

(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
2010年2月4日(04.02.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/013646 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/205 (2006.01) H01L 21/683 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/063243
- (22) 国際出願日: 2009年7月24日(24.07.2009)
- (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 2008-197723 2008年7月31日(31.07.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 S U M C O (SUMCO CORPORATION) [JP/JP]; 〒1058634 東京都港区芝浦一丁目2番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 櫻井 雅哉 (SAKURAI, Masaya) [JP/JP]; 〒1058634 東京都港区芝浦一丁目2番1号 株式会社 S U M C O 内 Tokyo (JP). 石橋 昌幸 (ISHIBASHI, Masayuki) [JP/JP]; 〒1058634 東京都港区芝浦一丁目2番1号 株式会社 S U M C O 内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 須田 正義 (SUDA, Masayoshi); 〒1700013 東京都豊島区東池袋一丁目21番11号 オーク池袋ビル Tokyo (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, 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, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

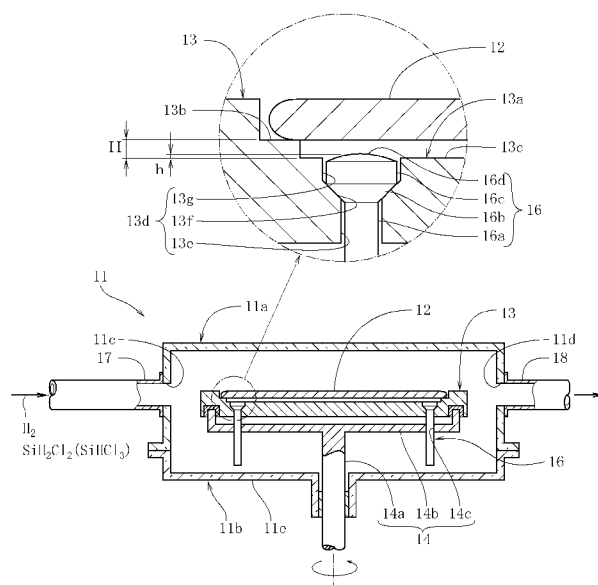
添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING EPITAXIAL WAFER AND WAFER HOLDER USED IN THE METHOD

(54) 発明の名称: エピタキシャルウェーハの製造方法及びそれに用いられるウェーハの保持具

[図1]



(57) Abstract: Unevenness is not generated on an epitaxial layer at a position facing a lift pin even when a power ratio between an upper lamp and a lower lamp is changed, and silicon is prevented from being deposited on the rear surface of a silicon wafer. A susceptor (13) having a recessed section (13a) and a ring-like step section (13b) is arranged in a reaction container (11), and a plurality of through holes (13d) are formed on a bottom wall (13c) in the recessed section, excluding the step section. After temporarily holding a wafer (12) by a lift pin (16) inserted into the through hole, the outer circumferential lower surface of the wafer is placed on the step section and the wafer is stored in the recessed section. Then, a raw material gas is circulated to the reaction container, and an epitaxial layer is formed on the surface of the wafer in the recessed section. At the time of forming the epitaxial layer on the surface of the wafer, the lift pin protrudes upward from the bottom wall upper surface, and a height (h) of the top section (16d) of the lift pin with the bottom wall upper surface as a reference is set within a range from a position exceeding 0 mm to a position just before the lift pin makes contact with the wafer.

(57) 要約:

[続葉有]



上側及び下側ランプの出力比を変量しても、リフトピンに対向する位置のエピタキシャル層に凹凸を発生させず、シリコンウェーハ裏面にシリコンを堆積させない。凹部（13 a）とリング状の段差部（13 b）とを有するサセプタ（13）を反応容器（11）内に配置し、凹部のうち段差部を除く底壁（13 c）に複数の貫通孔（13 d）を形成する。貫通孔に挿通されたリフトピン（16）でウェーハ（12）を一時的に保持した後、ウェーハの外周部下面を段差部に載せてウェーハを凹部に収容し、原料ガスを反応容器に流通させて凹部内のウェーハ表面にエピタキシャル層を形成する。エピタキシャル層をウェーハ表面に形成するときに、リフトピンが底壁上面より上方に突出し、底壁上面を基準とするリフトピンの頭頂部（16 d）の高さ h を 0 mm を超えた位置からリフトピンのウェーハに接触する直前までの範囲に設定する。

明 細 書

発明の名称：

エピタキシャルウェーハの製造方法及びそれに用いられるウェーハの保持具

技術分野

[0001] 本発明は、反応容器内のサセプタに載せられたシリコンウェーハ等の半導体ウェーハを回転させながらその表面にエピタキシャル層を形成してエピタキシャルウェーハを製造する方法と、上記ウェーハにエピタキシャル層を形成するときにウェーハを保持する保持具に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、エピタキシャル層形成室内でウェーハを載置するサセプタの下部側にリフトピンの少なくとも一部が配置され、このリフトピンがサセプタに設けられた貫通孔に挿通されてエピタキシャル層形成後のウェーハを押上げ、リフトピンの配置領域にリフトピンを介して伝熱するウェーハ上面側とサセプタ下面側間のエピタキシャル層形成時における熱移動が伝熱抑制手段により抑制されるように構成されたエピタキシャルウェーハ製造装置が開示されている（例えば、特許文献1参照。）。この装置では、リフトピンのヘッド部がサセプタの貫通孔内部に收容され、脚部がサセプタよりも下側に突き出るように構成される。また伝熱抑制手段はリフトピンをサセプタの熱伝導率よりも低い $128\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 未満の熱伝導率の材料によって構成される。更にサセプタに形成されたリフトピン挿通用の貫通孔に上面側から下面側に向けて孔断面積が狭くなるように少なくとも上面側にテーパが付けられており、リフトピンのヘッド部が上面をほぼサセプタの上面に一致させて貫通穴に隙間無く嵌まる皿形状に形成される。なお、エピタキシャル層形成室よりも上側と下側には赤外線ランプが配設され、これらのランプによりサセプタ上に載置されたウェーハが上下両側から加熱される。このように構成されたエピタキシャルウェーハ製造装置では、伝熱抑制手段がエピタキシャル層形成

中にウェーハ上面側からリフトピンを介してサセプタの下面側に向う熱移動を抑制するので、ウェーハのリフトピンに対向する領域の温度が他の領域よりも低下してしまうのを上記伝熱抑制手段により防止できる。この結果、温度低下に起因したエピタキシャル層の落ち込み減少を抑制できるようになっている。

