

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4860152号
(P4860152)

(45) 発行日 平成24年1月25日(2012.1.25)

(24) 登録日 平成23年11月11日(2011.11.11)

(51) Int.Cl.	F I	
HO 1 L 21/304 (2006.01)	HO 1 L 21/304	6 2 2 D
B 2 4 B 37/00 (2012.01)	HO 1 L 21/304	6 2 1 D
CO 9 K 3/14 (2006.01)	HO 1 L 21/304	6 2 2 R
HO 1 L 21/306 (2006.01)	HO 1 L 21/304	6 2 2 X
	B 2 4 B 37/00	H
請求項の数 18 (全 16 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2004-552235 (P2004-552235)	(73) 特許権者	505175478
(86) (22) 出願日	平成15年11月13日(2003.11.13)		デュボン エアー プロダクツ ナノマテ
(65) 公表番号	特表2006-516067 (P2006-516067A)		リアルズ エルエルシー
(43) 公表日	平成18年6月15日(2006.6.15)		アメリカ合衆国, アリゾナ州 85252
(86) 国際出願番号	PCT/US2003/036618		, テンペ, 2507 ダブリュ. エリー
(87) 国際公開番号	W02004/044076		ドライブ
(87) 国際公開日	平成16年5月27日(2004.5.27)	(74) 代理人	100092783
審査請求日	平成18年10月24日(2006.10.24)		弁理士 小林 浩
(31) 優先権主張番号	特願2002-329464 (P2002-329464)	(74) 代理人	100095360
(32) 優先日	平成14年11月13日(2002.11.13)		弁理士 片山 英二
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100093676
			弁理士 小林 純子
		(74) 代理人	100112726
			弁理士 黒田 薫
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 研磨剤組成物とそれによる研磨方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体基板の研磨方法であって、

- a) 金属膜、素子分離膜又は絶縁膜の少なくとも1種を備えた半導体基板を用意し、
- b) 金属酸化物粒子、第1の平均分子量を有する第1の水溶性有機高分子、前記第1の平均分子量の29.5%~54%の間の第2の平均分子量を有する第2の水溶性有機高分子及び水を含む研磨剤スラリー組成物を前記基板とポリッシングパッドとの間に設置し、
- c) 前記パッドの一部と前記基板を研磨圧が生じる位置で保持し、前記ポリッシングパッドと前記基板との間に相対動作速度を生じさせるように前記ポリッシングパッド又は基板の少なくとも1つを動かし、これにより半導体基板を研磨することを含み、

ポリッシングパッドと前記基板との間の研磨圧を一定に維持した状態で、前記基板を、前記基板と前記基板に対して相対的に動くポリッシングパッドとの間に配置した前記スラリー組成物と接触させることによって研磨した場合に、パッドの基板に対する相対動作に対する基板除去速度の関係が極大ピークを呈することを特徴とする研磨方法。

【請求項 2】

前記一定研磨圧が、 200 g/cm^2 であり、前記ポリッシングパッドが回転可能な定盤に備えられており、前記パッド回転速度が 15 rpm から 60 rpm まで変化するに際し、ポリッシングパッド - 基板動作速度に対する基板除去速度曲線がピークを呈することを特徴とする請求項 1 に記載の研磨方法。

【請求項 3】

前記スラリー組成物が、第1の平均分子量及び第2の平均分子量とは異なる平均分子量を有する第3の水溶性有機高分子を含むことを特徴とする、請求項1に記載の研磨方法。

【請求項4】

前記高分子量側の水溶性有機高分子と前記低分子量側の水溶性有機高分子の重量比が、 $0.075 : 0.425 \sim 0.25 : 0.25$ であることを特徴とする請求項1に記載の研磨方法。

【請求項5】

前記水溶性有機高分子の少なくとも1種が、ポリアクリル酸塩であることを特徴とする請求項1に記載の研磨方法。

【請求項6】

前記水溶性有機高分子の少なくとも1種が、ポリビニルアルコールであることを特徴とする請求項1に記載の研磨方法。

【請求項7】

前記水溶性有機高分子の含有量が、前記組成物全量に対して 0.06 重量%～ 0.5 重量%であることを特徴とする請求項1に記載の研磨方法。

【請求項8】

前記金属酸化物粒子が、平均粒子径を有するセリアを含み、前記セリアの平均粒子径が、 $0.12 \text{ nm} \sim 0.3 \text{ nm}$ であり、前記スラリー組成物中の前記金属酸化物粒子の固形分が前記組成物全量に対して 0.25 重量%～ 6.0 重量%であることを特徴とする請求項1に記載の研磨方法。

【請求項9】

前記金属酸化物粒子が、平均粒子径を有するシリカを含み、前記シリカの平均粒子径が、 $0.12 \text{ nm} \sim 0.3 \text{ nm}$ であり、前記スラリー組成物中の前記金属酸化物粒子の固形分が前記組成物全量に対して 0.25 重量%～ 6.0 重量%であることを特徴とする請求項1に記載の研磨方法。

【請求項10】

前記金属酸化物粒子が、平均粒子径を有するアルミナを含み、前記アルミナの平均粒子径が、 $0.12 \text{ nm} \sim 0.3 \text{ nm}$ であり、前記スラリー組成物中の前記金属酸化物粒子の固形分が前記組成物全量に対して 0.25 重量%～ 6.0 重量%であることを特徴とする請求項1に記載の研磨方法。

【請求項11】

前記ポリッシングパッドと前記基板との間の前記相対動作速度が、前記研磨圧における基板除去速度の極大ピークを呈する相対動作速度である、請求項1に記載の研磨方法。

【請求項12】

前記研磨工程が、平坦化研磨工程と仕上げ工程とを含み、平坦化研磨工程と仕上げ工程において異なる研磨剤スラリー組成物を用いることを特徴とする請求項1に記載の研磨方法。

【請求項13】

前記研磨工程が、平坦化研磨工程と仕上げ工程とを含み、平坦化研磨工程と仕上げ工程において同じ研磨剤スラリー組成物を用いることを特徴とする請求項1に記載の半導体基板の研磨方法。

【請求項14】

前記平坦化研磨工程における前記ポリッシングパッドと前記基板との間の相対動作速度が、前記仕上げ工程における前記ポリッシングパッドと前記基板との間の相対動作速度よりも早いことを特徴とする請求項13に記載の研磨方法。

【請求項15】

前記平坦化研磨工程における研磨圧が前記仕上げ工程における研磨圧よりも低く、前記平坦化研磨工程における前記ポリッシングパッドと前記基板との間の相対動作速度が、前記仕上げ工程における前記ポリッシングパッドと前記基板との間の相対動作速度よりも早いことを特徴とする請求項12に記載の研磨方法。

