

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5080261号
(P5080261)

(45) 発行日 平成24年11月21日(2012.11.21)

(24) 登録日 平成24年9月7日(2012.9.7)

(51) Int.Cl.	F I
H O 1 L 21/304 (2006.01)	H O 1 L 21/304 6 2 2 D
B 2 4 B 37/00 (2012.01)	B 2 4 B 37/00 H
C O 9 K 3/14 (2006.01)	C O 9 K 3/14 5 5 O C

請求項の数 19 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2007-538999 (P2007-538999)	(73) 特許権者	500397411
(86) (22) 出願日	平成17年10月21日 (2005.10.21)		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
(65) 公表番号	特表2008-518481 (P2008-518481A)		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
(43) 公表日	平成20年5月29日 (2008.5.29)	(74) 代理人	100099759
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/037831		弁理士 青木 篤
(87) 国際公開番号	W02006/049892	(74) 代理人	100077517
(87) 国際公開日	平成18年5月11日 (2006.5.11)		弁理士 石田 敬
審査請求日	平成20年10月16日 (2008.10.16)	(74) 代理人	100087413
(31) 優先権主張番号	10/974,460		弁理士 古賀 哲次
(32) 優先日	平成16年10月27日 (2004.10.27)	(74) 代理人	100144417
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 堂垣 泰雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属イオンコーティングCMP組成物及びその使用方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

- (a) セリアからなる、0.1wt%~20wt%の砥材、
- (b) Al³⁺イオンの濃度が0.05mM~1mMであるAl³⁺イオン、
- (c) 有機酸、及び
- (d) 液体キャリア

から本質的になり、4~6のpHを有する化学機械研磨組成物。

【請求項2】

Al³⁺イオンが3.5kcal/モル以上のAl-O-Si結合エネルギーを有する、請求項1に記載された化学機械研磨組成物。

【請求項3】

Al³⁺イオンが4kcal/モル以上のAl-O-Si結合エネルギーを有する、請求項2に記載された化学機械研磨組成物。

【請求項4】

Al³⁺イオンが金属塩の形態で提供される、請求項1に記載された化学機械研磨組成物。

【請求項5】

金属塩が金属塩化物塩である、請求項4に記載された化学機械研磨組成物。

【請求項6】

Al³⁺イオンの濃度が0.05mM~0.5mMである、請求項4に記載された化学

機械研磨組成物。

【請求項 7】

Al^{3+} イオンの濃度が 0.25 mM 以上の、請求項 1 に記載された化学機械研磨組成物。

【請求項 8】

Al^{3+} イオンの濃度が 0.5 mM 以上の、請求項 7 に記載された化学機械研磨組成物。

【請求項 9】

化学機械研磨組成物が錯化剤又はキレート剤をさらに含んでなる、請求項 1 に記載された化学機械研磨組成物。

10

【請求項 10】

(a) 基材を提供する工程、
(b) 以下から本質的になり、4 ~ 6 の pH を有する化学機械研磨組成物を提供する工程：

(i) セリアからなる、0.1 wt% ~ 20 wt% の砥材、

(ii) Al^{3+} イオンの濃度が 0.05 mM ~ 1 mM である Al^{3+} イオン、

(iii) 有機酸、及び

(iv) 液体キャリア、

(c) 化学機械研磨組成物を基材の少なくとも一部に適用する工程、並びに

(d) 基材を研磨するために化学機械研磨材で基材の少なくとも一部を磨り減らす工程、を含んでなる基材を研磨する方法。

20

【請求項 11】

Al^{3+} イオンが 3.5 kcal / モル以上の $Al-O-Si$ 結合エネルギーを有する、請求項 10 に記載された方法。

【請求項 12】

Al^{3+} イオンが 4 kcal / モル以上の $Al-O-Si$ 結合エネルギーを有する、請求項 11 に記載された方法。

【請求項 13】

Al^{3+} イオンが金属塩の形態で提供される、請求項 10 に記載された方法。

【請求項 14】

金属塩が金属塩化物塩である、請求項 13 に記載された方法。

30

【請求項 15】

Al^{3+} イオンの濃度が 0.05 mM ~ 0.5 mM である、請求項 13 に記載された方法。

【請求項 16】

Al^{3+} イオンの濃度が 0.25 mM 以上の、請求項 10 に記載された方法。

【請求項 17】

Al^{3+} イオンの濃度が 0.5 mM 以上の、請求項 16 に記載された方法。

【請求項 18】

化学機械研磨組成物が錯化剤又はキレート剤をさらに含んでなる、請求項 10 に記載された方法。

40

【請求項 19】

基材が第二の層に付着した第一の金属層を含んでなる、請求項 10 に記載された方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は化学機械研磨 (polish) 組成物及びそれを使用して基材を研磨する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

50

集積回路は基材、例えばシリコンウェハー、の内部またはその上の何百万の能動素子 (active device) で構成されている。この能動素子は化学的及び物理的に基材に接続されておりそして機能性回路を形成するための多層配線 (multilevel interconnect) を使用して相互接続されている。典型的な多層配線は第一の金属層、中間の誘電層、及びときには第三の後続する金属層を含む。中間の誘電層、例えばドーブした及びドーブしていない二酸化ケイ素 (SiO₂) 及び/又は低-k誘電体、は別の金属層を電氣的に絶縁させる。

【0003】

異なる相互接続レベル間の電気接続は金属ビアを使用してなされる。米国特許第5,741,626号は、例えば、誘電Ta₂N層を調製する方法を記載する。さらに、米国特許第4,789,648号は多重金属化層及び絶縁フィルムでの金属化ビアを調製する方法を記載する。同様のやり方で、金属接触を使用してウェルに形成したデバイスと相互接続レベルとの間の電気接続を形成する。金属ビア及び接触は、多様な金属及び合金、例えば、チタン (Ti)、窒化チタン (TiN)、アルミニウム-銅 (Al-Cu)、アルミニウム-ケイ素 (Al-Si)、銅 (Cu)、タングステン (W)、及びそれらの組合せ (以下「ビア金属」と言及する) で充填されてもよい。

10

【0004】

ビア金属は概して接着層 (すなわち、バリアフィルム)、例えばチタン (Ti)、窒化チタン (TiN)、タンタル (Ta)、窒化タンタル (Ta₂N)、タングステン (W)、又は窒化タングステン (WN) バリアフィルムを使用して、ビア金属をSiO₂基材に接着する。接触レベルにおいて、バリアフィルムは拡散バリアとして作用し、ビア金属をSiO₂との反応から防ぐ。

