

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6613470号  
(P6613470)

(45) 発行日 令和1年12月4日 (2019. 12. 4)

(24) 登録日 令和1年11月15日 (2019. 11. 15)

(51) Int. Cl.	F I
<b>H O 1 L 21/304 (2006. 01)</b>	H O 1 L 21/304 6 2 1 D
<b>B 2 4 B 37/12 (2012. 01)</b>	H O 1 L 21/304 6 2 2 M
<b>B 2 4 B 53/017 (2012. 01)</b>	H O 1 L 21/304 6 2 2 D
<b>B 2 4 B 49/02 (2006. 01)</b>	B 2 4 B 37/12 D
	B 2 4 B 53/017 Z
請求項の数 5 (全 13 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2017-559654 (P2017-559654)	(73) 特許権者	518112516
(86) (22) 出願日	平成28年5月26日 (2016. 5. 26)		グローバルウェーハズ カンパニー リミテッド
(65) 公表番号	特表2018-518050 (P2018-518050A)		Global Wafers Co., Ltd.
(43) 公表日	平成30年7月5日 (2018. 7. 5)		台湾シンチュウ、サイエンス・ベイスト・インダストリアル・パーク、インダストリアル・イースト・ロード2、ナンバー8
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/034428		
(87) 国際公開番号	W02016/196216	(74) 代理人	100101454
(87) 国際公開日	平成28年12月8日 (2016. 12. 8)		弁理士 山田 卓二
審査請求日	令和1年5月23日 (2019. 5. 23)	(74) 代理人	100112911
(31) 優先権主張番号	62/168, 247		弁理士 中野 晴夫
(32) 優先日	平成27年5月29日 (2015. 5. 29)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		
早期審査対象出願			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多結晶仕上げを有する半導体ウエハを処理する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シリコン層を半導体ウエハに堆積するステップであって、シリコン層は、半導体ウエハに面する内側表面と、内側表面とは反対の外側表面とを含み、シリコン層は、内側表面と外側表面との間に定義される第1厚さを有し、第1厚さは、シリコン層全体に渡って実質的に均等である、ステップと、

シリコン層の外側表面をパッド表面と接触させる前に、半導体ウエハを検査して、初期ウエハプロファイルを判断するステップと、

初期ウエハプロファイルの形状を分類するステップと、

半導体ウエハを研磨装置に位置決めするステップであって、研磨装置は、パッド表面を有する研磨パッドを含み、パッド表面は、中心エリアおよびエッジエリアを定義する、ステップと、

もし半導体ウエハの初期ウエハプロファイルがドーム形状として分類される場合、パッド表面の中心エリアをドレッシングし、もし半導体ウエハの初期ウエハプロファイルが皿形状として分類される場合、パッド表面のエッジエリアをドレッシングするステップと、

シリコン層の外側表面をパッド表面と接触させるステップと、

スラリーをシリコン層の外側表面に塗布するステップと、

パッド表面がシリコン層の外側表面に接触しつつ、研磨パッドを回転させるステップであって、その結果、シリコン層の一部が除去され、シリコン層の滑らかな表面を提供し、第2厚さが、内側表面と滑らかな表面との間に定義され、第2厚さは、シリコン層全体に

10

20

渡って実質的に均等である、ステップと、

シリコン層の一部の除去後、半導体ウエハを検査して、研磨後ウエハプロファイルを判断するステップと、

初期ウエハプロファイルを研磨後ウエハプロファイルと比較して、プロファイル間の変動を判断するステップと、

初期ウエハプロファイルと研磨後ウエハプロファイルとの間の変動に基づいて、パッド表面の中心エリアおよびエッジエリアの一方をドレッシングするステップとを含む、

半導体ウエハを処理する方法。

【請求項 2】

エッジエリアは、ドレッシングされ、

パッド表面は、円形形状を有し、

エッジエリアは、研磨パッドの外側エッジから 2 . 5 c m と 5 c m の間で放射状に延びている、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

中心エリアは、ドレッシングされ、

パッド表面は、円形形状を有し、

中心エリアは、研磨パッドの外側エッジから 1 5 c m と 2 0 c m の間に内向きに放射状に間隔を空けている、請求項 1 または 2 記載の方法。

【請求項 4】

シリコン層は、多結晶シリコン層であり、

該層は、研磨後に減少した粗さを有し、

多結晶粒子境界は、研磨によって減少している、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の方法

。

【請求項 5】

スラリーは、研磨粒子および塩基を含む、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[ 関連出願の相互参照 ]

本願は、米国仮特許出願（第 6 2 / 1 6 8 2 4 7 号、2 0 1 5 年 5 月 2 9 日出願）の優先権を主張しており、この開示は参照により全体としてここに組み込まれる。

【0002】

本開示は、一般に半導体ウエハの処理に関し、詳細には半導体ウエハの研磨面を含む半導体ウエハを処理するためのシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0003】

半導体ウエハは、例えば、集積回路（IC）チップ、シリコン・オン・インシュレータ（SOI）ウエハ、高周波 - SOI（RF - SOI）ウエハなどの半導体デバイスの生産で使用される。典型的には、半導体ウエハは、高伝導度反転蓄積層の形成を生じさせる高抵抗基板を含み、これは半導体デバイスの性能を妨げる。

【0004】

幾つかのプロセスにおいて、例えば、多結晶シリコン層などの層が、半導体ウエハの表面に堆積され、密度電荷トラップを提供し、これにより高伝導度反転蓄積層の形成を抑制する。例えば、この層は、高抵抗基板と埋め込み酸化物（BOX）との間の界面を形成する表面に堆積でき、界面を横切る電荷の移動を妨げる。いったん堆積されると、層は、半導体ウエハ上に粗い表面を形成する傾向がある。従って、半導体ウエハの粗い表面は、ICチップ、SOIウエハ、RF - SOIウエハなどの半導体デバイスの生産のための厳密なパラメータを満たす特性を有するようにさらに処理する必要がある。

