

明 細 書

発明の名称：

気相成長装置及びエピタキシャルウェーハの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、単結晶基板の主表面に半導体単結晶薄膜を気相成長させるための気相成長装置と、それを用いて実現されるエピタキシャルウェーハの製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 単結晶基板上に半導体単結晶薄膜を形成したエピタキシャルウェーハ、例えばシリコン単結晶基板（以下、単に「基板」と略称する）の表面に、気相成長法によりシリコン単結晶薄膜（以下、単に「薄膜」と略称する）を形成したシリコンエピタキシャルウェーハは、バイポーラＩＣやＭＯＳ－ＩＣ等の電子デバイスに広く使用されている。近年、例えば直径が２００ｍｍないしそれ以上のエピタキシャルウェーハの製造においては、複数枚のウェーハをバッチ処理する方法に代えて、枚葉式気相成長装置が主流になりつつある。これは、反応容器内に１枚の基板を水平に回転保持し、反応容器の一端から他端へ原料ガスを略水平かつ一方向に供給しながら薄膜を気相成長させるものである。一般的なシリコンエピタキシャルウェーハの製造に際して基板の加熱には、赤外線放射加熱、高周波誘導加熱あるいは抵抗加熱などの方式が用いられ、シリコン基板とサセプタは昇温するが反応容器の壁部の温度は低く保たれる、いわゆる、コールドウォールの環境を形成するようにしている。

[0003] 枚葉式気相成長装置においては、通常、ガス供給管を介して反応容器の一端部に形成されたガス導入口から原料ガスが供給され、基板主表面に沿って原料ガスが流れた後、容器他端側の排出口から排出される構造となっている。このような構造の装置によりエピタキシャルウェーハを製造する場合、基板主表面に沿った原料ガスの流速を増大させることが、シリコン単結晶薄膜

の成長速度を増大させる上で有効であることが知られている。例えば、非特許文献1には、シリコンエピタキシャルウェーハを製造する際に、サセプタ回転速度の上昇により、基板主表面と原料ガスとの相対速度を大きくすると、基板上に堆積するシリコン単結晶層の成長速度を増大できる旨開示されている。

[0004] 非特許文献1に開示された実験では、反応容器に供給する原料ガスの濃度及び流量は一定に設定されており、その状況下でサセプタ回転速度を上昇させた場合に、シリコン単結晶層の成長速度が増加する結果が示されている。また、非特許文献2には、上記のコールドウォール環境下においては、シリコン単結晶層を成長させる際の気相温度が上昇すると、原料ガス成分の輸送速度が律速する領域（すなわち、基板主表面上の拡散層）において、単結晶層の成長速度が低下することが熱力学的に示されている。

[0005] すなわち、基板主表面のガス流速が増加すれば、基板主表面からの熱移動が促進され基板主表面の温度が下がるとともに、ガス流速増大により基板主表面の拡散層厚さが減少し、拡散層中の原料ガス成分の濃度勾配が増加する。これらの要因により、原料ガスからシリコン単結晶が生成される化学反応の効率が高められ、シリコン単結晶層の成長速度が増加すると考えられる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第6068255号公報

特許文献2：特開2005-183510号公報

特許文献3：特開2011-165948号公報

非特許文献

[0007] 非特許文献1：「450mmφシリコンエピタキシャル成長速度の数値計算」
：第75回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集（2014年秋 北海道大学）19a-A19-1

非特許文献2：「Siエピタキシャル薄膜作製プロセスのシミュレーション」
：Journal of the Vacuum Society of Japan, Vol.49 (2006), pp.525-529

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] 上記の考察から、枚葉式気相成長装置において、基板主表面の原料ガスの流速を増加させ、半導体単結晶層の成長速度を高めるには、原料ガス流通路となる基板主表面と反応容器の天井板下面との間の空間高さを縮小した構造を採用することが有効と考えられる。具体的には、半導体単結晶の成長工程において、基板を保持するサセプタの位置を高さ方向にて反応容器の天板下面に対し、より接近させた構造を採用することにより、上記の空間高さを縮小できる。
- [0009] 一方、半導体単結晶層の成長速度が上昇すると、形成される半導体単結晶層の面内における膜厚分布幅は増加しやすくなる傾向となる。例えば、電子デバイスの微細化等に伴い、素子を作りこむエピタキシャルウェーハ主表面のフラットネスに対する要求が特に厳しくなる場合は、半導体単結晶層の成長速度を低く留めた方が好都合となることもある。この場合は、サセプタの位置を反応容器の天井板下面から離間させた構造、すなわち、原料ガス流通路となる基板主表面と反応容器の天井板下面との間の空間高さを増加させた構造を採用して、原料ガスの流速を下げることを有効と考えられる。
- [0010] 例えば、特許文献1には、反応容器内にてサセプタ（及びサセプタカバー）を昇降させる機構を組み込んだ気相成長装置が開示されている。しかし、特許文献1においてサセプタを昇降させることの目的は、装置メンテナンス時の作業性を改善する点にあり、半導体単結晶層の成長時におけるサセプタ位置の変更により、原料ガスの流速を調整する技術思想については全く言及されていない。そして、原料ガスの流速調整を図るために、特許文献1と類似の機構を仮に採用したとしても、次のような問題を生じる。
- [0011] すなわち、枚葉式気相成長装置において基板上に形成される半導体単結晶層の膜厚分布は、基板主表面内の温度分布の影響を大きく受けることが知られており、特に、温度低下を起こしやすい基板外周縁部は、半導体単結晶層の膜厚が大きい側にばらつきやすい。これを防止するために枚葉式気相成長

装置においては、基板外周縁部の均熱を図るために、サセプタの周囲に予熱リングが設けることが一般的に行われている。

[0012] しかし、特許文献1の装置には上記の予熱リングが設けられておらず、仮に設けられていたとしても、反応容器内にてこの予熱リングの高さ方向位置が固定されていると、サセプタの高さ方向位置が変更されるに伴い、サセプタ上の基板と予熱リングとの、高さ方向における相対位置関係は大きく変動する。その結果、サセプタ保持位置の変更設定により、予熱リングと基板との高さ方向の位置ずれが大きくなった場合は、予熱リングによる基板外周部分への均熱効果が不足し、半導体単結晶層の膜厚ばらつきが大きくなることにつながる。また、基板主表面と予熱リングとの間には大きな段差が生ずることから、これを通過する際に原料ガスの流れに乱れが生じやすくなり、これも半導体単結晶層の膜厚ばらつきをもたらす要因となりえる。