10

20

30

40

50

【請求項 16】

半導体基板の研磨方法であって、

a) 絶縁膜を備えた半導体基板を用意し、

b) 研磨セリア粒子、26000～50000の間の第1の平均分子量を有する第1の水溶性有機高分子、前記第1の平均分子量の29.5%～54%の間の第2の平均分子量を有する第2の水溶性有機高分子及び水を含む研磨剤スラリー組成物を前記基板とポリッシングパッドとの間に設置し、

c) 前記パッドの一部と前記基板を研磨圧が生じる位置で保持し、前記ポリッシングパッドと前記基板との間に相対動作速度を生じさせるように前記ポリッシングパッド又は基板の少なくとも1つを動かし、これにより半導体基板を研磨することを含み、

ポリッシングパッドと前記基板との間の研磨圧を一定に維持した状態で、前記基板を、前記基板と前記基板に対して相対的に動くポリッシングパッドとの間に配置した前記スラリー組成物と接触させることによって研磨した場合に、パッドの基板に対する相対動作に対する基板除去速度の関係が極大ピークを呈する研磨方法。

10

【請求項 17】

前記第1及び第2の水溶性有機高分子の少なくとも1種がポリアクリル酸アンモニウム塩であり、前記第1の平均分子量が27000～40000の間であり、且つ、前記第2の平均分子量が10000～20000の間である、請求項16記載の研磨方法。

【請求項 18】

前記絶縁膜がTEOS材料を含むものである、請求項16に記載の研磨方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体デバイスの製造工程の一工程である化学的機械研磨（Chemical Mechanical Polishing：以下「CMP」という）による平坦化技術に使用される研磨剤組成物とそれを使用する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイス製造工程において、一般的に基板には素子分離膜の上に絶縁膜や金属膜等の層を多層積層した多層積層構造が形成される。多層積層化の際には、一般的には、素子分離膜の後に、基板に層間絶縁膜や金属膜を堆積後、生じた凹凸をCMPによって平坦化処理をおこない、平坦となった面に新たな配線を積み重ねていく工程が必須である。

30

【0003】

近年、半導体デバイスは微細化が進むに連れて、基板に積層される多層積層の各層において、ますます精度の高い平坦性が必要となっている。そのため、CMP工程に期待するところが大きく、半導体デバイス製造過程において、CMPによる平坦化工程が重要となってきた。

【0004】

このCMP工程に使用される研磨剤として、近年、タングステン膜等の硬いメタル膜にはアルミナを金属酸化物研磨粒子として含む研磨剤が、銅等柔らかいメタル膜にはシリカを研磨粒子として含む研磨剤が使用されてきている。このような研磨剤においては、金属膜とバリア膜や酸化膜との選択比を制御するための添加剤とともにアルミナやシリカがスラリー化されている。また、層間絶縁膜や素子分離膜などに対する平坦化研磨では、シリカ粒子やセリア粒子が研磨粒子として使用されている。このような研磨剤において、シリカ粒子はメカニカルな研磨機能だけを有するため、水酸化カリウムやアンモニアといった研磨速度（加工レート）向上用添加剤が併用されている。一方、セリア粒子は、膜成分であるSiO₂表面と少し化学的反応をするので、添加剤を使用しなくても、しかも加工レートが早いといった特性がある。そのため、セリアを含む研磨剤組成物が、スループット向上という工業的な観点から、非常に期待され使われ始めて来ている。

40

【発明の開示】

50

【0005】

ところで、従来、研磨剤として金属酸化物粒子のみを分散させたスラリーを使用すると平坦性が良好でないことが知られていた。このため、金属酸化物粒子のほかに、その平坦性の改良を目的として数々の添加剤、例えば界面活性剤、水溶性有機高分子、有機酸、キレート化剤などが併用されていた。

【0006】

例えば、金属酸化物研磨粒子の水分散スラリーに、ポリエチレンオキサイド、ポリビニルアルコール、アルギン酸塩、グアガム、カルボキシメチルセルロース、ハイドロキシエチルセルロース、ポリアクリル酸塩など水溶性有機高分子を添加し、層間絶縁膜、素子分離膜、金属膜を研磨すると、ディッシングが起こりにくく平坦性が良好になることが

10

【0007】

しかしながら、このような研磨剤組成物によって、通常CMPで採用される範囲の研磨圧力、定盤回転速度の下で膜を研磨平坦化すると、研磨剤組成物に水溶性有機高分子を添加するに従い加工レートが低下し、被研磨膜の厚さが少なくなったところで研磨速度が遅くなるとともに、スクラッチが多く発生し、平坦性も損なう傾向が目立ってくるという問題があった。

【0008】

例えば、研磨粒子としてセリア粒子を含み、水溶性有機高分子としてポリカルボン酸アンモニウム塩を含む研磨剤が知られており（例えば、特許第3278532号、参照として組み込まれる）、また、研磨粒子としてアルミナ粒子を含み、水溶性有機高分子としてポリアクリル酸を含む研磨用スラリー組成物が知られており（例えば、特許第3130279号、参照として組み込まれる）、また、酸化セリウム粒子、アクリル酸アンモニウム塩とアクリル酸メチルの共重合体および水を含む酸化セリウム研磨剤が知られている（例えば、特開2000-17195号、参照として組み込まれる）。このような研磨剤によって膜を研磨平坦化していくと、ディッシングが防止され平坦性が良好になるものの、スクラッチが多発するという大きな欠点があった。

20

【0009】

このため、上記研磨平坦化工程の後に仕上げ工程（final polishing step）として、更に粒子径が小さく柔らかい粒子、例えばシリカスラリーなど別のスラリーを使い、前述した研磨剤組成物の使用により生じたスクラッチを主に除く研磨を行うことが必要な場合が多かった。このため、スクラッチを除くための仕上げ工程は、前半の平坦化研磨工程で使用した研磨剤組成物を取り除き、研磨装置とパット等を洗浄し、続いて後半の仕上げ工程用のスラリーを準備し使用するという、極めて煩雑で時間のかかる作業が必要となるという問題があった。または、前半の平坦化研磨工程用とは別にもう一台後半の仕上げ工程用の研磨装置を用意する場合には、被研磨基板を新たな研磨装置に移す必要があり、時間がかかるのみならず、経済的な観点からの問題があった。

30

【0010】

研磨剤組成物によってスクラッチが発生するという問題は、ドレッサー、パッドくず等によってスクラッチが発生する場合と異なり、研磨装置の管理や作業手順の改善で解決できる問題ではなく、スラリー組成を根本的に改善しなくては解決できない問題である。スクラッチ発生の低減はデバイス平坦化の究極の目標であり、この目標の達成は、デバイスの微細化に従って、一層重要になる。たとえば、配線の傷による抵抗の増加や断線や、傷つきやすいlow-k膜などの層間絶縁膜の傷といった製造工程に支障をきたす種々の問題は、スクラッチを低減させることによって解決することができる。

