

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008年8月28日 (28.08.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/102521 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/304 (2006.01) B24B 37/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/000101
- (22) 国際出願日: 2008年1月29日 (29.01.2008)
- (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2007-038937 2007年2月20日 (20.02.2007) 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): 飯塚直人

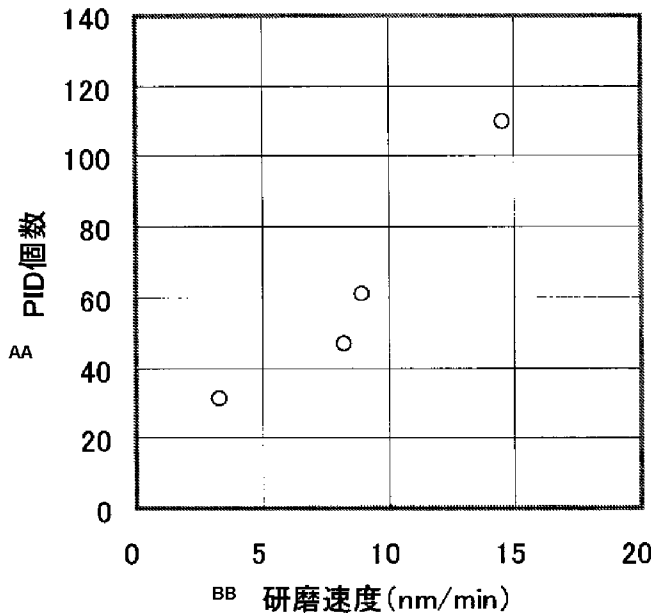
- (IIZUKA, Naoto) [JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目6番2号信越半導体株式会社内 Tokyo (JP). 栗本宏高 (KURIMOTO, Hirotaka) [JP/JP]; 〒9420193 新潟県上越市頸城区城野腰596番地2直江津電子工業株式会社内 Niigata (JP). 小坂浩一 (KOSAKA, Koichi) [JP/JP]; 〒3878555 長野県千曲市屋代1393番地長野電子工業株式会社内 Nagano (JP). 丸山文明 (MARUYAMA, Fumiaki) [JP/JP]; 〒3703533 群馬県高崎市保渡田町2174番地1三益半導体工業株式会社内 Gunma (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11号第一下谷ビル8F 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, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,

[続葉有]

(54) Title: FINAL POLISHING PROCESS FOR SILICON SINGLE CRYSTAL WAFER AND SILICON SINGLE CRYSTAL WAFER

(54) 発明の名称: シリコン単結晶ウエーハの仕上げ研磨方法及びシリコン単結晶ウエーハ

[図1]



AA NUMBER OF PID
BB POLISHING RATE (nm/min)

(57) Abstract: Disclosed is a final polishing process for a silicon single crystal wafer as the final polishing step among a plurality of polishing steps wherein a silicon single crystal wafer is polished while having a polishing slurry intervene between the silicon single crystal wafer and a polishing cloth. In this final polishing process for a silicon single crystal wafer, the polishing rate is set at not more than 10 nm/min. Also disclosed is a silicon single crystal wafer polished by such a final polishing process. This final polishing process enables to obtain a silicon single crystal wafer which is reduced in PID (Polishing Induced Defects).

(57) 要約: 本発明は、シリコン単結晶ウエーハと研磨布との間に研磨スラリーを介在させて前記シリコン単結晶ウエーハを研磨する複数段の研磨工程のうち、最終段である仕上げ研磨工程において、研磨速度を、10nm/min以下として仕上げ研磨するシリコン単結晶ウエーハの仕上げ研磨方法、及びこの方法によって仕上げ研磨されたシリコン単結晶ウエーハである。これにより、PID (Polishing

Induced Defect) の少ないシリコン単結晶ウエーハを得ることができる仕上げ研磨方法及びこの方法によって仕上げ研磨されたシリコン単結晶ウエーハが提供される。

WO 2008/102521 A1



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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, LS, MW, MZ, NA, SD,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

明 細 書

シリコン単結晶ウエーハの仕上げ研磨方法及びシリコン単結晶ウエーハ

技術分野

[0001] 本発明は、シリコン単結晶ウエーハを研磨する複数段の研磨工程のうち最終段である仕上げ研磨の方法及び研磨されたシリコン単結晶ウエーハに関する。

背景技術

[0002] 従来、種々の半導体デバイスなどに用いられる半導体基板材料として用いられるシリコン単結晶ウエーハの製造方法は、一般にチョクラルスキー（Czochralski；CZ）法や浮遊帯域溶融（Floating Zone；FZ）法等によって単結晶インゴットを製造する単結晶成長工程と、この単結晶インゴットをスライスし、少なくとも一主表面が鏡面加工されるウエーハ製造（加工）工程とからなる。このように製造された鏡面研磨ウエーハ上にデバイスが作製される。

[0003] さらに詳しくウエーハ製造（加工）工程について示すと、単結晶インゴットをスライスして薄円板状のウエーハを得るスライス工程と、該スライス工程によって得られたウエーハの割れ、欠けなどを防止するためにその外周部を面取りする面取り工程と、このウエーハを平坦化するラッピング工程と、面取り及びラッピングされたウエーハに残留する加工歪みを除去するエッチング工程と、そのウエーハ表面を鏡面化する研磨（ポリッシング）工程と、研磨されたウエーハを洗浄して、これに付着した研磨剤や異物を除去する洗浄工程等を有している。上記ウエーハ加工工程は、主な工程を示したもので、他に平面研削工程や、熱処理工程等の工程が加わったり、同じ工程を多段で行ったり、工程順が入れ替えられたりする。

[0004] 特に研磨工程では、粗研磨と称される1次研磨工程と精密研磨と称される

仕上げ研磨工程とに区分けされ、場合により1次研磨工程を更に2工程以上に分け、1次、2次研磨工程等と称されている。それぞれの研磨工程では、研磨スラリーの組成や研磨圧力等を変えてそれぞれの工程に適した条件としている。

