

明 細 書

発明の名称：

研磨液、研磨方法、部品の製造方法、及び、半導体部品の製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、研磨液、研磨方法、部品の製造方法、半導体部品の製造方法等に関する。

背景技術

[0002] 近年の電子デバイスの製造工程では、高密度化、微細化等のための加工技術の重要性がますます高まっている。加工技術の一つであるCMP（ケミカル・メカニカル・ポリッシング：化学機械研磨）技術は、電子デバイスの製造工程において、シャロートレンチ分離（シャロー・トレンチ・アイソレーション：STI）の形成、プリメタル絶縁材料又は層間絶縁材料の平坦化、プラグ又は埋め込み金属配線の形成等に必須の技術となっている。CMPに用いられる研磨液としては、セリウム酸化物を含む砥粒を含有する研磨液が知られている（例えば、下記特許文献1及び2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平10-106994号公報

特許文献2：特開平08-022970号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本発明者は、研磨液を用いて、樹脂と、ケイ素化合物を含む粒子と、を含有する被研磨部材を研磨することに着目し、このような被研磨部材を研磨した際に、ケイ素化合物を含む粒子が脱落して被研磨面に脱落痕が発生し、被研磨面が平坦化されない場合があることを見出した。

[0005] 本開示の一側面は、樹脂と、ケイ素化合物を含む粒子と、を含有する被研磨部材の研磨において当該粒子の脱落痕の発生を抑制可能な研磨液を提供す

ることを目的とする。本開示の他の一側面は、前記研磨液を用いた研磨方法を提供することを目的とする。本開示の他の一側面は、前記研磨方法を用いた部品の製造方法を提供することを目的とする。本開示の他の一側面は、前記研磨方法を用いた半導体部品の製造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

[0006] 本開示は、いくつかの側面において、下記の〔１〕～〔２０〕等に関する。

〔１〕被研磨部材の研磨用の研磨液であって、セリウム酸化物を含む砥粒を含有し、前記被研磨部材が、樹脂と、ケイ素化合物を含む粒子と、を含有する、研磨液。

〔２〕前記粒子がケイ素酸化物を含む、〔１〕に記載の研磨液。

〔３〕ヒドロキシ基を有するエーテル化合物を更に含有する、〔１〕又は〔２〕に記載の研磨液。

〔４〕前記エーテル化合物がアルコキシアルコールを含む、〔３〕に記載の研磨液。

〔５〕前記エーテル化合物が分子量２００未満のアルコキシアルコールを含む、〔４〕に記載の研磨液。

〔６〕前記アルコキシアルコールが、炭素数１～５のアルコキシ基を有する化合物を含む、〔４〕又は〔５〕に記載の研磨液。

〔７〕前記アルコキシアルコールが１－プロポキシ－２－プロパノールを含む、〔４〕～〔６〕のいずれか一つに記載の研磨液。

〔８〕前記アルコキシアルコールが３－メトキシ－３－メチル－１－ブタノールを含む、〔４〕～〔７〕のいずれか一つに記載の研磨液。

〔９〕前記アルコキシアルコールの含有量が、研磨液の全質量を基準として０質量％超５質量％以下（又は、０．２～０．８質量％）である、〔４〕～〔８〕のいずれか一つに記載の研磨液。

〔１０〕前記エーテル化合物がポリエーテルを含む、〔３〕～〔９〕のいずれか一つに記載の研磨液。

〔１１〕前記ポリエーテルがポリグリセリンを含む、〔１０〕に記載の研磨液。

〔１２〕前記ポリエーテルの含有量が、研磨液の全質量を基準として０質量％超１０質量％以下（又は、０．５～３質量％）である、〔１０〕又は〔１１〕に記載の研磨液。

〔１３〕前記砥粒の含有量が、研磨液の全質量を基準として０．０１～１０質量％（又は、０．５～２質量％）である、〔１〕～〔１２〕のいずれか一つに記載の研磨液。

〔１４〕有機酸成分を更に含有する、〔１〕～〔１３〕のいずれか一つに記載の研磨液。

〔１５〕アンモニウムカチオン及びアンモニアからなる群より選ばれる少なくとも一種を更に含有する、〔１〕～〔１４〕のいずれか一つに記載の研磨液。

〔１６〕ｐＨが３．００～１３．００（又は、９．００～１１．００）である、〔１〕～〔１５〕のいずれか一つに記載の研磨液。

〔１７〕〔１〕～〔１６〕のいずれか一つに記載の研磨液を用いて、樹脂と、ケイ素化合物を含む粒子と、を含有する被研磨部材を研磨する、研磨方法。

〔１８〕前記樹脂がエポキシ樹脂を含む、〔１７〕に記載の研磨方法。

〔１９〕〔１７〕又は〔１８〕に記載の研磨方法により研磨された被研磨部材を用いて部品を得る、部品の製造方法。

〔２０〕〔１７〕又は〔１８〕に記載の研磨方法により研磨された被研磨部材を用いて半導体部品を得る、半導体部品の製造方法。

発明の効果

〔０００７〕 本開示の一側面によれば、樹脂と、ケイ素化合物を含む粒子と、を含有する被研磨部材の研磨において当該粒子の脱落痕の発生を抑制可能な研磨液を提供することができる。本開示の他の一側面によれば、前記研磨液を用いた研磨方法を提供することができる。本開示の他の一側面によれば、前記研磨

方法を用いた部品の製造方法を提供することができる。本開示の他の一側面によれば、前記研磨方法を用いた半導体部品の製造方法を提供することができる。本開示の他の一側面によれば、樹脂と、ケイ素化合物を含む粒子と、を含有する被研磨部材の研磨への研磨液の応用を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]被研磨部材の一例を模式的に示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本開示の実施形態について説明する。但し、本開示は下記実施形態に限定されるものではない。

[0010] 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。「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。「アルキル基」は、特に断らない限り、直鎖状、分岐又は環状のいずれであってもよい。「砥粒」とは、複数の粒子の集合を意味するが、便宜的に、砥粒を構成する一の粒子を砥

粒と呼ぶことがある。

[0011] <研磨液>

本実施形態に係る研磨液は、被研磨部材の研磨用の研磨液であり、当該被研磨部材は、樹脂と、ケイ素化合物を含む粒子と、を含有する。本実施形態に係る研磨液は、セリウム酸化物を含む砥粒を含有する。本実施形態に係る研磨液は、CMP研磨液として用いることができる。

[0012] 本実施形態に係る研磨液によれば、樹脂と、ケイ素化合物（ケイ素を含む化合物）を含む粒子と、を含有する被研磨部材の研磨において当該粒子が被研磨面から脱落することによる脱落痕の発生を抑制することができる。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において、例えば短径1.0 μm 以上の脱落痕の発生を抑制することができる。脱落痕の発生を抑制可能な要因は必ずしも明らかではないが、本発明者は、下記のとおりであると推測している。すなわち、セリウム酸化物を含む砥粒が、物理的な作用により被研磨部材を研磨するに限らず、ケイ素化合物と化学的な結合を形成して被研磨部材を化学的に研磨することにより、脱落痕の発生を抑制しながら被研磨部材を研磨することができる。但し、効果が得られる要因は当該内容に限定されない。脱落痕の短径は、0.2 μm 以上、0.6 μm 以上、又は、1.0 μm 以上であってよい。

[0013] 近年、電子デバイスの高速化、低消費電力化、大容量化等の観点から、2.1D集積回路、2.5D集積回路、3D集積回路等の開発が進められており、chip-to-chip、wafer-to-wafer、chip-to-wafer等の接続工程、及び、WLP（Wafer-Level Packaging）、PLP（Panel-Level Packaging）等による半導体パッケージの製造工程への関心が高まっている。これらの工程において良好な接続面（ここでは、直接に接続される面のみならず、他の部材を介して接続される場合の下地となる面も「接続面」と呼称する）を得るために平坦化することが求められる被研磨部材の被研磨面には、樹脂（例えばエポキシ樹脂）と、ケイ素化合物（例えばケイ素酸化物）を含

む粒子と、が存在する場合がある。例えば、被研磨部材は、樹脂、及び、ケイ素化合物を含む粒子を含有する基材部を備える場合がある。本実施形態に係る研磨液の一態様によれば、これらの被研磨部材の研磨を好適に行うことができる。

- [0014] 樹脂としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、アクリル樹脂、メタクリル樹脂、ノボラック樹脂、ポリエステル（不飽和ポリエステル、及び、不飽和ポリエステルに該当しないポリエステル）、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリヒドロキシスチレン、ポリベンゾオキサゾール（PBO）、ポリベンゾオキサゾールの前駆体、ポリアリルエーテル、複素環含有樹脂（前記で例示した樹脂を除く）等が挙げられる。「複素環含有樹脂」としては、ピロール環含有樹脂、ピリジン環含有樹脂、イミダゾール環含有樹脂等が挙げられる。被研磨部材は、これらの少なくとも一種を主成分として含有してよい。被研磨部材は、エポキシ樹脂、ポリイミド、ポリベンゾオキサゾール、及び、ポリベンゾオキサゾールの前駆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。
- [0015] 粒子のケイ素化合物としては、ケイ素酸化物（例えば SiO_2 ）、 SiOC 、ケイ素窒化物（例えば SiN ）等が挙げられる。ケイ素化合物を含む粒子は、ケイ素酸化物を含んでよい。樹脂、及び、ケイ素化合物を含む粒子を含有する被研磨部材の断面において、粒子の短径、又は、粒子の占有する面積の割合（基準：断面全体）は、下記の範囲であってよい。粒子の短径は、 $0.01\mu\text{m}$ 以上、 $0.2\mu\text{m}$ 以上、 $0.6\mu\text{m}$ 以上、又は、 $1.0\mu\text{m}$ 以上であってよい。粒子の短径は、 $100\mu\text{m}$ 以下、 $50\mu\text{m}$ 以下、 $25\mu\text{m}$ 以下、又は、 $15\mu\text{m}$ 以下であってよい。これらの観点から、粒子の短径は、 $0.01\sim 100\mu\text{m}$ であってよい。面積の割合は、 1% 以上、 15% 以上、 30% 以上、 45% 以上、又は、 60% 以上であってよい。面積の割合は、 99% 以下、 90% 以下、 80% 以下、又は、 70% 以下であってよい。これらの観点から、面積の割合は、 $1\sim 99\%$ であってよい。
- [0016] 本実施形態に係る研磨液の一態様によれば、金属材料の研磨速度を向上さ

