

(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2015-177150

(P2015-177150A)

(43) 公開日 平成27年10月5日(2015.10.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/02 (2006.01)	HO 1 L 27/12	B
HO 1 L 27/12 (2006.01)	HO 1 L 21/02	B
HO 1 L 21/324 (2006.01)	HO 1 L 21/324	X
HO 1 L 21/265 (2006.01)	HO 1 L 21/265	Q

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2014-54427 (P2014-54427)
 (22) 出願日 平成26年3月18日 (2014.3.18)

(71) 出願人 000190149
 信越半導体株式会社
 東京都千代田区大手町二丁目6番2号
 (74) 代理人 100102532
 弁理士 好宮 幹夫
 (72) 発明者 小林 徳弘
 群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越
 半導体株式会社 磯部工場内
 (72) 発明者 阿賀 浩司
 群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越
 半導体株式会社 磯部工場内

(54) 【発明の名称】 貼り合わせウェーハの製造方法

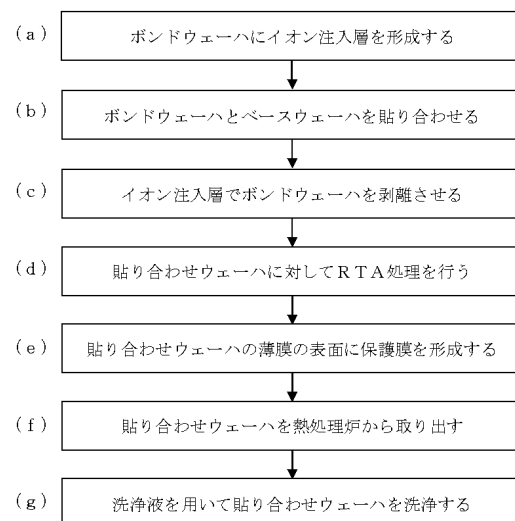
(57) 【要約】

【課題】 R T A 処理とその後の洗浄を行った後も薄膜の膜厚の面内均一性を良好に維持できる貼り合わせウェーハの製造方法を提供する。

【解決手段】 ボンドウェーハの表面から水素イオン等のガスイオンをイオン注入してイオン注入層を形成し、ボンドウェーハとベースウェーハとを貼り合わせた後、イオン注入層でボンドウェーハを剥離させることにより、ベースウェーハ上に薄膜を有する貼り合わせウェーハを作製し、貼り合わせウェーハに対し、水素ガス含有雰囲気下で R T A 処理を行う貼り合わせウェーハの製造方法において、

R T A 処理の最高温度から降温して熱処理炉から貼り合わせウェーハを取り出すまでの間に、熱処理炉内で薄膜の表面に保護膜を形成し、その後保護膜が形成された貼り合わせウェーハを熱処理炉から取り出して、その後保護膜及び薄膜のエッチングが可能な洗浄液を用いて洗浄する貼り合わせウェーハの製造方法。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ボンドウェーハの表面から水素イオン、希ガスイオンの少なくとも一種類のガスイオンをイオン注入してウェーハ内部にイオン注入層を形成し、前記ボンドウェーハのイオン注入した表面とベースウェーハの表面とを直接あるいは絶縁膜を介して貼り合わせた後、前記イオン注入層でボンドウェーハを剥離させることにより、前記ベースウェーハ上に薄膜を有する貼り合わせウェーハを作製し、該貼り合わせウェーハに対し、水素ガス含有雰囲気下で R T A 処理を行うことによって前記薄膜の表面を平坦化する貼り合わせウェーハの製造方法において、

前記 R T A 処理の最高温度から降温して熱処理炉から前記貼り合わせウェーハを取り出すまでの間に、前記熱処理炉内で前記薄膜の表面に保護膜を形成し、その後該保護膜が形成された貼り合わせウェーハを前記熱処理炉から取り出して、その後前記保護膜及び前記薄膜のエッチングが可能な洗浄液を用いて洗浄することを特徴とする貼り合わせウェーハの製造方法。

