

(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2006-298722

(P2006-298722A)

(43) 公開日 平成18年11月2日(2006.11.2)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)
C30B 29/36	(2006.01)	C30B 29/36	A	4G077
C30B 19/04	(2006.01)	C30B 19/04		

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2005-125865 (P2005-125865)	(71) 出願人	503092180 学校法人関西学院 兵庫県西宮市上ヶ原一番町1番155号
(22) 出願日	平成17年4月25日 (2005.4.25)	(74) 代理人	100089196 弁理士 梶 良之
		(74) 代理人	100104226 弁理士 須原 誠
		(72) 発明者	佐野 直克 兵庫県三田市武庫ヶ丘6-7-5
		(72) 発明者	金子 忠昭 兵庫県三田市学園3-1-A210
		Fターム(参考)	4G077 AA02 AA03 BE08 CG01 CG07 EA02 EE06 HA06 HA12 QA11 QA74

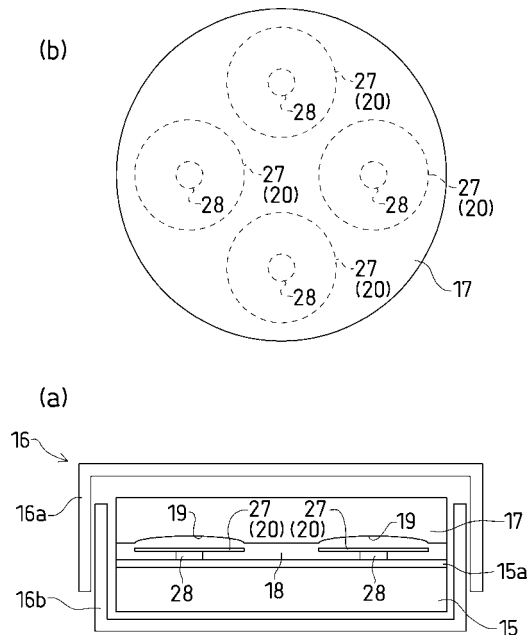
(54) 【発明の名称】 単結晶炭化ケイ素基板の製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 安価で、かつ種結晶の欠陥に起因する品質の低下を低減した単結晶炭化ケイ素(SiC)基板の製造方法を提供する。

【解決手段】 種結晶となるSiC単結晶28をC原子供給基板17に対向させ密閉容器16内で高温熱処理を行い、前記SiC単結晶28と前記C原子供給基板17との間に金属Si融液18を介在させ液相エピタキシャル成長させる。種結晶となるSiC単結晶28は、C原子供給基板17よりも面積を小さくして、複数設置する。この種結晶28の上面部分に単結晶SiC20が生成されたときに、その単結晶SiC20の、前記C原子供給基板17に対向する方向と垂直な方向における周囲に金属Si融液18を存在させるようにする。こうして、単結晶炭化ケイ素20を、前記C原子供給基板17に対向する方向と垂直な方向(面積が広がる方向)に液相エピタキシャル成長させ、種結晶28よりも広面積の基板27を得る。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

種結晶となる単結晶炭化ケイ素をC原子供給基板に対向させつつ密閉容器内で高温熱処理を行うことによって、前記単結晶炭化ケイ素と前記C原子供給基板との間に金属シリコン融液を介在させ液相エピタキシャル成長させる、単結晶炭化ケイ素基板の製造方法であって、

前記種結晶としての単結晶炭化ケイ素は、前記C原子供給基板よりも小さい面積を有するものとし、

単結晶炭化ケイ素を、前記C原子供給基板に対向する方向と垂直な方向に液相エピタキシャル成長させて、前記種結晶の当初の面積より大きな面積の単結晶炭化ケイ素基板を得ることを特徴とする、単結晶炭化ケイ素基板の製造方法。

10

【請求項 2】

種結晶となる単結晶炭化ケイ素をC原子供給基板に対向させつつ密閉容器内で高温熱処理を行うことによって、前記単結晶炭化ケイ素と前記C原子供給基板との間に金属シリコン融液を介在させ液相エピタキシャル成長させる、単結晶炭化ケイ素基板の製造方法であって、

単結晶炭化ケイ素の、前記C原子供給基板に対向する方向と垂直な方向における周囲に前記金属シリコン融液を存在させて、

当該単結晶炭化ケイ素を、前記C原子供給基板に対向する方向と垂直な方向に液相エピタキシャル成長させることを特徴とする、単結晶炭化ケイ素基板の製造方法。

20

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の単結晶炭化ケイ素基板の製造方法であって、

種結晶となる単結晶炭化ケイ素は円形状に構成されていることを特徴とする、単結晶炭化ケイ素基板の製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の単結晶炭化ケイ素基板の製造方法であって、

種結晶となる単結晶炭化ケイ素は一つのC原子供給基板に対し複数設置されることを特徴とする、単結晶炭化ケイ素基板の製造方法。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 までの何れか一項に記載の単結晶炭化ケイ素基板の製造方法であって、

