

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7021073号

(P7021073)

(45)発行日 令和4年2月16日(2022.2.16)

(24)登録日 令和4年2月7日(2022.2.7)

(51)国際特許分類

F I

C 0 9 K 3/14 (2006.01)

C 0 9 K 3/14 5 5 0 D

C 0 9 G 1/02 (2006.01)

C 0 9 K 3/14 5 5 0 Z

H 0 1 L 21/304 (2006.01)

C 0 9 G 1/02

B 2 4 B 37/00 (2012.01)

H 0 1 L 21/304 6 2 2 D

H 0 1 L 21/304 6 2 2 X

請求項の数 23 (全24頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2018-511641(P2018-511641)

(86)(22)出願日 平成28年8月29日(2016.8.29)

(65)公表番号 特表2018-534379(P2018-534379
A)

(43)公表日 平成30年11月22日(2018.11.22)

(86)国際出願番号 PCT/US2016/049299

(87)国際公開番号 WO2017/044340

(87)国際公開日 平成29年3月16日(2017.3.16)

審査請求日 令和1年8月5日(2019.8.5)

(31)優先権主張番号 14/849,066

(32)優先日 平成27年9月9日(2015.9.9)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者 500397411

シーエムシー マテリアルズ, インコー
ポレイティドアメリカ合衆国, イリノイ 6 0 5 0 4
, オーロラ, ノース コモンズ ドライブ
8 7 0

(74)代理人 100099759

弁理士 青木 篤

(74)代理人 100123582

弁理士 三橋 真二

(74)代理人 100195213

弁理士 木村 健治

(74)代理人 100173107

弁理士 胡田 尚則

(74)代理人 100210686

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 改善された安定性及び改善された研磨特性を有する、選択的窒化物スラリー

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

化学機械的研磨組成物であって、

(a) 0 . 0 1 重量 % から 1 重量 % の湿式プロセスセリアと、(b) 1 0 p p m から 2 0 0 p p m の四級アミノ基を含むカチオン性ポリマーと、(c) 1 0 p p m から 2 0 0 0 p p m の非フッ素化非イオン性界面活性剤と、

(d) アミノ酸と、

(e) 水と

を含み、3 から 8 の p H を有する研磨組成物。

【請求項 2】

前記湿式プロセスセリアは、1 0 n m から 6 0 n m の平均粒子サイズを有する第 1 のセリア、及び 6 0 n m から 1 5 0 n m の平均粒子サイズを有する第 2 のセリアの混合物を含む、請求項 1 に記載の研磨組成物。

【請求項 3】

前記カチオン性ポリマーは、ジアリルジメチルアンモニウムモノマー単位を含む、請求項 1 に記載の研磨組成物。

【請求項 4】

前記カチオン性ポリマーは、メタクリルオキシエチルトリメチルアンモニウムモノマー単位、N , N - ジメチル - 2 - ヒドロキシプロピルアンモニウムモノマー単位、(3 - メチル - 1 - ビニルイミダゾリウムクロリド) 単位、四級化 [ビス (2 - クロロエチル) エー

テル - a l t - 1 , 3 - ビス [3 - (ジメチルアミノ) プロピル] 尿素] 単位、四級化無水グルコース単位、またはそれらの組み合わせを含む、請求項 1 に記載の研磨組成物。

【請求項 5】

前記非フッ素化非イオン性界面活性剤は、ポリエチレンオキシド / ポリプロピレンオキシドコポリマー、またはポリエチレングリコールアルキルエーテルである、請求項 1 に記載の研磨組成物。

【請求項 6】

前記非フッ素化非イオン性界面活性剤は、500 ダルトンから 2000 ダルトンの平均分子量を有する、請求項 5 に記載の研磨組成物。

【請求項 7】

前記アミノ酸は、グリシン、アラニン、もしくはバリン、またはそれらの組み合わせである、請求項 1 に記載の研磨組成物。

【請求項 8】

フッ素化非イオン性界面活性剤をさらに含む、請求項 1 に記載の研磨組成物。

【請求項 9】

1 ppm から 500 ppm のポリビニルアルコールをさらに含む、請求項 1 に記載の研磨組成物。

【請求項 10】

4 から 7 の pH を有する、請求項 1 に記載の研磨組成物。

【請求項 11】

基板を化学機械的に研磨する方法であって、

(i) 基板を、研磨パッド、及び化学機械的研磨組成物であって、

(a) 0.01 重量 % から 1 重量 % の湿式プロセスセリアと、

(b) 10 ppm から 200 ppm の四級アミノ基を含むカチオン性ポリマーと、

(c) 10 ppm から 2000 ppm の非フッ素化非イオン性界面活性剤と、

(d) アミノ酸と、

(e) 水と

を含み、3 から 8 の pH を有する研磨組成物と接触させることと、

(i i) 前記研磨パッド及び前記化学機械的研磨組成物を、前記基板と相対的に動かすことと、

(i i i) 前記基板の少なくとも一部を研削し、前記基板を研磨することとを含む方法。

【請求項 12】

前記湿式プロセスセリアは、10 nm から 60 nm の平均粒子サイズを有する第 1 のセリア、及び 60 nm から 150 nm の平均粒子サイズを有する第 2 のセリアの混合物を含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記カチオン性ポリマーは、ジアリルジメチルアンモニウムモノマー単位を含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 14】

前記カチオン性ポリマーは、メタクリルオキシエチルトリメチルアンモニウムモノマー単位、N , N - ジメチル - 2 - ヒドロキシプロピルアンモニウムモノマー単位、(3 - メチル - 1 - ビニルイミダゾリウムクロリド) 単位、四級化 [ビス (2 - クロロエチル) エーテル - a l t - 1 , 3 - ビス [3 - (ジメチルアミノ) プロピル] 尿素] 単位、四級化無水グルコース単位、またはそれらの組み合わせを含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 15】

前記非フッ素化非イオン性界面活性剤は、ポリエチレンオキシド / ポリプロピレンオキシドコポリマー、またはポリエチレングリコールアルキルエーテルである、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 16】

前記非フッ素化非イオン性界面活性剤は、5 0 0 ダルトンから 2 0 0 0 ダルトンの平均分子量を有する、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記アミノ酸は、グリシン、アラニン、もしくはバリン、またはそれらの組み合わせである、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記研磨組成物は、フッ素化非イオン性界面活性剤をさらに含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 9】

1 p p m から 5 0 0 p p m のポリビニルアルコールをさらに含む、請求項 1 1 に記載の方法。

10

【請求項 2 0】

前記研磨組成物は、4 から 7 の p H を有する、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記基板は、窒化ケイ素を含み、前記基板を研磨するために、前記窒化ケイ素の少なくとも一部が研削される、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 2 2】

前記基板は、酸化ケイ素をさらに含む、前記基板を研磨するために、前記酸化ケイ素の少なくとも一部が研削される、請求項 2 1 に記載の方法。

【請求項 2 3】

前記基板は、ポリシリコンをさらに含む、前記基板を研磨するために、前記ポリシリコンの少なくとも一部が研削される、請求項 2 2 に記載の方法。

20

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0 0 0 1】

基板の表面を平坦化または研磨するための組成物及び方法は、当技術分野において周知である。研磨組成物（研磨スラリーとしても知られる）は、典型的には、液体担体中に研削材料を含有し、研磨組成物で飽和した研磨パッドに表面を接触させることによって表面に塗布される。典型的な研削材料は、二酸化ケイ素、酸化セリウム、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム、及び酸化スズを含む。研磨組成物は、典型的には、研磨パッド（例えば研磨クロスまたはディスク）と併せて使用される。研磨組成物中に懸濁される代わりに、またはそれに加えて、研削材料は、研磨パッド内に組み込まれてもよい。

30

【0 0 0 2】

半導体デバイスの素子を隔離するための方法として、窒化ケイ素層がシリコン基板上に形成され、エッチングまたはフォトリソグラフィにより浅溝が形成され、誘電層（例えば酸化物）がトレンチを充填するように堆積される、シャロートレンチアイソレーション（S T I）プロセスに対してかなりの関心が向けられている。このようにして形成される溝またはラインの深さの変動により、典型的には、全ての溝の完全な充填を確実にするために、基板の上に過剰の誘電材料を堆積することが必要となる。次いで、過剰の誘電材料は、典型的には化学機械的平坦化プロセスにより除去され、窒化ケイ素層が露出される。窒化ケイ素層が露出される場合、化学機械的研磨組成物に曝露される基板の最大領域は窒化ケイ素を含み、これは次いで極めて平坦及び均一な表面を達成するために研磨されなければならない。

40

【0 0 0 3】

一般に、過去の実践は、窒化ケイ素研磨より優先的な酸化物研磨に対する選択性を重視することであった。したがって、全体的な研磨速度は窒化ケイ素層の曝露後に減少するため、窒化ケイ素層は化学機械的平坦化プロセスの間停止層として機能するものであった。窒化ケイ素の除去には、酸化物研磨より優先的な窒化ケイ素研磨に対する選択性が必要である。

【0 0 0 4】

50

S T I 基板は、典型的には、従来の研磨媒体及び研削材含有研磨組成物を使用して研磨される。しかしながら、従来の研磨媒体及び研削材含有研磨組成物による S T I 基板の研磨は、基板表面の過剰研磨または S T I フィーチャにおける陥凹部の形成、及び他のトポロジ的欠陥、例えば基板表面上の微小引っかかり傷をもたらすことが観察されている。この過剰研磨及び S T I フィーチャにおける陥凹部形成の現象は、ディッシングと呼ばれる。基板フィーチャのディッシングは、トランジスタ及びトランジスタ部品同士の隔離の失敗を引き起こし、それにより短絡をもたらすことによりデバイス製造に悪影響を及ぼし得るため、ディッシングは望ましくない。さらに、基板の過剰研磨はまた、酸化物の損失、及び研磨または化学的活性による損傷に対する下の酸化物の曝露をもたらす可能性があり、これはデバイスの品質及び性能に悪影響を及ぼす。

10

【 0 0 0 5 】

さらに、特にセリア研削材を含有するいくつかの既存の研磨組成物は、ある特定の濃度を超える研磨組成物の不安定性に起因する制限された濃縮能力を示し、研削材成分の沈降をもたらす。したがって、濃縮研磨組成物の不安定性は、より希釈された研磨組成物の生成を必要とし、これは、輸送及び貯蔵されなければならない材料の体積を増大させる。

【 0 0 0 6 】

したがって、当技術分野において、酸化ケイ素、窒化ケイ素、及びポリシリコンの所望の選択性を提供し得る、ならびに好適な除去速度、低い欠陥、及び好適なディッシング性能を有しながら、向上した分散安定性をさらに示す、研磨組成物及び方法が依然として必要とされている。

