

(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
2012 年 10 月 18 日(18.10.2012)



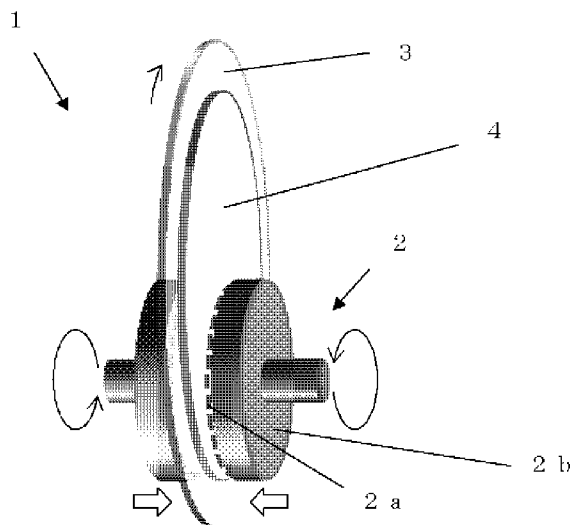
(10) 国際公開番号
WO 2012/140842 A1

- (51) 国際特許分類:
B24B 7/17 (2006.01) *H01L 21/304* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/002275
- (22) 国際出願日: 2012 年 4 月 2 日(02.04.2012)
- (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 2011-091380 2011 年 4 月 15 日(15.04.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 信越半導体株式会社 (SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目 6 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 加藤 忠弘 (KATO, Tadahiro) [JP/JP]; 〒9618061 福島県西白河郡西郷村大字小田倉字大平 1 5 0 番地信越半導体株式会社 半導体白河研究所内 Fukushima (JP).
- (74) 代理人: 好宮 幹夫 (YOSHIMIYA, Mikio); 〒1100005 東京都台東区上野 7 丁目 6 番 1 1 号第一下谷ビル 8 F 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, 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, IS, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: DOUBLE-HEAD GRINDING METHOD AND DOUBLE-HEAD GRINDING APPARATUS

(54) 発明の名称: 両頭研削方法及び両頭研削装置

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is a double-head grinding method in which both surfaces of a work are simultaneously grinded by rotating a pair of ring-shaped grinding stones in a state where the grinding stones faces the work, and by supporting and rotating the work along the radial direction from an outer peripheral side, wherein the work is grinded by adjusting outer and inner diameters of the grinding stones and the rotational speed of the grinding stones such that the difference between the peripheral speed of outer peripheral portions of the rotating grinding stones and the peripheral speed of inner peripheral portions thereof is not less than 30 meters per minute and not more than 45 meters per minute, and the ratio of the difference between the outer peripheral portion peripheral speed and the inner peripheral portion peripheral speed relative to the outer peripheral portion peripheral speed is at least 10%. Thus, there are provided the double-head grinding method and a double-head grinding apparatus, in which nanotopography is improved by suppressing local deformation of a wafer during double-head grinding causing deterioration of the nanotopography of the wafer, and stable and continuous grinding is possible.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/140842 A1



本発明は、リング状の一対の砥石を前記ワークに対向して回転させるとともに、前記ワークを径方向に沿って外周側から支持して回転させて前記ワークの両面を同時に研削する両頭研削方法において、回転する前記砥石の外周部の周速と内周部の周速の差が毎分30m以上、毎分45m以下であり、かつ前記外周部周速に対する前記外周部周速と内周部周速の差の割合が10%以上となるように、前記砥石の外径と内径及び前記砥石の回転速度を調整して前記ワークを研削することを特徴とする両頭研削方法である。これにより、ウェーハのナノトポグラフィーを悪化させる要因となる両頭研削中のウェーハの局所的な変形を抑制することによってナノトポグラフィーを改善し、かつ安定した連続研削を可能とする両頭研削方法及び両頭研削装置が提供される。

明 細 書

発明の名称：両頭研削方法及び両頭研削装置

技術分野

[0001] 本発明は、直径300mm以上のシリコンウェーハ等の薄板状のワークの両面を同時に研削する両頭研削方法及び両頭研削装置に関する。

背景技術

[0002] 一般的に、例えば直径300mmに代表される大直径のシリコンウェーハ等のワークの加工は、図6に示すように、主に以下の加工工程で実施される。但し、工程間の洗浄工程や検査工程は省略する。

まず、ワイヤソー切断工程では、インゴットが複数に分割されたブロックから薄板状のウェーハに切断する。この際、炭化ケイ素等の砥粒を懸濁させた遊離砥粒スラリを高速で往復走行する複数のワイヤ列に供給し、スラリが付着したワイヤ列にブロックを所定の速度で送りながら押し付けて薄板状に切断する。最近では、ワイヤ表面にダイヤモンド等の固定砥粒を電着等で固着させたワイヤを用いた切断方法も採用される。

[0003] 面取り加工工程では、上記ワイヤソー切断工程で得られたウェーハのチップングやワレを防止するために、総型溝を有する回転するダイヤモンド砥石等を用いてウェーハ外周の丸め加工が行われる。

ラップ加工工程では、アルミナやジルコニア等の砥粒を懸濁させたスラリを供給しながら、荷重が印加された鋳鉄製の上下定盤を回転させ、この上下定盤の間でキャリアで保持された複数の上記面取りされたウェーハを回転させながらラッピングする。

[0004] エッチング工程では、高温の水酸化ナトリウム水溶液や水酸化カリウム水溶液中に上記ラップされたウェーハを浸漬し、表裏面や面取り部分に導入された加工変質層（ダメージ層）を除去する。

エッジ研磨工程では、コロイダルシリカ等を含有するpHを調整したスラリを用いて、ウレタン等の樹脂パッドを所定の圧力でウェーハの面取り部に

押し付け、面取り部を鏡面化する。

両面研磨工程では、コロイダルシリカ等を含む pH を調整したスラリーを用いて、ウレタン等の樹脂パッドを貼り付けた上下定盤を回転させ、この上下定盤の間でキャリアで保持された上記エッチング及びエッジ研磨されたウェーハを回転させながら研磨し、両面を同時に鏡面化する。

[0005] 最後に、仕上げ研磨工程では、コロイダルシリカ等を含む pH を調整したスラリーを用いて、ウレタン等の樹脂パッドを貼り付けた定盤に、上記両面研磨されたウェーハの裏面から圧力をかけてウェーハの表面のみを接触させ、微細な面粗さや面状態を整える。