単結晶炭化ケイ素基板を当初の種結晶よりも面積比で2倍以上成長させることを特徴とする、単結晶炭化ケイ素基板の製造方法。

30

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 までの何れか一向に記載の単結晶炭化ケイ素基板の製造方法であって、

種結晶となる単結晶炭化ケイ素は、単結晶炭化ケイ素からなる板部材の前記C原子供給基板と対向する表面に設けられている凹凸のうち、相対的な凸の部分として構成されていることを特徴とする、単結晶炭化ケイ素基板の製造方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の単結晶炭化ケイ素基板の製造方法であって、

表面に凹凸加工を施した種結晶用C原子供給基板と前記板部材との間に金属シリコン融液を介在させて液相エピタキシャル成長させることで、前記種結晶用C原子供給基板の凸部に対向する部分の前記板部材に前記凸の部分を形成することを特徴とする、単結晶炭化ケイ素基板の製造方法。

40

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 5 までの何れか一向に記載の単結晶炭化ケイ素基板の製造方法であって、

前記種結晶となる単結晶炭化ケイ素は、タンタルカーバイド加工された表面を有するタンタル基板の表面に薄板状の部材として設置されていることを特徴とする、単結晶炭化ケ

50

イ素基板の製造方法。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 8 までの何れか一項に記載の製造方法で製造された単結晶炭化ケイ素基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、種結晶の有するマイクロパイプ等の欠陥の悪影響を低減させることができ、且つ低コストな単結晶炭化ケイ素基板の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

炭化ケイ素 (SiC) は、耐熱性及び機械的強度に優れ、放射線にも強く、不純物の添加によって電子や正孔の価電子制御も容易にできるとともに、広い禁制帯幅 (6H 型の単結晶 SiC で約 3.0 eV、4H 型の単結晶 SiC で 3.3 eV) を有するという特徴を備えている。従って、ケイ素 (Si) やガリウム砒素 (GaAs) などの既存の半導体材料では実現できない高温、高周波、耐電圧・耐環境性を実現することが可能であるとされ、次世代のパワーデバイス、高周波デバイス用半導体の材料として期待が高まっている。また、六方晶 SiC は、窒化ガリウム (GaN) と格子定数が近く、GaN の基板としても期待されている。

【0003】

そして、この種の単結晶 SiC を製造する方法としては、例えば特許文献 1 や特許文献 2 に示すような方法が提案されている。

特許文献 1 の方法は、単結晶 SiC 基板と Si 原子及び C 原子により構成された板材とを微小隙間を隔てて平行に対峙させ、その状態で、大気圧以下の不活性ガス雰囲気かつ SiC 飽和蒸気雰囲気下で、単結晶 SiC 基板側が板材よりも低温となるように温度傾斜を持たせる。そして、熱処理することにより、微小隙間内で Si 原子及び C 原子を昇華再結晶させ、単結晶 SiC 基板上に単結晶を析出させるというものである。

【0004】

しかしながら、特許文献 1 のような昇華再結晶法では、種結晶としての単結晶 SiC 基板が有する欠陥 (特に、「マイクロパイプ欠陥」と呼ばれる直径数ミクロンから 0.1 mm 程度の管状の空隙) が、析出する単結晶のエピタキシャル構造に伝播し易く、これが、製造される単結晶 SiC を前述のパワーデバイス等として用いる際の大きな障害となっている。この点は特許文献 2 も指摘するところであり、これを解決する方法として特許文献 2 では、単結晶 SiC 上に液相エピタキシャル成長法 (LPE) によって第 1 のエピタキシャル層を形成し、基板に現れたマイクロパイプ欠陥がエピタキシャル層でほぼ複製されなくなる厚さになるまでこのエピタキシャル層を成長させ続けることで、基板からエピタキシャル層に伝播したマイクロパイプ欠陥をふさぐとともに、その後、気相法 (CVD) によって表面に第 2 のエピタキシャル層を形成する方法を提案している。特許文献 2 は、これにより、欠陥の少ない炭化ケイ素のエピタキシャル層を成長させることができる

【特許文献 1】特開平 11 - 315000 号公報

【特許文献 2】特表平 10 - 509943 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記特許文献 2 の方法は、確かに液相エピタキシャル成長法を用いることで種結晶のマイクロパイプ欠陥の影響を実質的に減少させることができる。しかしながら、例えば種結晶 SiC に大径のマイクロパイプが多数存在するような場合には、それを塞ぐのには、一般に液相エピタキシャル成長法が昇華再結晶法に比較して成長速度が非常に遅い (1 時間につき 10 μ s 以下) こととあいまって、非常に時間が掛かり、生産性が大きく低下して

10

20

30

40

50

しまう。

【0006】

また、上記マイクロパイプのほかにも、種結晶に存在するステップバンチング、モホロジ、研磨損傷などの欠陥が液相エピタキシャル成長層に悪影響し、これらによっても、単結晶SiCの品質の安定性が低下してしまっていた。結局、高品質な単結晶SiCを得るためには、欠陥の少ない高価な単結晶SiCを種結晶として使用しなければならず、この意味でもコストアップの一因となっていた。

