

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5412759号
(P5412759)

(45) 発行日 平成26年2月12日 (2014. 2. 12)

(24) 登録日 平成25年11月22日 (2013. 11. 22)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/205 (2006. 01)

H O 1 L 21/205

H O 1 L 21/683 (2006. 01)

H O 1 L 21/68

N

請求項の数 8 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2008-197723 (P2008-197723)
 (22) 出願日 平成20年7月31日 (2008. 7. 31)
 (65) 公開番号 特開2010-34476 (P2010-34476A)
 (43) 公開日 平成22年2月12日 (2010. 2. 12)
 審査請求日 平成23年8月1日 (2011. 8. 1)

(73) 特許権者 302006854
 株式会社 S U M C O
 東京都港区芝浦一丁目2番1号
 (74) 代理人 100085372
 弁理士 須田 正義
 (74) 代理人 100121234
 弁理士 早川 利明
 (72) 発明者 櫻井 雅哉
 東京都港区芝浦一丁目2番1号 株式会社
 S U M C O 内
 (72) 発明者 石橋 昌幸
 東京都港区芝浦一丁目2番1号 株式会社
 S U M C O 内

審査官 大塚 徹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エピタキシャルウェーハの保持具及びそのウェーハの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【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収容され、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収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エピタキシャルウェーハの保持具において、

前記サセプタの底壁に前記リフトピンが挿通される貫通孔を有し、

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、前記リフトピンの下端が前記反応容器の下側ドームの下壁上面から離れ、前記リフトピンのリフト用頭部が前記貫通孔の大径孔部に収容され、更に前記リフトピンのリフト用テーパ部が前記貫通孔のテーパ孔部に接触して、前記リフトピンが前記サセプタの底壁上面より上方に突出し、前記サセプタの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エピタキシャルウェーハの保持具。

【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前記サセプタ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

10

20

ャルウェーハの保持具。

【請求項 3】

エピタキシャル層がウェーハ表面に形成されるときに、リフトピンの下端が反応容器の下側ドームの下壁上面から離れ、前記リフトピンのリフト用頭部が貫通孔の大径孔部に收容され、更に前記リフトピンのリフト用テーパー部が前記貫通孔のテーパー孔部に接触して、前記リフトピンがサセプタの底壁上面より上方に突出し、前記サセプタの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 1 記載のエピタキシャルウェーハの保持具。

【請求項 4】

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保持具。

【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、

前記サセプタの底壁に前記リフトピンが挿通される貫通孔を形成し、

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、前記リフトピンの下端が前記反応容器の下側ドームの下壁上面から離れ、前記リフトピンのリフト用頭部が前記貫通孔の大径孔部に收容され、更に前記リフトピンのリフト用テーパー部が前記貫通孔のテーパー孔部に接触して、前記リフトピンが前記サセプタの底壁上面より上方に突出し、前記サセプタの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 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前記サセプタ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 記載のエピタキシャルウェーハの製造方法。

【請求項 7】

エピタキシャル層をウェーハ表面に形成するとき、リフトピンの下端が反応容器の下側ドームの下壁上面から離れ、前記リフトピンのリフト用頭部が貫通孔の大径孔部に收容され、更に前記リフトピンのリフト用テーパー部が前記貫通孔のテーパー孔部に接触して、前記リフトピンがサセプタの底壁上面より上方に突出し、前記サセプタの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 5 記載のエピタキシャルウェーハの製造方法。

【請求項 8】

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 5 ないし 7 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。

【発明の詳細な説明】

【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するときウェーハを保持する保持具と、このエピタキシャルウェーハを製造する方法に関するものである。

10

20

30

40

50

【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収容され、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。

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

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

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。

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。

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、エピタキシャルウェーハの保持具及びそのウェーハの製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0004】

請求項1に係る発明は、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収容され、原料ガスを反応容器に流通させることにより凹部に収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エピタキシャルウェーハの保持具の改良である。その特徴ある構成は、サセプタの底壁にリフトピンが挿通される貫通孔を有し、エ

タキシャル層がウェーハ表面に形成されるときに、リフトピンの下端が反応容器の下側ドームの下壁上面から離れ、リフトピンのリフト用頭部が貫通孔の大径孔部に收容され、更にリフトピンのリフト用テーパ部が貫通孔のテーパ孔部に接触して、リフトピンがサセプタの底壁上面より上方に突出し、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 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ところにある。

請求項2に係る発明は、請求項1に係る発明であって、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サセプタの底壁上面の延長面との距離 H が $0.1 \sim 1\text{ mm}$ であることを特徴とする。

請求項3に係る発明は、請求項1に係る発明であって、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、リフトピンの下端が反応容器の下側ドームの下壁上面から離れ、リフトピンのリフト用頭部が貫通孔の大径孔部に收容され、更にリフトピンのリフト用テーパ部が貫通孔のテーパ孔部に接触して、リフトピンがサセプタの底壁上面より上方に突出し、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 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。

請求項4に係る発明は、請求項1ないし3いずれか1項に係る発明であって、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。

