

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年12月24日(24.12.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/255921 A1

(51) 国際特許分類:
C09K 3/14 (2006.01) *H01L 21/304* (2006.01)
B24B 37/00 (2012.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/023398

(22) 国際出願日: 2020年6月15日(15.06.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2019-112283 2019年6月17日(17.06.2019) JP

(71) 出願人: 株式会社フジミインコーポレーテッド(FUJIMI INCORPORATED) [JP/JP]; 〒4528502 愛知県清須市西枇杷島町地領二丁目1番地1 Aichi (JP).

(72) 発明者: 伊藤 康昭(ITO, Yasuaki); 〒4528502 愛知県清須市西枇杷島町地領二丁目1番地1 株式会社フジミインコーポレーテッド内 Aichi (JP). 高見 信一郎(TAKAMI, Shinichiro); 〒4528502 愛知県清須市西枇杷島町地領二丁目1番地1 株式会社フジミインコーポレーテッド内 Aichi (JP). 森 嘉男(MORI, Yoshio); 〒4528502 愛知県清須市西枇杷島町地領二丁目1番地1 株式会社フジミインコーポレーテッド内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 安部 誠(ABE, Makoto); 〒4600002 愛知県名古屋市中区丸の内三丁目20番3号 B P R プレイス久屋大通 特許業務法人協働特許事務所 Aichi (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: POLISHING COMPOSITION

(54) 発明の名称: 研磨用組成物

(57) Abstract: A polishing composition is provided with which a work can be polished with reduced force of friction therewith at a satisfactory polishing rate. The polishing composition provided by the present invention comprises water, abrasive grains, and a composite metal oxide as an oxidizing agent. The polishing composition further contains an anionic polymer. Some preferred embodiments of the polishing composition contain a permanganate as the composite metal oxide. The polishing composition is suitable for use in polishing materials having Vickers hardnesses of 1,500 Hv or higher.

(57) 要約: 良好な研磨速度を維持しながら、研磨対象物に対する摩擦力が低減され得る研磨用組成物を提供する。本発明により提供される研磨用組成物は、水、砥粒および酸化剤としての複合金属酸化物を含む。上記研磨用組成物は、さらにアニオン性ポリマーを含む。いくつかの好ましい態様において、上記研磨用組成物は、前記複合金属酸化物として過マンガン酸塩を含む。上記研磨用組成物は、ビッカース硬度1500Hv以上の材料を研磨する用途に好適である。



明 細 書

発明の名称： 研磨用組成物

技術分野

[0001] 本発明は、研磨用組成物に関する。詳しくは、研磨対象物の研磨に用いられる研磨用組成物に関する。本出願は、2019年6月17日に出願された日本国特許出願2019-112283号に基づく優先権を主張しており、その出願の全内容は本明細書中に参照として組み入れられている。

背景技術

[0002] 従来、金属や半金属、非金属、その酸化物等の材料表面に対して研磨用組成物を用いた研磨が行われている。例えば、炭化ケイ素、炭化ホウ素、炭化タングステン、窒化ケイ素、窒化チタン、窒化ガリウム等の化合物半導体材料により構成された表面を有する研磨対象物は、研磨対象物の表面に接触させた研磨定盤と該研磨対象物との間にダイヤモンド砥粒を供給して行う研磨（ラッピング）によって加工され得る。しかし、ダイヤモンド砥粒を用いるラッピングでは、スクラッチや打痕の発生、残存等による欠陥や歪みが生じやすい。そこで、ダイヤモンド砥粒を用いたラッピングの後に、あるいは当該ラッピングに代えて、研磨パッドを用いて当該研磨パッドと研磨対象物との間に研磨液を供給して行う研磨（ポリシング）が検討されている。この種の従来技術を開示する文献として、特許文献1～4が挙げられる。

先行技術文献

特許文献

- [0003] 特許文献1：日本国特許出願公開2000-049124号公報
特許文献2：日本国特許出願公開2012-135863号公報
特許文献3：国際公開第2018/116521号
特許文献4：国際公開第2016/158328号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 一般に、製造効率やコスト面の観点から、研磨液を供給して研磨対象物を研磨するときの研磨速度は実用上十分に大きいことが望まれる。例えば、炭化ケイ素等のように高硬度材料から構成された研磨対象物の研磨においては、研磨物の歩留まりを向上させる観点から、研磨速度のさらなる向上が望まれている。

[0005] この種の研磨対象物に対する研磨速度の向上を、研磨条件の設定により達成しようとする場合、研磨時に研磨対象物に掛かる荷重を増やして加工圧力を増大させたり、研磨装置の定盤回転を高速化したりする方法が考えられる。しかしながら、上記方法では摩擦力の上昇により、研磨対象物の破損等の不具合の発生が懸念される。研磨で発生する摩擦を効果的に低減させ得る研磨液が提供されれば、たとえ高加工圧力、定盤の高速回転など研磨条件をよりシビアにした場合であっても不具合が生じにくくなり、研磨速度のさらなる向上のために有益である。

[0006] 本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであって、良好な研磨速度を維持しながら、研磨対象物に対する摩擦が低減され得る研磨用組成物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

[0007] 本発明によると、水、砥粒および酸化剤としての複合金属酸化物を含む研磨用組成物が提供される。上記研磨用組成物は、さらにアニオン性ポリマーを含む。

[0008] 砥粒（例えば、アルミナ砥粒、シリカ砥粒等）と複合金属酸化物を組み合わせて用いると、研磨力に優れた研磨用組成物となり得る。このため、水、砥粒および複合金属酸化物を含む構成によると、研磨速度が向上しやすい。また、アニオン性ポリマーは、研磨対象物の研磨対象面および／または砥粒の表面に作用することにより、研磨速度を維持しながら摩擦を低減し得る。このため、水、砥粒および複合金属酸化物に加えて、アニオン性ポリマーを含む研磨用組成物によると、良好な研磨速度を示しながら、研磨対象物に対する摩擦を低減することができる。

- [0009] また、ここに開示される技術の好ましい一態様によると、水、アルミナ砥粒および酸化剤としての複合金属酸化物を含む研磨用組成物が提供される。上記研磨用組成物は、さらにアニオン性ポリマーを含む。
- [0010] アルミナ砥粒と複合金属酸化物を組み合わせて用いると、研磨力に優れた研磨用組成物となり得る。このため、水、アルミナ砥粒および複合金属酸化物を含む構成によると、研磨速度が向上しやすい。また、アニオン性ポリマーは、研磨対象物の研磨対象面および／またはアルミナ砥粒の表面に作用することにより、研磨速度を維持しながら摩擦を低減し得る。このため、水、アルミナ砥粒および複合金属酸化物に加えて、アニオン性ポリマーを含む研磨用組成物によると、良好な研磨速度を示しながら、研磨対象物に対する摩擦を低減することができる。
- [0011] ここに開示される技術の好ましい一態様において、上記アニオン性ポリマーは、スルホン酸由来の構造単位、(メタ)アクリル酸由来の構造単位またはアクリルアミド由来の構造単位を、一分子中に少なくとも一種類含む単体重合体または共重合体である。かかるアニオン性ポリマーを用いると、良好な研磨速度を示しながら、研磨対象物(典型的には、研磨対象材料)に対する摩擦が低減され得る研磨用組成物が実現しやすい。
- [0012] ここに開示される技術の好ましい一態様において、上記アニオン性ポリマーは、スチレンスルホン酸、イソプレンスルホン酸、ビニルスルホン酸、アリルスルホン酸、イソアミレンスルホン酸、2-(メタ)アクリルアミド-2-メチルプロパンスルホン酸またはメタリルスルホン酸に由来する構造単位を、一分子中に少なくとも一種類含む単体重合体または共重合体である。かかるアニオン性ポリマーを用いると、良好な研磨速度を示しながら、研磨対象物に対する摩擦が低減され得る研磨用組成物が実現しやすい。
- [0013] ここに開示される技術の好ましい一態様において、上記アニオン性ポリマーは、アクリル酸またはメタクリル酸に由来する構造単位を、一分子中に少なくとも一種類含む単体重合体または共重合体である。かかるアニオン性ポリマーを用いると、良好な研磨速度を示しながら、研磨対象物に対する摩擦

が低減され得る研磨用組成物が実現しやすい。

[0014] ここに開示される技術の好ましい一態様において、上記アニオン性ポリマーは、スルホン酸由来の構造単位、(メタ)アクリル酸由来の構造単位およびアクリルアミド由来の構造単位を含む共重合体である。かかるアニオン性ポリマーを用いると、良好な研磨速度を示しながら、研磨対象物に対する摩擦が低減され得る研磨用組成物が実現しやすい。

[0015] ここに開示される好ましい一態様に係る研磨用組成物は、上記複合金属酸化物として、過マンガン酸塩を含む。かかる構成によると、研磨速度が向上しやすい。

[0016] ここに開示される好ましい一態様に係る研磨用組成物は、該研磨用組成物のpHが2.5以上9.0以下である。pHが上記範囲である研磨用組成物において、アニオン性ポリマーによる摩擦低減効果が好ましく発揮される傾向がある。

[0017] ここに開示される技術の好ましい一態様では、上記研磨用組成物はビッカース硬度1500HV以上の材料を研磨するために用いられる。研磨対象材料が高硬度材料である研磨用組成物において、本発明の適用効果がより好適に発揮され得る。好ましい一態様において、上記ビッカース硬度1500HV以上の材料は、非酸化物(すなわち、酸化物ではない化合物)である。非酸化物の研磨対象材料の研磨において、ここに開示される研磨用組成物に含有される酸化剤による研磨促進効果が好適に発揮されやすい。

[0018] この明細書によると、さらに、研磨対象物の研磨方法が提供される。その研磨方法は、ここに開示されるいずれかの研磨用組成物を用いて、研磨対象物を研磨する工程を含む。この研磨方法によると、たとえ高硬度材料から構成された研磨対象物を研磨する場合であっても、研磨対象物の破損等の不具合の発生が抑制されつつ、高い研磨速度を実現することができる。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明の好適な実施形態を説明する。なお、本明細書において特に言及している事項以外の事柄であって本発明の実施に必要な事柄は、当該分

野における従来技術に基づく当業者の設計事項として把握され得る。本発明は、本明細書に開示されている内容と当該分野における技術常識とに基づいて実施することができる。

[0020] <研磨用組成物>

(砥粒)

砥粒の材質や性状は特に制限されない。例えば、砥粒は無機粒子、有機粒子および有機無機複合粒子のいずれかであり得る。例えば、シリカ粒子、アルミナ粒子、酸化セリウム粒子、酸化クロム粒子、二酸化チタン粒子、酸化ジルコニウム粒子、酸化マグネシウム粒子、二酸化マンガン粒子、酸化亜鉛粒子、酸化鉄粒子等の酸化物粒子；窒化ケイ素粒子、窒化ホウ素粒子等の窒化物粒子；炭化ケイ素粒子、炭化ホウ素粒子等の炭化物粒子；ダイヤモンド粒子；炭酸カルシウムや炭酸バリウム等の炭酸塩；等のいずれかから実質的に構成される砥粒が挙げられる。砥粒は1種を単独で用いてもよく2種以上を組み合わせ用いてもよい。なかでも、シリカ粒子、アルミナ粒子、酸化セリウム粒子、酸化クロム粒子、酸化ジルコニウム粒子、二酸化マンガン粒子、酸化鉄粒子等の酸化物粒子は、良好な表面を形成し得るので好ましい。そのなかでも、シリカ粒子、アルミナ粒子、酸化ジルコニウム粒子、酸化クロム粒子、酸化鉄粒子がより好ましく、シリカ粒子、アルミナ粒子が特に好ましい。砥粒としてシリカ粒子またはアルミナ粒子を用いる態様において、ここに開示される技術を適用して研磨対象物に対する摩擦を低減する効果が好適に発揮され得る。

