

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-141061

(P2010-141061A)

(43) 公開日 平成22年6月24日(2010.6.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/683 (2006.01)	HO 1 L 21/68	4 K O 3 O
HO 1 L 21/205 (2006.01)	HO 1 L 21/205	5 F O 3 I
C 2 3 C 16/458 (2006.01)	C 2 3 C 16/458	5 F O 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-315109 (P2008-315109)	(71) 出願人	000184713
(22) 出願日	平成20年12月10日 (2008.12.10)		SUMCO TECHXIV株式会社
			長崎県大村市雄ヶ原町1324番地2
		(74) 代理人	100111707
			弁理士 相川 俊彦
		(72) 発明者	檀原 和宏
			長崎県大村市雄ヶ原町1324番地2 S
			UMCO TECHXIV株式会社内
		Fターム(参考)	4K030 AA06 AA17 BA29 BB02 CA04
			CA12 FA10 HA13 JA10 KA26
			LA15
			5F031 CA02 HA03 HA09 HA37 MA28
			PA11
			5F045 AA03 AB02 AC05 AD12 AD13
			AD14 AF03 BB12 DP02 DP28
			EK12 EK14 EM02 EM10 GB05

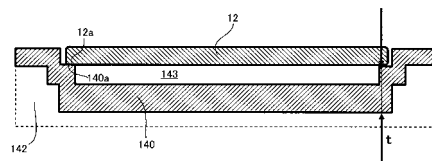
(54) 【発明の名称】 エピタキシャルウェーハの製造方法に用いる治具

(57) 【要約】

【課題】 エピタキシャルウェーハとサセプターとの接触部における転位発生を抑制可能なエピタキシャルウェーハの製造装置等を提供する。

【解決手段】 実質的に水平状態に配されるシリコンウェーハ基板の主表面にエピタキシャル層を成長させるエピタキシャルウェーハの製造装置に用いられ、前記エピタキシャルウェーハが載置され、転位発生可能な高温にある前記エピタキシャルウェーハ及び当該サセプターを放冷したときに、前記エピタキシャルウェーハの外周部の接触部の温度と、前記接触部と接触して前記エピタキシャルウェーハを支持する当該サセプターの保持部の温度との差が、少なくとも所定の期間、30 以下となる熱容量を持つサセプターを提供する。

【選択図】 図9



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

実質的に水平状態に配されるシリコンウェーハ基板の主表面にエピタキシャル層を成長させるエピタキシャルウェーハの製造装置に用いられるサセプターであって、

前記エピタキシャルウェーハは当該サセプターに載置され、

転位発生可能な高温にある前記エピタキシャルウェーハ及び当該サセプターを放冷したときに、前記エピタキシャルウェーハの外周部の接触部の温度と、前記接触部と接触して前記エピタキシャルウェーハを支持する当該サセプターの保持部の温度との差が、少なくとも所定の期間、30 以下となる熱容量を持つサセプター。

【請求項 2】

実質的に水平状態に配されるシリコンウェーハ基板の主表面にエピタキシャル層を成長させるエピタキシャルウェーハの製造装置に用いられるサセプターであって、

前記エピタキシャルウェーハは当該サセプターに載置され、

前記エピタキシャルウェーハの熱容量と、当該サセプターの熱容量との差が、3 倍以下であることを特徴とするサセプター。

【請求項 3】

実質的に水平状態に配されるシリコンウェーハ基板の主表面にエピタキシャル層を成長させるエピタキシャルウェーハの製造装置であって、

前記エピタキシャルウェーハは、その外周部においてサセプターに接触載置され、

前記エピタキシャルウェーハの熱容量、吸熱量、及び放熱量、前記サセプターの熱容量、吸熱量、及び放熱量を基に、前記エピタキシャルウェーハの外周部の接触部の温度と、前記接触部と接触して前記エピタキシャルウェーハを支持する当該サセプターの保持部の温度との差が、少なくとも所定の期間、30 以下となるように冷却制御可能な制御装置を備えるエピタキシャルウェーハの製造装置。

【請求項 4】

前記制御装置は、前記エピタキシャルウェーハが900 以上からの冷却において冷却制御することを特徴とする請求項 3 に記載のエピタキシャルウェーハの製造装置。

【請求項 5】

更に、熱放射ヒータを、前記エピタキシャルウェーハの上方、及び、前記サセプターの下方に備え、前記制御装置は、少なくとも上方又は下方の出力を制御することを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載のエピタキシャルウェーハの製造装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、半導体の集積回路素子等に使用されるエピタキシャルウェーハの製造に関し、特に、エピタキシャル成長の際にウェーハの温度を制御するエピタキシャルウェーハの製造方法に用いられる治具に関する。