【0005】

典型的には、半導体ウエハの表面は、多結晶層粗さおよび微小欠陥を含む表面特性を改

10

20

30

40

50

善するように研磨される。半導体ウエハを研磨する1つの方法は、化学機械研磨（CMP）と称される。CMPプロセスは、しばしば垂直軸周りの従動回転のためのターンテーブル上に搭載された円形研磨パッド、およびウエハを保持し、それを研磨パッドに接触させるための機構を使用する。パッドは回転し、ウエハは、研磨ヘッドによってパッドに接触して付勢される。しかしながら、研磨パッドは、時間とともに劣化し、パッドの研磨面は平坦でなくなる。こうしたパッド摩耗は、研磨後の表面特性に影響し、これはウエハを不満足なものとし、または追加の処理を要求する。

【0006】

CMPプロセスはまた、半導体ウエハの形状を著しく変化でき、半導体ウエハの部分が不均等な量で除去され、ウエハの厚さが変動を有する。従って、ウエハの部分は、必要または最適なものより厚いまたは薄い材料のエリアを有することがある。これらの変動は、廃棄および非効率性を生じさせる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

従って、改善したパッド摩耗プロセスを使用して、半導体ウエハの形状を実質的に変化させることなく、半導体ウエハを研磨する方法についてニーズがある。この方法は、ICチップ、SOIウエハ、RF-SOIウエハなどの高品質半導体デバイスでの使用のためにウエハの品質を増加させるはずである。

【0008】

この背景セクションは、以下に説明及び/又は権利請求する本開示の種々の態様に関連し得る技術の種々の態様を読者に紹介することを意図している。この議論は、読者に背景情報を提供して、本開示の種々の態様のより良い理解を促進するのに役立つと考える。従って、これらの記述は、この観点で読むべきであり、先行技術の承認としてではないと理解すべきである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

一態様において、半導体ウエハを処理する方法は、シリコン層を半導体ウエハに堆積することを含む。シリコン層は、実質的に均等な厚さを有する。シリコン層は、研磨され、シリコン層を平滑化し、その結果、厚さは、研磨後に実質的に均等である。

【0010】

他の態様において、半導体ウエハを処理する方法は、シリコン層を半導体ウエハ上に堆積することを含む。シリコン層は、半導体ウエハに面する内側表面と、内側表面とは反対の外側表面とを含む。シリコン層は、内側表面と外側表面との間に定義される第1厚さを有する。第1厚さは、シリコン層全体に渡って実質的に均等である。半導体ウエハは、研磨装置に位置決めされる。研磨装置は、パッド表面を有する研磨パッドを含む。パッド表面は、中心エリアおよびエッジエリアを定義する。パッド表面の中心エリアおよびエッジエリアの少なくとも一方が、半導体ウエハのウエハプロファイルに基づいてドレッシングされる。シリコン層の外側表面は、パッド表面と接触する。スラリーが、シリコン層の外側表面に塗布される。方法はさらに、パッド表面がシリコン層の外側表面に接触しつつ、パッドを回転させることを含み、その結果、シリコン層の一部が除去され、シリコン層の滑らかな表面を提供する。第2厚さが、内側表面と滑らかな表面との間に定義される。第2厚さは、シリコン層全体に渡って実質的に均等である。

【0011】

上述した態様に関連して記述した特徴について種々の改良が存在する。更なる特徴を、上述した態様に組み込んでよい。これらの改良および追加の特徴は、個別にまたは任意の組合せで存在してもよい。例えば、図示した実施形態の何れかに関連して後述する種々の特徴が、上述した態様の何れかに、単独または任意の組合せで組み込んでよい。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図 1】ウエハ研磨システムの一実施形態の側面図である。

【図 2】研磨パッドのエッジをドレッシングするために位置決めされたドレッシングシステムの一実施形態の側面図である。

【図 3】研磨パッドの中心をドレッシングするために位置決めされた、図 2 に示すドレッシングシステムの側面図である。

【図 4】半導体ウエハを処理する方法の一実施形態を示すフロー図である。

【図 5】研磨パッドのエッジのドレッシングに起因したウエハ形状の変化を示す図である。

【図 6】研磨パッドの中心のドレッシングに起因したウエハ形状の変化を示す図である。

【図 7】図 7 A ~ C は、本開示に係る研磨の前後でのウエハプロファイル形状を示す一連の断面図である。

【図 8】半導体ウエハを研磨する方法の一実施形態を示すフロー図である。

【図 9】研磨プロセス時間を研磨パッドの圧力およびスラリー濃度と比較する、図 8 に示す方法のチャートである。

【 0 0 1 3 】

種々の図面での同様な参照符号は、同様な要素を示す。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

ここで図面、特に図 1 を参照して、ウエハ研磨システムの一実施形態が、参照符号 1 0 0 によって全体に全般的に指定される。ウエハ研磨システム 1 0 0 は、旋回可能な基台 1 0 4 上に搭載された研磨パッド 1 0 2 と、半導体ウエハ 1 1 0 を研磨パッド 1 0 2 の上に搭載するための回転可能ヘッド 1 0 8 を有するウエハマウント装置 1 0 6 とを含む。ウエハマウント装置 1 0 6 は、ウエハ 1 1 0 および研磨パッド 1 0 2 の両方が回転すると、ウエハ 1 1 0 を保持し、ウエハ 1 1 0 を研磨パッド 1 0 2 に接触させる。研磨パッド 1 0 2 は、摩耗により、そして研磨パッド 1 0 2 の表面に塗布できる薬品とともにウエハ 1 1 0 の表面 1 1 2 を研磨する。

