

(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2004-320050
(P2004-320050A)

(43) 公開日 平成16年11月11日(2004.11.11)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 27/12	HO 1 L 27/12	B
HO 1 L 21/322	HO 1 L 21/322	P

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2004-190578 (P2004-190578)	(71) 出願人	302006854 三菱住友シリコン株式会社 東京都港区芝浦一丁目2番1号
(22) 出願日	平成16年6月29日 (2004.6.29)	(74) 代理人	100085372 弁理士 須田 正義
(62) 分割の表示	特願平7-124853の分割	(72) 発明者	石神 俊一郎 埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三 菱マテリアル株式会社中央研究所内
原出願日	平成7年5月24日 (1995.5.24)	(72) 発明者	森田 悦郎 東京都千代田区大手町1丁目5番1号 三 菱マテリアルシリコン株式会社内
		(72) 発明者	降屋 久 埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三 菱マテリアル株式会社中央研究所内

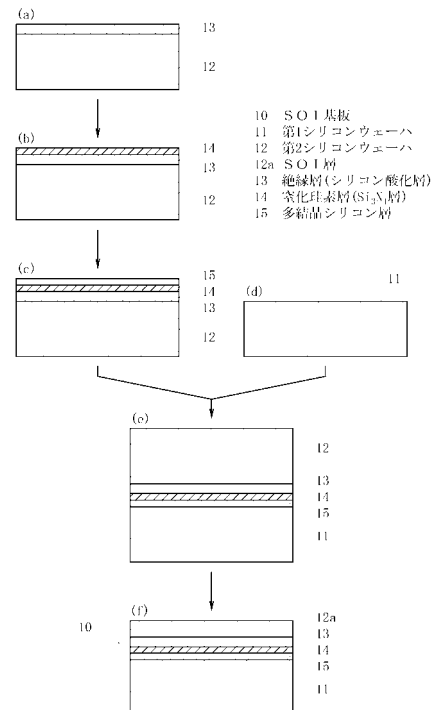
(54) 【発明の名称】 SOI 基板及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ゲッター能力を有しSOI層を重金属で汚染させない。基板の構造から生じるデバイス特性への悪影響を緩和し、基板の反りを防止する。2枚のウェーハの接着性及び絶縁層とSOI層との界面の連続性を良好にする。

【解決手段】 活性層となるウェーハ12の表面に絶縁層13を形成し、絶縁層13上に窒化珪素層14と多結晶シリコン層15をこの順にそれぞれCVD法により形成し、多結晶シリコン層を形成したウェーハ12と支持基板となるウェーハ11の各表面をNH₄OHの水溶液とH₂O₂水溶液とを混合したSC1洗浄液で洗浄して各表面を活性化する。多結晶シリコン層と窒化珪素層と絶縁層とを形成したウェーハ12を多結晶シリコン層の活性化した表面を接合面としてウェーハ11の活性化した表面と直接接合し、熱処理して貼り合わせた後、ウェーハ12を所定の厚さに研削研磨してデバイス形成用のSOI層12aとする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

活性層となる第 2 シリコンウェーハ (12) の表面に絶縁層 (13) を形成する工程と、
 前記絶縁層 (13) 上に窒化珪素層 (14) を C V D 法により形成する工程と、
 前記窒化珪素層 (14) 上に多結晶シリコン層 (15) を C V D 法により形成する工程と、
 前記多結晶シリコン層 (15) を形成した第 2 シリコンウェーハ (12) と支持基板となる第 1
 シリコンウェーハ (11) の各表面を NH_4OH の水溶液と H_2O_2 水溶液とを混合して調製し
 た S C 1 の洗浄液で洗浄して前記各表面を活性化する工程と、
 前記多結晶シリコン層 (15) と窒化珪素層 (14) と絶縁層 (13) とが形成された第 2 シリコン
 ウェーハ (12) を前記多結晶シリコン層 (15) の活性化した表面を接合面として前記第 1 シリ
 コンウェーハ (11) の活性化した表面と直接接合する工程と、 10
 前記接合した第 1 及び第 2 シリコンウェーハ (11, 12) を熱処理して貼り合わせる工程と
 、
 前記第 2 シリコンウェーハ (12) を所定の厚さに研削研磨してデバイス形成用の S O I 層
 (12a) とする工程と
 を含む S O I 基板の製造方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の方法により製造された S O I 基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は絶縁層上にシリコン層（以下、S O I 層という）を形成した S O I (Silicon-On-Insulator) 基板及び 2 枚のシリコンウェーハを絶縁層、窒化珪素層及び多結晶シリコン層を介して貼り合わせる S O I 基板の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、高集積 C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor)、I C、高耐圧素子などが S O I 基板を利用して製作されるようになってきている。絶縁層の上にデバイス作製領域として使用される単結晶シリコン層を形成した S O I 基板は、高集積 C M O S の場合にはラッチアップ（寄生回路による異常発振現象）の防止に、また高耐圧素子の場合にはベース基板との絶縁分離にそれぞれ有効である。この S O I 基板の製造方法には、シリコンウェーハ同士を二酸化シリコン層（以下、シリコン酸化層という）、即ち絶縁層を介して貼り合わせる方法、絶縁性基板又は絶縁性薄膜を表面に有する基板の上にまず多結晶シリコン薄膜を C V D (Chemical Vapor Deposition) 法により堆積させ、次いでレーザーアニールによって単結晶化する Z M R 法、シリコン基板内部に高濃度の酸素イオンを注入した後、高温でアニール処理してこのシリコン基板表面から所定の深さの領域に埋込みシリコン酸化層（絶縁層）を形成し、その表面側のシリコン層を活性領域とする S I M O X 法などがある。これらの方法の中でも、貼り合わせ法により作製された S O I 基板は、S O I 層の結晶性が極めて良好であることから、有望視されて来ている。 30