せることもできる。金属材料の金属としては、銅、コバルト、タンタル、アルミニウム、チタン、タングステン、マンガン等が挙げられる。金属材料としては、配線材料、バリア金属材料等が挙げられる。金属材料としては、銅系金属（金属銅（単体金属）、銅化合物等）、コバルト系金属（金属コバルト（単体金属）等）、タンタル系金属（金属タンタル（単体金属）、窒化タンタル等）、アルミニウム系金属（金属アルミニウム（単体金属）等）、チタン系金属（金属チタン（単体金属）、窒化チタン等）、タングステン系金属（金属タングステン（単体金属）等）、マンガン系金属（金属マンガン（単体金属）等）などが挙げられる。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において、例えば $0.05\mu\text{m}/\text{min}$ 以上（好ましくは $0.35\mu\text{m}/\text{min}$ 以上）の銅の研磨速度を得ることができる。

[0017] 上述の被研磨部材の被研磨面には、樹脂、及び、ケイ素化合物を含む粒子に加えて金属材料（例えば銅系金属）が存在する場合がある。例えば、被研磨部材は、樹脂、及び、ケイ素化合物を含む粒子を含有する基材部と、基材部に形成された開口（被研磨部材の厚さ方向（基材部の厚さ方向）に延びる開口）に配置されると共に金属材料を含有する金属部と、を備える場合がある。また、被研磨部材は、当該被研磨部材の厚さ方向（基材部の厚さ方向）に延びると共に金属材料を含有する金属部と、当該金属部の外周の少なくとも一部（一部又は全部）を覆う基材部（樹脂、及び、ケイ素化合物を含む粒子を含有する基材部）と、を備える場合がある。被研磨部材は、少なくとも一つ（例えば複数）の金属部を備えてよい。被研磨部材は、基材部に形成された開口に金属部の構成材料を供給することにより得られてよく、金属部の外周の少なくとも一部を覆うように基材部の構成材料を供給することにより得られてよい。本実施形態に係る研磨液の一態様によれば、これらの被研磨部材の研磨を好適に行うことができる。被研磨部材の厚さ方向に垂直な金属部の断面形状は円形であってよく、金属部の直径は $1\sim200\mu\text{m}$ であってよい。隣接する金属部の間隔は、 $1\sim200\mu\text{m}$ であってよい。

- [0018] 図1は、被研磨部材の一例を模式的に示す断面図であり、被研磨面と平行な断面を示す。図1に示す被研磨部材10は、基材部12と、基材部12に形成された開口に配置された金属部14と、を備え、基材部12は、樹脂12a、及び、ケイ素化合物を含む粒子12bを含有している。但し、各部材（粒子12b、金属部14等）の寸法及び数、部材間の寸法比率などは、図示される内容に限られない。
- [0019] 本実施形態に係る研磨液は、セリウム酸化物を含む砥粒を含有する。砥粒は、一種又は複数種の粒子を含んでよい。セリウム酸化物以外の砥粒の構成材料としては、シリカ（ SiO_2 ）、アルミナ、ジルコニア、チタニア、ゲルマニア、炭化ケイ素等の無機材料などが挙げられる。本実施形態に係る研磨液は、砥粒の構成材料等として、アルミナを含有しなくてよい。アルミナの含有量は、研磨液の全質量を基準として、0.1質量%以下、0.1質量%未満、0.01質量%以下、0.001質量%以下、又は、実質的に0質量%であってよい。
- [0020] 砥粒におけるセリウム酸化物の含有量は、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、砥粒全体（研磨液に含まれる砥粒全体、又は、砥粒を構成する一の粒子の全体）を基準として、90質量%以上、93質量%以上、95質量%以上、95質量%超、98質量%以上、99質量%以上、99.5質量%以上、又は、99.9質量%以上であってよい。砥粒は、実質的にセリウム酸化物からなる態様（実質的に砥粒の100質量%がセリウム酸化物である態様）であってよい。
- [0021] 砥粒の平均粒径D50又はD80は、下記の範囲であってよい。砥粒の平均粒径D50及びD80は、体積基準の累積分布の50%粒径及び80%粒径を意味し、例えばレーザー回折式粒度分布計により測定できる。砥粒の平均粒径は、自然沈降、粉碎処理、分散、ろ過等により調整可能であり、例えば、研磨液の構成成分を混合した後に粒径調整を施してよい。
- [0022] 砥粒の平均粒径D50は、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制

しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、10 nm以上、50 nm以上、70 nm以上、100 nm以上、150 nm以上、150 nm超、200 nm以上、250 nm以上、300 nm以上、320 nm以上、又は、340 nm以上であってよい。砥粒の平均粒径D50は、研磨傷を抑制しやすい観点から、1000 nm以下、800 nm以下、600 nm以下、500 nm以下、450 nm以下、400 nm以下、又は、350 nm以下であってよい。これらの観点から、砥粒の平均粒径D50は、10~1000 nm、50~800 nm、100~500 nm、又は、200~400 nmであってよい。

[0023] 砥粒の平均粒径D80は、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、50 nm以上、100 nm以上、200 nm以上、300 nm以上、350 nm以上、400 nm以上、450 nm以上、500 nm以上、550 nm以上、又は、600 nm以上であってよい。砥粒の平均粒径D80は、研磨傷を抑制しやすい観点から、1200 nm以下、1100 nm以下、1000 nm以下、900 nm以下、800 nm以下、750 nm以下、700 nm以下、又は、650 nm以下であってよい。これらの観点から、砥粒の平均粒径D80は、50~1200 nm、100~1000 nm、300~800 nm、又は、500~700 nmであってよい。

[0024] 砥粒の含有量は、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、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、0.01質量%以上、0.05質量%以上、0.1質量%以上、0.3質量%以上、0.5質量%以上、0.5質量%超、0.7質量%以上、0.8質量%以上、0.9質量%以上、1質量%以上、1.5質量%以上、又は、2質量%以上であってよい。砥粒の含有量は、研磨液の粘度の上昇、砥粒の凝集等を避けやすい観点から、10質量%以下、8質量%以下、5質量%以下、4質量%以下、3質量%以下、2質量%以下、1.5質量%以下、又は、1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%、0.1～5質量%、0.5～2質量%、又は、0.5～1.5質量%であってよい。

[0025] (水)

本実施形態に係る研磨液は、水を含有してよい。水は、研磨液から他の構成成分を除いた残部として含有されていればよい。水の含有量は、研磨液の全質量を基準として下記の範囲であってよい。水の含有量は、90質量%以上、91質量%以上、92質量%以上、93質量%以上、94質量%以上、94.5質量%以上、95質量%以上、95.5質量%以上、96質量%以上、97質量%以上、又は、98質量%以上であってよい。水の含有量は、100質量%未満、99質量%以下、98質量%以下、97質量%以下、96質量%以下、又は、95.5質量%以下であってよい。これらの観点から、水の含有量は、90質量%以上100質量%未満、90～99質量%、又は、95～99質量%であってよい。

[0026] (添加剤)

本実施形態に係る研磨液は、砥粒、及び、水以外の成分を含有してよい。このような成分としては、ヒドロキシ基を有するエーテル化合物（以下、場合により「エーテル化合物A」という）、ヒドロキシ基を有しないエーテル化合物、酸成分、アンモニア、防食剤、塩基性水酸化物、過酸化物、有機溶媒、界面活性剤、消泡剤等が挙げられる。本実施形態に係る研磨液は、これらの成分の少なくとも一種を含有しなくてもよい。

[0027] 本実施形態に係る研磨液は、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、ヒドロキシ基を有するエーテル化合物（エーテル化合物A）を含有してよい。ヒドロキシ基を有するエーテル化合物は、少なくとも一つのヒドロキシ基及び少なくとも一つのエーテル基を有する化合物である。エーテル化合物Aにおける「エーテル基」は、ヒドロキシ基（水酸基）、カルボキシ基、カルボン酸塩基、エステル基、スルホ基及びリン酸基における「－O－」構造を包含

しない。ヒドロキシ基は、カルボキシ基、スルホ基及びリン酸基に含まれるOH基を包含しない。

[0028] エーテル化合物Aは、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、ヒドロキシ基の数が下記の範囲である化合物を含んでよい。ヒドロキシ基の数は、1以上であり、2以上、3以上、4以上、5以上、6以上、8以上、9以上、10以上、11以上、又は、12以上であってよい。ヒドロキシ基の数は、20以下、15以下、12以下、11以下、10以下、9以下、8以下、6以下、5以下、4以下、3以下、又は、2以下であってよい。これらの観点から、ヒドロキシ基の数は、1～20、1～10、1～5、1～3、又は、1～2であってよい。エーテル化合物Aは、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、1つのヒドロキシ基を有する化合物を含んでよく、2つ以上のヒドロキシ基を有する化合物を含んでよく、1つのヒドロキシ基を有する化合物と、2つ以上のヒドロキシ基を有する化合物と、を含んでよい。

[0029] エーテル化合物Aは、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、エーテル基の数が下記の範囲である化合物を含んでよい。エーテル基の数は、1以上であり、2以上、3以上、4以上、5以上、6以上、8以上、又は、9以上であってよい。エーテル基の数は、20以下、15以下、12以下、11以下、10以下、9以下、8以下、6以下、5以下、4以下、3以下、又は、2以下であってよい。これらの観点から、エーテル基の数は、1～20、1～10、1～5、1～3、又は、1～2であってよい。エーテル化合物Aは、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、1つのエーテル基を有する化合物を含んでよく、2つ以上のエーテル基を有する化合物を含んでよく、1つのエーテル基を有する化合物と、2つ以上のエーテル基を有する化合物と、を含んでよい。

[0030] エーテル化合物Aは、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、アルコキシアルコールを含んでよい。アルコキシアルコールとしては、2-メトキシエタノール、2-エトキシエタノール、2-(2-メトキシ)エトキシエタノール、2-(2-ブトキシエトキシ)エタノール、2-プロポキシエタノール、2-ブトキシエタノール、3-メトキシ-3-メチル-1-ブタノール、2-(メトキシメトキシ)エタノール、2-イソプロポキシエタノール、2-ブトキシエタノール、2-イソペンチルオキシエタノール、1-プロポキシ-2-プロパノール、3-メトキシ-3-メチル-1-ブタノール、3-メトキシ-1-ブタノール、3-メトキシ-3-メチルブタノール、1-メトキシ-2-ブタノール、グリコールモノエーテル等が挙げられる。アルコキシアルコールは、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、炭素数が1~5、1~4、1~3、1~2、又は、2~3のアルコキシ基を有する化合物を含んでよい。アルコキシアルコールは、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、1-プロポキシ-2-プロパノールを含んでよく、3-メトキシ-3-メチル-1-ブタノールを含んでよい。

