

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2009年1月15日 (15.01.2009)

PCT

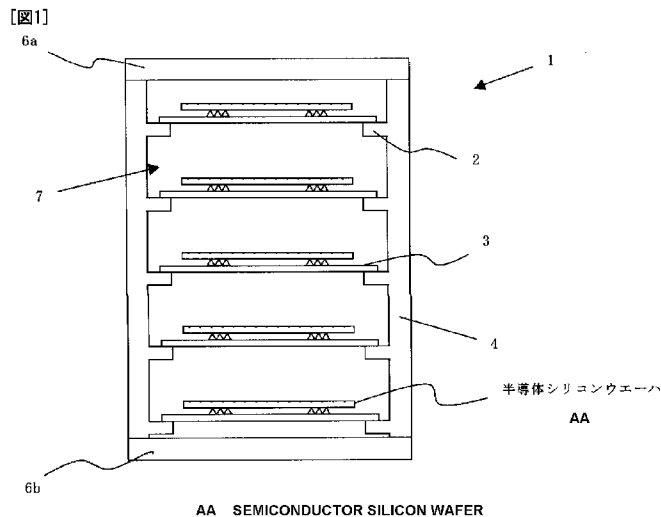
(10) 国際公開番号
WO 2009/008124 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/22 (2006.01) H01L 21/324 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/001443
- (22) 国際出願日: 2008年6月6日 (06.06.2008)
- (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2007-182507 2007年7月11日 (11.07.2007) 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): 水野亨彦 (MIZUNO, Michihiro) [JP/JP]; 〒3790196 群馬県安中
- (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, 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.
- (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,

[続葉有]

(54) Title: HEAT TREATMENT JIG FOR WAFER AND VERTICAL HEAT TREATMENT BOAT PROVIDED WITH THE JIG

(54) 発明の名称: ウエーハ熱処理用治具およびこれを備えた縦型熱処理用ボート



AA SEMICONDUCTOR SILICON WAFER

(57) Abstract: Provided is a board-like heat treatment jig for a wafer. The jig supports the semiconductor silicon wafer by horizontally placing it on the jig for heat treatment. The jig has a doughnut shape with a hole penetrating the center portion. On a surface for placing the semiconductor silicon wafer, a ring-like protruding section is formed. The ring-like protruding section protrudes in a full-ring shape without a cut, and supports the placed semiconductor silicon wafer. The jig has three or more ring-like protruding sections which are concentrically formed with the same height. Thus, at the time of performing heat treatment to the semiconductor silicon wafer in a vertical heat treatment furnace, slip dislocation is suppressed. The vertical heat treatment boat provided with such jig is also provided.

(57) 要約: 本発明は、熱処理するときに半導体シリコンウエーハを水平に載置して支持する板状のウエーハ熱処理用治具であって、前記ウエーハ熱処理用治具は、中央部を貫通する穴が形成されたドーナツ型であり、前記半導体シリコンウエーハを載置する面には、切れ目なくフルリング状に突出して、載置される半導体シリコンウ

[続葉有]



WO 2009/008124 A1



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).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

エーハを支持するリング状突起が形成されており、該リング状突起は、同じ高さの突起が同心円状に3本以上形成されているものであることを特徴とするウエーハ熱処理用治具である。これにより、縦型熱処理炉により半導体シリコンウエーハを熱処理する際、スリップ転位が発生するのを抑制することができるウエーハ熱処理用治具、およびこれを備えた縦型熱処理用ボートが提供される。

明 細 書

ウエーハ熱処理用治具およびこれを備えた縦型熱処理用ポート 技術分野

- [0001] 本発明は、半導体シリコンウエーハを熱処理する際に使用するウエーハ熱処理用治具およびこれを備えた縦型熱処理用ポートに関し、特には、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熱処理用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が用いられる。
- [0004] 図5は、従来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の両端部に一對の連結部材216（天板および底板）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6（A）の平面図、図6（B）の正面図に示したように、各支柱214の同じ高さに形成されている支持部212にウエーハWの外周部を載置す

ることウエーハWが水平に支持されることになる。

[0005] 図7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220の反応室222の内部に搬入された縦型熱処理用ポート210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222の周囲に設けられたヒータ224によって加熱されることになる。熱処理中、反応室222にはガス導入管226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228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] 縦型熱処理用ポート210におけるウエーハ支持部212は種々の形状が採用されており、図8(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214に凹み状のスリット(溝)211を設けることで半円形の支持部212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215に凹み状のスリット211を設けて長方形の支持部213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] また、上記のような縦型熱処理用ポートを用いたものの他、例えば特開2001-60559号公報に開示されているような枚葉式用のウエーハ熱処理用治具が挙げられる。

図9は従来の枚葉式用のウエーハ熱処理用治具の一例を示したものである。(A)が平面図、(B)が断面図である。このウエーハ熱処理用治具310では、熱処理するときにウエーハWを載置する面に、同心円状に突出した2本のリング状の突起311が形成されている。半導体ウエーハはこの2本のリング状の突起上に載置されて支持され、枚葉式の熱処理炉内に挿入されて熱処理が施される。

[0008] ところで、前述した従来の縦型熱処理用ポート、枚葉式のウエーハ熱処理

用治具等を用い、特に酸化や不純物拡散等を目的とした高温の熱処理を行う場合、ウエーハに結晶欠陥であるスリップ（スリップ転位）が発生してしまうことがあった。このスリップ転位が発生した箇所に素子を形成すると、接合リーク等の原因となり、デバイス作製の歩留まりを著しく低下させてしまう。

発明の開示

- [0009] 本発明は、上記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シリコンウエーハを熱処理する際、スリップ転位が発生するのを抑制することができるウエーハ熱処理用治具、およびこれを備えた縦型熱処理用ポートを提供することを目的とする。
- [0010] 上記目的を達成するために、本発明は、熱処理するときに半導体シリコンウエーハを水平に載置して支持する板状のウエーハ熱処理用治具であって、前記ウエーハ熱処理用治具は、中央部を貫通する穴が形成されたドーナツ型であり、前記半導体シリコンウエーハを載置する面には、切れ目なくフルリング状に突出して、載置される半導体シリコンウエーハを支持するリング状突起が形成されており、該リング状突起は、同じ高さの突起が同心円状に3本以上形成されているものであることを特徴とするウエーハ熱処理用治具を提供する。
- [0011] このように、本発明のウエーハ熱処理用治具では、半導体シリコンウエーハを載置する面には、切れ目なくフルリング状に突出して、載置される半導体シリコンウエーハを支持するリング状突起が形成されており、該リング状突起は、同じ高さの突起が同心円状に3本以上形成されているので、これを用いて半導体シリコンウエーハを熱処理する場合、ウエーハ荷重が偏ることもなく、半導体シリコンウエーハを安定して支持することができ、この荷重の偏りを原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。そして、半導体シリコンウエーハが、熱処理中に熱衝撃等によって動いた場合でも、前述した従来のリング状の突起が2本しかないものよりもウエーハ

を支持する支持点が多いため、やはりウエーハを安定して支持することができ、ウエーハ荷重の偏りが発生せず、スリップ転位の発生を防止することが可能である。

[0012] しかも、本発明のウエーハ熱処理用治具では、中央部を貫通する穴が形成されたドーナツ型であるため、熱処理において、載置された半導体シリコンウエーハに対し、ガスの流れを改善することができ、ウエーハ内温度分布の不均一性を起因とするスリップ転位の発生を防止することができる。