【0003】

40

このシリコンウェーハの貼り合わせ法は、具体的にはそれぞれ約 $600\ \mu\text{m}$ の 2 枚のシリコンウェーハをシリコン酸化層からなる絶縁層を介して接合し、酸素雰囲気中、 1100 で 2 時間貼り合わせ熱処理した後、2 枚のシリコンウェーハの一方のシリコンウェーハの表面を砥石で研削し、更に研磨布で研磨してこのシリコンウェーハの厚さを約 $1\sim 10\ \mu\text{m}$ の範囲にし、この研磨した側の厚さ約 $1\sim 10\ \mu\text{m}$ のシリコン層をデバイス形成用の S O I 層としている。

しかし、この S O I 基板の S O I 層がデバイスプロセス中に重金属不純物により汚染された場合には、埋込みシリコン酸化層（絶縁層）がゲッターリング源となって重金属不純物を捕捉した後で、熱処理の進行に伴って結晶化した絶縁層が一旦捕捉した重金属不純物を S O I 層中に放出し再分布を生じ易く、これに起因して S O I 層の汚染による品質劣化が 50

生じることがあった。

【0004】

従来、この点を解決したSOI基板として、デバイス形成用のSOI層内にゲッタリング源を有するもの（例えば、特許文献1）や、支持基板内にゲッタリング源を有するもの（例えば、特許文献2）が提案されている。前者のSOI基板はデバイス形成用のSOI層と絶縁層との間に多結晶シリコン層が設けられる。また後者のSOI基板は支持基板となるシリコンウェーハの両面に多結晶シリコン、非晶質シリコン等からなるゲッタリング層を形成し、両面のゲッタリング層上に絶縁層を形成し、一方の絶縁層に別の活性層となるシリコンウェーハを接合した後、このシリコンウェーハを研削研磨してデバイス形成用のSOI層を形成したものである。

10

【特許文献1】特開平6-275525号公報

【特許文献2】特開平7-29911号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、特許文献1に示されるSOI基板には、単結晶シリコンよりも熱膨張係数がともに小さい絶縁層（SiO₂層）及び多結晶シリコン層が支持基板となるシリコンウェーハ上に形成されるため、支持基板がデバイス形成用のSOI層側で凸状に反りを生じ、次工程のパターン形成のための露光工程において所望の素子パターンを形成しにくい問題点があった。

20

また、特許文献2に示されるSOI基板には、第一にその表面に吸着したOH基の少ない絶縁層を接合面として支持基板となるシリコンウェーハを活性層となるシリコンウェーハに接合するため、両ウェーハの接着性が悪く、また第二に絶縁層とSOI層との界面の連続性が熱酸化によるSiと絶縁層との界面に比較して劣る等の問題点があった。

【0006】

本発明の目的は、ゲッタリング能力を有しSOI層を重金属で汚染させないSOI基板及びその製造方法を提供することにある。

本発明の別の目的は、基板の構造から生じるデバイス特性への悪影響を緩和し、かつ基板の反りを防止するSOI基板及びその製造方法を提供することにある。

30

本発明の更に別の目的は、2枚のシリコンウェーハの接着性及び絶縁層とSOI層との界面の連続性が良好なSOI基板及びその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