[0031] エーテル化合物Aは、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、ポリエーテルを含んでよく、アルコキシアルコール及びポリエーテルを含んでよい。ポリエーテルとしては、ポリグリセリン、多糖類、ポリアルキレングリコール、ポリオキシプロピレンポリグリセリルエーテル、ポリオキシエチレンポリグリセリルエーテル、1,4-ジ(2-ヒドロキシエトキシ)ベンゼン、2,2-ビス(4-ポリオキシエチレンオキシフェニル)プロパン、2,2-ビス(4-ポリオキシプロピレンオキシフェニル)プロパン、エチレングリコールモノフェニルエーテル、ジエチレングリコールモノフェニルエーテル、ポリオキシアルキレンモノフェニルエーテル、プロピレングリコールモノ

フェニルエーテル、ポリオキシプロピレンモノメチルフェニルエーテル、ポリエチレングリコールモノメチルエーテル、ペンタエリスリトールポリオキシエチレンエーテル、エチレングリコールモノアリルエーテル、ポリオキシエチレンモノアリルエーテル、アルキルグルコシド等が挙げられる。ポリエーテルとしては、アルコキシアルコールとは異なる化合物を用いてよい。ポリエーテルは、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、ポリグリセリンを含んでよい。

[0032] エーテル化合物Aは、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、グリセリンの平均重合度が下記の範囲のポリグリセリンを含んでよい。平均重合度は、3以上、4以上、5以上、8以上、又は、10以上であってよい。平均重合度は、100以下、50以下、30以下、20以下、15以下、12以下、又は、10以下であってよい。これらの観点から、平均重合度は、3～100、5～50、8～20、5～15、又は、8～15であってよい。

[0033] エーテル化合物Aは、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、水酸基価が下記の範囲のポリグリセリンを含んでよい。水酸基価は、100以上、200以上、300以上、400以上、500以上、600以上、700以上、800以上、850以上、又は、870以上であってよい。水酸基価は、2000以下、1500以下、1200以下、1100以下、1000以下、950以下、930以下、又は、910以下であってよい。これらの観点から、水酸基価は、100～2000、300～1500、500～1200、又は、800～1000であってよい。

[0034] エーテル化合物Aは、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、1つのヒドロキシ基及び1つのエーテル基を有する化合物を含んでよい。エーテル化合物Aは、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び

、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、置換基としてヒドロキシ基を有するアルキル基と、無置換のアルキル基と、を結合するエーテル基を有する化合物を含んでよく、当該化合物は、1つのヒドロキシ基及び1つのエーテル基を有する化合物であってよい。

[0035] エーテル化合物Aは、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、下記分子量を有する化合物を含んでよい。分子量は、50以上、80以上、100以上、110以上、115以上、118以上、120以上、150以上、190以上、200以上、200超、300以上、500以上、700以上、又は、750以上であってよい。分子量は、3000以下、2000以下、1500以下、1200以下、1000以下、800以下、750以下、700以下、500以下、300以下、200以下、200未満、190以下、150以下、又は、120以下であってよい。これらの観点から、分子量は、50～3000、80～1000、100～500、100～200、又は、100以上200未満であってよい。エーテル化合物Aは、例えば、分子量200未満のアルコキシアルコールを含んでよい。

[0036] エーテル化合物Aが高分子である場合には、上述の分子量として重量平均分子量(Mw)を用いてよい。重量平均分子量は、例えば、ゲル浸透クロマトグラフィー(GPC: Gel Permeation Chromatography)を用いて、下記の条件で測定できる。

[条件]

試料：20 μ L

標準ポリエチレングリコール：ポリマー・ラボラトリー社製、標準ポリエチレングリコール（分子量：106、194、440、600、1470、4100、7100、10300、12600及び23000）

検出器：昭和電工株式会社製、RIモニター、商品名「Syodex-RI SE-61」

ポンプ：株式会社日立製作所製、商品名「L-6000」

カラム：昭和電工株式会社製、商品名「GS-220HQ」及び「GS-620HQ」をこの順番で連結して使用

溶離液：0.4 mol/L の塩化ナトリウム水溶液

測定温度：30℃

流速：1.00 mL/min

測定時間：45 min

[0037] アルコキシアルコールの含有量は、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、エーテル化合物の全質量（研磨液に含まれるエーテル化合物の全質量）、又は、エーテル化合物Aの全質量（研磨液に含まれるエーテル化合物Aの全質量）を基準として下記の範囲であってよい。アルコキシアルコールの含有量は、0質量%超、5質量%以上、8質量%以上、10質量%以上、12質量%以上、15質量%以上、18質量%以上、20質量%以上、23質量%以上、24質量%以上、25質量%以上、30質量%以上、35質量%以上、40質量%以上、45質量%以上、50質量%以上、50質量%超、55質量%以上、60質量%以上、65質量%以上、70質量%以上、75質量%以上、80質量%以上、85質量%以上、90質量%以上、95質量%以上、99質量%以上、又は、実質的に100質量%（研磨液に含まれるエーテル化合物又はエーテル化合物Aが、実質的に、アルコキシアルコールからなる態様）であってよい。アルコキシアルコールの含有量は、100質量%以下、100質量%未満、95質量%以下、90質量%以下、85質量%以下、80質量%以下、75質量%以下、70質量%以下、65質量%以下、60質量%以下、55質量%以下、50質量%以下、50質量%未満、45質量%以下、40質量%以下、35質量%以下、30質量%以下、25質量%以下、又は、24質量%以下であってよい。これらの観点から、アルコキシアルコールの含有量は、0質量%超100質量%以下、5～100質量%、5～95質量%、5～50質量%、5～40質量%、20～100質量%、20～95質量%、20～50質量%、又は、20～40質量%であって

よい。

[0038] ポリエーテルの含有量又はポリグリセリンの含有量として、含有量Aは、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、エーテル化合物の全質量（研磨液に含まれるエーテル化合物の全質量）、又は、エーテル化合物Aの全質量（研磨液に含まれるエーテル化合物Aの全質量）を基準として下記の範囲であってよい。含有量Aは、0質量%超、5質量%以上、10質量%以上、15質量%以上、20質量%以上、25質量%以上、30質量%以上、35質量%以上、40質量%以上、45質量%以上、50質量%以上、50質量%超、55質量%以上、60質量%以上、65質量%以上、70質量%以上、75質量%以上、又は、76質量%以上であってよい。含有量Aは、100質量%以下、100質量%未満、95質量%以下、92質量%以下、90質量%以下、88質量%以下、85質量%以下、82質量%以下、80質量%以下、77質量%以下、76質量%以下、75質量%以下、70質量%以下、又は、65質量%以下であってよい。これらの観点から、含有量Aは、0質量%超100質量%以下、0質量%超95質量%以下、5～95質量%、50～95質量%、60～95質量%、0質量%超80質量%以下、5～80質量%、50～80質量%、又は、60～80質量%であってよい。

[0039] エーテル化合物Aの含有量は、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、研磨液の全質量を基準として下記の範囲であってよい。エーテル化合物Aの含有量は、0質量%超、0.01質量%以上、0.03質量%以上、0.05質量%以上、0.08質量%以上、0.1質量%以上、0.3質量%以上、0.5質量%以上、0.8質量%以上、1質量%以上、1質量%超、1.1質量%以上、1.2質量%以上、1.3質量%以上、1.4質量%以上、1.5質量%以上、又は、1.6質量%以上であってよい。エーテル化合物Aの含有量は、10質量%以下、8質量%以下、5質量%以下、3質量%以下、2質量%以下、1.8質量%以下、1.7質量%以下、1.6質量%以下

、1.5質量%以下、1.4質量%以下、1.3質量%以下、1.2質量%以下、1.1質量%以下、1質量%以下、1質量%未満、0.8質量%以下、0.5質量%以下、0.3質量%以下、又は、0.1質量%以下であってよい。これらの観点から、エーテル化合物Aの含有量は、0質量%超10質量%以下、0.1～10質量%、0.5～10質量%、1～10質量%、0質量%超5質量%以下、0.1～5質量%、0.5～5質量%、1～5質量%、0質量%超3質量%以下、0.1～3質量%、0.5～3質量%、又は、1～3質量%であってよい。

[0040] アルコキシアルコールの含有量は、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、研磨液の全質量を基準として下記の範囲であってよい。アルコキシアルコールの含有量は、0質量%超、0.01質量%以上、0.03質量%以上、0.05質量%以上、0.08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、0.31質量%以上、0.33質量%以上、0.35質量%以上、0.4質量%以上、0.45質量%以上、0.5質量%以上、0.55質量%以上、0.6質量%以上、0.65質量%以上、0.7質量%以上、0.8質量%以上、又は、1質量%以上であってよい。アルコキシアルコールの含有量は、5質量%以下、3質量%以下、1質量%以下、0.8質量%以下、0.7質量%以下、0.65質量%以下、0.6質量%以下、0.55質量%以下、0.5質量%以下、0.45質量%以下、0.4質量%以下、0.35質量%以下、0.33質量%以下、0.31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、又は、0.1質量%以下であってよい。これらの観点から、アルコキシアルコールの含有量は、0質量%超5質量%以下、0.01～5質量%、0.1～5質量%、0.2～5質量%、0質量%超1質量%以下、0.01～1質量%、0.1～1質量%、0.2～1質量%、0質量%超0.8質量%以下、0.01～0.8質量%、0.1～0.8質量%、0.2～0.8質量%、0質量%超

0.5質量%以下、0.01~0.5質量%、0.1~0.5質量%、又は、0.2~0.5質量%であってよい。

[0041] ポリエーテルの含有量又はポリグリセリンの含有量として、含有量Bは、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、研磨液の全質量を基準として下記の範囲であってよい。含有量Bは、0質量%超、0.01質量%以上、0.05質量%以上、0.1質量%以上、0.3質量%以上、0.5質量%以上、0.6質量%以上、0.8質量%以上、0.9質量%以上、又は、1質量%以上であってよい。含有量Bは、10質量%以下、8質量%以下、7質量%以下、6質量%以下、5質量%以下、4質量%以下、3質量%以下、2質量%以下、1.5質量%以下、又は、1質量%以下であってよい。これらの観点から、含有量Bは、0質量%超10質量%以下、0.01~10質量%、0.1~5質量%、0.5~3質量%、又は、0.5~2質量%であってよい。