【背景技術】**【0002】**

シリコン半導体による集積回路素子（デバイス）の高密度化傾向は、急速に進行しており、デバイスを形成させるシリコンウェーハの品質への要求は、ますます厳しくなっている。つまり、集積が高密度化するほど回路は繊細となるので、リーク電流の増大やキャリアのライフタイム短縮原因となる、転位などの結晶欠陥は、これまでよりはるかに厳しく制限される。

【0003】

エピタキシャルウェーハの製造において、一般に、基板となる単結晶シリコンウェーハをサセプターの上に置き、基板となるシリコンウェーハ及び周辺部品を清浄にし、該基板の表面を、シランまたはトリクロロシランのようなシリコン源に約800 またはそれ以上で暴露して、前記表面にシリコンのエピタキシャル層を成長させる。所定の厚さのエピタキシャル層を成長させた後、原料ガスの供給を止め、エピタキシャル層を積んだシリコ

10

20

30

40

50

ンウェーハの温度を下げて、チャンパー内から取出して、このエピタキシャルウェーハが次の工程に供給されるようにする。この一連の製造工程において、コンタミや、転位などの結晶欠陥を生じさせないように細心の注意が払われる。

【0004】

エピタキシャル層の成長は、温度に大きく影響されるので、温度制御は重要である。また、シリコンウェーハの主表面/裏面間の温度勾配が急となる場合には、シリコンウェーハに反りを引き起こすおそれがある。たとえ反りが生じない場合であっても、ウェーハ内にスリップ転位という結晶欠陥が発生するおそれがある。このため、シリコンウェーハの主表面にエピタキシャル層を成長させる際に、原料ガスを徐々に加えて急激な温度低下を防止し、サセプターに働きかける高周波誘導加の出力を制御し、サセプターからシリコンウェーハへの熱の移動を制限している（例えば特許文献1）。

10

【0005】

ところで、半導体ウェーハをRTA装置により所定温度で熱処理する工程を有する半導体ウェーハの製造方法において、前記半導体ウェーハの少なくとも半導体ウェーハを支持する支持治具との接触部分の温度が、半導体ウェーハの中心部の温度よりも3~20低くなる様に制御した状態で熱処理を行い、スリップ転位の発生を抑制する技術が開示されている（特許文献2）。

【特許文献1】特開2002-16004号公報

【特許文献2】特開2002-164300号公報

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1の温度制御は、キャリアガス及び/又は原料ガスの流量及び高周波誘導加等の出力を同時に制御する場合に有効な手段であるが、流量が変化しない場合やその他のヒータ（例えば、ハロゲンランプ）による加熱を行う場合には、そのまま適用することができず、また、サセプターからの加熱により半導体ウェーハを加熱するため温度調整の制御が容易ではない。一方、特許文献2では、もっぱら半導体ウェーハの中心部と、支持治具との接触部分（その外周部）との温度差を所定の温度範囲に限ることにより、接触部の転位発生と、中心部と外周部との温度差に起因する転位発生とを抑制することを目的としており、その他の要因で生じ得る転位の発生を有効に抑制することができない。

30

【0007】

そこで、本発明者は、基板となるシリコンウェーハの主表面にエピタキシャル層を成長させるエピタキシャルウェーハ製造方法において、外周部、特にサセプターとの接触部近傍を鋭意研究し、転位発生の原因を突き止め、それを防止することにより転位発生を有効に防止し可能な本発明を完成するに至った。即ち、エピタキシャルウェーハとサセプターとの接触部における転位発生を抑制可能なエピタキシャルウェーハの製造方法、製造装置、その部品を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

40

サセプターに載置され、基板となるシリコンウェーハの主表面にエピタキシャル層を成長させるエピタキシャルウェーハ製造方法によって製造されるシリコンウェーハが、外周部、特にサセプターとの接触部を起点とする転位が見つかった。これは、外周部近傍における応力に起因すると考えられたが、より詳しくは、シリコンウェーハ及びサセプターの接触部（及びその近傍）の高い温度差によることが分かった。この温度差は、該シリコンウェーハの外周部（又はその近傍）で生じるものである。

【0009】

一般に、エピタキシャルウェーハの製造方法において、基板となるシリコンウェーハの主表面の温度は放射温度計等でモニターされるが、装置の構造上、外周部近傍でのモニターは容易ではない。従って、該シリコンウェーハの中央部の温度によりエピタキシャルウ

50

エー八の温度と理解されてきた。ところで、ウェー八面内における温度分布は、エピタキシャル成長速度等に影響を及ぼすため、中心部と外周部での温度管理は、エピタキシャル成長の際には注意して行われる。つまり、エピタキシャル成長工程では、該シリコンウェー八の中央部の温度管理で十分な処置が取られている。

