

(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2013-516063

(P2013-516063A)

(43) 公表日 平成25年5月9日(2013.5.9)

(51) Int.Cl.

H01L 21/66

(2006.01)

F 1

H01L 21/66

N

テーマコード(参考)

4M106

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2012-545505 (P2012-545505)  
 (86) (22) 出願日 平成22年12月17日 (2010.12.17)  
 (85) 翻訳文提出日 平成24年6月29日 (2012.6.29)  
 (86) 國際出願番号 PCT/IB2010/055925  
 (87) 國際公開番号 WO2011/077344  
 (87) 國際公開日 平成23年6月30日 (2011.6.30)  
 (31) 優先権主張番号 61/289,878  
 (32) 優先日 平成21年12月23日 (2009.12.23)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 392026316  
 エムイーエムシー・エレクトロニック・マ  
 テリアルズ・インコーポレイテッド  
 MEMC ELECTRONIC MATERIALS, INCORPORATED  
 アメリカ合衆国63376ミズーリ州セ  
 ント・ピーターズ、パール・ドライブ50  
 1番  
 (74) 代理人 100100158  
 弁理士 鮫島 睦  
 100068526  
 (74) 代理人 弁理士 田村 恭生  
 100138863  
 (74) 代理人 弁理士 言上 恵一

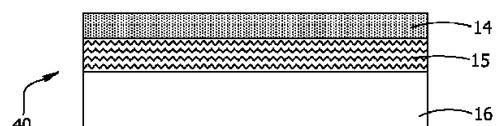
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ウエハプロセシング中に半導体ウエハに与えられる汚染物混入の量をモニタリングするための方  
法

## (57) 【要約】

研磨および洗浄などのウエハプロセシング操作の間に与  
えられる金属汚染物混入の量をモニタリングするための  
方法を開示する。当該方法は、シリコン-オン-インシ  
ュレータ構造を半導体プロセスに供する工程、前記構造  
に金属汚染物質を析出させる工程、および前記金属汚  
染物質をデリニエーションする工程を含む。

FIG. 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

任意のプロセスにおいて、金属汚染物混入の量を決定またはモニタリングするための方法であって、当該方法が、

シリコン - オン - インシュレータ構造をプロセシング工程に供する工程であって、前記シリコン - オン - インシュレータ構造が、ハンドルウェハと、シリコン層と、前記ハンドルウェハと前記シリコン層との間の誘電層とを含み、前記シリコン - オン - インシュレータ構造は、前記シリコン層側にフロント表面を有し、前記プロセシング工程によって、前記シリコン層に金属汚染物混入が与えられる、工程と、

前記シリコン - オン - インシュレータ構造を熱アニールに付して、前記シリコン層の金属汚染物質を溶解させる工程と、 10

前記シリコン - オン - インシュレータ構造を冷却して、前記シリコン層に金属析出物を形成する工程と、

前記シリコン層の前記金属析出物をデリニエーションする工程と  
を含む、方法。

## 【請求項 2】

前記プロセスが半導体プロセスであり、前記シリコン - オン - インシュレータ構造を半導体プロセシング工程に供する、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記半導体プロセスが、研磨、洗浄、結合強度を高める熱処理、エピタキシー、酸化物ストリッピング、プラズマ活性化、湿式化学エッティング、気相化学エッティング、高温アニーリング、イオン注入および酸化からなる群から選択される、請求項 2 に記載の方法。 20

## 【請求項 4】

前記シリコン層の表面をエッチャントと接触させることによって、前記金属析出物がデリニエーションされる、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記エッチャントが溶液であり、前記溶液が、HF、 $K_2Cr_2O_7$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $HNO_3$ 、 $CH_3COOH$ 、 $CrO_3$ 、 $AgNO_3$  およびそれらの混合物からなる群から選択される化合物を含む、請求項 4 に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記溶液がHF水溶液であり、HFの濃度が、約 5.0 重量 % 未満、約 2.5 重量 % 未満、約 1.0 重量 % 未満、約 0.5 重量 % 未満、約 2 重量 % 未満であり、約 0.1 重量 % ~ 約 5 重量 %、約 0.5 重量 % ~ 約 2 重量 % または約 1 重量 % である請求項 5 に記載の方法。 30

## 【請求項 7】

前記エッチャントが、水およびHFから本質的に構成される、請求項 5 または請求項 6 に記載の方法。

## 【請求項 8】

前記エッチャントがHFガスである、請求項 4 に記載の方法。

## 【請求項 9】

前記デリニエーションする工程によって、前記シリコン - オン - インシュレータ構造のフロント表面にピット、ホールおよび / またはキャビティを形成する、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の方法。 40

## 【請求項 10】

前記エッチャントがHFを含む溶液であり、少なくとも約 1 時間、少なくとも約 4 時間、少なくとも約 8 時間または約 8 時間 ~ 約 16 時間にわたって、前記シリコン層の表面を前記エッチャントと接触させる、請求項 4、6 または 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

## 【請求項 11】

前記エッチャントが、 $K_2Cr_2O_7$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $HNO_3$ 、 $CH_3COOH$ 、 $CrO_3$ 、 $AgNO_3$  およびそれらの混合物からなる群から選択される化合物を含む溶液であり、少なくとも約 1 秒、少なくとも約 5 秒、少なくとも約 10 秒、少なくとも約 20 秒、 50

少なくとも約1秒～約2分、約1秒～約1分または約10秒～約1分間にわたって、前記シリコン層の表面を前記エッチャントと接触させる、請求項4または請求項9に記載の方法。

【請求項12】

前記シリコン-オン-インシュレータ構造の前記フロント表面において前記ピット、ホールおよび/またはキャビティの存在を調べる工程を含む、請求項9に記載の方法。

【請求項13】

前記シリコン-オン-インシュレータ構造の前記フロント表面に向けて光を照射する工程、および散乱反射光を検出する工程を含む、請求項12に記載の方法。

【請求項14】

前記シリコン-オン-インシュレータ構造を約600～約1300、約800～約1300、約800～約1150または約850～約1050の温度で熱アーナーに付す、請求項1～13のいずれか1項に記載の方法。

【請求項15】

少なくとも約1秒、少なくとも約5秒、少なくとも約30秒、少なくとも約1分、少なくとも約5分または少なくとも約1時間にわたって前記温度範囲で前記シリコン-オン-インシュレータ構造を熱アーナーに付す、請求項14に記載の方法。

【請求項16】

前記アーナー中、水素、アルゴン、窒素およびそれらの混合物からなる群から選択されるガスと前記シリコン-オン-インシュレータ構造の表面を接触させる、請求項1～15のいずれか1項に記載の方法。

【請求項17】

前記アーナーの間に前記シリコン-オン-インシュレータ構造の表面を水素と接触させる、請求項1～15のいずれか1項に記載の方法。

【請求項18】

前記金属汚染物質が前記シリコン層内で過飽和である温度に前記シリコン-オン-インシュレータ構造を冷却する、請求項1～17のいずれか1項に記載の方法。

【請求項19】

シリコン中、金属汚染物質が相対的に移動する温度から前記金属汚染物質がもはや相対的に移動しない温度の範囲にわたって、前記シリコン-オン-インシュレータ構造を冷却する、請求項1～18のいずれか1項に記載の方法。

【請求項20】

前記シリコン層内で金属汚染物質が過飽和である温度が存在し、前記過飽和温度から、前記金属汚染物質がもはや相対的に移動しない温度への冷却速度が、約7/秒未満、約5/秒未満、約1/秒未満、約0.5/秒未満、約0.1/秒未満、約0.05/秒～約10/秒、約0.5/秒～約7/秒または約1/秒～約5/秒である、請求項19に記載の方法。

【請求項21】

約2000超、約3500超、約5000超または約6000超の温度で金属汚染物質がシリコン中を相対的に移動する、請求項19または請求項20に記載の方法。

【請求項22】

前記シリコン層内で金属汚染物質が過飽和である温度 $T_{\text{飽和}}$ と、シリコン内で金属汚染物質がもはや移動しない温度 $T_{\text{不動}}$ とが存在し、前記熱アーナーが完了するとき、 $t_{\text{冷却}}$ の時間にわたって、ほぼ $T_{\text{飽和}}$ からほぼ $T_{\text{不動}}$ へと、前記シリコン-オン-インシュレータ構造を冷却する工程を含み、 $(T_{\text{飽和}} - T_{\text{不動}}) / t_{\text{冷却}}$ が、約7/秒未満、約5/秒未満、約1/秒未満、約0.5/秒未満、約0.1/秒未満、約0.05/秒～約10/秒、約0.5/秒～約7/秒または約1/秒～約5/秒である、請求項1～18のいずれか1項に記載の方法。

【請求項23】

前記熱アーナーが完了するとき、前記シリコン-オン-インシュレータ構造は温度 $T_{\text{ア}}$

10

20

30

40

50

ニールにあり、シリコン中で金属汚染物質がもはや移動しない温度  $T_{\text{不動}}$  が存在し、前記熱アニールが完了するとき、 $t_{\text{冷却}}$  の時間にわたって、ほぼ  $T_{\text{アニール}}$  からほぼ  $T_{\text{不動}}$  へと、前記シリコン-オン-インシュレータ構造を冷却する工程を含み、( $T_{\text{アニール}} - T_{\text{不動}}$ ) /  $t_{\text{冷却}}$  が、約 7 / 秒未満、約 5 / 秒未満、約 1 / 秒未満、約 0.5 / 秒未満、約 0.1 / 秒未満、約 0.05 / 秒～約 1.0 / 秒、約 0.5 / 秒～約 7 / 秒または約 1 / 秒～約 5 / 秒である、請求項 1～18 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 24】