[0042] エーテル化合物Aの含有量は、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、砥粒100質量部に対して下記の範囲であってよい。エーテル化合物Aの含有量は、0質量部超、1質量部以上、3質量部以上、5質量部以上、8質量部以上、10質量部以上、30質量部以上、50質量部以上、80質量部以上、100質量部以上、100質量部超、110質量部以上、120質量部以上、130質量部以上、140質量部以上、150質量部以上、又は、160質量部以上であってよい。エーテル化合物Aの含有量は、1000質量部以下、800質量部以下、500質量部以下、300質量部以下、200質量部以下、180質量部以下、170質量部以下、160質量部以下、150質量部以下、140質量部以下、120質量部以下、110質量部以下、100質量部以下、100質量部未満、80質量部以下、50質量部以下、30質量部以下、10質量部以下、8質量部以下、又は、5質量部以下であってよい。これらの観点から、エーテル化合物Aの含有量は、0質量部超1

000質量部以下、10～1000質量部、50～1000質量部、100～1000質量部、0質量部超500質量部以下、10～500質量部、50～500質量部、100～500質量部、0質量部超300質量部以下、10～300質量部、50～300質量部、又は、100～300質量部であってよい。

[0043] アルコキシアルコールの含有量は、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、砥粒100質量部に対して下記の範囲であってよい。アルコキシアルコールの含有量は、0質量部超、1質量部以上、3質量部以上、5質量部以上、8質量部以上、10質量部以上、15質量部以上、20質量部以上、25質量部以上、30質量部以上、35質量部以上、40質量部以上、45質量部以上、50質量部以上、55質量部以上、60質量部以上、65質量部以上、70質量部以上、80質量部以上、又は、100質量部以上であってよい。アルコキシアルコールの含有量は、500質量部以下、300質量部以下、100質量部以下、80質量部以下、70質量部以下、65質量部以下、60質量部以下、55質量部以下、50質量部以下、45質量部以下、40質量部以下、35質量部以下、30質量部以下、25質量部以下、20質量部以下、15質量部以下、10質量部以下、8質量部以下、又は、5質量部以下であってよい。これらの観点から、アルコキシアルコールの含有量は、0質量部超500質量部以下、1～500質量部、10～500質量部、20～500質量部、0質量部超100質量部以下、1～100質量部、10～100質量部、20～100質量部、0質量部超80質量部以下、1～80質量部、10～80質量部、20～80質量部、0質量部超50質量部以下、1～50質量部、10～50質量部、又は、20～50質量部であってよい。

[0044] ポリエーテルの含有量又はポリグリセリンの含有量として、含有量Cは、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、砥粒100質量部に対して下記の範

囲であってよい。含有量Cは、0質量部超、1質量部以上、5質量部以上、10質量部以上、30質量部以上、50質量部以上、60質量部以上、80質量部以上、90質量部以上、又は、100質量部以上であってよい。含有量Cは、1000質量部以下、800質量部以下、700質量部以下、600質量部以下、500質量部以下、400質量部以下、300質量部以下、200質量部以下、150質量部以下、又は、100質量部以下であってよい。これらの観点から、含有量Cは、0質量部超1000質量部以下、1～1000質量部、10～500質量部、50～300質量部、又は、50～200質量部であってよい。

[0045] アルコキシアルコールの含有量は、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、ポリエーテル100質量部又はポリグリセリン100質量部に対して下記の範囲であってよい。アルコキシアルコールの含有量は、0質量部超、1質量部以上、3質量部以上、5質量部以上、8質量部以上、10質量部以上、15質量部以上、20質量部以上、25質量部以上、30質量部以上、32質量部以上、33質量部以上、34質量部以上、35質量部以上、40質量部以上、45質量部以上、50質量部以上、55質量部以上、60質量部以上、又は、65質量部以上であってよい。アルコキシアルコールの含有量は、1000質量部以下、800質量部以下、700質量部以下、600質量部以下、500質量部以下、400質量部以下、300質量部以下、200質量部以下、150質量部以下、120質量部以下、100質量部以下、80質量部以下、70質量部以下、65質量部以下、60質量部以下、55質量部以下、50質量部以下、45質量部以下、40質量部以下、35質量部以下、34質量部以下、33質量部以下、又は、32質量部以下であってよい。これらの観点から、アルコキシアルコールの含有量は、0質量部超1000質量部以下、1～1000質量部、10～1000質量部、0質量部超200質量部以下、1～200質量部、10～200質量部、0質量部超100質量部以下、1～100質量部、10～100質量部、0質量部超50

質量部以下、1～50質量部、又は、10～50質量部であってよい。

[0046] 本実施形態に係る研磨液は、エーテル化合物Aとして、キサンタンガムを含有しなくてよい。キサンタンガムの含有量は、研磨液の全質量を基準として、0.5質量%以下、0.5質量%未満、0.1質量%以下、0.01質量%以下、又は、実質的に0質量%であってよい。

[0047] 本実施形態に係る研磨液は、酸成分を含有してよい。酸成分が金属材料と錯体を形成すること、酸成分が金属材料を溶解すること等により、金属材料の研磨速度が向上しやすいと推測される。本実施形態に係る研磨液は、酸成分として、有機酸成分を含有してよく、無機酸成分を含有してよい。

[0048] 有機酸成分としては、有機酸（アミノ酸を除く）、有機酸エステル、有機酸塩、アミノ酸、アミノ酸エステル、アミノ酸塩等が挙げられる。有機酸としては、ギ酸、酢酸、プロピオン酸、酪酸、吉草酸、2-メチル酪酸、n-ヘキサン酸、3,3-ジメチル酪酸、2-エチル酪酸、4-メチルペンタン酸、n-ヘプタン酸、2-メチルヘキサン酸、n-オクタン酸、2-エチルヘキサン酸、安息香酸、グリコール酸、サリチル酸、グリセリン酸、シュウ酸、マロン酸、コハク酸、3-メチルフタル酸、4-メチルフタル酸、3-アミノフタル酸、4-アミノフタル酸、3-ニトロフタル酸、4-ニトロフタル酸、グルタル酸、アジピン酸、ピメリン酸、マレイン酸、フタル酸、イソフタル酸、リンゴ酸、酒石酸、クエン酸、p-トルエンスルホン酸、p-フェノールスルホン酸、メチルスルホン酸、乳酸、イタコン酸、マレイン酸、キナルジン酸、アジピン酸、ピメリン酸等が挙げられる。有機酸エステルとしては、上述の有機酸のエステル等が挙げられる。有機酸塩としては、上述の有機酸のアンモニウム塩（例えば酢酸アンモニウム）、アルカリ金属塩、アルカリ土類金属塩、ハロゲン化物等が挙げられる。アミノ酸としては、アラニン、アルギニン、アスパラギン、アスパラギン酸、システイン、グルタミン、グルタミン酸、グリシン、ヒスチジン、イソロイシン、ロイシン、リシン、メチオニン、フェニルアラニン、プロリン、セリン、トレオニン、トリプトファン、チロシン、バリン等が挙げられる。アミノ酸エステルとし

ては、上述のアミノ酸のエステル等が挙げられる。アミノ酸塩としては、上述の有機酸のアルカリ金属塩等が挙げられる。

[0049] 無機酸成分としては、無機酸、無機酸のアンモニウム塩、無機酸の金属塩（アルカリ金属塩、アルカリ土類金属塩等）などが挙げられる。無機酸としては、塩酸、硫酸、硝酸、クロム酸等が挙げられる。無機酸のアンモニウム塩としては、硝酸アンモニウム、塩化アンモニウム、臭化アンモニウム等の1価の無機酸のアンモニウム塩；炭酸アンモニウム、炭酸水素アンモニウム、硫酸アンモニウム、過硫酸アンモニウム等の2価の無機酸のアンモニウム塩；リン酸アンモニウム、リン酸水素アンモニウム、リン酸二水素アンモニウム、ホウ酸アンモニウム等の3価の無機酸のアンモニウム塩などが挙げられる。

[0050] 有機酸成分は、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、アミノ酸とは異なる有機酸、及び、アミノ酸からなる群より選ばれる少なくとも一種を含んでよく、リンゴ酸及びグリシ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。無機酸成分は、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、塩化アンモニウム、炭酸アンモニウム、炭酸水素アンモニウム、硫酸アンモニウム、過硫酸アンモニウム、及び、リン酸二水素アンモニウムからなる群より選ばれる少なくとも一種を含んでよく、炭酸アンモニウム、炭酸水素アンモニウム、過硫酸アンモニウム、及び、リン酸二水素アンモニウムからなる群より選ばれる少なくとも一種を含んでよく、炭酸アンモニウム、過硫酸アンモニウム、及び、リン酸二水素アンモニウ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。

[0051] 酸成分の含有量は、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、研磨液の全質量を基準として下記の範囲であってよい。酸成分の含有量は、0質量%超、0.01質量%以上、0.02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、0.4質量%以上、0.5質量%以上、0.6質量%以上、0.7質量%以上、0.8質量%以上、0.85質量%以上、0.9質量%以上、1質量%以上、1.1質量%

%以上、1.2質量%以上、1.3質量%以上、1.4質量%以上、1.5質量%以上、1.6質量%以上、1.7質量%以上、1.8質量%以上、1.9質量%以上、又は、2質量%以上であってよい。酸成分の含有量は、5質量%以下、4.5質量%以下、4質量%以下、3.5質量%以下、3質量%以下、2.5質量%以下、2質量%以下、1.9質量%以下、1.8質量%以下、1.7質量%以下、1.6質量%以下、1.5質量%以下、1.4質量%以下、1.3質量%以下、1.2質量%以下、1.1質量%以下、1質量%以下、0.9質量%以下、0.85質量%以下、0.8質量%以下、0.7質量%以下、0.6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、0.02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、酸成分の含有量は、0質量%超5質量%以下、0.01～5質量%、0.05～5質量%、0質量%超2質量%以下、0.01～2質量%、0.05～2質量%、0質量%超1質量%以下、0.01～1質量%、0.05～1質量%、0質量%超0.5質量%以下、0.01～0.5質量%、又は、0.05～0.5質量%であってよい。

[0052] 有機酸成分の含有量は、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、研磨液の全質量を基準として下記の範囲であってよい。有機酸成分の含有量は、0質量%超、0.01質量%以上、0.02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、0.35質量%以上、0.4質量%以上、0.41質量%以上、0.45質量%以上、0.5質量%以上、0.6質量%以上、0.8質量%以上、又は、1質量%以上であってよい。有機酸成分の含有量は、5質量%以下、4質量%以下、3質量%以下、2質量%以下、1質量%以下、0.8質量%以下、0.6質量%以下、0.5質量%以下、0.45質量%以下、0.41質量%以下、0.4質量%以下、0.35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、0.1質量%以下、0.05質量%以下、又は、0.