【 0 0 1 0 】

しかるに、エピタキシャル成長工程で十分な温度管理がなされていても、得られたエピタキシャルウェー八に転位等の欠陥が外周部において発生することがあった。そこで、鋭意研究を続けたところ、エピタキシャル成長後に、エピタキシャルウェー八を冷却する工程で、シリコンウェー八及びサセプターの接触部における温度差が大きい場合、かかる欠陥が生じることを見出した。即ち、エピタキシャル成長中には、該シリコンウェー八及びサセプターの温度に差があまりないため接触部の温度差はあまりないところ、該シリコンウェー八及びサセプターの冷却過程では、該シリコンウェー八とサセプターとの冷え方の違いにより両者に大きな温度差が生じ、それが互いの接触部（及び近傍）における大きな温度差となるのである。

10

【 0 0 1 1 】

特に、該シリコンウェー八及びサセプターの中央部は随時モニターされているため、冷却工程でも大きな温度差が生じないような工夫がなされるかもしれないが、該シリコンウェー八の中央部と外周部とでは、冷却工程において比較的大きな温度差がありえる。一方、該サセプターにおいては、中央部と外周部とでは温度差が比較的小さい。そのため、該シリコンウェー八の中央部のみをモニターしただけでは、互いの接触部（及び近傍）における大きな温度差を把握できない。

20

【 0 0 1 2 】

そこで、エピタキシャル成長後の冷却工程において、シリコンウェー八の外周部の温度をモニターし、この温度と同時にモニターされるサセプターの温度（中央部、周辺部での温度差があまりないとされる。ただし、より望ましくは周辺部の温度）との差を所定の値以下にするように冷却工程を温度管理する。より具体的には、離隔したところから熱を奪うことは難しいので、熱を加えるためのハロゲンランプ等の外部ヒータの出力を適宜制御する。ここで、この冷却工程における該シリコンウェー八の中央部の温度と、外周部の温度との関係は放熱及び加熱環境が同じであれば一定と考えられるので、両者の関係式を予め求めておき、その関係式を用いて該シリコンウェー八の中央部の温度によって外周部の温度を計算して得ることもできる。これにより測定が比較的容易な該シリコンウェー八の中央部の温度をモニターするだけで、外周部の温度をモニターでき、上記外部ヒータの出力の制御を適切に行うことができる。

30

【 0 0 1 3 】

より具体的には、以下のようなものを提供することができる。

(1) 実質的に水平状態に配されるシリコンウェー八基板の主表面にエピタキシャル層を成長させるエピタキシャルウェー八の製造装置に用いられるサセプターであって、前記エピタキシャルウェー八は当該サセプターに載置され、転位発生可能な高温にある前記エピタキシャルウェー八及び当該サセプターを放冷したときに、前記エピタキシャルウェー八の外周部の接触部の温度と、前記接触部と接触して前記エピタキシャルウェー八を支持する当該サセプターの保持部の温度との差が、少なくとも所定の期間、30 以下となる熱容量を持つサセプターを提供することができる。

40

【 0 0 1 4 】

ここで、上記所定の期間とは、放冷開始から、前記接触部の温度と前記保持部の温度との差によって転位が実質的に発生しなくなるほど全体の温度が低くなるまでの期間を意味してよい。前記接触部の温度と前記保持部の温度との差は、所定の範囲を超えると、有意な時間（例えば、1秒、10秒等）で、転位を発生させる。一方、所定の範囲内であれば、現実的な時間（例えば、10分、1時間等）内で転位は発生しない。このような所定の温度差の範囲として、30 が例としてあげられる。この温度差は、種々の環境要因、不純物や欠陥濃度のような材料自体の要因等により決定されてよい。一般的なシリコンウェ

50

一八のエピタキシャル製造若しくは同装置における熱処理において、30 又はそれ以下であり、より転位が発生しやすい条件では、20 又はそれ以下であり、転位の発生を全く生じさせないようにするためには、5 又はそれ以下が好ましい。上記所定の期間は、装置、放冷条件、ウェーハ形状及び材料に依存するが、現実的には、約3秒又はそれ以上である。安全を考慮すれば、15秒又はそれ以上がより好ましく、30秒又はそれ以上が更に好ましい。

【0015】

(2) 実質的に水平状態に配されるシリコンウェーハ基板の主表面にエピタキシャル層を成長させるエピタキシャルウェーハの製造装置に用いられるサセプターであって、前記エピタキシャルウェーハは当該サセプターに載置され、前記エピタキシャルウェーハの熱容量と、当該サセプターの熱容量との差が、3倍以下であることを特徴とするサセプターを提供することができる。