20

【0005】

ある半導体製造プロセスにおいて、金属バイア及び/又は接触がブランケット金属付着によって形成され、その後化学機械研磨 (CMP) ステップが続く。典型的なプロセスにおいて、ビアホールは中間の誘電体 (ILD) を通じて相互接続線まで又は半導体基材までエッチ (食刻) される。それから、ビア金属はバリアフィルムを覆ってかつビアホールへ入り込んでブランケット付着される。ビアホールがブランケット付着金属で充填されるまで、付着は続けられる。最終的に、余分な金属が化学機械研磨 (CMP) で除去されて金属ビアを形成する。ビアの製造及び/又はCMPのプロセスが米国特許第4,671,851号、4,910,155号、及び4,944,836号に記載されている。

30

【0006】

CMPは基材の化学処理とその化学的に処理した層の機械的な除去とを組み合わせたものである。典型的なCPM系 (システム) は化学機械研磨組成物を含み、これは基材と研磨パッドとの間で基材に適用され、研磨パッドは基材に対して基材の研磨をもたらすように動かされる。半導体表面製造において、CMPはより重要なプロセスになっている。より能動的な素子が基材のより小さな面積に詰め込まれるため、及び従来にない金属、例えば銅、が回路の全体的な性能を向上するために使用されているためである。能動素子自体が形成する形状 (topography) 又は能動素子を覆って形成される層の形状の凸凹のせいで、半導体基材の所与の領域にある能動的な素子が多いほど、より良好な平坦化技術を必要とする。より高解像度のリトグラフプロセスが使用され基材の層により小さくより数の多い能動素子を形成する場合に、金属及びILDの多くの層が、他の層の上部にうまく形成され、各層は高度に平坦化されることを必要とする。

40

【0007】

ILDのビアに入り込んだブランケット付着金属に対するCMPの機械的な反応速度 (kinetics) は以下のプレストンの式で表される:

$$\left(\frac{H}{t} \right) = K_p \left(\frac{L}{A} \right) \left(\frac{s}{t} \right),$$

ここで H/t は単位研磨時間あたりの高さの変化という観点での材料の除去速度であり、 L は表面積 A にわたってかかる負荷であり、 s/t は基材に対するパッドの相対速度であり、そして K_p はプレストン係数である。この式は、所与の (L/A) に対して

50

、研磨した材料の質量損失が移動量に比例すること、そして時間が経っても不変のままであることを、予測する。研磨速度は圧力（ L/A ）及び速度とともに上昇する。すなわち、除去速度は圧力の線形関数であり、（圧力が）高い点ではより早く研磨され、表面は直ぐに平坦化される。

【0008】

CMP系は理想的には結果として研磨した平坦な表面をもたらす、ILDの研磨した表面に残留金属フィルムを伴わず、そして全てのビアがILDの研磨した表面のレベルと同じ高さに金属を有する。しかしながら、高い点が急速に研磨されると、今ではパッドが届く範囲内にある低い点によって負荷が共有され、それによって比較的低い研磨圧力をもたらす。ILDの表面から金属層を完全に除去した後、この研磨はILD表面と同じ高さの金属層とILDそれ自体との間で共有される。金属の研磨速度はILDの研磨速度と異なるので、そして、銅の場合、ILDの研磨速度より早いため、金属はILDのレベルよりかなり下から除去され、従って隙間が残る。当該技術分野では、これらの隙間が形成されることはディッシングとして知られている。

10

【0009】

大きな金属能動素子での深刻なディッシングは歩留まり損失のもとであり、特にそれが基材の低いレベルで生じるときに、そこでは横たわっている層の上方にある金属欠陥の閉じこめ（trap）をディッシングが引き起こす。さらに、最も狭い金属ビアにかかるより厚い金属表土を除去するにはより長い時間が必要となることが、CMPの歩留まり損失及び低産出量の主要な原因の一つである。

20

【0010】

典型的なCMP組成物は砥材材料、例えばシリカ又はアルミナ、を酸化性の、水溶性溶媒に懸濁させて含む。米国特許第5,244,534号は、例えば、アルミナ、過酸化水素、及び水酸化アンモニウム又はカリウムのいずれかを含む化学機械研磨組成物を開示し、これは基礎をなす絶縁層をほとんど除去することなくタングステンを除去することにおいて有用である。米国特許第5,209,816号はアルミニウム研磨に有用な化学機械研磨組成物を開示し、これは過塩素酸、過酸化水素、及び固体砥材材料を水性溶媒中に含む。米国特許第5,340,370号はフェリシアン化カリウム、酢酸カリウム、酢酸、及びシリカを含むタングステン研磨組成物を開示する。米国特許第5,391,258号及び米国特許第5,476,606号は金属及びシリカの複合物を研磨するための化学機械研磨組成物を開示し、これは水性溶媒、砥材粒子、及びシリカ除去の速度を制御するためのアニオンを含む。米国特許第5,770,095号は酸化剤、化学剤、及びアミノ酢酸及びアミド硫酸から選択したエッチング剤を含む。CMP用途で使用するための他の研磨組成物は米国特許第4,956,313号、5,137,544号、5,157,876号、5,354,490号及び5,527,423号で開示される。

30

【0011】

チタン、窒化チタン、及びそれに類する金属、例えばタングステン、でできたバリアフィルムは、概して化学的に活性である。したがって、このようなバリアフィルムはビア金属に対する化学的性質が類似している。結果として、単一の研磨組成物がTi/TiNバリアフィルム及びビア金属の両方を同様の速度で効果的に研磨するために使用可能である。しかしながらTa及びTaNバリアフィルムはTi、TiN及びそれに類するバリアフィルムとかなり異なる。Ta及びTaNはTi、TiNと比べると化学的性質において比較的不活性である。したがって、前述の研磨組成物はタンタル層の研磨においては、チタン層研磨のときよりもかなり効率が低い（例えば、タンタル除去速度はチタニウム除去速度よりかなり低い）。ビア金属及びバリア金属が通常どおり単一の組成物を用いてその同様の高速除去速度により研磨されると、通常の研磨組成物を使用するビア金属及びタンタル及び類似の材料の共同研磨は望ましくない結果をもたらす得る、例えば酸化物腐食及びビア金属ディッシングである。

