

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5972264号
(P5972264)

(45) 発行日 平成28年8月17日 (2016. 8. 17)

(24) 登録日 平成28年7月22日 (2016. 7. 22)

| | | | |
|---------------------------------|---------------|---------|--|
| (51) Int. Cl. | F 1 | | |
| HO 1 L 21/304 (2006. 01) | HO 1 L 21/304 | 6 2 2 M | |
| B 2 4 B 37/00 (2012. 01) | B 2 4 B 37/00 | A | |
| B 2 4 B 53/00 (2006. 01) | B 2 4 B 53/00 | Z | |

請求項の数 2 (全 8 頁)

| | | | |
|---------------|-------------------------------|-----------|---------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2013-519695 (P2013-519695) | (73) 特許権者 | 505005049 |
| (86) (22) 出願日 | 平成23年6月24日 (2011. 6. 24) | | スリーエム イノベイティブ プロパティ |
| (65) 公表番号 | 特表2013-534734 (P2013-534734A) | | ズ カンパニー |
| (43) 公表日 | 平成25年9月5日 (2013. 9. 5) | | アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 |
| (86) 国際出願番号 | PCT/US2011/041843 | | - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オ |
| (87) 国際公開番号 | W02012/009139 | | フィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエ |
| (87) 国際公開日 | 平成24年1月19日 (2012. 1. 19) | | ム センター |
| 審査請求日 | 平成26年6月9日 (2014. 6. 9) | (74) 代理人 | 100088155 |
| (31) 優先権主張番号 | 12/837, 055 | | 弁理士 長谷川 芳樹 |
| (32) 優先日 | 平成22年7月15日 (2010. 7. 15) | (74) 代理人 | 100128381 |
| (33) 優先権主張国 | 米国 (US) | | 弁理士 清水 義憲 |
| | | (74) 代理人 | 100162640 |
| | | | 弁理士 柳 康樹 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 陰極防食したパッドコンディショナー及び使用方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

研磨面及び該研磨面と反対側の裏面を有する金属基材を備え、前記研磨面に前記金属基材に付着した研磨粒子を含む研磨部材と、

受容面及び該受容面に隣接する周囲縁部を有し、前記受容面が前記研磨部材の裏面に取り付けられ、隣接する支持キャリアと、

前記周囲縁部に取り付けられた陽極と、

電解質溶液と接触した場合に、前記陽極から前記金属基材まで陰極防食電流を供給するよう構成される陰極防食回路と、を含む、化学機械平坦化用の陰極防食したパッドコンディショナー。

【請求項 2】

半導体ウェハの化学機械平坦化中に請求項 1 に記載の陰極防食したパッドコンディショナーを使用する工程を含む、パッドのコンディショニング方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は概して、半導体ウェハの化学機械平坦化用のパッドコンディショナー、及びその使用方法に関する。

【背景技術】

【0002】

化学機械平坦化（CMP）は、サブミクロン技術による集積回路（IC）の製造に広く使用される加工技術である。技術ノードが小さくなってリソグラフィーの焦点深度がますます浅くなり、半導体ウェハの作業面の平面性が必要になってきた。CMPは、研磨パッド及び研磨スラリーを使用する研磨／材料除去プロセスである。多くの場合、研磨スラリーは腐食性である。研磨パッドの材料除去効率は、目詰まりのために長期間使用すると低下することが多い。一定の材料除去効率を維持するために、パッドコンディショナーを用いて研磨パッドを脱目詰まりさせる（すなわち、コンディショニングする）。

【0003】

ウェハの平坦化中に生じる特定の問題点として、マイクロスクラッチ（すなわち、マイクロメートルスケールのスクラッチ）、研磨不足又は研磨過剰、及びディッシングが挙げられる。マイクロスクラッチに主に寄与するものとして、スラリーからの研磨粒子、研磨により遊離した物質、パッドコンディショナーから遊離したダイヤモンド、及びパッドコンディショナーの金属粒子が挙げられる。

10

【0004】

マイクロスクラッチに加え、例えばニッケルなどの一部の金属は、混入について問題になる場合がある。例えば、ウェハ表面に埋め込まれたニッケル粒子は、能動／受動素子及び相互接続の電氣的又は信頼性性能を変化させる場合がある。例えば、金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ（MOSFET）の電氣的性能は、ニッケル混入により悪影響を受けることがある。また、ニッケル混入により別個の痕跡量銅間の電氣的橋絡が生じると、銅相互接続が電氣的短絡となる場合がある。