【0007】

また、特許文献1も特許文献2も、種結晶としての単結晶SiC上に単結晶SiCを析出ないし成長させるものであって、種となる単結晶SiCは相当に高価である。従って、コストの低い単結晶SiCの成長方法の開発が望まれていた。

10

【課題を解決するための手段及び効果】

【0008】

本発明の解決しようとする課題は以上の如くであり、次にこの課題を解決するための手段とその効果を説明する。

【0009】

本発明の第1の観点によれば、以下のような、単結晶炭化ケイ素基板の製造方法が提供される。種結晶となる単結晶炭化ケイ素をC原子供給基板に対向させつつ密閉容器内で高温熱処理を行うことによって、前記単結晶炭化ケイ素と前記C原子供給基板との間に金属シリコン融液を介在させ液相エピタキシャル成長させる。前記種結晶としての単結晶炭化ケイ素は、前記C原子供給基板よりも小さい面積を有するものとする。単結晶炭化ケイ素を、前記C原子供給基板に対向する方向と垂直な方向に液相エピタキシャル成長させて、前記種結晶の当初の面積より大きな面積の単結晶炭化ケイ素基板を得る。

20

【0010】

この方法では、種結晶となる単結晶炭化ケイ素の面積から広がるように液相エピタキシャル成長するので、当初の種結晶の有するマイクロパイプ等の欠陥が、種結晶の小面積の部分にしか現れない。従って、少なくとも種結晶に相当する部分以外の部分においては、欠点の殆どない単結晶炭化ケイ素基板を提供できる。

【0011】

本発明の第2の観点によれば、以下のような、単結晶炭化ケイ素基板の製造方法が提供される。種結晶となる単結晶炭化ケイ素をC原子供給基板に対向させつつ密閉容器内で高温熱処理を行うことによって、前記単結晶炭化ケイ素と前記C原子供給基板との間に金属シリコン融液を介在させ液相エピタキシャル成長させる。単結晶炭化ケイ素の、前記C原子供給基板に対向する方向と垂直な方向における周囲に前記金属シリコン融液を存在させる。当該単結晶炭化ケイ素を、前記C原子供給基板に対向する方向と垂直な方向に液相エピタキシャル成長させる。

30

【0012】

この方法では、種結晶となる単結晶炭化ケイ素から周囲に広がるように液相エピタキシャル成長するので、種結晶に相当する箇所においては種結晶の有するマイクロパイプ等の欠陥が伝播するにしても、広がるように成長した部分に対しては種結晶の欠陥の悪影響は殆どない。従って、少なくとも種結晶に相当する部分以外の部分においては、欠点の殆どない単結晶炭化ケイ素基板を提供できる。

40

【0013】

前記の単結晶炭化ケイ素基板の製造方法においては、種結晶となる単結晶炭化ケイ素は円形状に構成されていることが好ましい。

【0014】

これにより、単結晶炭化ケイ素を均等に液相エピタキシャル成長させることができ、製造される単結晶の基板の品質を向上させることができるほか、基板の製造効率を向上させ、製造に要する時間を低減できる。また、種結晶(として機能する部分)の面積を小さくできるから、種結晶のコストを低減することも容易である。

50

【0015】

前記の単結晶炭化ケイ素基板の製造方法においては、種結晶となる単結晶炭化ケイ素は一つのC原子供給基板に対し複数設置されることが好ましい。

【0016】

これにより、一回の成長処理で単結晶の基板を複数得られることになるから、製造効率を一層向上でき、製造コストを低減できる。

【0017】

前記の単結晶炭化ケイ素基板の製造方法においては、単結晶炭化ケイ素基板を当初の種結晶よりも面積比で2倍以上成長させることが好ましい。

【0018】

これにより、大面積の基板を得ることができるとともに、製造効率の向上を一層図ることができる。

【0019】

前記の単結晶炭化ケイ素基板の製造方法においては、種結晶となる単結晶炭化ケイ素は、単結晶炭化ケイ素からなる板部材の前記C原子供給基板と対向する表面に設けられている凹凸のうち、相対的な凸の部分として構成されていることが好ましい。

【0020】

これにより、板部材に適宜の凹凸を施すことで、種結晶(として機能する部分)を、短時間で多数作ることができる。従って、大量生産によるコスト削減に一層良好に適合させることができる。

【0021】

前記の単結晶炭化ケイ素基板の製造方法においては、表面に凹凸加工を施した種結晶用C原子供給基板と前記板部材との間に金属シリコン融液を介在させて液相エピタキシャル成長させることで、前記種結晶用C原子供給基板の凸部に対向する部分の前記板部材に前記凸の部分形成することが好ましい。

【0022】

これにより、種結晶用C原子供給基板に凹凸を形成して板部材に対向させ、種結晶用C原子供給基板の凸部に相当する部分の板部材に液相エピタキシャル成長させることで、種結晶としての凸の部分形成できる。従って、単結晶炭化ケイ素からなる板部材を直接加工して凸の部分形成しなくて済むので、上記凸の部分の形成コストを低減できる。