先行技術文献

特許文献

- [0003] 特許文献1：特開2000-323556号公報（請求項1～3、段落[0011]、段落[0025]）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0004] 上記従来の特許文献1に示されたエピタキシャルウェーハ製造方法では、リフトピンが貫通穴に隙間無く嵌まるように、リフトピンを皿形状に形成し、かつリフトピンのヘッド部上面をサセプタ上面に一致させている。しかし、上記特許文献1に示された製造方法では、サセプタとリフトピンの形状や材質の違いによる熱伝導率の差が未だ生じており、またリフトピンの上部から下部への熱放出が未だ発生しているため、上側ランプ及び下側ランプの出力比を変更すると、リフトピンに対向する位置のエピタキシャル層の膜厚に凹凸が発生する問題点があった。
- [0005] 一方、ウェーハの下面にこのウェーハを支持するサセプタが存在するため、ウェーハの上面及び下面を均一に加熱すべく、下側ランプの出力を上側ランプの出力より大きくしている。この場合、ウェーハ裏面の温度がサセプタの温度より低くなり、ウェーハ裏面にシリコンが堆積するため、下側ランプの出力を下げようとする、上記のようにリフトピンに対向する位置のエピタキシャル層の膜厚に凹凸が発生する問題点があった。
- [0006] 本発明の目的は、上側ランプ及び下側ランプの出力比を変量しても、リフトピンに対向する位置のエピタキシャル層に凹凸が発生させず、かつウェー

ハ裏面にシリコンを堆積させない、エピタキシャルウェーハの製造方法及びそれに用いられるウェーハの保持具を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明の第1の観点は、凹部とこの凹部内に形成されたリング状の段差部とを有し、凹部のうち段差部を除く底壁に複数の貫通孔が形成されたサセプタを反応容器内に配置し、貫通孔に挿通されたリフトピンでウェーハを一時的に保持した後にウェーハの外周部下面を段差部に載せることによりウェーハを凹部に收容し、原料ガスを反応容器に流通させることにより凹部に收容されたウェーハの表面にエピタキシャル層を形成するエピタキシャルウェーハの製造方法において、エピタキシャル層をウェーハ表面に形成するときに、リフトピンが底壁上面より上方に突出し、底壁上面を基準とするリフトピンの頭頂部の高さ h を0 mmを超えた位置からリフトピンのウェーハに接触する直前までの範囲に設定することを特徴とする。
- [0008] 本発明の第2の観点は、第1の観点に基づく発明であって、更にサセプタの段差部上面の延長面とサセプタの凹部のうちリフトピン位置での底壁上面の延長面との距離 H が0.1 ~ 1 mmであることを特徴とする。
- [0009] 本発明の第3の観点は、第1の観点に基づく発明であって、更にエピタキシャル層をウェーハ表面に形成するときに、リフトピンが底壁上面より上方に突出し、底壁上面を基準とするリフトピンの頭頂部の高さ h を0.05 mm以上かつリフトピンのウェーハに接触する直前までの範囲に設定することを特徴とする。
- [0010] 本発明の第4の観点は、第1ないし第3の観点に基づく発明であって、更にサセプタをSiC膜により被覆されたカーボンにより形成し、リフトピンをSiC、グラシーカーボン又は石英のいずれかにより形成したことを特徴とする。
- [0011] 本発明の第5の観点は、凹部とこの凹部内に形成されたリング状の段差部とを有し凹部のうち段差部を除く底壁に複数の貫通孔が形成されかつ反応容器内に配置されたサセプタと、貫通孔に挿通されウェーハを一時的に保持す

るリフトピンとを備え、ウェーハをリフトピンで一時的に保持した後にウェーハの外周部下面を段差部に載せることによりウェーハが凹部に收容され、原料ガスを反応容器に流通させることにより凹部に收容されたウェーハの表面にエピタキシャル層が形成されるウェーハの保持具において、エピタキシャル層がウェーハ表面に形成されるときに、リフトピンが底壁上面より上方に突出し、底壁上面を基準とするリフトピンの頭頂部の高さ h が0 mmを超えた位置からリフトピンのウェーハに接触する直前までの範囲に設定されたことを特徴とする。

[0012] 本発明の第6の観点は、第5の観点に基づく発明であって、更にサセプタの段差部上面の延長面とサセプタの凹部のうちリフトピン位置での底壁上面の延長面との距離 H が0.1 ~ 1 mmであることを特徴とする。

[0013] 本発明の第7の観点は、第5の観点に基づく発明であって、更にエピタキシャル層がウェーハ表面に形成されるときに、リフトピンが底壁上面より上方に突出し、底壁上面を基準とするリフトピンの頭頂部の高さ h が0.05 mm以上かつリフトピンのウェーハに接触する直前までの範囲に設定されることを特徴とする。

[0014] 本発明の第8の観点は、第5ないし第7の観点に基づく発明であって、更にサセプタがSiC膜により被覆されたカーボンにより形成され、リフトピンがSiC、グラシーカーボン又は石英のいずれかにより形成されたことを特徴とする。

発明の効果

[0015] 第1の観点の製造方法及び第5の観点の保持具では、ウェーハとサセプタの温度が同等になるような上側ランプ及び下側ランプの出力に設定しても、リフトピンに対向する位置のエピタキシャル層に凹凸を発生させず、かつウェーハ裏面にシリコンを堆積させない。換言すれば、従来の上側ランプの出力より高い下側ランプの出力を上側ランプの出力とほぼ同等となる方向に下げていくことで、エピタキシャル層の平坦化を維持した状態で、ウェーハ裏面へのシリコンの堆積を抑制することができるので、エピタキシャルウェー

ハの品質を向上できる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明実施形態の保持具を用いてシリコンウェーハ表面にエピタキシャル層を形成している状態を示す反応容器の縦断面構成図である。

[図2]その保持具のリフトピンがシリコンウェーハを一時的に保持している状態を示す図1に対応する縦断面構成図である。

[図3]リフトピンが一時的に保持しているシリコンウェーハを搬送用ブレードが受けた状態を示す図1に対応する縦断面構成図である。

発明を実施するための形態

[0017] 次に本発明を実施するための形態を図面に基づいて説明する。

[0018] 図1に示すように、枚葉式のエピタキシャルウェーハの製造装置は反応容器11を備える。この反応容器11は、ほぼふせ椀状の上側ドーム11aと、略椀状の下側ドーム11bとを有し、これらのドーム11a、11bを互いに密着させることにより内部に空間が形成される。この反応容器11内部の空間には、表面（上面）にエピタキシャル層（図示せず）を成長させるための単一のシリコンウェーハ12を支持するサセプタ13が設けられ、サセプタ13は回転軸14により回転可能に保持される。上記サセプタ13は比較的厚い円板状に形成される。このサセプタ13にはシリコンウェーハ12を収容する凹部13aが形成され、この凹部13a内にはシリコンウェーハ12の外周部が載るリング状の段差部13bが形成される。また回転軸14は、下側ドーム11bの中心に回転可能に挿通された回転用軸部14aと、回転用軸部14aの上面にこの軸部14aと一体的に同心状に設けられサセプタ13の下面を受ける円板状の受け部14bとを有する。受け部14bの外径はサセプタ13の外径より僅かに小さく形成される。サセプタ13の凹部13aのうちリング状の段差部13bを除く底壁13cには、回転用軸部14aの軸線を中心とする同一円周上であって円周方向に等間隔に複数の貫通孔13dが形成される。回転軸14の受け部14bの貫通孔13dに対向する位置には通孔14cが形成される。