[0013] 本発明の課題は、サセプタの周囲に予熱リングを設けた気相成長装置において、サセプタ位置の変更により原料ガスの流速調整を可能とし、かつ、サセプタ位置変更に伴う半導体単結晶層の膜厚ばらつきへの影響を生じにくくすることにある。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明の気相成長装置は、単結晶基板の主表面に半導体単結晶薄膜を気相成長させるためのものであり、水平方向における第一端部側にガス導入口が形成され、同じく第二端部側にガス排出口が形成された反応容器本体を有し、半導体単結晶薄膜形成のための原料ガスがガス導入口から反応容器本体内に導入され、該反応容器本体の内部空間にて略水平に回転保持される単結晶基板の主表面に沿う方向に沿って原料ガスが流れた後、ガス排出口から排出されるように構成されるとともに、サセプタを取り囲むように予熱リングが配置される。そして、上記の課題を解決するために、さらに、サセプタに装着された単結晶基板の主表面と、反応容器本体の上部壁部下面との間に形成される原料ガス流通空間の高さ方向寸法を段階的又は無段階に変更設定するために、サセプタの昇降に基づき反応容器本体内部におけるサセプタの高さ方

向保持位置を変更するサセプタ位置変更機構と、サセプタの高さ方向保持位置の変更に従わせる形で、予熱リングの昇降に基づき反応容器本体内部における予熱リングの高さ方向保持位置を変更する予熱リング位置変更機構と、を備えたことを特徴とする。

[0015] また、本発明のエピタキシャルウェーハの製造方法は、水平方向における第一端部側にガス導入口が形成され、同じく第二端部側にガス排出口が形成された反応容器本体を有し、該反応容器本体の内部空間にて回転駆動される円盤状のサセプタ上に単結晶基板が略水平に回転保持されるようになっており、ガス導入口から反応容器本体内部に導入される半導体単結晶薄膜形成のための原料ガスが、単結晶基板の主表面に沿って流れた後、ガス排出口から排出されるように構成されるとともに、サセプタを取り囲むように予熱リングが配置され、さらに、サセプタに装着された単結晶基板の主表面と、反応容器本体の上部壁部下面との間に形成される原料ガス流通空間の高さ方向寸法を段階的又は無段階に変更設定するために、サセプタの昇降に基づき反応容器本体内部におけるサセプタの高さ方向保持位置を変更するサセプタ位置変更機構と、サセプタの高さ方向保持位置の変更に従わせる形で、予熱リングの昇降に基づき反応容器本体内部における予熱リングの高さ方向保持位置を変更する予熱リング位置変更機構と、を備えた気相成長装置の反応容器本体内部に単結晶基板を配置し、該反応容器本体内部に原料ガスを流通させて単結晶基板上に半導体単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させることによりエピタキシャルウェーハを得ることを特徴とする。

[0016] 本発明の気相成長装置において、予熱リング位置変更機構は、サセプタの高さ方向保持位置が変更されるに伴い、サセプタ上の単結晶基板の主表面と予熱リングの上面が一致するように予熱リングの高さ方向保持位置を変更するように構成することが望ましい。

[0017] また、サセプタ位置変更機構は、サセプタの高さ方向保持位置を、原料ガス流通空間の高さ方向寸法が第一寸法となるサセプタ側第一位置と、原料ガス流通空間の高さ方向寸法が第一寸法よりも小さい第二寸法となるサセプタ

側第二位置との間で変更するように構成できる。この場合、予熱リング位置変更機構は予熱リングの高さ方向保持位置を、サセプタ側第一位置及びサセプタ側第二位置に各々対応するリング側第一位置とリング側第二位置との間で変更するように構成できる。

[0018] サセプタは、例えば、該サセプタの下面に上端が結合される回転軸部材を介して回転駆動されるものである。この場合、サセプタ位置変更機構は、サセプタを回転軸部材とともに昇降させるように構成される。予熱リング位置変更機構は、回転軸部材の回転駆動を許容しつつ、回転軸部材の外側に同軸的かつ回転軸部材の軸線に沿って昇降可能に配置される昇降スリーブと、該昇降スリーブと予熱リングとを結合する結合部材と、昇降スリーブと結合部材とを一体的に昇降駆動する昇降駆動部とを備えるものとして構成できる。

[0019] また、本発明の気相成長装置においては、サセプタ上の半導体基板を下側から突き上げる形でリフトアップさせるリフトピンを、下端側をサセプタから下向きに突出させる形で設けることができる。この場合、リフトピンを下方向から上向きに付勢するためのリフトピン駆動アームの基端側を昇降スリーブに結合する構成を採用できる。

[0020] 本発明の気相成長装置において、反応容器本体内においてサセプタの周囲には、環状に形成されるとともに外周面がガス導入口に臨む位置に配置された下部ライナと、該下部ライナの上方向対向する形で配置され、ガス導入口から供給されるとともに下部ライナの外周面に当たって周方向に分散しながら該下部ライナを乗り越える原料ガスの流れを、サセプタ上の単結晶基板の主表面上に誘導する上部ライナとを設けることができる。また、下部ライナは、外周面を形成するとともに反応容器本体に対し上下方向位置が固定に取り付けられるライナベースと、上面に予熱リングが取り付けられライナベースに対し予熱リングとともに上下方向に摺動可能に取り付けられるライナ可動部とを備えるものとして構成できる。この場合、ライナ可動部と、昇降スリーブに一端が結合され他端がライナ可動部に結合される結合補助部とが前述の結合部材を構成する。

[0021] 該構成において予熱リングは、例えば、上面がライナ可動部の上面と一致するようにライナ可動部に取り付けることができる。また、ライナ可動部は、ライナベースの上面に開口するとともに該ライナベースの周方向に沿って刻設された溝部に基端側が挿入され、溝部内を上下に摺動する筒状の摺動部と、摺動部の上端縁から半径方向内向きに延出するフランジ部とを備え、予熱リングはフランジ部の上面に取り付けることができる。

発明の効果

[0022] 本発明の気相成長装置は、サセプタ位置変更機構によりサセプタを昇降させることで、反応容器本体内におけるサセプタの高さ方向保持位置を変更可能に構成した。サセプタ位置の変更により、サセプタに装着された単結晶基板の主表面と、反応容器本体の上部壁部下面との間に形成される原料ガス流通空間の高さ方向寸法を段階的又は無段階に変更設定でき、単結晶基板上に半導体単結晶層を成長する際の原料ガスの流速、ひいては半導体単結晶層の調整が可能となる。

