

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 8 月 10 日(10.08.2017)



(10) 国際公開番号

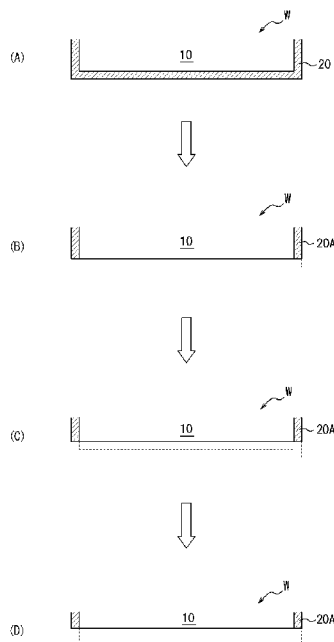
WO 2017/134919 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/304 (2006.01) *B24B 37/10* (2012.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/085929
- (22) 国際出願日: 2016 年 12 月 2 日(02.12.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-018759 2016 年 2 月 3 日(03.02.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社 S U M C O (SUMCO CORPORATION) [JP/JP]; 〒1058634 東京都港区芝浦一丁目 2 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 中島 敏治 (NAKAJIMA Toshiharu); 〒1058634 東京都港区芝浦一丁目 2 番 1 号 株式会社 S U M C O 内 Tokyo (JP). 小佐々 和明 (KOZASA Kazuaki); 〒1058634 東京都港区芝浦一丁目 2 番 1 号 株式会社 S U M C O 内 Tokyo (JP). 杉森 勝久 (SUGIMORI Katsuhisa); 〒1058634 東京都港区芝浦一丁目 2 番 1 号 株式会社 S U M C O 内 Tokyo (JP). 小淵 俊也 (KOBUCHI Syun-ya); 〒1058634 東京都港区芝浦一丁目 2 番 1 号 株式会社 S U M C O 内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 杉村 憲司 (SUGIMURA Kenji); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目 2 番 1 号 霞が関コモンゲート西館 3 6 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[続葉有]

(54) Title: SINGLE-SIDE POLISHING METHOD FOR SILICON WAFER

(54) 発明の名称: シリコンウェーハの片面研磨方法



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a single-side polishing method for a silicon wafer capable of significantly improving the generation rate of minute step defects. The single-side polishing method for a silicon wafer according to the present invention includes: a first polishing step for performing the polishing of a single side of the silicon wafer based on a first polishing condition; and after the first polishing step, a second polishing step for performing the polishing of the silicon wafer based on a second polishing condition that has changed at least either of a pressurizing force and the relative speed in the first polishing condition, and is characterized in that the polishing rate ratio based on the first polishing condition is greater than the polishing rate ratio based on the second polishing condition.

(57) 要約: 段差状微小欠陥の発生率を大幅に改善することのできるシリコンウェーハの片面研磨方法を提供することを目的とする。本発明によるシリコンウェーハの片面研磨方法は、第1研磨条件により前記シリコンウェーハの前記片面の研磨を行う第1研磨工程と、該第1研磨工程の後、前記第1研磨条件における加圧力および前記相対速度の少なくともいずれかを変化させた第2研磨条件により、前記シリコンウェーハの研磨を行う第2研磨工程と、を含み、前記第1研磨条件による研磨レート比が、前記第2研磨条件による研磨レート比よりも大きいことを特徴とする。

WO 2017/134919 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：シリコンウェーハの片面研磨方法

技術分野

[0001] 本発明は、シリコンウェーハの片面研磨方法に関する。

背景技術

[0002] シリコンウェーハなどの、高平坦度が要求される半導体ウェーハの表面研磨法は、半導体ウェーハの両面を同時に研磨する両面研磨法と、片面のみを研磨する片面研磨法とに大別される。片面研磨法は、比較的硬質な研磨布を用いる粗研磨から、比較的軟質な研磨布を用いる仕上げ研磨まで、広く用いられている。

[0003] ここで、図1を用いて、従来用いられている片面研磨装置100による一般的な片面研磨方法を説明する。片面研磨装置100は、半導体ウェーハWを把持する研磨ヘッド120と、研磨布130が貼付された回転定盤140とを有する。なお、片面研磨装置100は、研磨ヘッド120を回転させる回転機構と、研磨ヘッド120を回転定盤140の内外に移動させる移動機構を備える。片面研磨装置100においては、研磨ヘッド120は半導体ウェーハWを把持しつつ回転定盤140の上面に貼付された研磨布130に対して半導体ウェーハWの被研磨面（すなわち、定盤140側の面）を押圧し、研磨ヘッド120と回転定盤140を共に回転させることにより研磨ヘッド120と回転定盤140とを相対運動させ、研磨液供給手段150から研磨液160を供給しながら半導体ウェーハWの被研磨面を化学機械研磨する。このような片面研磨を行うための枚葉式の片面研磨装置が、例えば、特許文献1に開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2008-91594号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] ところで、片面研磨によりある程度の高平坦度な平坦面を形成し、かつ、表面粗さを低減することはできるが、半導体ウェーハ面内での研磨ムラの発生は避けがたく、nmオーダーでの完全な平坦面を形成することは難しい。このことは、シリコンウェーハを片面研磨に供する場合でも同様である。そのため、仕上げ研磨後のシリコンウェーハ表面の品質を種々の指標によって評価し、所定の条件を満足するものを良品として取り扱う。
- [0006] 近年、微分干渉コントラスト（DIC：Differential Interference Contrast）法を用いた、仕上げ研磨後のシリコンウェーハ表面の品質評価が行われつつある。すなわち、高さ（または深さ）が所定の閾値を超えた凹凸形状の段差状微小欠陥の個数をDIC法により検出し、シリコンウェーハ表面の品質を評価する。なお、この段差状微小欠陥の幅は一般的に30～100μm程度であり、非常に緩やかな段差である。
- [0007] DIC法では、図2に示すように、レーザL（例えばHe-Neレーザ）をビームスプリッタSで分割して、半導体ウェーハWの表面を照射する。フォトダイオードPは、半導体ウェーハWの表面から反射した反射光を、ミラーMを介して受光する。凹凸形状の段差状微小欠陥Dがある場合には、段差状微小欠陥特有の位相差が検出され、反射光の光路差からその欠陥の高さ情報を求めることができる。以下、本明細書において、現状特に問題となる高さの閾値3.4nm超の、DIC法により検出される凹凸形状の段差状微小欠陥を、単に「段差状微小欠陥」と称する。
- [0008] 段差状微小欠陥の個数が所望の基準内であれば、仕上げ研磨後のシリコンウェーハ表面の品質は良好であると判定することができる。一方、上記所望の基準を満足していないシリコンウェーハは不良品として判定されるため、そのようなシリコンウェーハを製品として出荷することはできない。
- [0009] 現状の片面研磨方法において、仕上げ研磨後のシリコンウェーハ表面における段差状微小欠陥の発生率は必ずしも満足できる水準ではなく、製品歩留まりを向上させるため、片面研磨方法の更なる改善が求められる。