[0021] 砥粒は、研磨対象物を機械的に研磨する働きをする。ここに開示される技術の好ましい一態様において、研磨用組成物は、砥粒としてアルミナ粒子（アルミナ砥粒）を含む。アルミナ粒子としては、公知の各種アルミナ粒子のなかから適宜選択して使用することができる。そのような公知のアルミナ粒子の例には、 α -アルミナおよび中間アルミナが含まれる。ここで中間アルミナとは、 α -アルミナ以外のアルミナ粒子の総称であり、具体的には、 γ -アルミナ、 δ -アルミナ、 θ -アルミナ、 η -アルミナ、 κ -アルミナ、

α -アルミナ等が例示される。また、製法による分類に基づきフェームドアルミナと称されるアルミナ（典型的にはアルミナ塩を高温焼成する際に生産されるアルミナ微粒子）を使用してもよい。さらに、コロイダルアルミナまたはアルミナゾルと称されるアルミナ（例えばペーマイト等のアルミナ水和物）も、上記公知のアルミナ粒子の例に含まれる。加工性の観点から、 α -アルミナを含むことが好ましい。ここに開示される技術におけるアルミナ砥粒は、このようなアルミナ粒子の1種を単独でまたは2種以上を組み合わせることで含むものであり得る。

[0022] 砥粒としてアルミナ粒子を用いる場合、使用する砥粒全体に占めるアルミナ粒子の割合は、概して高い方が有利である。例えば、砥粒全体に占めるアルミナ粒子の割合は、好ましくは70重量%以上、より好ましくは90重量%以上、さらに好ましくは95重量%以上であり、実質的に100重量%でもよい。

[0023] アルミナ砥粒の粒子サイズは、特に限定されず、所望の研磨効果が発揮されるように選択し得る。研磨効率等の観点から、アルミナ砥粒のBET径は、好ましくは0.05 μm 以上、より好ましくは0.1 μm 以上、さらに好ましくは0.2 μm 以上、特に好ましくは0.3 μm 以上である。アルミナ砥粒のBET径の上限は特に限定されないが、概ね10 μm 以下にすることが適当である。表面品質を向上させる観点から、アルミナ砥粒のBET径は5 μm 以下が好ましく、より好ましくは3 μm 以下であり、さらに好ましくは1 μm 以下、例えば0.8 μm 以下である。アルミナ砥粒のBET径の範囲は、0.2 μm 以上1.0 μm 以下であってもよく、0.3 μm 以上0.8 μm 以下であってもよい。なお、ここに開示される技術において、砥粒のBET径とは、特記しない限り、BET法により測定される比表面積（BET値）から、 $\text{BET径 (nm)} = 6000 / (\text{真密度 (g/cm}^3) \times \text{BET値 (m}^2/\text{g)})$ の式により算出することができる。砥粒のBET径は、典型的には砥粒の平均一次粒子径であり得る。BET径の測定は、後述の実施例に記載の方法で行われる。

[0024] 砥粒としてアルミナ粒子を用いる場合、研磨用組成物におけるアルミナ砥粒の含有量（複数種類のアルミナ粒子を含む場合には、それらの合計含有量）は、研磨効率の観点から、通常は1重量%以上とすることが適当である。研磨速度向上の観点から、研磨用組成物におけるアルミナ砥粒の含有量は、3重量%以上が好ましく、4重量%以上がより好ましく、5重量%以上でもよい。また、分散性、研磨安定性等の観点から、研磨用組成物におけるアルミナ砥粒の含有量は、通常は50重量%以下とすることが適当であり、好ましくは20重量%以下、より好ましくは15重量%以下であり、10重量%以下でもよく、8重量%以下でもよい。

[0025] 砥粒としてアルミナ粒子を用いる場合、ここに開示される研磨用組成物は、本発明の効果を損なわない範囲で、上記アルミナ以外の材質からなる砥粒（以下、非アルミナ砥粒ともいう。）をさらに含有してもよい。そのような非アルミナ砥粒の例として、シリカ粒子、酸化セリウム粒子、酸化クロム粒子、二酸化チタン粒子、酸化ジルコニウム粒子、酸化マグネシウム粒子、酸化マンガン粒子、酸化亜鉛粒子、酸化鉄粒子等の酸化物粒子；窒化ケイ素粒子、窒化ホウ素粒子等の窒化物粒子；炭化ケイ素粒子、炭化ホウ素粒子等の炭化物粒子；ダイヤモンド粒子；炭酸カルシウムや炭酸バリウム等の炭酸塩等のいずれかから実質的に構成される砥粒が挙げられる。

[0026] 上記非アルミナ砥粒の含有量は、研磨用組成物に含まれる砥粒の全重量のうち、例えば30重量%以下とすることが適当であり、好ましくは20重量%以下、より好ましくは10重量%以下である。

[0027] ここに開示される技術の好ましい他の一態様において、研磨用組成物は、砥粒としてシリカ粒子（シリカ砥粒）を含む。シリカ砥粒は、公知の各種シリカ粒子のなかから適宜選択して使用することができる。そのような公知のシリカ粒子としては、コロイダルシリカ、乾式法シリカ等が挙げられる。なかでも、コロイダルシリカの使用が好ましい。コロイダルシリカを含むシリカ砥粒によると、良好な面精度が好適に達成され得る。

[0028] シリカ砥粒の形状（外形）は、球形であってもよく、非球形であってもよ

い。例えば、非球形をなすシリカ砥粒の具体例としては、ピーナッツ形状（すなわち、落花生の殻の形状）、繭型形状、金平糖形状、ラグビーボール形状等が挙げられる。ここに開示される技術において、シリカ砥粒は、一次粒子の形態であってもよく、複数の一次粒子が会合した二次粒子の形態であってもよい。また、一次粒子の形態のシリカ砥粒と二次粒子の形態のシリカ砥粒とが混在していてもよい。好ましい一態様では、少なくとも一部のシリカ砥粒が二次粒子の形態で研磨用組成物中に含まれている。

[0029] シリカ砥粒としては、そのBET径が5 nmよりも大きいものを好ましく採用することができる。研磨効率等の観点から、シリカ砥粒のBET径は、好ましくは15 nm以上、より好ましくは20 nm以上、さらに好ましくは25 nm以上、特に好ましくは30 nm以上である。シリカ砥粒のBET径の上限は特に限定されないが、概ね120 nm以下にすることが適当であり、好ましくは100 nm以下、より好ましくは85 nm以下である。例えば、研磨効率および面品質をより高いレベルで両立させる観点から、BET径が12 nm以上80 nm以下のシリカ砥粒が好ましく、15 nm以上75 nm以下のシリカ砥粒が好ましい。BET径の測定は、後述の実施例に記載の方法で行われる。

[0030] シリカ砥粒の平均二次粒子径（以下、単に「D₂」と表記することがある。）は特に限定されないが、研磨効率等の観点から、好ましくは20 nm以上、より好ましくは50 nm以上、さらに好ましくは70 nm以上である。また、より高品位の表面を得るという観点から、シリカ砥粒の平均二次粒子径D₂は、500 nm以下が適当であり、好ましくは300 nm以下、より好ましくは200 nm以下、さらに好ましくは130 nm以下、特に好ましくは110 nm以下（例えば100 nm以下）である。

[0031] なお、ここに開示される技術において、砥粒の平均二次粒子径は、例えば、日機装社製の型式「UPA-UT151」を用いた動的光散乱法により、体積平均粒子径（体積基準の算術平均径；M_v）として測定することができる。

[0032] 砥粒としてシリカ粒子を用いる場合、研磨用組成物におけるシリカ砥粒の含有量（複数種類のシリカ粒子を含む場合には、それらの合計含有量）は、研磨効率の観点から、通常は5重量%以上とすることが適当である。研磨速度向上の観点から、研磨用組成物におけるシリカ砥粒の含有量は、10重量%以上が好ましく、15重量%以上がより好ましく、20重量%以上がさらに好ましく、25重量%以上でもよい。また、分散性、研磨安定性等の観点から、研磨用組成物におけるシリカ砥粒の含有量は、通常は60重量%以下とすることが適当であり、好ましくは50重量%以下、より好ましくは40重量%以下であり、さらに好ましくは35重量%以下であり、32重量%以下でもよく、30重量%以下でもよい。

[0033] また、ここに開示される研磨用組成物は、砥粒としてダイヤモンド粒子を実質的に含まないものであってもよい。ダイヤモンド粒子はその高硬度ゆえ、平滑性向上の制限要因となり得る。また、ダイヤモンド粒子は概して高価であることから、コストパフォーマンスの点で有利な材料とはいえず、実用面からは、ダイヤモンド粒子等の高価格材料への依存度は低くてもよい。ここで、砥粒がダイヤモンド粒子を実質的に含まないとは、砥粒全体のうちダイヤモンド粒子の割合が1重量%以下、より好ましくは0.5重量%以下、典型的には0.1重量%以下であることをいい、ダイヤモンド粒子の割合が0重量%である場合を包含する。このような態様において、本発明の適用効果が好適に発揮され得る。

[0034] <アニオン性ポリマー>

ここに開示される研磨用組成物は、アニオン性ポリマーを含む。アニオン性ポリマーは、研磨対象物の研磨対象面および／または砥粒の表面に作用することにより、良好な研磨速度を維持しつつ、砥粒と研磨対象物との直接的な接触による摩擦を低減させる摩擦低減剤として機能し得る。

[0035] ここで、アニオン性ポリマーとは、アニオン性基を有する繰り返し構成単位を有する重合体のことをいう。また、アニオン性基とは、少なくとも一部のpH領域においてアニオン性を示す官能基のことをいう。アニオン性ポリ

マーは、該アニオン性ポリマーを構成する繰り返し構成単位が同一である単独重合体（ホモポリマー）であってもよいし、相異なる共重合体（コポリマー）であってもよい。ここに開示されるアニオン性ポリマーは、水溶性のポリマーであることが好ましい。

[0036] 上記アニオン性ポリマーとしては、例えば、ポリアクリル酸等のカルボン酸系重合体、ポリスチレンスルホン酸等のスルホン酸系重合体等が挙げられる。かかるアニオン性ポリマーによると、良好な研磨速度を維持しながら、好適な摩擦低減効果が発揮され得る。かかるアニオン性ポリマーは、1種を単独でまたは2種以上を組み合わせて用いることができる。

[0037] 好ましい一態様に係るアニオン性ポリマーは、スルホン酸由来の構造単位、（メタ）アクリル酸由来の構造単位またはアクリルアミド由来の構造単位を、一分子中に少なくとも一種類含む単独重合体または共重合体である。かかるアニオン性ポリマーによると、良好な研磨速度を維持しながら、好適な摩擦低減効果が発揮され得る。ここで、本明細書における「（メタ）アクリル酸」とは、アクリル酸およびメタクリル酸の一方または両方を包含する概念である。かかるアニオン性ポリマーは、1種を単独でまたは2種以上を組み合わせて用いることができる。