ここで、上記のラップ加工は定盤に対するウェーハの占有面積が均一でないため、定盤が偏摩耗しやすく、ウェーハ形状が悪化しやすいため、高平坦度なウェーハの製造には限界がある。また砥粒を微細にする事が難しく、加工変質層深さの低減には不向きである。このような問題を解決するために、上記したラップ加工の代替方式として、枚葉式ラップ方式や両頭研削方式が提案されている。

[0006] 例えば、特許文献 1 に従来複数のウェーハを同時処理するラップ加工の問題点であるウェーハ形状の悪化を改善するための枚葉式ラップ方式が提案されている。この方式はウェーハの半径にほぼ等しい外径を持つ一対のリング状の定盤を対向させてウェーハ中心から周辺に至る部分に押圧し、ラップ面とウェーハとの間にスラリーを供給しながら、一枚のウェーハの両面を同時にラップする。この方式では、定盤サイズがウェーハ直径より小さいため、ウェーハ直径より定盤外径が大きい従来のラップと比べて定盤の偏摩耗が生じず、ウェーハの平坦度が崩れにくいという利点がある反面、ウェーハ面積に対し定盤面積が小さいため定盤の摩耗量が大きく、定盤交換が頻繁となる欠点がある。また使用するスラリーは、従来のラップと同じため、ウェーハ表面に導入される加工変質層の低減は望めない。更に、単数枚処理のため、複数枚処理の場合に比べて設備生産性は著しく劣る。

[0007] このような遊離砥粒スラリーと定盤を用いたラップ方式の問題点を解決する

ために、ダイヤモンド等の砥粒を含有する砥石を採用した両頭研削方法が提案されている（特許文献2参照）。この方法では、ウェーハより薄い樹脂製或いは金属製のリング状のホルダの孔にウェーハが挿入され、ウェーハのノッチ部とホルダに形成された突起部との係合により回転保持され、ウェーハの半径にほぼ等しい砥石を対向させて回転させ、ウェーハを両面から同時に研削する。固定砥粒を用いた研削加工であるため、遊離砥粒スラリを用いたラップ加工に比べて高速な加工が可能であり、砥粒径を微細化する事により、より浅い加工変質層を得る事ができ、後工程である両面研磨工程での研磨量削減、研磨時間の短縮が容易となる。

[0008] 尚、枚葉式ラップ装置及び両頭研削装置において、加工するワークの半径にほぼ等しい外径の工具（上記した定盤及び砥石）が使われる理由は次の通りである。すなわち、ワークの半径に比べ工具の外径が大きい場合、図7（A）に示すように、工具面内で不均一な荷重が加わるためワーク104の加工面に対する工具105の表面が傾きやすく、それが加工後のワーク形状を悪化させる原因となる。これを抑制するためにはその工具105を保持する装置全体の剛性を増大させる必要があり、また工具サイズの大型化は装置全体のサイズの大型化につながり、経済的に不利である。

[0009] 一方、工具の外径がワークの半径より小さい場合は、図7（B）に示すように、ワーク104と工具105の未接触部分（図7（B）中の斜線部分）が生じるため加工が成立しない。従って、工具の外径はワークの半径より大きく、極力小さい方が良く、ワークの半径にほぼ等しいことが最良である。

以上のように、一般に大直径のシリコンウェーハ等のワークの加工において、高品質な、特により平坦なワークを低コストで製造するためには、従来の遊離砥粒スラリを用いたラップ加工から、固定砥粒砥石を用いた両頭研削加工への移行が有利である。

[0010] 近年、例えば直径300mmに代表される大直径のシリコンウェーハを採用する先端デバイスの製造において、ナノトポグラフィーと呼ばれる表面うねり成分の大小がデバイス工程の歩留まりに大きく影響している。仕上げ研

磨後の最終製品ウェーハのナノトポグラフィーは、ソリやWarpより波長が短く、表面粗さより波長の長い、0.2～20mm程度の波長成分の凹凸を示すものであり、そのPV値は2～20nmの極めて浅いうねり成分である。このナノトポグラフィーはデバイス工程におけるSTI (Shallow Trench Isolation) 工程の膜の平坦化研磨に影響し、デバイス基板となるシリコンウェーハに対し、デザインルールの微細化とともに厳しいレベルが要求されている。

[0011] 最終工程を経たシリコンウェーハのナノトポグラフィーは、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工程中のウェーハは非鏡面であるため、上記反射干渉式の測定機では計測ができない。そこで、特許文献3に提案されているように、静電容量方式の測定機から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ーの測定が可能である。尚、前記簡易的なナノトポグラフィーの定量値として断面形状のP-V値（変位最大値と最小値の差）を採用し、以下これを「疑似ナノトポグラフィー値」と呼ぶ。

[0012] 上記の両頭研削において、ナノトポグラフィーを悪化させる要因として、砥石の表面とワークの研削面の乖離が考えられている。ホルダにより保持されて回転駆動されるワークの研削面と一对の砥石の表面に傾きが生じると、図8に示すように、研削中のワーク104の局所的な変形が発生する。この局所的な変形はワーク104と砥石102が接触するワーク中心部、及びワーク104とホルダ103が接触するワーク外周部で起きやすく、ワーク104の表裏で局所的に研削量に差が生じ、微小なゆがみ形状を生じる。

[0013] このような研削中のワークの微小なゆがみを抑制するため、従来よりさまざまな改良が検討されてきた。例えば、特許文献4では、ワークの厚さの中心及び／またはワークを支持する支持手段の中心と一对の研削砥石の砥石面間隔の中心との相対位置を制御して研削することが提案されている。また、特許文献5では、ワークを軸方向に支持する表裏面の静圧支持方法に関し、複数のポケットが各々流体の供給孔を具備し、ポケット毎に流体の静圧を調

整できる静圧支持部材を採用することにより、うねり成分が改善されることを示している。更に、上述した特許文献2では、ホルダと静圧支持部材の隙間や静圧値を規定し、ホルダを精度よく回転させる手段が提案されている。

先行技術文献

特許文献

- [0014] 特許文献1：特開平11-254297号公報
特許文献2：特開2009-190125号公報
特許文献3：特許第4420023号
特許文献4：特開2005-238444号公報
特許文献5：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