[0010] そこで本発明は、段差状微小欠陥の発生率を大幅に改善することのできるシリコンウェーハの片面研磨方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明者らは、上記課題を解決する方途について鋭意検討したところ、以下の着想を得た。まず、シリコンウェーハの仕上げ研磨を行うに際して、シリコンウェーハは自然酸化された状態にある。すなわち、シリコンウェーハはベアなシリコン（自然酸化膜のない部分：Bare Silicon）と、その表面を被覆する酸化シリコン膜（自然酸化膜であることが一般的である。）とから構成されており、この状態からシリコンウェーハの片面研磨が開始される。片面研磨法において、シリコンウェーハ面内での研磨ムラの発生を完全に防ぐことは難しく、酸化シリコン膜が研磨除去された部分と酸化シリコン膜が残存する部分とが混在する瞬間が発生してしまう（後述の図4（B）参照）。

[0012] ここで、片面研磨法において、酸化シリコン膜の研磨除去は化学機械研磨により行われるものの、大半は機械的研磨の寄与により研磨除去される。一方、ベアなシリコンの研磨は化学的研磨および機械的研磨の双方が寄与する。そのため、シリコンウェーハの片面研磨において、酸化シリコンの研磨レートはシリコンの研磨レートよりも一般に小さい。前述の混在状態が発生した後は、残存した酸化シリコン膜の研磨除去が引き続き行われつつ、すでに酸化シリコン膜が研磨除去された部分ではベアなシリコンの研磨が急速に進むため、当該部分が段差状微小欠陥となってしまうと本発明者らは考えた。

[0013] そこで、酸化シリコンの研磨レートを上げた条件で片面研磨を行うことを本発明者らは検討した。しかしながらこの場合、機械的研磨の寄与が中心となるため、ベアなシリコンの研磨レートが下がるばかりでなく、シリコンウェーハ周縁部における研磨ダレが大きくなってしまうことが考えられる。これは、酸化シリコンの研磨レートを上げた条件では、機械的な研磨作用の寄与が中心となる研磨条件となる分、化学的な研磨作用の寄与が小さくなるためである。そこで本発明者らは、酸化シリコン膜の研磨除去を目的とする研

磨をまず行い、次いでシリコンの仕上げ研磨を目的とする研磨を行うことで、段差状微小欠陥の発生率を大幅に改善できることを知見し、本発明を完成するに至った。すなわち、本発明の要旨構成は以下のとおりである。

[0014] 本発明による、酸化シリコン膜がベアなシリコン表面に形成されたシリコンウェーハを研磨ヘッドにより把持し、研磨布が貼付された回転定盤に前記シリコンウェーハを回転させながら押圧して、前記シリコンウェーハの前記回転定盤側の片面を研磨するシリコンウェーハの片面研磨方法は、前記シリコンウェーハを押圧する加圧力ならびに前記シリコンウェーハおよび前記回転定盤の相対速度に関する第1研磨条件により、前記シリコンウェーハの前記片面の研磨を行う第1研磨工程と、該第1研磨工程の後、前記第1研磨条件における前記加圧力および前記相対速度の少なくともいずれかを変化させた第2研磨条件により、前記シリコンウェーハの前記片面の研磨を行う第2研磨工程と、を含み、前記第1研磨条件によるシリコン研磨レートに対する酸化シリコン研磨レートの研磨レート比が、前記第2研磨条件によるシリコン研磨レートに対する酸化シリコン研磨レートの研磨レート比よりも大きいことを特徴とする。

[0015] ここで、少なくとも前記酸化シリコン膜を除去するまで前記第1研磨工程を行うことが好ましい。

[0016] また、前記第1研磨条件による前記研磨レート比が0.5以上であることが好ましい。一方、前記第2研磨条件による前記研磨レート比が0.5未満であることが好ましい。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、シリコン研磨レートに対する酸化シリコン研磨レートの研磨レート比を変えた研磨条件によって第1研磨工程および第2研磨工程を行うので、段差状微小欠陥の発生率を大幅に改善することのできるシリコンウェーハの片面研磨方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]従来技術における半導体ウェーハの片面研磨方法を説明する模式図であ

る。

[図2]従来技術における微分干渉コントラスト法による段差状微小欠陥の測定原理を説明する模式図である。

[図3]本発明の一実施形態における片面研磨方法による研磨過程を説明するための模式断面図である。

[図4]従来技術における片面研磨方法による研磨過程を説明するための模式断面図である。

[図5]本発明の一実施形態を説明するための、シリコンおよび酸化シリコンのそれぞれの研磨レートの一例を示すグラフであり、(A)は加圧力に対する研磨レートを示すグラフであり、(B)は相対速度に対する研磨レートを示すグラフである。

[図6]本発明の一実施形態を説明するための、シリコン研磨レートおよび酸化シリコン研磨レートに伴う段差状微小欠陥の発生個数を説明するためのグラフである。

[図7]予備実験例において測定した研磨レート比を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。なお、図3, 4では、説明の便宜上、シリコンウェーハおよび酸化シリコン膜の縦横の比率を実際の比率から誇張して示している。

[0020] (片面研磨方法)

図1および図3を用いて、本発明の一実施形態に従うシリコンウェーハの片面研磨方法を説明する。本発明の一実施形態では、酸化シリコン膜20がベアなシリコン10の表面に形成されたシリコンウェーハWを研磨ヘッドにより把持し、研磨布が貼付された回転定盤にシリコンウェーハWを回転させながら押圧して、シリコンウェーハWの前記回転定盤側の片面を研磨する。

[0021] この片面研磨は、一般的な片面研磨装置を用いて常法に従い行うことができる。既述の図1を用いて説明すると、研磨ヘッド120がシリコンウェーハWを把持しつつ回転定盤140の上面に貼付された研磨布130に対して

シリコンウェーハWの被研磨面（すなわち、回転定盤140側の面）を押圧し、研磨ヘッド120および回転定盤140を共に回転させることにより研磨ヘッド120と回転定盤140とを相対運動させ、研磨液供給手段150から研磨液160を供給しながらシリコンウェーハWの被研磨面のみを化学機械研磨することで片面研磨を行うことができる。なお、片面研磨にあたっては、研磨ヘッド120のみを回転させてもよいし、回転定盤140のみを回転させてもよい。研磨ヘッド120および回転定盤140を同じ方向に回転させてもよいし、互いに反対方向に回転させてもよい。図1では1枚のシリコンウェーハWのみを研磨する枚葉式の片面研磨を図示しているが、複数枚を同時に片面研磨するバッチ式の片面研磨であってもよい。

