

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-101549

(P2005-101549A)

(43) 公開日 平成17年4月14日(2005.4.14)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/66	HO 1 L 21/66 Z	4M106
HO 1 L 21/304	HO 1 L 21/304 648Z	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L 外国語出願 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2004-232390 (P2004-232390)
 (22) 出願日 平成16年8月9日(2004.8.9)
 (31) 優先権主張番号 10/637,447
 (32) 優先日 平成15年8月8日(2003.8.8)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 504051571
 ソリッド・ステート・メジャメント・イン
 コーポレーテッド
 Solid State Measure
 ments, Inc.
 アメリカ合衆国 ペンシルバニア州 15
 275、ピッツバーグ、テクノロジー ド
 ライブ 110
 110 Technology Driv
 e, Pittsburgh, PA 1
 5275, United States
 of America

(74) 代理人 100097320
 弁理士 宮川 貞二

最終頁に続く

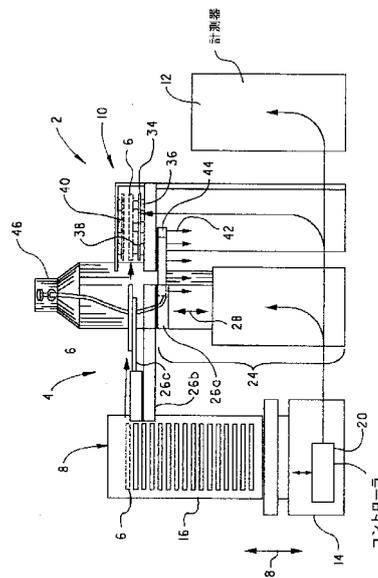
(54) 【発明の名称】 高温対流加熱を利用する半導体基板表面の準備工程

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】半導体ウェハの計測の前に、半導体ウェハの局所的な未処理雰囲気由来するウェハ表面の汚染物質を除去する装置及び方法の提供。

【解決手段】半導体ウェハ6をロボットアームアセンブリ4によって脱着ステーション10に移動し、先ず前記半導体ウェハ6を対流加熱して前記半導体ウェハ6から汚染物質を除去し、引き続き前記脱着ステーション10において前記半導体ウェハ6を計測に適した温度に冷却し、前記半導体ウェハ6を前記ロボットアームアセンブリ4によって計測器12に移送し、前記計測器12で前記半導体ウェハ6を測定し、その特性を判定する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

計測器による測定のために、半導体ウエハの表面から 1 以上の汚染物質を脱着する方法であって；

(a) ウエハを加熱板との離間した平行関係に位置決めするステップと；

(b) 前記加熱板で加熱された気体による対流で前記ウエハを所定時間加熱して前記ウエハ表面から汚染物質を除去するステップと；

(c) 前記ウエハを前記加熱板との離間した平行関係から離脱させるステップと；

(d) 前記ウエハに気体を吹き付けることによって前記ウエハを冷却するステップと；

(e) 前記ウエハの少なくとも 1 つの特性を、ステップ (b) の完了後所定時間で計測器により測定するステップとを含む方法。 10

【請求項 2】

ステップ (a) 乃至 (e) が複数のウエハに対して繰返される；

請求項 1 の方法。

【請求項 3】

ステップ (a) は、一对の離間した平行な加熱板間に、離間した平行関係で前記ウエハを位置決めするステップを含む；

請求項 1 の方法。

【請求項 4】

計測器による測定のために、半導体ウエハを準備する方法であって； 20

(a) ウエハを加熱要素との離間した平行関係に位置決めするステップと；

(b) 前記加熱要素で加熱された気体による対流で前記ウエハを所定加熱時間の間加熱して前記ウエハ表面から汚染物質を除去するステップと；

(c) 前記ウエハを前記加熱要素との離間した平行関係から離脱させるステップと；

(d) 動いている気体の流れを所定冷却時間の間前記ウエハの表面を通過させ、それにより前記ウエハを冷却するステップと；

(e) 前記ウエハを前記計測器に対して有効な関係に位置決めするステップと；

(f) 前記ウエハの少なくとも 1 つの特性を前記計測器で測定するステップとを含む方法。 30

【請求項 5】

ステップ (a) は、一对の離間した加熱要素間に、前記ウエハを離間した平行関係に位置決めするステップを含む；

請求項 4 の方法。

【請求項 6】

ステップ (a) 乃至 (f) が複数のウエハに対して繰返される；

請求項 4 の方法。

【請求項 7】

ステップ (d) の完了とステップ (f) の開始との間の時間が各ウエハに対して同じである；

請求項 6 の方法。 40

【請求項 8】

ステップ (b) の完了とステップ (d) の開始との間の時間が各ウエハに対して同じである；

請求項 6 の方法。

【請求項 9】

半導体ウエハを処理する方法であって；

(a) 加熱された気体を利用して半導体ウエハの少なくとも一部を対流加熱し、それにより少なくとも 1 の汚染物質が前記半導体ウエハの少なくとも一部から脱着されるステップと；

(b) 前記加熱された気体がない状態で、冷却気体の流れを前記半導体ウエハの前記一 50

部の上を通過させて、前記半導体ウエハの前記一部を冷却するステップと；

(c) 計測器が前記半導体ウエハの前記一部を測定するようにさせ、前記半導体ウエハの前記一部の少なくとも1つの特性を判定するステップとを含む方法。

【請求項10】

ステップ(a)乃至(c)が複数のウエハに対して繰返される；

請求項9の方法。

【請求項11】

ステップ(a)の完了とステップ(c)の開始との間の時間が各ウエハに対して同じである；

請求項10の方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は半導体ウエハ処理に関し、より詳細には半導体ウエハ表面からの1もしくは1より多くの汚染物質の脱着に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体基板、特にシリコンウエハは表面汚染層を形成する可能性がある。この表面汚染は、ウエハの処理および監視に悪影響を及ぼすので好ましくない。かかる汚染は局所的な未処理雰囲気由来し、こうした雰囲気は典型的には多くの気体および気体状蒸気の混合物である。これらの気体および蒸気はウエハ表面に凝縮して、流動体のまたは半流動体の膜を形成すると考えられている。この汚染層を構成する成分は精確には不明であるが、水が主成分であると考えられる。他の汚染物質はその大部分が種々の炭化水素分子で構成され、これらを集合的に有機物と称する。

