

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6466925号
(P6466925)

(45) 発行日 平成31年2月6日(2019.2.6)

(24) 登録日 平成31年1月18日(2019.1.18)

(51) Int.Cl.		F I			
C09K	3/14	(2006.01)	C09K	3/14	550D
C09G	1/02	(2006.01)	C09K	3/14	550Z
H01L	21/304	(2006.01)	C09G	1/02	
B24B	37/00	(2012.01)	H01L	21/304	622D
			B24B	37/00	H

請求項の数 22 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2016-521597 (P2016-521597)
 (86) (22) 出願日 平成26年9月30日 (2014.9.30)
 (65) 公表番号 特表2016-538357 (P2016-538357A)
 (43) 公表日 平成28年12月8日 (2016.12.8)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/058230
 (87) 国際公開番号 W02015/053982
 (87) 国際公開日 平成27年4月16日 (2015.4.16)
 審査請求日 平成29年9月19日 (2017.9.19)
 (31) 優先権主張番号 14/050,977
 (32) 優先日 平成25年10月10日 (2013.10.10)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 500397411
 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
 アメリカ合衆国, イリノイ 60504,
 オーロラ, ノース コモンズ ドライブ
 870
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100077517
 弁理士 石田 敬
 (74) 代理人 100087413
 弁理士 古賀 哲次
 (74) 代理人 100093665
 弁理士 蛭谷 厚志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基材の研磨用の湿式法セリア組成物および関連する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

以下の(a)~(d)を含んでなる化学機械研磨組成物であって、

(a) 30nm以下の平均粒子径を有する湿式法セリア研磨剤粒子、前記セリア研磨剤粒子は、前記組成物中で集塊を含まない、

(b) 前記組成物の0.001質量%~1質量%の量の、少なくとも1種のアルコールアミン、

(c) 少なくとも1種のノニオン性界面活性剤、および、

(d) 水、

6以上および9.5以下のpHを有する、研磨組成物。

【請求項2】

前記研磨剤粒子が、12nm以下の平均一次粒子径を有する、請求項1記載の研磨組成物。

【請求項3】

前記研磨剤粒子が、前記組成物の0.001質量%~2質量%の量で存在する、請求項1記載の研磨組成物。

【請求項4】

前記アルコールアミンが、6~10のpKiを有する、請求項1記載の研磨組成物。

【請求項5】

前記アルコールアミンが、7~11のpKaを有する官能基を有する、請求項1記載の

研磨組成物。

【請求項 6】

前記アルコールアミンが、2 - ジメチルアミノ - 2 - メチルプロパノール、トリエタノールアミン、ジエタノールアミン、エタノールアミン、2 - アミノ - 2 - メチル - 1, 3 - プロパンジオール、ビス - トリス、トリスまたはそれらのいずれかの組み合わせを含む、請求項 1 記載の研磨組成物。

【請求項 7】

前記ノニオン性界面活性剤が、7 ~ 18 の親水性親油性バランスを有する、請求項 1 記載の研磨組成物。

【請求項 8】

前記ノニオン性界面活性剤が、ポリソルベート、ソルビタン、ポリオキシエチレンエーテル、エトキシレート、アクリル、ポリエーテルポリオール、またはそれらのいずれかの組み合わせを含む、請求項 1 記載の研磨組成物。

【請求項 9】

前記ノニオン性界面活性剤が、ポリソルベート 20、ポリソルベート 60、ポリソルベート 65、ポリソルベート 80、ソルビタンモノラウレート、ポリオキシエチレン (40) ノニルフェニルエーテル、ペンタエリスリトールエトキシレート、グリセロールプロポキシレート - ブロック - エトキシレート、アクリル共重合体、ポリプロピレンオキシド系トリオール、またはそれらのいずれかの組み合わせを含む、請求項 1 記載の研磨組成物。

【請求項 10】

前記ノニオン性界面活性剤が、前記組成物の 0.001 質量% ~ 1 質量% の量で存在する、請求項 1 記載の研磨組成物。

【請求項 11】

増粘剤を更に含む、請求項 1 記載の研磨組成物。

【請求項 12】

前記増粘剤が、セルロース系化合物、デキストラン、ポリビニルアルコール、カラギーナン、キトサン、またはそれらのいずれかの組み合わせを含む、請求項 11 記載の研磨組成物。

【請求項 13】

前記増粘剤が、ヒドロキシエチルセルロース、カルボキシエチルセルロース、ヒドロキシメチルセルロース、メチルセルロース、ヒドロキシプロピルセルロース、またはそれらのいずれかの組み合わせを含む、請求項 11 記載の研磨組成物。

【請求項 14】

前記増粘剤が、前記組成物の 0.001 質量% ~ 1 質量% の量で存在する、請求項 11 記載の研磨組成物。

【請求項 15】

カチオン性ポリマーを更に含む、請求項 1 記載の研磨組成物。

【請求項 16】

増粘剤を更に含む、請求項 15 記載の研磨組成物。

【請求項 17】

前記カチオン性ポリマーが、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 (polyMADQUAT)、ポリ (ジアリルジメチルアンモニウム) クロリド (polyDADMAC)、ポリ (アクリルアミド)、ポリ (アリルアミン)、ポリ (ビニルイミダゾリウム) (poly(vinylimidazolium))、ポリ (ビニルピリジウム)、またはそれらの組み合わせを含む、請求項 15 記載の研磨組成物。

【請求項 18】

前記カチオン性ポリマーが、前記組成物の 0.001 質量% ~ 1 質量% の量で存在する、請求項 15 記載の研磨組成物。

【請求項 19】

基材の化学機械研磨方法であって、

10

20

30

40

50

(i) 基剤を研磨パッドおよび、以下の (a) ~ (d) を含む研磨組成物と接触させること、

(a) 30 nm 以下の平均粒子径を有する湿式法セリア研磨剤粒子、前記セリア研磨剤粒子は、前記組成物中で集塊を含まない、

(b) 前記組成物の 0.001 質量% ~ 1 質量% の量の、少なくとも 1 種のアルコールアミン、

(c) 少なくとも 1 種のノニオン性界面活性剤、および、

(d) 水、

ここで、該組成物は 6 以上および 9.5 以下の pH を有している、ならびに、

(i i) 該研磨パッドおよび該研磨組成物を該基材に対して動かして、該基材の少なくとも一部を削り取って該基材を研磨すること、
を含んでなる、方法。

10

【請求項 20】

前記基材が、ポリシリコンおよび酸化ケイ素を含み、かつ少なくとも該酸化ケイ素が、該基材から除去されて、該基材が研磨される、請求項 19 記載の方法。

【請求項 21】

前記ポリシリコンに比較して、より多くの酸化ケイ素が、より大きな速度で前記基材から除去される、請求項 20 記載の方法。

【請求項 22】

前記基材からの酸化ケイ素の前記除去速度が、ポリシリコンの除去速度と比較して、少なくとも 10 倍高い、請求項 21 記載の方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

基材の表面を平坦化または研磨するための組成物および方法は、当技術分野でよく知られている。研磨組成物（研磨スラリーとしても知られている）は、典型的には液体キャリア中に研磨材料を含んでおり、そして表面に対して、その表面を、研磨組成物で飽和された研磨パッドと接触させることによって適用される。典型的な研磨材料としては、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、および酸化スズが挙げられる。研磨組成物は、典型的には、研磨パッド（例えば、研磨布またはディスク）と組合

30

【背景技術】

【0002】

シャロートレンチアイソレーション（STI）プロセスは、半導体装置の素子を絶縁するための方法である。STI プロセスでは、ポリシリコン層が、シリコン基材上に形成され、浅いトレンチが、エッチングやフォトリソグラフィによって形成され、そして誘電体層（例えば、酸化物）が、そのトレンチを充填するように堆積される。この方法で形成されたトレンチの深さ、または線の多様性のために、全てのトレンチの完全な充填を確実にするために、過剰の誘電体材料を、基材の表面上に堆積することが、典型的には必要である。

40

【0003】

過剰の誘電体材料は、次いで、典型的には、ポリシリコン層を露出させるように、化学機械平坦化プロセスによって除去される。ポリシリコン層が露出されると、化学機械研磨組成物に曝露された基材の最も大きな面積は、ポリシリコンを含み、これは次いで、高度に平坦な、そして均一な表面を得るように研磨されなければならない。従って、全体の研磨速度は、ポリシリコン層の露出で減少するので、ポリシリコン層は、化学機械平坦化プロセスの間に停止層として作用している。

【0004】

STI 基材は、典型的には、慣用の研磨組成物を用いて研磨される。しかしながら、慣

50

用の研磨組成物でS T I基材を研磨することは、基材表面の過剰研磨またはS T Iフィーチャの凹部の形成および他のトポグラフィカルな (topographical) 欠陥、例えば基材表面上のマイクロクラッチをもたらすことが観察されている。また、基材の過剰研磨は、酸化物の損失および下にある酸化物が曝露されての研磨もしくは化学的活性からの損傷をもたらして、それは装置品質および性能に悪影響を与える。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

基材、例えば、半導体、特にポリシリコン基材、の研磨および平坦化の間に、所望の平坦化効率、均一性、および除去速度を示し、一方で、研磨および平坦化の間の、欠陥、例えば表面欠陥および下にある構造への損傷ならびに微細構成を最小化する、研磨組成物および研磨方法への必要性がなお存在している。本発明は、そのような研磨組成物および方法を提供する。本発明のそれらの、および他の利点、ならびに更なる本発明の特徴は、ここで与えられる本発明の説明から明らかとなるであろう。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

1つの態様では、本発明は、以下の (a) ~ (c) を含む、から本質的になる、もしくは、からなる化学機械研磨組成物を提供する。

- (a) 3 0 n m 以下の平均粒子径を有する湿式法セリア研磨剤粒子、
- (b) 少なくとも1種のアルコールアミン、および、
- (c) 水、

20

ここで、この研磨組成物は、6以上のpHを有している。

【 0 0 0 7 】

他の態様では、本発明は、基材の研磨方法を提供する。本方法は、基材を、研磨パッドおよび下記の (a) ~ (c) を含む研磨組成物と接触させることを含んでいる。

- (a) 3 0 n m 以下の平均粒子径を有する湿式法セリア研磨剤粒子、
- (b) 少なくとも1種のアルコールアミン、
- (c) 水、

ここで、この研磨組成物は、6以上のpHを有している。本方法は、研磨パッドおよび研磨組成物を基材に対して動かして、基材の少なくとも一部を削り取って、基材を研磨することを更に含んでいる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図1】図1は、ここで記載した例1の研磨組成物の、pH (X 軸)、2 - ジメチルアミノ - 2 - メチルプロパノール (D M A M P) 濃度 (Y 軸)、およびポリソルベート20濃度 (Z 軸) に対する、高密度プラズマ (H D P) 除去速度のキューブプロットである。

【 0 0 0 9 】

【図2】図2は、ここで記載した例2の研磨組成物の、ポリソルベート20濃度 (X 軸) およびトリエタノールアミン濃度 (Y 軸) に対する、テトラエチルオルトシリケート (T E O S) の除去速度のスクエアプロットである。

40

【 0 0 1 0 】

【図3】図3は、ここで記載した例2の研磨組成物の、50%密度でのピッチ長さ (X 軸) に対するディッシング (Y 軸) の線グラフである。

【 0 0 1 1 】

【図4】図4は、ここで記載した例3の研磨組成物 (X 軸) の、T E O S、H D P、およびポリシリコン除去速度 (Y 軸) の棒グラフである。

【 0 0 1 2 】

【図5】図5は、ここで記載した例3の研磨組成物の、50%密度でのピッチ長さ (X 軸) に対する、ディッシング (Y 軸) の線グラフである。

【 0 0 1 3 】

50

【図6】図6は、ここで記載した例4の研磨組成物(X軸)の、TEOS、HDP、およびポリシリコン除去速度(Y軸)の棒グラフである。

【0014】

【図7】図7は、ここで記載した例6の研磨組成物(X軸)に対する、TEOS、HDP、およびポリシリコン除去速度(Y軸)の棒グラフである。

【0015】

【図8】図8は、異なる閾値(X軸)での、ここで記載した例6の研磨組成物のランダム欠陥数(DCN)(Y軸)のボックスプロットである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