前記誘電層が、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、酸化アルミニウム、酸化マグネシウムおよびそれらの混合物から選択される化合物を含む、請求項 1～23 のいずれか 1 項に記載の方法。

10

【請求項 25】

前記誘電層が  $\text{SiO}_2$  から基本的に構成される、請求項 1～24 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 26】

前記シリコン層の厚みが、約 250 nm 未満、約 175 nm 未満または約 100 nm 未満である、請求項 1～25 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 27】

前記アニールが、ほぼ大気圧で行われる、請求項 1～26 のいずれか 1 項に記載の方法。

20

【請求項 28】

約  $10^8$  原子 /  $\text{cm}^2$  未満の金属汚染物混入を検出することができる、請求項 1～27 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 29】

約  $1 \times 10^7$  原子 /  $\text{cm}^2$  、約  $3 \times 10^7$  原子 /  $\text{cm}^2$  、約  $7 \times 10^7$  原子 /  $\text{cm}^2$  または約  $1 \times 10^8$  原子 /  $\text{cm}^2$  の少ない量の金属汚染物混入を検出することができる、請求項 1～28 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 30】

前記シリコン-オン-インシュレータ構造を前記半導体プロセシング工程に供する、請求項 2～29 のいずれか 1 項に記載の方法。

30

【請求項 31】

前記シリコン-オン-インシュレータ構造を前記半導体プロセシング工程を行う圧力にさらす、請求項 2～29 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 32】

前記デリニエーション後の金属析出物の空間分布を分析して、前記半導体プロセスの金属汚染物混入の影響を決定する、請求項 1～31 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 33】

前記ピット、ホールおよび / またはキャビティの空間分布を分析して、前記半導体プロセスの金属汚染物混入の影響を決定する、請求項 9～32 のいずれか 1 項に記載の方法。

40

【請求項 34】

散乱反射光を分析して、前記半導体プロセスの金属汚染物混入の影響を決定する、請求項 13～33 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 35】

フロント表面を有する半導体ウエハにおける金属析出物を検出するための方法であって、当該方法が、

前記ウエハを HF 水溶液と接触させて、前記ウエハのフロント表面の金属析出物の位置で、または前記ウエハのフロント表面の金属析出物の位置の近くで、前記ウエハのフロント表面にピット、ホールおよび / またはキャビティを形成する工程と、

前記ピット、ホールおよび / またはキャビティの存在について、前記ウエハのフロント表面を調べる工程と

50

を含む、方法。

【請求項 3 6】

前記ウエハのフロント表面に向けて光を照射する工程、および散乱反射光を検出する工程を含む、請求項 3 5 に記載の方法。

【請求項 3 7】

前記 H F 水溶液の H F の濃度が、約 5 0 重量 % 未満、約 2 5 重量 % 未満、約 1 0 重量 % 未満、約 5 重量 % 未満、約 2 重量 % 未満、約 0 . 1 重量 % ~ 約 5 重量 % 、約 0 . 5 重量 % ~ 約 2 重量 % または約 1 重量 % である、請求項 3 5 または請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 3 8】

前記 H F 水溶液が水と H F とから基本的に構成される、請求項 3 5 ~ 3 7 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 3 9】

少なくとも約 1 時間、少なくとも約 4 時間、少なくとも約 8 時間または約 8 時間 ~ 約 1 6 時間にわたって前記シリコン層の表面を前記 H F 水溶液と接触させる、請求項 3 5 ~ 3 8 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 4 0】

前記ウエハが、ハンドルウエハと、シリコン層と、前記ハンドルウエハと前記シリコン層との間の誘電層とを含むシリコン - オン - インシュレータ構造である、請求項 3 5 ~ 3 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 4 1】

前記誘電層が、SiO<sub>2</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、酸化アルミニウム、酸化マグネシウムおよびそれらの混合物から選択される化合物を含む、請求項 4 0 に記載の方法。

【請求項 4 2】

前記誘電層が SiO<sub>2</sub> から基本的に構成される、請求項 4 0 に記載の方法。

【請求項 4 3】

前記シリコン層の厚みが約 2 5 0 nm 未満、約 1 7 5 nm 未満または約 1 0 0 nm 未満である、請求項 4 0 ~ 4 2 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 4 4】

前記ウエハが単結晶シリコンウエハである、請求項 3 6 ~ 4 0 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 4 5】

前記ウエハがエピタキシャルウエハである、請求項 3 6 から 4 0 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 4 6】

半導体プロセスの間にウエハに与えられる金属汚染物混入の量をモニタリングするための方法であって、当該方法が、

少なくとも 1 つのシリコン - オン - インシュレータ構造を半導体プロセスに供する工程であって、前記シリコン - オン - インシュレータ構造が、ハンドルウエハと、シリコン層と、前記ハンドルウエハと前記シリコン層との間の誘電層とを含む、工程と、

前記シリコン - オン - インシュレータ構造の金属汚染物混入の指標を評価する工程と、

半導体ウエハに与えられる金属汚染物混入の量が許容できるか否かを確かめる工程とを含む、方法。

【請求項 4 7】

前記金属汚染物混入の量は許容できないと決定する場合、前記半導体プロセスを調整して、前記半導体プロセスの間にウエハへと誘導される金属汚染物混入の量を低減させる工程を含む、請求項 4 6 に記載の方法。

【請求項 4 8】

前記金属汚染物混入の指標が、金属析出物；ピット、キャビティおよび / またはホール；ならびに前記シリコン - オン - インシュレータ構造の表面から反射した散乱光から選択される、請求項 4 6 または請求項 4 7 に記載の方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 4 9】

前記金属汚染物混入の指標と、汚染物混入のレベルは許容できると決定したときに集めた金属汚染混入の指標とを比較することによって金属汚染物混入を確かめる、請求項 4 6 ~ 4 8 のいずれか 1 項に記載の方法。

## 【請求項 5 0】

前記シリコン - オン - インシュレータ構造を熱アニールに付して、前記シリコン層中に金属汚染物質を溶解させる工程と、

前記シリコン - オン - インシュレータ構造を冷却して、前記シリコン層内に金属析出物を形成する工程と、

前記金属析出物をデリニエーションする工程と  
を含む、

請求項 4 6 ~ 4 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

## 【請求項 5 1】

前記デリニエーションする工程で前記シリコン - オン - インシュレータ構造のフロント表面にピット、ホールおよび / またはキャビティを形成する、請求項 5 0 に記載の方法。

## 【請求項 5 2】

前記シリコン - オン - インシュレータ構造のフロント表面に向けて光を照射する工程と、散乱反射光を検出する工程とを含む、請求項 5 1 に記載の方法。

## 【請求項 5 3】

前記散乱反射光を用いて欠陥マップを作成する工程を包含する、請求項 5 2 に記載の方法。

## 【請求項 5 4】

前記欠陥マップと、汚染物混入のレベルが許容できると決定したときに作成された欠陥マップとを比較することによって、金属汚染物混入を確かめる、請求項 5 3 に記載の方法。

## 【請求項 5 5】

実質的に同一のプロセス条件を用いて欠陥マップを作成する、請求項 5 4 に記載の方法。

## 【請求項 5 6】

前記プロセス条件が、熱アリールの温度および時間、冷却速度およびデリニエーションプロセスを含む、請求項 5 5 に記載の方法。

## 【請求項 5 7】

前記半導体プロセスが、研磨、洗浄、結合強度を高める熱処理、エピタキシー、酸化物ストリッピング、プラズマ活性化、湿式化学エッティング、気相化学エッティング、高温アニーリング、イオン注入および酸化からなる群から選択される、請求項 4 6 ~ 5 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

## 【請求項 5 8】

前記シリコン層の表面をエッチャントと接触させることで前記金属析出物をデリニエーションする、請求項 5 0 に記載の方法。

## 【請求項 5 9】

前記エッチャントが、HF、K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、HNO<sub>3</sub>、CH<sub>3</sub>COOH、CrO<sub>3</sub>、AgNO<sub>3</sub> およびこれらの混合物からなる群から選択される化合物を含む溶液である、請求項 5 8 に記載の方法。

## 【請求項 6 0】

前記溶液が HF 水溶液であり、HF の濃度が、約 5.0 重量 % 未満、約 2.5 重量 % 未満、約 1.0 重量 % 未満、約 0.5 重量 % 未満、約 0.1 重量 % ~ 約 5 重量 %、約 0.5 重量 % ~ 約 2 重量 % または約 1 重量 % である、請求項 5 9 に記載の方法。

## 【請求項 6 1】

前記エッチャントが水と HF とから基本的に構成される、請求項 5 8 または請求項 6 0 に記載の方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 6 2】

前記エッチャントがHFガスである、請求項5 8に記載の方法。

## 【請求項 6 3】

前記エッチャントがHFを含む溶液であり、少なくとも約1時間、少なくとも約4時間、少なくとも約8時間または約8時間～約16時間にわたって、前記シリコン層の表面を前記エッチャントと接触させる、請求項5 8、6 0または6 1のいずれか1項に記載の方法。

## 【請求項 6 4】

前記エッチャントが、 $K_2Cr_2O_7$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $HNO_3$ 、 $CH_3COOH$ 、 $CrO_3$ 、 $AgNO_3$ およびそれらの混合物からなる群から選択される化合物を含む溶液であり、少なくとも約1秒、少なくとも約5秒、少なくとも約10秒、少なくとも約20秒、少なくとも約1秒～約2分、約1秒～約1分または約10秒～約1分にわたって、前記シリコン層の表面を前記エッチャントと接触させる、請求項5 8に記載の方法。

