

(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
2014 年 8 月 28 日(28.08.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/129304 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/304 (2006.01) *B24B 37/08* (2012.01)
B24B 27/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/052540
- (22) 国際出願日: 2014 年 2 月 4 日(04.02.2014)
- (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 2013-029719 2013 年 2 月 19 日(19.02.2013) 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: 田中 利幸 (TANAKA, Toshiyuki); 〒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). 橋本 靖行 (HASHIMOTO, Yasuyuki); 〒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). 橋井 友裕 (HASHII, Tomohiro); 〒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: 須田 正義 (SUDA, Masayoshi); 〒1700013 東京都豊島区東池袋一丁目 2 1 番 1 1 号 オーク池袋ビル Tokyo (JP).

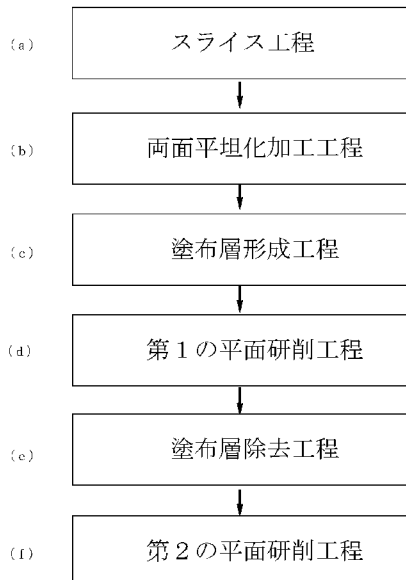
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR PROCESSING SEMICONDUCTOR WAFER

(54) 発明の名称: 半導体ウェーハの加工方法



(57) Abstract: A method for processing a wafer in which: a wafer is obtained by slicing a semiconductor monocrystal ingot using a wire saw apparatus; one surface of the wafer is ground flat using, as a reference surface, a flat surface obtained by applying a curable material to the entirety of the other surface of the wafer; and the other surface of the wafer is ground flat using, as a reference surface, the one surface of the wafer that has been ground flat; wherein both surfaces of the wafer are flattened at the same time immediately after the wafer is sliced.

(57) 要約: 半導体単結晶インゴットをワイヤーソー装置を用いてスライスして得たウェーハの一方の面全面に硬化性材料を塗布した平坦な表面を基準面としてウェーハの他方の面を平面研削し、平面研削したウェーハの他方の面を基準面としてウェーハの一方の面を平面研削するウェーハの加工方法において、ウェーハをスライスした直後にウェーハの両面を同時に平坦化加工する。

- (a) Slicing step
(b) Dual-surface-flattening step
(c) Coating-layer-forming step
(d) First surface-grinding step
(e) Coating-layer-removing step
(f) Second surface-grinding step



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, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：半導体ウェーハの加工方法

技術分野

[0001] 本発明は、半導体ウェーハの加工方法、特に、半導体ウェーハの表面を平坦化する加工方法に関するものである。なお、本国際出願は、2013年2月19日に出願した日本国特許出願第029719号（特願2013-029719）に基づく優先権を主張するものであり、特願2013-029719の全内容を本国際出願に援用する。

背景技術

[0002] 従来、半導体ウェーハは、微細なパターンを写真製版により作成するために、ウェーハの表面の平坦化が求められていた。特に「ナノトポグラフィー」と呼ばれる表面うねりは、波長 $\lambda = 0.2 \sim 20 \text{ mm}$ の成分をもち、P V 値（Peak to Valley値）が $0.1 \sim 0.2 \mu\text{m}$ 以下のうねりであり、最近、このナノトポグラフィーを低減することで半導体ウェーハの平坦度を向上させるための技術が提案されている。このようなウェーハの平坦化加工方法として、インゴットからスライスされたウェーハの一の面をチャックテーブルの水平保持面上に吸引保持し、ウェーハの二の面を研削した後、ウェーハの二の面を前記水平保持面上に吸引保持し、ウェーハの一の面を研削する一次研削工程と、一次研削工程に続いてウェーハの二の面全面を樹脂で覆う樹脂塗布工程と、この樹脂塗布工程に続いてウェーハの二の面を基準面として、前記水平保持面上に吸引保持し、ウェーハの一の面を研削し、樹脂を取り除いた後にウェーハの一の面を基準面としてウェーハの二の面を研削する工程とを含む加工方法が開示されている（例えば、特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2011-249652号公報（請求項1、段落[0008]、[0028]、図2）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記特許文献 1 に示された一次研削工程では、スライス時の歪み成分を除去するためにウェーハを保持面上に吸引保持することにより、スライス工程で生じた大きなうねりを強制的に矯正した平坦な基準面を作りこんだ状態で非吸着面側のウェーハ表面の研削が行われる。このため、ウェーハが弾性変形した状態で研削が行われ、研削後、吸引保持を解放すると、研削処理が施されていない吸着面側のウェーハ表面のうねりが吸着保持前の状態に戻ってしまい、このうねりが研削によって平坦化された非吸着面側のウェーハ表面に転写されてしまい、結果的にうねりの大半がウェーハ表面に残留することになる。

これまで、ウェーハ表面にうねりが残留していても、その後、樹脂塗布工程でウェーハ表面に塗布した樹脂により平坦な基準面が造り込まれた状態でうねりを除去するように研削処理が行われるため、樹脂塗布工程前のウェーハの表面状態については問題視されていなかった。ところが、本発明者らの実験によれば、特許文献 1 で記載されるような樹脂塗布処理と研削処理を組み合わせた処理（樹脂貼り研削）を行っても、樹脂塗布工程前のウェーハ表面のうねりが大きい場合には、鏡面研磨処理後のウェーハ表面のナノトポグラフィ品質は十分ではないことを知見した。

[0005] また、スライス工程において、ワイヤソーにより単結晶インゴットをスライスする場合、一般的には、往復走行中のワイヤー列に遊離砥粒を含むスラリー（加工液）を供給しながら半導体インゴットが多数枚の半導体ウェーハに切断加工されるが、外周面に砥粒が固定された固定砥粒ワイヤーを使用すれば、遊離砥粒を使用する場合に比べて、単結晶インゴットを高速で切断することが可能となる。しかしながら、固定砥粒ワイヤーを用いた場合、加工ダメージが大きく、切断後のウェーハ表面に発生するうねりも非常に大きくなるため、よりナノトポグラフィが悪化する問題があることを知見した。

[0006] 本発明の目的は、一次研削工程でうねりの軽減されたウェーハを二次研削

工程で平面研削することで、ナノトポグラフィー特性に優れる（値が小さい）半導体ウェーハを製造することにある。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明者らは上記目的を達成するため鋭意検討した結果、軟質材をコーティングして平面研削する前のウェーハの表面状態（うねりの大きさ）によって、最終的に得られる半導体ウェーハのナノトポグラフィー品質が大きく変化することを知見し、本発明を完成させたものである。具体的には、スライス直後にラッピングや両頭研削などの基準面を持たない両面同時平坦化加工を行い、あらかじめ特定の波長域（10～100nm）におけるうねり成分を緩和した後に軟質材コーティングして平面研削することで、スライスうねりパターンを除去してウェーハのナノトポグラフィーの品質レベルを改善することにある。
- [0008] 本発明の第1の観点は、半導体単結晶インゴットをワイヤーソー装置を用いてスライスして薄円板状のウェーハを得るスライス工程と、スライス工程後のウェーハの両面を同時に平坦化加工する両面平坦化加工工程と、両面平坦化加工工程後のウェーハの一方の面全体に硬化性材料を塗布して平坦な塗布層を形成する塗布層形成工程と、平坦化したウェーハの一方の面が研削装置のテーブルの基準面に当接するようにウェーハをテーブルに載置し続いて研削装置によりウェーハの他方の面を平面研削する第1の平面研削工程と、平面研削工程後の塗布層をウェーハの一方の面から除去する塗布層除去工程と、塗布層が除去されたウェーハの他方の面が研削装置のテーブルの基準面に当接するようにウェーハをテーブルに載置し続いて研削装置によりウェーハの一方の面を平面研削する第2の平面研削工程とを設けたことにある。
- [0009] 本発明の第2の観点は、第1の観点に基づく発明であって、ワイヤーソー装置が固定砥粒ワイヤーを用いたスライス方式を採用したことにある。
- [0010] 本発明の第3の観点は、第1の観点に基づく発明であって、両面平坦化加工工程に両面ラッピング処理或いは両頭研削処理を採用したことにある。
- [0011] 本発明の第4の観点は、第1の観点に基づく発明であって、前記塗布層形