本発明の態様では、以下の(a)~(c)を含む、から本質的になる、もしくは、からなる、化学機械研磨組成物が提供される。

(a) 30nm以下の平均粒子径を有する湿式法セリア研磨剤粒子、

(b) 1種もしくは2種以上のアルコールアミン、および、

(c) 水、

ここで、この化学機械研磨組成物のpHは、6以上である。

そのような研磨組成物は、スラリーの形態であることができ、そしていずれかの好適な表面、例えば機械的に弱い表面(例えば、ポリシリコン)を、ここに記載したような研磨パッドを含む好適な化学機械研磨(CMP)装置で研磨するように用いることができる。

【0017】

幾つかの態様では、本研磨組成物は、誘電体層(例えば、酸化物)の高い除去速度を達成する。更には、幾つかの態様では、本研磨組成物は、ポリシリコンおよび/または窒化ケイ素の低い除去速度を達成する。更に、幾つかの態様では、本研磨組成物は、誘電体層の高い除去速度を達成する一方で、ポリシリコンおよび/または窒化ケイ素の低い除去速度を同時に達成する。更に、幾つかの態様では、本研磨組成物は、基材上に存在する材料の損失において均一性を示す。ここで用いられる用語「均一性」は、基材の特定の領域(例えば、基材の端部、中央部(middle)、中心部(center))からの基材上の材料の合計の損失の尺度を表し、そしてそれぞれの領域からの測定値を比較した場合に、より近い値が、より大きな均一性に相当する。更には、幾つかの態様では、本研磨組成物は、誘電体層のトレンチ内で低いディッシングを示す。ここで用いられる用語「ディッシング」は、誘電体層で充填されたトレンチ中に形成される凹部(recess)の程度を表す。ディッシングは、誘電体で充填されたトレンチと隣接するフィーチャ(例えば、ポリシリコンフィーチャ)の間の高さの差を取得することによって測定される。ディッシングは、当業者に知られている偏光解析法によって測定することができる。更に、幾つかの態様では、本研磨組成物は、研磨される基材上に低い欠陥を達成する。ここで用いられる用語「欠陥」は、研磨組成物で基材が研磨された後の、基材上に存在する欠陥(例えば、引掻き傷)の数を表す。欠陥性は、当業者に知られている走査型電子顕微鏡によって測定することができる。

【0018】

本化学機械研磨組成物は、セリア研磨剤を含んでいる。当業者に知られているように、セリアは、希土類元素金属セリウムの酸化物であり、そしてまた酸化セリウム(ceric oxide)、酸化セリウム(cerium oxide)(例えば、セリウム(IV)酸化物)、または二酸化セリウムとしても知られている。セリウム(IV)酸化物(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って形成することができる。また、セリウムは、セリウム(III)酸化物、例えば Ce_2O_3 を形成する。セリア研磨剤は、セリアのそれらの、または他の酸化物のいずれかの1種もしくは2種以上であることができる。

【0019】

セリア研磨剤は、いずれかの好適な種類であることができる。好ましくは、セリア研磨剤は、湿式法セリアである。ここで用いられる「湿式法」セリアは、沈降、縮合重合、ま

10

20

30

40

50

たは同様のプロセスによって調製されたセリアを表す（対立するものとして、例えば、ヒュームドまたは熱分解法セリア）。例えば、幾つかの態様では、湿式法セリアは、セリウム含有前駆体を、pHおよび圧力を調整して、沈降を制御して、制御された粒子径を得ることによって沈降させることによって形成することができる。従って、焼成プロセスが、典型的には、セリア含有前駆体から酸化セリウムを分離し、そしてアニールして所望の結晶性を得る乾式法とは対照的に、湿式法技術は、この方法で、粒子の成長を制御することによってより小さな粒子をもたらすことができる。

【0020】

湿式法セリア研磨剤を含む本発明の研磨組成物は、本発明の方法によって基材を研磨するのに用いられた場合には、より低い欠陥を示すことが典型的には見出された。特定の理論によって拘束されることは望まないが、湿式法セリアは、実質的に球形のセリア粒子および/またはより小さなセリア凝集粒子を含んでおり、それによって本発明の方法に用いられた場合には、より低い基材の欠陥性をもたらすことが信じられる。ここに記載された湿式法セリア粒子は、基材、例えばウエハと、より小さな運動量およびエネルギーで接触し、それによって欠陥、例えば引掻き傷の大きさおよび頻度を低減させることが、更に信じられる。例となる湿式法セリアとしては、Rhodia (Cranbury、ニュージャージー州) から商業的に入手可能なHC-60 (商標) セリアがある。

【0021】

非球形粒子では、粒子のサイズは、その粒子を取り囲む最小の球の直径である。ここで用いられる修飾されていない用語「粒子径」は、一次粒子および二次粒子の一方または両方を表すことができる。一次粒子は、水性媒体（例えば、水）中に分散されたこれらの個々のセリア粒子を表し、一方で、二次粒子は、水中で互いに融合した個々のセリア粒子の凝集体を表す。粒子サイズは、好適な技術を用いて、例えば、当業者に知られているレーザー回折技術を用いて、測定することができる。

【0022】

セリア研磨剤粒子は、40 nm以下、例えば35 nm以下、約30 nm以下、29 nm以下、28 nm以下、27 nm以下、26 nm以下、25 nm以下、24 nm以下、23 nm以下、22 nm以下、21 nm以下、20 nm以下、18 nm以下、15 nm以下、12 nm以下、10 nm以下、7 nm以下、5 nm以下、3 nm以下、1 nm以下、または0.1 nm以下のいずれかの好適な平均粒子径（すなわち、平均粒子直径）を有することができる。上記の端点のそれぞれは、数値的に適切なように、例えば1 nm ~ 40 nmの範囲の、例えば0.1 nm、1 nm、2 nm、3 nm、4 nm、5 nm、6 nm、7 nm、10 nm、12 nm、15 nm、18 nm、20 nm、22 nm、25 nm、30 nm、35 nm、または39 nmの下限値を有することができる。例えば、セリア研磨剤粒子は、0.1 nm ~ 40 nm、例えば14 nm ~ 24 nm、18 nm ~ 23 nm、17 nm ~ 21 nm、3 nm ~ 27 nm、5 nm ~ 26 nm、7 nm ~ 30 nm、または15 nm ~ 25 nmなどの平均粒子径を有することができる。好ましくは、セリア研磨剤粒子は、30 nm以下の平均粒子径を有している。

【0023】

幾つかの態様では、研磨組成物は、16 nm以下の平均一次粒子径を有するセリア研磨剤粒子を含むことができる。セリア研磨剤粒子は、16 nm以下、例えば15 nm以下、14 nm以下、12 nm以下、11 nm以下、10 nm以下、9 nm以下、8 nm以下、7 nm以下、6 nm以下、5 nm以下、3 nm以下、または1 nm以下のいずれかの好適な平均一次粒子径を有することができる。上記の端点のそれぞれは、数値的に適切なように、例えば0.1 nm ~ 16 nmの範囲の、0.1 nm、1 nm、2 nm、3 nm、4 nm、5 nm、6 nm、7 nm、10 nm、12 nm、14 nm、または16 nmの下限値を有することができる。例えば、セリア研磨剤粒子は、0.1 nm ~ 16 nm、例えば1 nm ~ 11 nm、4 nm ~ 7 nm、2 nm ~ 10 nm、3 nm ~ 8 nm、または5 nm ~ 9 nmの平均一次粒子径を有することができる。好ましくは、セリア研磨剤粒子は、12 nm以下の平均一次粒子径を有する。

10

20

30

40

50

【0024】

セリア研磨剤粒子は、40 nm以下、例えば35 nm以下、約30 nm以下、29 nm以下、28 nm以下、27 nm以下、26 nm以下、または25 nm以下のいずれかの好適な平均二次粒子径（すなわち、平均粒子直径）を有することができる。上記の端点のそれぞれは、数値的に適切のように、25 nm～40 nmの範囲の、例えば25 nm、26 nm、27 nm、28 nm、29 nm、30 nm、35 nm、39 nm、または40 nmの下限値を有することができる。例えば、セリア研磨剤粒子は、25 nm～40 nm、例えば26 nm～35 nm、27 nm～30 nm、または28 nm～29 nmの平均二次粒子径を有することができる。好ましくは、セリア研磨剤粒子は、30 nm以下の平均二次粒子径を有している。

10

【0025】

幾つかの態様によれば、セリア研磨剤粒子は、研磨組成物中に集塊を実質的に含まない。集塊は、研磨組成物中により大きな粒子径を生成し、従って研磨組成物で研磨されている基材表面上により高い衝突衝撃を生み出す。従って、集塊は、基材表面上により高い欠陥性をもたらす可能性がある。ここで用いられる用語「実質的に含まない」は、集塊がないか、または実体のない量の集塊を意味している。実体のない量の集塊は、例えば、研磨組成物中の全てのセリア粒子が1質量%以下、例えば、0.5質量%以下、0.1質量%以下、0.01質量%以下、または0.001質量%以下であることができる。

【0026】

セリア粒子は、本発明の研磨組成物中で、好ましくはコロイド状に安定である。用語コロイドは、液体キャリア中の研磨剤粒子の懸濁液を表している。コロイド状に安定は、経時的な懸濁液の維持を表している。本発明の文脈では、セリア研磨剤は、研磨剤が100 mLのメスシリンダ中に置かれ、そして無攪拌で2時間静置させ、メスシリンダの底部50 mL中の粒子の濃度（g/mLで[B]）と、メスシリンダの上部50 mL中の粒子の濃度（g/mLで[T]）との間の差異を、研磨剤組成物中の初期の粒子濃度（g/mLで[C]）によって割り算して、0.5以下（すなわち、 $\{ [B] - [T] \} / [C]$ 0.5）である場合に、コロイド状に安定であると考えられる。より好ましくは、 $[B] - [T] / [C]$ の値は、0.3以下であり、そして最も好ましくは0.1以下である。

20

【0027】

セリア研磨剤粒子は、いずれかの好適な量で、研磨組成物中に存在することができる。本発明の研磨組成物が、少な過ぎるセリア研磨剤を含む場合には、その組成物は、十分な除去速度を示さない可能性がある。反対に、研磨組成物が多過ぎるセリア研磨剤を含む場合には、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、および/または費用効率が低い可能性がある。および/または安定性を欠く可能性がある。

30

【0028】

有利には、幾つかの態様では、セリア研磨剤粒子は、しばしば10～12質量%の固形分を超える慣用の系に比較して、より小さい固形分濃度で存在する。本発明の態様による、より少ない量のセリア研磨剤粒子の使用は、より低い欠陥性および実質的な費用節約をもたらす可能性がある。

【0029】

例えば、セリア研磨剤粒子は、0.005質量%以上、例えば0.001質量%以上、0.0005質量%以上、0.01質量%以上、0.05質量%以上、0.1質量%以上、または0.5質量%以上の濃度で存在することができる。あるいは、もしくは、加えて、セリア研磨剤粒子は、10質量%以下、例えば9質量%以下、8質量%以下、7質量%以下、5質量%以下、3質量%以下、2質量%以下、または1質量%以下の濃度で研磨剤組成物中に存在することができる。従って、研磨組成物は、上記の端点のいずれか2つによって拘束される範囲内の濃度でセリア研磨剤粒子を含むことができる。例えば、セリア研磨剤粒子は、0.0005質量%～10質量%、例えば0.1質量%～1.0質量%、0.01質量%～3.0質量%、0.005質量%～7.0質量%、0.05質量%～9.0質量%、0.5質量%～8.0質量%、または0.001質量%～5.0質量%の濃

40

50

度で存在することができる。好ましくは、セリア研磨剤粒子は、研磨組成物中に0.001質量%~2.0質量%の濃度で存在する。幾つかの態様では、セリア研磨剤粒子は、1質量%以下、例えば0.1質量%~1質量%、例えば0.1質量%~0.7質量%、0.1質量%~0.5質量%、0.1質量%~0.3質量%(例えば0.2質量%)の量で存在する。

