

(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2016-52988
(P2016-52988A)

(43) 公開日 平成28年4月14日(2016.4.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C O 1 G 25/02 (2006.01)	C O 1 G 25/02	
C O 1 G 25/00 (2006.01)	C O 1 G 25/00	
B 2 4 B 37/00 (2012.01)	B 2 4 B 37/00	H
H O 1 L 21/304 (2006.01)	H O 1 L 21/304	6 2 2 D

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2015-201032 (P2015-201032)
 (22) 出願日 平成27年10月9日 (2015.10.9)
 (62) 分割の表示 特願2013-544886 (P2013-544886) の分割
 原出願日 平成23年12月28日 (2011.12.28)
 (31) 優先権主張番号 61/427,747
 (32) 優先日 平成22年12月28日 (2010.12.28)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 593150863
 サンゴバン セラミックス アンド プラスティクス、インコーポレイティド
 アメリカ合衆国、マサチューセッツ、ワーセスター、ニュー ボンド ストリート 1
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康徳
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ジルコニア粒子を含む粒状物

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 化学機械的研磨スラリーに適用できるジルコニア粒子を含む粒状物の提供。

【解決手段】 粒状物であって、少なくとも110nmから350nm以下までの範囲の平均粒径、少なくとも5.5g/cm³の密度、少なくとも11m²/gの比表面積、および少なくとも6.3のpHの等電点を有するジルコニア粒子を含み、前記等電点は、溶液全量に対して、前記ジルコニア粒子を0.01重量%含む水溶液中で測定されたものであり、前記ジルコニア粒子が、単斜晶系ZrO₂、正方晶系ZrO₂、立方晶系ZrO₂粒子、またはそれらの組合せを含む、粒状物。

【選択図】 図2

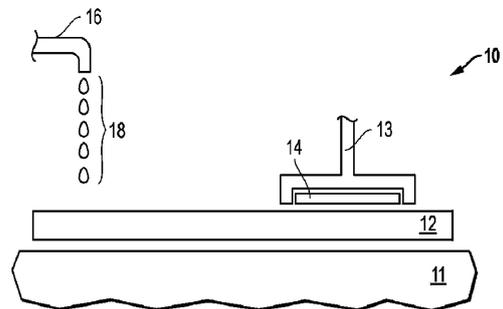


FIG. 2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

粒状物であって、

少なくとも 110 nm から 350 nm 以下までの範囲の平均粒径、少なくとも 5.5 g/cm^3 の密度、少なくとも $11\text{ m}^2/\text{g}$ の比表面積、および少なくとも 6.3 の pH の等電点を有するジルコニア粒子を含み、前記等電点は、溶液全量に対して、前記ジルコニア粒子を 0.01 重量% 含む水溶液中で測定されたものであり、

前記ジルコニア粒子が、単斜晶系 ZrO_2 、正方晶系 ZrO_2 、立方晶系 ZrO_2 粒子、またはそれらの組合せを含む、粒状物。

10

【請求項 2】

前記ジルコニア粒子の密度が、 5.8 g/cm^3 以下である、請求項 1 に記載の粒状物。

【請求項 3】

前記ジルコニア粒子の比表面積が、 $11\text{ m}^2/\text{g} \sim 25\text{ m}^2/\text{g}$ の範囲である、請求項 1 に記載の粒状物。

【請求項 4】

前記ジルコニア粒子が、 $15\text{ nm} \sim 26\text{ nm}$ の平均細孔径を有する、請求項 1 に記載の粒状物。

【請求項 5】

前記ジルコニア粒子が、正方晶系 ZrO_2 および / または立方晶系 ZrO_2 粒子であり、Ce、Y、または Ca を用いてドーブされている、請求項 1 に記載の粒状物。

20

【請求項 6】

前記ジルコニア粒子は、 7.0 超の pH の等電点を有する、請求項 5 に記載の粒状物。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書の開示は、ジルコニア粒子を含む研磨スラリーおよびその研磨スラリーを使用する方法を目的としている。

30

【背景技術】

【0002】

研磨は、マイクロエレクトロニクス産業の中で広く使用されている。機能素子のサイズが小さくなるほど、ワークピースを平坦化させて、リソグラフィ操作を適切に実施することが可能とすることが必要とされる。また別な用途においては、ある種の金属たとえば銅が、ドライエッチング法によっては容易に除去されない。金属層が、パターン化された絶縁層の上、およびそのパターン化された絶縁層の内部に堆積されるような場合においては、インレイドプロセスシーケンスを実施することができる。研磨を使用して、そのパターン化された層の開口部に存在している金属を除去し、接点、ビア、または相互連結に相当するインレイド金属パターンを残すことが可能である。

40

【0003】

マイクロエレクトロニクス産業においては、研磨は、化学機械的研磨（化学 - 化学機械的平坦化とも呼ばれる）として実施されるが、それには、ワークピースの露出された表面と研磨スラリーの成分との間の化学反応または相互作用が含まれ、研磨生成物（polishing product）が形成される。研磨スラリー中の研磨材粒子が、研磨生成物を除去して、ワークピースの下層部分を露出させる。研磨は、実質的に平坦な表面が得られるか、十分は量の層が除去されるか、他の基準に適合するようになるか、またはそれらの各種組合せになるまで続けられる。化学機械的研磨スラリーの開発は、困難なものとなる可能性があるが、その理由は、スラリーに含まれる成分、研磨の際に研磨される層、

50

研磨の際に露出されてくるまた別な層、またはそれらの各種組合せの間の望ましくない相互作用が起きる可能性があるからである。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

実施態様を、例を挙げて説明するが、添付の図面に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図1】本発明の実施態様に従った、各種のサイズのジルコニア粒子およびイットリア安定化ジルコニア粒子における、pHの関数としてのゼータ電位のグラフである。

10

【図2】本発明の実施態様に従った、研磨装置の図である。

【図3】基板および電子部品を覆っている絶縁物質の層を含む、目標要素(target member)の一部の断面を説明する図である。

【図4】層を平坦化させた後の、図3の目標要素の断面を説明する図である。

【図5】パターン化された絶縁層を形成させた後の図4の目標要素および導電物質の層の断面を説明する図である。

【図6】パターン化された絶縁層を覆っている導電物質の一部を除去した後の、図5の目標要素の断面を説明する図である。

【図7】本発明の実施態様に従ったジルコニア粒子(180nm)のスラリーのSEM画像である。

20

【図8】本発明の実施態様に従ったイットリウムドーパされたジルコニア粒子のスラリーのSEM画像である。

【0006】

当業者の認めるところであるが、これらの図の中の素子は、簡略化および明確化のために画かれたものであって、必ずしも縮尺通りにはなっていない。たとえば、図におけるいくつかの素子の寸法は、本発明の実施態様の理解の改善に役立つように、他の素子に比較して拡大されている可能性がある。

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下の説明は、図面と組み合わせて、本明細書において開示された教示の理解を助けるために提供するものである。以下の説明においては、それらの教示の具体的な実施および実施態様に焦点を合わせることにする。これに焦点を合わせることによって、それらの教示の説明に役立つであろうが、それらの教示の範囲または適用性に限定されると解釈してはならない。

30

【0008】

本明細書で使用するとき、「第10パーセントイル粒径(10th percentile particle size)」という用語は、特定のサイズのところで、その粒子の10%が、その特定のサイズ以上であることを意味するためのものである。本明細書で使用するとき、「第90パーセントイル粒径(90th percentile particle size)」という用語は、特定のサイズのところで、その粒子の90%が、その特定のサイズ以上であることを意味するためのものである。

40

【0009】

「平均(averaged)」という用語は、「平均(average)」、「中央(median)」、または「幾何平均(geometric mean)」を意味するためのものである。したがって、平均値、中央値および幾何平均値は、特定のタイプの平均の値である。

【0010】

「希土類元素」という用語は、Sc、Y、または元素周期律表の各種ランタニド(La~Lu)を意味するためのものである。

【0011】

50

「安定なゼータ電位」という用語は、スラリーのpHの2単位幅にわたって、ゼータ電位の最大範囲が10mV以下であることを意味するためのものであり、そして「極めて安定なゼータ電位」という用語は、スラリーのpHの4単位幅にわたって、ゼータ電位の最大範囲が10mV以下であることを意味するためのものである。

【0012】

元素周期律表の中の列に相当する族の数は、「the CRC Handbook of Chemistry and Physics」(81st Edition(2000~2001))に見られるような、「新表記法」の慣行を使用している。

【0013】

本明細書で使用するとき、「含む(「comprises」、「comprising」、「includes」、「including」、「has」、「having」、またはそれらのその他各種の変化形)」という用語は、非排他的に包含されることが意図されている。たとえば、一連の特性を含むプロセス、方法、物品または装置は、必ずしもそれらの特性だけに限定されるものではなく、明言的に列記されていないか、またはそのようなプロセス、方法、物品または装置に固有のその他の特性を含んでいてもよい。さらに、そうではないと明確に記載されていない限りにおいて、「または(or)」は、包含的OR(inclusive-or)を指している、排他的OR(exclusive-or)を指すものではない。たとえば、条件AまたはBは以下のいずれか一つを満足させる：Aが真であり(存在する)且つBが偽である(存在しない)か、Aが偽であり(存在しない)且つBが真である(存在する)か、または、AおよびBの両方が真である(存在する)。

10

20

【0014】

さらに、不定冠詞の「a」および「an」が、本明細書において記述される構成要素および構成成分(elements and components)を記述するために採用されている。これは単に利便性のために使用されているのであって、本発明の範囲の一般的な感触を与えるためのものである。この記述は、一つまたは少なくとも一つを含むと読み取るべきであり、他の意味合いを有することが明白でない限りにおいて、その単数形には複数の形も含まれ、逆に複数形には単数も含まれている。たとえば、本明細書において単一のデバイスが記載されている場合には、単一のデバイスに代えて、二つ以上のデバイスが使用されてもよい。同様に、本明細書において二つ以上のデバイスが記載されている場合に、単一のデバイスを、その一つのデバイスに置き換えてもよい。

30

【0015】

特に他の定義がされていない限りにおいては、本明細書において使用される技術用語および科学用語はすべて、本発明が属する技術分野における当業者に一般的に理解されている意味合いを有している。物質、方法、および例は、説明のためだけのものであって、限定的であることは意図されていない。本明細書において記載されていない程度において、特定の物質および加工行為に関する詳細は多くの場合従来のなものであって、慣用されていて、化学機械的研磨および平坦化(「CMP」)技術の範囲内で、教科書およびその他の文献に見出すことができる。