成工程における前記ウェーハ表面に塗布する塗布層の厚みを $10 \sim 40 \mu\text{m}$ とすることである。

[0012] 本発明の第5の観点は、第1の観点に基づく発明であって、両面平坦化加工工程後の前記ウェーハの表面高さを周波数解析した場合に、 100 mm 以下の波長域におけるうねりの振幅が $1.0 \mu\text{m}$ 以下の範囲とすることである。

[0013] 本発明の第6の観点は、第2の観点に基づく発明であって、両面平坦化加工工程後の前記ウェーハの表面高さを周波数解析した場合に、 100 mm 以下の波長域におけるうねりの振幅が $1.0 \mu\text{m}$ 以下の範囲とすることである。

[0014] 本発明の第7の観点は、第3の観点に基づく発明であって、両面平坦化加工工程後の前記ウェーハの表面高さを周波数解析した場合に、 100 mm 以下の波長域におけるうねりの振幅が $1.0 \mu\text{m}$ 以下の範囲とすることである。

[0015] 本発明の第8の観点は、第4の観点に基づく発明であって、両面平坦化加工工程後の前記ウェーハの表面高さを周波数解析した場合に、 100 mm 以下の波長域におけるうねりの振幅が $1.0 \mu\text{m}$ 以下の範囲とすることである。

発明の効果

[0016] 本発明にかかる半導体ウェーハの加工方法によれば、スライス後のウェーハの両面を同時に平坦化加工することで、ナノトポグラフィー品質に影響を与える波長領域のうねりを可及的に低減することができ、ナノトポグラフィー品質に優れる半導体ウェーハの提供を行うことができる。

[0017] 特に、固定砥粒方式のワイヤーソー装置を用いて切断されたうねりの大きなウェーハを用いる場合であっても、うねりを可及的に低減することができ、ナノトポグラフィー品質に優れる半導体ウェーハの提供を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の実施形態に係るウェーハ加工方法の概略工程を説明するための図である。

[図2]本発明の実施形態に係るスライス後のウェーハから平面研削後のウェーハまでの間の、ウェーハの状態と各工程で使用する装置の一例を示す模式図である。

[図3]本発明の実施例に係る各工程でのウェーハの状態を示す模式図である。

[図4]比較例1に係る各工程でのウェーハの状態を示す模式図である。

[図5]実施例及び比較例1、2の鏡面研磨後のナノトポグラフィーである。

[図6]実施例及び比較例1、2の鏡面研磨後のナノトポグラフィーを示した図である。

[図7]実施例及び比較例1、2の鏡面研磨前の周波数解析結果を示した図である。

[図8]実施例及び比較例1、2の鏡面研磨後の周波数解析結果を示した図である。

発明を実施するための形態

[0019] 次に本発明を実施するための形態を図面に基づいて説明する。

[0020] 本発明は、図1(a)～(f)に示すように、半導体単結晶インゴットをワイヤーソー装置を用いてスライスして薄円板状のウェーハを得るスライス工程と、スライス工程後のウェーハの両面を同時に平坦化加工する両面平坦化加工工程と、両面平坦化加工工程後のウェーハの一方の面全体に硬化性材料を塗布して平坦な塗布層を形成する塗布層形成工程と、平坦化したウェーハの一方の面が研削装置のテーブルの基準面に当接するようにウェーハをテーブルに載置し続いて研削装置によりウェーハの他方の面を平面研削する第1の平面研削工程と、平面研削工程後の塗布層をウェーハの一方の面から除去する塗布層除去工程と、塗布層が除去されたウェーハの他方の面が研削装置のテーブルの基準面に当接するようにウェーハをテーブルに載置し続いて研削装置によりウェーハの一方の面を平面研削する第2の平面研削工程により半導体ウェーハを加工する半導体ウェーハの表面を平坦化する加工方法の

改良である。なお、半導体ウェーハの外縁上を面取りする工程は特に示していないが、面取りする工程は図1（a）の後から、（f）の後までの間どこかの工程の間で行ってもよい。

[0021] 本発明の特徴ある構成は、図1（a）～（c）に示すように、塗布層形成工程前に、スライス工程後のウェーハの両表面を同時に平坦化加工する両面平坦化加工工程を設けたことにある。塗布層形成工程前に、基準面を持たない両面同時平坦化加工を施すことにより、ウェーハ両表面の凸部分が同時に除去され、100mm以下の波長域のうねり成分が可及的に軽減される。これにより、ウェーハ表面のナノトポグラフィー特性を向上させることができることができ、塗布層形成工程におけるウェーハ表面に塗布する塗布層の厚みも軽減することができる。

[0022] 本発明の実施の形態を図2を参照して詳しく説明する。図2（a）にスライス直後のウェーハ200の状態を示す。スライスには、図示しない公知のマルチワイヤーソー装置が用いられ、インゴットから一度に複数枚のウェーハ200を製造することができる。マルチワイヤーソー装置は、ワイヤーをガイドする溝が複数設けられたガイドローラとワイヤーを回転させるためのローラにまたがり、極細鋼線のワイヤーが複数巻き付けてある。ローラを高速回転させて、ガイドローラとローラーの間に露出した複数のワイヤーに被切断物を押しあてて被切断物を複数枚に切断する装置である。ワイヤーソー装置には、切断するための砥粒の使い方によって固定砥粒方式と遊離砥粒方式とがある。固定砥粒方式は、ダイヤモンド砥粒などを蒸着などにより付着させた鋼線をワイヤーに使用する。遊離砥粒方式は、ワイヤーに砥粒と油剤を混ぜたスラリーをかけながら使用する。固定砥粒方式は、砥粒を固着させたワイヤー自体が被切断物を切断するため、切断時間が短く生産性にすぐれる。また、スラリーを使用しないために切断後の切り屑の混じったスラリーを廃棄する必要がないため、環境にも優しく経済的である。本発明には、どちらの方式を使用しても可能であるが、環境面、経済面で有利な固定砥粒方式が望ましい。なお、固定砥粒ワイヤーソーを用いた場合、ウェーハ表面に

与える加工ダメージが大きく、切断後のウェーハ表面に発生するうねりも大きくなるため、よりナノトポグラフィーが悪化する問題があるが、本発明の加工方法を用いることにより、ナノトポグラフィー特性に優れる（値が小さい）半導体ウェーハを製造することができる。

[0023] 図2（a）に固定砥粒ワイヤーソーで切断したスライス直後のウェーハ200の状態を示す。スライスしたウェーハ200には、ワイヤーソー切断加工により加工歪（加工ダメージ層）201、周期的に波打つような凹凸のうねり202、反り203が発生している。便宜上、ウェーハ200の反り203の凸面側である、図2（a）の上面を第一面204、ウェーハ200の反り203の凹面側である、図2（a）の下面を第二面205とする。

[0024] 図2（b）は、両面平坦化加工のラッピングに使用するラッピング装置210の一例を示した図である。加工キャリア211にセットされたウェーハ200は、ラッピング装置210の2つの定盤に挟まれ、上定盤212と下定盤213の間に砥粒を含んだスラリー214を供給し上下定盤で加圧しながら上定盤212の上部及び下定盤213の下部に設置されたスピンドル215、216をそれぞれ逆方向に回転することで、スラリー214に含まれた砥粒により第一面204および第二面205が同時に平坦化加工される。

[0025] ラッピング後、ウェーハ200は定盤から外され、加工キャリア211から外される。

[0026] ラッピング工程（両面平坦化工程）を経たウェーハ200は、その後、平面研削工程（第1の平面研削および第2の平面研削）によりウェーハ200の両面は再度平坦化されるため、ラッピング工程におけるウェーハ200に対する加工量（取り代量）は、スライス工程で発生したウェーハ200の加工歪201を全て除去するまでの平坦化加工を施す必要はなく、後述する実施例から明らかなように、ラッピング後のウェーハ200の表面高さを周波数解析した場合に、100mm以下の波長域におけるうねりの振幅が1.0μm以下となるようにラッピング処理を施せばよい。

