

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4698124号
(P4698124)

(45) 発行日 平成23年6月8日(2011.6.8)

(24) 登録日 平成23年3月11日(2011.3.11)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 27/12 (2006.01)

H O 1 L 27/12

B

H O 1 L 21/02 (2006.01)

請求項の数 8 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2003-8485 (P2003-8485)
 (22) 出願日 平成15年1月16日(2003.1.16)
 (65) 公開番号 特開2003-264270 (P2003-264270A)
 (43) 公開日 平成15年9月19日(2003.9.19)
 審査請求日 平成17年12月12日(2005.12.12)
 (31) 優先権主張番号 0200475
 (32) 優先日 平成14年1月16日(2002.1.16)
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

(73) 特許権者 500361216
 エス オー イ テク シリコン オン
 インシュレータ テクノロジース
 S. O. I. TEC SILICON O
 N INSULATOR TECHNOL
 OGIES
 フランス国 38190 ベルナン、シェ
 マーン・デ・フランク、パルク・テクノロ
 ジーク・デ・フォンタン (番地なし)
 (74) 代理人 100080447
 弁理士 太田 恵一
 (72) 発明者 ヴァルテール シュヴァルゼンバック
 フランス共和国, 38330 サン ナゼ
 ール レ ゼム, シュマン デュ モラー
 ル, 19

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウェハ材料の劈開方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

二層の間に画定された脆化表面にそってウェハの二層を劈開するウェハ材料の劈開方法において、該方法は、劈開アニーリングを含み、該劈開アニーリングの際に、水平方向に互いに平行に延長した二つの加熱用電極の間の収納部内に、ウェハを水平に置くことを特徴とする方法。

【請求項 2】

水平位置でウェハの把持操作を実行するための手段が備えられることを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記把持操作が、ウェハごとに、個別に実行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】

前記把持操作が、劈開された層ごとに、個別に実行されることを特徴とする、請求項 2 または 3 に記載の方法。

【請求項 5】

各ウェハを二つの加熱用電極の間に置いて、複数のウェハを同時にアニーリングすることを特徴とする、請求項 1 から 4 のいずれか一つに記載の方法。

【請求項 6】

S O I 型の構造の製造方法の工程において、ウェハ内へ水素イオンを打ち込むことによ

10

20

り形成された脆化表面による前記二層の劈開のために用いる、請求項 1 から 5 のいずれか一つに記載の方法。

【請求項 7】

前記二層が、シリコン層を含むことを特徴とする、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記二層が、二つのシリコン層であり、該二層の一方が S O I の表層に対応し、他方がシリコンの残部に対応することを特徴とする、請求項 6 または 7 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は一般的に材料の処理に関するものであり、より詳細には電子工学、光学またはオプトエレクトロニクスのための基板の処理に関するものである。

【0002】

より正確には、本発明は二層の間に画定された脆化表面にそってウェハの二層を劈開する方法に関するものであって、該方法は前記層を含むウェハの熱アニーリングを含んでいる。

【0003】

【従来の技術】

上述のようなタイプの方法は既知である。

【0004】

特に、かかる既知の方法を、間に基板への各種イオンビーム等の打ち込みによってあらかじめ脆化表面を画定した、同一基板に由来する材料の二層の劈開を実行するために応用することが知られている。

【0005】

打ち込む各種イオンビームとしては、イオンまたは原子によるものとすることができる。また周知であるのは、シリコンなどの半導体材料の基板を、水素またはヘリウムなどのイオンビームで打ち込むことである。

【0006】

そして脆化表面は、材料の性質や打ち込まれるイオンビーム等の種類、および打ち込みのエネルギーによって決まる。この脆化表面は、典型的には基板の打ち込み面に平行な平面である。