また、上記のような穴が形成されているため、半導体シリコンウエーハを載置する際、半導体シリコンウエーハとウエーハ熱処理用治具との間に位置する空気により、半導体シリコンウエーハが浮いてずれてしまうこともなく、所望の位置に正確に載置することができるため、安定して支持して熱処理することができる。

[0013] したがって、本発明のウエーハ熱処理用治具は、ウエーハ荷重の不均一性およびウエーハ内温度分布の不均一性が生じるのを防止することができ、これらを起因とするスリップ転位の発生を著しく抑制することが可能である。

[0014] また、前記ウエーハ熱処理用治具は、外径が前記支持される半導体シリコンウエーハの直径よりも5%乃至20%大きいものであるのが好ましい。

このように、外径が支持される半導体シリコンウエーハの直径よりも5%以上大きいものであれば、例えば、このウエーハ熱処理用治具を縦型熱処理用ボートに載置して熱処理を行った場合、ウエーハ熱処理用治具上に載置された半導体シリコンウエーハが熱処理中に動いても、ウエーハ熱処理用治具の外径が大きいため、半導体シリコンウエーハがウエーハ熱処理用治具からはみ出て外部と接触するのを効果的に防止することができる。

また、20%以内で大きいものであれば十分であるし、熱処理効率が悪化するのを防ぐことができる。

[0015] このとき、前記ウエーハ熱処理用治具の中央部に形成された穴は、直径が前記ウエーハ熱処理用治具の外径の10%乃至40%のものであるのが好ましい。

このように、ウエーハ熱処理用治具の中央部に形成された穴において、直径がウエーハ熱処理用治具の外径の10%以上のものであれば、熱処理中のガスの流れをより効率良く改善することができ、ウエーハ内温度分布の均一性をさらに向上させることができる。

また、半導体シリコンウエーハをウエーハ熱処理用治具に載置する際に、半導体シリコンウエーハとウエーハ熱処理用治具との間の空気をより抜けやすくすることが可能であり、所望の位置に載置し易い。

また、40%以内であれば、穴が大きすぎることもなく、半導体シリコンウエーハを支持するための強度に影響を与えることもない。

[0016] そして、前記リング状突起は、幅が2mm以下であり、高さが1mm乃至3mmのものであるのが好ましい。

このように、リング状突起において、幅が2mm以下であり、高さが3mm以下のものであれば、突出して形成されるリング状突起のサイズが大きすぎず、比較的欠け難いものとすることができる。このため、リング状突起の欠けによって、リング状突起上に載置して支持される半導体シリコンウエーハに傷が生じたり、欠けたものがパーティクルとして半導体シリコンウエーハに付着してしまうことをより効果的に防止することができる。

また、高さが1mm以上あれば、半導体シリコンウエーハの支持部として低すぎず、半導体シリコンウエーハがリング状突起以外の部分に触れるのを十分に防止することができる。

[0017] また、前記3本以上のリング状突起は、各々、2mm乃至10mmの間隔で形成されたものであるのが好ましい。

このように、3本以上のリング状突起が、各々、2mm乃至10mmの間隔で形成されたものであれば、リング状突起が適度な間隔で形成されており、間隔が狭すぎたり、広すぎたりすることによって生じるウエーハ荷重の偏りを効果的に防止することができる。

[0018] そして、前記3本以上のリング状突起は、前記ウエーハ熱処理用治具の半径方向において、前記ウエーハ熱処理用治具の半径50%乃至80%の領域

に形成されたものであるのが好ましい。

このように、3本以上のリング状突起が、ウエーハ熱処理用治具の半径方向において、ウエーハ熱処理用治具の半径50%乃至80%の領域に形成されたものであれば、より確実に、ウエーハ中心やウエーハ周辺におけるウエーハの自重による応力を小さくすることができる。このため、安定した支持が可能となり、ウエーハ荷重の偏りが発生するのを一層防ぐことができる。

[0019] また、前記リング状突起は、断面形状が三角形またはアーチ状のものであるのが好ましい。

このように、リング状突起が、断面形状が三角形またはアーチ状のものであれば、半導体シリコンウエーハとの接触領域が必要以上に広くなるのを防ぐことができ、スリップ転位が発生するのをより防ぐことができる。

[0020] そして、前記ウエーハ熱処理用治具は、SiCからなるもの、またはCVD法でカーボンにSiCをコーティングしたものとすることができる。

このように、SiCからなるものであれば、より強度の高いものとしてことができ、半導体シリコンウエーハをより確実に支持することが可能である。

また、CVD法でカーボンにSiCをコーティングしたものであれば、加工しやすいものであるし、コストをかけずに製造できるものとなり、アニールウエーハの製造コストの低減を図ることができる。

[0021] また、前記板状のウエーハ熱処理用治具の厚さは2mm以上であるのが好ましい。

このように、板状のウエーハ熱処理用治具の厚さが2mm以上であれば、半導体シリコンウエーハを載置して水平に支持するにあたって、十分な強度を有することができる。

[0022] そして、本発明は、前記のウエーハ熱処理用治具を備えた縦型熱処理用ポートであって、少なくとも、天板と、底板と、該天板と底板の間に固定された複数の支柱とを有し、前記複数の支柱の各々に、前記半導体シリコン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、前記半導体シリコン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熱処理用治具が載上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。

[0023] このような縦型熱処理用ポートであれば、本発明のウエーハ熱処理用治具を備えたものであるので、たとえ熱処理中に熱衝撃等によってウエーハ熱処理用治具上の半導体シリコンウエーハが動いても安定して支持することができる。また、半導体シリコンウエーハを正確に所望の位置に載置して支持することができるし、熱処理中におけるガスの流れを改善し、ウエーハ内温度分布を均一なものとすることができる。したがって、半導体シリコンウエーハにスリップ転位が発生するのを極めて抑制することが可能である。

しかも、一度に複数枚熱処理することができ、上記のような高品質の半導体シリコンウエーハを効率良く得ることができる。

[0024] 本発明のウエーハ熱処理用治具、およびこれを備えた縦型熱処理用ポートであれば、熱処理する半導体シリコンウエーハに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、デバイス作製の歩留まりを格段に向上することが可能である。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の縦型熱処理用ポートの一例を示す概略図である。

[図2]本発明のウエーハ熱処理用治具の一例を示す概略図である。（A）平面図、（B）断面図。

[図3]半導体シリコンウエーハがウエーハ熱処理用治具により支持されている様子を示す説明図である。

[図4]リング状突起の一例を示す概略図である。（A）断面形状が三角形、（B）断面形状がアーチ状。

[図5]従来の縦型熱処理用ポートの一例を示す概略図である。

[図6]従来の縦型熱処理用ポ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7]縦型熱処理炉の一例を示す概略図である。

[図8]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9]従来の枚葉式のウエーハ熱処理用治具の一例を示す概略図である。

[図10]リング状突起の本数ごとのスリップ転位発生面積の比較結果を示すグラフである。

[図11]穴の有無ごとのスリップ転位発生面積の比較結果を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

[0026] 以下では、本発明の実施の形態について説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

従来、半導体シリコンウエーハを熱処理する際、例えば図5～9に示すような治具を用いて行っていたが、熱処理を施した半導体シリコンウエーハにはスリップ転位が発生してしまっていた。

本発明者がこのスリップ転位について鋭意研究を行ったところ、特に酸化や不純物拡散等を目的とした高温の熱処理を行う場合、ウエーハの自重による内部応力やウエーハ内温度分布の不均一性による熱歪応力などが生じ、これらの応力がある一定の臨界値を超えると、ウエーハに結晶欠陥であるスリップ（スリップ転位）が発生してしまうことが判った。

