(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4560294号
(P4560294)

(45)発行日　平成22年10月13日(2010.10.13)　(24)登録日　平成22年7月30日(2010.7.30)

(51)Int.Cl.　F I

H01L 21/304	(2006.01)	H01L	21/304	622D
B24B 37/00	(2006.01)	H01L	21/304	622X
H01L 21/306	(2006.01)	B24B	37/00	H
		H01L	21/306	M

請求項の数 3　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願2003-581246(P2003-581246)
(86)(22)出願日　平成15年3月25日(2003.3.25)
(65)公表番号　特表2005-522031(P2005-522031A)
(43)公表日　平成17年7月21日(2005.7.21)
(86)国際出願番号　PCT/US2003/009118
(87)国際公開番号　WO2003/083920
(87)国際公開日　平成15年10月9日(2003.10.9)
審査請求日　平成18年2月16日(2006.2.16)
(31)優先権主張番号　60/367,402
(32)優先日　平成14年3月25日(2002.3.25)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　504089426
ローム　アンド　ハース　エレクトロニック　マテリアルズ　シーエムピー　ホウルディングス　インコーポレイテッド
アメリカ合衆国　デラウェア州　１９７１３、ニューアーク、ベルヴュー・ロード　４５１
(74)代理人　100078662
弁理士　津国　肇
(74)代理人　100075225
弁理士　篠田　文雄
(74)代理人　100113653
弁理士　束田　幸四郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】タンタルバリア除去溶液

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

半導体ウェーハからタンタルバリア材料を除去するために有用なケミカルメカニカルプラナリゼーション溶液であって、非鉄金属のためのインヒビターを０．０２～５重量％、非鉄金属のための錯化剤を０～１０重量％、ホルムアミジン、ホルムアミジン塩、ホルムアミジン誘導体、グアニジン、グアニジン誘導体、グアニジン塩、およびこれらの混合物よりなる群から選ばれるタンタル除去剤を０．１～６重量％、砥粒を０～５重量％未満、および残余の水を含み、かつ、溶液は、酸化剤を含まず、７～１２のｐＨを有し、かつ、ウェーハに対する垂直方向の微細多孔性ポリウレタン研磨パッド圧力が２０．７kPa未満で測定したとき、少なくとも３：１の窒化タンタル：ＴＥＯＳ選択比を有する溶液。

【請求項２】

タンタル除去剤が、塩酸グアニジン、硫酸グアニジン、塩酸アミノグアニジン、酢酸グアニジン、炭酸グアニジン、硝酸グアニジン、ホルムアミジン、ホルムアミジンスルフィン酸、酢酸ホルムアミジン、およびこれらの混合物よりなる群から選ばれる、請求項１記載の溶液。

【請求項３】

溶液が砥粒を含まない、請求項１又は２記載の溶液。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

発明の背景

本発明は、半導体ウェーハ材料のケミカルメカニカルプラナリゼーション（ＣＭＰ）に関し、そしてより詳細には、下側に絶縁体が存在する状況下において半導体ウェーハのバリア材料を除去するためのＣＭＰ組成物および方法に関する。

【０００２】

一般的に、半導体ウェーハは、シリコンのウェーハおよび絶縁層を有しており、この絶縁層内には回路配線のためのパタンを形成するように配置された複数のトレンチが含まれている。このパターニング配置は、通常ダマシン構造またはデュアルダマシン構造を有する。バリア層はそのパターニングされた絶縁層を覆い、そして金属層がそのバリア層を覆う。この金属層は、パターニングされたトレンチを金属で充填して回路配線を形成するために少なくとも十分な厚さを有する。

【０００３】

ＣＭＰ法は、多くの場合、複数の平坦化工程を含む。たとえば、第１工程は、下側のバリア絶縁層から金属層を除去する。第１工程の研磨は、金属層を除去し、その一方で、金属充填トレンチを有するウェーハ上に平滑で平坦表面を残して、被研磨面に対して平坦な回路配線を与える。第１工程の研磨では、過剰な配線金属、たとえば銅を、初期に高速度で除去するのが一般的である。たとえば、Leeらは、ＥＰ Pat.Pub.第１０７２６６２号Ａ１において、砥粒組成物の絶縁体除去速度を加速するための研磨促進剤として、グアニジンの使用を開示している。第１工程の除去操作後、第２工程の研磨では、半導体ウェーハ上に残留するバリアを除去することができる。この第２工程の研磨は、半導体ウェーハの、下側にある絶縁層からバリアを除去し、その絶縁層上に平坦な被研磨面を与える。

