

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3683705号
(P3683705)

(45) 発行日 平成17年8月17日(2005.8.17)

(24) 登録日 平成17年6月3日(2005.6.3)

(51) Int. Cl.⁷

H01L 21/76

F I

H01L 21/76

L

請求項の数 3 (全 7 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平10-98968 (22) 出願日 平成10年4月10日(1998.4.10) (65) 公開番号 特開平10-294362 (43) 公開日 平成10年11月4日(1998.11.4) 審査請求日 平成11年12月22日(1999.12.22) (31) 優先権主張番号 08/824703 (32) 優先日 平成9年4月14日(1997.4.14) (33) 優先権主張国 米国(US)</p> <p>前置審査</p>	<p>(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</p> <p>(74) 代理人 100086243 弁理士 坂口 博</p> <p>(74) 代理人 100091568 弁理士 市位 嘉宏</p> <p>(74) 代理人 100108501 弁理士 上野 剛史</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 浅いトレンチを充填する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

1つの深さ及び幅を有するトレンチと該トレンチを確定する窒化物の基準面とを有する基板の前記トレンチを前記基準面まで充填し平面化する方法であって、

前記トレンチ深さに充填マージンを加えた厚さを有する酸化物の第1充填層を前記トレンチおよび前記基準表面を覆って付着させことにより、前記トレンチ上の第1充填層は、前記充填マージンの分だけ前記基準表面より高い上部表面と、該上部表面から前記基準表面上の第1充填層の上部表面に至るショルダ部分とを有するように、第1充填層を付着させる段階と、

前記トレンチおよび前記基準表面上に、前記トレンチ深さから研磨マージンを引いた厚さを有するポリシリコンの一時充填層を付着させる段階と、

前記トレンチおよび前記基準表面上に、前記研磨マージンの厚さを有する研磨停止層を付着させることにより、前記トレンチ上の上部表面上にある前記研磨停止層の停止面と、前記基準表面上の第1充填層の上部表面とが同一平面になるように、付着させる段階と、

前記トレンチ上の上部表面上にある前記研磨停止層上に研磨マスクを形成する段階と、前記研磨マスクの外側にある前記研磨停止層を除去する段階と、

前記一時充填層をポリシリコンCMPプロセスにより研磨し、前記研磨停止層の停止面および前記基準表面上にある第1充填層の上部表面で研磨を停止させ、前記基準表面上にある第1充填層の上部表面と同一の平坦となる平面状表面を形成する段階と、

10

20

前記研磨停止層、第1充填層、及び前記一時充填層をエッチングするエッチング剤を使用して研磨マージンの厚さ分だけ前記平面状表面をエッチングし、前記トレンチ上の前記一時充填層のカバー部分を残して、前記平面状表面の平坦性を保存する段階と、

前記カバー部分の外側にある前記第1充填層の表面部分が前記トレンチ上の前記第1充填層の上部表面と同一平面に至るまで、前記第1充填層を前記基準表面より前記充填マージン分の上の部分まで優先的にエッチングすることにより、前記平面状表面を破壊する段階と、

前記一時充填層はエッチングするが前記第1充填層はエッチングしないエッチング剤を使用して、前記トレンチのカバー部の一時充填層を除去する段階と、

前記第1充填層を酸化物CMPプロセスにより研磨して、前記基準表面でこれを停止する段階とを備え、 10

前記平面状表面を形成する段階は、前記ポリシリコンCMPプロセスの酸化物に対するポリシリコンの高い選択性のため前記平面状表面を良好に平面化し、前記基準表面で研磨を停止する段階において、前記酸化物CMPプロセスが窒化物に対する酸化物の低い選択性を有する場合であっても、良好な平面化が可能とする方法。

【請求項2】

エッチングによって前記平面状表面を破壊する前記段階は、前記トレンチの上に、前記第1充填層の少なくとも1つのスタブ部分上に前記一時充填層の層を含む構造を残す、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記充填マージンが前記トレンチ深さの15パーセントであり、前記研磨マージンが100nmである、請求項1又は2に記載の方法。 20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明の分野は、分離のために酸化物を充填した浅いトレンチを使用するシリコン集積回路加工の分野である。