【0007】

それ自体周知の他のあらゆる手段によって実行されることもまた可能であるが、それは例えば、高密度材料の二領域の間に多孔質材料の中間領域を構築すること、基板（例えば、S O I 型の基板）に埋め込まれた酸化膜を構成すること、あるいはまた二層の接着を、このとき接着区域を脆化表面に対応させて行うことによる。

【0008】

このような脆化表面によって分離された二層の劈開は、特許文献 1 に記載のごとく、薄い膜層の実現に利用することができる（その厚みは、数分の一ミクロンと数ミクロンの間に含まれることができる）。

【0009】

実際、この文書に記載された S m a r t C u t （登録商標）という一般名で知られている方法が目的としているのは、S O I （一般的な英語用語の S i l i c o n O n I n s u l a t o r ）型の構造の製造である。この方法の主要な工程は、下記の通りである。（S O I 構造の埋め込み酸化膜に対応する）酸化膜を生成するための、いわゆる上部シリコンプレートの酸化工程。

脆化表面を生成し、そしてこの表面によって一方で（埋め込み酸化膜側にある）S O I 構造、他方でシリコンの残部を限定するために、この上部プレート内への水素イオンの打込工程。

（シリコンでも、また別の材料でも実現できる）支持プレートへの上部プレートの接着工

10

20

30

40

50

程。

劈開および剥離のアニール工程。

これにより、一方で、支持プレート、埋め込み酸化膜、および埋め込み酸化膜と脆化表面の間に位置するシリコン層とを含むS O I構造を、他方で、脆化表面の別の側に位置するシリコンの残部を劈開する。

正確には、劈開の終わりに二層の間に付着力が残存することがあり、それによって二層は互いに一体化されたままになる。

また、二層を剥離し、すなわち劈開とは別に、両者を物理的に引き離す。

劈開と剥離に由来するS O Iの表面の粗さを減らすための補足処理工程。

【0010】

10

本書の以下において、剥離される構造と剥離されるそれを構成する層を、フランス語用語の「tranche」に対応する「ウェハ」(wafer)という類を表す用語で指すことにする。

【0011】

ウェハの表面状態はきわめて重要な要因なので、剥離によって得られたウェハを後で使用するためにきわめて厳格な仕様が課されるが、それは例えば電子工学、光学またはオプトエレクトロニクスのデバイスを構成するためである。

【0012】

この表面状態はとくに、剥離によるウェハの表面の粗さによって特徴付けられる。

【0013】

20

一般的な仕様では、粗さはrms値[英語表記: root mean square(二乗平均平方根)]に対応]で5オングストロームを越えてはならない。

【0014】

粗さの測定は、一般的に原子間力顕微鏡[AFM(英語表記: Atomic Force Microscopeに対応)]によって行われる。

【0015】

このタイプの装置によって、粗さは $1 \times 1 \mu\text{m}^2$ から $10 \times 10 \mu\text{m}^2$ 、またもっとまれには $50 \times 50 \mu\text{m}^2$ 、さらには $100 \times 100 \mu\text{m}^2$ まで、AFM顕微鏡の先端によって走査される表面上で測定される。

【0016】

30

また正確には他の方法によっても、特に一般的な英語の用語のヘイズ(haze)の測定という手段で測定することができる。この方法にはとくに、全表面にわたって粗さの均一性を迅速に特徴付けられるという利点がある。

【0017】

ppm単位で測定されるこのヘイズは、特徴付けられる表面の光学反射率の特性を用いる方法に由来するものであり、またその微小粗さに応じて、表面によって拡散された光学「バックグラウンドノイズ」に対応する。

【0018】

ヘイズと粗さの関係の一例は、S O Iの表面の場合が、図1に示されている。

【0019】

40

明確には、本書に開示されるヘイズの測定は、同一の要領にしたがって、および同一の装置により実施されるが、この場合、K L A T e n c o r S u r f s c a n S P I (出願商標)型の器具によって実施された。