20

【 発明の概要 】

【 0 0 0 7 】

本発明は、化学機械的研磨組成物であって、(a) 約 0 . 0 1 重量 % から約 1 重量 % の湿式プロセスセリアと、(b) 約 1 0 p p m から約 2 0 0 p p m の四級アミノ基を含むカチオン性ポリマーと、(c) 約 1 0 p p m から約 2 0 0 0 p p m の非フッ素化非イオン性界面活性剤と、(d) アミノ酸と、(e) 水とを含み、約 3 から約 8 の p H を有する研磨組成物を提供する。

【 0 0 0 8 】

本発明はまた、基板を化学機械的に研磨する方法であって、(i) 基板を、研磨パッド、及び化学機械的研磨組成物であって、(a) 約 0 . 0 1 重量 % から約 1 重量 % の湿式プロセスセリアと、(b) 約 1 0 p p m から約 2 0 0 p p m の四級アミノ基を含むカチオン性ポリマーと、(c) 約 1 0 p p m から約 2 0 0 0 p p m の非フッ素化非イオン性界面活性剤と、(d) アミノ酸と、(e) 水とを含み、約 3 から約 8 の p H を有する研磨組成物と接触させることと、(i i) 研磨パッド及び化学機械的研磨組成物を、基板と相対的に動かすことと、(i i i) 基板の少なくとも一部を研削し、基板を研磨することを含む方法を提供する。

30

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 0 9 】

本発明は、化学機械的研磨組成物であって、(a) 約 0 . 0 1 重量 % から約 1 重量 % の湿式プロセスセリアと、(b) 約 1 0 p p m から約 2 0 0 p p m の四級アミノ基を含むカチオン性ポリマーと、(c) 約 1 0 p p m から約 2 0 0 0 p p m の非フッ素化非イオン性界面活性剤と、(d) アミノ酸と、(e) 水とを含み、または本質的にそれらからなり、またはそれらからなり、約 3 から約 8 の p H を有する研磨組成物を提供する。

40

【 0 0 1 0 】

化学機械的研磨組成物は、セリア研削材を含む。周知であるように、セリアは、希土類金属セリウムの酸化物であり、酸化第二セリウム、酸化セリウム (例えば酸化セリウム (I V))、または二酸化セリウムとしても知られる。酸化セリウム (I V) (CeO_2) は、シュウ酸セリウムまたは水酸化セリウムを焼成することにより形成され得る。セリウムはまた、酸化セリウム (I I I)、例えば Ce_2O_3 等を形成する。セリア研削材は、セリアのこれらの、または他の酸化物の任意の 1 種以上であってもよい。

50

【 0 0 1 1 】

セリア研削材は、任意の好適な種類であってもよい。本明細書において使用される場合、「湿式プロセス」セリアは、（例えばフュームドまたは焼成セリアとは対照的に）沈殿、縮重合、または同様のプロセスにより調製されるセリアを指す。湿式プロセスセリア研削材を含む本発明の研磨組成物は、典型的には、本発明の方法に従って基板を研磨するために使用された場合、より低い欠陥を示すことが判明している。特定の理論に束縛されることを望まないが、湿式プロセスセリアは、球状セリア粒子及び／またはより小さい凝集セリア粒子を含み、それによって、本発明の方法において使用された場合により低い基板欠陥をもたらすと考えられる。例示的な湿式プロセスセリアは、R h o d i a から市販されている H C - 6 0（商標）セリアである。

10

【 0 0 1 2 】

セリア粒子は、任意の好適な平均サイズ（すなわち平均粒径）を有し得る。平均セリア粒子サイズが小さすぎる場合、研磨組成物は、十分な除去速度を示さない可能性がある。一方、平均セリア粒子サイズが大きすぎる場合、研磨組成物は、望ましくない研磨性能、例えば低い基板欠陥を示し得る。したがって、セリア粒子は、約 1 0 n m 以上、例えば約 1 5 n m 以上、約 2 0 n m 以上、約 2 5 n m 以上、約 3 0 n m 以上、約 3 5 n m 以上、約 4 0 n m 以上、約 4 5 n m 以上、または約 5 0 n m 以上の平均粒子サイズを有し得る。代替として、または追加的に、セリアは、約 1 , 0 0 0 n m 以下、例えば約 7 5 0 n m 以下、約 5 0 0 n m 以下、約 2 5 0 n m 以下、約 1 5 0 n m 以下、約 1 0 0 n m 以下、約 7 5 n m 以下、または約 5 0 n m 以下の平均粒子サイズを有し得る。したがって、セリアは、上述の端点のいずれかが 2 つにより画定される平均粒子サイズを有し得る。例えば、セリアは、約 1 0 n m から約 1 , 0 0 0 n m、約 1 0 n m から約 7 5 0 n m、約 1 5 n m から約 5 0 0 n m、約 2 0 n m から約 2 5 0 n m、約 2 0 n m から約 1 5 0 n m、約 2 5 n m から約 1 5 0 n m、約 2 5 n m から約 1 0 0 n m、または約 5 0 n m から約 1 5 0 n m、または約 5 0 n m から約 1 0 0 n m の平均粒子サイズを有し得る。球状セリア粒子の場合、粒子のサイズは、粒子の直径である。非球状セリア粒子の場合、粒子のサイズは、粒子を包含する最小球の直径である。セリアの粒子サイズは、任意の好適な技術を使用して、例えばレーザ回折技術を使用して測定され得る。好適な粒子サイズ測定機器は、例えば、M a l v e r n I n s t r u m e n t s（M a l v e r n、U K）から入手可能である。

20

【 0 0 1 3 】

いくつかの実施形態において、研磨組成物のセリア研削材は、多峰性粒子サイズ分布を示す。本明細書において使用される場合、「多峰性」という用語は、セリア研削材が、少なくとも 2 つの極大値（例えば 2 つ以上の極大値、3 つ以上の極大値、4 つ以上の極大値、または 5 つ以上の極大値）を有する平均粒子サイズ分布を示すことを意味する。好ましくは、これらの実施形態において、セリア研削材は、二峰性粒子サイズ分布を示し、すなわち、セリア研削材は、2 つの平均粒子サイズ極大値を有する粒子サイズ分布を示す。「極大値」（複数を含む）という用語は、粒子サイズ分布におけるピーク（複数を含む）を意味する。ピーク（複数を含む）は、セリア研削材粒子に関して本明細書において説明された平均粒子サイズに対応する。したがって、例えば、粒子サイズに対する粒子数のプロットは、二峰性粒子サイズ分布を反映し、約 7 5 n m から約 1 5 0 n m、例えば約 8 0 n m から約 1 4 0 n m、約 8 5 n m から約 1 3 0 n m、または約 9 0 n m から約 1 2 0 n m の粒子サイズ範囲内に第 1 のピークを、また約 2 5 n m から約 7 0 n m、例えば約 3 0 n m から約 6 5 n m、約 3 5 n m から約 6 5 n m、または約 4 0 n m から約 6 0 n m の粒子サイズ範囲内に第 2 のピークを有する。多峰性粒子サイズ分布を有するセリア研削材は、それぞれ多峰性粒子サイズ分布を有する 2 つの異なるセリア研削材を組み合わせることにより得られてもよい。

30

40

【 0 0 1 4 】

セリア粒子は、好ましくは、本発明の研磨組成物中でコロイド的に安定である。コロイドという用語は、液体担体（例えば水）中のセリア粒子の懸濁液を指す。コロイド安定性は、その懸濁の経時的な維持を指す。本発明に関連して、研削材は、研削材が 1 0 0 m L の

50

目盛付きシリンダ内に入れられ、攪拌せずに2時間の期間放置された際に、目盛付きシリンダの下部50 mL中の粒子の濃度（g/mL単位の $[B]$ ）と、目盛付きシリンダの上部50 mL中の粒子の濃度（g/mL単位の $[T]$ ）との間の差を、研削材組成物中の粒子の初期濃度（g/mL単位の $[C]$ ）で除した値が、0.5以下である（すなわち $\{[B] - [T]\} / [C] \leq 0.5$ である）場合、コロイド的に安定とみなされる。より好ましくは、 $[B] - [T] / [C]$ の値は、0.3以下であり、最も好ましくは、0.1以下である。

【0015】

研磨組成物は、任意の好適な量のセリア研削材を含み得る。本発明の研磨組成物が過度に少ないセリア研削材を含む場合、組成物は、十分な除去速度を示さない可能性がある。一方、研磨組成物が過度に多いセリア研削材を含む場合、研磨組成物は、望ましくない研磨性能を示す可能性があり、及び/またはコスト効果が低い可能性があり、及び/または安定性を欠く可能性がある。研磨組成物は、約10重量%以下のセリア、例えば約9重量%以下、約8重量%以下、約7重量%以下、約6重量%以下、約5重量%以下、約4重量%以下、約3重量%以下、約2重量%以下、約1重量%以下、約0.9重量%以下、約0.8重量%以下、約0.7重量%以下、約0.6重量%以下のセリア、または約0.5重量%以下のセリアを含み得る。代替として、または追加的に、研磨組成物は、約0.05重量%以上のセリア、例えば約0.1重量%以上、約0.2重量%以上、約0.3重量%以上、約0.4重量%以上、約0.5重量%以上、または約1重量%以上を含み得る。したがって、研磨組成物は、上述の端点のいずれか2つにより画定される量のセリアを含み得る。例えば、研磨組成物は、約0.05重量%から約10重量%のセリア、例えば0.1重量%から約10重量%、約0.1重量%から約9重量%、約0.1重量%から約8重量%、約0.1重量%から約7重量%、約0.1重量%から約6重量%、約0.1重量%から約5重量%のセリア、約0.1重量%から約4重量%、約0.1重量%から約3重量%のセリア、約0.1重量%から約2重量%のセリア、約0.1重量%から約1重量%のセリア、約0.2重量%から約2重量%のセリア、約0.2重量%から約1重量%のセリア、約0.2重量%から約0.6重量%のセリア、または約0.3重量%から約0.5重量%のセリアを含み得る。一実施形態において、研磨組成物は、使用場所において、約0.2重量%から約0.6重量%のセリア（例えば約0.4重量%のセリア）を含む。別の実施形態において、研磨組成物は、濃縮物として、約1~2重量%（例えば約1.2重量%または約1.6重量%）のセリアを含む。

