明　細　書

発明の名称 ：

ＣＭＰ用研磨液、ＣＭＰ用研磨液セット及び研磨方法

技術分野

[0001] 本開示は、ＣＭＰ（ケミカルメカニカルポリッシング）用研磨液、ＣＭＰ用研磨液セット、研磨方法等に関する。

背景技術

[0002] 半導体製造の分野では、超ＬＳＩデバイスの高性能化に伴い、従来技術の延長線上の微細化技術により高集積化及び高速化を両立することが限界になってきている。そこで、半導体素子の微細化を進めつつ、垂直方向にも高集積化する技術（すなわち、配線を多層化する技術）が開発されている。

[0003] 配線が多層化されたデバイスを製造するプロセスにおいて最も重要な技術の一つに、ＣＭＰ技術がある。ＣＭＰ技術は、化学気相蒸着（ＣＶＤ）等によって基板上に薄膜を形成して得られる基体の表面を平坦化する技術である。例えば、リソグラフィの焦点深度を確保するには、ＣＭＰによる平坦化の処理が不可欠である。基体の表面に凹凸があると、露光工程における焦点合わせが不可能となったり、微細な配線構造を充分に形成できなくなったりする等の不都合が生じる。また、ＣＭＰ技術は、デバイスの製造過程において、プラズマ酸化膜（ＢＰＳＧ、ＨＤＰ－SiO_2、ｐ－ＴＥＯＳ等）の研磨によって素子分離（素子間分離。ＳＴＩ：シャロー・トレンチ・アイソレーション）領域を形成する工程；ＩＬＤ膜（層間絶縁膜。同一の層における金属部材（配線等）同士を電気的に絶縁する絶縁膜）を形成する工程；酸化ケイ素を含む膜を金属配線に埋め込んだ後にプラグ（例えば、Ａｌ・Ｃｕプラグ）を平坦化する工程などにも適用される。

[0004] ＣＭＰは、通常、研磨パッド上に研磨液を供給することができる装置を用いて行われる。そして、基体の表面と研磨パッドとの間に研磨液を供給しながら基体を研磨パッドに押し付けることにより基体の表面が研磨される。こ

のように、ＣＭＰ技術においては、研磨液が要素技術の一つであり、高性能の研磨液を得るため、これまでにも種々の研磨液の開発がなされている（例えば、下記特許文献１参照）。

[0005] 上述したようなＣＭＰ技術が適用される工程のうち、特に、ＩＬＤ膜のＣＭＰ工程では、酸化ケイ素を高い研磨速度で研磨することが必要となる。そのため、ＩＬＤ膜のＣＭＰ工程では、高い研磨速度を有するシリカ系研磨液（シリカ系粒子を含む砥粒を用いた研磨液）が主に用いられている（例えば、下記特許文献２参照）。しかしながら、シリカ系研磨液では、欠陥の原因である研磨傷の制御が難しい傾向にある。また、近年の配線の微細化に伴い、ＩＬＤ膜のＣＭＰ工程でも研磨傷を少なくすることが望ましいが、素子分離領域用絶縁膜のＣＭＰ工程とは異なり一般に仕上げ鏡面研磨が行われない。そのため、シリカ系研磨液と比べて研磨傷が少ないセリウム系研磨液（セリウム系粒子を含む砥粒を用いた研磨液）を用いることが検討されている（例えば、下記特許文献３参照）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２００８－２８８５３７号公報

特許文献2：特開平９－３１６４３１号公報

特許文献3：特開平１０－１０２０３８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、セリウム系研磨液では、酸化ケイ素の高い研磨速度を達成することが難しい場合があり、特に、凸部（例えばＬｉｎｅ部）及び凹部（例えばＳｐａｃｅ部）から構成される微細な凹凸パターンを有するパターンウエハの研磨において凸部の酸化ケイ素の高い研磨速度を達成することが難しい場合がある。

[0008] 本開示の一側面は、微細な凹凸パターンを有するパターンウエハの研磨に

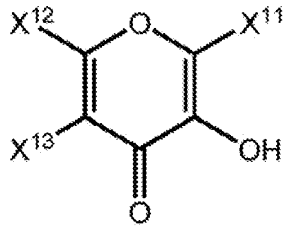
おいて凸部の酸化ケイ素の高い研磨速度を達成可能なＣＭＰ用研磨液を提供することを目的とする。また、本開示の他の一側面は、前記ＣＭＰ用研磨液を得るためのＣＭＰ用研磨液セットを提供することを目的とする。さらに、本開示の他の一側面は、前記ＣＭＰ用研磨液又は前記ＣＭＰ用研磨液セットを用いた研磨方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本開示は、いくつかの側面において、下記の［１］～［２５］等に関する。

［１］砥粒と、添加剤と、水と、を含有し、前記砥粒がセリウム系粒子を含み、前記添加剤が、（Ａ）下記一般式（１）で表される４－ピロン系化合物と、（Ｂ１）１ｍＭの水溶液のｐＨが３．７以上の化合物と、を含む、ＣＭＰ用研磨液。

[化1]



(1)

［式中、X^{11}、X^{12}及びX^{13}は、それぞれ独立に、水素原子又は１価の置換基である。］

［２］前記（Ｂ１）成分が、塩基性アミノ酸、芳香族アミノ酸、アミノ酢酸、ヒドロキシピリジン、メチルピリジン、アセチルピリジン、ピリジンエタノール、アミノピリジン、イミダゾール、ピラゾール、トリアゾール、エチレンジニトリロテトラエタノール、エチレンジニトリロテトラプロパノール、及び、トリエタノールアミンからなる群より選ばれる少なくとも一種を含む、［１］に記載のＣＭＰ用研磨液。

［３］前記（Ｂ１）成分がヒドロキシピリジンを含む、［１］に記載のＣＭＰ用研磨液。

［４］前記（Ｂ１）成分がエチレンジニトリロテトラエタノールを含む、［１］に記載のＣＭＰ用研磨液。

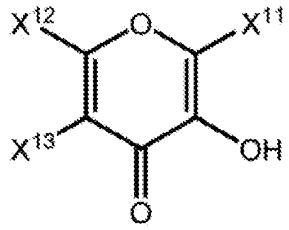
［５］当該ＣＭＰ用研磨液のｐＨが８．０以下である、［４］に記載のＣＭＰ用研磨液。

［６］前記（Ｂ１）成分がトリエタノールアミンを含む、［１］に記載のＣＭＰ用研磨液。

［７］前記（Ｂ１）成分の含有量が０．００１～５質量％である、［１］～［６］のいずれか一つに記載のＣＭＰ用研磨液。

［８］砥粒と、添加剤と、水と、を含有し、前記砥粒がセリウム系粒子を含み、前記添加剤が、（Ａ）下記一般式（１）で表される４－ピロン系化合物と、（Ｂ２）カルボキシ基、カルボン酸塩基、アミノ基及びヒドロキシ基からなる群より選ばれる少なくとも一種の官能基を有する環状化合物と、を含む、ＣＭＰ用研磨液。

[化2]



(1)

［式中、X^{11}、X^{12}及びX^{13}は、それぞれ独立に、水素原子又は１価の置換基である。］

［９］前記砥粒の平均粒径が１００ｎｍを超える、［８］に記載のＣＭＰ用研磨液。

［１０］前記（Ｂ２）成分が、芳香族アミノカルボン酸、キノリンカルボン酸、ピリジンカルボン酸及びこれらの塩からなる群より選ばれる少なくとも一種を含む、［８］又は［９］に記載のＣＭＰ用研磨液。

［１１］前記（Ｂ２）成分が、キナルジン酸及びその塩からなる群より選ばれる少なくとも一種を含む、［８］～［１０］のいずれか一つに記載のＣＭ

Ｐ用研磨液。

［１２］前記（Ｂ２）成分が、アントラニル酸及びその塩からなる群より選ばれる少なくとも一種を含む、［８］～［１１］のいずれか一つに記載のＣＭＰ用研磨液。

［１３］前記（Ｂ２）成分が、ピコリン酸及びその塩からなる群より選ばれる少なくとも一種を含む、［８］～［１２］のいずれか一つに記載のＣＭＰ用研磨液。

［１４］前記（Ｂ２）成分の含有量が０．００１～５質量％である、［８］～［１３］のいずれか一つに記載のＣＭＰ用研磨液。

［１５］砥粒と、添加剤と、水と、を含有し、前記砥粒がセリウム系粒子を含み、前記添加剤が、ヒドロキシアルキル基が結合した２以上の窒素原子を有する化合物を含む、ＣＭＰ用研磨液。

［１６］前記ヒドロキシアルキル基が結合した２以上の窒素原子を有する化合物がエチレンジニトリロテトラエタノールを含む、［１５］に記載のＣＭＰ用研磨液。

［１７］当該ＣＭＰ用研磨液のｐＨが８．０以下である、［１５］又は［１６］に記載のＣＭＰ用研磨液。

［１８］前記セリウム系粒子が酸化セリウムを含む、［１］～［１７］のいずれか一つに記載のＣＭＰ用研磨液。

［１９］前記砥粒の含有量が０．０１～１０質量％である、［１］～［１８］のいずれか一つに記載のＣＭＰ用研磨液。

［２０］前記（Ａ）成分が、３－ヒドロキシ－２－メチル－４－ピロン、５－ヒドロキシ－２－（ヒドロキシメチル）－４－ピロン、及び、２－エチル－３－ヒドロキシ－４－ピロンからなる群より選ばれる少なくとも一種を含む、［１］～［１９］のいずれか一つに記載のＣＭＰ用研磨液。

［２１］前記（Ａ）成分の含有量が０．００１～５質量％である、［１］～［２０］のいずれか一つに記載のＣＭＰ用研磨液。

［２２］前記添加剤が飽和モノカルボン酸を更に含む、［１］～［２１］の

いずれか一つに記載のＣＭＰ用研磨液。

［２３］前記飽和モノカルボン酸の含有量が０．０００１～５質量％である、［２２］に記載のＣＭＰ用研磨液。

［２４］［１］～［２３］のいずれか一つに記載のＣＭＰ用研磨液の構成成分が第１の液と第２の液とに分けて保存され、前記第１の液が、前記砥粒と、水と、を含み、前記第２の液が、前記添加剤の少なくとも一種と、水と、を含む、ＣＭＰ用研磨液セット。

［２５］［１］～［２３］のいずれか一つに記載のＣＭＰ用研磨液、又は、［２４］に記載のＣＭＰ用研磨液セットにおける前記第１の液と前記第２の液とを混合して得られるＣＭＰ用研磨液を用いて被研磨面を研磨する工程を備える、研磨方法。

［２６］前記被研磨面が酸化ケイ素を含む、［２５］に記載の研磨方法。

発明の効果

[0010] 本開示の一側面によれば、微細な凹凸パターンを有するパターンウエハの研磨において凸部の酸化ケイ素の高い研磨速度を達成可能なＣＭＰ用研磨液を提供することができる。また、本開示の他の一側面によれば、前記ＣＭＰ用研磨液を得るためのＣＭＰ用研磨液セットを提供することができる。さらに、本開示の他の一側面によれば、前記ＣＭＰ用研磨液又は前記ＣＭＰ用研磨液セットを用いた研磨方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]ＩＬＤ膜を研磨する過程を示す模式断面図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本開示の実施形態について詳細に説明する。

[0013] 本明細書において、「～」を用いて示された数値範囲は、「～」の前後に記載される数値をそれぞれ最小値及び最大値として含む範囲を示す。数値範囲の「Ａ以上」とは、Ａ、及び、Ａを超える範囲を意味する。数値範囲の「Ａ以下」とは、Ａ、及び、Ａ未満の範囲を意味する。本明細書に段階的に記載されている数値範囲において、ある段階の数値範囲の上限値又は下限値は

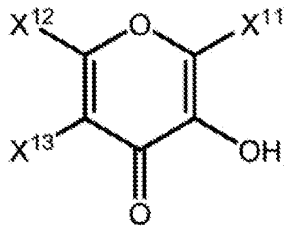
、他の段階の数値範囲の上限値又は下限値と任意に組み合わせることができる。本明細書に記載されている数値範囲において、その数値範囲の上限値又は下限値は、実施例に示されている値に置き換えてもよい。「Ａ又はＢ」とは、Ａ及びＢのどちらか一方を含んでいればよく、両方とも含んでいてもよい。本明細書に例示する材料は、特に断らない限り、１種を単独で又は２種以上を組み合わせて用いることができる。組成物中の各成分の含有量は、組成物中に各成分に該当する物質が複数存在する場合、特に断らない限り、組成物中に存在する当該複数の物質の合計量を意味する。「層」又は「膜」との語は、平面図として観察したときに、全面に形成されている形状の構造に加え、一部に形成されている形状の構造も包含される。「工程」との語は、独立した工程だけではなく、他の工程と明確に区別できない場合であってもその工程の所期の作用が達成されれば、本用語に含まれる。「（メタ）アクリレート」とは、アクリレート、及び、それに対応するメタクリレートの少なくとも一方を意味する。「（メタ）アクリル酸」等の他の類似の表現においても同様である。

[0014] ＜ＣＭＰ用研磨液＞

本実施形態（第１実施形態、第２実施形態及び第３実施形態。以下同様）に係るＣＭＰ用研磨液は、砥粒と、添加剤と、水と、を含有するＣＭＰ用研磨液（以下、場合により、単に「研磨液」という）である。砥粒は、セリウム系粒子（セリウム系化合物を含む粒子）を含む。第１実施形態に係る研磨液の添加剤は、（Ａ）下記一般式（１）で表される４－ピロン系化合物（（Ａ）成分）と、（Ｂ１）１ｍＭ（ミリモル濃度）の水溶液のｐＨが３．７以上の化合物（（Ｂ１）成分）と、を含む。第２実施形態に係る研磨液の添加剤は、（Ａ）下記一般式（１）で表される４－ピロン系化合物（（Ａ）成分）と、（Ｂ２）カルボキシ基、カルボン酸塩基、アミノ基及びヒドロキシ基（水酸基）からなる群より選ばれる少なくとも一種の官能基を有する環状化合物（（Ｂ２）成分）と、を含む。第３実施形態に係る研磨液の添加剤は、ヒドロキシアルキル基が結合した２以上の窒素原子を有する化合物（以下、

場合により「窒素含有ヒドロキシアルキル化合物」という；エチレンジニトリロテトラエタノール、エチレンジニトリロテトラプロパノール等）を含む。窒素含有ヒドロキシアルキル化合物は、（Ｂ１）成分に該当する化合物、及び、（Ｂ１）成分に該当しない化合物のいずれであってもよく、エチレンジニトリロテトラエタノール及びエチレンジニトリロテトラプロパノールは、（Ｂ１）成分に該当する化合物である。本実施形態に係る研磨液の添加剤は、（Ａ）成分、（Ｂ１）成分及び（Ｂ２）成分を含んでよい。

[0015] [化3]



(1)

［式中、X^{11}、X^{12}及びX^{13}は、それぞれ独立に、水素原子又は１価の置換基である。］

[0016] 本実施形態に係る研磨液によれば、凸部（例えばＬｉｎｅ部）及び凹部（例えばＳｐａｃｅ部）から構成される微細な凹凸パターンを有するパターンウエハの研磨において凸部の酸化ケイ素の高い研磨速度を達成可能であり、例えば、パターンウエハにおけるＬｉｎｅ／Ｓｐａｃｅ（Ｌ／Ｓ）＝２０μｍ／８０μｍの領域の研磨において凸部の酸化ケイ素の高い研磨速度を達成できる（本実施形態に係る研磨液によれば、後述の実施例に記載の評価方法において、Ｌ／Ｓ＝２０μｍ／８０μｍの領域における凸部の酸化ケイ素の研磨速度として例えば３００ｎｍ／ｍｉｎ以上を得ることができる）。

[0017] かかる効果が奏される要因は必ずしも明らかではないが、下記のとおりである推察される。但し、要因は下記の内容に限定されない。すなわち、（Ａ）成分を用いることによって研磨液と酸化ケイ素との相互作用が大きくなり、（Ｂ１）成分又は（Ｂ２）成分を用いることによっても研磨液と酸化ケイ素との相互作用が大きくなる。しかしながら、（Ｂ１）成分及び（Ｂ２）成

