

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5263789号
(P5263789)

(45) 発行日 平成25年8月14日(2013.8.14)

(24) 登録日 平成25年5月10日(2013.5.10)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 21/02 (2006.01) H O 1 L 21/02 Z

請求項の数 17 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2009-515907 (P2009-515907)	(73) 特許権者	311015001
(86) (22) 出願日	平成19年6月11日 (2007.6.11)		コミサリヤ・ア・レネルジ・アトミック・エ
(65) 公表番号	特表2009-541981 (P2009-541981A)		・オ・エネルギー・アルテルナティブ
(43) 公表日	平成21年11月26日 (2009.11.26)		フランス国、エフー75015・パリ、リ
(86) 国際出願番号	PCT/FR2007/000961		ユ・ルブラン・25、パテイマン “ル・ポ
(87) 国際公開番号	W02007/147956		ナン・デ”
(87) 国際公開日	平成19年12月27日 (2007.12.27)	(74) 代理人	100103920
審査請求日	平成21年8月28日 (2009.8.28)		弁理士 大崎 勝真
(31) 優先権主張番号	0605620	(74) 代理人	100114188
(32) 優先日	平成18年6月22日 (2006.6.22)		弁理士 小野 誠
(33) 優先権主張国	フランス (FR)	(74) 代理人	100140523
			弁理士 渡邊 千尋
		(74) 代理人	100119253
			弁理士 金山 賢教

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロ技術基板の熱処理の監視方法および監視装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被処理基板を加熱領域に配置するステップと、
 所定の温度条件下で前記被処理基板に熱処理を加え、前記熱処理の間に、前記被処理基板の機械的振動状態の経時的変化を監視するステップと、
前記熱処理により生じた前記被処理基板の破断を、前記振動状態の経時的変化における当該破断のピーク特性を認識することにより検出するステップと
 を含む、マイクロ技術基板の熱処理を監視する方法。

【請求項 2】

前記被処理基板の振動状態の経時的変化が、当該被処理基板が置かれる支持体の振動状態を監視することにより監視されることを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 3】

前記支持体の一部が加熱領域の外側に位置し、前記支持体の振動状態が前記外側部分を介して監視されることを特徴とする、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

マイクロ技術層の製造のために前記熱処理を行う請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の方法であって、前記被処理基板が、前記熱処理の前に、イオンや気体種を注入して弱化させることにより準備されることを特徴とする、方法。

【請求項 5】

前記準備が、弱化された前記被処理基板の、第 2 の基板への固着を含むことを特徴とす

20

る、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記被処理基板が、前記熱処理の前に、当該基板を第 2 の基板に接合することを含む準備を受けることを特徴とする、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

前記接合が分子結合であることを特徴とする、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記被処理基板がシリコン系であることを特徴とする、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9】

前記被処理基板の振動状態が、振動センサにより監視されることを特徴とする、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 10】

前記センサが圧電センサであることを特徴とする、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記熱処理が、マイクロ技術層を形成するために、前記被処理基板の少なくとも 1 回の破断を引き起こす請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の方法であって、前記熱処理の結果として予定される破断の数に対応する数のピークが検出されたら、前記熱処理が中断されることを特徴とする、方法。

【請求項 12】

多数の基板が準備され且つ加熱領域において同じ支持体上に配置され、前記基板に同じ熱処理が加えられ、前記支持体の振動状態が監視され、基板全てが破断されたら、前記熱処理が中断されることを特徴とする、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

多数の基板が準備され且つ加熱領域において同じ支持体上に配置され、前記基板に同じ熱処理が加えられ、前記支持体の振動状態が監視され、前記熱処理の後に前記基板の各々が破断され、破断が検出されるとすぐに前記熱処理が中断されることを特徴とする、請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 14】

前記破断のピーク特性が、互いに近接した交番と減少する振幅の存在により認識されることを特徴とする、請求項 1 から 13 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 15】

被処理基板を受承するように構成された支持体を含む炉と、前記炉の制御装置と、前記支持体の振動を検知するように構成された機械的振動センサと、前記機械的振動センサに接続され、当該センサからの信号を処理する処理システムとを含む、マイクロ技術基板の熱処理を監視するための装置であって、前記処理システムは、前記炉による前記被処理基板の熱処理の間に、当該基板の機械的振動状態の経時的変化を監視し、

前記熱処理により生じる前記被処理基板の破断を、前記振動状態の経時的変化における当該破断のピーク特性を認識することにより検出するように構成されたことを特徴とする、装置。