10

【請求項 2】

前記保護膜の形成は、前記 R T A 処理の最高温度からの降温中に、前記熱処理炉内の水素ガス含有雰囲気を酸化性雰囲気、窒化性雰囲気、及び酸窒化性雰囲気のいずれかに切替え、前記貼り合わせウェーハを前記酸化性雰囲気、窒化性雰囲気、及び酸窒化性雰囲気のいずれかに晒すことにより、前記薄膜の表面に酸化膜、窒化膜、及び酸窒化膜のいずれかを形成することを特徴とする請求項 1 に記載の貼り合わせウェーハの製造方法。

20

【請求項 3】

前記洗浄液として、 NH_4OH と H_2O_2 の混合水溶液を用いることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の貼り合わせウェーハの製造方法。

【請求項 4】

前記保護膜の厚さを $0.7 \sim 3 \text{ nm}$ とすることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の貼り合わせウェーハの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、イオン注入剥離法を用いた貼り合わせウェーハの製造方法に関し、特に、水素イオン等を注入したシリコン単結晶ウェーハを支持基板となるベースウェーハと酸化膜を介して貼り合わせた後に剥離して S O I ウェーハを製造する方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

S O I ウェーハの製造方法、特に先端集積回路の高性能化を可能とする薄膜 S O I ウェーハの製造方法として、イオン注入したウェーハを接合後に剥離して S O I ウェーハを製造する方法（イオン注入剥離法：スマートカット法（登録商標）とも呼ばれる技術）が注目されている。

【0003】

このイオン注入剥離法は、二枚のシリコンウェーハの内、少なくとも一方に酸化膜を形成すると共に、一方のシリコンウェーハ（ボンドウェーハ）の上面から水素イオン又は希ガスイオン等のガスイオンを注入し、ボンドウェーハ内部に微小気泡層（封入層）を形成させた後、イオンを注入した方の面を、酸化膜を介して他方のシリコンウェーハ（ベースウェーハ）と密着させ、その後熱処理（剥離熱処理）を行って微小気泡層を劈開面（剥離面）としてボンドウェーハを薄膜状に剥離し、さらに熱処理（結合熱処理）を行って強固に結合して S O I ウェーハとする技術（特許文献 1）である。この段階では、劈開面が S O I 層の表面となり、S O I 膜厚が薄くてかつ膜厚均一性も高い S O I ウェーハが比較的容易に得られている。なお、S O I ウェーハではなく直接接合した貼り合わせウェーハを得る場合は、ボンドウェーハ及びベースウェーハともに表面に酸化膜を形成することなく直接密着させて貼り合わせる。

40

50

【 0 0 0 4 】

しかし、剥離後のSOIウェーハ表面にはイオン注入によるダメージ層が存在し、また、表面粗さが通常のシリコンウェーハの鏡面に比べて大きなものとなっている。従って、イオン注入剥離法では、このようなダメージ層と表面粗さを除去することが必要になる。

従来、このダメージ層等を除去するために、結合熱処理後の最終工程において、タッチポリッシュと呼ばれる研磨しろの極めて少ない鏡面研磨（取りしろ：100nm程度）が行われていた。ところが、SOI層に機械加工的要素を含む研磨をしてしまうと、研磨の取りしろが均一でないために、水素イオンなどの注入と剥離によって達成されたSOI層の膜厚均一性が悪化してしまうという問題が生じる。

【 0 0 0 5 】

このような問題点を解決する方法として、タッチポリッシュの代わりに高温熱処理を行って表面粗さを改善する平坦化処理が行われるようになってきている。

例えば特許文献2では、剥離熱処理後（又は結合熱処理後）に、SOI層の表面を研磨することなく水素を含む還元性雰囲気下の熱処理（急速加熱・急速冷却熱処理（RTA処理））を行う方法が提案されている。さらに、特許文献3では、剥離熱処理後（又は結合熱処理後）に、酸化性雰囲気下の熱処理によりSOI層に酸化膜を形成した後に該酸化膜を除去し（犠牲酸化処理）、次に還元性雰囲気下のRTA処理を行う方法が提案されている。また、特許文献4～6では、RTA処理を行った後に犠牲酸化処理を行う方法や、RTA処理と犠牲酸化処理を複数回行う方法が提案されている。