10

【0016】

熱容量の差が小さければ、蓄積される熱量に応じて、同様に温度が昇降し、両者の間に温度差が生じにくく、生じたとしても温度差は少ない。特に、温度差が30 又はそれ以下となるような熱容量の差が好ましく、転位のより高い抑制のためには、温度差が20 又はそれ以下となるような熱容量の差であり、転位の発生を全く生じさせないようにするためには、温度差が5 又はそれ以下となるような熱容量の差が好ましい。熱容量の差は、3倍以下(一方の部材の熱容量が、他方の部材の熱容量の3倍以下)が好ましく、より好ましくは、2.5倍以下であり、更に好ましくは約1倍(実質的に同じ熱容量)である。

20

【0017】

(3) 実質的に水平状態に配されるシリコンウェーハ基板の主表面にエピタキシャル層を成長させるエピタキシャルウェーハの製造装置であって、前記エピタキシャルウェーハは、その外周部においてサセプターに接触載置され、前記エピタキシャルウェーハの熱容量、吸熱量、及び放熱量、前記サセプターの熱容量、吸熱量、及び放熱量を基に、前記エピタキシャルウェーハの外周部の接触部の温度と、前記接触部と接触して前記エピタキシャルウェーハを支持する当該サセプターの保持部の温度との差が、少なくとも所定の期間、30 以下となるように冷却制御可能な制御装置を備えるエピタキシャルウェーハの製造装置を提供することができる。

30

【0018】

(4) 前記制御装置は、前記エピタキシャルウェーハが900 以上からの冷却において冷却制御することを特徴とする上記(3)に記載のエピタキシャルウェーハの製造装置を提供することができる。

【0019】

ここで、900 以上とあるのは、エピタキシャルウェーハを含むシリコンウェーハにおいて、転位等の結晶欠陥が発生し得る温度以上と考えられるためである。従って、より低い温度で転位等の結晶欠陥が発生し得る場合は、その温度以上からの冷却において、温度制御を行うことが好ましい。また、より高温で移動度が高くなり、転位等の結晶欠陥がより発生し易くなるので、より高温からの冷却において同制御は有効である。しかしながら、シリコンが融解する温度では、このような転位等の結晶欠陥の発生を検討するまでもないので、融点以下の温度からの冷却に意義がある。

40

【0020】

(5) 更に、熱放射ヒータを、前記エピタキシャルウェーハの上方、及び、前記サセプターの下方に備え、前記制御装置は、少なくとも上方又は下方の出力を制御することを特徴とする上記(3)又は(4)に記載のエピタキシャルウェーハの製造装置を提供することができる。

【0021】

熱放射ヒータは、暴露面積が大きいと多くの熱量を被加熱体に与えることができる。従って、サセプターにエピタキシャルウェーハを載置する構造では、上方のヒータは主にエ

50

ピタキシャルウェー八を加熱し、下方のヒータは主にサセプターを加熱する。これらのヒータの出力の制御は、主にこれらの部材への熱出力の制御を意味することができる。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、冷却工程において発生する転位を有効に防止することができ、欠陥の少ない良好なエピタキシャルウェー八を製造することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

次に、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。各図面において同一の構成又は機能を有する構成要素及び相当部分には、同一の符号を付し、その説明は省略する。また、以下の説明では、本発明に係る実施の態様の例を示したに過ぎず、当業者の技術常識に基づき、本発明の範囲を超えることなく、適宜変更可能である。従って、本発明の範囲はこれらの具体例に限定されるものではない。また、これらの図面は、説明のために強調されて表されており、実際の寸法とは異なる場合がある。

10

【0024】

図1は、本発明の実施形態に関し、エピタキシャルウェー八製造装置10の概略図である。ほぼ水平に配置された基板としてのシリコンウェー八12は、ウェー八支持部材であるサセプター14の接触部14aに、その外周部の接触部12aにおいて接触し、該サセプター14に載置される。この接触部14aは、サセプター14の中央の凹部の内周底部に設けられる段差にあり、少ない接触点(又は線若しくは面積)でシリコンウェー八12に接触し、サセプター14からの影響を最小限に抑える工夫がされている。シリコンウェー八12の裏面側と、サセプター14の中央の凹部の底面との間には、狭い空間が設けられ、パージガスがこれら部材間の隙間から流入し充填される。

20

【0025】

このエピタキシャルウェー八製造装置10のシリコンウェー八12及びサセプター14からなるコア部分は、上面及び下面において透明な石英ガラスが用いられたチャンバー151に囲まれ、外部から気密的に隔離されている。本図では、上面及び下面の石英ガラスの上方及び下方に、それぞれ2本のハロゲンランプ16が描かれているが、上面の上方のハロゲンランプ16は、シリコンウェー八12の中心を通る中心軸を軸として回転対称に複数本(例えば32本)配置されている。同様に、下面の下方のハロゲンランプ16は、同じ中心軸を軸として回転対称に複数本(例えば32本)配置されている。ここでは、図示されないが、それぞれのハロゲンランプ16の背後(チャンバー151から遠い側)には、リフレクターが設けられ、ハロゲンランプの放射熱が無駄なく均一に(例えば、シリコンウェー八12の中央部と外周部で同様な熱量を受けるように)与えられるようにされている。