- [0015] しかしながら、次世代デバイスのデザインルール、例えば、フラッシュメモリ1/2ピッチやMPUゲート長が32nmから20nm、さらに16nmへ移行するに伴い、上述した従来の改善では顧客の要求を満足することが難しくなっている。最終製品に要求されるナノトポグラフィーレベルは10nm波長で10nm以下と予想され、この値は図2に示すように、両頭研削後の中間製品での疑似ナノトポグラフィー値0.15 μ mに相当し、ナノトポグラフィーの更なる改善が課題となっている。

- [0016] 本発明は前述のような問題に鑑みてなされたもので、ウェーハのナノトポグラフィーを悪化させる要因となる両頭研削中のウェーハの局所的な変形を抑制することによってナノトポグラフィーを改善し、かつ安定した連続研削を可能とする両頭研削方法及び両頭研削装置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

- [0017] 上記目的を達成するために、本発明によれば、リング状の一对の砥石を前記ワークに対向して回転させるとともに、前記ワークを径方向に沿って外周側から支持して回転させて前記ワークの両面を同時に研削する両頭研削方法

において、回転する前記砥石の外周部の周速と内周部の周速の差が毎分30m以上、毎分45m以下であり、かつ前記外周部周速に対する前記外周部周速と内周部周速の差の割合が10%以上となるように、前記砥石の外径と内径及び前記砥石の回転速度を調整して前記ワークを研削することを特徴とする両頭研削方法が提供される。

[0018] このような方法であれば、研削中のウェーハの局所的な変形を抑制し、ナノトポグラフィーを改善することができる。また、砥石の自生発刃作用を促進でき、安定した連続研削が可能となる。

[0019] このとき、前記砥石として、熱硬化樹脂結合材或いは磁器質結合剤に平均粒径が2 μ mから6 μ mのダイヤモンド砥粒を混合させたレジノイド砥石或いはビトリファイド砥石を用いることが好ましい。

このようにすれば、砥石の自生発刃作用をより効果的に促進でき、安定した連続研削をより確実に行うことができる。

[0020] またこのとき、前記ワークとして、直径300mm以上のシリコンウェーハを用いることができる。

一般に、ウェーハの厚さ/面積の比率が小さくなるに伴い、研削中のワークの変形が顕著となるため、本発明の両頭研削方法は、特に直径300mm以上のシリコンウェーハの両頭研削に有効である。

[0021] また、本発明によれば、少なくとも、ワークを径方向に沿って外周側から支持する自転可能なリング状のホルダと、前記ホルダにより支持された前記ワークに対向して回転することによって前記ワークの両面を同時に研削するリング状の一对の砥石とを具備する両頭研削装置であって、回転する前記砥石の外周部の周速と内周部の周速の差が毎分30m以上、毎分45m以下であり、かつ前記外周部周速に対する前記外周部周速と内周部周速の差の割合が10%以上となるように、前記砥石の外径と内径及び前記砥石の回転速度が調整されたものであることを特徴とする両頭研削装置が提供される。

[0022] このような両頭研削装置であれば、研削中のウェーハの局所的な変形を抑制し、ナノトポグラフィーを改善することができるものとなる。また、砥石

の自生発刃作用を促進でき、安定した連続研削できるものとなる。

[0023] このとき、前記砥石は、熱硬化樹脂結合材或いは磁器質結合剤に平均粒径が $2\mu\text{m}$ から $6\mu\text{m}$ のダイヤモンド砥粒を混合させたレジノイド砥石或いはビトリファイド砥石であることが好ましい。

このようなものであれば、砥石の自生発刃作用をより効果的に促進でき、安定した連続研削をより確実に行うことができるものとなる。

[0024] またこのとき、前記ワークを、直径 300mm 以上のシリコンウェーハとすることができる。

一般に、ウェーハの厚さ/面積の比率が小さくなるに伴い、研削中のワークの変形が顕著となるため、本発明の両頭研削装置は、特に直径 300mm 以上のシリコンウェーハの両頭研削に有効である。

発明の効果

[0025] 本発明では、両頭研削装置において、回転する砥石の外周部の周速と内周部の周速の差が毎分 30m 以上、毎分 45m 以下であり、かつ前記外周部周速に対する前記外周部周速と内周部周速の差の割合が 10% 以上となるように、前記砥石の外径と内径及び前記砥石の回転速度を調整して前記ワークを研削するので、研削中のウェーハの局所的な変形を抑制し、ナノトポグラフィーを改善することができる。また、砥石の自生発刃作用を促進でき、安定した連続研削が可能となる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の両頭研削装置の一例を示す概略図である。

[図2]最終工程後のナノトポグラフィーと両頭研削工程後の疑似ナノトポグラフィーとの関係を示す説明図である。

[図3]砥石の相対周速と砥石摩耗量との関係を示す説明図である。

[図4]本発明の砥石の一例を示す概略図である。

[図5]実施例1、比較例1のナノトポグラフィーの結果を示す図である。(A)比較例1の結果。(B)実施例1の結果。

[図6]一般的なワークの加工工程のフロー図である。

[図7]従来の枚葉式ラップ装置及び両頭研削装置における問題点を説明する説明図である。

[図8]従来の両頭研削における研削中のワークの局所的な変形を説明する説明図である。

発明を実施するための形態

[0027] 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。

最終製品ウェーハのナノトポグラフィーを悪化させる要因となる、両頭研削中に発生するワークの微小なゆがみは、前述のように、ホルダに保持されて回転駆動されるワークの研削面と一对の砥石の表面との乖離に起因しており、特にワークと砥石が接触するワーク中心部、及びワークとホルダが接触するワーク外周部で起きやすい。これは研削中にワークを両面から挟み込む砥石とワークの接触面積が起因していると考えられる。

[0028] 従来、例えば直径300mmのワークを研削する場合、外径160mm、セグメント幅3mmの砥石が一般的に用いられるが、ワーク面積に対する砥石とワークとの接触面積は2%程度しかなく、研削中に一对の砥石で挟まれたワークは容易に変形し得る。

そこで、本発明者はこのような問題を解決すべく鋭意検討を重ねた。そして、本発明者は砥石の外径を変えずに、セグメント幅を拡張することにより、研削中のワークの変形する自由度を抑制し、ワークのゆがみを低減することが可能であると考えた。