[0005] 研磨工程では、例えば、回転可能な定盤上に貼り付けられた研磨布と、研磨ヘッドのウエーハ支持盤に支持されたエッチング済みのシリコン単結晶ウエーハ等を、適切な圧力で接触して研磨する。この際に、コロイダルシリカを含有したアルカリ溶液（研磨スラリー、研磨剤などと呼ばれる）が用いられている。このような研磨剤を研磨布とシリコン単結晶ウエーハの接触面に添加することにより、研磨スラリーとシリコン単結晶ウエーハがメカノケミカル作用を起こし、研磨が進行する。

[0006] ところで、デバイスルールの微細化の進行に伴い、デバイス作製において問題になり得る欠陥のサイズも小さくなってきている。そして、これまでは問題にされなかったような微小な凸形状の欠陥が着目されるようになってきた。そして、このような欠陥は、従来の検査装置ではほとんど検出できないほど微小なものであるが、例えば特開2004-193529号公報に記載されているようなコンフォーカル光学系のレーザー顕微鏡などを用いることにより観測することができるようになってきた。微小な欠陥としては、単独突起、複数突起、線状突起、微小LPD（Light Point Defect）などが確認されている。

[0007] このような微小な欠陥は研磨工程において導入されるものも多い。研磨工程において導入される欠陥は、PID（Polishing Induced Defect）と総称される。

そして、上述のように、従来問題になっていなかったような微小なPIDについても、その発生を抑制する必要が出てきた。

[0008] このようなPIDの発生を抑制するために、例えば、特開2005-45102号公報には、研磨スラリーを所定のものとすることが提案されている。しかし、このような方法によってもPIDの抑制は不十分であった。

発明の開示

[0009] 本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、PIDの少ないシリコン単結晶ウエーハを得ることができる仕上げ研磨方法を提供することを主な目的とする。

[0010] 上記目的を達成するため、本発明は、シリコン単結晶ウエーハと研磨布との間に研磨スラリーを介在させて前記シリコン単結晶ウエーハを研磨する複数段の研磨工程のうち、最終段である仕上げ研磨工程において、研磨速度を、 $10\text{ nm}/\text{min}$ 以下として仕上げ研磨することを特徴とするシリコン単結晶ウエーハの仕上げ研磨方法を提供する。

[0011] このような、仕上げ研磨工程において、研磨速度を $10\text{ nm}/\text{min}$ 以下として仕上げ研磨するシリコン単結晶ウエーハの仕上げ研磨方法であれば、仕上げ研磨工程中のPIDの生成を抑制することができる。さらに、研磨速度を $5\text{ nm}/\text{min}$ 以下の低速にすれば、より好ましい。その結果、PIDの少ないシリコン単結晶ウエーハとすることができる。

[0012] この場合、前記仕上げ研磨における研磨速度を、前記研磨されるシリコン単結晶ウエーハと前記研磨布との相対速度を調節することにより調節することが好ましい。

このように、仕上げ研磨における研磨速度を、研磨されるシリコン単結晶ウエーハと研磨布との相対速度を調節することにより調節すれば、簡便な調節方法により、研磨速度を調節することができ、かつ十分な効果を得ることができる。

[0013] また、前記仕上げ研磨における研磨代を、 5 nm 以上とすることが好ましい。

このような仕上げ研磨における研磨代を、 5 nm 以上とすれば、より確実にシリコン単結晶ウエーハ表面のヘイズを低減することができる。

[0014] また、前記仕上げ研磨工程の少なくとも終了時点における研磨速度を、 $10\text{ nm}/\text{min}$ 以下とすることが好ましい。

このように、仕上げ研磨工程の少なくとも終了時点における研磨速度を 10 nm/min 以下とすればPIDの低減効果は十分である。また、仕上げ研磨工程においてまず研磨速度を 10 nm/min を超えるものとし、その後研磨速度を 10 nm/min 以下とすれば、生産性を著しく低下させずに仕上げ研磨を行うことができる。

[0015] また、本発明は、前記のシリコン単結晶ウエーハの仕上げ研磨方法によって仕上げ研磨されたシリコン単結晶ウエーハであって、ウエーハ表面のPIDが、直径 300 mm ウエーハ換算で 100 個未満であることを特徴とするシリコン単結晶ウエーハを提供する。

[0016] このような、前記のシリコン単結晶ウエーハの仕上げ研磨方法によって仕上げ研磨されたシリコン単結晶ウエーハであれば、ウエーハ表面のPIDが、直径 300 mm ウエーハ換算で 100 個未満であるシリコン単結晶ウエーハとすることができ、今までにないPIDが少なく、品質の高いシリコン単結晶ウエーハとすることができる。

[0017] 本発明に係るシリコン単結晶ウエーハの仕上げ研磨方法によれば、仕上げ研磨工程中のPIDの生成を抑制することができ、PIDの少ないシリコン単結晶ウエーハとすることができる。そして、このようなシリコン単結晶ウエーハをデバイス工程に投入すれば、歩留まりよくデバイスを作製することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1] 実験例 1 及び 2 の、仕上げ研磨工程における研磨速度とウエーハ表面上のPID個数との関係を示したグラフである。

[図2] 実験例 3 の、仕上げ研磨工程における研磨速度とウエーハ表面上のPID個数との関係を示したグラフである。

[図3] 実験例 4 の、仕上げ研磨工程における研磨速度とウエーハ表面上のPID個数との関係を示したグラフである。

[図4] 実験例 3 の仕上げ研磨工程における研磨代とウエーハ表面上のPID個

数との関係を示したグラフである。

[図5] 研磨工程中にPIDが発生する原理の仮説の説明図である。

[図6] 片面研磨装置の一例を示した概略断面図である。

[図7] 線状突起をコンフォーカル光学系のレーザー顕微鏡と原子間力顕微鏡で撮影した画像である。

発明を実施するための最良の形態

[0019] 以下、本発明についてさらに詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

前述のように、従来問題になっていなかったような微小なPIDについても、その発生を抑制することが求められている。

従来、PIDは主に1次研磨、2次研磨において導入されるものと考えられており、きわめて研磨代の少ない仕上げ研磨による影響はほとんどないものと考えられていた。しかしながら、本発明者らの調査により、仕上げ研磨もPIDの発生に少なからず影響していることが判った。