[0023] そして、本発明においては、サセプタの高さ方向保持位置の変更に追従させる形で、予熱リングの昇降に基づき反応容器本体内における予熱リングの高さ方向保持位置を変更する予熱リング位置変更機構を設けている。これにより、サセプタ保持位置が変更されても、予熱リングと基板との高さ方向における位置ずれを小さくできるので、予熱リングによる基板外周部分への均熱効果の不足や、基板主表面と予熱リングとの段差による原料ガス流の乱れの影響を効果的に低減でき、ひいては得られる半導体単結晶層の膜厚ばらつきへの影響を軽減することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明の気相成長装置の一例を示す側面断面図。

[図2]シリコンエピタキシャルウェーハの模式図。

[図3]図1の気相成長装置における予熱リングの昇降摺動部分の一例を示す側面断面図。

[図4]図1の気相成長装置のリフトピン駆動機構を取出して示す斜視図。

[図5]予熱リングを昇降させる結合補助部の配設形態の一例を示す平面図。

[図6]図1の気相成長装置の動作説明図。

[図7]図1の気相成長装置の平面模式図。

[図8]図1の気相成長装置の制御システムのブロック図。

[図9]設定値テーブルの模式図。

[図10]図8の制御システムにおける、制御プログラムの処理の流れの一例を示すフローチャート。

[図11]ねじ軸機構の一例を示す模式図。

[図12]予熱リングの昇降摺動部分の変形例を示す側面断面図。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、本発明を実施するための形態を添付の図面に基づいて説明する。

図1は、本発明に係る気相成長装置1の一例を模式的に示す側面断面図である。この気相成長装置1は、図2に示すように、シリコン単結晶基板Wの主表面（上面）PPにシリコン単結晶薄膜ELを気相成長させ、シリコンエピタキシャルウェーハEWを製造するためのものである。図1に示すように、気相成長装置1は、水平方向における第一端部側にガス導入口21が形成され、同じく第二端部側にガス排出口22が形成された反応容器本体2を有する。薄膜形成のための原料ガスGは、ガス導入口21から反応容器本体2内に導入され、該反応容器本体2の内部空間5にて略水平に回転保持されるシリコン単結晶基板W（以下、単に「基板W」ともいう）の主表面に沿って流れた後、ガス排出口22から排出されるように構成されている。反応容器本体2は、全体が内部の他の構成部材とともに石英及びステンレス鋼等の金属材料により形成され、本体下部3及び本体上部4とに分割された構造を有する。また、内部空間5は、天井板4Cを本体上部4が区画する原料ガス流通空間5Aと、本体下部3が区画する機器配置空間5Bとからなる。

[0026] 図7は気相成長装置1の構成を模式的に示す平面図である。図1のガス導入口21は、水平方向に配列する複数のガス導入口21A、21Bからなる。原料ガスGは、ガス配管50を経てガス導入口21A、21Bから内部空

間5に導かれる。本実施形態では、ガス配管50は内側配管53と外側配管51とに分岐し、各々原料ガスの流量を、ガス流量調整器52, 54により調整できるようにしている。内側配管53は内側ガス導入口21Aを開口している。また、外側配管51は、分岐配管55, 55にさらに分れ、それぞれ外側ガス導入口21B, 21Bを開口している。ガス導入口21Aからの原料ガスG1は基板Wの中央部をなす領域に、ガス導入口21Bからの原料ガスG2は左右両端の領域にそれぞれ供給された後、ガス排出口22にて集約され、ガス排出配管60へ排出される。

[0027] 原料ガスG (G1, G2) は、上記の基板W上にシリコン単結晶薄膜を気相成長させるためのものであり、 SiHCl_3 、 SiCl_4 、 SiH_2Cl_2 、 SiH_4 、 Si_2H_6 等のシリコン化合物の中から選択される。原料ガスGには、ドーパントガスとしての B_2H_6 あるいは PH_3 や、希釈ガスとしての H_2 、 N_2 、Ar等が適宜配合される。また、薄膜の気相成長処理に先立って基板前処理（例えば自然酸化膜や付着有機物の除去処理）を行う際には、 HCl 、 HF 、 ClF_3 、 NF_3 等から適宜選択された腐蝕性ガスを希釈ガスにて希釈した前処理用ガスを反応容器本体2内に供給する処理を行なうか、又は、 H_2 雰囲気中で高温熱処理を施す。

[0028] 図1において、反応容器本体2の内部空間5には、垂直な回転軸線Oの周りにモータ40により回転駆動される円盤状のサセプタ9が配置され、その上面に形成された浅い座ぐり9B（図4参照）内に、図2のシリコンエピタキシャルウェーハEWを製造するための基板Wが1枚のみ配置される。すなわち、該気相成長装置1は水平枚葉型気相成長装置として構成されている。基板Wは、例えば直径が100mmあるいはそれ以上のものである。また、図1に示すように、基板Wの配置領域に対応して反応容器本体2の上下には、基板加熱のための赤外線加熱ランプ11が所定間隔にて配置されている。また、反応容器本体2内には、サセプタ9を取り囲むように予熱リング32が配置されている。サセプタ9に装着された基板Wの主表面と、反応容器本体2の天井板4Cの下面との間には、前述の原料ガス流通空間5Aが形成さ

れる。

[0029] サセプタ 9 は、該サセプタ 9 の下面に上端が結合される回転軸部材 15 を介して、モータ 40 により回転駆動される。回転軸部材 15 の先端位置には、複数のサセプタ支持アーム 15 D の基端部が結合されている。各サセプタ支持アーム 15 D は、先端側が上方に傾斜しつつサセプタ 9 の半径方向に延び、各々先端部が結合ピン 15 c によりサセプタ 9 の下面外周縁領域に結合されている。

[0030] 気相成長装置 1 には、原料ガス流通空間 5 A の高さ方向寸法を変更設定するためのサセプタ位置変更機構 39 が設けられている。サセプタ位置変更機構 39 は、サセプタ 9 の昇降に基づき反応容器本体 2 内におけるサセプタ 9 の高さ方向保持位置を変更するためのものである。サセプタ位置変更機構 39 は、サセプタ 9 を回転軸部材 15（及びモータ 40）とともに昇降させるように構成され、本実施形態ではその昇降駆動部をエアシリンダ 41（電動シリンダでもよい）にて構成している。エアシリンダ 41 のシリンダロッドの先端は、基材 B P 1 を介して回転軸部材 15 及びモータ 40 を含むサセプタアセンブリに結合されている。