図1(a)～図1(f)に示すように、本発明のSOI基板10の製造方法は、活性層となる第2シリコンウェーハ12の表面に絶縁層13を形成する工程と、この絶縁層13上に窒化珪素層14をCVD法により形成する工程と、この窒化珪素層14上に多結晶シリコン層15をCVD法により形成する工程と、この多結晶シリコン層15を形成した第2シリコンウェーハ12と支持基板となる第1シリコンウェーハ11の各表面をNH₄OHの水溶液とH₂O₂水溶液とを混合して調製したSC1の洗浄液で洗浄して各表面を活性化する工程と、この多結晶シリコン層15と窒化珪素層14と絶縁層13とが形成された第2シリコンウェーハ12を多結晶シリコン層15の活性化した表面を接合面として支持基板となる第1シリコンウェーハ11の活性化した表面と直接接合する工程と、接合した第1及び第2シリコンウェーハ11, 12を熱処理して貼り合わせる工程と、第2シリコンウェーハ12を所定の厚さに研削研磨してデバイス形成用のSOI層12aとする工程とを含む方法である。

40

図1(f)に示すように、本発明のSOI基板10は上記方法により製造されたものであって、支持基板となるシリコンウェーハ11上に多結晶シリコン層15と窒化珪素層14と絶縁層13とがこの順に形成され、この絶縁層13上にデバイス形成用のSOI層12aが形成され、SC1洗浄液による洗浄でシリコンウェーハ11の活性化した表面にこ

50

のウェーハと同程度の数のOH基を有する多結晶シリコン層15の活性化した表面が直接接合されたものである。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、絶縁層を有するシリコンウェーハを窒化珪素層及び多結晶シリコン層を介して支持基板となるシリコンウェーハと直接接合することにより、多結晶シリコン層がゲッタリング源として作用し、デバイスプロセス中に生じた重金属不純物は多結晶シリコン層に捕捉される。このとき多結晶シリコン層が絶縁層を挟んでSOI層の反対側にあるため、重金属不純物がSOI層に再分布せず、高品質のデバイス形成用のSOI層が絶縁層上に得られる。

10

また本発明の方法により製造されたSOI基板は、窒化珪素層の存在により反りが防止される。更に特開平7-29911号公報に示されるSOI基板において、その表面に吸着したOH基の少ない絶縁層を接合面として支持基板となるシリコンウェーハを活性層となるシリコンウェーハに接合するため、両ウェーハの接着性が悪かったものが、本発明の方法により製造されたSOI基板は、支持基板のシリコンウェーハと同程度の数のOH基を有する多結晶シリコン層を介して活性層となるシリコンウェーハを支持基板となるシリコンウェーハと接合するため、両ウェーハの接着性が良好となり、絶縁層とSOI層との連続性に優れる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

本発明の第1及び第2シリコンウェーハはCZ法、FZ法等の方法で、ともに同一の方法により得られたシリコン単結晶棒から作製される。図1(a)に示すように、絶縁層13は第2シリコンウェーハ12の片面に形成される。絶縁層13の厚さは約0.5~約1.0 μm の範囲、好ましくは約0.5~約0.6 μm の範囲にある。この絶縁層13はシリコン酸化層(SiO₂層)であって、シリコンウェーハ12を熱酸化することにより、或いはCVD法によりウェーハ12の片面に形成される。

20

次に、図1(b)に示すように絶縁層13上には窒化珪素(Si₃N₄)層14がCVD法により形成される。この窒化珪素層14の厚さは約0.01~約0.5 μm の範囲、好ましくは約0.05~約0.1 μm の範囲にある。また図1(c)に示すように窒化珪素層14上には多結晶シリコン層15がCVD法により形成される。この多結晶シリコン層15の厚さは約0.5~約2.0 μm の範囲、好ましくは約0.5~約1.0 μm の範囲にある。

30

【0010】

次いで図1(d)及び(e)に示すように、この第2シリコンウェーハ12が多結晶シリコン層15を接合面として、支持基板となる第1シリコンウェーハ11と直接接合される。接合しようとする表面を活性化するためにNH₄OHの水溶液とH₂O₂水溶液とを混合して調製したSC1の洗浄液でシリコンウェーハ11, 12を洗浄しておく。図1(e)に示すように接合した後の第1及び第2シリコンウェーハ11, 12を乾燥酸素(dry O₂)雰囲気又は窒素(N₂)雰囲気中で1100の温度下、1~3時間、好ましくは2時間程度行う。