【0016】

研磨スラリーとしては、ジルコニア粒子を挙げることができる。ジルコニア粒子を唯一の研磨材粒子とすることもできるし、あるいは他の組成を有する研磨材粒子と組み合わせ使用することもできる。ジルコニア粒子は、特にCMP操作を実施した場合には、特に有用な研磨特性を得ることが可能となる。具体的な実施態様において、ジルコニア粒子を、絶縁物質たとえば酸化物を研磨するのに適応させた研磨スラリーにおいて使用できるし、あるいは、導電性物質たとえば金属含有物質を研磨するのに適応させた他の研磨スラリーにおいても使用できる。

40

【0017】

さらに、ジルコニア粒子には、研磨のために研磨スラリーを適合させた物質の表面において、化学活性または電子活性を有するような特性を与えることができる。一つの実施態

50

様においては、ジルコニア粒子が被研磨物質と反応してもよいし、あるいはスラリーの成分と反応して、被研磨物質とさらに反応することが可能な、反応生成物を形成してもよい。また別な実施態様においては、ジルコニア粒子が被研磨物質との間で、電子を移動（供与または受容）してもよい。さらに別な実施態様においては、ジルコニア粒子が、研磨スラリーの中の成分との間で電子を移動してもよい。物質またはスラリーの成分との間で電子の移動が起きた後では、その物質をより容易に研磨することができる可能性がある。したがって、ジルコニア粒子は、その機械的性質のみを使用されるような、単に不活性な物質でとどまっていなくてもよい。

【0018】

ジルコニア粒子には、ジルコニア粒子の結晶に影響を与えるか、または研磨スラリーの研磨特性に顕著な影響を与えるような、添加物（ドーパントとも呼ばれる）を含ませることができる。そのような添加物は、希土類元素、第2族元素、第8族元素、第9族元素、第13族元素、第15族元素、酸素以外の第16族元素、第17族元素、または貴金属（すなわち、Ru、Rh、Pd、Ag、Os、Ir、Pt、またはAu）とすることができる。2種以上の添加物を使用してもよい。

10

【0019】

ジルコニアの結晶構造には、単斜晶系、正方晶系、または立方晶系が含まれる。実質的に純粋なジルコニアは、温度約1000℃までは単斜晶系、温度約1000℃～約2370℃の範囲では正方晶系、そしてそれより高い温度では立方晶系である。添加物を加えることによってジルコニアを安定化させて、室温でも、単斜晶系の結晶構造をとらずに、正方晶系または立方晶系の結晶構造を保持できるようにすることができる。一つの実施態様においては、研磨のための研磨スラリーの中で、顕著な量の正方晶系ZrO₂、立方晶系ZrO₂、またはそれら両方の結晶形を使用することが可能であり、単斜晶系ZrO₂を使用した場合に勝るメリットを得ることができる。一つの実施態様においては、ジルコニア粒子の大部分または実質的に全部を、正方晶系ZrO₂とすることができるし、また別の具体的な実施態様においては、ジルコニア粒子の大部分または実質的に全部を立方晶系ZrO₂とすることもできる。ジルコニアを、部分的に安定化させたり、全面的に安定化させたりしてもよい。希土類元素、第2族元素、またはそれらの各種組合せを使用して、ジルコニアを安定化させることができる。一つの実施態様においては、Y、Ce、またはCaを使用して、その正方晶系または立方晶系の結晶構造を維持できる安定化ジルコニアを形成させてもよい。一つの実施態様においては、Ceが有用であるが、その理由は、セリアは、酸化物研磨、金属研磨、合金研磨、またはそれらの組合せのためのアブレーションCMPスラリーにおいて使用した場合に、良好な研磨特性を有しているからである。また別な具体的な実施態様においては、Yが有用であるが、その理由は、イットリアは、酸化物研磨、金属研磨、合金研磨、またはそれらの組合せのためのアブレーションCMPスラリーにおいて使用した場合に、良好な研磨特性を有しているからである。図8には、安定化された正方晶系の結晶形を有する、イットリウムドーパされたジルコニア粒子を含むスラリーの実施態様を示している。

20

30

【0020】

また別な実施態様においては、別な理由から、別な添加物（これもまた、ドーパントと呼ばれる）を使用してもよい。たとえば、その添加物が、被研磨表面近傍の条件に局部的に影響を与えるのに役立つ可能性がある。ジルコニア粒子の中に添加物を存在させることによって、被研磨層の表面における化学反応または相互作用に対して、触媒作用またはその他の作用を及ぼすことができる。たとえば、その添加物が、Zr⁺⁴に比較して異なった酸化状態にあるとすると、その添加物は、粒子の局所電荷に影響する可能性がある。たとえば、+1、+2、または+3の酸化状態を有する添加物は、電子を引きつけるのに役立つ可能性があり、+5、+6、または+7の酸化状態を有する添加物は、電子を供与するのに役立つ可能性がある。各種多くの元素を使用することができる。一つの実施態様においては、その添加物に、第2族元素、第8族元素、第9族元素、第13族元素、第15族元素、酸素以外の第16族元素、第17族元素を含むことができる。別な添加物が、所望の反応に触

40

50

媒作用を与えたり、望ましくない反応を抑制したりするために役立つかもしれない。たとえば、貴金属が、被研磨層の物質と研磨スラリー中の成分との間の反応に対する触媒作用に役立つ可能性がある。一つの具体的な実施態様においては、Pt、Pd、Rh、またはそれらの各種組合せを使用することもできる。

【0021】

ジルコニア粒子中の各種の特定の添加物または複数の添加物の組合せの量は、ジルコニア粒子、その研磨特性、またはそれらの各種組合せに対して顕著な影響を与える可能性がある。一つの実施態様においては、ジルコニア粒子中の添加物の量が、ジルコニア粒子の内部において分離相が形成されるかもしれない量よりは少ない。一つの実施態様においては、添加物の濃度が、少なくとも約0.002モル%、少なくとも約0.02モル%、または少なくとも約0.2モル%である。また別な実施態様においては、添加物の濃度が、約9モル%以下、約7モル%以下、または5モル%以下である。一つの具体的な実施態様においては、添加物の濃度が、約1モル%～約5モル%、約1.5モル%～約4.5モル%、または約2モル%～約4モル%の範囲である。添加されるジルコニア粒子内での添加物の量は、添加される特定の元素に依存するので、それらの数値は、可能性のある濃度を説明するものであって、本発明の範囲を限定するものではない。

10

【0022】

ジルコニア粒子を作製する方法に話を転ずると、一つの実施態様においては、沈降法および焼成法によってジルコニア粒子を形成させることができる。たとえば、ジルコニウム塩を含む溶液に塩基を添加するか、または、塩基を含む溶液にジルコニウム塩を添加すればよい。具体的には、その溶液がジルコニウム塩の水溶液であってもよい。ジルコニウム塩の例としては、硝酸ジルコニウム、塩化ジルコニウム、水酸化ジルコニウム、硫酸ジルコニウム、またはそれらの組合せが挙げられる。一つの実施態様においては、そのジルコニウム塩が硫酸ジルコニウムを含む。

20

【0023】

各種の塩基を使用することができるが、その加工法には、典型的には、金属水酸化物の塩基を、ジルコニウム塩の水溶液と混合することが含まれる。金属水酸化物の塩基は、アルカリ金属から形成される塩基、またはアルカリ土類金属から形成される塩基であってよい。具体的には、金属水酸化物の塩基の例としては、水酸化カリウム(KOH)、水酸化ナトリウム(NaOH)、またはそれらの組合せが挙げられる。一つの実施態様においては、水酸化ナトリウムを、硫酸ジルコニウムの水溶液と混合する。

30

【0024】

沈降させる前に、塩の形態にある添加物をその溶液に添加することができる。一つの実施態様においては、沈降させて安定化ジルコニアを形成させる前に、YまたはCeの塩をその混合物に添加する。

【0025】

沈降させた後で、その混合物を乾燥させて、粉体の形態にある非晶質なジルコニア粒状物を得ることができる。たとえばその混合物を、たとえばスプレー乾燥法、凍結乾燥法、または蒸発皿乾燥法を使用して乾燥させることができる。一般的には、選択した乾燥法によって、得られる凝集特性が変化する可能性がある。

40

【0026】

先に述べたように、乾燥させた酸化ジルコニウム粒子を熱処理して、各種の結晶形を得ることが可能であるが、そのためには、たとえば、結晶成長を促進させ、粒子状ジルコニア物質における密度を増大させるのに十分な温度での焼成プロセスを使用する。一つの実施態様においては、ジルコニアを温度約1000にまで加熱して、単斜晶系の結晶構造を得る。また別な実施態様においては、約1000～約2370の範囲の温度で加熱することによって、正方晶系の結晶が得られる。また別な実施態様においては、より高い温度で、立方晶系の形態が得られる。ジルコニアで安定化させて正方晶系または立方晶系の結晶構造が保持できるような添加物を添加しない限り、ジルコニアを1000未満に冷却していくと、ジルコニアは単斜晶系の形態に戻るであろう。一つの実施態様において

50

は、ジルコニア粒子を熱処理することによって、多結晶ジルコニアの凝結体が得られる。一つの実施態様においては、その多結晶ジルコニア粒子が、単斜晶系である。一つの実施態様においては、その多結晶ジルコニア粒子が、正方晶系である。一つの実施態様においては、その多結晶ジルコニア粒子が、立方晶系である。また別な実施態様においては、その多結晶ジルコニア粒子が、単斜晶系と正方晶系との混合物である。また別な実施態様においては、その多結晶ジルコニア粒子が、正方晶系と立方晶系との混合物である。

【0027】

焼成のような加熱処理プロセスの後では、得られた凝集物（ある二次粒径を有する二次粒子である）は、個別の微結晶（砥粒とも呼ばれ、ある一次粒径を有する一次粒子である）からなりたっているということは、一般的に理解されるであろう。一次粒子がネッキングによって相互に強く結合され、粒子内で粒子が成長して、二次粒子である多孔質の凝集物体となる。特に断らない限り、ジルコニア粒子の粒径または粒径分布に言及した場合はすべて、二次粒径についてである。

10

【0028】

一つの実施態様においては、焼成したジルコニア物質の凝結体を湿式粉碎して、所望の二次粒径分布を得る。一つの実施態様においては、イットリア安定化ジルコニアを含むアトリションミル中でジルコニアを解凝結させる。その粉碎時間と条件は、目的とする二次粒径分布によって決まる。