[0031] シリコン単結晶薄膜の成長工程におけるサセプタ 9 の高さ方向保持位置は、原料ガス流通空間 5 A の高さ方向寸法 d が、図 1 に示す第一寸法 h となるサセプタ側第一位置（図 6：エアシリンダ 41 のロッド後退位置 P 1 に対応：以下、サセプタ側第一位置 P 1 とも記載する）と、図 6 に示す第二寸法 h' （第一寸法 h よりも小さい）となるサセプタ側第二位置（エアシリンダ 41 のロッド前進位置 P 2 に対応：以下、サセプタ側第二位置 P 2 とも記載する）とのいずれかに選択的に設定される。この構成では、原料ガス流通空間 5 A の高さ方向寸法について設定変更可能な値が、第一寸法 h 及び第二寸法 h' の 2 種類に限定されるが、昇降駆動部の構成は大幅に簡略化できる利点がある。

[0032] 次に、図 1 の気相成長装置 1 には、予熱リング位置変更機構 12 が設けられている。予熱リング位置変更機構 12 は、サセプタ 9 の高さ方向保持位置

の変更に従わせる形で、予熱リング３２の昇降に基づき反応容器本体２内における予熱リング３２の高さ方向保持位置を変更するためのものである。本実施形態において予熱リング位置変更機構１２は、回転軸部材１５ひいてはサセプタ９の回転駆動を許容しつつ、回転軸部材１５の外側に同軸的かつ回転軸部材１５の軸線に沿って、回転軸部材１５に対し相対的に昇降可能に配置される昇降スリーブ１２Ｂと、該昇降スリーブ１２Ｂと予熱リング３２とを結合する結合部材（ライナ可動部３３と＋結合補助部３５：後述）と、昇降スリーブ１２Ｂと結合部材とを一体的に昇降駆動する昇降駆動部（エアシリンダ４２）とを備える。この構成によると、予熱リング３２を昇降駆動するための基部は、昇降スリーブ１２Ｂの形で回転軸部材１５の周囲に集約することができ、ひいては反応容器本体２内におけるサセプタ９下方の限られた空間（機器配置空間５Ｂ）内にて予熱リング位置変更機構１２をコンパクトに構成することが可能となる。

[0033] また、図１に示すように、反応容器本体２内においてサセプタ９の周囲には、外周面がガス導入口２１に臨む位置に配置された環状の下部ライナ２９が設けられている。また、該下部ライナ２９の上方に対向する形で環状の上部ライナ３０が設けられている。ガス導入口２１から供給された原料ガスＧは、下部ライナ２９の外周面に当たって周方向に分散しながら該下部ライナ２９を乗り越える形で流れようとする。上部ライナ３０は、この原料ガスＧの流れを、サセプタ９上のシリコン単結晶基板Ｗの主表面上に誘導する役割を果たす。

[0034] 下部ライナ２９は、ライナベース３１とライナ可動部３３とを備える。ライナベース３１は、反応容器本体２に対し上下方向位置が固定に取り付けられる。また、ライナ可動部３３は、上面に予熱リング３２が取り付けられ、ライナベース３１に対し予熱リング３２とともに上下方向に摺動可能に取り付けられる。ライナベース３１は、ガス導入口２１から供給される原料ガスＧの流れを受け止める前述の外周面を形成する。そして、前述の結合部材は、ライナ可動部３３と、昇降スリーブ１２Ｂに一端が結合され他端がライナ

可動部 33 に結合される結合補助部 35 とにより構成される。図 1 において結合補助部 35 は、基端側が昇降スリーブ 12B に結合され、先端側がライナ可動部 33 に結合されるアーム状に形成されている。結合補助部 35 は、例えば図 5 に示すように、昇降スリーブ 12B の中心軸線回りに複数（図 5 の構成では 4 本）設けられている。なお、図 5 においては、サセプタ 9 及び予熱リング 32 を省略して描いている。

[0035] 図 3 に拡大して示すように、ライナ可動部 33 は、筒状の摺動部 33A と、該摺動部 33A の上端縁から半径方向内向きに延出するフランジ部 33B とを備える。一方、ライナベース 31 には、該ライナベース 31 の上面に開口するとともに周方向に沿う形で溝部 31g が刻設されている。ライナ可動部 33 の摺動部 33A は、該溝部 31g に下端側が挿入され、溝部 31g 内を上下に摺動するようになっている。また、予熱リング 32 はフランジ部 33B の上面に取り付けられている。上記の構造では、予熱リング 32 が直接取り付けられるライナ可動部 33 の摺動部 33A が、ライナベース 31 の溝部 31g に嵌合しつつその内部を高さ方向に摺動することで、予熱リング 32 の高さ方向保持位置を変更する際に、予熱リング 32 の水平を維持しやすくなる。

[0036] 図 1 に示すように、予熱リング位置変更機構 12 は、本実施形態ではその昇降駆動部をエアシリンダ 42 にて構成している。エアシリンダ 42 のシリンダロッドの先端は、基材 BP2 を介してライナ可動部 33 に結合されている。予熱リング位置変更機構 12 は、予熱リング 32 の高さ方向位置を、図 1 に示すサセプタ側第一位置（図 6：符号 P1 参照）に対応する、リング側第一位置（図 6：エアシリンダ 42 のロッド後退位置 P1' 参照：以下、リング側第一位置 P1' と記載する）と、図 6 に示すサセプタ側第二位置（図 6：符号 P2 参照）に対応するリング側第二位置（図 6：ロッド前進位置 P2' に対応：以下、リング側第二位置 P2' と記載する）との間で変更する。これにより、予熱リング位置変更機構 12 の昇降駆動部の構成もまた大幅に簡略化することができる。