【0030】

幾つかの態様では、研磨されている基材の表面特性を修正して、基材表面を、研磨剤粒子との相互作用により受容的とするように、アルコールアミンが研磨組成物に含まれる。研磨組成物のpHは、研磨組成物と研磨されている基材の表面の間の相互作用を定めるのに重要な役割を果たす。アルコールアミンが、幾つかの態様では、セリア研磨剤粒子を不安定化することなく、研磨組成物のpHを少なくとも約6、7またはそれ以上のpH(例えば、6~11のpH)に増加させるのを促進するように含まれる。この点において、未変性のセリア粒子は、より低いpH(例えば、4)を有する可能性があり、そしてアルコールアミンは、研磨組成物中で一次pH調節剤として作用することができ、6のpHでは、溶液から沈降する凝集した粒子の形態への粒子の成長を妨げる。従って、アルコールアミンの存在は、セリア研磨剤粒子の集塊の開始および、さもなければ6のpHで発生する可能性があるその沈殿を低減することができる。

10

【0031】

研磨組成物のpHは、少なくとも6以上、例えば6.5以上、7以上、7.5以上、8以上、8.5以上、9以上、9.5以上、または10以上のいずれかの好適なpHであることができる。更に、研磨組成物のpHは、14以下、例えば13.5以下、13以下、12.5以下、12以下、11.5以下、11以下、10.5以下、10以下、9.5以下、9以下、8.5以下、または8以下であることができる。従って、研磨組成物のpHは、上記の端点のいずれかによって拘束された範囲内であることができる。例えば、研磨組成物のpHは、6~14、例えば6~10、6~8、6~7、7~14、7~10、または8~12であることができる。

20

【0032】

アルコールアミンがこのpH範囲内で基材と相互作用するためには、幾つかの態様では、アルコールアミンは、望ましくは7~11、例えば7.5~10、例えば8~9のpKa(水中)を有する官能基を有しており、例えば、それによってアルコールアミンは水中で塩基として作用する。幾つかの態様では、アルコールアミンは、6~10、例えば7.5~9、例えば6.5~7の等電点(pKi、pIとも表される)を有している。

30

【0033】

アルコールアミンは、いずれかの好適なアルコールアミンであることができる。好ましくは、アルコールアミンは、2-ジメチルアミノ-2-メチルプロパノール(DMAMP)、トリエタノールアミン、ジエタノールアミン、エタノールアミン、2-アミノ-2-2メチル-1,3-プロパンジオール、それらのビス-トリス、トリス、共形成生成物、またはそれらの組み合わせである。

【0034】

アルコールアミンは、いずれかの好適な濃度で存在することができる。例えば、アルコールアミンは、0.0005質量%以上、例えば0.005質量%以上、0.01質量%以上、0.05質量%以上、0.1質量%以上、または0.5質量%以上の濃度で存在することができる。あるいは、もしくは、加えて、アルコールアミンは、研磨組成物中に、5質量%以下、例えば4質量%以下、3質量%以下、2質量%以下、または1質量%以下の濃度で存在することができる。従って、アルコールアミンは、研磨組成物中に、上記の端点のいずれか2つによって拘束される範囲内の濃度で存在することができる。例えば、アルコールアミンは、0.005質量%~5質量%、例えば0.01質量%~3質量%、0.1質量%~2質量%、0.005質量%~4質量%、または0.05質量%~1質量%の濃度で存在することができる。好ましくは、アルコールアミンは、研磨組成物中に、0.001質量%~1質量%の濃度で存在する。

40

50

【 0 0 3 5 】

研磨組成物の pH は、いずれかの好適な手段によって達成および / または維持することができる。より具体的には、研磨組成物は、単独で、またはアルコールアミン、pH 緩衝剤、もしくはそれらの組み合わせと併せて用いられる、第 2 の pH 調整剤を更に含むことができる。第 2 の pH 調整剤は、いずれかの好適な pH 調整化合物、例えばいずれかの好適な酸であることができる。典型的には、酸は、酢酸、硝酸、リン酸、シュウ酸、およびそれらの組み合わせである。好ましくは、酸は、硝酸である。第 2 の pH 調整剤は、代替的には塩基であることができる。塩基は、いずれかの好適な塩基であることができる。典型的には、塩基は、水酸化カリウム、水酸化アンモニウム、およびそれらの組み合わせである。pH 緩衝剤は、いずれかの好適な緩衝剤であることができる。例えば、pH 緩衝剤は、リン酸塩、硫酸塩、酢酸塩、ホウ酸塩、アンモニウム塩などであることができる。研磨組成物は、好適な量が、ここで説明した pH 範囲内に、研磨組成物の pH を達成および / または維持するのに用いられる限りにおいて、いずれかの好適な量の pH 調整剤および / または pH 緩衝剤を含むことができる。

10

【 0 0 3 6 】

随意選択的に、幾つかの態様では、研磨組成物は、1 種もしくは 2 種以上のノニオン性界面活性剤を含むことができる。ノニオン性界面活性剤は、いずれかの好適なノニオン性界面活性剤であることができる。好ましくは、ノニオン性界面活性剤は、ポリソルベート、ポリソルベート 20、ポリソルベート 60、ポリソルベート 65、ポリソルベート 80、ポリソルベート 85、ソルピタン、ポリオキシエチレンエーテル、エトキシレート、アクリル、ポリエーテルポリオール、hydropalat 3233、ソルピタンモノラウレート、ポリオキシエチレン (40) ノニルフェニルエーテル、ペンタエリトリールエトキシレート、グリセロールプロポキシレート - ブロック - エトキシレート、アクリル共重合体、ポリプロピレンオキシド系トリオール、それらの共形成生成物、またはそれらの組み合わせである。いくつかの態様では、ノニオン性ポリマーは、界面活性剤および / または湿潤剤として機能する。ノニオン性界面活性剤の存在は、ポリシリコンの除去速度を低下させる一方で、誘電体層 (例えば、酸化物) の有用な除去速度を有利に可能にする。更には、ノニオン性界面活性剤の存在は、本発明の幾つかの態様では、低いディッシングを可能にする。更に、本発明の幾つかの態様では、ノニオン性界面活性剤の存在は、研磨されている基材の低い欠陥性を可能にする。

20

30

【 0 0 3 7 】

研磨組成物中に存在するのであれば、ノニオン性界面活性剤は、研磨組成物中にいずれかの好適な濃度で存在することができる。例えば、ノニオン性界面活性剤は、0.0005 質量% 以上、例えば 0.005 質量% 以上、0.01 質量% 以上、0.05 質量% 以上、0.1 質量% 以上、または 0.5 質量% 以上の濃度で存在することができる。あるいは、もしくは、加えて、ノニオン性界面活性剤は、研磨組成物中に、5 質量% 以下、例えば 4 質量% 以下、3 質量% 以下、2 質量% 以下、または 1 質量% 以下の濃度で存在することができる。従って、ノニオン性界面活性剤は、研磨組成物中に、上記の端点のいずれか 2 つによって拘束された濃度で存在することができる。例えば、ノニオン性界面活性剤は、0.005 質量% ~ 5 質量%、例えば 0.01 質量% ~ 3 質量%、0.1 質量% ~ 2 質量%、0.005 質量% ~ 4 質量%、または 0.05 質量% ~ 1 質量% の濃度で存在することができる。好ましくは、ノニオン性界面活性剤は、研磨組成物中に、0.001 質量% ~ 1.0 質量% の濃度で存在する。

40

【 0 0 3 8 】

ノニオン性界面活性剤は、いずれかの好適な親水性親油性バランス (HLB) を有することができる。例えば、ノニオン性界面活性剤は、3 以上、例えば 4 以上、5 以上、6 以上、7 以上、8 以上、9 以上、10 以上、または 11 以上の HLB を有することができる。あるいは、もしくは、加えて、ノニオン性界面活性剤は、22 以下、例えば 21 以下、20 以下、19 以下、18 以下、17 以下、16 以下、15 以下、14 以下、13 以下、または 12 以下の HLB を有することができる。従って、ノニオン性界面活性剤は、上記

50

の端点のいずれか2つによって拘束された範囲のHLBを有することができる。例えば、ノニオン性界面活性剤は、3～22、4～21、5～20、6～19、10～13、または8～15のHLBを有することができる。好ましくは、ノニオン性界面活性剤は、7～18のHLBを有している。

【0039】

随意選択的に、幾つかの態様では、研磨組成物は、1種もしくは2種以上の増粘剤を含むことができる。増粘剤は、例えば、ディッシング低減剤として作用するように含むことができる。増粘剤は、いずれかの好適な増粘剤であることができる。好ましくは、増粘剤は、セルロース化合物、デキストラン、ポリビニルアルコール、カラギーナン、キトサン、ヒドロキシエチルセルロース、カルボキシエチルセルロース、ヒドロキシメチルセルロース、メチルセルロース、ヒドロキシプロピルセルロース、それらの共形成生成物、またはそれらの組み合わせである。

10

【0040】

研磨組成物中に存在するのであれば、増粘剤は、研磨組成物中にいずれかの好適な濃度で存在することができる。例えば、増粘剤は、0.0005質量%以上、例えば0.005質量%以上、0.01質量%以上、0.05質量%以上、0.1質量%以上、または0.5質量%以上の濃度で存在することができる。あるいは、もしくは、加えて、増粘剤は、5質量%以下、例えば4質量%以下、3質量%以下、2質量%以下、または1質量%以下の濃度で研磨組成物中に存在することができる。従って、増粘剤は、上記の端点のいずれか2つによって拘束された範囲の濃度で、研磨組成物中に存在することができる。例えば、増粘剤は、0.005質量%～5質量%、例えば0.01質量%～3質量%、0.1質量%～2質量%、0.005質量%～4質量%、または0.05質量%～1質量%の濃度で存在することができる。好ましくは、増粘剤は、0.001質量%～1質量%の濃度で、研磨組成物中に存在することができる。

20

【0041】

随意選択的に、幾つかの態様では、研磨組成物は、例えば、除去速度促進剤、欠陥低減剤、またはその両方として作用する、1種もしくは2種以上のカチオン性ポリマーを含むことができる。カチオン性ポリマーは、いずれかの好適なカチオン性ポリマーであることができる。好ましくは、カチオン性ポリマーは、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(polyMADQUAT)、ポリ(ジアリルジメチルアンモニウム)クロリド(polyDADMAC)、ポリ(アクリルアミド)、ポリ(アリルアミン)、ポリ(ビニルイミダゾリウム)(poly(vinylimidazolium))、ポリ(ビニルピリジウム)、それらの共形成生成物またはそれらの組み合わせである。

30

【0042】

研磨組成物中に存在するのであれば、カチオン性ポリマーは、研磨組成物中にいずれかの好適な濃度で存在することができる。例えば、カチオン性ポリマーは、0.0005質量%以上、例えば0.005質量%以上、0.01質量%以上、0.05質量%以上、0.1質量%以上、または0.5質量%以上の濃度で存在することができる。あるいは、もしくは、加えて、カチオン性ポリマーは、研磨組成物中に、5質量%以下、例えば4質量%以下、3質量%以下、2質量%以下、または1質量%以下の濃度で存在することができる。従って、カチオン性ポリマーは、研磨組成物中に、上記の端点のいずれか2つによって拘束された範囲の濃度で存在することができる。例えば、カチオン性ポリマーは、0.005質量%～5質量%、例えば0.01質量%～3質量%、0.1質量%～2質量%、0.005質量%～4質量%、または0.05質量%～1質量%の濃度で存在することができる。好ましくは、カチオン性ポリマーは、研磨組成物中に、0.001質量%～1質量%の濃度で存在する。

40

【0043】

随意選択的に、研磨組成物は、1種もしくは2種以上の添加剤を更に含んでいる。例示的な添加剤としては、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)、キレート化剤、殺生物剤、スケール抑制剤、分散剤などが挙げられる

50

【0044】

殺生物剤は、いずれかの好適な殺生物剤であることができ、そして研磨組成物中にいずれかの好適な量で存在することができる。好適な殺生物剤は、イソチアゾリノン (isothiazolinone) 殺生物剤である。研磨組成物中に用いられる殺生物剤の量は、典型的には 1 ~ 50 ppm、好ましくは 10 ~ 20 ppm である。