【請求項 16】

前記処理システムが、前記制御装置に接続されることを特徴とする、請求項 15 に記載の装置。

【請求項 17】

前記センサが圧電センサであることを特徴とする、請求項 15 または 16 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、マイクロ技術基板（マイクロ技術構造とも呼ばれ、多数の層で形成され、層の何枚かが基板を成す）の熱処理の監視に関する。

【0002】

本発明は、特に、限定的ではないが、例えば、（特に半導体材料の）マイクロ技術基板内で弱化および分離により、またはマイクロ技術基板内の接合界面における分離によりマイクロ技術層を生成することを目的とする。

【0003】

これらのマイクロ技術層は、一般に、マイクロエレクトロニクス技術やマイクロシステム加工技術（マイクロマシニングなど）を含むサブミクロンスケールの加工技術により製造される。これらの層は薄くもできるし（典型的には厚さ1ミクロンオーダー以下）、厚くもできる（典型的には数百ミクロンオーダー、例えば、200mm径のウェハに対して700ミクロンオーダーの層の基板と同じくらいの厚さ）。

10

【0004】

本発明は、特に、分離が熱処理の終わりに生じようと、または熱処理の後に生じようと、そのような分離を引き起こすために実際にこのようなマイクロ技術層の製造に含まれる熱処理を監視することを目的とする。

【0005】

特に、限定的ではないが、特に米国特許第5,374,564号明細書に記載するように、「Smart Cut (C)」プロセスの使用に適用する。

20

【背景技術】

【0006】

特に、上記文献に示されるように、「Smart Cut (R)」プロセスは、原基板1（実際には、酸化表面を有するシリコンプレートまたはシリコンウェハなど）に水素イオンを注入して（図1参照）、弱化領域3を作成する（図2を参照）ことである。次に、第1のプレートは、分子結合などの適切な接合技術を使用して、第2の基板4（例えば、第2のシリコンプレートまたはシリコンウェハ）上に転写される（図3参照）。得られる接合アセンブリは、次に、アニーリングを受けるために炉内に配置される。このアニーリングの間に、欠陥が凝集し（図4を参照）、アニーリングの終わりに、層、例えば薄層が転写される（図5を参照）、すなわち、表面と弱化領域との間に位置する原基板の層1Aが、第2の基板に接合された状態のまま、原基板の残りから切り離される。

30

【0007】

熱活性化プロセスは、弱化領域に沿った分離や破断により、マイクロ技術層の完全な転写の時点まで、弱化により生成された欠陥の増大や（これらの欠陥により生じる）マイクロクラックの進行につながる。

【0008】

この方法で得られた層の厚さは、薄層の場合（表示薄膜が使用されることもある）、典型的には数百ナノメートルであるが、基板の厚さは、約700μm（上記参照）であり、この時、原基板は、連続で多数の薄層を形成するためにプロセスの反復を受ける可能性があることが明らかである。

40

【0009】

この方法の第1の実施形態では、転写は熱処理（場合により、機械的応力などの相補的な力の印加と組み合わせる）の間に行われるが、第2の実施形態では、熱処理の後に相補的処理（例えば、機械的応力などの力の印加を含む）が行われ、その間に転写が行われる。

【0010】

熱処理が転写分離を引き起こすために行われるか否か、または熱処理を分離の前に中断しなければならないか否かに応じて、そのような分離につながるアニーリングの継続時間を測定する方法、または分離が発生する時点を決める方法を知ることには利益があることは

50

明らかである。分離が熱処理の間に発生する場合、熱処理の時間が分離を過ぎても延長されることは、エネルギーの節約という明らかな理由から利益にならないが、一方では、分離が熱処理の後のみで発生する場合、意図的でない分離が発生したことを検出できること、および同じバッチからの他のアイテムも意図的でない分離を受ける前に熱処理を中断できることは安全対策として利益になる。マイクロ技術層は多くの場合バッチで作成され、また、処理中のアイテムの1つが分離を受ける最遅の時点で熱処理を中断できること、熱処理が行われる他のアイテムおよび機器を保護できること、アイテム破損により生じる過度の汚染を防げることは利益になる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0011】

このため、そのような破断または分離を自動的に、または少なくとも自動化に適した方法で検出できることが利益になるのは明らかである。分離技術が新規の材料からなる基板に適用される場合、すなわち、今のところ熱処理の最適な継続時間を予測するための十分なデータがない場合、転写分離の前に熱処理の継続時間を測定する方法またはその分離を検出する方法を知ることは特に利益になる。

