

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008年11月13日 (13.11.2008)

PCT

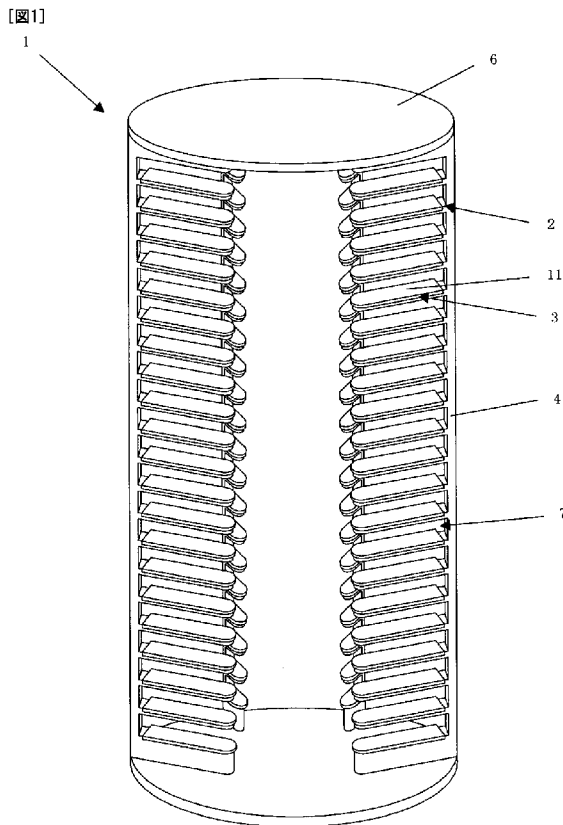
(10) 国際公開番号
WO 2008/136181 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/324 (2006.01) H01L 21/683 (2006.01)
H01L 21/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/000977
- (22) 国際出願日: 2008年4月14日 (14.04.2008)
- (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2007-120922 2007年5月1日 (01.05.2007) 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.)
- (72) 発明者; および
- (73) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小林 武史 (KOBAYASHI, Takeshi) [JP/JP]; 〒9618061 福島県西白河郡西郷村大字小田倉字大平150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, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN,

[続葉有]

(54) Title: WAFER SUPPORTING JIG, VERTICAL HEAT TREATMENT BOAT INCLUDING THE SAME, AND MANUFACTURING METHOD OF WAFER SUPPORTING JIG

(54) 発明の名称: ウエーハ支持治具およびこれを備えた縦型熱処理用ボートならびにウエーハ支持治具の製造方法



(57) Abstract: A wafer supporting jig having a supporting surface for supporting a wafer to be treated while the wafer to be treated is mounted thereon at least during heat treatment. The skewness R_{sk} of the supporting surface for supporting the wafer to be treated is $0 < R_{sk} < 10$, there is no projection with a height of $30 \mu\text{m}$ or higher over the whole area of the supporting surface, and within any area of 1mm^2 thereof, there are projections of 10^0 or more but not exceeding 10^5 with a height of $2 \mu\text{m}$ or higher and lower than $30 \mu\text{m}$. Consequently, there are provided the wafer supporting jig which makes it possible that when the wafer to be treated such as a semiconductor wafer is heat-treated by a vertical heat treatment furnace, the friction and fixation between the supporting surface of the wafer supporting jig and the wafer are reduced and thanks to appropriate size distribution of projections on the supporting surface, the occurrence of slip dislocation is prevented, a vertical heat treatment boat including the same, and a manufacturing method of the wafer supporting jig.

(57) 要約: 本発明は、少なくとも、熱処理するときに被処理ウエーハを載置して支持する支持面を有するウエーハ支持治具であって、前記被処理ウエーハを支持する支持面におけるスキューネス R_{sk} が $0 < R_{sk} < 10$ であるとともに、前記支持面全域に高さ $30 \mu\text{m}$ 以上の突起状物が無かつ任意の 1mm^2 内に高さが $2 \mu\text{m}$ 以上 $30 \mu\text{m}$ 未満の突起状物を 10^0 個以上 10^5 個以下有するものであるウエーハ支持治具である。これにより、縦型熱処理炉により半導体ウエーハ等の被処理ウエーハを熱処理する際、ウエーハ支持治具の支持面/ウエーハの

摩擦や固着を低減できるとともに、支持面における突起状物のサイズ分布が適切であり、スリップ転位の発生

[続葉有]



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.

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, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

明 細 書

ウエーハ支持治具およびこれを備えた縦型熱処理用ポートならびに ウエーハ支持治具の製造方法

技術分野

- [0001] 本発明は、主に半導体ウエーハ等の被処理ウエーハを熱処理する際に使用するウエーハ支持治具およびこれを備えた縦型熱処理用ポートに関し、特に、熱処理時にスリップ転位が被処理ウエーハに発生するのを抑制することができるウエーハ支持治具および縦型熱処理用ポートに関する。

背景技術

- [0002] 半導体単結晶ウエーハ、例えばシリコンウエーハを用いてデバイスを作製する場合、ウエーハの加工プロセスから素子の形成プロセスまで多数の工程が介在し、その一つに熱処理工程がある。熱処理工程は、ウエーハの表層における無欠陥層の形成、ゲッタリング、結晶化、酸化膜形成、不純物拡散等を目的として行われる重要なプロセスである。
- [0003] このような熱処理工程、例えば、酸化や不純物拡散に用いられる拡散炉（酸化・拡散装置）としては、ウエーハの大口径化に伴い、多数のウエーハを所定の間隔をあけて水平に支持した状態で熱処理を行う縦型の熱処理炉が主に用いられている。そして、縦型熱処理炉を用いてウエーハを熱処理する際には、多数のウエーハをセットするための縦型熱処理用ポート（以下、単にポートという場合がある）が用いられる。
- [0004] 図４は、従来の一般的な縦型熱処理用ポート２１０の概略を示している。４本の支柱（ロッド）２１４の両端部に一對の板状部材（連結部材、あるいは天板と底板とも言う）２１６が連結されている。各支柱２１４には多数のスリット２１１が形成され、各スリット２１１間の凸部がウエーハの支持部２１２として作用する。被処理ウエーハ（以下、単にウエーハということがある）を熱処理する際には、図５（Ａ）の平面図、図５（Ｂ）の正面図に示

したように、各支柱 2 1 4 の同じ高さに形成されている支持部 2 1 2 にウエーハ W の外周部を載置することでウエーハ W が水平に支持されることになる。

[0005] 図 6 は、縦型熱処理炉の一例を示す概略図である。縦型熱処理炉 2 2 0 の反応室 2 2 2 の内部に搬入された熱処理用ボート 2 1 0 には多数のウエーハ W が水平に支持されている。熱処理の際には、ウエーハ W は、反応室 2 2 2 の周囲に設けられたヒータ 2 2 4 によって加熱されることになる。熱処理中、反応室 2 2 2 にはガス導入管 2 2 6 を介してガスが導入され、上方から下方に向かって流れてガス排気管 2 2 8 から外部に排出される。使用するガスは熱処理の目的によって異なるが、主として H_2 、 N_2 、 O_2 、 Ar 等が用いられる。不純物拡散の場合には、これらのガスを不純物化合物ガスのキャリアガスとしても使用する。

[0006] 縦型熱処理用ボート 2 1 0 におけるウエーハ支持部 2 1 2 は種々の形状が採用されており、図 7 (A) (B) はそれぞれ一例を示している。(A) の方は、半円柱形状の支柱 2 1 4 に凹み状のスリット (溝) 2 1 1 を設けることで半円形の支持部 2 1 2 を形成したものである。一方、(B) の方は、(A) のものよりもウエーハ W の中心に近い箇所を支持するために幅の広い角柱形状の支柱 2 1 5 に凹み状のスリット 2 1 1 を設けて長方形の支持部 2 1 3 を形成したものである。他にも、スリット形状を円弧状にしたものや、鉤形状にしたものなどもある。

[0007] さらに、これらの支持部 2 1 2、2 1 3 でウエーハ W を直接支持するのではなく、各支持部 2 1 2、2 1 3 にウエーハ支持治具を着脱可能に装着し、このウエーハ支持治具にウエーハ W を載置して支持する形態のものも挙げられる。

[0008] さて、このような被処理ウエーハと直接接触して支持するウエーハ支持治具 (あるいは支持部) のウエーハとの接触面 (支持面) について述べる。

特開平 9-283455 号公報には、スリップを抑制するためにこの支持面の表面粗さ R_a を $0.5 \mu m$ 以下にして、ウエーハの自重により応力が集

中してしまう要因を取り除くことが記載されている。

一方、特開2000-269150号公報には、支持面をあまり平滑にし過ぎると、ウエーハとウエーハ支持治具が部分的に固着するため、支持面の表面粗さ R_a を $0.3\mu m$ 以上にすることが記載されている。

このように、自重応力集中防止や、ウエーハ／ウエーハ支持治具の固着防止を両立させるためには、表面粗さを最適領域に調整する必要があり、研削加工やサンドブラスト加工などの方法で表面粗さ調整が行なわれている。

[0009] しかし、こうした方法で調整されたウエーハ支持面を用いても、熱処理時の昇降温速度を加速したり、ポートピッチを縮小したりして、熱応力要因を増大させると、スリップを抑えきることができなかった。これは、ウエーハおよびウエーハ支持治具の熱変形の影響と考えられる。ウエーハとウエーハ支持治具との間に摩擦や固着がある場合、昇降温時に熱変形を妨げる応力が発生する。昇降温速度を加速したり、ポート溝ピッチを縮小したりすると、熱変形の速度が速くなってウエーハがウエーハ支持治具上を滑ることなどによる変形緩和が追い付かなくなるため、応力が増大してスリップが発生するものと考えられる。

