

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3698359号

(P3698359)

(45) 発行日 平成17年9月21日(2005.9.21)

(24) 登録日 平成17年7月15日(2005.7.15)

(51) Int. Cl.⁷

F I

HO 1 L 21/76	HO 1 L 21/76	R
HO 1 L 21/265	HO 1 L 27/12	E
HO 1 L 27/12	HO 1 L 21/265	Q
	HO 1 L 21/265	J
	HO 1 L 21/265	Z

請求項の数 31 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2001-136570 (P2001-136570)
 (22) 出願日 平成13年5月7日(2001.5.7)
 (65) 公開番号 特開2002-9145 (P2002-9145A)
 (43) 公開日 平成14年1月11日(2002.1.11)
 審査請求日 平成13年5月7日(2001.5.7)
 (31) 優先権主張番号 09/567095
 (32) 優先日 平成12年5月8日(2000.5.8)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390009531
 インターナショナル・ビジネス・マシー
 ズ・コーポレーション
 INTERNATIONAL BUSIN
 ESS MASCHINES CORPO
 RATION
 アメリカ合衆国10504 ニューヨーク
 州 アーモンク ニュー オーチャード
 ロード
 (74) 代理人 100086243
 弁理士 坂口 博
 (74) 代理人 100091568
 弁理士 市位 嘉宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 SIMOX (酸素注入による分離) 工程のために埋込み酸化膜厚さをパターン形成する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板への酸素注入を実行するステップと、
 高温アニーリング中の注入酸素拡散を制御するために、前記基板の少なくとも一部分の
 上にマスクを堆積するステップと、
 前記マスクをパターン形成するステップと、
 前記基板をアニールして埋込み酸化膜を形成するステップと
 をこの順に行い、
 前記マスクによって被覆される領域では、アニーリング雰囲気中に直接さらされる領域よ
 り薄い埋込み酸化膜ができる、
 パターン形成埋込み酸化膜 (BOX) の形成方法。

【請求項 2】

前記基板がシリコン・ウェハを含み、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記マスクが、酸化物の上に形成された窒化物の上に形成された低温酸化物 (LTO) の 3 層構造を含むアニール・マスクを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記マスクが、フォトリソグラフィおよび反応性イオン・エッチング (RIE) を使用してパターン形成される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

基板を1300ないし1400のアニーリング温度でアニールし、前記アニーリングにより絶縁体上のシリコン(SOI)層が生成されるように、前記アニーリングを8%を超える酸素を含むアルゴンの雰囲気で行う、請求項1に記載の方法。

【請求項6】

前記雰囲気に直接さらされる開放領域に、マスクによって被覆された領域に形成される埋め込み酸化膜より厚い埋込み酸化膜が形成される、請求項1に記載の方法。

【請求項7】

横方向酸素拡散が、マスクされた領域に得られるパターン形成埋込み酸化膜のアニーリング雰囲気からマスクされたシリコン内への横方向酸素拡散を阻止するのに有効な最小面積を制限する、請求項1に記載の方法。

10

【請求項8】

パターン形成埋込み酸化膜の厚さが、所定の高温のアニーリング中に調整可能である、請求項1に記載の方法。

【請求項9】

前記埋め込み酸化膜を形成するステップの後に、前記基板の表面を平坦化するステップをさらに行う、請求項1に記載の方法。

【請求項10】

前記平坦化するステップが、

アニール・マスクを剥離するステップと、

前記基板の材料をエピタキシャル成長させて、前記基板の表面にあるトレンチを充填し

20

、前記表面を研磨するステップと、

前記基板を酸化によって所望の厚さまで薄くし、次いで酸化物を剥離するステップとをこの順で行う、請求項9に記載の方法。

【請求項11】

注入酸素量が前記埋込み酸化膜の厚さを制御し、前記マスクによって被覆された前記少なくとも一部分における前記埋込み酸化膜が断続することを可能にする、請求項1に記載の方法。

【請求項12】

前記注入の量を所定の水準未満に減少すると、前記マスクによって被覆された部分の下の埋込み酸化膜が形成されず、前記埋込み酸化膜が不連続な部分を有する、請求項1に記載の方法。