【0029】

これに代わる製造方法においては、ジルコンサンドをアーク炉の中に導入し、そこでそれを解離させて、溶融ジルコニア凝結粉体を形成させることによって、ジルコニア粒子を形成させる。そのようにして得られた溶融結晶を、上述のようにしてアトリションミル中でサイズ減縮させて、所望の二次粒径分布を得ることができる。

20

【0030】

ジルコニア粒子のサイズが、研磨特性に影響する可能性がある。ジルコニア粒子が小さすぎると、研磨速度が低すぎるかもしれないし、またジルコニア粒子が大きすぎると、研磨速度は高くなるが、その研磨表面が、スクラッチまたはその他の表面欠陥を有するようになる可能性がある。粒径は、平均粒径、第10パーセントイル粒径、第90パーセントイル粒径、またはそれらの各種組合せによって、特性を表すことができる。公称粒径が100nm未満の場合には、その粒径は、水中0.1重量%のジルコニア粒子を用い、HN₃O₃またはKOHを用いてpHを5および10とし、Zetasizer Nano-ZS（商標）ブランドの分析機器（Malvern Instruments, Ltd. 製）を使用して、求めることができる。公称粒径が100nmよりも大きい場合には、その粒径は、0.3重量%のヘキサメタリン酸ナトリウム水溶液の中に数滴のジルコニア溶液（水中約5~10重量%のジルコニア粒子）を加え、LA-920（商標）ブランドの粒径分布分析器（Horiba, Ltd. 製）を使用して、求めることができる。その分析器のランプ強度が約70%~約75%に達したら、粒径測定ができる。

30

【0031】

一つの実施態様においては、その平均粒径が、少なくとも約50nm、少なくとも約80nm、少なくとも約110nm、または少なくとも約130nmである。また別な実施態様においては、その平均粒径が、約800nm以下、約770nm以下、約600nm以下、約555nm以下、約400nm以下、約380nm以下、約350nm以下、約330nm以下、約300nm以下、約250nm以下、または約200nm以下である。また別な実施態様においては、その平均粒径が、約130nm~350nmの範囲である。一つの実施態様においては、その平均粒径が約330nmである。また別な実施態様においては、その平均粒径が、約130nm~約200nmの範囲である。また別な実施態様においては、その平均粒径が、約150nm~350nmである。一つの実施態様においては、その平均粒径が約180nmである。一つの実施態様においては、平均粒径のいずれもが、中央値粒径となりうる。一つの実施態様においては、その第10パーセントイル粒径が、少なくとも約51nm、少なくとも約65nm、

40

50

または少なくとも約80nmである。また別な実施態様においては、その第10パーセントアイル粒径が、約450nm以下、約350nm以下、250以下、約200nm以下、または約170nm以下である。一つの具体的な実施態様においては、その第10パーセントアイル粒径が、約80nm～約130nmの範囲である。また別な具体的な実施態様においては、その第10パーセントアイル粒径が、約150nm～約200nmの範囲である。一つの実施態様においては、その第90パーセントアイル粒径が、少なくとも約50nm、少なくとも約100nm、または少なくとも約200nmである。また別な実施態様においては、その第90パーセントアイル粒径が、約1600nm以下、約1200nm以下、約800nm以下、約700nm以下、または約300nm以下である。一つの具体的な実施態様においては、その第90パーセントアイル粒径が、約200nm～約300nmの範囲である。また別な具体的な実施態様においては、その第90パーセントアイル粒径が、約600nm～約720nmの範囲である。図7に、180nmの平均粒径を有するジルコニア粒子を含むスラリーの実施態様を示している。

10

20

30

40

50

【0032】

ジルコニア粒子の形状はランダムであってよい。多くのジルコニア粒子は、実質的に球状であるか、実質的に微小平板状であるか、または多面体状であるとして、特性を表すことができる。一つの具体的な実施態様においては、ジルコニア粒子を、形状によって分離してもよい。したがって、ジルコニア粒子の大部分または実質的に全部を実質的に球状とすることもできるし、ジルコニア粒子の大部分または実質的に全部を実質的に微小平板状とすることもできるし、あるいは、ジルコニア粒子の大部分または実質的に全部を実質的に多面体状とすることもできる。

【0033】

比表面積(「SSA」)によってジルコニア粒子の特性を表すこともまた可能である。一つの実施態様においては、そのSSAが、少なくとも約 $5\text{ m}^2/\text{g}$ 、少なくとも約 $6\text{ m}^2/\text{g}$ 、少なくとも約 $7\text{ m}^2/\text{g}$ 、少なくとも約 $8\text{ m}^2/\text{g}$ 、少なくとも約 $9\text{ m}^2/\text{g}$ 、または少なくとも約 $10\text{ m}^2/\text{g}$ である。また別な実施態様においては、そのSSAが、約 $55\text{ m}^2/\text{g}$ 以下、約 $45\text{ m}^2/\text{g}$ 以下、約 $35\text{ m}^2/\text{g}$ 以下、または約 $25\text{ m}^2/\text{g}$ 以下である。一つの具体的な実施態様においては、そのSSAが、約 $11\text{ m}^2/\text{g}$ ～約 $25\text{ m}^2/\text{g}$ の範囲である。また別な具体的な実施態様においては、そのSSAが、約 $11\text{ m}^2/\text{g}$ ～約 $17\text{ m}^2/\text{g}$ の範囲である。また別な具体的な実施態様においては、そのSSAが、約 $19\text{ m}^2/\text{g}$ ～約 $25\text{ m}^2/\text{g}$ の範囲である。

【0034】

ジルコニア粒子は、粒径に部分的に基づいて変化する密度を有することができる。公称粒径が50nm以下のジルコニア粒子は、コロイド溶液を形成することが可能であるが、公称サイズが130nm以上のジルコニア粒子は、コロイド溶液を形成しない。一つの実施態様においては、その密度が、少なくとも約 $3.20\text{ g}/\text{m}^3$ 、少なくとも約 $4.00\text{ g}/\text{m}^3$ 、少なくとも約 $5.00\text{ g}/\text{m}^3$ 、または少なくとも約 $5.25\text{ g}/\text{m}^3$ である。また別な実施態様においては、その密度が、約 $5.80\text{ g}/\text{m}^3$ 以下、約 $5.78\text{ g}/\text{m}^3$ 以下、または約 $5.76\text{ g}/\text{m}^3$ 以下である。一つの具体的な実施態様においては、その密度が、約 $5.50\text{ g}/\text{m}^3$ ～約 $5.75\text{ g}/\text{m}^3$ の範囲である。また別な具体的な実施態様においては、その密度が、約 $5.50\text{ g}/\text{m}^3$ ～約 $5.65\text{ g}/\text{m}^3$ の範囲である。また別な具体的な実施態様においては、その密度が、約 $5.66\text{ g}/\text{m}^3$ ～約 $5.75\text{ g}/\text{m}^3$ の範囲である。

【0035】

平均細孔径によってジルコニア粒子の特性を表すこともまた可能である。細孔径は、Barrett-Joyner-Halenda(「BJH」)法に基づき、TriStar 3000(商標)ブランドの表面積分析計(Micromeritics Instrument Corporation製)によって測定することができる。吸着質としては、 N_2 ガスを使用することができる。一つの実施態様においては、その平均細孔径が、少なくとも約1nm、少なくとも約5nm、または少なくとも約11nmである。また別

な実施態様においては、その平均細孔径が、約 30 nm 以下、約 29 nm 以下、または約 28 nm 以下である。一つの具体的な実施態様においては、その平均細孔径が、約 15 nm ~ 約 26 nm の範囲である。また別な具体的な実施態様においては、その平均細孔径が、約 15 nm ~ 約 20 nm の範囲である。また別な具体的な実施態様においては、その平均細孔径が、約 15 nm ~ 約 26 nm の範囲である。

【0036】

ジルコニア粒子のゼータ電位の安定性が、CMPにおける研磨スラリーにおける重要な因子となりうる。ゼータ電位は、研磨生成物が、研磨材粒子によって引きつけられるか、あるいは跳ね返されるか、さらにはそのような引きつけまたは反発の強度にも影響する可能性がある。研磨スラリーは、全体としてのpH値は有しているものの、被研磨物質または、研磨の際に露出されるようになる物質に基づいて、局所的なpHは変化する可能性がある。ジルコニア粒子のゼータ電位が、広いpH範囲にわたって顕著に変化することがないということならば、研磨スラリーは、もっと予言することが可能な挙動をとるであろう。

10

【0037】

図1に、安定化ジルコニアも含めて各種のジルコニア粒子サイズにおけるゼータ電位を、pHの関数としたグラフを示す。それぞれの粒径に応じて、プロットが異なっていることに注目されたい。各種のサイズのジルコニア粒子についてのゼータ電位のデータは、水、約0.01重量%それぞれ所定のサイズのジルコニアもしくは安定化ジルコニア粒子、さらには、必要に応じて、バックグラウンドのイオン強度を調節するためのKCl溶液、およびpHを調整するための酸（たとえば、 HNO_3 ）または塩基（たとえば、 KOH ）のみを含むスラリーを使用して得たものである。そのスラリーには、界面活性剤やその他の添加物は一切含んでいなかった。一つの具体的な実施態様においては、Malvern ZetasizerにとりつけたMalvern MPT-自動滴定器を使用して、自動滴定を実施した。3種類の滴定液、0.25Mの KOH 、0.025Mの HNO_3 、および0.25Mの HNO_3 を使用した。バックグラウンドのイオン強度を調整するために、0.001MのKCl溶液を使用した。滴定は、高いpH(12.0)から低いpH(2.0)の方向に、約0.5pH単位の増分で実施した。それぞれのpHで、少なくとも2点のゼータ電位測定値を集めた。それぞれのpHのところでのゼータ電位測定値の平均をグラフ化して図1に示した。

20

30

【0038】

【表 1】

表 1:130nm 公称粒径のジルコニア

pH	平均ゼータ(mV)
11.50	-42.10
11.10	-41.95
10.65	-41.05
10.20	-39.00
9.67	-37.35
9.10	-34.20
8.47	-29.10
8.13	-24.45
7.51	-15.25
7.10	-7.92
6.62	-0.68
6.25	5.69
5.69	17.40
5.19	25.25
4.65	34.50
4.24	40.25
3.63	45.00
3.22	47.20
2.73	48.70