40

【0011】

したがって、スクラッチ発生を効率的に低減させる研磨剤組成物、およびスクラッチ発生を減らし経済的な研磨工程を実現させる研磨方法の提供が望まれていた。

【0012】

本発明では、金属膜、素子分離膜または絶縁膜の少なくとも1種を備えた半導体基板研磨

50

用の研磨剤組成物が提供される。前記研磨剤組成物は、金属酸化物粒子と少なくとも1種の水溶性有機高分子と水とを含む。前記研磨剤組成物は、ポリッシングパッドと前記基板との間の研磨圧を一定に維持した間、ポリッシングパッドの基板に対する相対動作に対する研磨速度を測定したときにピークを呈することを特徴とする。前記一定研磨圧は、たとえば、約 6.9 kPa ~ 約 62.1 kPa であってもよく、前記ポリッシングパッドは、たとえば、回転可能な定盤に備えられている。前記相対動作は、基板に対するパッドの回転動作であり、好ましい態様においては、前記パッド回転速度が約 12 rpm から約 150 rpm まで変化するに際し、ポリッシングパッド - 基板動作速度に対する基板研磨速度曲線がピークを呈する。

【0013】

本発明の一態様においては、前記研磨剤組成物は2種以上の水溶性有機高分子を含み、前記水溶性有機高分子はそれぞれ平均分子量を有しており、少なくとも1種のより軽い水溶性有機高分子が、その他のより重い水溶性有機高分子の平均分子量の15% ~ 95%の間の平均分子量を有する。前記より重い水溶性有機高分子と前記より軽い水溶性有機高分子の重量比が、約95 : 5 ~ 約5 : 95である。さらに、前記水溶性有機高分子の少なくとも1種が、ポリアクリル酸塩、ポリビニルアルコール、ポリエチレンオキサイド、ポリエチレングリコール、アルギン酸、グアガム、カルボキシルメチルセルロース、ハイドロキシメチルセルロース、若しくはこれらの塩、又はこれらの組み合わせである。前記水溶性有機高分子の含有量が、前記組成物全量に対して約0.01重量% ~ 約3重量%である。あるいは、前記水溶性有機高分子の含有量が、前記組成物全量に対して約0.05重量% ~ 約1.5重量%である。

【0014】

さらに、前記金属酸化物の選択に基づいて、研磨剤組成物のいくつかの態様を採用することができる。第一の態様において、前記研磨剤組成物で使用される前記金属酸化物粒子が、平均粒子径を有するセリアを含み、前記セリアの平均粒子径が、約 $0.03 \mu\text{m}$ ~ 約 $0.5 \mu\text{m}$ であり、研磨剤組成物中の前記金属酸化物粒子の固形分が前記組成物全量に対して約0.1重量% ~ 約20重量%である。第二の態様において、前記研磨剤組成物で使用される前記金属酸化物粒子が、平均粒子径を有するシリカを含み、前記シリカの平均粒子径が、約 $0.03 \mu\text{m}$ ~ 約 $0.5 \mu\text{m}$ であり、研磨剤組成物中の前記金属酸化物粒子の固形分が前記組成物全量に対して約0.1重量% ~ 約20重量%である。第三の態様において、前記研磨剤組成物で使用される前記金属酸化物粒子が、平均粒子径を有するアルミナを含み、前記アルミナの平均粒子径が、約 $0.03 \mu\text{m}$ ~ 約 $0.5 \mu\text{m}$ であり、研磨剤組成物中の前記金属酸化物粒子の固形分が前記組成物全量に対して約0.1重量% ~ 約20重量%である。

【0015】

本発明では、半導体基板の研磨方法も提供され、前記研磨方法は、本発明にかかる研磨剤組成物を用いて基板を研磨する方法を含み、前記研磨剤組成物は、前記基板とポリッシングパッドとの間に設置され、前記パッドの一部と前記基板を研磨圧が生じる位置で保持し、次いで、前記ポリッシングパッドと前記基板との間に相対動作速度を生じさせるように前記ポリッシングパッド又は基板の少なくとも1つを動かし、これにより半導体基板を研磨する。第一の態様において、前記ポリッシングパッドと前記基板との間の前記相対動作速度が、前記研磨圧における基板研磨速度のピークを呈する相対動作速度の約30%の範囲内 (within 30%) である。第二の態様において、前記ポリッシングパッドと前記基板との間の前記相対動作速度が、前記研磨圧における基板研磨速度のピークを呈する相対動作速度の約15%の範囲内である。第三の態様において、前記ポリッシングパッドと前記基板との間の前記相対動作速度が、前記研磨圧における基板研磨速度のピークを呈する相対動作速度である。第四の態様において、前記ポリッシングパッドと前記基板との間の前記相対動作速度が変化し、前記ポリッシングパッドと前記基板との間の平均相対動作速度が、前記研磨圧における基板研磨速度のピークを呈する相対動作速度の約30%の範囲内である。第五の態様において、前記ポリッシングパッドと前記基板との間の前記相対動作速

10

20

30

40

50

度が変化し、前記ポリッシングパッドと前記基板との間の平均相対動作速度が、前記研磨圧における基板研磨速度のピークを呈する相対動作速度の約15%の範囲内である。

【0016】

本発明の方法によれば、前記研磨工程が、平坦化研磨工程 (first planarization step) と仕上げ工程 (final polishing step) とを含み、平坦化研磨工程と仕上げ工程のいずれの工程においても、本発明にかかる研磨剤組成物のいずれかの態様を用いる。さらに、平坦化研磨工程と仕上げ工程の両工程において、同じ研磨剤組成物を用いてもよい。前記平坦化研磨工程における前記ポリッシングパッドと前記基板との間の相対動作速度が、前記仕上げ工程における前記ポリッシングパッドと前記基板との間の相対動作速度よりも早い。前記平坦化研磨工程における研磨圧が前記仕上げ工程における研磨圧よりも低く、平坦化研磨工程と仕上げ工程のいずれの工程においても、前記ポリッシングパッドと前記基板との間の前記相対動作速度が、前記研磨圧における基板研磨速度のピークを呈する相対動作速度の30%の範囲内である。その他の態様において、前記平坦化研磨工程における研磨圧が前記仕上げ工程における研磨圧よりも低く、平坦化研磨工程と仕上げ工程のいずれの工程においても、前記ポリッシングパッドと前記基板との間の前記相対動作速度が、前記研磨圧における基板研磨速度のピークを呈する相対動作速度の約15%の範囲内である。その他の態様において、前記平坦化研磨工程における研磨圧が前記仕上げ工程における研磨圧よりも低く、平坦化研磨工程と仕上げ工程のいずれの工程においても、前記ポリッシングパッドと前記基板との間の前記相対動作速度が、前記研磨圧における基板研磨速度のピークを呈する相対動作速度である。さらに、前記平坦化研磨工程における研磨圧が前記仕上げ工程における研磨圧よりも低く、前記平坦化研磨工程における前記ポリッシングパッドと前記基板との間の相対動作速度が、前記仕上げ工程における前記ポリッシングパッドと前記基板との間の相対動作速度よりも早い。