[0010] この応力を低減するために、特許3328763号公報にはウエーハ支持治具にコロを用いて、ウエーハとウエーハ支持治具との間の摩擦を低減する方法が記載されている。しかし、コロを載置する凹部を精度高く加工することが難しく、ポートの製造コストが高くなるなどの問題があった。

発明の開示

[0011] そこで、本発明者は、ウエーハ支持治具の支持面／ウエーハの摩擦や固着について鋭意研究を行ったところ、この摩擦・固着を低減するにあたっては、ウエーハ支持治具の支持面におけるスキューネス (R_{sk}) が重要な要素の一つであることを発見した。

ここで、この R_{sk} について述べる。

例えば研削等によって形成されたウエーハ支持治具の支持面においては、

実際には微小な凹凸が存在し、その断面は振幅曲線を描いている。 R_{sk} とは、この振幅曲線が平均線の上下どちらに偏っているかを示すパラメータである。

[0012] 研削やサンドブラストでウエーハ支持治具の表面を加工して支持面とした場合、支持面には条痕や窪みが発生するため、例えば図2に示すように、振幅曲線が平均線よりも上に偏る場合が多く、 R_{sk} がマイナスの値となる。

これに対し、図3のように、支持面が剣山のような形状の場合、振幅曲線が平均線より下に偏って、 R_{sk} はプラスの値となる。

[0013] そして、本発明者は、従来のサンドブラスト等により形成され、 R_{sk} がマイナスとなる支持面の場合に対し、支持面の R_{sk} をプラスにすることで、ウエーハとウエーハ支持治具との摩擦・固着が低減され、スリップ転位を抑制するにあたり高い効果を発揮できることを見出した。

さらに、本発明者は、逆に R_{sk} が大きすぎると、ウエーハとウエーハ支持治具との接触が少なくなりすぎて自重応力集中が起こり、スリップが発生してしまうことを見出した。すなわち、 R_{sk} には最適領域が存在する。

[0014] また、 R_{sk} の調整について本発明者は以下のことを見出した。

R_{sk} は、支持面に故意に突起状物を形成して、この突起状物の密度と高さをコントロールすることによって調整が可能である。突起状物の密度を少なくするにつれて、また、突起状物を高くするにつれて R_{sk} 値が増大するので、最適の R_{sk} 値が得られるように突起状物の密度、高さを調整する。

そして、この突起状物のサイズ分布の調整も必要である。他の突起状物より極端に大きい突起状物が存在すると、これを要因として自重応力集中が起きるので、極端に大きな突起状物がなく、大きめの突起状物の高さを揃え、適度な密度で配置する必要がある。

[0015] 本発明は、上記本発明者が見出した問題点を鑑みてなされたもので、縦型熱処理炉により半導体ウエーハ等の被処理ウエーハを熱処理する際、ウエーハ支持治具の支持面／ウエーハの摩擦や固着を低減できるとともに、支持面における突起状物のサイズ分布が適切であり、スリップ転位の発生を抑制す

ることができるウエーハ支持治具、これを備えた縦型熱処理用ボート、さらにはウエーハ支持治具の製造方法を提供することを目的とする。

[0016] 上記目的を達成するために、本発明は、少なくとも、熱処理するときに被処理ウエーハを載置して支持する支持面を有するウエーハ支持治具であって、前記被処理ウエーハを支持する支持面におけるスキューネス R_{sk} が $0 < R_{sk} < 10$ であるとともに、前記支持面全域に高さ $30\mu m$ 以上の突起状物が無くかつ任意の $1mm^2$ 内に高さが $2\mu m$ 以上 $30\mu m$ 未満の突起状物を 10^0 個以上 10^5 個以下有するものであることを特徴とするウエーハ支持治具を提供する。

[0017] このように、少なくとも、熱処理するときに被処理ウエーハを載置して支持する支持面を有するウエーハ支持治具であって、前記被処理ウエーハを支持する支持面におけるスキューネス R_{sk} が $0 < R_{sk} < 10$ であれば、支持面において、ウエーハ支持治具と被処理ウエーハの摩擦・固着を低減することができ、これを起因とするスリップ転位の発生を効果的に抑制することができる。

[0018] さらに、支持面全域に高さ $30\mu m$ 以上の突起状物が無くかつ任意の $1mm^2$ 内に高さが $2\mu m$ 以上 $30\mu m$ 未満の突起状物を 10^0 個以上 10^5 個以下有するものであるので、他の突起状物よりも極端に大きい突起状物が存在することなく、適度な高さおよび密度の突起状物を有しており、その結果、載置する被処理ウエーハの自重による応力集中、さらにはこの応力集中を起因とするスリップ転位の発生を防ぐことができる。また、このような適度な高さおよび密度の突起状物を有しているので、 R_{sk} が上記範囲に調整されたものとなる。

[0019] この場合、前記支持面に突起状物を有するウエーハ支持治具は、エッチング液でエッチング可能な母材中に、前記突起状物となる粒子が分散添加されたものであり、前記突起状物は、前記エッチング液で前記母材がエッチングされて、前記分散添加された粒子により支持面に形成されたものとするのが好ましい。

このようなウエーハ支持治具であれば、エッチング液で母材がエッチングされて、母材中に分散添加された粒子により、支持面に突起状物が均一かつ容易に形成されたものとすることができる。

[0020] このとき、前記エッチング液でエッチング可能な母材が石英であり、前記分散添加された粒子が炭化珪素またはシリコンであるものとすることができる。

そして、前記母材をエッチング可能なエッチング液が、フッ酸を含む溶液であるものとすることができる。

また、前記エッチング液でエッチング可能な母材がシリコンであり、前記分散添加された粒子が炭化珪素であるものとすることができ、前記母材をエッチング可能なエッチング液が、フッ酸および硝酸を含む溶液であるものとすることができる。

母材や、母材中に分散添加された粒子、エッチング液が上記のようなものであれば、ウエーハ支持治具の支持面に所望の突起状物を容易に形成することが可能である。

[0021] また、前記支持面に突起状物を有するウエーハ支持治具は、多結晶体が熱処理されて、前記突起状物が支持面に形成されたものとするのが好ましい。

このように、多結晶体が熱処理されて、前記突起状物が支持面に形成されたものであれば、ウエーハ支持治具の支持面に突起状物が均一かつ容易に形成されたものとすることができる。

[0022] このとき、前記多結晶体の熱処理が、減圧雰囲気下で行われたものとすることができ、また、前記多結晶体の熱処理が、不活性ガスを含む雰囲気、水素ガスを含む雰囲気、これらの混合ガス雰囲気のいずれかで行われたものとすることができる。

このように、多結晶体の熱処理が、減圧雰囲気下で行われたもの、また、不活性ガスを含む雰囲気、水素ガスを含む雰囲気、これらの混合ガス雰囲気のいずれかで行われたものであれば、ウエーハ支持治具の支持面に所望の突起状物が効率よく形成されたものとすることができる。

[0023] そして、前記熱処理される多結晶体が、シリコンまたは炭化珪素の多結晶体のものとすることができる。

このように、熱処理される多結晶体が、シリコンまたは炭化珪素の多結晶体のものであれば、支持面に容易に突起状物が形成されたものとすることができる。

[0024] また、本発明は、前記のウエーハ支持治具を備えた縦型熱処理用ポートであって、少なくとも、複数の支柱と、各支柱の両端部に連結した一对の板状部材とを有し、前記各支柱に、前記被処理ウエーハを水平に支持するための複数の支持部が形成されており、該複数の支持部に、前記被処理ウエーハが各々一枚ずつ載置されて支持される前記ウエーハ支持治具が着脱可能に装着されているものであることを特徴とする縦型熱処理用ポートを提供する。

[0025] このような縦型熱処理用ポートであれば、被処理ウエーハを水平に支持するための複数の支持部に、前記被処理ウエーハが各々一枚ずつ載置されて支持される前記のウエーハ支持治具が着脱可能に装着されているものであるので、ウエーハ支持治具と被処理ウエーハの摩擦・固着を低減することができ、スリップ転位の発生を効果的に抑制することができる。

さらに、支持面において、ウエーハ支持治具の支持面に極端に大きい突起状物が存在することなく、適度な高さおよび密度の突起状物を有しているので、被処理ウエーハの自重による応力集中ひいてはスリップ転位の発生を効果的に防止することができる。

[0026] また、本発明は、熱処理するときに支持面で被処理ウエーハを載置して支持するウエーハ支持治具を製造する方法であって、前記ウエーハ支持治具の母材中に突起状物となる粒子を分散して添加し、前記母材をエッチング液でエッチングして、前記支持面に前記分散添加された粒子で突起状物を形成し、前記支持面におけるスキューネス R_{s_k} を $0 < R_{s_k} < 10$ にするとともに、前記支持面全域に高さ $30 \mu m$ 以上の突起状物が無くかつ任意の $1 mm^2$ 内に高さが $2 \mu m$ 以上 $30 \mu m$ 未満の突起状物を 10^0 個以上 10^5 個以下有するウエーハ支持治具を製造することを特徴とするウエーハ支持治具の製造方法

を提供する。

[0027] このようなウエーハ支持治具の製造方法であれば、ウエーハ支持治具の母材中に突起状物となる粒子を分散して添加し、母材をエッチング液でエッチングして、支持面に分散添加された粒子で突起状物を形成するので、均一かつ容易に支持面に突起状物を形成することができる。