[0038] 好ましい一態様では、アニオン性ポリマーとしてスルホン酸系重合体がいられる。ここでスルホン酸系重合体とは、該スルホン酸系重合体を構成するモノマー単位として、1分子中に少なくとも一つのスルホン酸基を有する単量体（モノマー）に由来する構成単位Xを含む重合体をいう。スルホン酸基を有する単量体としては、スチレンスルホン酸、イソプレンスルホン酸、ビニルスルホン酸、アリルスルホン酸、イソアミレンスルホン酸、2-（メタ）アクリルアミド-2-メチルプロパンスルホン酸、メタリルスルホン酸等が挙げられる。スルホン酸系重合体は、上記スルホン酸基含有単量体に由来する構成単位Xを、1種または2種以上含んでいることが好ましい。また、スルホン酸基含有単量体以外の単量体に由来する成分単位を含有していてもよい。

[0039] ここに開示されるスルホン酸系重合体の好適例として、実質的にスルホン酸基含有単量体由来の構成単位Xのみからなるスルホン酸系重合体Aが挙げられる。換言すると、スルホン酸系重合体Aは、該重合体の分子構造に含まれる全構成単位の数に占める上記構成単位Xの数の割合（モル比）が99モル%以上（例えば99.9モル%以上、典型的には99.9~100モル%）であることが好ましい。そのようなスルホン酸系重合体Aの例として、ここに開示されるスルホン酸基含有単量体の1種のみからなる単重合体（ホモポリマー）やスルホン酸基含有単量体の2種以上からなる共重合体（コポリマー）が挙げられる。ホモポリマーの例として、ポリスチレンスルホン酸、ポリイソプレンスルホン酸、ポリビニルスルホン酸、ポリアリルスルホン酸、ポリイソアミレンスルホン酸等が例示される。

[0040] スルホン酸系重合体の重量平均分子量（Mw）は、例えば500以上であってよく、1000以上でもよく、2000以上でもよい。摩擦低減効果の向上の観点から、いくつかの態様において、スルホン酸系重合体のMwは、好ましくは3000以上、より好ましくは5000以上であり、7000以上でもよく、9000以上でもよく、11000以上でもよく、20000以上でもよく、30000以上でもよい。スルホン酸系重合体のMwの上限は特に制限されないが、例えば 1.5×10^4 以下であってよく、 1.0×10^4 以下でもよく、 5.0×10^4 以下でもよく、 3.0×10^4 以下でもよく、 2.0×10^4 以下でもよく、 1.0×10^4 以下でもよく、 7×10^4 以下でもよい。なお、スルホン酸共重合体のMwとしては、ゲルパーミアエーションクロマトグラフィ（GPC）により求められる重量平均分子量（水系、ポリエチレングリコール換算）を採用することができる。

[0041] ここに開示されるスルホン酸系重合体の他の好適例として、（メタ）アクリル酸由来の構成単位とスルホン酸基含有単量体由来の構成単位Xとを含む（メタ）アクリル酸／スルホン酸共重合体が挙げられる。かかる（メタ）アクリル酸／スルホン酸共重合体は、上述したスルホン酸基含有単量体に由来する構成単位Xを、1種または2種以上含んでいてもよい。また、スルホン

酸基含有単量体および（メタ）アクリル酸単量体以外の単量体に由来する成分を含有していてもよい。上記（メタ）アクリル酸／スルホン酸共重合体の例としては、（メタ）アクリル酸／イソプレンスルホン酸共重合体、（メタ）アクリル酸／2-アクリルアミド-2-メチルプロパンスルホン酸共重合体、（メタ）アクリル酸／イソプレンスルホン酸／2-アクリルアミド-2-メチルプロパンスルホン酸共重合体等が挙げられる。例えば、上記（メタ）アクリル酸／スルホン酸共重合体は、スルホン酸基含有単量体および（メタ）アクリル酸単量体以外に、アクリルアミド単量体に由来する成分を含有していてもよい。上記（メタ）アクリル酸／スルホン酸共重合体の例としては、（メタ）アクリル酸／2-アクリルアミド-2-メチルプロパンスルホン酸共重合体が挙げられる。

[0042] 上記（メタ）アクリル酸／スルホン酸共重合体の分子量は、例えば500以上であってよく、1000以上でもよく、2000以上でもよい。摩擦低減効果の向上の観点から、いくつかの態様において、（メタ）アクリル酸／スルホン酸共重合体のM_wは、好ましくは3000以上、より好ましくは5000以上であり、7000以上でもよく、9000以上でもよい。（メタ）アクリル酸／スルホン酸共重合体のM_wの上限は特に制限されないが、例えば 1.5×10^4 以下であってよく、 1.0×10^4 以下でもよく、 5.0×10^4 以下でもよく、 3.0×10^4 以下でもよく、 2.0×10^4 以下でもよく、 1.0×10^4 以下でもよく、 7×10^4 以下でもよく、 5×10^4 以下でもよく、 3×10^4 以下でもよく、 1.5×10^4 以下でもよい。なお、（メタ）アクリル酸／スルホン酸共重合体のM_wとしては、GPCにより求められる重量平均分子量（水系、ポリエチレングリコール換算）を採用することができる。

[0043] 上記（メタ）アクリル酸／スルホン酸共重合体は、ランダム共重合体であってもよく、ブロック共重合体やグラフト共重合体であってもよい。上記（メタ）アクリル酸／スルホン酸共重合体を構成する全繰返し単位のモル数に占めるスルホン酸基含有単量体由来の構成単位Xのモル数の割合（モル比）

は、特に制限されない。上記割合は、例えば5モル%以上であってよく、10モル%以上であってもよい。摩擦低減効果の向上の観点から、一態様において、上記割合が20モル%以上（例えば25モル%以上）であってもよい。また、一態様において、上記割合は、例えば95モル%以下であってよく、90モル%以下であってもよく、80モル%以下、さらには70モル%以下（例えば40モル%以下）であってもよい。

[0044] 好ましい一態様では、アニオン性ポリマーとして（メタ）アクリル酸由来の構成単位を含む（メタ）アクリル酸系重合体が用いられる。上記（メタ）アクリル酸系重合体の典型例としては、ポリアクリル酸、ポリメタクリル酸が挙げられる。なかでも、ポリアクリル酸が好ましい。

[0045] （メタ）アクリル酸系重合体のMwは、例えば500以上であってよく、700以上でもよく、1000以上でもよく、1500以上でもよい。（メタ）アクリル酸系重合体のMwの上限は特に制限されないが、例えば 15×10^4 以下であってよく、 10×10^4 以下でもよく、 5×10^4 以下でもよく、 1×10^4 以下でもよく、7000以下でもよく、5000以下でもよく、4000以下でもよい。なお、（メタ）アクリル酸系重合体のMwとしては、GPCにより求められる重量平均分子量（水系、ポリエチレングリコール換算）を採用することができる。

[0046] アニオン性ポリマーは、中和された塩の形態で用いられてもよい。中和された塩としては、Na、K等のアルカリ金属塩、アンモニウム塩、アルキルアンモニウム塩等が挙げられる。

[0047] アニオン性ポリマーのMwは、例えば500以上であってよく、700以上でもよく、1000以上でもよく、1500以上でもよい。アニオン性ポリマーのMwの上限は特に制限されないが、例えば 150×10^4 以下であってよく、 100×10^4 以下でもよく、 50×10^4 以下でもよく、 30×10^4 以下でもよく、 20×10^4 以下でもよく、 10×10^4 以下でもよく、 7×10^4 以下でもよい。アニオン性ポリマーのMwとしては、GPCにより求められる重量平均分子量（水系、ポリエチレングリコール換算）を採用する

ことができる。

[0048] 研磨用組成物におけるアニオン性ポリマーの含有量（複数のアニオン性ポリマーを含む態様では、それらの合計含有量）は、特に限定されない。アニオン性ポリマーの含有量は、例えば0.001 g/L以上（あるいは、0.001 g/L超）とすることが適当である。上記含有量は、摩擦低減効果を効果的に発揮させる観点から、好ましくは0.005 g/L以上（あるいは、0.005 g/L超）、より好ましくは0.01 g/L以上、さらに好ましくは0.05 g/L以上である。また、研磨速度を良好に維持する観点から、上記含有量は、5.0 g/L以下とすることが適当であり、好ましくは2.0 g/L以下であり、より好ましくは1.0 g/L以下であり、例えば0.8 g/L以下であってもよく、0.6 g/L以下でもよく、0.3 g/L以下でもよい。

[0049] 例えば、アニオン性ポリマーとして（メタ）アクリル酸系重合体が用いられる場合、研磨用組成物における該（メタ）アクリル酸系重合体の含有量は、特に限定されない。（メタ）アクリル酸系重合体の含有量は、例えば0.001 g/L以上（あるいは、0.001 g/L超）とすることが適当である。上記含有量は、摩擦低減効果を効果的に発揮させる観点から、好ましくは0.005 g/L以上（あるいは、0.005 g/L超）、より好ましくは0.01 g/L以上、さらに好ましくは0.05 g/L以上である。また、研磨速度を良好に維持する観点から、上記含有量は、5.0 g/L以下とすることが適当であり、好ましくは2.0 g/L以下であり、より好ましくは1.0 g/L以下であり、例えば0.8 g/L以下であってもよく、0.6 g/L以下でもよく、0.5 g/L以下でもよく、0.25 g/L以下でもよい。

[0050] <非アニオン性ポリマー>

ここに開示される研磨用組成物は、アニオン性ポリマー以外のポリマー（非アニオン性ポリマー）をさらに含んでもよく、含まなくてもよい。非アニオン性ポリマーとしては、ノニオン性ポリマー、カチオン性ポリマー、両性

ポリマーのいずれも使用可能である。非アニオン性ポリマーは水溶性のポリマーであることが好ましい。

[0051] ここに開示される研磨用組成物に用いられ得る非アニオン性ポリマーの例としては、窒素原子を含有するポリマーが挙げられる。窒素原子を含有するポリマーの非限定的な例には、N-ビニル型のモノマー単位を含むポリマー；N-(メタ)アクリロイル型のモノマー単位を含むポリマー；等が含まれる。N-ビニル型のモノマー単位を含むポリマーの例には、窒素を含有する複素環（例えばラクタム環）を有するモノマーに由来する繰返し単位を含むポリマーが含まれる。このようなポリマーの例には、N-ビニルラクタム型モノマーの単独重合体および共重合体（例えば、N-ビニルラクタム型モノマーの共重合割合が50重量%を超える共重合体）が含まれる。