分を用いることなく（Ａ）成分を用いた場合、並びに、（Ａ）成分を用いることなく、窒素含有ヒドロキシアルキル化合物（エチレンジニトリロテトラエタノール、エチレンジニトリロテトラプロパノール等）を除く（Ｂ１）成分、又は、（Ｂ２）成分を用いた場合、シリカ系粒子と比較して硬度が低いセリウム系粒子を用いることにより、凹凸パターンを有さないブランケットウエハにおける酸化ケイ素の高速研磨は可能であっても、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度を達成できず、特に、パターンウエハにおけるＬ／Ｓ＝２０μｍ／８０μｍの領域の研磨において凸部の酸化ケイ素の高い研磨速度を達成できない特異的な現象が確認されている。一方、第１実施形態及び第２実施形態に係る研磨液によれば、（Ａ）成分と、（Ｂ１）成分又は（Ｂ２）成分とを用いることに起因する相乗効果によって研磨液と凸部の酸化ケイ素との相互作用が大きくなる（例えば、研磨液中のセリウム系粒子と凸部の酸化ケイ素との化学的な反応（Ｓｉ－Ｏ－Ｃｅの結合に由来する反応）が促進される）ことにより凸部の酸化ケイ素の高い研磨速度を得ることが可能であり、パターンウエハにおけるＬ／Ｓ＝２０μｍ／８０μｍの領域の研磨において凸部の酸化ケイ素の高い研磨速度を達成できる。また、第３実施形態に係る研磨液によれば、（Ａ）成分を用いない場合であっても、窒素含有ヒドロキシアルキル化合物（エチレンジニトリロテトラエタノール、エチレンジニトリロテトラプロパノール等）を用いることによって同様の効果を得ることができる。

[0018] 本実施形態に係る研磨液の一態様によれば、凹凸パターンを有さないブランケットウエハにおける酸化ケイ素の高速研磨（例えば１００ｎｍ／ｍｉｎ以上（好ましくは２５０ｎｍ／ｍｉｎ以上等）の研磨速度）を達成しつつ、パターンウエハにおけるＬ／Ｓ＝２０μｍ／８０μｍの領域の研磨において凸部の酸化ケイ素の高い研磨速度を達成できる。

[0019] 本実施形態に係る研磨液の一態様によれば、パターンウエハにおけるＬ／Ｓ＝３０μｍ／７０μｍの領域の研磨において凸部の酸化ケイ素の高い研磨速度も達成できる。

[0020] 本実施形態に係る研磨液の一態様によれば、小粒径の砥粒を用いる場合、又は、砥粒の含有量が低い場合であっても、パターンウエハの研磨において凸部の酸化ケイ素の高い研磨速度を得ることができる。

[0021] 素子分離領域を形成する工程においては、酸化ケイ素膜の下地のストッパとして用いられる窒化シリコン膜の研磨速度を抑制することが要求され、窒化ケイ素に対する酸化ケイ素の高い研磨選択性（酸化ケイ素の研磨速度／窒化ケイ素の研磨速度）が求められる場合がある。本実施形態に係る研磨液の一態様によれば、窒化ケイ素の充分小さい研磨速度を得ることが可能であり、窒化ケイ素に対する酸化ケイ素の高い研磨選択性を得ることができる。この場合、素子分離領域を形成する際の研磨において好適である。本実施形態に係る研磨液の一態様によれば、後述の実施例に記載の評価方法において、ブランケットウエハにおける窒化ケイ素の研磨速度として例えば２．０ｎｍ／ｍｉｎ未満（好ましくは１．０ｎｍ／ｍｉｎ未満等）を得ることができる。

[0022] 本実施形態に係る研磨液の一態様によれば、正方形状の凸部パターン（凸部の密度：１００％）、及び、正方形状の凹部パターン（凸部の密度：０％）を有するパターンウエハの研磨において、ディッシング特性の指標として、凹部パターン（凸部の密度：０％）の研磨速度を抑制できる。この場合、例えば、酸化ケイ素膜を表面に有するパターンウエハ（ＳＴＩ形成の場合、下地のストッパとして窒化ケイ素膜を有するパターンウエハ等も含む）における凸部の酸化ケイ素膜の研磨において、初期段差の厚み分の酸化ケイ素膜を研磨した際に凹部の酸化ケイ素膜の研磨も進行してしまうこと、又は、幅が充分に広いパターンにおける凹部の酸化ケイ素膜が凸部の酸化ケイ素膜よりも速く研磨されることにより、凹部が皿のように窪んでしまう現象（ディッシング）を抑制しやすい。本実施形態に係る研磨液の一態様によれば、後述の実施例に記載の評価方法において、凸部０％の研磨速度として例えば５００ｎｍ／ｍｉｎ以下（好ましくは、３００ｎｍ／ｍｉｎ以下、２００ｎｍ／ｍｉｎ以下等）を得ることができる。

[0023] 本実施形態に係る研磨液の一態様によれば、正方形状の凸部パターン（凸部の密度：１００％）、及び、正方形状の凹部パターン（凸部の密度：０％）を有するパターンウエハの研磨において、平坦化効率の指標として、凸部１００％／凸部０％の高い研磨速度比を得ることができる。本実施形態に係る研磨液の一態様によれば、後述の実施例に記載の評価方法において、凸部１００％／凸部０％の研磨速度比として、１．０を超える研磨速度比を得ることができる。

[0024] 本実施形態に係る研磨液は、半導体ウエハ材料のＣＭＰに用いることが可能であり、例えば、半導体ウエハの表面に設けられた酸化ケイ素膜を研磨するために用いることができる。本実施形態に係る研磨液は、ＩＬＤ膜のＣＭＰ工程において用いることができる。本実施形態に係る研磨液の一態様によれば、高い研磨速度を得つつ、砥粒の凝集及び研磨傷の発生を抑制すると共に高い平坦性を得ることができる。

[0025]（砥粒）

砥粒は、セリウム系粒子を含む。セリウム系粒子を砥粒として用いることにより、被研磨面に生じる研磨傷を低減しつつパターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度を得やすい。

[0026] セリウム系粒子のセリウム系化合物としては、酸化セリウム、水酸化セリウム、硝酸アンモニウムセリウム、酢酸セリウム、硫酸セリウム水和物、臭素酸セリウム、臭化セリウム、塩化セリウム、シュウ酸セリウム、硝酸セリウム、炭酸セリウム等が挙げられる。セリウム系粒子は、パターンウエハにおける凸部（Ｌ／Ｓ＝２０μｍ／８０μｍの領域の凸部、Ｌ／Ｓ＝３０μｍ／７０μｍの領域の凸部等；以下同様）の酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、酸化セリウムを含んでよい。酸化セリウムを含むセリウム系粒子（酸化セリウム粒子）を使用することで、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度を達成しやすいと共に、研磨傷が少なく平坦性に優れた被研磨面が得られやすい。

[0027] 酸化セリウム粒子は、結晶粒界を有する多結晶酸化セリウムを含んでよい

。このような多結晶酸化セリウム粒子は、研磨中に細かくなると同時に活性面が次々と現れる性質を有し、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度を高度に維持することができる。

[0028] 酸化セリウム粒子の製造方法としては、焼成法；過酸化水素等による酸化法などが挙げられる。焼成する場合、焼成時の温度は、３５０～９００℃であってよい。製造された酸化セリウム粒子が凝集している場合は、粒子を機械的に粉砕してよい。粉砕方法としては、例えば、ジェットミル等による乾式粉砕、又は、遊星ビーズミル等による湿式粉砕であってよい。ジェットミルは、例えば、「化学工学論文集」、第６巻第５号、（１９８０）、５２７～５３２頁に説明されているものを使用することができる。

[0029] 研磨液中における砥粒のゼータ電位（表面電位）は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点、及び、凹凸パターンを有さないブランケットウエハにおける酸化ケイ素の高速研磨を達成しやすい観点から、正であってよい（ゼータ電位が０ｍＶを超えてよい）。砥粒のゼータ電位は、例えば、動的光散乱式ゼータ電位測定装置（例えば、ベックマン・コールター株式会社製、商品名：ＤｅｌｓａＮａｎｏ　Ｃ）を用いて測定することができる。砥粒のゼータ電位は、添加剤を用いて調整できる。例えば、砥粒に酸成分（例えば酢酸）を接触させることにより、正のゼータ電位を有する砥粒を得ることができる。

[0030] 砥粒の平均粒径は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点、及び、凹凸パターンを有さないブランケットウエハにおける酸化ケイ素の高速研磨を達成しやすい観点から、５０ｎｍ以上、７０ｎｍ以上、１００ｎｍ以上、１００ｎｍ超、１０５ｎｍ以上、１１０ｎｍ以上、１１５ｎｍ以上、１２０ｎｍ以上、１２５ｎｍ以上、１３０ｎｍ以上、１３５ｎｍ以上、又は、１４０ｎｍ以上であってよい。砥粒の平均粒径は、研磨傷の発生を抑制しやすい観点、及び、パターンウエハのディッシング抑制等の平坦性の向上効果が効率的に得られる観点から、５００ｎｍ以下、３００ｎｍ以下、２００ｎｍ以下、１８０ｎｍ以下、１５０ｎｍ以下、１

４０ｎｍ以下、１３５ｎｍ以下、１３０ｎｍ以下、１２５ｎｍ以下、又は、１２０ｎｍ以下であってよい。これらの観点から、砥粒の平均粒径は、５０～５００ｎｍ、５０～２００ｎｍ、５０～１５０ｎｍ、７０～５００ｎｍ、７０～２００ｎｍ、７０～１５０ｎｍ、１００～５００ｎｍ、１００～２００ｎｍ、又は、１００～１５０ｎｍであってよい。砥粒の平均粒径を調整することにより、砥粒の平均粒径に応じた酸化ケイ素の高い速研磨速度及び低スクラッチ特性が効率的に得られる。

[0031] 「砥粒の平均粒径」とは、砥粒が分散したスラリのサンプルをレーザー回折・散乱式粒度分布測定装置で測定した体積分布の中央値を意味し、ＭｉｃｒｏｔｒａｃＢＥＬ Ｃｏｒｐ．製の商品名：Ｍｉｃｒｏｔｒａｃ ＭＴ３３００ＥＸＩＩ等を用いて測定することができる。例えば、砥粒の含有量がサンプルの全質量基準で０．２５質量％になるように砥粒を水に分散させて砥粒の含有量を調整することによりサンプルを調製し、このサンプルを測定装置にセットして体積分布の中央値の測定を行う。研磨液における砥粒の粒径を測定する場合は、砥粒の含有量がサンプルの全質量基準で０．２５質量％になるように研磨液における砥粒の含有量を調整してサンプルを調製し、このサンプルを用いて同様の方法により測定することができる。

[0032] 砥粒の含有量は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の研磨速度と砥粒の分散安定性とのバランスに優れる観点から、研磨液の全質量を基準として下記の範囲であってよい。砥粒の含有量は、０．０１質量％以上、０．０５質量％以上、０．１質量％以上、０．１５質量％以上、０．２質量％以上、０．２５質量％以上、０．３質量％以上、０．５質量％以上、０．８質量％以上、又は、１質量％以上であってよい。砥粒の含有量は、１０質量％以下、５質量％以下、３質量％以下、１質量％以下、０．８質量％以下、０．５質量％以下、０．３質量％以下、又は、０．２５質量％以下であってよい。これらの観点から、砥粒の含有量は、０．０１～１０質量％、０．０１～１質量％、０．０１～０．５質量％、０．０１～０．２５質量％、０．０５～１０質量％、０．０５～１質量％、０．０５～０．５質量％、０．０５

～０．２５質量％、０．１～１０質量％、０．１～１質量％、０．１～０．５質量％、又は、０．１～０．２５質量％であってよい。

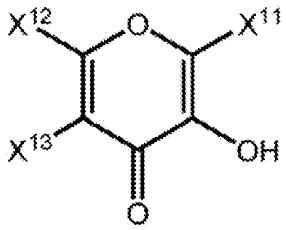
[0033]（添加剤）

［（Ａ）成分：４－ピロン系化合物］

第１実施形態及び第２実施形態に係る研磨液の添加剤は、（Ａ）成分として、一般式（１）で表される４－ピロン系化合物（以下、場合により、単に「４－ピロン系化合物」という）を含む。４－ピロン系化合物を用いることで、研磨液と酸化ケイ素との相互作用が大きくなることにより研磨速度が高くなりやすいと推測される。また、４－ピロン系化合物は、研磨液と酸化ケイ素との相互作用を大きくし得る添加剤であるにもかかわらず、砥粒同士の静電的反発力等の反発力を弱める効果がないため、砥粒の凝集を抑制することができると考えられる。

[0034] ４－ピロン系化合物は、下記一般式（１）で表される化合物であり、カルボニル基の炭素原子に隣接している炭素原子にヒドロキシ基が結合した構造を有する化合物である。「４－ピロン系化合物」は、オキシ基及びカルボニル基を有し、オキシ基に対してカルボニル基が４位に位置しているγ－ピロン環（６員環）を有する複素環式化合物である。４－ピロン系化合物は、このγ－ピロン環におけるカルボキシ基に隣接している炭素原子にヒドロキシ基が結合しており、それ以外の炭素原子には、水素原子以外の置換基が置換していてもよい。

[0035] [化4]



(1)

[0036] 式中、X^{11}、X^{12}及びX^{13}は、それぞれ独立に、水素原子又は１価の置換基である。１価の置換基としては、アルデヒド基、ヒドロキシ基、カルボキ

シ基、カルボン酸塩基、スルホン酸基、リン酸基、臭素原子、塩素原子、ヨウ素原子、フッ素原子、ニトロ基、ヒドラジン基、アルキル基（例えば炭素数１～８のアルキル基）、アリール基（例えば炭素数６～１２のアリール基）、アルケニル基（例えば炭素数１～８のアルケニル基）などが挙げられる。アルキル基、アリール基、及び、アルケニル基は、ＯＨ、ＣＯＯＨ、Ｂｒ、Ｃｌ、Ｉ、NO_2等で置換されていてもよい。X^{11}、X^{12}及びX^{13}として１価の置換基を有する場合、置換基は、オキシ基に隣接する炭素原子に結合していてよく、すなわち、X^{11}及びX^{12}が置換基であってよい。X^{11}、X^{12}及びX^{13}のうち少なくとも２つは水素原子であってよい。

[0037] ４－ピロン系化合物は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点、及び、砥粒の凝集を抑制しやすい観点から、３－ヒドロキシ－２－メチル－４－ピロン（別名：３－ヒドロキシ－２－メチル－４Ｈ－ピラン－４－オン、マルトール）、５－ヒドロキシ－２－（ヒドロキシメチル）－４－ピロン（別名：５－ヒドロキシ－２－（ヒドロキシメチル）－４Ｈ－ピラン－４－オン、コウジ酸）、及び、２－エチル－３－ヒドロキシ－４－ピロン（別名：２－エチル－３－ヒドロキシ－４Ｈ－ピラン－４－オン）からなる群より選ばれる少なくとも一種を含んでよく、３－ヒドロキシ－２－メチル－４－ピロンを含んでよい。４－ピロン系化合物は、１種を単独で又は２種以上を組み合わせて用いることができる。４－ピロン系化合物を２種以上組み合わせて用いると、平坦な被研磨面の研磨速度を向上させるほか、面内均一性を向上させる効果も得ることができる傾向にある。

[0038] ４－ピロン系化合物は、水溶性であってよい。水への溶解度が高い化合物を使用することで、所望の量の添加剤を良好に研磨液中に溶解させることができ、研磨速度の向上及び砥粒の凝集の抑制の効果をより一層高水準に達成し得る。４－ピロン系化合物における常温（２５℃）の水１００ｇに対する溶解度は、０．００１ｇ以上、０．００５ｇ以上、０．０１ｇ以上、又は、０．０５ｇ以上であってよい。溶解度の上限は特に制限はない。