【 0 0 1 5 】

研磨パッド 1 0 2 の研磨表面が、多くの研磨プロセスについて複数のウエハを研磨するために使用され、連続使用の際に摩耗することがあり、これはウエハ 1 1 0 の研磨した表面に悪影響を与えることがある。図 2 と図 3 に示す、ウエハ研磨システム 1 0 0 のパッド ドレッシングシステム 1 2 0 は、研磨パッド 1 0 2 の研磨表面 1 1 4 をドレッシング（即ち、摩耗して圧縮する）するために構成され、滑らかな研磨表面および所望の研磨後形状を有するようにウエハ 1 1 0 の研磨を促進する。

【 0 0 1 6 】

例示の実施形態において、ドレッシングシステム 1 2 0 は、ドレッシング部材 1 1 8 を含む。研磨パッド 1 0 2 が回転して研磨表面 1 1 4 の部分をドレッシングすると、ドレッシング部材 1 1 8 は、研磨パッド 1 0 2 と接触する。ドレッシング部材 1 1 8 は、含浸したダイヤモンドでもよい。適切なドレッシング部材 1 1 8 は、台湾のキニック(Kinik)社によって製造される。一実施形態において、ドレッシング部材 1 1 8 のドレッシング表面 1 1 7 は、約 3 0 mm ~ 約 1 0 mm、例えば、2 0 mm の直径を有してもよい。小さいドレッシング表面は、研磨パッド 1 0 2 のより正確なドレッシングを提供し、研磨パッド 1 0 2 が、所望の研磨後形状を有するより滑らかで及び/又はより均等な研磨ウエハを生産するのを促進する。

【 0 0 1 7 】

図 1 に見えるように、研磨表面 1 1 4 は、ウエハ 1 1 0 より大きい直径を有する。従って、研磨表面 1 1 4 の機能部分だけが、ウエハ 1 1 0 を研磨する。例示の実施形態において、研磨表面 1 1 4 の直径（例えば、約 5 4 6 . 1 mm（2 1 . 5 インチ）は、ウエハ 1 1 0 の直径（例えば、約 2 0 0 mm（7 . 8 7 インチ）の 2 倍より大きい。その結果、ドレッシングシステム 1 2 0 は、研磨表面 1 1 4 全体をドレッシングする必要がなく、研磨表面 1 1 4 の機能部分だけをドレッシングように構成できる。

## 【 0 0 1 8 】

従って、ドレッシングシステム 1 2 0 は、ドレッシング部材 1 1 8 を位置決めすることによって、研磨表面 1 1 4 を選択的にドレッシングように構成される。図 2 と図 3 は、研磨表面 1 1 4 の異なる部分をドレッシングするために位置決めされたドレッシング部材 1 1 8 を備えたドレッシングシステム 1 2 0 を示す。図 2 において、ドレッシング部材 1 1 8 は、研磨パッド 1 0 2 のエッジエリア 1 2 2 をドレッシングするために位置決めされる。図 3 において、ドレッシング部材 1 1 8 は、研磨パッド 1 0 2 の中心エリア 1 2 4 をドレッシングするために位置決めされる。

## 【 0 0 1 9 】

コントローラ 1 2 6、例えば、マイクロコントローラは、ドレッシングシステム 1 2 0 を制御して、研磨パッド 1 0 2 をドレッシングし、例えば、コントローラ 1 2 6 は、予めプログラムされたレシピで与えられた命令に従って、ドレッシング部材 1 1 8 によって研磨パッド 1 0 2 の個々の半径ゾーンに印加される力の量を調整する。コントローラ 1 2 6 はまた、研磨パッド 1 0 2（例えば、研磨パッドの回転可能な基台）およびウエハマウント装置 1 1 3（例えば、マウント装置の回転可能ヘッド）の動きを制御してもよい。

## 【 0 0 2 0 】

図 4 は、半導体ウエハを処理する例示の方法 2 0 0 のフローチャートである。方法 2 0 0 は、一般に、ウエハ 1 1 0 の表面 1 1 2 を検査して（2 0 2）、検査に基づいて、ウエハ厚さプロファイルを判断し、ウエハプロファイルに基づいて、研磨パッド 1 0 2 のエッジエリア 1 2 2 および中心エリア 1 2 4 の一方をドレッシングする（2 0 4）かを判断し、ウエハ 1 1 0 を研磨する（2 0 6）ことを含む。

## 【 0 0 2 1 】

幾つかの実施形態において、検査（2 0 2）は、少なくとも部分的にオペレータによって実施してもよく、または完全に自動化してもよい。より詳細に後述するように、ウエハプロファイルは、平坦（図 7 A）、凹面状（図 7 B）、ドーム形状（図 7 C）またはいずれか他の適切な形状でもよい。検査したウエハは、ウエハの意図した仕上げ形状のための基礎を提供する初期形状を判断するために使用される未研磨ウエハとすることができる。代替として、検査したウエハは、意図した仕上げ形状からの偏差を判断するために検査された研磨したウエハとすることができる。偏差は、パッドの摩耗及び／又はパッド上の積み上げを示すことができ、これらは正しいコンディショニングを必要とする。