30

【請求項13】

前記埋め込み酸化膜を形成するステップの後に、

前記基板の表面を研磨するステップと、

前記基板の材料をエピタキシャル成長させるステップと

をさらにこの順に行う、

請求項1に記載の方法。

【請求項14】

前記基板がシリコン-ゲルマニウム(Si-Ge)基板を含む、請求項1に記載の方法

40

【請求項15】

前記基板がシリコンカーバイド(SiC)基板を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項16】

基板への酸素注入を実行するステップと、

高温アニーリング中の注入酸素拡散を制御するために、前記基板の少なくとも一部分の上にマスクを堆積するステップと、

前記基板をアニールして埋込み酸化膜を形成するステップと

をこの順に行い、

前記マスクによって被覆される領域では、アニーリング雰囲気に直接さらされる領域よ

50

り薄い埋込み酸化膜ができる、

パターン形成埋込み酸化膜の形成方法。

【請求項 17】

アニーリングの前にマスクをパターン形成するステップをさらに含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記マスクが、酸化物の上に形成された窒化物の上に形成された低温酸化物 (L T O) の 3 層構造を含むアニール・マスクを含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 19】

前記マスクが、フォトレジスト・リソグラフィおよび反応性イオン・エッチング (R I E) を使用してパターン形成される、請求項 16 に記載の方法。 10

【請求項 20】

基板を 1300 ないし 1400 のアニーリング温度でアニールし、前記アニーリングにより絶縁体上のシリコン (S O I) 層が生成されるように、前記アニーリングを 8 % を超える酸素を含むアルゴンの雰囲気で行う、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 21】

開放領域に、マスクによって被覆された領域に形成される埋め込み酸化膜より厚い埋込み酸化膜が形成される、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 22】

横方向注入拡散が、マスクされた領域に得られるパターン形成埋込み酸化膜のアニーリング雰囲気からマスクされたシリコン内への横方向酸素拡散を阻止するのに有効な最小面積を制限する、請求項 16 に記載の方法。 20

【請求項 23】

パターン形成埋込み酸化膜の厚さが、所定の高温のアニーリング中に調整可能である、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 24】

前記埋め込み酸化膜を形成するステップの後に、前記基板の表面を平坦化するステップをさらに行う、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 25】

前記平坦化するステップが、
アニール・マスクを剥離するステップと、
前記基板の材料をエピタキシャル成長させて、前記基板の表面にあるトレンチを充填するステップと、
前記表面を研磨するステップと、
前記基板を酸化によって所望の厚さまで薄くし、次いで酸化物を剥離するステップをこの順に行う、請求項 24 に記載の方法。 30

【請求項 26】

注入量が前記埋込み酸化膜の厚さを制御し、前記マスクによって被覆された前記少なくとも一部分における前記埋込み酸化膜が断続することを可能にする、請求項 16 に記載の方法。 40

【請求項 27】

前記注入の量を所定の水準未満に減少すると、前記マスクによって被覆された部分の下の埋込み酸化膜が形成されず、前記埋込み酸化膜が不連続な部分を有する、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 28】

前記埋め込み酸化膜を形成するステップの後に、
前記基板の表面を研磨するステップと、
前記基板の材料をエピタキシャル成長させるステップと
をさらにこの順に行う、
請求項 16 に記載の方法。 50

【請求項 29】

前記基板がシリコン基板を含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 30】

前記基板がシリコンカーバイド (SiC) 基板を含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 31】

前記基板がシリコン - ゲルマニウム (Si-Ge) 基板を含む、請求項 16 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、半導体デバイスの製造のための新規な技術に関し、さらに詳しくは、半導体デバイスのためにパターン形成埋込み酸化膜 (BOX) を作製する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

SOI (絶縁体上のシリコン) ウェハを使用して製造される相補型金属酸化膜半導体 (CMOS) 回路は、ラッチアップが無く、寄生ドレイン・ソース・キャパシタンスが低下し、浅い接合を形成し易く、ソフト・エラーに対する耐性が向上するなど、従来のバルク CMOS に勝る重要な利点を有する (例えば J.P. Colinge, Silicon-On-Insulator Technology: materials to VLSI, 2nd Ed., Kluwer Academic Publishers, 1997 を参照されたい)。

【0003】

SOI ウェハの用途は CMOS に限定されない。マイクロマシニング分野も、センサや断熱検出器の製造に SOI ウェハを使用する。SIMOX (酸素注入による分離) は現在、SOI (絶縁体上のシリコン) ウェハの製造に使用される主要技術である。SIMOX ウェハは、埋込み酸化膜 (BOX) の上に浅薄なシリコン層を有する。