[0027] なお、両面同時平坦化加工は上述したラッピング処理に限定されない。特

に図示していないが、ウェーハ２００を加工キャリア２１１に装着し、そのウェーハ２００の上下に設置された平面研削する砥石でウェーハ２００の両表面を同時に研削する公知の両頭研削処理、ラッピング装置２１０の上下の定盤に固定砥粒を含ませたパッドを装着し、スラリー２１４を用い、又は用いずに固定砥粒によりウェーハ２００の両表面を同時に研削する公知の固定砥粒ラッピング処理を用いてもよい。

[0028] 図２（ｃ）に塗布層形成工程に使用する保持・押圧装置２２０の一例を示す。まず、保持・押圧装置２２０の高平坦化された平板２２２上に塗布層となる硬化性材料２２１を滴下する。一方、ウェーハ２００は、ウェーハ２００の第一面２０４を保持手段２２３の押圧台２２４に吸引保持され、押圧台２２４を下方に移動させてウェーハ２００の第二面２０５を硬化性材料２２１に押圧する。その後、押圧台２２４の圧力を解除して、ウェーハ２００に残留している反り２０３やうねり２０２に弾性変形を与えていない状態で、ウェーハ２００の第二面２０５に硬化性材料２２１を硬化させる。この工程により、平板２２２と接触する硬化性材料２２１の面は高平坦化された面となり、ウェーハ２００の第一面２０５を研削するときの基準面２２５とすることができる。

[0029] ウェーハ２００に硬化性材料２２１を塗布する方法は、ウェーハ２００の第二面２０５を上面として第二面２０５上に硬化性材料２２１を滴下させウェーハ２００を回転し硬化性材料２２１を第二面２０５全面に広げるスピコート法又は第二面２０５にスクリーン膜を設置し、スクリーン膜の上に硬化性材料２２１を載せ、スキージで押し込むスクリーン印刷による方法、更にはエレクトリックスプレーデポジション法により第二面２０５全面にスプレーする方法等によって塗布した後に高平坦化された平板２２２上に塗布面を接触、押圧する方法の他、上記方法に限らず、硬化性材料２２１によってウェーハ２００の一面を高平坦化する方法が適用できる。硬化性材料２２１は、熱硬化性樹脂、熱可逆性樹脂、感光性樹脂などの軟質材料が、加工後の剥離のしやすさの点で好ましい。特に、感光性樹脂は熱によるストレスが加

わらないという点でも好適である。本実施例では、硬化性材料 221 として、UV 硬化による樹脂を使用した。また、他の具体的な硬化性材料 221 の材質として、合成ゴムや接着剤（ワックス等）などが挙げられる。

[0030] ウェーハ 200 に塗布する硬化性材料 221 の厚みは、ウェーハ 200 表面の凸部分が大きい（100mm 以下の波長域のうねり成分が大きい）ほど、ウェーハ 200 に塗布する硬化性材料 221 の厚みを増大させなければならず、一般的に 50～150 μ m の範囲に設定することが知られているが、硬化性材料 221 は高価であり、硬化性材料 221 の使用量が多くなるため製造コストの上昇を招く問題がある。

[0031] 本発明では、塗布層形成工程前に基準面を持たない両面同時平坦化加工を施しているため、ウェーハ 200 両表面の凸部分が同時に除去され、100mm 以下の波長域のうねり成分が軽減される。その結果、ウェーハ 200 に塗布する硬化性材料 221 の厚みを低減することができ、本発明にあっては硬化性材料 221 の厚みを 10～40 μ m の範囲に設定することが可能となる。なお、硬化性材料 221 の厚みが 10 μ m 未満では、ウェーハ 200 表面の凸部分の影響を受け、ナノトポグラフィー品質が悪化してしまう。

[0032] 図 2（d）に第 1 の平面研削工程に使用する平面研削装置 230 の一例を示す。まず、塗布層平坦化工程で作成された硬化性材料 221 による基準面 225 を平面研削装置 230 の真空チャックテーブル 231 の高平坦化された基準面 232 に設置し吸引保持する。次いで、設置されたウェーハ 200 の上面には、砥石 233 を一面に設置した定盤 234 が設置される。次に、砥石 233 とウェーハ 200 の第一面 204 は接触され、定盤 234 の上部のスピンドル 235 と真空チャックテーブル 231 の下部に設置されたスピンドル 236 が回転し砥石 233 とウェーハ 200 の第一面 204 の接触点が回転接触することでウェーハ 200 の第一面 204 を研削し、第一面 204 を高平坦化する。

[0033] 図 2（e）に塗布層除去工程を示す。第 1 の平面研削工程でウェーハ 200 の第一面 204 が高平坦化されたウェーハ 200 の第二面 205 に塗布さ

れた硬化性材料 221 をウェーハ 200 から引き剥がす。塗布層である硬化性材料 221 の除去は溶剤を用いて化学的に除去するようにしてもよい。

[0034] 図 2 (f) に第 2 の平面研削工程の一例を示す。平面研削する装置は第 1 の平面研削工程で使用した平面研削装置 230 と同じ装置である。第 1 の平面研削工程で高平坦化されたウェーハ 200 の第一面 204 を基準面 251 として、真空チャックテーブル 231 の高平坦化された基準面 232 に設置し吸引保持する。ウェーハ 200 の第二面 205 を第 1 の平面研削工程と同様に高平坦化されるまで研削する。図 2 (g) に示す如く、ウェーハ 200 の両面とも高平坦化される。

実施例

[0035] 次に本発明の実施例を比較例とともに詳しく説明する。なお、実施例、比較例 1、2 に用いたウェーハ 200 は、シリコン単結晶インゴットから固定砥粒方式ワイヤーソー装置を用いて同一条件でスライスした直径 300 mm のウェーハ 200 を用いた。

[0036] <実施例>

本発明の実施例を図 3 に示す。図 3 を基に実施例の加工工程を説明する。スライス後のウェーハ 200 (図 3 (a)) をラッピングによってウェーハ 200 の両面を同時に研削し、うねり 202 を軽減した (図 3 (b))。うねり 202 が軽減されたウェーハ 200 の第二面 205 に UV 硬化性樹脂 321 を塗布し、厚み 35 μ m の硬化させた樹脂の面を基準面 225 とした (図 3 (c))。樹脂の面を基準面 225 として吸引保持したウェーハ 200 の第一面 204 をうねり 202 がなくなるまで (破線 331 の面まで) 平面研削した (図 3 (d))。次に、樹脂を引き剥がし (図 3 (e))、平面研削したウェーハ 200 の第一面 204 を基準面 251 として吸引保持したウェーハ 200 の第二面 205 を破線 351 の面まで平面研削した (図 3 (f))。全工程を終了し、ウェーハの両面ともに高平坦化されたウェーハ 200 が得られた。このウェーハ 200 を実施例のウェーハ 200 とした (図 3 (g))。

[0037] <比較例 1>

比較例 1 を図 4 に示す。図面を基に比較例 1 の加工工程を説明する。スライス後のウェーハ 200 (図 4 (a)) の第二面 205 に UV 硬化性樹脂 321 を塗布し、厚み 70 μ m の硬化させた樹脂の面を基準面 225 とした (図 4 (b))。樹脂の面を基準面 225 として吸引保持したウェーハ 200 の第一面 204 を破線 421 の面まで平面研削した (図 4 (c))。樹脂を引き剥がし (図 4 (d))、ウェーハ 200 の第一面 204 を基準面 251 として吸引保持したウェーハ 200 の第二面 205 を破線 451 の面まで平面研削した (図 4 (e))。この状態のウェーハ 200 を比較例 1 のウェーハ 200 とした (図 4 (f))。