【０００４】

不幸にして、ＣＭＰ法は、多くの場合、望まざる金属まで、回路配線から余分に除去したり、またはディッシングを引き起こしたりする。このディッシングは、第１工程の研磨と第２工程の研磨の両方から発生し得る。許容レベルを超えるディッシングは、回路配線における寸法欠損の原因となる。回路配線中のこの“薄くなった”領域は、電気信号を減衰させることになり、またデュアルダマシン構造の連続的構成を損う。

【０００５】

バリアは、典型的には、金属、金属合金または金属間化合物、たとえばタンタルまたは窒化タンタルである。バリアは、ウェーハ内の層間の移動または拡散を妨げる層を形成する。たとえば、バリアは、銅または銀のような配線金属が、隣接する絶縁体の中へ拡散していくのを防止する。バリア材料は、大部分の酸によるコロージョンに対して耐性がなければならず、それによって、ＣＭＰ用の液状研磨組成物中の溶解に耐性がなければならない。さらにまた、これらのバリア材料は、ＣＭＰスラリー中および固定砥粒パッドからの研磨砥粒による除去に耐える強靭さを示すものであってよい。

【０００６】

エロージョンとは、ＣＭＰ法によって絶縁層の一部分が除去されることから生じる、絶縁層表面における望まざるリセスを意味する。トレンチ中の金属に隣接して発生するエロージョンは、回路配線中に寸法欠陥を生じさせる。この欠陥は、回路配線により伝達される電気信号の減衰の原因になり、そしてディッシングと同様にデュアルダマシン構造の継続的な構成の妨げになる。バリアの除去速度対金属回路または絶縁層の除去速度の比は、選択比として知られている。

【０００７】

大部分のバリア材料は、磨耗による除去および溶解による除去に対して耐性があるため、ＣＭＰによって除去するのが難しい。一般的なバリア除去用スラリーは、バリア材料を除去するために、液状研磨組成物中で高い砥粒濃度、たとえば少なくとも７．５重量％を必要とする。しかし、このような高砥粒濃度を有するスラリーは、絶縁層に対して有害なエロージョンを与える傾向があり、結果として、銅配線のディッシング、エロージョンおよびスクラッチを生じさせる。これに加えて、高砥粒濃度は、半導体ウェーハからｌｏｗ－ｋ絶縁層のピーリングまたはデラミネーションを起こす可能性がある。

【０００８】
タンタルバリア材料を選択的に除去するための改良されたＣＭＰ組成物に関して未だ達成されていない要求がある。特に、絶縁体エロージョンを低減し、および金属配線のディッシング、エロージョンおよびスクラッチを低減しつつ、選択的にタンタルバリア材料を除去するようなＣＭＰ組成物の要求がある。さらにまた、半導体ウェーハからｌｏｗ－ｋ絶縁層をピーリングすることなしに、タンタルバリア材料を除去したいという願望がある。

【０００９】
発明の開示

本発明は、タンタルバリア材料を除去するために有用なケミカルメカニカルプラナリゼーション溶液であって、酸化剤を０～２５重量％、非鉄金属のためのインヒビターを０～１５重量％、非鉄金属のための錯化剤を０～２０重量％、ホルムアミジン、ホルムアミジン塩、ホルムアミジン誘導体、グアニジン誘導体、グアニジン塩、およびこれらの混合物よりなる群から選ばれるタンタル除去剤を０．０１～１２重量％、砥粒を０～５重量％、ポリマー粒子およびポリマーコートされた被覆粒子よりなる群から選ばれる粒子を全部で０～１５重量％、および残余の水を含み、かつ、ウェーハに対する垂直方向の微細多孔性ポリウレタン研磨パッド圧力が２０．７kPa（３psi）未満で測定したとき、少なくとも３：１の窒化タンタル：ＴＥＯＳ選択比を有する溶液を提供する。