30

【0026】

本図において、チャンバー151の上面の上方及び下面の下方であって、シリコンウェー八12の中央部に相当する位置に、放射熱温度計200、210が設けられ、矢印202、212によって指し示される中央部の温度が計測される。

【0027】

図2は、本発明の実施形態に関し、図1と同様なエピタキシャルウェー八製造装置10を示す概略図である。図1との違いは、チャンバー151の上面の上方及び下面の下方であって、シリコンウェー八12の外周部に相当する位置に、放射熱温度計220、230が設けられ、矢印222、232によって指し示される外周部の温度が計測されることである。

40

【0028】

図1及び2に示すようなエピタキシャルウェー八製造装置10によって、基板となる単結晶シリコンウェー八の主表面が、シランまたはトリクロロシランのようなシリコン源に約800 またはそれ以上で暴露され、そこにシリコンのエピタキシャル層を成長させた。このときのエピタキシャル成長条件にはキャリアガスとして水素、原料ガスとしてトリ

50

クロロシランを用いた。

【 0 0 2 9 】

図 3 は、図 2 の製造装置により、エピタキシャル層を成長させた後、エピタキシャルウェーハを実質的に放冷（ハロゲンランプの出力を最小にしたもの。上面側と下面側の出力比は約 4 : 6。）した場合の、該エピタキシャルウェーハの中央部の温度と、それに相当する位置のサセプター 1 4 の温度とを時間の関数として表したグラフである。この図から、エピタキシャルウェーハ 1 2 の温度が若干サセプター 1 4 の温度より低いことがわかる。図 4 は、図 3 の温度計測を行っている際に、図 2 の製造装置の放射熱温度計 2 2 0、2 3 0 で計測した外周部の温度の時間変化を表したものである。冷却開始直前から、エピタキシャルウェーハ 1 2 の温度が若干サセプター 1 4 の温度より若干低く、更に、冷却工程では、更にその温度差が広がっていることがわかる。このように、該エピタキシャルウェーハの中央部の温度と外周部の温度では、外周部の温度の方が低く、冷却工程での転位発生が懸念される外周部の温度差を評価するためには、外周部の温度を直接計測するか、両者の関係式を予備実験等により予め求めておくことが好ましいことがわかる。

10

【 0 0 3 0 】

図 5 は、図 1 の製造装置により、エピタキシャル層を成長させた後、エピタキシャルウェーハを種々の条件で放冷（ハロゲンランプの出力を数段階で変化。上面側と下面側の出力比も数段階で変化させた。）して外周部の温度を直接計測し、その温度と歪の関係を示すグラフである。

【 0 0 3 1 】

このグラフの縦軸は赤外線偏光法（若しくは赤外偏光法）により求めた歪量である。このグラフから明らかなように、外周部での温度差は、プラス/マイナス 3 0 （マイナス 3 0 ~ プラス 3 0 ）の範囲内が好ましい。より詳細には、温度差が 3 0 以下（図中矢印で示す範囲）では、歪が十分小さく、転位の発生が低く抑えられるため好ましい。温度差が 1 0 以下では、更に小さくなり、より好ましい。

20

【 0 0 3 2 】

図 8 は、図 5 に対応するグラフであり、エピタキシャルウェーハ中央部におけるエピタキシャルウェーハ及びそれに相当する位置のサセプターの温度差と歪の関係を示すグラフである。このときの冷却条件は、図 5 の場合と同様である。中央部では温度差がプラス 4 0 以下、マイナス 2 0 以上（即ち、プラス 4 0 ~ マイナス 2 0 ）であることが好ましい。また、中央部の温度差がプラス 3 0 以下、マイナス 1 0 以上であることが更に好ましい。

30

【 0 0 3 3 】

図 6 は、以上のような実験結果に基づき、ハロゲンランプの制御を適宜行い、上述の温度差が 5 以下と小さくなるようにしたときの該エピタキシャルウェーハの外周部の温度と、それに相当する位置のサセプター 1 4 の温度とを時間の関数として表したグラフである。ハロゲンランプによる加熱をより多く加えるため、冷却速度は若干遅くなるが、温度差は殆どなく、転位が少ない良好なエピタキシャルウェーハを得ることができる。