0.2質量%以下であってよい。これらの観点から、有機酸成分の含有量は、0質量%超5質量%以下、0.01～5質量%、0.02～5質量%、0.1～5質量%、0質量%超1質量%以下、0.01～1質量%、0.02～1質量%、0.1～1質量%、0質量%超0.5質量%以下、0.01～0.5質量%、0.02～0.5質量%、又は、0.1～0.5質量%であってよい。

[0053] 無機酸成分の含有量は、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、研磨液の全質量を基準として下記の範囲であってよい。無機酸成分の含有量は、0質量%超、0.01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、0.4質量%以上、0.5質量%以上、0.6質量%以上、0.7質量%以上、0.8質量%以上、0.9質量%以上、1質量%以上、1.1質量%以上、1.2質量%以上、1.3質量%以上、1.4質量%以上、1.5質量%以上、又は、1.6質量%以上であってよい。無機酸成分の含有量は、5質量%以下、4.5質量%以下、4質量%以下、3.5質量%以下、3質量%以下、2.5質量%以下、2質量%以下、1.8質量%以下、1.6質量%以下、1.5質量%以下、1.4質量%以下、1.3質量%以下、1.2質量%以下、1.1質量%以下、1質量%以下、0.9質量%以下、0.8質量%以下、0.7質量%以下、0.6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、又は、0.1質量%以下であってよい。これらの観点から、無機酸成分の含有量は、0質量%超5質量%以下、0.01～5質量%、0.1～5質量%、0.5～5質量%、0質量%超1質量%以下、0.01～1質量%、0.1～1質量%、0.5～1質量%、0質量%超0.5質量%以下、0.01～0.5質量%、又は、0.1～0.5質量%であってよい。

[0054] 本実施形態に係る研磨液は、アンモニウム塩を含有してよい。アンモニウム塩、又は、アンモニウム塩のアンモニウムカチオンが金属材料と錯体を形成し、金属材料の研磨速度が向上しやすいと推測される。アンモニウム塩は

、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、無機酸のアンモニウム塩を含んでよく、有機酸のアンモニウム塩を含んでよい。

[0055] アンモニウム塩は、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、1価の無機酸のアンモニウム塩、2価の無機酸のアンモニウム塩、及び、3価の無機酸のアンモニウム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。アンモニウム塩は、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、塩化アンモニウム、炭酸アンモニウム、炭酸水素アンモニウム、硫酸アンモニウム、過硫酸アンモニウム、リン酸二水素アンモニウム、及び、酢酸アンモニウ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。アンモニウム塩は、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、過酸化物とは異なるアンモニウム塩を含んでよく、過酸化物（過硫酸アンモニウム等）を含んでよい。

[0056] アンモニウム塩は、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、下記分子量を有する化合物を含んでよい。分子量は、50以上、60以上、70以上、75以上、78以上、80以上、90以上、100以上、110以上、120以上、130以上、140以上、150以上、180以上、200以上、又は、220以上であってよい。分子量は、1000以下、1000未満、800以下、500以下、300以下、250以下、230以下、220以下、200以下、180以下、150以下、140以下、130以下、120以下、110以下、100以下、90以下、80以下、78以下、75以下、70以下、又は、60以下であってよい。これらの観点から、分子量は、50～1000、70～1000、80～1000、50～500、70～500、80～500、50～250、70～250、80～250、50～100、70～100、又は、80～100であってよい。

[0057] 過酸化物とは異なるアンモニウム塩の含有量は、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、アンモニウム塩の全質量（研磨液に含まれるアンモニウム塩の全質量）を基準として下記の範囲であってよい。過酸化物とは異なるアンモニウム塩の含有量は、0質量%超、1質量%以上、5質量%以上、10質量%以上、20質量%以上、30質量%以上、34質量%以上、35

質量%以上、40質量%以上、41質量%以上、45質量%以上、50質量%以上、50質量%超、60質量%以上、70質量%以上、80質量%以上、90質量%以上、95質量%以上、99質量%以上、又は、実質的に100質量%（研磨液に含まれるアンモニウム塩が、実質的に、過酸化物とは異なるアンモニウム塩からなる態様）であってよい。過酸化物とは異なるアンモニウム塩の含有量は、100質量%以下、100質量%未満、99質量%以下、95質量%以下、90質量%以下、80質量%以下、70質量%以下、60質量%以下、50質量%以下、50質量%未満、45質量%以下、41質量%以下、40質量%以下、35質量%以下、34質量%以下、30質量%以下、20質量%以下、10質量%以下、又は、5質量%以下であってよい。これらの観点から、過酸化物とは異なるアンモニウム塩の含有量は、0質量%超100質量%以下、30～100質量%、50～100質量%、又は、80～100質量%であってよい。

[0058] アンモニウム塩が過酸化物を含む場合、過酸化物（アンモニウム塩）の含有量は、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、アンモニウム塩の全質量（研磨液に含まれるアンモニウム塩の全質量）を基準として下記の範囲であってよい。過酸化物（アンモニウム塩）の含有量は、0質量%超、1質量%以上、5質量%以上、10質量%以上、20質量%以上、30質量%以上、40質量%以上、50質量%以上、50質量%超、55質量%以上、59質量%以上、60質量%以上、65質量%以上、66質量%以上、70質量%以上、80質量%以上、90質量%以上、95質量%以上、99質量%以上、又は、実質的に100質量%（研磨液に含まれるアンモニウム塩が、実質的に、過酸化物からなる態様）であってよい。過酸化物（アンモニウム塩）の含有量は、100質量%以下、100質量%未満、99質量%以下、95質量%以下、90質量%以下、80質量%以下、70質量%以下、66質量%以下、65質量%以下、60質量%以下、又は、59質量%以下であってよい。これらの観点から、過酸化物（アンモニウム塩）の含有量は、0質量%超100質量%以下、50～100質量%、60～100質量%、0

質量%超100質量%未満、50質量%以上100質量%未満、又は、60質量%以上100質量%未満であってよい。

[0059] アンモニウム塩の含有量（アンモニウム塩に該当する化合物の合計量。以下同様）、又は、過酸化物とは異なるアンモニウム塩の含有量として、含有量Dは、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、研磨液の全質量を基準として下記の範囲であってよい。含有量Dは、0質量%超、0.01質量%以上、0.02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、0.4質量%以上、0.45質量%以上、0.5質量%以上、0.5質量%超、0.6質量%以上、0.7質量%以上、0.8質量%以上、0.85質量%以上、0.9質量%以上、1質量%以上、1.1質量%以上、1.2質量%以上、1.3質量%以上、1.4質量%以上、1.5質量%以上、又は、1.6質量%以上であってよい。含有量Dは、10質量%以下、8質量%以下、5質量%以下、4質量%以下、3質量%以下、2質量%以下、1.8質量%以下、1.7質量%以下、1.6質量%以下、1.5質量%以下、1.4質量%以下、1.3質量%以下、1.2質量%以下、1.1質量%以下、1質量%以下、0.9質量%以下、0.85質量%以下、0.8質量%以下、0.7質量%以下、0.6質量%以下、0.5質量%以下、0.45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、0.02質量%以下であってよい。これらの観点から、含有量Dは、0質量%超10質量%以下、0質量%超5質量%以下、0質量%超2質量%以下、0質量%超1質量%以下、0.01～10質量%、0.01～5質量%、0.01～2質量%、0.01～1質量%、0.1～10質量%、0.1～5質量%、0.1～2質量%、0.1～1質量%、0.3～10質量%、0.3～5質量%、0.3～2質量%、又は、0.3～1質量%であってよい。

[0060] アンモニウム塩が過酸化物を含む場合、過酸化物（アンモニウム塩）の含有量は、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、研磨液の全質量を基

準として下記の範囲であってよい。過酸化物（アンモニウム塩）の含有量は、0質量%超、0.01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、0.4質量%以上、0.5質量%以上、0.5質量%超、0.6質量%以上、0.65質量%以上、0.7質量%以上、0.75質量%以上、又は、0.8質量%以上であってよい。過酸化物（アンモニウム塩）の含有量は、5質量%以下、4質量%以下、3質量%以下、2質量%以下、1.5質量%以下、1.2質量%以下、1質量%以下、0.9質量%以下、0.8質量%以下、0.75質量%以下、0.7質量%以下、0.65質量%以下、又は、0.6質量%以下であってよい。これらの観点から、過酸化物（アンモニウム塩）の含有量は、0質量%超5質量%以下、0.01～5質量%、0.1～5質量%、0.5～5質量%、0質量%超1質量%以下、0.01～1質量%、0.1～1質量%、又は、0.5～1質量%であってよい。

[0061] アンモニウム塩の含有量、又は、過酸化物とは異なるアンモニウム塩の含有量として、含有量Eは、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、砥粒100質量部に対して下記の範囲であってよい。含有量Eは、0質量部超、1質量部以上、2質量部以上、5質量部以上、10質量部以上、20質量部以上、30質量部以上、40質量部以上、45質量部以上、50質量部以上、60質量部以上、70質量部以上、80質量部以上、85質量部以上、90質量部以上、100質量部以上、110質量部以上、120質量部以上、130質量部以上、140質量部以上、150質量部以上、又は、160質量部以上であってよい。含有量Eは、1000質量部以下、800質量部以下、500質量部以下、400質量部以下、300質量部以下、200質量部以下、180質量部以下、170質量部以下、160質量部以下、150質量部以下、140質量部以下、130質量部以下、120質量部以下、110質量部以下、100質量部以下、90質量部以下、85質量部以下、80質量部以下、70質量部以下、60質量部以下、50質量部以下、45質量部以下、40質量部以下、30質量部以下、20質量部以下、10質量

部以下、5質量部以下、又は、2質量部以下であってよい。これらの観点から、含有量Eは、0質量部超1000質量部以下、0質量部超500質量部以下、0質量部超200質量部以下、0質量部超100質量部以下、1～1000質量部、1～500質量部、1～200質量部、1～100質量部、10～1000質量部、10～500質量部、10～200質量部、10～100質量部、30～1000質量部、30～500質量部、30～200質量部、又は、30～100質量部であってよい。