【0002】

【従来の技術】

厚さの制限および酸化中の拡散による横方向への広がりがあるLOCOS（局所シリコン酸化）分離と比較して、サブミクロン級の集積回路加工における素子分離のための垂直な壁面を有する浅いトレンチが幾何学的に有利であることは、当技術分野では良く知られている。 30

【0003】

トレンチを充填した後で、トレンチに入れた物質を除去することなく、トレンチ以外の領域を覆う充填物質を除去する必要がある。このプロセスは、その結果、充填したトレンチの表面が回路の残りの部分と同一表面になるので、平面化と呼ばれる。

【0004】

多くの方法のうちの1つが、IBMテクニカル・ディスクロージャ・ブルテン、Vol. 32、No. 9A（1990年2月）の439ページに例示されている。この方法では、薄いポリシリコンの層および厚い酸化物層を、酸化物充填層を覆って付着させる。厚い酸化物層を活性領域および狭いトレンチからエッチングによって除去し、別のポリシリコン層を付着させ、幅の広いトレンチを覆う厚い酸化物を研磨止めとして使ってそれを研磨することにより、平面状表面を形成する。平面状表面が形成された後で、ポリシリコンと酸化物を同じ速度で腐食するエッチャント中で残りの酸化物およびポリシリコン層をエッチングする。この方法は比較的速いが、研磨しなければならない酸化物が厚いため、プロセス・ウィンドウが小さくなるという欠点がある。この方法には、歩留まりを低下させるスクラッチが研磨工程中に形成されるという欠点もある。 40

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、プロセスの製造性および歩留まりを改善する、浅い分離トレンチを充填する方法に関する。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明の特徴は、中間の上側平面層を形成し、次いで厚い酸化物の下側層を選択的にエッチングすることによりその平面性を破壊することである。

【0007】

【発明の実施の形態】

次に図1を参照すると、真直ぐな側面を生成する従来のドライ・エッチング（または反応性イオン・エッチング）プロセスによって2つの分離トレンチ20が切削されたシリコン基板10が示されている。これらのトレンチには、分離材料である酸化物(SiO_2)が充填される。トレンチは、特定のプロセスについてのグラウンド・ルールが許す程度に小さく、例えば最小線幅が $3.5\mu m$ であるプロセスの場合には約 $1.5\mu m$ となる。トレンチの深さは矢印22で示し、これは例えば $0.48\mu m$ である。この図は同一比率で拡大したのではなく、様々な寸法は説明を分かりやすいように描いてある。例えば、トレンチ20の間の領域はトランジスタを保持することになる活性領域であり、その左側のより大きい領域はワイヤを接続するためのものである。トレンチの外側の領域は、最初の厚さが例えば $110nm$ の、上部表面15（トレンチ酸化物の最上部がこれを基準とするので基準表面と呼ぶ）を有する従来のパッド窒化物(Si_3N_4)12で覆われる。

【0008】

垂直方向のステップの大きさを小さく保つことにより歩留まりが改善されるので、（いくつかのトランジスタに接続するにはトレンチ材料を横切らなければならないため）トレンチ内に入れる分離材料の最上部をトランジスタの接点の表面と同一平面にすることが望ましいことに当業者なら気付くであろう。そのためには、分離材料の最上部の高さが活性領域の最上部と接近していることが必要である。単純な方法としては、従来の化学機械式研磨(CMP)を使用し、パッド窒化物を研磨止めとして使用して酸化物を研磨するものがある。窒化物は酸化物よりはるかに堅く、トレンチが覆う面積は回路の残りの部分よりもはるかに小さいので、パッド窒化物は良好な研磨止めとなる。このような単純なプロセスには、プロセス・ウィンドウが小さく、CMPスクラッチが生じるという欠点があり、当技術分野では、これよりもかなり複雑なプロセスを使用する。IBMテクニカル・ディスクロージャ・ブルテンに開示の方法では、例えば、3つの追加層と一連のエッチングおよび研磨段階を使用して、上側平面状表面を生成し、これはその後残りの材料を除去する間も保存される。