【 0 0 3 4 】

図 7 は、エピタキシャルウェーハ外周部におけるエピタキシャルウェーハ及びそれに相当する位置のサセプターの温度差を 3 0 とした場合、冷却工程を開始するときの温度と歪との関係を示すグラフである。このグラフから明らかなように、冷却工程の開始の温度が、9 0 0 以下であれば歪は殆どないが、9 0 0 を超えると歪が大きくなる。特に、1 0 5 0 以上では、その増加が顕著になっている。これは、転位の発生が高温で起こり易いためであり、低温であれば多少の温度差があっても、転位の発生のおそれは極めて低い。また、転位発生は、温度がまだ高い冷却工程の開始直後の所定の期間に起こることもわかる。この期間は、開始温度によっても異なるが、少なくとも 3 秒である。或いは、冷却工程において、エピタキシャルウェーハが 1 0 0 0 以下、より好ましくは 9 0 0 以下となるまでは、温度差を 3 0 以下に抑えることが好ましい。

40

【 0 0 3 5 】

50

図9は、本発明に使用可能な熱容量を低減させたサセプター140の概略断面図である。上述のサセプター14と同様中央に凹部があり、その内周面の底部に段差が設けられ、その段差に、シリコンウェーハ12の外周部の接触部12aと接触するサセプター140の接触部140aを備える。シリコンウェーハ12の下面とサセプター140の底面との間には狭い空間143が設けられる。このサセプター140では、外周部分142が除去され、熱容量が低く抑えられている。尚、図中の厚さtを変化させることにより、形状の特徴をあまり変えないで、体積を変化させ熱容量を変化させることができる。ここで、熱容量とは、比熱(Cp)×密度(ρ)×体積(V)で求めることができ、より具体的には、以下の表1にまとめるシリコン及びグラファイトの物性を用いて試算することができる。

10

【0036】

【表1】

	比熱	密度	体積あたりの熱容量	熱伝導率
シリコン	0.74 J/K·g	2.33 g/cm ³	1.72 J/K·cm ³	160 W/m·K
グラファイト	0.65 J/K·g	1.85 g/cm ³	1.20 J/K·cm ³	100-130 W/m·K

20

【0037】

即ち、シリコンからなるウェーハの体積V(Si)が、グラファイトからなるサセプターの体積V(Su)の約70%となるときに、同じ熱容量となり、単位時間当たり同じ量の熱がそれぞれ蓄積されると、同じ速度で昇温することになる。このとき、どちらの材料も100W/m·K以上の高い熱伝導率を持っているので、部材内の温度違いは無視できると仮定している。従って、所定の大きさ(体積)のエピタキシャルシリコンウェーハを製造する場合、サセプターの体積及び/又は材質を変化させることにより、サセプターの熱容量をシリコンウェーハの熱容量の1~3倍の範囲にコントロールすることができる。例えば、サセプターをシリコンで製造することもできる。このとき、反応性を抑制するため、表面にSiCコーティングを施すことが好ましい。

30

【0038】

図10は、図9の厚みtを変化させることにより、熱容量を変化させ、その時のシリコンウェーハ外周部の歪み量と、シリコンウェーハに対するサセプターの相対的な熱容量(熱容量比)との関係を示すグラフである。このグラフから明らかなように、熱容量が3倍以下で歪みは極端に小さくなり、2.5倍以下では更に小さくなる。このことより、熱容量比が、3以下が好ましく、より好ましくは2.5以下で、更に好ましくは2.4以下である。下限は、特になくともよいと思われるが、シリコンウェーハの方が一般にサセプターより体積が小さくなるので、熱容量比が1以上であることが現実的である。以上より、現実的にエピタキシャルの製造条件にてシリコンウェーハを支持するサセプターとシリコンウェーハの熱容量比が1~3倍である事が製造条件上望ましい。このようにすれば、加熱工程や冷却工程において、同様に温度が変化し易くなる。

40

【0039】

図11は、エピタキシャルウェーハ製造装置100の概略図である。図中ほぼ中央にシリコンウェーハ12がほぼ水平に配置され、それを載置して支えるサセプター14が支持アーム161につられて回転するように支持される。支持アーム161は、少なくとも3本、回転対称に中心の回転軸162に片持ちで支持されて設けられる(図は4本支持の場合を示す)。回転軸162を囲う円筒形の上下昇降支持軸164には昇降支持アーム163が片持ちに備えられる。これらのチャンパー内部材は、透明な石英ガラスの下部覆い158及び上部窓150により視認可能に収納される。これらの覆い158及び窓150は、