【0045】

研磨組成物は、いずれかの好適な技術によって調製することができ、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によって調製することができる。通常は、研磨組成物は、ここに記載された成分を、いずれかの順序で組み合わせることによって調製することができる。ここで用いられる用語「成分」は、個々の成分（例えば、セリア研磨剤、アルコールアミン、水、随意選択的なノニオン性界面活性剤、随意選択的な増粘剤、随意選択的なカチオン性ポリマーおよび/またはいずれかの随意選択的な添加剤）ならびに、成分のいずれかの組み合わせ（例えば、セリア研磨剤、アルコールアミン、水、随意選択的なノニオン性界面活性剤、随意選択的な増粘剤、随意選択的なカチオン性ポリマーなど）を含んでいる。

【0046】

例えば、研磨組成物は、(i) 液体キャリアの全てまたは一部を準備すること、(ii) 分散液を調製するためのいずれかの好適な手段を用いて、液体キャリア中に、セリア研磨剤、アルコールアミン、水、随意選択的なノニオン性界面活性剤、随意選択的な増粘剤、随意選択的なカチオン性ポリマーおよび/またはいずれかの随意選択的な添加剤を分散させること、(iii) 分散液の pH を必要に応じて調整すること、ならびに (iv) 随意選択的に、好適な量のいずれかの他の随意選択的な成分および/または添加剤を混合物に加えること、によって調製することができる。

【0047】

あるいは、研磨組成物は、(i) 酸化セリウムスラリー中に、1種もしくは2種以上の成分（例えば、水、随意選択的なノニオン性界面活性剤、随意選択的な増粘剤、随意選択的なカチオン性ポリマーおよび/またはいずれかの随意選択的な添加剤）を準備すること、(ii) 添加剤溶液中に1種もしくは2種以上の成分を準備すること（例えば、水、随意選択的なノニオン性界面活性剤、随意選択的な増粘剤、随意選択的なカチオン性ポリマーおよび/またはいずれかの随意選択的な添加剤）、(iii) 酸化セリウムスラリーと添加剤溶液を混合して、混合物を形成すること、(iv) 随意選択的に、好適な量のいずれかの他の随意選択的な添加剤を混合物に加えること、ならびに (v) 混合物の pH を必要に応じて調整することによって調製することができる。

【0048】

研磨組成物は、セリア研磨剤、アルコールアミン、随意選択的なノニオン性界面活性剤、随意選択的な増粘剤、随意選択的なカチオン性ポリマーおよび/またはいずれかの随意選択的な添加剤、ならびに水を含む1液型系として供給することができる。あるいは、本研磨組成物は、酸化セリウムスラリーおよび添加剤溶液を含む2液型系として供給することができ、ここで酸化セリウムスラリーは、セリア研磨剤、随意選択的なノニオン性界面活性剤、随意選択的な増粘剤、随意選択的なカチオン性ポリマーおよび/または随意選択的な添加剤から本質的になる、または、からなっている。2液型の系は、2つのパッケージ、すなわち酸化セリウムスラリーおよび添加剤溶液の混合比を変化させることによって、基材の全体的な平坦化特性および研磨速度の調整を可能にさせる。

【0049】

そのような2液型の研磨系を用いるのに、種々の方法を用いることができる。例えば、酸化セリウムスラリーおよび添加剤溶液を、供給パイプの出口で結合され、そして連結された異なるパイプによって、研磨台に供給することができる。酸化セリウムスラリーおよび添加剤溶液は、研磨の直ぐ前または直前に混合することができ、あるいは研磨台に同時に供給することができる。更には、2液型が混合された場合には、所望により、研磨組成

10

20

30

40

50

物を調整し、そして基材研磨特性をもたらすように、脱イオン水を加えることができる。

【0050】

同様に、3、4または5液型以上の系を本発明と関連して用いることができ、複数の容器のそれぞれは、本発明の化学機械研磨組成物の異なる成分を、1種もしくは2種以上の随意選択的な成分を、および/または1種もしくは2種以上の同じ成分を異なる濃度で、含んでいる。

【0051】

2つもしくは3つ以上の貯蔵装置中に容れられた成分を混合して、使用の地点で、または使用の地点の近傍で研磨組成物を生成させるために、貯蔵装置は、典型的には、それぞれの貯蔵装置から研磨組成物の使用の地点（例えば、プラテン、研磨パッド、または基材表面自体）へと導く、1つもしくは2つ以上の流れ経路が与えられている。ここで用いられる用語「使用の地点」は、研磨組成物が基材表面に適用される地点（例えば、研磨パッドまたは基材表面自体）を表している。用語「流れ経路」は、個々の貯蔵容器から、そこに貯蔵された成分の使用の地点への流れの流路を意味している。流れ経路は、それぞれ使用の地点に直接に導くことができるか、または2つもしくは3つ以上の流れ経路を、いずれかの地点で、使用の地点に導く単一の流れ経路中に組み合わせることができる。更には、いずれかの流れ経路（例えば、個々の流れ経路または組み合わされた流れ経路）を、成分の使用の地点に到達する前に、先ず1つもしくは2つ以上の他の装置（例えば、ポンプ装置、計量装置、混合装置など）に導くことができる。

【0052】

研磨組成物の成分は、使用の地点に独立に供給することができ（例えば、成分は基材表面に供給され、そこで成分は研磨プロセスの間に混合される）、または1種もしくは2種以上の成分は、使用の地点への供給の前に、例えば使用の地点への供給の直ぐ前、もしくは直前に、混合することができる。成分が、プラテン上で、混合された形態に、加えられる5分間以内前に、例えばプラテン上で、混合された形態に、加えられる4分間以内、3分間以内、2分間以内、1分間以内、45秒間以内、30秒間以内、10秒間以内前に、或いは使用の地点で成分の供給と同時に（例えば、成分は分配器で混合される）混合される場合には、成分は「使用の地点への供給の直前に」混合される。また、成分が、使用の地点の5m以内で、例えば使用の地点の1m以内で、あるいは使用の地点の10cm以内で（例えば、使用の地点の1cm以内で）混合される場合には、成分は、「使用の地点への供給の直前に」混合される。

【0053】

研磨組成物の2種もしくは3種以上の成分が、使用の地点に到達する前に混合された場合には、それらの成分は、流れ経路の中で混合することができ、そして混合装置の使用なしに、使用の地点へと供給される。あるいは、1種もしくは2種以上の流れ経路を、2種もしくは3種以上の成分の混合を促進するように、混合装置中に導くことができる。いずれかの好適な混合装置を用いることができる。例えば、混合装置は、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）であることができ、それを通して2種もしくは3種以上の成分が流れる。あるいは、混合装置は、1つもしくは2つ以上の入口（それによって、研磨スラリーの2種もしくは3種以上の成分が混合機へと導入される）、および少なくとも1つの出口（それを通して混合された成分が混合機を出て、直接に、または装置の他の要素を経由して（例えば、1つもしくは2つ以上の流れ経路を経由して）使用の地点に供給される）を含む容器型の混合装置であることができる。更に、混合装置は、2つ以上のチャンバーを含むことができ、それぞれのチャンバーは、少なくとも1つの入口および少なくとも1つの出口を有しており、2種もしくは3種以上の成分がそれぞれのチャンバー中で混合される。容器型の装置が用いられる場合には、混合装置は、それらの成分の混合を更に促進するように、好ましくは混合機構を含んでいる。混合機構は、当技術分野で通常知られており、そして攪拌機（stirrers）、混合機、攪拌機（agitators）、翼付きパッフル、ガススパージャーシステム、振とう機などが挙げられる。

【0054】

また、研磨組成物は、濃縮物として提供することができ、濃縮物は、使用の前に適切な量の水で希釈されることが意図されている。そのような態様では、研磨組成物濃縮物は、研磨組成物の成分を、濃縮物を適切な量の水で希釈した場合に、研磨組成物のそれぞれの成分が、研磨組成物中に、それぞれの成分について上記した適切な範囲内の量で存在するような量で含んでいる。例えば、セリア研磨剤、アルコールアミン、随意選択的なノニオン性界面活性剤、随意選択的な増粘剤、随意選択的なカチオン性ポリマーおよび/またはいずれかの随意選択的な添加剤は、濃縮物中に、それぞれの成分について上記した濃度よりも2倍大きい(例えば、3倍、4倍、または5倍の)量でそれぞれ存在することができ、それによって、濃縮物が等体積の水(例えば、それぞれ2等体積の水、3等体積の水、または4等体積の水)で希釈された場合に、それぞれの成分が、研磨組成物中に、それぞれの成分について上記で説明した範囲内の量で存在するようになる。更に、当業者に理解されるように、セリア研磨剤、アルコールアミン、随意選択的なノニオン性界面活性剤、随意選択的な増粘剤、随意選択的なカチオン性ポリマーおよび/またはいずれかの随意選択的な添加剤が、濃縮物中に少なくとも部分的に、または完全に溶解されるように、濃縮物は、最終的な研磨組成物中に存在する水の適切な割合を含むことができる。

10

【0055】

また、本発明の態様では、ここで記載された研磨組成物の態様で、基材を研磨する方法を提供する。基材の研磨方法は、(i)基材を準備すること、(ii)研磨パッドを準備すること、(iii)本発明の態様による研磨組成物を準備すること、(iv)基材を、研磨パッドおよび研磨組成物と接触させること、ならびに(v)研磨パッドおよび研磨組成物を、基材に対して動かして、基材の少なくとも1部を削り取って基材を研磨すること、を含んでいる。

20

【0056】

特に、本方法の幾つかの態様は、基材を、研磨パッドならびに、(a)30nm以下の平均粒子径を有する湿式法セリア研磨剤粒子、(b)少なくとも1種のアルコールアミン、および(c)水、を含む研磨組成物と接触させることを含んでいる。この研磨組成物は6以上のpHを有している。本方法は、研磨パッドおよび研磨組成物を、基材に対して動かして、基材の少なくとも1部を削り取って基材を研磨することを更に含んでいる。

【0057】

接触させる工程では、研磨組成物は、当業者によって理解されるように、好適な量で存在する。

30

【0058】

削り取る工程は、例えば、基材の所望の研磨を達成させるように、好適な時間に亘って行われる。

【0059】

研磨組成物は、いずれかの好適な基材を研磨するために用いることができ、そして低誘電率材料を含む少なくとも1つの層(典型的には表面層)を含む基材を研磨するのに特に有用である。好適な基材としては、半導体工業で用いられるウエハが挙げられる。ウエハは、典型的には、例えば金属、金属酸化物、金属窒化物、金属複合材、金属合金、低誘電率材料、またはそれらの組み合わせを含んでいる、もしくは、からなっている。本発明の方法は、酸化ケイ素および/またはポリシリコンの幾らかの部分が、基材から除去されて基材を研磨するように、酸化ケイ素および/またはポリシリコンを含む基材を研磨するために特に有用である。本発明の研磨組成物で研磨される誘電体層(例えば、酸化ケイ素)は、いずれかの好適な誘電率、例えば3.5以下、例えば3以下、2.5以下、2以下、1.5以下、または1以下の誘電率を有することができる。あるいは、もしくは、加えて、誘電体層は、1以上、例えば1.5以上、2以上、2.5以上、3以上、または3.5以上の誘電率を有することができる。従って、誘電体層は、上記の端点のいずれか2つによって拘束される範囲内の誘電率を有することができる。例えば、誘電体層は、1~3.5の範囲、例えば2~3の範囲、2~3.5の範囲、2.5~3の範囲、2.5~3.5の範囲の誘電率を有することができる。

40

50

【0060】

特定の態様では、基材は、酸化ケイ素および/または窒化ケイ素とともにポリシリコンを含んでいる。ポリシリコンは、いずれかの好適なポリシリコンであることができ、それらの多くは当技術分野で知られている。ポリシリコンは、いずれかの好適な相を有することができる、そしてアモルファス、結晶性またはそれらの組み合わせであることができる。酸化ケイ素は、同様にいずれかの好適な酸化ケイ素であることができ、それらの多くは当技術分野で知られている。酸化ケイ素の好適な種類としては、ホウリンケイ酸塩ガラス（BPSG）、プラズマ促進テトラエチルオルトケイ酸塩（PETEOS）、テトラエチルオルトケイ酸塩（TEOS）、熱酸化物、非ドーブケイ酸塩ガラス、および高密度プラズマ（HDP）酸化物が挙げられるが、それらには限定されない。