20

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0005】

一態様では、本開示は、

研磨面及び研磨面と反対側の裏面を有する金属基材を備え、研磨面に金属基材に付着した研磨粒子を含む研磨部材と、

受容面及び受容面に隣接する周囲縁部を有し、受容面が研磨部材の裏面に取り付けられ、隣接する支持キャリアと、

周囲縁部に取り付けられた陽極と、

電解質溶液と接触した場合に、陽極から金属基材まで陰極防食電流を供給するよう構成される陰極防食回路と、を含む、化学機械平坦化用の陰極防食したパッドコンディショナーを提供する。

30

【0006】

いくつかの実施形態では、陰極防食回路は、陽端子及び陰端子を有する電池を備え、陽端子は陽極に電氣的に結合され、陰端子は金属基材に電氣的に結合される。いくつかの実施形態では、電池は、支持キャリア内の空洞内に、少なくとも部分的に配置される。いくつかの実施形態では、陰端子は、導電性接着剤により、少なくとも部分的に金属基材に取り付けられる。いくつかの実施形態では、周囲縁部は研磨部材に隣接するベベル部を有し、陽極はベベル部上に配置される。

【0007】

有利には、本開示による陰極防食したパッドコンディショナーは、半導体ウェハ上のマイクロスクラッチ、及び／又は半導体ウェハの混入につながる可能性がある、半導体ウェハの化学機械平坦化中の金属基材の酸化を抑制する。

40

【0008】

本開示によるパッドコンディショナーは、例えば、半導体ウェハの化学機械平坦化中の使用に有用である。したがって、別の態様では、本開示は、パッドのコンディショニング方法を提供し、この方法は、半導体ウェハの化学機械平坦化中に本開示によるパッドコンディショナーを使用する工程を含む。いくつかの実施形態では、陰極防食したパッドコンディショナーは、半導体ウェハの化学機械平坦化中にパッドに接触する。

【0009】

50

前述の実施形態は、組み合わせが本開示の教示から明らかに誤りではない限り、これらを任意に組み合わせ実施してもよい。本開示の特徴及び利点は、発明を実施するための形態及び添付の特許請求の範囲を考慮することで更に理解される。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本開示の一実施形態による代表的なパッドコンディショナー100の斜視図。

【図2】図1に示すパッドコンディショナー100の断面側面図。

【図3】代表的なパッドコンディショナー200の概略平面図。

【図4】代表的なパッドコンディショナー300の概略平面図。上記の図面には本開示の複数の実施形態が記載されているが、考察の中で記述したとおり、その他の実施形態も考えられる。いかなる場合も、本開示は本開示を代表して提示するものであって、限定するものではない。多数の他の変更例及び実施形態が、当業者によって考案され得ることを理解すべきであり、それは、本開示の原理の範囲及び趣旨の範囲内に含まれる。図は、縮尺どおりに描かれていない場合もある。同様の参照番号が、同様の部分を示すために複数の図を通じて使用されている場合がある。

10

【発明を実施するための形態】

【0011】

ここで図1及び2を参照すると、化学機械平坦化用の代表的な陰極防食したパッドコンディショナー100は、研磨部材110と、支持キャリア120と、陽極130と、陰極防食回路140と、を備える。研磨部材110は、研磨面114及び研磨面114の反対側の裏面116を有する金属基材112を備える。研磨面114は、金属基材112に付着した研磨粒子118を含む。支持キャリア120は、受容面122及び受容面122に隣接する周囲縁部124を有する。受容面122は、導電性接着剤119の層により研磨部材110の裏面116に取り付けられ、隣接する。陽極130は、周囲縁部124に取り付けられる。陰極防食回路140は、電解質溶液と接触した場合に、陽極130から金属基材112まで陰極防食電流を供給するよう構成される。

20

【0012】

金属基材は、1種以上の金属及び/又は合金からなり、研磨粒子周囲のろう合金を含んでよい。好適な金属の例として、ステンレス鋼、クロム、チタン、チタン合金、ジルコニウム、ジルコニウム合金、ニッケル、及びこれらの合金が挙げられる。例えば、ろう付け又は電気メッキ(例えばニッケルの)などの任意の好適なプロセスで基材を形成してよい。代表的なニッケル合金として、ニッケル約80パーセント及びクロム約20パーセントを含むニッケル合金が挙げられる。金属基材は、剛性、半剛性、又は可撓性であってよく、所望により比較的薄く(例えば箔)又は厚くてもよい。