[0052] N-ビニルラクタム型モノマー（すなわち、一分子内にラクタム構造とN-ビニル基とを有する化合物）の具体例としては、N-ビニルピロリドン（VP）、N-ビニルピペリドン、N-ビニルモルホリノン、N-ビニルカプロラクタム（VC）、N-ビニル-1,3-オキサジン-2-オン、N-ビニル-3,5-モルホリンジオン等が挙げられる。N-ビニルラクタム型のモノマー単位を含むポリマーの具体例としては、ポリビニルピロリドン、ポリビニルカプロラクタム、VPとVCとのランダム共重合体、VPおよびVCの一方または両方と他のビニルモノマー（例えば、アクリル系モノマー、ビニルエステル系モノマー等）とのランダム共重合体、VPおよびVCの一方または両方を含むポリマー鎖を含むブロック共重合体やグラフト共重合体等が挙げられる。VPおよびVCの一方を含むポリマーの具体例には、ポリビニルピロリドン酢酸ビニル共重合体等が含まれる。

[0053] N-(メタ)アクリロイル型のモノマー単位を含むポリマーの例には、N-(メタ)アクリロイル型モノマーの単独重合体および共重合体（例えば、N-(メタ)アクリロイル型モノマーの共重合割合が50重量%を超える共重合体）が含まれる。N-(メタ)アクリロイル型モノマーの例には、N-(メタ)アクリロイル基を有する環状アミドが含まれる。

- [0054] N-（メタ）アクリロイル基を有する環状アミドの例としては、N-アクリロイルモルホリン、N-アクリロイルチオモルホリン、N-アクリロイルピペリジン、N-アクリロイルピロリジン、N-メタクリロイルモルホリン、N-メタクリロイルピペリジン、N-メタクリロイルピロリジン等が挙げられる。N-（メタ）アクリロイル基を有する環状アミドをモノマー単位として含むポリマーの例として、アクリロイルモルホリン系ポリマー（PACMO）が挙げられる。アクリロイルモルホリン系ポリマーの典型例として、N-アクリロイルモルホリン（ACMO）の単独重合体およびACMOの共重合体（例えば、ACMOの共重合割合が50重量%を超える共重合体）が挙げられる。アクリロイルモルホリン系ポリマーにおいて、全繰返し単位のリモル数に占めるACMO単位のリモル数の割合（モル比）は、通常は50モル%以上であり、80モル%以上（例えば90モル%以上、あるいは95モル%以上）であることが適当である。非アニオン性ポリマーの全繰返し単位が実質的にACMO単位から構成されていてもよい。
- [0055] また、非アニオン性ポリマーの具体例には、ポリ酢酸ビニル等が含まれる。さらに、非アニオン性ポリマーの具体例にはポリ塩化アルミニウム、ポリ硫酸第二鉄等も含まれる。
- [0056] 非アニオン性ポリマーは一種を単独でまたは二種以上を組み合わせて用いることができる。
- [0057] 非アニオン性ポリマーの含有量（複数の非アニオン性ポリマーを含む態様では、それらの合計含有量）は、特に限定されない。良好な研磨速度を維持する観点からは、アニオン性ポリマーの含有量 W_x [重量%] に対する非アニオン性ポリマーの含有量 W_y [重量%] の比（ W_y/W_x ）は、1未満であることが好ましく、より好ましくは0.5以下、さらに好ましくは0.2以下、特に好ましくは0.1以下である。
- [0058] より良好な研磨速度を維持する観点からは、研磨用組成物は、非アニオン性ポリマーを実質的に含まない態様で好ましく実施され得る。ここで、非アニオン性ポリマーを実質的に含まないとは、少なくとも意図的には非アニオ

ン性ポリマーを含有させないことをいい、典型的には研磨用組成物における非アニオン性ポリマーの含有量が0.001重量%以下、好ましくは0.0001重量%以下であることをいい、非アニオン性ポリマーの含有量が0重量%であることを包含するものである。

[0059] (酸化剤)

ここに開示される研磨用組成物は、酸化剤を含む。酸化剤は、研磨対象物（例えば炭化ケイ素）のポリシングにおいて、研磨速度を向上させる効果を発揮し得る。ここに開示される研磨用組成物は、酸化剤として複合金属酸化物を含む。上記複合金属酸化物としては、硝酸金属塩、鉄酸類、過マンガン酸類、クロム酸類、バナジン酸類、ルテニウム酸類、モリブデン酸類、レニウム酸類、タングステン酸類が挙げられる。なかでも、鉄酸類、過マンガン酸類、クロム酸類がより好ましく、過マンガン酸類（例えば、過マンガン酸塩）がさらに好ましい。

[0060] 複合金属酸化物の具体例としては、硝酸鉄、硝酸銀等の硝酸金属塩；鉄酸カリウム等の鉄酸類；過マンガン酸ナトリウム、過マンガン酸カリウム等の過マンガン酸類；クロム酸カリウム、ニクロム酸カリウム等のクロム酸類；バナジン酸ナトリウム、バナジン酸カリウム等のバナジン酸類；過ルテニウム酸の塩等のルテニウム酸類；モリブデン酸アンモニウム、モリブデン酸二ナトリウム等のモリブデン酸類；過レニウム酸の塩等のレニウム酸類；タングステン酸二ナトリウム等のタングステン酸類が挙げられる。複合金属酸化物は、一種を単独でまたは二種以上を組み合わせ用いることができる。

[0061] なかでも好ましいいくつかの態様では、上記複合金属酸化物として、1価もしくは2価の金属元素（ただし、遷移金属元素を除く。）と、周期表の第4周期遷移金属元素と、を有する複合金属酸化物が用いられる。上記1価または2価の金属元素の好適例としては、Na、K、Mg、Caが挙げられる。なかでも、Na、Kがより好ましい。周期表の第4周期遷移金属元素の好適例としては、Fe、Mn、Cr、V、Tiが挙げられる。なかでも、Fe、Mn、Crがより好ましく、Mnがさらに好ましい。上記複合金属酸化物

は、炭化ケイ素等の高硬度材料表面において当該表面の低硬度化、脆弱化を有効にもたらし得る。これにより研磨速度向上効果がより好適に発揮され得る。

[0062] なお、上記複合金属酸化物が塩（例えば、過マンガン酸塩）である場合、該複合金属酸化物は研磨用組成物中においてイオンの状態で存在していてもよい。

[0063] ここに開示される研磨用組成物は、上記複合金属酸化物以外の酸化剤をさらに含んでもよい。複合金属酸化物以外の酸化剤としては、例えば、過酸化水素等の過酸化物が挙げられる。ここに開示される技術は、酸化剤として複合金属酸化物（例えば、バナジン酸類）と複合金属酸化物以外の酸化剤（例えば過酸化水素）を併用する態様で好ましく実施され得る。

[0064] 酸化剤として過酸化水素とバナジン酸類（例えばメタバナジン酸ナトリウム）を併用する態様において、バナジン酸類の含有量C1に対する過酸化水素の含有量C2の比（ $C2/C1$ ）は、特に限定されず、重量基準で0.5以上5以下であることが適当であり、1以上4以下であることが好ましく、1.5以上3以下であることがより好ましい。上記化合物を特定の含有量比となるように組み合わせて用いることにより、研磨レートと面品質との両立がより高いレベルで実現され得る。

[0065] ここに開示される研磨用組成物は、上記複合金属酸化物以外の酸化剤を含まなくてもよい。ここに開示される技術は、酸化剤として上記複合金属酸化物以外の酸化剤（例えば過酸化水素）を実質的に含まない態様でも好ましく実施され得る。

[0066] 研磨用組成物における酸化剤（例えば過マンガン酸塩）の含有量は、通常は0.005モル/L以上とすることが適当である。研磨効率の観点から、酸化剤（例えば過マンガン酸塩）の含有量は、0.008モル/L以上が好ましく、0.01モル/L以上がより好ましく、0.03モル/L以上でもよく、0.05モル/L以上でもよく、0.06モル/L以上でもよく、0.07モル/L以上でもよい。研磨後の面質の観点から、研磨用組成物にお

ける酸化剤（例えば過マンガン酸塩）の含有量は、通常は0.5モル/L以下とすることが適当であり、0.3モル/L以下とすることが好ましく、0.2モル/L以下とすることがより好ましく、0.1モル/L以下でもよく、0.09モル/L以下でもよい。

[0067] 好ましい他の一態様において、研磨用組成物における酸化剤（例えばバナジン酸類）の含有量は、通常は0.005モル/L以上とすることが適当である。研磨効率の観点から、酸化剤（例えばバナジン酸類）の含有量は、0.01モル/L以上が好ましく、0.05モル/L以上がより好ましく、0.08モル/L以上でもよく、0.1モル/L以上でもよく、0.15モル/L以上でもよく、0.18モル/L以上でもよい。研磨後の面質の観点から、研磨用組成物における酸化剤（例えばバナジン酸類）の含有量は、通常は1.0モル/L以下とすることが適当であり、0.8モル/L以下とすることが好ましく、0.5モル/L以下とすることがより好ましく、0.3モル/L以下でもよく、0.2モル/L以下でもよい。

[0068] 好ましい他の一態様において、研磨用組成物における複合金属酸化物以外の酸化剤（例えば過酸化水素）の含有量は、通常は0.05モル/L以上とすることが適当である。研磨効率の観点から、複合金属酸化物以外の酸化剤（例えば過酸化水素）の含有量は、0.1モル/L以上が好ましく、0.2モル/L以上がより好ましく、0.25モル/L以上でもよく、0.3モル/L以上でもよく、0.35モル/L以上でもよく、0.4モル/L以上でもよい。研磨後の面質の観点から、研磨用組成物における複合金属酸化物以外の酸化剤（例えば過酸化水素）の含有量は、通常は5.0モル/L以下とすることが適当であり、2モル/L以下とすることが好ましく、1モル/L以下とすることがより好ましく、0.7モル/L以下でもよく、0.5モル/L以下でもよい。

[0069] (水)

ここに開示される研磨用組成物は、水を含む。水としては、イオン交換水（脱イオン水）、純水、超純水、蒸留水等を好ましく用いることができる。

ここに開示される研磨用組成物は、必要に応じて、水と均一に混合し得る有機溶剤（低級アルコール、低級ケトン等）をさらに含んでもよい。通常は、研磨用組成物に含まれる溶媒の90体積%以上が水であることが適当であり、95体積%以上が水であることが好ましく、99~100体積%が水であることがより好ましい。

[0070] (酸)

研磨用組成物には、pH調整や研磨促進等の目的で、必要に応じて酸を含有させることができる。酸としては、無機酸および有機酸のいずれも使用可能である。無機酸の例としては、硫酸、硝酸、塩酸、炭酸等が挙げられる。有機酸の例としては、ギ酸、酢酸、プロピオン酸等の脂肪族カルボン酸、安息香酸、フタル酸等の芳香族カルボン酸、クエン酸、シュウ酸、酒石酸、リンゴ酸、マレイン酸、フマル酸、コハク酸、有機スルホン酸、有機ホスホン酸等が挙げられる。これらは、一種を単独でまたは二種以上を組み合わせる用いることができる。酸を使用する場合、その使用量は特に限定されず、使用目的（例えばpH調整）に応じた使用量とすることができる。あるいは、ここに開示される研磨用組成物のいくつかの態様では、酸を実質的に含有しない組成であってもよい。

[0071] (塩基性化合物)

