

明 細 書

発明の名称： ワークの両頭研削方法

技術分野

[0001] 本発明は、特にスライス工程で発生したナノトポグラフィを低減することができるワークの両頭研削方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、シリコンウェーハ等の半導体ウェーハにおいては、「ナノトポグラフィ」と呼ばれる表面うねり成分の大小が問題となっている。このナノトポグラフィは、半導体ウェーハの表面形状の中から、「そり」や「Warp」より波長が短く、「表面粗さ」より波長が長い、 $\lambda = 0.2 \sim 2.0 \text{ mm}$ の波長成分を取り出したものであり、PV (Peak to Valley) 値は $0.1 \mu\text{m}$ 以上 $0.2 \mu\text{m}$ 以下の極めて浅いうねりである。

[0003] 半導体ウェーハの加工工程における最終工程である両面研磨工程を経て、鏡面を持つ半導体ウェーハのナノトポグラフィは、一般的には光学干渉式の測定機によって測定される。しかし、切断工程や両頭研削工程等の加工途中で鏡面研磨が未実施の半導体ウェーハはその主面は非鏡面であるため、上記反射干渉式の測定機によるナノトポグラフィの計測ができない。

[0004] そこで、特許文献1には、鏡面を持たない半導体ウェーハのナノトポグラフィを算出する方法として、静電容量方式の測定機を使用して、得られたソリ形状に算術的バンドパスフィルター処理を行うことにより、簡易的にナノトポグラフィの測定を可能とする方法が記載されている。尚、この簡易的なナノトポグラフィの定量値として断面形状のPV値（変位の最大値と最小値の差）を採用し、以下この値を「疑似ナノトポグラフィ」と呼ぶ。

[0005] また、ナノトポグラフィと同様にシリコンウェーハの平坦度の改善要求も強く、従来では平坦度 (SFQR) が $0.13 \mu\text{m}$ 以下のシリコンウェーハが要求されていたが、近時では平坦度 (SFQR) が $0.07 \mu\text{m}$ 以下、更には $0.04 \mu\text{m}$ 以下のシリコンウェーハが要求されるようになっている。

[0006] ナノトポグラフィはウェーハの加工工程（スライス工程～研磨工程）中で作り込まれるものであり、スライス工程で形成されたナノトポグラフィは、両頭研削工程で低減させない限り、最終工程後まで残存する。そして、このナノトポグラフィはデバイス製造におけるSTI（Shallow Trench Isolation）工程の歩留まりに影響するといわれている。

[0007] また、研削工程中で作り込まれるナノトポグラフィを抑制するために、特許文献2には、両頭研削装置における、ウェーハを非接触支持するための静圧パッドに供給する静圧水の流量を調整して、両頭研削工程にて作り込まれるナノトポグラフィを抑制する方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特許第4420023号明細書

特許文献2：特開2007-96015号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、特許文献2に記載の両頭研削方法のように、両頭研削工程で作り込まれるナノトポグラフィを抑制する方法の検討はされてきたが、両頭研削工程によりスライス工程等で作られたナノトポグラフィを低減させる方法の検討はほとんどされておらず、スライス工程等で形成されたナノトポグラフィを低減させる有効な両頭研削方法は見出されていなかった。

[0010] 本発明は前述のような問題に鑑みてなされたもので、両頭研削工程において、平坦度を悪化させることなく、スライス工程等の前工程で形成されたナノトポグラフィを低減させることができるワークの両頭研削方法を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0011] 上記目的を達成するために、本発明によれば、リング状ホルダーによって、薄板状のワークを径方向に沿って外周側から支持して自転させるとともに

、一対の砥石によって、前記リング状ホルダーにより支持した前記ワークの両面を同時に研削するワークの両頭研削方法であって、前記ワークの研削取り代 $1\ \mu\text{m}$ あたりの前記砥石の摩耗量が、 $0.10\ \mu\text{m}$ 以上 $0.33\ \mu\text{m}$ 以下となるように設定して、前記ワークの両面を同時に研削することを特徴とするワークの両頭研削方法を提供する。