【0023】

前記の単結晶炭化ケイ素基板の製造方法においては、前記種結晶となる単結晶炭化ケイ素は、タンタルカーバイド加工された表面を有するタンタル基板の表面に薄板状の部材として設置されていることが好ましい。

【0024】

これにより、種結晶としての単結晶炭化ケイ素を小面積の部材としてのみ設置するだけで良いから、製造コストを極めて大きく低減できる。

【0025】

また、本発明の第3の観点によれば、前記の方法で製造された、欠陥の殆どない高品質の領域を有する単結晶炭化ケイ素基板を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

次に、発明の実施の形態を説明する。先ず最初に、本発明の単結晶SiC基板の製造方法を実施するために好適な熱処理装置の一例を、図1の模式断面図を参照して説明する。

【0027】

図1において、熱処理装置1は、本加熱室2と、予備加熱室3と、この予備加熱室3から前記本加熱室2に続く部分にある前室4とを主要部分として構成されている。この構成で、後述の単結晶SiC保持板5等が収納された密閉容器16が予備加熱室3から前室4、本加熱室2へと順次移動することで、単結晶SiC保持板5を短時間で所定の温度(例えば、約1200 ~ 約2300)で加熱できるようになっている。

10

20

30

40

50

【0028】

この熱処理装置1は、図1に示すように、本加熱室2と前室4との接続部分、及び、前室4と予備加熱室3との接続部分が、それぞれ連通部を有して仕切られている。このため、上記の各室2・3・4は予め所定の圧力下に制御することが可能である。また必要な場合には、各室毎にゲートバルブ7を設けることによって、各室2・3・4毎に圧力調整を行うようにすることもできる。これによって、単結晶SiC保持板5等を収納した密閉容器16の移動時において、外気に触れることなく、所定圧力下の炉内を適宜の移動手段(図略)によって移動させることができ、不純物の混入を抑制することができる。

【0029】

予備加熱室3には、加熱手段としてのハロゲンランプ6が設けられており、この構成により、約 10^{-5} Pa以下の減圧下で所定の範囲の温度(例えば、約800 ~ 1000の範囲内)に急速に加熱することができる。また前述したように、予備加熱室3と前室4との接続部分にはゲートバルブ7が設けられて、予備加熱室3及び前室4の圧力制御を容易なものにしている。

【0030】

液相エピタキシャル成長のための単結晶SiC保持板5等が収納された密閉容器16は、この予備加熱室3で、テーブル8に載置された状態で約800以上に予め加熱される。その後、予備加熱室3と前室4との圧力調整が行われ、調整完了後、前室4に設けられている昇降式のサセプタ9に載置されるように移動する。

【0031】

前室4に移動した密閉容器16は、一部図示している昇降式の移動手段10によって、サセプタ9とともに前室4から本加熱室2へ移動する。本加熱室2は、図示しない真空ポンプによって予め約 10^{-1} Paの減圧下に調整され、また、加熱ヒータ11によって所定の範囲の温度(例えば、約1200 ~ 約2300)となるように温度調節されている。なお、前記本加熱室2の圧力環境は、例えば約 10^{-2} Pa以下の真空、好ましくは 10^{-5} Pa以下の真空の環境か、又は例えば約 10^{-2} Pa以下の真空、好ましくは 10^{-5} Pa以下の真空にした後に若干の不活性ガスが導入された希薄ガス雰囲気下であることが好ましい。

【0032】

上記本加熱室2の状態をこのように設定しておき、密閉容器16を前室4から本加熱室2内へ移動すると、密閉容器16を例えば約1400 ~ 2300以下の範囲に急速に短時間で加熱することができる。本加熱室2内には、加熱ヒータ11の周囲に反射鏡12が設置されており、加熱ヒータ11からの熱を反射して、加熱ヒータ11の内部に位置する単結晶SiC保持板5側に熱が集中するようにしている。

【0033】

また、移動手段10と本加熱室2との嵌合部25は、移動手段10に設けられている凸状の段付き部21と、本加熱室2に形成されている凹状の段付き部22とで構成されている。また、本加熱室2の密閉のために、移動手段10の段付き部21の各段部には図略のシール部材(例えば、リング)が設けられている。

【0034】

本加熱室2内の加熱ヒータ11の内側には、汚染物除去機構29が設けられている。この汚染物除去機構29は、単結晶SiC保持板5等から熱処理中に排出される不純物を、加熱ヒータ11と接触しないように除去する。これによって、加熱ヒータ11が単結晶SiC保持板5等から排出される不純物と反応し劣化することを防止できる。なお、この汚染物除去機構29は、単結晶SiC保持板5等から排出する不純物を吸着するものであれば、特に限定されるものではない。

【0035】

加熱ヒータ11は、タンタル等の金属製の抵抗加熱ヒータであり、前記サセプタ9側に設置されたベースヒータ11aと、本加熱室2側に設けられた上部ヒータ11bとで構成されている。前記移動手段10によって密閉容器16がベースヒータ11aとともに本加