【 0 0 0 6 】

また、一般的にイオン注入剥離法によってSOIウェーハを製造する際に、上記のRTA処理等の剥離面を平坦化する熱処理を行った後は、犠牲酸化処理や研磨などのSOI層の膜厚を目的の膜厚に調整する処理が行われる（特許文献4～6）。

そのような膜厚調整処理に投入する前には、SOIウェーハを洗浄する工程が行われ、洗浄工程では、例えばSC1（ NH_4OH と H_2O_2 の混合水溶液）のような、SOI層の表面を微量にエッチングする作用を有する洗浄液に浸漬する洗浄が行われることが一般的である。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【特許文献1】特開平5-211128号公報

【特許文献2】特開平11-307472号公報

【特許文献3】特開2000-124092号公報

【特許文献4】特開2009-032972号公報

【特許文献5】特開2012-222294号公報

【特許文献6】特開2013-143407号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

一方、近年の携帯型端末の普及に伴い、半導体デバイスの低消費電力化、微細化、高機能化が必要となっており、デザインルールで22nm世代以降の有力な候補として、SOIウェーハを用いた完全空乏型のデバイス開発が行われている。この完全空乏型デバイスでは、SOI層の膜厚が10nm程度と非常に薄くなることに加えて、SOI層の膜厚分布がデバイスの閾値電圧に影響することから、SOI層の面内膜厚分布として膜厚レンジが1nm以下（Range（Max-Min）1nm）の均一性が求められている。

【 0 0 0 9 】

しかしながら、このような膜厚レンジの小さいSOIウェーハを製造する場合に、平坦化・膜厚調整後のSOI層の面内及びウェーハ間の膜厚均一性を良好に維持することは難しい。これは、上述のようにボンドウエーハを剥離した段階ではSOI層の膜厚均一性は良好であるが、剥離後のSOI層表面の表面粗さを改善するために行う平坦化熱処理の後

10

20

30

40

50

に行われる洗浄工程において、SOI層の膜厚均一性が悪化してしまうためである。

【0010】

特に、洗浄液としてSC1を用いて洗浄を行う場合は、確実にSOI層がエッチングにより減厚されることから、洗浄条件によってはSOI層の面内膜厚均一性が悪化しやすい。また、熱処理によってSOI層表面が活性な状態で熱処理炉から取り出されるRTA処理等の平坦化熱処理と組み合わせる場合、特にSOI層の面内膜厚均一性が悪化しやすいという問題があった。

このようなSOI層の面内膜厚均一性の悪化は、上述のような膜厚レンジが1nm以下のSOIウェーハを製造する場合においては、特に大きな問題となる。

【0011】

本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、RTA処理とその後の洗浄を行った後も薄膜の面内膜厚均一性を良好に維持できる貼り合わせウェーハの製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するために、本発明では、ボンドウェーハの表面から水素イオン、希ガスイオンの少なくとも一種類のガスイオンをイオン注入してウェーハ内部にイオン注入層を形成し、前記ボンドウェーハのイオン注入した表面とベースウェーハの表面とを直接あるいは絶縁膜を介して貼り合わせた後、前記イオン注入層でボンドウェーハを剥離させることにより、前記ベースウェーハ上に薄膜を有する貼り合わせウェーハを作製し、該貼り合わせウェーハに対し、水素ガス含有雰囲気下でRTA処理を行うことによって前記薄膜の表面を平坦化する貼り合わせウェーハの製造方法において、

前記RTA処理の最高温度から降温して熱処理炉から前記貼り合わせウェーハを取り出すまでの間に、前記熱処理炉内で前記薄膜の表面に保護膜を形成し、その後該保護膜が形成された貼り合わせウェーハを前記熱処理炉から取り出して、その後前記保護膜及び前記薄膜のエッチングが可能な洗浄液を用いて洗浄する貼り合わせウェーハの製造方法を提供する。

【0013】

このような貼り合わせウェーハの製造方法であれば、RTA処理によって平坦化された薄膜の表面に保護膜を面内均一に形成することで、RTA処理とその後の洗浄を行った後も薄膜の面内膜厚均一性が良好に維持された貼り合わせウェーハを製造することができる。