[0019] 一方、貫通孔 13 d 及び通孔 14 c にはリフトピン 16 が挿通される。リフトピン 16 は、リフト用軸部 16 a と、このリフト用軸部 16 a の上面にリフト用テーパ部 16 b を介してリフト用軸部 16 a と一体的に設けられリフト用軸部 16 a より大径のリフト用頭部 16 c とを有する。リフト用頭部 16 c の上面、即ち頭頂部 16 d は球面状に形成される。サセプタ 13 の貫通孔 13 d は、リフトピン 16 のリフト用軸部 16 a より僅かに大径に形成された小径孔部 13 e と、リフト用テーパ部 16 b と同一のテーパが形成されリフト用テーパ部 16 b を収容するテーパ孔部 13 f と、リフト用頭部 16 c より僅かに大径に形成されリフト用頭部 16 c を収容可能な大径孔部 13 g とを有する。回転軸 14 の受け部 14 b に形成された通孔 14 c の直径は貫通孔 13 d の小径孔部 13 e の直径と同一に形成される。上記サセプタ 13 は S i C 膜により被覆されたカーボンにより形成され、リフトピン 16 は S i C、グラシーカーボン（ガラス状カーボン）又は石英のいずれかにより形成される。またサセプタ 13 の段差部 13 b 上面の延長面とサセプタ 13 の凹部 13 a のうちリフトピン 16 位置での底壁 13 c 上面の延長面との距離 H は 0.1 ~ 1 mm、好ましくは 0.2 ~ 0.8 mm の範囲に設定される。ここで、サセプタ 13 の段差部 13 b 上面の延長面とサセプタ 13 の凹部 13 a のうちリフトピン 16 位置での底壁 13 c 上面の延長面との距離 H を 0.1 ~ 1 mm の範囲に限定したのは、0.1 mm 未満ではウェーハ 12 の反りによるリフトピン 16 との接触という不具合があり、1 mm を超えるとスリップが発生するという不具合があるからである。

[0020] 一方、上側ドーム 11 a の外周面にはガス供給口 11 c 及びガス排出口 11 d が配設される。ガス供給口 11 c には原料ガス及びキャリアガスを供給するガス導入管 17 の一端が接続され、ガス排出口 11 d にはガス排出管 18 の一端が接続される。ガス導入管 17 及びガス排出管 18 はハステロイのような耐塩酸合金により形成される。また図示しないが、上側ドーム 11 a の上方には上側ランプ（図示せず）が設けられ、下側ドーム 11 b の下方には下側ランプ（図示せず）が設けられる。これらのランプはハロゲンランプ

、白熱ランプ、アークランプ、グラファイトヒータ等により形成される。更に反応容器 11 内には原料ガスがキャリアガスとともに導入されるように構成される。ここで、原料ガスとしては、 SiH_2Cl_2 、 SiHCl_3 、 SiH_4 又は SiCl_4 等が挙げられ、キャリアガスとしては、主に H_2 が挙げられる。ガス導入管 17 及びガス供給口 11c から導入された原料ガス等は上側ドーム 11a とシリコンウェーハ 12 の間の空間を流れ、シリコンウェーハ 12 の表面にシリコン単結晶薄膜からなるエピタキシャル層を形成した後、ガス排出口 11d 及びガス排出管 18 を通って排出されるようになっている。

[0021] エピタキシャル層をシリコンウェーハ 12 表面に形成するとき、リフトピン 16 が底壁 13c 上面より上方に突出し、底壁 13c 上面を基準とするリフトピン 16 の頭頂部 16d の高さ h が 0mm を超えた位置からリフトピン 16 のシリコンウェーハ 12 に接触する直前までの範囲、好ましくは 0.05mm 以上かつリフトピン 16 のシリコンウェーハ 12 に接触する直前までの範囲に設定される。ここで、リフトピン 16 の頭頂部 16d の高さ h を 0mm を超えた位置からリフトピン 16 のシリコンウェーハ 12 に接触する直前までの範囲に限定したのは、0mm 以下ではリフトピン 16 の長さがサセプタ 13 の底壁 13c の厚さより大きいいため熱伝導によりリフトピン 16 の部分の温度が低下してしまい、リフトピン 16 がシリコンウェーハ 12 に接触するとウェーハ裏面へのダメージ及び接触したリフトピン 16 からの放熱の発生という不具合があるからである。

[0022] このように構成されたエピタキシャルウェーハの製造装置を用いてエピタキシャルウェーハを製造する方法を説明する。先ず回転軸 14 を反応容器 11 に対して相対的に下降させる（図 2）。これによりリフトピン 16 の下端が下側ドーム 11b の下壁 13c 上面に当接し、リフトピン 16 の頭頂部 16d がサセプタ 13 の上面より上方に突出する。この状態でシリコンウェーハ 12 を載せた搬送用ブレード 19 を反応容器 11 に挿入し、シリコンウェーハ 12 をリフトピン 16 上に置いてリフトピン 16 によりシリコンウェーハ 12 を一時的に保持させる（図 3）。次に回転軸 14 を反応容器 11 に対

して相対的に上昇させる。これによりリフトピン16の下端が下側ドーム11bの下壁11e上面から離れ、リフトピン16のリフト用頭部16cが貫通孔13dの大径孔部13gに收容される(図1)。このときリフトピン16のリフト用テーパ部16bが貫通孔13dのテーパ孔部13fに接触して、リフトピン16の頭頂部16dの高さhが0mmを超えた位置からリフトピン16のシリコンウェーハ12に接触する直前までの範囲になる。またシリコンウェーハ12はその外周部下面が段差部13b上面に載り、シリコンウェーハ12が凹部13aに收容される。