20

【0003】

汚染層を除去する一手法はウエハの加熱である。これまで、ウエハの加熱は輻射または伝導により行われてきた。この輻射加熱の手法の1つは、ウエハを加熱要素の下に置くこと、そして主として輻射によりウエハの上側を加熱することを含む。実際の輻射加熱では、熱源を所望表面温度より著しく高い温度に保持する必要がある。この熱は、周りの領域に好ましからざる温度上昇をもたらすことがあり、これにより追加の温度管理手法が必要になる。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

輻射加熱要素はウエハ上面の直上にあるので、この要素は高温下であっても密閉されなければならず汚染があってはならない。要素の密閉は輻射効率を低減させることがあり、なお一層の高温熱源を必要とする。非汚染要件を満たす材料は、また、高価であり、製作が困難である。直線状加熱要素の配列は要素間に冷域を生成することがあり、その結果、ウエハ表面が不均一加熱となる。

【0005】

40

伝導加熱の一手法は、ホットプレートなどの加熱された表面上へウエハを載置することを含む。次に、ウエハは、その上側が所望温度に達するまで、裏側から主として伝導により加熱される。加熱板の使用に伴う1つの問題は、ウエハをその裏面で搬送するロボットアームの使用に起因する。ウエハをホットプレートの加熱面上へ下ろして置くということは、ロボットアームの撤去が必要になるということである。そうするために、通常は、機械的なウエハ下降機構、またはホットプレート面の逃げポケットが必要になる。ウエハ下降機構は装置の複雑さを高め、他方、逃げポケットは不均一なウエハ加熱をもたらす。伝導加熱に伴う別の問題は、ホットプレート自体がウエハ裏面を汚染する可能性があることである。

【0006】

50

従って、後に続く半導体ウエハ試験のために、半導体ウエハ上の汚染物質の脱着を促進するべく、半導体ウエハの温度を十分に高めることを可能にしつつ、上記および他の問題を回避する装置および方法を提供することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、計測器による測定のために、半導体ウエハの表面から1もしくは1より多くの汚染物質を脱着する方法である。この方法は、ウエハを加熱板との離間した平行関係に位置決めするステップ、および加熱板で加熱された気体による対流でウエハを所定時間加熱してウエハ表面から汚染物質を除去するステップを含む。次に、ウエハは、加熱板との離間した平行関係から離脱され、気体を吹き付けられることによって冷却される。ウエハの少なくとも1つの特性が、ウエハ加熱の完了後の所定時間に計測器で測定される。

10

【0008】

上記方法は複数のウエハに対して繰返すことができる。各ウエハは、一对の離間した平行な加熱板間に、離間した平行関係で位置決め可能である。

【0009】

本発明は、計測器による測定のために、半導体ウエハを準備する方法でもある。この方法は、ウエハを平面加熱要素との離間した平行関係に位置決めするステップと、加熱要素で加熱された気体による対流でウエハを所定時間加熱してウエハ表面から汚染物質を除去するステップとを含む。次に、ウエハは、前記加熱要素との離間した平行関係から離脱させられ、気体の流れが前記ウエハの表面の上を所定冷却時間にわたって通過させられ、それにより前記ウエハを冷却する。次に、ウエハは、計測器に対して有効な関係に位置決めされ、ウエハの少なくとも1つの特性が計測器で測定される。

20

【0010】

最後に、本発明は半導体ウエハを処理する方法である。この方法は、加熱された気体を利用して半導体ウエハの少なくとも一部を対流加熱し、それにより少なくとも1の汚染物質がそこから脱着されるステップを含む。加熱された気体がないときに、冷却気体の流れが半導体ウエハの一部の上を通過するようにさせられて半導体ウエハの一部を冷却する。次に、計測器が半導体ウエハの一部を測定するようにさせられて、その少なくとも1つの特性を判定する。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0011】

添付した図面を参照して本発明を説明するが、類似する符号は類似の構成要素に対応する。

【0012】

図1を参照すると、半導体ウエハの1もしくは1より多くの面から1もしくは1より多くの汚染物質を脱着する装置2は、半導体ウエハ6を投入/取出ステーション8から脱着ステーション10へ移動するロボットアームアセンブリ4を含む。半導体ウエハ6が半導体ウエハ6の対流加熱に応じて脱着ステーション10により脱着されて、半導体ウエハ6が更なる試験のために適切な温度へ冷却されると、ロボットアームアセンブリ4は、計測器12による試験のために半導体ウエハ6を計測器12へ移送する。典型的な計測器12は、半導体ウエハ6の表面に接触して適切な電気刺激を与えるプローブチップを含んでもよい。しかし、このことは本発明を限定するものと解釈してはならない。

40

【0013】

適切な電気刺激の例には、静電容量 - 電圧 (C V)、電流 - 電圧 (I V)、コンダクタンス - 電圧 (G V)、または静電容量 - 時間 (C t) の、各種の電気刺激がある。計測器12は、電気刺激に対する半導体ウエハ6の応答を測定し、この応答から、電気刺激を与えられた部位における半導体ウエハ6の少なくとも1つの特性を判定する。計測器12に関する詳細は、説明を簡単にするために、ここで説明しない。しかし、当業者には分かるように、半導体ウエハ6の性質を判定するのに好適ないずれの計測器12も利用できる。

【0014】

50

図2を参照するとともに、引続き図1を参照すると、投入/取出ステーション8は、1枚以上の半導体ウエハ6を支えるように構成されたキャリア16を支持するベース14を含む。ベース14はコントローラ20に制御されて、図1に矢印18で示すようにキャリア16を上方向にまたは下方向に移動するよう構成できる。