[0022] ここで、本実施形態に係る片面研磨方法は、シリコンウェーハWを押圧する加圧力ならびにシリコンウェーハWおよび前記回転定盤の相対速度に関する第1研磨条件により、シリコンウェーハWの前記片面の研磨を行う第1研磨工程（図3（A）、（B））と、該第1研磨工程の後、前記第1研磨条件における前記加圧力および前記相対速度の少なくともいずれかを変化させた第2研磨条件により、シリコンウェーハWの前記片面の研磨を行う第2研磨工程（図3（C）、（D））と、を含む。第1および第2の研磨条件が加圧力および相対速度に関する理由は、加圧力および相対速度がシリコン研磨レート（以下、「Si研磨レート」と表記する。）および酸化シリコン研磨レート（以下、「SiO₂研磨レート」と表記する。）のそれぞれに特に影響するためである。なお、「SiO₂」の記載は化学量論的組成の組成比の特定を意図するものではなく、一般的な自然酸化によりシリコン表面に形成され得る酸化シリコンを便宜的に表記するものであり、以下も同様である。

[0023] そして、第1研磨条件によるSi研磨レートに対するSiO₂研磨レートの研磨レート比（以下、「SiO₂/Si研磨レート比」と表記する）が、後続の第2研磨条件によるSiO₂/Si研磨レート比よりも大きいことが本実施形態において肝要である。かかる工程を経ることで、研磨後のシリコンウェーハ表面における段差状微小欠陥の発生率を大幅に改善することができる。

以下、各工程について説明する。

[0024] 第1研磨工程(図3(A),(B))では、シリコンウェーハWの片面の研磨を行う。第1研磨工程において、シリコンウェーハWを研磨する際の、シリコンウェーハWを押圧する加圧力ならびにシリコンウェーハWおよび回転定盤の相対速度に関する研磨条件を第1研磨条件とする。この第1研磨工程は、酸化シリコン膜20の研磨除去を主目的とする研磨である。第2研磨条件と併せて、上記第1研磨条件の詳細を後述する。なお、相対速度は、図1の片面研磨装置100の例では、回転定盤140の回転速度および研磨ヘッド120によるシリコンウェーハWの回転速度により定まり、少なくともいずれか一方の回転数を変化させれば相対速度も変化する。同様に、バッチ式の片面研磨装置においても、研磨ヘッドおよび回転定盤の回転速度により相対速度は定まる。

[0025] また、第1研磨条件には、上述の加圧力および相対速度に加えて、スラリーの種類(粒径、濃度、pH等)およびその供給温度、ならびに研磨布の材質、開孔径および開口率なども含まれていてもよい。第2研磨条件も、第1研磨条件と同様に、研磨条件として加圧力および相対速度に加えてスラリーの種類およびその供給温度、ならびに研磨布の材質、開孔径および開口率などを含むことができる。

[0026] 第2研磨工程(図3(C),(D))では、第1研磨工程に引き続き、シリコンウェーハWの片面の研磨を行う。この第2研磨工程は、酸化シリコン膜20が既に除去された後の、ベアなシリコン10の研磨を主目的とする研磨である。ここで、既述のとおり、第1研磨条件による SiO_2/Si 研磨レート比を、第2研磨条件による SiO_2/Si 研磨レート比よりも大きくする。換言すれば、第2研磨条件による SiO_2/Si 研磨レート比を第1研磨条件の SiO_2/Si 研磨レート比よりも小さくする。

[0027] ここで、図3～図6を用いて、本実施形態において、上述のように第1研磨条件による SiO_2/Si 研磨レート比を、第2研磨条件による SiO_2/Si 研磨レート比よりも大きくすることの技術的意義を説明する。図3(A

）～（Ｄ）に示すように、本実施形態では、第１研磨工程により酸化シリコン膜２０を研磨した後、第２研磨工程によりベアなシリコン１０の研磨を進めるため、段差状微小欠陥の発生率を大幅に改善することができる。この作用効果は、以下に説明するように、図４（Ａ）～（Ｃ）に示す従来技術における片面研磨方法と対比することで、より明確に理解される。

[0028] 従来技術における片面研磨方法では、 SiO_2/Si 研磨レート比を変えずにシリコンウェーハＷの片面研磨が行われる。図４（Ａ）～（Ｃ）にその研磨過程を模式的に示す。従来技術においては、段差状微小欠陥の発生には着目しておらず、ベアなシリコン１０の研磨のみに主眼を置いていたため、 SiO_2/Si 研磨レート比は一定のまま片面研磨を行っていた。ここで、従来技術の研磨条件では SiO_2/Si 研磨レート比を比較的小さくすることが一般的であった。従来技術において、図４（Ｂ）に示すように、酸化シリコン膜２０Ｂおよびベアなシリコン１０が研磨側の面内に混在する状態が発生してしまう（図４（Ｂ））と、以後の研磨では、残存した酸化シリコン膜２０Ｂの研磨除去が行われつつも、すでに酸化シリコン膜２０Ｂが研磨除去された部分Ｄ１ではベアなシリコン１０の研磨が急速に進む。その結果、当該部分が段差状微小欠陥Ｄ２となってしまう。なお、このような段差状微小欠陥Ｄ２は、市販のウェーハ表面検査装置を用いて、ＤＩＣ法により検出することができる。

[0029] ここで、図５（Ａ）は、所定の片面研磨装置において、加圧力のみを変えた場合の加圧力に対する研磨レートを示すグラフの一例であり、シリコンウェーハと回転定盤の相対速度等の加圧力以外の研磨条件は同一としたものである。なお、横軸は任意単位（Ａ．Ｕ．）としている。加圧力が小さいほど、 SiO_2 研磨レートおよび Si 研磨レートは共に小さくなり、加圧力が大きいほど、 SiO_2 研磨レートおよび Si 研磨レートは共に大きくなる傾向にある。そして、 SiO_2 研磨レートおよび Si 研磨レートの変化率は両者で異なり、加圧力が低いほど両者の研磨レートは近づくため、加圧力が低いほど SiO_2/Si 研磨レート比は大きくなる傾向にあることが図５（Ａ）から分か

る。これは、加圧力が小さいほど化学的研磨作用の寄与が小さくなるためだと考えられる。

[0030] また、図5（B）は、上記片面研磨装置において、相対速度のみを変えた場合の、シリコンウェーハと回転定盤の相対速度に対する研磨レートを示すグラフの一例であり、加圧力等の相対速度以外の研磨条件は同一としたものである。なお、図5（A）と同様に、横軸は任意単位（A. U.）としている。相対速度が遅いほど、 SiO_2 研磨レートおよび Si 研磨レートは共に小さくなり、相対速度が速いほど、 SiO_2 研磨レートおよび Si 研磨レートは共に大きくなる。そして、 SiO_2 研磨レートおよび Si 研磨レートの変化率は両者で異なる。この点は図5（A）と同様であるが、相対速度が速いほど両者の研磨レートは近づくため、相対速度が速いほど SiO_2/Si 研磨レート比が大きくなる。これは、相対速度が遅いほど機械的研磨作用の寄与が小さくなるためだと考えられる。