【0004】

埋込み SiO₂ 膜 (BOX) は、シリコン・ウェハの表面の下に酸素イオンを注入し、次いでウェハを高温でアニールすることによって形成される (例えば、一般的なアニール温度は約 1300 ないし約 1400 である)。原子的に平坦な Si および SiO₂ 界面を持つ均一な連続した BOX が形成される。酸素注入中に、ウェハは一般的に約 600 ないし約 650 に加熱される。これは、注入中に注入損傷が「自己アニール」することを可能にする。注入量によって、温度ウィンドウは 200 から約 800 まで拡張することができる。標準量 (10¹⁸ cm⁻² など) の場合、約 500 より低い温度で注入を実行すると、トップ Si 層は注入損傷のため非晶質化し、Si オーバ層は、さらなるアニール後に多結晶質のまま維持される。高電流注入装置を使用すると、追加加熱無しでウェハ加熱が達成される。低ビーム電流注入装置の場合、外部加熱とビーム電流加熱の組合せを使用して、要求されるウェハ加熱が達成される。

【0005】

様々な BOX 厚さのパターン形成 BOX を作製するための従来の努力は、主としてマスクを通して酸素を注入することに的を絞っている。BOX 層は、酸素原子が注入マスクによって遮蔽されないか部分的に遮蔽される部分でのみ、形成される。しかし、この技術は、幾つかの理由から不利である。例えば、マスクの端縁領域の下に形成される高密度の欠陥 (例えば主として転位) がある。

【0006】

さらに、ウェハ製造の観点から、顧客から出荷されたウェハに SIMOX 注入用の顧客のマスクで注入を行うより、「すぐにアニールできる状態の SIMOX ウェハ」を出荷し、顧客がその上に顧客特有のマスクをレイアウトできるようにする方が望ましい。

【0007】

さらに、注入マスクによって保護された領域には BOX が形成されないので、1 回の注入だけでデジタル・パターン形成 BOX を生成することができる。2 つの BOX 厚さを持つ

10

20

30

40

50

S O I ウェハを得るためには、補足マスクを使用する 2 回目の注入が必要である。したがって、そのような工程のステップ数は増加し、よって工程は面倒かつ複雑になる。

【 0 0 0 8 】

さらに、従来の技術は、パターン形成 B O X を得るために、2 回のマスク注入を必要とする。1 回目の酸素注入の深さ位置と 2 回目の注入の深さ位置の位置合わせは、埋込み酸化膜が薄い場合には特に、容易には達成されない。この問題を図 1 0 および図 1 1 に示す。図 1 0 は望ましい B O X を示し、図 1 1 は位置ずれ B O X を示す。したがって、従来の技術では、第 1 B O X が必ずしも第 2 B O X に整合しない。

【 0 0 0 9 】

【 発明が解決しようとする課題 】

従来の方法および構造の上述およびその他の問題、弱点、および欠点に鑑みて、本発明の目的は、パターン形成埋込み酸化膜 (B O X) を形成する方法を提供することである。

【 0 0 1 0 】

別の目的は、高温アニーリング中に B O X の厚さを調整することである。

【 0 0 1 1 】

さらに別の目的は、選択的 B O X 注入の必要性をなくすことである。

【 0 0 1 2 】

さらになお別の目的は、S O I 膜が端縁領域における欠陥の密度に影響しないように、パターン形成 B O X を設けることである。

【 0 0 1 3 】

【 課題を解決するための手段 】

本発明の第 1 態様では、パターン形成埋込み酸化膜を形成する方法は、基板への注入を実行し、注入拡散を制御するために基板の少なくとも一部分の上にマスクを形成し、マスクをパターン形成し、基板をアニールして埋込み酸化膜を形成することを含み、マスクによって被覆される領域は、アニーリング雰囲気に直接さらされる領域より、埋込み酸化膜が薄くなる。

【 0 0 1 4 】

第 2 態様では、パターン形成埋込み酸化膜の形成方法は、基板への注入を実行し、注入拡散を制御するために基板の少なくとも一部分の上にマスクを形成し、基板をアニールして埋込み酸化膜を形成することを含み、マスクによって被覆される領域は、アニーリング雰 30
囲気に直接さらされる領域より埋込み酸化膜が薄くなる。

【 0 0 1 5 】

本発明の構造および方法の独特かつ非自明な態様により、パターン形成 B O X の厚さは、高温アニーリング中に調整することができる。

【 0 0 1 6 】

さらに、本発明の方法は、顧客 / 製品に特定の選択的 B O X 注入の必要性をなくし、したがって顧客に特定の要求をウェハ製造工程から分離する。その上、パターン形成 B O X は連続酸素注入から生成されるので、S O I 膜は、端縁領域の欠陥の密度に影響を及ぼさない。さらに、本発明では、第 1 (例えば薄い) B O X および第 2 (例えば厚い) B O X は同一注入によって生成されるので、第 1 B O X と第 2 B O X を整合させる必要性がない。 40