[0029] 例えば、直径300mmのワークを研削する場合、外径160mmで、セグメント幅10mmの砥石を用いれば、ワーク面積に対する砥石とワークとの接触面積を7%程度まで増加させる事ができる。従って、砥石のセグメント幅、即ち、砥石外周径と内周径の差が大きいほど、ウェーハの変形が抑制され、最終的にナノトポグラフィーを改善することができることに想到した。

[0030] 一方、砥石のセグメント幅を拡張すると、回転する砥石の外周部と内周部

の相対周速の差が大きくなり、砥石の外周部と内周部の摩耗量の差が大きくなり、研削自体が安定して行われないという問題が発生する。これは以下のような砥石の自生発刃による摩耗機構に起因するものである。即ち、図3に示すように、相対周速が大きい砥石外周部ほど砥石は摩耗しにくくなり、逆に相対周速が小さい砥石内周部ほど摩耗しやすくなる。このため、安定した連続研削を実現するためには、所定の摩耗量範囲に砥石送り速度や砥石回転速度、砥石のセグメント幅を調整する必要がある。

[0031] 例えば、砥石摩耗量が最適領域より大きすぎる場合は（図3の領域Ⅰ）、砥粒の脱落が頻繁に起こるためワークの研削が進みにくい。逆に、砥石摩耗が最適領域より小さすぎる場合（図3の領域Ⅱ）、砥粒の脱落頻度が低く、目詰まりしやすい状態にあると言える。従って、摩耗により自生発刃を伴う砥石による研削では、砥粒が適度に脱落し、次の砥粒切れ刃が現れる自生発刃作用が連続的に行われる状態で安定した連続研削が行われるのが好ましい。

即ち、回転する砥石の外周部の相対周速と内周部の相対周速を最適な自生発刃作用を促進する周速領域に収める必要がある。

[0032] 本発明者はこのような砥石の外周径と内周径、及び回転速度に関してさらに実験及び検討を重ね、回転する砥石の外周部の周速と内周部の周速の差が毎分30m以上、毎分45m以下であり、かつ外周部周速に対する外周部周速と内周部周速の差の割合が10%以上となるように、砥石の外径と内径及び砥石の回転速度を調整することによって、両頭研削中のウェーハの局所的な変形を抑制してナノトポグラフィーを抑制でき、かつ、砥石の自生発刃作用を促進でき安定した連続研削が可能になることを見出し、本発明を完成させた。

[0033] 図1は本発明の両頭研削装置の一例を示す概略図である。

図1に示すように、両頭研削装置1は、主に、ワーク4を支持するリング状のホルダ3と、ワーク4の両面を同時に研削する一対の砥石2を備えている。

[0034] ホルダ 3 は、図 1 に示すように、ワーク 4 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。また、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ホルダ 3 を自転させることができるようになっている。

ホルダ 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 4 に形成されたノッチと係合するようになっている。このワーク 4 のノッチとホルダ 3 に形成された突起部との係合により、ワーク 4 を回転保持することができるようになっている。

ここで、ホルダ 3 の材質は特に限定されず、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。

[0035] また、図 1 に示すように、一对の砥石 2 がワークに対向して配置されている。図 4 に砥石 2 の一例の概略図を示す。図 1、図 4 に示すように、この砥石 2 は主にワーク 4 の研削面に接してワーク 4 を研削するセグメント 2 a と砥石本体 2 b から構成されており、セグメント 2 a は所定のセグメント幅（図 4 の w）に形成されている。また、それぞれの砥石 2 は不図示のスピンドルモータに接続され、このスピンドルモータの駆動によって軸周りに所定の回転速度で回転可能になっている。また、砥石 2 の外径は研削するワークの半径にほぼ等しい大きさとするすることができる。

[0036] ここで、研削中のワークに一方向の力が掛かることによってワークやホルダが破損しないように、一对の砥石 2 がお互いに反対方向に回転するように回転方向を制御することができるようになっている。また、砥石の中心に設けられた中空軸よりワークの研削に必要な研削水を所定の流量で供給することができるようになっている。

そして、一对の砥石 2 をワーク 4 に対向して回転させるとともに、ワーク 4 を径方向に沿って外周側から支持して回転させてワークの両面を同時に研削することができるものとなっている。

[0037] ここで、本発明の両頭研削装置によるワークの研削中における砥石の回転速度及び砥石の外周と内周の関係に関して以下に詳細に示す。

砥石の外周部半径（外周部直径／2）をA、砥石の内周部半径（内周部直径／2）をB、砥石の回転速度をnとすると、砥石の外周部と内周部の周速は、各々式1、式2で表される。

$$2 \times \pi \times n \times A \quad (\text{式1})$$

$$2 \times \pi \times n \times B \quad (\text{式2})$$

[0038] 砥石の外周部と内周部の周速差は式1と式2の差であり、式3で表される。

$$2 \times \pi \times n \times (A - B) \quad (\text{式3})$$

まず、安定した連続研削を行うためには、最適な自生発刃作用を促進する周速領域で研削する必要がある。そこで、式3の値は小さい方がよい。ここで、式3から外周部半径Aと内周部半径Bの差が小さいほど、また砥石の回転速度nが低いほど、式3の値が小さくなることが分かる。

[0039] 但し、前述のように、研削中のワークの変形を抑止するためには砥石のセグメント幅、即ち、砥石の外周部半径Aと内周部半径Bの差（A－B）は大きい方がよく、砥石の外周部と内周部の周速差（式3）には最適値が必要となる。

これは、最適な砥石のセグメント幅（A－B）と、最適な砥石の回転速度nの積で与えられる。

また、外周部周速（式1）に対する、外周部周速（式1）と内周部周速（式2）の差の割合は、式4で表される。

$$1 - (B \div A) \quad (\text{式4})$$

[0040] また、安定研削の観点から、砥石の外周部半径と内周部半径の比（B÷A）の値は1（百分率表示で100%）に近いほど、即ち、式4の値は小さいほどよい。反面、ワークの変形を抑えるという観点からすると、砥石の外周部半径と内周部半径の比（B÷A）の値は小さい方がよく、式4が1（パーセント表示で100%）に近い方がよい。従って、式4には許容最小値が存