研磨用組成物には、pH調整や研磨促進等の目的で、必要に応じて塩基性化合物を含有させることができる。ここで塩基性化合物とは、研磨用組成物に添加されることによって該組成物のpHを上昇させる機能を有する化合物を指す。塩基性化合物の例としては、水酸化カリウム、水酸化ナトリウム等のアルカリ金属水酸化物；炭酸水素アンモニウム、炭酸アンモニウム、炭酸水素カリウム、炭酸カリウム、炭酸水素ナトリウム、炭酸ナトリウム等の炭酸塩や炭酸水素塩；アンモニア；水酸化テトラメチルアンモニウム、水酸化テトラエチルアンモニウム、水酸化テトラブチルアンモニウム等の水酸化第四級アンモニウム等の水酸化第四級アンモニウム；その他、アミン類、リン酸塩やリン酸水素塩；有機酸塩等が挙げられる。塩基性化合物は、一種を単

独でまたは二種以上を組み合わせる用いることができる。塩基性化合物を使用する場合、その使用量は特に限定されず、使用目的（例えばpH調整）に応じた使用量とすることができる。あるいは、ここに開示される研磨用組成物のいくつかの態様では、塩基性化合物を実質的に含有しない組成であってもよい。

[0072] （その他の成分）

ここに開示される研磨用組成物は、本発明の効果を損なわない範囲で、キレート剤、増粘剤、分散剤、表面保護剤、濡れ剤、界面活性剤、防錆剤、防錆剤、防カビ剤等の、研磨用組成物（例えば、炭化ケイ素等の高硬度材料の研磨に用いられる研磨用組成物）に用いられ得る公知の添加剤を、必要に応じてさらに含有してもよい。上記添加剤の含有量は、その添加目的に応じて適宜設定すればよく、本発明を特徴づけるものではないため、詳しい説明は省略する。

[0073] （酸化還元電位）

ここに開示される研磨用組成物の酸化還元電位（以下、ORP：Oxidation-Reduction Potentialともいう）は特に限定されない。研磨効率等の観点から研磨用組成物のORPは400mV以上であることが適切であり、好ましくは600mV以上であり、より好ましくは650mV以上（例えば750mV以上、あるいは800mV以上）である。研磨用組成物のORPの上限は、特に限定されないが、より高品位の表面を得やすい等の観点から、好ましくは1500mV以下、より好ましくは1300mV以下、さらに好ましくは1200mV以下（例えば1000mV以下、あるいは950mV以下）である。

[0074] 砥粒および酸化剤の種類や砥粒と酸化剤の含有量の比を適切に選択することによって、研磨用組成物のORPを調整することができる。また、研磨用組成物のORPを調整する方法としては、当該組成物のpHを変える等の方法を採用することもできる。上記ORPを制御する方法は、単独であるいは組み合わせて使用することができる。研磨用組成物のORPは、後述の実施

例に記載の方法で測定される。

[0075] (ゼータ電位)

ここに開示される技術によると、アニオン性ポリマーの添加により摩擦低減効果が発揮される。かかる摩擦低減効果は、所定のゼータ電位 ζ_0 を示す砥粒を含む組成物 C_0 に対してさらにアニオン性ポリマーを添加した場合に、より顕著に発揮され得る。アニオン性ポリマーを添加する前の組成物 C_0 （典型的には、アニオン性ポリマーを含有しないこと以外は研磨用組成物と同じ組成の組成物）中の砥粒のゼータ電位 ζ_0 の絶対値は、110 mV以下であることが好ましく、より好ましくは90 mV以下、さらに好ましくは70 mV以下、特に好ましくは50 mV以下であり、例えば40 mV以下であってもよく、30 mV以下でもよく、25 mV以下でもよい。組成物 C_0 中の砥粒のゼータ電位 ζ_0 の絶対値が上述する所定値以下の構成において、ここに開示されるアニオン性ポリマーを使用することによる摩擦低減効果が好ましく発揮される。組成物 C_0 中の砥粒のゼータ電位 ζ_0 は、後述の実施例に記載の方法で測定される。

[0076] 所定範囲のゼータ電位 ζ_0 を示す砥粒を含む組成物 C_0 に対してアニオン性ポリマーを添加した場合に摩擦低減効果が向上する理由については、特に限定して解釈されるものではないが、例えば以下のように考えられる。即ち、砥粒のゼータ電位 ζ_0 の絶対値が比較的大きい組成物 C_0 中では、砥粒は互いに電氣的に反発し合うことにより良好に分散していると考えられる。一方、砥粒のゼータ電位 ζ_0 の絶対値が比較的小さい組成物 C_0 中では、砥粒の分散性は低下しがちである。ここで、アニオン性ポリマーは砥粒表面等に作用することによって砥粒と研磨対象物との直接的な接触を抑制する働きをされると考えられる。このようなアニオン性ポリマー添加による摩擦低減効果は、砥粒の分散性が低下しがちな組成物 C_0 においてより効果的に発揮され得る。このため、砥粒のゼータ電位 ζ_0 の絶対値が所定値以下である組成物 C_0 に対してアニオン性ポリマーを添加した場合に、特に摩擦低減効果が向上しやすい。

[0077] ここに開示される研磨用組成物中の砥粒のゼータ電位 ζ_A は特に限定されない。研磨用組成物中の砥粒のゼータ電位 ζ_A の絶対値は、通常5 mV以上であることが適当であり、好ましくは10 mV以上、より好ましくは13 mV以上、例えば20 mV以上である。ゼータ電位 ζ_A の絶対値が大きくなるほど、砥粒同士が電氣的に強く反発し合うことにより、研磨用組成物中の砥粒の分散安定性が向上する傾向がある。ゼータ電位 ζ_A の絶対値の上限は特に制限されないが、通常、175 mV以下が適当であり、好ましくは100 mV以下、より好ましくは80 mV以下、さらに好ましくは70 mV以下（例えば60 mV以下、あるいは50 mV以下）である。研磨用組成物中の砥粒のゼータ電位 ζ_A は、後述の実施例に記載の方法で測定される。

[0078] (pH)

研磨用組成物のpHは、通常は2～12程度とすることが適当である。pHが上記範囲であると、研磨対象物の研磨において、実用的な研磨速度が達成されやすい。いくつかの態様において、上記pHは、2.5以上でもよく、3.0以上でもよく、4.0以上でもよく、5.0以上でもよく、5.5以上でもよい。pHの上限は特に限定されないが、いくつかの態様において、上記pHは、12.0以下でもよく、10.0以下でもよく、9.0以下（例えば9.0未満）でもよく、8.0以下（例えば8.0未満）でもよく、7.0以下でもよく、6.8以下でもよい。

[0079] 研磨用組成物のpHは、研磨用組成物中の粒子のゼータ電位 ζ_A に影響を与え得る。ここに開示される技術において、摩擦低減効果をより効果的に発揮し得るゼータ電位 ζ_A に調整する観点から、研磨用組成物のpHは、好ましくは3.0以上、より好ましくは4.0以上、さらに好ましくは5.0以上（例えば5.5以上）である。また、研磨用組成物中のアニオン性ポリマーの電離状態の安定化により摩擦低減効果を向上させる観点から、研磨用組成物のpHは、好ましくは8.0以下、より好ましくは7.0以下、さらに好ましくは6.8以下である。

[0080] ここに開示される研磨用組成物の好ましい一態様において、該研磨用組成

物のpHは4.0以上8.0未満である。かかるpHの範囲内で、アニオン性ポリマーによる摩擦低減効果が好ましく発揮される傾向がある。かかる観点から、研磨用組成物のpHは、より好ましくは5.0以上7.0以下、さらに好ましくは5.5以上6.8以下である。

[0081] (電気伝導度)

ここに開示される研磨用組成物の電気伝導度は、特に限定されない。研磨用組成物の電気伝導度は、通常5 mS/cm以上であることが適切であり、好ましくは7 mS/cm以上であり、さらに好ましくは8 mS/cm以上（例えば8.5 mS/cm以上、あるいは8.6 mS/cm以上）である。研磨用組成物の電気伝導度の上限値も、特に限定されないが、通常は40 mS/cm以下であることが適切であり、好ましくは30 mS/cm以下であり、より好ましくは15 mS/cm以下であり、さらに好ましくは13 mS/cm以下であり、特に好ましくは11 mS/cm以下（例えば10.5 mS/cm以下、あるいは8.8 mS/cm以下）である。上述する所定範囲の電気伝導度を示す研磨用組成物において、ここに開示されるアニオン性ポリマーを使用することによる摩擦低減効果が好ましく発揮される。

[0082] なお、本明細書において、研磨用組成物の電気伝導度は、該研磨用組成物における砥粒の含有量が6重量%である条件下で測定される電気伝導度のことをいう。研磨用組成物の電気伝導度は、後述の実施例に記載の方法で測定される。

[0083] 研磨用組成物の電気伝導度を調整する方法は特に限定されない。例えば、研磨用組成物に適当な量の電解質（塩、酸、アルカリなど）を配合する、該研磨用組成物を希釈または濃縮する、該研磨用組成物の構成成分の一部または全てに対してイオン交換処理を施す等の方法により上記電気伝導度は調整され得る。電気伝導度を調整するための方法は、1種を単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

[0084] ここに開示される研磨用組成物の調製方法は特に限定されない。例えば、翼式攪拌機、超音波分散機、ホモミキサー等の周知の混合装置を用いて、研

磨用組成物に含まれる各成分を混合するとよい。これらの成分を混合する態様は特に限定されず、例えば全成分を一度に混合してもよく、適宜設定した順序で混合してもよい。

[0085] (特性)

ここに開示される好ましい一態様に係る研磨用組成物は、所定の条件で行われる研磨試験において測定される摩擦係数および研磨速度について、以下の特性を満足する。すなわち、研磨パッドを用いて該研磨パッドと研磨対象物との間に研磨液を供給して行う研磨試験において、上記研磨液として上記研磨用組成物を用いて測定される摩擦係数 F_A および研磨速度 R_A が、上記研磨液として上記アニオン性ポリマーを含まないこと以外は上記研磨用組成物と同じ組成の比較組成物を用いて測定される摩擦係数 F_0 および研磨速度 R_0 と、以下の関係： $F_A/F_0 \leq 0.9$ ；および $R_A/R_0 > 0.8$ ；を有する。

[0086] かかる特性を満たす研磨用組成物によると、良好な研磨速度が維持されつつ、研磨対象物に対する摩擦が低減される。このため、かかる特性を満たす研磨用組成物を用いる研磨では、研磨条件の自由度が向上しやすい。よって、かかる研磨用組成物による研磨では、研磨対象物の研磨速度がより改善され得る。

[0087] ここで、研磨試験は、後述の実施例に記載する方法により行われる。すなわち、研磨試験における研磨対象物は、後述の実施例に記載するものを用いる。また、研磨試験における研磨は、後述の実施例に記載する条件で行われる。摩擦係数 F_A および F_0 と、研磨速度 R_A および R_0 は、後述の実施例にそれぞれ記載する方法で測定される。典型的には、上記研磨用組成物のpHは、上記比較組成物のpHと同等であるか近似する。上記研磨用組成物のpHと上記比較組成物のpHの差は、好ましくは2.0以下であり、より好ましくは1.5以下であり、さらに好ましくは1.0以下（例えば0.8以下）であり、0.5以下であってもよく、0.3以下でもよく、0.2以下でもよい。