10

20

【0039】

図 1 を参照すると、公称粒径 130 nm の単斜晶系ジルコニア、180 nm の単斜晶系ジルコニア、390 nm の単斜晶系ジルコニア、および 327 nm の正方晶系イットリア安定化ジルコニアでは、ゼータ電位のプロットは類似していたが、同一という訳ではない。130 nm の公称粒径を有するジルコニア粒子は、約 9.5 ~ 約 11.6 の pH 範囲では、10 mV 以下のゼータ電位差を有している。したがって、130 nm の公称粒径のものは、pH 約 9.5 で開始される安定なゼータ電位を有するスラリーに使用することができる。さらに、その等電点が約 6.6 の pH であることが測定された。

30

【0040】

【表 2】

表 2:180nm 公称粒径のジルコニア

pH	平均ゼータ(mV)
11.60	-51.80
11.30	-48.40
10.70	-47.35
10.10	-45.90
9.72	-42.55
9.11	-37.85
8.51	-32.20
7.83	-24.75
7.33	-16.30
6.98	-10.35
6.62	-4.39
6.28	3.14
5.75	16.90
5.25	27.10
4.67	39.30
4.18	46.40
3.66	49.40
3.15	50.75
2.67	53.55

10

20

【0041】

180nmの公称粒径を有するジルコニア粒子は、約8.8～約11.5のpHでは、10mV以下のゼータ電位差を有している。したがって、180nmの公称粒径のものは、pH約8.8で開始される安定なゼータ電位を有するスラリーに使用することができる。さらに、その等電点が約6.4のpHであることが測定された。

30

【0042】

【表 3】

表 3:390nm 公称粒径のジルコニア

pH	平均ゼータ(mV)
11.30	-48.20
11.20	-46.10
10.70	-45.57
10.10	-44.00
9.75	-44.03
9.12	-41.03
8.61	-37.97
7.82	-32.60
7.43	-27.13
7.00	-19.83
6.59	-11.90
6.12	-1.87
5.68	9.14
5.07	22.83
4.67	33.10
3.96	48.87
3.66	54.85

10

20

【0043】

390nmの公称粒径を有するジルコニア粒子は、約8.5～約11.3のpHでは、10mV以下のゼータ電位差を有している。したがって、390nmの公称粒径のものは、pH約8.5で開始される安定なゼータ電位を有するスラリーに使用することができる。さらに、その等電点が約6.0のpHであることが測定された。

【0044】

30

【表 4】

表 4:327nm 公称粒径の安定化ジルコニア

pH	平均ゼータ(mV)
11.50	-30.20
11.10	-29.00
10.70	-27.35
10.20	-25.20
9.58	-21.40
9.21	-17.95
8.72	-12.10
8.13	-4.99
7.40	6.21
6.93	11.25
6.55	15.75
6.24	21.10
5.78	26.75
5.27	33.30
4.68	40.55
4.26	45.75
3.67	46.45
3.25	48.90
2.62	52.90

10

20

【0045】

327nmの公称粒径を有するイットリウムドーパされたジルコニア粒子は、約9.4～約11.5のpHでは、10mV以下のゼータ電位差を有している。したがって、327nmの公称粒径のものは、pH約9.45で開始される安定なゼータ電位を有するスラリーに使用することができる。さらに、その等電点が約7.8のpHであることが測定された。一つの実施態様においては、そのジルコニア粒子が、少なくとも約8.0、少なくとも約8.25、少なくとも約8.5、少なくとも約8.75、少なくとも約9.0、少なくとも約9.25、または少なくとも約9.5のpHで開始される安定なゼータ電位を有することができる。また別な実施態様においては、そのジルコニア粒子が、約12.0以下、約11.75以下、約11.5以下、約11.25以下、または約11.0以下の安定なゼータ電位を有することができる。一つの具体的な実施態様においては、その研磨スラリーが、約8.5～約11.6の範囲の安定なゼータ電位を有することができる。

30

【0046】

ジルコニア粒子の等電点は、ゼータ電位がゼロとなるpHによって、その特性が表示される。ジルコニアは、5～6のpHのところに等電点を有していると報告されていた。上のデータは、調製方法によって等電点に影響を与えることが可能であることを示唆している。等電点は、130nm公称サイズの単斜晶系ジルコニア、180nm公称サイズの単斜晶系ジルコニア、380nm公称サイズの単斜晶系ジルコニア、および327nm公称サイズの正方晶系イットリア安定化ジルコニア粒子では、6.0よりも高いpHのところにあり得る可能性がある。しかしながら、130nm公称サイズ、180nm公称サイズ、および380nm公称サイズの単斜晶系ジルコニアでは、等電点は通常6.75以下のpHである。その一方で、327nm公称サイズの正方晶系イットリア安定化ジルコニア粒子は、7.0よりも高い、さらには7.5よりも高いが、ただし一般的には8.2よりも低いpHのところにあり得る等電点を有することができる。一つの実施態様においては、その等電点が

40

50

、少なくとも6.3、少なくとも約6.4、または少なくとも約6.5のpHを特徴とすることができる。また別な実施態様においては、そのジルコニア粒子の等電点が、約8.5以下、約8.25以下、または約8.0以下のpHを特徴とする。一つの具体的な実施態様においては、そのジルコニア粒子の等電点が、約5.8～約6.8の範囲のpHであることを特徴とする。

【0047】

ジルコニアアブレーションを用いた研磨スラリーのpHは、1～14の範囲とすることができる。金属を研磨するためには、その研磨スラリーが、強酸性から中程度の塩基性まで（たとえば、pHが1～9）とするのがよく、そして酸化物質を研磨するためには、その研磨スラリーが、中程度の酸性から強塩基性まで（たとえば、pHが5～14）とすることができる。各種のアブレーション物質および各種の範囲のpHがCMPのために使用されてきたが、その研磨スラリーのpHが、被研磨物質の等電点と研磨材粒子の等電点との間になるようにして、研磨を実施するのがよい。本明細書において開示されているような研磨スラリーを使用すると、被研磨物質の等電点と研磨材粒子の等電点が、研磨スラリーのpHよりも、両方とも高いか、または両方とも低くなるようにCMPを実施することができる。一つの実施態様においては、その研磨スラリーが、少なくとも約1.0、少なくとも約3.0、または少なくとも約4.0のpHを有している。また別な実施態様においては、その研磨スラリーが、約14.0以下、約12.0以下、または11.0以下のpHを有している。一つの具体的な実施態様においては、その研磨スラリーが、約4.3～約10.0の範囲のpHを有している。非限定的な実施態様において、本明細書において記載された研磨スラリーの多くのは、約4.3～約12のpHで酸化物を研磨するのに有用である可能性がある。この明細書を読めば、当業者ならば、特定の研磨用途のために、特定のpHまたはpH範囲を決めることが可能となるであろう。

10

20

【0048】

研磨スラリー中でのアブレーション含量に関しては、そのアブレーション含量が低すぎると研磨速度が低すぎとなる可能性があり、またアブレーション含量が高すぎると不必要な量のアブレーション物質が消費され、スクラッチその他の表面欠陥が問題となる可能性がある。一つの実施態様においては、その研磨スラリーには、少なくとも約0.2重量%のジルコニア粒子、また別な実施態様においては、少なくとも約0.3重量%のジルコニア粒子、そしてさらに別な実施態様においては、少なくとも約0.5重量%のジルコニア粒子を含むことができる。さらなる実施態様においては、その研磨スラリーには、約20重量%以下のジルコニア粒子、また別なさらなる実施態様においては、約9重量%以下のジルコニア粒子、いっそうさらなる実施態様においては、約5重量%以下のジルコニア粒子を含むことができる。一つの具体的な実施態様においては、その研磨スラリーが、約0.5重量%～約1.5重量%の範囲のジルコニア粒子を含んでいる。

30

【0049】

一つの実施態様においては、本明細書において記載されたようなジルコニア粒子を、その研磨スラリー中の唯一のアブレーション物質とすることができる。また別な実施態様においては、ジルコニア粒子と共にまた別な組成を有する研磨材粒子を使用してもよいし、あるいは、ジルコニア粒子の全部ではなく、一部を置き換えてもよい。そのようなその他の研磨材粒子としては、シリカ、アルミナ、セリア、チタニア、他のセラミック物質、またはそれらの各種組合せが挙げられる。

40

【0050】

研磨スラリーには、他の成分を含むこともできる。研磨スラリーには、液状媒体が含まれていてもよい。一つの実施態様においては、その液状媒体には、水、アルコール、グリコール、またはそれらの各種組合せを含むことができる。研磨スラリーには、添加物を含むこともできる。選択される、特定の添加物または添加物の組合せは、研磨される特定の物質に依存する。添加物としては、以下のものが挙げられる：加水分解剤、酸化剤、界面活性剤、分散剤、腐食防止剤、酸もしくは塩基、pH緩衝剤、変形剤（*deforming agent*）、殺生物剤、またはそれらの各種組合せ。研磨スラリーには、単一の添

50

加物または複数の添加物の混合物を加えてもよいし、あるいは添加物を加えなくてもよい。特定の添加物はいずれも、単一の目的に役だっても、あるいは複数の目的の組合せに役だってもよい。たとえば、酸は、酸化剤としても、研磨スラリーのpHを調整するためにも使用することができる。一つの具体的な実施態様においては、その研磨スラリーが、加水分解剤、酸化剤、界面活性剤、分散剤、腐食防止剤、酸もしくは塩基、pH緩衝剤、変形剤、殺生物剤、またはそれらの各種組合せを含んでいなくてもよい。

【0051】

本明細書において記載された研磨スラリーは、酸化ケイ素、より具体的にはSiO₂含有表面を研磨するのに特に有用である。したがって、研磨スラリーは、マイクロエレクトロニクス産業において、そしてその他の別な用途において、ガラス、光学素子、ガラスハードディスク、酸化ケイ素含有層を研磨するために使用することができる。図2~6には、ジルコニア粒子を含む研磨スラリーの具体的な使用例が記載されている。そのような用途は、例示的なものであって、本発明の範囲を限定するものではない。本明細書において記載されたような各種のジルコニア粒子を含む研磨スラリーを使用して層を研磨した後では、その層は、約0.55nm以下、約0.50nm以下、または約0.45nm以下の表面粗さを有することができる。一つの具体的な実施態様においては、研磨された層の表面粗さが、約0.20nm~約0.42nmの範囲である。

10

【0052】

図2に、研磨装置10の一部の描写を示している。一つの実施態様においては、研磨装置10を使用して目標要素14をCMPすることができる。研磨装置10には、定盤11と、その定盤11に取り付けられた研磨パッド12とが含まれる。研磨の際には、ノズル16から研磨パッド12の上に研磨スラリー18が供給される。研磨スラリー18は、本明細書において先に説明した研磨スラリーのいずれか一つであってよい。研磨スラリー18は、約20mL/分~約900mL/分の速度で供給するのがよい。