## 【 0 0 2 2 】

幾つかの実施形態において、検査（2 0 2）は、ウエハ 1 1 0 を検査して、初期のウエハプロファイルを判断することを含む。広くは、オペレータまたはコントローラ 1 2 6 は、ウエハ形状プロファイルを分類し、相応に研磨パッド 1 0 2 をドレッシングする。例えば、もし初期ウエハプロファイルが皿形状（図 7 B）であると判断した場合、研磨パッド 1 0 2 は、エッジエリア 1 2 2 でドレッシングでき、そのためエッジエリア 1 2 2 はそれほど除去されない。その結果、研磨後ウエハプロファイルは、実質的に皿形状になり、初期ウエハプロファイルと一致するようになる。代替として、もし初期ウエハプロファイルがドーム形状（図 7 C）であると判断した場合、研磨パッド 1 0 2 は、中心エリア 1 2 4 でドレッシングでき、そのため中心エリア 1 2 4 はそれほど除去されない。その結果、研磨後ウエハプロファイルは、実質的にドーム形状になり、初期ウエハプロファイルと一致するようになる。

## 【 0 0 2 3 】

幾つかの実施形態において、研磨したウエハは検査され、研磨後ウエハプロファイルを判断することになる。研磨後ウエハプロファイルは、初期ウエハプロファイルと比較され、プロファイル間の変動を判断する。代替として、研磨後ウエハプロファイルは、保存した目標ウエハプロファイルに対して比較できる。研磨後ウエハプロファイルと初期ウエハプロファイルまたは目標ウエハプロファイルとの間の変動に基づいて、パッド表面 1 1 4 の中心エリア 1 2 4 およびエッジエリア 1 2 2 の一方がドレッシングできる。もし研磨後ウエハプロファイルと目標ウエハプロファイルの初期ウエハプロファイルとの間の変動が

、ウエハ 1 1 0 が中心エリア 1 2 4 で摩耗し過ぎたことを示す場合、研磨パッド 1 0 2 は中心エリア 1 2 4 でドレッシングすべきである。もし変動が、ウエハ 1 1 0 がエッジエリア 1 2 2 で摩耗し過ぎたことを示す場合、研磨パッド 1 0 2 はエッジエリア 1 2 2 でドレッシングすべきである。

#### 【 0 0 2 4 】

方法の幾つかの実施形態はさらに、サンプリングしたウエハの厚さを測定するウエハ測定装置（不図示）、例えば、A D E U l t r a G a g e 9 7 0 0 を使用することを含み、研磨の前または後でウエハプロファイルを判断するのを支援する。ウエハの厚さは、3 6 0 度を通じて外挿され、サンプリングしたウエハの平均半径 2 次元プロファイルを取得する。前回研磨したウエハの平均半径プロファイルを取得するためのサンプリングレートは、研磨した 2 5 個のウエハごとから約 1 つのウエハでもよい。より多くの数のウエハがサンプリング間で研磨してもよく、または代替として、より少ないウエハがサンプリング間で研磨してもよいことが理解される。さらに、サンプリングレートは、研磨パッドの寿命の間に変化してもよい。

#### 【 0 0 2 5 】

方法 2 0 0 において、ウエハ 1 0 0 は、研磨パッド 1 0 2 の研磨表面 1 1 4 ではなく、研磨パッド 1 0 2 のための適切なドレッシングプロセスを判断するために解析される。一般に、サンプリングしたウエハに基づいてドレッシングプロセスを導出することは、研磨パッド 1 0 2 の研磨表面 1 1 4 に基づいてドレッシングプロセスを導出するより容易でより効率的であると考えられる。ウエハの半径プロファイルは、容易に正確に測定でき、半径プロファイルは、研磨パッドのどのエリアがドレッシングする必要があるか、特定エリアがどの程度までドレッシングする必要があるか、を判断するために解析できる。研磨パッドのドレッシングの頻度は、研磨パッドでの観察された摩耗及び / 又はウエハ形状の変化の重大性などの要因に基づいて判断できる。方法のいずれかの部分または全体手順が自動化でき、そしてコントローラ 1 2 6 が研磨したウエハを測定し、サンプリングした研磨ウエハの半径プロファイルを解析し、及び / 又は、サンプリングした研磨ウエハの半径プロファイルに基づいて適切なドレッシングレシピを選択することは想定される。

#### 【 0 0 2 6 】

検査後、幾つかの実施形態において、研磨パッドの所望のエリア、例えば、研磨パッド 1 0 2 の中心エリア 1 2 4 またはエッジエリア 1 2 2 のいずれかがドレッシングされるのが選択される。選択によれば、ドレッシング部材 1 1 8 は、研磨パッド 1 0 2 のエッジエリア（図 2）、中心エリア（図 3）及び / 又は他の適切なエリアをドレッシングするために適切に位置決めされる。

#### 【 0 0 2 7 】

図 5 および図 6 は、研磨パッド 1 0 2 のエッジエリア 1 2 2 または中心エリア 1 2 4 のいずれかをドレッシングするのに起因したウエハ形状の変化を示す図である。図 5 に示すように、オペレータまたは自動化プロセスのためのコントローラ 1 2 6 がより少ないエッジエリア除去が望ましいと判断した場合、例えば、検査したウエハが、研磨パッドがウエハのエッジエリアを過大に除去していることを示す場合、研磨パッド 1 0 2 のエッジエリア 1 2 2 はドレッシングできる。研磨パッドのエッジエリア 1 2 2 は、ウエハ 1 1 0 が研磨時に振動する場合、ウエハ 1 1 0 のエッジが到達する場所に対応している。従って、エッジエリア 1 2 2 のサイズは、研磨されるウエハのサイズおよび研磨パッド 1 0 2 の全体サイズに依存するようになる。例示の実施形態において、エッジエリア 1 2 2 は、研磨パッド 1 0 2 の外側エッジから約 2 . 5 c m （ 1 インチ）と約 5 c m （ 2 インチ）の間に放射状に延びている。