[0088] 上記研磨試験における研磨用組成物と比較組成物との摩擦係数の比である

F_A/F_0 は、摩擦低減の観点から、好ましくは0.95以下であり、より好ましくは0.9以下であり、さらに好ましくは0.85以下（例えば0.81以下）である。上記 F_A/F_0 の下限は特に限定されないが、研磨速度を良好に維持する観点から、0.5以上であってもよく、0.6以上でもよく、0.7以上でもよい。

[0089] 上記研磨試験における研磨用組成物と比較組成物との研磨速度の比である R_A/R_0 は、研磨速度向上の観点から、より好ましくは0.9以上であり、さらに好ましくは0.95以上であり、特に好ましくは0.98以上（例えば1以上）である。 R_A/R_0 （研磨速度比）の上限は特に限定されないが、摩擦低減の観点から、 R_A/R_0 は、1.5以下であり、1.3以下でもよい。

[0090] <研磨対象物>

ここに開示される研磨用組成物の研磨対象物は特に限定されない。例えば、ここに開示される研磨用組成物は、化合物半導体材料により構成された表面を有する基板、すなわち化合物半導体基板の研磨に適用され得る。化合物半導体基板の構成材料は、特に限定されず、例えば、テルル化カドミウム、セレン化亜鉛、硫化カドミウム、テルル化カドミウム水銀、テルル化亜鉛カドミウム等のIII-V族化合物半導体；窒化ガリウム、ヒ化ガリウム、リン化ガリウム、リン化インジウム、ヒ化アルミニウムガリウム、ヒ化ガリウムインジウム、ヒ化窒素インジウムガリウム、リン化アルミニウムガリウムインジウム等のIII-V族化合物半導体；炭化ケイ素、ケイ化ゲルマニウム等のIV-IV族化合物半導体；等であり得る。これらのうち複数の材料により構成された研磨対象物であってもよい。好ましい一態様において、ここに開示される研磨用組成物は、酸化物ではない（即ち、非酸化物の）化学物半導体材料により構成された表面を有する基板の研磨に適用され得る。非酸化物の化学物半導体材料により構成された表面を有する基板の研磨において、ここに開示される研磨用組成物に含有される酸化剤による研磨促進効果が好適に発揮されやすい。

[0091] ここに開示される研磨用組成物は、例えば、500Hv以上のビッカース硬度を有する研磨対象物表面の研磨に好ましく用いられ得る。上記ビッカース硬度は、好ましくは700Hv以上であり、例えば1000Hv以上、あるいは1500Hv以上である。研磨対象材料のビッカース硬度は、1800Hv以上であってもよく、2000Hv以上でもよく、2200Hv以上でもよい。ビッカース硬度が高い材料は脆く衝撃に対して弱い傾向があるため、研磨条件によっては破損しやすい。このため、本発明の研磨用組成物を、かかる研磨対象材料に適用することはより有意義である。研磨対象物表面のビッカース硬度の上限は特に限定されず、例えば凡そ7000Hv以下であってもよく、5000Hv以下でもよく、3000Hv以下でもよい。なお、本明細書において、ビッカース硬度は、JIS R 1610:2003に基づいて測定することができる。上記JIS規格に対応する国際規格はISO 14705:2000である。

[0092] 1500Hv以上のビッカース硬度を有する材料としては、炭化ケイ素、窒化ケイ素、窒化チタン、窒化ガリウム等が挙げられる。ここに開示される技術における研磨対象物は、機械的かつ化学的に安定な上記材料の単結晶表面を有するものであり得る。なかでも、研磨対象物表面は、炭化ケイ素および窒化ガリウムのうちのいずれかから構成されていることが好ましく、炭化ケイ素から構成されていることがより好ましい。炭化ケイ素は、電力損失が少なく耐熱性等に優れる化合物半導体基板材料として期待されており、その表面性状を改善することの実用上の利点は特に大きい。ここに開示される技術は、炭化ケイ素の単結晶表面の研磨に対して特に好ましく適用され得る。

[0093] <研磨方法>

ここに開示される研磨用組成物は、例えば以下の操作を含む態様で、研磨対象物の研磨に使用することができる。

すなわち、ここに開示されるいずれかの研磨用組成物を含む研磨液（スラリー）を用意する。上記研磨液を用意することには、研磨用組成物に、濃度調整（例えば希釈）、pH調整等の操作を加えて研磨液を調製することが含

まれ得る。あるいは、上記研磨用組成物をそのまま研磨液として使用してもよい。また、多剤型の研磨用組成物の場合、上記研磨液を用意することには、それらの剤を混合すること、該混合の前に1または複数の剤を希釈すること、該混合の後にその混合物を希釈すること、等が含まれ得る。

次いで、その研磨液を研磨対象物に供給し、当業者によってなされる通常の方法で研磨する。例えば、一般的な研磨装置に研磨対象物をセットし、該研磨装置の研磨パッドを通じて該研磨対象物の研磨対象面に上記研磨液を供給する方法である。典型的には、上記研磨液を連続的に供給しつつ、研磨対象物の研磨対象面に研磨パッドを押しつけて両者を相対的に移動（例えば回転移動）させる。かかるポリシング工程を経て研磨対象物の研磨が完了する。

[0094] この明細書によると、研磨対象物（典型的には、研磨対象材料）を研磨する研磨方法および該研磨方法を用いた研磨物の製造方法が提供される。上記研磨方法は、ここに開示される研磨用組成物を用いて研磨対象物を研磨する工程を含むことによって特徴づけられる。好ましい一態様に係る研磨方法は、予備ポリシングを行う工程（予備ポリシング工程）と、仕上げポリシングを行う工程（仕上げポリシング工程）と、を含んでいる。典型的な一態様では、予備ポリシング工程は、仕上げポリシング工程の直前に配置されるポリシング工程である。予備ポリシング工程は、1段のポリシング工程であってもよく、2段以上の複数段のポリシング工程であってもよい。また、ここでいう仕上げポリシング工程は、予備ポリシングが行われた研磨対象物に対して仕上げポリシングを行う工程であって、砥粒を含むポリシング用スラリーを用いて行われるポリシング工程のうち最後に（すなわち、最も下流側に）配置される研磨工程のことをいう。このように予備ポリシング工程と仕上げポリシング工程とを含む研磨方法において、ここに開示される研磨用組成物は、予備ポリシング工程で用いられてもよく、仕上げポリシング工程で用いられてもよく、予備ポリシング工程および仕上げポリシング工程の両方で用いられてもよい。

- [0095] 好ましい一態様において、上記研磨用組成物を用いるポリシング工程は、予備ポリシング工程であり得る。予備ポリシング工程が2段以上の複数段のポリシング工程を含む場合、それらのうち2段以上のポリシング工程を、ここに開示されるいずれかの研磨用組成物を用いて実施することも可能である。ここに開示される研磨用組成物は、前段（上流側）の予備ポリシングに好ましく適用することができる。例えば、後述するラッピング工程を経た最初の予備ポリシング工程、典型的には1次研磨工程においても好ましく使用され得る。
- [0096] 他の好ましい一態様において、上記研磨用組成物を用いるポリシング工程は、仕上げポリシング工程である。ここに開示される研磨用組成物は、研磨後の表面における打痕数や欠陥数を低減し得ることから、研磨対象物表面の仕上げポリシング工程に用いられる研磨用組成物（仕上げポリシング用組成物）として好適である。
- [0097] 予備ポリシングおよび仕上げポリシングは、片面研磨装置による研磨、両面研磨装置による研磨のいずれにも適用可能である。片面研磨装置では、セラミックプレートにワックスで研磨対象物を貼りつけたり、キャリアと呼ばれる保持具を用いて研磨対象物を保持し、ポリシング用組成物を供給しながら研磨対象物の片面に研磨パッドを押しつけて両者を相対的に移動させることにより研磨対象物の片面を研磨する。上記移動は、例えば回転移動である。両面研磨装置では、キャリアと呼ばれる保持具を用いて研磨対象物を保持し、上方よりポリシング用組成物を供給しながら、研磨対象物の対向面に研磨パッドを押しつけ、それらを相対方向に回転させることにより研磨対象物の両面を同時に研磨する。
- [0098] ここに開示される各ポリシング工程で使用される研磨パッドは、特に限定されない。例えば、不織布タイプ、スウェードタイプ、硬質発泡ポリウレタンタイプ、砥粒を含むもの、砥粒を含まないもの等のいずれを用いてもよい。いくつかの態様において、砥粒を含まないスウェードタイプの研磨パッドを好ましく採用し得る。

[0099] ここに開示される方法により研磨された研磨物は、典型的にはポリシング後に洗浄される。この洗浄は、適当な洗浄液を用いて行うことができる。使用する洗浄液は特に限定されず、公知、慣用のものを適宜選択して用いることができる。

[0100] なお、ここに開示される研磨方法は、上記予備ポリシング工程および仕上げポリシング工程に加えて任意の他の工程を含み得る。そのような工程としては、予備ポリシング工程の前に行われるラッピング工程が挙げられる。上記ラッピング工程は、研磨定盤、例えば鋳鉄定盤の表面を研磨対象物に押し当てることにより研磨対象物の研磨を行う工程である。したがって、ラッピング工程では研磨パッドは使用しない。ラッピング工程は、典型的には、研磨定盤と研磨対象物との間に砥粒を供給して行われる。上記砥粒は、典型的にはダイヤモンド砥粒である。また、ここに開示される研磨方法は、予備ポリシング工程の前や、予備ポリシング工程と仕上げポリシング工程との間に追加の工程を含んでもよい。追加の工程は、例えば洗浄工程やポリシング工程である。

[0101] <研磨物の製造方法>

ここに開示される技術には、上述したいずれかの研磨方法によるポリシング工程を含む研磨物の製造方法および該方法により製造された研磨物の提供が含まれ得る。上記研磨物の製造方法は、例えば炭化ケイ素基板の製造方法である。すなわち、ここに開示される技術によると、研磨対象材料から構成された研磨対象物を、ここに開示されるいずれかの研磨方法を適用して研磨することを含む、研磨物の製造方法および該方法により製造された研磨物が提供される。上記製造方法によると、改善された面質を有する研磨物、例えば炭化ケイ素基板が効率的に提供され得る。

実施例

[0102] 以下、本発明に関するいくつかの実施例を説明するが、本発明をかかるとは実施例に示すものに限定することを意図したものではない。なお、以下の説明において「%」は、特に断りがない限り重量基準である。

[0103] 以下の実施例において使用したアニオン性ポリマーは以下の通りである。

ポリマーA1：ポリスチレンスルホン酸ナトリウム塩（東ソー有機化学株式会社製、商品名「ポリナス（登録商標）PS-1」、Mw10000）

ポリマーA2：ポリスチレンスルホン酸ナトリウム塩（東ソー有機化学株式会社製、商品名「ポリナス（登録商標）PS-5」、Mw50000）

ポリマーB：ポリアクリル酸ナトリウム塩（東亜合成株式会社製、商品名「A-210」、Mw3000）

ポリマーC：アクリル酸／2-アクリルアミド2-メチルプロパンスルホン酸共重合体ナトリウム塩（Mw10000）

なお、上記ポリマーのMwはメーカー公称値である。

[0104] <試験例1>

<研磨用組成物の作製>

（実施例1）

アルミナ砥粒と、酸化剤としての過マンガン酸カリウム（ KMnO_4 ）と、アニオン性ポリマーと、脱イオン水とを混合し、本例の研磨用組成物を調製した。アルミナ砥粒の含有量は6%とし、過マンガン酸カリウムの含有量は0.079モル/Lとし、アニオン性ポリマーの含有量は0.08g/Lとした。研磨用組成物のpHは、硝酸および／または水酸化カリウム（ KOH ）を用いて表1に示す値となるように調整した。アルミナ砥粒としては、BET径が $0.5\ \mu\text{m}$ の α -アルミナ砥粒を使用した。砥粒のBET径の測定は、マイクロメリテックス社製の表面積測定装置（商品名「Flow Sorb 112300」）を用いて行った。アニオン性ポリマーとしては、Mwが50000のポリスチレンスルホン酸ナトリウム塩（ポリマーA2）を用いた。