[0039] ４－ピロン系化合物の含有量は、パターンウエハにおける凸部の研磨速度の向上効果が更に効率的に得られる観点から、研磨液の全質量を基準として下記の範囲であってよい。４－ピロン系化合物の含有量は、０．００１質量％以上、０．００５質量％以上、０．０１質量％以上、０．０１５質量％以上、０．０２質量％以上、０．０２５質量％以上、０．０３質量％以上、０．０３２質量％以上、０．０３４質量％以上、０．０３５質量％以上、０．０４質量％以上、０．０５質量％以上、０．０８質量％以上、０．１質量％以上、０．１３質量％以上、０．１５質量％以上、０．１８質量％以上、又は、０．２質量％以上であってよい。４－ピロン系化合物の含有量は、５質量％以下、３質量％以下、１質量％以下、０．８質量％以下、０．５質量％以下、０．３質量％以下、０．２質量％以下、０．１８質量％以下、０．１５質量％以下、０．１３質量％以下、０．１質量％以下、０．０８質量％以下、０．０５質量％以下、０．０４質量％以下、０．０３５質量％以下、又は、０．０３４質量％以下であってよい。これらの観点から、４－ピロン系化合物の含有量は、０．００１～５質量％、０．００１～１質量％、０．００１～０．３質量％、０．００１～０．１質量％、０．００１～０．０５質量％、０．０１～５質量％、０．０１～１質量％、０．０１～０．３質量％、０．０１～０．１質量％、０．０１～０．０５質量％、０．０２～５質量％、０．０２～１質量％、０．０２～０．３質量％、０．０２～０．１質量％、又は、０．０２～０．０５質量％であってよい。

[0040] 砥粒の含有量に対する４－ピロン系化合物の含有量の質量比Ａ（４－ピロン系化合物／砥粒）は、パターンウエハにおける凸部の研磨速度の向上効果が更に効率的に得られる観点から、下記の範囲であってよい。質量比Ａは、０．０１以上、０．０３以上、０．５以上、０．０８以上、０．１以上、０．１２以上、０．１３以上、０．１５以上、０．１８以上、又は、０．２以上であってよい。質量比Ａは、１以下、１未満、０．８以下、０．６以下、０．５以下、０．４以下、０．３以下、０．２以下、０．１８以下、０．１５以下、０．１３以下、０．１２以下、又は、０．１以下であってよい。こ

れらの観点から、質量比Ａは、０．０１～１、０．０１～０．３、０．０１～０．１５、０．１～１、０．１～０．３、０．１～０．１５、０．１２～１、０．１２～０．３、又は、０．１２～０．１５であってよい。

[0041] ［（Ｂ１）成分：１ｍＭの水溶液のｐＨが３．７以上の化合物］

第１実施形態に係る研磨液の添加剤は、（Ｂ１）成分（（Ａ）成分に該当する化合物を除く）を含み、第３実施形態に係る研磨液の添加剤は、（Ｂ１）成分に該当する化合物（窒素含有ヒドロキシアルキル化合物）として、例えば、エチレンジニトリロテトラエタノールを含んでよく、エチレンジニトリロテトラプロパノールを含んでよい。（Ｂ１）成分としては、（Ｂ２）成分にも該当する化合物を用いることができる。（Ｂ１）成分を用いることにより、研磨液と凹凸パターンにおける凸部の酸化ケイ素との相互作用を大きくすることにより凸部の酸化ケイ素の高い研磨速度を得ることができる。複数段階で酸解離可能な化合物は複数のｐＫａを有するため、ｐＫａに基づいて有効な化合物を選定することが煩雑であるものの、第１実施形態に係る研磨液によれば、化合物が１ｍＭの水溶液において与えるｐＨに基づき化合物を選定することでこのような煩雑さを回避できる。第１実施形態によれば、１ｍＭの水溶液において与えるｐＨに基づき研磨液における添加剤を選定する添加剤の選定方法を提供することが可能であり、微細な凹凸パターンを有するパターンウエハの研磨において凸部の酸化ケイ素の高い研磨速度を達成可能な研磨液における添加剤として、１ｍＭの水溶液において与えるｐＨに基づき研磨液における添加剤を選定する添加剤の選定方法を提供することができる。

[0042] （Ｂ１）成分の１ｍＭの水溶液のｐＨ（２５℃）は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度を得る観点から、３．７以上である。（Ｂ１）成分の１ｍＭの水溶液のｐＨは、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、下記の範囲であってよい。（Ｂ１）成分の１ｍＭの水溶液のｐＨは、３．８以上、４．０以上、４．５以上、５．０以上、５．０超、５．４以上、５．５以上、５．６以上、５

．８以上、５．９以上、６．０以上、６．２以上、６．５以上、６．７以上、７．０以上、７．２以上、７．５以上、８．０以上、８．５以上、８．６以上、９．０以上、９．２以上、９．４以上、９．５以上、９．８以上、１０．０以上、又は、１０．２以上であってよい。（Ｂ１）成分の１ｍＭの水溶液のｐＨは、１４．０以下、１３．０以下、１２．０以下、１１．０以下、１０．５以下、１０．２以下、１０．０以下、９．８以下、９．５以下、９．４以下、９．２以下、９．０以下、８．６以下、８．５以下、８．０以下、７．５以下、７．２以下、７．０以下、６．７以下、６．５以下、６．２以下、６．０以下、５．９以下、５．８以下、５．６以下、５．５以下、又は、５．４以下であってよい。これらの観点から、（Ｂ１）成分の１ｍＭの水溶液のｐＨは、３．７～１４．０、３．７～１２．０、３．７～１１．０、５．０～１４．０、５．０～１２．０、５．０～１１．０、８．０～１４．０、８．０～１２．０、８．０～１１．０、１０．０～１４．０、１０．０～１２．０、又は、１０．０～１１．０であってよい。（Ｂ１）成分の１ｍＭの水溶液は、（Ｂ１）成分及び水からなる混合物である。

[0043] （Ｂ１）成分としては、アミノ酸、ピリジン化合物（ピリジン環を有する化合物）、イミダゾール化合物（イミダゾール環を有する化合物）、ピラゾール化合物（ピラゾール環を有する化合物）、トリアゾール化合物（トリアゾール環を有する化合物）、アミノ基及びベンゼン環を含有する化合物、エチレンジニトリロテトラエタノール（ＴＨＥＥＤ：２，２’，２’’，２’’’－エチレンジニトリロテトラエタノール（別名：Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－Ｔｅｔｒａｋｉｓ（２－ｈｙｄｒｏｘｙｅｔｈｙｌ）ｅｔｈｙｌｅｎｅｄｉａｍｉｎｅ）等）、エチレンジニトリロテトラプロパノール（ＥＤＴＰ：１，１’，１’’，１’’’－エチレンジニトリロテトラ－２－プロパノール（別名：Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－Ｔｅｔｒａｋｉｓ（２－ｈｙｄｒｏｘｙｐｒｏｐｙｌ）ｅｔｈｙｌｅｎｅｄｉａｍｉｎｅ）等）、トリエタノールアミン（２，２’，２’’－ニトリロトリエタノール等）などが挙げられる。

[0044] アミノ酸としては、ヒスチジン（Ｌ－ヒスチジン等）、リシン、アルギニ

ン、グルタミン（Ｌ－グルタミン等）、グルタミン酸（Ｌ－グルタミン酸等）、プロリン（Ｌ－プロリン等）、ビシン、システイン（Ｌ－システイン等）、アラニン（Ｌ－アラニン等）、セリン（Ｌ－セリン等）、アミノ酢酸（グリシン）、チロシン（Ｌ－チロシン等）、フェニルアラニンなどが挙げられる。アミノ酸は、塩基性アミノ酸であってよく、芳香族アミノ酸であってよい。ピリジン化合物としては、ピリジン、ヒドロキシピリジン（３－ヒドロキシピリジン、４－ヒドロキシピリジン等）、ピリジンカルボン酸（ニコチン酸、ピコリン酸等）、メチルピリジン（２－メチルピリジン等）、アセチルピリジン（２－アセチルピリジン等）、ピリジンエタノール（２－ピリジンエタノール等）、アミノピリジン（３－アミノピリジン等）などが挙げられる。イミダゾール化合物としては、イミダゾール、メチルイミダゾール（２－メチルイミダゾール等）、ジメチルイミダゾール（１，２－ジメチルイミダゾール等）などが挙げられる。ピラゾール化合物としては、ピラゾール、メチルピラゾール等が挙げられる。トリアゾール化合物としては、トリアゾール（１，２，４－トリアゾール等）、アミノトリアゾール（３－アミノ－１，２，４－トリアゾール等）などが挙げられる。アミノ基及びベンゼン環を含有する化合物としては、アミノベンゼン（アニリン）、アントラニル酸等が挙げられる。

[0045] （Ｂ１）成分は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、アミノ酸、ピリジン化合物、イミダゾール化合物、ピラゾール化合物、トリアゾール化合物、アミノ基及びベンゼン環を含有する化合物、エチレンジニトリロテトラエタノール、エチレンジニトリロテトラプロパノール、並びに、トリエタノールアミンからなる群より選ばれる少なくとも一種を含んでよく、アミノ酸、ピリジン化合物、イミダゾール化合物、ピラゾール化合物、トリアゾール化合物、及び、エチレンジニトリロテトラエタノールからなる群より選ばれる少なくとも一種を含んでよく、塩基性アミノ酸、芳香族アミノ酸、アミノ酢酸、ヒドロキシピリジン、メチルピリジン、アセチルピリジン、ピリジンエタノール、アミノピリジン、イ

ミダゾール、ピラゾール、トリアゾール、エチレンジニトリロテトラエタノール、エチレンジニトリロテトラプロパノール、及び、トリエタノールアミンからなる群より選ばれる少なくとも一種を含んでよく、塩基性アミノ酸、芳香族アミノ酸、アミノ酢酸、ヒドロキシピリジン、メチルピリジン、アセチルピリジン、ピリジンエタノール、アミノピリジン、イミダゾール、ピラゾール、トリアゾール、エチレンジニトリロテトラエタノール、及び、トリエタノールアミンからなる群より選ばれる少なくとも一種を含んでよく、ヒスチジン、グルタミン、グルタミン酸、プロリン、ビシン、システイン、アラニン、セリン、アミノ酢酸、チロシン、ヒドロキシピリジン、ピリジンエタノール、イミダゾール、メチルイミダゾール、エチレンジニトリロテトラエタノール、エチレンジニトリロテトラプロパノール、及び、トリエタノールアミンからなる群より選ばれる少なくとも一種を含んでよい。特に、（Ｂ１）成分は、ヒドロキシピリジンを含む態様、エチレンジニトリロテトラエタノールを含む態様、エチレンジニトリロテトラプロパノールを含む態様、又は、トリエタノールアミンを含む態様であってよい。（Ｂ１）成分は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、芳香族ポリオキシアルキレン化合物（芳香環及びポリオキシアルキレン鎖を有する化合物）に該当しない化合物を含んでよく、芳香環を有さない化合物を含んでよく、ポリオキシアルキレン鎖を有さない化合物を含んでよい。

[0046] （Ｂ１）成分の分子量は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、下記の範囲であってよい。（Ｂ１）成分の分子量は、５０以上、６０以上、７０以上、８０以上、８５以上、９０以上、１００以上、１１０以上、１２０以上、１２３以上、１２５以上、１３０以上、１４０以上、１４８以上、１５０以上、１６０以上、１７０以上、１８０以上、２００以上、２１０以上、２３０以上、２５０以上、２５０超、又は、２８０以上であってよい。（Ｂ１）成分の分子量は、１０００以下、１０００未満、９００以下、８００以下、７００以下、６００以下、５

００以下、４００以下、３５０以下、３００以下、２８０以下、２５０以下、２５０未満、２４０以下、２３０以下、２１０以下、２００以下、１８０以下、１７０以下、１６０以下、１５０以下、１４８以下、１４０以下、１３０以下、１２５以下、１２３以下、１２０以下、１１０以下、１００以下、９０以下、８５以下、８０以下、又は、７０以下であってよい。これらの観点から、（Ｂ１）成分の分子量は、５０～１０００、５０～５００、５０～３００、５０～２００、１００～１０００、１００～５００、１００～３００、１００～２００、１５０～１０００、１５０～５００、１５０～３００、又は、１５０～２００であってよい。

[0047] （Ｂ１）成分の含有量、窒素含有ヒドロキシアルキル化合物の含有量（（Ｂ１）成分に該当する化合物、及び、（Ｂ１）成分に該当しない化合物の合計量；以下同様）、エチレンジニトリロテトラエタノールの含有量、又は、エチレンジニトリロテトラプロパノールの含有量として、含有量Ｂ１は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の研磨速度の向上効果、ブランケットウエハにおける酸化ケイ素の研磨速度の向上効果、及び、平坦化効率の向上効果が効率的に得られる観点から、研磨液の全質量を基準として下記の範囲であってよい。含有量Ｂ１は、０．００１質量％以上、０．００５質量％以上、０．０１質量％以上、０．０１５質量％以上、０．０２質量％以上、０．０２５質量％以上、０．０３質量％以上、０．０３５質量％以上、０．０４質量％以上、０．０５質量％以上、０．０６質量％以上、０．０８質量％以上、０．１質量％以上、０．１１質量％以上、０．１２質量％以上、０．１３質量％以上、０．１４質量％以上、０．１５質量％以上、０．２質量％以上、０．２５質量％以上、０．３質量％以上、又は、０．４質量％以上であってよい。含有量Ｂ１は、５質量％以下、３質量％以下、１質量％以下、０．５質量％以下、０．４質量％以下、０．３質量％以下、０．２５質量％以下、０．２質量％以下、０．１５質量％以下、０．１４質量％以下、０．１３質量％以下、０．１２質量％以下、０．１１質量％以下、０．１質量％以下、０．０８質量％以下、０．０６質量％以下、０．０５質量％以下、

０．０４質量％以下、０．０３５質量％以下、０．０３質量％以下、０．０２５質量％以下、０．０２質量％以下、０．０１５質量％以下、又は、０．０１質量％以下であってよい。これらの観点から、含有量Ｂ１は、０．００１～５質量％、０．００１～１質量％、０．００１～０．３質量％、０．００１～０．２質量％、０．００１～０．１質量％、０．００１～０．０５質量％、０．０１～５質量％、０．０１～１質量％、０．０１～０．３質量％、０．０１～０．２質量％、０．０１～０．１質量％、０．０１～０．０５質量％、０．０３～１質量％、０．０３～０．３質量％、０．０３～０．２質量％、０．０３～０．１質量％、又は、０．０３～０．０５質量％であってよい。（Ｂ１）成分の含有量は、（Ｂ１）成分及び（Ｂ２）成分に該当する化合物の含有量も含む（以下同様）。

[0048] 砥粒の含有量に対する（Ｂ１）成分の含有量の質量比（（Ｂ１）成分／砥粒）、砥粒の含有量に対する窒素含有ヒドロキシアルキル化合物の含有量の質量比（窒素含有ヒドロキシアルキル化合物／砥粒）、砥粒の含有量に対するエチレンジニトリロテトラエタノールの含有量の質量比（エチレンジニトリロテトラエタノール／砥粒）、又は、砥粒の含有量に対するエチレンジニトリロテトラプロパノールの含有量の質量比（エチレンジニトリロテトラプロパノール／砥粒）として、質量比Ｂ１１は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の研磨速度の向上効果、ブランケットウエハにおける酸化ケイ素の研磨速度の向上効果、及び、平坦化効率の向上効果が効率的に得られる観点から、下記の範囲であってよい。質量比Ｂ１１は、０．００１以上、０．００５以上、０．０１以上、０．０５以上、０．０８以上、０．１以上、０．１１以上、０．１２以上、０．１３以上、０．１４以上、０．１５以上、０．１６以上、０．２以上、０．２５以上、０．３以上、０．４以上、０．５以上、１以上、又は、１超であってよい。質量比Ｂ１１は、１０以下、５以下、２以下、１以下、１未満、０．５以下、０．４以下、０．３以下、０．２５以下、０．２以下、０．１６以下、０．１５以下、０．１４以下、０．１３以下、０．１２以下、０．１１以下、０．１以下、０．０８以下、

０．０５以下、又は、０．０１以下であってよい。これらの観点から、質量比Ｂ１１は、０．００１～１０、０．００１～１、０．００１～０．３、０．００１～０．２、０．００１～０．１、０．０１～１０、０．０１～１、０．０１～０．３、０．０１～０．２、０．０１～０．１、０．１～１０、０．１～１、０．１～０．３、又は、０．１～０．２であってよい。