- [0037] 本実施形態では、予熱リング位置変更機構 1 2 は、図 1 及び図 3 に示すように、サセプタ 9 の高さ方向保持位置が変更されるに伴い、サセプタ 9 上のシリコン単結晶基板 W の主表面と予熱リング 3 2 の上面が一致するように予熱リング 3 2 の高さ方向保持位置を変更するように構成されている。予熱リング 3 2 の高さ方向保持位置が変更される場合も、予熱リング 3 2 の上面を、サセプタ 9 上のシリコン単結晶基板 W の主表面と一致させることで、基板主表面と予熱リング 3 2 との間に段差が生じなくなり、これを通過する際の原料ガス流れの乱れを効果的に抑制できる。
- [0038] 図 3 に示すように、予熱リング 3 2 は、上面がライナ可動部 3 3 の上面と一致するようにライナ可動部 3 3 に取り付けられている。これにより、予熱リング 3 2 とライナ可動部 3 3（下部ライナ）の各上面同士にも段差が生じなくなり、原料ガス流れの乱れをより効果的に抑制できる。本実施形態では、予熱リング 3 2 はライナ可動部 3 3 に対し、フランジ部 3 3 B の上面内周縁に沿って形成された座ぐり部 3 3 K にはめ込まれる形で取り付けられている。
- [0039] 次に、図 1 に示すように、サセプタ 9 には、該サセプタ 9 上の基板 W を下側から突き上げる形でリフトアップさせるリフトピン 1 3 が、下端側をサセプタ 9 から下向きに突出させる形で設けられている。図 4 は、リフトピン駆動機構を取出して示す斜視図である（結合補助部 3 5 などの予熱リング 3 2 の昇降に係る部分は省略して描いている）。サセプタ 9 の座ぐり 9 B の底部外周縁部には、該底部を上下に貫く形でリフトピンの挿通孔 1 4 が周方向に複数形成されている。リフトピン 1 3 の上端部は基端側よりも径大の頭部とされ、挿通孔 1 4 の上端部はリフトピン 1 3 の頭部に合わせて拡径された座ぐり部となっている。リフトピン 1 3 の頭部下面が挿通孔 1 4 の座ぐり部の底面に当たることで、サセプタ 9 からのリフトピンの脱落が阻止される。
- [0040] また、前述の昇降スリーブ 1 2 B には、リフトピン 1 3 を下方から上向きに付勢するための複数のリフトピン駆動アーム 1 2 A の各基端側が結合され

ている。この構成により、昇降スリーブ12Bは予熱リング位置変更機構12とリフトピン13の付勢機構との間で共用化され、部品点数の削減を図ることができる。

[0041] 各リフトピン駆動アーム12Aは、先端側が上方に傾斜しつつサセプタ9の半径方向に延びている（図示の例では、リフトピン駆動アーム12Aは、サセプタ9の中心軸線回りに等角度間隔にて3つ配置されている）。また、リフトピン駆動アーム12Aの各先端部は基端側部分よりも拡幅されるとともに、リフトピン13の下端面と下側に対向するリフトプレート12Cが形成されている。

[0042] 回転軸部材15に沿って昇降スリーブ12Bがサセプタ9の下面に対し相対的に接近すると、リフトピン駆動アーム12Aのリフトプレート12Cによりリフトピン13が上方に付勢される。これにより、サセプタ9上の基板Wはリフトピン13により下側から突き上げられてリフトアップされ、シリコン単結晶薄膜を形成後の基板Wを容易に回収することができる。なお、昇降スリーブ12Bの高さ方向位置を固定した状態で、サセプタ9及び回転軸部材15（及び、モータ40及びエアシリンダ41）を、別のエアシリンダ（図示せず）等により一体的に後退させることでサセプタ9を下降させ、リフトピン13の付勢を行なうことも可能である。

[0043] 以下、上記気相成長装置1の作用について説明する。

図1に示すように、サセプタ9上に基板Wをセットし、必要に応じ自然酸化膜除去等の前処理を行った後、サセプタ位置変更機構39のエアシリンダ41を駆動することで、サセプタ9（及びこれに支持される基板W）の高さ方向位置を、図1に示すサセプタ側第一位置P1又は図6に示すサセプタ側第二位置P2のいずれか設定する。これに伴い、原料ガス流通空間5Aの高さ方向寸法は、サセプタ側第一位置P1（図1）の設定では原料ガスの流速が小さい第一寸法 h となり、サセプタ側第二位置P2（図6）の設定では原料ガスの流速が大きい第二寸法 h' （ $<h$ ）となる。

[0044] さらに、予熱リング位置変更機構12のエアシリンダ42を駆動すること

で、予熱リング32の高さ方向位置は、サセプタ側第一位置P1（図1）が設定される場合は対応するリング側第一位置P1'に、サセプタ側第二位置P2（図6）が設定される場合は対応するリング側第二位置P2'に、それぞれ設定される。いずれの場合も予熱リング32の上面位置は、サセプタ9上の基板Wの主表面（上面）とほぼ面一となるように合わせ込まれる。

[0045] この状態で、基板Wを回転させながら赤外線加熱ランプ11により所定の反応温度に加熱して、ガス導入口21から反応容器本体2内に原料ガスGを導入する。原料ガスGは、下部ライナ29のライナベース31の外周面に向けて流れる。ライナベース31の外周面に当たったガス流は、ライナ可動部33の上面に乗り上げ、予熱リング32の上面を経て基板Wの主表面に沿って流れ、ガス排出口22から排出される。この過程において、図2に示すように、基板Wの主表面PP上にはシリコン単結晶薄膜ELがエピタキシャル成長する。

[0046] ここで、気相成長装置1のような枚葉式気相成長装置においては、図1に示す設定位置は、例えば素子を作りこむエピタキシャルウェーハ主表面のフラットネスに対する要求が特に厳しい場合など、半導体単結晶層の成長速度を低く留めたい場合に好都合である。他方、図6に示すサセプタ9及び予熱リング32の設定位置は、半導体単結晶層の成長速度を高め、生産効率の向上を図る上で好都合となる。また、この設定位置であれば、サセプタ9が赤外線加熱ランプ11に対してより接近するため、基板Wを目標温度まで加熱する際の昇温速度が高められ、加熱シーケンスの短縮を図ることができる。また、原料ガス流通空間5Aのガス充填速度が増加することも、基板Wの昇温速度向上に寄与する。

[0047] そして、すでに説明した通り、いずれの条件においても、予熱リング32の上面位置が、サセプタ9上の基板Wの主表面（上面）に合わせ込まれるので、予熱リング32による基板Wの外周部分への均熱効果の不足や、基板Wの主表面と予熱リング32との段差に由来した原料ガス流の乱れの影響を効果的に低減でき、ひいては得られるシリコン単結晶層の膜厚ばらつきへの影

響を軽減することができる。

[0048] なお、気相成長装置 1 はコールドウォール型の気相成長装置として構成されているが、このようなコールドウォール型の気相成長装置を採用する場合、特許文献 3 には、原料ガスの流速を増大させることで、エピタキシャル成長中に、反応容器本体 2 を形成する石英ガラスの内壁への、反応生成物であるシリコン堆積物の蓄積を抑制できる可能性が示唆されている。本発明の構成に基づき、例えば図 6 のように、原料ガス流通空間 5 A の高さ方向寸法を縮小設定し原料ガスの流速を増大させることで、反応容器本体 2 の内面へのシリコン堆積物の蓄積もまた、効果的に抑制できる可能性がある。上記の効果は、例えばシリコンソースガスとして SiH_2Cl_2 (ジクロロシラン S) を用い、高温 (たとえば 1150°C) かつ減圧 (たとえば 60 Torr) でのエピタキシャル成長を実施する場合など、シリコン堆積物の蓄積が生じやすい条件が採用される場合に、特に顕著に発揮されと考えられる。