【 0 0 1 7 】

さらになお、酸素注入量を限界水準にまで減少させると、マスクで被覆された領域の下の B O X を完全にピンチ・オフさせることができる。これにより、酸素注入中に遮蔽マスクを使用することなく、「デジタル B O X 」の作製が可能になる (図 1 0 は、開放領域で連続した B O X が得られ、マスク領域の下で断続した (ほとんどピンチ・オフした) B O X が得られた断面を示す) 。

【 0 0 1 8 】

本発明は経験的に検証されており、パターン形成された S I M O X ウェハの例を断面写真で示す。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 9 】

【 発明の実施の形態 】

今、図面を、特に図 1 ないし図 1 0 を参照すると、本発明による方法および構造の好適な実施形態が示されている。

【 0 0 2 0 】

第 1 実施形態

図 1 ないし図 8、および図 1 0 を参照しながら、本発明に従ってパターン形成埋込み酸化膜を作製するための方法の第 1 実施形態について、以下で説明する。

【 0 0 2 1 】

図 1 を参照すると、最初に注入物 3 (例えば酸素、埋込み窒素膜を形成するための窒素、またはそれらの組合せ; 例示の目的で、以下の説明では酸素を使用する) が、約 3 0 K e V ないし約 4 0 0 K e V、より好ましくは 2 1 0 K e V のエネルギーおよび約 6 0 0 ないし 6 5 0 の間のウェハ温度を使用して、基板 1 (シリコン、シリコン - ゲルマニウム (S i G e)、シリコンカーバイド (S i C) 等で形成される; 例示の目的で、以下の説明ではシリコン基板を使用する) に注入される。使用される一般的な注入酸素量は、 $1 0^{18} \text{ cm}^{-2}$ または $2 \times 1 0^{17}$ ないし $4 \times 1 0^{17} \text{ cm}^{-2}$ の範囲である。所望の S O I および B O X の厚さによって、他の注入エネルギーおよび酸素量を使用することができる。注入領域は、図 1 に参照番号 2 で示す。

10

【 0 0 2 2 】

その後、図 2 に示すように、高温アニーリング中の酸素拡散を制御するためのマスクを堆積し、パターン形成する。このマスクをアニール・マスクと呼ぶ。そのようなマスクの典型的構造は、酸化物 (例えば厚さ 5 0 n m) 3 の上に形成された 1 0 0 n m の窒化物 4 の上に形成された 5 0 0 n m の低温酸化物 (L T O) 5 の 3 層構造である。他の構成および厚さもまた、実施可能である。

20

【 0 0 2 3 】

マスクは、従来のフォトレジスト・リソグラフィおよび反応性イオン・エッチング (R I E) を使用して、パターン形成される。マスク・パターン形成を図 3 に示す。

【 0 0 2 4 】

埋込み酸化膜 (B O X) を形成するために、ウェハは約 1 3 0 0 ないし約 1 4 0 0 のアニーリング温度でアニールされる。アニーリングは、酸素を約 8 % より多く、しかし一般的には 2 0 % 含むアルゴンの雰囲気内で実行される。アニーリングにより、S O I 層 6 が生成される。マスクによって被覆された領域には、アニーリング雰囲気に直接さらされる領域より薄い B O X 7 ができる。開放領域には厚い B O X 8 が形成される。例えば、薄い B O X 7 の典型的厚さは、約 1 0 n m ないし約 1 0 0 n m の範囲内であることが好ましく、約 4 0 n m であることがより好ましい。対照的に、厚い B O X 8 の典型的厚さは、約 1 0 0 n m ないし約 4 0 0 n m の範囲内であることが好ましく、約 1 0 0 n m であることがより好ましい。比較的厚い B O X と比較的薄い B O X の比は、用途によって異なることに注意されたい。同じことは、上述の好適な B O X の厚さにも当てはまる。アニールによって形成されたパターン形成 B O X を図 4 に示す。

30

【 0 0 2 5 】

図 5 は、第 1 実施形態による発明的方法 5 0 0 の流れ図を示し、これは図 1 ないし図 4 の処理ステップを示している。

40

【 0 0 2 6 】

具体的には、図 5 のステップ 5 0 1 で、基板の少なくとも一部分 (例えば、ブランク・シリコン・ウェハの少なくとも一部分) に酸素注入が行われる。

【 0 0 2 7 】

ステップ 5 0 2 では、アニーリング中の酸素拡散を制御するために、基板上にマスクが形成される。

【 0 0 2 8 】

ステップ 5 0 3 で、マスクがパターン形成され、ステップ 5 0 4 で、高温 (例えば、約 1

50

300 ないし約1400 の間の温度で)アニーリングが行われて、絶縁体上のシリコン層が生成される。マスクによって被覆された領域には、アニーリング雰囲気から直接さらされた領域より薄い埋込み酸化膜ができる。