[0027] 一方で、ウエーハの自重による内部応力の偏りを起因とするスリップ転位の発生を防止するにあたって、本発明者は、図9のように、半導体シリコンウエーハをリング状の突起によって支持するものであれば、ウエーハ中心やウエーハ周辺におけるウエーハの自重による応力を小さくすることが可能となり、比較的安定して支持することができることを見出した。

しかしながら、図9のようなウエーハ熱処理用治具を用いて本発明者が熱処理実験を行ったところ、特に、昇温時等の熱処理中の熱衝撃によって半導体シリコンウエーハが踊ってしまった場合、上記従来のウエーハ熱処理用治具ではリング状突起が2本しかなく、支持点が少ないために、半導体シリコ

ンウエーハの支持が不安定になってウエーハ荷重に偏りが生じ、それを起因としてスリップ転位が発生してしまうことが判った。

[0028] そして、本発明者は、半導体シリコンウエーハを載置して支持するリング状突起の本数を3本以上とすることにより、熱処理中にウエーハが動いたとしても、支持点が多いためにウエーハ荷重の偏りが生じるのを防止することができ、スリップ転位の発生を抑制することができることを見出した。

図10に、本発明者が行ったリング状突起の本数ごとのスリップ転位発生面積の比較結果を示す。図10に示すように、リング状突起の本数が3本以上の場合にスリップ転位の発生を大幅に抑制できていることが分かる。

なお、この実験において、リング状突起はフルリング状に突出しており、それぞれ同じ高さで同心円状に形成されたものである。また、中央部に穴が形成されたものを用いた。

[0029] さらに本発明者は、中央部を貫通する穴が形成されているものであれば、熱処理でのガスの流れを改善でき、ウエーハ内温度分布を均一にすることが可能となり、ウエーハ内温度分布の不均一性による熱歪応力を起因としてスリップ転位が発生するのを防止することができることを見出した。

図11に、本発明者が行った穴の有無ごとのスリップ転位発生面積の比較結果を示す。このように、穴を中央部に形成することでスリップ転位の発生を抑制できていることが分かる。

なお、実験には、それぞれリング状突起が3本形成されており、中央部に穴があるものとなないものを用いた。

[0030] 以上の結果から、本発明者は、上記のようなリング状突起が3本以上形成され、かつ中央部に穴が形成されたウエーハ熱処理用治具であれば、従来に比べ、格段にスリップ転位の発生を抑制することができることを見出し、本発明を完成させた。

[0031] 以下では、本発明のウエーハ熱処理用治具およびこれを備えた縦型熱処理用ポートについて、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、本発明のウエーハ熱処理用治具を備えた縦型熱処理用ボートの一例の概略を示す。

この本発明の縦型熱処理用ボート 1 は、天板 6 a と、底板 6 b と、該天板 6 a と底板 6 b の間に固定された複数の支柱 4 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 が形成されており、スリット 7 間の凸部が、本発明のウエーハ熱処理用治具 3 を載上するための支持部 2 として作用する。

半導体シリコンウエーハを熱処理する際は、半導体シリコンウエーハはウエーハ熱処理用治具 3 上に載置されて支持され、該ウエーハ熱処理用治具 3 は各支柱 4 の同じ高さの支持部 2 上に載上される。このようなものであれば、一度に複数枚の半導体シリコンウエーハに熱処理を施すことができる。

なお、本発明の縦型熱処理用ボート 1 において、ウエーハ熱処理用治具 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。

[0032] ここで、上記ウエーハ熱処理用治具 3 についてさらに説明する。

図 2 に、本発明のウエーハ熱処理用治具 3 の一例の概略を示す。図 2（A）が平面図であり、図 2（B）が断面図である。

また、図 3 に、半導体シリコンウエーハがウエーハ熱処理用治具 3 により支持されている様子を示す。なお、図 3 に示すように、ウエーハ熱処理用治具 3 において、中央部の穴 10 の直径を 3 a、リング状突起 11 が形成されている領域の最小半径を 3 b、リング状突起 11 が形成されている領域の最大半径を 3 c、ウエーハ熱処理用治具の外径を 3 d、ウエーハ熱処理用治具の厚さを 3 e、リング状突起の高さを 3 f（半導体シリコンウエーハを載置する面 12 からの距離）、ウエーハ熱処理用治具の半径を 3 r とする。

[0033] 図 2（B）に示すように、まず、ウエーハ熱処理用治具 3 は板状であり、外縁を囲うつい立てを有するトレイ形状の治具とは異なっている。このように、外縁につい立てが設けられていないため、ウエーハ熱処理用治具 3 上に載置された半導体シリコンウエーハが水平方向に動いた場合に、つい立てに衝突して傷ついてしまうことを防ぐことができる。

[0034] このウエーハ熱処理用治具 3 の大きさは特に限定されないが、例えば、外径 $3d$ が前記支持される半導体シリコンウエーハの直径 Wd よりも 5 % 乃至 20 % 大きいものとすることができる。このような大きさであれば、半導体シリコンウエーハが熱処理中に熱衝撃等で水平方向に動いても、ウエーハ熱処理用治具 3 上からはみ出るようなこともなく、ウエーハ熱処理用治具 3 を囲うようにして位置する支柱 4 と半導体シリコンウエーハが衝突するのを防ぐことができる。

熱処理への影響等を考慮して、適宜、ウエーハ熱処理用治具 3 の外径 $3d$ を設定することができる。

さらには、この板状のウエーハ熱処理用治具 3 の厚さ $3e$ も特に限定されず、載置する半導体シリコンウエーハの重量等に合わせて決定することができる。例えば、2 mm 以上とすることにより、治具の強度を確保することができる。

[0035] また、ウエーハ熱処理用治具 3 の中央部には、図 2 (B) に示すように、ウエーハ熱処理用治具 3 を貫通する穴 10 が形成されており、図 2 (A) に示すようにドーナツ型のものとなっている。このため、半導体シリコンウエーハをウエーハ熱処理用治具 3 上に載置する際に、半導体シリコンウエーハとウエーハ熱処理用治具 3 との間に、後述するリング状突起で囲まれた領域に存在する空気を、ウエーハ熱処理用治具 3 の半導体シリコンウエーハとは反対側へ、穴 10 を通して押し出すことが可能である。したがって、上記の半導体シリコンウエーハとウエーハ熱処理用治具 3 との間の空気に邪魔されることなく、半導体シリコンウエーハをウエーハ熱処理用治具 3 上の所望の位置に正確に載置することが可能になる。

[0036] これに対し、穴 10 が形成されていない場合、半導体シリコンウエーハとウエーハ熱処理用治具 3 との間の余分な空気は、ウエーハ熱処理用治具 3 の反対側へ抜ける道が存在しないために、半導体シリコンウエーハと同じ側から、半導体シリコンウエーハとウエーハ熱処理用治具 3 (リング状突起) との隙間をぬって、半導体シリコンウエーハが載置される前に水平方向へと抜

けるしかない。このとき、この余分な空気は半導体シリコンウエーハを押し返して抜けていくため、半導体シリコンウエーハは僅かではあるが浮いてしまい、横ずれを生じて所望の位置とずれて載置されてしまう。

[0037] 以上のように、本発明では穴 10 によって半導体シリコンウエーハを正確に載置することができ、リング状突起上に安定して支持することができる。このため、ウエーハ荷重の偏りもなく、スリップ転位が発生するのを防止することができる。