【0017】

本発明の方法によれば、前記半導体基板が、層間絶縁膜、素子分離膜および金属膜からなる群から選ばれる少なくとも1種の膜を備えている。

【0018】

以下、本発明にかかる研磨剤組成物について説明する。

【0019】

本発明は、金属酸化物粒子と水溶性有機高分子と水とを含む半導体基板研磨用の研磨剤組成物を提供する。本研磨剤組成物は、一定研磨圧下、ポリッシングパッドの速度を変えて金属膜、素子分離膜または絶縁膜を有する基板を研磨した場合に、最大の除去 (maximum removal) を呈することを特徴とする。

【0020】

ここで、「パッド速度 - 研磨速度曲線がピークを呈する」とは、本発明にかかる研磨剤組成物を用いて、一定研磨圧下、ポリッシングパッドの速度を通常CMPで採用される範囲内、すなわち15 ~ 60 rpmで変えて基板を研磨した際に、パッドの速度を最小値から上げるに従い研磨速度も上がっていくが、研磨速度はピーク (極大値) を迎え、その後はパッド速度を上げていっても研磨速度がピーク以上にはならないことをいう。好ましい態様では、ピークは、回転可能な定盤において通常採用されるCMP研磨圧の範囲内で最大であり、このピークは、最大の除去速度を示す。より高いパッド速度における除去速度は、ピークにおける除去速度よりも低いであろう。すべての他の基板除去速度は、最大除去速度よりも低く、ピークよりも低いパッド速度における研磨速度も、高いパッド速度における研磨速度も、最大除去速度よりも低い。ここで、異なる研磨圧を採用する場合には、異なる研磨速度においてピークが起こりうると理解されるべきである。

【0021】

一方、従来使用されている研磨剤組成物は、通常採用されるCMP条件下で、研磨圧力およびパッド速度に略比例して、加工レートが向上していく性質を有するものである。

【0022】

一定研磨圧下で最大除去を呈するという性質を有する研磨剤組成物によって半導体基板

10

20

30

40

50

を研磨することにより、スクラッチが極めて少ない平坦化面が得られる。また、平坦化研磨工程と仕上げ工程とを含む半導体基板の研磨工程において、上記研磨剤組成物を用いれば、一つの研磨剤組成物で両工程に対応できる。

【0023】

本発明にかかる研磨剤組成物の機能が、従来の研磨剤組成物とどのように異なるかについては、以下のようなものが考えられる。

【0024】

研磨は、研磨成分である金属酸化物粒子と基板とのズレ応力の大きさにしたがって進むが、このズレ応力は、ポリッシングパッドの速度を上げるに従い大きくなるため、結果としてパッド速度を上げるに従ってより研磨が進むことになる。この際、本発明にかかる研磨剤組成物中の水溶性有機高分子は、金属酸化物粒子と基板との間に滑り性を与えるが、この滑り性の増加は研磨力の低下を招く。このため、本発明にかかる研磨剤組成物は、一定研磨圧下、パッド速度が、研磨速度が最大値に到達するパッド速度に達するまでは加工レートも向上するが、研磨剤組成物中の水溶性有機高分子の滑り性が優先しだすと考えられる。その結果、研磨力が下がるため、加工レートも下がることになる。

【0025】

これに対し、従来の研磨剤組成物では、通常のCMPで採用される範囲内でパッド速度を上げて、金属酸化物粒子のズレ応力の増加に伴う研磨力の向上が、常に水溶性高分子の滑り性向上を上回るため、パッド速度に略比例して、加工レートが向上していくことになる。

【0026】

もっともこのようなメカニズムは推論に過ぎず、本発明はこのようなメカニズムに限定されるものではない。

【0027】

本発明にかかる研磨剤組成物において、「試験基板」は、パッド速度 - 研磨速度をプロットする際に、当該研磨剤組成物によって研磨される。「試験基板」は、金属膜、素子分離膜または絶縁膜（層間絶縁膜、窒化膜など）を含むベタ膜を有する基板であれば特に限定されない。

【0028】

また、試験基板に課する一定研磨圧は、通常CMPで使われる範囲の研磨圧力であればよく、約 6.9 kPa ~ 約 62.1 kPa のいずれかであることが好ましい。

【0029】

本発明で使用される研磨装置の方式としては、試験基板の中心のポリッシングパッドに対する相対速度が通常CMPで採用される範囲内のものであればとくに制限はない。このような研磨装置の方式としては、たとえば、（１）ポリッシングパッドを備えた回転可能な定盤と、基板を保持する機構とを備えた回転定盤方式、（２）例えば、ポリッシングパッドが一体化され予め定められた直線方向に移動するベルトと、基板を保持する機構（例えば、キャリア）とを備えたベルト方式、（３）ポリッシングパッドが一体化され楕円軌道運動をする定盤と、基板を保持する機構（例えば、キャリア）とを備えたオービタル方式、（４）オブシidian方式等を挙げることができる。本発明において、回転定盤方式を好ましく使用することができる。

【0030】

たとえば、回転定盤方式を採用する場合、研磨すべき基板中心のポリッシングパッドに対する相対速度は、次のように算出できる。たとえば、研磨装置として、エバラEPO222D型研磨装置（定盤直径約610mm）を用いた場合、定盤の中心から約170mmの所にトップリングの中心があり、定盤の回転速度が12rpmのときは、基板中心の相対速度は、 $2 \times 17.0 \times 3.14 \times 12 \text{ cm/min}$ となり、 12.81 m/min となる。また、定盤の回転速度が100rpmのときは、 106.76 m/min となる。

【0031】

また、パッド速度は、通常CMPで採用される範囲内で変えればよいが、回転定盤方式

10

20

30

40

50

を採用する場合は、パッド速度（定盤の回転数）が約12rpmから約150rpmまで変化する間に研磨速度がピークを持つことが好ましく、15rpmから60rpmまで変化する間に研磨速度ピークを持つことが更に好ましい。

【0032】

この場合、定盤の回転数に対し、基板を保持し回転させるトップリングの回転数は、定盤回転数の約0.5～約2.5倍、好ましくは約1～約1.3倍で回転されるのが好ましい。例えば、定盤回転数が12rpmの時は、トップリングの回転数は12～16rpmであることが好ましい。