20

【0053】

目標要素14は基板キャリア13によって保持され、その基板キャリア13によって研磨パッド12に押しつけられる。基板キャリア13によって目標要素14に対して、約1kPa(約0.14ポンド/インチ²(「psi」))~約10kPa(約1.4psi)の範囲の背面圧力(backside pressure)をかけるのがよく、約5kPa(約0.6psi)~約70kPa(約10psi)の下向き圧力(downforce pressure)を使用することができる。一つの実施態様においては、定盤11と基板キャリア13の両方を回転させるが、そうすることによって、研磨パッド12と目標要素14も同様に回転することになる。定盤11と基板キャリア13はそれぞれ、1~99回転/分(「rpm」)で回転させることができる。一つの実施態様においては、定盤11を、基板キャリア13よりも早い速度で回転させる。基板キャリア13を往復させたり別な向きに動かしたりして、目標要素14の研磨表面上に、たとえば渦巻き模様などのパターンが形成される可能性を抑制してもよい。実際に使用されるパラメータは、以下のような因子に依存するであろう：被研磨物質、目標要素14が耐えうる外部圧力勾配の限度、下層にある物質に対する選択性(該当する場合)、研磨パッド12の組成、研磨スラリー18の組成、他の適切な条件、またはそれらの各種組合せ。

30

40

【0054】

図3~6は、研磨を使用して層を平坦化させ、別な層の部分を除去してインレイドパターンを形成させる、加工行程の流れの間における、目標要素の断面図を示している。図3には、ワークピース22を含む目標要素20を示している。ワークピース22には、半導体基板220が含まれているが、それらは、単結晶半導体ウェーハ、セミコンダクタ・オン・インシュレータウェーハ、またはその他適切な形態であってよい。半導体基板220の中にフィールドアイソレーション領域222が形成される。図3に見られるように、半導体基板220にはさらに、たとえばトランジスタ24のような電子部品が含まれている。半導体基板220の上に、ゲート絶縁膜層242およびゲート電極層244を含むゲートスタックが形成される。ゲートスタックの側面に沿って、サイドウォールスペーサ24

50

6が形成される。半導体基板220の内部に、ソース/ドレイン領域248が形成される。サイドウォールスペーサ246を形成する前に、ソース/ドレイン領域248の延長部分または軽くドーブさせたドレイン部分を形成させてもよいし、サイドウォールスペーサ246を形成させた後に、ソース/ドレイン領域248の比較的軽くドーブした部分を形成させてもよい。半導体基板220の内部に基板接触領域228を形成させて、次いで半導体基板220に対してオーム性接触が可能となるようにする。図3に見られるような一つの具体的な実施態様においては、半導体基板220および基板接触領域228が、ソース/ドレイン領域248とは逆の導電型を有している。

【0055】

ワークピース22の上に層間絶縁層260が形成される。層間誘電(「ILD」)層260は、絶縁物質の単一の膜、または少なくとも2種の異なる絶縁物質を含む膜の組合せを含むことが可能な絶縁層である。ILD層260が組み合わせた膜を含んでいる場合には、具体的な膜としては、エッチング停止膜、研磨停止膜、反射防止膜、バルク絶縁膜などを挙げることができる。ILD層260の中の膜はいずれも、酸化物、酸窒化物、または窒化物を含むことができる。一つの実施態様においては、その酸化物を酸化ケイ素、より具体的には SiO_2 とすることができ、その酸窒化物を酸窒化ケイ素とすることができ、そしてその窒化物を窒化ケイ素、より具体的には Si_3N_4 とすることができ、 SiO_2 よりも低い誘電率を有するその他の絶縁物質を使用してもよい。たとえば、フッ素化酸化ケイ素または炭素をドーブした酸化ケイ素を使用してもよい。

10

【0056】

単一の膜または複数の膜の組合せを堆積させることにより、ILD層260を形成させる。図2に示した実施態様においては、ゲート絶縁膜層242およびゲート電極244を含むゲートスタックは、ワークピース20の機能素子であるが、ここでその機能素子が基板220を覆っている。ILD層260は、最も上側の表面262を有しているが、それは、ILD層260が堆積される前のワークピース22の露出された表面に相当するトポロジを有している。したがって、最も上側の表面262には、実質的に水平な表面と、水平な表面の間にある傾斜表面とを含んでいる。ILD層260を平坦化させてから、目標要素20をさらに加工してもよい。

20

【0057】

先に述べたようにして、研磨装置10の中に目標要素20を置く。ILD層260には絶縁物質が含まれているので、研磨スラリーは、絶縁物質を研磨するのに合わせた、先に説明したもののいずれであってもよい。一つの実施態様においては、その研磨スラリーを、酸化物研磨スラリーまたは酸窒化物研磨物質とすることができる。一つの具体的な実施態様においては、 SiO_2 含有物質を研磨する目的に研磨スラリーを適合させる。目標要素を研磨して、ILD層の一部を除去して、図4に示したような実質的に平坦な表面362を有する平坦化されたILD360を形成させる。

30

【0058】

図5に示したようにして、目標要素をさらに加工する。ILD層360をさらにパターン化して、接触開口部を形成させ、それに導電性プラグ402を充填する。平坦化されたILD360および導電性プラグ402の上に絶縁層を堆積させる。絶縁層をパターン化して、パターン化された絶縁層422を形成させる。そのパターン化された絶縁層422が、相互連結トレンチである開口部を規定し、次いでその中に相互連結が形成される。パターン化された絶縁層422、導電性プラグ402、および平坦化されたILD層360の上に、導電層460を形成させる。ILD層260の場合と同様にして、導電層460には、単一の膜または複数の膜の組合せを含むことができる。複数の膜の組合せの内部の膜としては、接着膜、バリヤー膜、シード膜、バルクプレート(bulk plated)導電膜、またはそれらの各種組合せを挙げることができる。導電層460には金属含有物質が含まれていてもよく、それは、主として耐熱金属(すなわち、少なくとも1400の融点を有する金属)、Cu、Al、貴金属、またはそれらの合金とすることができる。

40

50

【0059】

導電層460は、導電層460が形成される前のワークピースの露出された表面に相当するトポロジを有する、最も上側の表面462を有している。したがって、最も上側の表面462には、実質的に水平な表面と、水平な表面の間にある傾斜表面とを含んでいる。導電層460を研磨して、パターン化された絶縁層422の上を覆っている導電層460の実質的に全部を除去して、相互連結を形成させる。

【0060】

先に述べたようにして、研磨装置10の中に目標要素を置く。その導電層460には導電物質が含まれているので、研磨スラリーは、導電物質を研磨するのに合わせた、先に説明したもののいずれであってもよい。目標要素を研磨して、導電層の一部を除去し、図6に示したような、実質的に平坦な表面562を有する、相互連結560を形成させる。フィールドアイソレーション領域222の両側に位置する基板接触領域228とソース/ドレイン領域248とを、電氣的に相互に接続する。相互連結560は、連結して、信号線とするか、または実質的に一定の電圧に維持されるレールとすることができる。一つの具体的な実施態様においては、その相互連結560が、VSS端末またはVDD端末に電氣的に接続されている。

10

【0061】

必要があったり、所望であれば、さらなる相互連結レベルを形成させることも可能である。パッシベーション層を形成させ、コンタクトパッドに露出されるようにパターン化して、実質的に完全な電子デバイスを作製することもできる。

20

【0062】

研磨は、図6に示した機能素子以外のものにも使用することができる。たとえば、本明細書において記載されたような研磨スラリーを使用するCMPプロセスを部分的に利用して、フィールドアイソレーション領域222および導電性プラグ402を形成させることも可能である。

【実施例】

【0063】

以下の実施例において、本明細書において記載された概念をさらに説明するが、それらは、特許請求項に記載された本発明の範囲を限定するものではない。以下においては、便宜的に、パラメーターの幾つかをおおよその数字にした。実施例において明確に表明されている場合は別として、粒径は、便宜上公称粒径を指している。

30

【0064】

ジルコニア粒子の調製

実施例1：130nmのジルコニア

硫酸ナトリウムを用いて500gのオキシ塩化ジルコニウム、 $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ を処理して、塩基性硫酸ジルコニウム(ZBS)を形成させた。次いで、カセイソーダを用いてその塩基性硫酸ジルコニウムを滴定して、 $Zr(OH)_4$ を沈降させた。その $Zr(OH)_4$ を乾燥させ、空气中1050で4時間かけて焼成して、単斜晶系酸化ジルコニウム結晶の凝結体を形成させた。その酸化ジルコニウム結晶の凝結体を、アトリションミル中でアトリションミル媒体としてイットリア安定化ジルコニアを使用して解凝結させた。そのようにして製造された単斜晶系ジルコニア粉体は、50nm~110nmの間の一次粒径を有していると評価された。その二次粒径は130nmであった。それらの粒子は、 $5.58g/cm^3$ の密度、 $23m^2/g$ の比表面積、および24.1nmの平均細孔径を有していた。

40

【0065】

実施例2：180nmのジルコニア

500gのオキシ塩化ジルコニウム($ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$)を、空气中1000で4時間かけて焼成して、凝結した単斜晶系酸化ジルコニウム結晶を製造した。その酸化ジルコニウム結晶の凝結体を、アトリションミル中でアトリションミル媒体としてイットリア安定化ジルコニアを使用して解凝結させ、ジルコニア粉体を製造した。その一次粒

50

径は、70～120 nmの間であると評価された。その二次粒径は180 nmであった。そのようにして製造された物質は、 5.72 g/cm^3 の密度、 $14 \text{ m}^2/\text{g}$ の比表面積、および25.3 nmの平均細孔径を有していた。

【0066】

実施例3：390 nm、550 nm、770 nm、820 nm、1200 nm、および3400 nmのジルコニア

電気アーク炉中2800 でジルコンサンドを解離させて、熔融ジルコニア凝結粉体を形成させた。その熔融結晶を、アトリションミル中でイットリア安定化ジルコニア媒体を用いてサイズ減縮させて、0.39ミクロン～3.4ミクロンの範囲の二次粒径を有するジルコニア粉体を製造した。たとえば、390 nm、550 nm、770 nm、820 nm、1200 nm、および3400 nmの二次粒径を有する単斜晶系ジルコニア粉体を得られた。その390 nmの粉体は、18.4 nmの平均細孔径を有していた。820 nmの粉体は、 5.70 g/cm^3 の密度、 $6.5 \text{ m}^2/\text{g}$ の比表面積、および13.9 nmの平均細孔径を有していた。1200 nmおよび3400 nmの粉体は、18.7 nmの平均細孔径を有していた。