30

【0013】

例えば、適切な形状(例えばディスク状)に形成されるマトリックス材を、マトリックス材の主表面上に配置される研磨粒子を伴った状態で焼結することにより、研磨部材を形成できる。マトリックス材は、ろう合金及び焼結した耐食性金属粉末を含む。所定の温度に加熱すると、ろう合金は液体となり、研磨粒子の周囲を流動する。加えて、ろう合金は研磨粒子と反応して化学結合を形成する。化学結合の形成のため、ろう合金組成物は、特定の研磨粒子と反応することが知られている元素を含み、それにより化学結合を形成する。例えば、ダイヤモンド研磨粒子が使用される場合、ろう合金は、ダイヤモンドと反応して化学結合を形成できる元素、すなわち、クロム、タングステン、コバルト、チタン、亜鉛、鉄、マンガン、又はケイ素のうち少なくとも1つを含んでよい。更なる例として、立方晶窒化ホウ素研磨粒子が使用される場合、ろう合金は、研磨粒子と化学結合を形成できるアルミニウム、ホウ素、炭素、及びケイ素のうち少なくとも1つを含んでよく、酸化アルミニウム研磨粒子が使用される場合、ろう合金は、アルミニウム、ホウ素、炭素、及びケイ素のうち少なくとも1つを含んでよい。しかし、ろう合金が、研磨粒子と反応して化学結合を形成する単一の元素又は複数の元素に加え、様々な不活性元素を含有してもよいことと認識される。

40

50

【0014】

代表的な研磨粒子として、モース硬度が少なくとも8、より典型的には少なくとも9である研磨粒子が挙げられる。好適な研磨粒子として、例えば、溶融酸化アルミニウム、セラミックス酸化アルミニウム、熱処理済酸化アルミニウム、炭化ケイ素、炭化ホウ素、炭化タングステン、アルミナジルコニア、酸化鉄、ダイヤモンド(天然及び合成)、酸化セリウム、立方晶窒化ホウ素(CBN)、ダイヤモンド、ガーネット、カーボランダム、亜酸化ホウ素、及びこれらの組み合わせが挙げられる。研磨粒子は、カップリング剤又は金属若しくはセラミックコーティングなどの表面処理又はコーティングを更に含んでよい。本開示に有用な研磨粒子は、典型的には20~1000マイクロメートルの範囲の平均サイズを有するが、他のサイズも用いてよい。より典型的には、研磨粒子は、約45~625マイクロメートル、又は約75~300マイクロメートルの平均サイズを有する。

10

【0015】

典型的には、研磨部材は、ディスク状若しくは環状又はその一部分の形状であるが、他の形状も用いてよい。支持キャリア上に複数の研磨部材を取り付ける場合、それぞれの陰極防食回路が各研磨部材にあることが望ましい。典型的にはディスクの縁部に隣接する研磨面の一部は、実質的に研磨粒子を含まなくてよい。研磨部材として用いるのに好適な代表的な研磨ディスクは、米国特許第5,620,489号(Tsellesin)及び同第6,123,612号(Goers)にも記載されている。

【0016】

研磨部材の研磨面がむき出しになり、研磨に使用できるように、研磨部材を支持キャリアに取り付ける。

20

【0017】

支持キャリアをCMP装置に取り付け可能なように適合させるが、使用される機器に応じて形状及び寸法は変化する。典型的には、支持キャリアは実質的にディスク状であるが、この形状である必要はない。支持キャリアは、受容面及び周囲縁部を有する。いくつかの実施形態では、周囲縁部はベベル部を含む。支持キャリアは、例えば、合成高分子材料(例えば、プラスチック又は熱硬化性樹脂)、セラミックス材料、及び/又は好適な耐食性金属で形成してよい。代表的な一実施形態では、支持キャリアはポリカーボネートで形成される。

【0018】

陰極防食回路が十分に保持されるという条件で、例えば、接着剤(例えば導電性接着剤)及び/又は機械的締結具などの任意の好適な締着技術を用いて、研磨部材を支持キャリアに取り付けることができる。

30

【0019】

陽極の材料は、CMPプロセスに用いられる材料の影響を受け、当業者の能力の範囲内で選択される。代表的な陽極として、印加電流陰極防食(ICCIP)で知られる陽極が挙げられる。陽極は、研磨部材の研磨機能を極度に妨げない任意の形状を有してよい。典型的には、CMPプロセス中に、スラリーが陽極及び金属基材に同時に接触できるように、陽極の少なくとも一部を研磨面とほぼ同じ高さで支持キャリア上に取り付ける。更に、電流がスラリーを通過するときの過剰な電圧降下を回避するため、典型的には、陽極と金属基材との間の距離を実質的に最小限にすべきである。例えば、図1に示すように、陽極130を、周囲縁部124のベベル部126(すなわち面取り)に取り付けてよい。代表的な好適な陽極材料として、混合金属酸化物、プラチナ、白金めっきチタン、タンタル、及び/又はニオブウム、金、パラジウム、銀パラジウム、並びにグラファイトが挙げられる。グラファイトは、プロセス中のウェハに不利益に混入される可能性は低い、特に低pH水性環境において環境を悪化しやすい。