40

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】**

50

【 0 0 1 2 】

多くのCMP操作において、二酸化ケイ素は基礎となる誘電材料として使用される。このような操作の例は：シャロートレンチアイソレーション（STI）、Cu/Taダマシ金属研磨、及びタングステンプラグ形成である。これらのCMP操作の全てに関して、基礎となる誘電材料の腐食が、研磨される材料を局部的に過剰に除去することにつながる（例えば、STIの場合の窒化物、Cu/Ta研磨の場合のCu、及びタングステンプラグの場合のタングステン）。加えて、誘電材料の厚みの変化は予測不可能の電気性能をもたらすことがあり、そしてまた研磨層及び/又は続いて付着層の平坦さも低減することがある。寸法が減少しそしてウェハーサイズが増すにつれて、これらの望ましくない影響が歩留まりを制限することがある。したがって、経済的なやり方で誘電材料研磨速度を減らす組成物及び方法が求められている。誘電層でひとりでに止まる（自動停止、self-stopping）性質を示す組成物が特に望ましい。

10

【 0 0 1 3 】

本発明はこのような組成物及び方法を提供する。これら及び本発明の他の特性及び利点はここに示した発明についての記載から明らかにされる。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

本発明は（a）砥材、（b）3 kcal / モルに等しいか又はそれより大きいM - O - Si結合エネルギーを有する金属イオン（M）、及び（c）液体キャリアを含む、化学機械研磨組成物を提供する。

20

【 0 0 1 5 】

本発明はさらに、（a）基材を提供すること、（b）以下を含む化学機械研磨組成物を提供すること（i）砥材、（ii）3 kcal / モルに等しいか又はそれより大きいM - O - Si結合エネルギーを有する金属イオン（M）、及び（iii）液体キャリア、（c）化学機械研磨組成物を基材の少なくとも一部に適用すること、並びに（d）基材を研磨するために化学機械研磨材で基材の少なくとも一部を磨り減らす（abrade）こと、を含んでなる基材を研磨する方法を提供する。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 6 】

本発明は（a）砥材、（b）3 kcal / モルに等しいか又はそれより大きいM - O - Si結合エネルギーを有する金属イオン（「M」と表される）、及び（c）液体キャリアを含む、化学機械研磨組成物を提供する。

30

【 0 0 1 7 】

砥材は任意の好適な砥材であってよい。好適な砥材は、例えば、金属酸化物砥材、例えばアルミナ（例えば、 α -アルミナ、 β -アルミナ、 γ -アルミナ及びヒュームドアルミナ）、セリア、クロミア、ゲルマニア、酸化鉄、マグネシア、シリカ（例えば縮重合したシリカ、ヒュームドシリカ、及び沈殿シリカ）、チタニア、ジルコニア、及びそれらを共形成した（co-form）製品である。当該技術分野において他にも多くの周知の砥材が存在し、例えば、炭化ホウ素、ダイヤモンド、炭化ケイ素、窒化チタン、及び炭化タングステンである。この砥材は二又は三以上の砥材の混合物であってもよい。

40

【 0 0 1 8 】

この砥材は任意の好適な量で存在してもよい。化学機械研磨組成物に存在する砥材の総量は概して0.1質量%又はそれより多く、好ましくは1質量%又はそれより多く、そしてさらに好ましくは5質量%又はそれより多い（化学機械研磨組成物の層質量を基準とする）。化学機械研磨組成物に存在する砥材の総量は概して25質量%（例えば0.1~25質量%）を超えず、好ましくは20質量%（例えば0.1~20質量%）を超えない（化学機械研磨組成物の層質量を基準とする）。

【 0 0 1 9 】

3 kcal / モルに等しいか又はそれより大きいM - O - Si結合エネルギーを有する金属イオンは任意の好適な金属イオンであってよい。この金属イオンは3.5 kcal /

50

モルに等しいか若しくはそれより大きい、4 kcal / モルに等しいか若しくはそれより大きい、4.5 kcal / モルに等しいか若しくはそれより大きい、5 kcal / モルに等しいか若しくはそれより大きい、又は6 kcal / モルに等しいか若しくはそれより大きい、M - O - Si 結合エネルギーを有しても良い。結合エネルギーは1グラムモルの化学化合物の結合を分離させるために必要なエネルギーである(例えばHawley's Condensed Chemical Dictionary, Richard J. Lewis, editor, 13th ed. 1997参照)。

【0020】

任意の特定の理論に結びつけられることは意図していないが、十分なM - O - Si 結合エネルギーを有する金属イオンを含む化学機械研磨組成物が自動停止特性を示すことが発見され、これによって化学機械研磨組成物で研磨される基材から、特に基材の平坦な部分から、金属が余分に除去されることを低減する。

10

【0021】

金属イオンは望ましくはAl³⁺、Cr³⁺、Fe²⁺、Sc³⁺、又はそれらの組合せである。好ましい実施態様では、金属イオンはAl³⁺である。

【0022】

金属イオンは任意の好適な手段で提供されてもよい。例えば、化学機械研磨組成物の金属イオンは金属塩の形態で提供されてもよい。好ましい実施態様では、金属塩は塩化金属塩、例えば塩化アルミニウムである。代替の実施態様では、金属イオンは非アルミニウム金属イオンである。

【0023】

概して、化学機械研磨組成物は、金属イオン濃度が0.005 mM若しくはそれより大きい、0.01 mM若しくはそれより大きい、0.025 mM若しくはそれより大きい、0.05 mM若しくはそれより大きい(例えば0.05 mM ~ 1 mM、0.06 mM ~ 0.5 mM、0.07 mM ~ 0.4 mM、0.08 mM ~ 0.3 mM)、0.25 mM若しくはそれより大きい、0.5 mM若しくはそれより大きい、1 mM若しくはそれより大きい、1.5 mM若しくはそれより大きい、2 mM若しくはそれより大きい、5 mM若しくはそれより大きい、6 mM若しくはそれより大きい、又は7 mM若しくはそれより大きい。この化学機械研磨組成物は、概して金属イオン濃度が10 mMを超えない(例えば、8 mMまで、5 mMまで、2 mMまで、又は1 mMまで)。好ましい実施態様では、この化学機械研磨組成物は、Al³⁺の濃度が0.05 mM ~ 1 mM(例えば、Al³⁺の濃度が0.06 mM ~ 0.5 mM、0.07 mM ~ 0.4 mM、0.08 mM ~ 0.3 mM)である。