[0038] <比較例 2>

比較例 2 は、実施例の図 3 (b) で示したラッピング後のウェーハ 200 を比較例 2 のウェーハ 200 とした。

[0039] <評価試験 1>

実施例と比較例 1、2 で得られた各ウェーハ 200 の表面形状が、その後に行われる鏡面研磨処理後のウェーハ表面におけるナノトポグラフィーにどのような影響を与えるのかを調査した。具体的には、まず、実施例と比較例 1、2 で得られた各ウェーハ 200 それぞれに対して、共通の鏡面研磨処理として、両面研磨装置を用いて各ウェーハの表裏面に同一条件の粗研磨処理を施した後、片面研磨装置を用いて各ウェーハ表面に同一条件の仕上げ研磨処理を施して、各ウェーハ 200 の表面が鏡面研磨されたウェーハを作成した。図 5 は、鏡面研磨された各ウェーハ表面を光学干渉式の平坦度測定装置 (KLA Tencor 社: WaferSight 2) を用いて各ウェーハ表面の高さ分布 (高低差) を測定したナノトポグラフィーマップであり、鏡面研磨処理後の各ウェーハの測定結果をフィルタリング処理して長波長成分を除去した後、ナノトポグラフィーの測定結果を濃淡色で図示化したものである。図 5 (d) は、図 5 (a) ~ (c) に示されるナノトポグラフィーの高低差を表す図であって、濃い色になるほど高度が低く、一番濃い部分は中心

高度から -20 nm になり、薄い色になるほど高度は高く、一番薄い部分は中心高度から $+20\text{ nm}$ になっている。最低高度から最高高度までの高低差は 40 nm となる。なお、ナノトポグラフィーの測定は、ウェーハの外縁の任意の3点を固定して測定した。従って、ナノトポグラフィーマップは、ウェーハを非吸着状態で表面の高低差を表している。

[0040] 実施例の結果を図5 (a) に示す。ほぼ均一した濃さであり、全面高低差が少ないことがわかる。この理由は、ウェーハ200の第一面204を研削しウェーハ200の第一面204が高平坦面となった後に樹脂を剥がしてもラッピングにより、波長領域 100 nm 以下の、特に 50 nm 以下のうねり202を軽減しているためにウェーハ200の第一面204は高平坦面を維持していて、ウェーハ200の第一面204を基準面251として吸着し、ウェーハ200の第二面205を平面研削してもウェーハ200の第一面204を吸着する際にウェーハ200には弾性変形がかからないためにウェーハ200の第一面204の吸着解放後のウェーハ200の第二面205にはうねり202が発生しないと考えることができる。

[0041] 比較例1の結果を図5 (b) に示す。図5 (b) の中央部分は、若干平坦化されているもののうねり202が残っている。この理由は、図4 (c) でウェーハ200の第一面204を平面研削した直後にはウェーハ200の第一面204は高平坦化されるものの、第一面204にかかっていたうねり202による応力がなくなり樹脂を剥がした後にウェーハ200の第二面205に残っているうねり202による応力との釣り合いが崩れるため第一面204が変形したと考えられる。そしてウェーハ200の第一面204を基準面251として吸着するとウェーハ200には吸着により弾性変形が加わりその後第二面205を平面研削し高平坦化した面になっても、ウェーハ200を吸着から解放するとウェーハ200の第一面204は吸着による弾性変形が解放されてウェーハ200の第二面205にうねり202が顕れると考えることができる。

[0042] 比較例2の結果を図5 (c) に示す。全体にうねり202が残っている。

[0043] <評価試験 2>

評価試験 1 と同様に、各ウェーハ 200 の表面形状が鏡面研磨処理後のウェーハ表面のナノトポグラフィーにどのような影響を与えるのかを調査した。本試験では、実施例、比較例 1、2 と同条件のウェーハ 200 をそれぞれ複数枚製造し、その複数のウェーハ 200 それぞれについて、評価試験 1 と同条件の鏡面研磨処理（両面研磨装置を用いた粗研磨処理＋片面研磨装置を用いた仕上げ研磨処理）を施して、各ウェーハ 200 の表面が鏡面研磨されたウェーハを作成した。図 6 は、鏡面研磨された各ウェーハ表面を光学干渉式の平坦度測定装置（K L A T e n c o r 社：W a f e r s i g h t 2）を用いて各ウェーハ表面のナノトポグラフィーを測定し、個々のグラフに表したものである。具体的には、鏡面研磨された各ウェーハ表面に対して直径 2 m m の円形領域で区切られたサイト毎に最大 P V 値を算出し、各サイト毎で算出された最大 P V 値のうち最も大きな P V 値を代表値としてプロットしたものである。

図 6 から明らかなように、実施例では高低差が 5.4 ～ 7.2 n m、比較例 1 では 9.0 ～ 10.7 n m、比較例 2 では 9.8 ～ 13.0 n m の範囲となった。実施例のウェーハは表面全体のナノトポグラフィーが 8 n m 以下の高平坦な面を得ることができた。

[0044] <評価試験 3>

次に、鏡面研磨処理を施す前の各ウェーハ 200 の表面高さを周波数解析し、うねり成分の波長の振幅を調査した。その結果を図 7 に示す。

図 7 は、

図 3（a）で示すスライス後のウェーハ（A）、

図 4（f）で示すスライス後に樹脂貼り研削した（比較例 1）ウェーハ（B）、

図 3（b）で示すラッピング後（比較例 2）のウェーハ（C）及び、

図 3（g）で示すラッピング後に樹脂貼り研削した（実施例）ウェーハ（D）

それぞれについて、静電容量方式の形状測定装置（株式会社コベルコ科研：S B W）を用いてウェーハ表面高さの周波数解析を行った結果を示している。解析方法は、ウェーハ表面高さ測定データに短波長周期成分10mm未満、長波長周期成分100mm超の波長帯域をカットオフしてバンドパスフィルタリング処理し、10mm～100mmの波長領域におけるうねり成分の波長の振幅を求めた。

図7から明らかなように、スライス後のウェーハ（A）では最大1.7 μ mの振幅が観察され、1 μ mを超える振幅発生領域が観察されたのに対して、ラッピング処理した（比較例2）のウェーハ（C）では、最大でも0.4 μ mであり、100mm以下の波長領域全てにおいて1 μ m以下の振幅であり、ラッピング処理により振幅を大幅に低減できることが分かる。また、スライス後に樹脂貼り研削した（比較例1）ウェーハ（B）よりも、ラッピング後に樹脂貼り研削した（実施例）ウェーハ（D）の方がより振幅が低減されることが分かる。

[0045] <評価試験4>

次に、各ウェーハ200それぞれについて、評価試験1で行った鏡面研磨処理と同様の鏡面研磨処理を施した後、鏡面研磨された各ウェーハ200の表面高さを周波数解析し、うねり成分の波長の振幅を調査した。その結果を図8に示す。

図8は、

図4（f）で示すスライス後に樹脂貼り研削した（比較例1）ウェーハ（B）、

図3（b）で示すラッピング後（比較例2）のウェーハ（C）及び、

図3（g）で示すラッピング後に樹脂貼り研削した（実施例）ウェーハ（D）

それぞれについて、光学干渉式の形状測定装置（K L A T e n c o r 社：W a f e r s i g h t 2）を用いて鏡面研磨後のウェーハ表面高さの周波数解析を行った結果を示している。解析方法は、ウェーハ表面高さ測定データに

カットオフ値 20 mm のガウシアンフィルタ処理により、うねりの長波長周期成分をカットし、フィルタリングしたウェーハ表面高さに対しフーリエ変換し、100 mm 以下の波長領域におけるうねり成分の波長の振幅を求めたものである。

図8から明らかなように、ラッピング後に樹脂貼り研削した（実施例）ウェーハ（D）を用いた場合は、鏡面研磨処理後のウェーハ表面の周波数解析の結果において、10～100 mm の波長領域のうねりの振幅は0.4 nm 以下と極めて良好であったのに対して、スライス後に樹脂貼り研削した（比較例1）ウェーハ（B）を用いた場合は最大で1.7 nm、ラッピング処理した（比較例2）のウェーハ（C）を用いた場合は最大で2 nm の振幅が観察された。