【００１０】
加えて、本発明は、半導体ウェーハからタンタルバリア材料を除去するためのケミカルメカニカルプラナリゼーション方法であって、タンタルバリア材料および絶縁体を含むウェーハ基板を、ホルムアミジン、ホルムアミジン塩、ホルムアミジン誘導体、グアニジン誘導体、グアニジン塩、およびそれらの混合物よりなる群から選ばれるタンタル除去剤を含む研磨溶液と接触させることと、ウェーハ基板を研磨パッドで研磨して、ウェーハ基板からタンタルバリア材料を、絶縁体に対するÅ／minで表わされる除去速度よりも大きい除去速度で除去することと、を含む方法を提供する。

【００１１】
詳細な説明

本発明の溶液および方法は、タンタルバリア材料を除去するために、予期しなかった選択比を提供する。溶液は、タンタルバリア材料を選択的に除去するために、ホルムアミジン、ホルムアミジン塩、ホルムアミジン誘導体、たとえばグアニジン、グアニジン誘導体、グアニジン塩、およびそれらの混合物よりなる群から選ばれるタンタルバリア除去剤に依存している。溶液は、絶縁体エロージョンを低減し、および金属配線、たとえば銅配線のディッシング、エロージョンおよびスクラッチを低減しつつ、バリア材料を選択的に除去する。そのうえ、溶液は、半導体ウェーハからタンタルバリア材料を、ｌｏｗ－ｋ絶縁層のピーリングまたはデラミネーションを起こすことなしに除去する。

【００１２】
溶液は、タンタルバリア材料を除去するバリア除去剤に依存する。本明細書の意味に関して、タンタルバリアとは、タンタル、タンタル含有合金、タンタルベースの合金、およびタンタル金属間化合物をいう。この溶液は、タンタル、タンタルベースの合金、およびタンタル金属間化合物、たとえば炭化タンタル、窒化タンタルおよび酸化タンタルに対して特別な結果を有している。スラリーは、パターニングされた半導体ウェーハからタンタルバリアを除去するのにもっとも有効である。

【００１３】
タンタルバリア除去剤は、ホルムアミジン、ホルムアミジン塩、ホルムアミジン誘導体、たとえばグアニジン、グアニジン誘導体、グアニジン塩、またはそれらの混合物であってよい。これらのタンタル除去剤は、タンタルバリア材料に対して強い親和性を有しているようにみえる。タンタルに対するこの親和性は、限られた砥粒で、または場合により砥粒をまったく使用しないでも、バリア除去速度を加速することができる。この限られた砥粒の使用は、絶縁体および金属配線よりも大きい速度でタンタルバリアを除去する研磨を

可能にする。特に有効なグアニジン誘導体および塩は、塩酸グアニジン、硫酸グアニジン、塩酸アミノグアニジン、酢酸グアニジン、炭酸グアニジン、硝酸グアニジン、ホルムアミジン、ホルムアミジンスルフィン酸、酢酸ホルムアミジン、およびそれらの混合物を含む。有利には、この溶液は、タンタル除去剤を０．０１～１２重量％含有する。本明細書ではすべての濃度を重量％で表わす。もっとも有利には、この溶液は、タンタル除去剤を０．１～１０重量％含有し、そして大部分の用途では、０．２～６重量％のタンタル除去剤濃度が十分なバリア除去速度を与える。

【００１４】

タンタル除去剤は、残余の水を含有する溶液において、広いｐＨ範囲にわたって効力を提供する。この溶液の有用なｐＨ範囲は、少なくとも２～１２に広がっている。さらに、溶液は、付随的な不純物を制限するため、残余の脱イオン水に、もっとも好都合に依存する。

【００１５】

場合により、溶液は、酸化剤を０～２５重量％含有する。有利には、場合による酸化剤は０～１５重量％の範囲である。酸化剤は、酸性ｐＨレベルで形成可能な酸化タンタルフィルム、そして特に、５以下のｐＨレベルで形成可能なこれらのフィルムを除去する場合に、溶液を助勢することに、特に有効である。酸化剤は、数多くの酸化剤、たとえば過酸化水素（H_2O_2）、モノ過硫酸塩、ヨウ素酸塩、過フタル酸マグネシウム、過酢酸および他の過酸類、過硫酸塩、臭素酸塩、過ヨウ素酸塩、硝酸塩、鉄塩、セリウム塩、Ｍｎ（III）、Ｍｎ（IV）およびＭｎ（VI）の塩、銀塩、銅塩、クロム塩、コバルト塩、ハロゲン次亜塩素酸塩、およびそれらの混合物、の少なくとも１種類であってよい。さらにまた、酸化剤化合物の混合物を用いることが、多くの場合に有利である。好ましいバリア金属研磨スラリーは、過酸化水素酸化剤を含む。研磨スラリーが、たとえば過酸化水素のような不安定な酸化剤を含有するときは、多くの場合、使用の時点でスラリーに酸化剤を混合するのがもっとも有利である。