10

【0061】

研磨組成物は、本発明の方法によって酸化ケイ素を含む基材を研磨する場合に、望ましくは高い除去速度を示す。例えば、本発明の態様によって、高密度プラズマ（HDP）酸化物および/またはプラズマ促進テトラエチルオルトケイ酸塩（PETEOS）、塗布ガラス（spin-on-glass）（SOG）および/またはテトラエチルオルトケイ酸塩（TEOS）を含むシリコンウエハを研磨する場合に、研磨組成物は、望ましくは、400 /分以上、例えば700 /分以上、1,000 /分以上、1,250 /分以上、1,500 /分以上、1,750 /分以上、2,000 /分以上、2,500 /分以上、3,000 /分以上、3,500 /分以上、4000 /分以上、4500 /分以上、または5000 /分以上の酸化ケイ素除去速度を示す。

20

【0062】

研磨組成物は、本発明の方法によってポリシリコンおよび/または窒化ケイ素を含む基材を研磨する場合に、望ましくは低い除去速度を示す。例えば、本発明の態様によってポリシリコンを含むシリコンウエハを研磨する場合には、研磨組成物は、望ましくは、1,000 /分以下、例えば750 /分以下、500 /分以下、250 /分以下、100 /分以下、50 /分以下、25 /分以下、10 /分以下、または更には5 /分以下のポリシリコンおよび/または窒化ケイ素の除去速度を示す。

【0063】

例えば、幾つかの態様では、本発明の研磨組成物および方法は、酸化ケイ素トレンチによって分離されたポリシリコンの区画を有する用途に有用である。幾つかの態様では、研磨組成物は、ポリ上停止（stop-on-poly）（SOP）用途、例えば、欠陥、例えば引っ掻き傷を受け易い、不揮発性メモリー装置のための「NAND型フラッシュ」研磨に用いることができる。望ましくは、幾つかの態様では、本発明により研磨組成物および方法の使用は、ウエハの収率を、少なくとも90%、例えば少なくとも92%、または少なくとも95%へと高めることができる。

30

【0064】

研磨組成物は、基材を研磨した場合には、望ましくは、好適な技術によって測定された、低いディッシングを示す。例えば、本発明の態様で、誘電体層（例えば、酸化物）で充填されたトレンチを含む、パターン化されたシリコンウエハを研磨する場合には、研磨組成物は、望ましくは、2500 以下、例えば2000 以下、1750 以下、1500 以下、1250 以下、1000 以下、750 以下、500 以下、250 以下、100 以下、50 以下のディッシングを示す。

40

【0065】

研磨組成物は、基材を研磨した場合に、望ましくは、好適な技術で測定された、低い粒子欠陥を示す。本発明の研磨組成物で研磨された基材上の粒子欠陥は、いずれかの好適な技術によって測定することができる。例えば、レーザー光散乱法、例えば暗視野垂直ビームコンポジット（DCN）および暗視野傾斜ビームコンポジット（DCO）を、研磨された基材上の粒子欠陥を測定するのに用いることができる。粒子欠陥を評価するための好適な機器が、例えばKLA-Tencorから入手可能である（例えば、120nmの閾値または160nmの閾値で操作されるSURFSCAN（商標）SPI装置）。

50

【0066】

本研磨組成物で研磨された基材、特に酸化ケイ素および/またはポリシリコンを含むシリコンは、望ましくは、20,000カウント以下、例えば17,500カウント以下、15,000カウント以下、12,500カウント以下、3,500カウント以下、3,000カウント以下、2,500カウント以下、2,000カウント以下、1,500カウント以下、または1,000カウント以下のDCN値を有している。好ましくは、本発明の態様によって研磨された基材は、750カウント以下、例えば500カウント、250カウント、125カウント、または更には100カウント以下のDCN値を有している。

【0067】

本研磨組成物の態様で研磨された基材は、望ましくは、好適な技術によって測定された、低い合計の引掻き傷のカウントを示す。例えば、研磨組成物は、望ましくは、90カウント以下、例えば80カウント以下、70カウント以下、60カウント以下、50カウント以下、40カウント以下、30カウント以下、20カウント以下、10カウント以下、5カウント以下、2カウント以下、または1.5カウント以下の合計の引掻き傷のカウントを示す。

【0068】

本研磨組成物の態様でポリシリコン基材を研磨する場合には、基材からのポリシリコン損失は、ポリシリコン基材の端部、中部および中心部から測定することができる。研磨組成物は、望ましくは、基材を研磨した場合に、好適な技術によって測定された、ポリシリコン損失の均一性を示す。例えば、ポリシリコン基材の端部、中部、および中心部からのポリシリコン損失値は、望ましくは、互いに50以内、例えば、互いに40以内、互いに30以内、互いに20以内、互いに10以内、互いに5以内、互いに2.5以内、互いに1.0以内、または互いに0.1以内である。

【0069】

研磨組成物は、同時に表面不完全度、欠陥、腐食、浸食および停止層の除去を最小化しながら、特定の材料に選択的な効果的な研磨を与えるように逃えることができる。選択性は、研磨組成物の成分の相対的な濃度を変更することによって、ある程度、制御することができる。望ましい場合には、研磨組成物は、5:1以上、例えば10:1以上、15:1以上、25:1以上、50:1以上、100:1以上、または150:1以上の、酸化ケイ素のポリシリコンに対する研磨選択性で、基材を研磨するのに用いることができる。特定の配合品は、例えば20:1以上、または更には30:1以上の、更により高い酸化ケイ素のポリシリコンに対する選択性を示すことができる。例えば、酸化ケイ素の除去速度(/分)は、ポリシリコンの除去速度と比較して、10倍以上高い可能性がある。

【0070】

本発明によれば、基材は、いずれかの好適な技術によって、ここに記載された研磨組成物で平坦化、または研磨することができる。本発明の研磨方法は、CMP装置と共に使用するのに特に好適である。典型的には、CMP装置は、プラテン(使用の場合には、動作し、そして軌道の、直線状の、または円形の動作からもたらされる速度を有している)、プラテンに接触しており、そして動作中はプラテンと共に動く研磨パッド、ならびに研磨パッドの表面に対して接触させ、そして動かすことによって研磨される基材を支持する支持体を含んでいる。本発明の研磨組成物の態様は、増大されたプラテン速度(例えば、50rpm以上、例えば100rpm以上)を可能にする。基材の研磨は、基材を本発明の研磨組成物および望ましくは研磨パッドと接触させて配置し、そして次いで基材、例えばここに記載された1種もしくは2種以上の基材材料の表面の少なくとも一部を研磨組成物で削り取って、基材を研磨することによって起こる。

【0071】

基材は、いずれかの好適な研磨パッド(例えば、研磨表面)を用いて研磨組成物で研磨することができる。好適な研磨パッドとしては、例えば織られた、および不織の研磨パッドが挙げられる。更には、好適な研磨パッドは、様々な密度、硬度、厚さ、圧縮性、圧縮

10

20

30

40

50

への反発の能力、および圧縮弾性率のいずれかの好適なポリマーを含むことができる。好適なポリマーとしては、例えば、ポリ塩化ビニル、ポリフッ化ビニル、ナイロン、フルオロカーボン、ポリカーボネート、ポリエステル、ポリアクリル酸エステル、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、それらの共形成された生成物、ならびにそれらの混合物が挙げられる。軟質ポリウレタン研磨パッドは、本発明の研磨方法とともに特に有用である。典型的なパッドとしては、SURFIN（商標）000、SURFIN（商標）SSW1、SPM3100（例えば、Eminess Technologiesから商業的に入手可能である）、POLITEX（商標）、およびFujibo POLYPAS（商標）27が挙げられるが、それらには限定されない。特に好ましい研磨パッドとしては、Cabot Microelectronicsから商業的に入手可能なEPIC（商標）D100パッドがある。

10

【0072】

望ましくは、CMP装置は、その場での研磨終点検知システムを更に含んでおり、その多くは当技術分野で知られている。加工品の表面から反射された光または他の輻射線を分析することによって研磨プロセスを検査および監視するための技術が、当技術分野で知られている。そのような方法が、例えば米国特許第5,196,353号明細書、米国特許第5,433,651号明細書、米国特許第5,609,511号明細書、米国特許第5,643,046号明細書、米国特許第5,658,183号明細書、米国特許第5,730,642号明細書、米国特許第5,838,447号明細書、米国特許第5,872,633号明細書、米国特許第5,893,796号明細書、米国特許第5,949,927号明細書、および米国特許第5,964,643号明細書に記載されている。望ましくは、研磨されている加工品に対する研磨プロセスの進行の検査および監視は、研磨終点の決定、すなわち特定の加工品に対して研磨プロセスを何時停止するかを可能にする。

20

【実施例】**【0073】**

下記の例は、本発明を更に説明するが、しかしながら、勿論のこと、本発明の範囲を限定するものとは決して理解されてはならない。

【0074】

例1

この例は、pH、DMAMP、ポリソルベート、および30nm以下の平均粒子径の湿式法セリア研磨剤粒子の、研磨組成物1A~1Iで研磨された均一な酸化ケイ素膜（プランケットウエハ）からの酸化ケイ素の除去速度への効果を示している。この例の研磨組成物は、6000ppmのポリエチレングリコール（PEG）8000、種々の量のポリソルベート20およびDMAMP-80（表1A中に示されたように）、および2.4%の、30nm以下の平均粒子径の湿式法セリア研磨剤粒子を含んでいた。更に、これらの研磨剤組成物のpH値が表1Aに列挙されている。全ての配合品は、0.43%の固形分で試験された。

30

【0075】

テトラエチルオルトシリケート（TEOS）および高密度プラズマ（HDP）のプランケットウエハが、研磨組成物1A~1Iで、Mirra（商標）CMP装置（Applied Materials, Inc.、Santa Clara、カリフォルニア州）で研磨された。Mirra（商標）プロセスの研磨パラメータは、下記の表1Bに示されている。

40

【0076】

研磨に続いて、それぞれの研磨組成物について、HDP除去速度が、/分で測定された。結果を図1に示したが、これは与えられた研磨組成物のpH（X軸）、DMAMP量（Y軸）およびtween-20量（Z軸）で生み出されたHDP除去速度を示すキューブプロットである。

【0077】

【表 1 A】

表 1 A : 研磨組成物の概要

研磨組成物	研磨組成物 pH	DMAMP (ppm)	ポリソルベート20 (ppm)
1A	8.5	2000	400
1B	8.5	1200	100
1C	9.5	1200	400
1D	9.5	2000	100
1E	8.5	2000	100
1F	8.5	1200	400
1G	9.5	2000	400
1H	9.5	1200	100
1I	9.0	1600	250

10

【0078】

【表 1 B】

表 1 B : Mirra (商標) プロセスのパラメータ

パラメータ	値
保持リング圧力	37.9 kPa (5.5 psi)
膜圧力	20.7 kPa (3 psi)
ヘッド速度	85 rpm
プラテン速度	100 rpm
流量	150 mL/分
コンディショナ	モデルS8031G7 (Saesol Diamond Ind., Co., Ltd. (韓国))
コンディショナ下向き力	1.361 kg
コンディショニング	100%インサイチュ
研磨パッド	Dow IC1010 (商標) 研磨パッド

20

30

【0079】

これらの結果は、より高いDMAMP量を有する研磨組成物では、より高い酸化ケイ素除去速度が得られたことを示している。特に、研磨組成物1Gは、研磨組成物1Cよりも約4倍高い除去速度を示した。この2つの研磨組成物における唯一の差異は、研磨組成物1GのDMAMPのppmが、研磨組成物1Cよりも5倍大きいことであった。

【0080】

また、これらの結果は、より低いpHが、より高い除去速度に最適であることを示している。特に、研磨組成物1Bは、研磨組成物1Hよりも10倍超高い除去速度を有していた。この2つの研磨組成物における唯一の差異は、研磨組成物1Bが、より酸性であることであった。

40

【0081】

更に、これらの結果は、より高いポリソルベート20の量で、酸化ケイ素除去速度が増大することを示している。特に、研磨組成物1Cは、研磨組成物1Hよりも約7倍高い除去速度を示した。この2つの研磨組成物における唯一の差異は、研磨組成物1Cでは、ポリソルベート20(ppm)が4倍大きいことであった。