【0020】

また明確には、Smart Cut(登録商標)法を利用して、S O I以外の構造、例えばS O A構造(広く用いられる英語の用語では、Silicon On Anything、すなわち任意材料上のシリコン)、あるいはさらにA O A構造(広く用いられる英語の用語では、Anything On Anything、すなわち任意材料上の任意材料)を構成することもできる。

【0021】

50

劈開と剥離のアニーリングは従来、図 2 に示した形状のような、アニール炉で実施される。かかる炉は、同時に複数のウェハを処理することができる。

【 0 0 2 2 】

したがって図 2 が示すのは、石英製の船型の容器 1 1 に配置された複数のウェハ 1 0 であるが、該ウェハは互いに平行に整列されている。

【 0 0 2 3 】

容器 1 1 そのものは、炉口の閉鎖用の扉 1 3 に固定された、へら 1 2 に置かれている。

【 0 0 2 4 】

組立体 1 0 0 は、扉 1 3、へら 1 2 および船型の容器 1 1 によって形成され、またへら 1 2 に担持されたウェハ 1 0 は、炉 2 0 に対して可動であり、該炉はその周囲にヒーターエレメント 2 2 が巻かれた石英製のプロセスチューブ 2 1 を備えている。

10

【 0 0 2 5 】

熱電対を備えた高温温度計の保護管 2 3 も配置されている。

【 0 0 2 6 】

図 2 の炉は、開いた位置で表されている。

【 0 0 2 7 】

閉鎖位置で、組立体 1 0 0 は炉 2 0 に係合し、扉 1 3 が炉口を閉鎖する。

【 0 0 2 8 】

剥離すべき各ウェハの内部で、ウェハを構成する二層は向かい合い、したがって表面状態をきわめて厳密に制御することを望む有効表面が向かい合って置かれる。

20

【 0 0 2 9 】

したがってとくに重要であるのは、これらの有効表面についてできる限り最善の表面状態（とくに粗さ）を保証することである。

【 0 0 3 0 】

図 2 に示した従来技術に戻ると、したがって剥離するウェハは垂直に置かれる。

【 0 0 3 1 】

このようにして、互いに動かない剥離すべき各ウェハの二層の移動が防止される。特に、剥離のあとで、炉から剥離された層を引き出す場合。

【 0 0 3 2 】

なぜなら、二層のこのような相対的移動は、剥離された層の面にすり傷を発生させるおそれがあるからである。

30

【 0 0 3 3 】

また同様にきわめて重要であるのは、これらの層の表面状態、特に粗さが、層の表面において、できる限り均質であることである。

【 0 0 3 4 】

図 3 が示すのは、図 2 に示したようなアニール炉における従来の方法で実行した劈開のアニーリングに続く剥離の後の、S O I ウェハの表面粗さである。

粗さは、ヘイズ測定によって表示されている。

【 0 0 3 5 】

図 3 が示すのは、S O I の粗さの非対称性であり、これは炉の低部に位置する S O I の部分ではあまり高くないヘイズに対応している。アニーリングの際に下に置かれた切込み、いわゆるノッチ (n o t c h) は、該図 3 では「 9 時」の方向、図 3 の左に位置している。

40

【 0 0 3 6 】

さらに明らかになったのは、既知の剥離アニーリングがすり傷の形成に至ることがある運動を効果的に阻止すれば、該アニーリングが剥離による層の表面の粗さの非均質性を助長することである。

【 0 0 3 7 】

【特許文献 1】

仏国特許発明第 2 6 8 1 4 7 2 号明細書

50

【 0 0 3 8 】

【 発明が解決しようとする課題 】

本発明は、ウェハ材料の層を劈開する方法において、剥離の際のすり傷を抑制するとともに、その層の表面粗さを均質にすることを課題とするものである。

【 0 0 3 9 】

【 課題を解決するための手段 】

本発明の課題を解決するための手段は、つぎのとおりである。

第 1 に、二層の間に画定された脆化表面にそってウェハの二層を劈開するウェハ材料の劈開方法において、該方法は、劈開アニーリングを含み、該劈開アニーリングの際に、水平方向に互いに平行に延長した二つの加熱用電極の間の収納部内に、ウェハを水平に置くことを特徴とする方法。