在する。

[0041] 本発明者はこの式3の最適値を毎分30m以上、毎分45m以下の範囲内とし、また式4の許容最小値を10%以上とすれば良いことを見出した。

即ち、本発明の両頭研削装置ではワークの研削中において、回転する砥石の外周部の周速と内周部の周速の差が毎分30m以上、毎分45m以下であり、かつ外周部周速に対する外周部周速と内周部周速の差の割合が10%以上となるように、砥石の外径と内径及び前記砥石の回転速度が調整されたものとなっている。

[0042] このような両頭研削装置であれば、研削中のウェーハの変形を抑制し、ナノトポグラフィーを改善することができるものとなる。また、砥石の自生発刃作用を促進でき、安定して連続研削できるものとなる。

尚、砥石の外周部と内周部の周速に対し、ワークの回転速度は20～50rpmと非常に遅いため、砥石との相対周速にはほとんど影響せず、上述の安定した連続研削を行うためのパラメータとして考慮する必要はない。

[0043] このとき、砥石2は、熱硬化樹脂結合材或いは磁器質結合剤に平均粒径が2μmから6μmのダイヤモンド砥粒を混合させたレジノイド砥石或いはビトリファイド砥石であることが好ましい。

このようなものであれば、砥石の自生発刃作用をより効果的に促進でき、安定した連続研削をより確実に行うことができるものとなる。

[0044] またこのとき、ワークを、直径300mm以上のシリコンウェーハとすることができる。

一般に、ウェーハの厚さ/面積の比率が小さくなるに伴い、研削中のワークの変形が顕著となるため、本発明の両頭研削装置は、例えば直径300mm、直径450mmなどの直径300mm以上のシリコンウェーハの両頭研削に特に有効である。

[0045] また、ホルダ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（不図示）を設けることができる。この静圧支持部材は、外周側にホルダ3を非接触支持するホルダ静圧部と、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、静圧支持部材には、ホルダ 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。

[0046] このような静圧支持部材をホルダの両側に配設し、両頭研削時に流体を静圧支持部材とホルダ間に供給しながらホルダを非接触支持することにより、ワークを支持するホルダの位置を安定化させることができ、ナノトポグラフィーが悪化するのを抑制することができる。但し、本発明の両頭研削装置では静圧支持部材の有無に特に限定されることはない。

[0047] 次に本発明の両頭研削方法について説明する。

ここでは、図 1 に示すような本発明の両頭研削装置 1 を用いた場合について説明する。

[0048] まず、ホルダ 3 を用いて、ワーク 4 の径方向に沿って外周側から支持する。このとき、ホルダ 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を具備している場合には、ワークを支持するホルダを、一对の静圧支持部材の間に静圧支持部材とホルダが隙間を有するようにして配置し、静圧支持部材から例えば水などの流体を供給し、ホルダを非接触支持する。

[0049] このように、流体を静圧支持部材とホルダ間に供給しながらホルダを非接触支持することにより、両頭研削時にワークを支持するホルダの位置を安定化させることができ、ナノトポグラフィーが悪化するのを抑制することができるが、本発明のウェーハの製造方法においてはこの支持機構の有無に限定されることはない。

[0050] そして、ホルダ 3 によりワークを支持した状態でホルダ 3 を自転させることでワーク 4 を回転させ、リング状の一对の砥石 2 をワーク 4 に対向して回転させながらワーク 4 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を送ってその間隔を徐々に小さくすることにより、ワーク 4 の両面を同時に研削する。

この際、上記した両頭研削装置での説明と同様に、回転する砥石2の外周部の周速と内周部の周速の差が毎分30m以上、毎分45m以下であり、かつ外周部周速に対する外周部周速と内周部周速の差の割合が10%以上となるように、砥石2の外径と内径及び砥石2の回転速度を調整してワークを研削する。

[0051] このような方法であれば、研削中のウェーハの変形を抑制し、ナノトポグラフィーを改善することができる。また、砥石の自生発刃作用を促進でき、安定した連続研削が可能となる。

このように研削が進められ、不図示の定寸装置によってワークが所定の厚さに達したことが認識されたときに、一对の砥石の送りを停止し、砥石を左右に開くことで研削が完了する。

このとき、砥石として、熱硬化樹脂結合材或いは磁器質結合剤に平均粒径が2 μ mから6 μ mのダイヤモンド砥粒を混合させたレジノイド砥石或いはビトリファイド砥石を用いることが好ましい。

このようにすれば、砥石の自生発刃作用をより効果的に促進でき、安定した連続研削をより確実に行うことができる。

[0052] またこのとき、ワークとして、直径300mm以上のシリコンウェーハを用いることができる。

一般に、ウェーハの厚さ/面積の比率が小さくなるに伴い、研削中のワークの変形が顕著となるため、本発明の両頭研削方法は、例えば直径300mm、直径450mmなどの直径300mm以上のシリコンウェーハの両頭研削に特に有効である。

また、研削中のワークに一方向の力が掛かることによってワークやホルダが破損しないように、一对の砥石2をお互いに反対方向に回転させることができる。

実施例

[0053] 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。

[0054] (実施例 1 - 3)

図 1 に示すような本発明の両頭研削装置を用いて、直径 300 mm のシリコンウェーハを両頭研削し、研削後のウェーハのナノトポグラフィー、及び研削の安定性を評価した。ここで、評価したナノトポグラフィーは疑似ナノトポグラフィー値とした。また、両頭研削装置は静圧支持部が設けられたものを用いた。また、シリコンウェーハは、GC # 2000 スラリを用いてワイヤソーで切断し、研削量を 50 μ m とした。また、砥石の送り速度を片側当たり毎分 20 μ m とした。

[0055] またここで、研削中の安定性を判断する手段として、砥石を回転駆動するスピンドルモータの負荷電流値を用いた。この負荷電流値が 20 アンペアを超えた場合、或いは一对の砥石の負荷電流値の差が 5 アンペアを超えた場合に研削異常と判断するようにし、その場合には装置を自動停止させた。

[0056] また、図 4 に示すように、砥石のセグメント幅を変えられるように、セグメントの接着領域 5 を広く取った砥石本体 2 b を用いた。また、砥石固定用のボルト孔 6 の部分を砥石のセグメント接着領域 5 から逃がす形状とした。このようにして異なる幅のセグメントを同一の砥石本体に接着することによりセグメント幅を変更できるようにした。