[0049] ４－ピロン系化合物の含有量に対する（Ｂ１）成分の含有量の質量比（（Ｂ１）成分／４－ピロン系化合物）、４－ピロン系化合物の含有量に対する窒素含有ヒドロキシアルキル化合物の含有量の質量比（窒素含有ヒドロキシアルキル化合物／４－ピロン系化合物）、４－ピロン系化合物の含有量に対するエチレンジニトリロテトラエタノールの含有量の質量比（エチレンジニトリロテトラエタノール／４－ピロン系化合物）、又は、４－ピロン系化合物の含有量に対するエチレンジニトリロテトラプロパノールの含有量の質量比（エチレンジニトリロテトラエタノール／４－ピロン系化合物）として、質量比Ｂ１２は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の研磨速度の向上効果、ブランケットウエハにおける酸化ケイ素の研磨速度の向上効果、及び、平坦化効率の向上効果が効率的に得られる観点から、下記の範囲であってよい。質量比Ｂ１２は、０．０１以上、０．０５以上、０．１以上、０．３以上、０．５以上、０．６以上、０．８以上、０．８５以上、０．９以上、１以上、１超、１．１以上、１．２以上、１．４以上、１．５以上、２以上、５以上、又は、８以上であってよい。質量比Ｂ１２は、１０以下、８以下、５以下、２以下、１．５以下、１．４以下、１．２以下、１．１以下、１以下、１未満、０．９以下、０．８５以下、０．８以下、０．６以下、０．５以下、０．３以下、又は、０．１以下であってよい。これらの観点から、質量比Ｂ１２は、０．０１～１０、０．０１～２、０．０１～１、０．１～１０、０．１～２、０．１～１、０．８～１０、０．８～２、又は、０．８～１であってよい。

[0050] [（Ｂ２）成分：カルボキシ基、カルボン酸塩基、アミノ基及びヒドロキシ基からなる群より選ばれる少なくとも一種の官能基を有する環状化合物]

第２実施形態に係る研磨液の添加剤は、（Ｂ２）成分（（Ａ）成分に該当する化合物を除く）を含む。（Ｂ２）成分を用いることにより、研磨液と凹凸パターンにおける凸部の酸化ケイ素との相互作用を大きくすることにより凸部の酸化ケイ素の高い研磨速度を得ることができる。（Ｂ２）成分は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、カルボキシ基及びカルボン酸塩基からなる群より選ばれる少なくとも一種を有してよい。（Ｂ２）成分としては、（Ｂ１）成分にも該当する化合物を用いることができる。このような化合物が（Ｂ１）成分及び（Ｂ２）成分のいずれに帰属すべきか識別を要する場合は、当該化合物は（Ｂ２）成分に帰属するものとする。カルボン酸塩基の塩としては、ナトリウム塩、カリウム塩等のアルカリ金属塩などが挙げられる。

[0051] （Ｂ２）成分は、芳香環、複素環（芳香環を除く）及び脂環からなる群より選ばれる少なくとも一種を有することができる。芳香環は、複素芳香環であってよい。芳香環としては、ベンゼン環、ナフタレン環、アントラセン環、ピリジン環、キノリン環等が挙げられる。（Ｂ２）成分は、ベンゼン環とは異なる芳香環を有してよい。

[0052] （Ｂ２）成分は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、芳香族化合物（芳香環を有する化合物）を含んでよく、芳香族カルボン酸（カルボキシ基を有する芳香族化合物）及び芳香族カルボン酸塩（カルボン酸塩基を有する芳香族化合物）からなる群より選ばれる少なくとも一種を含んでよい。（Ｂ２）成分は、芳香族アミノカルボン酸（アミノ安息香酸、アミノベンゼンスルホン酸等）、芳香族オキシカルボン酸（芳香族ヒドロキシカルボン酸。芳香族アミノカルボン酸を除く）、アミノ基及びヒドロキシ基を有さない芳香族カルボン酸（キノリンカルボン酸、ピリジンカルボン酸等）、及び、これらの塩からなる群より選ばれる少なくとも一種を含んでよく、芳香族アミノカルボン酸、キノリンカルボン酸、ピリジンカルボン酸及びこれらの塩からなる群より選ばれる少なくとも一種を含んでよい。

[0053] （Ｂ２）成分は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点、及び、平坦化効率の向上効果が効率的に得られる観点から、安息香酸、安息香酸誘導体、ヒドロキシフェニル酢酸、アルキルサリチル酸、フタル酸、フタル酸誘導体、キノリン誘導体、ピリジン誘導体、アミノベンゼンスルホン酸、これらの塩及びサリチルアルドキシムからなる群より選ばれる少なくとも一種を含んでよい。

[0054] 安息香酸誘導体は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、ヒドロキシ安息香酸及びアミノ安息香酸からなる群より選ばれる少なくとも一種を含んでよい。ヒドロキシ安息香酸としては、サリチル酸（２－ヒドロキシ安息香酸）、４－ヒドロキシ安息香酸等が挙げられる。アミノ安息香酸としては、アントラニル酸等が挙げられる。ヒドロキシフェニル酢酸としては、マンデル酸等が挙げられる。アルキルサリチル酸としては、メチルサリチル酸（例えば３－メチルサリチル酸）等が挙げられる。フタル酸誘導体は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、アルキルフタル酸、アミノフタル酸、及び、スルホフタル酸からなる群より選ばれる少なくとも一種を含んでよい。アルキルフタル酸としては、メチルフタル酸（例えば４－メチルフタル酸）等が挙げられる。アミノフタル酸としては、４－アミノフタル酸等が挙げられる。スルホフタル酸としては、４－スルホフタル酸等が挙げられる。キノリン誘導体は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、キノリンカルボン酸を含んでよい。キノリンカルボン酸としては、キナルジン酸等が挙げられる。ピリジン誘導体は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、ピリジンカルボン酸を含んでよい。ピリジンカルボン酸としては、ピコリン酸、ニコチン酸等が挙げられる。アミノベンゼンスルホン酸としては、オルタニル酸等が挙げられる。特に、（Ｂ２）成分は、キナルジン酸及びその塩からなる群より選ばれる少なくとも一種を含む態様、アントラニル酸及びその塩からなる群より選ばれる少なくとも一種を含む態様、又は、ピコ

リン酸及びその塩からなる群より選ばれる少なくとも一種を含む態様であってよい。

[0055] （Ｂ２）成分は、凹凸パターンを有さないブランケットウエハにおける酸化ケイ素の高速研磨（例えば２５０ｎｍ／ｍｉｎ以上の研磨速度）を達成しやすい観点から、安息香酸、４－ヒドロキシ安息香酸、アミノ安息香酸、ヒドロキシフェニル酢酸、キノリン誘導体及びピリジン誘導体からなる群より選ばれる少なくとも一種を含んでよい。

[0056] （Ｂ２）成分の分子量は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、下記の範囲であってよい。（Ｂ２）成分の分子量は、８０以上、９０以上、１００以上、１１０以上、１２０以上、１２５以上、１３０以上、１３５以上、１３８以上、１４０以上、１５０以上、１６０以上、又は、１７０以上であってよい。（Ｂ２）成分の分子量は、１０００以下、１０００未満、９００以下、８００以下、７００以下、６００以下、５００以下、４００以下、３００以下、２５０以下、２００以下、１８０以下、１７０以下、１６０以下、１５０以下、１４０以下、１３８以下、１３５以下、１３０以下、又は、１２５以下であってよい。これらの観点から、（Ｂ２）成分の分子量は、８０～１０００、８０～２００、８０～１５０、１００～１０００、１００～２００、１００～１５０、１２０～１０００、１２０～２００、１２０～１５０、１３０～１０００、１３０～２００、又は、１３０～１５０であってよい。

[0057] （Ｂ２）成分の含有量は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の研磨速度の向上効果が効率的に得られる観点、及び、凹凸パターンを有さないブランケットウエハにおける酸化ケイ素の高速研磨を達成しやすい観点から、研磨液の全質量を基準として下記の範囲であってよい。（Ｂ２）成分の含有量は、０．００１質量％以上、０．００５質量％以上、０．０１質量％以上、０．０１５質量％以上、０．０２質量％以上、０．０２５質量％以上、０．０３質量％以上、０．０３５質量％以上、０．０４質量％以上、０．０５質量％以上、０．０６質量％以上、０．０８質量％以上、０．１質量％以

上、０．１５質量％以上、又は、０．２質量％以上であってよい。（Ｂ２）成分の含有量は、５質量％以下、３質量％以下、１質量％以下、０．５質量％以下、０．３質量％以下、０．２質量％以下、０．１５質量％以下、０．１質量％以下、０．０８質量％以下、０．０６質量％以下、０．０５質量％以下、０．０４質量％以下、０．０３５質量％以下、０．０３質量％以下、０．０２５質量％以下、０．０２質量％以下、０．０１５質量％以下、又は、０．０１質量％以下であってよい。これらの観点から、（Ｂ２）成分の含有量は、０．００１～５質量％、０．００１～１質量％、０．００１～０．３質量％、０．００１～０．１質量％、０．００１～０．０５質量％、０．０１～５質量％、０．０１～１質量％、０．０１～０．３質量％、０．０１～０．１質量％、０．０１～０．０５質量％、０．０３～５質量％、０．０３～１質量％、０．０３～０．３質量％、０．０３～０．１質量％、又は、０．０３～０．０５質量％であってよい。（Ｂ２）成分の含有量は、（Ｂ１）成分及び（Ｂ２）成分に該当する化合物の含有量も含む（以下同様）。

[0058] 砥粒の含有量に対する（Ｂ２）成分の含有量の質量比Ｂ２１（（Ｂ２）成分／砥粒）は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点、及び、凹凸パターンを有さないブランケットウエハにおける酸化ケイ素の高速研磨を達成しやすい観点から、下記の範囲であってよい。質量比Ｂ２１は、０．０１以上、０．０３以上、０．０４以上、０．０５以上、０．０８以上、０．１以上、０．１２以上、０．１５以上、０．１６以上、０．２以上、０．２５以上、又は、０．３以上であってよい。質量比Ｂ２１は、１以下、１未満、０．８以下、０．６以下、０．５以下、０．４以下、０．３以下、０．２５以下、０．２以下、０．１６以下、０．１５以下、０．１２以下、０．１以下、０．０８以下、０．０５以下、又は、０．０４以下であってよい。これらの観点から、質量比Ｂ２１は、０．０１～１、０．０１～０．５、０．０１～０．２、０．０１～０．１、０．０５～１、０．０５～０．５、０．０５～０．２、０．０５～０．１、０．１～１、０．１～０．５、又は、０．１～０．２であってよい。

[0059] ４－ピロン系化合物の含有量に対する（Ｂ２）成分の含有量の質量比Ｂ２２（（Ｂ２）成分／４－ピロン系化合物）は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点、及び、凹凸パターンを有さないブランケットウエハにおける酸化ケイ素の高速研磨を達成しやすい観点から、下記の範囲であってよい。質量比Ｂ２２は、０．１以上、０．２以上、０．３以上、０．４以上、０．５以上、０．６以上、０．８以上、１以上、１．２以上、１．５以上、又は、２以上であってよい。質量比Ｂ２２は、１０以下、５以下、３以下、２以下、１．５以下、１．２以下、１以下、０．８以下、０．６以下、０．５以下、０．４以下、又は、０．３以下であってよい。これらの観点から、質量比Ｂ２２は、０．１～１０、０．１～３、０．１～２、０．１～１、０．３～１０、０．３～３、０．３～２、０．３～１、１～１０、１～３、又は、１～２であってよい。

[0060] ［窒素含有ヒドロキシアルキル化合物］

第３実施形態に係る研磨液の添加剤は、ヒドロキシアルキル基が結合した２以上の窒素原子を有する化合物（窒素含有ヒドロキシアルキル化合物）を含む。窒素含有ヒドロキシアルキル化合物では、窒素原子にヒドロキシアルキル基が直接結合しており、窒素原子に直接結合したアルキル基にヒドロキシ基が直接結合している。窒素含有ヒドロキシアルキル化合物は、窒素原子に結合したヒドロキシアルキル基として、ヒドロキシ基以外の置換基を有しないアルキル基を用いることができる。

[0061] 窒素含有ヒドロキシアルキル化合物は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、２つのヒドロキシアルキル基が結合した窒素原子を有する化合物を含んでよく、２つのヒドロキシアルキル基が結合した２以上の窒素原子を有する化合物を含んでよい。

[0062] 窒素含有ヒドロキシアルキル化合物における一分子中の窒素原子の数は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、２～５、２～４、又は、２～３であってよい。窒素含有ヒドロキシアルキル化合物における一分子中のヒドロキシ基の数は、パターンウエハの

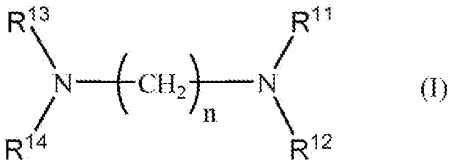
凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、２～６、２～５、２～４、３～６、３～５、３～４、４～６、又は、４～５であってよい。

[0063] 窒素含有ヒドロキシアルキル化合物は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、窒素原子に結合するヒドロキシアルキル基として、炭素数が１～４、２～４、３～４、１～３、２～３又は１～２であるヒドロキシアルキル基を有してよい。窒素含有ヒドロキシアルキル化合物は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、窒素原子に結合するヒドロキシアルキル基として、ヒドロキシ基の数が１～３又は１～２であるヒドロキシアルキル基を有してよい。

[0064] 窒素含有ヒドロキシアルキル化合物は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、ヒドロキシアルキル基が結合した２つの窒素原子の間にアルキレン基を有してよく、アルキレン基の炭素数は、１～４、２～４、１～３、２～３、又は、１～２であってよい。

[0065] 窒素含有ヒドロキシアルキル化合物は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、下記一般式（Ｉ）で表される化合物を含んでよい。

[0066] [化5]



(I)

［式中、ｎは、１以上の整数であり、R^{11}、R^{12}、R^{13}及びR^{14}は、それぞれ独立に、水素原子又は有機基を示し、R^{11}及びR^{12}の一方又は両方はヒドロキシアルキル基であり、R^{13}及びR^{14}の一方又は両方はヒドロキシアルキル基である。］

[0067] ｎは、ヒドロキシアルキル基が結合した２つの窒素原子の間のアルキレン基の炭素数として上述した範囲であってよい。有機基は、置換又は無置換の

アルキル基であってよく、ヒドロキシアルキル基であってよく、ヒドロキシアルキル基が結合した窒素原子を有する基であってよい。アルキル基の置換基としては、ヒドロキシ基、カルボキシ基、アミノ基、スルホ基、ニトロ基等が挙げられる。R^{11}、R^{12}、R^{13}又はR^{14}がヒドロキシアルキル基である場合、ヒドロキシアルキル基の炭素数は、窒素原子に結合するヒドロキシアルキル基の炭素数として上述した範囲であってよい。

[0068] 窒素含有ヒドロキシアルキル化合物としては、エチレンジニトリロテトラエタノール（ＴＨＥＥＤ：２，２’，２’’，２’’’－エチレンジニトリロテトラエタノール（別名：Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－Ｔｅｔｒａｋｉｓ（２－ｈｙｄｒｏｘｙｅｔｈｙｌ）ｅｔｈｙｌｅｎｅｄｉａｍｉｎｅ）等）、エチレンジニトリロテトラプロパノール（ＥＤＴＰ：１，１’，１’’，１’’’－エチレンジニトリロテトラ－２－プロパノール（別名：Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－Ｔｅｔｒａｋｉｓ（２－ｈｙｄｒｏｘｙｐｒｏｐｙｌ）ｅｔｈｙｌｅｎｅｄｉａｍｉｎｅ）等）、Ｎ，Ｎ，Ｎ’,Ｎ’’,Ｎ’’－ペンタキス（２－ヒドロキシプロピル）ジエチレントリアミンなどが挙げられる。窒素含有ヒドロキシアルキル化合物は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、エチレンジニトリロテトラエタノール、及び、エチレンジニトリロテトラプロパノールからなる群より選ばれる少なくとも一種を含んでよく、エチレンジニトリロテトラエタノールを含んでよく、エチレンジニトリロテトラプロパノールを含んでよい。窒素含有ヒドロキシアルキル化合物は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、カルボキシ基を有しない化合物を含んでよい。