50

それぞれベースフレーム 156 及び蓋フレーム 152 によって気密的に支持される。ベースフレーム 156 と本体フレーム 154 の間には、キャリアガス及び原料ガスをチャンバー内に流出させる開口 168 と、チャンバーからの混合ガスを排出する開口 170 とが形成される。下方には、ハロゲンランプ 16 が、放射状に配列され、回転対称となる内側ランプ環及び外側ランプ環からなる二重加熱ヒータを構成する。この内側ランプ環及び外側ランプ環の間には、これらを隔離するようにリフレクター 19a が円筒形状で備えられる。また、外側ランプ環の外側にも同様なリフレクター 19b が囲むように円筒形状で備えられる。内側ランプ環の更に内側には、上述の上下昇降支持軸 164 を覆うように上部にテーパー部を持つ円筒形状で備えられたリフレクター 20 が配置される。これにより、軸部への放射熱が遮断される。これらのハロゲンランプ 16 の下側（底部）にも、板状のリフレクター 18 が備えられ、放射熱の有効利用が図られている。

10

【0040】

上部窓 150 の上方には、覆い 190 で全体が覆われた中に、ハロゲンランプ 16 が同様に放射状に配置されて、回転対称となる二重のランプ環を形成する。ハロゲンランプ 16 からの直接の放射熱は、上部窓 150 を通して、シリコンウェーハ 12 に照射される。覆い 190 の上部であって、シリコンウェーハ 12 の中央部の真上の位置に放射熱温度計 200 が設けられ、矢印 202 に示すように、シリコンウェーハ 12 の中央部の温度を計測する。一方、サセプター 14 の中央部は、放射熱等の光の通り道となる開口を内部に設ける管 211 が回転軸 162 の上方に備えられ、図示しない放射熱温度計によりサセプター 14 の中央部の温度が計測される。

20

【0041】

図 11 に示すような装置においては、各部材の配置及びその表面状態が、ほぼ一定に保たれるので、シリコンウェーハ 12 及びサセプター 14 の放熱特性は、ほぼ一定となる。従って、約 1000 という比較的高温からの放冷においては、かなりの熱が放射によりシリコンウェーハ 12 及びサセプター 14 から放出されると考えられるが、その割合は比較的一定であり、装置毎に実験に基づく放冷特性を予め求めておけば、シリコンウェーハ 12 及びサセプター 14 の接触部での温度差を小さく保ったまま冷却することができる。そして、そのモニターは、シリコンウェーハ 12 の中央部の温度測定で求めた温度を、種々の関係式で換算することにより、各種の温度モニター及びヒータ制御が可能である。

30

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図 1】エピタキシャルウェーハ製造装置の概略図である。

【図 2】温度のモニタリングを外周部にも追加したエピタキシャルウェーハ製造装置の概略図である。

【図 3】エピタキシャルウェーハ中央部におけるエピタキシャルウェーハ及びそれに相当する位置のサセプターの温度の時間変化を示すグラフである。

【図 4】エピタキシャルウェーハ外周部におけるエピタキシャルウェーハ及びそれに相当する位置のサセプターの温度の時間変化を示すグラフである。

【図 5】エピタキシャルウェーハ外周部におけるエピタキシャルウェーハ及びそれに相当する位置のサセプターの温度差と歪の関係を示すグラフである。

40

【図 6】エピタキシャルウェーハ外周部におけるエピタキシャルウェーハ及びそれに相当する位置のサセプターの温度の差を小さくするようにヒータ制御を行ったときの両温度の時間変化を示すグラフである。

【図 7】エピタキシャルウェーハ外周部におけるエピタキシャルウェーハ及びそれに相当する位置のサセプターの温度差を 30 とした場合、冷却工程を開始するときの温度と歪との関係を示すグラフである。

【図 8】エピタキシャルウェーハ中央部におけるエピタキシャルウェーハ及びそれに相当する位置のサセプターの温度差と歪の関係を示すグラフである。

【図 9】熱容量を低減させたサセプターの概略断面図である。

【図 10】シリコンウェーハに対するサセプターの熱容量比とシリコンウェーハ外周部の

50

歪との関係を示すグラフである。

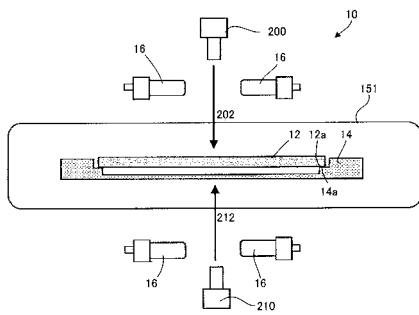
【図11】エピタキシャルウェーハ製造装置のより詳しい概略図である。

【符号の説明】

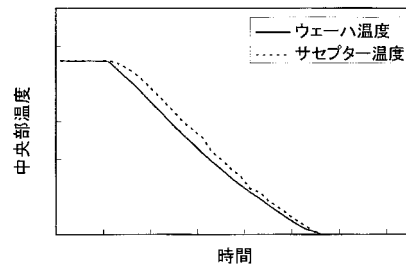
【0043】

- 10、100 エピタキシャルウェーハ製造装置
- 12 シリコンウェーハ
- 12a サセプターとの接触部
- 14、140 サセプター
- 14a シリコンウェーハとの接触部
- 16 ハロゲンランプ
- 18、19a、19b、20 リフレクター
- 151 チャンバー
- 200、210、220、230 放射熱温度計