また、砥石のセグメントはビトリファイド結合材とダイヤモンド (SD 2000) 砥粒で構成されるものとし、図 4 に示すように、一定間隔でリング状に接着配置した。このセグメントの幅 w を 10 mm (実施例 1)、15 mm (実施例 2)、20 mm (実施例 3) と変更させて研削を行った。

[0057] 尚、セグメントが砥石取り付け用のボルト孔 6 に干渉しないようにするため、図 4 に示すように、ボルト孔付近の部分のみに短い幅のセグメントを配置した。また、研削水や切り粉の排出を促すため、セグメントの周方向の間隔を 1 ~ 4 mm とし、セグメントの厚みを 3 mm とした。

そして、表 1 に示すように、各実施例で用いた砥石の外径と内径及び砥石の回転速度を調整し、砥石の外周部の周速と内周部の周速の差が毎分 30 m 以上、毎分 45 m 以下であり、かつ外周部周速に対する外周部周速と内周部

周速の差の割合が10%以上となるようにして複数のワークを連続して研削した。

[0058] その結果、実施例1-3とも砥石を回転駆動するスピンドルモータの負荷電流値は15アンペア以下であり、かつ一对の砥石のスピンドルモータの負荷電流値の差は2アンペア以下と正常であった。

また、表1に示すように、内周部半径Bの減少、即ち、砥石のセグメント幅の増加とともに、安定研削に必要な砥石の回転速度領域が減少し、またその安定回転速度領域（上限値と下限値の差）が縮小する傾向にあることが分かる。この結果は、砥石のセグメント幅は小さい方が安定した研削状態を得やすいという経験的な結果と一致し、従来の砥石セグメント幅3mmが一般的に採用される所以であると言える。

[0059] このように、回転する砥石の外周部の周速と内周部の周速の差が毎分30m以上、毎分45m以下とすることによって、安定した連続研削が可能となることが分かる。

また、研削後のウェーハの疑似ナノトポグラフィー値を静電容量式測定機（SBW-330 Bow/warp、コベルコ科研社製）を用いて測定した。この疑似ナノトポグラフィー値は測定して得られるソリ断面形状データに短波長周期成分1mm以下、長波長成分50mm以上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することで得られる。ここで45°おきの断面ソリ形状にバンドパスフィルタリング処理した結果の最大値を疑似ナノトポグラフィー値とした。

[0060] 測定した疑似ナノトポグラフィーの結果を表1に示す。表1に示すように、後述する比較例1-3と比べて砥石の外周部半径（ $A=80\text{mm}$ ）に対して砥石の内周部半径Bが小さくなる実施例1-3では、疑似ナノトポグラフィー値が改善し、即ち、砥石（セグメント）面積の増大による研削中のウェーハの変形が抑制される傾向があり、外周部周速に対する外周部周速と内周部周速の差の割合が10%以上であれば、良好な疑似ナノトポグラフィーが得られることが分かる。

[0061] 更に、実施例1における両頭研削後のウェーハを55%苛性ソーダ水溶液で20 μ mエッチング後、10 μ m程度の両面研磨処理を行い、NanoMapper (KLA-Tencor社製)を用いてナノトポグラフィーの測定を行った。

その結果を図5(B)に示す。図5(B)に示すように、ウェーハ面内に特に特徴ある形状はなく、非常に平滑である。このように、後工程である両面研磨処理後のこのナノトポグラフィーの結果は、上記した研削直後の疑似ナノトポグラフィー値の結果とよく一致していることが分かる。

[0062] (比較例1-3)

外周部周速に対する外周部周速と内周部周速の差の割合が3.8%(比較例1)、6.3%(比較例2)、8.8%(比較例3)と10%未満となるように砥石の外径、内径を設定し、さらに砥石の回転速度を設定した以外、実施例1-3と同様な条件でシリコンウェーハをGC#2000スラリを用いてワイヤソーで切断し、研削量を50 μ m、砥石の送り速度を片側当たり毎分20 μ mとして研削し、実施例1-3と同様に評価した。

結果を表1に示す。表1に示すように、いずれの疑似ナノトポグラフィーの結果とも実施例1-3の結果と比べ悪化していることが分かる。

更に、比較例1のものについて、実施例1と同様にしてナノトポグラフィーの測定を行った結果を図5(A)に示す。図5(A)に示すように、中央部に強度の凸部形状が発生しており、後工程である両面研磨処理後のナノトポグラフィーが悪化していることが分かる。

[0063] (比較例4)

砥石の外周部の周速と内周部の周速の差が毎分30m以上、毎分45m以下の範囲内とならない回転速度で砥石を回転させた以外、実施例と同様な条件でシリコンウェーハの研削を行った。

その結果、スピンドルモータの負荷電流値が20アンペアを超えてしまったり、一对の砥石の負荷電流値の差が5アンペアを超えてしまった。そのため、研削を途中で中断し、研削を完了させることができなかった。

[0064] [表1]

	砥石径		砥石回転速度範囲 (r p m)	式 3 の 値 (m / 分)	式 4 の 値 (%)	ナノボラファイ (μ m)
	外周部半径 A (m m)	内周部半径 B (m m)				
比較例 1	80	77	1650～2350	31.1～44.3	3.8	0.23
比較例 2		75	1000～1400	31.4～43.9	6.3	0.24
比較例 3		73	750～1000	33.0～44.0	8.8	0.22
実施例 1		70	500～700	31.4～44.0	12.5	0.15
実施例 2		65	350～450	33.0～42.4	18.8	0.13
実施例 3		60	250～350	31.4～44.0	25.0	0.17