【0016】

研磨組成物は、四級アンモニウム基を含む1種以上のカチオン性ポリマーまたはコポリマーを含む。カチオン性ポリマーまたはコポリマーは、任意の好適なカチオン性ポリマーまたはコポリマーであってもよい。好適なカチオン性ポリマーまたはコポリマーの限定されない例は、ジアリルジメチルアンモニウムモノマー単位、メタクリルオキシエチルトリメチルアンモニウムモノマー単位、N,N-ジメチル-2-ヒドロキシプロピルアンモニウムモノマー単位、（3-メチル-1-ビニルイミダゾリウムクロリド）単位、四級化[ビス（2-クロロエチル）エーテル-al-1,3-ビス[3-（ジメチルアミノ）プロピル]尿素]単位、四級化無水グルコース単位、またはそれらの組み合わせを含むカチオン性ポリマーまたはコポリマーを含む。カチオン性ポリマーまたはコポリマーが四級化無水グルコース単位を含む場合、カチオン性ポリマーまたはコポリマーは、四級化セルロースとして知られる材料となり得る。カチオン性ポリマーまたはコポリマーは、四級アンモニウム基を有する2つ以上のモノマー単位を含むため、カチオン性ポリマーまたはコポリマーは、典型的には2つ以上の四級アンモニウム基を含有することが理解される。

【0017】

一実施形態において、研磨組成物は、ジアリルジメチルアンモニウムモノマー単位を含むカチオン性ポリマーまたはコポリマーを含む。他の実施形態において、研磨組成物は、メタクリルオキシエチルトリメチルアンモニウムモノマー単位、N,N-ジメチル-2-ヒドロキシプロピルアンモニウムモノマー単位、（3-メチル-1-ビニルイミダゾリウム

10

20

30

40

50

クロリド)単位、四級化[ビス(2-クロロエチル)エーテル-alt-1, 3-ビス[3-(ジメチルアミノ)プロピル]尿素]単位、四級化無水グルコース単位を含むカチオン性ポリマーまたはコポリマーと組み合わせて、ジアリルジメチルアンモニウムモノマー単位を含むカチオン性ポリマーまたはコポリマーを含む。別の実施形態において、研磨組成物は、メタクリルオキシエチルトリメチルアンモニウムモノマー単位、N,N-ジメチル-2-ヒドロキシプロピルアンモニウムモノマー単位、(3-メチル-1-ビニルイミダゾリウムクロリド)単位、四級化[ビス(2-クロロエチル)エーテル-alt-1, 3-ビス[3-(ジメチルアミノ)プロピル]尿素]単位、四級化無水グルコース単位を含むカチオン性ポリマーまたはコポリマーを含む。

【0018】

カチオン性ポリマーまたはコポリマーは、任意の好適な分子量を有し得る。カチオン性ポリマーまたはコポリマーは、約250g/mol以上、例えば約300g/mol以上、約400g/mol以上、約500g/mol以上、約600g/mol以上、約750g/mol以上、約1,000g/mol以上、約1,500g/mol以上、約2,000g/mol以上、約2,500g/mol以上、約3,000g/mol以上、約3,500g/mol以上、約4,000g/mol以上、約4,500g/mol以上、約5,000g/mol以上、約5,500g/mol以上、約6,000g/mol以上、約6,500g/mol以上、約7,000g/mol以上、または約7,500g/mol以上の平均分子量を有し得る。代替として、または追加的に、カチオン性ポリマーまたはコポリマーは、約50,000g/mol以下、例えば約45,000g/mol以下、約40,000g/mol以下、約35,000g/mol以下、約30,000g/mol以下、約25,000g/mol以下、約20,000g/mol以下、約15,000g/mol以下、または約10,000g/mol以下の平均分子量を有し得る。したがって、カチオン性ポリマーまたはコポリマーは、上述の端点のいずれか2つにより画定される平均分子量を有し得る。例えば、カチオン性ポリマーまたはコポリマーは、約250g/molから約50,000g/mol、約250g/molから約45,000g/mol、約250g/molから約40,000g/mol、約250g/molから約35,000g/mol、約1,000g/molから約30,000g/mol、約1,000g/molから約25,000g/mol、約1,000g/molから約20,000g/mol、約2,000g/molから約15,000g/mol、約3,000g/molから約10,000g/mol、約7,500g/molから約50,000g/mol、約7,500g/molから約40,000g/mol、約7,500g/molから約35,000g/molの平均分子量を有し得る。

【0019】

研磨組成物は、使用場所において任意の好適な量のカチオン性ポリマーまたはコポリマーを含む。カチオン性ポリマーまたはコポリマーの量は、研磨組成物中に存在するカチオン性ポリマーまたはコポリマーの総量を指す。研磨組成物は、約1ppm以上のカチオン性ポリマーまたはコポリマー、例えば約5ppm以上、約10ppm以上、約20ppm以上、約30ppm以上、約40ppm以上、または約50ppm以上を含み得る。代替として、または追加的に、研磨組成物は、約1000ppm以下のカチオン性ポリマーまたはコポリマー、例えば約900ppm以下、約800ppm以下、約700ppm以下、約600ppm以下、約500ppm以下、約400ppm以下、約300ppm以下、または約200ppm以下を含み得る。したがって、研磨組成物は、上述の端点のいずれか2つにより画定される量のカチオン性ポリマーまたはコポリマーを含み得る。例えば、研磨組成物は、約1ppmから約1000ppmのカチオン性ポリマーまたはコポリマー、約10ppmから約900ppm、約10ppmから約800ppm、約10ppmから約700ppm、約10ppmから約600ppm、約10ppmから約500ppm、約10ppmから約400ppm、約20ppmから約300ppm、約30ppmから約200ppm、約30ppmから約150ppm、約30ppmから約100ppm、または約30ppmから約750ppmを含み得る。

【0020】

研磨組成物は、非フッ素化非イオン性界面活性剤を含む。非フッ素化非イオン性界面活性剤は、任意の好適な非フッ素化非イオン性界面活性剤であってもよい。本発明の一実施形態によれば、研磨組成物は、ポリアルキレングリコール、ポリエーテルアミン、ポリエチレンオキシド/ポリプロピレンオキシドコポリマー、ポリエチレングリコールアルキルエーテル、ポリアクリルアミド、ポリビニルピロリドン、シロキサンポリアルキレンオキシドコポリマー、疎水性改質ポリアクリレートコポリマー、親水性非イオン性ポリマー、ポリサッカリド、及びそれらの混合物からなる群から選択される１種以上の非フッ素化非イオン性界面活性剤を含む。非フッ素化非イオン性界面活性剤は、好ましくは、水溶性であり、研磨組成物の他の成分に適合する。

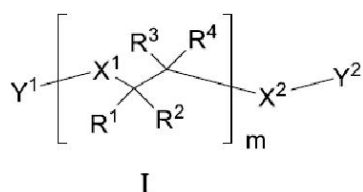
【００２１】

非フッ素化非イオン性界面活性剤は、任意の好適な分子量を有し得る。非フッ素化非イオン性界面活性剤は、約５００ｇ／モル以上、例えば約６００ｇ／モル以上、約７５０ｇ／モル以上、約１，０００ｇ／モル以上、約１，５００ｇ／モル以上、または約２，０００ｇ／モル以上の平均分子量を有し得る。代替として、または追加的に、非フッ素化非イオン性界面活性剤は、約１０，０００ｇ／モル以下、例えば約９，０００ｇ／モル以下、約８，０００ｇ／モル以下、約７，５００ｇ／モル以下、約７，０００ｇ／モル以下、約６，５００ｇ／モル以下、約６，０００ｇ／モル以下、約５，５００ｇ／モル以下、または約５，０００ｇ／モル以下の平均分子量を有し得る。したがって、非フッ素化非イオン性界面活性剤は、上述の端点のいずれか２つにより画定される平均分子量を有し得る。例えば、非フッ素化非イオン性界面活性剤は、約５００ｇ／モルから約１０，０００ｇ／モル、約５００ｇ／モルから約９，０００ｇ／モル、約５００ｇ／モルから約８，０００ｇ／モル、約５００ｇ／モルから約７，０００ｇ／モル、約５００ｇ／モルから約６，０００ｇ／モル、約５００ｇ／モルから約５，０００ｇ／モル、約１，０００ｇ／モルから約１０，０００ｇ／モル、約１，０００ｇ／モルから約９，０００ｇ／モル、約１，０００ｇ／モルから約８，０００ｇ／モル、約１，０００ｇ／モルから約７，０００ｇ／モル、約１，０００ｇ／モルから約６，０００ｇ／モル、または約１，０００ｇ／モルから約５，０００ｇ／モルの平均分子量を有し得る。

【００２２】

研磨組成物は、任意選択で、フッ素化非イオン性界面活性剤をさらに含む。フッ素化非イオン性界面活性剤は、任意の好適なフッ素化非イオン性界面活性剤であってもよい。実施形態において、フッ素化非イオン性界面活性剤は、式Ⅰ：

【化１】



（式中、 X^1 及び X^2 は、 O 、 C 、及び S から独立して選択され、 Y^1 及び Y^2 は、 OH 、 $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$ アルキル、及び式 $\text{C}_x\text{H}_y\text{F}_z$ の基から独立して選択され、 R^1 、 R^2 、 R^3 、及び R^4 は、水素、 F 、 $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$ アルキル、 $\text{C}_6 \sim \text{C}_{10}$ アリール、及びヘテロ芳香族から独立して選択され、 x は、１から約２０の整数であり、 z は、１から約４１の整数であり、 m は、約３から約５００の整数であり、 Y^1 または Y^2 の少なくとも１つは、 $\text{C}_x\text{H}_y\text{F}_z$ であり、または、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^4$ の少なくとも１つは、 F である）のポリマーを含み得る。

【００２３】

ある特定の実施形態において、フッ素化非イオン性界面活性剤は、 Y^1 または Y^2 の少なくとも１つが $\text{C}_x\text{H}_y\text{F}_z$ である式Ⅰのポリマーである。ある特定の実施形態において、ポリマーは、 Y^1 及び Y^2 の両方が $\text{C}_x\text{H}_y\text{F}_z$ である式Ⅰのポリマーである。ある特定

の実施形態において、 x は、1 から 9 の整数である。ある特定の実施形態において、 x は、1 から 8 の整数であり、 y は、1 から 40 の整数である。当業者に理解されるように、式 $C_x H_y F_z$ の基において、 x 、 y 、及び z のいずれか 2 つの指定によって第 3 の変数の計算が可能となるように、 $y + z = 2x + 1$ である。ある特定の好ましい実施形態において、ポリマーは、 X^1 及び X^2 のそれぞれが O である式 I のポリマーである。ある特定の実施形態において、 R^1 、 R^2 、 R^3 、及び R^4 のそれぞれは、独立して、水素または F である。これらの実施形態のいくつかにおいて、 R^1 、 R^2 、 R^3 、及び R^4 の少なくとも 1 つは F であり、 Y^1 及び Y^2 は、本明細書において Y^1 及び Y^2 に関して説明された基のいずれであってもよい。式 I の好適なポリマーの限定されない例は、DuPont により供給されている CAPSTONE (商標) シリーズのポリマー、例えば CAPSTONE (商標) FS - 30、CAPSTONE (商標) FS - 31、CAPSTONE (商標) FS - 34、CAPSTONE (商標) FS - 35、CAPSTONE (商標) FS - 65、CAPSTONE (商標) FS - 81、CAPSTONE (商標) FS - 3100、及び CAPSTONE (商標) ST - 100HS のメンバーを含む。