【0012】

破断は理論的には可聴である音を生み出すため、これまでこの検出は耳により行われていた。この検出では、一般にノイズのある環境の場合に確かに判別できるかどうか周到な注意を払う必要があり、特に、1バッチのアイテムがある場合、1バッチのアイテムのそれぞれの破断が検出されなければならない。望ましくないノイズの多くの原因がある。例えば、換気であり、これは（炉のある部屋では）極めて強い可能性がある。また、ドアの開閉、部屋での人の移動などである。転写熱処理は、数百の温度で行われ、数分から数時間の継続時間になる可能性がある。

20

【0013】

現在、この音の検出は厄介であり、幾分不正確である場合が多い。

【0014】

本発明の目的は、分離（または破断）の検出を厄介でなく、より信頼性のあるものにし、熱処理の継続時間の系統的測定を可能にすることである。

【0015】

30

したがって、本発明は、産業上、熱処理時間を分離が得られるのに必要な時間に制限すること（ひいては、機器の利用可能性を改善し、加工コストを低減することなど）を目的とするのは明らかである。さらに、処理される同じバッチの全てのアイテムが、熱処理が中断される前に破断されること（収量改善など）を保証できる。反対に、熱処理が分離を引き起こすものでない場合、本発明は、意図的でない分離の検出や熱処理が行われる同じバッチの他のアイテムおよび/または機器の保護を可能にすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

このために、本発明は、マイクロ技術基板の熱処理を監視する方法を提案する。方法は、加熱領域に被処理基板を配置するステップと、所定の温度条件下で熱処理を該被処理基板に加え、被処理基板の機械的振動状態（すなわち、移動）の経時的変化を監視するステップと、振動状態の経時的変化における破断のピーク特性を認識することにより、被処理基板の破断を検出するステップとを含む。

40

【0017】

この監視方法は、マイクロ技術層の製造において使用される場合もあれば、そうでない場合もある。

【0018】

本発明の好ましい特徴によれば、以下を適切に組み合わせる：

被処理基板の振動状態の経時的変化は、被処理基板がその上に位置し、基板と直接接触するのを避ける支持体の振動状態を監視することにより監視される、

50

支持体は、加熱領域の外側の部分を含み、その振動状態は、振動測定手段の配置を容易にする上記外側部分を介して監視される、

熱処理がマイクロ技術層を製造するために行われる際に、被処理基板は、特に、「Smart Cut (C)」プロセスによる薄層の準備としてよく知られている技術であるイオンまたは気体種の注入による弱化により、熱処理の前に準備される、

準備は弱化された基板を第2の基板に固着することを含む（これは、今後の薄層が薄すぎて後で損傷せずにうまく扱えない場合、本質的には従来の形である）、

基板は、熱処理の前に、好ましくは分子結合により基板を第2の基板に接合することを含む準備を受ける（これは、多種多様なマイクロ技術処理に相当する）、

基板は、薄層の製造に通常使用される材料であるシリコン系である（しかし本発明は、熱処理時の振る舞いのデータがほとんどないが、または全くない材料で製造される基板にも適用できる）、

振動センサ、好ましくは圧電センサにより、振動状態が監視される、

熱処理がマイクロ技術層の形成のために基板の少なくとも1回の破断を引き起こす機能を有する場合、熱処理の結果と考えられる基板の破断の数に相当する多数のピークが検出された時に熱処理が中断され、有利には、多数の基板が準備され、同じ支持体の加熱領域に配置され、同じ熱処理が上記基板に加えられ、上記支持体の振動状態が監視される（基板の破断の数は、基板の数に等しいと考えられる）、

あるいは、（熱処理がその処理のみの間に破断を生成するために行われるのではなく、基板の整合性を保護することを目的とする場合）多数の基板が準備され、同じ支持体の加熱領域に配置され、同じ加熱処理が上記基板に加えられて上記支持体の振動状態が監視され、破断が検出されるとすぐに熱処理が中断される、

破断のピーク特性は、互いに近接した交番や減少する振幅の存在により認識される。

【0019】

本発明はさらに、基板の振動状態がその支持体を介して監視される時の上述の方法を実施するように構成された装置を提案する。

【0020】

したがって、本発明は、マイクロ技術基板の熱処理を監視するための装置を提案する。装置は、被処理基板を受承するように構成された支持体を含む炉と、炉の制御装置とを含み、支持体の振動を検知するように構成された機械的振動センサであって、センサからの信号を処理するためのシステムに接続されたセンサをさらに含むことを特徴とする。

【0021】

熱処理方法と同様に、熱処理装置は任意でマイクロ技術層の分離を引き起こすように構成され得る。

【0022】

好ましい特徴によれば、以下を適切に組み合わせる：

処理システムは炉の制御装置に接続される、

センサは圧電センサである。

【0023】

本発明の目的、特徴および利点は、例として、また非限定的な例として示され、添付図面を参照した以下の説明から明らかである。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】「Smart Cut (C)」プロセスの知られているバージョンの第1のステップを示す図である。