そして、支持面におけるスキューネス $R_{s,k}$ を $0 < R_{s,k} < 10$ にするとともに、支持面全域に高さ $30\mu\text{m}$ 以上の突起状物が無かつ任意の 1mm^2 内に高さが $2\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 未満の突起状物を 10^0 個以上 10^5 個以下有するウエーハ支持治具を製造するので、ウエーハ支持治具と被処理ウエーハの摩擦・固着を低減することができ、スリップ転位の発生を効果的に抑制することが可能であり、また、載置する被処理ウエーハの自重による応力集中、さらにはこの応力集中を起因とするスリップ転位の発生を防ぐことが可能なウエーハ支持治具を得ることができる。

しかも、この製造方法であれば、製造後に突起状物が脱離することもきわめて少なく、パーティクル汚染が発生するのを防止できる。

[0028] このとき、前記エッチング液でエッチングする母材を石英とし、前記分散添加する粒子を炭化珪素またはシリコンとすることができ、そして、前記母材をエッチングするエッチング液を、フッ酸を含む溶液とすることができる。

また、前記エッチング液でエッチングする母材をシリコンとし、前記分散添加する粒子を炭化珪素とすることができ、そして、前記母材をエッチングするエッチング液を、フッ酸および硝酸を含む溶液とすることができる。

母材や、母材中に分散添加する粒子、エッチング液を上記のようなものとすることにより、ウエーハ支持治具の支持面に所望の突起状物を容易に形成することが可能である。

[0029] また、本発明は、熱処理するときに支持面で被処理ウエーハを載置して支持するウエーハ支持治具を製造する方法であって、前記ウエーハ支持治具の母材となる多結晶体を熱処理して、前記支持面に突起状物を形成し、前記支

持面におけるスキューネス R_{sk} を $0 < R_{sk} < 10$ にするとともに、前記支持面全域に高さ $30\mu\text{m}$ 以上の突起状物が無くかつ任意の 1mm^2 内に高さが $2\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 未満の突起状物を 10^0 個以上 10^5 個以下有するウエーハ支持治具を製造することを特徴とするウエーハ支持治具の製造方法を提供する。

[0030] このようなウエーハ支持治具の製造方法であれば、前記ウエーハ支持治具の母材となる多結晶体を熱処理して、前記支持面に突起状物を形成するので、均一かつ容易に支持面に突起状物を形成することができる。

そして、支持面におけるスキューネス R_{sk} を $0 < R_{sk} < 10$ にするとともに、支持面全域に高さ $30\mu\text{m}$ 以上の突起状物が無くかつ任意の 1mm^2 内に高さが $2\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 未満の突起状物を 10^0 個以上 10^5 個以下有するウエーハ支持治具を製造するので、ウエーハ支持治具と被処理ウエーハの摩擦・固着を低減することができ、スリップ転位の発生を効果的に抑制することが可能であり、また、載置する被処理ウエーハの自重による応力集中、さらにはこの応力集中を起因とするスリップ転位の発生を防ぐことが可能なウエーハ支持治具を得ることができる。

また、突起状物が脱離することによるパーティクル汚染を防止することができる。

[0031] このとき、前記多結晶体の熱処理を、減圧雰囲気下で行うことができ、また、前記多結晶体の熱処理を、不活性ガスを含む雰囲気、水素ガスを含む雰囲気、これらの混合ガス雰囲気のいずれかで行うことができる。

このように、多結晶体の熱処理を、減圧雰囲気下、また、不活性ガスを含む雰囲気、水素ガスを含む雰囲気、これらの混合ガス雰囲気のいずれかで行えば、ウエーハ支持治具の支持面に所望の突起状物を効率よく形成することが可能である。

[0032] そして、前記熱処理する多結晶体を、シリコンまたは炭化珪素の多結晶体とすることができる。

このように、熱処理する多結晶体を、シリコンまたは炭化珪素の多結晶体

とすれば、支持面に容易に突起状物を形成することができる。

[0033] さらに、本発明は、熱処理するときに支持面で被処理ウエーハを載置して支持するウエーハ支持治具を製造する方法であって、前記ウエーハ支持治具の母材中に突起状物となる粒子を分散して添加し、前記母材をエッチング液でエッチングして、前記支持面に前記分散添加された粒子で突起状物を形成するか、前記ウエーハ支持治具の母材となる多結晶体を熱処理して、前記支持面に突起状物を形成して、前記支持面に突起状物を有するウエーハ支持治具を製造することを特徴とするウエーハ支持治具の製造方法を提供する。

[0034] このようなウエーハ支持治具の製造方法であれば、ウエーハ支持治具の母材中に突起状物となる粒子を分散して添加し、母材をエッチング液でエッチングして、支持面に分散添加された粒子で突起状物を形成するか、ウエーハ支持治具の母材となる多結晶体を熱処理して、支持面に突起状物を形成するので、均一かつ容易に支持面に所望の突起状物が形成されたウエーハ支持治具を製造することができる。

[0035] 本発明のウエーハ支持治具、縦型熱処理用ポートであれば、支持面に載置される被処理ウエーハとの摩擦や固着を低減することができ、また、被処理ウエーハの自重による応力集中が発生することを防止することができ、ひいては被処理ウエーハにスリップ転位が生じるのを効果的に防ぐことが可能である。

また、本発明のウエーハ支持治具の製造方法であれば、支持面に突起状物を均一かつ容易に形成することができ、上記のようなスリップ転位の発生を効果的に防止することができるウエーハ支持治具を得ることができるし、支持面に形成された突起状物は脱離しにくく、パーティクル汚染の発生を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0036] [図1]本発明のウエーハ支持治具および縦型熱処理用ポートの一例を示す概略図である。

[図2] R_{sk} がマイナスの値をとる場合の一例を示す説明図である。

[図3] R_{sk} がプラスの値をとる場合の一例を示す説明図である。

[図4] 従来の縦型熱処理用ボートの一例を示す概略図である。

[図5] 従来の縦型熱処理用ボートにウエーハをセットした状態を示す説明図である。

[図6] 縦型熱処理炉の一例を示す概略図である。

[図7] 従来の縦型熱処理用ボートにおけるウエーハ支持部を示す概略図である。

[図8] 触針式表面粗さ測定器を用いた表面形状の測定方法を説明する説明図である。(A) 側面図、(B) 上面図である。

発明を実施するための最良の形態

[0037] 以下では、本発明のウエーハ支持治具およびこれを備えた縦型熱処理用ボート、さらにはウエーハ支持治具の製造方法について、図面を参照しながら詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

図1に、本発明のウエーハ支持治具およびこれを備えた縦型熱処理用ボートの一例の概略を示す。

この縦型熱処理用ボート1は、4本の支柱4と、各支柱4の両端部に連結した一対の板状部材6とを有している。各支柱4には、それぞれ同じ高さの位置に複数のスリット(溝)7が等間隔で形成されており、スリット7間の凸部が半導体ウエーハの支持部2として作用する。そして、この本発明の縦型熱処理用ボート1では、各支柱4の支持部2に本発明であるウエーハ支持治具3が着脱可能に装着される。ウエーハを熱処理する際には、各支柱4の同じ高さの支持部2に装着したウエーハ支持治具3上に各々1枚ずつウエーハが載置される。

なお、ウエーハ支持治具3以外は、例えば従来と同様のものとすることができ、特に限定されない。

[0038] ここで、ウエーハ支持治具3についてさらに詳しく述べる。

本発明者は、ウエーハ支持治具の支持面について鋭意研究を行った結果、

まず、支持面の表面粗さに関して、以下のことを見出した。

まず、従来のウエーハ支持治具について述べると、上述したように、その支持面は研削やサンドブラストで加工されたものであり条痕や窪みが形成されている。したがって、このような従来の支持面においては、図2に示すようにスキューネス R_{sk} はマイナスの値となる。このとき、ウエーハ支持治具とそれに載置して支持する被処理ウエーハの間において摩擦や固着は比較的大きなものとなる。

[0039] 一般に、被処理ウエーハを熱処理するとき、例えば熱処理温度を昇降温すると被処理ウエーハに熱変形が生じるが、このとき、被処理ウエーハがウエーハ支持治具上を滑ることなどによる変形緩和が追い付かなくなる場合がある。すなわち、熱変形を妨げる応力が被処理ウエーハに発生してしまい、スリップ転位等が発生する。

従来のウエーハ支持治具であると被処理ウエーハ／ウエーハ支持治具間の摩擦や固着が大きいため、滑りが良くなく、その結果、スリップ転位が発生しやすい。

[0040] そこで本発明者は、支持面における R_{sk} について、さらに詳しく研究をおこなったところ、本発明のウエーハ支持治具3のように、支持面11における R_{sk} が0より大きく、すなわちプラスの値のものであれば、被処理ウエーハ／ウエーハ支持治具間の摩擦や固着が従来よりも著しく低減可能なことを見出した。したがって、このような本発明のウエーハ支持治具3により、被処理ウエーハ／ウエーハ支持治具間の摩擦や固着を起因とするスリップ転位の発生を効果的に防止することができる。

[0041] 一方で、支持面11における R_{sk} が大きすぎると、すなわち10以上の場合、被処理ウエーハとウエーハ支持治具との接触が少なくなりすぎて自重による応力集中が起こり、スリップ転位が発生してしまう。そのため、 R_{sk} が10未満のものとする必要がある。

[0042] 以上より、本発明のウエーハ支持治具3の支持面11における R_{sk} の値の範囲は、 $0 < R_{sk} < 10$ である。

このように支持面 11 の R_{sk} が適切な範囲におさまっているので、被処理ウエーハ／ウエーハ支持治具間の摩擦や固着、あるいは被処理ウエーハとウエーハ支持治具の接触範囲の小ささからスリップ転位が発生するのを著しく抑制することができる。これにより、熱処理された被処理ウエーハの品質を改善することができるし、歩留りの向上を図ることが可能である。