10

【0067】

実施例4：327 nmのイットリウムドーブされたジルコニア

実施例1と同様にして、500 gのオキシ塩化ジルコニウム($\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$)を処理してZBSを形成させた。そのZBS溶液に対してイットリウム塩を、最終のジルコニア重量を基準にして3,0モルパーセントが得られる量で添加した。その溶液を沈降させて、十分に分散したイットリウムを含む水和ジルコニウム $\text{Zr}(\text{OH})_4$ を形成させた。その水和物を乾燥させ、空气中1300 で4時間かけて焼成して、ドーブされたジルコニア結晶の凝結体を形成させた。正方晶系のイットリウムドーブした酸化ジルコニウム結晶の凝結体をアトリションミルの中で解凝結させて、327 nmの二次粒径を有する粒子を製造した。

20

【0068】

シリコンウェーハの研磨

実施例で使用した目標要素は、200 mmのシリコンウェーハを加熱酸化させることにより調製した。その加熱酸化物を、直径22インチの定盤を有するWestech IPEC 372 (商標)ブランドのCMP研磨機を使用して研磨した。研磨パッドは、Dow Electronic Materialsから入手可能なIC-1000A2 (商標)ブランドの研磨パッドであった。研磨は次の条件で実施した：定盤回転速度；45 rpm、基板キャリア回転速度；43 rpm、下向き圧力；28 kPa (4.0 psi)、背面圧力；0.7 kPa (1.0 psi)、スラリー流速；150 mL/分。その研磨スラリーは酸化物研磨スラリーであったが、それには、水、約1重量%の下記の特定の実施例に記述するようなサイズを有するジルコニア粒子、ならびに、特定のpHとすることが必要ならば、酸もしくは塩基のみが含まれていた。その酸は HNO_3 であり、そのアルカリは KOH であった。その研磨スラリーには、それら以外の成分は含まれていなかった。除去速度は、研磨前後の酸化物の厚みを測定することにより計算した。酸化物の厚みは、Filmetrics, Inc.から入手可能なF20 (商標)ブランドの薄膜分析計を使用して測定した。表面測定は、Zygo New View 100ブランドの干渉式プロフィロメータを使用し、原子間力顕微鏡によって実施した。表面外観は、光学顕微鏡を使用するかまたは使用せずに、目視によって確かめた。

30

40

【0069】

実施例5および6

実施例5および6は、異なった粒径のジルコニア粒子で、異なったpHレベルの酸化物研磨スラリーにおける、研磨特性を示すためのものである。2組のスラリーを使用して、ウェーハから成長させた加熱酸化物を研磨した。それぞれの組には、10 nm、50 nm、130 nm、180 nm、および820 nmの粒径が含まれていた。以下に示すのは、使用したジルコニア粒子の属性に関するデータである。

50

【 0 0 7 0 】

【 表 5 】

表 5: 実施例 5 および 6 のためのジルコニア粒子のデータ

粒径 (nm)	D50 (nm)	D90 (nm)	D10 (nm)	SSA (m ² /g)	密度 (g/m ³)	平均 細孔径 (nm)	等電点 (pH)
10	10	10	5	NA	2.92	10.6	
50	50	51	49	53	3.20	3.0	
130	131	229	83.6	23	5.58	24.1	6.6
180	177	244	127	14	5.72	25.3	6.42
390	389.1	792.9	239.6			18.4	6.05
550	546.6	1119.2	325.7				
770	772.2	1560.4	420.2				
820	821.1	1639.7	432.3	6.5	5.70	13.9	
1200	1210.7	2239.9	568				
3400	3382.5	9950.4	813.4				

10

20

【 0 0 7 1 】

D 5 0、D 1 0、および D 9 0 の値は、中央粒径、第 1 0 パーセントイル粒径、および第 9 0 パーセントイル粒径に相当する。1 0 nm および 5 0 nm の粒径の場合の研磨スラリーは、コロイドの形態にあった。したがって、1 0 nm および 5 0 nm の粒子における D 5 0、D 1 0、および D 9 0 の数値は、メーカーのデータに基づいたものである。1 0 nm 粒径については、有意な S S A 値が得られなかったため、1 0 nm 粒径の場合の S S A 値は、記載していない。

30

【 0 0 7 2 】

実施例 5 の場合には、約 5 の pH で研磨を実施した。表 5 には、実施例 5 についてのデータを示している。「R a」は、研磨後の加熱酸化物の表面粗さである。表に記載されている「M R R」は、物質除去速度を意味していて、これらの実施例においては、加熱酸化物についての研磨速度である。表に記載されている「S F」は、表面仕上げを意味している。表面仕上げの場合、「+」は、受容可能な表面仕上げを表し、「-」は、受容不能な表面仕上げを表し、そして「N A」は、「データ無し」を意味しているが、これは、顕著な量の研磨が起きなかったからである。

40

【 0 0 7 3 】

【表 6】

表 6: 実施例 5 の研磨データ

粒径 (nm)	スラリーpH	Ra (nm)	MRR (nm/min.)	SF	ゼータ (mV)
10	5	0.204	0	NA	
50	5	0.512	0	NA	
130	5	0.324	323.7	+	25.25 (pH 5.19)
180	5	0.421	297.3	+	27.10 (pH 5.25)
390	5	0.19	250.6	+	22.83 (pH 5.07)
550	5	0.285	294.6	+	
770	5	.0293	233.2	+	
820	5	0.821	229.4	-	
1200	5	0.581	306.3	-	
3400	5	N/A	510.4	-	

10

20

30

【 0 0 7 4 】

10 nm および 50 nm の粒径を含む研磨スラリーでは、加熱酸化物を顕著に研磨することがなかったため、MRR は 0 nm / 分と報告されている。130 nm 以上の粒径の場合の研磨スラリーでは、受容可能な研磨速度が達成されている。130 nm、180 nm、390 nm、550 nm、および 770 nm の粒径の場合の研磨スラリーでは、受容可能な表面仕上げが得られた。しかしながら、820 nm 以上の粒径での研磨スラリーでは、受容可能な表面仕上げが得られなかった。820 nm の粒径を使用した場合、研磨の後の、加熱酸化物の Ra が 0.82 nm であったが、それに対して、180 以下の粒径を使用した場合には、加熱酸化物の Ra が 0.42 nm 以下であった。3400 nm の粒径の場合の SSA は、得られなかった。

【 0 0 7 5 】

実施例 6 の場合には、約 10 の pH で研磨を実施した。表 6 には、実施例 6 についてのデータを示している。

【 0 0 7 6 】

【表 7】

表 7: 実施例 6 の研磨データ

粒径 (nm)	スラリー pH	Ra (nm)	MRR (nm/min.)	SF	ゼータ (mV)
10	10	0.219	29.3	+	
50	10	0.355	164.8	+	
130	10	0.281	170.2	+	-39.00 (pH 10.20)
180	10	0.318	259.4	+	-45.90 (pH 10.10)
820	10	0.400	307.0	-	

10

【0077】

10 nm および 50 nm の粒径を含む研磨スラリーでは、pH が 10 の場合、顕著な量の酸化物が研磨された。サイズが小さい場合での、研磨スラリーにおける研磨速度の変化は、その研磨スラリーにおけるゼータ電位に関係する可能性がある。低い pH では、10 nm および 50 nm の粒径の場合の研磨スラリーはコロイド懸濁液であるが、pH が 10 の場合には、10 nm および 50 nm の粒径の場合の研磨スラリーは、粒子がコロイド懸濁液から凝集する。10 nm の粒径の場合の研磨速度は、他の研磨スラリーの場合よりも顕著に低い。10 nm、50 nm、130 nm、および 180 nm の粒径の場合の研磨スラリーは、受容可能な表面仕上げを作り出す。しかしながら、820 nm の粒径での研磨スラリーでは、受容可能な表面仕上げが得られなかった。

20

【0078】

実施例 7：イットリアドープされたジルコニア粒子

実施例 7 は、約 1 重量 % の Y ドープされた ZrO_2 (約 3 モル % の Y) 粒子およびセリア粒子を含む酸化物研磨スラリーについての研磨特性を示す。Y ドープされた ZrO_2 粒子は、正方晶系の結晶形を有している。#1 の CeO_2 サンプルは、Cabot Microelectronics Corporation 製の D6720 (商標) ブランドの酸化物研磨スラリーに相当し、#2 の CeO_2 研磨スラリーは、Saint-Gobain Plastics & Ceramics, Inc. 製の化学的に沈降させたセリアから調製した。#1 の CeO_2 サンプルについての D10 および D90 値は入手できなかった。

30

【0079】

【表 8】

表 8:実施例 7 のデータ

サンプル	D50 (nm)	D90 (nm)	D10 (nm)	等電点	pH	Ra (nm)	MRR (nm/min.)	SF	ゼータ(mV)
#1 Y-ZrO ₂	327	681	185	7.8	5	0.20	367.6	+	33.30 (pH 5.27)
#2 Y-ZrO ₂	327	681	185	7.8	10	NA	337.0	+	-25.20 (pH 10.20)
#1 CeO ₂	90	NA	NA		5		206.1	+	36.5 (pH 5.81)
#2 CeO ₂	215	405	135		5		309.9	+	-32.70 (pH 9.93)

10

【 0 0 8 0 】

約 10 の pH を有する # 2 の Y - Z r O ₂ サンプルを除いて、すべての研磨スラリーが約 5 の pH を有していた。すべての研磨スラリーが、受容可能な研磨速度を有し、受容可能な表面仕上げを与えた。したがって、研磨特性に悪影響を与えることなく、（安定化ジルコニア粒子も含めて）ジルコニア粒子によってセリア粒子を置き換えることが可能である。

20

【 0 0 8 1 】

実施例 5 ~ 7 におけるジルコニア粒子についてのデータに関して、いくつかの観察をおこなった。821 nm 未満の中央値の粒径が使用可能であり、受容可能な表面仕上げが達成される。特に、772 nm の中央値粒径では、その表面仕上げが受容可能である。さらに、酸化物を研磨する場合、ジルコニア粒子が負のゼータ電位を有していると、加熱酸化物の顕著な研磨が起きる。50 nm 以上のサイズの粒子を有する研磨スラリーは、受容可能な研磨速度を与える。130 nm 以上のサイズの粒子を有する研磨スラリーは、5 および 10 の pH で受容可能な研磨速度を与える。研磨条件を変更したり、異なった物質を研磨したりする場合には、この観察が認められることも、認められないこともありうる。したがって、これらの観察は、本発明の範囲を限定することを意味するものではない。