産業上の利用可能性

[0046] 本発明の半導体ウェーハの加工方法は、シリコンや、ガリウム等のインゴットをスライスしたウェーハの表面を平坦化する工程に利用できる。

符号の説明

- [0047] 200 ウェーハ
221 硬化性材料
232 基準面

請求の範囲

- [請求項1] 半導体単結晶インゴットをワイヤーソー装置を用いてスライスして薄円板状のウェーハを得るスライス工程と、
- 前記スライス工程後の前記ウェーハの両面を同時に平坦化加工する両面平坦化加工工程と、
- 前記両面平坦化加工工程後の前記ウェーハの一方の面全体に硬化性材料を塗布して平坦な塗布層を形成する塗布層形成工程と、
- 前記平坦化したウェーハの一方の面が研削装置のテーブルの基準面に当接するように前記ウェーハを前記テーブルに載置し続いて前記研削装置により前記ウェーハの他方の面を平面研削する第1の平面研削工程と、
- 前記平面研削工程後の前記塗布層を前記ウェーハの一方の面から除去する塗布層除去工程と、
- 前記塗布層が除去された前記ウェーハの他方の面が前記研削装置のテーブルの基準面に当接するように前記ウェーハを前記テーブルに載置し続いて前記研削装置により前記ウェーハの一方の面を平面研削する第2の平面研削工程とを含むことを特徴とする半導体ウェーハの加工方法。
- [請求項2] 前記ワイヤーソー装置が固定砥粒ワイヤーを用いたスライス方式であることを特徴とする請求項1記載の半導体ウェーハの加工方法。
- [請求項3] 前記両面平坦化加工工程が両面ラッピング処理或いは両頭研削処理であることを特徴とする請求項1記載の半導体ウェーハの加工方法。
- [請求項4] 前記塗布層形成工程における前記ウェーハ表面に塗布する塗布層の厚みが10～40 μm であることを特徴とする請求項1記載の半導体ウェーハの加工方法。
- [請求項5] 前記両面平坦化加工工程後の前記ウェーハの表面高さを周波数解析した場合に、100 mm以下の波長域におけるうねりの振幅が1.0 μm 以下の範囲であることを特徴とする請求項1記載の半導体ウェー

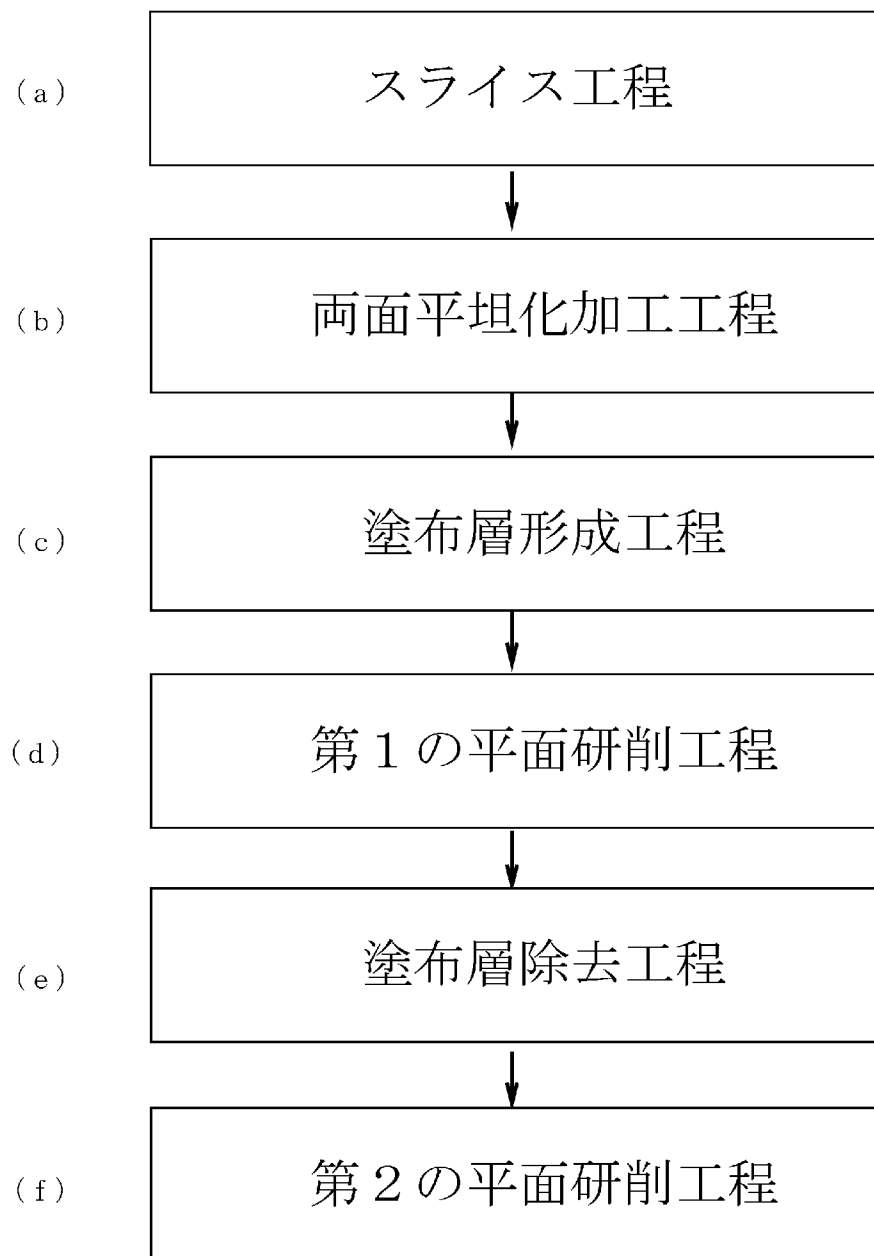
ハの加工方法。

[請求項6] 前記両面平坦化加工工程後の前記ウェーハの表面高さを周波数解析した場合に、100mm以下の波長域におけるうねりの振幅が1.0μm以下の範囲であることを特徴とする請求項2記載の半導体ウェーハの加工方法。

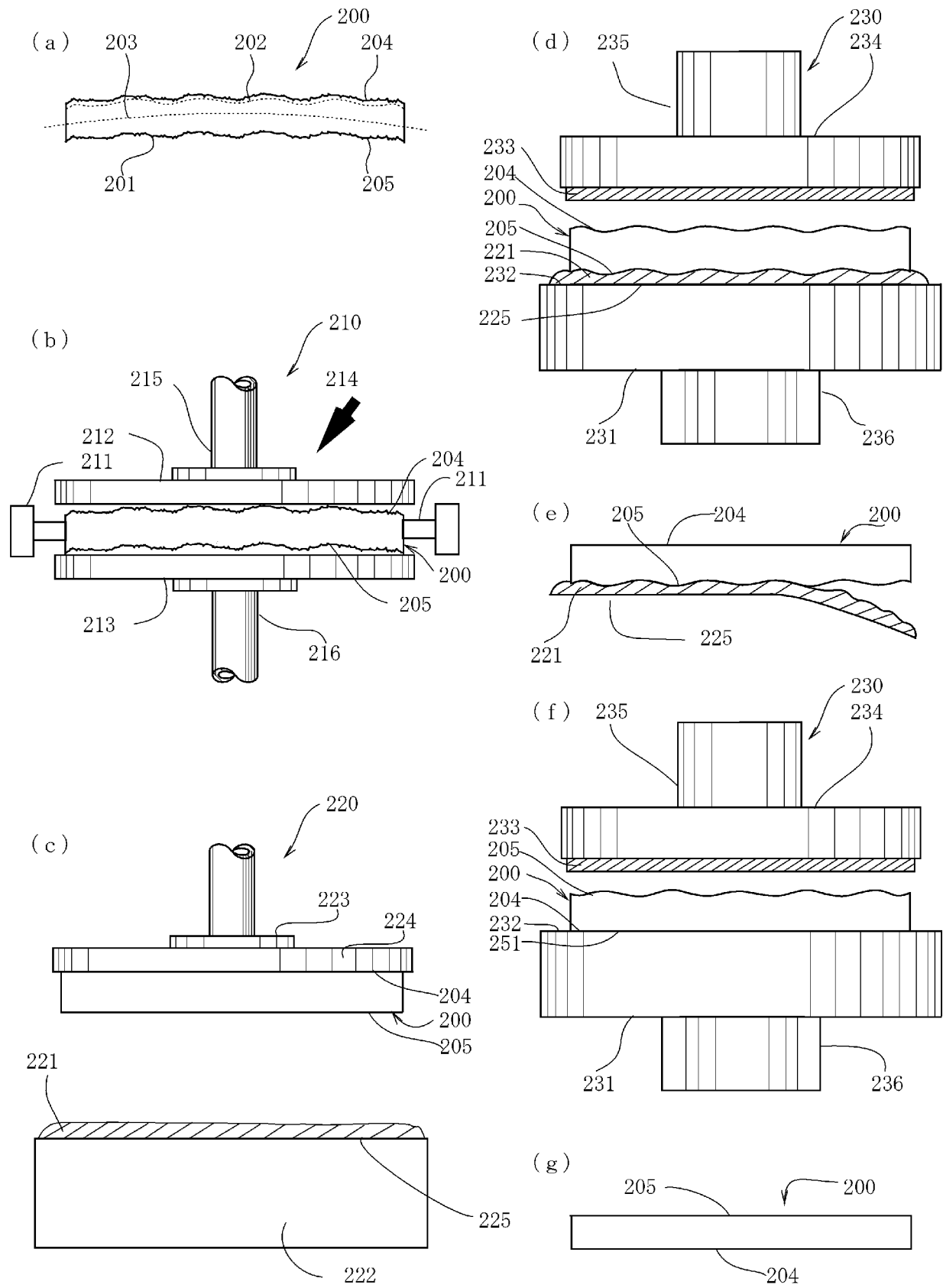
[請求項7] 前記両面平坦化加工工程後の前記ウェーハの表面高さを周波数解析した場合に、100mm以下の波長域におけるうねりの振幅が1.0μm以下の範囲であることを特徴とする請求項3記載の半導体ウェーハの加工方法。