#### 【 0 0 2 8 】

図 6 に示すように、オペレータまたは自動化プロセスのためのコントローラ 1 2 6 がより少ない中心エリア除去が望ましいと判断した場合、例えば、検査したウエハが、研磨パッドがウエハの中心エリアを過大に除去していることを示す場合、研磨パッド 1 0 2 の中心エリア 1 2 4 はドレッシングできる。研磨パッド 1 0 2 のエッジエリア 1 2 2 は、ウエ

ハ 1 1 0 が研磨時に振動する場合、ウエハ 1 1 0 の中間部分と接触する。従って、中心エリア 1 2 4 のサイズは、ウエハ 1 1 0 のサイズおよび研磨パッド 1 0 2 の全体サイズに依存するようになる。例示の実施形態において、中心エリア 1 2 4 は、研磨パッド 1 0 2 の外側エッジから約 1 5 c m ( 6 インチ ) と約 2 0 c m ( 8 インチ ) の間に内向きに放射状に間隔を空けている。

#### 【 0 0 2 9 】

ウエハプロファイルに基づいて研磨表面 1 1 4 の異なるエリアをドレッシングすることは、実質的に均等な厚さを備えた研磨ウエハを生産する正確な方法である。従って、説明した研磨方法は、「形状一致研磨」を提供し、ウエハ 1 1 0 は、研磨後ウエハプロファイルが初期ウエハプロファイルに実質的に一致するように研磨される。一実施形態において、形状一致研磨は、一般にウエハ 1 1 0 上に堆積したシリコン層 1 2 8 を研磨して、ウエハ 1 1 0 を円滑化することを含み、そのためシリコン層 1 2 8 がウエハ 1 1 0 に渡って実質的に均等に除去され、即ち、シリコン層 1 2 8 の厚さは、ウエハ 1 1 0 全体に渡って実質的に均等に除去される。シリコン層 1 2 8 がウエハ 1 1 0 上に実質的に均等な厚さで堆積されるため、シリコン層 1 2 8 は、形状一致研磨の後、実質的に均等な厚さを有することになる。

#### 【 0 0 3 0 】

従って、ウエハ 1 1 0 は、研磨前にそうであったように、研磨後に同じ形状を有するようになる。さらに、ウエハ 1 1 0 は、研磨後、減少した厚さおよび増強した表面特性、例えば、平滑性を有するようになる。さらに、シリコン層 1 2 8 の均等な厚さを維持することによって、形状一致研磨は、半導体ウエハ処理時の廃棄を低減する。例えば、幾つかの実施形態において、典型的な半導体ウエハ処理時よりも形状一致研磨時により少ない材料が除去されることになる。例示の実施形態において、材料の厚さの約 0 . 2 マイクロメータ ~ 約 2 マイクロメータが、形状一致研磨の際に除去される。

#### 【 0 0 3 1 】

図 7 A ~ 図 7 C は、形状一致研磨の前後における幾つかの半導体ウエハ形状を示す。図 7 A は、平坦形状のウエハ 3 0 0 を示し、これは上面 3 0 2 に渡って実質的に水平である。図 7 B は、皿形状ウエハ 4 0 0 を示し、これはその周辺 4 0 2 に隣接してより大きい厚さを有し、その中心 4 0 4 に向かって半径方向に厚さが徐々に減少する。こうして皿形状ウエハ 4 0 0 の表面 4 0 6 が、全体的に凹面である。図 7 C は、ドーム形状ウエハ 5 0 0 を示し、これはその周辺 4 0 2 に隣接してより薄く、その中心 5 0 4 で厚さが徐々に増加する。こうしてドーム形状ウエハ 5 0 0 の表面 5 0 6 は全体的に凸面である。

#### 【 0 0 3 2 】

ウエハ 3 0 0 , 4 0 0 , 5 0 0 は、それぞれシリコン層 3 0 4 , 4 0 8 , 5 0 8 を含み、これはウエハ 3 0 0 , 4 0 0 , 5 0 0 の前面全体を実質的に被覆する。幾つかの実施形態において、シリコン層 3 0 4 , 4 0 8 , 5 0 8 は、例として、約 1 マイクロメータ ~ 約 5 マイクロメータの厚さを有する。他の実施形態において、シリコン層 3 0 4 , 4 0 8 , 5 0 8 は、任意の適切な厚さを有してもよく、ウエハ 3 0 0 , 4 0 0 , 5 0 0 の任意の部分を被覆してもよい。

#### 【 0 0 3 3 】

ウエハ 3 0 0 , 4 0 0 , 5 0 0 およびシリコン層 3 0 4 , 4 0 8 , 5 0 8 の平均厚さは、形状一致研磨の際に変化するとともに、他の特性、例えば、平坦度が実質的に一定のままである。従って、ウエハ 3 0 0 , 4 0 0 , 5 0 0 は、その初期形状に実質的に類似する研磨後形状を有する。

#### 【 0 0 3 4 】

例示の実施形態において、ウエハ 3 0 0 , 4 0 0 , 5 0 0 上のシリコン層 3 0 4 , 4 0 8 , 5 0 8 は、多結晶シリコン層であり、これは電子電荷トラップとして主に使用される。