[0062] アンモニウム塩が過酸化物を含む場合、過酸化物（アンモニウム塩）の含有量は、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、砥粒100質量部に対して下記の範囲であってよい。過酸化物（アンモニウム塩）の含有量は、0質量部超、1質量部以上、5質量部以上、10質量部以上、20質量部以上、30質量部以上、40質量部以上、50質量部以上、60質量部以上、65質量部以上、70質量部以上、75質量部以上、又は、80質量部以上であってよい。過酸化物（アンモニウム塩）の含有量は、500質量部以下、400質量部以下、300質量部以下、200質量部以下、150質量部以下、120質量部以下、100質量部以下、90質量部以下、80質量部以下、75質量部以下、70質量部以下、65質量部以下、又は、60質量部以下であってよい。これらの観点から、過酸化物（アンモニウム塩）の含有量は、0質量部超500質量部以下、1～500質量部、10～500質量部、50～500質量部、0質量部超100質量部以下、1～100質量部、10～100質量部、又は、50～100質量部であってよい。

[0063] 本実施形態に係る研磨液は、アンモニアを含有してよい。アンモニアが金属材料と錯体を形成し、金属材料の研磨速度が向上しやすいと推測される。本実施形態に係る研磨液は、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、アンモニウムカチオン及びアンモニアからなる群より選ばれる少なくとも一種を含有してよく、アンモニウム塩（上述の無機酸のアンモニウム塩、上述の有機酸のアンモニウム塩等）及びアンモニアからなる群より選ばれる少なくとも一種を含有してよい。

[0064] アンモニアの含有量は、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、研磨液の全質量を基準として下記の範囲であってよい。アンモニアの含有量は、0質量%超、0.01質量%以上、0.03質量%以上、0.05質量%以上、0.08質量%以上、0.1質量%以上、0.12質量%以上、0.15質量%以上、0.2質量%以上、0.25質量%以上、又は、0.3質量%以上であってよい。アンモニアの含有量は、5質量%以下、4質量%以下、3質量%以下、2質量%以下、1.5質量%以下、1質量%以下、0.8質量%以下、0.6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、又は、0.1質量%以下であってよい。これらの観点から、アンモニアの含有量は、0質量%超5質量%以下、0.01～5質量%、0.1～5質量%、0.2～5質量%、0質量%超2質量%以下、0.01～2質量%、0.1～2質量%、0.2～2質量%、0質量%超0.5質量%以下、0.01～0.5質量%、0.1～0.5質量%、又は、0.2～0.5質量%であってよい。

[0065] アンモニアの含有量は、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、砥粒100質量部に対して下記の範囲であってよい。アンモニアの含有量は、0質量部超、1質量部以上、3質量部以上、5質量部以上、8質量部以上、10質量部以上、12質量部以上、15質量部以上、20質量部以上、25質量部以上、又は、30質量部以上であってよい。アンモニアの含有量は、500質量部以下、400質量部以下、300質量部以下、200質量部以下、150質量部以下、100質量部以下、80質量部以下、60質量部以下、50質量部以下、50質量部未満、40質量部以下、30質量部以下、25質量部以下、20質量部以下、15質量部以下、10質量部以下、8質量部以下、又は、5質量部以下であってよい。これらの観点から、アンモニアの含有量は、0質量部超500質量部以下、1～500質量部、10～500質量部、20～500質量部、0質量部超200質量部以下、1～200質量部、10～200質量部、20～200質量部、0質量部超50質量

部以下、1～50質量部、10～50質量部、又は、20～50質量部であってよい。

[0066] アンモニアの含有量は、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、アンモニウム塩100質量部に対して下記の範囲であってよい。アンモニアの含有量は、0質量部超、1質量部以上、5質量部以上、10質量部以上、15質量部以上、20質量部以上、25質量部以上、30質量部以上、35質量部以上、36質量部以上、40質量部以上、50質量部以上、60質量部以上、80質量部以上、100質量部以上、150質量部以上、200質量部以上、300質量部以上、500質量部以上、1000質量部以上、1500質量部以上、又は、2000質量部以上であってよい。アンモニアの含有量は、2000質量部以下、1500質量部以下、1000質量部以下、500質量部以下、300質量部以下、200質量部以下、150質量部以下、100質量部以下、80質量部以下、60質量部以下、50質量部以下、40質量部以下、36質量部以下、35質量部以下、30質量部以下、25質量部以下、20質量部以下、又は、15質量部以下であってよい。これらの観点から、アンモニアの含有量は、0質量部超2000質量部以下、10～2000質量部、100～2000質量部、300～2000質量部、0質量部超1500質量部以下、10～1500質量部、100～1500質量部、300～1500質量部、又は、1～200質量部であってよい。

[0067] 本実施形態に係る研磨液は、金属材料に対する防食作用を有する化合物として、防食剤（金属材料の防食剤）を含有してよい。防食剤は、金属材料に対して保護膜を形成することで、金属材料のエッチングを抑制して被研磨面の荒れを低減しやすい。

[0068] 防食剤は、トリアゾール化合物、ピリジン化合物、ピラゾール化合物、ピリミジン化合物、イミダゾール化合物、グアニジン化合物、チアゾール化合物、テトラゾール化合物、トリアジン化合物及びヘキサメチレンテトラ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。「化合物」とは、その骨格を有する化合物の総称であり、例えば「トリアゾール化合物」とは、

トリアゾール骨格を有する化合物を意味する。防食剤は、好適な防食作用を得やすい観点から、トリアゾール化合物、ピリジン化合物、イミダゾール化合物、テトラゾール化合物、トリアジン化合物及びヘキサメチレンテトラ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、トリアゾール化合物を含んでよく、ベンゾトリアゾール化合物を含んでよい。

[0069] トリアゾール化合物としては、1, 2, 3-トリアゾール、1, 2, 4-トリアゾール、3-アミノ-1H-1, 2, 4-トリアゾール、ベンゾトリアゾール、1-ヒドロキシベンゾトリアゾール、1-ジヒドロキシプロピルベンゾトリアゾール、2, 3-ジカルボキシプロピルベンゾトリアゾール、4-ヒドロキシベンゾトリアゾール、4-カルボキシー-1H-ベンゾトリアゾール、4-カルボキシー-1H-ベンゾトリアゾールメチルエステル（1H-ベンゾトリアゾール-4-カルボン酸メチル）、4-カルボキシー-1H-ベンゾトリアゾールブチルエステル（1H-ベンゾトリアゾール-4-カルボン酸ブチル）、4-カルボキシー-1H-ベンゾトリアゾールオクチルエステル（1H-ベンゾトリアゾール-4-カルボン酸オクチル）、5-ヘキシルベンゾトリアゾール、[1, 2, 3-ベンゾトリアゾリル-1-メチル] [1, 2, 4-トリアゾリル-1-メチル] [2-エチルヘキシル] アミン、トリルトリアゾール、ナフトトリアゾール、ビス[(1-ベンゾトリアゾリル)メチル] ホスホン酸、3H-1, 2, 3-トリアゾロ[4, 5-b]ピリジン-3-オール、1H-1, 2, 3-トリアゾロ[4, 5-b]ピリジン、1-アセチル-1H-1, 2, 3-トリアゾロ[4, 5-b]ピリジン、1, 2, 4-トリアゾロ[1, 5-a]ピリミジン、2-メチル-5, 7-ジフェニル-[1, 2, 4]トリアゾロ[1, 5-a]ピリミジン、2-メチルサルファニル-5, 7-ジフェニル-[1, 2, 4]トリアゾロ[1, 5-a]ピリミジン、2-メチルサルファニル-5, 7-ジフェニル-4, 7-ジヒドロ-[1, 2, 4]トリアゾロ[1, 5-a]ピリミジン等が挙げられる。一分子中にトリアゾール骨格と、それ以外の骨格とを有する化合物は、トリアゾール化合物に分類するものとする。本実施形態に係る研

磨液は、好適な防食作用を得やすい観点から、ヒドロキシ基を有するトリアゾール化合物を含有してよく、1-ヒドロキシベンゾトリアゾールを含有してよい。

[0070] 防食剤の含有量、トリアゾール化合物の含有量、又は、ベンゾトリアゾール化合物の含有量として、含有量Fは、好適な防食作用を得やすい観点から、研磨液の全質量を基準として下記の範囲であってよい。含有量Fは、0質量%超、0.001質量%以上、0.003質量%以上、0.005質量%以上、0.008質量%以上、0.01質量%以上、0.02質量%以上、0.025質量%以上、0.03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、0.3質量%以上、0.5質量%以上、又は、1質量%以上であってよい。含有量Fは、2質量%以下、1.5質量%以下、1質量%以下、0.5質量%以下、0.3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、0.03質量%以下、0.025質量%以下、0.02質量%以下、0.01質量%以下、又は、0.008質量%以下であってよい。これらの観点から、含有量Fは、0質量%超2質量%以下、0.001~2質量%、0.005~2質量%、0.01~2質量%、0質量%超1質量%以下、0.001~1質量%、0.005~1質量%、0.01~1質量%、0質量%超0.1質量%以下、0.001~0.1質量%、0.005~0.1質量%、又は、0.01~0.1質量%であってよい。

[0071] 本実施形態に係る研磨液は、塩基性水酸化物を含有してよい。塩基性水酸化物を用いることにより、金属材料の研磨速度が向上しやすい。塩基性水酸化物としては、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム等のアルカリ金属水酸化物；アルカリ土類金属水酸化物；テトラメチルアンモニウムヒドロキシド（TMAH）などが挙げられる。

[0072] 塩基性水酸化物の含有量は、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、研磨液の全質量を基準として下記の範囲であってよい。塩基性水酸化物の含有量は、0質量%超、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、0.35質量%以上、0.36質量%以上、0.4質量%以上、0.45質量%以上、又は、0.48質量%以上であってよい。塩基性水酸化物の含有量は、5質量%以下、4質量%以下、3質量%以下、2質量%以下、1質量%以下、0.8質量%以下、0.6質量%以下、0.5質量%以下、0.48質量%以下、0.45質量%以下、0.4質量%以下、0.36質量%以下、0.35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、塩基性水酸化物の含有量は、0質量%超5質量%以下、0.01～5質量%、0.1～5質量%、0質量%超1質量%以下、0.01～1質量%、又は、0.1～1質量%であってよい。