【0029】

横方向の酸素拡散は、得られる最小パターン形成BOX領域を制限することがあることに注意されたい。すなわち、マスクされた領域では、アニーリング雰囲気からの酸素がシリコン内へ拡散することが阻止される。しかし、雰囲気からマスクされたシリコン内への酸素の横方向拡散のため、マスクの端縁には遷移領域がある。遷移領域の大きさは、拡散特性距離によって決定される。この特性距離は、主としてアニール温度および酸素濃度に依存する。マスクされた領域が拡散距離より小さければ、マスクングはBOXへの酸素供給を阻止するのに有効ではなく、マスクの下にはより厚いBOXが得られる。

10

【0030】

本発明の第1実施形態の方法により、高温アニーリング中にパターンBOXの厚さを調整することができる。また、顧客/製品特定の選択的BOX注入の必要が無く、したがって、顧客特定の要求がウェハ製造工程から分離される。さらに、パターン形成BOXは連続酸素注入から生成されるので、SOI膜は、端縁領域における欠陥密度に影響を及ぼさない。

【0031】

実際、従来の方法(例えば、遮蔽マスクを用いて酸素の選択的注入に基づいてパターン形成BOXを生成する)に比した本発明の利点を、表1に明瞭に示す。

20

【表1】

表1

遮蔽マスクを介する注入	本発明
マスクの端縁における転位	マスクの端縁における転位無しで、パターン形成BOXの厚さを連続的に調整する
厚いBOXと薄いBOXを得るには、2回の注入と2つの注入マスクが必要である	注入中にマスクは不要である。2つのBOX厚さを持つSOIウェハを得るには、マスクが1つだけ必要である
ウェハ製造 - 各ロットは製品/顧客に依存する	全ての出発ウェハは同一である;顧客特定のパターン

30

【0032】

第2実施形態

図9を参照しながら、本発明の第2実施形態を以下で説明する。

40

【0033】

具体的には、上述の第1実施形態の工程の1つの欠点は、SOIの頂面が平坦でないことである。状況によっては、これは望ましくないかもしれない。したがって、平坦化された表面を希望する場合、図9に示すように、本発明の方法900の第2実施形態を利用することができる。第2実施形態は、第1実施形態が実行された後で実行されることに注意されたい。

【0034】

すなわち、ステップ901で、アニール・マスクを剥離する(例えば、好ましくは選択的エッチングによって)。例えば、窒化物マスクは、リン酸(H_3PO_4)によって剥離することができ、LTOおよびパッド酸化物はフッ化水素酸(DHF 10:1)で剥離され

50

る。

【0035】

次いで、ステップ902で、シリコンをエピタキシャル成長させる。このエピタキシャル成長工程により、十分に厚い膜が成長すると、全てのトレンチが充填される。そのような厚さは、平坦化しなければならないトポグラフィに依存する。例えば、シリコン・エピタキシは一般的に、表面段差を減少または完全に除去する傾向がある。膜の堆積をどのくらい厚くすべきかは、トレンチの寸法に非常に大きく依存する。また、最初にCMPによって平坦化し、後でやっとエピタキシを適用して、所望のSOIの厚さを得ることも可能である。

【0036】

ステップ903で、シリコンの表面を、例えば化学機械研磨(CMP)によって研磨する。

【0037】

最後に、ステップ904で、SOIを酸化によって希望の厚さ(例えば、希望の用途によって異なる)まで薄くし、次いで酸化物を剥離する。

【0038】

したがって、第2実施形態により、多くの用途に望ましい平坦化表面が生成される。

【0039】

本発明を幾つかの好適な実施形態の点から説明したが、本発明が請求の範囲に記載する発明の精神および範囲内で変更を加えて実施できることを、当業者は理解されるであろう。

【0040】

例えば、この方法はパターン形成BOXに焦点を置いているが、マスクを用いたアニーリングをパターン形成無しで使用して、より薄いBOXを得ることができる。

【0041】

まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0042】

(1) 基板への注入を実行するステップと、
注入拡散を制御するために、前記基板の少なくとも一部分の上にマスクを形成するステップと、

前記マスクをパターン形成するステップと、

前記基板をアニールして埋込み酸化膜を形成するステップと

を含み、前記マスクによって被覆される領域では、アニーリング雰囲気中に直接さらされる領域より薄い埋込み酸化膜ができる、パターン形成埋込み酸化膜(BOX)の形成方法。