20

【0024】

液体キャリアは任意の好適な液体キャリア、例えば水であってよい。好ましくは、この水は脱イオン水である。この液体キャリアは好適な水混和性の溶媒をさらに含んでもよい。しかしながら、この液体キャリアは概して、本質的に又は完全に水、より好ましくは脱イオン水からなる。

【0025】

化学機械研磨組成物は望ましくはpH 7又はそれ未満である(例えばpH 6又はそれ未満)。好ましい実施態様では、化学機械研磨組成物はpH 4 ~ 7(例えばpH 5 ~ 7、pH 4 ~ 6)である。化学機械研磨組成物の代替の実施態様では、異なるpHレベル(例えばpH 5.7又はそれ未満、pH 5.5又はそれ未満、pH 5又はそれ未満、pH 4.5又はそれ未満、pH 4.2 ~ 5.8、pH 4.5 ~ 5.5、pH 4.7 ~ 5.2、等)でもよい。好ましい実施態様では、化学機械研磨組成物はpH 4 ~ 7(例えばpH 5 ~ 7)であり、そしてAl³⁺を含む金属塩を含む。

30

40

【0026】

化学機械研磨組成物のpHは任意の好適な手段によって達成及び/又は維持されてもよい。より具体的には、化学機械研磨組成物はpH調整剤、pH緩衝剤、又はそれらの組合せをさらに含む。このpH調整剤は任意の好適なpH調整化合物であってよい。例えば、このpH調整剤は水酸化カリウム、水酸化ナトリウム、水酸化アンモニウム、又はそれら

50

の組合せでもよい。このpH緩衝剤は好適な緩衝剤であってよく、例えば、リン酸塩、酢酸塩、ホウ酸塩、スルホン酸塩、カルボン酸塩、アンモニウム塩、及びそれらに類するものである。この化学機械研磨組成物は、例えばここで説明した範囲内の、研磨組成物の望ましいpHを達成及び/又は維持するために十分な量であれば、任意の好適な量のpH調整剤及び/又はpH緩衝剤を含んでもよい。

【0027】

化学機械研磨組成物は酸を含んでもよい。この酸は任意の好適な酸、例えば無機若しくは有機酸、又はそれらの組合せでもよい。例えば、化学機械研磨組成物は硝酸、リン酸、硫酸、それらの塩及びそれらの組合せからなる群から選択した無機酸を含んでもよい。化学機械研磨組成物は酢酸、アントラニル酸、ベンゼンスルホン酸、安息香酸、クエン酸、シクロヘキサカルボン酸、グルタミン酸、グリシン、4-ヒドロキシ安息香酸、3-ヒドロキシピコリン酸、イミダゾール、乳酸、リンゴ酸、マロン酸、メタニル酸、オルタニル酸、シュウ酸、2-フェニル酢酸、フタル酸、ピペラジン、プロリン、プロピオン酸、ピリジン、2-ピリジンカルボン酸、2,3-ピリジンジカルボン酸、ピロール2-カルボン酸、サリチル酸、コハク酸、酒石酸、テレフタル酸、それらの塩、及びそれらの組合せからなる群から選択した有機酸を(無機酸の代わりに又はそれに加えて)含んでもよい。存在する場合は、この酸は化学機械研磨組成物中に任意の好適な量で存在してもよい。

【0028】

化学機械研磨組成物は腐食防止剤(すなわちフィルム形成剤)を含んでもよい。腐食防止剤は任意の好適な腐食防止剤であってもよい。概して、この腐食防止剤はヘテロ原子含有官能基を含む有機化合物である。例えば、この腐食防止剤は活性官能基として5-又は6-員ヘテロ環を少なくとも一つ有するヘテロ環式有機化合物であってもよく、ここでこのヘテロ環は少なくとも一つの窒素原子を含む、例えば、アゾール化合物である。好ましくは、腐食防止剤は少なくとも一つのアゾール基を含む。より好ましくは、腐食防止剤は1,2,3-トリアゾール、1,2,4トリアゾール、ベンゾトリアゾール、ベンゾイミダゾール、ベンゾチアゾール、及びそれらの混合物からなる群から選択される。研磨組成物中で使用される腐食防止剤の量は概して0.0001質量%~3質量%(好ましくは0.001質量%~2質量%)である(化学機械研磨組成物の総質量を基準とする)。

【0029】

化学機械研磨組成物はキレート剤又は錯化剤を含んでもよい。錯化剤は除去される基材層の除去速度を増進する任意の好適な化学添加剤である。好適なキレート剤又は錯化剤は例えばカルボニル化合物(例えばアセチルアセトネート及びそれに類するもの)、単純なカルボン酸塩(例えば、酢酸塩、カルボン酸アリアル、及びそれに類するもの)、一又は二以上のヒドロキシル基を含むカルボン酸塩(例えば、グルコース酸塩、乳酸塩、グルコン酸塩、没食子酸及びそれらの塩、及びそれらに類するもの)、ジ-、トリ-、及びポリ-カルボン酸塩(例えば、シュウ酸塩、フタル酸塩、クエン酸塩、コハク酸塩、酒石酸塩、リンゴ酸塩、エデト酸塩、(例えば二カリウムEDTA)、それらの混合物、及びそれらに類するもの)、一又は二以上のスルホン及び/又はホスホン基を含むカルボン酸塩、及びこれらに類するものを含んでもよい。好適なキレート剤又は錯化剤はまた、例えばジ-、トリ-、及びポリ-アルコール(例えば、エチレングリコール、ピロカテコール、ピロガロール、タンニン酸、及びそれらに類するもの)及びアミン含有化合物(例えば、アンモニア、アミノ酸、アミノアルコール、ジ-、トリ-、及びポリ-アミン、及びそれらに類するもの)を含んでもよい。キレート剤又は錯化剤の選択は除去される基材のタイプによって決まる。

【0030】

前述の化合物の多くは塩(例えば金属塩、アンモニウム塩又はそれらに類するもの)、酸、又は部分塩の形態で存在し得ることが理解される。例えば、クエン酸塩はクエン酸、同様にそれらのモノ-塩、ジ-塩及びトリ-塩を含み;フタル酸塩はフタル酸、同様にモノ-塩(例えば、カリウム水素フタル酸)及びそれらのジ-塩を含み;過塩素酸塩は対応する酸(すなわち過塩素酸)、同様にそれらの塩を含む。さらに、ある化合物又は試薬は