【0009】

図2を参照すると、トレンチ深さ22にトレンチ20および窒化物12を覆う充填マージン（全体的な公称厚さが $560nm$ の場合は例えば $80nm$ ）を加えた厚さを有する酸化物充填層110を付着させる段階を含む、いくつかの中間段階後の同じ領域が示されている。その結果、充填層110のトレンチ20より上にある上部表面115は、充填層110の最下部分の充填マージンの分だけ基準表面15より高くなる。充填層の最下部分は、充填層のショルダ部分と呼ばれる層110中の段によって基準表面から分離される。

【0010】

充填層110の上には、トレンチ20および基準表面15の上に着させた、トレンチ深さ22から研磨マージンを引いた厚さの一時ポリシリコン（ポリシリコン）充填層120と、研磨マージンと等しい厚さの酸化物研磨停止層130がある。例えば、層110は $560nm$ の厚さを有し、研磨停止層130は $100nm$ の厚さを有する。このように寸法を選択した結果、トレンチ20の上にある研磨停止層130の上部表面135は、基準表面15の上にある充填層110の上部表面115とほぼ同一平面になる。

【0011】

これらの層が形成された後、フォトレジスト研磨マスク40を研磨停止層130上に、充填層110の最下部分の上、すなわちトレンチ20の上に直接付着させてパターン化する

10

20

30

40

50

。次いで研磨停止層 130 の研磨マスク 40 の外側を、例えば従来の反応性イオン・エッチングまたはウェット・エッチングによってエッチングし、一時層を露出させて除去する。

【0012】

図3は、層130を取り除き、一時層120を従来のCMPで研磨し、研磨層130の上部表面135および充填層110の上部表面115で研磨を停止し、それにより充填層110の上部表面115と同一平面とした、ウェハ全域の上側平面状表面を形成した結果を示す図である。ここではこの構造は、上側平面状表面が存在するIBMテクニカル・ディスクロージャ・ブルテン参照の構造と全般的に同様であるが、下側層の組成および構造は異なる。IBMテクニカル・ディスクロージャ・ブルテンの方法に従うと、構造は表面15の下までエッチングおよび研磨されることになる。

10

【0013】

その代わりに、例えば CF_4 および CHF_3 を約4:1の比率で使用したAME5000エッチング・ツール中での従来の非選択的RIEプロセスによって、研磨停止層130、充填層110の薄い一部分、および研磨停止層130と充填層110の間にある一時層120の小セグメントを図3に線133で示す深さまで除去し、それによりトレンチ20の上にある一時層120のカバー部分を残して、平面状表面133を保存する。このプロセスでは、酸化物、ポリシリコン、および窒化物が同じ速度でエッチングされるので、平面性は保存される。

【0014】

次に、AME5000エッチング・ツールで、一時層120に影響を及ぼすことなく充填層110を優先的にエッチングする選択的プロセスによって、ほぼ等しい量の CF_4 および CHF_3 を使用して一時層120のカバー部分の外側すなわちトレンチ20の外側にある充填層110の部分をトレンチ20深さ未満の除去深さまでエッチングすることにより、上側平面状表面133を破壊する。この除去深さは充填層110の厚さ未満であり、残りの酸化物の薄い層を残して、基準表面15の上にある充填層110の上部表面117がトレンチの上方にある充填層110の対応する元の上部表面115と同一平面になるようになっている。

20

【0015】

その結果を図4に示す。この図から、カバー部分120の外側をエッチングする段階により、層110のスタブ113が残ることが分かる。これらのスタブは次の研磨動作中に比較的大きな部片に折れ、トレンチ充填の表面に傷を付ける可能性があるため、当業者ならこのようなスタブを残すプロセスを回避するであろう。その結果生じるパッド酸化物の酸化物ストリップはこのような割れを拡大させて、歩留まりを低下させる可能性がある。

30

【0016】

次いで、従来の選択的RIEを使用して、一時層はエッチングするが充填層110はエッチングしないエッチング化学薬品(約6:1の比率の SF_6 および NF_3)を使用する時限エッチングによって、トレンチを覆う一時層120の残り部分を除去する。最後に、「タッチアップ」研磨(100nm未満の層を除去する研磨)により、充填層110の最後の薄い部分を除去し、パッド窒化物12の基準表面15でこれを停止する。