【0024】

フッ素化非イオン性界面活性剤は、任意の好適な分子量を有し得る。フッ素化非イオン性界面活性剤は、約 500 g / モル以上、例えば約 600 g / モル以上、約 750 g / モル以上、約 1,000 g / モル以上、約 1,500 g / モル以上、約 2,000 g / モル以上、約 2,500 g / モル以上、約 3,000 g / モル以上、約 3,500 g / モル以上、約 4,000 g / モル以上、約 4,500 g / モル以上、約 5,000 g / モル以上、約 5,500 g / モル以上、約 6,000 g / モル以上、約 6,500 g / モル以上、約 7,000 g / モル以上、または約 7,500 g / モル以上の平均分子量を有し得る。代替として、または追加的に、フッ素化非イオン性界面活性剤は、約 10,000 g / モル以下、例えば約 9,000 g / モル以下、約 8,000 g / モル以下、約 7,500 g / モル以下、約 7,000 g / モル以下、約 6,500 g / モル以下、約 6,000 g / モル以下、約 5,500 g / モル以下、約 5,000 g / モル以下、約 4,500 g / モル以下、約 4,000 g / モル以下、約 3,500 g / モル以下、約 3,000 g / モル以下、約 2,500 g / モル以下、または約 2,000 g / モル以下の平均分子量を有し得る。したがって、フッ素化非イオン性界面活性剤は、上述の端点のいずれか 2 つにより画定される平均分子量を有し得る。例えば、フッ素化非イオン性界面活性剤は、約 500 g / モルから約 10,000 g / モル、約 500 g / モルから約 9,000 g / モル、約 500 g / モルから約 8,000 g / モル、約 500 g / モルから約 7,000 g / モル、約 500 g / モルから約 6,000 g / モル、約 500 g / モルから約 5,000 g / モル、約 1,000 g / モルから約 10,000 g / モル、約 1,000 g / モルから約 9,000 g / モル、約 1,000 g / モルから約 8,000 g / モル、約 1,000 g / モルから約 7,000 g / モル、約 1,000 g / モルから約 6,000 g / モル、または約 1,000 g / モルから約 5,000 g / モルの平均分子量を有し得る。

【0025】

研磨組成物は、使用場所において、任意の好適な量の非フッ素化非イオン性界面活性剤及び任意選択のフッ素化非イオン性界面活性剤を含む。研磨組成物は、約 10 ppm 以上の非フッ素化非イオン性界面活性剤及び任意選択のフッ素化非イオン性界面活性剤、例えば約 15 ppm 以上、約 20 ppm 以上、約 25 ppm 以上、約 30 ppm 以上、約 35 ppm 以上、または約 40 ppm 以上を含み得る。代替として、または追加的に、研磨組成物は、約 1000 ppm 以下の非フッ素化非イオン性界面活性剤及び任意選択のフッ素化非イオン性界面活性剤、例えば約 800 ppm 以下、600 ppm 以下、約 400 ppm 以下、約 200 ppm 以下、約 100 ppm 以下、約 80 ppm 以下、約 60 ppm 以下、または約 40 ppm 以下を含み得る。したがって、研磨組成物は、上述の端点のいずれか 2 つにより画定される量の非フッ素化非イオン性界面活性剤及び任意選択のフッ素化非イオン性界面活性剤を含む。例えば、研磨剤は、約 10 ppm から約 1000 ppm の非フッ素化非イオン性界面活性剤及び任意選択のフッ素化非イオン性界面活性剤、約 1

10

20

30

40

50

5 p p m から約 8 0 0 p p m、約 1 5 p p m から約 6 0 0 p p m、約 1 5 p p m から約 4 0 0 p p m、約 1 5 p p m から約 2 0 0 p p m、約 1 5 p p m から約 1 0 0 p p m、約 1 5 p p m から約 8 0 p p m、約 1 5 p p m から約 6 0 p p m、または約 1 5 p p m から約 4 0 p p m を含み得る。

【 0 0 2 6 】

研磨組成物は、1 種以上のアミノ酸を含む。アミノ酸は、任意の好適なアミノ酸であってもよい。好適なアミノ酸の限定されない例は、グリシン、バリン（例えば L - バリン）、及びアラニン（例えば、L - アラニン）、またはそれらの組み合わせを含む。

【 0 0 2 7 】

研磨組成物は、任意の好適な量のアミノ酸を含み得る。研磨組成物は、約 1 0 p p m 以上のアミノ酸、例えば約 2 0 p p m 以上、約 3 0 p p m 以上、約 4 0 p p m 以上、または約 5 0 p p m 以上を含み得る。代替として、または追加的に、研磨組成物は、約 1 0 0 0 p p m 以下のアミノ酸、例えば約 8 0 0 p p m 以下、約 6 0 0 p p m 以下、約 4 0 0 p p m 以下、約 2 0 0 p p m 以下を含み得る。したがって、研磨組成物は、上述の端点のいずれか 2 つにより画定される量のアミノ酸を含み得る。例えば、研磨組成物は、約 1 0 p p m から約 1 0 0 0 p p m のアミノ酸、約 1 0 p p m から約 8 0 0 p p m、約 1 0 p p m から約 6 0 0 p p m、約 1 0 p p m から約 4 0 0 p p m、約 1 0 p p m から約 2 0 0 p p m を含み得る。

10

【 0 0 2 8 】

化学機械的研磨組成物は、任意選択で、1 種以上のポリビニルアルコールを含む。ポリビニルアルコールは、任意の好適なポリビニルアルコールであってもよく、直鎖または分岐状ポリビニルアルコールであってもよい。好適な分岐状ポリビニルアルコールの限定されない例は、日本合成化学（日本）から入手可能であるニチゴー G - ポリマー、例えば O K S - 1 0 0 9 及び O K S - 1 0 8 3 製品である。

20

【 0 0 2 9 】

ポリビニルアルコールは、任意の好適な加水分解度を有し得る。加水分解度は、ポリビニルアルコール上に存在する遊離ヒドロキシル基の、遊離ヒドロキシル基及びアセチル化ヒドロキシル基の合計と比較した量を指す。好ましくは、ポリビニルアルコールは、約 9 0 % 以上、例えば約 9 2 % 以上、約 9 4 % 以上、約 9 6 % 以上、約 9 8 % 以上、または約 9 9 % 以上の加水分解度を有する。

30

【 0 0 3 0 】

ポリビニルアルコールは、任意の好適な分子量を有し得る。ポリビニルアルコールは、約 2 5 0 g / モル以上、例えば約 3 0 0 g / モル以上、約 4 0 0 g / モル以上、約 5 0 0 g / モル以上、約 6 0 0 g / モル以上、約 7 5 0 g / モル以上、約 1 , 0 0 0 g / モル以上、約 2 , 0 0 0 g / モル以上、約 3 , 0 0 0 g / モル以上、約 4 , 0 0 0 g / モル以上、約 5 , 0 0 0 g / モル以上、約 7 , 5 0 0 g / モル以上、約 1 0 , 0 0 0 g / モル以上、約 1 5 , 0 0 0 g / モル以上、約 2 0 , 0 0 0 g / モル以上、約 2 5 , 0 0 0 g / モル以上、約 3 0 , 0 0 0 g / モル以上、約 5 0 , 0 0 0 g / モル以上、または約 7 5 , 0 0 0 g / モル以上の平均分子量を有し得る。代替として、または追加的に、ポリビニルアルコールは、約 2 5 0 , 0 0 0 g / モル以下、例えば約 2 0 0 , 0 0 0 g / モル以下、約 1 8 0 , 0 0 0 g / モル以下、約 1 5 0 , 0 0 0 g / モル以下、約 1 0 0 , 0 0 0 g / モル以下、約 9 0 , 0 0 0 g / モル以下、約 8 0 , 0 0 0 g / モル以下、約 7 0 , 0 0 0 g / モル以下、約 6 0 , 0 0 0 g / モル以下、約 5 0 , 0 0 0 g / モル以下、約 4 5 , 0 0 0 g / モル以下、約 4 0 , 0 0 0 g / モル以下、約 3 5 , 0 0 0 g / モル以下、約 3 0 , 0 0 0 g / モル以下、約 2 5 , 0 0 0 g / モル以下、約 2 0 , 0 0 0 g / モル以下、約 1 5 , 0 0 0 g / モル以下、約 1 2 , 5 0 0 g / モル、または約 1 0 , 0 0 0 g / モル以下の平均分子量を有し得る。したがって、ポリビニルアルコールは、上述の端点のいずれか 2 つにより画定される平均分子量を有し得る。例えば、ポリビニルアルコールは、約 2 5 0 g / モルから約 2 5 0 , 0 0 0 g / モル、2 5 0 g / モルから約 2 0 0 , 0 0 0 g / モル、2 5 0 g / モルから約 1 8 0 , 0 0 0 g / モル、2 5 0 g / モルから約 1 5 0 , 0 0 0 g

40

50

／モル、250 g／モルから約100,000 g／モル、約250 g／モルから約70,000 g／モル、約250 g／モルから約50,000 g／モル、約250 g／モルから約25,000 g／モル、約250 g／モルから約10,000 g／モル、約10,000 g／モルから約100,000 g／モル、約10,000 g／モルから約75,000 g／モル、約10,000 g／モルから約50,000 g／モル、約10,000 g／モルから約40,000 g／モル、約50,000 g／モルから約100,000 g／モル、約75,000 g／モルから約100,000 g／モル、約25,000 g／モルから約200,000 g／モル、または約50,000 g／モルから約180,000 g／モルの平均分子量を有し得る。

【0031】

研磨組成物は、使用場所において任意の好適な量のポリビニルアルコールを含む。研磨組成物は、約1 ppm以上のポリビニルアルコール、例えば約5 ppm以上、約10 ppm以上、約20 ppm以上、約30 ppm以上、約40 ppm以上、または約50 ppm以上を含み得る。代替として、または追加的に、研磨組成物は、約1000 ppm以下のポリビニルアルコール、例えば約800 ppm以下、約600 ppm以下、約400 ppm以下、約300 ppm以下、約200 ppm以下、または約100 ppm以下を含み得る。したがって、研磨組成物は、上述の端点のいずれか2つにより画定される量のイオン性ポリマーを含み得る。例えば、研磨組成物は、約1 ppmから約1000 ppmのポリビニルアルコール、約10 ppmから約800 ppm、約10 ppmから約600 ppm、約20 ppmから約400 ppm、約20 ppmから約200 ppm、または約20 ppmから約100 ppmを含み得る。