10

20

30

40

50

熱室 2 側へ上昇移動すると、密閉容器 16 が加熱ヒータ 11 によって取り囲まれる形となる。このような加熱ヒータ 11 のレイアウトにより、前述の反射鏡 12 ともあいまって、密閉容器 16 を均一に加熱することが可能となる。なお、本加熱室 2 の加熱方式としては、抵抗加熱ヒータに限定せず、例えば高周波誘導加熱式のものを採用することができる。

【0036】

次に、図 2 と図 3 を参照しつつ、SiC の液相エピタキシャル成長に用いられる前記密閉容器 16 及びその内部に配置される基板等について説明する。図 2 は密閉容器の上容器と下容器とを取り外した図である。図 3 は、熱処理前の密閉容器の様子を示す模式断面図である。

【0037】

前述の密閉容器 16 は、図 2 や図 3 に示すような上容器 16 a と下容器 16 b とを嵌め合わせるにより構成されている。密閉容器 16 の形状は図 2 に示すようにほぼ六面体状とされているが、これは一例であって、例えば円筒状に構成されていても良い。密閉容器 16 の素材としては適宜のものを採用できるが、例えば、タンタル又はタンタルカーバイドで形成されていることが好ましい。

10

【0038】

また、上容器 16 a と下容器 16 b とを図 3 に示すように嵌め合わせたときの嵌合部分の遊びは、約 2 mm 以下であることが好ましい。これによって、密閉容器 16 内への不純物の混入を抑制することができるし、更には前記本加熱室 2 での熱処理時に密閉容器 16 内の Si 分圧を約 10 Pa 以下とならないように制御することができる。このため、密閉容器 16 内の SiC 分圧及び Si 分圧を高め、密閉容器 16 に収納される単結晶 SiC 保持板 5 や、C 原子供給基板 17、金属 Si 融液 18 等（詳細は後述）の昇華が抑制される。逆に言えば、上記の嵌合部の遊びが約 2 mm より大きい場合には、密閉容器 16 内の Si 分圧を所定圧に制御することが困難になり、また、不純物がこの嵌合部を介して密閉容器 16 内に侵入するおそれが大きくなるため、好ましくない。

20

【0039】

そして、この密閉容器 16 の内部では図 3 に示すように、単結晶 SiC 保持板 5、Si 基板 14、C 原子供給基板 17 の順に下から上へと順に積層されている。単結晶 SiC 保持板 5 は、前記 Si 基板 14 を挟むようにして、C 原子供給基板 17 に対向させて設置している。なお、必要に応じて、前記 Si 基板 14 の上に重石を載置することとしても良い。

30

【0040】

本実施形態において単結晶 SiC 保持板 5 は、それ全体が単結晶 SiC からなる円形板状の部材からなり、その一側の面（上側、即ち前述の C 原子供給基板 17 側を向く面）には、適宜の間隔で凹加工が施されて、凹部 5 a が形成される。また、凹部 5 a 以外の部分（相対的に凸部に相当する部分）は、単結晶 SiC を生成させるための平坦面 5 b とされている。本実施形態においては、この平坦面 5 b の部分が種結晶としての役割を果たす。

【0041】

この単結晶 SiC 保持板 5 としては、例えば、昇華法で作製された単結晶 6H-SiC のウェハより所望の大きさに切り出されたものを使用することができる。あるいは、熱処理によって表面改良が行われた単結晶 6H 若しくは 4H-SiC 基板を使用することもできる。また、上記の凹部 5 a を形成するための表面加工の方法としては、例えば機械加工など、適宜の方法を採用できる。

40

【0042】

本実施形態では、上側の C 原子供給基板 17 として多結晶 SiC 基板を用いているが、このほかにも、例えば、異種単結晶の SiC 基板、カーボン基板、ポーラス SiC 基板、焼結 SiC 基板、非晶質 SiC 基板からなる群から選ばれた少なくとも一種の基板を用いることができる。カーボン基板、ポーラス SiC 基板、焼結 SiC 基板、非晶質 SiC 基板は、多結晶 SiC 基板に比較して表面エネルギーが大きく、中でもカーボン基板は C 原子供給量を増やせるために、成長速度を増大させ、スループットを良好とできる点で好ま

50

しい。更に、カーボン基板、ポラスSiC基板、焼結SiC基板、非晶質SiC基板は、多結晶SiC基板に比べて加工性に優れており、またコストの点でも有利である。

【0043】

なお、本実施形態のように多結晶SiC基板を前記C原子供給基板17として用いる場合、例えば、CVD法で作製されたSi半導体製造工程でダミーウェハとして使用されるSiCから所望の大きさに切り出されたものを使用することができる。また、この多結晶SiC基板は、平均粒子径が1 μ m以上10 μ m以下で、粒子径が揃っているものが好ましい。また、その多結晶SiC基板の結晶構造としては、3C-SiC、4H-SiC、6H-SiCのいずれも使用することができる。

【0044】

単結晶SiC保持板5の少なくとも前記平坦面5bや、C原子供給基板17のSiC側を向く面は、いずれも鏡面に研磨加工されるとともに、その表面に付着した油類、酸化膜、金属等が洗浄等によって除去されている。