(2) 前記基板がシリコン・ウェハを含み、前記注入が酸素注入を含む、上記(1)に記載の方法。

(3) 前記マスクが、酸化物の上に形成された窒化物の上に形成された低温酸化物(LTO)の3層構造を含むアニール・マスクを含む、上記(1)に記載の方法。

(4) 前記マスクが、フォトレジスト・リソグラフィおよび反応性イオン・エッチング(RIE)を使用してパターン形成される、上記(1)に記載の方法。

(5) 基板を約1300ないし約1400のアニーリング温度でアニールし、前記アニーリングにより絶縁体上のシリコン(SOI)層が生成されるように、前記アニーリングを約8%を超える酸素を含むアルゴンの雰囲気中で実行する、上記(1)に記載の方法。

(6) 前記雰囲気中に直接さらされる開放領域により厚い埋込み酸化膜が形成される、上記(1)に記載の方法。

(7) 横方向酸素拡散が、得られるパターン形成埋込み酸化膜の最小面積を制限する、上記(1)に記載の方法。

(8) パターン形成埋込み酸化膜の厚さが、所定の高温のアニーリング中に調整可能である、上記(1)に記載の方法。

(9) 前記基板の表面を平坦化することをさらに含む、上記(1)に記載の方法。

(10) 前記方法がさらに、

10

20

30

40

50

アニール・マスクを剥離するステップと、

前記基板の材料をエピタキシャル成長させて、そこにあるトレンチを充填し、

前記表面を研磨するステップと、

前記基板を酸化によって所望の厚さまで薄くし、次いで酸化物を剥離する

ステップとを含む、上記(9)に記載の方法。

(11) 酸素量が前記埋込み酸化膜の厚さを制御し、前記マスクによって被覆された前記少なくとも一部分における前記埋込み酸化膜のピンチ・オフを可能にする、上記(1)に記載の方法。

(12) 前記注入の量を所定の水準未満に減少すると、前記マスクによって被覆された前記少なくとも一部分で前記埋込み酸化膜が不連続になる、上記(1)に記載の方法。

10

(13) 前記基板の表面を平坦化するステップと、

前記基板の材料をエピタキシャル成長させるステップと

をさらに含む、上記(1)に記載の方法。

(14) 前記基板がシリコン-ゲルマニウム(Si-Ge)基板を含む、上記(1)に記載の方法。

(15) 前記基板がシリコンカーバイド(SiC)基板を含む、上記(1)に記載の方法。

(16) 前記注入が窒素注入を含む、上記(1)に記載の方法。

(17) 前記注入が酸素および窒素の注入を含む、上記(1)に記載の方法。

(18) 基板への注入を実行するステップと、

20

注入拡散を制御するために、前記基板の少なくとも一部分の上にマスクを形成するステップと、

前記基板をアニールして埋込み酸化膜を形成するステップと

を含み、前記マスクによって被覆される領域では、アニーリング雰囲気中に直接さらされる領域より薄い埋込み酸化膜ができる、パターン形成埋込み酸化膜の形成方法。

(19) アニーリングの前にマスクをパターン形成するステップ

をさらに含む、上記(18)に記載の方法。

(20) 前記マスクが、酸化物の上に形成された窒化物の上に形成された低温酸化物(LTO)の3層構造を含むアニール・マスクを含む、上記(18)に記載の方法。

(21) 前記マスクが、フォトレジスト・リソグラフィおよび反応性イオン・エッチング(RIE)を使用してパターン形成される、上記(18)に記載の方法。

30

(22) 基板を約1300ないし約1400のアニーリング温度でアニールし、前記アニーリングにより絶縁体上のシリコン(SOI)層が生成されるように、前記アニーリングを約8%を超える酸素を含むアルゴンの雰囲気で行う、上記(18)に記載の方法。