[0020] 代表的なPIDである線状突起が発生する原理の一つとして本発明者らが考え出した仮説を、研磨工程が1次研磨、2次研磨、仕上げ研磨の三段階の工程を有する場合について図5を参照しながら説明する。

線状欠陥は、従来の検査装置ではほとんど検出できないような微小なPIDであるが、例えばコンフォーカル光学系のレーザー顕微鏡を用いてシリコン単結晶ウエーハの表面を観察すると容易に観察される(図7(a))。その特徴としては、図7(b)(c)に示したように、原子間力顕微鏡(AFM)でその線状欠陥を観察すると、高さが5nm以下、幅が100~300nmで、長さが概ね0.5μm以上である線状でかつ突起状の欠陥である。

[0021] 次に、研磨工程中にPIDが発生する原理の仮説を図を用いて説明する。

図5(a)には1次研磨終了後、2次研磨開始前のシリコン単結晶ウエーハを示している。1次研磨後でもPIDは発生している。しかし、1次研磨に起因するPIDは、2次研磨における研磨代が大きいため、問題となることはない。

[0022] 図5（b）には2次研磨中の様子を示している。

研磨スラリー中には研磨粒子（コロイダルシリカなど）とは別に、異物が混入している。このような異物として考えられるものは、例えば、研磨スラリー配管系の汚れや、コロイダルシリカのゲル化物、研磨スラリー原料中のシリカ以外の粒子、研磨布からちぎれた繊維の異物等が挙げられる。これらの異物は多かれ少なかれ存在し、一般に研磨能力を持たない。従って、これらの異物が付着した部分は研磨が遅れ、微小な突起状の欠陥となる（図5（c））。

[0023] 図5（d）には仕上げ研磨中の様子を示している。

2次研磨で発生した線状突起のうち一部は仕上げ研磨において除去されるが、一部は残留する。また、仕上げ研磨中においても上記の2次研磨中と同様のメカニズムによって仕上げ研磨起因の線状突起が発生する。

このようにして、仕上げ研磨終了後には、図5（e）のように、2次研磨起因のPIDと仕上げ研磨起因のPIDがシリコン単結晶ウエーハの被研磨面上に発生すると考えた。

[0024] このような仮説に基づき、本発明者らは、研磨工程において研磨速度を遅くし、ゆっくり研磨すれば、シリコン単結晶ウエーハの表面に付着した異物が、突起が形成される前に除去されるものと考えた。

[0025] シリコン単結晶ウエーハを仕上げ研磨する目的は、ウエーハ表面をヘイズが解消するまで平滑にし、かつ清浄に仕上げることにある。そして、研磨材料、研磨条件、研磨代等が、この目的を達成するために管理されている。しかし、仕上げ研磨工程における研磨速度は、あくまで設定した研磨条件で決まる結果であり、範囲の特定や管理を特に行っていなかった。すなわち、従来、仕上げ研磨では研磨代が通常10～80nm程度以下と非常に少なく、研磨速度を管理する必要がなく、ヘイズの程度が規格内に収まるまで研磨を行っていただけであった。また、生産の都合上、研磨速度はできるだけ速くするようにしていた。

[0026] しかし、本発明者らは、本発明者らが見出した前述のような知見から、仕

上げ研磨工程においても研磨速度を管理して制御することにより、仕上げ研磨工程において発生するPID、特に、線状突起を抑制することができ、その結果、研磨工程全体において発生するPIDの総量も抑制することができることに想到し、本発明を完成させた。

[0027] 以下、本発明の実施の形態について具体的に説明する。

以下では、研磨工程が1次研磨、2次研磨、仕上げ研磨の三段階の工程を有する場合について説明するが、本発明はこれに限定されず、複数段の研磨工程を有するシリコン単結晶ウエーハの製造工程において適用することができる。

[0028] まず、シリコン単結晶ウエーハを用意し、研磨工程の前の各種処理を行う。なお、本明細書中では、シリコン単結晶ウエーハとは、ウエーハ全体がシリコン単結晶からなるウエーハの他に、少なくとも被研磨面がシリコン単結晶であるウエーハも含む。例えば、絶縁体上に単結晶シリコン層が形成されているSOI (Silicon on Insulator) ウエーハ等の仕上げ研磨にも本発明を適用することができる。

[0029] 次に、このシリコン単結晶ウエーハに対して、通常の方法を用いて、1次研磨、2次研磨を行う。ここでの研磨方法は特に限定されない。研磨装置としては両面研磨装置、片面研磨装置のいずれを用いてもよい。また、研磨スラリーの組成、温度、研磨圧力、研磨代、研磨速度等の各種条件も特に限定されない。

[0030] このようにして1次研磨、2次研磨を行ったシリコン単結晶ウエーハに対し、研磨工程中で最終段である仕上げ研磨を、研磨速度（1分間当たりの研磨代）を10nm/min以下として行う。なお、これは必ずしも仕上げ研磨工程において常に研磨速度を10nm/min以下とすることだけを意味するものではなく、仕上げ研磨工程中の少なくとも一部において研磨速度を10nm/min以下として研磨する態様を含む。特に、仕上げ研磨工程においてまず研磨速度を10nm/minを超えるような高速とし、その後研磨速度を10nm/min以下とし、仕上げ研磨工程の少なくとも終了

時点における研磨速度を $10\text{ nm}/\text{min}$ 以下とすることが好ましい。

なお、研磨速度を $10\text{ nm}/\text{min}$ 以下とする理由は後述する。

[0031] 仕上げ研磨における研磨装置としては両面研磨装置、片面研磨装置のいずれにも本発明を適用することができる。

図6に片面研磨装置の一例の概略断面図を示した。

この片面研磨装置21は、研磨パッド22が貼付された定盤23と、シリコン単結晶ウエーハWを保持する研磨ヘッド25と、研磨スラリー供給手段26等を具備している。定盤23と研磨ヘッド25が不図示の駆動源によって回転され、ウエーハWが研磨パッド22に摺接され、シリコン単結晶ウエーハWの被研磨面が研磨される。研磨時には、研磨スラリー供給手段26から研磨スラリーが供給される。