[0031] このように、所定の研磨条件の下では、 SiO_2 研磨レートおよび Si 研磨レートのそれぞれが一意に定まり、 SiO_2/Si 研磨レート比も一意に定まる。そこで、図6に示すグラフを用いて、段差状微小欠陥の発生率（発生個数率）と、第1研磨条件との関係を説明する。図6中の各領域に示す数値は、所定の閾値（例えば90%）の確率で段差状微小欠陥が発生する欠陥の個数を示す。「0個」は、上記所定の閾値の確率で段差状微小欠陥が発生しないことを意味する。図6に示すように、 Si 研磨レートが大きいほど、そして、 SiO_2 研磨レートが小さいほど、段差状微小欠陥の発生率は高まる。 SiO_2 研磨レートおよび Si 研磨レートのそれぞれは、加圧力および相対速度以外にも、片面研磨装置の仕様、研磨パッドの材料、および、シリコンウェーハの種類等によっても大きく変わり得るが、段差状微小欠陥の発生率は SiO_2/Si 研磨レート比に大きく依存するものと考えられる。そこで、本発明者らは SiO_2/Si 研磨レート比に着目し、第1研磨条件による SiO_2/Si 研磨レート比を、第2研磨条件による SiO_2/Si 研磨レート比よりも大きくすることを本発明者らは着想し、その効果を実験的に明らかにした

。

[0032] 以上、本実施形態では、第1研磨条件による SiO_2/Si 研磨レート比を、第2研磨条件による SiO_2/Si 研磨レート比よりも大きくし、この条件の下、第1研磨工程（図3（A），（B））により、酸化シリコン膜20の研磨除去を目的とする研磨を行い、次いで第2研磨工程（図3（C），（D））により、酸化シリコン膜20が既に除去された後の、ベアなシリコン10の研磨を行う。そのため、従来技術に比べて段差状微小欠陥の発生率を大幅に改善することができる。

[0033] この技術的意義の観点から、少なくとも酸化シリコン膜20を除去するまで第1研磨工程を行うことが好ましい。ここで言う酸化シリコン膜20の除去とは、図3（A），（B）に示されるように、ベアなシリコン10の主面を被覆する部分の酸化シリコン膜20の除去を意味し、ベアなシリコン10の側面における酸化シリコン膜20Aの除去までを意図しないことは当然に理解される。

[0034] 酸化シリコン膜20を除去するまで第1研磨工程を行うには、例えば、予めシリコンウェーハWと同種のシリコンウェーハを用意して、酸化シリコン膜が完全に除去されるまでの時間を測定しておき、その時間の分だけ（あるいは、その時間に所定時間を加えて）第1研磨工程を行うことができる。また、片面研磨装置における回転定盤または研磨ヘッドを駆動するモータのトルク等を用いて酸化シリコン膜の除去を検知して、その検知の後に第2工程を行ってもよい。もちろん、本実施形態では、第1研磨工程を行う時間を所望に応じて適宜設定するだけでも、従来技術に比べて段差状微小欠陥の発生率を大幅に改善することができる。

[0035] また、第1研磨条件による SiO_2/Si 研磨レート比は、0.5以上であることが好ましく、 SiO_2/Si 研磨レート比をさらに大きくしてもよい。この場合、段差状微小欠陥が発生する個数率を顕著に低減することができる。 SiO_2/Si 研磨レート比の上限は特に制限されない。

[0036] 一方、第2研磨条件による SiO_2/Si 研磨レート比は、0.5未満であ

ることが好ましい。シリコンウェーハの平坦性および形状を考慮して、この範囲で SiO_2/Si 研磨レート比を適宜設定することができる。

[0037] なお、バルクのシリコン基板表面が自然酸化して酸化シリコン膜を形成するシリコンウェーハであれば、任意のシリコンウェーハに本発明を適用することができ、シリコンウェーハの大きさおよび厚みは何ら制限されない。

[0038] また、第1研磨工程と第2研磨工程との間に、研磨条件を変更するための片面研磨の中断工程が本実施形態に含まれてもよいし、研磨条件を漸次変更しながら片面研磨を進める研磨条件調整工程が本実施形態に含まれていてもよい。

[0039] なお、片面研磨を終えた後、純水等による洗浄工程が行われてもよい。

[0040] 本実施形態に係る片面研磨方法は、スウェード素材などの、比較的軟質な研磨布を用いて片面研磨を行う仕上げ研磨に供して、特に好適である。

[0041] なお、本明細書で言う「同一」または「同種」であるとは、数学的な意味での厳密な等しさを意味するものではなく、シリコンウェーハの製造工程上生ずる不可避な誤差をはじめ、本発明の作用効果を奏する範囲で許容される誤差を含むものであることは勿論である。例えば、1%程度の誤差は本発明に含まれる。

実施例

[0042] 以下、実施例を用いて本発明をさらに詳細に説明するが、本発明は以下の実施例に何ら限定されるものではない。

[0043] (予備実験例)

直径300mm、総厚み775 μm （内、自然酸化膜の厚み：1nm）である同種のシリコンウェーハを複数用意し、スウェード素材の研磨布を定盤の表面に設置し、アルカリ研磨液を研磨スラリーとして供給しながら、バッチ式の片面研磨装置を用いて化学機械研磨による仕上げ研磨を行った。なお、研磨ヘッドおよび回転定盤の回転数は同一とし、同方向に回転させた。そして、回転定盤にシリコンウェーハを押圧する際の加圧力（ g/cm^2 ）ならびに、研磨ヘッドおよび回転定盤の回転数（rpm）のみを以下の条件で変

化させた。すなわち、片面研磨装置 100 において、研磨ヘッドおよび回転定盤の回転数 (rpm) を 16, 24, 43, 55 とし、それぞれの回転数の下、加圧力 (g/cm^2) を 50, 60, 100, 150, 200 と変化させた。そして、研磨の取り代から SiO_2 研磨レートおよび Si 研磨レート (nm/s) をそれぞれ求めた。このようにして求めた SiO_2 研磨レートおよび Si 研磨レートから、 SiO_2/Si 研磨レート比を求めた。結果を図 7 に示す。

[0044] (実施例 1)

予備実験例において用いたシリコンウェーハと同種のシリコンウェーハに対して、下記表 1 に示す研磨条件により第 1 研磨工程および第 2 研磨工程を行った。さらに、第 2 研磨工程後に、純水による研磨後のシリコンウェーハの洗浄工程を行った。その他の条件は予備実験例と同様にして、100 枚のシリコンウェーハの片面研磨を行った。なお、表 1 中、 SiO_2/Si 研磨レート比を単に「研磨レート比」と記載している。また、第 1 研磨工程における SiO_2 研磨レートは $1\text{nm}/\text{min}$ であるため、60 秒の研磨により酸化シリコン膜の全てが除去されたと考えてよい。また、第 1 研磨工程と第 2 研磨工程とで SiO_2/Si 研磨レート比は異なるが、第 1 研磨工程では低加圧且つ高速回転であり、第 2 研磨工程では高加圧且つ低速回転であるため、両研磨工程における SiO_2 研磨レートは同程度であった。

[0045] [表 1]

工程	実施例 1	従来例 1
第 1 研磨工程	加圧力: $60\text{g}/\text{cm}^2$ 回転速度: 55rpm 研磨時間: 60秒 研磨レート比: 0.5	加圧力: $180\text{g}/\text{cm}^2$ 回転速度: 20rpm 研磨時間: 210秒 研磨レート比: 0.05
第 2 研磨工程	加圧力: $180\text{g}/\text{cm}^2$ 回転速度: 20rpm 研磨時間: 150秒 研磨レート比: 0.05	