40

図1(f)に示すように、一体化した2枚のシリコンウェーハ11, 12が放冷され室温になった後に、支持基板となる第2シリコンウェーハ12を砥石で研削し、その後研磨布で研磨して、約1~10 μm の厚さの薄膜に加工する。これにより厚さ約1~10 μm のデバイス形成用のSOI層12aが絶縁層13上に得られる。

【0011】

2枚のシリコンウェーハの接合界面に絶縁層13と窒化珪素層14と多結晶シリコン層15が積層されるため、SOI基板10のSOI層12aがデバイスプロセス中に重金属不純物により汚染された場合には、多結晶シリコン層15がゲッタリング源として作用する。即ち、SOI層12a中の重金属不純物が絶縁層13及び窒化珪素層14を通過して多結晶シリコン層15に捕捉される。

50

重金属不純物を捕捉した多結晶シリコン層 15 は絶縁層 13 を挟んで S O I 層 12 a の反対側にあるため、この重金属不純物は S O I 層 12 a 中に再分布しない。

【0012】

また図 2 (a) に示すように、単結晶シリコンからなるウェーハ 12 上にこれよりも熱膨張係数が小さい絶縁層 ($S i O_2$ 層) 13 を積層して室温まで冷却すると、基板結晶格子中の絶縁層側で引張応力が働いてウェーハ 12 が凸状に反る傾向がある。図 2 (b) に示すように、ウェーハ 12 上に窒化珪素 ($S i_3 N_4$) 層 14 を積層して室温まで冷却すると、基板結晶格子中の窒化珪素層側で圧縮応力が働いてウェーハ 12 が凹状に反る傾向がある。また図 2 (c) に示すように、ウェーハ 12 上にこれよりも熱膨張係数が小さい多結晶シリコン層 15 を積層して室温まで冷却すると、多結晶シリコン層側で引張応力が働いてウェーハ 12 が凸状に反る傾向がある。この結果、図 2 (d) 及び図 1 (c) に示すように、ウェーハ 12 上で絶縁層 13 と窒化珪素 ($S i_3 N_4$) 層 14 と多結晶シリコン層 15 とをこの順に積層した後熱処理すると、ウェーハ 12 上での引張応力と圧縮応力が相殺されてウェーハ 12 は反らずに平坦になる。

10

【0013】

更に本発明の S O I 基板 10 は、O H 基の数が単結晶シリコンウェーハ上の場合と同程度である多結晶シリコン層 15 を介して活性層となるシリコンウェーハ 12 を支持基板となるシリコンウェーハ 11 と接合するため、絶縁層との貼り合わせに比較して両ウェーハの接着性が良好となる。また絶縁層 13 と S O I 層 12 a との界面は接合界面でないため、これらの層の連続性に優れる。

20

【実施例】

【0014】

次に、本発明の実施例を図面に基づいて詳しく説明する。

(a) サンプルの準備と絶縁膜の形成

C Z 法で引上げられたシリコン単結晶棒から切断され研削研磨されたばかりの次の特性の 2 枚のシリコンウェーハを用意した。

直径： 5 インチ
 面方位： < 1 0 0 >
 伝導型： P 型 (ドーパントとしてボロンを添加)
 抵抗率： 約 1 0 c m
 厚さ： 約 6 2 0 μ m
 初期格子間酸素濃度： 約 $1.5 \times 10^{18} / c m^3$ (旧 A S T M)

30

図 1 (a) に示すように、その内の 1 枚のシリコンウェーハ 12 の片面にウェーハ 12 を湿潤酸素 ($w e t O_2$) 雰囲気中、1 0 0 0 で 3 時間熱処理して厚さ 0 . 5 μ m のシリコン酸化層からなる絶縁層 13 を形成した。

(b) 窒化珪素層の形成

図 1 (b) に示すように絶縁層 13 上に次の条件で窒化珪素 ($S i_3 N_4$) 層 14 を C V D 法により形成した。

雰囲気： 0 . 4 T o r r の減圧雰囲気
 使用ガス (流量)： $S i H_2 C l_2$ (0 . 0 7 5 リットル / 分)
 $N H_3$ (1 . 0 リットル / 分)
 温度： 7 7 5
 堆積速度： 3 0 オングストローム / 分