【００１６】

典型的な非鉄金属回路は、銅、銅ベース合金、銀、および銀ベース合金を含む。場合により、溶液は、静的エッチングまたは他の除去機構による配線除去の速度を制御するためのインヒビターを０～１５重量％含有する。インヒビター濃度を調節すると、静的エッチングから金属を保護することによって配線金属の除去速度が調節される。有利には、溶液は、場合によって使用するインヒビターを０～１０重量％含有する。インヒビターは、インヒビター類の混合物からなっていてよい。アゾールインヒビターは、銅および銀の配線にとって特に効果的である。一般的なアゾールインヒビターは、ベンゾトリアゾール（ＢＴＡ）、トリルトリアゾール、イミダゾール、および他のアゾール化合物類を含む。もっとも有利には、スラリーは、銅または銀配線の静的エッチングを抑制するためにアゾールを全体で０．０２～５重量％含有する。ＢＴＡは、銅および銀にとって特に効果的なインヒビターである。

【００１７】

インヒビターに加えて、溶液は、非鉄金属のための錯化剤を０～２０重量％含有してもよい。錯化剤は、存在する場合、非鉄金属配線の溶解によって形成される金属イオンの析出を阻止する。もっとも有利には、溶液は、非鉄金属のための錯化剤を０～１０重量％含有する。例としての錯化剤は、酢酸、クエン酸、エチルアセト酢酸、グリコール酸、乳酸、リンゴ酸、シュウ酸、サリチル酸、ジエチルジチオカルバミン酸ナトリウム、コハク酸、酒石酸、チオグリコール酸、グリシン、アラニン、アスパラギン酸、エチレンジアミン、トリエチレンジアミン、マロン酸、グルテル酸、３－ヒドロキシ酪酸、プロピオン酸、フタル酸、イソフタル酸、３－ヒドロキシサリチル酸、３，５－ジヒドロキシサリチル酸、没食子酸、グルコン酸、ピロカテコール、ピロガロール、タンニン酸、これらの塩および混合物を含む。有利には、錯化剤は、酢酸、クエン酸、エチルアセト酢酸、グリコール酸、乳酸、リンゴ酸、シュウ酸、およびこれらの混合物よりなる群から選ばれる。もっとも有利には、錯化剤はクエン酸である。

【００１８】
タンタル除去剤を使用すると、低い砥粒濃度、たとえば５重量％未満の砥粒濃度を用いた研磨が容易になる。５重量％未満の砥粒を含有する研磨溶液で研磨することで、絶縁体のÅ／minで表わされる除去速度より少なくとも３倍大きい速度で、簡単にタンタルバリア材料を除去することができる。１重量％未満の砥粒を含有する研磨溶液で研磨すると、絶縁体のÅ／minで表わされる除去速度より少なくとも５倍大きい速度で、簡単にタンタルバリア材料を除去することができる。一般的な砥粒は、ダイヤモンド粒子ならびに金属の酸化物、ホウ化物、炭化物および窒化物、およびそれらの混合物を含む。もっとも有利には、砥粒は、添加するなら、アルミナ、セリアおよびシリカ、およびそれらの混合物よりなる群から選ばれる。絶縁体エロージョン速度を極度に低減するには、研磨溶液は、有利には０．０９重量％未満の砥粒、そしてもっとも有利には０．０５重量％未満の砥粒を含む。溶液は、砥粒がゼロ濃度レベルでも有効ではあるが、少量の砥粒は、研磨くずの除去を容易にする。スクラッチの抑制には、溶液は有利には平均粒径２００nm未満、そしてもっとも有利には平均粒径１００nm未満の砥粒を含む。