[0069] 窒素含有ヒドロキシアルキル化合物の分子量は、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、下記の範囲であってよい。窒素含有ヒドロキシアルキル化合物の分子量は、５０以上、６０以上、７０以上、８０以上、８５以上、９０以上、１００以上、１１０以上、１２０以上、１２３以上、１２５以上、１３０以上、１４０以上、１４８

以上、１５０以上、１６０以上、１７０以上、１８０以上、２００以上、２１０以上、２３０以上、２５０以上、２５０超、又は、２８０以上であってよい。窒素含有ヒドロキシアルキル化合物の分子量は、１０００以下、１０００未満、９００以下、８００以下、７００以下、６００以下、５００以下、４００以下、３５０以下、３００以下、２８０以下、２５０以下、２５０未満、又は、２４０以下であってよい。これらの観点から、窒素含有ヒドロキシアルキル化合物の分子量は、５０～１０００、５０～５００、５０～３００、５０～２５０、２００～１０００、２００～５００、２００～３００、２００～２５０、２５０～１０００、２５０～５００、又は、２５０～３００であってよい。

[0070] 窒素含有ヒドロキシアルキル化合物の含有量は、上述したとおりの範囲であってよい。

[0071] ［飽和モノカルボン酸］

本実施形態に係る研磨液の添加剤は、飽和モノカルボン酸を含んでよい。飽和モノカルボン酸を用いることにより、ストッパ材料として使用可能な窒化ケイ素の充分小さい研磨速度を得やすいと共に、セリウム系粒子の分散性を向上させるだけでなく、パターンウエハ（例えば、凹凸パターンを有する半導体基板）の研磨速度を低下させることなく、研磨速度の被研磨面内のばらつきの指標である面内均一性を向上させたりできるという利点が得られる。

[0072] 飽和モノカルボン酸としては、酢酸、プロピオン酸、酪酸、イソ酪酸、吉草酸、イソ吉草酸、ピバル酸、ヒドロアンゲリカ酸、カプロン酸、２－メチルペンタン酸、４－メチルペンタン酸、２，３－ジメチルブタン酸、２－エチルブタン酸、２，２－ジメチルブタン酸、３，３－ジメチルブタン酸等が挙げられる。飽和モノカルボン酸は、飽和モノカルボン酸の上述の添加効果を得やすい観点から、脂肪族カルボン酸を含んでよい。飽和モノカルボン酸は、窒化ケイ素の研磨速度の抑制効果が効果的に得られる観点、及び、面内均一性の向上効果が更に良好に得られる観点から、炭素数２～６の飽和モノ

カルボン酸を含んでよく、酢酸及びプロピオン酸からなる群より選ばれる少なくとも一種を含んでよい。

[0073] 飽和モノカルボン酸（例えば、炭素数２～６の飽和モノカルボン酸）の含有量は、面内均一性の向上効果、パターンウエハの研磨速度の向上効果、及び、窒化ケイ素の研磨速度の抑制効果が効果的に得られる観点から、研磨液の全質量を基準として下記の範囲であってよい。飽和モノカルボン酸の含有量は、０．０００１質量％以上、０．０００５質量％以上、０．００１質量％以上、０．００２質量％以上、０．００５質量％以上、０．０１質量％以上、０．０２質量％以上、０．０３質量％以上、０．０４質量％以上、０．０４５質量％以上、０．０５質量％以上、０．１質量％以上、０．２質量％以上、０．３質量％以上、又は、０．４質量％以上であってよい。飽和モノカルボン酸の含有量は、５質量％以下、３質量％以下、１質量％以下、０．５質量％以下、０．４質量％以下、０．３質量％以下、０．２質量％以下、０．１質量％以下、０．０５質量％以下、又は、０．０４５質量％以下であってよい。これらの観点から、飽和モノカルボン酸の含有量は、０．０００１～５質量％、０．０００１～１質量％、０．０００１～０．１質量％、０．０００１～０．０５質量％、０．０１～５質量％、０．０１～１質量％、０．０１～０．１質量％、０．０１～０．０５質量％、０．０３～５質量％、０．０３～１質量％、０．０３～０．１質量％、又は、０．０３～０．０５質量％であってよい。飽和モノカルボン酸の含有量は、０．０４質量％以下、０．０３質量％以下、０．０２質量％以下、０．０１質量％以下、０．００５質量％以下、０．００２質量％以下、０．００１質量％以下、０．０００５質量％以下、又は、実質的に０質量％であってもよい。

[0074] ［非イオン性ポリマ及びカチオン性化合物］

本実施形態に係る研磨液の添加剤は、非イオン性ポリマ及びカチオン性化合物からなる群より選ばれる少なくとも一種を含んでよい。この場合、被研磨面に保護膜が形成され、パターンウエハの高速研磨性を保ったまま、凸面が削れるまで凹面を保護することで高い平坦性を実現することができる。非

イオン性ポリマ及びカチオン性添加剤のうちの少なくとも一方を用いた場合、比較的少量でこのような効果が得られ、セリウム系粒子（例えば酸化セリウム粒子）の表面電位がプラス側で分散している状態に対してアニオン系界面活性剤のような凝集作用がないため、研磨傷の発生を低減した状態で、ディッシングの発生も少なくして高い平坦性が得られるようになると考えられる。但し、効果の発現理由は当該内容に限定されない。非イオン性ポリマ及びカチオン性添加剤のうちの少なくとも一方を用いた場合、研磨速度の面内均一性の向上効果も得ることができる。

[0075] 非イオン性ポリマとしては、ポリグリセリン、ポリグリセリン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンジスチレン化フェニルエーテル、ポリオキシエチレンソルビタンモノラウラート、ポリオキシエチレンラウリルエーテル、ポリオキシプロピレンポリオキシエチレンアルキルエーテル、ポリオキシエチレンアルキルアリルエーテル、ポリオキシエチレンポリオキシプロピレンエーテル誘導体、ポリオキシプロピレングリセリルエーテル、ポリエチレングリコール、メトキシポリエチレングリコール、アセチレン系ジオールのオキシエチレン付加体等のエーテル型界面活性剤；ソルビタン脂肪酸エステル、グリセロールボレイト脂肪酸エステル等のエステル型界面活性剤；ポリオキシエチレンアルキルアミン等のアミノエーテル型界面活性剤；ポリオキシエチレングリセロールボレイト脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンアルキルエステル等のエーテルエステル型界面活性剤；脂肪酸アルカノールアミド、ポリオキシエチレン脂肪酸アルカノールアミド等のアルカノールアミド型界面活性剤；ポリビニルピロリドン；非イオン性ポリアクリルアミド；非イオン性ポリジメチルアクリルアミドなどが挙げられる。非イオン性ポリマは、非イオン性ポリマの上述の添加効果を得やすい観点から、エーテル型界面活性剤を含んでよい。

[0076] 非イオン性ポリマの含有量は、研磨速度の面内均一性の向上効果、及び、パターンウエハのディッシング抑制等の平坦性の向上効果が効率的に得られる観点から、研磨液の全質量を基準として下記の範囲であってよい。非イオ

ン性ポリマの含有量は、０．０５質量％以上、０．１質量％以上、０．１５質量％以上、又は、０．２質量％以上であってよい。非イオン性ポリマの含有量は、５質量％以下、３質量％以下、１質量％以下、０．５質量％以下、０．３質量％以下、又は、０．２質量％以下であってよい。これらの観点から、非イオン性ポリマの含有量は、０．０５～５質量％であってよい。

[0077] カチオン性化合物は、カチオン性モノマ及びカチオン性重合体からなる群より選ばれる少なくとも一種であってよい。カチオン性化合物としては、エチレンイミン、アリルアミン、ジメチル（メタ）アクリルアミド、キトサン、ジアリルアミン、メチルジアリルアミン、（メタ）アクリル酸、ジアリルジメチルアンモニウムクロライド、（メタ）アクリルアミド、ジメチルアミン、エピクロロヒドリン、アンモニア、ジメチルアミノエチル（メタ）アクリレート、ジシアンジアミド、ジエチレントリアミン、ビニルピロリドン・ジメチルアミノエチル（メタ）アクリレートジエチル硫酸塩、ジアリルジメチルアンモニウムクロライド・（メタ）アクリルアミド、ジアリルメチルエチルアンモニウムエチルサルフェイト等のカチオン性モノマ；当該カチオン性モノマのカチオン性重合体（カチオン性単独重合体及びカチオン性共重合体（ジメチルアミン／アンモニア（NH_3）／エピクロロヒドリン共重合体、ジメチルアミン／エピクロロヒドリン共重合体等））；前記カチオン性モノマの誘導体等の高分子化合物；ココナットアミンアセテート、ステアリルアミンアセテート等の界面活性剤などが挙げられる。カチオン性化合物は、カチオン性化合物に関する上述の添加効果が得られやすい観点から、ジメチルアミン及びエピクロロヒドリンを含む原料の反応物を含んでよい。ジメチルアミン及びエピクロロヒドリンを含む原料の反応物は、少なくともジメチルアミン、アンモニア及びエピクロロヒドリンを含む原料の反応物であってよい。

[0078] カチオン性化合物の含有量は、パターンウエハのディッシング抑制等の平坦性が効率的に得られる観点から、研磨液の全質量を基準として下記の範囲であってよい。カチオン性化合物の含有量は、０．０００５質量％以上、０

．０００８質量％以上、０．００１質量％以上、０．００１２質量％以上、０．００５質量％以上、０．０１質量％以上、０．０３質量％以上、又は、０．０５質量％以上であってよい。カチオン性化合物の含有量は、０．５質量％以下、０．３質量％以下、０．１質量％以下、０．０８質量％以下、又は、０．０５質量％以下であってよい。これらの観点から、カチオン性化合物の含有量は、０．０００５～０．５質量％であってよい。

[0079] ［その他の添加剤］

本実施形態に係る研磨液の添加剤は、所望とする特性に合わせて他の成分（上述の各成分に該当しない成分）を更に含んでよい。このような成分としては、後述するｐＨ調整剤；エタノール、アセトン等の極性溶媒；環状モノカルボン酸などが挙げられる。

[0080] 本実施形態に係る研磨液は、分子量が１００００００以下であり且つヒドロキシ基を４個以上有する化合物ａを含有してよく、化合物ａを含有していなくてよい。化合物ａの含有量は、研磨液の全質量を基準として、０．０１質量％以下、０．０１質量％未満、０．００１質量％以下、０．０００１質量％以下、又は、実質的に０質量％であってよい。本実施形態に係る研磨液は、アミノ基を４個以上有する化合物ｂを含有してよく、化合物ｂを含有していなくてよい。化合物ｂの含有量は、研磨液の全質量を基準として、０．００１質量％以下、０．００１質量％未満、０．０００１質量％以下、０．０００１質量％以下、又は、実質的に０質量％であってよい。化合物ｂの含有量に対する化合物ａの含有量の質量比（化合物ａ／化合物ｂ）は、０．１０以下、又は、０．１０未満であってよい。

[0081] （水）

水は、特に制限されるものではないが、脱イオン水、イオン交換水及び超純水からなる群より選ばれる少なくとも一種を含んでよい。

[0082] （ｐＨ）

本実施形態に係る研磨液のｐＨ（２５℃）は、下記の範囲であってよい。ｐＨは、砥粒の凝集等を抑制しやすい観点、酸化ケイ素（例えばパターンウ

エハの凸部における酸化ケイ素）の高い研磨速度が得られやすい観点、ストッパ材料として使用可能な窒化ケイ素の研磨速度を抑制しやすい観点、及び、上記添加剤を添加した効果が得られやすい観点から、１２．０以下、１１．０以下、１０．５以下、１０．５未満、１０．０以下、１０．０未満、９．５以下、９．０以下、９．０未満、８．５以下、８．０以下、８．０未満、７．５以下、７．０以下、７．０未満、６．５以下、６．０以下、６．０未満、５．６以下、５．５以下、５．５未満、５．３以下、５．１以下、５．０以下、４．８以下、４．７以下、４．６以下、４．５以下、４．４以下、４．３以下、４．２以下、４．１以下、４．０以下、４．０未満、３．８以下、又は、３．７以下であってよい。ｐＨは、研磨対象の酸化ケイ素が、セリウム系粒子（例えば酸化セリウム粒子）と同じプラス側において絶対値の大きいゼータ電位を有することを抑制しやすく、パターンウエハの凸部における酸化ケイ素の高い研磨速度が得られやすい観点から、３．０以上、３．５以上、３．７以上、３．８以上、４．０以上、４．０超、４．１以上、４．２以上、４．３以上、４．４以上、４．５以上、４．６以上、４．７以上、４．８以上、５．０以上、５．１以上、５．３以上、５．５以上、５．５超、５．６以上、６．０以上、６．０超、６．５以上、７．０以上、又は、７．０超であってよい。これらの観点から、ｐＨは、３．０～１２．０、３．０以上９．０未満、３．０～８．０、３．０～５．５、３．０～５．０、３．５～１２．０、３．５以上９．０未満、３．５～８．０、３．５～５．５、３．５～５．０、４．０～１２．０、４．０以上９．０未満、４．０～８．０、４．０～５．５、又は、４．０～５．０であってよい。ｐＨが４．０～５．０である場合、（Ａ）成分と、（Ｂ１）成分又は（Ｂ２）成分とを併用することにより、特異的に、パターンウエハの凸部における高い研磨速度を得やすい。第１実施形態に係る研磨液は、（Ｂ１）成分がエチレンジニトリロテトラエタノールを含み、当該研磨液のｐＨが８．０以下である態様であってよい。ｐＨは、実施例に記載の方法により測定できる。

[0083] ｐＨが３．０～５．５であることにより、上記に加えて、下記２つの効果

も得られると考えられる。

（１）プロトン、ヒドロキシアニオン等が、添加剤として配合した化合物に作用して当該化合物の化学形態が変化し、基体表面の酸化ケイ素に対する濡れ性又は親和性が向上することにより高い研磨速度が得られやすい。

（２）砥粒がセリウム系化合物（例えば酸化セリウム）を含む場合、砥粒と酸化ケイ素との接触効率が向上し、高い研磨速度が達成されやすい。これは、セリウム系化合物が正のゼータ電位を有するのに対し、酸化ケイ素が負のゼータ電位を有し、両者の間に静電的引力が働くためである。

[0084] ｐＨは、添加剤として使用する化合物の種類によって変化し得るため、ｐＨを上記の範囲に調整するためにｐＨ調整剤を用いてもよい。ｐＨ調整剤としては、特に制限はないが、例えば、硝酸、硫酸、塩酸、リン酸、ホウ酸等の酸；水酸化ナトリウム、アンモニア（例えばアンモニア水）、水酸化カリウム、水酸化カルシウム等の塩基などが挙げられる。飽和モノカルボン酸、アミノ酢酸等の上述の添加剤をｐＨ調整に用いてもよい。なお、生産性を向上させる観点から、ｐＨ調整剤を使用することなく研磨液を調製し、この研磨液をそのままＣＭＰに適用してもよい。

[0085] ＜研磨液の調製法及び使用法＞

本実施形態に係る研磨液は、（ａ）通常タイプ、（ｂ）濃縮タイプ及び（ｃ）複数液タイプ（例えば２液タイプ。ＣＭＰ用研磨液セット）に分類でき、タイプによってそれぞれ調製法及び使用法が相違する。（ａ）通常タイプは、研磨時に希釈等の前処理をせずにそのまま使用できる研磨液である。（ｂ）濃縮タイプは、保管又は輸送の利便性を考慮し、（ａ）通常タイプと比較して含有成分を濃縮した研磨液である。（ｃ）複数液タイプは、保管時又は輸送時には、含有成分を複数の液に分けた状態（例えば、一定の成分を含む第１の液と、他の成分を含む第２の液とに分けた状態）としておき、使用に際してこれらの液を混合して使用する研磨液である。

[0086] （ａ）通常タイプは、主な分散媒である水に砥粒及び添加剤を溶解又は分散させることによって得ることができる。例えば、研磨液１００質量部に対

して砥粒の含有量０．５質量部及び添加剤の含有量０．１質量部である研磨液１０００ｇを調製するには、研磨液全量に対して砥粒５ｇ及び添加剤１ｇとなるように配合量を調整すればよい。