【0032】

化学機械的研磨組成物は、研磨組成物のpHを調節することができる（すなわち調節する）1種以上の化合物（すなわちpH調節化合物）を含んでもよい。研磨組成物のpHは、研磨組成物のpHを調節することができる任意の好適な化合物を使用して調節され得る。pH調節化合物は、望ましくは、水溶性であり、研磨組成物の他の成分と適合する。典型的には、化学機械的研磨組成物は、使用場所において約4から約7のpHを有する。

【0033】

アミノ酸は、緩衝剤として作用すると考えられる。いくつかの実施形態において、研磨組成物は、pHを調節することができ、また別個に研磨組成物の酸性pHを緩衝することができる別の化合物を含むことが望ましい。したがって、これらの実施形態において、研磨組成物のpHは、7.0未満（例えば6.5 + / - 0.5、6.0 + / - 0.5、5.5 + / - 0.5、5.0 + / - 0.5、4.5 + / - 0.5、または4.0 + / - 0.5）であることが望ましい。研磨組成物のpHを調節することができる化合物は、典型的には、25 で測定された場合約3から約7のpKaを有する少なくとも1つのイオン化可能な基を有する。

【0034】

pHを調節及び緩衝することができる化合物は、アンモニウム塩、アルカリ金属塩、カルボン酸、アルカリ金属水酸化物、アルカリ金属炭酸塩、アルカリ金属重炭酸塩、ホウ酸塩、及びそれらの混合物からなる群から選択され得る。

【0035】

化学機械的研磨組成物は、任意選択で、1種以上の添加剤をさらに含む。例示的な添加剤は、調整剤、酸（例えばスルホン酸）、錯化剤（例えばアニオン性ポリマー錯化剤）、キレート剤、殺生物剤、スケール防止剤、分散剤等を含む。

【0036】

殺生物剤は、存在する場合、任意の好適な殺生物剤であってもよく、任意の好適な量で研磨組成物中に存在し得る。好適な殺生物剤は、イソチアゾリノン殺生物剤である。研磨組成物中の殺生物剤の量は、典型的には、約1から約50 ppm、好ましくは約10から約20 ppmである。

【0037】

研磨組成物は、任意の好適な技術により生成することができ、その多くは当業者に知られている。研磨組成物は、バッチまたは連続プロセスで調製され得る。一般に、研磨組成物は、研磨組成物の成分を組み合わせることにより調製される。「成分」という用語は、本明細書において使用される場合、個々の構成成分（例えば、セリア研削材、四級アミノ基を含むカチオン性ポリマー、非フッ素化非イオン性界面活性剤、任意選択のフッ素化非イオン性界面活性剤、任意選択のポリビニルアルコール、アミノ酸、任意選択のpH調節剤、及び/またはあらゆる任意選択の添加剤）、ならびに構成成分（例えば、セリア研削材、四級アミノ基を含むカチオン性ポリマー、非フッ素化非イオン性界面活性剤、任意選択のフッ素化非イオン性界面活性剤、任意選択のポリビニルアルコール、アミノ酸、任意選択のpH調節剤等）の任意の組み合わせを含む。

10

【0038】

例えば、研磨組成物は、(i)液体担体の全てまたは一部を提供すること、(ii)セリア研削材、四級アミノ基を含むカチオン性ポリマー、非フッ素化非イオン性界面活性剤、任意選択のフッ素化非イオン性界面活性剤、任意選択のポリビニルアルコール、アミノ酸、任意選択のpH調節剤、及び/またはあらゆる任意選択の添加剤を、分散等の任意の好適な調製手段を使用して分散させること、(iii)適宜分散液のpHを調節すること、ならびに(iv)好適な量のあらゆる他の任意選択の成分及び/または添加剤を任意選択で添加することにより調製され得る。

【0039】

代替として、研磨組成物は、(i)酸化セリウムスラリー中の1つ以上の成分（例えば、液体担体、四級アミノ基を含むカチオン性ポリマー、非フッ素化非イオン性界面活性剤、任意選択のフッ素化非イオン性界面活性剤、任意選択のポリビニルアルコール、アミノ酸、任意選択のpH調節剤、及び/または任意選択の添加剤）を提供すること、(ii)添加剤溶液中の1つ以上の成分（例えば、液体担体、四級アミノ基を含むカチオン性ポリマー、非フッ素化非イオン性界面活性剤、任意選択のフッ素化非イオン性界面活性剤、任意選択のポリビニルアルコール、アミノ酸、任意選択のpH調節剤、及び/またはあらゆる任意選択の添加剤）を提供すること、(iii)酸化セリウムスラリー及び添加剤溶液を組み合わせることで混合物を形成すること、(iv)好適な量のあらゆる他の任意選択の添加剤を混合物に任意選択で添加すること、ならびに(v)適宜混合物のpHを調節することにより調製され得る。

20

30

【0040】

研磨組成物は、セリア研削材、四級アミノ基を含むカチオン性ポリマー、非フッ素化非イオン性界面活性剤、任意選択のフッ素化非イオン性界面活性剤、任意選択のポリビニルアルコール、アミノ酸、任意選択のpH調節剤、及び/またはあらゆる任意選択の添加剤、ならびに水を含む、単一パッケージ系として供給されてもよい。代替として、本発明の研磨組成物は、第1のパッケージ内に酸化セリウムスラリーを備え、第2のパッケージ内に添加剤溶液を備える2パッケージ系として供給されてもよく、セリア酸化物スラリーは、セリア研削材、四級アミノ基を含むカチオン性ポリマー、アミノ酸、任意選択のpH調節剤、及び/またはあらゆる任意選択の添加剤、ならびに水から本質的になり、またはそれらからなり、添加剤溶液は、非フッ素化非イオン性界面活性剤、任意選択のフッ素化非イオン性界面活性剤、任意選択のポリビニルアルコール、及び/または任意選択の添加剤から本質的になる、またはそれらからなる。2パッケージ系は、2つのパッケージ、すなわち酸化セリウムスラリー及び添加剤溶液のブレンド比を変更することにより、基板の全体的扁平化特性及び研磨速度の調節を可能にする。

40

【0041】

そのような2パッケージ研磨系を利用するために、様々な方法が使用され得る。例えば、酸化セリウムスラリー及び添加剤溶液は、供給配管の出口で接合及び接続された異なる管により、研磨用テーブルに送達され得る。酸化セリウムスラリー及び添加剤溶液は、研磨の少し前もしくは直前に混合されてもよく、または、同時に研磨用テーブル上に供給されてもよい。さらに、2つのパッケージを混合する際、研磨組成物及び得られる基板研磨特

50

性を調節するために、所望により脱イオン水が添加されてもよい。

【0042】

同様に、本発明に関連して、3、4、またはそれ以上のパッケージ系が利用されてもよく、複数の容器のそれぞれは、本発明の化学機械的研磨組成物の異なる成分、1つ以上の任意選択の成分、及び/または1つ以上の異なる濃度の同じ成分を含有する。

【0043】

2つ以上の貯蔵デバイス内に含まれている成分を混合して、使用場所で、またはその近くで研磨組成物を生成するためには、典型的には、各貯蔵デバイスから研磨組成物の使用場所（例えば、圧盤、研磨パッド、または基板表面）につながる1つ以上の流動ラインが、貯蔵デバイスに備えられる。本明細書において利用される場合、「使用場所」という用語は、研磨組成物が基板表面に塗布される場所（例えば、研磨パッドまたは基板表面自体）を指す。「流動ライン」という用語は、個々の貯蔵容器から、それに貯蔵された成分の使用場所への流路を意味する。流動ラインは、それぞれが直接使用場所につながってもよく、または、流動ラインの2つ以上が任意の場所で組み合わせられて単一の流動ラインとなり、それが使用場所につながってもよい。さらに、流動ライン（例えば個々の流動ラインまたは組み合わせられた流動ライン）はいずれも、まず1つ以上の他のデバイス（例えばポンプデバイス、測定デバイス、混合デバイス等）につながってから、成分（複数を含む）の使用場所に到達してもよい。

10

【0044】

研磨組成物の成分は、独立して使用場所に送達されてもよく（例えば、成分は、基板表面に送達され、その上で研磨プロセスの間成分が混合される）、または、成分の1つ以上が使用場所に送達される前、例えば使用場所への送達の少し前もしくは直前に組み合わせられてもよい。成分は、成分が圧盤上に混合形態で添加される前の約5分以内、例えば、圧盤上に混合形態で添加される前の約4分以内、約3分以内、約2分以内、約1分以内、約45秒以内、約30秒以内、約10秒以内、または使用場所での成分の送達と同時に組み合わせられる（例えば、成分が分配器で組み合わせられる）場合、「使用場所への送達直前に」組み合わせられる。成分はまた、成分が使用場所の5m以内、例えば使用場所の1m以内、またはさらに使用場所の10cm以内（例えば使用場所の1cm以内）で組み合わせられる場合、「使用場所への送達直前に」組み合わせられる。

20

【0045】

研磨組成物の成分の2つ以上が使用場所に到達する前に組み合わせられる場合、成分は、混合デバイスを使用することなく、流動ライン内で組み合わせられ、使用場所に送達され得る。代替として、成分の2つ以上の組み合わせを促進するために、流動ラインの1つ以上が混合デバイス内につながってもよい。任意の好適な混合デバイスが使用され得る。例えば、混合デバイスは、成分の2つ以上が流動するノズルまたはジェット（例えば高圧ノズルまたはジェット）であってもよい。代替として、混合デバイスは、研磨スラリーの2つ以上の成分が混合機に導入される1つ以上の入口と、混合された成分が混合機から出て、直接、または装置の他の要素を介して（例えば1つ以上の流動ラインを介して）使用場所に送達される少なくとも1つの出口とを備える、容器型混合デバイスであってもよい。さらに、混合デバイスは、2つ以上のチャンバを備えてもよく、各チャンバは、少なくとも1つの入口と、少なくとも1つの出口とを有し、2つ以上の成分が各チャンバ内で組み合わせられる。容器型混合デバイスが使用される場合、混合デバイスは、好ましくは、成分の組み合わせをさらに促進するための混合機構を備える。混合機構は、一般に当技術分野において知られており、スターラー、ブレンダー、攪拌器、攪拌パッフル、ガスパージャーシステム、振動器等を含む。

30

40

【0046】

研磨組成物はまた、使用前に適切な量の水で希釈されることを意図する濃縮物として提供されてもよい。そのような実施形態において、研磨組成物濃縮物は、適切な量の水で濃縮物を希釈した後に、研磨組成物の各成分が、各成分に対して上で列挙された適切な範囲内の量で研磨組成物中に存在するような量で、研磨組成物の成分を含む。例えば、セリア研