[0012] ワークの研削取り代 $1\ \mu\text{m}$ あたりの砥石の摩耗量を $0.10\ \mu\text{m}$ 以上とすることで、スライス工程等で発生したナノトポグラフィを効果的に低減することができる。また、ワークの研削取り代 $1\ \mu\text{m}$ あたりの砥石の摩耗量を $0.33\ \mu\text{m}$ 以下とすることで、摩耗量が過剰とならず、対になっている砥石同士を平行に保つことができ、平坦度の悪化を防止することができる。その結果、平坦度の悪化を防止しつつ、スライス工程等で発生したナノトポグラフィを効果的に低減することができる。

[0013] このとき、前記砥石として、円環状台金の外周にビトリファイドボンド砥石を配置したものをを用いることができる。

このようなものをを用いることで、砥石の自生発刃作用を効果的に促進できるため、安定した連続研削をより確実に行うことができる。

[0014] またこのとき、前記ワークの研削取り代 $1\ \mu\text{m}$ あたりの前記砥石の摩耗量は、研削時の砥石の前進位置の変位から求めた砥石の摩耗量を、研削開始前と研削終了後のワークの厚さの差である研削取り代で割った値として算出することができる。

このようにすれば、簡単にワークの研削取り代 $1\ \mu\text{m}$ あたりの砥石の摩耗量を算出することができる。

発明の効果

[0015] 本発明のワークの両頭研削方法であれば、研削後のワークの平坦度の悪化を防止し、スライス工程等で形成されたナノトポグラフィを低減させることができる。このように、研削工程でナノトポグラフィを低減すれば、ワークの加工工程がすべて終了した後に得られる鏡面ウェーハの表面のナノトポグラフィを効果的に低減できる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の両頭研削方法で使用する両頭研削装置の一例を示す概略図である。

[図2]実施例、比較例における疑似ナノトポグラフィの低減能力を示すグラフである。

[図3]実施例、比較例における両面研磨工程後のナノトポグラフィを示すグラフである。

[図4]実施例、比較例における両面研磨工程後の平坦度（S F Q R）を示すグラフである。

[図5]両面研磨工程後のナノトポグラフィと両頭研削工程後の疑似ナノトポグラフィとの関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明について実施の形態を説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

上記説明したように、ウェーハの加工工程で形成されたナノトポグラフィを、両頭研削工程において低減させる有効な両頭研削方法は見出されていなかった。そして、スライス工程等で形成されたナノトポグラフィは、両頭研削工程で低減されない限り、最終工程（両面研磨工程）まで残存してしまっていた。そこで、本発明者は、両頭研削に使用する砥石に着目し、両頭研削用の砥石の摩耗量が多くなるほど、ワークに食いつき、砥石が空転しにくい傾向があることを見出した。そして、両頭研削用の砥石の摩耗量を増やすことで、ワークの偏極点に、砥石が食いつきやすくなり、偏極点を効果的に研削して、ナノトポグラフィの低減が可能であると考えた。その一方で、本発明者は砥石の摩耗量を増やし過ぎると、対になっている砥石同士を平行に保つことができなくなり、平坦度の悪化を招くことを見出した。

[0018] そこで、本発明者は、更に実験を重ね、両頭研削の際に、ワークの研削取り代 $1\text{ }\mu\text{m}$ あたりの砥石の摩耗量が、 $0.10\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $0.33\text{ }\mu\text{m}$ 以下となるように設定すれば、ワークの平坦度の悪化を防止しつつ、スライス工程

等で形成されたナノトポグラフィを低減できることを発見し、本発明を完成させた。

[0019] まず、両頭研削後のウェーハのナノトポグラフィと加工工程が終了した鏡面ウェーハのナノトポグラフィの関係について説明する。

図5は、両頭研削工程後のウェーハの表面の疑似ナノトポグラフィと、両頭研削工程後、エッチング工程、両面研磨工程の順に加工処理されたウェーハの表面のナノトポグラフィとの関係を示すグラフである。尚、このウェーハは直径300mmの単結晶シリコンウェーハとした。疑似ナノトポグラフィは、SBW-330（コベルコ科研製）、ナノトポグラフィは、W a f e r S i g h t I I（K L A - T e n c o r 製）を用いて測定した。