【図2】この第1のステップの結果の図である。

【図3】このプロセスの第2のステップの図である。

【図4】このプロセスの第3のステップの図である。

【図5】この第3のステップの結果を示す図である。

【図6】本発明の方法を実施する炉の理論的な図である。

10

20

30

40

50

【図 7】本発明の方法の主なステップを示す図である。

【図 8】本発明の第 1 の実施形態で観察される振動を示すグラフである。

【図 9】図 8 のグラフの矩形 I X 内の部分の拡大図を示すグラフである。

【図 10】図 8 と同様のグラフであるが、本発明の第 2 の実施形態に対応するグラフである。

【図 11】図 10 の左側の矩形 X I で画定されたグラフの破断に対応する部分の細部の拡大図である。

【図 12】図 10 の右側の矩形 X I I で画定されたグラフの右端部分の細部の拡大図である。

【図 13】図 8 および図 10 と同様のグラフであるが、破断される 1 バッチ 7 枚のウェハを使用した本発明の第 3 の実施形態に対応するグラフである。 10

【図 14】本発明のさらに別の実施形態に対応するグラフである。

【図 15】フィルタリング後の図 14 のグラフに対応するグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0025】

図 6 は、本発明を実施するように構成されたアニール炉 10 の一例を示す。これは水平炉であり、その中に処理されるアセンブリが並進の水平移動により挿入される。

【0026】

以下で、薄層の製造を一例として考察する。

【0027】

炉は加熱要素 12 A および 12 B を備えたフレーム 11 を含み、これら加熱要素はここではフレームの内部容積の下位部と上位部に位置する。これらの要素は、フレームが円筒状の形状であれば、同じ円筒状アセンブリの一部を形成することができる。加熱要素 12 A と 12 B との間に、ここでは石英管の形式の加熱室 13 がある。この図では、加熱室は、2 つ以上の熱シールド（ここでは、2 つの熱シールド 14 A、14 B）により閉じられている。加熱室内には、処理されるマイクロ技術基板（またはウェハ）100 が配置される。基板は、図 3 のアセンブリに一致する、すなわち、薄層と薄層が転写される第 2 の基板との境界を画定するために予め弱化された基板を含む。処理されるアセンブリ 100 は、ここでは坩堝 15 の形の支持体上に配置され、坩堝 15 自体はショベル 16 に担持され、ショベル 16 を使用してアセンブリ 100 が炉内に配置される。熱シールド 14 A、14 B は、通常はショベル 16 に取り付けられ、ショベルが十分に炉内に進んだ時に加熱室を閉じる。この図では、保持装置 21 がショベル 16 を炉が閉じた時に機械的に定位置に保つ。この保持装置はさらに、例えば、案内レール（図示せず）を使用して、ショベルを最内部と最外部との間で移動させることができる。 30

【0028】

このショベル 16 は、熱シールドの左右に、炉内部に位置する（左側）部分と炉外部に位置する（右側、実際はロッド）部分を含む。加熱要素は、従来のように電源および制御ユニット 17 に接続される。

【0029】

本発明を実施するために、炉はさらに、ウェハ 100 に間接的に接触する振動センサ 20 を備える。図 6 では、このセンサは、ショベル 16 の外部に取り付けられ、したがって、ショベルの左側部分および坩堝を介してウェハ 100 と接触する。センサは、運動振動（または振動運動）を検出するので、機械的振動センサと呼ばれる。 40

【0030】

図示されていない変形例では、この振動センサは、ウェハの支持体の別の部分、例えば、坩堝に取り付けられる。したがって、代替として、熱シールドの一方もしくは両方または保持装置 21 に取り付けられることも可能であり、さらにより大まかには、ウェハ 100 の振動のために振動を受けやすい任意の部分に取り付けられることも可能である。

【0031】

ウェハの支持体の外部にセンサを取り付けることは、ウェハが受ける熱をセンサが受け 50

ないという利点、および上記センサにより加熱室の汚染を防ぐという利点がある。一方、センサをできる限りウェハ近くに、例えば、炉内部に取り付けることは、より大きな振幅の信号を得られるという利点があり、したがって、どんな破断もより容易に検出する利点がある。このことが、このセンサを被処理ウェハと同じ熱環境に耐えさせることになるが、被処理ウェハの処理に必要な温度（使用される基板の材料により異なる）に耐える振動センサの選択方法は、当業者には明らかであろう。しかし、このようなセンサは炉の外側に配置され得るセンサより基本的には高価である。