[0032] 研磨速度を調節するには様々な手段を採用することができるが、研磨されるシリコン単結晶ウエーハと研磨布との相対速度を調節することにより調節すれば、簡便な調節方法により、研磨速度を調節することができ、かつ十分な効果を得ることができる。シリコン単結晶ウエーハと研磨布との相対速度の調節は、例えば図6に示した片面研磨装置であれば、定盤23の回転速度と研磨ヘッド25の回転速度を調節することによって行うことができる。

その他、研磨スラリーの組成やpH、研磨布の種類や使用時間、研磨の際の温度、研磨圧力等を調節することによって研磨速度を調節することが可能であり、適宜選択することができる。

研磨速度を所定の値とするための具体的な上記各種条件は、例えば、実際にシリコン単結晶ウエーハの研磨を行い、研磨代の測定から研磨速度を算出して実験的に求めることができる。

[0033] 以上のように、仕上げ研磨工程において研磨速度を $10\text{ nm}/\text{min}$ 以下とすることによって、仕上げ研磨におけるPIDの発生を抑制することができる。さらに、研磨速度を 5 nm 以下の低速にすればより好ましい。また、特に、仕上げ研磨工程においてまず研磨速度を $10\text{ nm}/\text{min}$ を超えるものとして効率よくヘイズを低減し、その後に研磨速度を $10\text{ nm}/\text{min}$ 以

下とし、仕上げ研磨工程の少なくとも終了時点における研磨速度を $10\text{ nm}/\text{min}$ 以下とすれば、PIDも十分に低減することができる。このようにすれば、生産性を著しく低下させずに仕上げ研磨を行うことができ、ヘイズとPIDをともに低減することができるので好ましい。この場合の研磨速度を $10\text{ nm}/\text{min}$ 以下として研磨する研磨代は、例えば、 1 nm 以上とすればよく、十分にPIDを低減することができる効果を得ることができる。

なお、ヘイズを低減する目的から、仕上げ研磨における研磨代は 5 nm 以上とすることが好ましい。

[0034] 以下、上述した研磨速度を $10\text{ nm}/\text{min}$ 以下とする理由等について、研磨工程が1次研磨、2次研磨、仕上げ研磨の三段階の工程を有する場合について行った実験例を示して説明する。

[0035] (実験例1)

まず、1次研磨の直前まで各種処理を行ったシリコン単結晶ウエーハを2枚用意した。用意したシリコン単結晶ウエーハは直径 200 mm 、P型（比抵抗 $1\ \Omega\text{ cm}$ 以上）のCZシリコン単結晶ウエーハである。

次に、1次研磨を、両面研磨装置で、研磨布を発泡ウレタン、研磨スラリーをNaOHベースコロイダルシリカとし、研磨代を両面合計で約 $20\ \mu\text{ m}$ として行った。

次に、2次研磨を、片面研磨装置で、研磨布をポリウレタン不織布、研磨スラリーをNaOHベースコロイダルシリカとし、研磨代をおよそ $0.5\sim 1.5\ \mu\text{ m}$ として行った。

[0036] 次に、仕上げ研磨を、図6に示したような片面研磨装置を用い、研磨布を使用時間 1000 分程度のポリウレタンスウェード、研磨スラリーを NH_4OH ベースコロイダルシリカ、研磨時間を 2.5 分として行った。ただし、定盤の回転速度を 25 rpm （試料1）、 40 rpm （試料2）とした。研磨後に仕上げ研磨における研磨代を測定し、研磨代はそれぞれ 8.30 nm （試料1）、 20.6 nm （試料2）、研磨速度はそれぞれ $3.32\text{ nm}/\text{min}$ （試料1）、 $8.24\text{ nm}/\text{min}$ （試料2）であった。

[0037] 研磨された各シリコン単結晶ウエーハの表面上のPID測定を、コンフォーカル光学系のレーザー顕微鏡（レーザーテック社製MAGICS）を用いて行った。MAGICSの測定条件は、Normal Scan、Slice Level 24mVとし、直径200mmウエーハの測定値は直径300mmの面積当たりの数に換算した。測定された欠陥が、実際に研磨工程において導入されたPIDであることの判別は困難であるが、本明細書中においては、コンフォーカル光学系のレーザー顕微鏡を用いて測定できる欠陥をPIDとみなす。

[0038] PIDの個数はそれぞれ、31個（試料1）、47個（試料2）であった。なお、いずれの試料においても、PIDの1/3程度が線状突起であり、2/3程度が微小LPDであり、その他の欠陥種はわずかであった。

[0039] （実験例2）

実験例1と同様に、1次研磨の直前まで各種処理を行ったシリコン単結晶ウエーハを2枚用意した。用意したシリコン単結晶ウエーハは直径200mm、P型（比抵抗 $1\Omega\text{cm}$ 以上）のCZシリコン単結晶ウエーハである。但し、研磨布として使用時間が5000分程度経過したものをを用いて、定盤の回転速度を25rpm（試料3）、40rpm（試料4）としてシリコン単結晶ウエーハの仕上げ研磨を行った。このとき、研磨代はそれぞれ、22.4nm（試料3）、36.4nm（試料4）であり、研磨速度はそれぞれ、8.96nm/min（試料3）、14.6nm/min（試料4）であった。

PIDの個数は実験例1と同様に測定し、それぞれ、61個（試料3）、110個（試料4）であり、それぞれ1/3程度が線状突起であり、2/3程度が微小LPDであり、その他の欠陥種はわずかであった。

[0040] 実験例1、2から得られた仕上げ研磨工程における研磨速度とPID個数との関係を図1に示した。

図1より、研磨速度とPID個数との間に正の相関関係があることがわかる。

また、実験例 1 と実験例 2 では、異なる使用時間（パッドライフ）の研磨布を使用したため、同一の定盤回転速度の場合でも研磨速度が異なっているが、研磨速度と P I D 個数との関係に着目すれば、相関関係があることが確認できた。

[0041] （実験例 3）

まず、1 次研磨の直前まで各種処理を行ったシリコン単結晶ウエーハを 6 枚用意した。用意したシリコン単結晶ウエーハは直径 200 mm、P 型（比抵抗 $1 \Omega \text{ cm}$ 以上）の CZ シリコン単結晶ウエーハである。