[0023] この状態で上側ランプと下側ランプとによりシリコンウェーハ12を加熱しながら、ガス導入管17及びガス供給口11cを通して反応容器11内に原料ガスをキャリアガスとともに導入する。なお、通常、シリコンウェーハ12を反応容器11に挿入する前に、上側ランプ及び下側ランプをオンするとともに、反応容器11にキャリアガスを流しておく。キャリアガスとともに導入された原料ガスがシリコンウェーハ12表面に達すると、シリコンウェーハ12表面にシリコン単結晶薄膜からなるエピタキシャル層が形成される。上側ランプ及び下側ランプの出力比を従来とは異なる出力比に変更しても、具体的には、上側ランプの出力を W_a とし、下側ランプの出力を W_b とするとき、 $(W_a : W_b)$ を $(50 : 50) \sim (55 : 45)$ の範囲に変更しても、リフトピン16に対向する位置のエピタキシャル層に凹凸が発生せず、かつシリコンウェーハ12裏面にシリコンが堆積しない。換言すれば、上側ランプの出力よりも大きかった下側ランプの出力(従来の $W_a : W_b$ は $42 : 58$ に固定されていた。)を従来より下げて両者の出力をほぼ同等としても、エピタキシャル層の平坦化を維持した状態で、シリコンウェーハ12裏面へのシリコンの堆積を抑制することができるので、エピタキシャルウェーハの品質を向上できる。シリコンウェーハ12表面を通過した原料ガス等はガス排出口11d及びガス排出管18を通して排出される。

[0024] シリコンウェーハ12表面へのエピタキシャル層の形成が完了すると、回転軸14を反応容器11に対して相対的に下降させる。これによりリフトピ

ン 1 6 の下端が下側ドーム 1 1 b の下壁 1 1 c 上面に当接するとともに、リフトピン 1 6 の頭頂部 1 6 d がシリコンウェーハ 1 2 の下面に当接してリフトピン 1 6 がシリコンウェーハ 1 2 を押上げる（図 3）。次にシリコンウェーハ 1 2 とサセプタ 1 3 との間に搬送用ブレード 1 9 を挿入した後に、このブレード 1 9 を上昇させることによりブレード 1 9 上にシリコンウェーハ 1 2 を載せる（図 2）。これによりエピタキシャル層が形成されたシリコンウェーハ 1 2 を反応容器 1 1 から取出すことができる。なお、この実施の形態では、半導体ウェーハとしてシリコンウェーハを挙げたが、GaAs ウェーハ、InP ウェーハ、ZnS ウェーハ、或いは ZnSe ウェーハでもよい。

実施例

[0025] 次に本発明の実施例を比較例とともに詳しく説明する。

[0026] <実施例 1>

ランプ加熱方式の横型枚葉式エピタキシャル成長装置（AMAT 社製）を用意した。先ずこの装置の上側ランプの出力 W_a と下側ランプの出力 W_b との比（ $W_a : W_b$ ）を 50 : 50 に設定し、キャリアガス（ H_2 ）を流した。この状態で回転軸 1 4 を反応容器 1 1 に対して相対的に下降させた（図 2）。これによりリフトピン 1 6 の下端が下側ドーム 1 1 b の下壁 1 3 c 上面に当接し、リフトピン 1 6 の頭頂部 1 6 d がサセプタ 1 3 の上面より上方に突出した。この状態で結晶の面方位が $\langle 100 \rangle$ である直径 300 mm の p 型シリコンウェーハ 1 2 を載せた搬送用ブレード 1 9 を反応容器 1 1 に挿入し、シリコンウェーハ 1 2 をリフトピン 1 6 上に置いてリフトピン 1 6 によりシリコンウェーハ 1 2 を一時的に保持させた（図 3）。次に回転軸 1 4 を反応容器 1 1 に対して相対的に上昇させた。これによりリフトピン 1 6 の下端が下側ドーム 1 1 b の下壁 1 1 e 上面から離れ、リフトピン 1 6 のリフト用頭部 1 6 c が貫通孔 1 3 d の大径孔部 1 3 g に收容された（図 1）。このときリフトピン 1 6 のリフト用テーパ部 1 6 b が貫通孔 1 3 d のテーパ孔部 1 3 f に接触して、リフトピン 1 6 の頭頂部 1 6 d の高さ h が +0.05 mm であった。即ち、リフトピン 1 6 が底壁 1 3 c 上面より 0.05 mm だけ上方に

突出した。またシリコンウェーハ12はその外周部下面が段差部13b上面に載り、シリコンウェーハ12が凹部13aに收容された。この状態で上側ランプ及び下側ランプの出力比 $W_a : W_b$ を50 : 50に保ったままこれらのランプでシリコンウェーハ12を加熱しながら、ガス導入管17及びガス供給口11cを通して反応容器11内に原料ガス($SiHCl_3$)をキャリアガス(H_2)とともに導入し、シリコンウェーハ12表面に厚さ $3\mu m$ のシリコン単結晶薄膜からなるエピタキシャル層を形成してエピタキシャルウェーハを作製した。なお、サセプタ13の段差部13b上面の延長面とサセプタ13の凹部13aのうちリフトピン16位置での底壁13c上面の延長面との距離Hが0.3mmであり、シリコンウェーハの中央部における放射温度計による温度は $1100^{\circ}C$ であった。

[0027] <実施例2>

上側ランプの出力 W_a と下側ランプの出力 W_b との比($W_a : W_b$)を55 : 45に設定したこと以外は、実施例1と同様にしてエピタキシャルウェーハを作製した。

[0028] <実施例3>

リフトピンのリフト用頭部を貫通孔の大径孔部に收容したときのリフトピンの頭頂部の高さhが+0.12mmであった(リフトピンが底壁上面より0.12mmだけ上方に突出した)こと以外は、実施例1と同様にしてエピタキシャルウェーハを作製した。

[0029] <実施例4>

上側ランプの出力 W_a と下側ランプの出力 W_b との比($W_a : W_b$)を55 : 45に設定し、リフトピンのリフト用頭部を貫通孔の大径孔部に收容したときのリフトピンの頭頂部の高さhが+0.12mmであった(リフトピンが底壁上面より0.12mmだけ上方に突出した)こと以外は、実施例1と同様にしてエピタキシャルウェーハを作製した。

[0030] <比較例1>

上側ランプの出力 W_a と下側ランプの出力 W_b との比($W_a : W_b$)を42 :

５８に設定したこと以外は、実施例１と同様にしてエピタキシャルウェーハを作製した。

[0031] <比較例２>

上側ランプの出力 W_a と下側ランプの出力 W_b との比（ $W_a : W_b$ ）を４６：５４に設定したこと以外は、実施例１と同様にしてエピタキシャルウェーハを作製した。

[0032] <比較例３>

上側ランプの出力 W_a と下側ランプの出力 W_b との比（ $W_a : W_b$ ）を４２：５８に設定し、リフトピンのリフト用頭部を貫通孔の大径孔部に收容したときのリフトピンの頭頂部の高さ h が＋０．１２ｍｍであった（リフトピンが底壁上面より０．１２ｍｍだけ上方に突出した）こと以外は、実施例１と同様にしてエピタキシャルウェーハを作製した。