【0032】

振動センサは、例えば、圧電センサである。あるいは、（容量プローブ、渦電流プローブ、可動コイル、 piezo 抵抗センサなどを含む）他のタイプの振動センサで構成することも可能である。

10

【0033】

センサは、後述するように、適切なソフトウェアを含むプロセッサシステム18により処理される信号を配信して、センサの振動状態の経時の変化を監視する。以下のバックグラウンドの知識や情報から考えて、ソフトウェアの選択は当業者には明らかであろう。ソフトウェアは、この経時の変化を記憶し、破断のピーク特性を検出し、必要に応じて、（例えば、冷却段階をトリガするために）炉の電源の間接的な動作をトリガすることができる。システム18は、必要であれば、また操作者が求めるならば、有利には表示装置19を含み、有利には電源に接続されて、破断の検出時に炉の動作に影響を与えるようにする。

20

【0034】

図7は、薄層の製造と考えられる状況で、基板100の熱処理を監視するための本発明の方法の主なステップを示す。

ステップ1（任意）：有利に弱化された（図1のように）ウェハが当技術で知られている方法で準備される。

ステップ2：ウェハが、炉内に、例えば、支持体上に配置される。

ステップ3：ウェハが所定の温度条件下で熱処理を受け、ウェハの振動状態（ここでは、支持体の振動状態を介して）の経時の変化が監視される。

ステップ4：弱化されたウェハの破断が、経時の変化において所定の特性を有するピークの振動状態を認識することで検出される。次に、必要であれば、加熱領域の電源の動作がトリガされ得る。

30

【0035】

厚いマイクロ技術層（例えば、1ミクロンオーダーの厚さの層）を製造することが目的である場合、第1の基板を第2の基板に接合する必要がなく、薄層の分離後の次の操作が可能になることに留意されたい。

【0036】

わずかな簡単なテストにより、破断を表すピーク特性を定義する方法は、当業者には明らかである。これは、以下で詳述する。

【0037】

2つのタイプのテストが、2つの異なる炉内で実行された。破断のアニーリングは、無菌室で水平200mmのTEMPRESS炉内（特に、直径20cmより大きい円板状であり得、完全なプレートの破断に十分に適した炉）で行われる。この炉は図6に従った炉である。他のテストは、無菌室でなく、水平100mmのAET炉内（特に、プレート片の破断に適した炉で、したがって、処理されるアSEMBリは上述の円板より小さい）で行われる。図6はさらに、この第2の炉にも当てはまる。本発明は、もちろん、ウェハの振動が十分な振幅で伝えられるのであれば、他のタイプの炉または熱処理のフレーム、特に垂直炉でも実施できる。

40

【0038】

明らかに、どちらの場合も、特に、強力な換気システムの作動サイクル、ドアの開閉、人の移動などのためにノイズのある環境である可能性もある。アニーリング温度は数百

50

、継続時間は選ばれた材料や時間に応じてわずから数分から数時間までに行える。

【 0 0 3 9 】

録音することも試したが、上述したように、処理されるアセンブリ、実際には処理されるアセンブリの支持体により担持されたアセンブリに「取り付けられた」（振動の観点から見ると）振動センサを使用して行われた記録よりもはるかに十分でなく、録音に対して監視される周波数範囲は、少なくとも部分的に可聴範囲外であることがわかった。

【 0 0 4 0 】

テストは、圧電素子（P C プザータイプ）を使用して行われ、そこからの信号は約 2 0 回増幅された。この信号は、P C サウンドカードのマイクのソケットを介してサウンドファイル（w a v、w m a、m p 3）の形式で記録された。以下の全ての結果は、このセッ

10

【 0 0 4 1 】

被処理ウェハ（完全な円板状または断片）はシリコン製で、処理温度は 5 0 0 のオーダの温度にした。

【 0 0 4 2 】

第 1 のテストは、以下の条件下で、第 1 の炉（2 0 0 m m、無菌室）で行った：

ショベルのロッドに直に配置した圧電素子、

2 枚の完全なプレート（直径 2 0 0 m m）の破断の検出。

【 0 0 4 3 】

図 8 は、このようにして得られた、横座標が時間（ミリ秒）、縦座標が任意の単位であるグラフを示す。

20

【 0 0 4 4 】

小さいピークの振幅が見られる（その 1 つが楕円で囲まれた部分）。これらは、測定プロセスおよび無菌環境から得られたノイズを示す。

【 0 0 4 5 】

グラフの左側の部分に、きわだってはっきりと中線より下に下降する 2 回のはっきりしたピークが見られる。図 9 で示されている第 2 のピークの拡大では、破断を表すこのピークは、非常に近接した複数の交番および複数の減少する振幅、その後ほとんど検出できないわずかな調和振動を含むことに留意されたい。