30

【 0 0 8 2 】

実施例 8

金属研磨：銅およびタンタル

CMP 研磨の機械および設定は、先に記述した酸化物研磨の場合と同じであるが、ただし下向き圧力は 2.0 psi に設定した。除去のための目標基板物質は、Cu およびタンタルであった。

【 0 0 8 3 】

【表 9】

表 9:実施例 8 のデータ

サンプル名	D50	D10	D90	スラリー pH	Cu MRR (Å/min)	Ta MRR (Å/min)	選択率 Cu/Ta	表面 仕上げ	Ra (Å)
スラリー1 (1% ZrO ₂)	177	244	127	5	8376	189	44	+	11.4
スラリー2 (3% ZrO ₂)	177	244	127	5	9247	259	36	+	14.3

10

【0084】

いずれの研磨スラリーも約 5 の pH を有し、受容可能な研磨速度を有し、そして受容可能な表面仕上げを与えた。したがって、ジルコニア粒子は、その研磨特性に悪影響を受けることなく、Cu および Ta を含めた金属基板を研磨することが可能である。

【0085】

本明細書において記載されたような実施態様では、研磨スラリーの中でジルコニア粒子を使用している。その研磨スラリーは、研磨スラリー中でのアブレイシブ含量が同一であれば、セリア粒子を含む研磨スラリーと同等またはそれよりも良好な研磨特性を与えることができる。研磨スラリー中のジルコニア粒子含量は、他のアブレイシブたとえば、シリカおよびアルミナよりも顕著に低い含量とすることができる。アブレイシブ含量が低いほど、研磨スラリー供給系における摩耗がより少なくなり、配管およびその他の付属設備の寿命を長引かせることが可能となる。

20

【0086】

広く各種の態様および実施態様が可能である。それらの態様および実施態様のいくつかについては、本明細書において記述している。本明細書を読めば、当業者ならば、それらの態様および実施態様が単に説明のためのものであって、本発明の範囲を限定するものではないことを認識するであろう。さらに、当業者ならば、アナログ回路を含むいくつかの実施態様が、デジタル回路を使用しても同様に実施可能であり、その逆もまた可能であると理解することであろう。

30

【0087】

第一の態様においては、研磨スラリーにはジルコニア粒子を含むことができる。一つの実施態様においては、その研磨スラリーが、以下の特性のいずれか一つまたはそれらの組合せを有することができる。そのジルコニア粒子には、非晶質 ZrO₂ を含んでいなくてもよい。そのジルコニア粒子が、単斜晶系 ZrO₂、正方晶系 ZrO₂、または立方晶系 ZrO₂ 粒子を含むことができる。そのジルコニア粒子には、研磨のために研磨スラリーを適合させた物質の表面において、化学活性または電子活性を有するような特性を与えてもよい。そのジルコニア粒子が、ジルコニア粒子の結晶構造に影響を与えたり、研磨スラリーの研磨特性に顕著な影響を与えたりする、Zr および O 以外の元素を含むこともできる。そのジルコニア粒子が、少なくとも約 3.0、または約 9.0 以下の pH で開始される安定なゼータ電位を有することができる。そのジルコニア粒子が、少なくとも約 4.0、または約 9.0 以下の pH で開始される極めて安定なゼータ電位を有することができる。そのジルコニア粒子が、少なくとも約 3.0、または約 8.5 以下の pH で特徴づけられる等電点を有することができる。その研磨スラリーが、少なくとも約 1.0、または約 14.0 未満の pH を有することができる。そのジルコニア粒子が、少なくとも約 50 nm、または約 800 nm 以下の平均粒径を有することができる。そのジルコニア粒子が、少なくとも約 51 nm、または約 1100 nm 以下の第 10 パーセントイル粒径を有することができる。そのジルコニア粒子が、少なくとも約 49 nm、または約 300 nm 以下

40

50

の第90パーセントイル粒径を有することができる。そのジルコニア粒子の大部分が、実質的に球状の粒子、実質的に微小平板状の粒子、または多面体状粒子である。そのジルコニア粒子が、少なくとも約 $6\text{ m}^2/\text{g}$ 、または約 $55\text{ m}^2/\text{g}$ 以下の比表面積を有する。そのジルコニア粒子が、少なくとも約 $3.0\text{ g}/\text{cm}^3$ 、または約 $5.8\text{ g}/\text{cm}^3$ 以下の密度を有することができる。そのジルコニア粒子が、少なくとも約 1 nm 、または約 30 nm 以下の平均細孔径を有することができる。その研磨スラリーが、少なくとも約0.2重量%のジルコニア粒子、または約20重量%以下のジルコニア粒子を含む。

【0088】

第二の態様においては、目標要素を研磨する方法には、機能素子およびその機能素子を覆う層を含むワークピースを有する目標要素を提供することを含むことができる。その方法には、ジルコニア粒子を含む研磨スラリーを使用してその層を研磨することをさらに含んでいてもよい。その研磨は、第一の態様に関連して記載されたいずれの研磨スラリーを使用しても実施することができる。

10

【0089】

第二の態様の一つの実施態様においては、そのワークピースに電子部品が含まれる。一つの具体的な実施態様においては、その層に絶縁物質が含まれる。より具体的な実施態様においては、その絶縁物質に酸化物が含まれる。また別の具体的な実施態様においては、その絶縁物質に酸化ケイ素または酸化窒化ケイ素が含まれる。また別の具体的な実施態様においては、除去速度が少なくとも約 $150\text{ nm}/\text{分}$ 、または約 $400\text{ nm}/\text{分}$ 以下になるように、研磨が実施される。

20

【0090】

第二の態様のまた別の具体的な実施態様においては、その層に導電物質が含まれる。より具体的な実施態様においては、その導電物質に、高融点金属含有物質、Cu、Al、または貴金属が含まれる。さらなる実施態様においては、研磨パッドを使用して研磨が実施される。いっそうさらなる実施態様においては、そのジルコニア粒子の等電点およびその層の等電点よりも高いpHを有する研磨スラリーを使用して、研磨が実施される。いっそうさらなる実施態様においては、層を研磨した後に、その層が約 0.55 nm 以下、約 0.50 nm 以下、または約 0.45 nm 以下の表面粗さを有している。一つの具体的な実施態様においては、Raが、約 0.20 nm ~約 0.42 nm の範囲にある。Raが 0.00 nm より大きい。

30

【0091】

先行する態様または実施態様のいずれかの一つの具体的な実施態様においては、そのジルコニア粒子の大部分または実質的に全部に単斜晶系 ZrO_2 および正方晶系 ZrO_2 粒子が含まれるか、そのジルコニア粒子の大部分または実質的に全部に正方晶系 ZrO_2 粒子が含まれるか、またはそのジルコニア粒子の大部分または実質的に全部に立方晶系 ZrO_2 粒子が含まれる。先行する態様または実施態様のいずれかのさらなる具体的な実施態様においては、そのジルコニア粒子が、研磨のために研磨スラリーを適合させた物質の表面において、化学活性または電子活性を有するような特性を有している。先行する態様または実施態様のいずれかのまた別の具体的な実施態様においては、そのジルコニア粒子が、ジルコニア粒子の結晶構造または研磨スラリーの研磨特性に顕著な影響を与える、ZrおよびO以外の元素を含んでいる。先行する態様または実施態様のいずれかのより具体的な実施態様においては、その元素が、希土類元素、第2族元素、第8族元素、第9族元素、第13族元素、第15族元素、O以外の第16族元素、第17族元素、または貴金属を含んでいる。

40

【0092】

先行する態様または実施態様のいずれかのさらなる具体的な実施態様においては、そのジルコニア粒子が、少なくとも約3.0、少なくとも約5.0、少なくとも約6.0、約9.0以下、約8.5以下、約8.0以下、または約6.1~約7.9の範囲のpHで開始される安定なゼータ電位を有している。先行する態様または実施態様のいずれかのいっそうさらなる具体的な実施態様においては、そのジルコニア粒子が、少なくとも約4.0

50

、少なくとも約 5.0、少なくとも約 6.0、約 9.0 以下、約 8.5 以下、約 8.0 以下、または約 6.1 ~ 約 7.9 の範囲の pH で開始される極めて安定なゼータ電位を有している。先行する態様または実施態様のいずれかのいっそうさらなる具体的な実施態様においては、そのジルコニア粒子が、少なくとも約 3.0、少なくとも約 3.1、少なくとも約 3.2、約 8.5 以下、約 5.0 以下、4.7 以下、約 4.3 以下、または約 3.2 ~ 約 4.0 の範囲の等電点を有している。先行する態様または実施態様のいずれかのさらなる具体的な実施態様においては、その研磨スラリーが、少なくとも約 1.0、少なくとも約 3.0、少なくとも約 4.0、約 14.0 以下、約 12.0 以下、11.0 以下、または約 4.3 ~ 約 10.0 の範囲の pH を有している。

【0093】

先行する態様または実施態様のいずれかのまた別の具体的な実施態様においては、そのジルコニア粒子が、少なくとも約 50 nm、少なくとも約 80 nm、少なくとも約 110 nm、約 800 nm 以下、約 500 nm 以下、約 300 nm 以下、または約 130 nm ~ 約 200 nm の範囲の平均粒径を有している。先行する態様または実施態様のいずれかのさらなるまた別の具体的な実施態様においては、そのジルコニア粒子が、少なくとも約 51 nm、少なくとも約 65 nm、少なくとも約 80 nm、約 1600 nm 以下、約 1100 nm 以下、約 600 nm 以下、または約 90 nm ~ 約 300 nm の範囲の第 10 パーセントイル粒径を有している。先行する態様または実施態様のいずれかのいっそうさらなるまた別の具体的な実施態様においては、そのジルコニア粒子が、少なくとも約 49 nm、少なくとも約 60 nm、少なくとも約 70 nm、約 420 nm 以下、約 300 nm 以下、約 170 nm 以下、または約 80 nm ~ 約 150 nm の範囲の第 90 パーセントイル粒径を有している。