[0046] (従来例 1)

実施例 1 における第 1 研磨工程を行わず、研磨条件を表 1 に記載のとおりとした以外は、実施例 1 と同様にして、100 枚のシリコンウェーハの片面研磨を行った。

[0047] (実施例 2)

実施例 1 における第 1 研磨工程の回転速度を変更して SiO_2/Si 研磨レート比を 0.3 とした以外は、実施例 1 と同様にして、100 枚のシリコンウェーハの片面研磨を行った。

[0048] (実施例 3)

実施例 1 における第 1 研磨工程の回転速度を変更して SiO_2/Si 研磨レート比を 0.1 とした以外は、実施例 1 と同様にして、100 枚のシリコンウェーハの片面研磨を行った。

[0049] (評価)

実施例 1 および従来例 1 によるそれぞれのシリコンウェーハの研磨後の表面を、ウェーハ表面検査装置 (Surfscan SP2; KLA-Tencor 社製) を用いて、DIC モード (DIC 法による測定モード) により測定した。測定にあたって、凹凸形状の段差状微小欠陥の高さの閾値を 3.4 nm と設定し、この閾値を超える段差状微小欠陥の個数を求めた。こうして、DIC 法により検出される欠陥個数が 0 個であったシリコンウェーハの枚数を、実施例 1 と従来例 1 とで確認した。実施例 1 では、100 枚中 93 枚で段差状微小欠陥の発生が確認されず、一方、従来例 1 では、100 枚中 61 枚で段差状微小欠陥の発生が確認されなかった。すなわち、実施例 1 では段差状欠陥の発生率は 7% であり、従来例 1 では段差状欠陥の発生率は 39% であった。実施例 2, 3 についても、欠陥個数が 0 個であったシリコンウェーハの枚数を実施例 1 と同様に確認し、段差状欠陥の発生率を求めた。結果を下記の表 2 に示す。なお、従来例 1 では第 1 研磨工程と第 2 研磨工程の区別はなく一定の SiO_2/Si 研磨レート比で片面研磨を行ったが、表 2 中では第 1 研磨工程の研磨レートとして示す。

[0050]

[表2]

	第1研磨工程の 研磨レート比	発生率
実施例1	0.5	7%
実施例2	0.3	12%
実施例3	0.1	30%
従来例1	0.05	39%

[0051] 以上の結果から、後続の第2研磨工程における SiO_2/Si 研磨レート比よりも SiO_2/Si 研磨レート比を大きくした第1研磨工程を行うことで、従来技術に比べて段差状欠陥の発生率を大幅に改善できたことが確認された。特に、第1研磨工程における SiO_2/Si 研磨レート比を0.5とした実施例1では、この改善効果が顕著に確認できた。

産業上の利用可能性

[0052] 本発明によれば、段差状微小欠陥の発生率を大幅に改善することのできるシリコンウェーハの片面研磨方法を提供することができる。

符号の説明

[0053] 10 ベアなシリコン
 20 酸化シリコン膜
 100 片面研磨装置
 120 研磨ヘッド
 130 研磨布
 140 回転定盤
 W 半導体ウェーハ（シリコンウェーハ）

請求の範囲

〔請求項1〕 酸化シリコン膜がベアなシリコン表面に形成されたシリコンウェーハを研磨ヘッドにより把持し、研磨布が貼付された回転定盤に前記シリコンウェーハを回転させながら押圧して、前記シリコンウェーハの前記回転定盤側の片面を研磨するシリコンウェーハの片面研磨方法であって、

前記シリコンウェーハを押圧する加圧力ならびに前記シリコンウェーハおよび前記回転定盤の相対速度に関する第1研磨条件により、前記シリコンウェーハの前記片面の研磨を行う第1研磨工程と、

該第1研磨工程の後、前記第1研磨条件における前記加圧力および前記相対速度の少なくともいずれかを変化させた第2研磨条件により、前記シリコンウェーハの前記片面の研磨を行う第2研磨工程と、を含み、

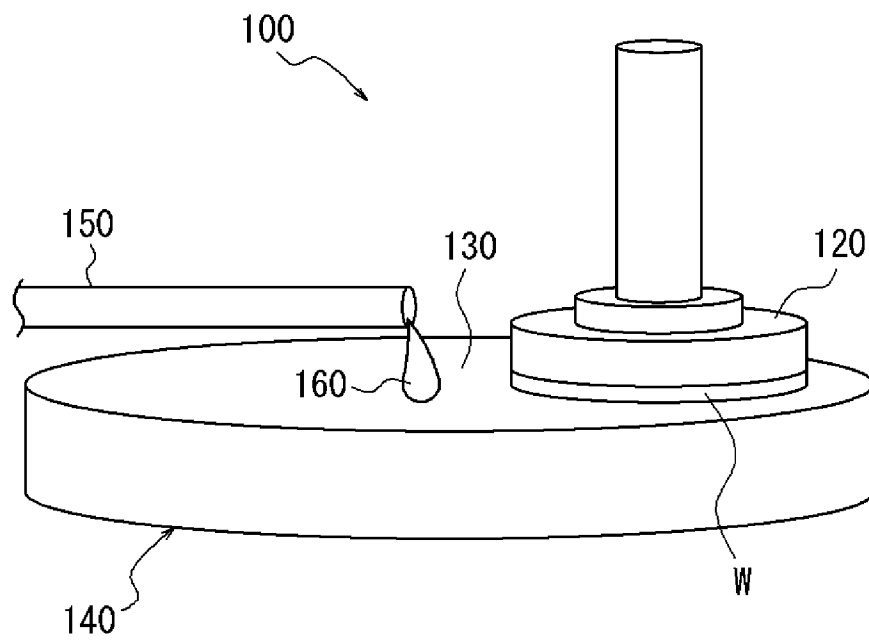
前記第1研磨条件によるシリコン研磨レートに対する酸化シリコン研磨レートの研磨レート比が、前記第2研磨条件によるシリコン研磨レートに対する酸化シリコン研磨レートの研磨レート比よりも大きいことを特徴とするシリコンウェーハの片面研磨方法。