(23) 開放領域により厚い埋込み酸化膜が形成される、上記(18)に記載の方法。

(24) 横方向注入拡散が、得られるパターン形成埋込み酸化膜の最小面積を制限する、上記(18)に記載の方法。

(25) パターン形成埋込み酸化膜の厚さが、所定の高温のアニーリング中に調整可能である、上記(18)に記載の方法。

40

(26) 前記基板の表面を平坦化するステップをさらに含む、上記(18)に記載の方法。

(27) 前記方法がさらに、

アニール・マスクを剥離するステップと、

前記基板の材料をエピタキシャル成長させて、そこにあるトレンチを充填するステップと、

前記表面を研磨するステップと、

前記基板を酸化によって所望の厚さまで薄くし、次いで酸化物を剥離することを、上記(26)に記載の方法。

(28) 注入量が前記埋込み酸化膜の厚さを制御し、前記マスクによって被覆された前記

50

少なくとも一部分における前記埋込み酸化膜のピンチ・オフを可能にする、上記(18)に記載の方法。

(29) 前記注入の量を所定の水準未満に減少すると、前記マスクによって被覆された前記少なくとも一部分で前記埋込み酸化膜が不連続になる、上記(18)に記載の方法。

(30) 前記基板の表面を平坦化するステップと、
前記基板の材料をエピタキシャル成長させるステップ
とをさらに含む、上記(18)に記載の方法。

(31) 前記注入が酸素注入を含む、上記(18)に記載の方法。

(32) 前記基板がシリコン基板を含む、上記(18)に記載の方法。

(33) 前記基板がシリコンカーバイド(SiC)基板を含む、上記(18)に記載の方法。 10

(34) 前記注入が窒素注入を含む、上記(18)に記載の方法。

(35) 前記注入が酸素および窒素の注入を含む、上記(18)に記載の方法。

(36) 前記基板がシリコン-ゲルマニウム(Si-Ge)基板を含む、上記(18)に記載の方法。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の方法に従って酸素注入により処理された構造物の断面図である。

【図2】本発明の方法に従って酸化物パッド上に堆積されたマスクを含む、図1に提示した構造物の断面図である。

【図3】マスクがパターン形成された状態の図2の構造物の断面図である。 20

【図4】本発明の方法に従ってアニールした後の図3の構造物の断面図である。

【図5】本発明の第1実施形態による発明的な方法の流れ図である。

【図6】本発明の方法によって形成された発明的な構造の走査型電子顕微鏡写真(SEM)であり、マスクで被覆された領域では薄いBOXが見られ、開放領域(窒化物マスクの無い領域)ではより厚いBOXが見られる。

【図7】本発明の方法によって形成された発明的な構造の走査型電子顕微鏡写真(SEM)であり、マスクで被覆された領域では薄いBOXが見られ、開放領域(窒化物マスクの無い領域)ではより厚いBOXが見られる。

【図8】本発明の方法によって形成された発明的な構造の走査型電子顕微鏡写真(SEM)であり、マスクで被覆された領域では薄いBOXが見られ、開放領域(窒化物マスクの無い領域)ではより厚いBOXが見られる。 30

【図9】本発明の第2実施形態による発明的な方法の流れ図である。

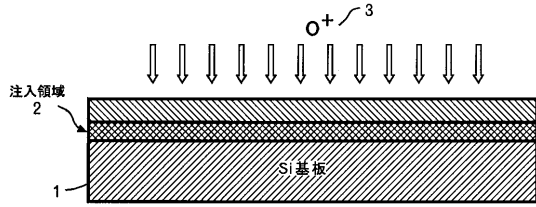
【図10】従来の技術の問題点を示す断面図であり、望ましいBOXを示す。

【図11】従来の技術の問題点を示す断面図であり、位置ずれBOXを示す。

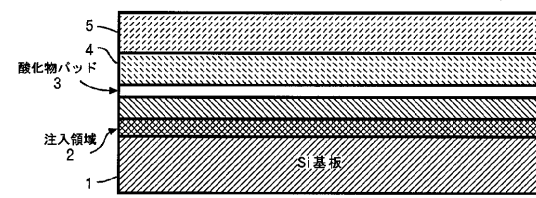
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 注入領域
- 3 埋込み酸化物
- 4 窒化物
- 5 低温酸化物
- 6 SOI層
- 7 薄いBOX
- 8 厚いBOX