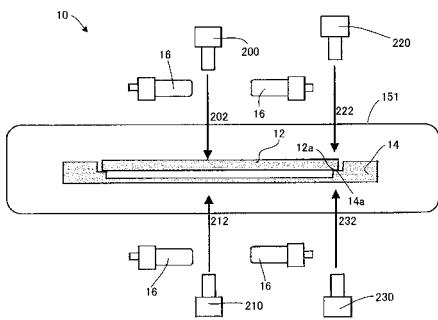
【図1】



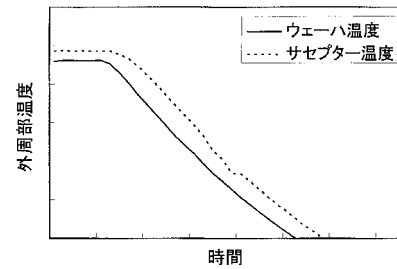
【図3】



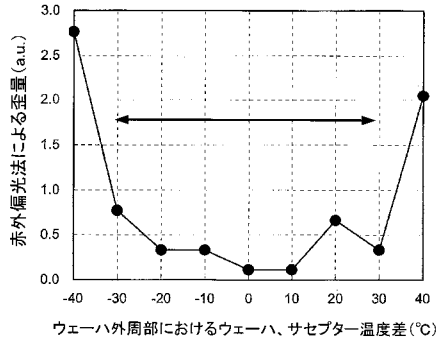
【図2】



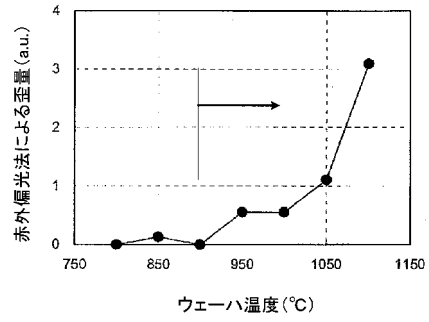
【図4】



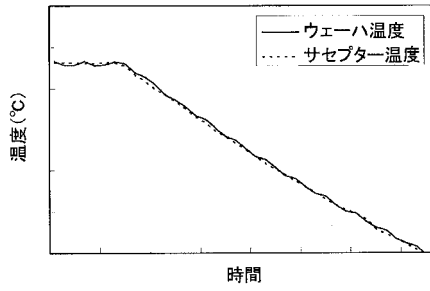
【 図 5 】



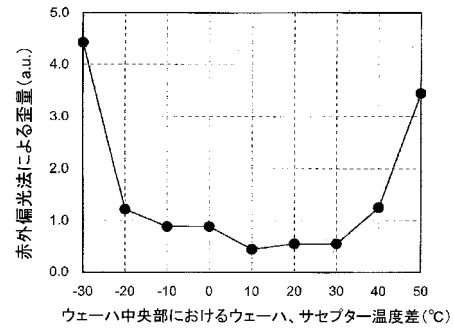
【 図 7 】



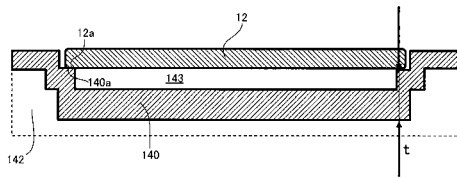
【 図 6 】



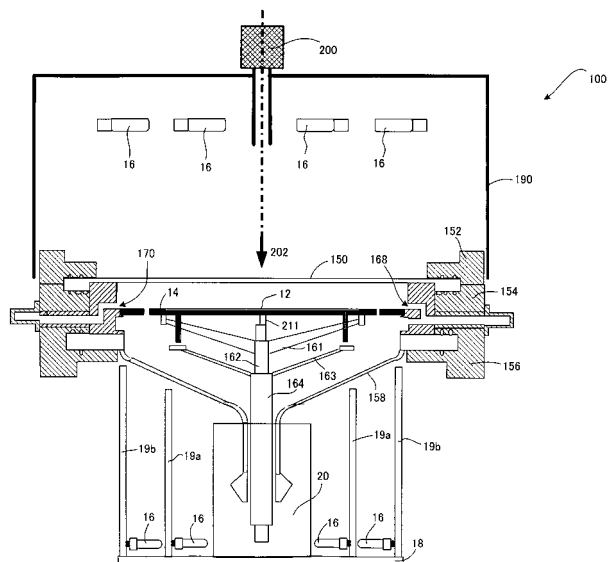
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 11 】



【 図 10 】