40

【0020】

陽極は金属基材から絶縁する必要があり、さもないと短絡が生じる。その結果、陽極を絶縁パッド上に置く、ないしは支持キャリアが導電性である場合は別の方法で、支持キャリアを絶縁する必要がある場合がある。支持キャリアが誘電性材料(例えば絶縁体)であ

50

る場合は、典型的には問題はない。例えば、接着剤及び/又は機械的締結具などの任意の好適な手段により、陽極を支持キャリアに取り付けてよい。

【0021】

外部陽極を材料に接続して腐食から保護し、十分な強さ及び電圧のDC電流を流すことにより、材料の領域全てがカソードとなり、腐食しないことが陰極防食の原理である。これは、本開示に実践されるように陰極防食回路により達成される。

【0022】

陰極防食回路は、陽極を電池の陽端子に電氣的に結合する一方で、研磨部材の金属基材を電池の陰端子に電氣的に結合する。使用していないとき、回路は開放される。使用中、CMPプロセスで用いられるスラリー中の電解質が金属基材と陽極を橋絡することにより、回路が閉鎖される。ここで図2を参照すると、代表的な陰極防食回路140は、電池150、陽極130、及び金属基材112を備える。空洞128内に配置される電池150は、空洞128に隣接するチャンネル129内に配置される絶縁線158を介して、陽極130に電氣的に結合される陰端子152及び陽端子154を備える。混入(例えば、CMP中のスラリーによる)を防ぐため、チャンネル129及び空洞128の余った空隙は、典型的には、例えば、3M Company (Saint Paul, Minnesota) から3M ESPE VINYL POLYSILOXANE IMPRESSION MATERIALとして入手できる熱硬化性シリコン樹脂などの、耐食性の電氣的絶縁材料160で埋められる。使用される電池の種類及び数に応じて、空洞128の形状を変更してよい。

【0023】

ここで図3を参照すると、代表的なパッドコンディショナー200は、研磨部材110、陽極130、及び2枚のコイン電池(図示せず)の収容に適應し、チャンネル229に隣接する空洞228を有する。同様に、図4に示すように、別の代表的なパッドコンディショナー300は、研磨部材110、陽極130、及び、3枚のコイン電池(図示せず)の収容に適應し、チャンネル329に隣接する空洞328を有する。

【0024】

図2に示すように、電池150はコイン電池であるが、別の電池設計も有用である。電池の電圧は、典型的には、例えばこれまでに説明したような、金属基材の構成及びパッドコンディショナーの設計パラメーターの影響を受けて選択される。一般的には、電池の電圧は、金属マトリックスがもたらす酸化した金属種を還元するのに十分でなくてはならない。典型的には、少なくとも3ボルト、6ボルト、又はそれ以上の電圧を有する電池が、陰極防食したパッドコンディショナーの多くの実施態様において十分であるが、特定の実施態様では、より低い電圧が有用であり得る。更に、電池は、典型的には、陰極防食したパッドコンディショナーの耐用年数を持続させるのに十分な電流容量を有するよう選択されるが、このように選択される必要はない。

【0025】

以下の非限定的な実施例によって本開示の目的及び利点を更に例示するが、これら実施例で引用される特定の材料及びそれらの量、並びに他の条件及び詳細は、本開示を不当に制限するものと解釈されるべきではない。

【実施例】

【0026】

特に記載がない限り、実施例及びこれ以降の明細書における部、割合、比率などはいずれも重量基準である。

【0027】

(実施例1)

直径4.25インチ(10.8cm)の陰極防食したパッドコンディショナーを、図1及び2に概略を示すように調製した。支持キャリアをポリカーボネートで作製した。陽極をAg-Pd合金で作製した。3M Company (Saint Paul, Minnesota) の3M ESPE VINYL POLYSILOXANE IMPRES