[0038] さらに、上記穴 10 によって熱処理時のガスの流れを改善することができる。すなわち、半導体シリコンウエーハの裏側にもガスが回り込むことができ、熱処理条件が均一化されて、ウエーハ内温度分布を均一なものとすることが可能である。したがって、この温度分布の不均一性を起因として発生するスリップ転位を防ぐことができる。

[0039] なお、この穴 10 の大きさは、例えば、直径 3 a が前記ウエーハ熱処理用治具の外径 3 d の 10 % 乃至 40 % とすることができる。穴 10 がこの程度の大きさであれば、半導体シリコンウエーハを載置する際、空気はよりスムーズにウエーハ熱処理用治具 3 の反対側へと抜けることができるし、また、ウエーハ熱処理用治具 3 の強度を大きく損なうこともなく、半導体シリコンウエーハを十分支持することが可能である。

この穴 10 の大きさは特に限定されず、半導体シリコンウエーハの大きさ等によりその都度設定できる。また、穴 10 の形状は円形に限定されず、いかなる形状であっても構わない。

[0040] そして、この板状のウエーハ熱処理用治具 3 の半導体シリコンウエーハを載置する面 12 には、該面から切れ目なくフルリング状に突出した突起（リング状突起 11）が形成されている。このリング状突起 11 は同心円状に 3 本以上形成されており、各々の高さ 3 f は同じになっている。

[0041] 前述したように、熱処理で生じるスリップ転位についての調査によって、本発明者は上記のようなリング状突起 11 を 3 本以上とすることで、図 9 等の従来のウエーハ熱処理用治具（リング状の突起が 2 本）とは異なり、ウエ

一ハ荷重の偏りを起因とするスリップ転位の発生を抑制することができることを発見している。

これは、上記のようなリング状突起 11 の本数を 3 本以上とすることで、半導体シリコンウエーハを支持する支持点を多くすることができ、半導体シリコンウエーハの支持の安定性を向上させ、半導体シリコンウエーハを荷重の偏りなく支持することが可能であるためと考えられる。

[0042] 特に、従来のウエーハ熱処理用治具では、熱処理中に半導体シリコンウエーハが踊って載置位置がずれた場合、そのずれた量がわずかであっても荷重に偏りが生じ、それを起因としてスリップ転位が発生する率が高かった。

しかしながら、本発明のウエーハ熱処理用治具 3 では、このような熱処理中の半導体シリコンウエーハのずれが生じてても、支持点が多いため、安定して半導体シリコンウエーハを支持し続けることができ、荷重の偏りが生じることもなく、スリップ転位の発生を防止することができる。

[0043] リング状突起 11 の形成位置は、半導体シリコンウエーハの中心部および周辺部におけるウエーハの自重による応力が小さくなるように、例えば、ウエーハ熱処理用治具 3 の半径方向において、ウエーハ熱処理用治具 3 の半径 50%乃至80%の領域に形成されているのが好ましい。すなわち、リング状突起 11 が形成されている領域の最小半径 $3b$ が、ウエーハ熱処理用治具 3 の半径 $3r$ の 50%以上であり、リング状突起 11 が形成されている領域の最大半径 $3c$ が、ウエーハ熱処理用治具 3 の半径 $3r$ の 80%以下のものであるのが好ましい。

また、各リング状突起 11 同士の間隔が、例えば 2 mm 乃至 10 mm のものとすることにより、半導体シリコンウエーハの荷重を偏りなく適度に各々のリング状突起 11 に分散させて支持することが可能である。

当然、リング状突起 11 の形成位置はこの領域に限定されず、また、各々のリング状突起 11 の間隔も限定されず、所望の位置、間隔で形成することが可能である。熱処理する半導体シリコンウエーハの大きさ等により適宜決定することができる。

[0044] さらに、各々のリング状突起 11 の大きさ、形状について述べる。図 4 にリング状突起 11 の断面形状の例を示す。

これらの要素についても特に限定されないが、例えば、幅は 2 mm 以下、高さを 1 mm 乃至 3 mm とするのが好ましい。このような大きさのものであれば、半導体シリコンウエーハを載置面 12 に接触させることなく十分に支持することができるし、リング状突起のサイズが大きすぎて欠け易いものとなるのを防ぐことができる。そのため、リング状突起 11 の欠けた個所が原因で半導体シリコンウエーハに傷が生じたり、リング状突起 11 の欠片によって、半導体シリコンウエーハの表面にパーティクルとして付着するのを防止することができる。

[0045] また、リング状突起 11 は、レコード盤の溝を反転させたようなものとすることができ、例えば図 4 (A) に示すように断面形状が三角形のものや、図 4 (B) に示すようにアーチ状のものとするのが好ましい。このような断面形状のものであれば、その上に載置して支持される半導体シリコンウエーハとの接触領域が必要以上に広がるのを防ぐことができ、比較的狭くすることができる。

また、リング状突起 11 の半導体シリコンウエーハとの接触部は適度な粗さがあると良い。

[0046] 熱処理において、半導体シリコンウエーハやウエーハ熱処理用治具 3 が熱変形する一方で、半導体シリコンウエーハがウエーハ熱処理用治具 3 (リング状突起 11) 上を滑ることなどによる変形緩和が発生するのが考えられるが、半導体シリコンウエーハとリング状突起 11 との接触において摩擦が大きすぎたり、あるいは、リング状突起 11 の面が平滑すぎて半導体シリコンウエーハとリング状突起 11 とが部分的に固着したりすると、スリップ転位が発生してしまう。これをより防ぐために、リング状突起 11 の形状等を例えば上記のように適宜決定することができる。

[0047] そして、上記本発明のウエーハ熱処理用治具 3 は、例えば以下のようにして製造することができる。

まず、CVD (Chemical Vapor Deposition) 装置を用い、CVD法によって、ウエーハ熱処理用治具3の材質となるSiC等を適当な土台に積層させる。なお、このウエーハ熱処理用治具3の材質は特に限定されないが、SiCであれば強度も高く、半導体シリコンウエーハを十分に支持することができるものとなる。

次に、研削等により土台を除去して、積層されたSiC膜のみを得る。

そして、このようなSiCの部材に加工処理を施すことにより、穴10やリング状突起11を形成し、SiCからなる所望のウエーハ熱処理用治具3を製造することができる。

[0048] また、他の製造方法としては、カーボンからなる部材に加工処理を施し、穴10やリング状突起11を先に形成して所望の形状のものを得て、その後、CVD法により、この表面にSiC膜を積層させることにより、所望のウエーハ熱処理用治具3を製造する。

このようなものあれば、ウエーハ熱処理用治具3の大部分はカーボンであるため簡単に加工することができるし、コストも比較的にかからずに製造することができる。

[0049] 以上のように、本発明のウエーハ熱処理用治具3およびこれを備えた縦型熱処理用ポート1であれば、特に、半導体シリコンウエーハが熱処理時に熱衝撃等によって動いても、半導体シリコンウエーハを荷重の偏りなく安定して支持することができるし、また、熱処理中のガスの流れを改善してウエーハ内温度分布の不均一性をなくすことができるので、これらを起因とするスリップ転位が発生するのを極めて効果的に防止することができる。このため、スリップ転位のない高品質のアニールウエーハを極めて高い歩留りで得ることができる。

[0050] 以下、本発明を実施例によりさらに詳細に説明するが、本発明はこれに限定されない。

(実施例1)

図 1 ～ 4 に示す本発明のウエーハ熱処理用治具および縦型熱処理用ボートを用い、直径 300 mm の半導体シリコンウエーハに、1000℃、16 時間の熱処理を施した。このようにして 1000 枚のアニールウエーハを得た。