【0082】

例 2

この例は、ポリソルベート、トリエタノールアミン、および30nm以下の平均粒子径

50

の湿式法セリア研磨剤粒子の、研磨組成物 2 A ~ 2 E で研磨される T E O S ブランケットウエハからの酸化ケイ素の除去層度への効果を示している。更に、この例では、研磨組成物 2 A ~ 2 E で研磨された、ポリシリコン膜中にパターン化された（パターンウエハ）、酸化ケイ素で充填されたトレンチ内に、研磨組成物 2 A ~ 2 E が生成させるディッシングを測定した。この例の研磨組成物は、6 0 0 0 p p m のポリエチレングリコール（P E G）8 0 0 0、種々の量の除去速度促進剤トリエタノールアミン、およびポリソルベート 2 0（表 2 A 中に示したような）、および 2 . 4 % の、3 0 n m 以下の平均粒子径の湿式法セリア研磨剤粒子を含んでいた。全ての配合物は、0 . 4 3 % の固形分で試験した。

【 0 0 8 3 】

T E O S のブランケットウエハが、研磨組成物 2 A ~ 2 E で研磨された。更に、パターンウエハが、研磨組成物 2 A ~ 2 E で研磨された。研磨は、Reflexion（商標）C M P 装置（Applied Materials, Inc., Santa Clara, カリフォルニア州）で行った。Reflexion（商標）プロセスの研磨パラメータは、下記の表 2 B に示されている。

【 0 0 8 4 】

ディッシングは、F5偏光解析法装置（KLA-Tencor（Milpitas, カリフォルニア州））によって、トレンチ内部の酸化ケイ素膜と周りのポリシリコン膜の間の厚さの差異を比較することによって、測定したが、より大きな差異が、より大きなディッシングの比率に相当する。

【 0 0 8 5 】

研磨に続いて、T E O S 除去速度を、 / 分で測定し、その結果は、図 2 に示したが、これは、与えられた研磨組成物についての、ポリソルベート 2 0 の量（X 軸）、およびトリエタノールアミンの量（Y 軸）で生成される T E O S 除去速度を示すプロットである。

【 0 0 8 6 】

それぞれの研磨組成物によって示されるディッシングを、 で測定し、そして図 3 に示したが、これは、それぞれの研磨組成物についての、5 0 % 密度で種々の長さのピッチ（X 軸）内で測定されたディッシング（Y 軸）を示す線グラフである。

【 0 0 8 7 】

【表 2 A】

表 2 A : 研磨組成物の概要

研磨組成物	ポリソルベート 2 0 (p p m)	トリエタノールアミン (p p m)
2 A	1 0 0	2 5 0
2 B	5 0 0	2 5 0
2 C	5 0 0	1 0 0
2 D	1 0 0	1 0 0
2 E	3 0 0	1 7 5

【 0 0 8 8 】

【表 2 B】

表 2 B : Reflexion (商標) プロセスのパラメータ

パラメータ	値
保持リング圧力	55.2~62.1 kPa
ゾーン1	34.5~55.2 kPa
ゾーン2	13.8~27.6 kPa
ゾーン3	20.7 kPa
ヘッド速度	65~87 rpm
プラテン速度	70~93 rpm
流量	250 mL/分
コンディショナ	モデルS8031C7 (Saesol Diamond Ind., Co., Ltd. (韓国))
コンディショナ下向き力	1.361 kg
コンディショニング	100%インサイチュ
パッドの種類	Dow IC1010 (商標) 研磨パッド

10

【0089】

これらの結果は、より高いTEOS除去速度は、与えられた研磨組成物中に存在するポリソルベートの量にかかわらず、より少ないトリエタノールアミンの量を有する研磨組成物で得られることを示している。特に、研磨組成物2Dおよび2Cは、研磨組成物2Cが、5倍の量のポリソルベート20を含んでいたにもかかわらず、匹敵する除去速度を有していた。更に、これらの結果は、研磨組成物2Aおよび2Bを比較した場合に示されるように、特定の研磨組成物について、より多いトリエタノールアミンは、より高いpHの水準とより低い除去速度に寄与したので、より高いpHは、除去速度に有害であることを示している。

20

【0090】

更に、これらの結果は、表2A中の研磨組成物は、貧弱なディッシング性能を示すことを示している。より具体的には、図3には、50%密度における種々のピッチサイズ(ミクロンで測定された)内のディッシングがプロットされている。最も小さなピッチサイズにおいてさえも、全ての研磨組成物が1000超のディッシングを示した。研磨組成物2Bは、種々のミクロンピッチサイズにおいて最も小さなディッシングを有しており、より高いポリソルベート20の量が、酸化ケイ素トレンチ内のディッシングを低減させることを示唆していた。

30

【0091】

例 3

この例は、種々のノニオン性界面活性剤、Igepal CO-890、Igepal CA-630、および30nm以下の平均粒子径の湿式法セリア研磨剤粒子の、1) 研磨組成物3A~3Lで研磨されるブランケットウエハからの酸化ケイ素の除去速度、2) 研磨組成物3A~3Lで研磨される均一なポリシリコン膜(ポリシリコンブランケットウエハ)からのポリシリコンの除去速度、および3) 研磨組成物3A~3Lの、パターンウエハ上のディッシング、への効果を示している。この例の研磨組成物は、6000ppmのPEG8000、種々の種類のノニオン性界面活性剤(表3中に示されている)、1000ppmのIgepal CO-890、および2.4%の、30nm以下の平均粒子径の湿式法セリア研磨剤粒子を含んでいた。全ての配合物は、0.43%の固形分で試験した。(研磨組成物3Kおよび3Lでは、CA-630(それぞれ、1000および2000ppm)が、1000ppmのIgepal CO-890で置き換えられた。

40

【0092】

また、それぞれのノニオン性界面活性剤についての親水性 親油性バランス(HLB)が、表3に列挙されている。

50

【 0 0 9 3 】

T E O S、H D P、およびポリシリコンのブランケットウエハが、研磨組成物 3 A ~ 3 L で研磨された。更に、パターンウエハを、研磨組成物 3 A ~ 3 L で研磨した。研磨は、Mirra (商標) C M P 装置 (Applied Materials, Inc., Santa Clara, カリフォルニア州) で行った。ディッシングを、F5 偏光解析法装置 (KLA-Tencor (Milpitas, カリフォルニア州)) によって測定した。

【 0 0 9 4 】

研磨に続いて、それぞれの研磨組成物についての T E O S、H D P、およびポリシリコン除去速度を、 / 分で測定した。これらの結果を図 4 に示したが、これは、特定の研磨組成物 (X 軸) についての、3 種の表面のウエハの除去速度 (Y 軸) を示す棒グラフである。

10

【 0 0 9 5 】

それぞれの研磨組成物によって示されたディッシングを、 で測定し、そして、図 5 に示したが、これはそれぞれの研磨組成物についての、種々の長さのピッチ (X 軸) 内で測定されたディッシング (Y 軸) を示す線グラフである。

【 0 0 9 6 】

【表 3】

表 3 : 研磨組成物の概要

研磨組成物	ノニオン性界面活性剤の種類	ノニオン性界面活性剤量 (質量%)	ノニオン性界面活性剤の H L B
3 A	ポリソルベート 2 0	0. 0 5	1 6
3 B	ポリソルベート 2 0	0. 1	1 6
3 C	ポリソルベート 6 0	0. 0 6 6 6	1 4 ~ 1 5
3 D	ポリソルベート 6 0	0. 1 3 3 2	1 4 ~ 1 5
3 E	ポリソルベート 8 0	0. 0 6 6 6	1 5
3 F	ポリソルベート 8 0	0. 1 3 3 2	1 5
3 G	ポリソルベート 6 5	0. 0 9 2 2	1 0 ~ 1 1
3 H	ポリソルベート 6 5	0. 1 8 4 4	1 0 ~ 1 1
3 I	ソルビタン 2 0	0. 0 2 4	8 ~ 9
3 J	ソルビタン 2 0	0. 0 4 8	8 ~ 9
3 K	ポリソルベート 2 0	0. 0 0 5	1 6
3 L	ポリソルベート 2 0	0. 0 0 5	1 6

20

30

【 0 0 9 7 】

これらの結果は、表 3 中の研磨組成物は、ポリシリコンに対してははるかに低い除去速度を維持しながら、酸化ケイ素に対しては高い除去速度を示している。研磨組成物 3 A ~ 3 L が示す選択性は、C M P 組成物では理想的である。例えば、研磨組成物 3 G は、1 6 0 0 / 分を超える酸化ケイ素除去速度を示したが、しかしながらポリシリコンは、1 2 8 / 分の速度で除去した。研磨組成物 3 G によって示された選択性の大きさは、表 3 中の全ての研磨組成物によって実証された。

40

【 0 0 9 8 】

また、これらの結果は、表 3 中の研磨組成物が、貧弱なディッシング性能を示したことを示している。より具体的には、図 5 には、5 0 % 密度での、種々のサイズのミクロンピッチ内のディッシングがプロットされている。最も小さなピッチサイズでさえも、全ての研磨組成物が 1 9 0 0 超のディッシングを示した。研磨組成物 3 H および 3 J は、種々のピッチサイズにおいて最も低いディッシングを有していた。このことは、研磨組成物 3 H および 3 J が、それぞれ最も多量のポリソルベート 6 5 とソルビタン 2 0 を含んでおり、それらの両方が、表 3 の研磨組成物中で用いられたより疎水性の界面活性剤の中にあ

50

るので、増大した疎水性が、ディッシング性能を向上させることを示唆している。

【0099】

例4

この例は、種々のカチオン性ポリマー、ノニオン性界面活性剤、および30nm以下の平均粒子径の湿式法セリア研磨剤粒子の、研磨組成物4A~4Kで研磨されたブランケットウエハからの酸化ケイ素除去速度、および研磨組成物4A~4Kで研磨されたポリシリコンブランケットウエハからのポリシリコン除去速度への効果を示している。この例の研磨組成物は、6000ppmのPEG8000、種々の種類の分岐PEG、およびポリプロピレングリコール(PPG)ポリマーおよびポリソルベート(表4に示したように)、および2.4%の、30nm以下の平均粒子径の湿式法セリア研磨剤粒子を含んでいた。全ての配合物は、0.43%の固形分で試験した。また、HLBが、それぞれのノニオン性界面活性剤について、表4に列挙されている。

10

【0100】

TEOS、HDP、およびポリシリコンのブランケットウエハを、下記の表4に示した一連の研磨組成物4A~4Kで研磨した。研磨は、Mirra(商標)CMP装置(Applied Materials, Inc., Santa Clara, カリフォルニア州)で行った。

【0101】

研磨に続いて、それぞれの研磨組成物についてのTEOS、HDP、およびポリシリコン除去速度を、/分で測定した。これらの結果を図6に示したが、これは、特定の研磨組成物(X軸)についての、3種の表面のウエハの除去速度(Y軸)を示す棒グラフである。

20

【0102】

【表 4 A】

表 4 : 研磨組成物の概要

研磨組成物	化学組成	ポリマー	ポリマー量 (質量%)	ポリソルベートの種類	ポリソルベート量 (質量%)	ポリソルベートのHLB
4 A	ニルフェノールエトキシレート Rhodia (世界各地)	Igepal CO-890	0.1	20	0.05	16
4 B	ペンタエリスリトールエトキシレート(3/4 EO/OH) Jena Bioscience GmbH (Jena, 独国)	ペンタエリスリトールエトキシレート	0.025	80	0.0664	15
4 C	ペンタエリスリトールエトキシレート(3/4 EO/OH) Jena Bioscience GmbH (Jena, 独国)	ペンタエリスリトールエトキシレート	0.05	80	0.0664	15
4 D	グリセロールモノキシルエートブロッカーエトキシレート Sigma-Aldrich (Saint Louis, ミズーリ州)	グリセロールモノキシルエートブロッカーエトキシレート	0.025	80	0.0664	15
4 E	グリセロールモノキシルエートブロッカーエトキシレート Sigma-Aldrich (Saint Louis, ミズーリ州)	グリセロールモノキシルエートブロッカーエトキシレート	0.05	80	0.0664	15
4 F	ポリエーテルポリオール; 4200の分子量 ポリプロピレンオキシド系ポリオール Bayer (世界各地)	Acrol Poly LHT-42	0.025	20	0.05	16