【0045】

そして、以上に説明した積層構造を収容した密閉容器16が、図1の熱処理装置1の予備加熱室3内に設置された後、上述のように10⁻⁵Pa以下で800以上(好ましくは1000以上)に加熱される。このとき、本加熱室2内も同様に、10⁻²Pa以下に設定された後、1400~2300に予め加熱しておく。

【0046】

上記の予備加熱工程の後、ゲートバルブ7が開かれるとともに、密閉容器16は前室4のサセプタ9上へ移動した後、移動手段10によって、1400~2300に加熱されている本加熱室2内へ上昇移動される。これによって、密閉容器16は、30分以内の短時間で急速に1400~2300に加熱され、前述のSi基板14が溶解して、図4に示すように、単結晶SiC保持板5とC原子供給基板17との間に極薄の金属Si融液層18が形成される。

【0047】

本加熱室2での熱処理温度は、理論上は密閉容器16内に設置していたSi基板14が溶解する温度であれば良いが、1400~2300といった高温とすることが好ましい。これは、処理温度を高温で行うほど、Si基板14が溶解してできる金属Si融液とSiCとの濡れ性が向上し、金属Si融液層18が毛細管現象によって、単結晶SiC保持板5とC原子供給基板17との間に浸透し易くなるからである。これによって、単結晶SiC保持板5(前述の平坦面5b)とC原子供給基板17との間に、厚み50 μ m以下の極薄の金属Si融液層18を介在させることができる。

【0048】

なお、上記の熱処理は、できるだけ短時間に1400~2300に昇温することが好ましい。結晶成長を短時間で終了でき、結晶成長の効率化を図ることができるからである。

【0049】

ここで単結晶SiCの成長メカニズムを概観すると、上記の熱処理に伴い、単結晶SiC保持板5と上側のC原子供給基板17との間に、溶解したSiが侵入して、両基板5・17の界面に、厚さ約30 μ m~50 μ mの金属Si融液層18が形成される。この金属Si融液層18は、熱処理温度が高温になるに従って薄くなり、例えば30 μ m程度となる。そして、C原子供給基板17から流れ出したC原子は金属Si融液層18を通して単結晶SiC保持板5の前記平坦面5bに供給され、この平坦面上に4H-SiC単結晶20として液相エピタキシャル成長する。

【0050】

そして本実施形態の構成では、単結晶SiC保持板5の表面に前述のように凹加工を施したことにより、前記金属Si融液層18の厚みが、前述の平坦面5bの部分において最小となるが、それ以外の部分(凹部5aの部分)においては大きくなっている。従って、C原子供給基板17から放出されたC原子は、その大部分が平坦面5bの部分に供給され

10

20

30

40

50

、SiC単結晶20は、先ず平坦面5bの部分に成長する。換言すれば、C原子供給基板17からのC原子が前述の平坦面5bに供給され、凹部5aの部分には殆ど供給されないように、前述の凹部5aの深さや形状を適宜設定しておくのである。

【0051】

上記の平坦面5b上に図4のように現れたSiC単結晶20は、C原子供給基板17へ向かう方向（厚み方向）へエピタキシャル成長する。しかしながら本実施形態では、成長過程の初期において平坦面5bの部分にのみ成長結晶20が現れることから、その成長結晶20の周囲（厚み方向と垂直な方向の周囲）にも、金属Si融液層18の融液が回り込んで存在している。従ってSiC単結晶20は、図5に示すように、前記C原子供給基板17に対向する方向（金属Si融液層18の厚み方向）とほぼ垂直な方向にもエピタキシャル成長する。

10

【0052】

なお、このエピタキシャル成長に伴い、上側のC原子供給基板17は、前述の平坦面5bに対向する部分が溶解するように削り取られて凹部19が形成される（図3）。この凹部19は、SiC単結晶20が横方向に成長するに従い、図4に示すように、その形成領域も大きくなっていく。

【0053】

このように本実施形態では、C原子供給基板17が金属Si融液層18に面している面積よりも、（単結晶SiC保持板5のうち種結晶として機能する部分である）前記平坦面5bの面積が、小さくなっている。言い換えれば、前記平坦面5bの周囲（前記C原子供給基板17と対向する方向と垂直な方向における周囲）に凹部5aを形成して、この凹部5aの部分に金属Si融液18を存在させるようにしている。そして、図4 図5に示すように、SiC単結晶20を、C原子供給基板17に対向する方向と垂直な方向に液相エピタキシャル成長させ、上記平坦面5bの当初の面積より大きな面積の単結晶SiC基板27を得るように構成されている。

20

【0054】

従って、この方法で得られた単結晶SiC基板27は、種結晶に相当する部分（平坦面5b上の部分）においては、その種結晶の有するマイクロパイプ等の欠陥がある程度伝播するにしても、それ以外の横方向に成長した部分は、上記のような欠陥が殆どない高品質の単結晶SiC基板が得られる。この効果は、生成される単結晶SiCが当初の種結晶（平坦面5bの部分）よりも面積比で2倍以上となるよう成長させることにより、高品質の単結晶SiCが広面積で得られることとなって、いっそう顕著となる。