〔請求項2〕 少なくとも前記酸化シリコン膜を除去するまで前記第1研磨工程を行う、請求項1に記載のシリコンウェーハの片面研磨方法。

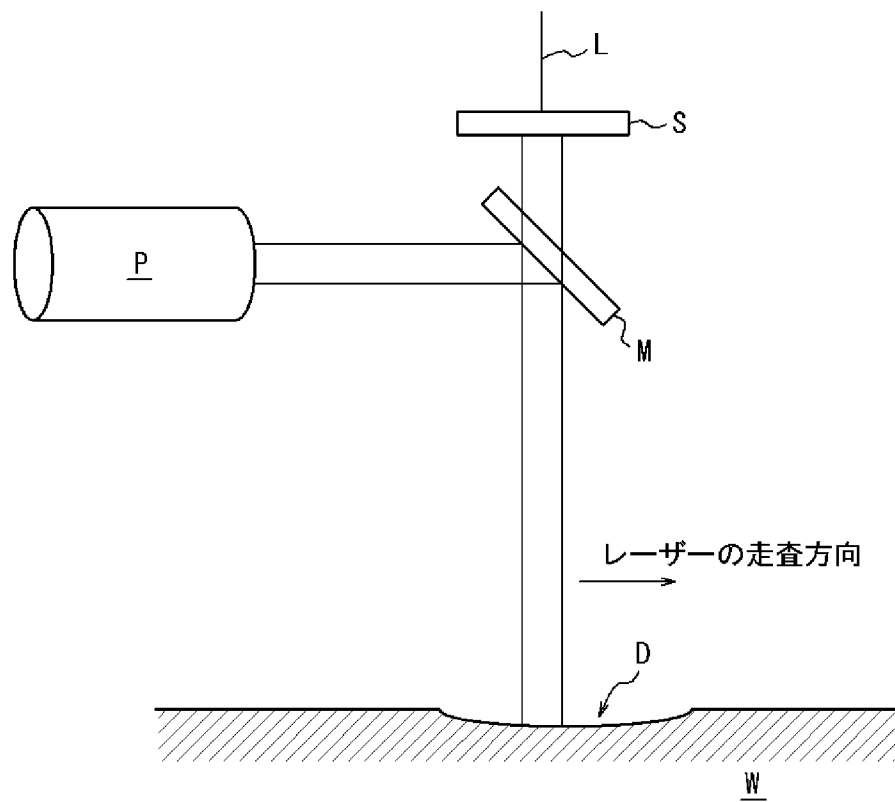
〔請求項3〕 前記第1研磨条件による前記研磨レート比が0.5以上である、請求項1または2に記載のシリコンウェーハの片面研磨方法。

〔請求項4〕 前記第2研磨条件による前記研磨レート比が0.5未満である、請求項1～3のいずれか1項に記載のシリコンウェーハの片面研磨方法。

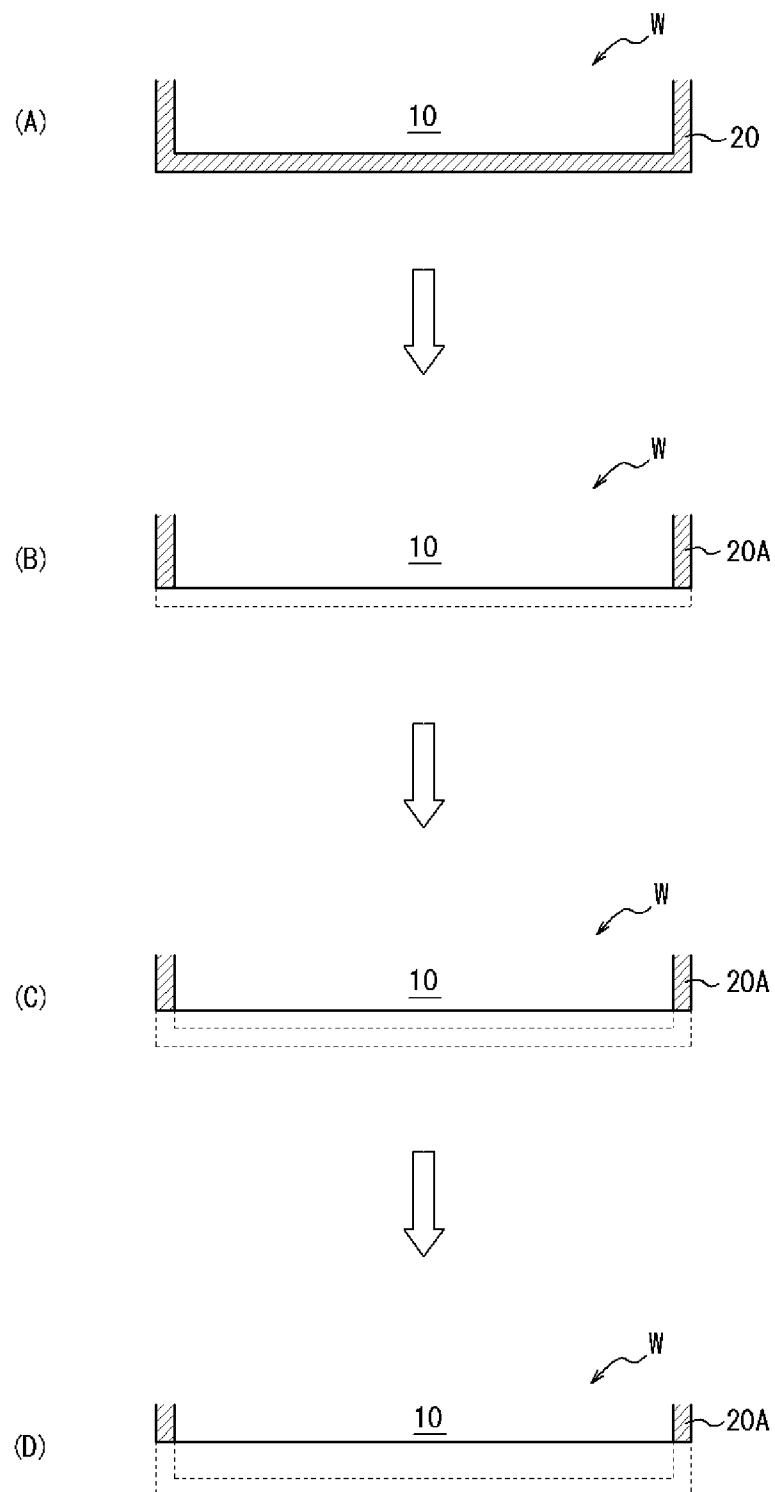
[図1]