[0043] なお、 R_{sk} を求めるにあたっては、例えば、フォームタリサーフイントラ（触針式表面粗さ測定器：テーラーホブソン社製）を用いることができる。

ここで、フォームタリサーフイントラによる被測定対象物（ワーク）の表面形状の測定方法の概略について図 8 を参照して説明する。図 8（A）の側面図および図 8（B）の上面図に示すように、測定部の針をステージ上のワーク表面に接触させて計測を行うものであり、X 軸方向に測定部を移動させることによって、ワークの表面の断面曲線を得ることができる（2 次元モード）。また、さらにステージを Y 軸方向に移動させることにより、ワーク表面全領域の 3 次元曲面を得ることもできる（3 次元モード）。

R_{sk} の測定にあたっては、まず、例えば分解能 $1\ \mu\text{m}$ （X 軸方向に連続的に測定するが、 $1\ \mu\text{m}$ 間隔でデータを取り込む）で 30mm （ワークの長さ）測定して断面曲線を得る。得られた断面曲線をカットオフ波長 2.5mm でフィルタリング（ 2.5mm 以上の波長成分を除去する）して粗さ曲線を得る。この粗さ曲線から R_{sk} を求めるが、計算方法は JIS B0601：2001 で規定されている。

なお、表面粗さ R_a についても同様にして粗さ曲線を測定し、上記規定より算出することができる。

[0044] また、本発明のウエーハ支持治具 3 の支持面 11 は、支持面全域に高さ $30\ \mu\text{m}$ 以上の突起状物が無くかつ任意の 1mm^2 内に高さが $2\ \mu\text{m}$ 以上 $30\ \mu\text{m}$ 未満の突起状物を 10^0 個以上 10^5 個以下有している。

本発明のウエーハ支持治具 3 では、支持面 11 がこのような突起状物を有しているため、各領域において、他の突起状物よりも極端に大きい突起状物が存在することもなく、比較的大きめの突起状物の高さが揃っているため、

その領域で被処理ウエーハの自重による応力が分散し、スリップ転位が発生するのを抑制することができる。

[0045] なお、この突起状物の高さや密度を求めるにあたっては、例えば、上記のフォームタリサーフイントラを用いることができる。

ここでは、ステージをY軸方向に移動させて3次元モードにて測定を行う。X-Y軸分解能 $2\mu\text{m}$ （X方向に連続的に測定するが、 $2\mu\text{m}$ 間隔でデータを取り込む。Y方向はYステージを $2\mu\text{m}$ ステップで移動させる。）でワーク接触面全領域の3次元曲面を得る。得られた3次元曲面をカットオフ波長 2.5mm でフィルタリングして粗さ曲面を得る。この粗さ曲面の平均面から高さ $2\mu\text{m}$ 以上の突起の数を求め、密度を算出する。

[0046] そして、このウエーハ支持治具3の材料等は特に限定されないが、例えば、以下のようなものが挙げられる。

まず、1つ目の例として、エッチング液（例えばフッ酸を含む溶液）でエッチング可能な母材（例えば石英）中に、突起状物となる粒子（例えば炭化珪素またはシリコン）が分散添加されたものであり、支持面11における突起状物はエッチング液で母材がエッチングされて、分散添加された粒子により形成されたものが挙げられる。

また、母材がシリコンであり、母材中に分散添加された粒子が炭化珪素であり、エッチング液がフッ酸および硝酸を含む溶液であるものとすることもできる。

[0047] 次に2つ目の例としては、シリコンや炭化珪素等の多結晶体が熱処理されて、突起状物が支持面11に形成されたものとすることができる。このとき、上記熱処理が減圧雰囲気下で行われたもの、また、不活性ガスを含む雰囲気、水素ガスを含む雰囲気、これらの混合ガス雰囲気のいずれかで行われたものが挙げられる。

[0048] 以下、本発明のウエーハ支持治具3の製造方法について述べる。

まず、上記1つ目の例（エッチング液を用いたものの場合）について説明する。

ウエーハ支持治具 3 の母材の中心となるシリカガラス粉を用意し、これを水、加熱ゲル化剤であるセルロース誘導体と混合してスラリー化する。さらに、後に突起状物を形成することになる炭化珪素粉またはシリコン粉を混合する。このようにすることで、母材中に炭化珪素粉またはシリコン粉を均一に分散して添加することができる。

[0049] なお、これらの混合比率は特に限定されないが、この混合比率によって、母材中の炭化珪素粉またはシリコン粉の割合が変化し、支持面 11 に形成される突起状物の密度等に影響する。したがって、突起状物の密度、高さ、支持面 11 の $R_{s,k}$ 等が本発明における範囲内におさまるように、例えば繰り返し実験を行うことにより、適切な混合比率を求めれば良い。各粉のサイズもその都度決定することができる。

[0050] 次に、上記のようにして用意したスラリーを、例えば 10℃以下、1～120分の範囲で冷却したのち射出シリンダーに注入する又は射出シリンダー内で冷却し、それを加熱ゲル化剤のゲル化温度以上、150℃以下、具体的には例えば 70～120℃の温度に加熱した樹脂製又は金属製の成形型内に射出成形する。そして、このようにして得られたシリカガラス成形体を離型し、乾燥、脱脂処理、純化处理し、さらに焼結する。このような処理は、例えば特開 2006-315910 号公報等に記載されている方法とすることができる。

[0051] すなわち、上記脱脂処理は、例えば大気雰囲気下、300～900℃の温度で 3～6 時間保持し、脱脂処理終了後室温にまで放冷する。

また、純化处理は、例えば塩化水素を含む雰囲気下、500～1300℃で 0.5～5 時間の処理を行う。この純化处理でシリカガラス成形体中のアルミニウム濃度は 15 ppm 以下、鉄、カルシウム、ナトリウム、カリウム及びリチウムの各濃度はそれぞれ 1 ppm 以下にでき、半導体工業でも十分に使用できる製品に製造することができる。特にアルカリ金属、アルカリ土類金属が十分に純化されていることで焼結によるガラス化時にシリカガラスのクリストバライトへの転移が抑えられ、製品にクラックによる破損や欠け

、或は表面の微細なクラックによる凹凸の発生を抑制することができる。

ガラス化の焼結は、例えば1200～1700℃の温度で5～30分間、好ましくは減圧下で行うのがよい。

[0052] この後、研削等を施してウエーハ支持治具3の形に加工する。

このようにして、石英を主成分とする母材中に炭化珪素粉またはシリコン粉が分散添加されたものに対し、エッチング液としてフッ酸を含む溶液を用いてエッチング処理を施す。

このとき、フッ酸により石英を主成分とする母材の表面がエッチングされる一方で、炭化珪素粉またはシリコン粉はほとんどエッチングされない。したがって、ウエーハ支持治具3の支持面11には、炭化珪素粉またはシリコン粉が露出し、突起状物として形成される。

なお、特開2002-43239号公報に開示されているような、支持面に粉末を溶着させるという、従来の突起状物の形成方法では、支持面に粉末を均一にさせることは難しく、また、熱処理中に溶着したはずの粉末が脱離して被処理ウエーハをパーティクル汚染してしまうことがあったが、本発明のウエーハ支持治具の製造方法であれば、これらのことは生じにくく、サイズの揃った突起状物を均一に分散させて形成すること、突起状物の脱離が極めて少ないものにすることが可能である。

[0053] しかも、本発明では、添加する炭化珪素粉等の粒子サイズ、量等を調整することで、簡単に突起状物を形成して、支持面におけるスキューネス R_{sk} を $0 < R_{sk} < 10$ にするとともに、支持面全域に高さ30 μm 以上の突起状物が無くかつ任意の1 mm^2 内に高さが2 μm 以上30 μm 未満の突起状物を10⁰個以上10⁵個以下有するウエーハ支持治具を製造することができる。

[0054] なお、母材および分散添加する粒子、母材のエッチング処理に用いるエッチング液はこれに限定されず、他には、例えばそれぞれ順に、シリコン、炭化珪素、フッ酸および硝酸を含む溶液とすることができる。

熱処理の目的や被処理ウエーハの種類等により、適宜、ウエーハ支持治具3の材料等を決定することができる。

[0055] また、2つ目の例（熱処理によるものの場合）としては、シリコンまたは炭化珪素の多結晶体をウエーハ支持治具3の形に加工した後、例えば、減圧雰囲気下で、不活性ガスを含む雰囲気、水素ガスを含む雰囲気、これらの混合ガス雰囲気のいずれかで熱処理を施すことにより、支持面11に突起状物を効率良く形成することができる。そして、上記と同様の範囲の R_{sk} 、また、同様の範囲の高さ、密度の突起状物が形成された支持面11を有するウエーハ支持治具3を製造することができる。

[0056] このときの熱処理条件は特に限定されず、実験を繰り返すことにより、上記範囲の R_{sk} 、突起状物の高さおよび密度が得られるよう適宜決定することができる。例えば減圧下に限られることもなく、上記雰囲気であれば常圧下で十分に突起状物を形成することができる。また、逆に、減圧下であれば、上記雰囲気に限定されることもなく、他の雰囲気であっても突起状物を形成することができる。

さらに、熱処理する多結晶体も、シリコンまたは炭化珪素に限定されない。適宜、適切な多結晶体を選択することができる。

このように、多結晶体を熱処理する方法によれば単一部材でウエーハ支持治具を製造することができ、2種類以上の部材で製造するよりも簡便で高い清浄度とすることができる。

[0057] なお、ここでは図1に示すような形態のウエーハ支持治具3について述べたが、熱処理するときに被処理ウエーハを載置して支持する支持面11を有するものであればよく、ウエーハ支持治具3の形状は特に限定されない。製造方法もエッチング処理や熱処理によって突起状物を形成し、上記範囲の R_{sk} 、突起状物の高さ、密度が得られればよく、成形方法等は、ウエーハ支持治具3の形状等に応じてその都度適切に決定することができる。