[0087] 研磨液の調製は、例えば、撹拌機、ホモジナイザ、超音波分散機、湿式ボールミル等を使用して行うことができる。なお、砥粒の平均粒径が所望の範囲となるように、研磨液の調製過程において砥粒を微粒子化する処理を行ってもよい。砥粒の微粒子化処理は、沈降分級法、又は、高圧ホモジナイザを用いた方法によって実施できる。沈降分級法は、砥粒を含むスラリを遠心分離機で強制的に沈降させる工程と、上澄み液のみ取り出す工程とを有する方法である。一方、高圧ホモジナイザを用いた方法は、分散媒中の砥粒同士を高圧で衝突させる方法である。

[0088] （ｂ）濃縮タイプは、使用直前に含有成分が所望の含有量となるように水で希釈される。希釈後には、（ａ）通常タイプと同程度の液状特性（ｐＨ、砥粒の粒径等）及び研磨特性（酸化ケイ素の研磨速度、酸化ケイ素と窒化ケイ素との研磨選択比等）が得られるまで、任意の時間にわたって撹拌を行ってもよい。このような（ｂ）濃縮タイプでは、濃縮の度合いに応じて容積が小さくなるため、保管及び輸送にかかるコストを減らすことができる。

[0089] 濃縮倍率は、１．５倍以上、２倍以上、３倍以上、又は、５倍以上であってよい。濃縮倍率が１．５倍以上であると、１．５倍未満の場合と比較して保管及び輸送に関するメリットが得られやすい傾向にある。濃縮倍率は、４０倍以下、２０倍以下、又は、１５倍以下であってよい。濃縮倍率が４０倍以下であると、４０倍を超える場合と比較して砥粒の凝集を抑制しやすい傾向にある。

[0090] （ｃ）複数液タイプは、各液（第１の液、第２の液等）を適切に分けることで、（ｂ）濃縮タイプと比較して砥粒の凝集等を回避できるという利点がある。ここで、各液にそれぞれ含有せしめる成分は任意である。（ｃ）複数液タイプ（ＣＭＰ用研磨液セット）は、第１の液（スラリ）と第２の液（添加液）とを混合して研磨液を得るための研磨液セットである。（ｃ）複数液

タイプでは、ＣＭＰ用研磨液の構成成分が第１の液と第２の液とに分けて保存され、第１の液が、砥粒と、水と、を含み、第２の液が、添加剤の少なくとも一種と、水と、を含む。（ｃ）複数液タイプの第１の態様では、第１の液が、砥粒と、水と、を含み、第２の液が、（Ａ）成分と、（Ｂ１）成分及び（Ｂ２）成分からなる群より選ばれる少なくとも一種と、水と、を含む。（ｃ）複数液タイプの第２の態様では、第１の液が、砥粒と、（Ａ）成分と、水と、を含み、第２の液が、（Ｂ１）成分及び（Ｂ２）成分からなる群より選ばれる少なくとも一種と、水と、を含む。（ｃ）複数液タイプの第３の態様では、第１の液が、砥粒と、（Ａ）成分と、（Ｂ１）成分と、水と、を含み、第２の液が、（Ｂ２）成分と、水と、を含む。（ｃ）複数液タイプの第４の態様では、第１の液が、砥粒と、（Ｂ１）成分及び（Ｂ２）成分からなる群より選ばれる少なくとも一種と、水と、を含み、第２の液が、（Ａ）成分と、水と、を含む。（ｃ）複数液タイプの第５の態様では、第１の液が、砥粒と、水と、を含み、第２の液が、窒素含有ヒドロキシアルキル化合物（エチレンジニトリロテトラエタノール、エチレンジニトリロテトラプロパノール等）と、水と、を含む。第１の液及び第２の液は、必要に応じて配合される他の成分を含んでよい。この場合、第１の液における砥粒の分散性を高めるため、任意の酸又はアルカリを第１の液に配合し、ｐＨ調整を行ってもよい。

[0091] （ｃ）複数液タイプの研磨液は、混合すると、砥粒の凝集等によって研磨特性が比較的短時間で低下する傾向にある成分の組み合わせの場合に有用である。なお、保管及び輸送にかかるコスト削減の観点から、各液（第１の液、第２の液等）の少なくとも一つを濃縮タイプとしてもよい。この場合、研磨液を使用する際に、各液と水とを混合すればよい。各液の濃縮倍率及びｐＨは任意であり、最終的な混合物が液状特性及び研磨特性の点で（ａ）通常タイプの研磨液と同程度とできればよい。

[0092] ＜研磨方法＞

本実施形態に係る研磨方法は、本実施形態に係る研磨液を用いて被研磨面

を研磨する研磨工程を含む。研磨工程で用いられる研磨液は、上述の研磨液セットにおける第１の液と第２の液とを混合して得られる研磨液であってもよい。すなわち、本実施形態に係る研磨方法は、上述の研磨液セットにおける第１の液と第２の液とを混合して得られる研磨液を用いて被研磨面を研磨する研磨工程を含んでよい。

[0093] 本実施形態に係る研磨方法は、各成分の含有量、ｐＨ等が調整された研磨液を使用し、表面に酸化ケイ素膜を有する基体をＣＭＰ技術によって平坦化できる。本実施形態に係る研磨方法は、ＩＬＤ膜の研磨のように、高速、高平坦性且つ低研磨傷が求められる研磨に適しており、短時間で多くのＩＬＤ膜を研磨する用途に適している。本実施形態に係る研磨方法の一態様によれば、ブランケットウエハにおける酸化ケイ素の研磨速度の向上効果及び面内均一性の向上効果を効率的に得ることができる。本実施形態に係る研磨方法の一態様によれば、本実施形態に係る研磨液を用いるため、砥粒の凝集を抑制しつつ、充分に高い研磨速度を達成しながら研磨傷の発生を低減することができる。

[0094] 研磨工程は、本実施形態に係る研磨液を基体と研磨部材（研磨用の部材。研磨パッド等）との間に供給して、研磨部材により基体を研磨する工程であってよい。本実施形態に係る研磨方法は、酸化ケイ素膜を表面に有する基体の研磨に適している。そのため、被研磨面は酸化ケイ素を含んでよく、研磨工程は、表面に酸化ケイ素膜を有する基体における酸化ケイ素膜と研磨部材との間に、本実施形態に係る研磨液を供給して、研磨部材により酸化ケイ素膜を研磨する工程であってよい。

[0095] 本実施形態に係る研磨方法は、被研磨面が、凸部（Ｌｉｎｅ部）及び凹部（Ｓｐａｃｅ部）から構成される凹凸パターンを有し、凸部が酸化ケイ素を含む態様であってもよい。凹凸パターンにおける凸部の幅は、３０μｍ以下、又は、２０μｍ以下であってよい。凹凸パターンにおける凸部の幅は、１０μｍ以上、又は、２０μｍ以上であってよい。凹凸パターンにおける凸部の幅及び凹部の幅の合計は、２００μｍ以下、又は、１００μｍ以下であっ

てよい。凹凸パターンにおける凸部の幅及び凹部の幅の合計は、８０μｍ以上、又は、１００μｍ以上であってよい。

[0096] 本実施形態に係る研磨方法は、デバイスの製造過程において、表面に酸化ケイ素膜を有する基体を研磨することに適している。デバイスとしては、ダイオード、トランジスタ、化合物半導体、サーミスタ、バリスタ、サイリスタ等の個別半導体；ＤＲＡＭ（ダイナミック・ランダム・アクセス・メモリー）、ＳＲＡＭ（スタティック・ランダム・アクセス・メモリー）、ＥＰＲＯＭ（イレイザブル・プログラマブル・リード・オンリー・メモリー）、マスクＲＯＭ（マスク・リード・オンリー・メモリー）、ＥＥＰＲＯＭ（エレクトリカル・イレイザブル・プログラマブル・リード・オンリー・メモリー）、フラッシュメモリ等の記憶素子；マイクロプロセッサー、ＤＳＰ、ＡＳＩＣ等の理論回路素子；ＭＭＩＣ（モノリシック・マイクロウェーブ集積回路）に代表される化合物半導体等の集積回路素子；混成集積回路（ハイブリッドＩＣ）；発光ダイオード；電荷結合素子等の光電変換素子などが挙げられる。

[0097] 本実施形態に係る研磨液の一態様によれば、被研磨面の凹凸形状に大きく依存することなく高い研磨速度を達成できる。そのため、当該研磨液を用いた研磨方法は、従来の研磨液を用いた方法では高い研磨速度を達成することが困難であった基体に対しても適用できる。

[0098] 本実施形態に係る研磨方法は、表面に段差（凹凸）を有する被研磨面の平坦化に適している。このような被研磨面を有する基体としては、例えば、ロジック用の半導体デバイスが挙げられる。また、本実施形態に係る研磨方法は、上から見たときに凹部又は凸部がＴ字形状又は格子形状になっている部分を含む表面を研磨するのに適している。例えば、本実施形態に係る研磨方法は、メモリセルを有する半導体デバイス（ＤＲＡＭ、フラッシュメモリ等）の表面に設けられた酸化ケイ素膜も高い速度で研磨できる。これらは、従来のＣＭＰ用研磨液を用いた方法では高い研磨速度を達成することが困難であったものであり、本実施形態に係る研磨液の一態様が、被研磨面の凹凸形

状に大きく依存することなく、高い研磨速度を達成できることを示している。

[0099] 基体は、酸化ケイ素膜のみを表面に有する基体に限らず、酸化ケイ素膜の他に窒化ケイ素膜、多結晶シリコン膜等を表面に更に有する基体であってもよい。基体は、所定の配線を有する配線板上に、酸化ケイ素、ガラス、窒化ケイ素等の無機絶縁膜；ポリシリコン、Ａｌ、Ｃｕ、Ｔｉ、ＴｉＮ、Ｗ、Ｔａ、ＴａＮ等を主として含有する膜などを有する基体であってもよい。

[0100] 以下、本実施形態に係る研磨方法を含むプロセスの一例として、ＣＭＰによってＩＬＤ膜（層間絶縁膜）構造を形成するプロセスについて説明する。図１は、ＩＬＤ膜を研磨する過程を示す模式断面図であり、配線間にＩＬＤ膜を形成する過程を示している。図１（ａ）は、研磨前の基体を示す模式断面図である。図１（ｂ）は、研磨後の基体を示す模式断面図である。

[0101] 図１（ａ）に示すように、研磨前の基体１００では、所定の下部配線（図示せず）を有する下部基板（図示せず）上に、ＩＬＤ膜１０を介して配線２０が形成され、この配線２０を覆うように酸化ケイ素膜３０が形成されている。酸化ケイ素膜３０は、配線２０が形成されたＩＬＤ膜１０上に形成されているため、配線２０上の部分がそれ以外の部分よりも高くなっており、これによって酸化ケイ素膜３０の表面に段差Ｄが生じている。配線２０は、ＩＬＤ膜１０を貫くように形成されたコンタクトプラグ４０によって下部配線等と接続されている。

[0102] ＩＬＤ膜構造を形成する過程では、段差Ｄを解消するため、酸化ケイ素膜３０の表面において部分的に突出した不要な箇所をＣＭＰによって優先的に除去する。酸化ケイ素膜３０を研磨するには、酸化ケイ素膜３０の表面と研磨部材とが当接するように研磨部材上に基体１００を配置し、この研磨部材によって酸化ケイ素膜３０の表面を研磨する。より具体的には、研磨定盤の研磨部材に酸化ケイ素膜３０の被研磨面（表面）側を押し当て、被研磨面と研磨部材との間に研磨液を供給しながら、両者を相対的に動かすことによって酸化ケイ素膜３０を研磨する。これにより、段差Ｄが解消され、最終的に

、図１（ｂ）に示すように、酸化ケイ素膜３０の表面における配線２０の部分の高さとそれ以外の部分の高さとがほぼ同じとなり、平坦な表面を有する酸化ケイ素膜３０（ＩＬＤ膜）を有する基体１００ａが得られる。

[0103] 研磨に用いる研磨装置としては、例えば、基体を保持するホルダーと、研磨パッドが貼り付けられる研磨定盤と、研磨パッド上に研磨液を供給する手段とを備える装置を用いることができる。研磨装置としては、株式会社荏原製作所製の研磨装置（型番：ＥＰＯ－１１１、ＥＰＯ－２２２、Ｆ－ＲＥＸ２００及びＦ－ＲＥＸ３００）、アプライドマテリアル製の研磨装置（商品名：Ｍｉｒｒａ３４００及びＲｅｆｌｅｘｉｏｎ）等が挙げられる。研磨パッドの構成材料としては、特に制限はなく、例えば、一般的な不織布、発泡ポリウレタン、多孔質フッ素樹脂等を使用することができる。また、研磨パッドは、研磨液が溜まるような溝加工が施されていてよい。

[0104] 研磨条件としては、特に制限はないが、基体が飛び出さないようにする観点から、研磨定盤の回転速度は２００ｍｉｎ$^{-1}$以下であってよい。基体にかける圧力（加工荷重）は、被研磨面の研磨傷を抑制しやすい観点から、１００ｋＰａ以下であってよい。研磨している間は、ポンプ等によって研磨パッドに研磨液を連続的に供給してよい。この供給量に制限はないが、研磨パッドの表面が常に研磨液で覆われていてよい。研磨終了後、流水中で基体を充分に洗浄した後、スピンドライヤ等を用いて、基体に付着した水滴を払い落としてから乾燥させてよい。

[0105] 以上のとおりに研磨することによって、表面の凹凸を解消し、基体全面にわたって平滑な面を得ることができる。また、膜の形成、及び、この膜を研磨する工程を所定の回数繰り返すことによって、所望の層数を有する構造体を製造することができる。

[0106] このようにして得られた基体（構造体）は、種々の電子部品として使用することができる。電子部品の具体例としては、半導体素子；フォトマスク、レンズ、プリズム等の光学ガラス；ＩＴＯ等の無機導電膜；ガラス及び結晶質材料で構成される光集積回路・光スイッチング素子・光導波路；光ファイ

バーの端面；シンチレータ等の光学用単結晶；固体レーザー単結晶；青色レーザーＬＥＤ用サファイヤ基板；ＳｉＣ、ＧａＰ、ＧａＡｓ等の半導体単結晶；磁気ディスク用ガラス基板；磁気ヘッドなどが挙げられる。

[0107] ＜製造方法等＞

本実施形態に係る部品の製造方法は、本実施形態に係る研磨方法により研磨された基体（被研磨部材）を用いて部品を得る部品作製工程を備える。本実施形態に係る部品は、本実施形態に係る部品の製造方法により得られる部品である。本実施形態に係る部品は、特に限定されないが、電子部品（例えば、半導体パッケージ等の半導体部品）であってよく、ウエハ（例えば半導体ウエハ）であってよく、チップ（例えば半導体チップ）であってよい。本実施形態に係る部品の製造方法の一態様として、本実施形態に係る電子部品の製造方法では、本実施形態に係る研磨方法により研磨された基体を用いて電子部品を得る。本実施形態に係る部品の製造方法の一態様として、本実施形態に係る半導体部品の製造方法では、本実施形態に係る研磨方法により研磨された基体を用いて半導体部品（例えば半導体パッケージ）を得る。本実施形態に係る部品の製造方法は、部品作製工程の前に、本実施形態に係る研磨方法により基体を研磨する研磨工程を備えてよい。

[0108] 本実施形態に係る部品の製造方法は、部品作製工程の一態様として、本実施形態に係る研磨方法により研磨された基体（被研磨部材）を個片化する個片化工程を備えてよい。個片化工程は、例えば、本実施形態に係る研磨方法により研磨されたウエハ（例えば半導体ウエハ）をダイシングしてチップ（例えば半導体チップ）を得る工程であってよい。本実施形態に係る部品の製造方法の一態様として、本実施形態に係る電子部品の製造方法は、本実施形態に係る研磨方法により研磨された基体を個片化することにより電子部品（例えば半導体部品）を得る工程を備えてよい。本実施形態に係る部品の製造方法の一態様として、本実施形態に係る半導体部品の製造方法は、本実施形態に係る研磨方法により研磨された基体を個片化することにより半導体部品（例えば半導体パッケージ）を得る工程を備えてよい。