[0065] 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

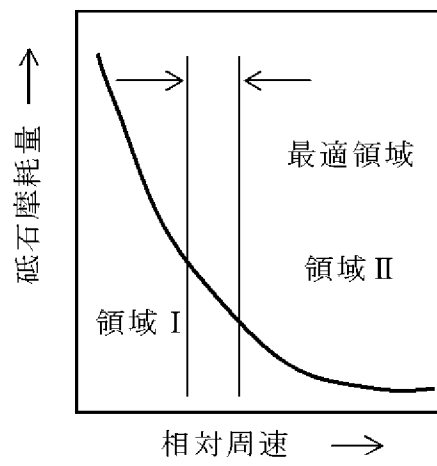
- [請求項1] リング状の一対の砥石を前記ワークに対向して回転させるとともに、前記ワークを径方向に沿って外周側から支持して回転させて前記ワークの両面を同時に研削する両頭研削方法において、
- 回転する前記砥石の外周部の周速と内周部の周速の差が毎分30m以上、毎分45m以下であり、かつ前記外周部周速に対する前記外周部周速と内周部周速の差の割合が10%以上となるように、前記砥石の外径と内径及び前記砥石の回転速度を調整して前記ワークを研削することを特徴とする両頭研削方法。
- [請求項2] 前記砥石として、熱硬化樹脂結合材或いは磁器質結合剤に平均粒径が2 μ mから6 μ mのダイヤモンド砥粒を混合させたレジノイド砥石或いはビトリファイド砥石を用いることを特徴とする請求項1に記載の両頭研削方法。
- [請求項3] 前記ワークとして、直径300mm以上のシリコンウェーハを用いることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の両頭研削方法。
- [請求項4] 少なくとも、ワークを径方向に沿って外周側から支持する自転可能なリング状のホルダと、前記ホルダにより支持された前記ワークに対向して回転することによって前記ワークの両面を同時に研削するリング状の一対の砥石とを具備する両頭研削装置であって、
- 回転する前記砥石の外周部の周速と内周部の周速の差が毎分30m以上、毎分45m以下であり、かつ前記外周部周速に対する前記外周部周速と内周部周速の差の割合が10%以上となるように、前記砥石の外径と内径及び前記砥石の回転速度が調整されたものであることを特徴とする両頭研削装置。
- [請求項5] 前記砥石は、熱硬化樹脂結合材或いは磁器質結合剤に平均粒径が2 μ mから6 μ mのダイヤモンド砥粒を混合させたレジノイド砥石或いはビトリファイド砥石であることを特徴とする請求項4に記載の両頭研削装置。

[請求項6] 前記ワークは、直径300mm以上のシリコンウェーハであることを特徴とする請求項4又は請求項5に記載の両頭研削装置。

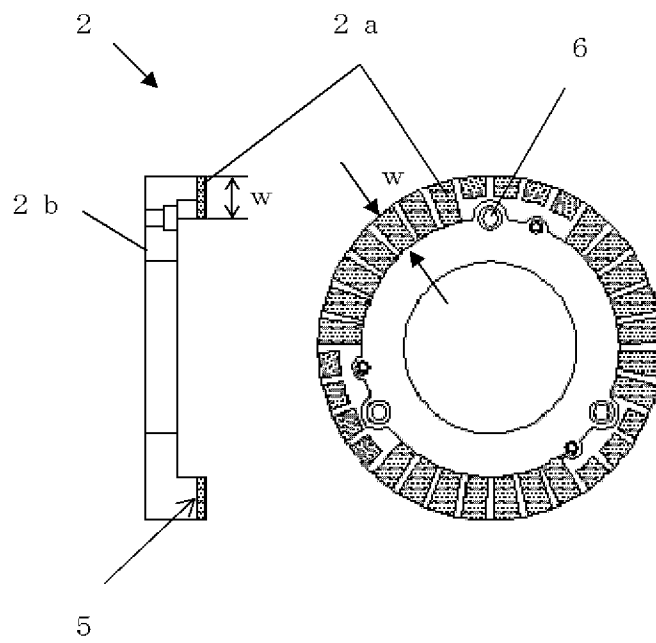
最終工程ナノトボグラフィー (nm)

両頭研削工程擬似ナノトボグラフィー (μm)

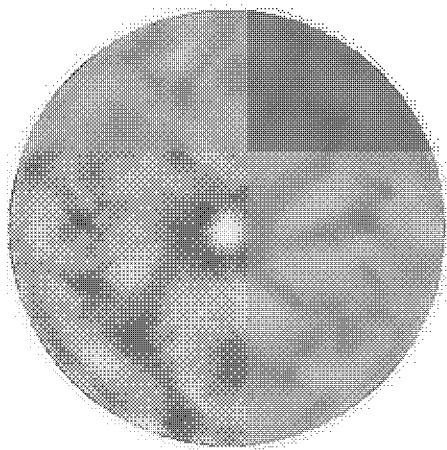
[図3]



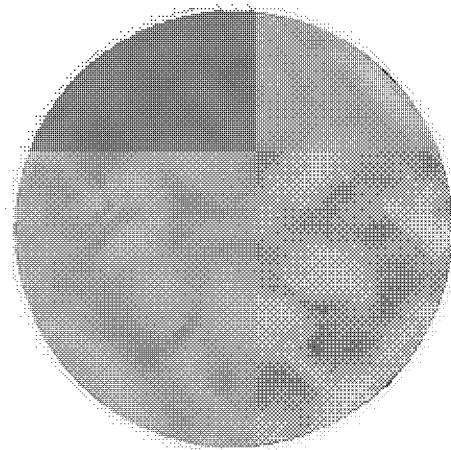
[図4]



[図5]