10

20

30

40

50

一より多くの機能を果たすことがある。例えば、いくつかの化合物はキレート剤及び酸化剤の両方の機能を果たすことがある（例えば特定の硝酸鉄及びそれに類するもの）。

【0031】

化学機械研磨組成物は界面活性剤を含んでもよい。好適な界面活性剤は、例えば、カチオン性界面活性剤、アニオン性界面活性剤、非イオン性界面活性剤、両性界面活性剤、それらの混合物、及びそれらに類するものを含んでもよい。好ましくは、この化学機械研磨組成物は非イオン性界面活性剤を含む。好適な非イオン性界面活性剤の一例はエチレンジアミンポリオキシエチレン界面活性剤である。この界面活性剤の量は概して0.0001質量%～1質量%（好ましくは0.001質量%～0.1質量%そしてより好ましくは0.005質量%～0.05質量%）である（化学機械研磨組成物の総質量を基準とする）

10

【0032】

化学機械研磨組成物は消泡剤を含んでもよい。消泡剤は任意の好適な消泡剤であってもよい。好適な消泡剤はシリコン系及びアセチレンジオール系消泡剤を含むがこれらに限定はされない。この化学機械研磨組成物中に存在する系消泡剤の量は、概して10ppm～140ppmである。

【0033】

化学機械研磨組成物は殺生剤を含んでもよい。殺生剤は任意の好適な殺生剤であってもよく、例えばイソチアゾリノン殺生剤である。化学機械研磨組成物中で使用される殺生剤の量は概して1～50ppm、好ましくは10～20ppmである。

20

【0034】

化学機械研磨組成物は好ましくはコロイド状に安定している。コロイドという用語は液体キャリア中の粒子の懸濁を言及する。コロイド安定性とは時間が経ってもこの懸濁を維持することを言及する。化学機械研磨組成物が100ml目盛り付きシリンダーに入れそして攪拌せずに2時間おいたときに、目盛り付きシリンダーの底部50mlの粒子濃度（[B]g/ml）と目盛り付きシリンダーの上部50mlの粒子濃度（[T]g/ml）との差を化学機械研磨組成物中の初期の粒子濃度（[C]g/ml）で割った値が0.5以下（すなわち{[B]-[T]}/[C] 0.5）であれば、化学機械研磨組成物はコロイド状に安定していると考えられる。好ましくは[B]-[T]/[C]の値は望ましくは0.3以下、そしてより好ましくは0.1以下であり、さらに好ましくは0.05以下、そして最も好ましくは0.01未満である。

30

【0035】

化学機械研磨組成物中に懸濁した粒子（例えば砥材）の平均粒子サイズは好ましくは、この化学機械研磨組成物の耐用期間を通じて本質的に変化しないままである。特に、化学機械研磨組成物中に懸濁した粒子（例えば砥材）の平均粒子サイズは好ましくは、この化学機械研磨組成物の耐用期間（例えば90日若しくはそれより長い、180日若しくはそれより長い、又は365日若しくはそれより長い）を通じて、40%未満（例えば35%未満、30%未満、25%未満、20%未満、15%未満、又は10%未満）だけ大きくなる。

【0036】

本発明はここで記載されるような化学機械研磨組成物で基材を研磨する方法をさらに提供する。この方法は概して（a）基材を提供すること、（b）ここで記載されるような化学機械研磨組成物を提供すること、（c）化学機械研磨組成物を基材の少なくとも一部に適用すること、及び（d）基材を研磨するために化学機械研磨材で基材の少なくとも一部を磨り減らす(abrade)こと、というステップを含む。

40

【0037】

本発明の方法を使用して研磨される基材は任意の好適な基材であってよい。好適な基材は、集積回路、メモリー若しくはリジッドディスク、金属、中間層誘電体（ILD）デバイス、半導体、マイクロ電子機械構成品、強誘電体、及び磁気ヘッドを含むが、これらに限定はされない。この基材は金属層を含んでもよい。この金属層は任意の好適な金属を含

50

んでもよい。例えば、金属層は銅、タンタル（例えば窒化タンタル）、チタン、アルミニウム、ニッケル、プラチナ、ルテニウム、イリジウム、又はロジウムを含んでもよい。基材はさらに少なくとも一つの他の層、例えば絶縁層を含んでもよい。この絶縁層は金属酸化物、多孔質金属酸化物、ガラス、有機ポリマー、フッ素化有機ポリマー、又は任意の他の好適な高若しくは低 - k 絶縁層であってもよい。この金属層は他の層に配置されてもよい。

【0038】

基材を研磨する本発明の方法は特に化学機械研磨（CMP）装置とともに使用するのに適している。概して、この装置は定盤（platen）、研磨パッド及びキャリアを含み、この定盤は使用の際に作動しておりそして軌道運動、直線運動または円形運動に起因する速度を有し、そして研磨パッドは定盤と接触しそして作動する際には定盤とともに動き、そしてキャリアは基材を支持し、研磨パッドの表面に対して接触しそして動くことにより研磨する。基材を研磨するために基材の少なくとも一部を磨り減らすように、本発明の研磨組成物及び研磨パッドと接触して基材を配置し、研磨パッドを基材に対して動かすことよって、基材の研磨は行われる。

10

【0039】

望ましくは、CMP装置は現場の（in situ）研磨終点検知システム、この多くは当該技術分野で既知である、をさらに含む。この基材の表面から反射される光又は他の放射を分析することにより、研磨プロセスを検査し監視する技術が当該技術分野で既知である。望ましくは、研磨される基材に関する研磨プロセスの進行の検査または監視が研磨終点の決定を可能とし、すなわち、特定の基材に対する研磨プロセスを終了すべきときを決定する。

20

【実施例】

【0040】

以下の例はさらに本発明を説明するがその範囲をどんな方法であっても制限するものと解釈すべきでない。

【0041】

例 1

この例は化学機械研磨組成物における金属イオンのM-O-Si結合エネルギーとこのような化学機械研磨組成物で得られる基材除去速度との間の関係を明らかにする。

30

【0042】

七つの異なる化学機械研磨組成物（研磨組成物IA、IB、IC、ID、IE、IF、及びIG）を使用して、約50.8cm（20インチ）の二酸化ケイ素基材を化学機械研磨した。各基材は市販の研磨パッドとともに異なる化学機械研磨組成物で以下の条件で60秒間研磨した。