#### 【 0 0 3 5 】

図 8 は、半導体ウエハを研磨する例示の方法 6 0 0 のフローチャートである。方法 6 0

10

20

30

40

50

0 は、一般に、ウエハ 1 1 0 を研磨パッド 1 0 2 に接触させること (6 0 2)、第 1 スラリーをウエハ 1 1 0 に塗布すること (6 0 4)、ウエハ 1 1 0 に接触した研磨パッド 1 0 2 を回転すること (6 0 6)、および研磨パッド 1 0 2 をウエハ 1 1 0 に対して第 1 圧力で押圧すること (6 0 8) を含む。方法はまた、研磨パッド 1 0 2 をウエハ 1 1 0 に対して第 2 圧力で押圧すること (6 1 0)、および研磨パッド 1 0 2 がウエハ 1 1 0 に対して第 2 圧力で押圧されつつ、第 2 スラリーをウエハ 1 1 0 に塗布すること (6 1 2) を含む。方法はさらに、研磨パッド 1 0 2 をウエハ 1 1 0 に対して第 3 圧力で押圧すること (6 1 4)、および研磨パッド 1 0 2 がウエハ 1 1 0 に対して第 3 圧力で押圧されつつ、水および希釈スラリーをウエハ 1 1 0 に塗布すること (6 1 6) を含む。

#### 【0036】

図 9 は、研磨パッド 1 0 2 の圧力およびスラリー濃度と比較した研磨プロセス時間を示す方法 6 0 0 の図である。図 9 に示すように、初期段階において、研磨パッド 1 0 2 は、ウエハ 1 1 0 に対して約 0 p s i ~ 約 5 p s i の第 1 圧力で押圧される。第 2 段階において、研磨パッド 1 0 2 は、ウエハ 1 1 0 に対して約 5 p s i ~ 約 1 5 p s i の第 2 圧力で押圧される。第 3 段階において、研磨パッド 1 0 2 は、ウエハ 1 1 0 に対して約 0 p s i ~ 約 5 p s i の第 3 圧力で押圧される。詳細には、例示の実施形態において、第 1 圧力は約 1 p s i、第 2 圧力は約 7 p s i、第 3 圧力は約 1 p s i である。代替の実施形態において、研磨パッド 1 0 2 は、ウエハ 1 1 0 に対して任意の適切な圧力で押圧してもよい。

#### 【0037】

研磨パッド 1 0 2 は、ウエハ 1 1 0 に対して任意の適切な時間で押圧できる。例示の実施形態において、研磨パッド 1 0 2 は、ウエハ 1 1 0 に対して第 1 圧力で約 5 ~ 約 2 0 秒の時間、押圧される。研磨パッド 1 0 2 は、ウエハ 1 1 0 に対して第 2 圧力で約 1 0 0 ~ 約 3 0 0 秒の時間、押圧される。研磨パッド 1 0 2 は、ウエハ 1 1 0 に対して第 3 圧力で約 1 0 ~ 約 1 0 0 秒の時間、押圧される。

#### 【0038】

方法 6 0 0 の例示の実施形態において、研磨粒子を含む第 1 スラリーが、研磨パッド 1 0 2 とウエハ 1 1 0 との間に塗布され、ウエハ 1 1 0 の表面 1 1 2 を研磨するのを支援する。幾つかの実施形態において、第 1 スラリーは、約 1 0 0 ナノメートル ~ 約 1 6 0 ナノメートルの直径を有する粒子を含む。幾つかの実施形態において、第 1 スラリーは、強い塩基 (base) 薬剤、例えば、限定なしで水酸化カリウム、水酸化ナトリウムなど含む。従来のスラリー、例えば、イリノイ州ネーパールのナルコ社によって製造された Na l c o D V S T S 0 2 9 は、方法 6 0 0 での使用に適している。研磨パッド 1 0 2 が研磨粒子を含むに対して第 2 圧力で押圧された場合、研磨パッドは、スラリーをウエハ 1 1 0 の表面 1 1 2 に対して作用させ、ウエハ 1 1 0 の表面 1 1 2 から材料を同時にかつ均等に除去し、ウエハ 1 1 0 の全体平滑性を改善するのを支援する。ウエハ 1 1 0 の表面 1 1 2 が研磨されると、シリコンが除去され、スラリーの研磨作用によって表面 1 1 2 上にある小さな損傷が生成される。例として、中間研磨操作は、好ましくは、ウエハ 1 1 0 の表面 1 1 2 から約 1 マイクロメートル未満の材料を除去する。続いて表面 1 1 2 での研磨スラリーによって生成される小さな損傷は、最終研磨において除去される。

#### 【0039】

方法 6 0 0 において、研磨粒子を含む第 2 スラリーが研磨パッド 1 0 2 とウエハ 1 1 0 との間に塗布され、ウエハ 1 1 0 の表面 1 1 2 をさらに研磨するのを支援する。幾つかの実施形態において、第 2 スラリーは、約 1 0 ナノメートル ~ 約 1 0 0 ナノメートルの直径を有する粒子を含む。より好ましくは、粒子は、約 2 0 ナノメートル ~ 約 8 0 ナノメートルの直径を有する。最も好ましくは、粒子は、約 4 0 ナノメートル ~ 約 6 0 ナノメートルの直径を有する。一実施形態において、第 2 ウエハに塗布される第 2 スラリーは、弱い塩基薬剤、例えば、限定なしで水酸化アンモニウム、水酸化テトラメチルアンモニウム、アミンなど含む。アンモニア安定化コロイドシリカスラリーは、グランゾックス (Glanzox) 3 9 0 0 であり、これは日本の愛知県のフジミ社から市販されている。グランゾックス 3 9 0 0 は、約 8 ~ 約 1 0 % のシリカ含量を有し、約 0 . 0 2 5 ~ 約 0 . 0 3 5 マイクロメートルの粒子サ