[0020] 図5に示すように、両頭研削後の疑似ナノトポグラフィが大きいと最終工程後のナノトポグラフィも増加しており、両者に相関があることがわかる。従って、本発明のように、スライス工程等で作り込まれたナノトポグラフィを両頭研削工程で低減することが、両面研磨工程後のウェーハ表面に見られるナノトポグラフィを改善することに非常に有効であることがわかる。

[0021] 次に、本発明の両頭研削方法で使用する両頭研削装置の一例について図を参照して説明する。

図1に示すように、本発明の両頭研削方法で使用する両頭研削装置1は、主に、ワークWの両面を同時に研削する一对の砥石2、ワークWを支持するリング状ホルダー3、リング状ホルダー3を流体の静圧により非接触支持する一对の静圧支持部材4を備えている。

[0022] 砥石2は砥石用モータ5に接続されており、高速回転できるようになっている。ここで、砥石2は特に限定されないが、円環状台金の外周にビトリファイドボンド砥石を配置したものなどに行うことができる。

[0023] また、リング状ホルダー3は、ワークWを径方向に沿って外周側から支持するものであり、自転可能になっている。両頭研削装置1には、不図示のモータに接続された駆動歯車（不図示）が配設されており、この駆動歯車を通じてリング状ホルダー3を自転させることができるようになっている。

[0024] リング状ホルダー 3 の内周部には内側に向かって突出した突起部が形成されており、ワーク W に形成された切欠き部であるノッチと係合するようになっている。このワーク W のノッチとリング状ホルダー 3 に形成された突起部との係合により、ワーク W を回転保持することができるようになっている。

[0025] ここで、リング状ホルダー 3 の材質は特に限定されないが、例えば、アルミナセラミクスとすることができる。このように材質がアルミナセラミクスのものであれば、加工性が良く、加工時にも熱膨張し難いため、高精度に加工されたものとすることができる。

[0026] 静圧支持部材 4 は、外周側にリング状ホルダー 3 を非接触支持するホルダー静圧部と、内周側にウェーハを非接触支持するウェーハ静圧部から構成される。また、静圧支持部材 4 には、リング状ホルダー 3 を自転させるのに用いられる駆動歯車を挿入するための穴や、砥石 2 を挿入するための穴が形成されている。

[0027] このような両頭研削装置 1 で本発明の両頭研削方法を実施するには、まず、リング状ホルダー 3 を用いて、ワーク W の径方向に沿って外周側から支持する。このとき、リング状ホルダー 3 の突起部とワークのノッチとを係合して支持することができる。

ここで、両頭研削装置 1 が、上記した静圧支持部材 4 を具備している場合には、ワークを支持するリング状ホルダー 3 を、一对の静圧支持部材 4 の間に静圧支持部材 4 とリング状ホルダー 3 が隙間を有するようにして配置し、静圧支持部材 4 から例えば水などの流体を供給し、リング状ホルダー 3 を非接触支持する。

[0028] このように、流体を静圧支持部材 4 とリング状ホルダー 3 間に供給しながらリング状ホルダー 3 を非接触支持することにより、両頭研削時にワーク W を支持するリング状ホルダー 3 の位置を安定化させることができる。そして、リング状ホルダー 3 によりワーク W を支持した状態でリング状ホルダー 3 を自転させることでワーク W を回転させる。次に、一对の砥石 2 をワーク W に対向して回転させながらワーク W の両面にそれぞれ当接させ、研削水を所

定の流量で供給しながら対向する砥石2を送って前進させ、その間隔を徐々に小さくすることにより、ワークWの両面を同時に研削する。

[0029] ここで使用する砥石2は、円環状台金の外周にビトリファイドボンド砥石を配置したものをを用いることができる。

このようなものをを用いることで、砥石の自生発刃作用を効果的に促進できるため、安定した連続研削をより確実に行うことができる。

[0030] この際、本発明では、ワークWの研削取り代 $1\mu\text{m}$ あたりの砥石2の摩耗量が、 $0.10\mu\text{m}$ 以上 $0.33\mu\text{m}$ 以下となるように設定する。これは、例えば、それぞれの砥石2に加える荷重、砥石2の回転速度、ワークWの回転速度、砥石2の種類などを予め調節して、砥石2の摩耗量を設定することが可能である。