【0015】

ロボットアームアセンブリ4は、複数のアーム26a~26cに結合されたベース24を含む。ベース24は、図1に矢印28で示すようにアーム26a~26cを上方向にまたは下方向に移動するよう構成できる。アーム26aの一端はベース24へ回転可能に結合される一方、アーム26aの他端はアーム26bの一端へ回転可能に結合される。アーム26bの他端はアーム26cの一端へ回転可能に結合される。望ましくは、アーム26cは櫛形状であり、その遠端に隣接し、そこに配設された1つ以上の真空孔30を有する。真空孔30は真空源(不図示)へ接続され、真空源はコントローラ20に制御されて真空孔30へ真空を伝えることができる。図示するように、半導体ウエハ6をアーム26cの遠端に配置して、真空孔30へ供給した真空手段によりアーム26cの遠端上に保持できる。

10

【0016】

脱着ステーション10は、直径が望ましくは半導体ウエハ6の直径以上である円形加熱板34を含む。加熱板34の好ましい構造の1つは、円形セラミック基板上に形成された1個以上の厚膜抵抗器を含む。この種の円形加熱板は、Watlow Electric Manufacturing Company, #6 Industrial Loop Road, P.O. Box 975, Hannibal, Missouri, 63401, USAから入手できる。しかし、この特定形態の加熱板が本発明を限定するものと解釈してはならない。

20

【0017】

加熱板34は適切な隔離体36により脱着ステーション10のベースから離すのが好ましい。加えて、隔離体38が加熱板34の上面に配置されて、半導体ウエハ6からの1もしくは1より多くの汚染物質の脱着中に半導体ウエハ6を加熱板34に対して離間した平行関係に維持する。隔離体36および38は、望ましくは高温ガラス雲母セラミックで形成される。しかし、このことが本発明を限定するものと解釈してはならない。というのは、隔離体36および38を形成するために好適ないかなる高温用非汚染材料の使用が想定されているからである。

30

【0018】

アーム26cの遠端はその上の半導体ウエハ6を位置決めでき、その後真空孔30への真空の供給源を止めることができるように、各隔離体38の高さが選定される。すると、アーム26cの遠端を、半導体ウエハ6の裏面に接触する位置から、半導体ウエハ6と円形加熱板34との間の位置へ移動できる。一旦この位置にくると、アーム26cの遠端は、半導体ウエハ6と円形加熱板34との間の空間から退去させることができ、それにより、加熱板34により加熱された気体の対流での半導体ウエハ6の加熱を容易にする。

【0019】

加熱板34の温度が制御できるように、コントローラ20での制御の下で加熱板34へ電流を供給することができる。適切な温度検知手段(不図示)を加熱板34またはそれに隣接して配置するとともに、コントローラ20へ接続することにより、コントローラ20が加熱板34の温度を検出および制御できるようにする。更にまたは代替として、脱着ステーション10は、隔離体38の上方に配設された、図1に想像線で示す円形加熱板40を含むことができる。加熱板40の温度を制御するために、コントローラ20での制御の下で電流が加熱板40へ供給される。加熱板34および40を設けるときに、加熱板間の間隔は、半導体ウエハ6とアーム26cの遠端とがその間に収容されるに足る間隔であることか好ましい。

40

【0020】

半導体ウエハ6から1もしくは1より多くの汚染物質を脱着するのに十分な所定時間にわたり半導体ウエハ6を対流加熱した後、アーム26cの遠端を、コントローラ20の制

50

御の下で加熱板 34 と半導体ウエハ 6 との間の空間内へ再導入できる。しかる後、ロボットアームアセンブリ 4 を制御してアーム 26 を上昇させ、半導体ウエハ 6 の裏面と接触させることができる。そこで、半導体ウエハ 6 をアーム 26 c の遠端へ固定するために、真空孔 30 へ真空が作用する。次に、ロボットアームアセンブリ 4 を制御して半導体ウエハ 6 を隔離体 38 から持上げ、そして半導体ウエハ 6 を脱着ステーション 10 から退去させることができる。

【0021】

図 3 を参照するとともに、引続き図 1 および 2 を参照すると、ロボットアームアセンブリ 4 は次に、気体 42、好ましくは液体窒素の流れを通して半導体ウエハ 6 を移動させるように制御されるが、気体 42 の流れは適切な気体源 46 から前記気体を受入れるマニホルド 44 によって分配される。

10

【0022】

図示の実施の形態において、マニホルド 44 は脱着ステーション 10 の底側へ結合される。しかし、このことが本発明を限定するものと解釈してはならない。というのは、マニホルド 44 は、ロボットアームアセンブリ 4 がアクセスできる好都合な任意位置へ配置できるからである。

【0023】

ロボットアームアセンブリ 4 により、半導体ウエハ 6 が気体 42 の流れを通して移動する速度は、計測器 12 による試験のために半導体ウエハ 6 が十分に冷却されるように選定される。このために、ロボットアームアセンブリ 4 は必要に応じて、半導体ウエハ 6 を気体 42 の流れの中を複数回にわたって移動させることができる。所望すれば、コントローラ 20 の制御の下で気体 42 の流れをオン/オフするオン/オフ気体制御弁（不図示）をマニホルド 44 へ流体的に接続できる。

20

【0024】

半導体ウエハ 6 が十分に冷却されると直ちに、ロボットアームアセンブリ 4 は制御されて、試験のために半導体ウエハ 6 を計測器 12 へ送る。半導体ウエハ 6 が計測器 12 による試験を受ける適正位置に来ると直ちに、コントローラ 20 は、半導体ウエハ 6 の試験を開始可能である旨、計測器 12 へ信号を送る。

【0025】

脱着ステーション 10 による半導体ウエハ 6 の対流加熱が完了してから所定時間に、計測器 12 が半導体ウエハ 6 の試験を開始するのが望ましい。脱着ステーション 10 で処理された各半導体ウエハ 6 の対流加熱の終了と計測器 12 での前記半導体ウエハ 6 の試験の開始との間の時間を管理することにより、脱着後の大気への曝露に起因する 2 枚以上のウエハ間の、試験結果におけるバラツキは回避される。