[0073] 本実施形態に係る研磨液は、上述のアンモニウム塩に該当しない過酸化物を含有してよく、当該過酸化物を含有しなくてよい。過酸化物としては、過硫酸カリウム、過酸化水素、硝酸第二鉄、硫酸鉄、オゾン、次亜塩素酸、次亜塩素酸塩、過ヨウ素酸カリウム、過酢酸等が挙げられる。本実施形態に係る研磨液は、過酸化水素を含有しなくてよい。過酸化物の含有量又は過酸化水素の含有量は、研磨液の全質量を基準として、0.1質量%以下、0.1質量%未満、0.01質量%以下、0.001質量%以下、又は、実質的に0質量%であってよい。

[0074] 本実施形態に係る研磨液は、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、有機溶媒（エーテル化合物Aに該当しない有機溶媒）を含有してよい。有機溶媒としては、アルコール（モノアルコール及びポリオール）、炭酸エステル、ラクトン等が挙げられる。モノアルコールとしては、メタノール、エタノール、プロパノール（例えば2-プロパノール）、ブタノール、ペンタノール、オクタノール等が挙げられる。ポリオールとしては、メチレングリコール、エチレングリコール、プロピレングリコール、ブチレングリコール（例えば1,3-ブタンジオール）、ヘキシレングリコール等のジオール；グリセリンなどが挙げられる。炭酸エステルとしては、エチレンカーボネー

ト、プロピレンカーボネート、ジメチルカーボネート、ジエチルカーボネート、メチルエチルカーボネート等が挙げられる。ラクトンとしては、プロピオラクトン、ブチロラクトン等が挙げられる。有機溶媒は、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、アルコールを含んでよく、モノアルコールを含んでよく、プロパノールを含んでよく、ポリオールを含んでよく、メチレングリコール、エチレングリコール、プロピレングリコール、ブチレングリコール、及び、ヘキシレングリコ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い。

[0075] 有機溶媒の含有量は、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、研磨液の全質量を基準として下記の範囲であってよい。有機溶媒の含有量は、0質量%超、0.1質量%以上、0.3質量%以上、0.5質量%以上、0.6質量%以上、0.7質量%以上、0.8質量%以上、1質量%以上、1.2質量%以上、又は、1.3質量%以上であってよい。有機溶媒の含有量は、20質量%以下、15質量%以下、10質量%以下、8質量%以下、5質量%以下、4質量%以下、3質量%以下、2質量%以下、又は、1.5質量%以下であってよい。これらの観点から、有機溶媒の含有量は、0質量%超20質量%以下、0.1～20質量%、1～20質量%、0質量%超5質量%以下、0.1～5質量%、又は、1～5質量%であってよい。

[0076] 本実施形態に係る研磨液は、ジヒドロキシエチルグリシン、アミノポリカルボン酸、及び、アミノポリカルボン酸の非金属塩を含有しなくてよい。ジヒドロキシエチルグリシン、アミノポリカルボン酸、及び、アミノポリカルボン酸の非金属塩の含有量（合計量）は、研磨液の全質量を基準として、0.05質量%以下、0.05質量%未満、0.01質量%以下、0.001質量%以下、又は、実質的に0質量%であってよい。

[0077] 本実施形態に係る研磨液は、不飽和カルボン酸の単量体単位を有する化合物を含有しなくてよく、ポリカルボン酸系高分子分散剤を含有しなくてよい。不飽和カルボン酸の単量体単位を有する化合物の含有量、又は、ポリカルボン酸系高分子分散剤の含有量は、研磨液の全質量を基準として、0.00

0.5質量%以下、0.0005質量%未満、0.0001質量%以下、0.00001質量%以下、又は、実質的に0質量%であってよい。

[0078] (pH)

本実施形態に係る研磨液のpHは、ケイ素化合物を含む粒子の脱落痕の発生を抑制しやすい観点、及び、金属材料の研磨速度が向上しやすい観点から、下記の範囲であってよい。研磨液のpHは、3.00以上、4.00以上、4.00超、5.00以上、5.00超、6.00以上、7.00以上、7.00超、7.50以上、8.00以上、8.00超、8.50以上、9.00以上、9.30以上、9.40以上、9.50以上、9.60以上、9.80以上、10.00以上、10.00超、10.20以上、10.30以上、10.50以上、又は、10.80以上であってよい。研磨液のpHは、13.00以下、12.00以下、11.80以下、11.50以下、11.00以下、10.80以下、10.50以下、10.30以下、10.20以下、10.00以下、9.80以下、9.60以下、9.50以下、9.40以下、9.30以下、9.00以下、8.50以下、又は、8.00以下であってよい。これらの観点から、研磨液のpHは、3.00～13.00、7.00～13.00、8.00～13.00、9.00～13.00、3.00～12.00、7.00～12.00、8.00～12.00、9.00～12.00、3.00～11.00、7.00～11.00、8.00～11.00、又は、9.00～11.00であってよい。研磨液のpHは、上述の酸成分、アンモニア、塩基性水酸化物等により調整できる。

[0079] 本実施形態に係る研磨液のpHは、pHメータ（例えば、東亜ディーケーケー株式会社製の型番：PHL-40）で測定できる。例えば、フタル酸塩pH緩衝液（pH：4.01）及び中性リン酸塩pH緩衝液（pH：6.86）を標準緩衝液として用いてpHメータを2点校正した後、pHメータの電極を研磨液に入れ、2分以上経過して安定した後の値を測定する。このとき、標準緩衝液及び研磨液の液温は共に25℃とする。

[0080] (保存態様)

本実施形態に係る研磨液は、研磨液用貯蔵液として、水の量を使用時よりも減じて保存されてよい。研磨液用貯蔵液は、研磨液を得るための貯蔵液であり、使用前又は使用時に研磨液用貯蔵液を水で希釈することにより研磨液が得られる。希釈倍率は、例えば1.5倍以上である。

[0081] 本実施形態に係る研磨液は、少なくとも砥粒を含む一液式研磨液として保存してよく、スラリー（第一の液）と添加液（第二の液）とを有する複数液式研磨液として保存してもよい。複数液式研磨液では、スラリーと添加液とを混合して研磨液となるように研磨液の構成成分がスラリーと添加液とに分けられる。スラリーは、例えば、少なくとも砥粒及び水を含む。添加液は、例えば、少なくとも添加剤及び水を含む。研磨液の構成成分は、三液以上に分けて保存してよい。複数液式研磨液においては、研磨直前又は研磨時にスラリー及び添加液が混合されて研磨液が調製されてよい。複数液式研磨液におけるスラリーと添加液とをそれぞれ研磨定盤上へ供給し、研磨定盤上においてスラリー及び添加液が混合されて研磨液が調製されてもよい。

[0082] <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、樹脂と、ケイ素化合物を含む粒子と、を含有する被研磨部材を研磨する研磨工程を備える。研磨工程では、被研磨部材の被研磨面を研磨することが可能であり、樹脂と、ケイ素化合物を含む粒子と、が存在する被研磨面を研磨できる。研磨工程では、被研磨部材における、樹脂、及び、ケイ素化合物を含む粒子の少なくとも一部を研磨して除去することができる。研磨工程で用いられる研磨液は、上述の一液式研磨液であってよく、上述の研磨液用貯蔵液を水で希釈することにより得られる研磨液であってよく、上述の複数液式研磨液におけるスラリー及び添加液を混合することにより得られる研磨液であってよい。被研磨部材は、特に限定されず、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。被研磨部材は、配線板であってよく、回路基板であってよい。

[0083] 被研磨部材は、樹脂、ケイ素化合物を含む粒子、及び、金属材料を含有してよい。研磨工程では、樹脂、ケイ素化合物を含む粒子、及び、金属材料が存在する被研磨面を研磨できる。研磨工程では、被研磨部材における、樹脂、ケイ素化合物を含む粒子、及び、金属材料の少なくとも一部を研磨して除去することができる。金属材料の金属としては、銅、コバルト、タンタル、アルミニウム、チタン、タングステン、マンガン等が挙げられる。ケイ素化合物としては、ケイ素酸化物（例えば SiO_2 ）、 SiOC 、ケイ素窒化物（例えば SiN ）等が挙げられる。研磨工程において、樹脂はエポキシ樹脂を含んでよく、被研磨部材が、エポキシ樹脂、及び、ケイ素酸化物を含む粒子を含有してよい。被研磨部材の形状は、特に制限はなく、上述の構成以外の構成として、例えば膜状であってもよい。被研磨部材は、表面に凹部及び凸部を有する基板上に被研磨対象（樹脂、ケイ素化合物を含む粒子、及び、金属材料からなる群より選ばれる少なくとも一種）を備えてよい。被研磨部材は、樹脂、ケイ素化合物を含む粒子、及び、金属材料からなる群より選ばれる少なくとも一種に加えて他の被研磨材料（例えば絶縁材料）を含有してよい。

[0084] <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被研磨部材（基体）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被研磨部材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被研磨部材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被研磨部材を研磨する研磨工程を備えてよい。

[0085] 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被研磨部材（基体）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被研磨部材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被研磨部材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。

[0086] 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被研磨部材（基体）と他の被接続体とを接続（例えば電氣的に接続）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被研磨部材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被研磨部材であってよく、本実施形態に係る研磨方法により研磨された被研磨部材とは異なる被接続体であってよい。接続工程では、被研磨部材と被接続体とを直接接続（被研磨部材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）を介して被研磨部材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。

[0087] 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被研磨部材の被研磨面と、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被研磨部材の接続面と、被接続体の接続面と、を接続する工程であってよい。被研磨部材の接続面は、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、被研磨部材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、被研磨部材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、被研磨部材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。

- [0088] 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被研磨部材、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

- [0089] 以下、本開示を実施例に基づいて具体的に説明するが、本開示は当該実施例に限定されるものではない。

[0090] <研磨液の調製>

表1～4の各成分、及び、蒸留水を混合することにより、各表の組成を有する研磨液を得た。各表は、研磨液の全質量を基準とした各成分の含有量（単位：質量％）を示しており、残部は蒸留水である。セリウム酸化物粒子としては、昭和電工マテリアルズ株式会社製の商品名「HS-8005」を用いた。コロイダルシリカとしては、扶桑化学工業株式会社製の商品名「PL-3」（二次粒径：70nm）を用いた。コロイダルシリカの含有量は、固形分であるシリカ粒子の含有量である。「MMB」は3-メトキシ-3-メチル-1-ブタノールを意味し、「HBTA」は1-ヒドロキシベンゾトリアゾールを意味し、「BTA」はベンゾトリアゾールを意味する。ポリグリセリンとしては、阪本薬品工業株式会社製の商品名「PGL750」（グリセリン10量体、重量平均分子量：750、水酸基価：870～910）を用いた。