[0031] また、ワークWの研削取り代 $1\mu\text{m}$ あたりの砥石2の摩耗量は、研削時の砥石2の前進位置の変位から求めた砥石2の摩耗量を、研削開始前と研削終了後のワークの厚さの差である研削取り代で割った値として算出することが可能である。

[0032] このようにワークの研削取り代 $1\mu\text{m}$ あたりの砥石の摩耗量を $0.10\mu\text{m}$ 以上とすることで、スライス工程等で発生したナノトポグラフィを効果的に低減することができる。また、ワークの研削取り代 $1\mu\text{m}$ あたりの砥石の摩耗量を $0.33\mu\text{m}$ 以下とすることで、対になっている砥石2を平行に保つことができ、平坦度の悪化を防止することができる。その結果、平坦度の悪化を防止しつつ、スライス工程等で発生したナノトポグラフィを研削工程において効果的に低減することができる。そして、研削工程においてナノトポグラフィを低減したワークWは、両面研磨等のワークWの加工最終工程が終了した後の、ナノトポグラフィが改善されており、顧客要求を満足する鏡面ウェーハを得ることができる。

実施例

[0033] 以下、本発明の実施例及び比較例を示して本発明をより具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0034] (実施例1)

図1に示すような、両頭研削装置1を用いて本発明の両頭研削方法で単結晶シリコンウェーハの研削を行った。この単結晶シリコンウェーハは、CZ法(チョクラルスキー法)で製造されたシリコン単結晶インゴットから、切り出された直径300mmのものとした。

そして、切り出された単結晶シリコンウェーハから、研削する単結晶シリコンウェーハを5枚選択した。これら、5枚の単結晶シリコンウェーハの疑似ナノトポグラフィを、SBW-330(コベルコ科研製)で測定したところ1.0 μ mであった。

実施例1において、ワークの研削取り代1 μ mあたりの砥石の摩耗量は、0.10 μ mとなるように設定して両頭研削を実施した。

[0035] 次に、両頭研削終了後の単結晶シリコンウェーハ5枚に対して、SBW-330(コベルコ科研製)を用いて疑似ナノトポグラフィの測定を行った。このとき、それぞれの単結晶シリコンウェーハから得られたデータを用いて、疑似ナノトポグラフィ低減能力を下記式(1)より算出した。疑似ナノトポグラフィ低減能力の平均値を図2に示す。尚、疑似ナノトポグラフィ低減能力とは、下記式(1)で求められる疑似ナノトポグラフィの低減率であり、値が大きいほど簡易的なナノトポグラフィの定量値である疑似ナノトポグラフィを低減する能力が高いことを示す。

(疑似ナノトポグラフィ低減能力)

$$= (\text{研削前の疑似ナノトポグラフィ} - \text{研削後の疑似ナノトポグラフィ}) \div (\text{研削前の疑似ナノトポグラフィ}) \times 100 \quad \dots \text{式(1)}$$

[0036] また、疑似ナノトポグラフィ測定後、単結晶シリコンウェーハを後工程であるエッチング工程、両面研磨工程の順に加工処理し、鏡面ウェーハを得た。この5枚の鏡面ウェーハに対し、Wafer Sight II(KLA-Tencor製)を用いて、ナノトポグラフィを測定した。その平均値を図3に示す。

[0037] また、これらの鏡面ウェーハの平坦度（S F Q R）の測定を行った。その平均値を図4に示す。

[0038] 図2に示すように、実施例1は後述する比較例1よりも擬似ナノトポグラフィ低減能力が9.2%高いことが確認できた。

また、図3に示すように鏡面ウェーハのナノトポグラフィは、後述する比較例1よりも3.1nm小さいことが確認できた。

また、図4に示すように鏡面ウェーハの平坦度（S F Q R）も良好であることが分かった。

[0039] （実施例2）

ワークの研削取り代1 μ mあたりの砥石の摩耗量を、0.14 μ mとなるように設定したこと以外、実施例1と同様な条件で両頭研削を行い、その後、実施例1と同様な条件で単結晶シリコンウェーハを加工処理し鏡面ウェーハを得た。