【0033】

本発明にかかる研磨剤組成物に使用できる金属酸化物粒子としては、アルミナ、シリカ、セリア等を挙げることができる。

10

【0034】

例えば、アルミナとしては、(1)焼成し、 α -アルミナを少し含む α -アルミナ、(2) γ -アルミナを粉碎篩い分けして得られるアルミナ粒子を挙げることができる。約0.03 μm ～約0.5 μm の平均粒子径を有するアルミナを使用することが好ましい。 β -アルミナやベイマイトからなるコロイダルアルミナを含むアルミナは粒子が柔らかすぎるため好ましくない。また、シリカとしては、煙霧状超微粒子シリカ粉末を水に分散させて得られるコロイダルシリカ及び高密度コロイダルシリカ、水ガラスからナトリウムを除去しシリカを重合させて得られるコロイダルシリカ、有機アルコキシドであるテトラメトキシシランやテトラエトキシシランなどを加水分解してコロイド状とした高純度コロイダルシリカを使用することができる。また、セリアとしては、セリウムの硝酸塩や硫酸塩、塩化物などの水溶液とセリウム水酸化物等とを反応させ、中和や熱熟成をした後、水洗し、これを乾燥・焼成と、任意に粉碎・篩わけすることによって得られるセリアを使用することができる。また、煙霧状超微粒子シリカと同じ製造法で、セリウム塩化物や硝酸塩・有機酸塩などを原料として得られる煙霧状セリアを水に分散させたものを使用することもできる。また、有機セリウム化合物を用いて、ケミカルペーパーデポジション法によって得られる超微粒子酸化セリウムを利用して製造することもできる。またセリウム硝酸塩や硫酸塩や塩化物水溶液やセリウムアルコキシドを加水分解して得られるコロイダルセリア水分散液を使用することもできる。

20

【0035】

本発明において、金属酸化物粒子は、シリカまたはセリアであることが好ましく、セリアであることが特に好ましい。

30

【0036】

本発明において、使用される金属酸化物粒子の純度は、研磨剤組成物中の含有量で、K、Na、Liなどのアルカリ金属が1000ppm以下、Ni、Zn、Pbなどの重金属が100ppm以下となるような純度であることが好ましく、これら不純物の研磨剤組成物中の含有量がさらに上記濃度の1/10～1/100以下となることが更に好ましい。

【0037】

本発明で使用される金属酸化物粒子の平均粒子径は、約0.03 μm ～約0.5 μm の範囲のものが使用できるが、とくに約0.08 μm ～約0.3 μm の粒子径が好ましい。一般的には、約0.03 μm 未満の粒子では、細かすぎて加工レートが遅く経済的ではない。また、一般的には、約0.5 μm を越える粒子径の金属酸化物粒子では、加工レートは早いですが、スクラッチ発生が多くなり、好ましくない。

40

【0038】

本発明において、研磨剤組成物中の金属酸化物粒子の固形分含有量は、前記組成物全量に対して0.1重量%～20重量%が好ましく、特に0.2重量%～10重量%が好ましい。固形分含有量が0.1重量%未満では加工レートが遅い傾向があり好ましくない。20重量%を越える固形分では、最大除去を呈する研磨条件の設定が極めてしにくく、また安定した研磨条件が得られにくいため好ましくない。

【0039】

50

本発明の研磨剤組成物に含まれる水溶性有機高分子としては、ポリアクリル酸、ポリエチレンオキサイド、ポリビニルアルコール、ポリエチレングリコール、アルギン酸、グアガム、カルボキシメチルセルロース、ヒドロキシメチルセルロースおよびこれら塩を挙げることができ、ポリアクリル酸、又はポリアクリル酸塩を使用することが好ましく、ポリアクリル酸アンモニウム塩を使用することが特に好ましい。

【0040】

本明細書において、「水溶性有機高分子」の「水溶性」には、高分子が水に完全に溶解している状態のみならず、高分子の一部が水に溶解して高分子が分散している状態も含まれる。

【0041】

本発明において、一定研磨圧下、最大除去を呈する研磨剤組成物は、たとえば、前記水溶性有機高分子として、重量平均分子量が異なる2種以上の水溶性有機高分子を含ませることによって得ることができる。

【0042】

本発明にかかる研磨剤組成物が、重量平均分子量の違う2種以上の水溶性有機高分子を含む場合は、これらの水溶性高分子がそれぞれ研磨剤組成物中で別々の挙動をすることによって、研磨に際してスクラッチの極めて少ない平坦化面を得ることができると考えられる。既に述べたように、水溶性高分子は、本発明にかかる研磨剤組成物中でそれぞれ滑り性効果を与えると考えられるが、この効果は水溶性高分子によって異なり、たとえば、金属酸化物粒子へ一部付着することによって、あるいは金属酸化物粒子を分散させることによって、金属酸化物粒子により発生するスクラッチを積極的に防止する効果が発現されると推測される。

【0043】

もっともこのようなメカニズムは推論に過ぎず、本発明はこのようなメカニズムに限定されるものではない。

【0044】

本発明において、研磨剤組成物中の2種以上の水溶性有機高分子の固形分含有量の合計は、前記組成物全量に対して約0.01重量%～約3重量%であることが好ましく、約0.05重量%～約1.5重量%がさらに好ましい。固形分含有量の合計が約0.01重量%未満では、最大除去を呈する研磨条件の設定が極めてしにくい傾向があるため、好ましくない。また、固形分含有量の合計が約3重量%を越えると、加工レートが極めて低くなる傾向があり経済的でなく、また、分散性が悪くなり、スクラッチ防止効果が低下する傾向があるため、好ましくない。

【0045】

本発明において使用される2種以上、好ましくは2種～3種の水溶性有機高分子は、重量平均分子量がそれぞれ異なる。このような重量平均分子量としては、水溶性有機高分子が2種の場合は、たとえば、低分子量側の水溶性有機高分子の重量平均分子量が、高分子量側の水溶性有機高分子の重量平均分子量の約15%～約95%であることが好ましく、約25%～約75%であることが更に好ましく、約30%～約60%であることがより好ましい。具体的な重量平均分子量のグループとしては、分子量の測定方法にもよるが、たとえば、8,000～24,000と、26,000～50,000の2つのグループを挙げることができ、10,000～20,000と、27,000～40,000のグループであることが好ましい。1つ目のグループと2つ目のグループの含有量比率は、約95:5～約5:95であることが好ましく、約90:10～約50:50であることがさらに好ましい。

【0046】

また、本発明において水溶性有機高分子が、重量平均分子量の異なる3種以上の水溶性有機高分子からなる場合には、2種の水溶性有機高分子が、その分子鎖が切れることにより、研磨剤組成物中に3種以上の水溶性有機高分子が含まれることとなる場合も含む。

【0047】

10

20

30

40

50

これら水溶性有機高分子の重量平均分子量の測定は、たとえば、ゲルパーミエーションクロマトグラフ（GPC）分析装置で測定することができる。この方法によれば、分子量数百～数十万まで測定することができ、2種以上の水溶性有機高分子の重量平均分子量もそれぞれ測定することができる。なお、本明細書において、重量平均分子量の測定は、特に説明がない限り、GPCにより、標準物質としてポリエチレングリコールを使用して測定した。