[0049] 以下、気相成長装置 1 の制御形態の一例について説明する。図 8 は、気相成長装置 1 の制御システムの電氣的構成を示すブロック図である。該制御システムは制御用コンピュータ 70 を制御主体とする形で構成されている。制御用コンピュータ 70 は CPU 71、制御プログラム 72 a を格納した ROM 72 (プログラム記憶部)、CPU 71 が制御プログラム 72 a を実行する際のワークメモリとなる RAM 73、制御情報の電氣的な入出力を行なう入出力部 74 などを、内部バス 75 (データバス+アドレスバス) により相互に接続した構造をなす。

[0050] 図 1 に示す気相成長装置 1 の各駆動要素は、制御用コンピュータ 70 に以下のようにして接続されている。赤外線加熱ランプ 11 は、ランプ制御回路 11 c を介して入出力部 74 に接続される。また、基板温度を検出するための温度センサ 15 B が入出力部 74 に接続される。ガス流量調整器 52、54 は、いずれも流量検出部及び内蔵バルブ (図示せず) を有し、入出力部 74 に接続されることで、制御用コンピュータ 70 からの指示を受け、各配管上の原料ガスを上記内蔵バルブにより連続可変に制御する。

- [0051] サセプタ 9 を駆動するモータ 40 はサーボ制御部 40c を介して入出力部 74 に接続される。サーボ制御部 40c は、モータ 40 の出力軸に取り付けられたパルスジェネレータ 40p（回転センサ）からのパルス入力に基づき、モータ 40 の回転速度をモニタリングするとともに、制御用コンピュータ 70 からの回転速度指示値を参照してモータ 40（ひいてはサセプタ 9）の回転速度が一定に保たれるように駆動制御を行なう。また、サセプタ 9 を昇降駆動するエアシリンダ 41 はシリンダドライバ 41c を介して、予熱リング 32 を昇降駆動するエアシリンダ 42 はシリンダドライバ 42c を介して、それぞれ入出力部 74 に接続される（なお、エアシリンダ 41、42 が組み込まれる構成では、一点鎖線で示す後述のねじ軸駆動部 81、82 は不要である）。
- [0052] なお、本実施形態では、設定されるサセプタの高さ方向位置 P 及び予熱リングの高さ方向位置 P'（すなわち、原料ガス流通空間 5A の高さ方向寸法）の設定値に応じ、赤外線加熱ランプ 11 の出力（すなわち、成膜時の基板 W の温度）、ガス流量調整器 52 が制御する外側の原料ガス G2 の流量、及びガス流量調整器 54 が制御する内側の原料ガス G1 の流量を、それぞれ適宜変更設定する場合を例にとる。
- [0053] 図 1 において原料ガス流通空間 5A の高さが増加すると、基板 W の主表面上のガス流通抵抗は半径方向の分布が変化する可能性がある。図 7 において、内側の原料ガス G1 の流量と外側の原料ガス G2 の流量とを一定にした場合、基板 W の主表面の外周領域に分配される原料ガスの流速分布及び温度分布、ならびに内周領域に分配される原料ガスの流速分布（あるいは、温度分布）も変化し、形成されるシリコン単結晶薄膜の内外周の膜厚分布が、設定される原料ガス流通空間 5A の高さの値に応じて変化してしまう可能性がある。上記のように、内側の原料ガス G1 の流量と外側の原料ガス G2 の流量（さらには成膜時の基板 W の温度）を、原料ガス流通空間 5A の高さ設定値に応じて変更設定することは、こうした不具合を解消する上で有利となる可能性がある。

- [0054] 本実施形態では、図8に示すように、制御用コンピュータ70のROM72に、制御プログラム72aが参照する設定値テーブル72bが記憶されている。この設定値テーブル72bは、図9に示すように、サセプタ9に対し設定可能な複数（ここでは2つ）の高さ方向保持位置（サセプタ側第一位置P1及びサセプタ側第二位置P2）にそれぞれ対応付けられた、予熱リングの高さ方向保持位置（リング側第一位置P1'及びリング側第二位置P2'）、温度T1、T2、流量F11、F12（内側）及びF21、F22（外側）の各値を含むものであり、設定されるサセプタ高さの値に応じて対応する値が適宜読み出され、RAM73内の対応するメモリ内に格納される形で制御に使用される。ただし、該不具合発生に対する懸念が小さい場合は、原料ガス流通空間5Aの高さの値によらず、内側の原料ガスG1の流量、外側の原料ガスG2の流量、さらには成膜時の基板Wの温度について、その一部又は全てを一定の適正值に設定することももちろん可能である。
- [0055] 制御プログラム72aによる気相成長装置1の動作の流れの一例を、図10により説明する。S101ではサセプタの高さ方向位置Pを設定し、S102では対応する予熱リングの高さ方向位置P'を設定する。S103では、サセプタ9及び予熱リング32をワーク受入れ位置に移動する。ワーク受入れ位置は、例えば図1に示す、原料ガス流通空間5Aの高さが大きくなる場合のサセプタ高さ（サセプタ側第一位置P1：図6参照）として設定することが可能である。S104では、気相成長装置1の図示しない準備チャンバからワーク（基板W）を移送し、サセプタ9にセットする。S105では、赤外線加熱ランプ11を作動させて内部空間5内を設定温度に加熱する。S106では、エアシリンダ41、42を作動させ、サセプタ及び予熱リングを設定された高さ方向保持位置に移動する。そして、S107に進んでサセプタ9の回転駆動を開始し、S108では設定流量にて原料ガスの流通を開始する。これにより、ワークである基板W上にはシリコン単結晶層が成膜される。この処理は所定時間の経過により成膜が完了するまで継続される。成膜が完了すればS109に進み、サセプタ9及び予熱リング32をワーク

取出し位置に移動し、S 1 1 0で成膜後のワーク（すなわち、図2のシリコンエピタキシャルウェーハEW）が取り出される。

[0056] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、上記の実施形態では気相成長装置1として、CVD (Chemical Vapor Deposition)によりシリコンエピタキシャルウェーハを製造する枚葉式装置を例示したが、製造対象物はシリコンエピタキシャルウェーハに限らず、例えばサファイアやシリコンなどの単結晶基板上に化合物半導体単結晶層をMOVPE (Metal-Oxide Vapor Phase Epitaxy) によりエピタキシャル成長させる装置に本発明を適用することも可能である。