10

## 【請求項 6 5】

約600～約1300、約800～約1300、約800～約1150または約850～約1050の温度で、前記シリコン-オン-インシュレータ構造を熱アニールに付す、請求項5 0～6 4のいずれか1項に記載の方法。

20

## 【請求項 6 6】

少なくとも約1秒、少なくとも約5秒、少なくとも約30秒、少なくとも約1分、少なくとも約5分または少なくとも約1時間にわたって、上記の温度範囲で、前記シリコン-オン-インシュレータ構造を熱アニールに付す、請求項6 5のいずれか1項に記載の方法。

## 【請求項 6 7】

前記アニールの間、前記シリコン-オン-インシュレータ構造の表面を水素、アルゴン、窒素およびそれらの混合物からなる群から選択されるガスと接触させる、請求項5 0～6 6のいずれか1項に記載の方法。

## 【請求項 6 8】

前記アニールの間、前記シリコン-オン-インシュレータ構造の表面を水素と接触させる、請求項5 0～6 6のいずれか1項に記載の方法。

30

## 【請求項 6 9】

前記シリコン層内で前記金属汚染物質が過飽和である温度に前記シリコン-オン-インシュレータ構造を冷却する、請求項5 0～6 8のいずれか1項に記載の方法。

## 【請求項 7 0】

シリコン内で金属汚染物質が相対的に移動する温度の範囲にわたって、前記シリコン-オン-インシュレータ構造を冷却する、請求項5 0～6 9のいずれか1項に記載の方法。

## 【請求項 7 1】

前記冷却の速度が、約7 /秒未満、約5 /秒未満、約1 /秒未満、約0.5 /秒未満、約0.1 /秒未満、約0.05 /秒～約10 /秒、約0.5 /秒～約7 /秒または約1 /秒～約5 /秒である、請求項7 0に記載の方法。

40

## 【請求項 7 2】

約200超、約350超、約500超または約600超の温度で、シリコン内で金属汚染物質が相対的に移動する、請求項7 0または請求項7 1に記載の方法。

## 【請求項 7 3】

前記シリコン層内で金属汚染物質が過飽和である温度 $T_{\text{飽和}}$ と、シリコン内で金属汚染物質がもはや移動しない温度 $T_{\text{不動}}$ とが存在し、前記熱アニールが完了するとき、 $t_{\text{冷却}}$ の時間にわたって、ほぼ温度 $T_{\text{飽和}}$ からほぼ $T_{\text{不動}}$ へと、前記シリコン-オン-インシュレータ構造を冷却する工程を含み、 $(T_{\text{飽和}} - T_{\text{不動}}) / t_{\text{冷却}}$ が、約7 /秒未満、約5 /秒未満、約1 /秒未満、約0.5 /秒未満、約0.1 /秒未満、約0.05 /秒～約10 /秒、約0.5 /秒～約7 /秒または約1 /秒～約5 /秒である、請求項5 0～6 9のいずれか1項に記載の方法。

50

## 【請求項 7 4】

前記熱アニールが完了するとき、前記シリコン - オン - インシュレータ構造は温度  $T_{\text{アニール}}$  にあり、シリコン内で金属汚染物質がもはや移動しない温度  $T_{\text{不動}}$  が存在し、前記熱アニールが完了するとき、 $t_{\text{冷却}}$  の時間にわたって、ほぼ  $T_{\text{アニール}}$  からほぼ  $T_{\text{不動}}$  へと、前記シリコン - オン - インシュレータ構造を冷却する工程を含み、( $T_{\text{アニール}} - T_{\text{不動}}$ ) /  $t_{\text{冷却}}$  が、約 7 / 秒未満、約 5 / 秒未満、約 1 / 秒未満、約 0.5 / 秒未満、約 0.1 / 秒未満、約 0.05 / 秒 ~ 約 10 / 秒、約 0.5 / 秒 ~ 約 7 / 秒または約 1 / 秒 ~ 約 5 / 秒である、請求項 50 ~ 70 のいずれか 1 項に記載の方法。

## 【請求項 7 5】

10

前記誘電層が、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、酸化アルミニウム、酸化マグネシウムおよびそれらの混合物から選択される化合物を含む、請求項 46 ~ 73 のいずれか 1 項に記載の方法。

## 【請求項 7 6】

前記誘電層が基本的に  $\text{SiO}_2$  から構成される、請求項 46 ~ 73 のいずれか 1 項に記載の方法。

## 【請求項 7 7】

20

前記シリコン層の厚みが、約 250 nm 未満、約 175 nm 未満または約 100 nm 未満である、請求項 46 ~ 76 のいずれか 1 項に記載の方法。

## 【請求項 7 8】

前記アニールをほぼ大気圧で行う、請求項 50 ~ 77 のいずれか 1 項に記載の方法。

## 【請求項 7 9】

前記シリコン - オン - インシュレータ構造を前記半導体プロセスに供する、請求項 47 ~ 78 のいずれか 1 項に記載の方法。

## 【請求項 8 0】

前記半導体プロセスを行う圧力に前記シリコン - オン - インシュレータ構造をさらす、請求項 47 ~ 78 のいずれか 1 項に記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

30

## 【0 0 0 1】

本明細書に開示するものは、プロセシングの間に半導体ウエハに与えられる金属汚染物質（コンタミナント）の量を決定またはモニタリングするための方法に関し、特に、シリコン - オン - インシュレータ構造を半導体プロセスに供する工程と、前記構造に金属汚染物を析出（または沈殿）させる工程と、前記金属汚染物質をデリニエーションする（または示す、もしくは描写する）（delineating）工程とによって、例えば、研磨、洗浄、酸化物ストリッピングなどのウエハプロセシング操作の間に与えられる金属汚染物混入の量をモニタリングするための方法に関する。

## 【背景技術】

40

## 【0 0 0 2】

半導体ウエハでの金属汚染物混入（コンタミネーション）は不利益をもたらす。というのも、このような汚染物混入は、得られる集積回路において、歩留り損失を引き起こし得るからである。金属汚染物混入は、さらに小さなデバイス、つまり、処理速度がさらに速く、製造コストがさらに低いデバイスへのトレンドに鑑みて、さらに大きな関心事となってきた。ウエハの研磨、洗浄、結合強度を高める熱処理、エピタキシー、酸化物ストリッピング、プラズマ活性化、湿式化学エッティング、気相化学エッティング、高温アニーリング、イオン注入、酸化などを含む多数のプロセシング工程において、金属汚染物混入が半導体ウエハに導入され得る。

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0 0 0 3】

50

表面金属汚染物混入を特徴付けるための現行の方法としては、ウエハを水またはHF水溶液などの抽出流体と接触させることが挙げられる。典型的には、一滴の流体をウエハ表面と接触させる。接触している間に、金属は抽出流体に溶解する。この流体を誘導結合プラズマ質量分析法( ICP - M S )などの適切な手段で分析してもよい。この分析法では、プラズマを使用して、イオンを発生させ、このイオンを質量分析計で検出してもよい。この検出方法には限界があり、一般に、 $10^8$  原子 /  $\text{cm}^2$  未満の濃度の汚染物質は検出できない。さらに、従来の表面金属検出方法は、ウエハ表面での汚染物質に関する空間分布の情報を提供することはできない。また、バルク金属検出方法( 例えば、バルクシリコン温浸分析( digestion ) + I P C - M S および S I M S 深さプロファイル分析法 )は、感度が低いことに特徴がある。

10

#### 【 0 0 0 4 】

例えば、研磨、洗浄、エッチングなどを含む様々なウエハの製造工程の間に生じる金属汚染物混入を特徴付けるための方法、ならびに、 $10^8$  原子 /  $\text{cm}^2$  未満の汚染物混入を検出し、かつ / または、ウエハ表面での汚染物質に関する空間分布の情報を提供することができる方法が継続して求められている。

#### 【 課題を解決するための手段 】

#### 【 0 0 0 5 】

##### ( 要旨 )

本明細書に開示の一態様は、任意のプロセスにおける金属汚染物混入( コンタミネーション )の量を決定またはモニタリングするための方法に関する。シリコン - オン - インシュレータ構造を任意のプロセシング工程に供する。前記シリコン - オン - インシュレータ構造は、ハンドルウエハと、シリコン層と、前記ハンドルウエハと前記シリコン層との間の誘電層とを含む。前記構造は、前記シリコン層側にフロント表面を有する。前記プロセシング工程によって、前記シリコン層に金属汚染物混入が与えられる。前記シリコン - オン - インシュレータ構造を熱アニールに付して、前記シリコン層の金属汚染物質( コンタミナント )を溶解させる。前記シリコン - オン - インシュレータ構造を冷却して、前記シリコン層に金属析出物( 沈殿物 )を形成する。前記金属析出物は、前記シリコン層でデリニエーションされる( または示される、もしくは描写される )( delineated )。

20

#### 【 0 0 0 6 】

本明細書に開示のさらなる態様は、フロント表面を有する半導体ウエハにおける金属析出物を検出するための方法に関する。前記ウエハをHF水溶液と接触させて、前記ウエハのフロント表面の金属析出物がある場所で、または前記ウエハのフロント表面の金属析出物のある場所の近くで、前記ウエハのフロント表面にピット、ホールおよび / またはキャビティを形成する。前記ピット、ホールおよび / またはキャビティの存在について、前記ウエハのフロント表面を調べる。