例えば、ウエーハ支持治具3をリング状のものとすることができる。

[0058] （実施例1：サンプルA～E）

シリカガラス粉／水／メチルセルロースを混合したスラリーに炭化珪素粉

を混ぜたものを型に射出して成形し、離型、乾燥、脱脂、純化、焼結、研削することによって、図 1 に示すようなウエーハ支持治具（長さ 30 mm）を作製した。

炭化珪素粉には、サイズ頻度分布における最大頻度サイズが $8\ \mu\text{m}$ 、最大サイズが $24\ \mu\text{m}$ 以下、最小サイズが $3\ \mu\text{m}$ 以上のものを用い、混合比率を変えた 5 種類の材料を準備した。

研削後、10%HF で 4 時間エッチングすることにより炭化珪素粒を表面に露出させ、 R_{sk} の異なるウエーハ支持治具を作製した。

[0059] 各ウエーハ支持治具の R_a 値、 R_{sk} 値、突起状物の密度を、フォームタリサーフィントラで測定した結果を表 1 に示す。また、どのウエーハ支持治具からも高さ $30\ \mu\text{m}$ 以上の突起状物は検出されなかった。なお、表 1 の突起状物の密度は、支持面全領域をフォームタリサーフィントラで 3 次元測定したときの粗さ曲面における平均面との高度差が $2\ \mu\text{m}$ 以上 $30\ \mu\text{m}$ 未満のものについてのものである。

[0060] この石英製のウエーハ支持治具を、図 1 に示すような溝ピッチ 7.5 mm のポートにセットし、直径 300 mm シリコンウエーハを載置して 1200°C 、1 時間の熱処理を行ったところ、X 線トポグラフィで評価したスリップレベルは表 1 のようになった。

[0061] [表 1]

	R_a [μm]	R_{sk} [-]	突起状物密度 [個/ mm^2]	スリップ
炭化珪素混合サンプル A (研削加工→エッチング)	0.29	0.31	9.5×10^4	○
炭化珪素混合サンプル B (研削加工→エッチング)	0.27	1.26	3.9×10^3	○
炭化珪素混合サンプル C (研削加工→エッチング)	0.21	4.69	7.7×10^1	○
炭化珪素混合サンプル D (研削加工→エッチング)	0.17	7.75	5.8×10^0	○
炭化珪素混合サンプル E (研削加工→エッチング)	0.08	9.42	1.5×10^0	○

[0062] 従来では、固着等によるスリップ転位の発生防止には R_a を $0.3\mu\text{m}$ 以上にする必要があるとされていたが、表1に示すように、本発明のように、支持面において、 $0 < R_{sk} < 10$ であり、支持面全域に高さ $30\mu\text{m}$ 以上の突起状物が無くかつ任意の 1mm^2 内に高さが $2\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 未満の突起状物を 10^0 個以上 10^5 個以下有するものであれば、 R_a が $0.08 \sim 0.29\mu\text{m}$ と比較的小さな値をとるものであっても、いずれのサンプルA～Eもスリップフリーにできることが判る。

[0063] (比較例1：サンプルF～H)

炭化珪素を混合しない石英製のウエーハ支持治具を作製した。表面粗さの異なる2種類を準備し、ひとつは研削加工後にエッチングしたもの、もうひとつは研削加工後にサンドブラスト加工を行ってからエッチングしたものである。

また、パターンを用いたサンドブラスト加工を行ってからエッチングを行ったものも用意した。ここで、パターンを用いたサンドブラスト加工とは、直径 $200\mu\text{m}$ の穴を $300\mu\text{m}$ 間隔で開けたマスクを準備し、その上からサンドブラスト加工を実施することである。この加工により、なだらかな突起状物を形成できる。

そして、実施例1と同様にして、各ウエーハ支持治具の R_a 値、 R_{sk} 値、突起状物密度、スリップ転位の有無を測定した結果を表2に示す。

[0064]

[表2]

	R _a [μm]	R _{sk} [-]	突起状物密度 [個/mm ²]	スリッパ
炭化珪素なしサンプル F (研削加工→エッチング)	0.12	-0.25	0.0×10 ⁰	××
炭化珪素なしサンプル G (サンドブラスト加工 →エッチング)	0.67	-0.43	0.0×10 ⁰	×
炭化珪素なしサンプル H (サンドブラスト加工 →エッチング)	0.80	-0.27	9.3×10 ⁰	×

[0065] 比較例1の炭化珪素なしサンプルFは、研削加工品で、R_aが小さく、R_{sk}もマイナスの値で、高さ2 μm以上の突起状物は検出されなかった。そして、スリッパレベルは非常に悪かった。

炭化珪素なしサンプルGは、サンドブラスト加工でR_aを大きくした。そのときのR_{sk}はマイナスの値であり、高さ2 μm以上の突起状物は検出されていない。サンドブラスト処理で表面粗さを粗くしても、スリッパ転位を完全に抑制することはできなかった。

また、炭化珪素なしサンプルHは、パターンを用いたサンドブラスト加工により、なだらかな突起状物が形成されたものであり、突起状物の密度が1個/mm²以上となったものの、R_{sk}値はマイナスとなってしまう、完全なスリッパフリーウエーハを作製することはできない。

なお、サンプルF～Hの支持面には高さ30 μm以上の突起状物は検出されなかった。

[0066] このように、単に研削加工しただけ、サンドブラスト処理を施した従来の方法だけでは、ウエーハ支持治具の支持面のR_{sk}がマイナスとなり、突起状物の高さも低く、支持面の曲率が大きすぎてウエーハとの固着が生じてしまう。これはスリッパ転位を生み出す原因となると解される。

そして、特にサンプルHからわかるように、突起状物の高さ、密度のみを規定してもスリッパ転位の発生を完全に防止することはできず、R_{sk}も適切

な値とすることで初めて完全にスリップ転位の発生を防止できる。スリップ転位の発生は突起状物の高さ、密度だけでなく、突起状物の形状が影響すると考えられ、 R_{sk} もまた、スリップ転位を発生させない突起状物を規定するのに有効なパラメータであることがわかる。

[0067] (比較例 2 : サンプル I、J)

シリカガラス粉／水／メチルセルロースを混合したスラリーに炭化珪素を混合し、非常に突起状物の多いウエーハ支持治具と（炭化珪素混合サンプル I）、非常に突起状物の少ないウエーハ支持治具（炭化珪素混合サンプル J）を作製した（表 3 参照）。これらのウエーハ支持治具から、高さ $30\text{ }\mu\text{m}$ 以上の突起状物は検出されなかった。

[0068] [表 3]

	Ra [μm]	R_{sk} [-]	突起状物密度 [個/ mm^2]	スリップ
炭化珪素混合サンプル I (研削加工→エッチング)	0.42	-0.45	6.5×10^5	×
炭化珪素混合サンプル J (研削加工→エッチング)	0.13	11.31	0.5×10^0	×

[0069] 炭化珪素混合サンプル I は、突起状物が多過ぎるために、 R_{sk} 値がマイナスであった。ウエーハとウエーハ支持治具との摩擦・固着はあまり低減せず、スリップレベルは悪かった。

炭化珪素混合サンプル J は、炭化珪素粒が少なすぎて、 R_{sk} 値が 10 以上の値であった。この場合は自重応力集中が起き、スリップレベルは悪かった。

このように、支持面における突起状物の密度が $10^0 \sim 10^5$ 個/ mm^2 の範囲外であり、 R_{sk} の値も $0 < R_{sk} < 10$ の範囲外であるとスリップ転位を抑制することができない。

[0070] (比較例 3)

Si を含浸させた反応焼結炭化珪素を用いて、ウエーハ支持治具を作製し、炭化珪素 CVD コートを行った。

なお、実施例 1 と同様の測定の結果、 R_a は $0.92 \mu\text{m}$ 、 R_{sk} は 4.7 、突起状物の密度は $4.9 \times 10^1 \text{個}/\text{mm}^2$ であった。ただし、炭化珪素 CVD コートの表面には、異常成長により発生した突起状物が数多く発生しており、その中に極端に大きい突起状物が少数存在する。

具体的には、 $30 \mu\text{m}$ 以上の高さの突起状物が 5 個検出された。

このウエーハ支持治具を用いて実施例 1 と同様の熱処理を行ったところ、X 線トポグラフィ評価で被処理ウエーハに強いスリップが検出された。これらのスリップは、 $30 \mu\text{m}$ 以上の高さの突起状物のいくつかを起点としていた。

[0071] このように、例えば支持面における R_{sk} の値や突起状物の密度が本発明の範囲内であっても、周りに比べて極端に大きな突起状物が存在すると、そこを起点として被処理ウエーハに応力が集中してしまい、スリップ転位が発生してしまう。

[0072] (実施例 2)

比較例 3 で作製したものと同様のウエーハ支持治具において、 $30 \mu\text{m}$ 以上の高さの突起状物 5 個全てを削り落とした。

実施例 1 と同様にスリップ転位の評価を行ったところ、スリップ転位は検出されなくなった。

[0073] (実施例 3)

多結晶シリコン製のウエーハ支持治具を研削により作製した。

このとき、高さ $2 \mu\text{m}$ 以上の突起はなく、 R_a は $0.16 \mu\text{m}$ 、 R_{sk} は 0.10 であった。

これをアルゴンガス雰囲気減圧下 1250°C で 100h アニールしたとこ

ろ、 R_a は $0.24\mu\text{m}$ 、 R_{sk} は 0.95 、任意の 1mm^2 内で、高さ $2\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 未満である突起状物の密度は 1.5×10^3 個/ mm^2 であった。また、支持面全域で高さ $30\mu\text{m}$ 以上の突起状物は無く、すなわち、本発明のウエーハ支持治具となった。