[請求項8] 前記両面平坦化加工工程後の前記ウェーハの表面高さを周波数解析した場合に、100mm以下の波長域におけるうねりの振幅が1.0μm以下の範囲であることを特徴とする請求項4記載の半導体ウェーハの加工方法。

[図1]

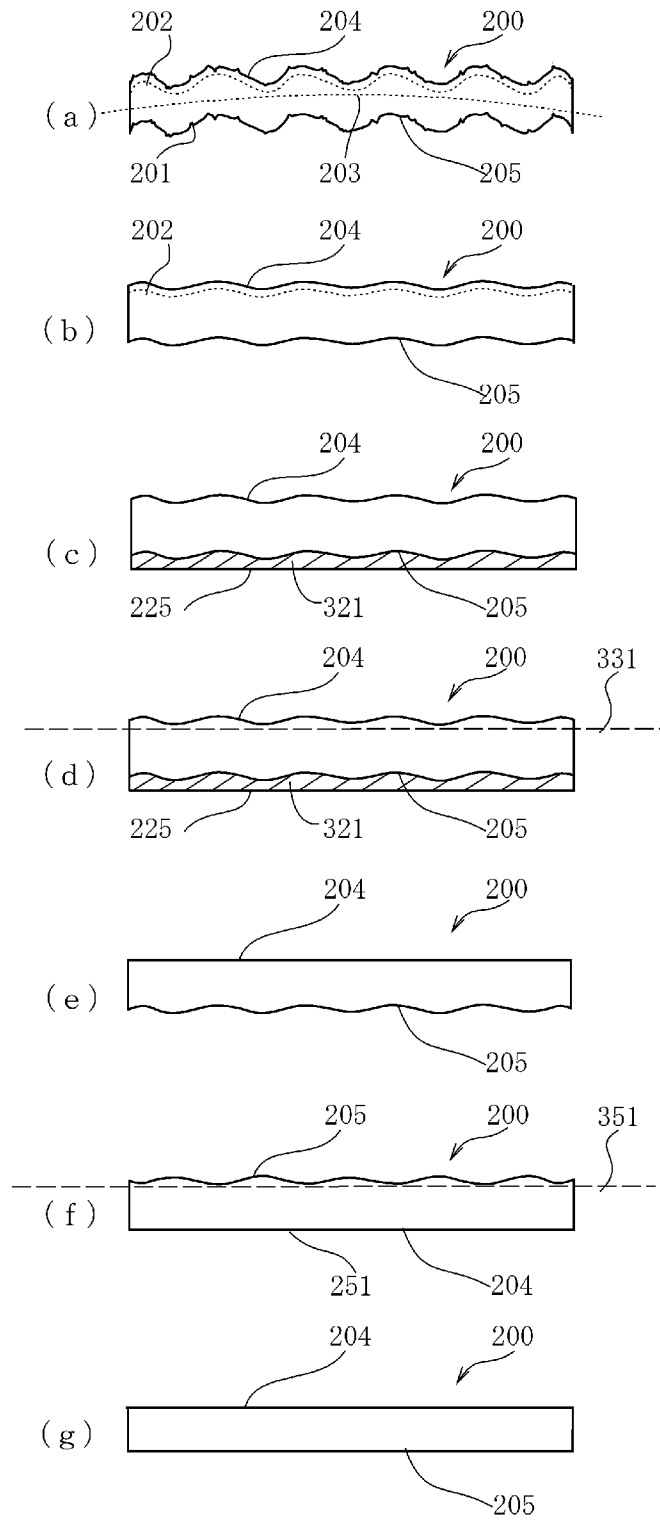


[図2]

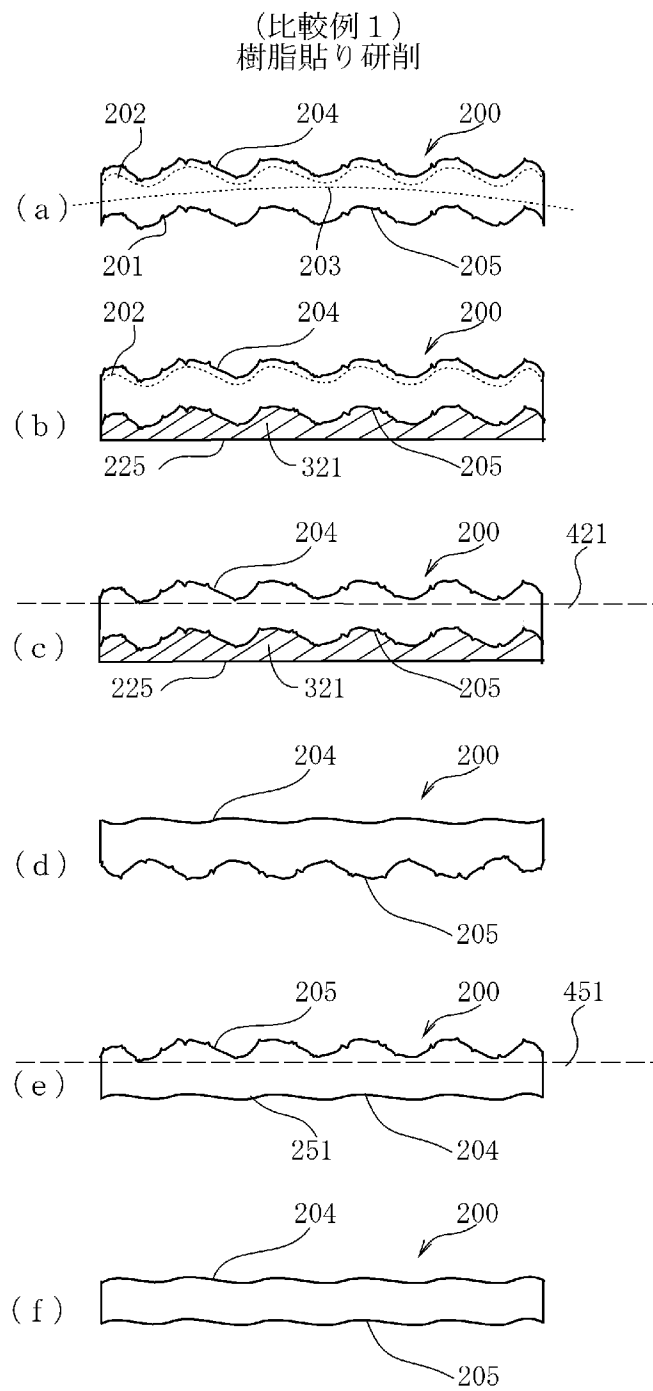


[図3]