【0005】

請求項5に係る発明は、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の改良である。その特徴ある構成は、サセプタの底壁にリフトピンが挿通される貫通孔を形成し、エピタキシャル層をウェーハ表面に形成するとき、リフトピンの下端が反応容器の下側ドームの下壁上面から離れ、リフトピンのリフト用頭部が貫通孔の大径孔部に收容され、更にリフトピンのリフト用テーパ部が貫通孔のテーパ孔部に接触して、リフトピンがサセプタの底壁上面より上方に突出し、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 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ところにある。

請求項6に係る発明は、請求項5に係る発明であって、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サセプタの底壁上面の延長面との距離 H が $0.1 \sim 1\text{ mm}$ であることを特徴とする。

請求項7に係る発明は、請求項5に係る発明であって、更にエピタキシャル層をウェーハ表面に形成するとき、リフトピンの下端が反応容器の下側ドームの下壁上面から離れ、リフトピンのリフト用頭部が貫通孔の大径孔部に收容され、更にリフトピンのリフト用テーパ部が貫通孔のテーパ孔部に接触して、リフトピンがサセプタの底壁上面より上方に突出し、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 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。

請求項8に係る発明は、請求項5ないし7いずれか1項に係る発明であって、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。

【発明の効果】

【0006】

請求項1及び5に係る発明では、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

10

20

30

40

50

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。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

次に本発明を実施するための最良の形態を図面に基づいて説明する。

【0008】

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、略伏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。

【0009】

一方、貫通孔13d及び通孔14c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16aと、このリフト用軸部16aの上面にリフト用テーパ部16bを介してリフト用軸部16aと一体的に設けられリフト用軸部16aより大径のリフト用頭部16cとを有する。リフト用頭部16cの上面、即ち頭頂部16dは球面状に形成される。サセプタ13の貫通孔13dは、リフトピン16のリフト用軸部16aより僅かに大径に形成された小径孔部13eと、リフト用テーパ部16bと同一のテーパが形成されリフト用テーパ部16bを収容するテーパ孔部13fと、リフト用頭部16cより僅かに大径に形成されリフト用頭部16cを収容可能な大径孔部13gとを有する。回転軸14の受け部14bに形成された通孔14cの直径は貫通孔13dの小径孔部13eの直径と同一に形成される。上記サセプタ13は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16はSiC、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は0.1~1mm、好ましくは0.2~0.8mmの範囲に設定される。ここで、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を0.1~1mmの範囲に限定したのは、0.1mm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、1mm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。

【0010】

一方、上側ドーム11aの外周面にはガス供給口11c及びガス排出口11dが配設される。ガス供給口11c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11d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11aの上方には上側ランプ(図示せず)が設けられ、下側ドーム11b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

10

20

30

40

50

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を通して排出されるようになっている。

【0011】

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に、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。

【0012】

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11e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に収容される(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に収容される。

【0013】

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。

【0014】

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16の下端が下側ドーム

10

20

30

40

50

11bの下壁11e上面に当接するとともに、リフトピン16の頭頂部16dがシリコンウェーハ12の下面に当接してリフトピン16がシリコンウェーハ12を押上げる(図3)。次にシリコンウェーハ12とサセプタ13との間に搬送用ブレード19を挿入した後に、このブレード19を上昇させることによりブレード19上にシリコンウェーハ12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12を反応容器11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】

【0015】

次に本発明の実施例を比較例とともに詳しく説明する。

<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Waと下側ランプの出力Wbとの比(Wa:Wb)を50:50に設定し、キャリアガス(H₂)を流した。この状態で回転軸14を反応容器11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16の下端が下側ドーム11bの下壁11e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した。この状態で結晶の面方位が<100>である直径300mmのp型シリコンウェーハ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た(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た。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に収容された(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+0.05mmであった。即ち、リフトピン16が底壁13c上面より0.05mm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に収容された。この状態で上側ランプ及び下側ランプの出力比Wa:Wb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(SiHCl₃)をキャリアガス(H₂)とともに導入し、シリコンウェーハ12表面に厚さ3μm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であった。

【0016】

<実施例2>

上側ランプの出力Waと下側ランプの出力Wbとの比(Wa:Wb)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。

<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収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。

<実施例4>

上側ランプの出力Waと下側ランプの出力Wbとの比(Wa:Wb)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収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。

【0017】

<比較例1>

10

20

30

40

50

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。

< 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 4 6 : 5 4 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。

< 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 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収容したときのリフトピンの頭頂部の高さ h が + 0 . 1 2 mm であった (リフトピンが底壁上面より 0 . 1 2 mm 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。

10

< 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 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収容したときのリフトピンの頭頂部の高さ h が + 0 . 1 2 mm であった (リフトピンが底壁上面より 0 . 1 2 mm 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。

【 0 0 1 8 】

< 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 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収容したときのリフトピンの頭頂部の高さ h が + 0 . 2 5 mm であり (リフトピンが底壁上面より 0 . 2 5 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。

20

< 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 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収容したときのリフトピンの頭頂部の高さ h が + 0 . 2 5 mm であり (リフトピンが底壁上面より 0 . 2 5 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。