[0109] 本実施形態に係る部品の製造方法は、部品作製工程の一態様として、本実施形態に係る研磨方法により研磨された基体（被研磨部材）と他の被接続体とを接続（例えば電気的に接続）する接続工程を備えてよい。本実施形態に係る研磨方法により研磨された基体に接続される被接続体は、特に限定されず、本実施形態に係る研磨方法により研磨された基体であってよく、本実施形態に係る研磨方法により研磨された基体とは異なる被接続体であってよい。接続工程では、基体と被接続体とを直接接続（基体と被接続体とが接触した状態で接続）してよく、他の部材（導電部材等）を介して基体と被接続体とを接続してよい。接続工程は、個片化工程の前、個片化工程の後、又は、個片化工程の前後に行うことができる。

[0110] 接続工程は、本実施形態に係る研磨方法により研磨された基体の被研磨面と、被接続体と、を接続する工程であってよく、本実施形態に係る研磨方法により研磨された基体の接続面と、被接続体の接続面と、を接続する工程であってよい。基体の接続面は、本実施形態に係る研磨方法により研磨された被研磨面であってよい。接続工程により、基体及び被接続体を備える接続体を得ることができる。接続工程では、基体の接続面が金属部を有する場合、金属部に被接続体を接触させてよい。接続工程では、基体の接続面が金属部を有すると共に被接続体の接続面が金属部を有する場合、金属部同士を接触させてよい。金属部は、銅を含んでよい。

[0111] 本実施形態に係るデバイス（例えば、半導体デバイス等の電子デバイス）は、本実施形態に係る研磨方法により研磨された基体、及び、本実施形態に係る部品からなる群より選ばれる少なくとも一種を備える。

実施例

[0112] 以下、本開示を実施例により更に詳細に説明するが、本開示はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0113] ＜酸化セリウム粉末の作製＞

炭酸セリウム水和物４０ｋｇをアルミナ製容器１０個に分けて入れ、それぞれ８３０℃で２時間、空気中で焼成して黄白色の粉末を計２０ｋｇ得た。

この粉末についてＸ線回折法で相同定を行い、当該粉末が多結晶体の酸化セリウムを含むことを確認した。焼成によって得られた粉末の粒径をＳＥＭで観察したところ、２０～１００μｍの範囲であった。次いで、ジェットミルを用いて酸化セリウム粉末２０ｋｇの乾式粉砕を行うことにより酸化セリウム粉末を得た。粉砕後の酸化セリウム粉末の比表面積は９．４ｍ^2／ｇであった。比表面積の測定はＢＥＴ法によって実施した。

[0114] ＜スラリの調製＞

上記で得られた酸化セリウム粉末１５．０ｋｇ及び脱イオン水８４．５ｋｇを容器内に入れて混合した。次に、１Ｍ（ｍｏｌ／Ｌ、約６質量％）の酢酸を０．５ｋｇ添加した後、１０分間撹拌することにより酸化セリウム混合液を得た。この酸化セリウム混合液を別の容器に３０分かけて送液した。その間、送液する配管内で、酸化セリウム混合液に対して超音波周波数４００ｋＨｚにて超音波照射を行った。

[0115] 超音波照射を経て送液された上述の酸化セリウム混合液を５００ｍＬポリエチレン容器４個に各５００ｇ±５ｇずつ入れた。各容器内の酸化セリウム混合液に対し、外周にかかる遠心力が５００Ｇとなる条件で２分間遠心分離を行った。遠心分離後、容器の上澄み画分を採取し、スラリを得た。スラリは、全質量基準で約６．０質量％の酸化セリウム粒子（砥粒Ａ）を含有していた。

[0116] 超音波照射を経て送液された上述の酸化セリウム混合液を５００ｍＬポリエチレン容器４個に各５００ｇ±５ｇずつ入れた。各容器内の酸化セリウム混合液に対し、外周にかかる遠心力が１２００Ｇとなる条件で５分間遠心分離を行った。遠心分離後、容器の上澄み画分を採取し、スラリを得た。スラリは、全質量基準で約２．０質量％の酸化セリウム粒子（砥粒Ｂ）を含有していた。

[0117] 全質量基準で砥粒含有量が０．２５質量％となるようにスラリを純水で希釈することにより粒径測定用のサンプルを得た。このサンプルについて、レーザー回折・散乱式粒度分布測定装置（ＭｉｃｒｏｔｒａｃＢＥＬ　Ｃｏｒ

ｐ．製、商品名：Ｍｉｃｒｏｔｒａｃ　ＭＴ３３００ＥＸＩＩ）を用いて砥粒の平均粒径を測定した結果、砥粒Ａの平均粒径は１４０ｎｍであり、砥粒Ｂの平均粒径は１２０ｎｍであった。

[0118] ＜ＣＭＰ用研磨液の作製＞

上述のスラリ、各添加剤及び脱イオン水を下記の手順で混合することにより、下記各表の組成（残部：脱イオン水）を有する研磨液を得た。表中、「ＴＨＥＥＤ」は２，２’，２’’，２’’’－エチレンジニトリロテトラエタノールを意味し、「ＥＤＴＰ」は１，１’，１’’，１’’’－エチレンジニトリロテトラ－２－プロパノールを意味する。実施例３及び８を除く実施例、並びに、比較例において砥粒Ａを用い、実施例３及び８において砥粒Ｂを用いた。各研磨液は、上述のスラリの調製時に混合した酢酸として、それぞれの砥粒含有量に応じた含有量の酢酸を含有している。なお、酢酸の１ｍＭの水溶液のｐＨは５．０未満である。

[0119] 具体的には、脱イオン水に各添加剤を溶解させることにより添加剤溶液を得た。次に、上述のスラリと添加剤溶液とを同量混合した後、１０分間撹拌することにより、全質量基準で５．０質量％の砥粒を含有する濃縮状態の研磨液用貯蔵液を得た。研磨液用貯蔵液は、最終的な研磨液の砥粒含有量０．２５質量％に対して２０倍量の砥粒及び添加剤を含有しており、最終的な研磨液の砥粒含有量１．００質量％に対して５倍量の砥粒及び添加剤を含有している。

[0120] ＜ゼータ電位測定＞

ベックマン・コールター株式会社製の商品名「ＤｅｌｓａＮａｎｏ　Ｃ」内に適量の研磨液を投入し、２５℃において測定を２回行った。表示されたゼータ電位の平均値をゼータ電位として得た。実施例及び比較例のそれぞれにおいて、砥粒のゼータ電位は正であった。

[0121] そして、研磨液用貯蔵液を脱イオン水で２０倍に希釈することにより、実施例６、９、１０、３１～３５及び３８を除く実施例の研磨液、並びに、比較例の研磨液を得た。また、研磨液用貯蔵液を脱イオン水で５倍に希釈する

ことにより、実施例６、９、１０、３１～３５及び３８の研磨液を得た。各実施例の研磨液について、全質量基準で砥粒含有量０．２５質量％の場合（砥粒含有量１．００質量％の研磨液については、砥粒含有量０．２５質量％に調整した場合）における砥粒の平均粒径は、上述のスラリにおける砥粒の平均粒径と同等であった。

[0122] ＜ｐＨ測定＞

（研磨液のｐＨ）

下記の条件で研磨液のｐＨを測定した。結果を各表に示す。

測定温度：２５℃

測定装置：株式会社堀場製作所の商品名：Ｍｏｄｅｌ（Ｄ－７１）

測定方法：フタル酸塩ｐＨ標準液（ｐＨ：４．０１）と、中性リン酸塩ｐＨ標準液（ｐＨ：６．８６）と、ホウ酸塩ｐＨ標準液（ｐＨ：９．１８）とをｐＨ標準液として用いてｐＨメーターを３点校正した後、ｐＨメーターの電極を研磨液に入れて、２ｍｉｎ以上経過して安定した後のｐＨを前記測定装置により測定した。

[0123] （添加剤Ｂ１の１ｍＭ溶液のｐＨ）

表中の添加剤Ｂ１を脱イオン水に溶解することにより１ｍＭ（ミリモル濃度）の溶解液を調製した。研磨液のｐＨと同様の手順で溶解液のｐＨを測定した。結果を各表に示す。

[0124] ＜研磨特性の評価＞

（評価用ウエハの準備）

ブランケットウエハ（ＢＫＷ）として、表面に酸化ケイ素膜（SiO_2、初期膜厚：１０００ｎｍ）を有するφ２００ｍｍのパターン無しのウエハと、表面に窒化ケイ素膜（ＳｉＮ、初期膜厚：２００ｎｍ）を有するφ２００ｍｍのパターン無しのウエハと、を準備した。

[0125] パターンウエハ（ＰＴＷ）として、表面に凹凸パターンを有する酸化ケイ素膜（初期膜厚：６００ｎｍ）のテストパターン付きウエハ（型番：Ｓｅｍａｔｅｃｈ８６４、株式会社アドバンテック社製、φ２００ｍｍ）を準備し

た。凸部（Ｌｉｎｅ部）は凹部（Ｓｐａｃｅ部）に対して５００ｎｍ高い初期段差を有しており、凸部は、シャロー・トレンチ・アイソレーション用の評価を想定して、酸化ケイ素膜の下地のストッパとして窒化ケイ素膜（初期膜厚：１４０ｎｍ）を備えている。パターンウエハは、複数の２０ｍｍ×２０ｍｍのダイ単位を有しており、各ダイ単位内において複数の４ｍｍ×４ｍｍ単位エリアを有している。パターンウエハは、４ｍｍ×４ｍｍ単位エリアとして、ピッチが１００μｍ幅であると共にＬｉｎｅ／Ｓｐａｃｅ（Ｌ／Ｓ）が１０μｍ刻みに１０μｍ／９０μｍ（凸部の密度：１０％）～９０μｍ／１０μｍ（凸部の密度：９０％）である平行なラインパターンを有する領域を有している。パターンウエハは、４ｍｍ×４ｍｍ単位エリアとして、４ｍｍ×４ｍｍの正方形状の凸部パターン（凸部の密度：１００％）と、４ｍｍ×４ｍｍの正方形状の凹部パターン（凸部の密度：０％）とを有している。

[0126]（研磨手順）

研磨装置（アプライドマテリアル製、商品名：Ｍｉｒｒａ３４００）を用いて上述の評価用ウエハを研磨した。基体取り付け用の吸着パッドを有するホルダーに上述の評価用ウエハをセットした。直径５００ｍｍの研磨定盤に多孔質ウレタン樹脂製の研磨パッド（Ｋ－ｇｒｏｏｖｅ溝、ＤｕＰｏｎｔ（Ｄｏｗ）社製、型番：ＩＣ－１０１０）を貼り付けた。

[0127] 上述の評価用ウエハの被研磨面を下に向けて上述のホルダーを研磨パッド上に載せた。インナーチューブ圧力、リテーナリング圧力及びメンブレン圧力は、１４ｋＰａ、２１ｋＰａ及び１４ｋＰａにそれぞれ設定した。

[0128] そして、上述の研磨定盤に貼り付けられた研磨パッド上に上述の研磨液を２００ｍＬ／ｍｉｎの流量で滴下しながら、研磨定盤及び評価用ウエハをそれぞれ９３ｍｉｎ$^{-1}$及び８７ｍｉｎ$^{-1}$で回転させて被研磨面を研磨した。ブランケットウエハでは、３０秒間研磨した。パターンウエハでは、ブランケットウエハで評価した研磨速度に応じて、２０～６０秒の範囲で、Ｌ／Ｓ＝２０μｍ／８０μｍの領域の凸部において酸化ケイ素膜の下地の窒化ケイ素

膜が露出しない時間を研磨時間として設定し、その研磨時間で研磨を行った。続いて、ＰＶＡブラシ（ポリビニルアルコールブラシ）を使用して研磨後の評価用ウエハを純水でよく洗浄した後、乾燥させた。

[0129]（研磨速度の評価）

光干渉式膜厚測定装置（ナノメトリクス・ジャパン株式会社製、商品名：ＡＦＴ－５１００）を用いて下記のとおり研磨前後の被研磨膜の膜厚変化量を測定し、研磨速度を得た。結果を各表に示す。

[0130] ブランケットウエハでは、ウエハの中心点、及び、中心点から直径方向に５ｍｍ間隔の各点の合計４１点（中心点を境に両側に２０点）の測定点において膜厚変化量を測定した（中心から９５ｍｍの測定点の次の測定点は、中心から９７ｍｍの場所とした）。この４１点において３０秒間の研磨時間における膜厚変化量を測定し、その平均値をブランケットウエハの研磨速度として得た。

[0131] パターンウエハでは、Ｌ／Ｓ＝２０μｍ／８０μｍの領域の凸部、Ｌ／Ｓ＝３０μｍ／７０μｍの領域の凸部、正方形状の凸部パターン（凸部の密度：１００％）、及び、正方形状の凹部パターン（凸部の密度：０％）における膜厚変化量を測定し、パターンウエハの研磨速度を得た。パターンウエハにおける中央のダイ単位（２０ｍｍ×２０ｍｍ）において、対象のパターンの１つの単位エリア（４ｍｍ×４ｍｍ）の中央部１箇所の膜厚変化量を測定した。

[0132]

[表1]

			実施例					
			1	2	3	4	5	6
砥粒		含有量 [質量%]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	1.00
添加剤A		種類	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ
		含有量 [質量%]	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.136
添加剤B1		種類	THEED	THEED	THEED	THEED	THEED	THEED
		1mM溶液 pH	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
		含有量 [質量%]	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.11
添加剤B2		種類	ｱﾝﾄﾗﾆﾙ酸	ｷﾅﾙｼﾞﾝ酸	ｷﾅﾙｼﾞﾝ酸	ﾆｺﾁﾝ酸	ﾏﾝﾃﾞﾙ酸	ｱﾝﾄﾗﾆﾙ酸
		含有量 [質量%]	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.08
プロピオン酸		含有量 [質量%]	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.18
平均粒径 [nm]			140	140	120	140	140	140
pH			4.55	4.45	4.60	4.50	4.10	4.55
研磨速度 [nm/min]	BKW	SiO_2	479	490	196	540	400	406
		SiN	0.3	0.2	0.2	0.5	0.2	1.6
	PTW	L/S=20/80	1282	1050	735	900	880	1376
		L/S=30/70	1087	980	588	670	820	1313
		凸部100%	492	450	180	410	310	493
		凸部0%	431	400	160	400	300	439
研磨速度比		凸部100%/凸部0%	1.14	1.13	1.13	1.03	1.03	1.12

[0133] [表2]

			実施例						
			7	8	9	10	11	12	13
砥粒		含有量 [質量%]	0.25	0.25	1.00	1.00	0.25	0.25	0.25
添加剤A		種類	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ｺｳｼﾞ酸
		含有量 [質量%]	0.034	0.034	0.100	0.200	0.034	0.034	0.050
添加剤B1		種類	THEED	THEED	THEED	THEED	EDTP	L-ﾋｽﾁｼﾞﾝ	L-ﾋｽﾁｼﾞﾝ
		1mM溶液 pH	10.2	10.2	10.2	10.2	9.8	7.5	7.5
		含有量 [質量%]	0.03	0.03	0.02	0.02	0.05	0.04	0.04
添加剤B2		種類	--	--	--	--	--	--	--
プロピオン酸		含有量 [質量%]	0.045	0.045	--	--	0.045	0.045	0.045
平均粒径 [nm]			140	120	140	140	140	140	140
pH			4.60	4.60	7.30	5.60	4.60	4.68	4.28
研磨速度 [nm/min]	BKW	SiO_2	460	184	687	275	493	484	490
		SiN	0.3	0.5	105	103	0.1	0.3	0.3
	PTW	L/S=20/80	996	697	1200	694	893	916	920
		L/S=30/70	890	534	1120	620	702	834	840
		凸部100%	411	164	510	126	417	511	490
		凸部0%	343	137	490	188	288	352	340
研磨速度比		凸部100%/凸部0%	1.20	1.20	1.04	0.68	1.45	1.45	1.44

[0134]

[表3]