40

【0017】

ポリシリコンを充填層110まで平面化した後、従来通りなら次の段階は引き続きパッド窒化物まで研磨することになるはずなので、従来技術のより単純なプロセスの代わりに、パッド窒化物の上にある充填層をエッチングし、その後ポリシリコン120の残部分を除去するという余分の段階を実行しようとは当業者なら考えないであろう。その代わりに、時限エッチングを使用して、ポリシリコン120の下にある層110の上部表面と同じになるように計算されたレベルまで充填層110をエッチングする。ポリシリコンCMPプロセスはポリシリコンと酸化物の間の高い選択性(~200:1)により、充填層まで良く平面化するが、酸化物CMPプロセスは、窒化物に対する酸化物の選択性が低い(~1.5:1)ので、厚い酸化物層を除去する際にはそれほど良く平面化しない。窒化物の

50

上にある充填層をエッチングし、残りのポリシリコンを除去する余分の段階は、基本的には酸化物CMPを「事前平面化」するものであり、その結果、酸化物の「タッチアップ」CMP研磨のみが必要となり、これによりプロセス・ウィンドウおよび製造性は大きく改善される。

【0018】

プロセス・ウィンドウはロバストである。多数の実験により、オペレータがプロセスを調整しない状態で、窒化物12および酸化物10の最初の厚さの基準を満たすウェハで、プロセスの最後に失格になるものは0.1%未満であることが示されている。さらに、プロセス後の層12および110の均一性は、プロセス前の均一性より高い。

【0019】

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。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のある段階における集積回路の一部を示す図である。

【図2】本発明の図1に続く段階における集積回路の一部を示す図である。

【図3】本発明の図2に続く段階における集積回路の一部を示す図である。

【図4】本発明の図3に続く段階における集積回路の一部を示す図である。

【図5】本発明の結果を示す図である。

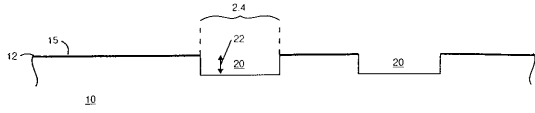
【符号の説明】

- 10 基板
- 12 パッド窒化物
- 20 トレンチ
- 40 フォトレジスト研磨マスク
- 110 充填層
- 115 充填層の上部表面
- 120 一時ポリシリコン(ポリシリコン)充填層
- 130 研磨停止層
- 135 研磨停止層の上部表面

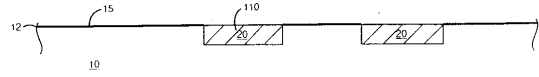
10

20

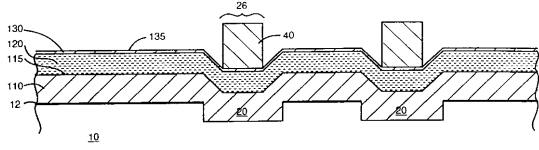
【 図 1 】



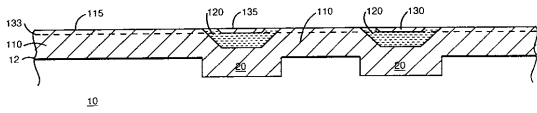
【 図 5 】



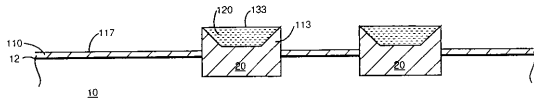
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ベルンハルド・フィーグル
アメリカ合衆国12590 ニューヨーク州ワッピンガーズ・フォールズ タウン・ビュー・ド
ライブ 207
- (72)発明者 ワルター・グラスハウザー
ドイツ82041 ダイゼンホーフェン リングシュトラウセ 113
- (72)発明者 マックス・ジー・レヴィ
アメリカ合衆国12590 ニューヨーク州ワッピンガーズ・フォールズ セントラル・アベニ
ュー 13
- (72)発明者 ビクター・アール・ナスターシ
アメリカ合衆国12533 ニューヨーク州ホープウェル・ジャンクション オービット・レー
ン 11

審査官 井原 純

- (56)参考文献 特開平02-017637(JP,A)
特開平03-148155(JP,A)
特開平05-326690(JP,A)
特開平07-086393(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H01L 21/76