プレナムの導通制御弁24' ' が閉じられる。

33. 処理シーケンスが完了した場合、ウェーハ10を真空ウェーハ・プラテン16から取り外すことができる。

【0023】

エッチングされた表面の形状は、ほぼどのようなものであってもよい。制限要因は、反応ガスの設置面積形状の空間的な周波数能力及びサーボシステムの動的応答である。関心ある他の形状は、さらに縁部からのウェーハの上部表面に交差する凹又は凸形状を含む。

保護用薄膜15は、あらゆる適切な厚さとすることができる。典型的には、膜15は、膜15の層のいずれも残りの膜11の面の上に延びないように十分薄く、該保護用膜15が覆っている該膜11によってかけられる応力に耐えるのに十分薄いものである。例えば、0.1 μmから0.3 μmまでの厚さで十分である。反応ガスの設置面積の停止時間の空間的な変動によって、エッチング処理のプロファイルを変えるのと同じ方法で、膜15の層の厚さを変えることもできる。

【0024】

このように、本発明は、経済的であり、相対的に簡単で効率的な、処理工程内の半導体基板の領域に薄膜を成形するための装置及び方法を提供する。

本発明はまた、薄片を半導体基板から容易に除去し、処理された基板の縁部領域を所望の形状にすることを可能にする方法も提供する。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1a】周辺縁部領域内に剥離膜断片を有するウェーハの部分断面図を示す。