定盤（platen）速度 = 60 rpm

下向き荷重（downforce） = 27.6 kPa（4 psi）

キャリア速度 = 56 rpm

スラリー流速 = 200 mL / 分

パッド温度 = 22 ~ 30

40

各化学機械研磨組成物は、平均粒子サイズ130nmの0.15質量%のセリア、0.06質量%の酸、水を含み、及び金属塩は0か又は0.5ミリモル濃度の金属塩を含む。化学機械研磨組成物のpHは5に調整した。

【0043】

研磨組成物IA（対照）は金属塩を含まなかった。研磨組成物IB、IC及びID（比較）は、それぞれKCl、MgCl₂、又はLaCl₃のいずれかをさらに含むことを除き、IAと同様であった。研磨組成物IE、IF及びIG（発明）はそれぞれScCl₃、FeCl₂、又はAlCl₃のいずれかをさらに含むことを除き、IAと同様であった。

【0044】

50

基材の除去速度を所定時間の基材の厚みの変化を測定することによって計算した。この「規格化除去速度」は、研磨組成物 I D (LaCl_3 を含む) の場合の基材除去速度が 1 に等しくなるように、規格化した基材除去速度である。金属イオンのシリコン基材に対する M - O - Si 結合エネルギー値 (kcal/mol) は Dugger ら J. phys. Chem., 68:757(1964) から得た。

【 0 0 4 5 】

各化学機械研磨組成物について、研磨組成物、金属塩、基材除去速度、規格化除去速度、及び金属塩に対する M - O - Si 結合エネルギーを表 1 に示す。

【表 1】

表 1

研磨組成物	金属塩	基材除去速度 (Å/分)	規格化除去速度	M-O-Si 結合エネルギー (Kcal/mol)
1A (対照)	-	4450	5.40	-
1B (比較)	KCl	1247	1.51	0
1C (比較)	MgCl_2	1079	1.31	1.1
1D (比較)	LaCl_3	824	1.00	2.9
1E (発明)	ScCl_3	155	0.19	6.2
1F (発明)	FeCl_2	153	0.19	7.7
1G (発明)	AlCl_3	119	0.14	5.8

【 0 0 4 6 】

表 1 の結果から明らかなように、より高い M - O - Si 結合エネルギーの金属塩を含む化学機械研磨組成物が低い基材除去速度を示した。特に、これらの 3kcal/mol に等しいか又はそれより大きい M - O - Si 結合エネルギーを有する金属塩を含む化学機械研磨組成物、すなわち、 ScCl_3 、 FeCl_2 、又は AlCl_3 を含むこれらの化学機械研磨組成物が最低の基材除去速度を示した (例えば、規格化除去速度は 1 未満、具体的には $0.1 \sim 0.2$)。

【 0 0 4 7 】

本例の結果は化学機械研磨組成物の金属塩の M - O - Si 結合エネルギーと化学機械研磨組成物によって示された基材除去速度との間に相関関係があることを実証し、及び 3kcal/mol に等しいか又はそれより大きい M - O - Si 結合エネルギーを有する金属塩を含む化学機械研磨組成物は望ましい低基材除去速度を示すことを実証した。

【 0 0 4 8 】

例 2

この例は化学機械研磨組成物における金属イオンの M - O - Si 結合エネルギーとこのような化学機械研磨組成物で得られる基材除去速度との間の関係を明らかにする。

【 0 0 4 9 】

七つの異なる化学機械研磨組成物 (研磨組成物 2 A、2 B、2 C、2 D、2 E、2 F、及び 2 G) を使用して、約 50.8cm (20 インチ) の二酸化ケイ素基材を化学機械研磨した。各基材は市販の研磨パッドとともに異なる化学機械研磨組成物で以下の条件で 60 秒間研磨した。

定盤 (platen) 速度 = 60rpm

下向き荷重 (downforce) = 27.6kPa (4psi)

キャリア速度 = 56rpm

スラリー流速 = 200mL/分

パッド温度 = $22 \sim 30$

10

20

30

40

50

各化学機械研磨組成物は、平均粒子サイズ130nmの0.15質量%のセリア、0.06質量%の酸、水を含み、及び金属塩は0か又は0.5ミリモル濃度の金属塩を含む。化学機械研磨組成物のpHは5に調整した。

【0050】

研磨組成物2A(対照)は金属塩を含まなかった。研磨組成物2B、2C及び2D(比較)は、それぞれ $ZnCl_2$ 、 $LiCl$ 、又は $LaCl_3$ のいずれかをさらに含むことを除き、2Aと同様であった。研磨組成物2E、2F及び2G(発明)はそれぞれ $ScCl_3$ 、 $AlCl_3$ 、又は $CrCl_3$ のいずれかをさらに含むことを除き、2Aと同様であった。

【0051】

基材の除去速度を所定時間の基材の厚みの変化を測定することによって計算した。この「規格化除去速度」は、研磨組成物2D($LaCl_3$ を含む)の場合の基材除去速度が1に等しくなるように、規格化した基材除去速度である。金属イオンのシリコン基材に対するM-O-Si結合エネルギー値(kcal/mol)はDuggerらJ. phys. Chem., 68:757(1964)から得た。

【0052】

各化学機械研磨組成物について、研磨組成物、金属塩、基材除去速度、規格化除去速度、及び金属塩のM-O-Si結合エネルギーを表2に示す。

【表2】

表2

研磨組成物	金属塩	基材除去速度 (Å/分)	規格化除去速度	M-O-Si 結合エネルギー (Kcal/mol)
2A(対照)	-	1599	2.03	-
2B(比較)	$ZnCl_2$	938	1.19	1.6
2C(比較)	$LiCl$	896.5	1.14	0
2D(比較)	$LaCl_3$	788.5	1.00	2.9
2E(発明)	$ScCl_3$	348	0.44	6.2
2F(発明)	$AlCl_3$	95	0.12	5.8
2G(発明)	$CrCl_3$	60	0.08	5.2