30

#### 【 0 0 0 7 】

本明細書に開示のさらに別の態様は、半導体プロセスの間にウエハに与えられる金属汚染物混入の量をモニタリングするための方法に関する。少なくとも1つのシリコン - オン - インシュレータ構造を半導体プロセスに供する。前記シリコン - オン - インシュレータ構造が、ハンドルウエハと、シリコン層と、前記ハンドルウエハと前記シリコン層との間の誘電層とを含む。前記シリコン - オン - インシュレータ構造の金属汚染物混入の指標( インジケータ )を評価し、半導体ウエハに与えられる金属汚染物混入の量が許容できるか否かを確かめる。

40

#### 【 0 0 0 8 】

上記の本明細書に開示の態様について説明した特徴には様々な改良が存在する。また同様に、本明細書に開示の上記の態様には追加の特徴が含まれていてもよい。単独でまたは任意に組み合わせて、これらの改良および追加の特徴が存在していてもよい。例えば、本明細書に開示のすべての例示の実施形態に関連して以下に説明する様々な特徴は、単独でまたは任意に組み合わせて、本明細書に開示の上記の態様のすべてに包含されていてもよい。

50

**【図面の簡単な説明】****【0009】**

【図1】図1は、本明細書に開示の実施形態での使用に適したSOI構造である。

【図2】図2は、シリコン層に析出物（沈殿物）が存在するSOI構造である。

【図3】図3は、エッティング後にホールまたはピットが形成されたSOI構造である。

【図4】図4は、さらなるエッティング後に析出物がアンダーカットされた（析出物の下側を除去した）SOI構造である。

【図5】図5は、誘電層のエッティング後にキャビティまたはディボットが形成されたSOI構造である。

【図6】図6は、実施例1に従って、汚染物質が混入したウエハ洗浄浴に浸漬させたSOI構造の欠陥マップ（ディフェクトマップ）である。

【図7】図7は、実施例1に従って、きれいなウエハ洗浄浴に浸漬させたSOI構造の欠陥マップである。

**【発明を実施するための形態】****【0010】**

対応する符号は、図面の対応する部分を示す。

**【0011】****（詳細な説明）**

本明細書に開示するものが提供するのは、任意のプロセス（または工程もしくは方法）、特に半導体プロセスにおいて、金属汚染物混入の量を決定またはモニタリングする方法に関する。これに対して、他の提供は、半導体ウエハにおける金属析出物を検出するための方法に関する。概して、本発明のモニタリングの方法は、ウエハ、特に、シリコン層（半導体層またはデバイス層と呼ばれる場合もよくあるもの）と、誘電層（典型的には、二酸化ケイ素または窒化ケイ素）と、基板（ハンドルウエハまたは支持層と称する場合もあるもの）とを有するシリコン-オン-インシュレータ（「SOI」）構造をプロセシング工程に供して、前記の構造に金属汚染物混入を与える工程を含む。前記ウエハを熱アニールに付し、冷却して、金属汚染物質（金属コンタミナント）を前記ウエハに析出（沈殿）させる。なお、SOI構造の場合、前記シリコン層（すなわち、半導体層またはデバイス層）に析出させる。SOI構造の場合、前記誘電層が金属汚染物質の拡散を制限するように作用し、それによって、前記シリコン層内で汚染物質を捕捉することが見出された。これにより、より高い濃度の汚染物質が、熱アニールおよび冷却の際に金属が析出することを可能とするシリコン層内に蓄積することが可能となる。本明細書に開示の実施形態によると、前記ウエハをエッチャントと接触させて、金属析出物がある場所の近くのウエハの表面にピット、ホールおよび／またはキャビティを形成することによって、前記金属析出物を検出（「デリニエーション」と同義）してもよい。次に、光散乱技術などの公知の方法によって、前記ピット、ホールおよび／またはキャビティの存在について前記ウエハを調べてもよい。

**【0012】**

本明細書中に記載の方法は、1以上の半導体プロセシング工程において、金属汚染物混入をモニタリングするのに適していることについて理解すべきである。しかし、当該方法を使用して、他の種類のプロセスにおいて、汚染物混入をモニタリングしてもよく、当該方法は、半導体プロセスに限定されると解釈されるべきではないことを理解すべきである。本明細書に開示の方法は、概して、半導体プロセスに関連して記載しているが、当該方法は、同様に、限定無くあらゆる種類のプロセスに適用してもよく、例えば、汚染物混入、特に、金属汚染物混入のレベルが低いことが要求される医療および生物学的な環境などに適用されてもよい。このような汚染物混入のモニタリングは、このようなプロセスに典型的な大きさおよび形状にシリコン-オン-インシュレータ構造を成形すること（例えば、四角形の基板、チップなどに成形すること）を含んでいてもよい。しかし、他の実施形態では、このような成形工程は行われない。この点に関して、本明細書中で「半導体プロセス」と呼ばれるものは、限定的な意味で解釈されるべきではない。

10

20

30

40

50

## 【0013】

1またはそれよりも多くのプロセシング工程（例えば、半導体プロセス）の金属汚染物混入をモニタリングするための第1の工程において、1またはそれよりも多くの関心のプロセシング工程（単数または複数）（例えば、半導体プロセス）にシリコン-オン-インシュレータ構造を供して、このプロセシング工程が半導体ウエハに与える汚染物混入の量または相対的な量についての情報を集める。概して、このプロセシング工程は、半導体ウエハまたはデバイスを製造するための製造プロトコルの一部であってもよい。プロトコルの一部としてプロセシング工程に典型的に供されるウエハは、SOI構造以外の他のウエハであってもよく、典型的には、SOI構造以外の他のウエハであってもよく、例えば、単結晶シリコンウエハ、多結晶ウエハまたはエピタキシャルウエハなどであってもよい。プロトコル、特に、半導体プロセシング工程に通常に供されるある種類のウエハには、限定はなく、記載されていないウエハが含まれるということを理解すべきである。この点に関して、以下のことについて留意すべきである。「半導体プロセシング工程」は、光電池の製造におけるプロセシング工程の一部であってもよい。また、使用する用語「半導体」は、限定的な意味で解釈されるべきではない。

10

## 【0014】

製造プロトコルの半導体プロセスに典型的に供されるウエハは、約75mm以上、約100mm以上、約150mm以上、約200mm以上、約300mm以上、または約450mm以上の直径を有していてもよい。この点に関して、半導体プロセスをモニタリングするのに使用されるSOI構造は、製造プロトコルに従って製造されるウエハの直径に近似の直径または同一の直径を有していてもよい。

20

## 【0015】

金属汚染物混入がモニタリングされ得るかまたは決定され得る適切な半導体プロセスおよび操作の例としては、例えば、研磨、洗浄、結合強度を高める熱処理、エピタキシー、酸化物ストリッピング、プラズマ活性化、湿式化学エッチング、気相化学エッチング、高温アニーリング、イオン注入、酸化などが挙げられる。この点に関して、記載のもの以外の他のプロセスが、限定なく、モニタリングされ得ることに留意すべきである。

30

## 【0016】

概して、本明細書に開示の実施形態は、あらゆる種類の金属を検出することができる。検出され得る適切な金属としては、遷移金属、特に、ニッケル、白金、鉄およびこれらの金属の組み合わせが挙げられる。この点に関して、本明細書の開示の実施形態は、ある特定種類の金属汚染物混入に限定されると解釈されるべきではない。というのも、本明細書に開示のものは、シリコン中に析出し得るあらゆる種類の金属を適切に検出してもよく、金属の析出物が、その析出物の位置で、あるいはその位置の近くで、SOI構造のシリコン層を破壊する（引っ張る）からである。

30

## 【0017】

上記のように、SOI構造を半導体プロセスに供して、半導体プロセスにおける金属汚染物混入の量を決定またはモニタリングする。本明細書の開示は、金属汚染物混入について、プロセシング工程を「モニタリング」すること、あるいは、半導体ウエハの金属汚染物混入を「決定」することについて言及するが、これらの用語は、限定的な意味で解釈されるべきではないことを理解すべきである。本明細書の開示の方法の実施形態を使用して、その結果を他の技術で決定した汚染物混入の量と相關させることによって、ウエハに与えられる汚染物混入の量を決定してもよい。あるいは、本明細書の開示の方法の実施形態を使用して、そのデータをベースラインのデータと比較し、ベースラインとデータが異なるか否かを決定することによって、プロセシング工程で与えられる汚染物混入の量をモニタリングしてもよい。

40

## 【0018】

いくつかの方法のうちの1つによって、関心の半導体プロセスにSOI構造を供してもよい。例えば、半導体ウエハ製造プロトコルの一部と同一のプロセシング条件を含む同一のプロセシング工程にSOI構造を供してもよい。なお、このとき、典型的には、このプ

50

ロセシング工程にウエハを供する。例えば、半導体プロセシング工程が、1層のシリコンウエハとその上にエピタキシャル層とを含むエピタキシャルウエハの鏡面研磨である場合、SOI構造は、同一の研磨条件（研磨時間、化学試薬などが挙げられる）を使用する鏡面研磨に付してもよい。あるいは、半導体プロセスを行う気圧にSOI構造をさらしてもよい。例えば、SOI構造は、「クリーン・ルーム」に存在してもよく、ウエハが許容できない汚染物混入にさらされていないことを確かめてもよい。あるいは、プロセシング工程を行う装置内に存在してもよい。1またはそれよりも多くの代替の実施形態では、プロセシング工程で使用した流体（半導体ウエハを洗浄するのに使用した流体、半導体ウエハをエッティングするのに使用した流体など）の表面とSOI構造を接触させる。この製造プロトコルよりも長い時間にわたって、SOI構造を水の表面と接触させてもよく、それによってSOI構造のシリコン層に十分な量の汚染物混入が与えられる。このことは、米国特許出願第12/967,382号、名称「水および水中で洗浄される基板を分析するためのシステムおよび方法（Systems and Methods for Analysis of Water and Substrates Rinsed in Water）」（出願日：2010年12月14日）に開示されている通りである。