次に、1 次研磨を、片面研磨装置で、研磨布をポリウレタン不織布、研磨スラリーを NaOH ベースコロイダルシリカとし、研磨代をおよそ 8 ~ 12 μm として行った。

次に、2 次研磨を、片面研磨装置で、研磨布をポリウレタン不織布、研磨スラリーを NaOH ベースコロイダルシリカとし、研磨代をおよそ 0.5 ~ 1.5 μm として行った。

[0042] 次に、仕上げ研磨を、図 6 に示したような片面研磨装置を用い、研磨布をポリウレタンスウェード、研磨スラリーを NH_4OH ベースコロイダルシリカとして行った。ただし、研磨ヘッドの回転速度を一定にし、定盤の回転速度、研磨時間を下記の表 1 のようにして研磨を行った。

研磨後に仕上げ研磨における研磨代を測定した結果、表 1 中に示すような研磨代、研磨速度であった。

[0043] [表 1]

試料番号	ウエーハ直径 (mm)	定盤回転速度	研磨時間	研磨代 (nm)	研磨速度 (nm/min)
5	200	10rpm	6分	64.1	10.7
6	200	10rpm	12分	119.4	10.0
7	200	5rpm	6分	43.5	7.26
8	200	5rpm	12分	72.1	6.01
9	200	2rpm	12分	39.1	3.26
10	200	2rpm	30分	75.3	2.51

[0044] 試料 5 ~ 10 の P I D 個数を実験例 1 と同様に測定し、図 2 に仕上げ研磨工程における研磨速度と P I D 個数との関係を示した。

図 2 から、研磨速度と P I D 個数との間に正の相関関係があることがわかる。

[0045] また、実験例 3 における研磨代と P I D 個数との関係を図 4 に示した。図 4 より、ほぼ同一の研磨速度で研磨され、研磨代が異なる試料間（すなわち、同じ定盤回転速度で異なる研磨時間研磨された試料間）において、相関関係はなかった。すなわち、研磨代自体と P I D 個数の間には直接的には相関関係がないことがわかる。

[0046] (実験例 4)

実験例 1 と同様に、但し、直径 300 mm、P 型（比抵抗 $1 \Omega \text{ cm}$ 以上）の C Z シリコン単結晶ウエーハを 4 枚用意し、仕上げ研磨を、定盤回転数を 43、30、20、10 rpm（試料 11 ~ 14）として行った。このとき、研磨代はそれぞれ 44.6、29.4、18.2、6.17 nm であり、研磨速度はそれぞれ 19.1、12.6、7.83、2.65 nm/min であった。

試料 11 ~ 14 の P I D 個数を実験例 1 と同様に測定し、仕上げ研磨工程における研磨速度と P I D 個数との関係を図 3 に示した。

図 3 から、研磨速度と P I D 個数との間に正の相関関係があることがわかる。

[0047] 実験例 1 ~ 4 のそれぞれの仕上げ研磨における研磨条件及び P I D 個数を表 2 にまとめた。

[0048]

[表2]

実験例 番号	試料 番号	ウエーハ直径 (mm)	研磨速度 (nm/min)	PID個数(個) (注)直径300mm ウエーハ換算
1	1	200	3.32	31
	2		8.24	47
2	3	200	8.96	61
	4		14.6	110
3	5	200	10.7	102
	6		10.0	98
	7		7.26	82
	8		6.01	78
	9		3.26	61
	10		2.51	53
4	11	300	19.1	160
	12		12.6	110
	13		7.83	66
	14		2.65	36

[0049] 以上の実験結果から、仕上げ研磨工程における研磨速度は10 nm/min以下とすれば、PIDの発生を効果的に抑制することができ、直径300 mmウエーハ換算で100個程度未満のように非常に少ない研磨ウエーハとすることができることがわかった。また、研磨速度をさらに遅くすればPID個数をさらに抑制することができ、例えば、研磨速度を5 nm/min以下とすれば、PID個数を80個程度以下に抑制することができることがわかった。

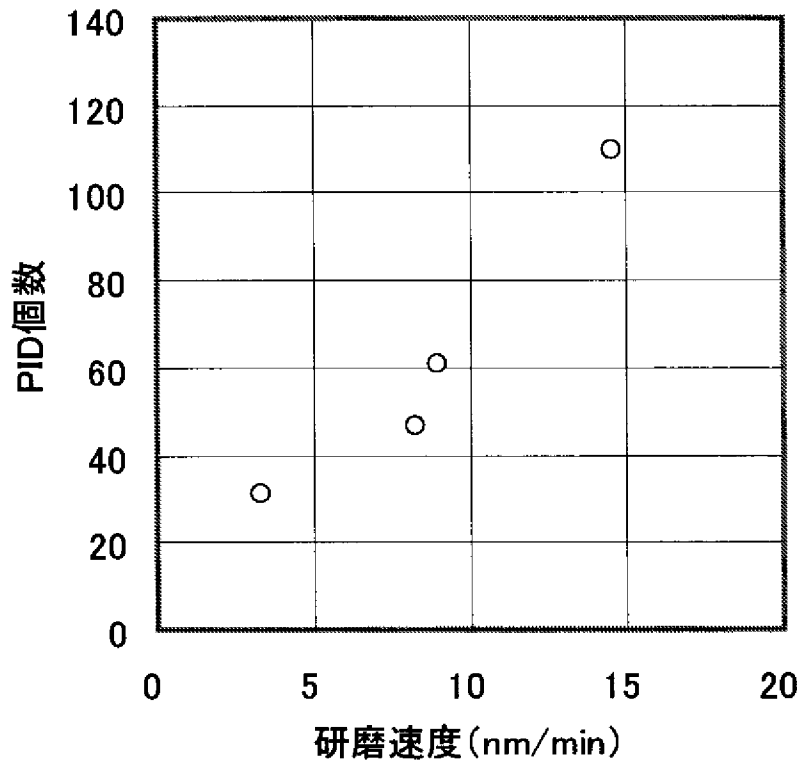
[0050] なお、仕上げ研磨工程における研磨速度の下限は特に限定されないが、生産性との兼ね合いや、ヘイズの低減効果、制御のしやすさ等によって決定し、例えば、0.1 nm/min以上とすることができる。