【0048】

2種以上の水溶性有機高分子の組合せの例としては、

(1) 重量平均分子量が約12,000～約20,000であるポリアクリル酸アンモニウムと、重量平均分子量が約22,000～約40,000であるポリアクリル酸アンモニウムを使用し、含有量比率が約70:30～約90:10である場合、

(2) 重量平均分子量が約14,000～約22,000であるポリアクリル酸アンモニウムと、重量平均分子量が約26,000～約42,000であるポリアクリル酸アンモニウムを使用し、含有量比率が約60:40～約90:10である場合、

等を挙げることができる。

【0049】

本発明にかかる研磨剤組成物のpHは特に制限はないが、約4～約10であることが好ましく、より好ましくは約4～約6である。

【0050】

本発明にかかる研磨剤組成物において、例えば、粒子径0.12μmのセリア粒子と、水溶性有機高分子として、重量平均分子量約16,500のポリアクリル酸アンモニウムおよび重量平均分子量約30,500のポリアクリル酸アンモニウムとを含む研磨剤組成物によれば、スクラッチの極めて少ない平坦化面を得ることができる。

【0051】

本発明にかかる研磨剤組成物は、攪拌機付き容器に所定量の水を加え攪拌しながら金属酸化物粒子の粉末またはコロイド分散液を添加し、均質混合後、コロイドミル、高速分散機、超音波分散機、ボールミルなど凝集物を無くす分散装置で処理し、更に水溶性有機高分子物質を添加混合することによって得ることができる。2種以上の水溶性有機高分子を使用する場合は、これらをあらかじめ混合してから添加してもよく、別々に直接添加しても良い。これら金属酸化物粒子粉末やコロイド分散液、水溶性有機高分子の添加順序と攪拌分散法は、最終的に得られた研磨剤組成物を研磨に使った際、スクラッチ低減という本発明の効果を達成できればいずれの順序・方法を採用しても良い。

【0052】

本発明にかかる研磨剤組成物には、本発明の効果を妨げない範囲内で、各種添加剤を添加することができる。このような添加剤としては、例えば、界面活性剤、流動性調整剤、酸化剤、防食剤、腐食剤、緩衝溶液、キレート化剤等を挙げることができる。

【0053】

また、本発明では、上述した本発明にかかる研磨剤組成物を用いて半導体基板を研磨することを特徴とする研磨方法が提供される。本発明の研磨方法によれば、スクラッチが極めて少ない平坦化面を得ることができる。

【0054】

本発明の研磨方法によれば、研磨工程が平坦化研磨工程と仕上げ工程とに分かれる場合であっても、一つの工程で行う場合であっても、同じ研磨剤組成物を用いて研磨することができる。

【0055】

従来の研磨方法によれば、前半の平坦化研磨工程、すなわち、層間絶縁膜やバリヤ膜などでパターンウエハの種々の表面層の厚みを減らす工程においては、加工レートが大きく平坦性の良い組成をもった研磨剤組成物を使用し、一方、後半の仕上げ工程では、前半の工程とは別のスラリーを用意し、前半の工程で発生した基板表面のスクラッチを除く必要があった。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 6 】

これに対し、本発明の方法では、平坦化研磨工程と仕上げ工程とで同じ研磨剤組成物を使用することができるため、研磨剤組成物の交換作業をする必要がなくなる。これに伴い、研磨剤組成物交換に伴う諸問題、例えば、研磨装置等の洗浄、新たな研磨装置の準備といった問題が一気に解消し、あるいは、一台の研磨装置に定盤が複数設置されているマルチプラテンを使用する必要もなくなり、また、研磨工程に要する時間が短縮でき、研磨剤組成物用のタンクの節約、供給ラインの節約等のメリットが生じることになる。

【 0 0 5 7 】

本発明の研磨方法では、研磨装置のポリッシングパッドに本発明にかかる研磨剤組成物を担持させて、基板上に形成された膜を研磨する。研磨装置としては、上述したような各種の方式のものを使用することができる。研磨条件としては、通常CMPで採用される研磨条件を採用することができる。ポリッシングパッドとしては一般的な不織布、発砲ポリウレタン、多孔質フッ素樹脂などを使用することができ、特に制限がない。またパッドには研磨剤組成物が溜まるような溝加工を施すことが好ましい。

10

【 0 0 5 8 】

本発明の研磨方法において、前半の平坦化研磨工程におけるポリッシングパッドの速度が後半の仕上げ工程におけるポリッシングパッドの速度よりも早く、かつ、平坦化研磨工程における研磨圧力が仕上げ工程における研磨圧力よりも低いことが好ましい。このような研磨条件を採用すると、スクラッチ低減効果がさらに増すことになる。

【 0 0 5 9 】

研磨装置として回転定盤方式を採用した場合、例えば、前半の平坦化研磨工程では研磨圧力を約 13.8 kPa ~ 約 20.7 kPa とし、定盤の回転数を約 100 rpm とし、研磨し、後半の仕上げ工程では研磨圧力を約 34.5 kPa ~ 約 48.3 kPa とし、回転数を約 15 rpm ~ 約 35 rpm とすることが好ましい。また、研磨条件を適宜設定することで、前半の工程と後半の工程の研磨圧力とパッド速度を各々同一とすることもできる。これは、前半の研磨工程の研磨条件として、後半の仕上げ工程において通常採用される条件と近い条件を選択することで達成できる。

20

【 0 0 6 0 】

本発明にかかる研磨方法で研磨される半導体基板としては、主に基板表面に SiO_2 を含む膜を備えたシリコンウエハを好ましく挙げることができ、特に層間絶縁膜 (low-k 膜を含む) や素子分離膜を備えたデバイスウエハを好ましく挙げることができる。また、金属膜を備えた基板を挙げることができる。

30

【 0 0 6 1 】

以上説明したように、本発明の研磨剤組成物によれば、スクラッチが極めて少ない平坦化された基板表面を得ることができる。また、本発明の研磨剤組成物によれば、従来は別々の研磨剤組成物を使用しなくてはならなかった研磨工程を一つの研磨剤組成物で対応することができるようになる。また、本発明によれば、金属酸化物粒子の下層沈殿分離を防止することができ、良好な分散性を保つことができる。これにより、研磨前の研磨剤組成物の再分散作業が不要となり、研磨時の加工レートの変動といった問題も解消される。