10

20

30

【表 4 B】

表 4 (続き) : 研磨組成物の概要

研磨組成物	化学組成	ポリマー	ポリマー量 (質量%)	ポリソルベートの種類	ポリソルベート量 (質量%)	ポリソルベートのHLB
4 G	ポリエーテルポリオール; 4200の分子量 ポリプロピレンオキシド 系トリオール Bayer (世界各地)	Acrol Poly LHT-42	0.05	20	0.05	16
4 H	ポリエーテルポリオール; 4200の分子量 ポリプロピレンオキシド 系トリオール Bayer (世界各地)	Acrol Poly LHT-42	0.025	80	0.0664	15
4 I	ポリエーテルポリオール; 4200の分子量 ポリプロピレンオキシド 系トリオール Bayer (世界各地)	Acrol Poly LHT-42	0.05	80	0.0664	15
4 J	アクリル共重合体 Croda (世界各地)	Zephyrym PD- 4913	0.1	20	0.05	16
4 K	アクリル共重合体 Croda (世界各地)	Zephyrym PD- 4913	0.1	80	0.0664	15

【 0 1 0 3 】

これらの結果は、研磨組成物 4 A ~ 4 I が、概して高い酸化ケイ素除去速度を示し、一方で、同時に、低いポリシリコン除去速度を維持していることを示している。より具体的には、これらの結果は、除去速度は、当該研磨組成物に含まれるポリソルベートの量にかかわらず、研磨組成物 4 A ~ 4 I の間で一致しているため、研磨組成物 4 A ~ 4 I 中のエトキシ化分子（例えば、PEG）の存在が、これらの除去速度データの原因であることを示している。例えば、研磨組成物 4 F および 4 H は、異なる種類および量のポリソルベートを含むにもかかわらず、ほぼ同じ酸化ケイ素除去速度および低いシリコン除去速度を示した。

【 0 1 0 4 】

研磨組成物 4 J および 4 K は、非常に低い、そして従ってより理想的ではない酸化ケイ素除去速度、ならびに非常に低いポリシリコン除去速度を示した。研磨組成物 4 J および 4 K は、同じ量の Zephyrym PD-4913、PEG 側鎖を含む櫛型ポリマーを含んでおり、それがこれらの研磨組成物の低い酸化ケイ素除去速度の原因となっていた。

【 0 1 0 5 】

例 5

この例は、増粘剤および、30 nm 以下の平均粒子径の湿式法セリア研磨剤粒子の、1) 研磨剤 5 A ~ 5 D で研磨されたブランケットウエハからの酸化ケイ素除去速度、2) 研磨剤 5 A ~ 5 D で研磨されたポリシリコンブランケットウエハからのポリシリコン除去速度、および 3) パターンウエハ上の、研磨剤 5 A ~ 5 D のディッシング、への効果を示し

ている。この例の研磨組成物は、6000ppmのPEG8000、ヒドロキシエチルセルロース、および種々の種類のポリソルベート（表5A中に示されている）、および2.4%の、30nm以下の平均粒子径の湿式法セリア研磨剤粒子を含んでいた。全ての配合物は、0.43%の固形分で試験した。TEOS、HDP、およびポリシリコンのブランケットウエハを、一連の研磨組成物5A~5Dで研磨した。更に、パターンウエハを、研磨組成物5A~5Dで研磨した。研磨は、Mirra（商標）CMP装置（Applied Materials, Inc.、Santa Clara、カリフォルニア州）で行った。ディッシングを、F5偏光解析法装置（KLA-Tencor（Milpitas、カリフォルニア州））によって測定した。

【0106】

研磨に続いて、それぞれの研磨組成物について、TEOS、HDP、およびポリシリコン除去速度を、 /分で測定した。それらの結果を下記の表5Bに示したが、これはそれぞれの研磨組成物について、 /分での酸化ケイ素およびポリシリコン除去速度の両方を列挙した表である。研磨に続いて、それぞれの研磨組成物によって示されたディッシングを で測定し、そして表5Bに列挙した。

【0107】

【表5A】

表5A：研磨組成物の概要

研磨組成物	ヒドロキシエチルセルコール量 (質量%)	ポリソルベートの種類	ポリソルベート量 (質量%)	ポリソルベートのHLB
5A	0.04	60	0.132	14~15
5B	0.04	80	0.198	15
5C	0.1	60	0.132	14~15
5D	0.1	80	0.198	15

【0108】

【表5B】

表5B：研磨組成物5A~5Dの研磨性能

研磨組成物	TEOS RR (Å/分)	HDP RR (Å/分)	ポリシリコン RR (Å/分)	ディッシング (Å)
5A	988	550	96	>500
5B	19	21	0	未試験
5C	1539	1027	1	<100
5D	1575	1118	0	<100

【0109】

これらの結果は、研磨組成物5A~5D中の増粘剤、ヒドロキシエチルセルロースの存在が、特に研磨組成物5Cおよび5Dの、実質的により低いディッシングの比率の生成の原因であったことを示している。特に、研磨組成物5Dは、100 未満のディッシングを示し、一方で、1000 /分超の酸化ケイ素除去速度および、非常に低いポリシリコン除去速度を維持していた。このデータは、ヒドロキシエチルセルロースが、酸化ケイ素およびポリシリコンの両方について理想的な除去速度を維持しながら、例2および3に存在する高いディッシング比率への解決策を与えることを示している。

【0110】

この例の研磨組成物が、概して理想的な除去速度およびより低いディッシング比率を示

10

20

30

40

50

す一方で、試験されたブランケットウエハ表面上に、粒子の残渣が存在したまま残った。研磨が終了した後にブランケットウエハ上に残った残渣で、ウエハ表面を引掻き傷の試験を行う能力が完全に妨げられる。

【0111】

例6

この例は、カチオン性ポリマー *polyMADQUAT* および、30nm以下の平均粒子径の湿式法セリア研磨剤粒子の、1) 研磨剤6A~6Dで研磨されるブランケットウエハからの酸化ケイ素除去速度、2) 研磨剤6A~6Dで研磨されるポリシリコンブランケットウエハからのポリシリコン除去速度、および3) ブランケットウエハ上で、研磨剤6A~6Dによって示される欠陥数(DCN)、への効果を示している。また、それらの効果は、対照の研磨組成物と比較された。この例の研磨組成物は、6000ppmのPEG8000、660ppmのポリソルベート85、トリエタノールアミン(400または600ppm)、カチオン性ポリマー、*polyMADQUAT* (Alco 4773、20または50ppm)、および2.4%の、30nmの平均粒子径の湿式法セリア研磨剤粒子を含んでいた。全ての配合物は、0.43%の固形分で試験した。

【0112】

図7および図8中の対照は、600ppmのヒドロキシエチルセルロース、1320ppmのポリソルベート85、および400ppmのトリエタノールアミンを含んでいた。

【0113】

TEOS、HDP、およびポリシリコンのブランケットウエハを、一連の研磨組成物6A~6Dおよび対照の研磨組成物で研磨した。研磨は、Mirra(商標)CMP装置(Applied Materials, Inc., Santa Clara, カリフォルニア州)で行った。

【0114】

研磨に続いて、研磨組成物6A~6Dおよび対照の研磨組成物について、TEOS、HDP、およびポリシリコン除去速度を、/分で測定した。それらの結果を図7に示したが、これは特定の研磨組成物(X軸)についての、3種の表面のウエハの除去速度(Y軸)を示す棒グラフである。

【0115】

DCNの結果が図8に示されているが、これはそれぞれの研磨組成物(X軸)についての、2つの異なる閾値(0.16および0.3ミクロン)で示されたランダム欠陥数(Y軸)のボックスプロットである。欠陥数は、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて、研磨後のウエハ表面上の引掻き傷を検知することによって発生させた。

【0116】

【表6】

表6：研磨組成物の概要

研磨組成物	<i>polyMADQUAT</i> (ppm)	トリエタノールアミン (ppm)
6A	20	400
6B	50	400
6C	20	600
6D	50	600

【0117】

これらの結果は、研磨組成物6A~6DへのAlco-4773の添加は、Alco-4773を含まない対照と比較した場合に、欠陥数を低減するように作用することを示している。特に、研磨組成物6Aおよび6Cは、より低いポリシリコン除去速度を維持しながら、対照と比較して、より大きな酸化ケイ素除去速度を示した。また、研磨組成物6Aおよび6Cは、0.16ミクロンの閾値で測定された欠陥において、対照と比較して、有意な欠陥数の低下を

示した。

【0118】

研磨組成物6Bおよび6Dは、50ppmのAlco-4773を含んでおり、対照と比較した場合に、0.16と0.3ミクロンの閾値の両方において、非常に低い欠陥数を示したが、これは、試験された研磨組成物では、Alco-4773の存在が、欠陥数を低下させることの更なる証拠を与える。

【0119】

例7

この例は、疎水性界面活性剤Hydopalat 3323および、30nm以下の平均粒子径の湿式法セリア研磨剤粒子の、1) 研磨組成物7A~7Dで研磨されるブランケットウエハからの酸化ケイ素除去速度、2) 研磨組成物7A~7Dで研磨されるポリシリコンブランケットウエハからのポリシリコン除去速度、3) 研磨組成物7A~7Dで研磨されるSOGブランケットウエハからのスピン-オン-グラス(SOG)除去速度、および4) 研磨組成物7A~7Dで研磨されるブランケットウエハ上で、研磨組成物7A~7Dによって示されるDCN数への効果を示している。また、これらの結果を、対照の研磨組成物と比較した。

【0120】

この例の研磨組成物は、6000ppmのPEG8000、120ppmのトリエタノールアミン、疎水性の界面活性剤、Hydopalat 3323(750または1500ppm)、および2.4%の、30nm以下の平均粒子径の湿式法セリア研磨剤粒子を含んでいた。全ての配合物は、0.43%の固形分で試験した。

【0121】

下記の表7B中の対照は、1000ppmのIgepal C0890、500ppmのポリソルベート、および120ppmのトリエタノールアミンを含んでいた。

【0122】

TEOS、SOG、HDP、およびポリシリコンのブランケットウエハが、一連の研磨組成物7A~7Dおよび対照で研磨された。研磨は、Mirra(商標)CMP装置(Applied Materials, Inc., Santa Clara, カリフォルニア州)で行った。

【0123】

研磨に続いて、研磨組成物7A~7Dおよび対照の研磨組成物について、TEOS、HDP、SOG、およびポリシリコンの除去速度を、/分で測定した。これらの結果を表7Bに列挙した。

【0124】

更に、研磨組成物7A~7DのDCN数を、0.16ミクロンの閾値で、対照と比較した。欠陥数は、SEMを用いて、研磨後のウエハ表面上の引掻き傷を検知することによって発生させた。また、これらの結果を、表7Bに列挙した。

【0125】

【表7A】

表7A：研磨組成物の概要

研磨組成物	Hydopalat 3323 (ppm)	カチオン性界面活性剤 (ppm)
7A	750	25
7B	1500	25
7C	750	75
7D	1500	75

【0126】

10

20

30

40

【表 7 B】

表 7 B : 研磨組成物 7 A ~ 7 D の除去速度および欠陥性能

研磨組成物	TEOS RR (Å/分)	HDP RR (Å/分)	SOG RR (Å/分)	ポリシリコン RR (Å/分)	DCN数 (0.16μm 閾値)
7 A	879	334	2789	33	1340
7 B	229	212	1829	23	914
7 C	147	152	161	1	1683
7 D	70	33	110	3	1010
対照	2778	1334	4215	303	15493

10

【 0 1 2 7 】

これらの結果は、研磨組成物 7 A ~ 7 D へのHydropalat 3323の添加は、Hydropalat 3323を含まない対照と比較した場合に、欠陥数を低減するように作用することを示している。特に、研磨組成物 7 A は、対照と比較した場合に、有意に低減された欠陥数を示しながら、高い酸化ケイ素除去速度、低いポリシリコン除去速度、および高いSOG除去速度を維持していた。

【 0 1 2 8 】

研磨組成物 7 C は、研磨組成物 7 A ~ 7 C の間で最も高い欠陥数を有しており、対照よりもなお約 10 倍少ない欠陥数を示したが、これは、Hydropalat 3323が欠陥数を低減するように作用することの更なる証拠を与える。