[0105] （実施例2および3）

アニオン性ポリマーの種類とその含有量を表1の通りとした他は実施例1と同様にして本例の研磨用組成物を調製した。

[0106] （比較例1）

アニオン性ポリマーを使用しないこと以外は実施例 1 と同様にして本例の研磨用組成物を調製した。

[0107] (実施例 4)

アニオン性ポリマーとして、 M_w が10000のポリスチレンスルホン酸ナトリウム（ポリマー A 1）を用い、研磨用組成物の pH を硝酸および／または KOH を用いて表 1 に示す値となるように調整した他は実施例 1 と同様にして本例に係る研磨用組成物を調製した。

[0108] (実施例 5～7)

アニオン性ポリマーの種類とその含有量を表 1 の通りとした他は実施例 4 と同様にして本例の研磨用組成物を調製した。

[0109] (比較例 2)

アニオン性ポリマーを使用しないこと以外は実施例 4 と同様にして本例の研磨用組成物を調製した。

[0110] (実施例 8)

研磨用組成物の pH を硝酸および／または KOH を用いて表 1 に示す値となるように調整した他は実施例 1 と同様にして本例に係る研磨用組成物を調製した。

[0111] (比較例 3)

アニオン性ポリマーを使用しないこと以外は実施例 8 と同様にして本例の研磨用組成物を調製した。

[0112] (実施例 9～15)

アニオン性ポリマーの種類とその含有量を表 2 の通りとしたこと以外は実施例 1 と同様にして本例の研磨用組成物を調製した。

[0113] (ゼータ電位の測定)

各例の研磨用組成物について、ゼータ電位 [mV] を Colloidal Dynamics 社製の高濃度ゼータ電位計 (Zeta Probe) を用いて液温 20～25℃の条件で測定した。得られた値の絶対値を表 1 および 2 の「ゼータ電位絶対値」の欄に示した。

[0114] (酸化還元電位の測定)

各例の研磨用組成物について、標準水素電極に対する酸化還元電位ORP [mV] を株式会社堀場製作所製の酸化還元電位計（本体型式：F-52、電極型式：9300）を用いて液温20～25℃の条件で測定した。測定結果を表1および2の「ORP」の欄に記載した。

[0115] (電気伝導度の測定)

各例の研磨用組成物について、電気伝導度 [mS/cm] を、堀場製作所製の導電率計（型式「DS-71」、使用電極「3552-10D」）を用いて液温20～25℃の条件で測定した。測定結果を表1および2の「電気伝導度」の欄に記載した。

[0116] <研磨対象物の予備研磨>

BET径が0.5 μmのアルミナ砥粒（6重量%）と酸化剤としての過マンガン酸（0.105モル/L）とを含有し、pHが8以上10以下となるようにpH調整剤を加えた予備研磨用組成物を準備した。そして予備研磨用組成物を用いて下記表面品位となるまでSiCウェーハに対して予備研磨を行った。予備研磨の条件は、下記<研磨対象物の研磨>のポリシング条件と同様とした。

予備研磨は、予備研磨後の表面品位について、bruker社製の原子間力顕微鏡（型式 nanoscope V）により測定される表面粗さRaが0.07 nm以下となるように行った。

[0117] <研磨対象物の研磨>

上記予備研磨を行った後の研磨対象物の研磨面に対して、各例の研磨用組成物をそのまま研磨液として用いて、下記のポリシング条件で研磨した。

[ポリシング条件]

研磨装置：不二越機械工業株式会社、型式「RDP-500」

研磨パッド：ニッタ・ハース社製「SUBA800XY」

研磨圧力：29.4 kPa

研磨液の供給レート：20 mL/分

定盤回転数：100回転/分

ヘッド回転数：100回転/分

研磨時間：1時間

研磨対象物：SiCウェーハ（伝導型：n型、結晶型4H-SiC、主面（0001）のC軸に対するオフ角：4°）、2インチ、1枚/バッチ

研磨液の温度：23℃

[0118] <研磨速度の評価>

各例に係る研磨用組成物をそのまま研磨液として使用して、上記のポリシング条件で研磨を実施した。そして、以下の計算式（1）、（2）に従って研磨速度を算出した。

(1) 研磨取り代 [cm] = 研磨前後のSiCウェーハの重量の差 [g] / SiCの密度 [g/cm³] (= 3.21 g/cm³) / 研磨対象面積 [cm²] (= 19.62 cm²)

(2) 研磨速度 [nm/h] = 研磨取り代 [cm] × 10⁷ / 研磨時間 (= 1時間)

得られた値を、使用した研磨用組成物のpHと同じ領域のpHを示す比較例の値を100%とする相対値に換算して、表1および2の「相対研磨速度」の欄に示した。

[0119] <摩擦係数の評価>

各例に係る研磨用組成物をそのまま研磨液として使用して、上記のポリシング条件で研磨を実施したときの摩擦係数を測定した。摩擦係数の測定に際しては、ウェーハ保持部分としてスウェード素材のバックング材を用いたテンプレートを使用し、ウェーハの飛び出し高さが200μm以上となるように張り付けた。研磨時において、ウェーハはスウェード素材に対して水張りされた状態に保たれるようにした。摩擦係数は上記研磨装置から出力される値をそのまま採用した。

ここで得られた値を、使用した研磨用組成物のpHと同じ領域のpHを示す比較例の値を100%とする相対値に換算して、表1および2の「相対摩

「摩擦係数」の欄に示した。

[0120] [表1]

表1

	アニオン性ポリマー		研磨用組成物				評価	
	種類	含有量 [g/l]	pH	ゼータ電位 絶対値 [mV]	ORP [mV]	電気伝導度 [mS/cm]	相対研磨速度 [%]	相対摩擦係数 [%]
実施例1	A2	0.08	5.88	15	846	8.72	104	90
実施例2	B	0.16	6.82	42	802	8.92	103	86
実施例3	C	0.16	4.59	27	935	8.76	100	81
比較例1	-	0	5.66	14	859	8.85	100	100
実施例4	A1	0.08	8.75	41	672	8.97	101	97
実施例5	A2	0.08	8.74	42	672	8.88	101	97
実施例6	B	0.16	8.76	55	671	8.90	100	98
実施例7	C	0.16	8.81	53	657	8.93	101	96
比較例2	-	0	8.68	38	689	8.96	100	100
実施例8	A2	0.08	2.78	19	1100	10.17	97	94
比較例3	-	0	2.84	38	1084	10.23	100	100

[0121] [表2]

表2

	アニオン性ポリマー		研磨用組成物				評価	
	種類	含有量 [g/l]	pH	ゼータ電位 絶対値 [mV]	ORP [mV]	電気伝導度 [mS/cm]	相対研磨速度 [%]	相対摩擦係数 [%]
実施例9	A1	0.32	6.44	14	871	8.76	108	91
実施例10	A1	0.64	6.62	14	857	8.87	108	88
実施例1	A2	0.08	5.88	15	846	8.72	104	90
実施例11	A2	0.32	6.38	15	867	8.71	103	85
実施例12	A2	0.64	6.58	15	860	8.71	102	86
実施例2	B	0.16	6.82	42	802	8.92	103	86
実施例13	B	0.32	6.55	42	857	9.01	104	85
実施例3	C	0.16	4.59	27	935	8.76	100	81
実施例14	C	0.32	6.06	28	889	8.93	105	76
実施例15	C	0.64	6.25	28	872	9.15	90	77
比較例1	-	0	5.66	14	859	8.85	100	100

[0122] 表1に示されるように、アルミナ砥粒、酸化剤およびアニオン性ポリマーを含む実施例1～8の研磨用組成物によると、アニオン性ポリマーを含まずかつ各実施例と同じ領域のpHを示す比較例1、2または3に比べて、研磨速度は同等か同等以上でありながら、摩擦係数が顕著に低減された。また、表2に示されるように、研磨用組成物におけるアニオン性ポリマーの含有量を増加した場合であっても、良好な研磨速度は維持されつつ、高い摩擦低減

効果が見られた。

[0123] <試験例 2>

<研磨用組成物の作製>

(実施例 16)

シリカ砥粒と、酸化剤としての過酸化水素 (H_2O_2) およびメタバナジン酸ナトリウム ($NaVO_3$) と、アニオン性ポリマーと、脱イオン水とを混合し、本例の研磨用組成物を調製した。シリカ砥粒の含有量は 29% とし、 H_2O_2 の含有量は 0.405 モル/L とし、 $NaVO_3$ の含有量は 0.196 モル/L とし、アニオン性ポリマーの含有量は 0.32 g/L とした。研磨用組成物の pH は、硝酸および/または水酸化カリウム (KOH) を用いて表 3 に示す値となるように調整した。シリカ砥粒としては、BET 径が 72 nm のコロイダルシリカを使用した。砥粒の BET 径の測定は、マイクロメリテックス社製の表面積測定装置 (商品名「Flow Sorb II 2300」) を用いて行った。アニオン性ポリマーとしては、Mw が 10000 のアクリル酸/2-アクリルアミド 2-メチルプロパンスルホン酸共重合体ナトリウム塩 (ポリマー C) を用いた。

[0124] (実施例 17)

アニオン性ポリマーの含有量を表 3 の通りとした他は実施例 16 と同様にして本例の研磨用組成物を調製した。

[0125] (比較例 4)

アニオン性ポリマーを使用しないこと以外は実施例 16 と同様にして本例の研磨用組成物を調製した。

[0126] <研磨対象物の予備研磨>

BET 径が 0.5 μm のアルミナ砥粒 (6 重量%) と酸化剤としての過マンガン酸 (0.105 モル/L) とを含有し、pH が 8 以上 10 以下となるように pH 調整剤を加えた予備研磨用組成物を準備した。そして予備研磨用組成物を用いて下記表面品位となるまで SiC ウェーハに対して予備研磨を行った。予備研磨の条件は、下記<研磨対象物の研磨>のポリシング条件と

同様とした。

予備研磨は、予備研磨後の表面品位について、b r u k e r社製の原子間力顕微鏡（型式 n a n o s c o p e V）により測定される表面粗さR aが0.07nm以下となるように行った。

[0127] <研磨対象物の研磨>

上記予備研磨を行った後の研磨対象物の研磨面に対して、各例の研磨用組成物をそのまま研磨液として用いて、下記のポリシング条件で研磨した。

[ポリシング条件]