< 比較例 7 >

30

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収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。

< 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 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収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。

40

< 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収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。

【 0 0 1 9 】

< 比較例 1 0 >

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収容したときのリフトピンの頭頂部の

50

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。

< 比較例 1 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、リフトピンのリフト用頭部を貫通孔の大径孔部に収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。

< 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 $46 : 54$ 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収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。

< 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収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。

< 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 $55 : 45$ 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収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。

【 0 0 2 0 】

< 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 $42 : 58$ 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 20% 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 20% 以上 40% 未満と比較的大幅に低減したことを示し、『AA』は裏面デポジションが基準値より 40% 以上 65% 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プ（Nano mapper : 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 nm 未満と小さかったことを示し、『B』は凹凸が 5 nm を超え 10 nm 以下と比較的大きかったであることを示し、『BB』は凹凸が 10 nm 以上と極めて大きかったことを示す。

【 0 0 2 1 】

【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 10	5 5 : 4 5	-0.7	A A	B B
比較例 11	4 2 : 5 8	0	Ref	A
比較例 12	4 6 : 5 4	0	B	A
比較例 13	5 0 : 5 0	0	A	B
比較例 14	5 5 : 4 5	0	A A	B B

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 $+0.05 \text{ mm}$ である実施例 1 及び 2 やリフトピンの頭頂部の高さが $+0.12 \text{ mm}$ 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 0 mm 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。

【0022】

一方、リフトピンの頭頂部の高さ h が $+0.05 \text{ mm}$ 又は $+0.12 \text{ mm}$ 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 $+0.05 \text{ mm}$ 又は $+0.12 \text{ mm}$ 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 0 mm 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。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 3 】

【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。

10

【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。

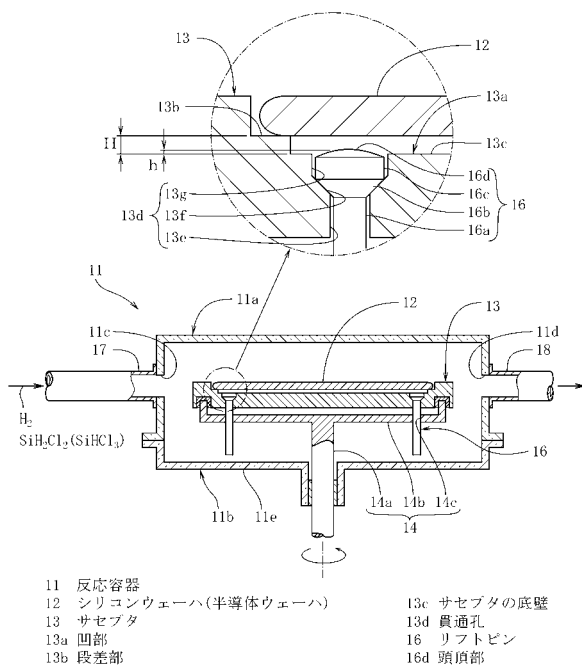
【符号の説明】

【 0 0 2 4 】

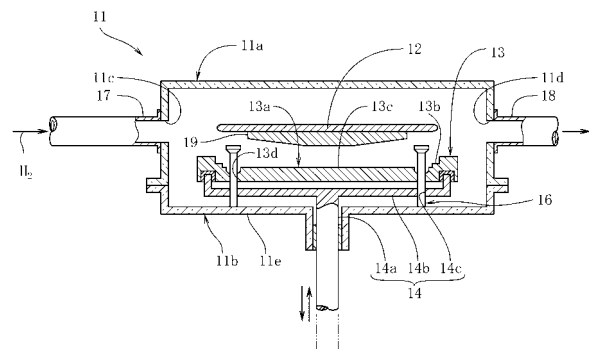
- 1 1 反応容器
- 1 2 シリコンウェーハ（半導体ウェーハ）
- 1 3 サセプタ
- 1 3 a 凹部
- 1 3 b 段差部
- 1 3 c サセプタの底壁
- 1 3 d 貫通孔
- 1 6 リフトピン
- 1 6 d 頭頂部

20

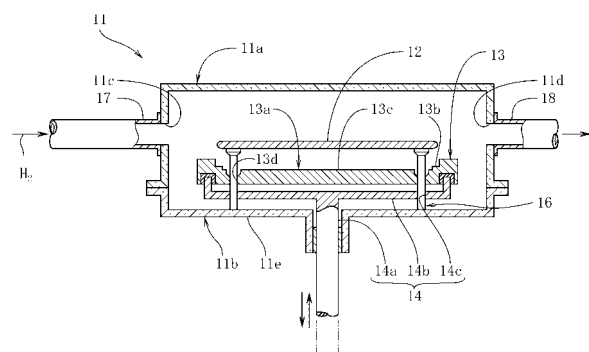
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-273623(JP,A)
特開2000-323556(JP,A)
特開2005-311108(JP,A)
特開2000-026192(JP,A)
特開2007-235116(JP,A)
国際公開第2005/034219(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/205
H01L 21/683