なお、用いたウエーハ熱処理用治具は SiC 製のもので、厚さ 2 mm、外径 360 mm、中央部の穴の直径は 120 mm であった。また、リング状突起の断面形状は三角形で、幅 2 mm、高さ 2 mm であった。そして、リング状突起が形成されている領域の最小半径は 90 mm であり、そこから 10 mm 間隔で同心円状に 3 本形成されていた。

[0051] この結果、1000 枚のアニールウエーハ中、スリップ転位が発生したのはわずかに 1 枚であり、高歩留りでスリップ転位のない高品質のアニールウエーハを得ることができた。

[0052] (実施例 2)

リング状突起の本数が 6 本である以外は実施例 1 と同様のウエーハ熱処理用治具、縦型熱処理用ボートを用い、実施例 1 と同様の熱処理を行った。

[0053] この結果、1000 枚のアニールウエーハ中、スリップ転位が発生したのはわずかに 1 枚であり、実施例 1 と同様に、高歩留りでスリップ転位のない高品質のアニールウエーハを得ることができた。

[0054] (比較例 1)

リング状突起の本数が 2 本である以外は実施例 1 と同様のウエーハ熱処理用治具、縦型熱処理用ボートを用い、実施例 1 と同様の熱処理を行った。

[0055] この結果、1000 枚のアニールウエーハ中、スリップ転位が発生したのは 10 枚であり、実施例 1 に比べてスリップ転位の発生率が高く、歩留りが低下してしまった。

これは、リング状突起の本数が少なかったため、熱処理中に、熱衝撃等によって半導体シリコンウエーハの載置位置にずれが生じたときに、ウエーハ荷

重が偏って集中する箇所ができてしまい、それを起因としてスリップ転位が発生したためと考えられる。このように、リング状突起の本数が3本未満であると、ウエーハ荷重の偏りを起因とするスリップ転位の発生を十分に防止することができない。

[0056] (比較例2)

中央部に穴が形成されていない以外は実施例1と同様のウエーハ熱処理用治具、縦型熱処理用ボートを用い、実施例1と同様の熱処理を行った。

[0057] この結果、1000枚のアニールウエーハ中、スリップ転位が発生したのは11枚であり、実施例1に比べてスリップ転位の発生率が高く、歩留りが低下してしまった。

これは、穴が形成されていなかったため、熱処理において、ガスが半導体シリコンウエーハの裏側に回り込みにくく、それによってウエーハ内温度分布が均一なものとなりにくく、これを起因としてスリップ転位が発生したためと考えられる。このように、中央部に穴が形成されていないと、ウエーハ内温度分布の不均一性を起因とするスリップ転位の発生を防ぎきれない。

また、半導体シリコンウエーハの載置時にずれが生じていたと考えられる。

[0058] (比較例3)

リング状突起の本数が2本であり、中央部に穴が形成されていない以外は実施例1と同様のウエーハ熱処理用治具、縦型熱処理用ボートを用い、実施例1と同様の熱処理を行った。なお、比較例3におけるウエーハ熱処理用治具は、図9に示す従来のものとほぼ同様であった。

[0059] この結果、1000枚のアニールウエーハ中、スリップ転位が発生したのは27枚であり、実施例1に比べてスリップ転位の発生率が極めて高くなってしまった。比較例1および比較例2よりも悪い結果となった。

[0060] (比較例 4)

フルリング状ではなく、切れ目を有するリング状突起である以外は実施例 1 と同様のウエーハ熱処理用治具、縦型熱処理用ボートを用い、実施例 1 と同様の熱処理を行った。

[0061] この結果、1000 枚のアニールウエーハ中、スリップ転位が発生したのは 14 枚であり、実施例 1 に比べてスリップ転位の発生率が高く歩留りが低下してしまった。

これは、リング状突起に切れ目が形成されていることによって、ウエーハ荷重を均等に分散して支持することができずに荷重が集中する箇所が生じてしまい、それを起因としてスリップ転位が発生してしまったと考えられる。

[0062] 以上のように、本発明によって、スリップ転位の発生を極めて低減することができることが判る。これにより、高品質のアニールウエーハを歩留り高く得ることができ、デバイスの不良発生率を著しく低減し、コスト等の改善を図ることも可能である。

[0063] 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] 熱処理するときに半導体シリコンウエーハを水平に載置して支持する板状のウエーハ熱処理用治具であって、
前記ウエーハ熱処理用治具は、中央部を貫通する穴が形成されたドーナツ型であり、
前記半導体シリコンウエーハを載置する面には、切れ目なくフルリング状に突出して、載置される半導体シリコンウエーハを支持するリング状突起が形成されており、
該リング状突起は、同じ高さの突起が同心円状に3本以上形成されているものであることを特徴とするウエーハ熱処理用治具。
- [2] 前記ウエーハ熱処理用治具は、外径が前記支持される半導体シリコンウエーハの直径よりも5%乃至20%大きいものであることを特徴とする請求項1に記載のウエーハ熱処理用治具。
- [3] 前記ウエーハ熱処理用治具の中央部に形成された穴は、直径が前記ウエーハ熱処理用治具の外径の10%乃至40%のものであることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のウエーハ熱処理用治具。
- [4] 前記リング状突起は、幅が2mm以下であり、高さが1mm乃至3mmのものであることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか一項に記載のウエーハ熱処理用治具。
- [5] 前記3本以上のリング状突起は、各々、2mm乃至10mmの間隔で形成されたものであることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか一項に記載のウエーハ熱処理用治具。
- [6] 前記3本以上のリング状突起は、前記ウエーハ熱処理用治具の半径方向に

において、前記ウエーハ熱処理用治具の半径50%乃至80%の領域に形成されたものであることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか一項に記載のウエーハ熱処理用治具。

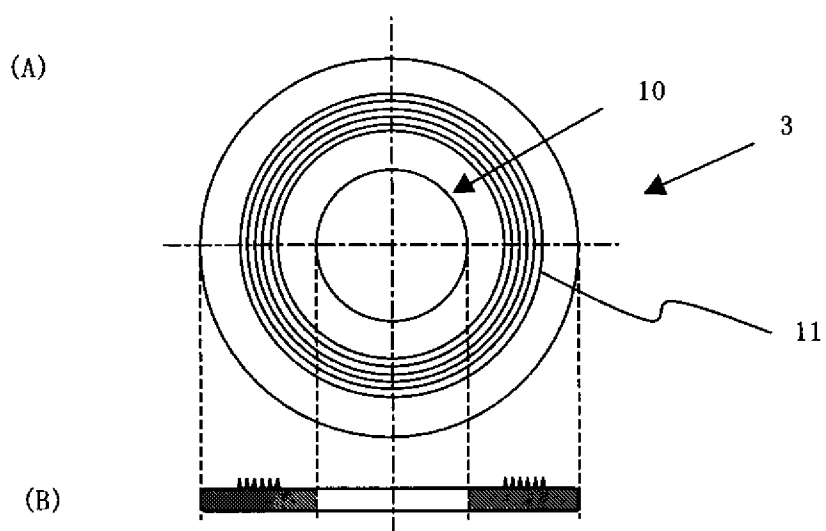
[7] 前記リング状突起は、断面形状が三角形またはアーチ状のものであることを特徴とする請求項1から請求項6のいずれか一項に記載のウエーハ熱処理用治具。