10

第 2 に、水平位置でウェハの把持操作を実行するための手段が備えられることを特徴とする、上記第 1 に記載の方法。

第 3 に、前記把持操作が、ウェハごとに、個別に実行されることを特徴とする、上記第 2 に記載の方法。

第 4 に、前記把持操作が、劈開された層ごとに、個別に実行されることを特徴とする、上記第 2 または 3 に記載の方法。

第 5 に、各ウェハを二つの加熱用電極の間に置いて、複数のウェハを同時にアニーリングすることを特徴とする、上記第 1 から 4 のいずれか一つに記載の方法。

第 6 に、S O I 型の構造の製造方法の工程において、ウェハ内へ水素イオンを打ち込むことにより形成された脆化表面による前記二層の劈開のために用いる、上記第 1 から 5 のいずれか一つに記載の方法。

20

第 7 に、前記二層が、シリコン層を含むことを特徴とする、上記第 6 に記載の方法。

第 8 に、前記二層が、二つのシリコン層であり、該二層の一方が S O I の表層に対応し、他方がシリコンの残部に対応することを特徴とする、上記第 6 または 7 に記載の方法。

【 0 0 4 0 】

この発明の推奨される非制限的な態様は、次のとおりである。

二つの加熱用電極 3 2 の間の収納部 3 1 に構造体としてのウェハを置くことであり、

- ・ 水平位置で材料層の操作を実行するための操作手段 4 0 が備えられ、
- ・ 前記操作が、各ウェハごとに、個別に実行され、
- ・ 前記操作が、各層ごとに、個別に実行され、
- ・ 各ウェハを二つの加熱用電極間に置いて、複数のウェハを同時にアニーリングすることである。

30

【 0 0 4 1 】

また、本発明が別の態様によって提案するのは、Smart Cut（登録商標）タイプの方法の範囲内で実現された、脆化表面によって限定された二つの材料層の劈開のための上述のような方法の応用である。

【 0 0 4 2 】

かかる応用の推奨される非制限的な態様は、次の通りである。

- ・ 二つの材料層は、シリコン層を含んでいる、
- ・ 二つの材料層は、二つのシリコン層であり、二層の一方が S O I の表層に対応し、他方の層がシリコンの残部に対応する。

40

【 0 0 4 3 】

装置として最後に本発明が提案するのは、少なくとも一つのウェハを収納するのに適した炉を含む、ウェハの劈開アニーリング装置において、劈開アニーリングが、ウェハが水平位置にあるときに実行されるように、各ウェハが水平位置で収納部に収納されることを特徴とするものである。

【 0 0 4 4 】

装置はさらに、水平に、ウェハおよび／または前記ウェハを構成する層の操作手段 4 0 をも含んでいる。

50

【 0 0 4 5 】

【 発明の実施の形態 】

本発明のその他の態様、目的および利点は、付属の図面を参照して、本発明のある実施態様の説明を読むことによって一層明らかになる。

図面は、従来技術の欄ですでに説明した図 1 から図 3 の他に、図 4 及び図 5 が存在する。

ここで、図 4 は、本発明の実施を可能にする劈開アニーリング設備の概略図である、

また、図 5 は、S O I 表面に対するヘイズの空間分布を示す分布図であり、図 5 中の (a) の S O I は、従来技術にしたがい、このために通常使用される炉において劈開アニーリングを受けたものであり、一方の図 5 中の (b) の S O I は、本発明にしたがって、そのアニーリング炉に水平に配置して劈開アニーリングを受けたものを表している。