20

【 0 1 2 9 】

ここに引用された全ての参考文献、例えば刊行物、特許出願、および特許は、それぞれの参考文献を個々に、そして具体的に、参照することによって本明細書の内容とし、そしてその全体をここに説明したのと同じ程度に、ここに参照することによって本明細書の内容とする。

【 0 1 3 0 】

本発明を説明する文脈（特に、添付の特許請求の範囲の文脈）における用語「a」および「an」および「the」および同様の指示語の使用は、特に断りない限り、または文脈から明確に否定されない限り、単数と複数の両方を包含すると理解されなければならない。用語「含む (comprising)」、「有する (having)」、「含む (including)」および「含む (comprising)」は、特に断りの回限り開放型の用語（すなわち、「含むが、しかしながらそれらには限定されない」を意味する）と理解されなければならない。本明細書における数値範囲の記載は、特に断りのない限り、その範囲内に入るそれぞれの個々の値を独立して表すための略記方法としての役割をすることが単に意図されており、そしてそれぞれの個々の値が、それが独立して本明細書中に記載されているのと同様に本明細書中に組み込まれている。本明細書中に記載された全ての方法は、特に断りない限り、または文脈から明確に否定されない限り、いずれかの好適な順序で行うことができる。本明細書中に与えられるいずれかの、そして全ての例、または例示的な用語（例えば、「例えば」）は、単に、本発明をよりよく説明することを意図したものであり、そして特に断りのない限り、本発明の範囲に限定を加えるものではない。明細書中のいずれの用語も、いずれかの特許請求されていない要素が、本発明の実施に必須であると示していると理解されなければならない。

30

40

【 0 1 3 1 】

本発明を実施するための、本発明者らに知られているベストモードを含めた、本発明の好ましい態様がここに記載されている。これらの好ましい態様の変更は、前述の説明を読むことによって、当業者には明らかとなるであろう。本発明者らは、必要に応じてそのような変更を用いることを想定しており、そして本発明者らは、本発明が、本明細書中に具体的に記載されたのとは、違ったように実施されることを意図している。従って、本発明

50

は、適用可能な法によって許容されるように、ここに添付された特許請求の範囲に記載された主題の全ての変更および等価物を含んでいる。更には、それらの全ての可能な変更における上記の要素のいずれかの組み合わせは、特に断りのない限り、または文脈から明確に否定されない限り、本発明によって包含される。

本発明は、以下の態様を含んでいる。

(1) (a) 30 nm以下の平均粒子径を有する湿式法セリア研磨剤粒子、

(b) 少なくとも1種のアルコールアミン、および、

(c) 水、

を含んでなる化学機械研磨組成物であって、

6以上のpHを有する、研磨組成物。

10

(2) 前記研磨剤粒子が、12 nm以下の平均一次粒子径を有する、(1)記載の研磨組成物。

(3) 前記研磨剤粒子が、前記組成物の0.001質量%~2質量%の量で存在する、(1)記載の研磨組成物。

(4) 前記アルコールアミンが、6~10のpKiを有する、(1)記載の研磨組成物。

(5) 前記アルコールアミンが、7~11のpKaを有する官能基を有する、(1)記載の研磨組成物。

(6) 前記アルコールアミンが、2-ジメチルアミノ-2-メチルプロパノール、トリエタノールアミン、ジエタノールアミン、エタノールアミン、2-アミノ-2-メチル-1,3-プロパンジオール、ビス-トリス、トリスまたはそれらのいずれかの組み合わせを含む、(1)記載の研磨組成物。

20

(7) 前記アルコールアミンが、前記組成物の0.001質量%~1質量%の量で存在する、(1)記載の研磨組成物。

(8) 少なくとも1種のノニオン性界面活性剤を更に含む、(1)記載の研磨組成物。

(9) 前記ノニオン性界面活性剤が、7~18の親水性親油性バランスを有する、(8)記載の研磨組成物。

(10) 前記ノニオン性界面活性剤が、ポリソルベート、ソルビタン、ポリオキシエチレンエーテル、エトキシレート、アクリル、ポリエーテルポリオール、またはそれらのいずれかの組み合わせを含む、(8)記載の研磨組成物。

(11) 前記ノニオン性界面活性剤が、ポリソルベート20、ポリソルベート60、ポリソルベート65、ポリソルベート80、ソルビタンモノラウレート、ポリオキシエチレン(40)ニルフェニルエーテル、ペンタエリスリトールエトキシレート、グリセロールプロポキシレート-ブロック-エトキシレート、アクリル共重合体、ポリプロピレンオキシド系トリオール、またはそれらのいずれかの組み合わせを含む、(8)記載の研磨組成物。

30

(12) 前記ノニオン性界面活性剤が、前記組成物の0.001質量%~1質量%の量で存在する、(8)記載の研磨組成物。

(13) 増粘剤を更に含む、(1)記載の研磨組成物。

(14) 前記増粘剤が、セルロース系化合物、デキストラン、ポリビニルアルコール、カラギーナン、キトサン、またはそれらのいずれかの組み合わせを含む、(13)記載の研磨組成物。

40

(15) 前記増粘剤が、ヒドロキシエチルセルロース、カルボキシエチルセルロース、ヒドロキシメチルセルロース、メチルセルロース、ヒドロキシプロピルセルロース、またはそれらのいずれかの組み合わせを含む、(13)記載の研磨組成物。

(16) 前記増粘剤が、前記組成物の0.001質量%~1質量%の量で存在する、(13)記載の研磨組成物。

(17) ノニオン性界面活性剤を更に含む、(1)記載の研磨組成物。

(18) カチオン性ポリマーを更に含む、(1)記載の研磨組成物。

(19) 増粘剤を更に含む、(18)記載の研磨組成物。

(20) 前記カチオン性ポリマーが、ポリ(メタクリルオキシエチルトリメチルアンモニ

50

ウム)クロリド (polyMADQUAT)、ポリ(ジアリルジメチルアンモニウム)クロリド (polyDADMAC)、ポリ(アクリルアミド)、ポリ(アリルアミン)、ポリ(ビニリミダゾリウム) (poly(vinylimidazolium))、ポリ(ビニルピリジウム)、またはそれらの組み合わせを含む、(18)記載の研磨組成物。

(21)前記カチオン性ポリマーが、前記組成物の0.001質量%~1質量%の量で存在する、(18)記載の研磨組成物。

(22)ノニオン性界面活性剤を更に含む、(18)記載の研磨組成物。

(23)基材の化学機械研磨方法であって、

(i)基剤を研磨パッドおよび、以下の(a)~(c)を含む研磨組成物と接触させること、

(a)30nm以下の平均粒子径を有する湿式法セリア研磨剤粒子、

(b)少なくとも1種のアルコールアミン、および、

(c)水、

ここで、該組成物は6以上のpHを有している、ならびに、

(ii)該研磨パッドおよび該研磨組成物を該基材に対して動かして、該基材の少なくとも一部を削り取って該基材を研磨すること、
を含んでなる、方法。

(24)前記基材が、ポリシリコンおよび酸化ケイ素を含み、かつ少なくとも該酸化ケイ素が、該基材から除去されて、該基材が研磨される、(23)記載の方法。

(25)前記ポリシリコンに比較して、より多くの酸化ケイ素が、より大きな速度で前記基材から除去される、(24)記載の方法。

(26)前記基材からの酸化ケイ素の前記除去速度が、ポリシリコンの除去速度と比較して、少なくとも10倍高い、(25)記載の方法。

10

20

【図1】

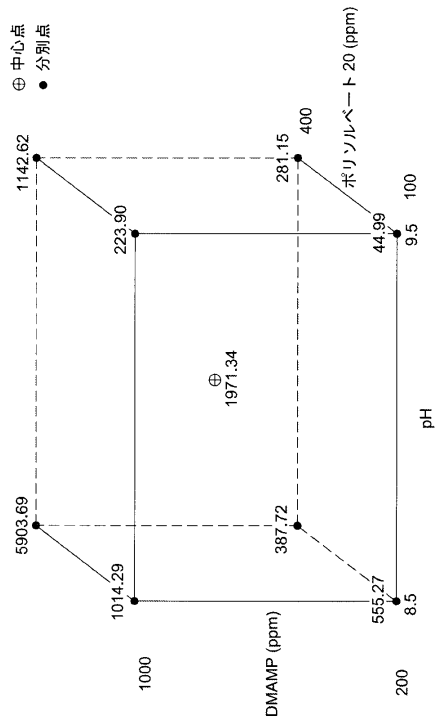


FIG. 1

【図2】

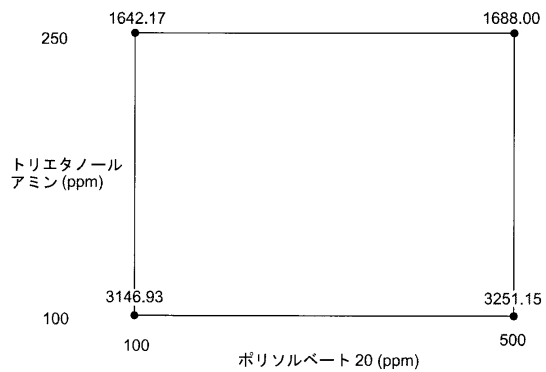
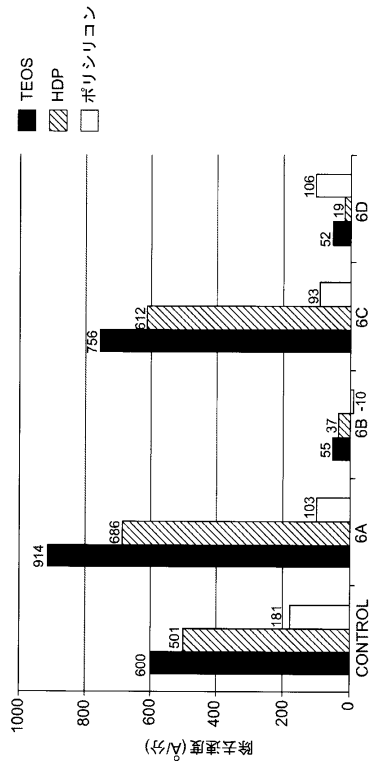


FIG. 2

【 図 7 】



研磨組成物

FIG. 7

【 図 8 】

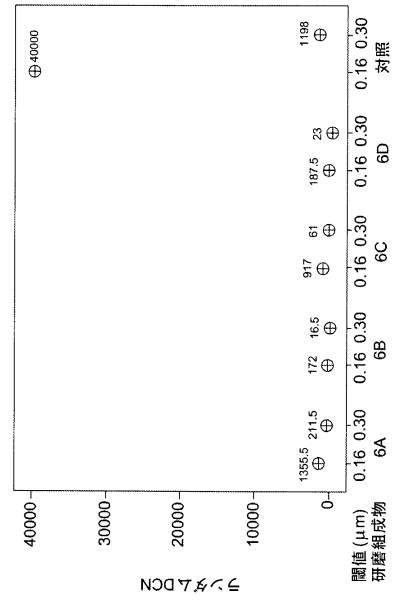


FIG. 8

フロントページの続き

- (74)代理人 100173107
弁理士 胡田 尚則
- (74)代理人 100128495
弁理士 出野 知
- (74)代理人 100195213
弁理士 木村 健治
- (72)発明者 ブライアン ライス
アメリカ合衆国, イリノイ 60504, オーロラ, ノース コモンズ ドライブ 870, シー
/オー リーガル デパートメント
- (72)発明者 ジェフリー ディザード
アメリカ合衆国, イリノイ 60504, オーロラ, ノース コモンズ ドライブ 870, シー
/オー リーガル デパートメント
- (72)発明者 サイラム シェックハー
アメリカ合衆国, イリノイ 60504, オーロラ, ノース コモンズ ドライブ 870, シー
/オー リーガル デパートメント

審査官 柴田 啓二

- (56)参考文献 国際公開第2008/032680(WO, A1)
国際公開第2013/138558(WO, A1)
特開平10-095614(JP, A)
特表2006-520530(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C09K 3/14
B24B 37/00
C09G 1/02
H01L 21/304