10

20

30

40

50



イズを有する。

【0040】

方法600において、パッドは、ウエハ110に対して第3圧力で押圧され、水がウエハ110に印加され、最終「タッチ」または「フラッシュ」研磨操作を提供し、サブマイクロメータ粗さを改善し、ウエハ110の表面112上に残留する微小欠陥を実質的に除去する。最終研磨はまた、ウエハ平坦性を維持しつつ、滑らかな鏡面仕上げをウエハ110の表面112に付与し、典型的には研磨ウエハについて多くのデバイス製造によって望まれるものである。このタイプの最終研磨は、一般に材料の約1マイクロメータ未満を除去し、好ましくは材料の約0.25マイクロメータ～約0.5マイクロメータをウエハ110の表面112から除去する。水が追加されると、水はスラリーを希釈する。幾つかの実施形態において、スラリーは、約1部のシリカスラリー対約10部の脱イオン水に希釈される。

10

【0041】

説明した方法およびシステムの実施形態は、先行する方法およびシステムと比較して改善された表面特性を有する半導体ウエハをより効率的に生産できる。例えば、説明したシステムおよび方法は、ウエハ研磨時に廃棄を低減し、効率を増加させる改善された研磨システムを提供する。より詳細には、説明した実施形態は、初期ウエハプロファイルが研磨後ウエハプロファイルに一致するようにウエハの研磨を提供する。実施形態は、研磨時に除去される材料を低減し、研磨ウエハでの層の均等な厚さを維持する。

【0042】

20

さらに幾つかの実施形態において、研磨パッドは、その中心エリアおよびエッジエリアにおいて選択的にドレッシングされる。こうして研磨パッドが摩耗し、積み上げを取得する際に研磨パッドでの変動からの影響が減少する。また研磨パッドのエッジエリアまたは中心エリアを選択的にドレッシングすることは、半導体ウエハを一貫したウエハプロファイル形状に研磨するのを促進する。

【0043】

さらに、方法は、従来の方法と比較してポリ粒子境界を低減できる。例えば、原子間力顕微鏡で2×2ミクロン視野で観察した場合、ポリ粒子境界は目立たなくなる。より少ない粒子境界は、より良好な表面粗さ、下流プロセスでのより少なく再生される粗さ、改善された計測学を含む、多数の利点を有する。

30

【0044】

本発明またはその実施形態の要素を導入する場合、冠詞("a", "an", "the", "said")は、1つ以上の要素が存在することを意味すると意図している。用語「備える(comprising)、含む(including)、有する(having)」は、包括的であって、列挙した要素以外の追加の要素が存在してもよいことを意味すると意図している。

【0045】

上述の構造および方法において、本発明の範囲を逸脱することなく、種々の変更が可能であるが、上記記載に含まれ、添付図面に示される全ての事項が、例示として解釈すべきであり、限定する趣旨として解釈すべきでないことを意図している。

【図 1】

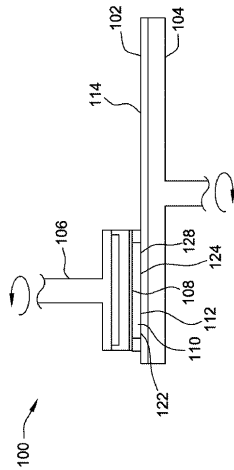


FIG. 1

【図 2】

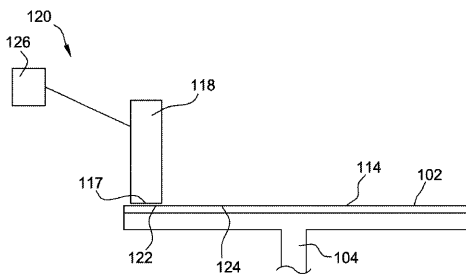


FIG. 2

【図 3】

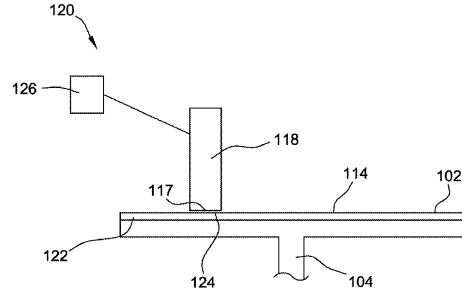
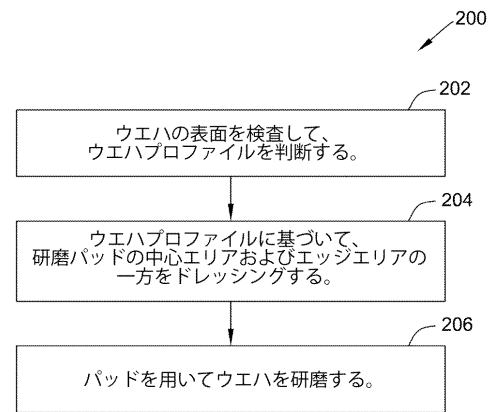
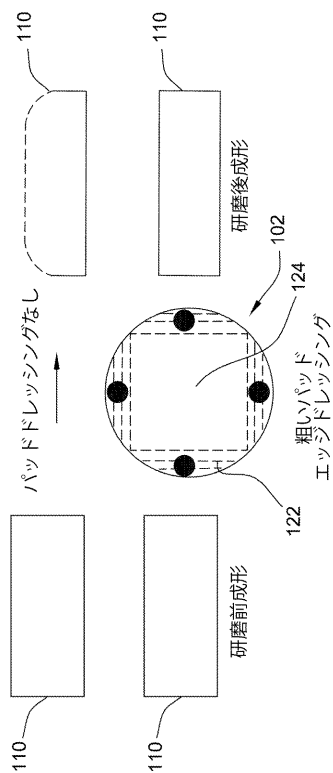