【0014】

またこのとき、前記保護膜の形成は、前記RTA処理の最高温度からの降温中に、前記熱処理炉内の水素ガス含有雰囲気を酸化性雰囲気、窒化性雰囲気、及び酸窒化性雰囲気のいずれかに切替え、前記貼り合わせウェーハを前記酸化性雰囲気、窒化性雰囲気、及び酸窒化性雰囲気のいずれかに晒すことにより、前記薄膜の表面に酸化膜、窒化膜、及び酸窒化膜のいずれかを形成することが好ましい。

このようにすれば、薄膜の表面に容易に保護膜を形成することができる。

【0015】

またこのとき、前記洗浄液として、 NH_4OH と H_2O_2 の混合水溶液(SC1)を用いてもよい。

本発明であれば、洗浄に一般的に用いられるエッチング性のあるSC1を用いて洗浄を行った場合も、洗浄後の薄膜の面内膜厚均一性を良好に維持することができる。

【0016】

またこのとき、前記保護膜の厚さを0.7~3nmとすることが好ましい。

このような厚さであれば、保護膜の効果が十分に得られ、またRTA処理の生産性が大幅に低下することがない。

【発明の効果】

【0017】

10

20

30

40

50

以上のように、本発明の貼り合わせウェーハの製造方法であれば、R T A 処理によって平坦化された薄膜の表面に容易に保護膜を形成することができ、薄膜表面に面内均一に形成されたこの保護膜によって、R T A 処理後にエッチング性のある S C 1 を用いた洗浄を行った場合も、洗浄後の薄膜の面内厚均一性が良好に維持された貼り合わせウェーハを製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の貼り合わせウェーハの製造方法の一例を示すフロー図である。

【図2】実施例の R T A 処理における R T A 温度プロファイルを示す図である。

【図3】比較例の R T A 処理における R T A 温度プロファイルを示す図である。

10

【図4】実施例及び比較例における、R T A 処理直後の S O I 層上の酸化膜の膜厚を測定する際の測定方向を示す図である。

【図5】実施例及び比較例における、R T A 処理直後の S O I 層上の酸化膜の膜厚を測定した結果を比較したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0019】

本発明者が上記問題点について検討を行ったところ、平坦化熱処理を抵抗加熱式のバッチ炉で行う場合には、その後に行われる S C 1 洗浄を含む洗浄工程において、S O I 層の面内厚均一性が悪化する傾向はほとんど見られないが、平坦化効果の高い H₂ 含有雰囲気での高温 R T A 処理を行うと、その後に行われる S C 1 洗浄を含む洗浄工程において、S O I 層の面内厚均一性が悪化する傾向が見られた。また、R T A 処理直後の S O I 層の膜厚を測定すると、S O I 層の面内厚分布は、S C 1 洗浄を含む洗浄を行った後に比べて均一な分布を示していた。このことから、S O I 層の膜厚均一性が悪化する原因は R T A 処理にあり、S C 1 を含む洗浄はその要因を拡大させていると考えられる。

20

【0020】

また、同じ装置を用いて R T A 処理を行った場合、R T A 処理及び洗浄後に S O I 層の膜厚が薄くなるのは常に特定の領域であり、一方で、装置間で S O I 層の膜厚が薄くなる領域は異なり、ウェーハ中心部で S O I 層が薄くなる装置、ウェーハ周辺部で S O I 層が薄くなる装置等があることが分かった。

さらに検討を行ったところ、R T A 処理後にウェーハを取り出すウェーハハンドリングロボットのウェーハ接触部がウェーハ中央であればウェーハ中央で S O I 層が薄くなり、ウェーハ接触部がウェーハ周辺部であればウェーハ周辺部で S O I 層が薄くなっていることから、ウェーハハンドリングロボットのウェーハ接触部の位置で S O I 層が薄くなることが分かった。

30

【0021】

この原因は以下のように考えられる。R T A 処理後の高温のウェーハに低温のウェーハハンドリングロボットが接触することによりその部分が低温化し、その低温化した部分では成長する酸化膜（自然酸化膜）が他の領域より薄くなる。その後の S C 1 を含む洗浄では酸化膜が薄い部分が他の領域より短時間にエッチングされるため、結果として、酸化膜が薄い部分では下地の S i (S O I 層) はよりエッチングされ、S O I 層が薄くなる。