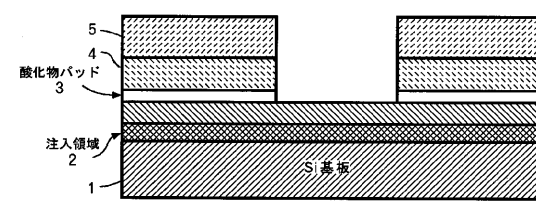
【図1】



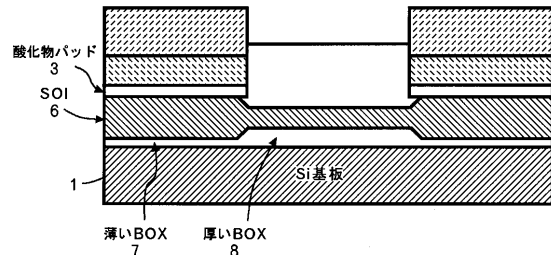
【図2】



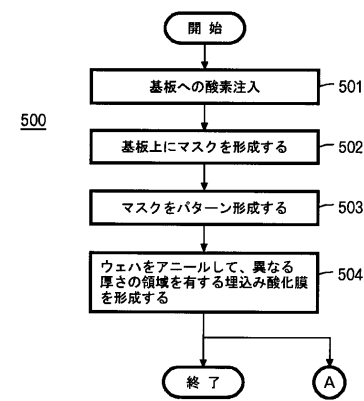
【図3】



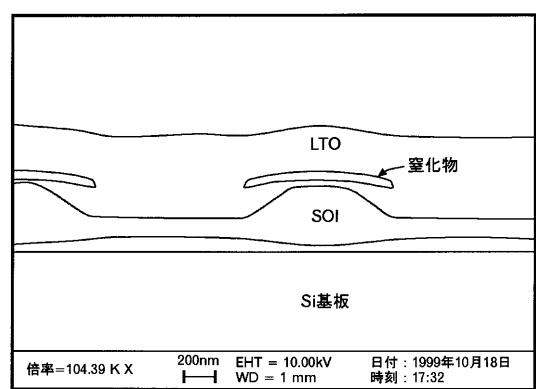
【図4】



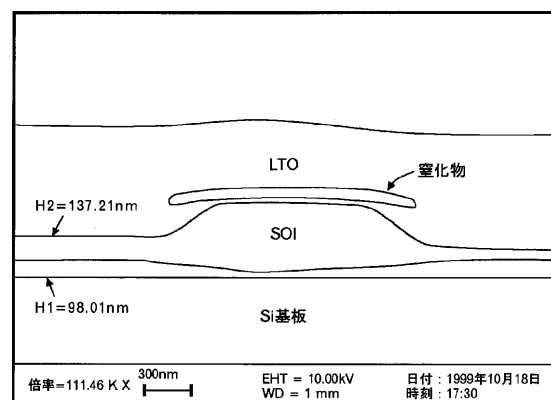
【図5】



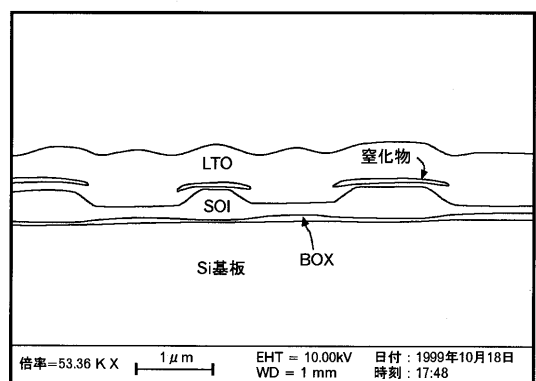
【図6】



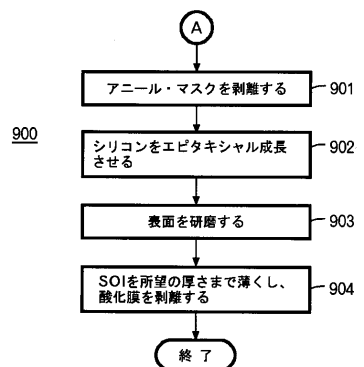
【図8】



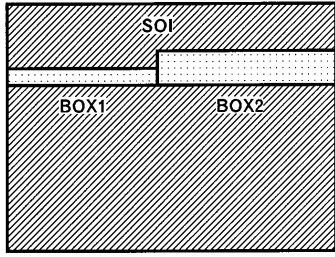
【図7】



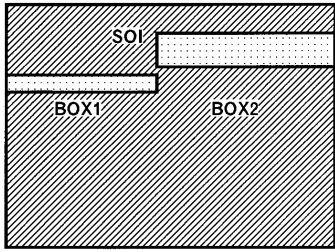
【図9】



【 1 0 】



【 1 1 】



フロントページの続き

(72)発明者 ガイ・モシュ・チェン

アメリカ合衆国 1 0 5 4 7 ニューヨーク州モヒガン・レイク ニュー・チャレット・ドライブ
1 5 7

(72)発明者 デヴェンドラ・クマー・サダナ

アメリカ合衆国 1 0 5 7 0 ニューヨーク州プレザントヴィル スカイ・トップ・ドライブ 9 0

審査官 宇多川 勉

(56)参考文献 特開平 0 7 - 3 3 5 8 9 8 (J P , A)

特開平 0 4 - 1 8 0 2 5 0 (J P , A)

特開平 0 2 - 0 0 7 4 6 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B名)

H01L 21/76

H01L 21/265

H01L 27/12