10

20

30

40

50

【図 1 b】剥離膜を修復するために、従来技術に従ったフォトレジスト・コーティングを塗布した後の図 1 a のウェーハを示す。

【図 1 c】従来技術によるフォトレジストの露光後の図 1 b のウェーハを示す。

【図 1 d】従来技術によるフォトレジストの現像後の図 1 c のウェーハを示す。

【図 1 e】従来技術による薄膜のウェット又はドライエッチング後の図 1 d のウェーハを示す。

【図 1 f】従来技術によるフォトレジストの剥離及び洗浄後の図 1 e のウェーハを示す。

【図 2 a】周辺縁部領域内に剥離膜断片を有するウェーハの部分断面図を示す。

【図 2 b】本発明による、剥離膜断片を除去、及び残りの膜のトポグラフィの成形後の図 2 a のウェーハの部分断面図である。

【図 2 c】本発明による、処理された面の封入後の図 2 b のウェーハを示す。

【図 3】本発明による、ウェーハの周辺縁部領域をエッチングするための装置の概略的な側面図を示す。

【図 4】図 3 の装置の平面図を示す。

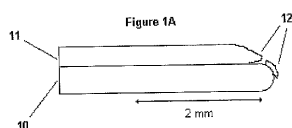
【図 5】本発明による、エッチング中のウェーハの周辺縁部領域の拡大図を示す。

【図 6】本発明による、ウェーハの周辺縁部領域への薄膜付着形成のための装置の概略的な側面図である。

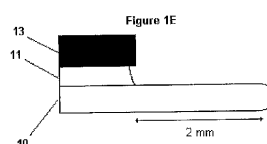
【図 7】本発明による、薄膜付着形成中のウェーハの周辺縁部領域の拡大図を示す。

10

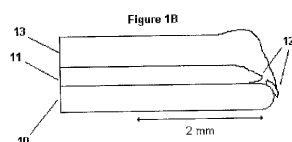
【図 1 A】



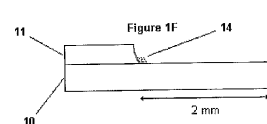
【図 1 E】



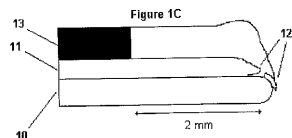
【図 1 B】



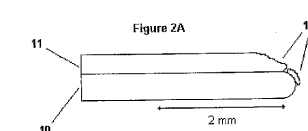
【図 1 F】



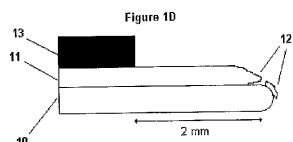
【図 1 C】



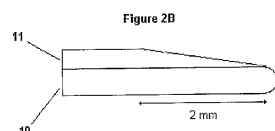
【図 2 A】



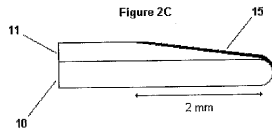
【図 1 D】



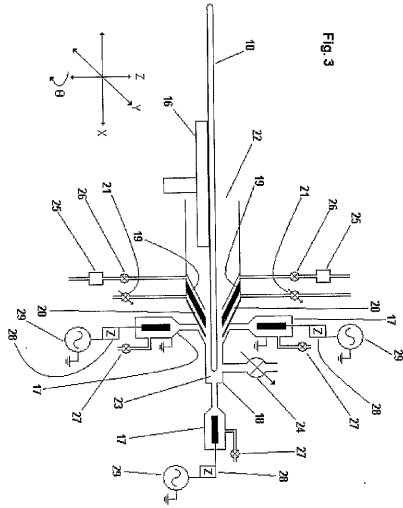
【図 2 B】



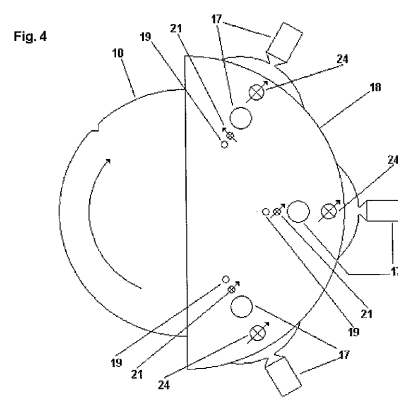
【 図 2 C 】



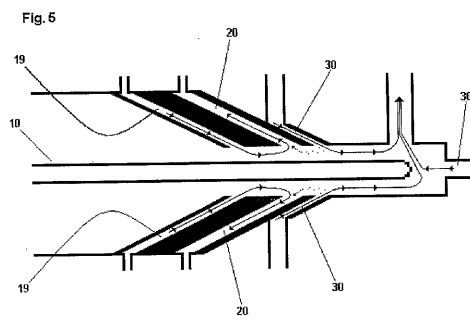
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US03/12615

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>												
IPC(7) : H01L 21/302,461												
US CL : 438/690,706,710,711;427/534,216/67,71												
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC												
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>												
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 438/690,706,710,711;427/534,216/67,71												
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 practicable, search terms used) EAST												
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>												
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.										
Y, A	US 6,004,631 A (MORI) 21 December 1999 (21.12.1999), column 10, lines 4-23, column 11, lines 9-19, 30-50, 57-65, column 12, lines 42-47, column 15, lines 6-50, column 16, lines 58-67. Also, see Figures 11, 13 and 19.	1-14										
Y	US 6,020,639 A (ULRICH et al) 1 February 2000 (01.02.2000), column 7, line 58 through column 8, line 43	1-7										
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.												
* Special categories of cited documents: <table border="0"> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier application or patent published on or after the international filing date</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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)</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td>"&amp;" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			"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 application or patent 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	"&" document member of the same patent family	"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
"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 application or patent 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	"&" document member of the same patent family											
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed												
Date of the actual completion of the international search 23 September 2003 (23.09.2003)		Date of mailing of the international search report 10 NOV 2003										
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (703)305-3230		Authorized officer Hsten Ming Lee <i>Diane Smith</i> Telephone No. 703-305-7341										

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US03/12615

**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 1 of first sheet)**

This international report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claim Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claim Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claim Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 2 of first sheet)**This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:  
Please See Continuation Sheet

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**☐

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☒

No protest accompanied the payment of additional search fees.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/US03/12615

**BOX II. OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION IS LACKING**

The inventions listed as Groups I and II do not relate to a single general inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons: Group I directs to an apparatus for shaping a thin film, whereas Group II directs to a method of shaping a thin film on a wafer, which requires specific steps as claimed, and can be accomplished by utilizing a different apparatus from the claimed apparatus.

This application contains the following groups of inventions which are not so linked as to form a single general inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be examined, the appropriate additional examination fees must be paid.

Group I, claim(s) 1-7, drawn to an apparatus.

Group II, claim(s) 8-14, drawn to a method.

## 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,M W,MX,MZ,NO,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ロビンズ マイケル ディー

アメリカ合衆国 コネチカット州 06810 ダンベリー ディヴィジョン ストリート 5

Fターム(参考) 5F004 AA14 BA03 BB18 BB21 DA01 DA22 DA26 EB08 FA07

5F045 AA08 AB32 AC00 AC09 AC17 AF01 BB15 DP04 DQ10 EC01

HA03