40

【0022】

以上のことから、本発明者は、R T A 処理後に形成される膜厚が不均一な自然酸化膜の形成を抑制することで、洗浄後の薄膜（S O I 層）の面内厚均一性を良好に維持することに想到し、具体的には、R T A 処理のアニール終了後、H₂ をパージしてから薄膜上に強制的に保護膜（酸化膜、窒化膜、酸窒化膜等）を成長させることにより、その後の取り出し時にウェーハハンドリングロボットが接触して温度低下が起こっても、保護膜によって膜厚が不均一な自然酸化膜の形成を抑制できるため、洗浄後の薄膜の面内厚均一性を良好に維持できることを見出し、本発明を完成させた。

【0023】

即ち、本発明は、ボンドウェーハの表面から水素イオン、希ガスイオンの少なくとも一

50

種類のガスイオンをイオン注入してウェーハ内部にイオン注入層を形成し、前記ボンドウエーハのイオン注入した表面とベースウェーハの表面とを直接あるいは絶縁膜を介して貼り合わせた後、前記イオン注入層でボンドウエーハを剥離させることにより、前記ベースウェーハ上に薄膜を有する貼り合わせウェーハを作製し、該貼り合わせウェーハに対し、水素ガス含有雰囲気下でR T A処理を行うことによって前記薄膜の表面を平坦化する貼り合わせウェーハの製造方法において、

前記R T A処理の最高温度から降温して熱処理炉から前記貼り合わせウェーハを取り出すまでの間に、前記熱処理炉内で前記薄膜の表面に保護膜を形成し、その後該保護膜が形成された貼り合わせウェーハを前記熱処理炉から取り出して、その後前記保護膜及び前記薄膜のエッチングが可能な洗浄液を用いて洗浄する貼り合わせウェーハの製造方法である

10

【0024】

以下、本発明について詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0025】

図1は、本発明の貼り合わせウェーハの製造方法の一例を示すフロー図である。以下、図1のフロー図に沿って本発明の貼り合わせウェーハの製造方法について説明する。

本発明の貼り合わせウェーハの製造方法では、まずボンドウエーハ及びベースウェーハを用意し、ボンドウエーハにイオン注入層を形成する(図1(a))。

【0026】

ボンドウエーハ及びベースウェーハとしては、特に限定されないが、例えば鏡面研磨されたシリコン単結晶ウェーハを好適に用いることができる。

20

また、ボンドウエーハ及びベースウェーハとしては、熱酸化によりウェーハ表面に酸化膜(絶縁膜)が形成されたものを用いてもよい。

【0027】

ボンドウエーハにおけるイオン注入層の形成は、ボンドウエーハの表面から水素イオン、希ガスイオンの少なくとも一種のガスイオンをイオン注入して、ウェーハ内部にイオン注入層を形成すればよく、公知の方法で行えばよい。

【0028】

次に、イオン注入層を形成したボンドウエーハとベースウェーハを貼り合わせる(図1(b))。貼り合わせる際は、ボンドウエーハのイオン注入した表面とベースウェーハの表面とを直接、あるいは上述のようにボンドウエーハやベースウェーハに絶縁膜を形成したものをを用いる場合は、絶縁膜を介して貼り合わせる。

30

【0029】

次に、イオン注入層でボンドウエーハを剥離させる(図1(c))。このボンドウエーハの剥離は、特に限定されないが、例えばAr等の不活性ガス雰囲気下での熱処理(剥離熱処理)によって行うことができる。なお、貼り合わせる面に予めプラズマ処理を施して貼り合わせることによって、室温で密着されたウェーハの結合強度を高め、剥離処理を行わずに(あるいは、剥離が発生しない程度の低温熱処理のみを行って)、機械的に剥離することもできる。