50

削材、四級アミノ基を含むカチオン性ポリマー、非フッ素化非イオン性界面活性剤、任意選択のフッ素化非イオン性界面活性剤、任意選択のポリビニルアルコール、アミノ酸、任意選択のpH調節剤、及び/または任意選択の添加剤は、濃縮物が等量の水（例えば、それぞれ2等量の水、3等量の水、または4等量の水）で希釈された場合に、各成分が、各成分に対して上に記載された範囲内の量で研磨組成物中に存在するように、それぞれ、各成分に対して上で列挙された濃度より約2倍（例えば、約3倍、約4倍、または約5倍）多い量で濃縮物中に存在してもよい。さらに、当業者に理解されるように、四級アミノ基を含むカチオン性ポリマー、非フッ素化非イオン性界面活性剤、任意選択のフッ素化非イオン性界面活性剤、任意選択のポリビニルアルコール、アミノ酸、任意選択のpH調節剤、及び/またはあらゆる任意選択の添加剤が、少なくとも部分的または完全に濃縮物中に溶解することを確実にするために、濃縮物は、最終的な研磨組成物中に存在する適切な割合の水を含有してもよい。望ましくは、本発明の研磨組成物は、使用場所における研磨組成物より4倍濃縮された濃縮物の形態にある場合、コロイド的に安定である。

10

【0047】

本発明はまた、基板を化学機械的に研磨する方法であって、(i)基板を、研磨パッド、及び本明細書に記載のような化学機械的研磨組成物と接触させることと、(ii)その間に化学機械的研磨組成物を塗布して研磨パッドを基板と相対的に動かすことと、(iii)基板の少なくとも一部を研削し、基板を研磨することを含む方法を提供する。

【0048】

化学機械的研磨組成物は、任意の好適な基板を研磨するために使用され得、低誘電材料を含む少なくとも1つの層（典型的には表面層）を備える基板の研磨に特に有用である。好適な基板は、半導体産業において使用されるウエハを含む。ウエハは、典型的には、例えば、金属、金属酸化物、金属窒化物、金属複合体、金属合金、低誘電材料、またはそれらの組み合わせを含む、またはそれらからなる。本発明の方法は、酸化ケイ素、窒化ケイ素、及び/またはポリシリコン、例えば、前述の材料の任意の1つ、2つ、または特に3つ全てを含む基板の研磨に特に有用である。

20

【0049】

ある特定の実施形態において、基板は、酸化ケイ素及び/または窒化ケイ素と組み合わせてポリシリコンを含む。ポリシリコンは、任意の好適なポリシリコンであってもよく、その多くは当技術分野において知られている。ポリシリコンは、任意の好適な相を有してもよく、非晶質、結晶性、またはそれらの組み合わせであってもよい。酸化ケイ素は、任意の好適な酸化ケイ素であってもよく、その多くは当技術分野において知られている。好適な種類の酸化ケイ素は、これらに限定されないが、ホウリンケイ酸ガラス(BPSG)、PETEOS、熱酸化物、非ドーパケイ酸塩ガラス、及びHDP酸化物を含む。

30

【0050】

本発明の化学機械的研磨組成物は、望ましくは、本発明の方法に従って窒化ケイ素を含む基板を研磨した場合、高い除去速度を示す。例えば、本発明の一実施形態に従って窒化ケイ素を含むシリコンウエハを研磨した場合、研磨組成物は、望ましくは、約500 /分以上、700 /分以上、約1,000 /分以上、約1,250 /分以上、約1,500 /分以上、約1,750 /分以上、または約2,000 /分以上の窒化ケイ素除去速度を示す。

40

【0051】

本発明の化学機械的研磨組成物は、望ましくは、本発明の方法に従って酸化ケイ素を含む基板を研磨した場合、低い除去速度を示す。例えば、本発明の一実施形態に従って、酸化ケイ素、例えば高密度プラズマ(HDP)酸化物ならびに/またはプラズマ成膜オルトケイ酸テトラエチル(PETEOS)及び/もしくはオルトケイ酸テトラエチル(TEOS)を含むシリコンウエハを研磨した場合、研磨組成物は、望ましくは、約500 /分以下、例えば約400 /分以下、約200 /分以下、約100 /分以下、約75 /分以下、約50 /分以下、またはさらには約25 /分以下の酸化ケイ素の除去速度を示す。

50

【 0 0 5 2 】

本発明の化学機械的研磨組成物は、望ましくは、本発明の方法に従ってポリシリコンを含む基板を研磨した場合、低い除去速度を示す。例えば、本発明の一実施形態に従ってポリシリコンを含むシリコンウエハを研磨した場合、研磨組成物は、望ましくは、約 1 , 0 0 0 / 分以下、約 7 5 0 / 分以下、約 5 0 0 / 分以下、約 2 5 0 / 分以下、約 1 0 0 / 分以下、約 5 0 / 分以下、約 2 5 / 分以下、約 1 0 / 分以下、またはさらには約 5 / 分以下のポリシリコンの除去速度を示す。

【 0 0 5 3 】

本発明の化学機械的研磨組成物は、特定の薄層材料に選択可能な所望の研磨範囲での効果的研磨を提供すると同時に、表面の不完全性、欠陥、腐食、浸食、及び停止層の除去を最小限化するように設計され得る。選択性は、研磨組成物の成分の相対濃度を変更することによりある程度制御され得る。望ましい場合は、本発明の化学機械的研磨組成物は、約 5 : 1 以上（例えば約 1 0 : 1 以上、約 1 5 : 1 以上、約 2 5 : 1 以上、約 5 0 : 1 以上、約 1 0 0 : 1 以上、または約 1 5 0 : 1 以上）の窒化ケイ素対ポリシリコン研磨選択性で基板を研磨するように使用され得る。また、本発明の化学機械的研磨組成物は、約 2 : 1 以上（例えば約 4 : 1 以上、または約 6 : 1 以上）の窒化ケイ素対酸化ケイ素研磨選択性で基板を研磨するように使用され得る。ある特定の配合物は、さらにより高い、例えば約 2 0 : 1 以上、またはさらには約 3 0 : 1 以上の窒化ケイ素対酸化ケイ素選択性を示し得る。

【 0 0 5 4 】

本発明の化学機械的研磨組成物及び方法は、化学機械的研磨装置と併せた使用に特に好適である。典型的には、装置は、使用時に動き、軌道、直線または円形運動から生じる速度を有する圧盤と、圧盤と接触し、動く際に圧盤と共に動く研磨パッドと、基板を研磨パッドの表面に接触させ、それと相対的に動かすことにより研磨される基板を保持するキャリアとを備える。基板の研磨は、基板が本発明の研磨パッド及び研磨組成物と接触させられ、次いで、基板の少なくとも一部を研削して基板を研磨するために、研磨パッドが基板と相対的に動くことにより行われる。

【 0 0 5 5 】

基板は、任意の好適な研磨パッド（例えば研磨表面）を使用して、化学機械的研磨組成物で研磨され得る。好適な研磨パッドは、例えば、織及び不織研磨パッドを含む。さらに、好適な研磨パッドは、様々な密度、硬度、厚さ、圧縮率、圧縮後に回復する能力、及び圧縮弾性率の任意の好適なポリマーを含んでもよい。好適なポリマーは、例えば、ポリ塩化ビニル、ポリフッ化ビニル、ナイロン、フッ化炭素、ポリカーボネート、ポリエステル、ポリアクリレート、ポリエーテル、ポリエチレン、ポリアミド、ポリウレタン、ポリスチレン、ポリプロピレン、それらの共形成生成物、及びそれらの混合物を含む。軟式ポリウレタン研磨パッドが、本発明の研磨方法と併せて特に有用である。典型的なパッドは、これらに限定されないが、SURFIN（商標）000、SURFIN（商標）SSW1、SPM3100（例えばEminess Technologiesから市販されている）、POLITEX（商標）、及びFujibo POLYPAS（商標）27を含む。特に好ましい研磨パッドは、Cabot Microelectronicsから市販されているEPIIC（商標）D100パッドである。

【 0 0 5 6 】

望ましくは、化学機械的研磨装置は、in situ研磨エンドポイント検出システムをさらに備え、その多くは当技術分野において知られている。研磨されている基板の表面から反射した光または他の放射線を分析することにより研磨プロセスを検査及び監視するための技術は、当技術分野において知られている。そのような方法は、例えば、米国特許第5,196,353号、米国特許第5,433,651号、米国特許第5,609,511号、米国特許第5,643,046号、米国特許第5,658,183号、米国特許第5,730,642号、米国特許第5,838,447号、米国特許第5,872,633号、米国特許第5,893,796号、米国特許第5,949,927号、及び米国特

10

20

30

40

50

許第5,964,643号に記載されている。望ましくは、研磨されている基板に対する研磨プロセスの進行の検査または監視によって、研磨エンドポイントの決定、すなわち、特定の基板に対していつ研磨プロセスを停止すべきかの決定を行うことができる。

【0057】

以下の実施例は、本発明をさらに例示するが、当然ながら、決して本発明の範囲を限定するように解釈されるべきではない。

【0058】

実施例全体にわたり、以下の略語が使用される：除去速度(RR)；オルトケイ酸テトラエチル(TEOS)；窒化ケイ素(SiN)；ポリシリコン(poly Si)；分子量(MW)；及びポリエチレングリコール(PEG)。

10

【0059】

以下の実施例において、基板、シリコン上にコーティングされたTEOS酸化ケイ素(テトラエトキシシランから調製される)、シリコン上にコーティングされたHDP(高密度プラズマ)酸化ケイ素、シリコン上にコーティングされたポリシリコン、シリコン上にコーティングされた窒化ケイ素、及びSillyb Inc.から入手したパターン化されたウエハを、MIRRA(商標)(Applied Materials, Inc.)またはAP-300(商標)ツール(CTS Co., Ltd.)を使用して研磨した。パターン化されたウエハは、酸化ケイ素コーティング基板上に100 μmの窒化ケイ素フィーチャを備えていた。IC1010(商標)研磨パッド(Rohm and Haas Electronic Materials)を、全ての成分に対して同一の研磨パラメータで使用した。標準Mirra研磨パラメータは、以下の通りである：IC1010(商標)パッド、下向き力=20.7 kPa(3 psi)または13.8 kPa(2 psi)、ヘッド速度=85 rpm、圧盤速度=100 rpm、全流速=150 mL/分。除去速度は、分光偏光解析法を用いてフィルム厚を測定し、初期厚さから最終厚さを差し引くことにより計算した。