[8] 前記ウエーハ熱処理用治具は、SiCからなるもの、またはCVD法でカーボンにSiCをコーティングしたものであることを特徴とする請求項1から請求項7のいずれか一項に記載のウエーハ熱処理用治具。

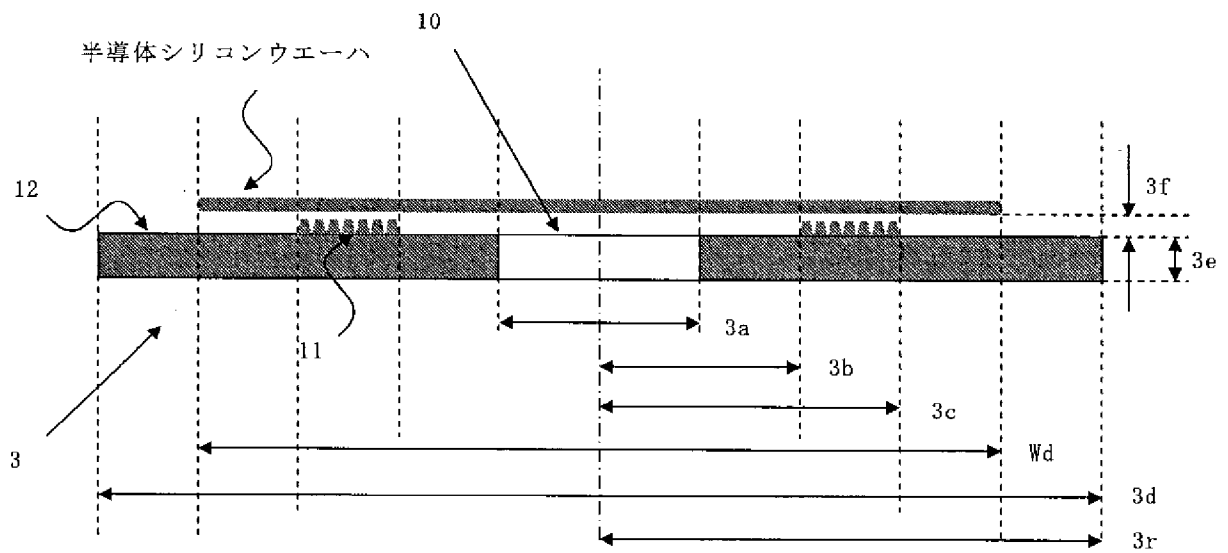
[9] 前記板状のウエーハ熱処理用治具の厚さは2mm以上であることを特徴とする請求項1から請求項8のいずれか一項に記載のウエーハ熱処理用治具。

[10] 請求項1から請求項9のいずれか一項に記載のウエーハ熱処理用治具を備えた縦型熱処理用ボートであって、少なくとも、天板と、底板と、該天板と底板の間に固定された複数の支柱とを有し、前記複数の支柱の各々に、前記半導体シリコン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、前記半導体シリコン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熱処理用治具が載上されているものであることを特徴とする縦型熱処理用ボート。

6a

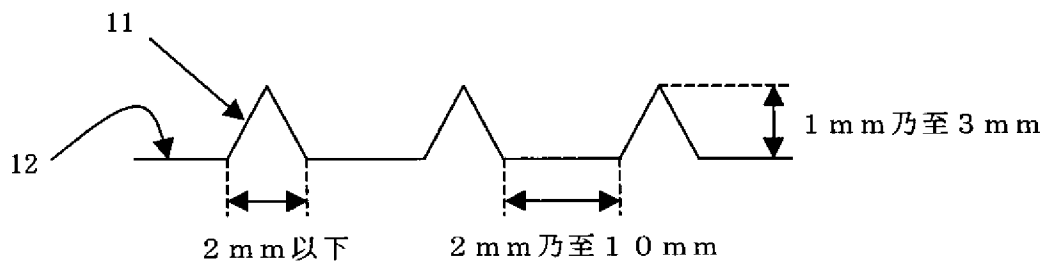


[図3]



[図4]

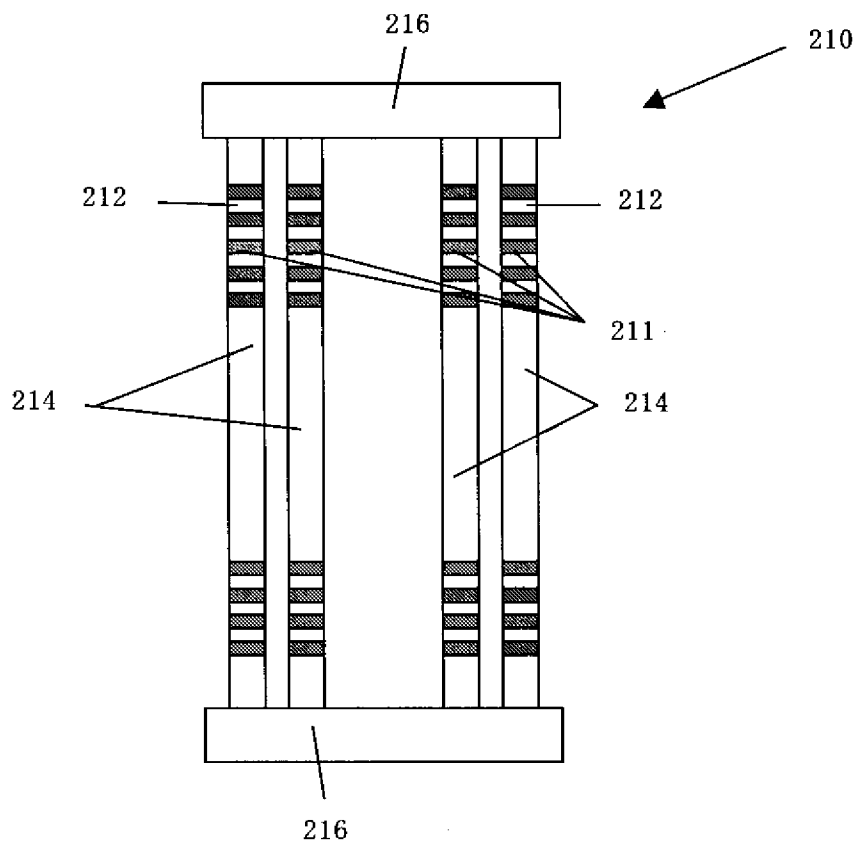
(A)



(B)

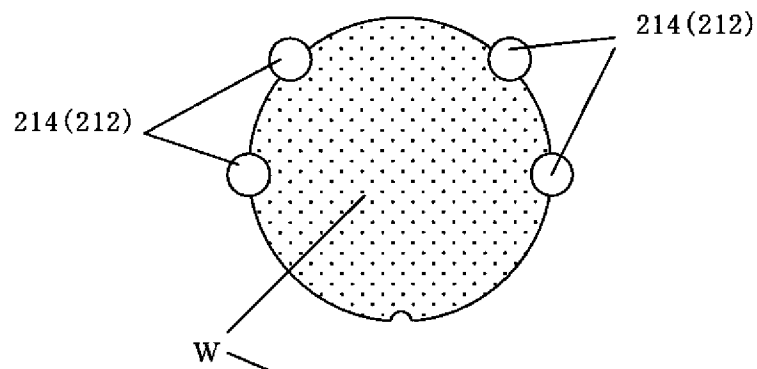


[図5]