このウエーハ支持治具を用いて実施例1と同様の熱処理を行ったところ、X線トポグラフィ評価でスリップ転位は検出されなかった。

[0074] (比較例4)

多結晶シリコン製のウエーハ支持治具として、表面粗さの異なる2種類を作製した。

ひとつは研削加工上がりもので、 R_a が $0.14\mu\text{m}$ 、 R_{sk} は -0.16 で、高さ $2\mu\text{m}$ 以上の突起はなかった。もうひとつは研削加工をしてからサンドブラスト加工をしたもので、 R_a が $0.62\mu\text{m}$ 、 R_{sk} は -0.41 で、こちらも高さ $2\mu\text{m}$ 以上の突起状物はなかった。

このウエーハ支持治具を用いて実施例1と同様の熱処理を行ったところ、どちらのウエーハ支持治具のスリップレベルも悪かった。

[0075] 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] 少なくとも、熱処理するときに被処理ウエーハを載置して支持する支持面を有するウエーハ支持治具であって、
- 前記被処理ウエーハを支持する支持面におけるスキューネス R_{sk} が $0 < R_{sk} < 10$ であるとともに、
- 前記支持面全域に高さ $30 \mu m$ 以上の突起状物が無くかつ任意の $1 mm^2$ 内に高さが $2 \mu m$ 以上 $30 \mu m$ 未満の突起状物を 10^0 個以上 10^5 個以下有するものであることを特徴とするウエーハ支持治具。
- [2] 前記支持面に突起状物を有するウエーハ支持治具は、エッチング液でエッチング可能な母材中に、前記突起状物となる粒子が分散添加されたものであり、前記突起状物は、前記エッチング液で前記母材がエッチングされて、前記分散添加された粒子により支持面に形成されたものであることを特徴とする請求項 1 に記載のウエーハ支持治具。
- [3] 前記エッチング液でエッチング可能な母材が石英であり、前記分散添加された粒子が炭化珪素またはシリコンであることを特徴とする請求項 2 に記載のウエーハ支持治具。
- [4] 前記母材をエッチング可能なエッチング液が、フッ酸を含む溶液であることを特徴とする請求項 3 に記載のウエーハ支持治具。
- [5] 前記エッチング液でエッチング可能な母材がシリコンであり、前記分散添加された粒子が炭化珪素であることを特徴とする請求項 2 に記載のウエーハ支持治具。
- [6] 前記母材をエッチング可能なエッチング液が、フッ酸および硝酸を含む溶液であることを特徴とする請求項 5 に記載のウエーハ支持治具。

- [7] 前記支持面に突起状物を有するウエーハ支持治具は、多結晶体が熱処理されて、前記突起状物が支持面に形成されたものであることを特徴とする請求項 1 に記載のウエーハ支持治具。
- [8] 前記多結晶体の熱処理が、減圧雰囲気下で行われたものであることを特徴とする請求項 7 に記載のウエーハ支持治具。
- [9] 前記多結晶体の熱処理が、不活性ガスを含む雰囲気、水素ガスを含む雰囲気、これらの混合ガス雰囲気のいずれかで行われたものであることを特徴とする請求項 7 または請求項 8 に記載のウエーハ支持治具。
- [10] 前記熱処理される多結晶体が、シリコンまたは炭化珪素の多結晶体であることを特徴とする請求項 7 から請求項 9 のいずれか一項に記載のウエーハ支持治具。
- [11] 請求項 1 から請求項 10 のいずれか一項に記載のウエーハ支持治具を備えた縦型熱処理用ポートであって、少なくとも、複数の支柱と、各支柱の両端部に連結した一对の板状部材とを有し、前記各支柱に、前記被処理ウエーハを水平に支持するための複数の支持部が形成されており、該複数の支持部に、前記被処理ウエーハが各々一枚ずつ載置されて支持される前記ウエーハ支持治具が着脱可能に装着されているものであることを特徴とする縦型熱処理用ポート。
- [12] 熱処理するときに支持面で被処理ウエーハを載置して支持するウエーハ支持治具を製造する方法であって、
前記ウエーハ支持治具の母材中に突起状物となる粒子を分散して添加し、
前記母材をエッチング液でエッチングして、前記支持面に前記分散添加され

た粒子で突起状物を形成し、

前記支持面におけるスキューネス R_{sk} を $0 < R_{sk} < 10$ にするとともに、
前記支持面全域に高さ $30 \mu m$ 以上の突起状物が無くかつ任意の $1 mm^2$ 内に高さが $2 \mu m$ 以上 $30 \mu m$ 未満の突起状物を 10^0 個以上 10^5 個以下有するウエーハ支持治具を製造することを特徴とするウエーハ支持治具の製造方法。

[13] 前記エッチング液でエッチングする母材を石英とし、前記分散添加する粒子を炭化珪素またはシリコンとすることを特徴とする請求項 12 に記載のウエーハ支持治具の製造方法。

[14] 前記母材をエッチングするエッチング液を、フッ酸を含む溶液とすることを特徴とする請求項 13 に記載のウエーハ支持治具の製造方法。

[15] 前記エッチング液でエッチングする母材をシリコンとし、前記分散添加する粒子を炭化珪素とすることを特徴とする請求項 12 に記載のウエーハ支持治具の製造方法。

[16] 前記母材をエッチングするエッチング液を、フッ酸および硝酸を含む溶液とすることを特徴とする請求項 15 に記載のウエーハ支持治具の製造方法。

[17] 熱処理するときに支持面で被処理ウエーハを載置して支持するウエーハ支持治具を製造する方法であって、

前記ウエーハ支持治具の母材となる多結晶体を熱処理して、前記支持面に突起状物を形成し、

前記支持面におけるスキューネス R_{sk} を $0 < R_{sk} < 10$ にするとともに、
前記支持面全域に高さ $30 \mu m$ 以上の突起状物が無くかつ任意の $1 mm^2$ 内に高さが $2 \mu m$ 以上 $30 \mu m$ 未満の突起状物を 10^0 個以上 10^5 個以下有す

るウエーハ支持治具を製造することを特徴とするウエーハ支持治具の製造方法。

[18] 前記多結晶体の熱処理を、減圧雰囲気下で行うことを特徴とする請求項 17 に記載のウエーハ支持治具の製造方法。

[19] 前記多結晶体の熱処理を、不活性ガスを含む雰囲気、水素ガスを含む雰囲気、これらの混合ガス雰囲気のいずれかで行うことを特徴とする請求項 17 または請求項 18 に記載のウエーハ支持治具の製造方法。

[20] 前記熱処理する多結晶体を、シリコンまたは炭化珪素の多結晶体とすることを特徴とする請求項 17 から請求項 19 のいずれか一項に記載のウエーハ支持治具の製造方法。

[21] 熱処理するときに支持面で被処理ウエーハを載置して支持するウエーハ支持治具を製造する方法であって、

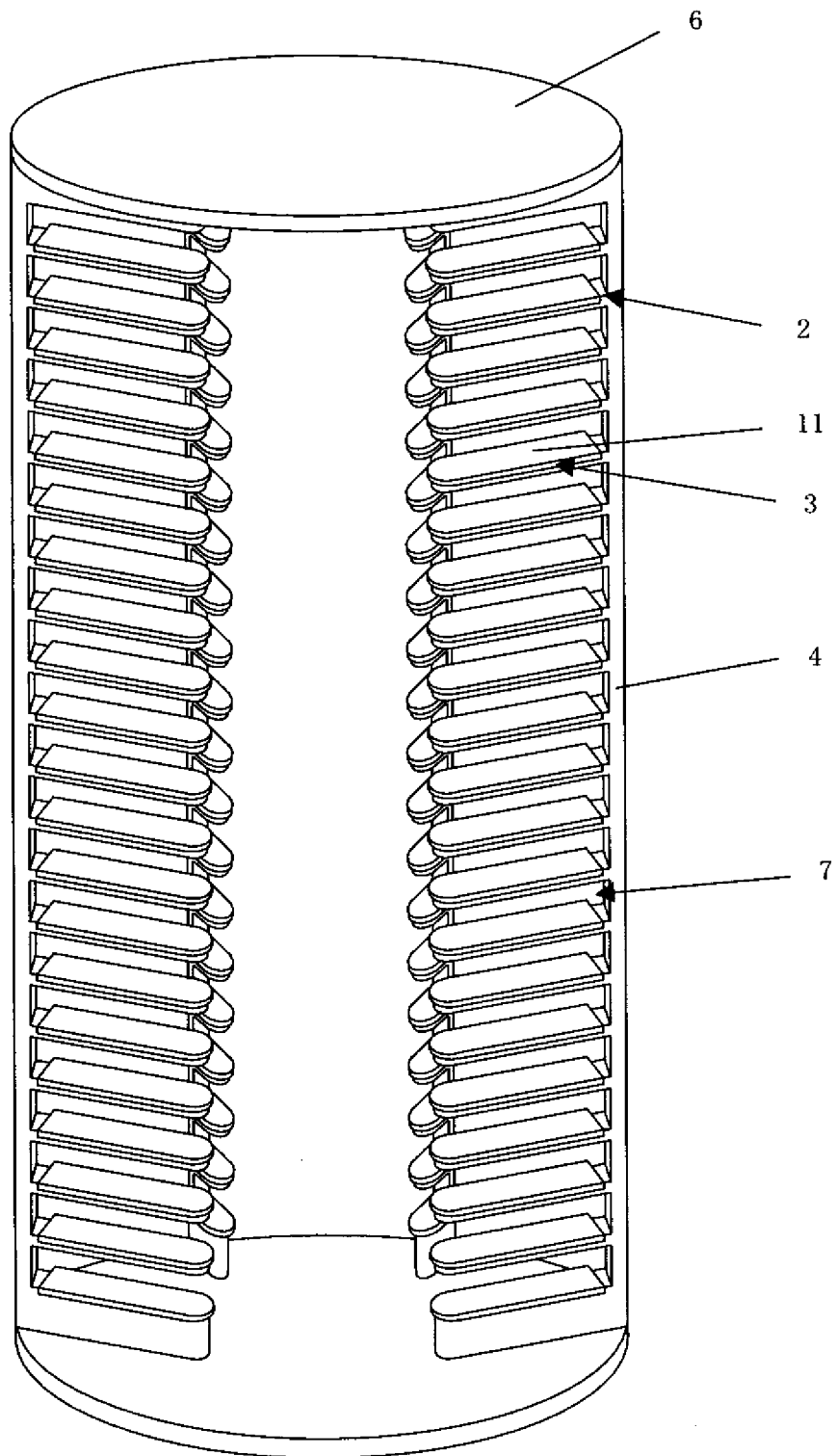
前記ウエーハ支持治具の母材中に突起状物となる粒子を分散して添加し、前記母材をエッチング液でエッチングして、前記支持面に前記分散添加された粒子で突起状物を形成するか、