30

【0026】

半導体ウエハ 6 の試験が終了すると直ちに、計測器 12 がコントローラ 20 へ信号を送る。計測器 12 からのこの信号の受信に回答して、コントローラ 20 はロボットアームアセンブリ 4 を制御して、半導体ウエハ 6 を計測器 12 から離脱させ、最初に半導体ウエハ 6 を持ってきたキャリア 16 の同じ場所に半導体ウエハ 6 を戻す。しかる後、キャリア 16 に支持された後続の半導体ウエハ 6 を、脱着ステーション 10、気体 42 の流れ、および試験用計測器 12 へ送り、その後、先に説明した方法でキャリア 16 の同じ位置へ戻すように、ベース 14 およびロボットアームアセンブリ 4 の垂直方向位置が制御される。好ましくは、キャリア 16 にある各半導体ウエハ 6 を処理する方法は、キャリア 16 にある半導体ウエハ 6 の全てが先に説明した方法で処理されるまで継続する。

40

【0027】

特に図 2 を参照すると、通常の大気、すなわち空気を、脱着ステーション 10 にある半導体ウエハ 6 の対流加熱に利用できる。しかし、所望すれば、半導体ウエハ 6 を、脱着ステーション 10 での半導体ウエハ 6 の脱着中に液体窒素（？）などの所望の気体雰囲気へ曝露することができる。このために、脱着ステーション 10 は、脱着ステーション 10 に収容された半導体ウエハ 6 へ、前記気体の適切な供給源、例えば気体源 46 から適切な気

50

体を配送するマニホールド 48 を含んでもよい。

【0028】

先に説明した実施の形態において、加熱板 34 および / または加熱板 40 は、半導体ウエハ 6 の直径以上の直径を有するものとして説明された。しかし、所望すれば、加熱板 34 および / または加熱板 40 の直径は、半導体ウエハ 6 の直径未満であってもよく、それにより半導体ウエハ 6 の一部だけが、係る小さい直径の加熱板により加熱された気体で対流加熱される。

【0029】

図 4 を参照すると、更にまたは代替として、脱着ステーション 10 は、気体 52 の流れを気体源、例えば気体源 46 から半導体ウエハ 6 の少なくとも一部分 54 へ向ける管 50 を含んでもよい。管 50 は、管 50 を加熱する、つまりそこを流れる気体を加熱する、適切な電源へ接続された加熱要素 56 を含む。このように加熱された気体 52 の流れは、半導体ウエハ 6 の一部 54 を対流によって加熱することができる。加熱された気体 52 の温度は、半導体ウエハ 6 の一部 54 から少なくとも 1 の汚染物質を脱着するのに充分なように、管 50 および加熱要素 56 は協働するように構成されるのが好ましい。

10

【0030】

半導体ウエハ 6 の一部 54 が脱着されると直ちに、半導体ウエハ 6 は、少なくともその一部 54 を冷却するために、冷却気体の流れに曝露されてもよい。冷却気体のこの流れは、先に説明した方法でマニホールド 44 を経由して半導体ウエハ 6 へ供給される。代替として、冷却気体の流れは、加熱要素 56 をその電源から遮断することによって管 50 を経由して供給されてもよく、もはや加熱要素 56 で加熱されてはいない気体 52 の流れは半導体ウエハ 6 の一部 54 の冷却に利用できる。

20

【0031】

半導体ウエハ 6 の一部 54 が十分に冷却されると、半導体ウエハ 6 は、少なくともその一部 54 を試験するために計測器 12 へ送られる。しかる後、半導体ウエハ 6 は計測器 12 から離脱され、キャリア 16 へ戻される。

【0032】

以上のように、半導体ウエハ 6 の表面の 1 以上の汚染物質は、効果的で予測可能な方法で脱着でき、それにより計測器 12 による半導体ウエハ 6 の信頼性のある試験を行うことができる。対流によって半導体ウエハ 6 を加熱することができることは、半導体ウエハ 6 の伝導加熱中に加熱要素と半導体ウエハ 6 との間の接触に起因する半導体ウエハ 6 の汚染の可能性を回避し、そして半導体ウエハ 6 の輻射加熱用の密閉された輻射加熱要素の必要性を回避する。最後に、その上に加熱気体を吹き付けることによって半導体ウエハ 6 の一部を対流加熱することができることは、前記一部の脱着を可能にする一方、半導体ウエハ 6 の残部を脱着温度へ加熱する必要性を回避する。しかる後、半導体ウエハ 6 の脱着された一部は、半導体ウエハ 6 の残部からは独立して試験できる。対流によって半導体ウエハの一部または複数箇所を選択的に加熱することができることは、半導体ウエハ製品の計測器での試験に、従来の計測器を利用できるようにすることを構想させる。

30

【0033】

本発明は、好ましい実施の形態を参照して説明された。先の詳細な説明を読んで理解すると、自明な改変および代替が思い浮かぶであろう。本発明が、付属の特許請求の範囲またはその均等物の範囲内に該当する限りにおいて、そのような全ての改変および代替を包含すると解釈されることを意図するものである。

40

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図 1】図 1 は、1 枚以上の半導体ウエハを脱着および試験する装置の側面図である。

【図 2】図 2 は、図 1 に示す装置の平面図である。

【図 3】図 3 は、図 1 の装置であって、ロボットアームアセンブリが、冷却気体の流れを流れて脱着処理された半導体ウエハを移動する位置にある。

【図 4】図 4 は、図 1 および 3 の脱着ステーションを示す部分図であり、更にあるいは代

50

替として、半導体ウエハの少なくとも一部へ加熱された気体を送る、加熱された管を含む。

【符号の説明】

【 0 0 3 5 】

2	装置	
4	ロボットアームアセンブリ	
6	半導体ウエハ	
8	投入/取出ステーション	
10	脱着ステーション	
12	計測器	10
14	ベース	
16	キャリア	
18、28	矢印	
20	コントローラ	
24	ベース	
26 a、26 b、26 c	アーム	
28	矢印	
30	真空孔	
34、40	円形加熱板	
36、38	隔離体	20
42	気体	
44、48	マニホルド	
46	気体源	
50	管	
52	気体	
54	半導体ウエハの一部	
56	加熱要素	