【 0 0 6 2 】

以下に本発明の実施例を説明するが、本発明の技術的範囲がこれに限定されるものではない。

40

【 実施例 】

【 0 0 6 3 】

(1) パッド速度 - 研磨速度曲線

【 0 0 6 4 】

表 1 に挙げた組成にしたがって 8 種類の研磨剤組成物 (A ~ J) を調製し、それぞれのパッド速度 - 研磨速度曲線を得た。

【 0 0 6 5 】

表 1 中、 PAA NH_4 は、ポリアクリル酸アンモニウムを示し、PVA はポリビニルア

50

ルコールを示す。なお、ポリビニルアルコールとしては、信越化学社製のポリビニルアルコール（表1中の重量平均分子量は同社測定による）を用いた。

【0066】

研磨装置としてエバラEPO 222Dを使用し、ポリッシングパッドとしてIC-1000/SUBA400の二層パッドを使用した。また、試験基板としては、オゾンTEOSによるILDベタ膜を膜厚15000で有する200mmウエハーを用いた。

【0067】

研磨条件としては、荷重を200g/cm²一定とし、研磨剤組成物流量を120ml/minとし、定盤回転数を15rpmから60rpmまで変化させ、トップリングの回転数は定盤回転数の1.2倍とした。

【表1】

	金属酸化物粒子			水溶性有機高分子1			水溶性有機高分子2			pH
	種類	粒子径 (nm)	含有量 (wt%)	種類	分子量	含有量 (wt%)	種類	分子量	含有量 (wt%)	
A	セリア	0.12	1.0	PAANH ₄	16,500	0.20	PAANH ₄	30,500	0.05	5.0
B	セリア	0.12	1.0	—	—	—	—	—	—	5.0
C	セリア	0.12	0.25	PAANH ₄	16,500	0.048	PAANH ₄	30,500	0.012	5.3
D	セリア	0.12	0.25	—	—	—	—	—	—	5.5
E	セリア	0.30	1.5	PAANH ₄	9,000	0.25	PAANH ₄	30,500	0.25	6.0
F	セリア	0.30	1.5	ヘクトライト粘土	—	0.15	—	—	—	6.5
G	アルミナ	0.20	5.0	PAANH ₄	14,000	0.35	PAANH ₄	28,000	0.15	4.8
H	シリカ	0.15	6.0	PVA	9,000	0.425	PVA	27,000	0.075	4.5
I	セリア	0.60	1.0	ポリカルボン酸アンモニウム	30,000	6.00	—	—	—	8.5
J	セリア	0.30	1.0	PAANH ₄	8,000	0.5	—	—	—	9.5

【0068】

8種類の研磨剤組成物それぞれについて、各定盤回転数における加工レートの変化をプロットし、加工レートに極大値（ピーク）があるかを調べた。加工レート測定はナノメトリックス社のNanospec6100薄膜測定装置でおこなった。

【0069】

各定盤回転数と加工レートの測定結果を表2に示した。表2に基づいてパッド速度 - 研磨速度をプロットしたグラフを図1（A～F）および図2（G～J）にそれぞれ示した。

【0070】

10

20

30

40

【表 2】

研磨剤組成物	15rpm	24rpm	30rpm	40rpm	50rpm	60rpm	極大値
A	1000	1250	1250	100	100	100	有
B	750	1350	2000	2700	3400	3900	無
C	850	1450	1600	1750	1650	1400	有
D	700	1350	1800	1850	2000	2600	無
E	1100	1500	1400	250	200	150	有
F	1200	1750	2200	2500	2700	2850	無
G	1450	1600	1800	2050	2250	2100	有
H	1050	1500	1950	2400	2850	2700	有
I	2150	2350	2400	2500	2600	2650	無
J	2000	2400	2700	3100	3400	3850	無

10

表 2 中、加工レート（研磨速度）単位は、 / m i n である。

【 0 0 7 1 】

表 2 から明らかのように、研磨剤組成物 A では定盤回転数が 2 4 r p m ~ 3 0 r p m のところで、研磨剤組成物 C では 4 0 r p m のところで、研磨剤組成物 E では 2 4 r p m のところで、研磨剤組成物 G と H では 5 0 r p m のところで、それぞれ研磨速度のピークがある、本発明にかかる研磨剤組成物であることがわかった。なお、研磨剤組成物 A を 4 倍に水希釈した研磨剤組成物を調製し、これによってパッド速度 - 研磨速度曲線を調べたところ、回転数 4 0 r p m で加工レートが極大値をもつこともわかった。

20

【 0 0 7 2 】

(2) 研磨試験（研磨剤組成物 A ~ D ）

【 0 0 7 3 】

(1) で得られた研磨剤組成物 A ~ D を用いて、(1) で使用した研磨装置およびポリッシングパッドを使用して研磨試験を行った。また、被研磨基板としては、2 0 0 m m S i u e r 上に p - T E O S 酸化膜が厚み 1 5 0 0 0 で形成され、段差 5 0 0 0 で凹部巾 1 0 μ m、凸部巾 5 μ m のパターンが描かれたパターンウエハを使用した。

【 0 0 7 4 】

研磨条件としては、前半の平坦化研磨工程では、研磨剤組成物流量を 1 2 0 m l / m i n とし、荷重 3 8 g / c m ²、定盤回転数 6 5 r p m にて 2 分研磨を行った。また、後半の仕上げ工程では、荷重 1 8 0 g / c m ²、定盤回転数 1 4 r p m にて 2 分研磨を行った。研磨後、基板を流水で 1 分洗浄し、スピンドライヤーで乾燥させた。その後、被研磨基板表面に生じたスクラッチによる欠陥の数を測定した。測定装置としては、K L A - T e n c o r 社の K L A 2 3 5 1 を使用した。

30

【 0 0 7 5 】

その結果、本発明にかかる研磨剤組成物である研磨剤組成物 A を使用して研磨した基板上に発生した 0 . 2 μ m 以上のスクラッチは、基板一枚あたり 5 個であり、同様に、本発明にかかる研磨剤組成物である研磨剤組成物 C の場合は、1 1 個だった。これに対し、従来の研磨剤組成物である研磨剤組成物 B の場合は 6 2 個、研磨剤組成物 D の場合は 7 7 個と極めて多かった。

40

【 0 0 7 6 】

また、本発明にかかる研磨剤組成物である研磨剤組成物 A を使用して、後半の仕上げ工程のみの研磨を 5 分行い、上記同様の洗浄乾燥を行ってスクラッチを測定したところ、基板 1 枚あたり 1 2 個と少なかった。これに対し、従来の研磨剤組成物である研磨剤組成物 B を使用して、同条件で後半の仕上げ工程のみの研磨を行ったところ、スクラッチは 4 3 個と多かった。

【 0 0 7 7 】

(3) 研磨試験（研磨剤組成物 E、F、I、J）

【 0 0 7 8 】

(1) で得られた研磨剤組成物 E、F、I、J を用いて、(2) と同様の研磨試験を行

50

った。ただし、被研磨基板としては、200mm Siウエハ平面にパターン密度50%の10 μ mピッチのパターン溝を深さ4000で形成し、その上に高密度プラズマTEOS酸化膜を膜厚6000で埋めることによって形成した特定の層を有する素子分離膜を備えたパターンウエハを使用した。