このようにしてイオン注入層でボンドウエーハを剥離させることで、ベースウェーハ上に薄膜を有する貼り合わせウェーハが得られる。

40

【0030】

次に、得られた貼り合わせウェーハに対し、R T A処理を行う(図1(d))。この工程では、水素ガス含有雰囲気下でR T A処理を行うことによって、薄膜の表面を平坦化する。なお、R T A処理の前に、貼り合わせウェーハの結合強度を高めるための結合熱処理(例えば、900~1,000、30分~2時間、酸化性雰囲気)を行い、表面に形成された熱酸化膜を除去する処理を行うこともできる。

水素ガス含有雰囲気は、例えば100%H₂ガス雰囲気や、H₂とArの混合ガス雰囲気とすればよい。

また、R T A処理の最高温度は1,100以上、処理時間(最高温度の保持時間)は

50

1 ~ 30 秒程度とすることが好ましい。

【0031】

ここで、本発明の貼り合わせウェーハの製造方法では、RTA処理の最高温度から降温して熱処理炉から貼り合わせウェーハを取り出すまでの間に、熱処理炉内で薄膜の表面に保護膜を形成する(図1(e))。

【0032】

このとき、保護膜の形成は、RTA処理の最高温度からの降温中に、熱処理炉内の水素ガス含有雰囲気、酸化性雰囲気、窒化性雰囲気、及び酸窒化性雰囲気のいずれかに切替え、貼り合わせウェーハを酸化性雰囲気、窒化性雰囲気、及び酸窒化性雰囲気のいずれかに晒すことにより、薄膜の表面に酸化膜、窒化膜、及び酸窒化膜のいずれかを形成することが好ましい。このようにすれば、薄膜の表面に容易に保護膜を形成することができる。

10

【0033】

また、保護膜の形成は、RTA処理の最高温度未満で行えばよく、特に限定されないが例えば、300 ~ 900 で5 ~ 30 秒程度、上記の酸化性雰囲気、窒化性雰囲気、及び酸窒化性雰囲気等に貼り合わせウェーハを晒すことを行うことができ、所望の膜厚となるよう調整すればよい。

【0034】

また、形成する保護膜の厚さは、特に限定されないが、0.7 ~ 3 nmの範囲とすることが好ましい。厚さを0.7 nm以上とすることで、保護膜の効果が十分に得られる。また、厚さが3 nm以下であれば、保護膜の形成に要する時間が長くなり過ぎないため、枚葉処理であるRTA処理においても生産性が大幅に低下することがない。

20

【0035】

RTA処理によって平坦化された薄膜の表面に、面内均一にこのような保護膜を形成することで、膜厚が不均一な自然酸化膜の形成を抑制でき、結果として、後述のRTA処理後のSC1等による洗浄において面内のエッチング量のばらつきを抑制できるため、洗浄後も薄膜の面内膜厚均一性を良好に維持することができる。

【0036】

次に、上述のようにして保護膜を形成した後、保護膜が形成された貼り合わせウェーハを熱処理炉から取り出す(図1(f))。

【0037】

その後、保護膜及び薄膜のエッチングが可能な洗浄液を用いて貼り合わせウェーハを洗浄する(図1(g))。

30

このとき、洗浄液として、 NH_4OH と H_2O_2 の混合水溶液(SC1)を用いてもよい。本発明であれば、SC1を用いて洗浄を行った場合も、洗浄後の薄膜の面内膜厚均一性を良好に維持することができる。もちろん、洗浄液としてはこれに限定されず、 NaOH 、 KOH 等を用いたり、非エッチング性の洗浄液(例えばSC2(HCl と H_2O_2 の混合水溶液))による洗浄と組み合わせることも可能である。

【0038】

また、上述の洗浄を行った後に、必要に応じて、バッチ炉(抵抗加熱式熱処理炉)を用いた犠牲酸化処理や、非酸化性雰囲気下の熱処理(例えば高温Arアニール処理)等を行ってもよく、これらは特に限定されず、公知の方法で行えばよい。

40

また、その後、犠牲酸化処理等による膜厚の調整を行ってもよく、これも特に限定されず、公知の方法で行えばよい。

【0039】

以上のように、本発明の貼り合わせウェーハの製造方法であれば、RTA処理によって平坦化された薄膜の表面に容易に保護膜を形成することができ、薄膜表面に面内均一に形成されたこの保護膜によって、RTA処理後にSC1を用いた洗浄を行った場合も、洗浄後の薄膜の面内膜厚均一性が良好に維持された貼り合わせウェーハを製造することができる。