[0091] <砥粒の平均粒径>

マイクロトラック・ベル株式会社製の「Microtrac MT3300EXII」を用いて、各実施例の研磨液における砥粒の平均粒径を求めた

。各実施例において、平均粒径D50は341nmであり、平均粒径D80は609nmであった。

[0092] <研磨液のpH>

pHメータ（東亜ディーケーケー株式会社製の型番：PHL-40）を用いて研磨液のpHを測定した。フタル酸塩pH緩衝液（pH：4.01）及び中性リン酸塩pH緩衝液（pH：6.86）を標準緩衝液として用いてpHメータを2点校正した後、pHメータの電極を研磨液に入れ、2分以上経過して安定した後の値を測定した。結果を各表に示す。

[0093] <評価>

脱落痕の有無を評価するための基体Aとして、エポキシ樹脂、及び、ケイ素酸化物を含む粒子を含有する基材部と、基材部に形成された開口（基体の厚さ方向（基材部の厚さ方向）に延びる開口）に配置されると共に銅を含有する金属部と、を備える基体（基体の厚さ方向（基材部の厚さ方向）に延びると共に銅を含有する金属部と、当該金属部の外周を覆う基材部（エポキシ樹脂、及び、ケイ素酸化物を含む粒子を含有する基材部）と、を備える基体）を準備した。200μm以下の径の複数の金属部がアレイ状に配置されていた。基体の厚さ方向に垂直な金属部の断面形状は円形であった。基体Aは、エポキシ樹脂、ケイ素酸化物を含む粒子、及び、銅が存在する被研磨面を有していた。

[0094] 実施例1～3、5～21、27、29～40及び比較例1における銅の研磨速度（Cu-RR）を評価するための基体Bとして、φ300mmシリコンウエハ上に形成された銅膜を有する基体を準備した。

[0095] 研磨装置（APPLIED MATERIALS社製、商品名：Reflexion LK）において、吸着パッドを貼り付けた基体取り付け用のホルダーに基体（基体A又は基体B）を取り付けた。多孔質ウレタン樹脂製のパッドを貼り付けた定盤上に、被研磨面（基体Aについては、上述の金属部が配置された領域）がパッドに対向するようにホルダーを載せた。上述の研磨液を供給量350mL/minでパッド上に供給しながら、研磨荷重4p

s iで基体をパッドに押し当てた。このとき、定盤を147min⁻¹、ホルダーを153min⁻¹で回転させて研磨を行った。基体Aの研磨時間は5分であり、基体Bの研磨時間は1分であった。研磨後の基体を純水でよく洗浄した後に乾燥させた。

[0096] 電界放出型走査電子顕微鏡（株式会社日立ハイテク製、商品名：S-4800）を用いて基体Aの研磨後の被研磨面（被研磨面の端部から5mm以内の領域を除く）における10μm×14μmの領域を4箇所観察し、短径1.0μm以上の脱落痕の有無（ケイ素酸化物を含む粒子の脱落の有無）を確認した。脱落痕が確認されない場合を「A」と評価し、脱落痕が確認された場合を「B」と評価した。結果を表1～4に示す。

[0097] 金属膜厚測定器（日立国際電気株式会社製、商品名：VR-120/08S）を用いて基体Bにおける研磨前後の銅膜の厚さの変化量を測定し、銅の研磨速度を求めた。基体Bの中心を通過する線（直径）上において等間隔に位置する65点の厚さを測定し、その平均値を銅膜の厚さとして得た。測定結果を表1～4に示す。

[0098] [表1]

		実施例												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
組成	セリウム酸化物粒子	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	炭酸アンモニウム	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
	アンモニア						0.30							
	MMB	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.306					
	ポリグリセリン	1	1	1	1	1	1	1	1					
	1-ブチルヒキ-2-ブチルアルコール									1.333				
	ヘキセングリコール										1.333			
	1,3-ブタンジオール											1.333		
	2-ブタノール												1.333	
	リンゴ酸							0.01						
	グリシン							0.4						
	HBTA				0.010	0.010	0.008		0.026					
	水酸化カリウム	0.48	0.24			0.48		0.48						
pH		9.93	9.39	9.24	8.90	9.70	10.50	9.66	9.13	9.79	9.81	9.85	9.84	9.87
評価	脱落痕の有無	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	Cu-RR [μm/min]	0.64	0.90	0.75	—	0.68	0.62	0.58	0.61	0.76	0.76	0.75	0.64	0.49

[0099]

[表2]

		実施例							
		14	15	16	17	18	19	20	21
組成	セリウム酸化物粒子	1	1	1	1	1	1	1	1
	炭酸アンモニウム	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	1.69	1.69	1.69
	過硫酸アンモニウム				0.60	0.80			
	アンモニア		0.15						
	MMB	0.333	0.333	0.305	0.305	0.305	0.333	0.333	0.333
	ポリグリセリン	1	1	1	1	1	1	1	1
	リンゴ酸	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		0.01
	グリシン	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	HBTA			0.025	0.025	0.025			
	水酸化カリウム	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	
pH		9.89	10.10	9.82	9.41	9.33	9.47	9.52	8.56
評価	脱落痕の有無	A	A	A	A	A	A	A	A
	Cu-RR [$\mu\text{m}/\text{min}$]	0.40	0.65	0.40	1.08	1.32	0.56	0.42	0.26

[0100] [表3]

		実施例						
		22	23	24	25	26	27	28
組成	セリウム酸化物粒子	1	1	1	2	1	1	1
	過硫酸アンモニウム	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
	アンモニア	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15
	MMB		0.100	0.100	0.100	0.100		
	ポリグリセリン							1
	1-フ ^o ロホ ^o キシ-2-フ ^o ロハ ^o ノール							0.666
	リンゴ酸	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	グリシン	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4
	HBTA						0.030	0.030
	BTA			0.1	0.1	1.0		
	水酸化カリウム	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.48	0.48
pH		9.51	9.56	9.52	9.48	9.07	9.97	9.53
評価	脱落痕の有無	A	A	A	A	A	A	A
	Cu-RR [$\mu\text{m}/\text{min}$]	-	-	-	-	-	1.22	-

[0101]

[表4]

		実施例												比較例
		29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	1
組成	セリウム酸化物粒子	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	コロイダルシリカ													1
	炭酸アンモニウム													0.42
	過硫酸アンモニウム	0.80												
	酢酸アンモニウム	0.02	0.02	1.36										
	炭酸水素アンモニウム				1.39	0.70								
	硫酸アンモニウム						1.16	0.10						
	塩化アンモニウム								0.94					
	リン酸二水素アンモニウム									1.16	0.10			
	アンモニア	0.30	0.30					0.30			0.30			
	MNB	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333
	ポリグリセリン	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1
	リンゴ酸											0.01	0.01	0.01
	グリシン											0.4		0.4
評価	HBTA	0.008	0.008			0.008		0.008			0.008			
	水酸化カリウム			0.48	0.48		0.48		0.48	0.48		0.48	0.48	0.48
	pH	10.67	10.89	9.61	9.30	7.99	9.47	10.36	9.51	9.71	10.24	12.16	12.92	9.82
	脱落痕の有無	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B
	Cu-RR [μm/min]	1.21	0.40	0.44	0.63	0.31	0.84	0.41	0.45	0.64	0.40	0.09	0.06	0.31

符号の説明

[0102] 10…被研磨部材、12…基材部、12a…樹脂、12b…粒子、14…金属部。

請求の範囲

- [請求項1] 被研磨部材の研磨用の研磨液であって、
セリウム酸化物を含む砥粒を含有し、
前記被研磨部材が、樹脂と、ケイ素化合物を含む粒子と、を含有する、研磨液。
- [請求項2] 前記粒子がケイ素酸化物を含む、請求項1に記載の研磨液。
- [請求項3] ヒドロキシ基を有するエーテル化合物を更に含有する、請求項1に記載の研磨液。
- [請求項4] 前記エーテル化合物がアルコキシアルコールを含む、請求項3に記載の研磨液。
- [請求項5] 前記エーテル化合物が分子量200未満のアルコキシアルコールを含む、請求項4に記載の研磨液。
- [請求項6] 前記アルコキシアルコールが、炭素数1～5のアルコキシ基を有する化合物を含む、請求項4に記載の研磨液。
- [請求項7] 前記アルコキシアルコールが1-プロポキシ-2-プロパノールを含む、請求項4に記載の研磨液。
- [請求項8] 前記アルコキシアルコールが3-メトキシ-3-メチル-1-ブタノールを含む、請求項4に記載の研磨液。
- [請求項9] 前記アルコキシアルコールの含有量が、研磨液の全質量を基準として0.2～0.8質量%である、請求項4に記載の研磨液。
- [請求項10] 前記エーテル化合物がポリエーテルを更に含む、請求項4に記載の研磨液。
- [請求項11] 前記ポリエーテルがポリグリセリンを含む、請求項10に記載の研磨液。
- [請求項12] 前記ポリエーテルの含有量が、研磨液の全質量を基準として0.5～3質量%である、請求項10に記載の研磨液。
- [請求項13] 前記砥粒の含有量が、研磨液の全質量を基準として0.5～2質量%である、請求項1に記載の研磨液。

- [請求項14] 有機酸成分を更に含有する、請求項1に記載の研磨液。
- [請求項15] アンモニウムカチオン及びアンモニアからなる群より選ばれる少なくとも一種を更に含有する、請求項1に記載の研磨液。
- [請求項16] pHが9.00～11.00である、請求項1に記載の研磨液。
- [請求項17] 請求項1～16のいずれか一項に記載の研磨液を用いて、樹脂と、ケイ素化合物を含む粒子と、を含有する被研磨部材を研磨する、研磨方法。
- [請求項18] 前記樹脂がエポキシ樹脂を含む、請求項17に記載の研磨方法。
- [請求項19] 請求項17に記載の研磨方法により研磨された被研磨部材を用いて部品を得る、部品の製造方法。
- [請求項20] 請求項17に記載の研磨方法により研磨された被研磨部材を用いて半導体部品を得る、半導体部品の製造方法。