[0051] 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。

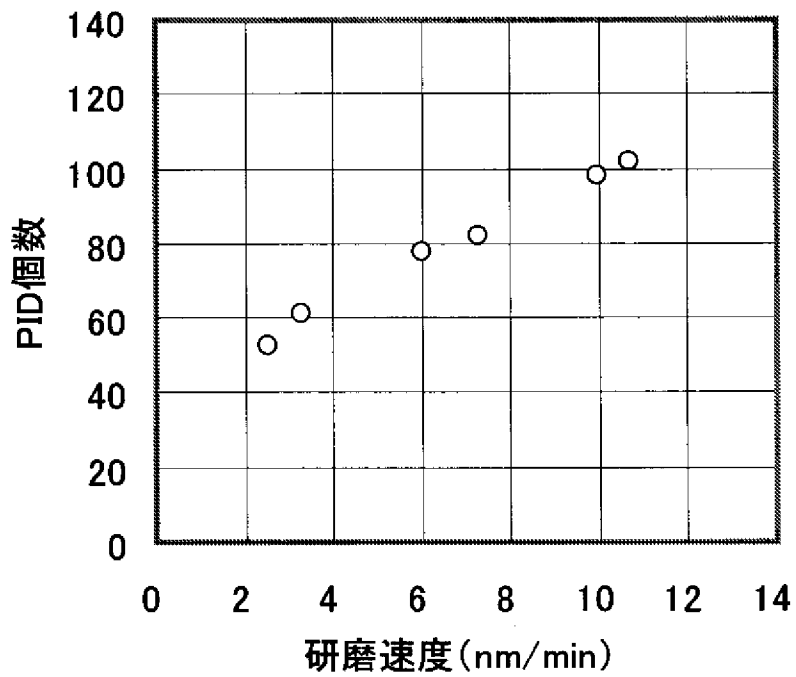
請求の範囲

- [1] シリコン単結晶ウエーハと研磨布との間に研磨スラリーを介在させて前記シリコン単結晶ウエーハを研磨する複数段の研磨工程のうち、最終段である仕上げ研磨工程において、研磨速度を、 $10\text{ nm}/\text{min}$ 以下として仕上げ研磨することを特徴とするシリコン単結晶ウエーハの仕上げ研磨方法。
- [2] 前記仕上げ研磨における研磨速度を、前記研磨されるシリコン単結晶ウエーハと前記研磨布との相対速度を調節することにより調節することを特徴とする請求項1に記載のシリコン単結晶ウエーハの仕上げ研磨方法。
- [3] 前記仕上げ研磨における研磨代を、 5 nm 以上とすることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のシリコン単結晶ウエーハの仕上げ研磨方法。
- [4] 前記仕上げ研磨工程の少なくとも終了時点における研磨速度を、 $10\text{ nm}/\text{min}$ 以下とすることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載のシリコン単結晶ウエーハの仕上げ研磨方法。
- [5] 請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載のシリコン単結晶ウエーハの仕上げ研磨方法によって仕上げ研磨されたシリコン単結晶ウエーハであって、ウエーハ表面のPIDが、直径 300 mm ウエーハ換算で 100 個未満であることを特徴とするシリコン単結晶ウエーハ。

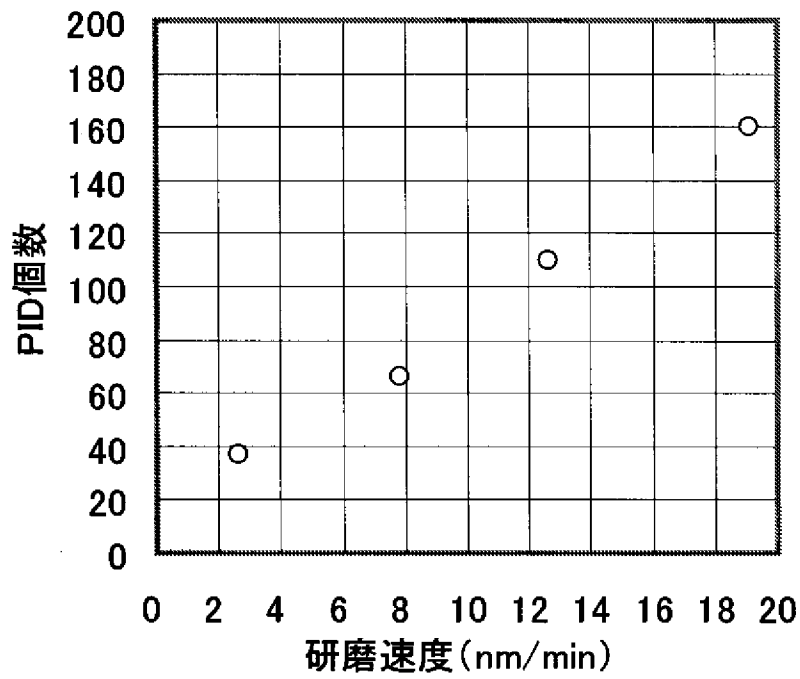
[図1]