[0033] <比較例４>

上側ランプの出力 W_a と下側ランプの出力 W_b との比（ $W_a : W_b$ ）を４６：５４に設定し、リフトピンのリフト用頭部を貫通孔の大径孔部に收容したときのリフトピンの頭頂部の高さ h が＋０．１２ｍｍであった（リフトピンが底壁上面より０．１２ｍｍだけ上方に突出した）こと以外は、実施例１と同様にしてエピタキシャルウェーハを作製した。

[0034] <比較例５>

上側ランプの出力 W_a と下側ランプの出力 W_b との比（ $W_a : W_b$ ）を４２：５８に設定し、リフトピンのリフト用頭部を貫通孔の大径孔部に收容したときのリフトピンの頭頂部の高さ h が＋０．２５ｍｍであり（リフトピンが底壁上面より０．２５ｍｍだけ上方に突出した）、リフトピンの頭頂部がシリコンウェーハの裏面に接触したこと以外は、実施例１と同様にしてエピタキシャルウェーハを作製した。

[0035] <比較例６>

上側ランプの出力 W_a と下側ランプの出力 W_b との比（ $W_a : W_b$ ）を５５：４５に設定し、リフトピンのリフト用頭部を貫通孔の大径孔部に收容したと

きのリフトピンの頭頂部の高さ h が $+0.25\text{ mm}$ であり（リフトピンが底壁上面より 0.25 mm だけ上方に突出した）、リフトピンの頭頂部がシリコンウェーハの裏面に接触したこと以外は、実施例1と同様にしてエピタキシャルウェーハを作製した。

[0036] <比較例7>

上側ランプの出力 W_a と下側ランプの出力 W_b との比（ $W_a : W_b$ ）を $42 : 58$ に設定し、リフトピンのリフト用頭部を貫通孔の大径孔部に收容したときのリフトピンの頭頂部の高さ h が -0.7 mm であった（リフトピンの頭頂部が底壁上面より 0.7 mm だけ貫通孔内に引込んだ）こと以外は、実施例1と同様にしてエピタキシャルウェーハを作製した。

[0037] <比較例8>

上側ランプの出力 W_a と下側ランプの出力 W_b との比（ $W_a : W_b$ ）を $46 : 54$ に設定し、リフトピンのリフト用頭部を貫通孔の大径孔部に收容したときのリフトピンの頭頂部の高さ h が -0.7 mm であった（リフトピンの頭頂部が底壁上面より 0.7 mm だけ貫通孔内に引込んだ）こと以外は、実施例1と同様にしてエピタキシャルウェーハを作製した。

[0038] <比較例9>

リフトピンのリフト用頭部を貫通孔の大径孔部に收容したときのリフトピンの頭頂部の高さ h が -0.7 mm であった（リフトピンの頭頂部が底壁上面より 0.7 mm だけ貫通孔内に引込んだ）こと以外は、実施例1と同様にしてエピタキシャルウェーハを作製した。

[0039] <比較例10>

上側ランプの出力 W_a と下側ランプの出力 W_b との比（ $W_a : W_b$ ）を $55 : 45$ に設定し、リフトピンのリフト用頭部を貫通孔の大径孔部に收容したときのリフトピンの頭頂部の高さ h が -0.7 mm であった（リフトピンの頭頂部が底壁上面より 0.7 mm だけ貫通孔内に引込んだ）こと以外は、実施例1と同様にしてエピタキシャルウェーハを作製した。

[0040] <比較例11>

上側ランプの出力 W_a と下側ランプの出力 W_b との比 ($W_a : W_b$) を 4 2 : 5 8 に設定し、リフトピンのリフト用頭部を貫通孔の大径孔部に收容したときのリフトピンの頭頂部の高さ h が 0 mm であった (リフトピンの頭頂部が底壁上面と一致した) こと以外は、実施例 1 と同様にしてエピタキシャルウェーハを作製した。

[0041] <比較例 1 2>

上側ランプの出力 W_a と下側ランプの出力 W_b との比 ($W_a : W_b$) を 4 6 : 5 4 に設定し、リフトピンのリフト用頭部を貫通孔の大径孔部に收容したときのリフトピンの頭頂部の高さ h が 0 mm であった (リフトピンの頭頂部が底壁上面と一致した) こと以外は、実施例 1 と同様にしてエピタキシャルウェーハを作製した。

[0042] <比較例 1 3>

リフトピンのリフト用頭部を貫通孔の大径孔部に收容したときのリフトピンの頭頂部の高さ h が 0 mm であった (リフトピンの頭頂部が底壁上面と一致した) こと以外は、実施例 1 と同様にしてエピタキシャルウェーハを作製した。

[0043] <比較例 1 4>

上側ランプの出力 W_a と下側ランプの出力 W_b との比 ($W_a : W_b$) を 5 5 : 4 5 に設定し、リフトピンのリフト用頭部を貫通孔の大径孔部に收容したときのリフトピンの頭頂部の高さ h が 0 mm であった (リフトピンの頭頂部が底壁上面と一致した) こと以外は、実施例 1 と同様にしてエピタキシャルウェーハを作製した。

[0044] <比較試験 1 及び評価>

実施例 1 ~ 4 及び比較例 1 ~ 1 4 のエピタキシャルウェーハについて、裏面デポジションとナノトポグラフィを測定した。その結果を表 1 に示す。ここで、裏面デポジションとは、サセプタ表面を被覆するシリコン膜が原料ガス (SiHCl_3) 中の塩酸成分により剥がれてシリコンウェーハの高温側の裏面に付着する現象をいう。この裏面デポジションは、エピタキシャル層を

形成する前のシリコンウェーハの厚さと、エピタキシャル層を形成した後のエピタキシャルウェーハの厚さとの相違により判断した。表 1 の裏面デポジションの欄において『Ref』は上側ランプの出力 W_a と下側ランプの出力 W_b との比 ($W_a : W_b$) を 4 2 : 5 8 に設定したときの裏面デポジション、即ち比較例 1、3、5、7 及び 1 1 の裏面デポジションを基準値とすることを示す。また表 1 の裏面デポジションの欄において『B』は裏面デポジションが基準値より 2 0 % 未満しか低減しなかったことを示し、『A』は裏面デポジションが基準値より 2 0 % 以上 4 0 % 未満と比較的大幅に低減したことを示し、『A A』は裏面デポジションが基準値より 4 0 % 以上 6 5 % 未満と極めて大幅に低減したことを示す。一方、ナノトポグラフィとは、エピタキシャルウェーハのエピタキシャル層表面の平坦度を表す指標である。このナノトポグラフィはナノマッパー (Nanomapper : A D E 社製) により測定した。表 1 のナノトポグラフィの欄において『A』は凹凸が 5 n m 未満と小さかったことを示し、『B』は凹凸が 5 n m を超え 1 0 n m 以下と比較的大きかったであることを示し、『B B』は凹凸が 1 0 n m 以上と極めて大きかったことを示す。