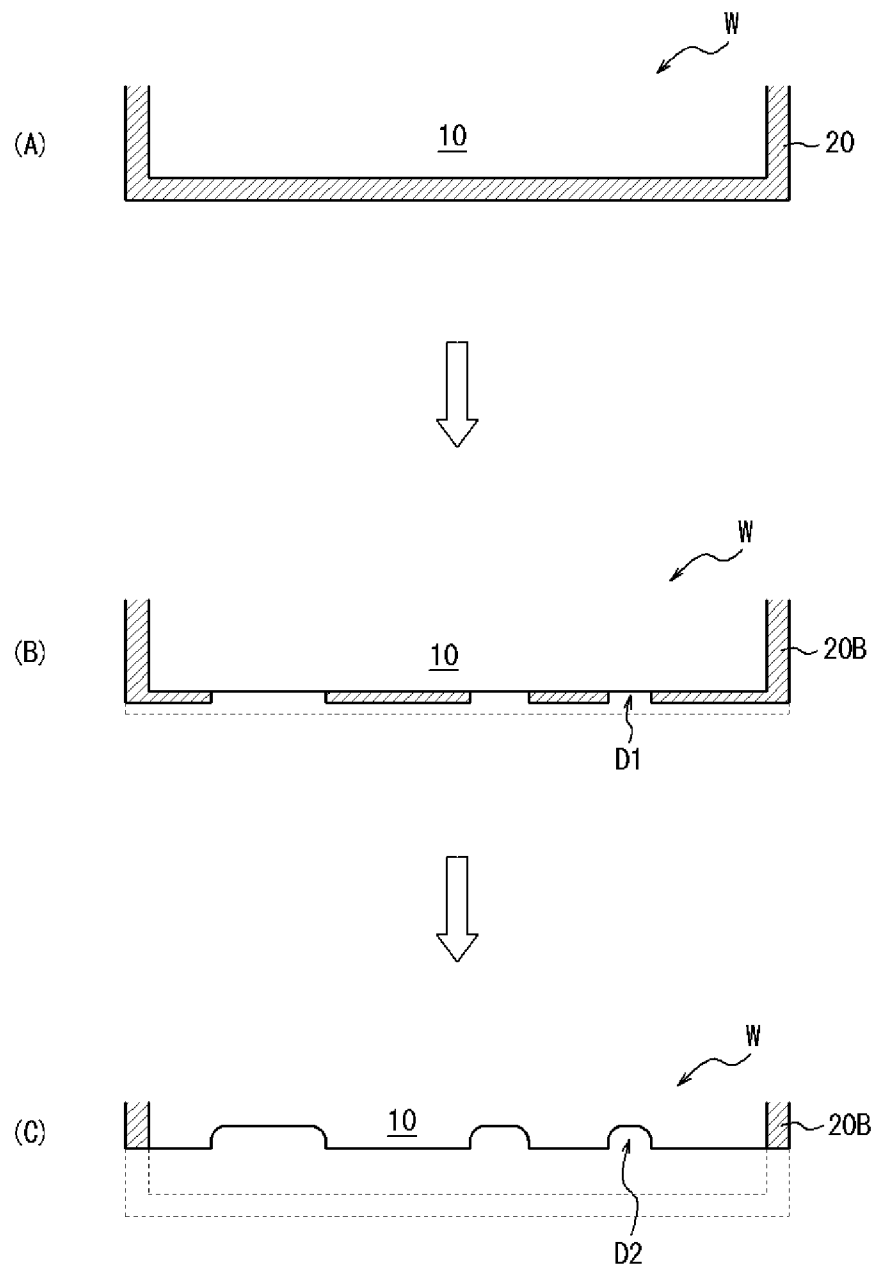
[図2]



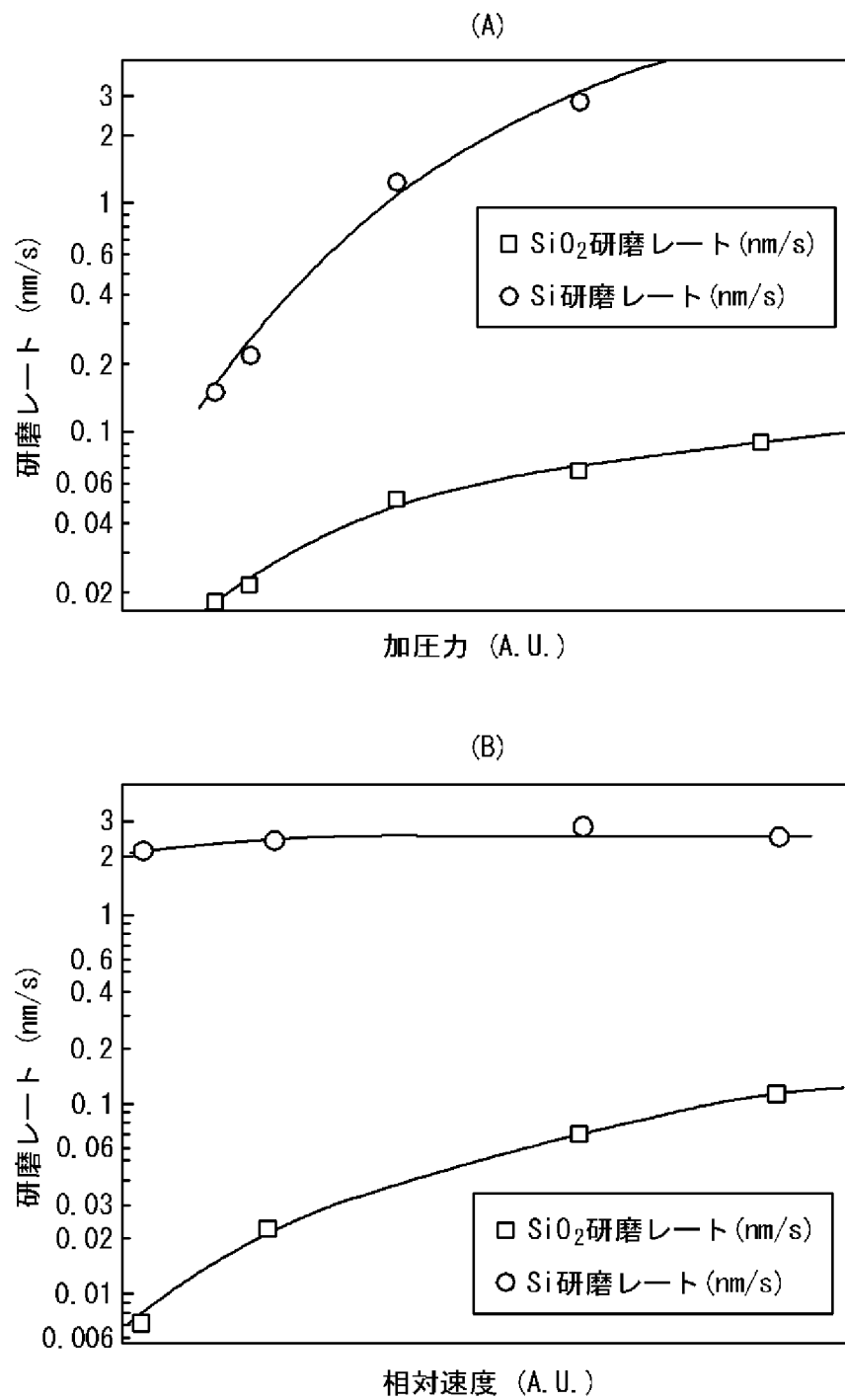
[図3]