30

【0055】

また、本実施形態では図3に示すように、単結晶SiC保持板5のうち種結晶となる前記平坦面5bは、一枚のC原子供給基板17に対し複数となるように設置されている。従って、一度の熱処理で図5のように複数の単結晶SiC基板27を製造できるから、製造効率が向上し、製造コストを低減できる。

【0056】

本実施形態では特に、種結晶となる単結晶SiCは、その全体が単結晶SiCからなる単結晶SiC保持板5の前記C原子供給基板17と対向する表面に設けられている凹凸のうち、相対的に凸の部分（前記平坦面5b）として構成されている。従って、種結晶としての平坦面5bを機械加工等を利用して一度に多数形成することが容易で、単結晶SiC基板27の大量生産に好適である。

40

【0057】

〔第2実施形態〕

第2実施形態では、種結晶となるSiC単結晶28は、図6(a)に示すように、前記C原子供給基板17に対し全面にわたって対向するように設けた平板状のタンタル基板15に配置されている。このタンタル基板15のC原子供給基板17側の面は、タンタルカーバイド加工された表面15aとされており、その表面15a上には、種結晶としてのSiC単結晶28が予め形成されている。このSiC単結晶28としては、上記タンタルカ

50

ーバイドの表面15aに例えば気相法(CVD)で薄板状に形成したものを採用することができる。上記SiC単結晶28は図6(b)で示すように、平面視で周方向に等間隔をおいて4箇所設けられており、それぞれ円形に形成されている。それ以外の構成については、前述の第1実施形態とほぼ同様であるので、対応する部材には同じ符号を付して、説明を省略する。

【0058】

図6(a)に示す密閉容器16を前述の熱処理装置1で熱処理した場合、C原子供給基板17のC原子はSiC単結晶28の上面に供給され、成長結晶は、先ずSiC単結晶28の上面に現れる。そして、その現れたSiC成長結晶の周囲(金属Si融液層18の厚み方向に垂直な方向での周囲)に、Si基板14が溶融した結果としての金属Si融液が回り込んで存在するので、SiC単結晶(種結晶)28上に生成した成長結晶20は、その厚み方向のみならず横方向へも成長することになる。よって、この単結晶SiC基板27も第1実施形態と同様に、少なくとも前記種結晶としてのSiC単結晶28上以外の部分においては、マイクロパイプ等の欠陥の殆どない極めて高品質な単結晶SiCとできる。また本実施形態では特に、単結晶28を中心部の核(前記島状突起15bの上面)のみに一部配置するだけで良いから、単結晶SiC基板27の製造コストを大幅に低減することができる。

10

【0059】

また、本実施形態では図6(a)に示すように、種結晶となるSiC単結晶28は、一枚のC原子供給基板17に対し複数となるように設置されている。従って、一度の熱処理で複数の単結晶SiC基板27を製造できるから、製造効率が向上し、製造コストを低減できる。更には、種結晶としての各SiC単結晶28が図6に示すように円形状とされているので、SiC単結晶20を横方向に均等にエピタキシャル成長させることができ、単結晶SiC基板27の品質を向上させることができるほか、単結晶SiC基板27の製造に要する時間を低減できる。また、当初の種結晶としてのSiC単結晶28をより小さくすることができ、種結晶のコストを大幅に低減できる。

20

【0060】

〔第3実施形態〕

図8に示す第3実施形態において、単結晶SiC保持板5'は、前記第1実施形態と同様に、全体が単結晶SiCからなる円形板状の部材からなる。そして、単結晶SiC保持板5'と対向するように種結晶用C原子供給基板30が設置される。

30

【0061】

単結晶SiC保持板5'の前記種結晶用C原子供給基板30側を向く面は、単なる平坦面に構成されている。一方、種結晶用C原子供給基板30においては、単結晶SiC保持板5'側を向く面に、予め凹凸を凹部30a、凸部30bのように設けている。そして、図8のように両板5',30の間にSi基板14を挟んだ状態で密閉容器16に収納して、図1の熱処理装置1で高温熱処理を行うことによって、前記単結晶SiC保持板5'と前記種結晶用C原子供給基板30との間に金属Si融液18を介在させる。すると図9に示すように、単結晶SiC保持板5'の平坦面上には、上記種結晶用C原子供給基板30の前記凸部30bに対向する部分にのみ単結晶SiCが液相エピタキシャル成長し、この結果、単結晶SiC保持板5'に凸部5cが形成される。なお、この凸部5cの先端面5b(凸の部分)は、次の熱処理における水平方向の液相エピタキシャル成長の際の種結晶として機能する。

40

【0062】

上記凸部5cは、図10(b)で示すように、平面視で周方向に等間隔をおいて4箇所設けられており、それぞれ円形に形成されている。言い換えれば、このような凸部5cの配置及び形状となるように、前記種結晶用C原子供給基板30の凹凸形状(具体的には、前記凸部30bの配置及び形状)を定めるのである。