フロントページの続き

(74)代理人 100123892

弁理士 内藤 忠雄

(74)代理人 100096611

弁理士 宮川 清

(74)代理人 100098040

弁理士 松村 博之

(74)代理人 100100398

弁理士 柴田 茂夫

(74)代理人 100131820

弁理士 金井 俊幸

(72)発明者 マイケル・ジェイ・アダムス

アメリカ合衆国 オハイオ州 44138、オルムステッド フォールズ、メープルウェイ ドライブ、7549

(72)発明者 ジェームズ・ヒーリー・ジュニア

アメリカ合衆国 ペンシルバニア州 15106、カーネギー、フォーサイス ロード、933

(72)発明者 ウィリアム・エイチ・ホーランド・ジュニア

アメリカ合衆国 ペンシルバニア州 15090、ウェクスフォード、セクレタリアト ドライブ、2535

Fターム(参考) 4M106 AA01 BA01 BA14 CA10 CA12 CA70 DH44 DH45 DJ02 DJ04

【外国語明細書】

SEMICONDUCTOR SUBSTRATE SURFACE PREPARATION USING HIGH TEMPERATURE CONVECTION HEATING

BACKGROUND OF THE INVENTION

[0001] 1. Field of the Invention

[0002] The present invention relates to semiconductor wafer processing and, more particularly, to desorption of one or more contaminants from a surface of a semiconductor wafer.

[0003] 2. Description of Related Art

[0004] Semiconductor substrates, especially silicon wafers, can form a layer of surface contamination. This surface contamination is undesirable because it can adversely affect wafer processing and monitoring. This contamination comes from the local untreated atmosphere, which is typically a mixture of numerous gases and gaseous vapors. It is believed that these gases and vapors condensate on the surface of the wafer forming a liquid or semi-liquid film. Although the constituents of this contamination layer are not precisely known, it is believed that water is a primary component. The other contaminants are comprised mostly of various hydrocarbon molecules, which are collectively referred as organics.

[0005] One approach to removing the contamination layer is heating the wafer. Heretofore, heating a wafer has been accomplished by radiation or conduction. One radiation heating technique includes placing a wafer under a heating element and heating the topside of the wafer primarily through radiation. Practical radiation heating requires holding the heat source at temperatures significantly higher than the desired surface temperature. This heat can create undesirable temperature increases in the surrounding area which would necessitate additional thermal management techniques.

[0006] Since it is directly over the top surface of a wafer, a radiation heating element must be sealed and non-contaminating even at high temperatures. Sealing the element can reduce radiation effectiveness requiring even a higher temperature heat source. Materials that meet the non-contaminating requirements can also be expensive and hard to manufacture. An array of linear heating elements can create cool zones between the elements resulting in uneven heating of the wafer surface.

[0007] One conduction heating technique includes placing the wafer onto a heated surface, such as a hotplate. The wafer is then heated primarily through conduction from the backside of the wafer until the topside has reached a desired temperature. One problem with using a heating

plate results from the use of robotic arms that transport the wafer by the backside thereof. Setting the wafer down onto the heated surface of the hotplate requires withdrawing of the robotic arm. A mechanical wafer lowering mechanism or a recessed pocket in the surface of the hotplate is usually required to accomplish this. A wafer lowering mechanism adds system complexity while a recessed pocket can create uneven wafer heating. Another problem with conduction heating is a possibility of contaminating the backside of the wafer by the hotplate itself.

[0008] It would, therefore, be desirable to provide an apparatus and method that avoids the foregoing problems, and others, while enabling the temperature of a semiconductor wafer to be raised sufficiently to facilitate desorption of contaminants thereon for subsequent testing thereof.

SUMMARY OF THE INVENTION

[0009] The invention is a method of desorbing one or more contaminants from a surface of a semiconductor wafer for measurement by a metrology tool. The method includes positioning a wafer in spaced parallel relation with the heating plate and heating the wafer by convection with gas heated by the heating plate for a predetermined time period to remove contaminants from the wafer surface. The wafer is then removed from spaced parallel relation with the heating plate and cooled by blowing a gas thereon. At least one characteristic of the wafer is measured with a metrology tool a predetermined time after wafer heating is complete.

[0010] The foregoing method can be repeated for a plurality of wafers. Each wafer can be positioned in spaced parallel relation between a pair of spaced parallel heating plates.

[0011] The invention is also a method of preparing a semiconductor wafer for measurement by a metrology tool. The method includes positioning the wafer in spaced parallel relation with a planar heating element and heating the wafer by convection with gas heated by the heating element for a predetermined heating time to remove contaminants from the wafer surface. The wafer is then removed from its spaced parallel relation with the heating plate and a stream of gas is caused to pass over a surface of the wafer for a predetermined cooling time thereby cooling the wafer. The wafer is then positioned in operative relation to a metrology tool and at least one characteristic of the wafer is measured with the metrology tool.

[0012] Lastly, the invention is a method of processing a semiconductor wafer. The method includes utilizing a heated gas to heat at least one part of a semiconductor wafer by convection

whereupon at least one contaminant is desorbed therefrom. A stream of cooling gas is caused to pass over the one part of the semiconductor wafer in the absence of said heated gas to cool the one part of the semiconductor wafer. A metrology tool is then caused to measure the one part of the semiconductor wafer to determine at least one characteristic thereof.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0013] Fig. 1 is a side view of a system for desorbing and testing one or more semiconductor wafers;

[0014] Fig. 2 is a top view of the system shown in Fig. 1;

[0015] Fig. 3 is the system of Fig. 1 with the robotic arm assembly in a position for moving a desorbed semiconductor wafer through a stream of cooling gas; and

[0016] Fig. 4 is an isolated view of the desorption station of Figs. 1 and 3 also or alternatively including a heated tube for delivering a heated gas to at least a portion of a semiconductor wafer.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

[0017] The present invention will be described with reference to the accompanying figures where like reference numbers correspond to like elements.