【0079】

また、研磨条件としては、前半の平坦化研磨工程を、荷重100g/cm²、定盤回転数60rpmで2分行った。また、後半の仕上げ工程を、荷重400g/cm²、定盤回転数12rpmで2分行った。

【0080】

その結果、本発明にかかる研磨剤組成物である研磨剤組成物Eを使用して研磨した基板上に発生した0.14 μ m以上のスクラッチは、基板一枚あたり25個でありかなり少なかった。これに対し、従来の研磨剤組成物である研磨剤組成物Fの場合は136個、研磨剤組成物Iの場合は218個、研磨剤組成物Jの場合は177個と極めて多かった。

10

【0081】

(4) 研磨試験(研磨剤組成物F、G、H)

【0082】

(1)で得られた研磨剤組成物F、G、Hを用いて、(2)と同様の研磨試験を行った。ただし、被研磨基板としては、200mmシリコンウエハ上に、オゾンTEOS膜を膜厚7000で形成し、パターン密度50%の10 μ mピッチのパターン溝を深さ3000で形成し、その上にTa₂N₅バリア膜を形成し、更にその上にCuを15000堆積した金属膜を形成したパターンウエハを使用した。

20

【0083】

また、研磨条件としては、一工程のみ行い、荷重120g/cm²、定盤回転数12rpmで3分行った。

【0084】

その結果、本発明にかかる研磨剤組成物である研磨剤組成物Gを使用して研磨した基板上に発生した0.14 μ m以上のスクラッチは、基板一枚あたり65個であり、同様に、本発明にかかる研磨剤組成物である研磨剤組成物Hの場合は、47個であり少なかった。これに対し、従来の研磨剤組成物である研磨剤組成物Fの場合は263個と極めて多かった。

30

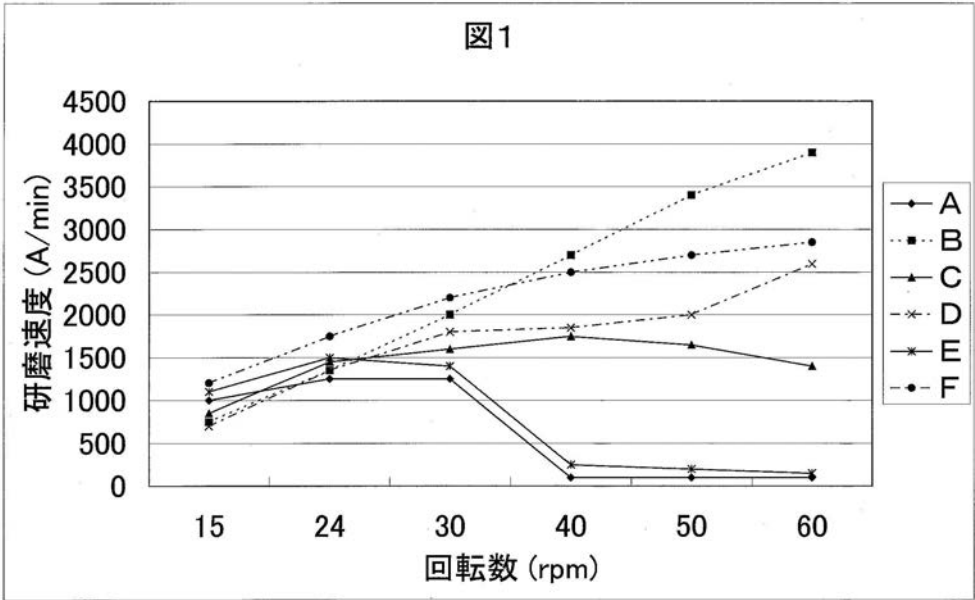
【図面の簡単な説明】

【0085】

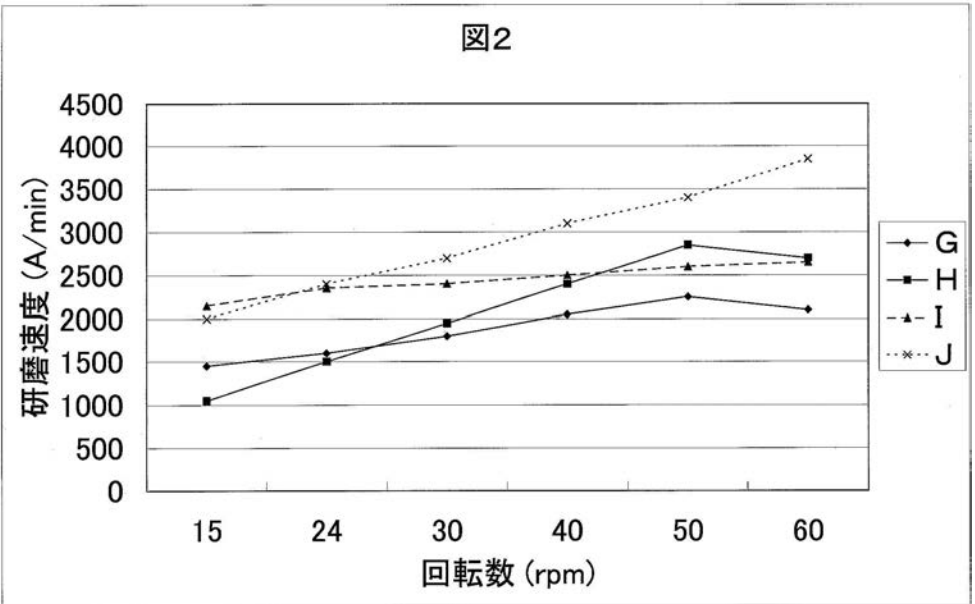
【図1】縦軸を研磨速度とし、横軸をパッド速度として、研磨剤組成物A～Fを用いて得られた研磨速度をプロットした図である。

【図2】縦軸を研磨速度とし、横軸をパッド速度として研磨剤組成物G～Jを用いて得られた研磨速度をプロットした図である。

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

C 0 9 K 3/14 5 5 0 D

C 0 9 K 3/14 5 5 0 Z

H 0 1 L 21/306 M

(74)代理人 100120134

弁理士 大森 規雄

(72)発明者 能條 治輝

日本国神奈川県高座郡寒川町倉見440

(72)発明者 吉田 明利

日本国千葉県千葉市中央区矢作町991-176

(72)発明者 柏原 洋史

日本国神奈川県川崎市多摩区宿河原3-3-3 メゾンオークラ 4-D

(72)発明者 ベラル, パスカル

アメリカ合衆国, カリフォルニア州 94545, ハイワード, 2520 パーリントン コート

審査官 岩瀬 昌治

(56)参考文献 国際公開第2002/083804(WO, A1)

特開平08-316179(JP, A)

特開平07-254579(JP, A)

特開平07-086215(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/304

B24B 37/00

C09K 3/14

H01L 21/306