【００１９】
研磨くず除去のために、溶液は、ポリマー粒子またはポリマーコート粒子を全部で０～１５重量％含有してよい。これらの“ポリマー”粒子は、絶縁体のエロージョンまたは配線の磨耗、ディッシングもしくはエロージョンの有害な影響なしに、研磨くずの除去を容易にする。もっとも有利には、溶液は、ポリマー粒子またはポリマーコート粒子を全部で０～１０重量％含有する。界面活性剤またはポリマー、たとえばポリビニルピロリドンは、砥粒と結合してポリマーコート粒子を提供する。

【００２０】
研磨溶液はまた、配線金属の表面仕上げを制御するために、たとえば塩化アンモニウムのようなレベリング剤を含んでもよい。これに加えて、溶液は、場合により、生物学的汚染を抑制するための殺菌剤を含有してよい。たとえば、Neolone（登録商標）M-50殺菌剤プロピレングリコール中の２－メチル－４－イソチアゾリン－３－オン（Rohm and Haas社）は、多くの用途のために効果的な殺菌剤を提供する。

【００２１】
溶液は、ウェーハに対する垂直方向の微細多孔性ポリウレタン研磨パッド圧力が２０．７kPa（３psi）未満で測定したとき、少なくとも３：１の窒化タンタル：ＴＥＯＳ選択比を提供する。選択比を決定するのに役立つ特定の研磨パッドは、Politex微細多孔性ポリウレタン研磨パッドである。有利には、溶液は、ウェーハに対する微細多孔性ポリウレタン研磨パッドの実測垂直圧力が２０．７kPa（３psi）未満で測定したとき、少なくとも５：１の窒化タンタル：ＴＥＯＳ選択比を提供し、そしてもっとも有利には、この範囲は、最低で１０：１である。そして、溶液は、１００：１を超える窒化タンタル：ＴＥＯＳ選択比を提供することができる。ｐＨ、酸化剤濃度およびタンタル除去剤濃度を調節すると、タンタルバリア除去速度が調節される。インヒビター、酸化剤、錯化剤およびレベリング剤の濃度を調節すると、配線金属のエッチング速度が調節される。

【実施例】

【００２２】
例の中で、数字を付したものは本発明の例を表わし、そして文字を付したものは比較例を表わす。加えて、すべての例の溶液は、Neolone（登録商標）M-50殺菌剤プロピレングリコール中の２－メチル－４－イソチアゾリン－３－オンを０．０１重量％、および塩化アンモニウム光沢剤を０．０１重量％含有していた。

【００２３】
例１

この実験では、ＴａＮバリア、Ｔａバリア、ＴＥＯＳの絶縁層、すなわち、オルトケイ酸テトラエチル前駆体を加工して誘導した、二酸化ケイ素のｌｏｗ－ｋバージョン、および銅の除去速度を測定した。特に試験では、第２工程の研磨操作における、特定のタンタル除去剤、酸化剤およびインヒビターの効果を決定した。Strausbaugh研磨機でPolitexポ

リウレタン研磨パッド（Rodel社）を用い、ダウンフォース条件２０．７kPa（約３psi）および研磨溶液流量２００mL/min、プラテン速度１２０rpm、およびキャリア速度１１４rpmの条件下で、試料を平坦化した。研磨溶液はＫＯＨとHNO_3を用いてｐＨ＝９に調節し、そしてすべての溶液は脱イオン水を含有していた。さらに、研磨用液は、平均粒径５０nmを有するシリカ砥粒を１重量％含有していた。

【００２４】

【表１】

表1

溶液	添加剤	重量%	BTA 重量%	H_2O_2 重量%	TaN Å/min	TEOS Å/min	Cu Å/min	Ta Å/min
A		0	0.1		25, 11	30	146	
1	GAA	3.0	0.2		1055	17	143	
2	GS	3.0	0.2		1610	40	170	1340
3	GHCL	2.5	0.2		1758	70	68	
4	GHCL	2.5	0.2	0.8	601	27	601	
5	GHCL	2.5	0.2	1.8	563	24	195	
6	GHCL	2.5	0.2	2.8	565	26	165	
7	GHCL	2.0	0.8		2200	57	-19	1935
8	GHCL	1.0	0.8		2203	88	193	2034
9	AGHCL	2.5	0.8		1763	66	204	
10	GHCL	2.0	0.05		1221	56	75	1765
11	FS	3.0	0.20		1123,1153	142		
12	FA	3.0	0.20		2197	-5	99	