10

20

30

40

50

SION MATERIALを用いて、絶縁線及び電池周辺の支持キャリアのチャンネル及び空洞中の空隙を埋めた。3ボルトのコイン電池を電池として用いた。3M Companyから3M XYZ/ISOTROPIC ELECTRICALLY CONDUCTIVE ADHESIVE TRANSFER TAPE 9709Sとして入手可能な導電性接着剤を用いて、電池の陽端子を研磨部材の裏面に接着した。研磨部材は、3M Companyが市販する3M A188 DIAMOND PAD CONDITIONERで使用されている研磨部材と実質的に同じとした。3M A188 DIAMOND PAD CONDITIONERは、取り外し及び洗浄ができ、感圧性接着剤によりポリカーボネートキャリアに取り付けられる研磨部材を有する。研磨部材の金属マトリックスは主にニッケルからなり、微量の合金化元素としてクロムを含み、その他P、Si、Fe、C、及びMnなどの微量成分及び不純物を含有する場合がある。

10

【0028】

比較パッドコンディショナー

実施例1と同様であるが電池は含めずにパッドコンディショナーを調製した。

【0029】

比較パッドコンディショナー及び実施例1のパッドコンディショナーを、Cabot Microelectronics (Aurora, Illinois)からSEMI-SPERSE W2000-POLISHING SLURRY FOR ADVANCED TUNGSTEN CMPとして入手できるCMP研磨スラリーと別々に接触させ、スラリーが、陽極と研磨部材の金属基材との間に電氣的橋絡を形成する(すなわち、陰極防食回路が閉鎖される)ようにした。ジメチルグリオキシムNi²⁺錯体テストストリップを用いて、スラリー中のニッケルイオン濃度を長時間モニタリングした。結果を以下の表1に示す。

20

【0030】

【表1】

表1

| 継続時間、 時間 | パッドコンディショナー | | | |
|-------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------|------------|
| | 比較パッドコンディショナー | 実施例1 | | |
| | Ni ²⁺ 濃度 ミリグラム/リットル | Ni ²⁺ 濃度 ミリグラム/リットル | 電圧 ボルト | 電流 アンペア |
| 0 | 0 | 0 | 3.0 | 0.22 |
| 8 | ~10 | 0 | | |
| 24 | ~25 | ~10 | 2.9 | 0.12 |
| 32 | ~100 | ~10 | | |
| 48 | ~250 | ~10 | 2.9 | 0.12 |

30

【0031】

本明細書に引用した全ての特許及び刊行物は、その全文を参照することにより本明細書に組み込むこととする。本明細書に記載される全ての実施例は、特に指示しない限り非限定的であるとみなすべきである。当業者は、本開示の様々な修正及び変更を、本開示の範囲及び趣旨から逸脱することなく行うことができ、また、本開示は、上記で説明した例示的な実施形態に過度に限定して理解すべきではない。

40

【 図 1 】

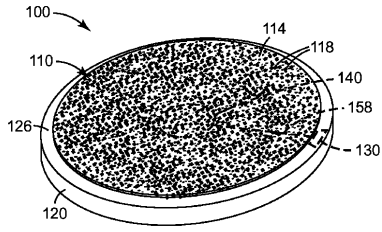


FIG. 1

【 図 4 】

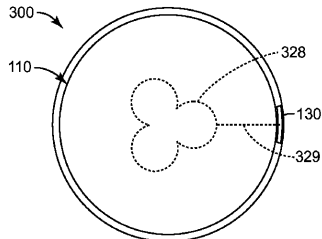


FIG. 4

【 図 2 】

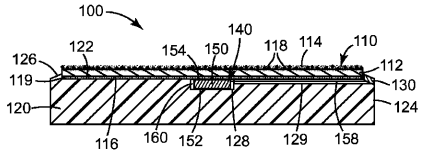


FIG. 2

【 図 3 】

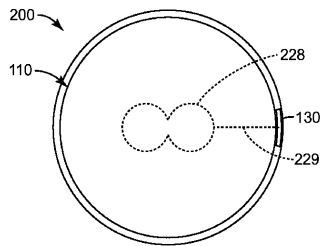


FIG. 3

フロントページの続き

- (72)発明者 ラライア, ヴィンセント ジェイ.
台湾, 10682 タイペイ, セクション 2, ダンファ サウス ロード ナンバー 9
5, 6エフ
- (72)発明者 リム, ブーン キアット
シンガポール, シンガポール 768923, イーシュン アヴェニュー 7, 1

審査官 内田 正和

- (56)参考文献 特開2001-179603(JP,A)
特表2007-528299(JP,A)
米国特許第06203413(US,B1)
米国特許第7608173(US,B2)
特開2008-192749(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/304
B24B 37/00
B24B 53/00