FIG. 3

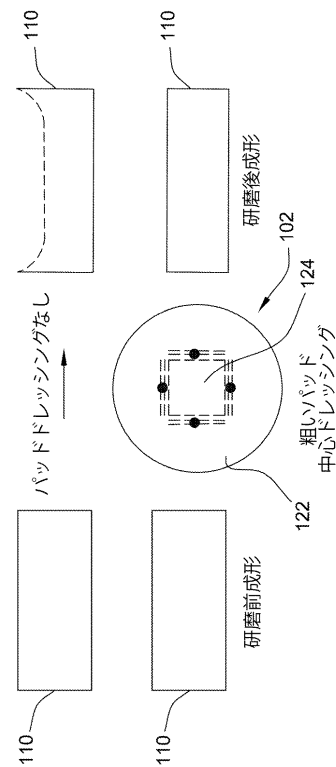
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7 A】

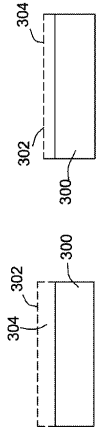


FIG. 7A

【図 7 B】

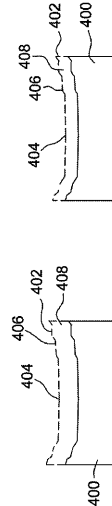


FIG. 7B

【図 7 C】

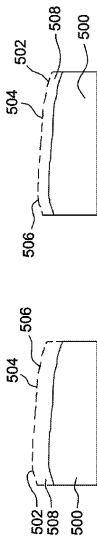
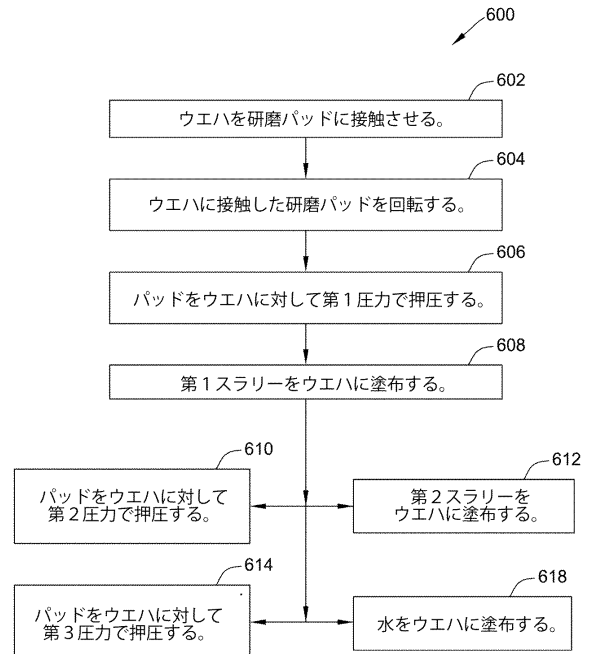
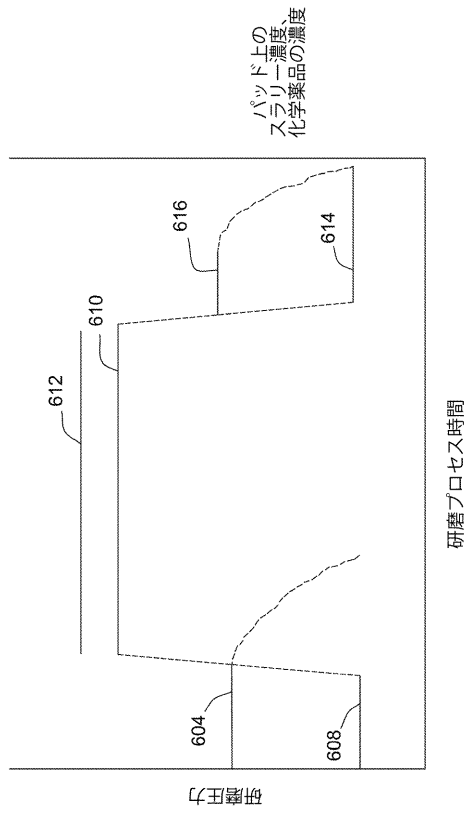


FIG. 7C

【図 8】



【図 9】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
B 2 4 B 49/02 Z

- (72)発明者 グオチャン・ディ・ジャン  
アメリカ合衆国 6 3 3 7 6 ミズーリ州セント・ピータース、パール・ドライブ 5 0 1 番
- (72)発明者 マーク・エス・クルックス  
アメリカ合衆国 6 3 3 7 6 ミズーリ州セント・ピータース、パール・ドライブ 5 0 1 番
- (72)発明者 トレイシー・エム・レイガン  
アメリカ合衆国 6 3 3 7 6 ミズーリ州セント・ピータース、パール・ドライブ 5 0 1 番

審査官 山口 大志

- (56)参考文献 特開平 1 0 - 0 9 8 0 1 6 ( J P , A )  
特開 2 0 0 2 - 2 0 0 5 5 2 ( J P , A )  
特開 2 0 1 4 - 1 6 1 9 4 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 4 - 0 1 4 7 8 0 ( J P , A )  
特開 2 0 0 4 - 0 2 2 8 3 9 ( J P , A )  
特開 2 0 1 0 - 1 1 5 7 7 9 ( J P , A )  
特開 2 0 1 2 - 2 3 5 0 4 5 ( J P , A )  
特表 2 0 0 9 - 5 1 5 3 3 5 ( J P , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- |         |             |
|---------|-------------|
| H 0 1 L | 2 1 / 3 0 4 |
| B 2 4 B | 3 7 / 1 2   |
| B 2 4 B | 4 9 / 0 2   |
| B 2 4 B | 5 3 / 0 1 7 |