【００２５】

ＧＡＡ＝酢酸グアニジン、ＧＳ＝硫酸グアニジン、ＧＨＣＬ＝塩酸グアニジン、ＡＧＨＣＬ＝塩酸アミノグアニジン、ＢＴＡ＝ベンゾトリアゾール、ＴａＮ＝窒化タンタル、ＴＥＯＳ＝オルトケイ酸テトラエチル（絶縁体）、Ｃｕ＝銅（金属）、Ｔａ＝タンタルバリア、ＦＳ＝ホルムアミジンスルフィン酸、およびＦＡ＝酢酸ホルムアミジン。

【００２６】

上記の表は、グアニジンおよびホルムアミジン化合物が、絶縁体および配線金属と対比して、タンタルバリア材料に高い除去選択比を提供していることを示している。加えて、試験では、ＴａおよびＴａＮの除去が、同一の研磨溶液を用いて研磨した場合には、同程度の大きさであることが確認された－溶液２，７，８および１０を参照。しかしながら、溶液４～６の過酸化水素酸化剤は、試験のｐＨにおいてはＴａＮ除去速度を減少させた。ただし、この速度は、グアニジンまたはホルムアミジン化合物を含まない比較溶液Ａで達成される速度よりは、はるかに大きい。

【００２７】

これらのデータは、グアニジンおよびホルムアミジンバリア除去剤が、すべての場合に、ＴａＮバリア層の除去速度として、少なくとも１，０００Å／minの速度を提供することを示している。表１に示された溶液７および１０は、コロージョンインヒビターＢＴＡがバリア除去速度を大きくすることを明らかにしている。特に、ＴａＮ除去速度は、ＢＴＡ濃度が０．０５重量％から０．８重量％に増加すると、１２２１Å／minから２２００Å／minへと増加した。

【００２８】

例２

例２の試験では、例１の溶液および装置を使用したが、溶液は、いかなるシリカ砥粒の添加を含まなかった。

【００２９】

【表２】

表2

溶液	添加剤	重量%	BTA 重量%	TaN Å/min	TEOS Å/min	Cu Å/min
13	GHCL	1.0	0.05	1072	-1	110
14	GHCL	1.0	0.20	1051	-1	49
15	GHCL	0.5	0.20	1373	-2	12
16	GHCL	1.0	0.20	1587	-3	9
17	GHCL	3.0	0.20	1042	-4	6

【００３０】

上記のデータは、溶液から砥粒を取り除くと、絶縁体の除去速度が検出不能な除去速度へと減少することを明らかにしている。これらの溶液は、少なくとも１００：１のＴａＮ：ＴＥＯＳ選択比を有している。

【００３１】

例３

例３の試験では、例１の溶液および装置を使用したが、溶液は、種々のｐＨレベルを有していた。

【００３２】

【表３】

表3

溶液	添加剤	重量%	pH	TaN Å/min	TEOS Å/min	Cu Å/min
18	GHCL	1.0	11	1166	-4	32
19	GHCL	1.0	7	211	-4	37
20	GHCL	1.0	5	10	-4	26
21	GHCL	1.0	3	9	-3	29

【００３３】

これらのデータは、研磨溶液の高ｐＨレベルにおける有用性を示している。低ｐＨレベルにおいては、この溶液は以下の例４に示すように、酸化剤の添加を必要としている。

【００３４】

例４

この例は、低ｐＨ溶液に酸化剤を添加することの有効性を例証している。具体的には、この試験は、H_2O_2を０．６重量％含有するｐＨ３および５の溶液について、ダウンフォース１３．８kPa（２psi）、プラテン速度１２０rpm、キャリア速度１１４rpmおよびスラリー流速２００mL/minの条件によった。

【００３５】

【表４】

表4

溶液	H_2O_2 重量%	GHC 重量%	pH	シリカ 重量%	BTA	Ta Å/min	TaN Å/min	Cu Å/min
B	0.6	0	3	2%	0.10%	45	183	132
22	0.6	0.5	3	2%	0.10%	>1000	2060	77
C	0.6	0	5	2%	0.10%	29	107	148
23	0.6	0.5	5	2%	0.10%	>1000	1537	107
24	0.6	1	5	2%	0.10%	>1000	1753	109