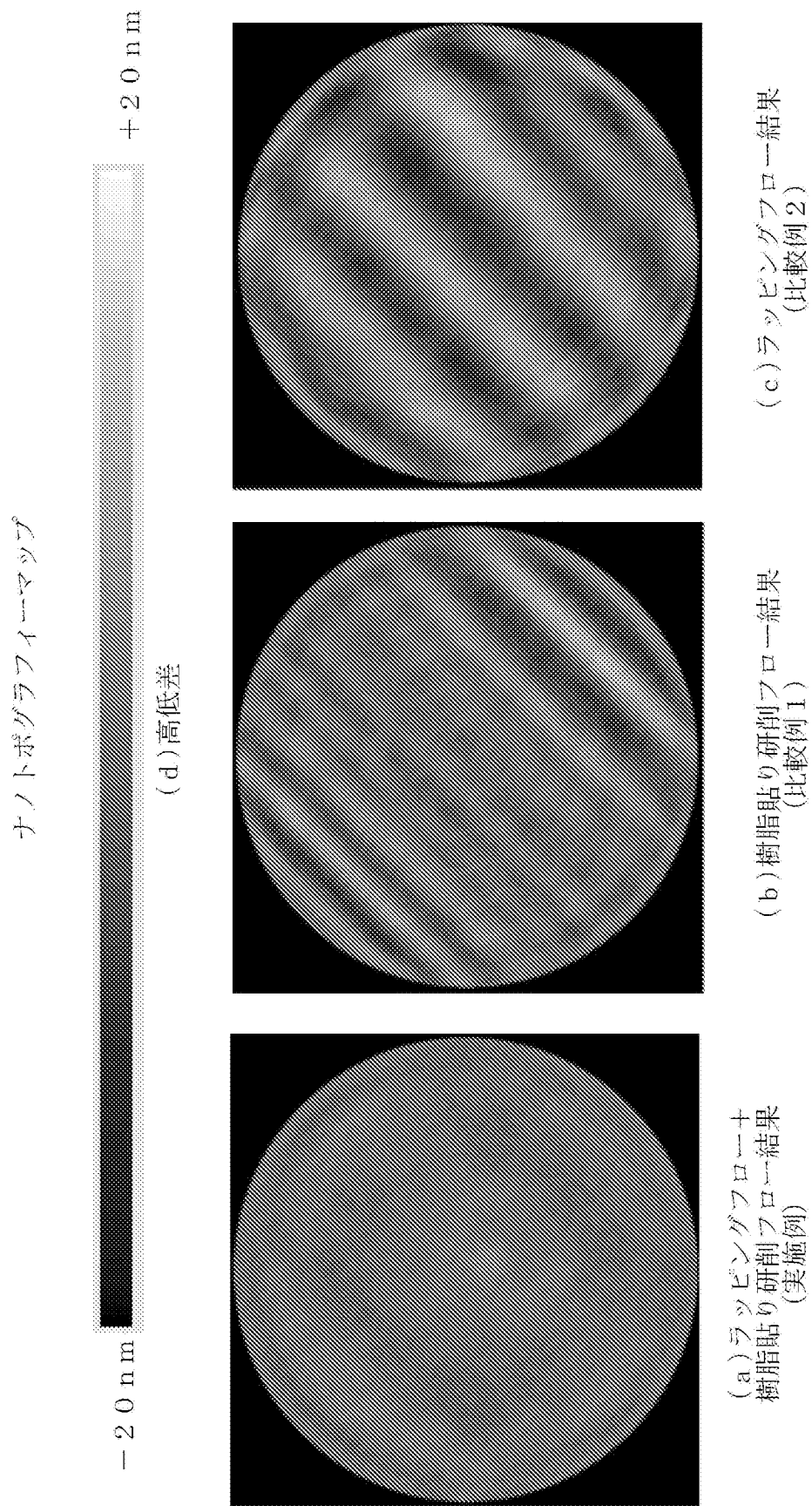
(実施例)
ラッピング+樹脂貼り研削



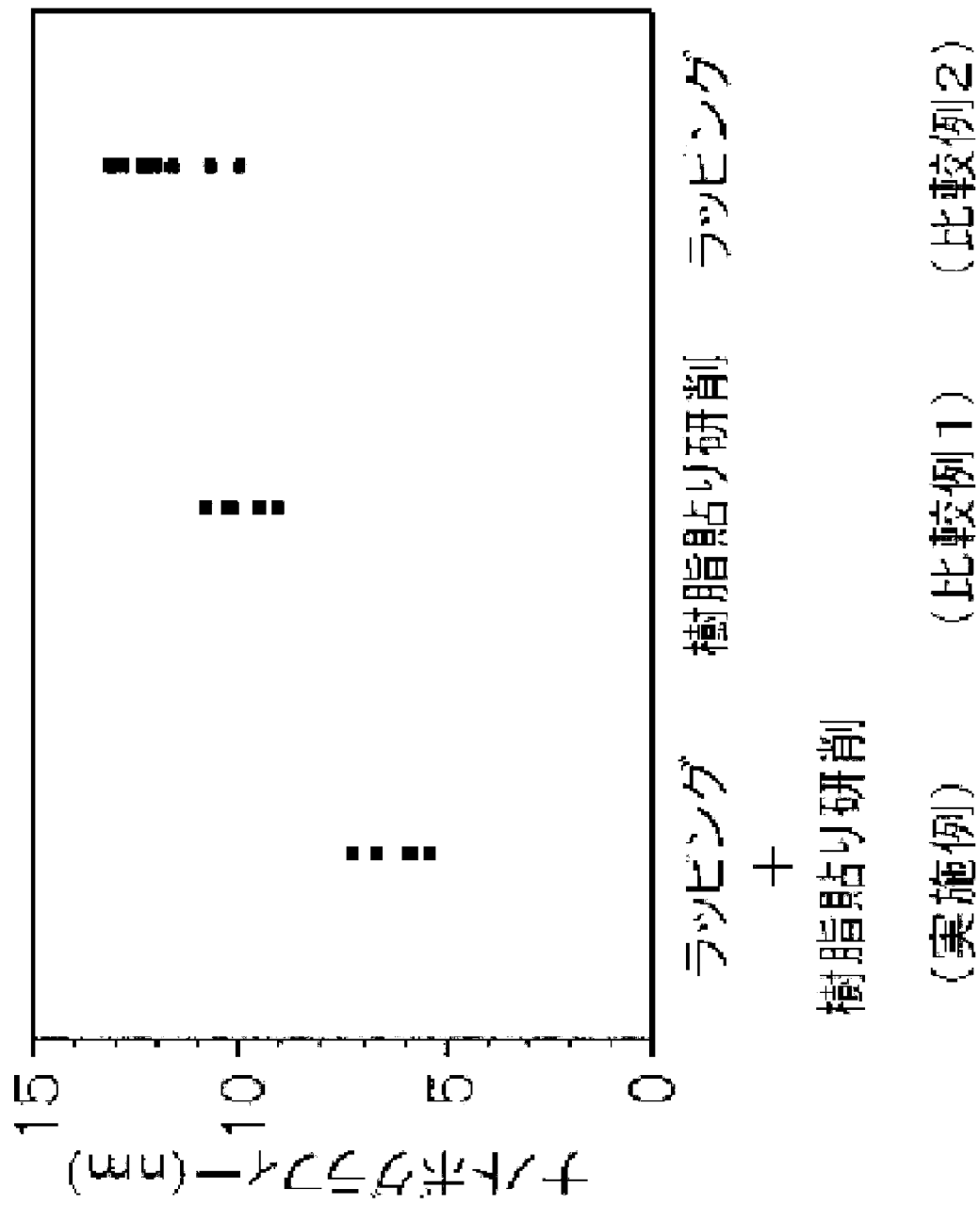
[図4]