40

窒化珪素層 14 は絶縁層 13 上に約 0 . 1 μ m の厚さで形成された。

(c) 多結晶シリコン層の形成

図 1 (c) に示すように窒化珪素層 14 上に次の条件で多結晶シリコン層 15 を C V D 法により形成した。

雰囲気： 0 . 1 T o r r の減圧雰囲気
 使用ガス (流量)： $S i H_4$ (0 . 1 リットル / 分)
 温度： 6 2 0

50

堆積速度： 65 オングストローム / 分

多結晶シリコン層 15 は窒化珪素層 14 上に約 0.5 μm の厚さで形成された。

(d) 接合

図 1 (c) 及び (d) に示すように、絶縁層 13 と窒化珪素層 14 と多結晶シリコン層 15 を積層したシリコンウェーハ 12 ともう 1 枚のシリコンウェーハ 11 とをそれぞれ比重 0.9 の NH₄OH の水溶液と比重 1.1 の H₂O₂ 水溶液と H₂O とを NH₄OH : H₂O₂ : H₂O = 1 : 2 : 7 の容量比で混合して調製した SC1 (Standard Cleaning 1) の洗浄液で洗浄した後、両ウェーハ 11, 12 を多結晶シリコン層 15 を接合面として重ね合せ接合した。

(e) 貼り合わせ熱処理と研削研磨

図 1 (e) に示すように、室温から 800 °C に設定された熱処理炉中に 10 ~ 15 cm / 分の速度で挿入し、窒素雰囲気中で 800 °C から 10 °C / 分の速度で昇温し、1100 °C に達したところで 2 時間維持し、次いで 4 °C / 分の速度で降温し、800 °C まで冷却した後、10 ~ 15 cm / 分の速度で炉から室温中に取出した。更に図 1 (f) に示すように、シリコンウェーハ 12 の表面を砥石で研削し、次いで柔らかい研磨布で研磨し、絶縁層 13 上に厚さ 1 ~ 10 μm の SOI 層 12a を形成した。

10

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図 1】本発明の SOI 基板の製造方法を示す部分断面図。

【図 2】活性層となるシリコンウェーハの片面に絶縁層、窒化珪素層又は多結晶シリコン層を積層したときのウェーハの反り状況を示す部分断面図。

20

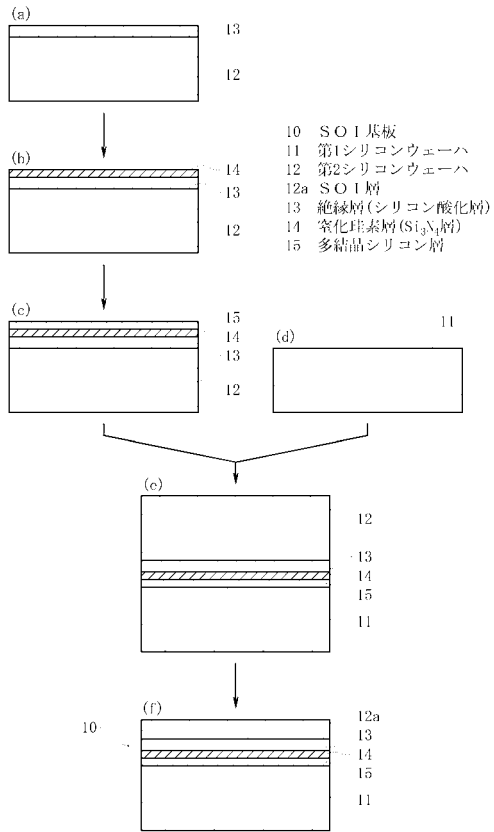
【符号の説明】

【0016】

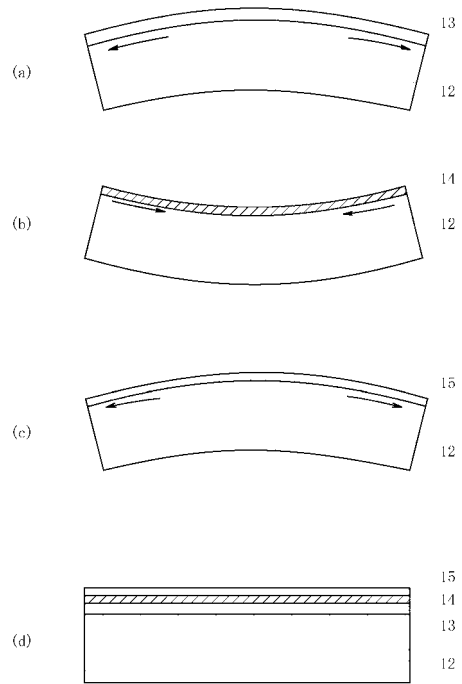
- 10 SOI 基板
- 11 第 1 シリコンウェーハ
- 12 第 2 シリコンウェーハ
- 12a SOI 層
- 13 絶縁層 (シリコン酸化層)
- 14 窒化珪素層 (Si₃N₄ 層)
- 15 多結晶シリコン層

30

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

【要約の続き】