【 0 0 4 6 】

第 2 のテストは、ウェハの破断を検出するために第 1 のテストと同じ測定条件下、外部擾乱の存在下で行った。

30

【 0 0 4 7 】

図 1 0 のグラフでは、拡大されると（図 1 1 を参照）図 9 と同様に、非常に近接した複数の交番と複数の減少する振幅、その後わずかな残留振動を示す左側のピークを含む種々のタイプのピークが見られる。このピークは、被処理ウェハの破断を表す。一方、図 1 2 から明らかのように、より狭く、よりグラフの真ん中に位置するその他のピークは、わずかな交番のみ含まれる。これらのピークは、外部擾乱（ここでは、肘で炉のフレームを打った操作者によりもたらされた外部擾乱）に対応する。

【 0 0 4 8 】

第 3 のテストは、これまでと同じ条件下で行い、処理されるアイテムは 1 バッチ 7 枚のウェハからなるアイテムとした。

40

【 0 0 4 9 】

図 1 3 のグラフでは、図 8 のピークと非常に似た種類の 7 回のピークが見られる。7 回のピークは、処理される 7 枚のウェハの破断に対応する。最初の破断から最後の破断までは約 2 時間かかることに留意し、最後の 2 回の破断は実質的に同時（同じ 1 分以内）であるが、異なるピークを生成したことは重要視すべきである。

【 0 0 5 0 】

第 4 のテストは、以下の条件下で、第 2 の炉、すなわち、無菌室外の炉で行った：

ショベルのロッドを保持する部分に配置した圧電素子（ロッドは素子には高温すぎるの

50

で、確かにある程度の感度の低下があった)、
数 cm^2 の小さなウェハ片の破断の検出。

【0051】

シヨベルのロッドは高温すぎると見られたので、圧電素子はシヨベルのロッドを機械的に保持する部分 2 1 上に配置された。ウェハ片の破断が当然ながら完全なウェハの破断よりも小さい振動を発生するという事実と合わせて、システムの感度の低下の一因となるこのような方法(センサとウェハ片との接触は、上述のテストよりも多くの部分を介して行われる)で、センサをウェハ片から離すことが可能である。

【0052】

図 1 4 では、おそらく温度調節システムの起動サイクルにより引き起こされた極めて一定の間隔で生じる小さな振動ピークと、ずっと右側に、その形状が特に図 1 3 のピークの形状に対応するように思われる、よりはっきりしたピークが見られる。図 1 4 からの未処理の信号を $800\text{ Hz} \sim 5000\text{ Hz}$ のバンドパスフィルタ(図 1 5 を参照)に適用することで、ずっと右側の狭いピークは独特のタイプであり、これが確かに処理を受けるウェハ片の破断のピーク特性であることを立証できることが確認できた。

【0053】

このことが選択された 2 つの炉の検出原理の妥当性を実証し、破断のピーク特性の識別は可能性があり、信頼できるものであることが判明した(破断の形跡がシリコンとして振幅や周波数において明らかに識別可能であることが判明したが、この破断の形跡は他の材料にも適用できると仮定するのは全く現実的であると思われる)。

【0054】

説明した設定はかなり臨機応変であるが、難なく要件に合った人間工学や耐用年数を改善する最適化につながる。

【0055】

したがって、本発明が、例えば、「Smart Cut (C)」技術で使用される破断熱処理の間に 2 つ以上の処理されるアセンブリの破断につながるアニーリングの継続時間を測定できる完全な解決策(知られているセンサ、センサの信号の標準調節、構築しやすいソフトウェア)を提案するものであることは明らかである。いずれにせよ、本発明の方法およびそれを実施するための提案される装置は、熱処理がこのような分離を引き起こす(単独であるいは相補的な効果と組み合わせて)ために行われようと、または単にその後

【0056】

検出は、振動センサ、有利には、破断される(または監視される)アセンブリ(ウェハ、ウェハ片、ウェハ構造物)に「固着された」圧電センサにより生成される信号に基づいて行われるが、この固着のために、センサと破断される部分とが継続的に接触し、振動を伝えることができる。もちろん、接触により振動を伝えることは、センサと破断される部分との間に少しパーツがあり、これらのパーツが密接して接触している場合には、なおさら効果がある。センサは、坩堝、シヨベルなどの構造物上に配置できる。センサにおける熱応力を制限するために(また、炉の汚染を防ぐために)、センサは有利に炉の外側にある。