			実施例					
			14	15	16	17	18	19
砥粒		含有量 [質量%]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
添加剤A		種類	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ
		含有量 [質量%]	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034
添加剤B1		種類	ｲﾐﾀﾞｿﾞｰﾙ	ｲﾐﾀﾞｿﾞｰﾙ	L-ｸﾞﾙﾀﾐﾝ酸	L-ｸﾞﾙﾀﾐﾝ	3-ﾋﾄﾞﾛｷｼﾋﾟﾘｼﾞﾝ	4-ﾋﾄﾞﾛｷｼﾋﾟﾘｼﾞﾝ
		1mM溶液 p H	8.6	8.6	3.8	5.5	6.7	6.2
		含有量 [質量%]	0.02	0.04	0.04	0.08	0.04	0.05
添加剤B2		種類	–	–	–	–	–	–
プロピオン酸		含有量 [質量%]	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
平均粒径 [nm]			140	140	140	140	140	140
pH			4.82	5.99	3.52	3.75	4.76	4.17
研磨速度 [nm/min]	BKW	SiO_2	409	422	299	378	456	448
		SiN	0.3	45	0.5	0.3	0.6	0.3
	PTW	L/S=20/80	844	793	565	904	949	915
		L/S=30/70	714	632	421	714	866	742
		凸部100%	323	354	278	303	337	468
		凸部0%	290	291	271	322	306	359
研磨速度比		凸部100%/凸部0%	1.11	1.22	1.03	0.94	1.09	1.30

[0135] [表4]

			実施例					
			20	21	22	23	24	25
砥粒		含有量 [質量%]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
添加剤A		種類	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ
		含有量 [質量%]	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034
添加剤B1		種類	L-ﾌﾟﾛﾘﾝ	ｱﾐﾉ酢酸	ﾋﾟｼﾝ	2-ﾒﾁﾙｲﾐﾀﾞｿﾞｰﾙ	2-ﾋﾟﾘｼﾞﾝｴﾀﾉｰﾙ	L-ﾁﾛｼﾝ
		1mM溶液 p H	5.8	5.9	5.5	9.2	7.2	5.5
		含有量 [質量%]	0.04	0.31	0.05	0.02	0.04	0.04
添加剤B2		種類	–	–	–	–	–	–
プロピオン酸		含有量 [質量%]	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
平均粒径 [nm]			140	140	140	140	140	140
pH			3.74	4.50	3.73	4.68	4.75	3.71
研磨速度 [nm/min]	BKW	SiO_2	433	504	444	366	407	451
		SiN	0.5	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1
	PTW	L/S=20/80	935	901	843	813	811	810
		L/S=30/70	757	757	714	698	677	803
		凸部100%	449	441	362	297	330	391
		凸部0%	378	434	322	232	263	385
研磨速度比		凸部100%/凸部0%	1.19	1.02	1.12	1.28	1.25	1.02

[0136]

[表5]

			実施例				比較例	
			26	27	28	29	1	2
砥粒		含有量 [質量%]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
添加剤A		種類	マルトール	マルトール	マルトール	マルトール	—	マルトール
		含有量 [質量%]	0.034	0.034	0.034	0.034		0.034
添加剤B1等		種類	L-システイン	L-アラニン	L-セリン	トリエタノールアミン	L-グルタミン	L-アスパラギン酸
		1mM溶液 pH	5.6	5.6	5.4	9.4	5.5	3.6
		含有量 [質量%]	0.04	0.04	0.08	0.04	0.08	0.04
添加剤B2		種類	—	—	—	—	—	—
		含有量 [質量%]						
プロピオン酸		含有量 [質量%]	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
平均粒径 [nm]			140	140	140	140	140	140
pH			3.74	3.73	3.75	4.79	3.72	3.34
研磨速度 [nm/min]	BKW	SiO_2	468	509	455	406	182	214
		SiN	0.5	0.2	0.1	0.4	0.2	0.3
	PTW	L/S=20/80	933	885	797	1032	135	256
		L/S=30/70	737	838	732	938	94	196
		凸部100%	366	489	405	270	60	209
		凸部0%	411	492	412	245	76	185
研磨速度比		凸部100%/凸部0%	0.89	0.99	0.98	1.10	0.79	1.13

[0137] [表6]

			実施例					
			30	31	32	33	34	35
砥粒		含有量 [質量%]	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
添加剤A		種類	—	—	—	—	—	—
添加剤B1		種類	THEED	THEED	THEED	THEED	EDTP	EDTP
		1mM溶液 pH	10.2	10.2	10.2	10.2	9.8	9.8
		含有量 [質量%]	0.03	0.05	0.13	0.22	0.02	0.03
添加剤B2		種類	—	ピコリン酸	ピコリン酸	ピコリン酸	ピコリン酸	ピコリン酸
		含有量 [質量%]		0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
プロピオン酸		含有量 [質量%]	0.425	—	—	—	—	—
平均粒径 [nm]			140	140	140	140	140	140
pH			3.65	4.60	5.10	5.60	4.10	4.30
研磨速度 [nm/min]	BKW	SiO_2	231	516	500	494	543	455
		SiN	0.4	13	14	19	9.2	11
	PTW	L/S=20/80	369	1231	1091	1144	1080	876
		L/S=30/70	184	1123	856	1083	1156	938
		凸部100%	100	418	317	337	301	180
		凸部0%	97	446	317	420	273	183
研磨速度比		凸部100%/凸部0%	1.03	0.94	1.00	0.80	1.10	0.99

[0138]

[表7]

			実施例				
			36	37	38	39	40
砥粒		含有量 [質量%]	0.25	0.25	1.00	0.25	0.25
添加剤A		種類	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ
		含有量 [質量%]	0.034	0.034	0.136	0.034	0.034
添加剤B1		種類	—	—	—	—	—
添加剤B2		種類	ｱﾝﾄﾗﾆﾙ酸	ｱﾝﾄﾗﾆﾙ酸	ｱﾝﾄﾗﾆﾙ酸	ｷﾅﾙｼﾞﾝ酸	安息香酸
		含有量 [質量%]	0.04	0.04	0.08	0.04	0.01
プロピオン酸		含有量 [質量%]	—	0.045	0.18	0.045	0.045
平均粒径 [nm]			140	140	140	140	140
pH			4.70	3.70	3.57	3.54	3.50
研磨速度 [nm/min]	BKW	SiO_2	490	474	430	480	441
		SiN	1.5	0.2	1.1	0.5	0.2
	PTW	L/S=20/80	1250	1205	1300	960	794
		L/S=30/70	1050	1001	1061	901	749
		凸部100%	375	402	577	361	458
		凸部0%	335	385	554	350	427
研磨速度比		凸部100%/凸部0%	1.12	1.04	1.04	1.03	1.07

[0139] [表8]

			実施例				
			41	42	43	44	45
砥粒		含有量 [質量%]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
添加剤A		種類	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ	ﾏﾙﾄｰﾙ
		含有量 [質量%]	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034
添加剤B1		種類	—	—	—	—	—
添加剤B2		種類	4-ﾋﾄﾞﾛｷｼ安息香酸	ﾋﾟｺﾘﾝ酸	ﾋﾟｺﾘﾝ酸	ﾌﾀﾙ酸	ｻﾘﾁﾙ酸
		含有量 [質量%]	0.02	0.04	0.08	0.02	0.02
プロピオン酸		含有量 [質量%]	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
平均粒径 [nm]			140	140	140	140	140
pH			3.60	3.65	3.60	3.24	3.10
研磨速度 [nm/min]	BKW	SiO_2	472	458	463	244	141
		SiN	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5
	PTW	L/S=20/80	854	838	912	742	650
		L/S=30/70	711	824	791	730	620
		凸部100%	413	404	563	260	120
		凸部0%	404	402	402	250	130
研磨速度比		凸部100%/凸部0%	1.02	1.00	1.40	1.04	0.92

[0140] Ｌ／Ｓ＝２０μｍ／８０μｍの領域における凸部（Ｌｉｎｅ部）の酸化ケイ素の研磨速度の大小関係がブランケットウエハにおける酸化ケイ素の研磨速度の大小関係とは異なるものの、実施例の全てにおいて、ブランケットウエハにおける酸化ケイ素の高い研磨速度を達成しつつ、Ｌ／Ｓ＝２０μｍ／

８０μｍの領域における凸部の酸化ケイ素の高い研磨速度（例えば、≧３００ｎｍ／ｍｉｎ）が得られていることが確認される。

[0141] 実施例の一部では、ブランケットウエハにおける窒化ケイ素の充分小さい研磨速度（例えば、＜２．０ｎｍ／ｍｉｎ）が得られており、窒化ケイ素の特に小さい研磨速度（例えば、＜１．０ｎｍ／ｍｉｎ）が得られている場合もある。

実施例の全てにおいて、Ｌ／Ｓ＝３０μｍ／７０μｍの領域における凸部（Ｌｉｎｅ部）の高い研磨速度が得られている。

凸部０％の研磨速度はディッシング特性の指標であり、実施例の一部では、充分小さい研磨速度（例えば、≦３００ｎｍ／ｍｉｎ）が得られている。

凸部１００％／凸部０％の研磨速度比は、平坦化効率の指標であり、実施例の一部では、好ましい研磨速度比（例えば、＞１．０）が得られている。

[0142] 本発明者は、本開示を実施する最良の形態を明細書に記述している。上記の説明を同業者が読んだ場合、これらに似た変形形態が明らかになる場合もある。本発明者は、本開示の異なる形態の実施、並びに、本開示の根幹を適用した類似形態の実施についても充分意識している。また、本開示には、その原理として、明細書中に列挙した内容の全ての変形形態、及び、様々な上記要素の任意の組み合わせが利用できる。その全てのあり得る任意の組み合わせは、本明細書中において特別な限定がない限り、あるいは、文脈によりはっきりと否定されない限り、本開示に含まれる。

符号の説明

[0143] １０…ＩＬＤ膜、２０…配線、３０…酸化ケイ素膜、４０…コンタクトプラグ、１００，１００ａ…基体、Ｄ…段差。

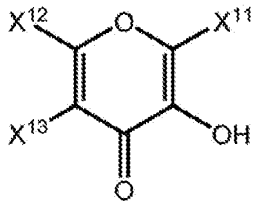
請求の範囲

[請求項1] 砥粒と、添加剤と、水と、を含有し、

前記砥粒がセリウム系粒子を含み、

前記添加剤が、（Ａ）下記一般式（１）で表される４－ピロン系化合物と、（Ｂ１）１ｍＭの水溶液のｐＨが３．７以上の化合物と、を含む、ＣＭＰ用研磨液。

[化1]



(1)

［式中、Ｘ^{11}、Ｘ^{12}及びＸ^{13}は、それぞれ独立に、水素原子又は１価の置換基である。］

[請求項2] 前記（Ｂ１）成分が、塩基性アミノ酸、芳香族アミノ酸、アミノ酢酸、ヒドロキシピリジン、メチルピリジン、アセチルピリジン、ピリジンエタノール、アミノピリジン、イミダゾール、ピラゾール、トリアゾール、エチレンジニトリロテトラエタノール、エチレンジニトリロテトラプロパノール、及び、トリエタノールアミンからなる群より選ばれる少なくとも一種を含む、請求項１に記載のＣＭＰ用研磨液。

[請求項3] 前記（Ｂ１）成分がヒドロキシピリジンを含む、請求項１に記載のＣＭＰ用研磨液。

[請求項4] 前記（Ｂ１）成分がエチレンジニトリロテトラエタノールを含む、請求項１に記載のＣＭＰ用研磨液。

[請求項5] 当該ＣＭＰ用研磨液のｐＨが８．０以下である、請求項４に記載のＣＭＰ用研磨液。

[請求項6] 前記（Ｂ１）成分がトリエタノールアミンを含む、請求項１に記載のＣＭＰ用研磨液。

[請求項7] 前記（Ｂ１）成分の含有量が０．００１～５質量％である、請求項

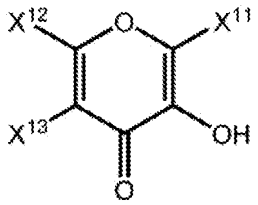
１に記載のＣＭＰ用研磨液。

[請求項8] 砥粒と、添加剤と、水と、を含有し、

前記砥粒がセリウム系粒子を含み、

前記添加剤が、（Ａ）下記一般式（１）で表される４－ピロン系化合物と、（Ｂ２）カルボキシ基、カルボン酸塩基、アミノ基及びヒドロキシ基からなる群より選ばれる少なくとも一種の官能基を有する環状化合物と、を含む、ＣＭＰ用研磨液。

[化2]



(1)

［式中、X^{11}、X^{12}及びX^{13}は、それぞれ独立に、水素原子又は１価の置換基である。］

[請求項9] 前記砥粒の平均粒径が１００ｎｍを超える、請求項８に記載のＣＭＰ用研磨液。

[請求項10] 前記（Ｂ２）成分が、芳香族アミノカルボン酸、キノリンカルボン酸、ピリジンカルボン酸及びこれらの塩からなる群より選ばれる少なくとも一種を含む、請求項８に記載のＣＭＰ用研磨液。

[請求項11] 前記（Ｂ２）成分が、キナルジン酸及びその塩からなる群より選ばれる少なくとも一種を含む、請求項８に記載のＣＭＰ用研磨液。

[請求項12] 前記（Ｂ２）成分が、アントラニル酸及びその塩からなる群より選ばれる少なくとも一種を含む、請求項８に記載のＣＭＰ用研磨液。

[請求項13] 前記（Ｂ２）成分が、ピコリン酸及びその塩からなる群より選ばれる少なくとも一種を含む、請求項８に記載のＣＭＰ用研磨液。

[請求項14] 前記（Ｂ２）成分の含有量が０．００１～５質量％である、請求項８に記載のＣＭＰ用研磨液。

[請求項15] 砥粒と、添加剤と、水と、を含有し、

前記砥粒がセリウム系粒子を含み、

前記添加剤が、ヒドロキシアルキル基が結合した２以上の窒素原子を有する化合物を含む、ＣＭＰ用研磨液。

[請求項16] 前記ヒドロキシアルキル基が結合した２以上の窒素原子を有する化合物がエチレンジニトリロテトラエタノールを含む、請求項１５に記載のＣＭＰ用研磨液。

[請求項17] 当該ＣＭＰ用研磨液のｐＨが８．０以下である、請求項１５に記載のＣＭＰ用研磨液。

[請求項18] 前記セリウム系粒子が酸化セリウムを含む、請求項１～１７のいずれか一項に記載のＣＭＰ用研磨液。

[請求項19] 前記砥粒の含有量が０．０１～１０質量％である、請求項１～１７のいずれか一項に記載のＣＭＰ用研磨液。

[請求項20] 前記（Ａ）成分が、３－ヒドロキシ－２－メチル－４－ピロン、５－ヒドロキシ－２－（ヒドロキシメチル）－４－ピロン、及び、２－エチル－３－ヒドロキシ－４－ピロンからなる群より選ばれる少なくとも一種を含む、請求項１～１７のいずれか一項に記載のＣＭＰ用研磨液。

[請求項21] 前記（Ａ）成分の含有量が０．００１～５質量％である、請求項１～１７のいずれか一項に記載のＣＭＰ用研磨液。

[請求項22] 前記添加剤が飽和モノカルボン酸を更に含む、請求項１～１７のいずれか一項に記載のＣＭＰ用研磨液。

[請求項23] 前記飽和モノカルボン酸の含有量が０．０００１～５質量％である、請求項２２に記載のＣＭＰ用研磨液。

[請求項24] 請求項１～１７のいずれか一項に記載のＣＭＰ用研磨液の構成成分が第１の液と第２の液とに分けて保存され、前記第１の液が、前記砥粒と、水と、を含み、前記第２の液が、前記添加剤の少なくとも一種と、水と、を含む、ＣＭＰ用研磨液セット。

[請求項25] 請求項１～１７のいずれか一項に記載のＣＭＰ用研磨液を用いて被

研磨面を研磨する工程を備える、研磨方法。

[請求項26] 前記被研磨面が酸化ケイ素を含む、請求項２５に記載の研磨方法。

[請求項27] 請求項２４に記載のＣＭＰ用研磨液セットにおける前記第１の液と前記第２の液とを混合して得られるＣＭＰ用研磨液を用いて被研磨面を研磨する工程を備える、研磨方法。

[請求項28] 前記被研磨面が酸化ケイ素を含む、請求項２７に記載の研磨方法。