[0057] また、シリコン単結晶薄膜の成長工程におけるサセプタ9の高さ方向保持位置（ひいては、原料ガス流通空間5Aの高さ方向寸法）は、予め定められた3以上の値のいずれかに選択設定できるように構成することもできるし、予め定められた数値範囲内にて無段階かつ任意の位置を保持可能に設定することも可能である。この場合は、サセプタ位置変更機構39及び予熱リング位置変更機構12の昇降駆動部をエアシリンダ41、42に代え、サーボモータ駆動される周知のねじ軸機構で構成すればよい。図11はねじ軸機構の一例を示すものであり、モータ91の回転出力がギア93、94を介してねじ軸95に伝達される。ねじ軸95は基材BP（図1の基材BP1、BP2を総称する概念である）を貫通するナット部96に螺合し、モータ91により回転駆動されることで、サセプタ9あるいは予熱リング32を支持する基材BPを、任意の高さ位置を保持可能に昇降させる。符号91sは基材BPの高さ方向の原点位置を検出するためのリミットスイッチ（原点検出部）である。

[0058] この場合、図8の制御システムは、エアシリンダ41、42及びシリンダドライバ41c、42cの組が、一点鎖線で示す、対応するねじ軸駆動部81（サセプタ昇降用）及び82（予熱リング昇降用）に置き換えられる。これらの電氣的な構造は実質的に同一であり、一方で代表させて説明する。すなわち、ねじ軸95（図11）を駆動するモータ91はサーボ制御部91c

を介して入出力部 7 4 に接続される。サーボ制御部 9 1 c は初期化に伴い、モータ 9 1 を下降方向に回転駆動する。そして、基材 B P がリミットスイッチ 9 1 s を付勢するとモータ 9 1 の回転を停止し、モータ 9 1 の出力軸に取り付けられたパルスジェネレータ 9 1 p (角度センサ) からのパルス入力を計数するためのカウンタをリセットする。次いで、制御用コンピュータ 7 0 からのサセプタ高さ及び予熱リング高さの設定値に応じて目標パルス数を設定し、モータ 9 1 を上昇方向に駆動する。そして、カウンタが計数するパルス数が目標パルス数に到達すればモータ 9 1 の回転を停止する。この場合、図 9 の設定値テーブル 7 2 b は、サセプタの高さ方向位置の 3 以上の値 P 1 , P 2 , P 3 . . . に対応する、予熱リングの高さ方向位置の値 P 1' , P 2' , P 3 , . . . 、温度 T 1 , T 2 , T 3 . . . 、流量 F 1 1 , F 1 2 , F 1 3 . . . 及び F 2 1 , F 2 2 , F 2 3 , . . . の各値を含むものとして構成される。

[0059] 以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。以下、図 3 に例示した予熱リング 3 2 の昇降摺動部分の変形例について、図 1 2 を参照しつつ説明する (図 3 と共通する構成要素には同一の符号を付与し、詳細な説明は略する)。図 1 2 においては、図 3 のライナベース 3 1 がライナベース 1 3 1 に置き換えられている。ライナベース 1 3 1 はリング状に形成されるとともに上部内周縁に沿って摺動座ぐり部 1 3 1 F が形成されている。また、図 3 のライナ可動部 3 3 がライナ可動部 1 3 3 に置き換えられている。ライナ可動部 1 3 3 はライナベース 1 3 1 の摺動座ぐり部 1 3 1 F 内に下端側が挿入され、外周面が摺動座ぐり部 1 3 1 F の内周面に沿ってガイドされる形で上下に摺動するようになっている。摺動座ぐり部 1 3 1 F の内周面及びライナ可動部 1 3 3 の外周面は、いずれも円筒面である。

[0060] 予熱リング 3 2 は、上面がライナ可動部 1 3 3 の上面と一致するように第一座ぐり部 1 3 3 K にはめ込まれている。また、結合補助部 3 5 の先端は、ライナ可動部 1 3 3 の第二座ぐり部 1 3 3 L にはめ込まれた連結フレーム 1

34に結合されている。

- [0061] 上記の構造によると、上記の構造では、予熱リング32が直接取り付けられるライナ可動部133の外周面が、ライナベース131の内周面にガイドされつつその内部を高さ方向に摺動することで、予熱リング32の高さ方向保持位置を変更する際に、予熱リング32の水平を維持しやすくなる効果が、図3の構造を採用した場合と同様に達成される。また、ライナ可動部133に対するライナベース131側の摺動面が、図3の溝部31gの2つの内周面から、摺動座ぐり部133Fの単一の内周面に変更されることで、ライナ可動部133及びライナベース131は、いずれも断面形状が図3の構成と比較して大幅に単純化され、加工が容易となる利点がある。

符号の説明

- [0062] 1 気相成長装置
2 反応容器本体
3 本体下部
4 本体上部
4C 天井板
5 内部空間
5A 原料ガス流通空間
5B 機器配置空間
7 排出管
9 サセプタ
9A スリーブ
9B 座ぐり
11 赤外線加熱ランプ
12 予熱リング位置変更機構
12A リフトピン駆動アーム
12B 昇降スリーブ
12C リフトプレート

- 1 3 リフトピン
- 1 4 挿通孔
- 1 5 回転軸部材
- 1 5 A 軸本体
- 1 5 B 温度センサ
- 1 5 D サセプタ支持アーム
- 1 5 C 結合ピン
- 2 1 ガス導入口
- 2 2 ガス排出口
- 2 9 下部ライナ
- 3 0 上部ライナ
- 3 1, 1 3 1 ライナベース
- 3 2 予熱リング
- 3 3, 1 3 3 ライナ可動部
- 3 3 A 摺動部
- 3 3 B フランジ部
- 3 1 g 溝部
- 3 5 結合補助部
- 3 9 サセプタ位置変更機構
- 4 0 モータ
- 4 1, 4 2 エアシリンダ
- 1 3 3 F 摺動座ぐり部
- E L シリコン単結晶薄膜
- E W シリコンエピタキシャルウェーハ
- G 原料ガス
- h 第一寸法
- h' 第二寸法
- O 回転軸線