前記ウエーハ支持治具の母材となる多結晶体を熱処理して、前記支持面に突起状物を形成して、

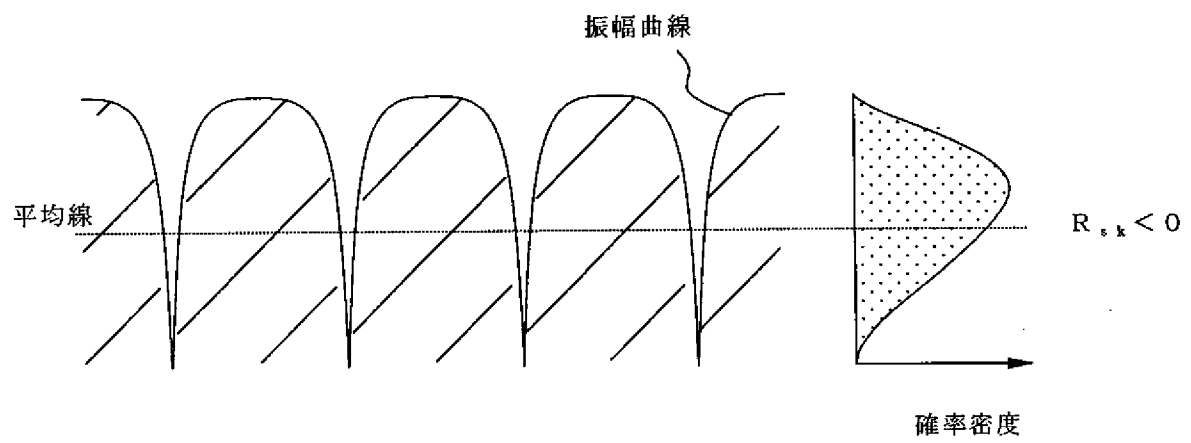
前記支持面に突起状物を有するウエーハ支持治具を製造することを特徴とするウエーハ支持治具の製造方法。

[図1]

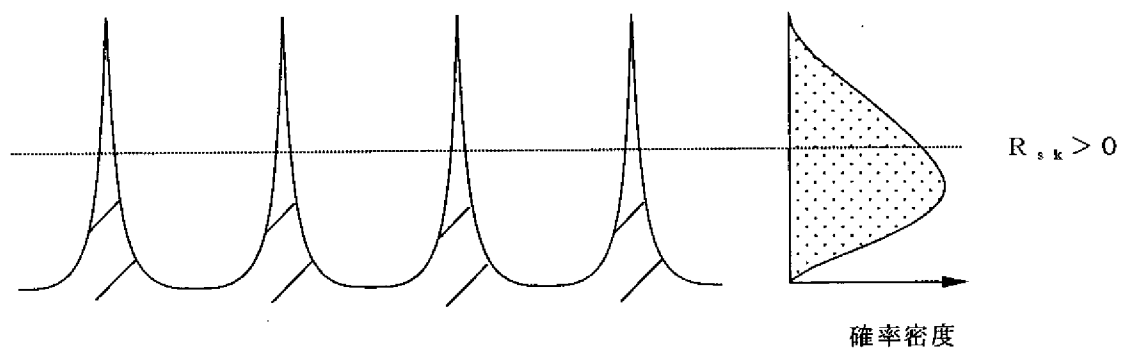
1



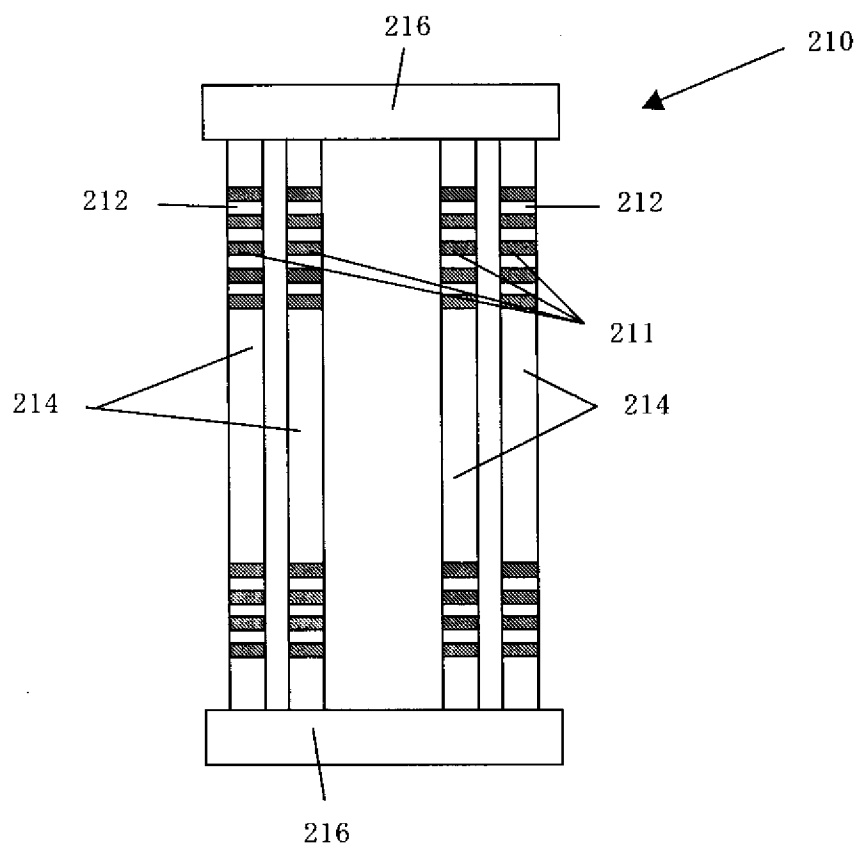
[図2]



[図3]

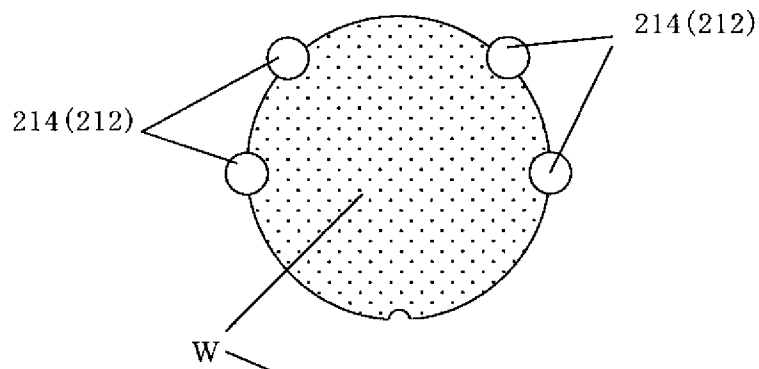


[図4]

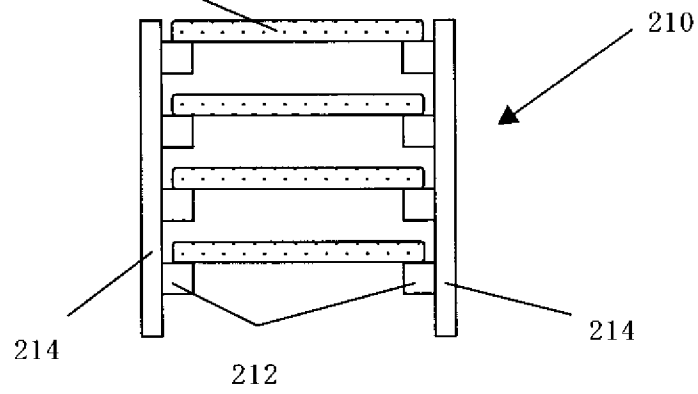


[図5]