[0018] With reference to Fig. 1, a system 2 for desorbing one or more contaminants from one or more surfaces of a semiconductor wafer includes a robotic arm assembly 4 for moving a semiconductor wafer 6 from an input/output station 8 to a desorption station 10. Once semiconductor wafer 6 has been desorbed in response to convection heating of semiconductor wafer 6 by desorption station 10, and semiconductor wafer 6 has been cooled to a suitable temperature for further testing, robotic arm assembly 4 transfers semiconductor wafer 6 to a metrology tool 12 for testing thereby. An exemplary metrology tool 12 can include a probe tip for contacting a surface of semiconductor wafer 6 and for applying a suitable electrical stimulus thereto. However, this is not to be construed as limiting the invention.

[0019] Examples of a suitable electrical stimulus include capacitance-voltage (CV), current-voltage (IV), conductance-voltage (GV) or capacitance-time (Ct) type electrical stimulus. Metrology tool 12 measures a response of semiconductor wafer 6 to the electrical stimulus and determines from the response at least one property of semiconductor wafer 6 at the point where the electrical stimulus is applied. Details regarding metrology tool 12 will not be described

herein for simplicity of description. However, as will be appreciated by one of ordinary skill in the art, any suitable metrology tool 12 for determining a property of semiconductor wafer 6 can be utilized.

[0020] With reference to Fig. 2 and with continuing reference to Fig. 1, input/output station 8 includes a base 14 for supporting a carrier 16 that is configured to carry one or more semiconductor wafers 6. Base 14 can be configured to move carrier 16 upwardly or downwardly, as shown by arrow 18 in Fig. 1, under the control of a controller 20.

[0021] Robotic arm assembly 4 includes a base 24 coupled to a plurality of arms 26a – 26c. Base 24 can be configured to move arms 26a – 26c upwardly or downwardly as shown by arrow 28 in Fig. 1. One end of arm 26a is rotatably coupled to base 24 while the other end of arm 26a is rotatably coupled to one end of arm 26b. The other end of arm 26b is rotatably coupled to one end of arm 26c. Desirably, arm 26c is in the form of a paddle having one or more vacuum holes 30 disposed therein adjacent the distal end thereof. Vacuum holes 30 are coupled to a source of vacuum (not shown) which can deliver a vacuum to vacuum holes 30 under the control of controller 20. As shown in the figures, semiconductor wafer 6 can be disposed on the distal end of arm 26c and held thereon by means of a vacuum supplied to vacuum holes 30.

[0022] Desorption station 10 includes a circular heating plate 34 having a diameter that is desirably no less than the diameter of semiconductor wafer 6. One desirable construction of heating plate 34 includes one or more thick film resistors formed on a circular ceramic substrate. Circular heating plates of this type are available from Watlow Electric Manufacturing Company, #6 Industrial Loop Road, P.O. Box 975, Hannibal, Missouri, 63401, USA. However, this particular form of heating plate is not to be construed as limiting the invention.

[0023] Heating plate 34 is desirably spaced from a base of desorption station 10 by suitable standoffs 36. Additionally, standoffs 38 are arranged on a top surface of heating plate 34 for maintaining semiconductor wafer 6 in spaced parallel relation to heating plate 34 during desorption of one or more contaminants from semiconductor wafer 6. Standoffs 36 and 38 are desirably formed from a high-temperature glass-mica ceramic. However, this is not to be construed as limiting the invention since the use of any suitable high-temperature, non-contaminating material to form standoffs 36 and 38 is envisioned.

[0024] The height of each standoff 38 is selected whereupon the distal end of arm 26c can position semiconductor wafer 6 thereon whereafter the source of vacuum to vacuum hole 30 can

be terminated, The distal end of arm 26c can then be moved from a position in contact with the backside of semiconductor wafer 6 to a position between semiconductor wafer 6 and circular heating plate 34. Once in this position, the distal end of arm 26c can be withdrawn from the space between semiconductor wafer 6 and heating plate 34 thereby facilitating heating of semiconductor wafer 6 by convection with gas heated by heating plate 34.

[0025] Electrical current can be supplied to heating plate 34 under the control of controller 20 whereupon the temperature of heating plate 34 can be controlled. Suitable temperature sensing means (not shown) can be positioned on or adjacent heating plate 34 and coupled to controller 20 to enable controller 20 to detect and control the temperature of heating plate 34. Also or alternatively, desorption station 10 can include a circular heating plate 40, shown in phantom in Fig. 1, disposed above standoffs 38. Electrical current can be supplied to heating plate 40 under the control of controller 20 for controlling the temperature of heating plate 40. Desirably, when heating plates 34 and 40, are provided the spacing therebetween is sufficient to enable semiconductor wafer 6 and the distal end of arm 26c to be received therebetween.

[0026] After semiconductor wafer 6 has been convection heated for a predetermined time period sufficient to desorb one or more contaminants from semiconductor wafer 6, the distal end of arm 26c can be reintroduced into the space between heating plate 34 and semiconductor wafer 6 under the control of controller 20. Thereafter, robotic arm assembly 4 can be controlled to raise arm 26 into contact with the backside of semiconductor wafer 6 whereupon a vacuum can be applied to vacuum holes 30 to secure semiconductor wafer 6 to the distal end of arm 26c. Robotic arm assembly 4 can then be controlled to lift semiconductor wafer 6 off standoffs 38 and to withdraw semiconductor wafer 6 from desorption station 10.

[0027] With reference to Fig. 3 and with continuing reference to Figs. 1 and 2, robotic arm assembly 4 is then controlled to move semiconductor wafer 6 through a stream of gas 42, desirably liquid nitrogen, dispensed by a manifold 44 which receives said gas from a suitable gas source 46.

[0028] In the illustrated embodiment, manifold 44 is coupled to a bottom side of desorption station 10. However, this is not to be construed as limiting the invention since manifold 44 can be positioned at any convenient location accessible to robotic arm assembly 4.

[0029] The rate that robotic arm assembly 4 moves semiconductor wafer 6 through stream of gas 42 is selected whereupon semiconductor wafer 6 is cooled sufficiently for testing by

metrology tool 12. To this end, if necessary, robotic arm assembly 4 can move semiconductor wafer 6 through stream of gas 42 a plurality of times. If desired, an on/off gas control valve (not shown) can be fluidly coupled to manifold 44 for on/off controlling stream of gas 42 under the control of controller 20.