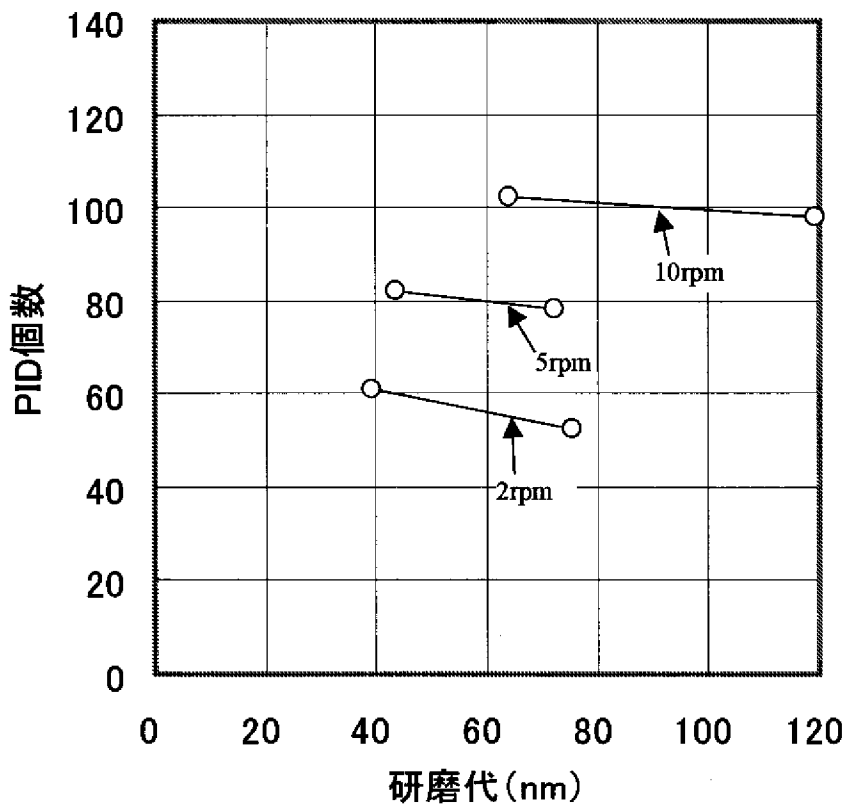
[図2]



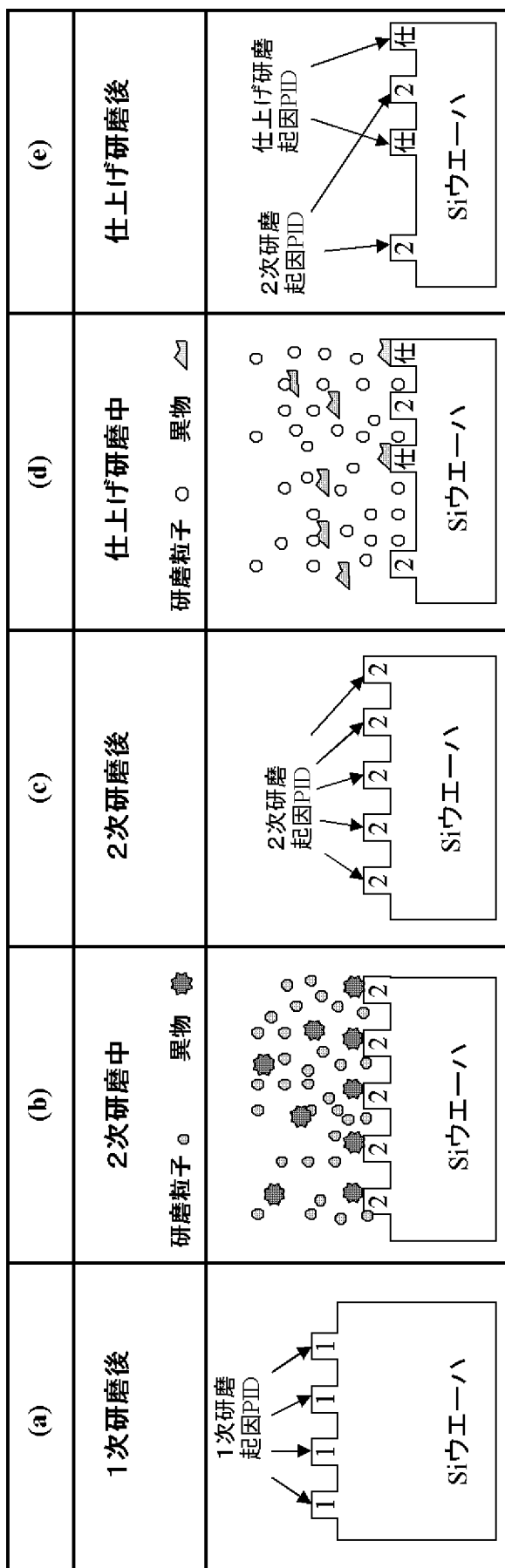
[図3]



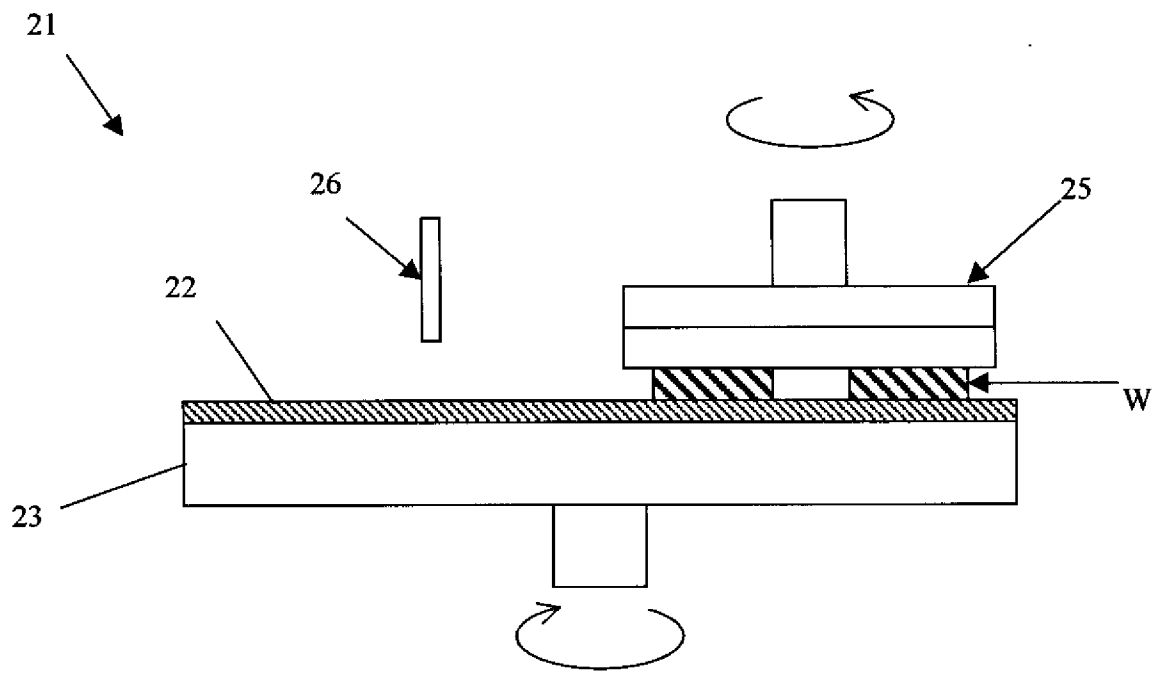
[図4]