研磨装置：不二越機械工業株式会社、型式「RDP-500」

研磨パッド：ニッタ・ハース社製「SUBA800XY」

研磨圧力：29.4kPa

研磨液の供給レート：20mL/分

定盤回転数：100回転/分

ヘッド回転数：100回転/分

研磨時間：1時間

研磨対象物：SiCウェーハ（伝導型：n型、結晶型4H-SiC、主面（0001）のC軸に対するオフ角：4°）、2インチ、1枚/バッチ

研磨液の温度：23℃

[0128] <研磨速度の評価>

各例に係る研磨用組成物をそのまま研磨液として使用して、上記のポリシング条件で研磨を実施した。そして、上述する試験例1と同様に、計算式（1）、（2）に従って研磨速度を算出した。得られた値を、使用した研磨用組成物のpHと同じ領域のpHを示す比較例の値を100%とする相対値に換算して、表3の「相対研磨速度」の欄に示した。

[0129] <摩擦係数の評価>

各例に係る研磨用組成物をそのまま研磨液として使用して、上記のポリシング条件で研磨を実施したときの摩擦係数を測定した。摩擦係数の測定に際しては、上述する試験例1と同様の方法で行った。得られた値を、使用した

研磨用組成物の pH と同じ領域の pH を示す比較例の値を 100% とする相対値に換算して、表 3 の「相対摩擦係数」の欄に示した。

[0130] [表3]

表3

	アニオン性ポリマー		研磨用組成物 pH	評価	
	種類	含有量 [g/l]		相対 研磨速度 [%]	相対 摩擦係数 [%]
実施例16	C	0.32	6.35	101	92
実施例17	C	0.64	6.28	106	89
比較例4	-	0	6.45	100	100

[0131] 表 3 に示されるように、シリカ砥粒、酸化剤およびアニオン性ポリマーを含む実施例 16 および 17 の研磨用組成物によると、アニオン性ポリマーを含まずかつ各実施例と同じ領域の pH を示す比較例 4 に比べて、研磨速度は同等か同等以上でありながら、摩擦係数が顕著に低減された。

[0132] 以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示にすぎず、請求の範囲を限定するものではない。特許請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 水、砥粒および酸化剤としての複合金属酸化物を含み、さらにアニオン性ポリマーを含む、研磨用組成物。
- [請求項2] 前記アニオン性ポリマーは、スルホン酸由来の構造単位、(メタ)アクリル酸由来の構造単位またはアクリルアミド由来の構造単位を、一分子中に少なくとも一種類含む単独重合体または共重合体である、請求項1に記載の研磨用組成物。
- [請求項3] 前記アニオン性ポリマーは、スチレンスルホン酸、イソプレンスルホン酸、ビニルスルホン酸、アリルスルホン酸、イソアミレンスルホン酸、2-(メタ)アクリルアミド-2-メチルプロパンスルホン酸またはメタリルスルホン酸に由来する構造単位を、一分子中に少なくとも一種類含む単独重合体または共重合体である、請求項1または2に記載の研磨用組成物。
- [請求項4] 前記アニオン性ポリマーは、アクリル酸またはメタクリル酸に由来する構造単位を、一分子中に少なくとも一種類含む単独重合体または共重合体である、請求項1または2に記載の研磨用組成物。
- [請求項5] 前記アニオン性ポリマーは、スルホン酸由来の構造単位、(メタ)アクリル酸由来の構造単位およびアクリルアミド由来の構造単位を含む共重合体である、請求項1から4のいずれか一項に記載の研磨用組成物。
- [請求項6] 前記複合金属酸化物として、過マンガン酸塩を含む、請求項1から5のいずれか一項に記載の研磨用組成物。
- [請求項7] pHが2.5以上9.0以下である、請求項1から6のいずれか一項に記載の研磨用組成物。
- [請求項8] ビッカース硬度1500HV以上の材料を研磨するために用いられる、請求項1から7のいずれか一項に記載の研磨用組成物。
- [請求項9] 前記ビッカース硬度1500HV以上の材料は、非酸化物である、請求項8に記載の研磨用組成物。

[請求項10] 請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の研磨用組成物を用いて研磨対象物を研磨する工程を含む、研磨対象物の研磨方法。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/023398

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C09K 3/14 (2006.01) i; B24B 37/00 (2012.01) i; H01L 21/304 (2006.01) i
 FI: C09K3/14 550Z; C09K3/14 550D; B24B37/00 H; H01L21/304 622D

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C09K3/14; B24B37/00; H01L21/304

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2016/158328 A1 (MITSUI MINING & SMELTING CO., LTD.) 06.10.2016 (2016-10-06) paragraphs [0007], [0013], [0020], claims 1-13	1-2, 4, 6-10 3, 5
X Y	WO 2009/031389 A1 (JSR CORPORATION) 12.03.2009 (2009-03-12) claims 1, 3-4, paragraphs [0017], [0043], [0054], [0066], [0072]	1-4, 7, 10 5-6
X Y	WO 2017/221660 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 28.12.2017 (2017-12-28) paragraphs [0009], [0023]-[0024], [0027], [0046], [0053], [0060], claims 1, 3, 6, 10	1-2, 4, 6-10 3, 5
X Y	WO 2018/128849 A1 (CABOT MICROELECTRONICS CORPORATION) 12.07.2018 (2018-07-12) paragraphs [0004], [0016], [0019], [0024], claims 1, 4-7	1-3, 7-10 4-5

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
31 August 2020 (31.08.2020)

Date of mailing of the international search report
08 September 2020 (08.09.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/023398

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2009-295747 A (HITACHI CHEMICAL INDUSTRY CO., LTD.) 17.12.2009 (2009-12-17) claims 1, 5-6, paragraphs [0001], [0011], [0016], [0025]-[0026], [0035], [0042], [0049]	1-4, 6-10 5
Y	JP 2017-182849 A (FUJIMI INCORPORATED) 05.10.2017 (2017-10-05) claim 1, paragraphs [0014], [0022], [0059]-[0060], [0062], [0065], [0071]	3-5
Y	JP 2017-183297 A (HITACHI CHEMICAL CO., LTD.) 05.10.2017 (2017-10-05) claims 1, 3-4, paragraphs [0042]-[0043], [0053]	3-5
Y	WO 2013/035539 A1 (ASAHI GLASS CO., LTD.) 14.03.2013 (2013-03-14) claims, paragraphs [0001], [0020], [0024], [0029], [0032], [0035], [0038]-[0039]	6
A	JP 2017-182858 A (FUJIMI INCORPORATED) 05.10.2017 (2017-10-05) entire text	1-10
A	JP 2006-086353 A (FUJI PHOTO FILM CO., LTD.) 30.03.2006 (2006-03-30) entire text	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/023398

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2016/158328 A1	06 Oct. 2016	(Family: none)	
WO 2009/031389 A1	12 Mar. 2009	US 2010/0221918 A1 paragraphs [0017], [0046], [0057], [0071], [0077], claims 1, 3-4	
WO 2017/221660 A1	28 Dec. 2017	KR 10-2010-0049626 A CN 109312211 A KR 10-2019-0007025 A	
WO 2018/128849 A1	12 Jul. 2018	JP 2020-505756 A US 2018/0190506 A1 EP 3565862 A1 KR 10-2019-0095499 A CN 110168034 A	
JP 2009-295747 A	17 Dec. 2009	(Family: none)	
JP 2017-182849 A	05 Oct. 2017	(Family: none)	
JP 2017-183297 A	05 Oct. 2017	WO 2016/021708 A1	
WO 2013/035539 A1	14 Mar. 2013	US 2014/0187043 A1 paragraphs [0002], [0020], [0029], [0034], [0037], [0040], [0043]-[0044] CN 103782370 A KR 10-2014-0062107 A	
JP 2017-182858 A	05 Oct. 2017	(Family: none)	
JP 2006-086353 A	30 Mar. 2006	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C09K 3/14(2006.01)i; B24B 37/00(2012.01)i; H01L 21/304(2006.01)i FI: C09K3/14 550Z; C09K3/14 550D; B24B37/00 H; H01L21/304 622D		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） C09K3/14; B24B37/00; H01L21/304 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2016/158328 A1（三井金属鉱業株式会社）06.10.2016（2016-10-06） [0007],[0013],[0020],請求の範囲1-13	1-2,4,6-10
Y		3,5
X	WO 2009/031389 A1（J S R株式会社）12.03.2009（2009-03-12） [請求項1],[請求項3]-[請求項4],[0017],[0043],[0054],[0066],[0072]	1-4,7,10
Y		5-6
X	WO 2017/221660 A1（富士フイルム株式会社）28.12.2017（2017-12-28） [0009],[0023]-[0024],[0027],[0046],[0053],[0060],[請求項1],[請求項3],[請求項6],[請求項10]	1-2,4,6-10
Y		3,5
X	WO 2018/128849 A1（CABOT MICROELECTRONICS CORPORATION）12.07.2018（2018-07-12） [0004],[0016],[0019],[0024],claims 1,4-7	1-3,7-10
Y		4-6
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 31.08.2020	国際調査報告の発送日 08.09.2020	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 岡田 三恵 4V 3768 電話番号 03-3581-1101 内線 3483	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2009-295747 A (日立化成工業株式会社) 17.12.2009 (2009 - 12 - 17) [請求項1], [請求項5]-[請求項6], [0001], [0011], [0016], [0025]-[0026], [0035], [0042], [0049]	1-4, 6-10
Y		5
Y	JP 2017-182849 A (株式会社フジインコーポレーテッド) 05.10.2017 (2017 - 10 - 05) [請求項1], [0014], [0022], [0059]-[0060], [0062], [0065], [0071]	3-5
Y	JP 2017-183297 A (日立化成株式会社) 05.10.2017 (2017 - 10 - 05) [請求項1], [請求項3]-[請求項4], [0042]-[0043], [0053]	3-5
Y	WO 2013/035539 A1 (旭硝子株式会社) 14.03.2013 (2013 - 03 - 14) [特許請求の範囲], [0001], [0020], [0024], [0029], [0032], [0035], [0038]-[0039]	6
A	JP 2017-182858 A (株式会社フジインコーポレーテッド) 05.10.2017 (2017 - 10 - 05) 全文	1-10
A	JP 2006-086353 A (富士写真フイルム株式会社) 30.03.2006 (2006 - 03 - 30) 全文	1-10

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2020/023398

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2016/158328 A1	06.10.2016	(ファミリーなし)	
WO 2009/031389 A1	12.03.2009	US 2010/0221918 A1 [0017],[0046],[0057], [0071],[0077], claims 1,3-4 KR 10-2010-0049626 A	
WO 2017/221660 A1	28.12.2017	CN 109312211 A KR 10-2019-0007025 A	
WO 2018/128849 A1	12.07.2018	JP 2020-505756 A US 2018/0190506 A1 EP 3565862 A1 KR 10-2019-0095499 A CN 110168034 A	
JP 2009-295747 A	17.12.2009	(ファミリーなし)	
JP 2017-182849 A	05.10.2017	(ファミリーなし)	
JP 2017-183297 A	05.10.2017	WO 2016/021708 A1	
WO 2013/035539 A1	14.03.2013	US 2014/0187043 A1 [0002],[0020],[0029], [0034],[0037],[0040], [0043]-[0044] CN 103782370 A KR 10-2014-0062107 A	
JP 2017-182858 A	05.10.2017	(ファミリーなし)	
JP 2006-086353 A	30.03.2006	(ファミリーなし)	