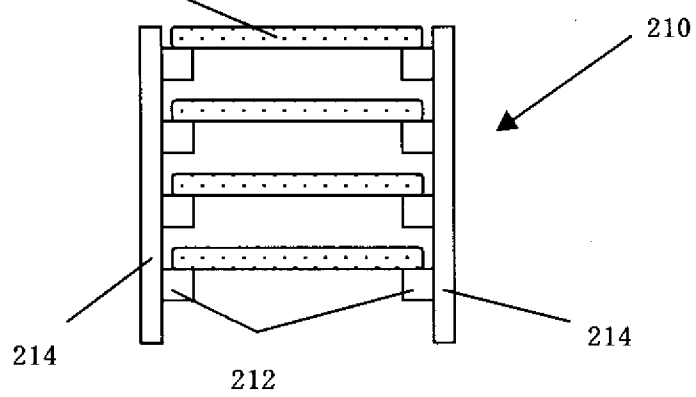


[図6]

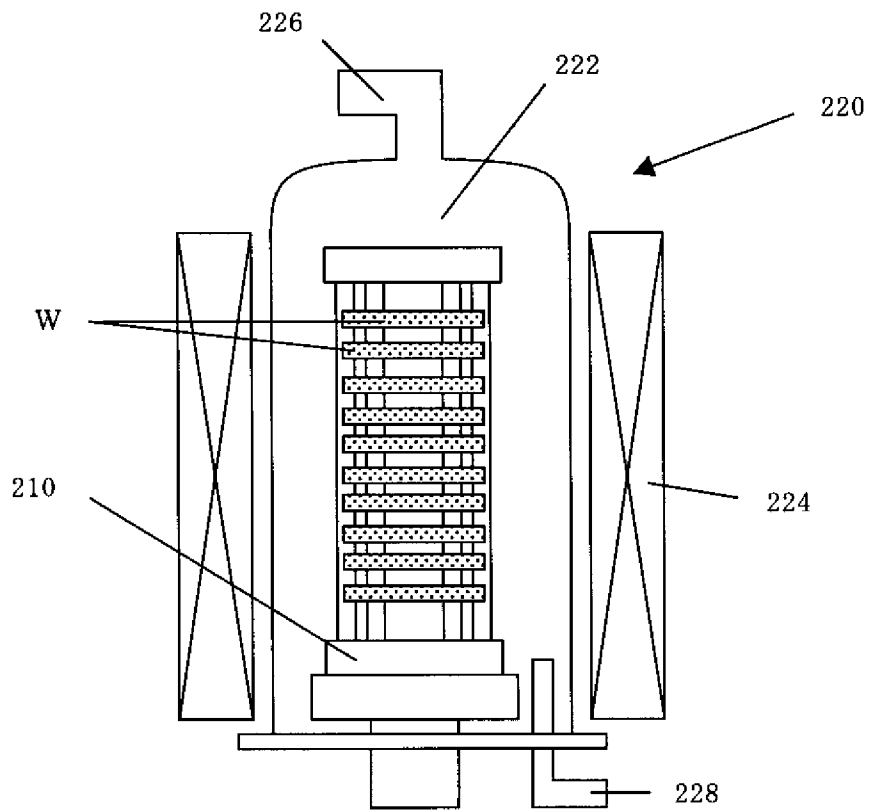
(A)



(B)



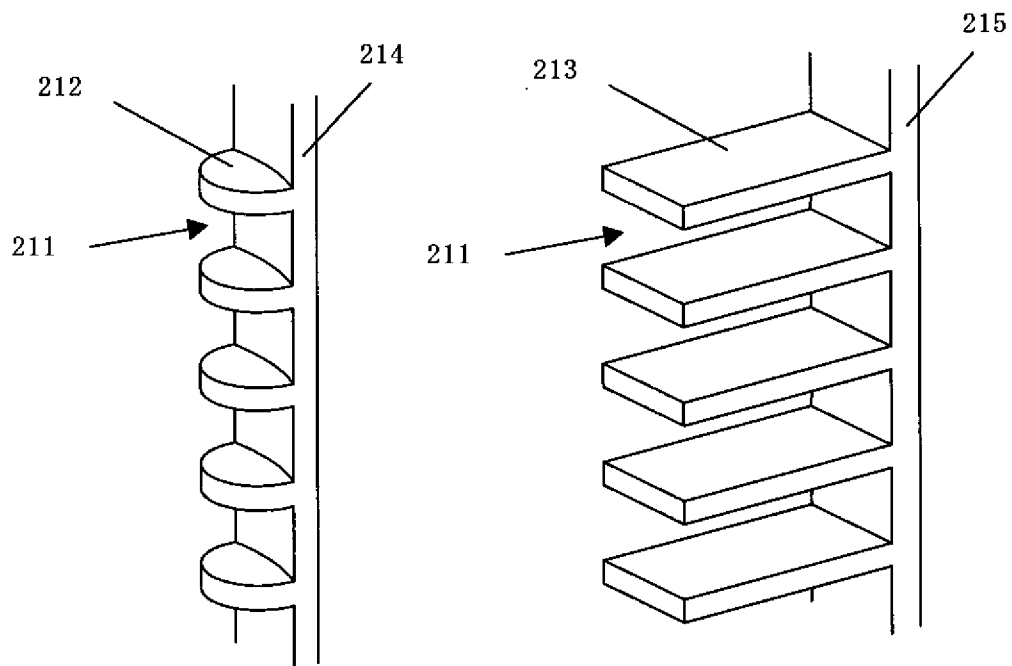
[図7]



[図8]

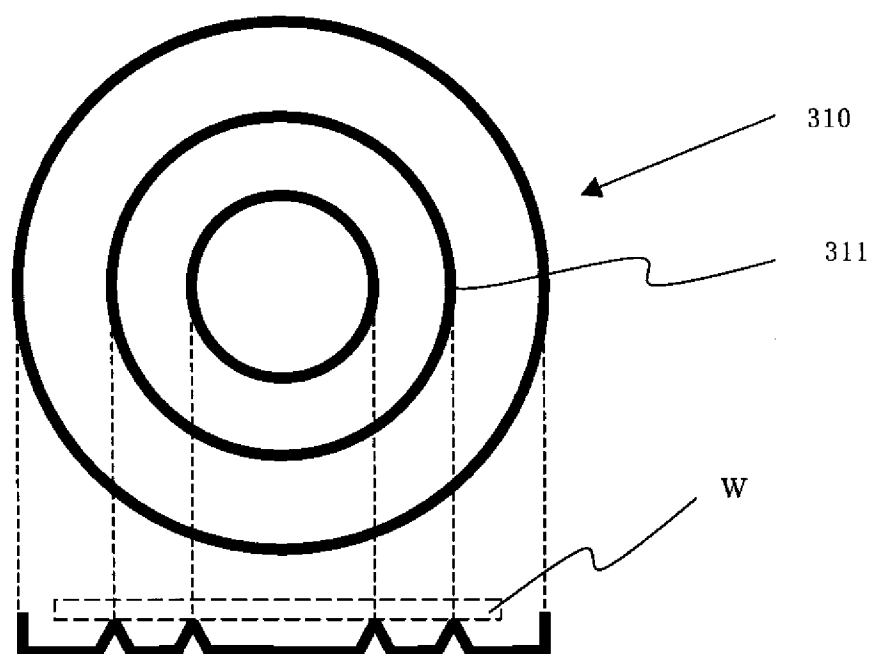
(A)

(B)