【0094】

先行する態様または実施態様のいずれかのさらなる具体的な実施態様においては、そのジルコニア粒子が、少なくとも約 $6 \text{ m}^2 / \text{g}$ 、少なくとも約 $7 \text{ m}^2 / \text{g}$ 、少なくとも約 $9 \text{ m}^2 / \text{g}$ 、約 $55 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以下、約 $45 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以下、約 $35 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以下、または約 $11 \text{ m}^2 / \text{g}$ ~ 約 $25 \text{ m}^2 / \text{g}$ の範囲の比表面積を有している。先行する態様または実施態様のいずれかのいっそうさらなる具体的な実施態様においては、そのジルコニア粒子が、少なくとも約 $3.20 \text{ g} / \text{cm}^3$ 、少なくとも約 $4.00 \text{ g} / \text{m}^3$ 、少なくとも約 $5.00 \text{ g} / \text{m}^3$ 、約 $5.80 \text{ g} / \text{cm}^3$ 以下、約 $5.78 \text{ g} / \text{m}^3$ 以下、約 $5.76 \text{ g} / \text{m}^3$ 以下、または約 $5.50 \text{ g} / \text{m}^3$ ~ 約 $5.75 \text{ g} / \text{m}^3$ の範囲の密度を有している。

【0095】

先行する態様または実施態様のいずれかのまた別の具体的な実施態様においては、そのジルコニア粒子が、少なくとも約 1 nm、少なくとも約 3 nm、少なくとも約 5 nm、少なくとも約 11 nm、約 30 nm 以下、約 29 nm 以下、約 28 nm 以下、または約 11 nm ~ 約 26 nm の範囲の平均細孔径を有している。先行する態様または実施態様のいずれかのさらなるまた別の具体的な実施態様においては、その研磨スラリーが、少なくとも約 0.2 重量% のジルコニア粒子、少なくとも約 0.3 重量% のジルコニア粒子、少なくとも約 0.5 重量% のジルコニア粒子、約 20 重量% 以下のジルコニア粒子、約 9 重量% 以下のジルコニア粒子、約 5 重量% 以下のジルコニア粒子、または約 0.5 重量% のジルコニア粒子 ~ 約 1.5 重量% のジルコニア粒子を含んでいる。

【0096】

先行する態様または実施態様のいずれかのいっそうさらなる具体的な実施態様においては、そのスラリーが液状媒体をさらに含んでいる。先行する態様または実施態様のいずれかのいっそうさらなる具体的な実施態様においては、そのスラリーが、加水分解剤、酸化剤、界面活性剤、分散剤、腐食防止剤、酸もしくは塩基、pH 緩衝剤、変形剤、殺生物剤、またはそれらの各種組合せ、をさらに含んでいる。先行する態様または実施態様のいずれかのいっそうさらなる具体的な実施態様においては、そのスラリーが、加水分解剤、酸化剤、界面活性剤、分散剤、腐食防止剤、pH 緩衝剤、変形剤、酸もしくは塩基、殺生物剤、またはそれらの各種組合せ、を含んでいない。先行する態様または実施態様のいずれ

10

20

30

40

50

かのまた別の具体的な実施態様においては、その研磨スラリーが、他の研磨材粒子をさらに含んでいる。先行する態様または実施態様のいずれかのより具体的な実施態様においては、その研磨材粒子には、シリカ、アルミナ、セリア、チタニア、またはそれらの各種組合せが含まれる。

【0097】

先行する態様または実施態様のいずれかのいっそうさらなる具体的な実施態様においては、そのスラリーが、酸性条件下（pHが7未満）では、塩基性条件下（pHが7より大）の場合よりも1.09～1.9倍高い酸化物研磨速度を有している。また別の具体的な実施態様においては、そのスラリーが、酸性条件下（pHが7未満）では、塩基性条件下（pHが7より大）の場合よりも1.1～1.9倍高い酸化物研磨速度を有している。また別の具体的な実施態様においては、そのスラリーが、酸性条件下（pHが7未満）では、塩基性条件下（pHが7より大）の場合よりも1.11～1.9倍高い酸化物研磨速度を有している。

10

【0098】

先行する態様または実施態様のいずれかのいっそうさらなる具体的な実施態様においては、そのスラリーが、約32より大、約33より大、約35より大のCu対Taの研磨選択性を有している。また別の具体的な実施態様においては、スラリーが、約50以上、約47以上、または約45以上のCu対Taの研磨選択性を有している。

【0099】

上で一般的な記述または実施例において記載された動作（activities）がすべて必要という訳ではないこと、特定の動作の一部が必要とされなくてもよいこと、および記載されたものに加えてさらなる一つまたは複数の動作が実施されてもよいことに注意されたい。さらに、列記されている動作の順序が必ずしも、それらが実施される順序でなくてもよい。

20

【0100】

明確を期して、個別の実施態様の文脈において本明細書において記載されたある種の特性は、組み合わせの形で、単一の実施態様に提供してもよい。逆に、簡潔さのために単一の実施態様の文脈に関連させて記載された各種の特性は、個別に、あるいは各種のサブ組合せの形で提供されてもよい。さらに、範囲の形で記述された数値を参照する場合には、その範囲の中のありとあらゆる数値が含まれる。

30

【0101】

特定の実施態様に関連させて、便益性（benefits）、その他のメリット（advantages）、および課題の解決法を上記述してきた。しかしながら、各種の便益性、メリット、または解決法をもたらしたり、あるいはより顕著とさせる可能性のある、便益性、メリット、課題の解決法、および各種の特性が、特許請求項のいずれかまたは全部の、必須であったり、必要であったり、または本質的な特性であったりすると受け取ってはならない。

【0102】

本明細書において記載された実施態様の詳細および説明は、各種の実施態様の構造についての一般的理解を与えるためのものである。その詳細および説明は、本明細書において記載された構造または方法を使用する、装置および系の素子および機能素子のすべてを徹底的かつ包括的に記述しようとしたものではない。本明細書を読めば、当業者には、多くのその他の実施態様も明かとなるであろう。本明細書の開示からその他の実施態様を誘導し、使用して、本明細書の開示の範囲から外れることなく、構造的な置き換え、論理的な置き換え、またはその他の変更をすることができるであろう。したがって、本明細書の開示は、限定を与えるものではなく、説明のためのものとみなされたい。

40

【 図 1 】

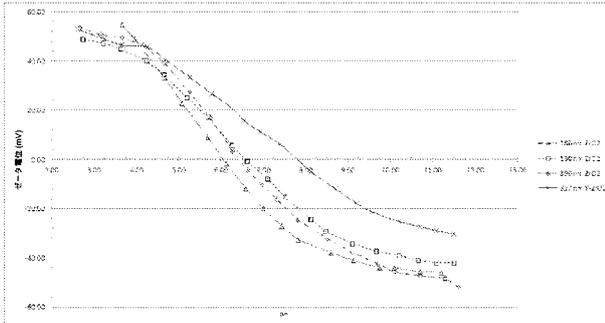


図 1

【 図 3 】

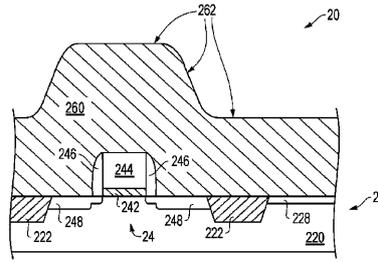


FIG. 3

【 図 2 】

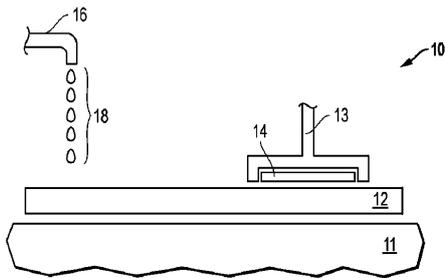


FIG. 2

【 図 4 】

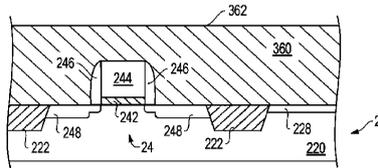


FIG. 4

【 図 5 】

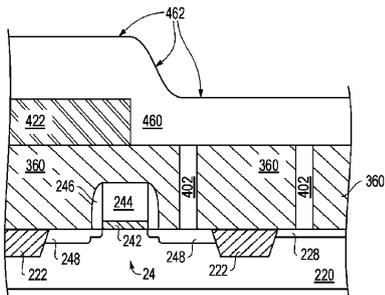


FIG. 5

【 図 7 】

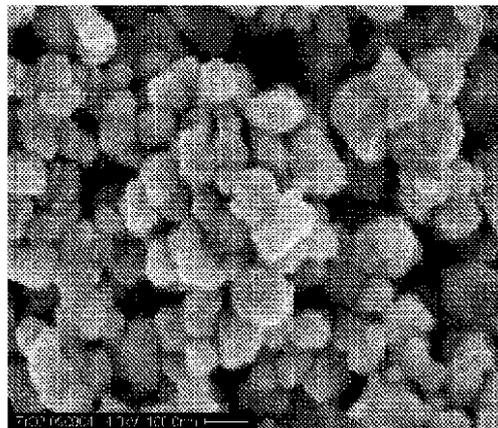


FIG. 7

【 図 6 】

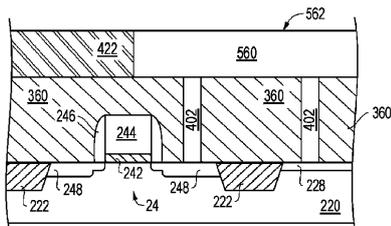


FIG. 6

【 図 8 】

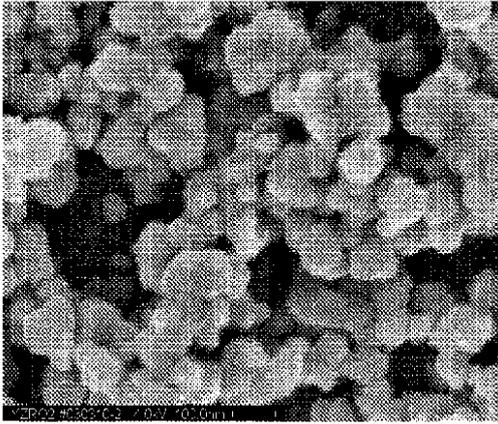


FIG. 8

フロントページの続き

- (74)代理人 100130409
弁理士 下山 治
- (74)代理人 100134175
弁理士 永川 行光
- (74)代理人 100188857
弁理士 木下 智文
- (74)代理人 100088616
弁理士 渡邊 一平
- (74)代理人 100154829
弁理士 小池 成
- (72)発明者 アンドリュー・ジー・ヘール
アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 01590 サットン マンチャーク・ロード 34
- (72)発明者 ジュン・ワン
アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 01545 シュルーズベリー シェリダン・ドライブ
47 アpartment 6
- (72)発明者 フレデリック・ウィス
フランス共和国 コーモン=シュル=デュランス エフ-84510 シュマン・デュ・ジュール
ダン 28 ター