[0045]

[表1]

	上側ランプと下側ランプ の出力比	リフトピンの 頭頂部の高さ (mm)	裏面デポ ジション	ナノトポ グラフィ
実施例 1	5 0 : 5 0	+0.05	A	A
実施例 2	5 5 : 4 5	+0.05	A A	A
実施例 3	5 0 : 5 0	+0.12	A	A
実施例 4	5 5 : 4 5	+0.12	A A	A
比較例 1	4 2 : 5 8	+0.05	Ref	A
比較例 2	4 6 : 5 4	+0.05	B	A
比較例 3	4 2 : 5 8	+0.12	Ref	A
比較例 4	4 6 : 5 4	+0.12	B	A
比較例 5	4 2 : 5 8	+0.25	Ref	B B
比較例 6	5 5 : 4 5	+0.25	A	B B
比較例 7	4 2 : 5 8	-0.7	Ref	A
比較例 8	4 6 : 5 4	-0.7	B	A
比較例 9	5 0 : 5 0	-0.7	A	B
比較例 1 0	5 5 : 4 5	-0.7	A A	B B
比較例 1 1	4 2 : 5 8	0	Ref	A
比較例 1 2	4 6 : 5 4	0	B	A
比較例 1 3	5 0 : 5 0	0	A	B
比較例 1 4	5 5 : 4 5	0	A A	B B

[0046] 表1から明らかなように、リフトピンの頭頂部の高さ h が -0.7 mm である比較例7～10やリフトピンの頭頂部の高さ h が 0 mm である比較例11～14では、下側ランプの出力を減少させるに従って、裏面デポジションは次第に良好になったけれども、ナノトポグラフィは次第に悪くなり、比較例7～14では、裏面デポジション及びナノトポグラフィの双方が良好であ

るものはなかった。また頭頂部がシリコンウェーハ裏面に接触した比較例5及び6では、下側ランプの出力を減少させるに従って、裏面デポジションは良好になったけれども、ナノトポグラフィは全て悪くなった。これらに対し、リフトピンの頭頂部の高さが+0.05mmである実施例1及び2やリフトピンの頭頂部の高さが+0.12mmである実施例3及び4では、裏面デポジション及びナノトポグラフィの双方が良好であった。この結果、サセプタの底壁上面を基準とするリフトピンの頭頂部の高さ h を0mmを超えた位置からリフトピンのシリコンウェーハに接触する直前までの範囲に設定すると、裏面デポジション及びナノトポグラフィの双方が良好となることが分かった。

- [0047] 一方、リフトピンの頭頂部の高さ h が+0.05mm又は+0.12mmであっても、下側ランプの出力が上側ランプの出力より大きい比較例1～4では、ナノトポグラフィが良好であったけれども、裏面デポジションが悪かったのに対し、リフトピンの頭頂部の高さ h が+0.05mm又は+0.12mmであって、しかも下側ランプの出力が上側ランプの出力と同等か或いは上側ランプの出力より若干低い実施例1～4では、ナノトポグラフィ及び裏面デポジションの双方が良好であった。この結果、サセプタの底壁上面を基準とするリフトピンの頭頂部の高さ h を0mmを超えた位置からリフトピンのシリコンウェーハに接触する直前までの範囲に設定すると、上側ランプ及び下側ランプの出力をほぼ同等にしても或いは上側ランプの出力を下側ランプの出力より大きくしても、ナノトポグラフィのみならず裏面デポジションも良好になることが分かった。

産業上の利用可能性

- [0048] 本発明は、反応容器内のサセプタに載せられたシリコンウェーハ等の半導体ウェーハを保持具で保持して回転させながらその表面にエピタキシャル層を形成することに利用できる。

請求の範囲

- [請求項1] 凹部とこの凹部内に形成されたリング状の段差部とを有し、前記凹部のうち前記段差部を除く底壁に複数の貫通孔が形成されたサセプタを反応容器内に配置し、前記貫通孔に挿通されたリフトピンでウェーハを一時的に保持した後に前記ウェーハの外周部下面を前記段差部に載せることにより前記ウェーハを前記凹部に收容し、原料ガスを前記反応容器に流通させることにより前記凹部に收容された前記ウェーハの表面にエピタキシャル層を形成するエピタキシャルウェーハの製造方法において、
- 前記エピタキシャル層を前記ウェーハ表面に形成するときに、前記リフトピンが前記底壁上面より上方に突出し、前記底壁上面を基準とする前記リフトピンの頭頂部の高さ h を 0 mm を超えた位置から前記リフトピンの前記ウェーハに接触する直前までの範囲に設定することを特徴とするエピタキシャルウェーハの製造方法。
- [請求項2] サセプタの段差部上面の延長面と前記サセプタの凹部のうちリフトピン位置での底壁上面の延長面との距離 H が $0.1 \sim 1\text{ mm}$ である請求項1記載のエピタキシャルウェーハの製造方法。
- [請求項3] エピタキシャル層をウェーハ表面に形成するときに、リフトピンが底壁上面より上方に突出し、前記底壁上面を基準とする前記リフトピンの頭頂部の高さ h を 0.05 mm 以上かつ前記リフトピンの前記ウェーハに接触する直前までの範囲に設定する請求項1記載のエピタキシャルウェーハの製造方法。
- [請求項4] サセプタを SiC 膜により被覆されたカーボンにより形成し、リフトピンを SiC 、グラシーカーボン又は石英のいずれかにより形成した請求項1ないし3いずれか1項に記載のエピタキシャルウェーハの製造方法。
- [請求項5] 凹部とこの凹部内に形成されたリング状の段差部とを有し前記凹部のうち前記段差部を除く底壁に複数の貫通孔が形成されかつ反応容器

内に配置されたサセプタと、前記貫通孔に挿通されウェーハを一時的に保持するリフトピンとを備え、前記ウェーハを前記リフトピンで一時的に保持した後に前記ウェーハの外周部下面を前記段差部に載せることにより前記ウェーハが前記凹部に收容され、原料ガスを前記反応容器に流通させることにより前記凹部に收容された前記ウェーハの表面にエピタキシャル層が形成されるウェーハの保持具において、