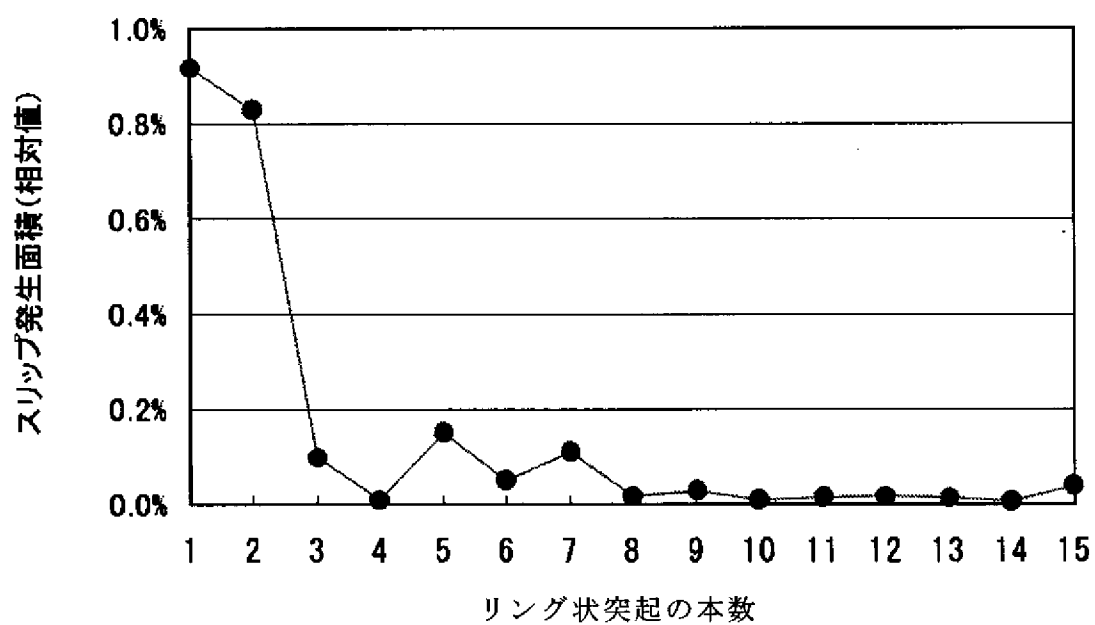
[図9]

(A)

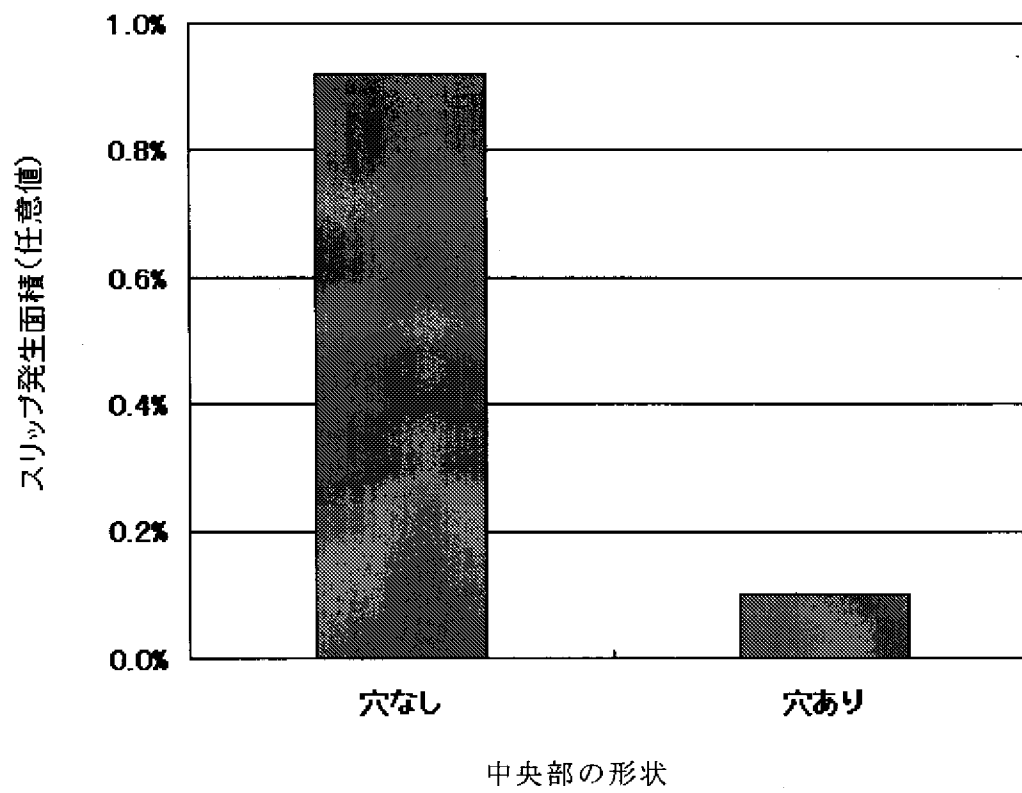


(B)

[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/001443

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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

H01L21/22, H01L21/324

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 Y	WO 2006/035879 A1 (Hitachi Kokusai Electric Inc.), 06 April, 2006 (06.04.06), Par. Nos. [0037] to [0042], [0048], [0052]; Figs. 1 to 3, 5(d), 7(b) & US 2007/0292814 A & KR 10-2007-0083564 A	1, 8-10 1-10
Y	JP 2002-033284 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 31 January, 2002 (31.01.02), Par. Nos. [0001] to [0019], [0033] to [0035]; Figs. 1, 2, 15 to 17 (Family: none)	1-10



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
25 July, 2008 (25.07.08)

Date of mailing of the international search report
05 August, 2008 (05.08.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/001443

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-021796 A (Samsung Electronics Co., Ltd.), 21 January, 2000 (21.01.00), Par. Nos. [0024] to [0034]; Figs. 10 to 12 & US 6099302 A & KR 10-2000-0002833 A & TW 417141 B	1-10
Y	JP 63-102225 A (Kabushiki Kaisha Deisuko Haitetsuku), 07 May, 1988 (07.05.88), Full text; Figs. 4, 9 (Family: none)	1-10
Y	JP 2001-060559 A (Toshiba Ceramics Co., Ltd.), 06 March, 2001 (06.03.01), Full text; all drawings (Family: none)	7
Y	JP 2003-037112 A (Sumitomo Mitsubishi Silicon Corp.), 07 February, 2003 (07.02.03), Full text; all drawings (Family: none)	7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

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

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 Y	WO 2006/035879 A1（株式会社日立国際電気）2006.04.06, 段落[0037]-[0042]、[0048]、[0052]、図1-3、5(d)、7(b) & US 2007/0292814 A & KR 10-2007-0083564 A	1,8-10 1-10
Y	JP 2002-033284 A（三井造船株式会社）2002.01.31, 段落【0001】－【0019】、【0033】－【0035】、図1、2、15-17 （ファミリーなし）	1-10

☒ 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 5 . 0 7 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日
0 5 . 0 8 . 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）

4 M

3 6 4 3

河本 充雄

電話番号 0 3－3 5 8 1－1 1 0 1 内線 3 4 6 2

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
Y	JP 2000-021796 A (三星電子株式会社) 2000. 01. 21, 段落【0024】－【0034】、図 10－12 & US 6099302 A & KR 10-2000-0002833 A & TW 417141 B	1-10
Y	JP 63-102225 A (株式会社デイスコハイテック) 1988. 05. 07, 全文、 第 4, 9 図 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2001-060559 A (東芝セラミックス株式会社) 2001. 03. 06, 全文、全図 (ファミリーなし)	7
Y	JP 2003-037112 A (三菱住友シリコン株式会社) 2003. 02. 07, 全文、全図 (ファミリーなし)	7