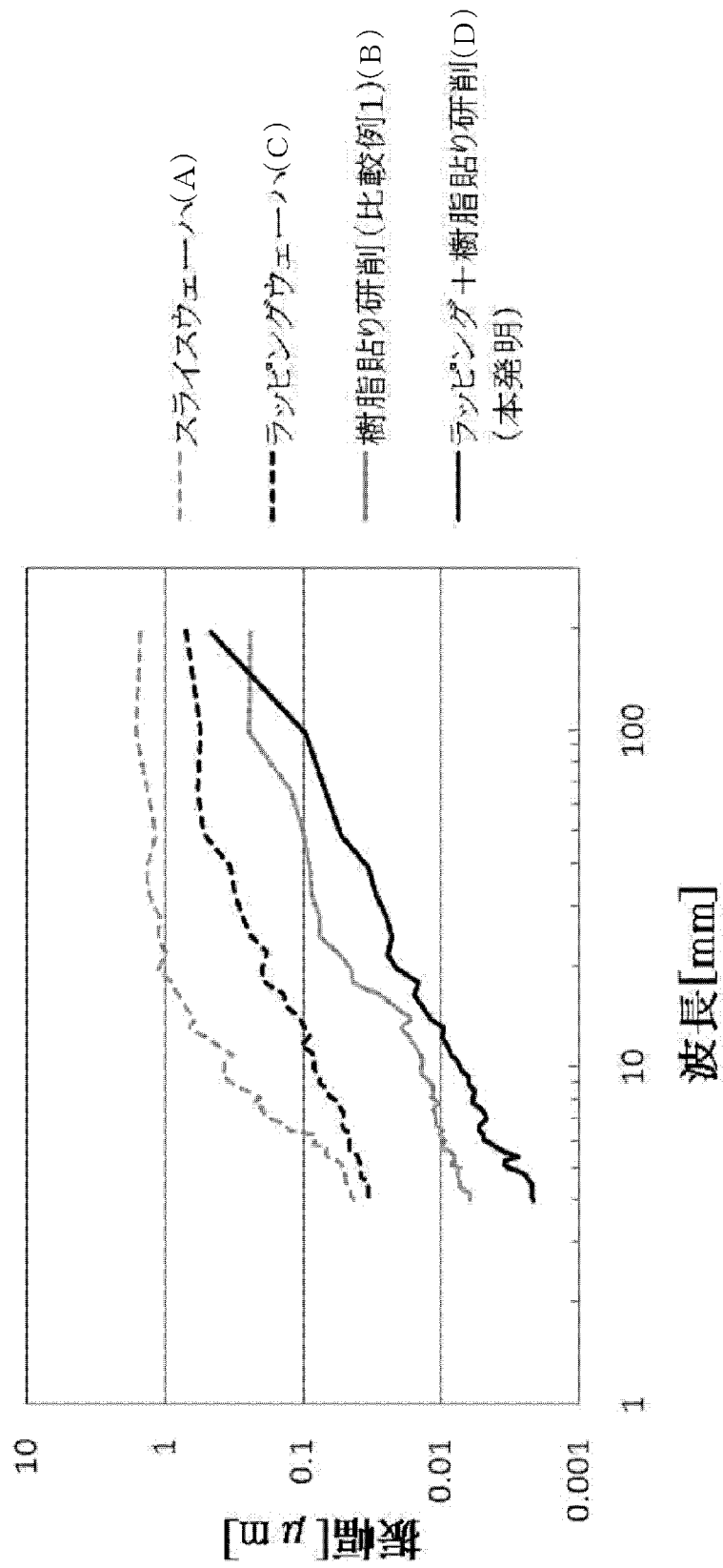
[図5]



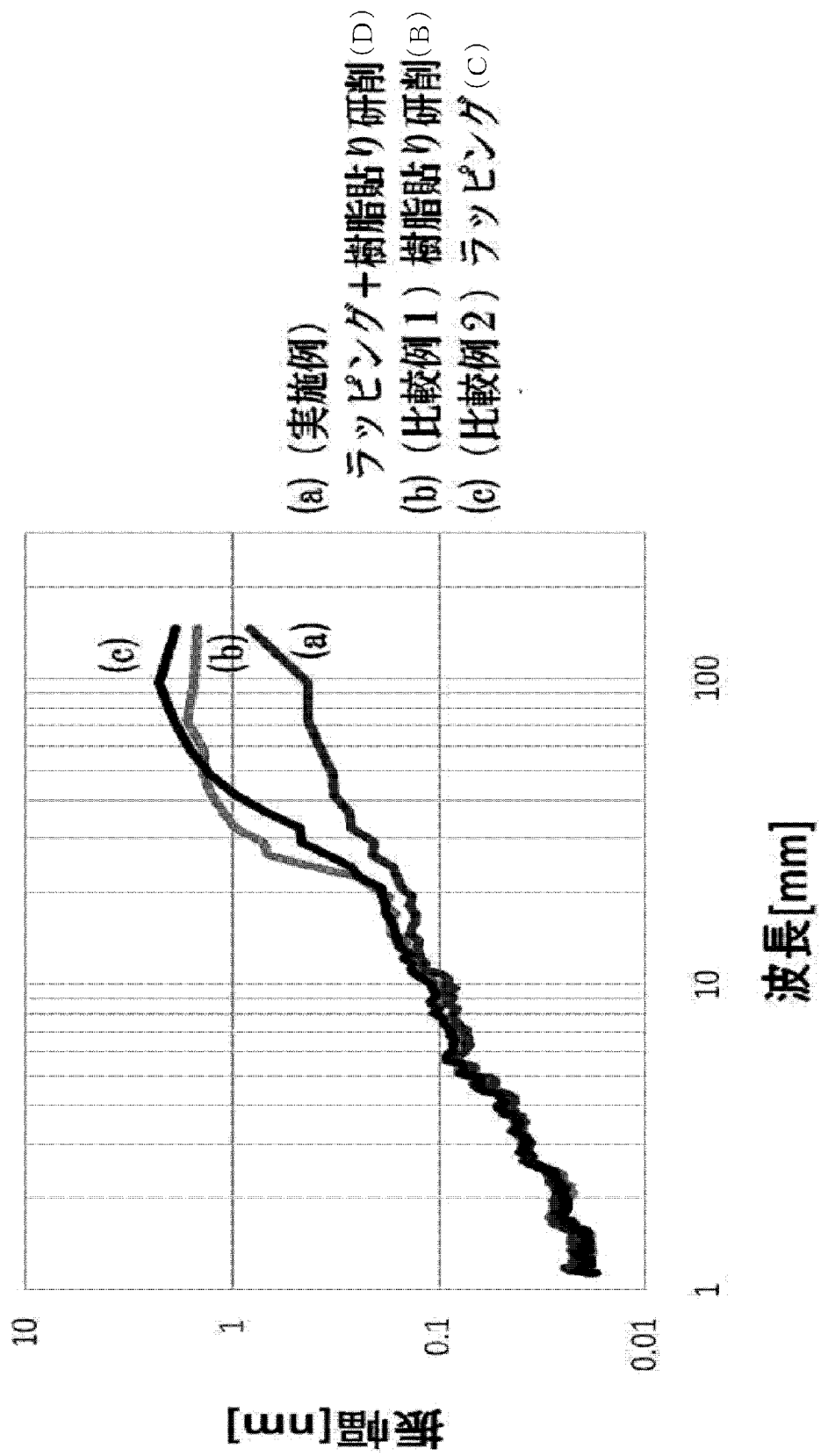
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/052540

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/304(2006.01)i, B24B27/06(2006.01)i, B24B37/08(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, B24B27/06, B24B37/08

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
Y	JP 2011-249652 A (Disco Inc.), 08 December 2011 (08.12.2011), paragraphs [0012] to [0050]; fig. 2 & CN 102263023 A	1-8
Y	WO 2011/105255 A1 (SUMCO Corp.), 01 September 2011 (01.09.2011), paragraphs [0009] to [0010], [0014], [0033] to [0040]; fig. 2 & WO 2011/105255 A1 & DE 112011100688 T5 & KR 10-2012-0091371 A	1-8
Y	JP 10-256203 A (Super Silicon Crystal Research Institute Corp.), 25 September 1998 (25.09.1998), paragraph [0006]; fig. 2 (Family: none)	1-8

☐ 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
17 April, 2014 (17.04.14)

Date of mailing of the international search report
28 April, 2014 (28.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/304(2006.01)i, B24B27/06(2006.01)i, B24B37/08(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（I P C））

Int.Cl. H01L21/304, B24B27/06, B24B37/08

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
Y	JP 2011-249652 A（株式会社ディスコ）2011.12.08, 段落【0012】-【0050】，図2 & CN 102263023 A	1-8
Y	WO 2011/105255 A1（株式会社SUMCO）2011.09.01，段落 [0009]-[0010]，[0014]，[0033]-[0040]，図2 & WO 2011/105255 A1 & DE 112011100688 T5 & KR 10-2012-0091371 A	1-8
Y	JP 10-256203 A（株式会社スーパーシリコン研究所）1998.09.25， 段落【0006】，図2（ファミリーなし）	1-8

☐ 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
「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
「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）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 7 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

大光 太朗

3 P

3 4 2 3

電話番号 03-3581-1101 内線 3364