20

【0060】

実施例1

この実施例は、酸化ケイ素除去速度対窒化ケイ素及びポリシリコン除去速度に対する、四級アミノ基を含むカチオン性ポリマーの効果を実証する。

【0061】

30

TEOSコーティングシリコン、窒化ケイ素コーティングシリコン、及びポリシリコンコーティングシリコンを含む別個の基板を、研磨組成物1A~1Gの7つの異なる研磨組成物で研磨した。基板は、300 mm圧盤を有するCTS研磨ツールにおいて、20.7 kPaの下向き力でIC1010(商標)パッドを使用して研磨した。研磨組成物はそれぞれ、0.4重量%の湿式プロセスセリア及び320 ppmの硝酸アンモニウムを4.3のpHで含有していた。研磨組成物はそれぞれ、表1に示される量のpolyMADQUAT(ポリ(メタクリルオキシエチルトリメチルアンモニウム)クロリド)、PolyQuat-2(四級化[ビス(2-クロロエチル)エーテル-alt-1,3-ビス[3-(ジメチルアミノ)プロピル]尿素])、及びpolyDADMAC(ポリ(ジアリルジメチルアンモニウム)クロリド)の1つ以上をさらに含んでいた。

40

【0062】

研磨後、TEOS、窒化ケイ素、及びポリシリコンの除去速度を決定した。結果を表1に記載する。

【表 1】

表 1

研磨組成物	P o l y - MADQU AT	P o l y Qu a t - 2	P o l y -DAD MAC	TEOS RR (Å/ 分)	S i N RR (Å/ 分)	P o l y S i R R (Å/ 分)
1 A	5 0	0	0	5 6 2 6	1 7 7 0	2 4 3 6
1 B	2 5	2 5	0	2 9 4	1 5 6 0	2 8 7 1
1 C	0	5 0	0	2 0 0	1 1 8 4	3 1 7 2
1 D	5 0	5 0	0	1 9 8	1 2 9 8	3 1 9 0
1 E	2 5	0	2 5	2 2 4	1 6 1 4	3 2 5 6
1 F	0	0	5 0	1 7 6	9 1 4	3 5 6 6
1 G	5 0	0	5 0	1 8 6	7 8 4	3 3 5 6

【 0 0 6 3 】

表 1 に記載の結果から明らかなように、5 0 p p m の p o l y M A D Q U A T を含有する研磨組成物 1 A は、最大の窒化ケイ素除去速度、及び約 0 . 3 1 : 1 の窒化ケイ素対 T E O S の選択性を示した。p o l y M A D Q U A T 及び P o l y Q u a t - 2 の組み合わせ（研磨組成物 1 B 及び 1 D）、p o l y M A D Q U A T 及び p o l y D A D M A C の組み合わせ（研磨組成物 1 E 及び 1 G）、P o l y Q u a t - 2 のみ（研磨組成物 1 C）、ならびに p o l y D A D M A C のみ（研磨組成物 1 F）を含有する研磨組成物 1 B ~ 1 G は、約 4 . 2 : 1 から 7 . 2 : 1 の範囲の窒化ケイ素対 T E O S の選択性を示した。研磨組成物 1 A ~ 1 G は全て、約 0 . 2 3 : 1（研磨組成物 1 G）から 0 . 7 3 : 1（研磨組成物 1 A）の範囲の窒化ケイ素対ポリシリコンの選択性を示した。研磨組成物 1 A に対して観察された高い T E O S 除去速度は特異であり、3 0 0 m m C T S 研磨ツールの端部近くの高い直線研磨表面速度に起因すると考えられる。

【 0 0 6 4 】

実施例 2

この実施例は、窒化ケイ素、酸化ケイ素、及びポリシリコン除去速度に対する、四級アミノ基を含むカチオン性ポリマー及び非フッ素化非イオン性界面活性剤の効果を実証する。

【 0 0 6 5 】

T E O S コーティングシリコン、窒化ケイ素コーティングシリコン、及びポリシリコンコーティングシリコンを含む別個の基板を、研磨組成物 2 A ~ 2 G の 7 つの異なる研磨組成物で研磨した。基板は、2 0 0 m m 圧盤を有する M i r r a ツールにおいて、1 3 . 8 k P a の下向き力で I C 1 0 1 0（商標）パッドを使用して研磨した。研磨組成物 2 A（比較）は、0 . 4 重量%の湿式プロセスセリア及び 5 0 p p m の p o l y M A D Q U A T を含有していた。研磨組成物 2 B（比較）は、0 . 4 重量%の湿式プロセスセリア、2 5 p p m の p o l y M A D Q U A T、及び 2 5 p p m の P o l y Q u a t - 2 を含有していた。研磨組成物 2 A 及び 2 B のどちらも、非フッ素化非イオン性界面活性剤を含有していなかった。研磨組成物 2 C ~ 2 G はそれぞれ、1 1 0 n m の平均粒子サイズを有する 0 . 2 重量%の湿式プロセスセリア、及び 5 0 n m の平均粒子サイズを有する 0 . 2 重量%の湿式プロセスセリア、2 5 p p m の p o l y M A D Q U A T、2 5 p p m の P o l y Q u a t - 2、ならびに 6 0 p p m の酢酸を含有していた。研磨組成物 2 C 及び 2 E ~ 2 G は、4 0 0 p p m の硝酸カリウムをさらに含有していた。研磨組成物は全て、硝酸または水酸化アンモニウムで p H 5 . 3 に調節した。研磨組成物 2 B 及び 2 D（本発明）は、P l u r o n i c（商標）L 3 1 をさらに含有していた。研磨組成物 2 E（本発明）は、P l u r o n i c（商標）L 3 1 及びポリビニルアルコールをさらに含有していた。研磨組成物

2 F (本発明) は、Pluronic (商標) L 3 1 及び Pluronic (商標) P 1 2 3 をさらに含有していた。研磨組成物 2 G (本発明) は、Pluronic (商標) P 1 2 3 及び Brij 5 8 をさらに含有していた。

【 0 0 6 6 】

研磨後、TEOS、窒化ケイ素、及びポリシリコンの除去速度を決定し、SiN/TEOS 及び SiN/poly Si 選択性を計算した。結果を表 2 に記載する。

【表 2 - 1】

表 2

研磨組成物	非イオン性界面活性剤	TEOS R (Å/ 分)	SiN RR (Å/ 分)	Poly Si RR (Å/ 分)	SiN/ TEOS	SiN/ Poly Si
2 A (比較)	なし	5 3 2	1 5 7 3	4 3 0	3. 0	3. 7
2 B (比較)	なし	3 7	6 7 8	4 0 9	1 8	1. 7

【表 2 - 2】

2 C (本発明)	Pluronic (商標) L 3 1	1 1	8 8 1	2 5	8 0	3 5
2 D (本発明)	Pluronic (商標) L 3 1 (KNO ₃ なし)	1 6 8	9 2 9	1 1	5. 5	8 4
2 E (本発明)	Pluronic (商標) L 3 1+ポリ ビニルアルコ ール	4 3	8 9 9	4 7	2 1	1 9
2 F (本発明)	Pluronic (商標) L 3 1+Pluronic (商標) P 1 2 3	0	7 7 3	3 1	> 1 0 0	2 4
2 G (本発明)	Pluronic (商標) P 1 2 3+B rij 5 8	1 7	8 6 4	3 4	5 1	2 5

【 0 0 6 7 】

表 2 に記載の結果から明らかなように、非フッ素化非イオン性界面活性剤をさらに含有する研磨組成物 2 C ~ 2 G は、約 19 . 1 から約 84 . 5 の範囲の窒化ケイ素対ポリシリコンの選択性を示した。非フッ素化非イオン性界面活性剤を含有しない研磨組成物 2 A 及び 2 B は、約 3 . 7 及び 1 . 7 の窒化ケイ素対ポリシリコンの選択性を示した。Pluronic (商標) L 31 及び Pluronic (商標) P 123 の組み合わせをさらに含有する研磨組成物 2 F は、実質的にゼロの T E O S の除去速度を示した。

【 0068 】

実施例 3

この実施例は、本発明の一実施形態による研磨組成物のコロイド安定性を実証する。

【 0069 】

研磨組成物 3 A ~ 3 F の 6 つの研磨組成物を調製した。研磨組成物 3 A、3 B、及び 3 D ~ 3 F は、使用場所で意図されるセリアの量の 3 倍濃度を示す 1 . 2 重量%の湿式プロセスセリアを含有していた。研磨組成物 3 C は、使用場所で意図されるセリアの量の 4 倍濃度を示す 1 . 6 重量%の湿式プロセスセリアを含有していた。研磨組成物 3 A (比較) は、156 ppm のポリビニルイミダゾール (P V I) 及び緩衝剤としてのトリエタノールアミン (T E A) をさらに含有していた。研磨組成物 3 B ~ 3 F は、polyDADMAC 及び緩衝剤としてのグリシンまたはバリンをさらに含有していた。研磨組成物の組成及びその pH 値を、表 3 に記載する。調製後、研磨組成物を放置し、次いで沈降の証拠を観察した。

【 表 3 】

表 3

研磨組成物	濃縮レベル	カチオン性 ポリマー	緩衝剤	p H	安定性
3 A (比較)	3 X	156 ppm P V I	T E A	7	不安定—沈 降
3 B (本発明)	3 X	156 ppm polyDADM AC	グリシン	7	安定—沈降 せず
3 C (本発明)	4 X	208 ppm polyDADM AC	グリシン	7	安定—沈降 せず
3 D (本発明)	3 X	30 ppm polyD ADMAC	バリン	7	安定—沈降 せず
3 E (本発明)	3 X	90 ppm polyD ADMAC	バリン	5 . 3	安定—沈降 せず
3 F (本発明)	3 X	90 ppm polyD ADMAC	バリン	4 . 3	安定—沈降 せず

【 0070 】

表 3 に記載の結果から明らかなように、四級アミノ基を含まないカチオン性ポリマーを含

有し、アミノ酸を含有しない研磨組成物 3 A は、使用場所でその 3 倍濃度で不安定であった。四級アミノ基を含むカチオン性ポリマーを含有し、アミノ酸を含有する研磨組成物 3 B ~ 3 F は、4 . 3 から 7 の範囲の pH 値において、使用場所でその 3 倍及び 4 倍の濃度で安定性を示した。

【 0 0 7 1 】

実施例 4

この実施例は、窒化ケイ素、酸化ケイ素及びポリシリコン除去速度に対する、フッ素化非イオン性界面活性剤及び非フッ素化非イオン性界面活性剤の組み合わせの効果を実証する。