【0057】

より一般的には、本発明は、マイクロ技術の分野における薄層の製造で使用される熱処理の他のタイプも含む。したがって、本発明は、特に、接合される 1 組のプレートの接合界面の解離の検出(用語「ヘテロ構造」はプレートが異なる材料製である場合によく使用される)、および同様に、例えば、意図的でない破断が検出されるとすぐに、炉を止めて(温度を下げて)他のプレートおよび/または機器を保護できるように、熱処理時の接合される 1 組のプレートの(接合界面またはその他の場所における)意図的でない破断の検

10

20

30

40

50

出に適用できる。

【0058】

事実、本発明は、熱処理の機能がどのようなものであろうと、マイクロ技術基板に加えられる熱処理の監視に非常に一般的に適用されている。

【0059】

実用的には、少なくとも約80の温度（非常に不利な条件の炉のショベルロッドのおよその温度）に耐えられるセンサが推奨される。

【0060】

当業者は、上述の情報やバックグラウンドの知識があれば、本発明を容易に実施することができるであろう。例えば、ソフトウェアに関しては、3つの部分（3つのウインドウに対応する）で構成される：

パラメータ部、

測定部、および

記憶された曲線の読み出しおよび処理部である。

【0061】

取得パラメータに関しては、（取得カードで可能であれば）取得カードのパラメータ設定（ゲインなど）を適切に選択することにより、パラメータを選択することができる。パラメータの選択は、リアルタイム取得でバンドパスフィルタを起動するために、または起動しないために、必要に応じて、フィルタを高周波および低周波のカットオフ周波数設定に選択するために行われる。フィルタに関しては、自由な技術選択があるが、パラメータ設定可能なフィルタが推奨される。特に、バンドパスフィルタが選択される場合、カットオフ周波数を入力する可能性は0か無限に等しい。

【0062】

さらに、検出パラメータ（例えば、選択される検出方法に応じて、振幅および/または周波数閾値）を調整する方法は方法当業者には明らかであろう。

【0063】

測定部は、上述のパラメータを使用するそのような取得に対応する。

【0064】

読み出しおよび/または処理部は、リアルタイムで、または測定値が保存された後に、（フィルタリングと共に（またはフィルタリングせずに）、破断の自動検出と共に（または破断の自動検出をせずに）（人間が行う検出は維持される）、またリアクション（熱処理の停止）の自動トリガと共に（自動トリガせずに）実行される、または単にユーザに情報を提供することが可能である。