[図5]

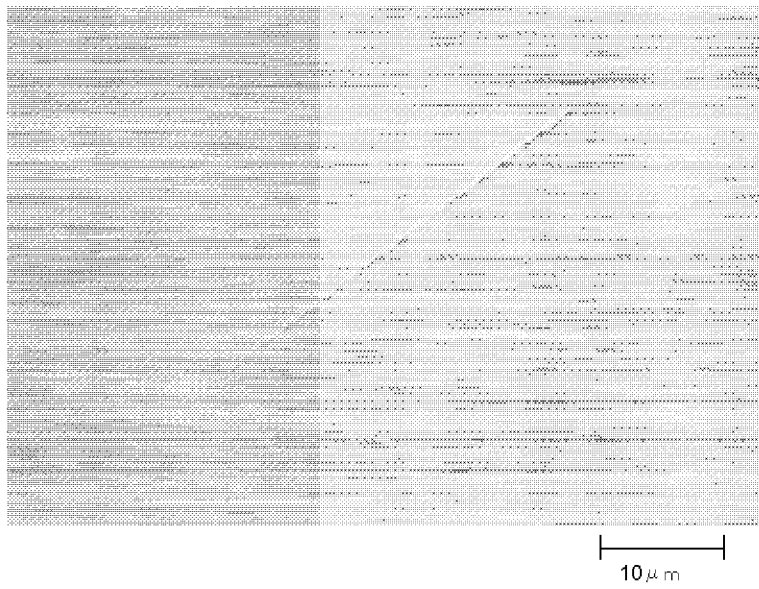


[図6]

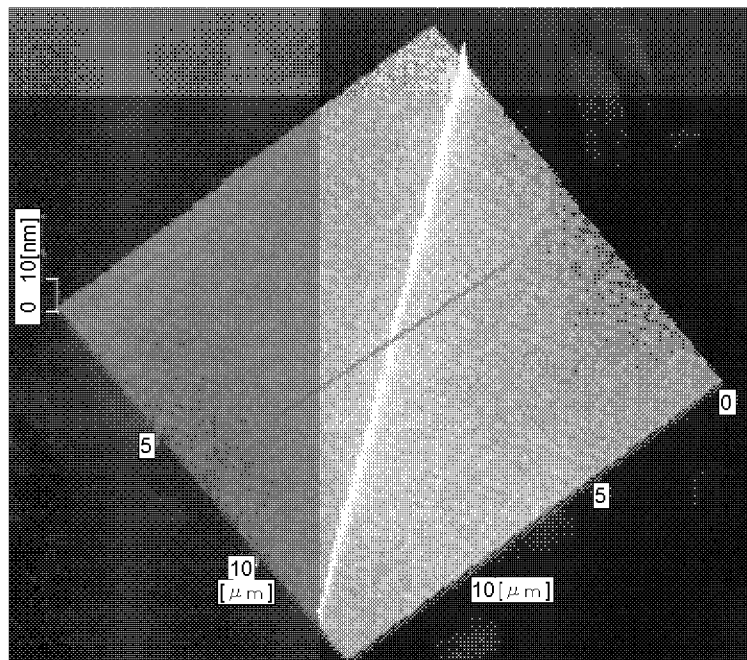


[図7]

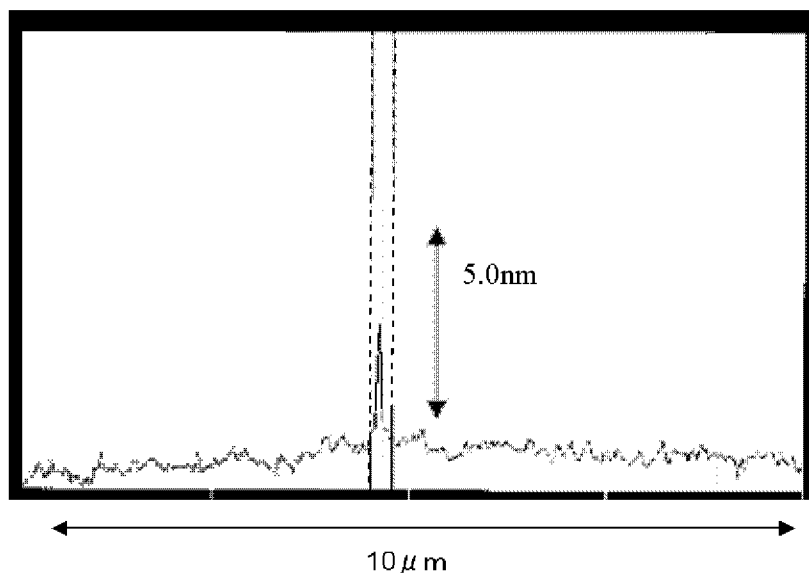
(a)



(b)



(c)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/000101

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L21/304 (2006.01) i, B24B37/02 (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)
H01L21/304, B24B37/02

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	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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.
X	JP 2-114526 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 26 April, 1990 (26.04.90), Full text (Family: none)	1-5

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 28 April, 2008 (28.04.08)	Date of mailing of the international search report 13 May, 2008 (13.05.08)
--	---

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 (IPC))
 Int.Cl. H01L21/304(2006.01)i, B24B37/02(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 (IPC))
 Int.Cl. H01L21/304, B24B37/02

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 1971-2008年
 日本国実用新案登録公報 1996-2008年
 日本国登録実用新案公報 1994-2008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 請求の範囲の番号
X	JP 2-114526 A (信越半導体株式会社) 1990.04.26, 全文 (ファミリーなし)	1-5

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 28.04.2008	国際調査報告の発送日 13.05.2008
--------------------------	--------------------------

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) 小野田 達志	3 P	3117
	電話番号 03-3581-1101 内線 3364		