10

#### 【0019】

シリコン-オン-インシユレータ構造およびそれらを製造するための方法は、一般に、当業者に公知である（例えば、米国特許第5,189,500号、同第5,436,175号、同第6,790,747号を参照のこと。各文献は、すべて関連し、矛盾のないものであることを意図して、本明細書中に援用される。）。本明細書の開示の実施形態での使用に適切なシリコン-オン-インシユレータ構造は、概して、図1の番号40で示されるものである。SOI構造40は、概して、誘電性または「絶縁性」の層15（例えば、酸化物の層）の上にシリコン14の薄い層を備え、層15は、次に、シリコン基板などのハンドルウエハ16に配置されている。

20

#### 【0020】

SOI構造を製造する例示的な方法は、ドナーウエハの研磨フロント表面に誘電層（例えば、酸化物の層）を配置する工程を包含する。ドナーウエハのフロント表面の下側に、ある特定の深さで、粒子（例えば、水素原子、または水素原子とヘリウム原子との組み合わせ）をインプラントする。このインプラントされた粒子は、特定の深さ（ここに粒子がインプラントされている）で劈開面をドナーウエハに形成する。1またはそれよりも多くのクリーニング操作でドナーウエハの表面をクリーニングし、インプランテーションプロセスの間にウエハに付着する汚染物質（例えば、有機化合物および他の汚染物質粒子）を取り除く。

30

#### 【0021】

次いで、このドナーウエハのフロント表面をハンドルウエハに結合し、親水結合法（hydrophilic bonding process）によって、結合したウエハを形成する。例えば、酸素または窒素を含むプラズマにこのウエハの表面を曝すことによって、ドナーウエハとハンドルウエハを互いに結合させる。表面活性化（アクティベーション）と呼ばれることが多いプロセスにおいて、プラズマへの曝露によって、表面の構造を修飾する。次いで、ウエハを互いに加圧して、それらの間に結合を形成する。この結合は、かなり弱いので、強化した後にさらなる処理を行う。

40

#### 【0022】

いくつかのプロセスでは、ドナーウエハとハンドルウエハ（すなわち、結合されたウエハ）との間の親水結合は、結合したこのウエハの対を約300～500の温度で加熱またはアニールすることによって強化される。昇温によって、ドナーウエハの結合表面とハンドルウエハとの間の共有結合が形成される。従って、ドナーウエハとハンドルウエハとの間の結合が凝固する。結合したウエハの加熱またはアニーリングに伴って、ドナーウエハに早期にインプラントされた粒子によって、劈開面が弱くなる。次いで、この劈開面に沿って、この結合したウエハから、ドナーウエハの一部分を分離（すなわち劈開）させることによって、SOI構造を形成する。

50

## 【0023】

まず、結合したウエハを固定装置に配置し、この結合したウエハの対向する側（反対側）に、垂直に機械的な力を付与して、この結合したウエハから、ドナーウエハの一部分を引っ張って離す。いくつかの方法では、サクションキャップを利用して、この機械的な力を付与する。この結合したウエハの端部の劈開面にメカニカルウェッジを適用してドナーウエハの一部分の分離を開始し、劈開面に沿って亀裂が広がるのを開始する。次いで、サクションキャップによって付与される機械的な力によって、結合したウエハから、ドナーウエハの一部分を引っ張ることで、SOI構造を形成する。他の方法では、その代わりに、結合したウエハの対を一定時間にわたって高温に付して、結合したウエハからドナーウエハの一部分を分離してもよい。高温に曝すことによって、劈開面に沿って亀裂が開始して広がり、それによって、ドナーウエハの一部分を分離する。

10

## 【0024】

得られるSOI構造は、誘電層に配置したシリコンの薄い層（劈開後に残るドナーウエハの一部分）と、ハンドルウエハとを備える。SOI構造の劈開表面（すなわち、ドナーウエハのシリコンの薄い層）は、粗い表面を有し、この粗面は、さらなる処理で滑らかにしてもよい。

## 【0025】

かなり薄いシリコン層は、概して、下記に記載の通り、熱アニーリングおよび冷却の際の金属析出物の濃度は、この薄層において金属汚染物質間の距離が短くなるに従って、高くなることを特徴とすることが見出された。従って、本明細書の開示の1またはそれよりも多くの様々な実施形態において、半導体プロセスに供されるSOI構造は、約250nm未満、約175nm未満、または約100nm未満の厚みのシリコン層を有する。しかし、本明細書の開示の範囲から逸脱することなく、他の厚みを使用してもよいことが理解されるべきである。必要に応じて、シリコン層は、炭素またはゲルマニウムなどシリコン以外の他の物質を含んでいてもよい。

20

## 【0026】

誘電層15は、SOI構造での使用に適した任意の電気的絶縁材料（ $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、酸化アルミニウムまたは酸化マグネシウムを含む材料など）であってもよい。ある実施形態では、誘電層は $\text{SiO}_2$ である（すなわち、誘電層は、基本的に $\text{SiO}_2$ から構成される）。 $\text{SiO}_2$ を含む誘電層は、誘電層を形成し得る他の材料について、以下に記載のエッチャントでさらに迅速に適切にエッチングしてもよい。しかし、いくつかの場合では、そのかわりに、純粋な $\text{SiO}_2$ の融点よりも高い（すなわち、約1700よりも高い）融点を有する誘電層に適した材料を使用することが好ましくてもよいことに留意すべきである。このような材料の例は、窒化ケイ素（ $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）、酸化アルミニウムおよび酸化マグネシウムである。誘電層は、典型的には、約500nm未満の厚さであり、特定の実施形態では、約300nm未満の厚さ、200nm未満の厚さ、または約150nm未満の厚さである。

30

## 【0027】

上記の通り、SOI構造の誘電層は、金属汚染物質の拡散を制限するように作用し、シリコン層内で汚染物質を捕捉（トラップ）することが見出された。金属汚染物質がSOI構造、特にシリコン層に与えられた後、このSOI構造を熱アニールに付して、金属汚染物質を溶解させてもよい。この熱アニールの後、このSOI構造を以下に説明するように冷却して、金属汚染物質をシリコン層に析出させてもよい。本明細書の開示の実施形態に従って、SOI構造をアニールに付す温度を約800からほぼシリコンの融点（例えば、1414）の範囲にしてもよく、他の実施形態では、約800～約1300、約800～約1150または約850～約1050である。この熱アニールの前にシリコン層に存在する析出物および金属汚染物質（すなわち、SOI構造をそこに供する半導体プロセスに起因し得ない金属析出物および金属汚染物質混入、あるいは、別の言い方をすると、「ベースライン」の汚染物混入）が溶解するように、なおかつ、半導体プロセスによって与えられる金属汚染物が溶解するように、熱アニールが作用することが見出さ

40

50

れた。この方法では、金属汚染物混入は、シリコン層の全体を通して均一に分布されていてもよい。一般に、約 800 を超える温度では、熱アニール中に存在する析出物をこのアニールの前に減らすか、そうでなければほとんど除外することができると考えられる。しかし、本明細書の開示の範囲から逸脱することなく、他の温度を使用してもよいことが理解されるべきである。例えば、約 600 程度の低い温度は、シリコン層の表面の金属汚染物質（特に、特定の種類の金属汚染物質）をシリコン層のバルクに溶解させるのに適していてもよい。また、約 1300 未満のアニール温度の使用によって、かなり長い期間にわたってアニールを行うことができる（そして、開示のいくつかの実施形態におけるように、アニールの時間を制御しなくてもよいようになる）と考えられる。なぜなら、約 1300 未満の温度では誘電層の中に、および誘電層を通して、金属が拡散し得るというリスクが少ないからである。さらに、約 1300 を超える温度での熱アニールは、熱による欠陥およびこの欠陥パターンに影響を与える構造への汚染物混入を引き起こし得ると考えられる。この点に関して、本明細書の開示の範囲から逸脱することなく、約 1300 超のアニール温度を使用してもよいことが理解されるべきである。

10

20

30

40

50

#### 【0028】

一般に、金属の析出物および汚染物質は、アニール温度に達すると、溶解することができる。しかし、特定の実施形態では、少なくとも約 1 秒、少なくとも約 5 秒、少なくとも約 30 秒、少なくとも約 1 分、少なくとも約 5 分または 1 時間まで、あるいはそれ以上にわたって、SOI 構造を上記のアニール温度で（あるいは、特定の実施形態では、最低アニール温度よりも高いアニール温度で）維持する。

#### 【0029】

この熱アニールは、任意のガスの雰囲気下で行ってもよく、特定の実施形態では、水素、アルゴン、窒素またはそれらの混合物を含む雰囲気下で行う。必要に応じて、このような雰囲気は、一定量の酸素を含んでいてもよく、シリコン層の表面に酸化物の層を形成して、シリコン層で金属汚染物質を捕捉するようにしてもよい。1 またはそれよりも多くの実施形態では、この雰囲気は、水素から基本的に構成される。アニールをほぼ大気圧で実施してもよい。しかし、大気圧以外の他の圧力を使用してもよく、約 0.2 MPa 以下、約 1 MPa 以下、約 10 MPa 以下またはそれよりも高い圧力が挙げられ、あるいは、約 50 kPa 未満、約 1 kPa 未満、約 0.1 kPa 未満の減圧またはそれよりも低い圧力を限定されることなく使用してもよいことを理解すべきである。