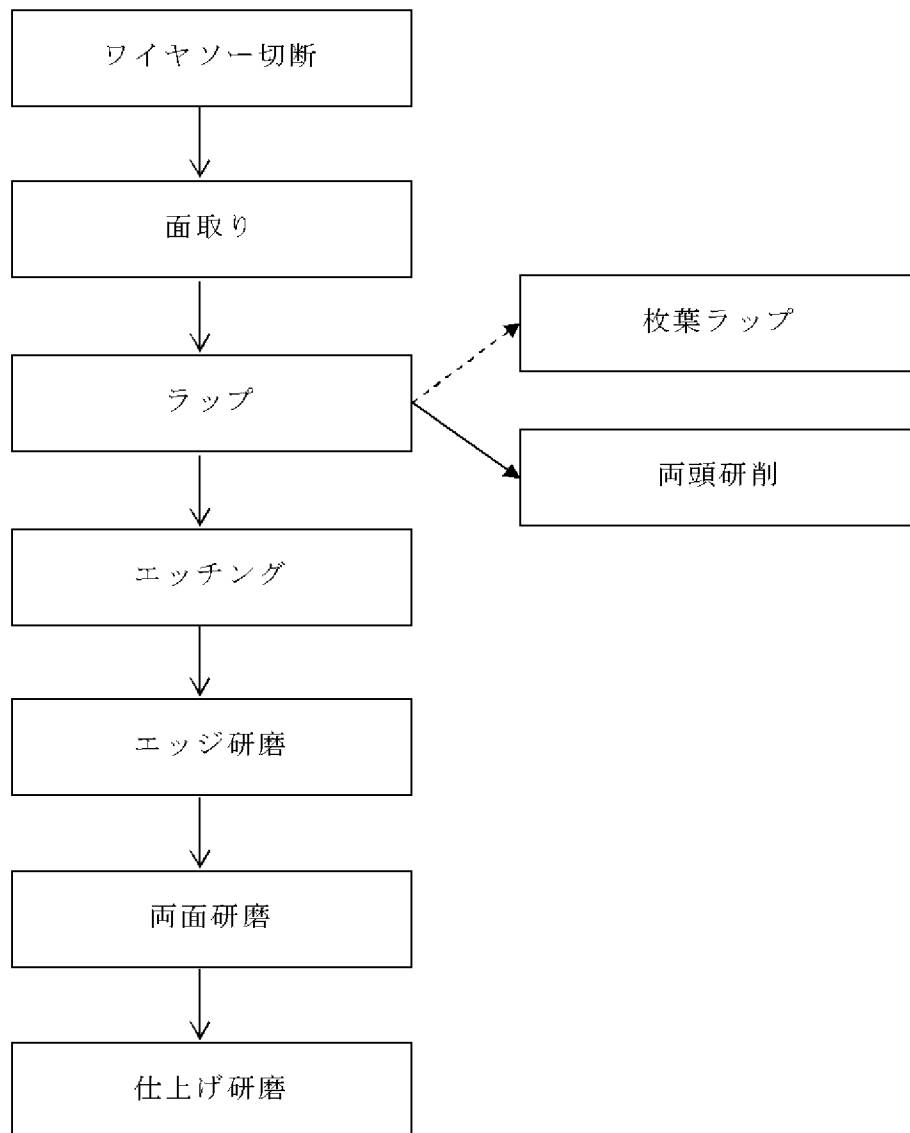


(A)



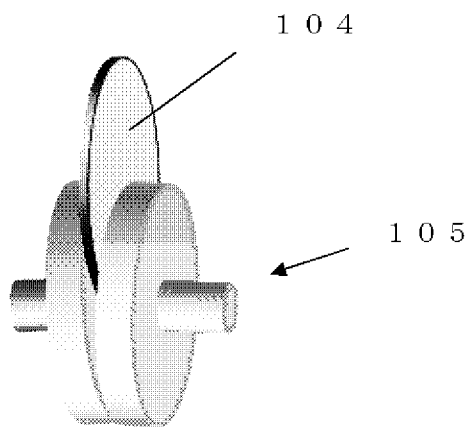
(B)

[図6]

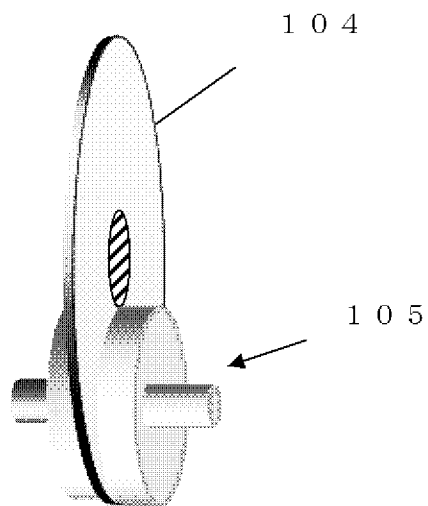


[図7]

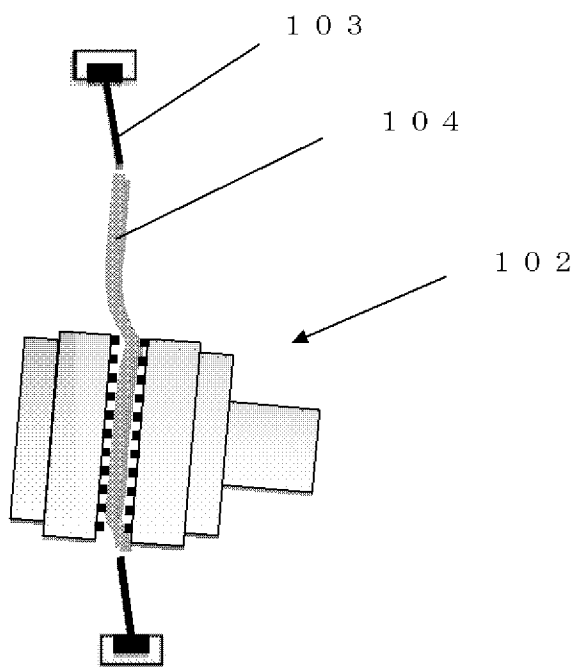
(A)



(B)



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/002275

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B24B7/17(2006.01) i, H01L21/304(2006.01) 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)

B24B7/00-7/30, H01L21/304, B24B1/00-1/04, B24B9/00-19/28, B24B21/00-39/06

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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 2000-52209 A (Nippon Sheet Glass Co., Ltd.), 22 February 2000 (22.02.2000), (Family: none)	1-6
A	JP 2002-126980 A (Nippei Toyama Corp.), 08 May 2002 (08.05.2002), (Family: none)	1-6
A	JP 2001-71272 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 21 March 2001 (21.03.2001), (Family: none)	1-6

☐ 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, 2012 (17.04.12)

Date of mailing of the international search report
01 May, 2012 (01.05.12)

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. B24B7/17(2006.01)i, H01L21/304(2006.01)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. B24B7/00-7/30, H01L21/304, B24B1/00-1/04, B24B9/00-19/28, B24B21/00-39/06

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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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 2000-52209 A (日本板硝子株式会社) 2000.02.22, (ファミリーなし)	1 - 6
A	JP 2002-126980 A (株式会社日平トヤマ) 2002.05.08, (ファミリーなし)	1 - 6
A	JP 2001-71272 A (信越半導体株式会社) 2001.03.21, (ファミリーなし)	1 - 6

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 2

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 5 . 2 0 1 2

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

金本 誠夫

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 4

3 C

3 5 0 5