[0030] Once semiconductor wafer 6 has been cooled sufficiently, robotic arm assembly 4 is controlled to deliver semiconductor wafer 6 to metrology tool 12 for testing. Once semiconductor wafer 6 is in a proper position for testing by metrology tool 12, controller 20 signals metrology tool 12 that testing of semiconductor wafer 6 can commence.

[0031] Desirably, metrology tool 12 commences testing semiconductor wafer 6 a predetermined time after convection heating of semiconductor wafer 6 by desorption station 10 is complete. By controlling the time between the end of convection heating of each semiconductor wafer 6 processed by desorption station 10 and the beginning of testing of said semiconductor wafer 6 with metrology tool 12, variations in testing results between two or more wafers due to exposure to the atmosphere after desorption is avoided.

[0032] Once testing of semiconductor wafer 6 is complete, metrology tool 12 signals controller 20. In response to receiving this signal from metrology tool 12, controller 20 controls robotic arm assembly 4 to remove semiconductor wafer 6 from metrology tool 12 and to return semiconductor wafer 6 to the same location in carrier 16 from which it was initially obtained. Thereafter, the vertical position of base 14 and robotic arm assembly 4 can be controlled to deliver the next semiconductor wafer 6 supported in carrier 16 to desorption station 10, stream of gas 42 and metrology tool 12 for testing and subsequent return to the same location in carrier 16 in the above-described manner. Desirably, the method of processing each semiconductor wafer 6 in carrier 16 continues until all of the semiconductor wafers 6 in carrier 16 have been processed in the above-described manner.

[0033] With specific reference to Fig. 2, conventional atmospheric gas, i.e., atmospheric air, can be utilized for convection heating of semiconductor wafer 6 in desorption station 10. However, if desired, semiconductor wafer 6 can be exposed to an atmosphere of a desirable gas, such as liquid nitrogen, during desorption of semiconductor wafer 6 in desorption station 10. To this end, desorption station 10 can include a manifold 48 for delivering the suitable gas to semiconductor wafer 6 received in desorption station 10 from a suitable source of said gas, e.g., gas source 46.

[0034] In the above-described embodiment, heating plate 34 and/or heating plate 40 are described as having a diameter no less than the diameter of semiconductor wafer 6. However, if desired, the diameter of heating plate 34 and/or heating plate 40 can be smaller than the diameter of semiconductor wafer 6 whereupon only a portion of semiconductor wafer 6 is heated by convection with gas heated by such smaller diameter heating plate(s).

[0035] With reference to Fig. 4, also or alternatively, desorption station 10 can include a tube 50 for directing a stream of gas 52 from a gas source, e.g., gas source 46, to at least one portion 54 of semiconductor wafer 6. Tube 50 includes a heating element 56 which is coupled to a suitable source of electric power for heating tube 50 and, in turn, heating the gas flowing therethrough. Stream of gas 52 thus heated can heat portion 54 of semiconductor wafer 6 by convection. Tube 50 and heating element 56 are desirably configured to co-act whereupon the temperature of heated gas 52 is sufficient for desorbing at least one contaminant from portion 54 of semiconductor wafer 6.

[0036] Once portion 54 of semiconductor wafer 6 has been desorbed, semiconductor wafer 6 can be exposed to a stream of cooling gas for cooling at least portion 54 thereof. This stream of cooling gas can be supplied to semiconductor wafer 6 via manifold 44 in the manner described above. Alternatively, the stream of cooling gas can be supplied via tube 50 simply by disconnecting heating element 54 from its source of electrical power whereupon stream of gas 52 which is no longer heated by heating element 56 can be utilized to cool portion 54 of semiconductor wafer 6.

[0037] Once portion 52 of semiconductor wafer 6 is cooled sufficiently, semiconductor wafer 6 is delivered to metrology tool 12 for testing at least portion 54 thereof. Thereafter, semiconductor wafer 6 is removed from metrology tool 12 and returned to carrier 16.

[0038] As can be seen, one or more contaminants on a surface of semiconductor wafer 6 can be desorbed in an efficient and predictable manner whereupon reliable testing of semiconductor wafer 6 by metrology tool 12 can be accomplished. The ability to heat the semiconductor wafer 6 by convection avoids possible contamination of the semiconductor wafer 6 resulting from contact between a heating element and semiconductor wafer 6 during conductive heating thereof and avoids the need for sealed radiation heating elements for radiation heating of semiconductor wafer 6. Lastly, the ability to convectively heat a portion of semiconductor wafer 6 by blowing a heated gas thereon enables desorption of said portion while avoiding the need to heat the

remainder of the semiconductor wafer 6 to a desorption temperature. Thereafter, the desorbed portion of semiconductor wafer 6 can be tested independently of the remainder of the semiconductor wafer 6. It is envisioned that the ability to selectively heat one or more portions of a semiconductor wafer by convection will enable metrological testing of product semiconductor wafers utilizing conventional metrology tools.

[0039] The invention has been described with reference to the preferred embodiments. Obvious modifications and alterations will occur to others upon reading and understanding the preceding detailed description. It is intended that the invention be construed as including all such modifications and alterations insofar as they come within the scope of the appended claims or the equivalents thereof.

THE INVENTION CLAIMED IS:

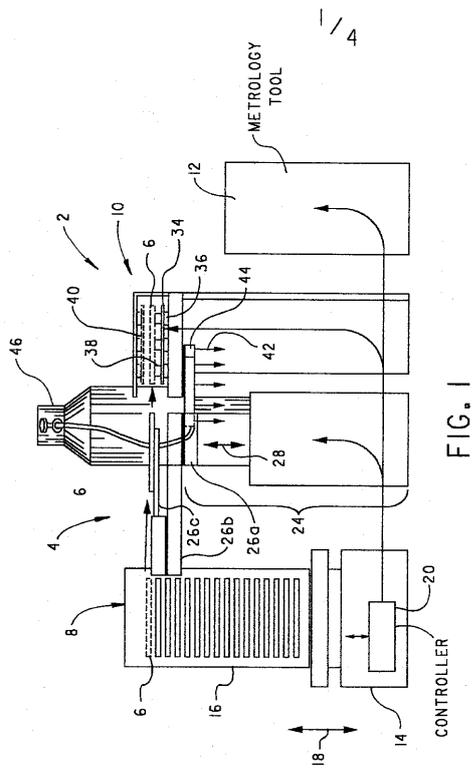
1. A method of desorbing one or more contaminants from a surface of a semiconductor wafer for measurement by a metrology tool, the method comprising:
 - (a) positioning a wafer in spaced parallel relation with a heating plate;
 - (b) heating the wafer by convection with gas heated by the heating plate for a predetermined time period to remove contaminants from the wafer surface;
 - (c) removing the wafer from spaced parallel relation with the heating plate;
 - (d) cooling the wafer by blowing a gas thereon; and
 - (e) measuring at least one characteristic of the wafer with a metrology tool for a predetermined time after step (b) is completed.
2. The method of claim 1, wherein steps (a) - (e) are repeated for a plurality of wafers.
3. The method of claim 1, wherein step (a) includes positioning the wafer in spaced parallel relation between a pair of spaced parallel heating plates.
4. A method of preparing a semiconductor wafer for measurement by a metrology tool, the method comprising:
 - (a) positioning a wafer in spaced parallel relation with a heating element;
 - (b) heating the wafer by convection with gas heated by the heating element for a predetermined heating time to remove contaminants from the wafer surface;
 - (c) removing the wafer from spaced parallel relation with the heating element;
 - (d) causing a stream of moving gas to pass over a surface of the wafer for a predetermined cooling time thereby cooling the wafer;
 - (e) positioning the wafer in operative relation to the metrology tool; and
 - (f) measuring at least one characteristic of the wafer with the metrology tool.
5. The method of claim 4, wherein step (a) includes positioning the wafer in spaced parallel relation between a pair of spaced heating elements.
6. The method of claim 4, wherein steps (a) - (f) are repeated for a plurality of wafers.

7. The method of claim 6, wherein the time between the end of step (d) and the beginning of step (f) is the same for each wafer.
8. The method of claim 6, wherein the time between the end of step (b) and the beginning of step (d) is the same for each wafer.
9. A method of processing a semiconductor wafer comprising:
 - (a) utilizing a heated gas to heat at least one part of a semiconductor wafer by convection whereupon at least one contaminant is desorbed therefrom;
 - (b) causing a stream of cooling gas to pass over the one part of the semiconductor wafer in the absence of said heated gas to cool the one part of the semiconductor wafer; and
 - (c) causing a metrology tool to measure the one part of the semiconductor wafer to determine at least one characteristic thereof.
10. The method of claim 9, wherein steps (a) - (c) are repeated for a plurality of wafers.
11. The method of claim 10, wherein the time between the end of step (a) and the beginning of step (c) is the same for each wafer.

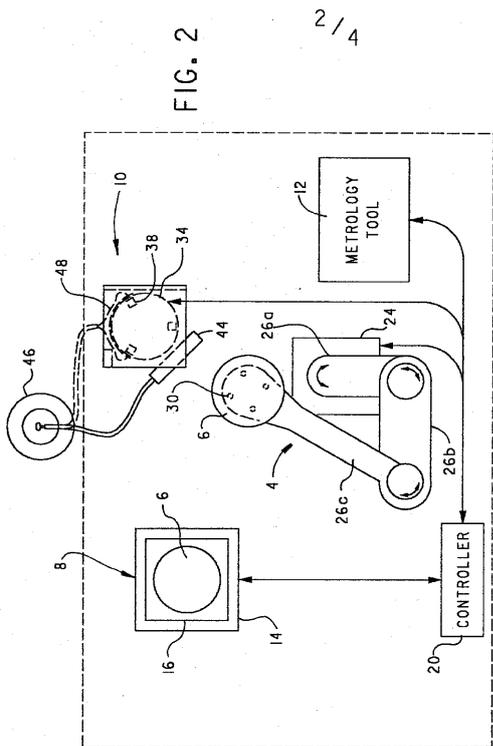
ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

A method of processing a semiconductor wafer includes utilizing a heated gas to heat at least one part of a semiconductor wafer by convection whereupon at least one contaminant is desorbed therefrom. A stream of cooling gas is caused to pass over the one part of the semiconductor wafer in the absence of heated gas to cool the one part of the semiconductor wafer. A metrology tool is then caused to measure at least one part of the semiconductor wafer to determine at least one characteristic thereof.

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

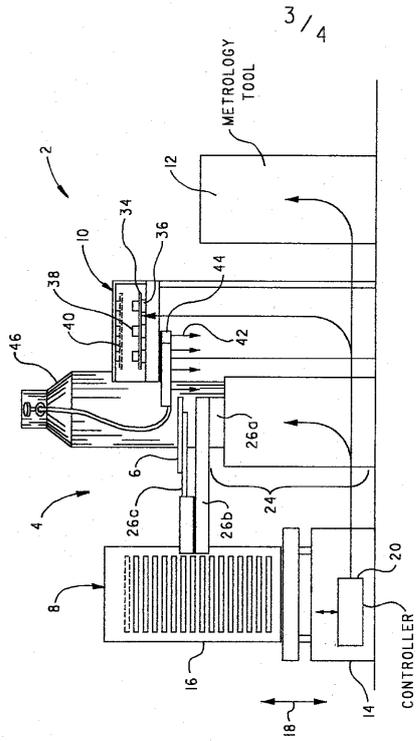


FIG. 3

【 4 】

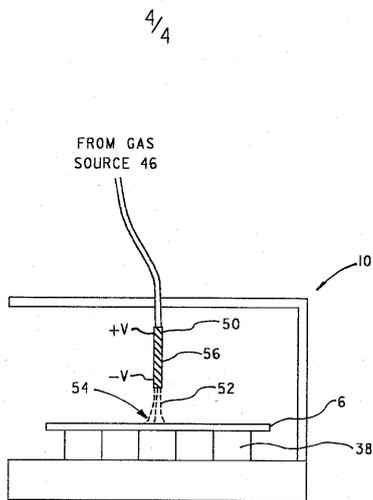


FIG. 4