【0053】

表2の結果から明らかのように、より高いM-O-Si結合エネルギーの金属塩を含む化学機械研磨組成物が低い基材除去速度を示した。特に、これらの3kcal/molに等しいか又はそれより大きいM-O-Si結合エネルギーを有する金属塩を含む化学機械研磨組成物、すなわち、 $ScCl_3$ 、 $AlCl_3$ 、又は $CrCl_3$ を含むこれらの化学機械研磨組成物が最低の基材除去速度を示した(例えば、規格化除去速度は1未満、具体的には0.05~0.5)。

【0054】

本例の結果は化学機械研磨組成物の金属塩のM-O-Si結合エネルギーと化学機械研磨組成物によって示された基材除去速度との間に相関関係があることを実証し、及び3kcal/molに等しいか又はそれより大きいM-O-Si結合エネルギーを有する金属塩を含む化学機械研磨組成物は望ましい低基材除去速度を示すことを実証した。

【0055】

例3

この例は化学機械研磨組成物のpHとこのような化学機械研磨組成物で得られる基材除去速度との間の関係を明らかにする。

10

20

30

40

50

【0056】

五つの異なる化学機械研磨組成物（研磨組成物3A、3B、3C、3D、及び3E）を評価した。各化学機械研磨組成物は異なるpH（すなわち、それぞれ3、4、5、6、又は7）であることを除き、同様であった。

【0057】

各化学機械研磨組成物を使用して、約50.8cm（20インチ）の二酸化ケイ素基材を化学機械研磨した。各基材は市販の研磨パッドとともに異なる化学機械研磨組成物で以下の条件で60秒間研磨した。

定盤(platen)速度 = 60rpm

下向き荷重(downforce) = 27.6kPa(4psi)

キャリア速度 = 56rpm

スラリー流速 = 200mL/分

パッド温度 = 22~30

この化学機械研磨組成物は、平均粒子サイズ130nmの0.15質量%のセリア、0.06質量%の酸、及び水、（すなわち金属塩は存在しない）を含む。0.5mMのAlCl₃を各化学機械研磨組成物に加えたことを除いて同じ化学機械研磨組成物を用いて前述の手順を繰り返した。

【0058】

基材除去速度を各化学機械研磨組成物について、特定のpHにおいて、金属塩AlCl₃を伴う場合と伴わない場合について、測定した。基材の除去速度を所定時間の基材の厚みの変化を測定することによって計算した。このAlCl₃を伴う化学機械研磨組成物によって得た基材除去速度のAlCl₃を伴わない対応する化学機械研磨組成物によって得た基材除去速度の比率を測定した。

【0059】

各化学機械研磨組成物について、研磨組成物、pH、基材除去速度、AlCl₃を伴う場合の基材除去速度、及び二つの基材除去速度の比率を表3に示す。

【表3】

表3

研磨組成物	pH	基材除去速度 (Å/分) (対照)	AlCl ₃ を伴う場合の 基材除去速度 (Å/分) (発明)	基材除去速度の比率
3A	3	588	50	0.085
3B	4	848	10	0.012
3C	5	4113	<10	0.0024
3D	6	4620	4083	0.88
3E	7	2670	2350	0.88

【0060】

表3の結果は金属塩、特にAlCl₃の、化学機械研磨組成物によって得られる基材除去速度を抑制することに対する有益な影響を実証した。表3の結果からも明らかなように、金属塩を含む化学機械研磨組成物に関して基材除去速度に対するpH依存性が存在した。特に、金属塩AlCl₃を含む化学機械研磨組成物によって得た基材除去速度はpH5で最低であったが、金属塩AlCl₃はさらにpH5未満そしてpH3でも化学機械研磨組成物によって得た基材除去速度への抑制効果があった。pHが6より大きいとき、金属塩AlCl₃は化学機械研磨組成物によって得た基材除去速度への抑制効果の低下を示した。

【0061】

例4

この例は化学機械研磨組成物中で3 kcal / モルに等しいか又はそれより大きいM - O - Si結合エネルギーを有する金属イオンの濃度とこのような化学機械研磨組成物で得られる基材除去速度との間の関係を明らかにする。

【0062】

四つの異なる化学機械研磨組成物(研磨組成物4A、4B、4C、及び4D)を使用して、約50.8 cm (20インチ)の二酸化ケイ素基材を化学機械研磨した。各基材は市販の研磨パッドとともに異なる化学機械研磨組成物で以下の条件で60秒間研磨した。

定盤(platen)速度 = 60 rpm

下向き荷重(downforce) = 4 psi

キャリア速度 = 56 rpm

スラリー流速 = 200 mL / 分

パッド温度 = 22 ~ 30

この化学機械研磨組成物は、平均粒子サイズ130 nmの0.15質量%のセリア、0.06質量%の酸、水、及び0.05、0.5又は5 mMのいずれかのAlCl₃を含む。

【0063】

この基材の除去速度を所定時間の基材の厚みの変化を計測することによって測定した。この「規格化除去速度」は、AlCl₃を含まない化学機械研磨組成物の基材除去速度に規格化した基材除去速度である。

【0064】

各化学機械研磨組成物について、研磨組成物、AlCl₃濃度、基材除去速度、及び規格化除去速度を表4に示す。

【表4】

表4

研磨組成物	AlCl ₃ 濃度 (mM)	基材除去速度 (Å/分)	規格化除去速度
5A (対照)	0	3761	1.0
5B (比較)	0.05	2277	0.6
5C (発明)	0.5	<10	<0.0026
5D (発明)	5	<10	<0.0026

【0065】

表4の結果から明らかなように、3 kcal / モルに等しいか又はそれより大きいM - O - Si結合エネルギーを有する金属塩の濃度と、化学機械研磨組成物によって示された基材除去速度との間に相関関係があった。0.05 mM又はそれより大きい金属塩の濃度で示した基材除去速度の減少は0.5 mMまたはそれより大きい金属塩の濃度でもはっきりみられた、そして5 mMまたはそれより大きい金属塩の濃度では横ばいになった。

【0066】

本発明は以下の態様を含んでもよい。

[書類名] 特許請求の範囲

[1]

(a) 砥材、

(b) 3 kcal / モル以上のM - O - Si結合エネルギーを有する金属イオン(M)、及び

(c) 液体キャリア

を含んでなる、化学機械研磨組成物。

[2]

金属イオンが 3.5 kcal / mol 以上の $M - O - Si$ 結合エネルギーを有する、[1] に記載された化学機械研磨組成物。

[3]

金属イオンが 4 kcal / mol 以上の $M - O - Si$ 結合エネルギーを有する、[2] に記載された化学機械研磨組成物。

[4]