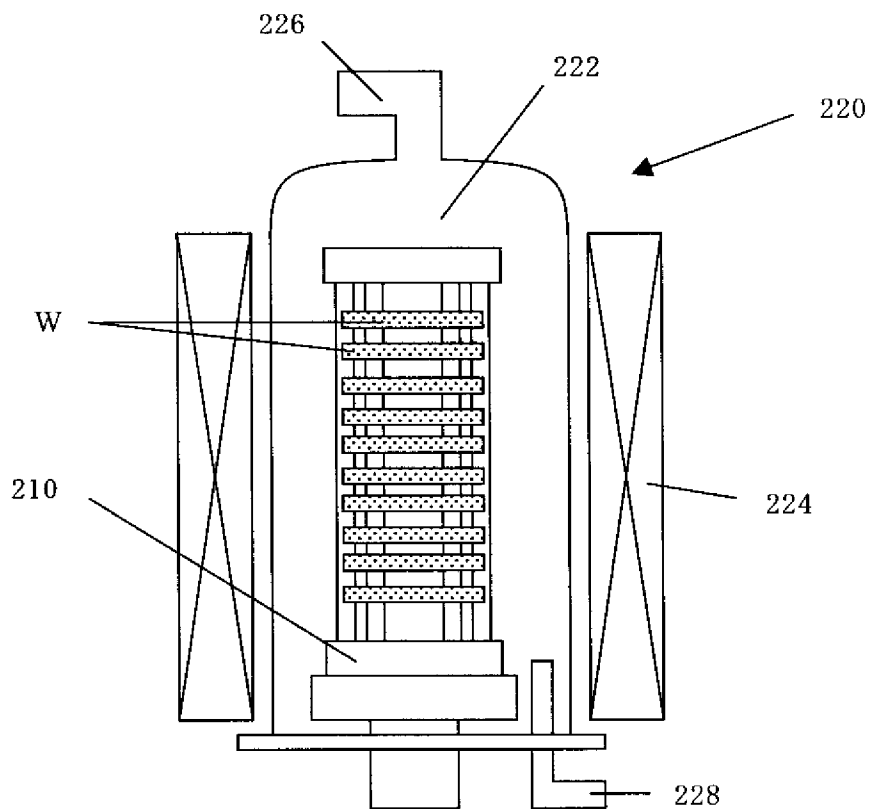
(A)



(B)

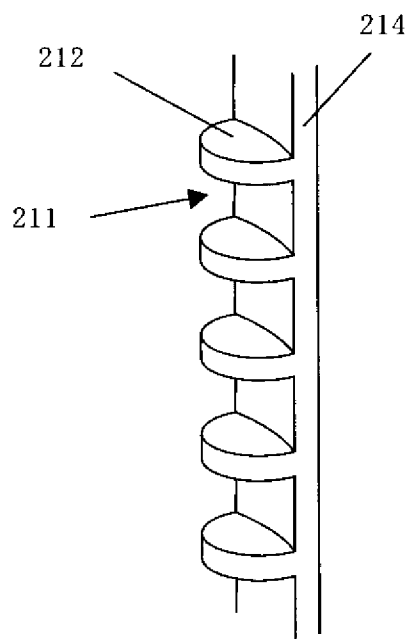


[図6]

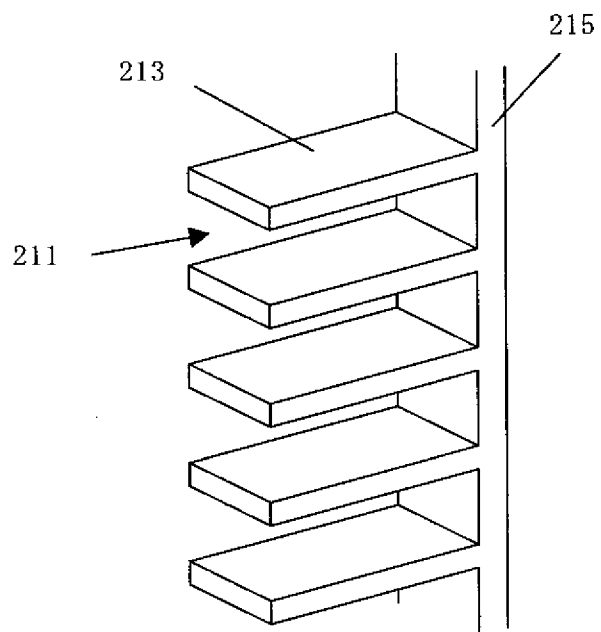


[図7]

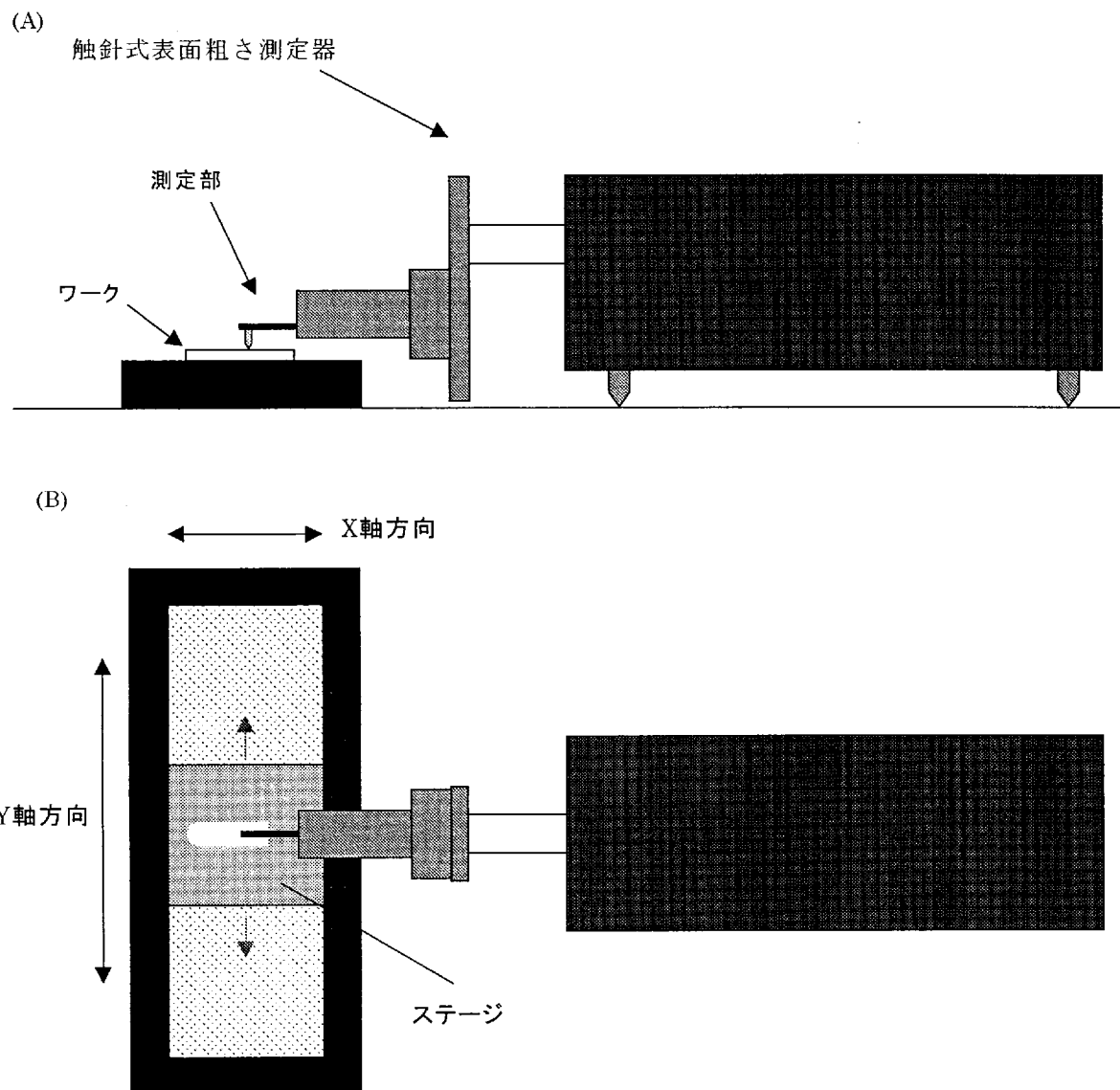
(A)



(B)



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/000977

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/324(2006.01)i, H01L21/22(2006.01)i, H01L21/683(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)

H01L21/324, H01L21/22, H01L21/683

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 2007-77421 A (Tocalo Co., Ltd.), 29 March, 2007 (29.03.07), Par. Nos. [0001] to [0056]; all drawings (Family: none)	1, 7-11, 17-21
X	JP 4-6826 A (Tokyo Electron Ltd., Tokyo Electron Sagami Ltd.), 10 January, 1992 (10.01.92), Page 4, upper right column, lines 6 to 9; Fig. 1 (Family: none)	21
X	JP 2007-73923 A (SUMCO Corp.), 22 March, 2007 (22.03.07), Par. Nos. [0019] to [0043]; Figs. 2 to 4 (Family: none)	21

☒ 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
23 April, 2008 (23.04.08)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.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/000977

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-63617 A (Sumitomo Mitsubishi Silicon Corp.), 26 February, 2004 (26.02.04), Full text; all drawings (Family: none)	2-6, 12-16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/324(2006.01)i, H01L21/22(2006.01)i, H01L21/683(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. H01L21/324, H01L21/22, H01L21/683

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 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 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 2007-77421 A (トーカロ株式会社) 2007. 03. 29, 段落【0001】 - 【0056】, 全図 (ファミリーなし)	1, 7-11, 17-21
X	JP 4-6826 A (東京エレクトロン株式会社, 東京エレクトロン相模株式会社) 1992. 01. 10, 第 4 頁右上欄第 6-9 行, 第 1 図 (ファミリーなし)	21
X	JP 2007-73923 A (株式会社 S U M C O) 2007. 03. 22, 段落【0019】 - 【0043】, 第 2-4 図 (ファミリーなし)	21

☒ 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

2 3 . 0 4 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 5 . 2 0 0 8

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)

岡澤 洋

3 U

3 3 2 0

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

C (続き) . 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
A	JP 2004-63617 A (三菱住友シリコン株式会社) 2004. 02. 26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	2-6, 12-16