#### 【0030】

このアニールが完了した後、シリコン層において金属汚染物質が過飽和する温度まで SOI 構造を冷却してもよい。この過飽和状態に到達すると、金属汚染物質が結合する析出（沈殿）現象が生じ得る。同じ種類の金属が結合してもよく、あるいは、異なる種類の金属が結合してもよく、限定されることなく、析出物のアロイおよび / または共沈物を形成してもよい。一般に、SOI 構造を十分に遅い冷却速度で過飽和の温度に冷却してもよく、移動する（可動の）汚染物質が十分に結合できるようにしてもよい。過飽和の温度は、汚染物質の濃度に応じて変動してもよく、実験で決定してもよい。一般に、過飽和状態は、約 600 ~ 約 1100 の温度で発生する。

#### 【0031】

特定の実施形態では、金属析出物が結合することのできる特定の速度で、シリコン内を金属汚染物質が相対的に移動する温度範囲で SOI 構造を冷却する。特定の理論に束縛されることなく、様々な金属汚染物質が、実験で決定され得る様々な温度にわたって、シリコン内を相対的に移動してもよいということが考えられる。しかし、ほとんどの金属汚染物質が、約 600 を超える温度でシリコン中を相対的に移動することが考えられる。特定の実施形態では、シリコンウエハ中に存在する汚染物質の種類および濃度に応じて、約 500 を超える温度、約 350 を超える温度、または約 200 程度の低い温度を超える温度で、金属汚染物質は、相対的に移動してもよい。一般に、金属汚染物質は、その金属の拡散速度が十分に遅くてさらなる核形成や析出物の成長を防止する場合には、移動できない（不動である）と考えられる。

## 【0032】

いくつかの実施形態では、過飽和の温度（すなわち、ウエハを冷却するとき、過飽和の状態が発生する最大の温度）からSOI構造を冷却する速度は、シリコン内を金属汚染物質が相対的に移動する温度範囲にわたって、約7 /秒未満である（このとき、SOI構造を冷却し始める温度から、金属汚染物質がもはや移動しない温度（例えば、約600）まで測定する）。特定の理論に束縛されることなく、約7 /秒よりも大きい冷却速度で、析出物の核形成が阻害される得ることが考えられる。他の実施形態では、過飽和の温度からの冷却速度は、シリコン内を金属汚染物質が相対的に移動する温度の範囲にわたって、約5 /秒未満、約1 /秒未満、約0.5 /秒未満または約0.1 /秒未満である。いくつかの実施形態では、この冷却速度は、約0.05 /秒～約10 /秒、約0.5 /秒～約7 /秒または約1 /秒～約5 /秒の範囲であってもよい。本明細書の開示の範囲から逸脱することなく、この制御された冷却を延長して周囲条件としてもよいことに留意すべきである。また、さらに、上記の冷却速度をアニール温度から金属汚染物質がもはや移動しない温度（例えば、約600）にまで延長してもよい。

10

## 【0033】

さらに、あるいは、シリコン層内で金属汚染物質が過飽和状態となる飽和温度（ $T_{\text{飽和}}$ ）と、シリコン内で金属汚染物質がもはや移動しない温度（ $T_{\text{不動}}$ ）と、ほぼ $T_{\text{飽和}}$ からほぼ $T_{\text{不動}}$ までウエハを冷却する時間（ $t_{\text{冷却}}$ ）とでこの冷却速度を特徴付けてもよい。いくつかの実施形態では、 $(T_{\text{飽和}} - T_{\text{不動}}) / t_{\text{冷却}}$ は、約7 /秒未満であってもよく、他の実施形態では、約5 /秒未満、約1 /秒未満、約0.5 /秒未満または約0.1 /秒未満であってもよい。いくつかの実施形態では、 $(T_{\text{飽和}} - T_{\text{不動}}) / t_{\text{冷却}}$ は、約0.05 /秒～約10 /秒、約0.5 /秒～約7 /秒または約1 /秒～約5 /秒の範囲であってもよい。

20

## 【0034】

この点に関して、 $T_{\text{飽和}}$ からほぼ $T_{\text{不動}}$ の範囲を含むさらに広範な温度範囲にわたって、特に飽和温度がわからない場合、冷却速度を制御してもよい。例えば、シリコン内で金属汚染物質がもはや移動しない温度（ $T_{\text{不動}}$ ）と、さらに熱アニールの完了時のSOI構造の温度（ $T_{\text{アニール}}$ ）と、ウエハをほぼ $T_{\text{アニール}}$ からほぼ $T_{\text{不動}}$ まで冷却する時間（ $t_{\text{冷却}}$ ）とで冷却速度を特徴付けてもよい。いくつかの実施形態では、 $(T_{\text{アニール}} - T_{\text{不動}}) / t_{\text{冷却}}$ は、約7 /秒未満であってもよく、他の実施形態では、約5 /秒未満、約1 /秒未満、約0.5 /秒未満、約0.1 /秒未満または約0.05 /秒～約10 /秒、約0.5 /秒～約7 /秒または約1 /秒～約5 /秒であってもよい。

30

## 【0035】

アニールおよび冷却によって、金属析出物が形成されると、金属析出物は、デリニエーション（描写）されてもよい。本明細書の開示の実施形態に従って、シリコン層の表面の近くの金属析出物の位置またはその位置の近くにピット、ホールまたはキャビティを選択的に形成するエッチャントと、SOI構造の表面（すなわち、シリコン層の表面）とを接触させることによって、デリニエーションを実施してもよい。エッチャントは、気体であってもよく、溶液であってもよい。適切なエッティング溶液には、HF、 $K_2Cr_2O_7$ 、 $CrO_3$ 、 $HNO_3$ 、 $CH_3COOH$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $AgNO_3$ およびこれらの混合物からなる群から選択される化合物が含まれていてもよい。エッチャント浴中にSOI構造を浸漬（または少なくとも部分的に浸漬）させることによって、あるいは、エッチャントの気体と表面とを接触させることによって、表面を選択的にエッティングすることによって、SOI構造の表面をエッチャントと接触させてもよい。バッチ式の浸漬（洗浄ベンチ）をエッティングに使用してもよく、また、本明細書の開示の範囲から逸脱することなく、スピンエッティング技術を使用してもよい。概して、エッティングの間にウエハの端部をマスクする必要はない。というのも、シリコン層がつぶれた物質によって、誘電層がシールされていてもよいからである。

40

## 【0036】

50

いくつかの特定の実施形態では、エッチャントはHF水溶液である。溶液中のHFの濃度は、約50重量%未満であってもよく、他の実施形態では、約25重量%未満、約10重量%未満、約5重量%未満または約2重量%未満である。特定の実施形態では、溶液中のHFの濃度は、約0.1重量%～約5重量%または約0.5重量%～約2重量%の範囲であってもよい。いくつかの特定の実施形態では、HFの濃度は、約1重量%である。HF溶液は、1またはそれよりも多くの他の成分（錯化リガンドまたは界面活性剤など）を含んでいてもよい。しかし、特定の実施形態では、エッチャントは、水およびHFから基本的に構成される。また、エッチャントは、シリコン層と接触される気体であってもよい。適切な気体としては、HFガスが挙げられ、水素、アルゴンまたは窒素などのキャリアガス中に希釈されていてもよい。

10

## 【0037】

エッチャントがシリコン層と接触する時間は、エッチャントの腐食性およびその濃度に応じて変動し得る。概して、Seccoエッチャントとして知られているエッチャント（例えば、 $K_2Cr_2O_7$ または $Cr_2O_3$ を含むもの）、および $CrO_3$ 、 $HNO_3$ 、 $CH_3COOH$ または $AgNO_3$ を含むエッチャントでは、比較的短い時間（例えば、少なくとも約1秒、少なくとも約5秒、少なくとも約10秒または少なくとも約20秒など）にわたって、エッチャントをSOI構造と接触させる。他の実施形態では、この時間は、少なくとも約1秒～約2分、約1秒～約1分または約10秒～約1分の範囲であってもよい。

20

## 【0038】

HF水溶液を使用する実施形態では、かなり長い時間にわたって、HFの溶液をSOI構造と接触させてもよい。例えば、少なくとも約1時間、少なくとも約4時間または少なくとも約8時間にわたって、シリコン層の表面をエッチャントと接触させてもよい。いくつかの実施形態では、HFの溶液とシリコン層との接触時間は、約8時間～約16時間の範囲であってもよい。

## 【0039】

概して、エッチャント（HFまたは別のエッチャントのいずれか）をSOI構造と室温で接触させるが、室温よりも高い温度（約50以下、約100以下、約150以下、またはそれよりも高い温度など）を使用してもよい。

## 【0040】

特定の理論に束縛されることなく、エッチャントは、シリコン層の表面に存在する金属析出物の位置またはその位置の近くにピットまたはホールを形成するように作用すると考えられる。エッチャントは、金属析出物のある場所またはその場所の近を優先的にエッティングする。つまり、この場所は、金属析出物の位置またはその位置の近くで歪む（すなわち、結晶格子が弱くなる）傾向にある。このホールまたはピットは、誘電層に向かって、拡大し始めてよい。特定のエッチャント（例えば、HF）は、誘電層を溶解させてもよく、それによって、金属析出物の位置をアンダーカットし（金属析出物の下側を除去し）、結局、アンダーカットした部分の上側にある材料を下側に下げる、それによってキャビティ（「ディボット」と同義）を形成する。他のエッチャント（Seccoタイプのエッチャントなど）は、誘電層を実質的に溶解することはできず、キャビティではなく、小さなホールまたはピットを形成する。この点に関して、用語「ピット」、「ホール」または「キャビティ」は限定的な意味で解釈されるべきでないことを理解すべきである。概して、これらの用語は、金属析出物の位置でのシリコン層の任意の改質を包含し、この改質によって、SOI構造の表面から光が反射するときに光散乱（例えば、光点欠陥（ライトポイントディフェクト））をもたらす。