金属イオンが金属塩の形態で提供される、[1] に記載された化学機械研磨組成物。

[5]

金属塩が金属塩化物塩である、[4] に記載された化学機械研磨組成物。

10

[6]

金属塩が Al^{3+} 、 Cr^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Sc^{3+} 、又はそれらの組合せを含んでなる、[4] に記載された化学機械研磨組成物。

[7]

金属塩が Al^{3+} を含んでなる、[6] に記載された化学機械研磨組成物。

[8]

化学機械研磨組成物の pH が $3 \sim 7$ である、[7] に記載された化学機械研磨組成物。

[9]

化学機械研磨組成物の pH が $4 \sim 7$ である、[8] に記載された化学機械研磨組成物。

20

[10]

Al^{3+} イオンの濃度が $0.05 \text{ mM} \sim 1 \text{ mM}$ である、[7] に記載された化学機械研磨組成物。

[11]

Al^{3+} イオンの濃度が $0.05 \text{ mM} \sim 0.5 \text{ mM}$ である、[10] に記載された化学機械研磨組成物。

[12]

化学機械研磨組成物の pH が 7 以下の、[1] に記載された化学機械研磨組成物。

[13]

化学機械研磨組成物の pH が 6 以下の、[12] に記載された化学機械研磨組成物。

30

[14]

化学機械研磨組成物の pH が $4 \sim 6$ である、[13] に記載された化学機械研磨組成物。

[15]

金属イオンの濃度が 0.05 mM 以上の、[1] に記載された化学機械研磨組成物。

[16]

金属イオンの濃度が 0.25 mM 以上の、[15] に記載された化学機械研磨組成物。

[17]

金属イオンの濃度が 0.5 mM 以上の、[16] に記載された化学機械研磨組成物。

[18]

金属イオンの濃度が 1 mM 以上の、[17] に記載された化学機械研磨組成物。

40

[19]

金属イオンの濃度が 5 mM 以上の、[18] に記載された化学機械研磨組成物。

[20]

砥材が、アルミナ、炭化ホウ素、セリア、クロミア、ダイヤモンド、ゲルマニア、酸化鉄、マグネシア、シリカ、炭化ケイ素、チタニア、窒化チタン、炭化タングステン、ジルコニア、又はそれらの組合せを含んでなる、[1] に記載された化学機械研磨組成物。

[21]

化学機械研磨組成物が錯化剤又はキレート剤をさらに含んでなる、[1] に記載された化学機械研磨組成物。

50

- [2 2]
 金属イオンが非アルミニウム金属イオンである、[1]に記載された化学機械研磨組成物。
- [2 3]
 (a) 基材を提供する工程、
 (b) 以下を含む化学機械研磨組成物を提供する工程：
 (i) 砥材、
 (i i) 3 kcal / mol に等しいか又はそれより大きいM - O - Si結合エネルギーを有する金属イオン(M)、及び
 (i i i) 液体キャリア、
 (c) 化学機械研磨組成物を基材の少なくとも一部に適用する工程、並びに
 (d) 基材を研磨するために化学機械研磨材で基材の少なくとも一部を磨り減らす工程、を含んでなる基材を研磨する方法。 10
- [2 4]
 金属イオンが 3.5 kcal / mol 以上のM - O - Si結合エネルギーを有する、[2 3]に記載された方法。
- [2 5]
 金属イオンが 4 kcal / mol 以上のM - O - Si結合エネルギーを有する、[2 4]に記載された方法。 20
- [2 6]
 金属イオンが金属塩の形態で提供される、[2 3]に記載された方法。
- [2 7]
 金属塩が金属塩化物塩である、[2 6]に記載された方法。
- [2 8]
 金属塩が Al^{3+} 、 Cr^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Sc^{3+} 、又はそれらの組合せを含んでなる、[2 6]に記載された方法。
- [2 9]
 金属塩が Al^{3+} を含んでなる、[2 8]に記載された方法。
- [3 0]
 化学機械研磨組成物のpHが3 ~ 7である、[2 9]に記載された方法。 30
- [3 1]
 化学機械研磨組成物のpHが4 ~ 7である、[3 0]に記載された方法。
- [3 2]
 Al^{3+} イオンの濃度が $0.05 \text{ mM} \sim 1 \text{ mM}$ である、[2 9]に記載された方法。
- [3 3]
 Al^{3+} イオンの濃度が $0.05 \text{ mM} \sim 0.5 \text{ mM}$ である、[3 2]に記載された方法。
- [3 4]
 化学機械研磨組成物のpHが7以下の、[2 3]に記載された方法。
- [3 5]
 化学機械研磨組成物のpHが6以下の、[3 4]に記載された方法。 40
- [3 6]
 化学機械研磨組成物のpHが4 ~ 6である、[3 5]に記載された方法。
- [3 7]
 金属イオンの濃度が 0.05 mM 以上の、[2 3]に記載された方法。
- [3 8]
 金属イオンの濃度が 0.25 mM 以上の、[3 7]に記載された方法。
- [3 9]
 金属イオンの濃度が 0.5 mM 以上の、[3 8]に記載された方法。
- [4 0] 50

金属イオンの濃度が 1 m M 以上の、[3 9] に記載された方法。

[4 1]

金属イオンの濃度が 5 m M 以上の、[4 0] に記載された方法。

[4 2]

砥材が、アルミナ、炭化ホウ素、セリア、クロミア、ダイヤモンド、ゲルマニア、酸化鉄、マグネシア、シリカ、炭化ケイ素、チタニア、窒化チタン、炭化タングステン、ジルコニア、又はそれらの組合せを含んでなる、[2 3] に記載された方法。

[4 3]

化学機械研磨組成物が錯化剤又はキレート剤をさらに含んでなる、[2 3] に記載された方法。

[4 4]

金属イオンが非アルミニウム金属イオンである、[2 3] に記載された方法。

[4 5]

基材が第二の層に付着した第一の金属層を含んでなる、[2 3] に記載された方法。

フロントページの続き

(72)発明者 カーター, フィリップ
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, キャ
ボット マイクロエレクトロニクス コーポレイション, シー/オー リーガル デパートメント

審査官 岩瀬 昌治

(56)参考文献 特開平11-116948(JP, A)
特開2001-338900(JP, A)
特開2005-191544(JP, A)
特表2003-517194(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/304

B24B 37/00

C09K 3/14