P P 主表面

W シリコン単結晶基板

請求の範囲

- [請求項1] 単結晶基板の主表面に半導体単結晶薄膜を気相成長させる気相成長装置であって、
- 水平方向における第一端部側にガス導入口が形成され、同じく第二端部側にガス排出口が形成された反応容器本体を有し、該反応容器本体の内部空間にて回転駆動される円盤状のサセプタ上に前記単結晶基板が略水平に回転保持されるようになっており、前記ガス導入口から前記反応容器本体内に導入される半導体単結晶薄膜形成のための原料ガスが、前記単結晶基板の前記主表面に沿って流れた後、前記ガス排出口から排出されるように構成されるとともに、前記サセプタを取り囲むように予熱リングが配置され、さらに、
- 前記サセプタに装着された前記単結晶基板の前記主表面と、前記反応容器本体の天井板下面との間に形成される原料ガス流通空間の高さ方向寸法を段階的又は無段階に変更設定するために、前記サセプタの昇降に基づき前記反応容器本体内部における前記サセプタの高さ方向保持位置を変更するサセプタ位置変更機構と、
- 前記サセプタの前記高さ方向保持位置の変更に追従させる形で、前記予熱リングの昇降に基づき前記反応容器本体内部における前記予熱リングの高さ方向保持位置を変更する予熱リング位置変更機構と、
- を備えたことを特徴とする気相成長装置。
- [請求項2] 前記予熱リング位置変更機構は、前記サセプタの高さ方向保持位置が変更されるに伴い、前記サセプタ上の前記単結晶基板の主表面と前記予熱リングの上面が一致するように前記予熱リングの高さ方向保持位置を変更するものである請求項1記載の気相成長装置。
- [請求項3] 前記サセプタ位置変更機構は前記サセプタの高さ方向保持位置を、前記原料ガス流通空間の高さ方向寸法が第一寸法となるサセプタ側第一位置と、前記原料ガス流通空間の高さ方向寸法が前記第一寸法よりも小さい第二寸法となるサセプタ側第二位置との間で変更するもので

あり、

前記予熱リング位置変更機構は前記予熱リングの高さ方向保持位置を、前記サセプタ側第一位置及び前記サセプタ側第二位置に各々対応するリング側第一位置とリング側第二位置との間で変更するものである請求項1又は請求項2に記載の気相成長装置。

[請求項4]

前記サセプタは、該サセプタの下面に上端が結合される回転軸部材を介して回転駆動されるとともに、前記サセプタ位置変更機構は前記サセプタを前記回転軸部材とともに昇降させるものであり、

前記予熱リング位置変更機構は、前記回転軸部材の回転駆動を許容しつつ、前記回転軸部材の外側に同軸的かつ前記回転軸部材の軸線に沿って昇降可能に配置される昇降スリーブと、該昇降スリーブと前記予熱リングとを結合する結合部材と、前記昇降スリーブと前記結合部材とを一体的に昇降駆動する昇降駆動部とを備える請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の気相成長装置。

[請求項5]

前記サセプタ上の前記単結晶基板を下側から突き上げる形でリフトアップさせるリフトピンが、下端側を前記サセプタから下向きに突出させる形で設けられ、

前記リフトピンを下方から上向きに付勢するためのリフトピン駆動アームの基端側が前記昇降スリーブに結合されている請求項4記載の気相成長装置。

[請求項6]

前記反応容器本体内において前記サセプタの周囲には、外周面が前記ガス導入口に臨む位置に配置された環状の下部ライナと、該下部ライナの上方に対向する形で配置され、前記ガス導入口から供給されるとともに前記下部ライナの外周面に当たって周方向に分散しながら該下部ライナを乗り越える前記原料ガスの流れを、前記サセプタ上の前記単結晶基板の前記主表面上に誘導する環状の上部ライナとを備え、

前記下部ライナは、前記外周面を形成するとともに前記反応容器本体に対し上下方向位置が固定に取り付けられるライナベースと、上面

に前記予熱リングが取り付けられ前記ライナベースに対し前記予熱リングとともに上下方向に摺動可能に取り付けられるライナ可動部とを備え、

前記ライナ可動部と、前記昇降スリーブに一端が結合され他端が前記ライナ可動部に結合される結合補助部とが前記結合部材を構成する請求項4又は請求項5に記載の気相成長装置。

[請求項7] 前記予熱リングは上面が前記ライナ可動部の上面と一致するように前記ライナ可動部に取り付けられ、

前記予熱リング位置変更機構は、前記サセプタの高さ方向保持位置が変更されるに伴い、前記サセプタ上の前記単結晶基板の主表面と前記予熱リングの上面が一致するように前記予熱リングの高さ方向保持位置を変更するものである請求項6記載の気相成長装置。

[請求項8] 前記ライナ可動部は、前記ライナベースの上面に開口するとともに該ライナベースの周方向に沿って刻設された溝部に基端側が挿入され、前記溝部内を上下に摺動する筒状の摺動部と、前記摺動部の上端縁から半径方向内向きに延出するフランジ部とを備え、前記予熱リングは前記フランジ部の上面に取り付けられている請求項7記載の気相成長装置。

[請求項9] 前記ライナベースはリング状に形成されるとともに上部内周縁に沿って摺動座ぐり部が形成され、前記ライナ可動部はリング状に形成されるとともに前記ライナベースの前記摺動座ぐり部内に基端側が挿入され、外周面が前記摺動座ぐり部の内周面に沿ってガイドされる形で上下に摺動するようになっている請求項7記載の気相成長装置。

[請求項10] 水平方向における第一端部側にガス導入口が形成され、同じく第二端部側にガス排出口が形成された反応容器本体を有し、該反応容器本体の内部空間にて回転駆動される円盤状のサセプタ上に単結晶基板が略水平に回転保持されるようになっており、前記ガス導入口から前記反応容器本体内に導入される半導体単結晶薄膜形成のための原料ガス

が、前記単結晶基板の主表面に沿って流れた後、前記ガス排出口から排出されるように構成されるとともに、前記サセプタを取り囲むように予熱リングが配置され、さらに、前記サセプタに装着された前記単結晶基板の前記主表面と、前記反応容器本体の天井板下面との間に形成される原料ガス流通空間の高さ方向寸法を段階的又は無段階に変更設定するために、前記サセプタの昇降に基づき前記反応容器本体内部における前記サセプタの高さ方向保持位置を変更するサセプタ位置変更機構と、前記サセプタの前記高さ方向保持位置の変更に追随させる形で、前記予熱リングの昇降に基づき前記反応容器本体内部における前記予熱リングの高さ方向保持位置を変更する予熱リング位置変更機構と、を備えた気相成長装置の前記反応容器本体内部に前記単結晶基板を配置し、該反応容器本体内部に前記原料ガスを流通させて前記単結晶基板上に前記半導体単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させることによりエピタキシャルウェーハを得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。