30

## 【0041】

いくつかの実施形態では、ある期間にわたって、2つの異なる種類のエッチャントとSOI構造とを接触させる。例えば、SOI構造をSeccoタイプのエッチャント（例えば、 $K_2Cr_2O_7$ または $Cr_2O_3$ を含むエッチャント）と接触させてもよく、金属析出物の位置またはその位置の近くでSOI構造の表面に小さなホールを形成し、その次に

40

50

、HFを含むエッチャント溶液と接触させて誘電層の一部分を溶解させて、それによって、金属析出物の位置またはその位置の近くにキャビティまたはディボットを形成してもよい。

#### 【0042】

デリニエーション工程（またはプロセス）を概して図2～5に示す。金属析出物21（図2）は、シリコン層14をエッチャントと接触させることによって、デリニエーションされてもよく、その結果、金属析出物の位置またはその位置の近くにホールまたはピット25を形成する（図3）。エッチャントは、シリコン層14を浸蝕し、ついには、誘電層をもエッチングすることで、シリコン層14の下側を除去（アンダーカット）する（図4）。このアンダーカットされた部分（アンダーカッティング）32は、最終的には、シリコン層を部分的に崩壊させて、キャビティ45を形成する（図5）。

10

#### 【0043】

ピット、ホールおよび／またはキャビティが形成されると、SOI構造の表面をピット、ホールおよび／またはキャビティの存在について調べてもよい。適切な検査には、シリコン・オン・インシュレータ構造のフロント表面に向けて光を照射し、散乱反射光を検出することが含まれていてもよい。なお、散乱反射光は、「光点欠陥（ライトポイントディフェクト）」または「LPD」として検出される。このような分析を行うことのできる装置としては、ウエハのレーザーに基づく検査ツール（ADE Optical Systems（AOS）またはKLA-Tencor SP1 Seriesなど、いずれもKLA-Tencor Corporation（San Jose, CA）製）が挙げられる。この点に関して、限定なく他の装置および方法を使用してピット、ホールおよび／またはキャビティを検出してもよいことを理解すべきであり、例えば、光学顕微鏡、走査型電子顕微鏡などが挙げられ、これらによって、多重視野（マルチブルフィールドオブビュー）を検査することで空間分布の情報を提供してもよい。特定の実施形態では、シリコン・オン・インシュレータ構造に与えられる汚染物混入の量と、光散乱とを相關させてもよい。

20

#### 【0044】

本明細書に開示の方法は、 $1 \text{ cm}^2$  のSOI構造の表面当たり、約 $1 \times 10^7$  原子、他の実施形態では、約 $3 \times 10^7$  原子/ $\text{cm}^2$ 、約 $7 \times 10^7$  原子/ $\text{cm}^2$  または $1 \times 10^8$  原子/ $\text{cm}^2$  の少ない金属汚染物混入を検出できると考えられる。従来の検出技術では、一般に、約 $10^8$  原子/ $\text{cm}^2$  未満の金属汚染物混入を検出することはできないので、本明細書に開示の方法で検出できる汚染物混入の正確な下限を決定するのは難しいことに留意すべきである。また、この点に関して、本明細書に開示の方法は、ピット、ホールおよび／またはキャビティの空間分布に関連した情報を提供することができることに留意すべきである（実施例1、図6～7を参照のこと）。この情報を分析して、前記半導体プロセスの金属汚染物混入の影響を決定してもよい。

30

#### 【0045】

金属析出物をデリニエーション（描写）し、なおかつ、形成したピット、ホールまたはキャビティについてウエハの表面を調べた後、この情報を使用して、製造プロトコルに供される半導体ウエハに許容できない量の金属汚染物混入を半導体プロセスが与えていないことを確認してもよい。汚染物混入のレベルがあまりにも高いと決定される場合、プロセスの条件を調整して汚染物混入の量を減少させてもよい。この点に関して、許容できる金属汚染物混入のベースラインレベルを決定すること、ならびに、このベースラインの金属汚染物混入を、半導体プロセスに供され、アニールに付され、冷却され、析出物がデリニエーションに付されるSOI構造の表面に存在する光散乱のベースライン量と相關させることは有益であってもよい。

40

#### 【0046】

半導体プロセスが、許容できない量の金属汚染物混入を与えているか否かを確認するための例示的なプロセスでは、少なくとも1つのSOI構造を半導体プロセスに供する。金属汚染物混入の指標（金属汚染物混入を示すもの、インジケータ）（例えば、金属析出物

50

；ピット、キャビティおよび／またはホール；あるいはシリコン-オン-インシュレータ構造の表面から反射される散乱光）を評価し、なおかつ、これらを使用して、このようなインジケータおよび／または汚染物質のベースラインおよび閾値の濃度を確定してもよい。この情報を使用して、続いて同じプロセスに供される半導体ウエハに与えられる金属汚染物質の量が許容できるか否かを確かめてよい。次いで、この金属汚染物混入の量は許容できないと決定された場合、半導体プロセスを調整して半導体プロセスの間にウエハに誘導される金属汚染物混入の量を減少させてもよい。この金属汚染物混入の指標（インジケータ）を、汚染物混入のレベルが許容できると決定したときに集めた金属汚染物混入の指標（インジケータ）と比較することによって、相対的な金属汚染物質の量を確かめてよい。上記のように、SOI構造を半導体プロセスに供した後、SOI構造を熱アニールに付してシリコン層の金属汚染物質を溶解させること、および、SOI構造を冷却させることによって、SOI構造に金属析出物を形成してもよく、その結果、シリコン層の金属汚染物質の濃度が、臨界的な過飽和レベルを超えるようになってもよい。析出物は、上記のようにデリニエーションされてもよく、レーザー光による検査装置を使用してもよく、金属析出物の位置またはその位置の近くに形成されるピット、ホールおよび／またはキャビティの存在を検出してもよい。

10

#### 【0047】

1またはそれよりも多くの実施形態では、ウエハ表面の金属析出物（光散乱現象によって決定される）の空間分布を示す欠陥マップ（ディフェクトマップ）を作成してもよい（実施例1および図6～7を参照のこと）。この欠陥マップは、汚染物混入のレベルが許容できると決定されたときに作成した欠陥マップと比較することによって、金属汚染物混入を確かめてよい。典型的には、各欠陥マップは、実質的に同一の条件下、例えば、同一の半導体プロセス（研磨、洗浄など）を用い、実質的に同一のアニール時間、温度および冷却時間を用いるなどで作成する。

20

#### 【0048】

ウエハの検査装置は、概して、あらゆる種類の金属に起因する光点欠陥（ライトポイントディフェクト）を測定する。SOI構造に存在する金属の種類を区別するために、例えば、原子間力顕微鏡でピット、ホールおよび／またはキャビティの位置を調べてピット、ホールまたはキャビティのモルホロジーを分析してもよい。特定の理論に束縛されことなく、ピット、ホールまたはキャビティの位置での特徴的なモルホロジーによって、様々な種類の金属が特徴付けられることが考えられる。

30

#### 【0049】

本明細書の開示によると、半導体ウエハの金属析出物を検出するための方法も提供される。上記のデリニエーションの方法は、SOI構造を使用して金属汚染物混入をモニタリングまたは決定する方法に関連して記載されたが、SOIでない単結晶シリコンウエハ、多結晶ウエハまたはエピタキシャルウエハを含む他の種類のウエハで金属析出物を検出してもよいことを理解すべきである。1つの好ましい実施形態では、ウエハをHF水溶液と接触させて、ウエハのフロント表面の金属析出物の位置またはその位置の近くで、ウエハのフロント表面にピット、ホールおよび／またはキャビティを形成することによって、フロント表面を有する半導体ウエハにおける析出物を検出する（すなわち、デリニエーションする（示す、もしくは描写する））。次いで、ウエハのフロント表面のピット、ホールおよび／またはキャビティの存在を調べてもよい。HF溶液の濃度およびエッチング時間は、概して、上記の通りである。ピット、ホールおよび／またはキャビティが形成されると、ウエハのフロント表面に向けて光を照射し、散乱反射光を検出することによって、それらの存在を検出してもよい。

40

#### 【実施例】

#### 【0050】

##### （実施例）

実施例1：ウエハ洗浄工程の金属汚染物混入の検出

微量のニッケルを含むSC-1ウエハ洗浄浴（すなわち、NH<sub>4</sub>OHとH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>の水性

50

混合物)中に厚さ8.8.0nmのシリコン層を有するシリコン-オン-インシユレータ構造を9分間浸漬させた。ウエハ表面の金属の量をICP-MSで測定して $3 \times 10^8$ 原子/cm<sup>2</sup>未満であると決定した。

#### 【0051】

エピタキシャル反応器の反応チャンバ内にSOI構造を配置し、H<sub>2</sub>雰囲気で1分間1100に加熱した。放熱対流冷却によって反応器内でウエハを200の温度にまで冷却し、反応チャンバから取り出した。ウエハをHF水溶液(1重量%)中に12時間浸漬した。ウエハを洗浄し、検査した(KLA-SP2)。欠陥マップを図6に示す。欠陥マップは、ウエハがわずかに汚染物混入されたにもかかわらず、多数の点(カウント)を示す。この欠陥マップは、高度にパターン処理され、色が黒い領域ほど、汚染物混入がより大量であることを示す。

10

#### 【0052】

また、汚染物混入がないSC-1浴中で処理した第2のSOI構造を同一のプロセス条件下で加熱してHF浴に入れた。また、このSOI構造の表面欠陥を調べた(KLA-SP2)。欠陥マップを図7に示す。このSOI構造は、欠陥が少ないことを示し、その数についてほとんど偏差はなかった。