【実施例】

50

【 0 0 4 0 】

以下、実施例及び比較例を用いて本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【 0 0 4 1 】

(実施例)

直径 300 mm のシリコン単結晶から切り出したボンドウェーハを用意し、このボンドウェーハに 950 で膜厚 150 nm となるように酸化膜の成長を行い、その後水素イオンを 40 keV、 $6.0 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ の条件で注入した。次に、直径 300 mm のシリコン単結晶から切り出したベースウェーハを用意し、ボンドウェーハとの貼り合わせを行った。その後、貼り合わせたウェーハに 500 / 30 分の剥離熱処理を行い、貼り合わせ S O I ウェーハを作製し、剥離直後の S O I ウェーハの、S O I 層の平均膜厚と膜厚レンジを測定した。

10

【 0 0 4 2 】

次に、作製した S O I ウェーハに対し、図 2 の R T A 温度プロファイルに基づいて、R T A 処理 (1 回目の平坦化熱処理) を行った。R T A 処理では、まず H₂ 雰囲気で 1,100 / 30 秒のアニール処理を行った。最高温度で所定時間保持するアニール終了後、H₂ ガスをチャンバーから追い出すため、Ar ガスでパージしながら降温を行い、さらに 600 で O₂ ガス (酸化性雰囲気) に切替えて 600 / 10 秒の酸化を行い、S O I 層の表面に保護膜として酸化膜を形成した。

その後、ウェーハハンドリングロボットで熱処理炉から S O I ウェーハを取り出し、R T A 処理直後の S O I ウェーハに対して、S O I 層上の酸化膜の膜厚を測定した。

20

【 0 0 4 3 】

次に、熱処理炉から取り出した S O I ウェーハに対し、S C 1 を用いて洗浄を行い、続いて犠牲酸化処理、1,200 / 60 分の高温 Ar アニール処理 (2 回目の平坦化熱処理)、S O I 層の膜厚調整のための犠牲酸化処理を行い、平坦化・膜厚調整後の S O I ウェーハを得た。得られた平坦化・膜厚調整後の S O I ウェーハの、S O I 層の平均膜厚と膜厚レンジを測定した。

【 0 0 4 4 】

実施例における上記の各処理の条件を表 1 に示す。

【表 1】

30

ボンドウェーハ	直径 300mm、結晶方位<100>、酸化膜 150nm
ベースウェーハ	直径 300mm、結晶方位<100>、酸化膜なし
イオン注入	H ⁺ イオン、40keV、 $6 \times 10^{16} / \text{cm}^2$
剥離熱処理	500°C / 30 分、Ar 雰囲気
R T A 処理	1,100°C / 30 秒、H ₂ 雰囲気 + 保護膜の形成 (600°C / 10 秒、O ₂ 雰囲気)
洗浄	SC1 (75°C / 180 秒)
高温 Ar アニール処理	1,200°C / 60 分、Ar 雰囲気
犠牲酸化処理	950°C、パイロジェニック酸化
酸化膜除去 (犠牲酸化)	10%HF 水溶液

40

【 0 0 4 5 】

(比較例)

実施例と同様に剥離熱処理までの操作を行って作製した S O I ウェーハに対し、図 3 の R T A 温度プロファイルに基づいて、R T A 処理 (1 回目の平坦化熱処理) を行った。なお、この R T A 処理では、アニール後 Ar ガスでパージした後、酸化性雰囲気に切り替えず、保護膜としての酸化膜の形成を行わなかった。R T A 処理後、ウェーハハンドリング

50

ロボットで熱処理炉からSOIウェーハを取り出し、実施例と同様にRTA処理直後のSOIウェーハに対して、SOI層上の酸化膜の膜厚を測定した。

その後のSC1での洗浄、平坦化・膜厚調整処理も実施例と同様に行って、平坦化・膜厚調整後のSOIウェーハを得た。得られた平坦化・膜厚調整後のSOIウェーハの、SOI層の平均膜厚と膜厚レンジを測定した。