【００３６】

上記のデータは、H_2O_2は、低ｐＨ溶液に酸化剤を添加することによって、達成される除去速度を有意に増加することを示している。

【００３７】

例５

例５の試験では、例１の溶液および装置を用い、表５に記載した研磨条件によった。溶液は、ｐＨ８．０における水と、ＢＴＡを０．２０％、ＧＨＣＬを１％、クエン酸を０．５％、Neolone M50を０．０１％、および平均粒径１２nmのコロイダルシリカを０．０１％含有していた。

【００３８】

【表５】

表5

ﾀﾞｳﾝﾌｫｰｽ psi	ﾀﾞｳﾝﾌｫｰｽ kPa	プラテン RPM	キャリア RPM	流量 ml/min.	TaN Å/min	TEOS Å/min	Cu Å/min
(1)	6.9	120	114	200	745	3	0 -5
(2)	13.8	120	114	200	1658	4	28
(3)	20.7	120	114	200	2619	5	57

【００３９】

表４に示す実験は、グアニジン化合物が、金属、すなわち既知のバリア金属であるＴａＮを、６．９～２０．７kPa（１～３psi）という低いダウンフォースで、十分な除去速度および選択比を維持しながら除去することを示している。加えて、コロイダルシリカ０．０１重量％は、僅かな変化しかもたらさなかったが、残留しているＴａＮの削りかすを取り除いて、ＴａＮ表面層の不均一な除去を減少させた。

【００４０】

本明細書の意味に関して、絶縁体という用語は、ｌｏｗ－ｋおよび超ｌｏｗ－ｋ絶縁材料を含む誘電率ｋを有する半導電性材料をいう。本発明の方法は、通常の絶縁体およびｌｏｗ－ｋ絶縁材料にほとんど影響を与えることなしに、タンタルバリア材料を除去する。本発明の溶液は、砥粒をほとんど、またはまったく使用せずに、低圧（すなわち２１．７kPa未満）および高タンタル選択比で、効果的なバリア除去速度を提供するため、低い絶縁体エロージョン速度を維持しながらの研磨を容易にする。本明細書の溶液および方法は、以下を含む複合ウェーハ構成要素のエロージョンを防止するのに非常にすぐれている：多孔性および非多孔性ｌｏｗ－ｋ絶縁体、有機および無機ｌｏｗ－ｋ絶縁体、有機シリケートガラス（ＯＳＧ）で、化学記号$Si_wC_xO_yH_z$（ここで、ｗ、ｘ、ｙおよびｚは、原子数を表わす）により同定されるもの、フルオロシリケートガラス（ＦＳＧ）、炭素ドープ酸化物（ＣＤＯ）、ＴＥＯＳ、すなわちオルトケイ酸テトラエチルから誘導されたシリカ、およびいずれかの硬質マスク材料、たとえばＴＥＯＳ、$Si_wC_xO_yH_z$、ＳｉＣＨ、Si_xN_y、$Si_xC_yN_z$およびＳｉＣ。

【００４１】

有利には、研磨溶液は、エロージョン抑制のために５重量％未満の砥粒を含有し、そしてこれを用いた研磨が、タンタルバリア材料を、絶縁体のＡ／minで表わされる除去速度より少なくとも３倍大きい速度で除去する。もっとも有利には、研磨溶液は、エロージョンをさらに抑制するために１重量％未満の砥粒を含有し、そしてこれを用いた研磨が、タンタルバリア材料を、絶縁体のＡ／minで表わされる除去速度より、少なくとも５倍大きい速度で除去する。

【００４２】

本発明の溶液および方法は、タンタルバリア材料、たとえばタンタル、窒化タンタル、および酸化タンタルを除去するための、非常にすぐれた選択比を提供する。溶液は、低減された絶縁体エロージョンを維持しながら、タンタルバリア材料を選択的に除去する。たとえば、溶液は、検出可能なＴＥＯＳの損失なしに、そしてｌｏｗ－ｋ絶縁層のピーリングまたはデラミネーションを起こすことなしに、タンタルバリアを除去することができる。さらに、溶液は、銅配線のディッシング、エロージョンおよびスクラッチを低減させる。

フロントページの続き

(72)発明者　ビアン，チンル
アメリカ合衆国、デラウェア　１９７１３、ニューアーク、３シー、チェスウォルド・ブールバード　４６

審査官　馬場　進吾

(56)参考文献　特開２００１－２４７８５３（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－０８５３７５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01L 21/304
B24B 37/00
H01L 21/306