10

20

30

【 図 1 】

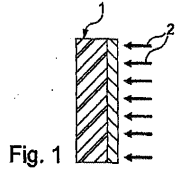


Fig. 1

【 図 2 】

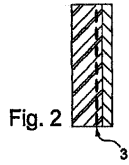


Fig. 2

【 図 3 】

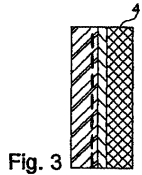


Fig. 3

【 図 4 】

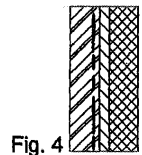


Fig. 4

【 図 7 】

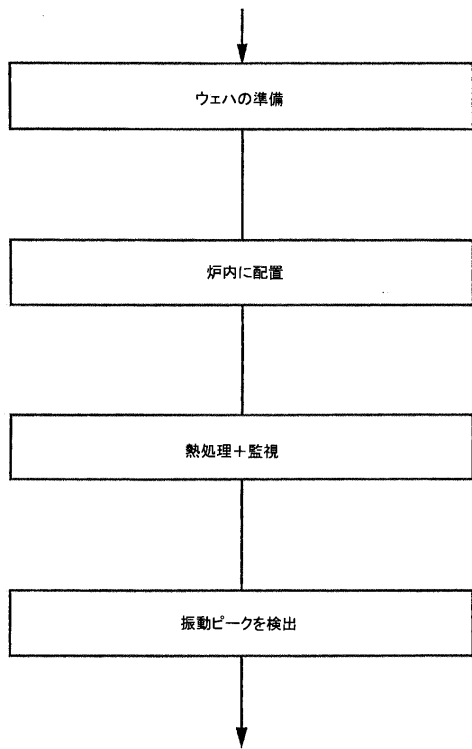


Fig. 7

【 図 5 】

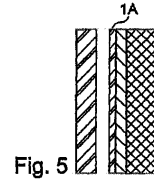


Fig. 5

【 図 6 】

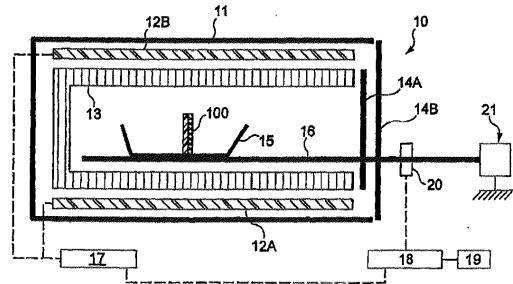


Fig. 6

【 図 8 】

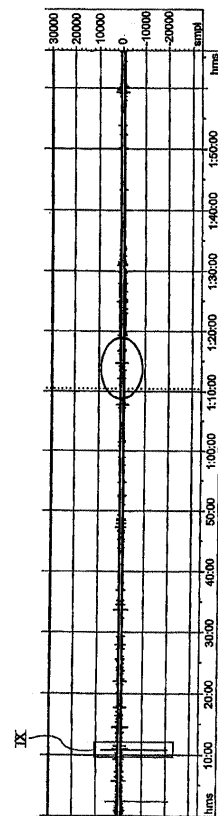


Fig. 8

【 9 】

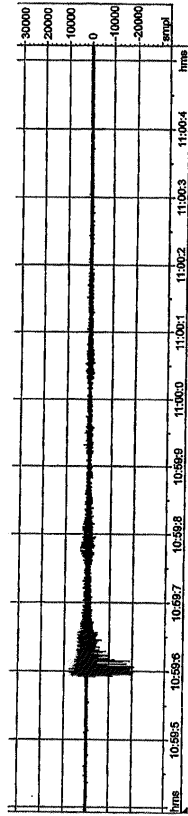


Fig. 9

【 10 】

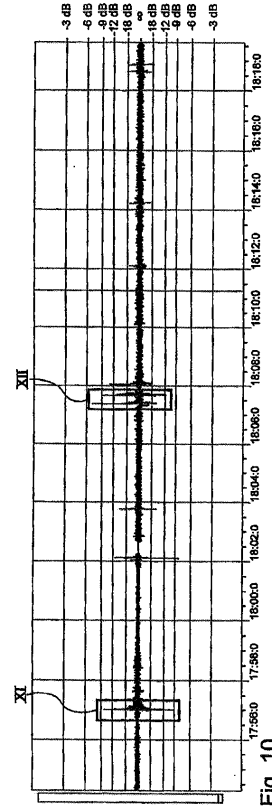


Fig. 10

【 11 】

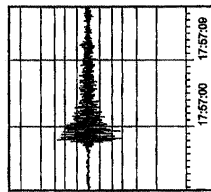


Fig. 11

【 13 】

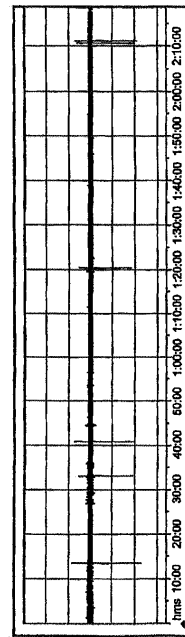


Fig. 13

【 12 】

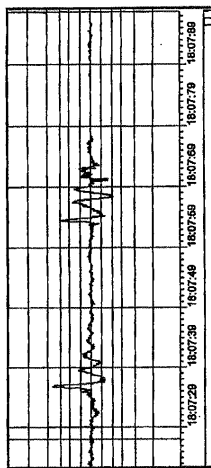


Fig. 12

【 14 】

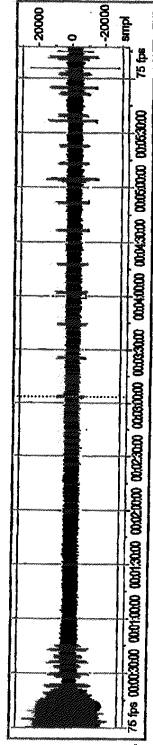


Fig. 14

【 15 】

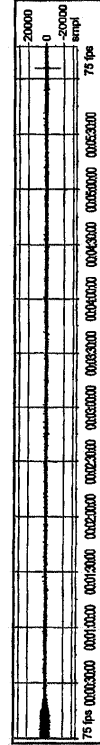


Fig. 15

フロントページの続き

(74)代理人 100124855

弁理士 坪倉 道明

(72)発明者 サンチエ, ロイツク

フランス国、3 8 1 4 0 ・ラ・ミュレット、リュ・マレイサール、1 6 7

審査官 溝本 安展

(56)参考文献 特開2000 - 294754 (JP, A)

特開平07 - 086365 (JP, A)

特開2000 - 121615 (JP, A)

特開2006 - 064464 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/02