【0046】

なお、実施例及び比較例において、RTA処理直後のSOIウェーハのSOI層上の酸化膜厚を測定する際は、図4の矢印方向で測定した。測定結果を比較したグラフを図5に示す。

【0047】

実施例及び比較例で用いたウェーハハンドリングロボットはウェーハ中心部をチャックする方式であったが、図5に示されるように、保護膜として酸化膜を形成した実施例では、RTA処理直後のSOI層上の酸化膜厚は面内で均一であった。

一方、保護膜を形成しなかった比較例では、RTA処理直後のSOI層上の酸化膜（自然酸化膜）はウェーハ中心部で薄くなる傾向を示した。

【0048】

また、実施例及び比較例において、剥離直後のSOIウェーハと平坦化・膜厚調整後のSOIウェーハの、SOI層の平均膜厚と膜厚レンジを測定した結果を表2に示す。

【0049】

【表2】

		実施例	比較例
剥離直後のSOI層	平均膜厚 (nm)	276.4	276.9
	膜厚レンジ (nm)	0.83	0.81
平坦化・膜厚調整後のSOI層	平均膜厚 (nm)	12.2	12.1
	膜厚レンジ (nm)	0.81	1.23

【0050】

表2に示されるように、保護膜を形成した実施例では、平坦化・膜厚調整後にもSOI層の膜厚レンジが剥離直後と同等の良好な値を維持していた。

一方、保護膜を形成しなかった比較例では、SOI層の膜厚レンジはウェーハ中心部で薄くなり、面内膜厚均一性が悪化していた。

【0051】

以上のことから、本発明の貼り合わせウェーハの製造方法であれば、RTA処理によって平坦化された薄膜の表面に容易に保護膜を形成することができ、薄膜表面に面内均一に形成されたこの保護膜によって、RTA処理後にSC1を用いた洗浄を行った場合も、洗浄後の薄膜の面内膜厚均一性を良好に維持できることが明らかとなった。

【0052】

なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

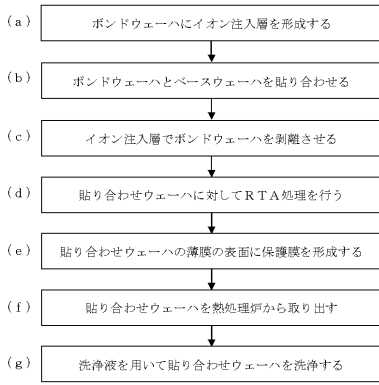
10

20

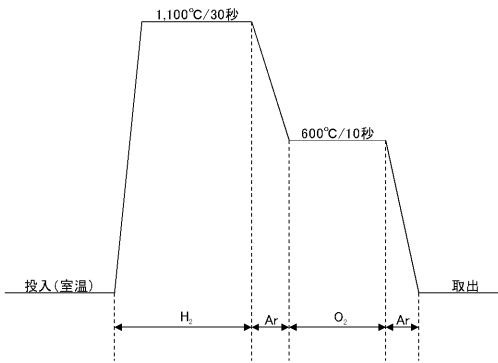
30

40

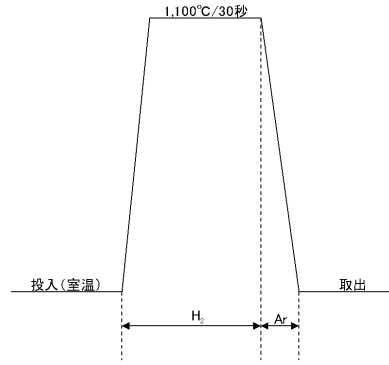
【 図 1 】



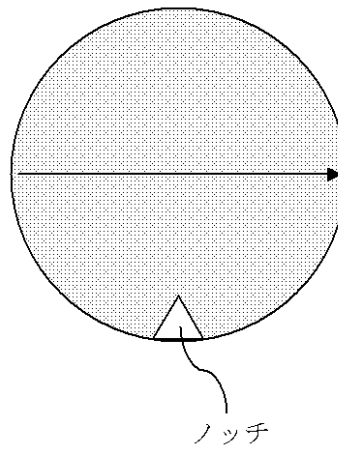
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