10

【 0 0 4 6 】

つぎに図 4 を参照するが、そこに複数のウェハ 1 0 の劈開アニーリングを実行するために、本発明に従って実施した炉 3 0 を示した。

【 0 0 4 7 】

まず初めに留意すべきことは、この炉において、ウェハは従来技術におけるように垂直には配置されず、水平に配置されることである。

【 0 0 4 8 】

より正確には、各ウェハ 1 0 は、炉 3 0 の複数の電極に隣接する二つの加熱用電極 3 2 によって画定された収納部 3 1 に置かれる。

【 0 0 4 9 】

そしてこの加熱用電極 3 2 は、水平方向に互いに平行に延長し、該電極が水平な収納部 3 1 を画定するが、それによりそれぞれが剥離されるウェハ 1 0 を、水平位置に、収納することができる。

20

【 0 0 5 0 】

加熱は、それぞれの入口 3 1 0 から収納部 3 1 に侵入する気体を介して行われるが、この気体自体は各収納部を形成する電極によって加熱される。

【 0 0 5 1 】

明確には、「加熱」気体は電極からの熱をウェハに伝達する役割だけを果たす。この気体は、炉内に導入する前に、予熱しておくこともできる。

【 0 0 5 2 】

劈開アニーリングを実行するために本発明に従って用いられる「水平」炉の独特の形状は、炉の上部と下部の間の、炉内の温度勾配の影響を排除することを可能にする。

30

【 0 0 5 3 】

これによって、剥離の後の、層の表面の粗さの均質性が大幅に改善される。

【 0 0 5 4 】

この点に関して、図 5 に、劈開アニーリング用の「水平」炉を本発明に従って用いた効果を示した。

【 0 0 5 5 】

図 5 中の (a) が示すのは、図 2 に示したような「垂直」炉における、従来の劈開アニーリングに続いて剥離された S O I 表面に対するヘイズの分布である。

40

【 0 0 5 6 】

図 3 に類似したこの図は、層の右下部における、粗さの非均質性に対応する「高密度区域」を表している。

【 0 0 5 7 】

図 5 中の (b) は、反対に、本発明に従って、「水平」炉内で実施された劈開アニーリングに続いて剥離された S O I の完全に対称な粗さを示している。

【 0 0 5 8 】

そしてこの粗さは、図 5 中の (a) の S O I の場合に認められた「高密度区域」の特徴をもはや示していない。

【 0 0 5 9 】

50

したがって、明らかになったことは、「水平」炉の本発明による使用が、従来技術の劈開アニーリングに関して上述した粗さの「高密度区域」の問題を免れることを可能にすることである。

【 0 0 6 0 】

明確には、一方で、図 4 の「水平」炉の場合には措置が取られており、それは、とくに剥離層を炉外に取り出すときに、すり傷を発生する可能性ある層の一切の移動を防止する。

【 0 0 6 1 】

この点に関して、図 4 に示した操作手段 4 0 としてのロボットは、個別に次のものを把持する。

炉内に導入するための、ウェハ、および、劈開後に炉から取り出すための剥離層。

10

明確には、ウェハの剥離を完了せずに劈開アニーリングだけを実施することもあるが、この剥離は（例えば、機械的作用によって）劈開したウェハを操作手段 4 0 としてのロボットによって取り出した後に炉外で完了することができる。

各ウェハを個別に処理して、必要な積み込みと取り出しを実施するために、方向 4 1 にそって（ならびにそれに対して直角な「垂直」方向にそって）移動する。

明確には、アニーリングの際にウェハの二層の剥離を効果的に実行する場合、剥離されたウェハの二層は、ロボットによって別個に取り出すことができる。

この点に関して、ウェハおよび／または層を把持するロボットのアーム 4 2 は、選択的に減圧できる吸盤などによる吸着手段、あるいは剥離された層から独立して各層を把持するためにその縁でそれら層を取扱う把持手段、あるいはまた炉外でそれらを剥離するために二層を同時に取扱うことを可能にする手段を含むことができる。