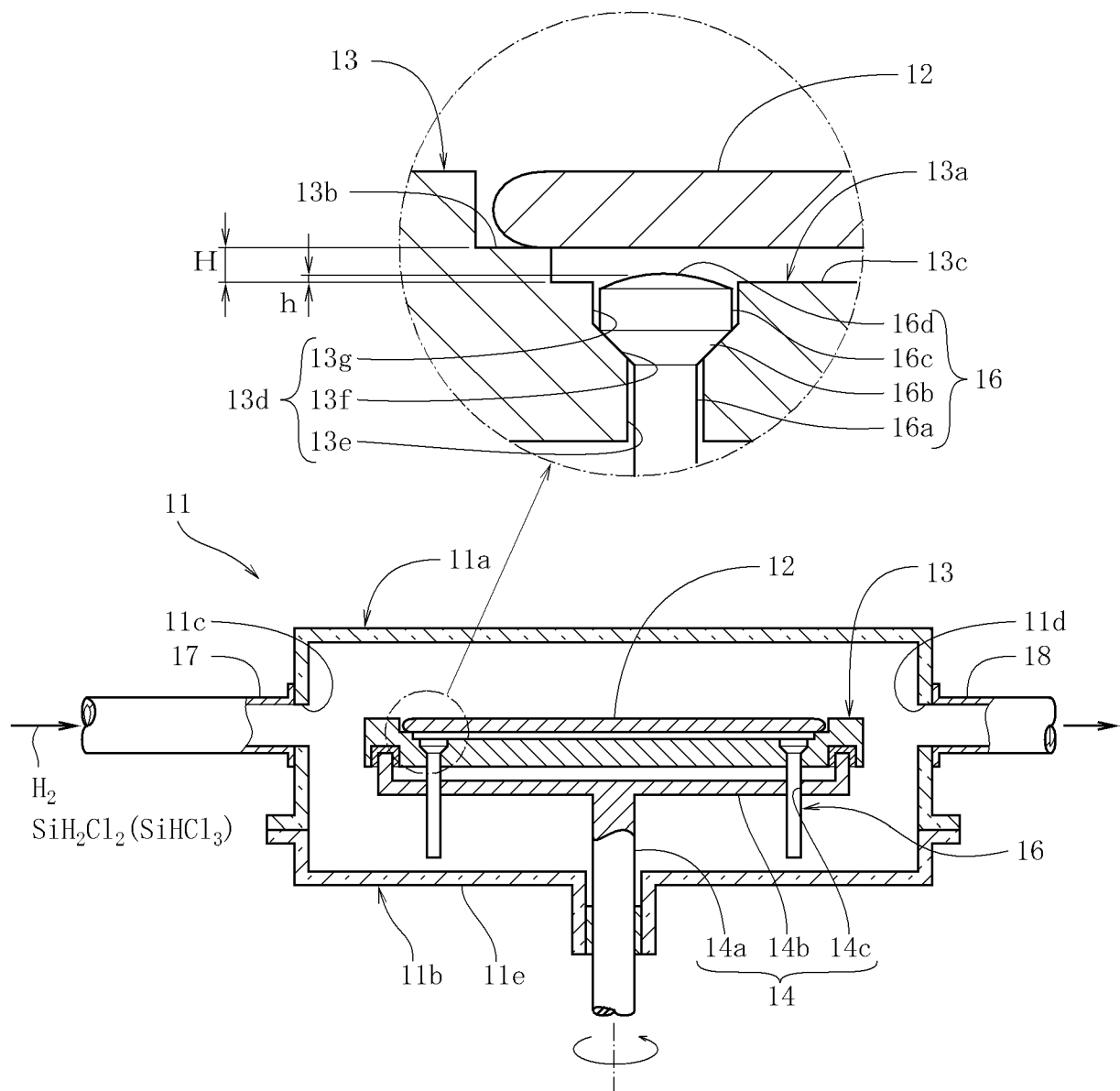
前記エピタキシャル層が前記ウェーハ表面に形成されるときに、前記リフトピンが前記底壁上面より上方に突出し、前記底壁上面を基準とする前記リフトピンの頭頂部の高さ h が 0 mm を超えた位置から前記リフトピンの前記ウェーハに接触する直前までの範囲に設定されたことを特徴とするウェーハの保持具。

[請求項6] サセプタの段差部上面の延長面と前記サセプタの凹部のうちリフトピン位置での底壁上面の延長面との距離 H が $0.1 \sim 1\text{ mm}$ である請求項5記載のウェーハの保持具。

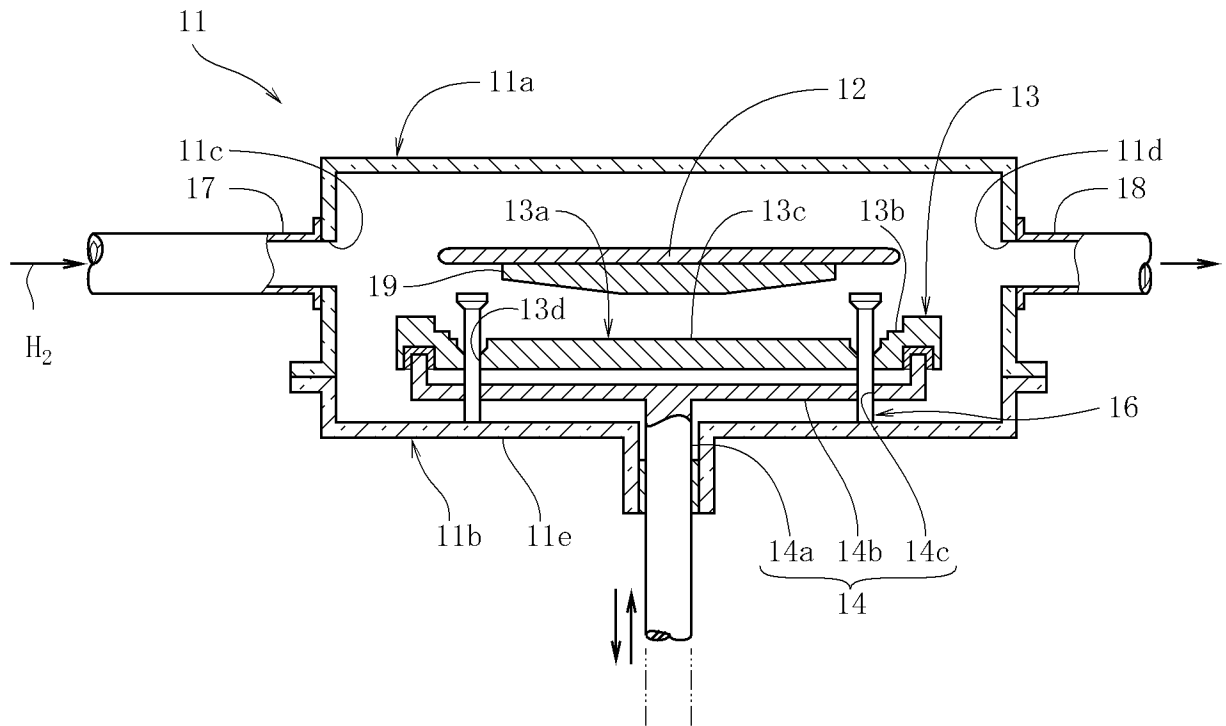
[請求項7] エピタキシャル層がウェーハ表面に形成されるときに、リフトピンが底壁上面より上方に突出し、前記底壁上面を基準とする前記リフトピンの頭頂部の高さ h が 0.05 mm 以上かつ前記リフトピンの前記ウェーハに接触する直前までの範囲に設定される請求項5記載のウェーハの保持具。