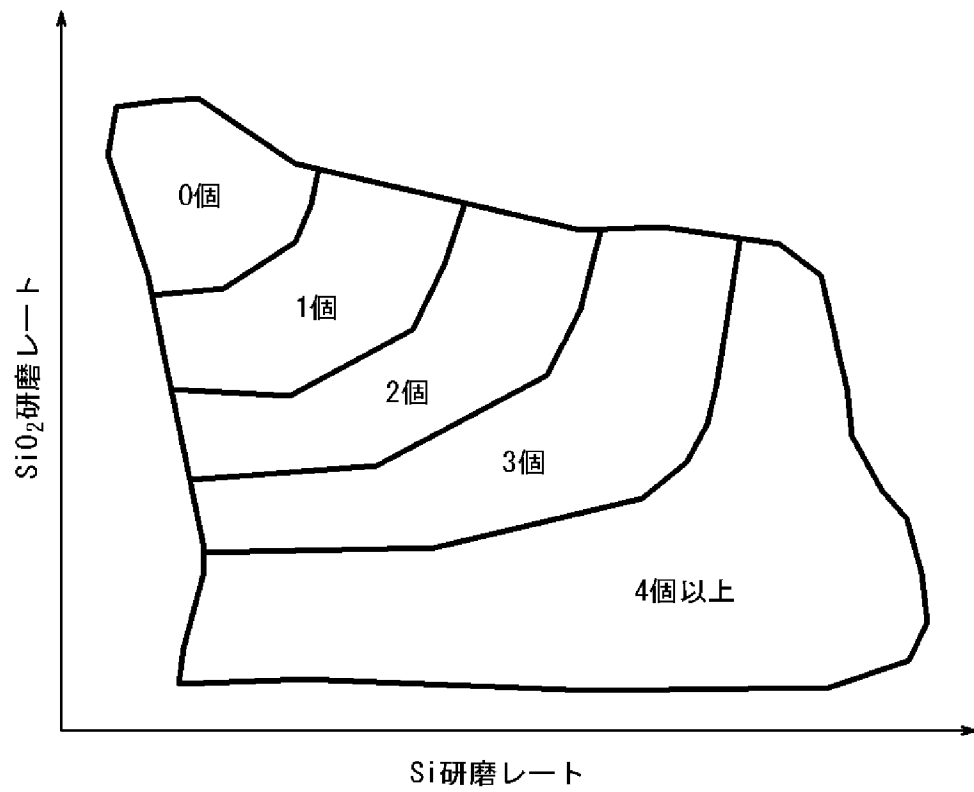
[図4]



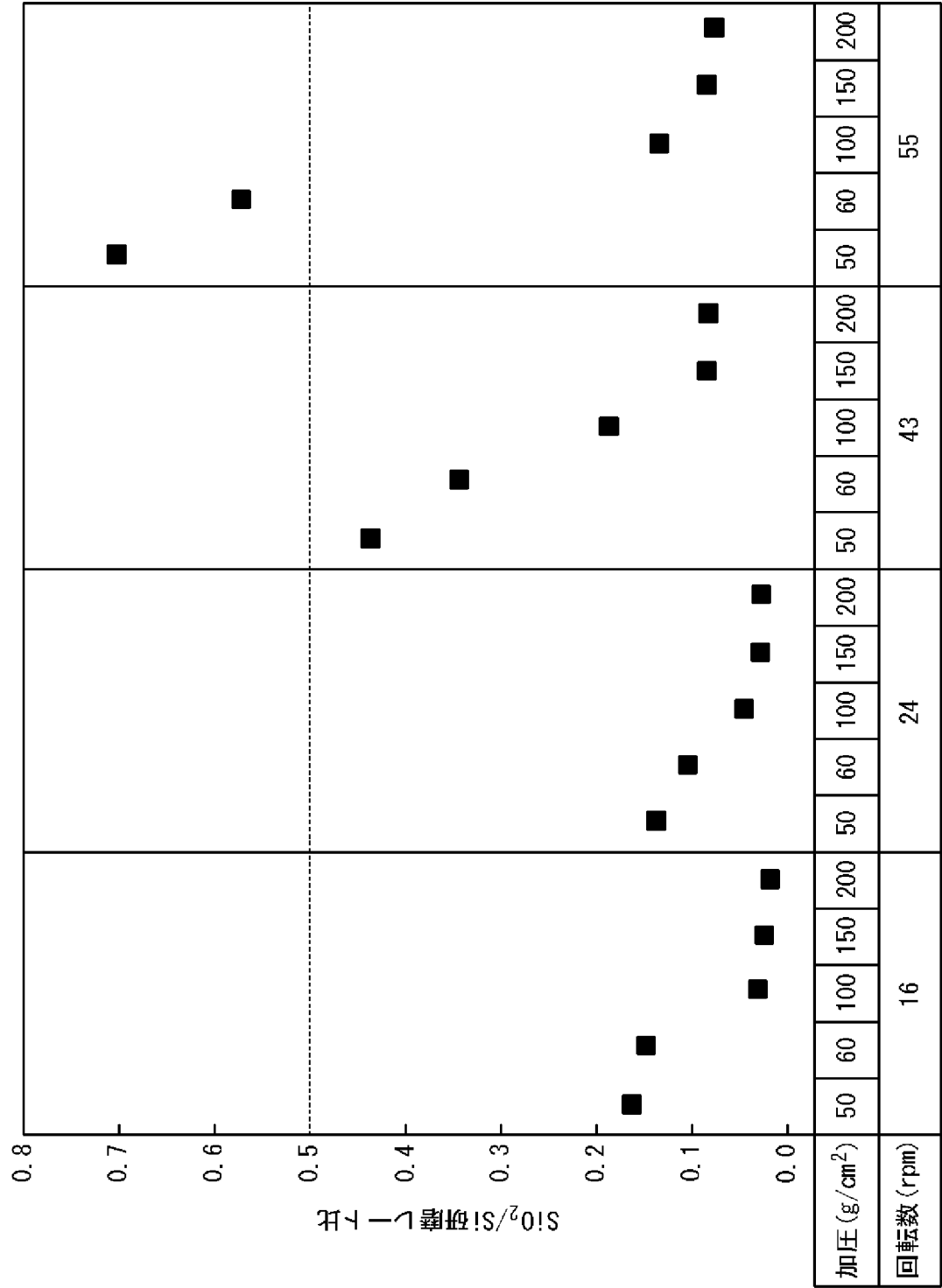
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/085929

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/304(2006.01)i, B24B37/10(2012.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/304, B24B37/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-42536 A (SUMCO Corp.), 03 March 2011 (03.03.2011), paragraphs [0009], [0024], [0025] & US 2012/0156878 A1 paragraphs [0043], [0068], [0069] & WO 2011/021691 A1 & DE 112010003353 T5 & KR 10-2012-0030533 A & TW 201133598 A	1-4
A	JP 10-242090 A (Toshiba Corp.), 11 September 1998 (11.09.1998), paragraphs [0023], [0024] (Family: none)	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20 December 2016 (20.12.16)

Date of mailing of the international search report
10 January 2017 (10.01.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/304(2006.01)i, B24B37/10(2012.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/304, B24B37/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2011-42536 A（株式会社SUMCO）2011.03.03, 第9, 24, 25段落 & US 2012/0156878 A1, 第43, 68, 69段落, & WO 2011/021691 A1 & DE 112010003353 T5 & KR 10-2012-0030533 A & TW 201133598 A	1-4
A	JP 10-242090 A（株式会社東芝）1998.09.11, 第23, 24段落（ファミリーなし）	1-4

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

20.12.2016

国際調査報告の発送日

10.01.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

鈴木 和樹

50

3252

電話番号 03-3581-1101 内線 3559