【 0 0 7 2 】

TEOS コーティングシリコン、窒化ケイ素コーティングシリコン、及びポリシリコンコーティングシリコンを含む別個の基板を、研磨組成物 4 A ~ 4 D の 4 つの異なる研磨組成物で研磨した。基板は、200 mm 圧盤を有する Mirra ツールにおいて、20 . 7 kPa の下向き力で IC1010 (商標) パッドを使用して研磨した。研磨組成物はそれぞれ、水中 0 . 4 重量%の湿式プロセスセリアを含有していた。研磨組成物 4 A (比較) は、50 ppm の polyMADQUAT 及び硝酸アンモニウムを 4 . 3 の pH でさらに含有していた。研磨組成物 4 B (本発明) は、15 ppm の polyDADMAC、グリシン、Pluronic L13 (すなわち非フッ素化非イオン性界面活性剤)、及び Capstone FS3100 (すなわちフッ素化非イオン性界面活性剤) を 5 . 3 の pH でさらに含有していた。研磨組成物 4 C (本発明) は、25 ppm の polyDADMAC、グリシン、Pluronic L13 (すなわち非フッ素化非イオン性界面活性剤)、及び Capstone FS3100 (すなわちフッ素化非イオン性界面活性剤) を 3 . 3 の pH でさらに含有していた。研磨組成物 4 D (本発明) は、25 ppm の polyDADMAC、グリシン、Pluronic L13 (すなわち非フッ素化非イオン性界面活性剤)、Capstone FS3100 (すなわちフッ素化非イオン性界面活性剤)、及び OKS1009 (すなわちポリビニルアルコール) を 4 . 3 の pH でさらに含有していた。

【 0 0 7 3 】

研磨後、TEOS、窒化ケイ素、及びポリシリコンの除去速度を決定した。結果を表 4 に記載する。

【表 4 - 1】

表 4

研磨組成物	カチオン性 ポリマー	緩衝剤／塩	界面活性 剤	pH	SiN RR (Å ／分)	TEO S R R (Å／ 分)	Pol y Si RR (Å ／分)
4 A (比較)	50 ppm Poly- MADQU AT	硝酸アンモ ニウム	なし	4.3	1573	532	430

10

20

30

40

50

【表 4 - 2】

4 B (本発明)	1 5 p p m P o l y - D A D M A C	グリシン	L 3 1 + F S 3 1 0 0	5.3	821	197	24
4 C (本発明)	2 5 p p m P o l y - D A D M A C	バリン	L 3 1 + F S 3 1 0 0	4.3	416	180	16
4 D (本発明)	2 5 p p m P o l y - D A D M A C	バリン	L 3 1 + F S 3 1 0 0 + O K S 1 0 0 9	4.3	542	61	3

【 0 0 7 4 】

表 4 に記載の結果から明らかなように、研磨組成物 4 A は、約 3 . 0 : 1 の窒化ケイ素対酸化ケイ素の選択性、及び約 3 . 7 : 1 の窒化ケイ素対ポリシリコンの選択性を示した。研磨組成物 4 B は、約 4 . 2 : 1 の窒化ケイ素対酸化ケイ素の選択性、及び約 3 4 : 1 の窒化ケイ素対ポリシリコンの選択性を示した。研磨組成物 4 C は、約 2 . 3 : 1 の窒化ケイ素対酸化ケイ素の選択性、及び約 2 6 : 1 の窒化ケイ素対ポリシリコンの選択性を示した。研磨組成物 4 D は、約 8 . 9 : 1 の窒化ケイ素対酸化ケイ素の選択性、及び約 1 8 1 : 1 の窒化ケイ素対ポリシリコンの選択性を示した。

【 0 0 7 5 】

実施例 5

この実施例は、窒化ケイ素、酸化ケイ素及びポリシリコン除去速度に対する、フッ素化非イオン性界面活性剤及び非フッ素化非イオン性界面活性剤の組み合わせの効果を実証する。

【 0 0 7 6 】

T E O S コーティングシリコン、窒化ケイ素コーティングシリコン、及びポリシリコンコーティングシリコンを含む別個の基板を、研磨組成物 5 A ~ 5 D の 4 つの異なる研磨組成物で研磨した。基板は、2 0 0 m m 圧盤を有する M i r r a ツールにおいて、2 0 . 7 k P a の下向き力で I C 1 0 1 0 (商標) パッドを使用して研磨した。研磨組成物はそれぞれ、水中 0 . 4 重量 % の湿式プロセスセリア、p o l y D A D M A C、及びバリンを 7 の pH で含有していた。研磨組成物 5 A ~ 5 C は、4 0 p p m の p o l y D A D M A C を含有し、研磨組成物 5 D は、4 8 p p m の p o l y D A D M A C を含有していた。研磨組成物 5 A (比較) は、非イオン性界面活性剤をさらに含有していなかった。研磨組成物 5 B (本発明) は、P l u r o n i c P 1 2 3 (すなわち非フッ素化非イオン性界面活性剤) をさらに含有していた。研磨組成物 5 C (本発明) は、P l u r o n i c P 1 2 3 (すなわち非フッ素化非イオン性界面活性剤) 及び B r i j 5 8 (すなわち非フッ素化非イオン性界面活性剤) をさらに含有していた。研磨組成物 5 D (本発明) は、B r i j 5 8 (すなわち非フッ素化非イオン性界面活性剤) 及び C a p s t o n e F S 3 1 0 0 (すなわちフッ素化非イオン性界面活性剤) をさらに含有していた。

【 0 0 7 7 】

研磨後、T E O S、窒化ケイ素、及びポリシリコンの除去速度を決定した。結果を表 5 に記載する。

10

20

30

40

50

【表 5】

表 5

研磨組成物	P o l y - D ADMAC (p p m)	非イオン性界面活性 剤	S i N RR (Å/ 分)	TEOS RR (Å /分)	P o l y S i R R (Å/ 分)
5 A (比較)	4 0	なし	2 9 0	1 1 9	2 6 8
5 B (本発明)	4 0	P l u r o n i c P 1 2 3	8 3 2	1 1 5	1 4
5 C (本発明)	4 0	P l u r o n i c P 1 2 3 + B r i j 5 8	7 3 0	1 1 5	1 4
5 D (本発明)	4 8	B r i j 5 8 + C a p s t o n e F S 3 1 0 0	5 3 4	1 1 7	2 3

【 0 0 7 8 】

表 5 に記載の結果から明らかなように、研磨組成物 5 A は、約 2 . 4 : 1 の窒化ケイ素対酸化ケイ素の選択性、及び約 1 . 1 : 1 の窒化ケイ素対ポリシリコンの選択性を示した。研磨組成物 5 B は、約 7 . 2 : 1 の窒化ケイ素対酸化ケイ素の選択性、及び約 5 9 : 1 の窒化ケイ素対ポリシリコンの選択性を示した。研磨組成物 5 C は、約 6 . 4 : 1 の窒化ケイ素対酸化ケイ素の選択性、及び約 5 2 : 1 の窒化ケイ素対ポリシリコンの選択性を示した。研磨組成物 5 D は、約 4 . 6 : 1 の窒化ケイ素対酸化ケイ素の選択性、及び約 2 3 : 1 の窒化ケイ素対ポリシリコンの選択性を示した。

【 0 0 7 9 】

本明細書において引用される、出版物、特許出願及び特許を含む全ての参考文献は、各参考文献が参照することにより組み込まれることが個々に、及び具体的に示され、本明細書にその全体が記載されたのと同様に、参照することにより本明細書に組み込まれる。

【 0 0 8 0 】

「 a 」及び「 a n 」及び「 t h e 」及び「少なくとも 1 つ」という用語、ならびに同様の指示対象の使用は、本発明の説明に関連して（特に以下の特許請求の範囲に関連して）、本明細書において別段に指定されない限り、または文脈により明らかに矛盾しない限り、単数形及び複数形の両方を包含するように解釈されるべきである。1 つ以上の項目の列挙を伴う「少なくとも 1 つ」という用語の使用（例えば、A 及び B の少なくとも 1 つ）は、本明細書において別段に指定されない限り、または文脈により明らかに矛盾しない限り、列挙された項目から選択される 1 つの項目（A もしくは B）、または列挙された項目の 2 つ以上の任意の組み合わせ（A 及び B）を意味するように解釈されるべきである。「備える」、「有する」、「含む」、及び「含有する」という用語は、別段に指定されない限り、非制限的な用語として解釈されるべきである（すなわち、「含むがそれに限定されない」を意味する）。本明細書における値の範囲の列挙は、本明細書において別段に指定されない限り、その範囲内に含まれるそれぞれの別個の値を個々に示す簡便な方法として機能することのみを意図し、それぞれの別個の値は、本明細書において個々に列挙されたものとして本明細書に組み込まれる。本明細書に記載の全ての方法は、本明細書において別段に指定されない限り、または文脈により明らかに矛盾しない限り、任意の好適な順番で行うことができる。本明細書において示されるありとあらゆる例、または例示的言語（例えば「等」）の使用は、本発明をより良好に明確化することのみを意図し、別段に請求され

ない限り、本発明の範囲に対する限定を提示するものではない。本明細書におけるいかなる言語も、請求されていない任意の要素が本発明の実践に必須であるものとして示すように解釈されるべきではない。

【 0 0 8 1 】

本発明者らにより知られている本発明を実行するための最良の形態を含む、本発明の好ましい実施形態が本明細書において説明されている。それらの好ましい実施形態の変形例は、上記説明を読めば当業者に明らかとなり得る。本発明者らは、熟練者がそのような変形例を適宜使用することを予期しており、本発明者らは、本発明が本明細書において具体的に説明されたものとは別様に実践されることを意図する。したがって、本発明は、適用法により許容されるように、本明細書に付属する特許請求の範囲において列挙される主題の全ての修正及び均等物を含む。さらに、その全ての可能な変形例における上述の要素の任意の組み合わせは、本明細書において別段に指定されない限り、または文脈により明らかに矛盾しない限り、本発明に包含される。

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

B 2 4 B

37/00

H

弁理士 田中 直樹

(72)発明者 ブラティバ パンディー

アメリカ合衆国, イリノイ 6 0 5 0 4 , オーロラ, ノース コモンズ ドライブ 8 7 0 , キャボット マイクロエレクトロニクス コーポレーション

(72)発明者 チャン チョヨン

アメリカ合衆国, イリノイ 6 0 5 0 4 , オーロラ, ノース コモンズ ドライブ 8 7 0 , キャボット マイクロエレクトロニクス コーポレーション

(72)発明者 ブライアン ライス

アメリカ合衆国, イリノイ 6 0 5 0 4 , オーロラ, ノース コモンズ ドライブ 8 7 0 , キャボット マイクロエレクトロニクス コーポレーション

審査官 小久保 敦規

(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 4 / 0 1 4 7 5 1 (W O , A 1)

特開 2 0 0 8 - 2 7 7 7 2 3 (J P , A)

特開 2 0 0 8 - 0 0 4 6 2 1 (J P , A)

特開 2 0 0 6 - 0 6 0 2 0 5 (J P , A)

特表 2 0 1 0 - 5 4 1 2 0 3 (J P , A)

特表 2 0 0 9 - 5 2 5 6 1 5 (J P , A)

特開 2 0 0 9 - 2 0 6 4 5 6 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

C 0 9 K 3 / 1 4

C 0 9 G 1 / 0 2

H 0 1 L 2 1 / 3 0 4

H 0 1 L 2 1 / 4 6 3

B 2 4 B 3 / 0 0 - 3 / 6 0

B 2 4 B 2 1 / 0 0 - 3 9 / 0 6