また、実施例1と同様な方法で、擬似ナノトポグラフィ低減能力の平均値、ナノトポグラフィの平均値、平坦度（S F Q R）の平均値を測定した。

その結果を図2、図3、図4に示す。

[0040] 図2に示すように、実施例2は後述する比較例1よりも擬似ナノトポグラフィ低減能力が9.9%高いことが確認できた。

また、図3に示すように鏡面ウェーハのナノトポグラフィは、後述する比較例1よりも3.0nm小さいことが確認できた。

また、図4に示すように鏡面ウェーハの平坦度（S F Q R）も良好であることが分かった。

[0041] （実施例3）

ワークの研削取り代1 μ mあたりの砥石の摩耗量を、0.33 μ mとなるように設定したこと以外、実施例1と同様な条件で両頭研削を行い、その後、実施例1と同様な条件で単結晶シリコンウェーハを加工処理し鏡面ウェーハを得た。

また、実施例1と同様な方法で、擬似ナノトポグラフィ低減能力の平均値

、ナノトポグラフィの平均値、平坦度（S F Q R）の平均値を測定した。その結果を図2、図3、図4に示す。

[0042] 図2に示すように、実施例3は後述する比較例1よりも擬似ナノトポグラフィ低減能力が9.7%高いことが確認できた。

また、図3に示すように鏡面ウェーハのナノトポグラフィは、後述する比較例1よりも3.1nm小さいことが確認できた。

また、図4に示すように鏡面ウェーハの平坦度（S F Q R）も良好であることが分かった。

[0043] （比較例1）

ワークの研削取り代1 μ mあたりの砥石の摩耗量を、0.08 μ mとなるように設定したこと以外、実施例1と同様な条件で両頭研削を行い、その後、実施例1と同様な条件で単結晶シリコンウェーハを加工処理し鏡面ウェーハを得た。

また、実施例1と同様な方法で、擬似ナノトポグラフィ低減能力の平均値、ナノトポグラフィの平均値、平坦度（S F Q R）の平均値を測定した。その結果を図2、図3、図4に示す。

上述のように、実施例1～3よりも擬似ナノトポグラフィ低減能力は劣り、鏡面ウェーハのナノトポグラフィは約3.0nmも大きくなってしまったことが確認された。

[0044] （比較例2）

ワークの研削取り代1 μ mあたりの砥石の摩耗量を、0.40 μ mとなるように設定したこと以外、実施例1と同様な条件で両頭研削を行った。

このとき、砥石の摩耗量が大きすぎるため、両頭研削中に砥石同士を平行に保つことができず、図4に示すように鏡面ウェーハの平坦度（S F Q R）が大幅に悪化してしまった。

また、図2、図3に示すように擬似ナノトポグラフィ低減能力及び鏡面ウェーハのナノトポグラフィは比較例1よりも更に悪化してしまい、実施例1～3に大幅に劣ることが確認された。

[0045] 上記の実施例及び比較例から、本発明の両頭研削方法であれば、両頭研削において、平坦度の悪化を防止しながら、前工程で形成されたナノトポグラフィを低減することができ、その結果、全ての加工工程が終了した後にナノトポグラフィの小さい良好な鏡面ウェーハを得られることが分かった。

[0046] なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

請求の範囲

- [請求項1] リング状ホルダーによって、薄板状のワークを径方向に沿って外周側から支持して自転させるとともに、一対の砥石によって、前記リング状ホルダーにより支持した前記ワークの両面を同時に研削するワークの両頭研削方法であって、
- 前記ワークの研削取り代 $1\ \mu\text{m}$ あたりの前記砥石の摩耗量が、 $0.10\ \mu\text{m}$ 以上 $0.33\ \mu\text{m}$ 以下となるように設定して、前記ワークの両面を同時に研削することを特徴とするワークの両頭研削方法。
- [請求項2] 前記砥石として、円環状台金の外周にビトリファイドボンド砥石を配置したものをを用いることを特徴とする請求項1に記載のワークの両頭研削方法。
- [請求項3] 前記ワークの研削取り代 $1\ \mu\text{m}$ あたりの前記砥石の摩耗量は、研削時の砥石の前進位置の変位から求めた砥石の摩耗量を、研削開始前と研削終了後のワークの厚さの差である研削取り代で割った値として算出することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のワークの研削方法。