[請求項8] サセプタがS i C膜により被覆されたカーボンにより形成され、リフトピンがS i C、グラシーカーボン又は石英のいずれかにより形成された請求項5ないし7いずれか1項に記載のウェーハの保持具。

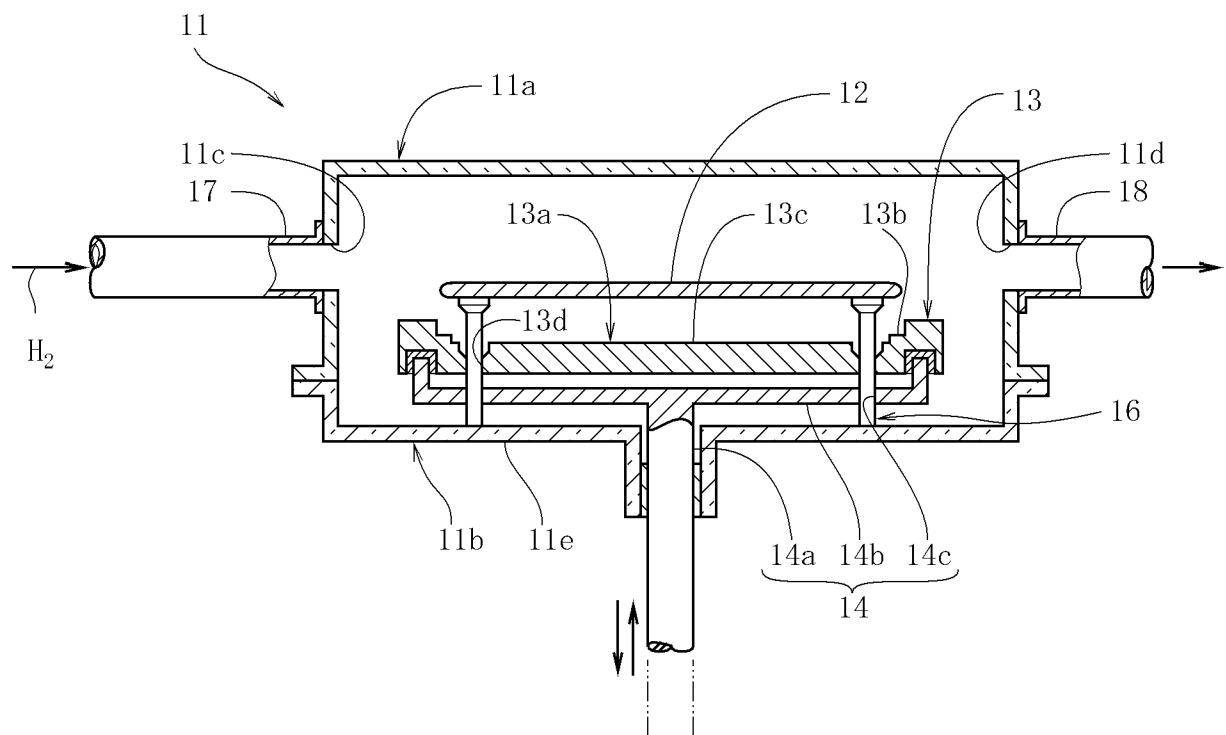
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/063243

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/205(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)

H01L21/205, 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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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 2007-273623 A (Sumco Techxiv Kabushiki Kaisha), 18 October, 2007 (18.10.07), Par. No. [0031]; Fig. 1 & US 2007/0227441 A1	1-8
A	JP 2000-323556 A (Komatsu Electronic Metals Co., Ltd.), 24 November, 2000 (24.11.00), Full text; Figs. 1, 5 (Family: none)	1-8
A	JP 2005-311108 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 04 November, 2005 (04.11.05), Full text; Figs. 4, 5 (Family: none)	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20 August, 2009 (20.08.09)

Date of mailing of the international search report
01 September, 2009 (01.09.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/063243

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2005/034219 A1 (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 14 April, 2005 (14.04.05), Full text; all drawings & US 2007/0119367 A1 & EP 1670044 A1 & KR 10-2006-0060735 A & CN 1864245 A	1-8
A	JP 2000-26192 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 25 January, 2000 (25.01.00), Full text; all drawings & US 6596086 B1 & EP 953659 A2	1-8
A	JP 2007-235116 A (Tokyo Electron Ltd.), 13 September, 2007 (13.09.07), Full text; all drawings & US 2009/0041568 A & WO 2007/088894 A1 & KR 10-2008-0015466 A & CN 101322237 A	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. H01L21/205 (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. H01L21/205, 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 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 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 2007-273623 A (SUMCO TECHXIV株式会社) 2007.10.18, 【0031】、図1 & US 2007/0227441 A1	1-8
A	JP 2000-323556 A (コマツ電子金属株式会社) 2000.11.24, 全文、 図1, 5 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2005-311108 A (信越半導体株式会社) 2005.11.04, 全文、図4, 5 (ファミリーなし)	1-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日
2 0 . 0 8 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日
0 1 . 0 9 . 2 0 0 9

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 R	3 9 4 9
大塚 徹		
電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 1		

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 請求項の番号
A	WO 2005/034219 A1 (信越半導体株式会社) 2005. 04. 14, 全文、全図 & US 2007/0119367 A1 & EP 1670044 A1 & KR 10-2006-0060735 A & CN 1864245 A	1-8
A	JP 2000-26192 A (信越半導体株式会社) 2000. 01. 25, 全文、全図 & US 6596086 B1 & EP 953659 A2	1-8
A	JP 2007-235116 A (東京エレクトロン株式会社) 2007. 09. 13, 全文、 全図 & US 2009/0041568 A & WO 2007/088894 A1 & KR 10-2008-0015466 A & CN 101322237 A	1-8