#### 【0053】

本明細書の開示またはその好ましい実施形態の構成要素(成分またはエレメント)を導入する場合、冠詞「ある~(a)」、「ある~(an)」、「この、前記(the)」、「前記(said)」は、1またはそれよりも多くの構成要素が存在することを意味することを意図している。用語「含む、包含する、備える、挙げられる(comprising)」、「含む、包含する、備える、挙げられる(including)」および「有する(having)」は、包括的であることを意図したものであり、記載された構成要素以外の他の追加の構成要素が存在していてもよいことを意味する。

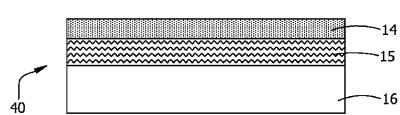
20

#### 【0054】

本明細書の開示の範囲から逸脱することなく、上記の装置および方法には様々な変更が行われてもよいので、上記の説明に含まれ、添付の図面に示されるすべての事柄は、例示として解釈されるべきであり、限定の意味はないことが意図される。

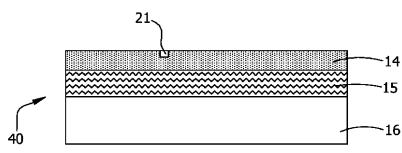
【図 1】

FIG. 1



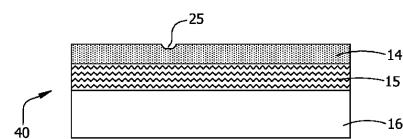
【図 2】

FIG. 2



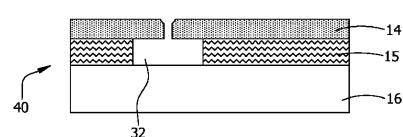
【図 3】

FIG. 3



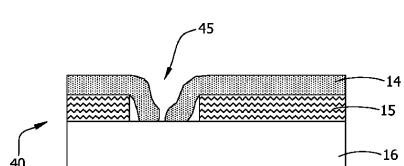
【図 4】

FIG. 4



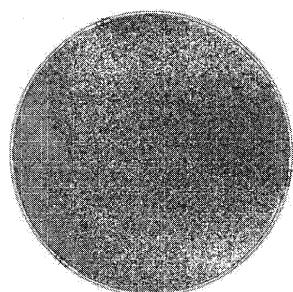
【図 5】

FIG. 5



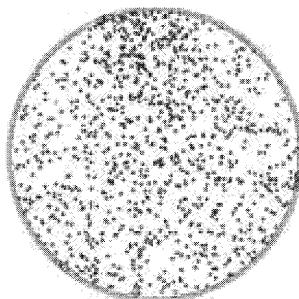
【図 6】

FIG. 6



【図 7】

FIG. 7



## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/IB2010/055925									
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. H01L21/66 ADD.											
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) H01L											
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 practical, search terms used) EPO-Internal, INSPEC											
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Category*</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">EP 0 869 352 A1 (APPLIED MATERIALS INC [US]) 7 October 1998 (1998-10-07)</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">1-3,14, 18, 24-27, 30-32, 46,47, 49,50, 57,65, 69,77-80</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">Y</td> <td style="padding: 2px;">column 4, line 54 - column 5, line 3; figures 7,8 column 6, line 50 - line 51 column 3, line 1 - line 7 column 8, line 26 - line 43 column 6, line 5 - line 7 ----- -/-</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">4-12</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	EP 0 869 352 A1 (APPLIED MATERIALS INC [US]) 7 October 1998 (1998-10-07)	1-3,14, 18, 24-27, 30-32, 46,47, 49,50, 57,65, 69,77-80	Y	column 4, line 54 - column 5, line 3; figures 7,8 column 6, line 50 - line 51 column 3, line 1 - line 7 column 8, line 26 - line 43 column 6, line 5 - line 7 ----- -/-	4-12
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.									
X	EP 0 869 352 A1 (APPLIED MATERIALS INC [US]) 7 October 1998 (1998-10-07)	1-3,14, 18, 24-27, 30-32, 46,47, 49,50, 57,65, 69,77-80									
Y	column 4, line 54 - column 5, line 3; figures 7,8 column 6, line 50 - line 51 column 3, line 1 - line 7 column 8, line 26 - line 43 column 6, line 5 - line 7 ----- -/-	4-12									
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.									
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "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  7 July 2011		Date of mailing of the international search report  22/07/2011									
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Seck, Martin									

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2010/055925

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>KELLY M J; GUILINGER T R; MEDERNACH J W; TSAO S S; JONES H D T; STEVENSON J O: "Identification of defects in SOI wafers", PROCEEDINGS OF THE FOURTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SILICON-ON-INSULATOR TECHNOLOGY AND DEVICES, 8 May 1990 (1990-05-08), - 11 May 1990 (1990-05-11), pages 120-128, XP009146915, section "Introduction", last paragraph; section "Experimental"; section "RESULTS", subsection "A. Substrate Wafers", last paragraph; section "RESULTS", subsection "B. SOI Wafers"; figure 6</p> <p>-----</p> <p>JP 11 030611 A (KOMATSU DENSHI KINZOKU KK) 2 February 1999 (1999-02-02)</p> <p>Y paragraphs [0004], [0006], [0007] abstract; figures 3,4</p> <p>-----</p> <p>US 6 258 613 B1 (IWAMATSU TOSHIAKI [JP]) 10 July 2001 (2001-07-10)</p> <p>Y column 6, line 48 - line 51</p> <p>column 9, line 44 - column 10, line 17</p> <p>A -----</p> <p>X US 2004/241867 A1 (JONES MARK L [US] ET AL) 2 December 2004 (2004-12-02)</p> <p>Y paragraphs [0004], [0022], [0023], [0026], [0029]; figure 1</p> <p>-----</p> <p>Y GRAFF K ET AL: "CHROMIUM-FREE ETCH FOR REVEALING AND DISTINGUISHING METAL CONTAMINATION DEFECTS IN SILICON", JOURNAL OF THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY, ELECTROCHEMICAL SOCIETY. MANCHESTER, NEW HAMPSHIRE, US, vol. 141, no. 10, 1 October 1994 (1994-10-01), pages 2821-2825, XP000493981, ISSN: 0013-4651 abstract tables II,III page 2823, left-hand column</p> <p>-----</p>	<p>1-7, 9, 10, 12-14, 16, 18, 22-27, 30-43, 46, 48, 50-61, 65, 66, 69, 73-80</p> <p>35, 37-39, 44, 45</p> <p>4-10, 48, 50-56, 58-63</p> <p>46, 47, 49, 57, 77, 79, 80</p> <p>48, 50-56, 58-69, 73-76, 78</p> <p>1</p> <p>1-7, 14-18, 22-27, 30-32</p> <p>65-69, 73-76, 78</p> <p>4, 5, 9, 11, 12, 50, 58, 59, 64</p>
4		-/-

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2010/055925

## C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2008/020497 A1 (MIYAZAKI MORIMASA [JP]) 24 January 2008 (2008-01-24) paragraphs [0029], [0030], [0034]; figure 1 abstract ----- SHABANI M B; OKUCHI S; YOSHIMI T; SHINGYOJI T; KIRSCHT F G: "Effect of dopants and oxygen precipitation on low-temperature out-diffusion and gettering of Cu in silicon wafer", PROCEEDINGS OF THE FIFTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON HIGH PURITY SILICON, 2 November 1998 (1998-11-02), - 6 November 1998 (1998-11-06), pages 313-318, XP009146891, page 317 - page 318; figure 6 -----	1,14-17, 27, 65-68,78  1,46
A		

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No  
PCT/IB2010/055925

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 0869352	A1	07-10-1998	JP	11003923 A		06-01-1999
JP 11030611	A	02-02-1999	JP	3917245 B2		23-05-2007
US 6258613	B1	10-07-2001	JP	2000164476 A		16-06-2000
US 2004241867	A1	02-12-2004		NONE		
US 2008020497	A1	24-01-2008		NONE		

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/IB2010/055925

## Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 2 of first sheet)

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

1.  Claims Nos.: because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
  
  
  
  
2.  Claims 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.  Claims Nos.: because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional 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 fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
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 and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/ IB2010/055925

**FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210**

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-34

A method for determining the amount of metal contamination in a process, the method comprising exposing an SOI wafer to a processing step, heating and cooling the SOI wafer, and delineating the metal precipitates formed during cooling.

---

2. claims: 35-45

A method for detecting metal precipitates in a semiconductor wafer having a front surface, the method comprising: contacting the wafer with an aqueous HF solution, inspecting the front surface of the wafer for etch pits.

---

3. claims: 46-80

A method of monitoring the amount of metal contamination imparted into wafers during a semiconductor process, the process comprising exposing an SOI wafer to the process, evaluating metal contamination indicators, and verifying whether the amount of metal contamination into semiconductor wafers is acceptable.

---

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,R,S,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ジェフリー・エル・リバート

アメリカ合衆国 6 3 3 7 6 ミズーリ州セント・ピーターズ、パール・ドライブ 5 0 1 番、エムイー・エムシー・エレクトロニック・マテリアルズ・インコーポレイテッド内

(72)発明者 ル・フェイ

アメリカ合衆国 6 3 3 7 6 ミズーリ州セント・ピーターズ、パール・ドライブ 5 0 1 番、エムイー・エムシー・エレクトロニック・マテリアルズ・インコーポレイテッド内

F ターム(参考) 4M106 AA01 BA10 CB01 CB30 DH55 DH56