20

【 0 0 6 2 】

操作手段 4 0 に係るロボットによるこれらの操作の際に、ウェハと層は水平のままである。

【 0 0 6 3 】

明確には、上述の例は、とくに Smart Cut（登録商標）法によって、SOI を生成することを可能にする劈開を参照して説明したが、本発明は、層の画定を可能にする脆化表面を有するあらゆる構造の劈開に応用できる。

【 0 0 6 4 】

【発明の効果】

30

本発明は以上述べた特徴を有するので、SOI などのウェハ材料の層を劈開する方法において、剥離の際のすり傷を抑制するとともに、その層の表面粗さを均質にすることができる。

したがって、例えば、剥離によって得られたウェハに対してきわめて厳格な仕様が課される電子工学、光学またはオプトエレクトロニクスにおいてデバイスの提供が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】ウェハのヘイズと粗さとの関係の一例を示すグラフ

【図 2】従来の劈開と剥離のアニーリングの工程の一例を示す概略図

【図 3】図 2 に示す従来の劈開アニーリングの工程で得られた SOI ウェハの表面粗さを示す図

40

【図 4】本発明の実施を可能にする劈開アニーリング装置の概略図

【図 5】SOI 表面に対するヘイズの空間分布の比較を示す図であって、（a）は従来技術によるもの、（b）は本発明によるものである。

【符号の説明】

1 0 ウェハ

1 1 容器

1 2 へら

1 3 扉

2 0 炉

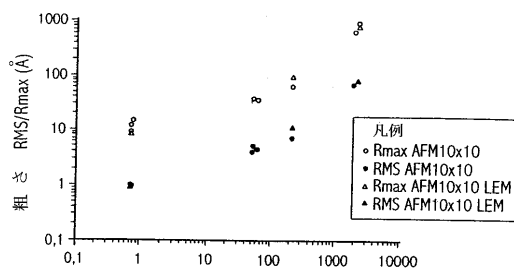
2 1 プロセスチューブ

50

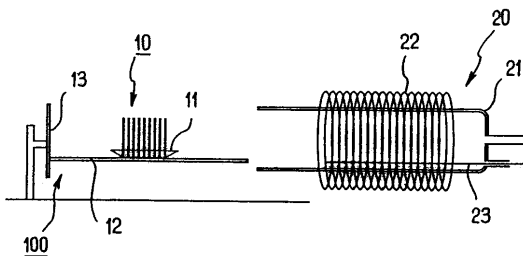
2 2 ヒーターエレメント
 2 3 保護管
 3 0 炉
 3 1 収納部
 3 2 加熱用電極
 4 0 操作手段
 4 1 方向
 4 2 アーム
 1 0 0 組立体
 3 1 0 入口

10

【図 1】



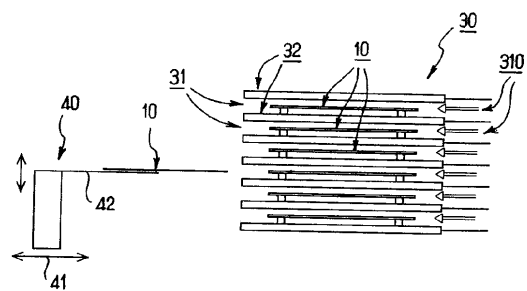
【図 2】



【図 3】



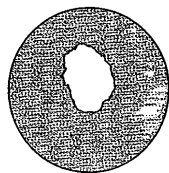
【図 4】



【図 5】



(a)



(b)

フロントページの続き

(72)発明者 クリストフ マルヴィル

フランス共和国, 3 8 6 6 0 ラ テラス, リュ デュ シャトー 9 0

審査官 綿引 隆

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 2 9 4 7 5 4 (J P , A)

特開 2 0 0 0 - 0 7 7 2 8 7 (J P , A)

特開 2 0 0 2 - 3 5 3 0 8 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01L 21/02

H01L 27/12