【0063】

そして、図10(a)に示すように、上記の凸部5cを形成した単結晶SiC保持板5

50

’に対し新しいC原子供給基板17をSi基板14を挟んで対向させた状態で密閉容器16に収納し、再び図1の熱処理装置で高温熱処理を行う。すると図11に示すように、SiC単結晶20は、前記C原子供給基板17に対向する方向(金属Si融液層18の厚み方向)とほぼ垂直な方向にもエピタキシャル成長し、単結晶SiC基板27が得られる。このSiC単結晶基板27は、第1実施形態や第2実施形態と同様に、種結晶に相当する部分(凸部5cの先端面5b上の部分)以外の横方向に成長した部分においては欠陥が殆どない、極めて高品質のものでできる。

【0064】

特に本実施形態では、図8のように種結晶用C原子供給基板30に凹凸を形成して単結晶SiC保持板5’に対向させて熱処理することにより、図9に示すように、種結晶用C原子供給基板30の凸部30bに相当する部分において、単結晶SiC保持板5’上にエピタキシャル成長により凸部5cや先端面5bを形成できる。従って、単結晶SiC保持板5’を直接加工して凸部5c等を形成しなくて済むので、凸部5cや先端面5bの形成コストを低減できる。例えば種結晶用C原子供給基板30として多結晶SiC基板を用いた場合は、単結晶SiCで構成される保持板5’に比べて、凹凸加工が相当に容易である。従って、種結晶(先端面5b)の形成コストを大きく低減でき、この効果は種結晶を一度に多数形成したい場合に特に顕著である。

【0065】

また、本実施形態では図10(a)に示すように、種結晶となるSiC単結晶(言い換えれば上記凸部5cの先端面5b)は、一枚のC原子供給基板17に対し複数となるように設置されている。従って、一度の熱処理で複数の単結晶SiC基板20を製造できるから、製造効率が向上し、製造コストを低減できる。更には、種結晶としての各SiC単結晶(凸部5cの先端面5b)が図10(b)に示すように円形状とされているので、SiC単結晶20を横方向に均等にエピタキシャル成長させることができ、単結晶SiC基板27の品質を向上させることができるほか、単結晶SiC基板27の製造に要する時間を低減できる。また、当初の種結晶としてのSiC単結晶(凸部5cないし先端面5b)をより小さくすることができる。

【0066】

以上に本発明の好適な複数の実施形態を示したが、上記の実施形態は例えば以下のように変更して実施することができる。

【0067】

(1)成長前の種結晶としての単結晶SiCの平面形状(具体的には、第1実施形態の平坦面5bの平面形状、第2実施形態の種結晶の平面形状、第3実施形態の凸部5cの先端面5bの平面形状)は、得たい単結晶SiCの大きさ等に応じて、例えば第2実施形態や第3実施形態のように円形状とすることに限らず、適宜選択して良い。また、本加熱室2での熱処理時間についても、生成される単結晶SiCが所望の大きさ(面積)或いは厚みとなるように、適宜選択することができる。

【0068】

(2)金属Si融液層18に対するSi材料の供給源としては、図3や図6、図8や図10に例示したSi基板14を用いることに代えて、前記単結晶SiC保持板5等の表面に予め気相法(CVD)で形成された厚さ50~200 μ m程度の金属Si膜や、単結晶SiC保持板5等の表面に配置されたSi粉末等を使用してもよい。

【0069】

(3)上記の実施形態では、密閉容器16の内部で単結晶SiC保持板5,5’やタンタル基板15を下側に、C原子供給基板17を上側に配置することとしたが、互いが対向するように配置する限りはその位置関係は任意に変更することができ、例えば上下を逆に配置したり、両基板を水平に対向するように配置しても構わない。

【0070】

(4)また、単結晶SiC保持板5とC原子供給基板17との間に介在させる金属Si融液層18の厚みを調整するために、単結晶SiC保持板5,5’とC原子供給基板17

10

20

30

40

50

との間に、例えば30～50 μ m程度の適宜の厚みのスペーサを設置しても良い。このスペーサの数や形状や配置個数は特に限定せず、種結晶のレイアウト等の事情に応じて適宜選択して使うことができる。このスペーサとしては、例えば、単結晶SiC保持板5, 5'やタンタル基板15に機械加工で設けた凸部や、固相反応によって接着した凸部を採用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0071】

【図1】本発明のSiC単結晶基板の製造方法に好適な熱処理装置の一例を示す模式断面図。

【図2】密閉容器の上容器と下容器とを取り外した図。

10

【図3】第1実施形態において、熱処理前の密閉容器の様子を示す模式断面図。

【図4】種結晶の部分にSiC単結晶が液相エピタキシャル成長した状態を示す模式断面図。

【図5】図4の状態からSiC単結晶が横方向に液相エピタキシャル成長し、SiC単結晶基板が製造された状態を示す模式断面図。

【図6】(a)は第2実施形態において、熱処理前の密閉容器の様子を示す模式断面図、(b)は模式平面図。

【図7】(a)は図6の状態から熱処理を行い、SiC単結晶基板が製造された状態を示す模式断面図、(b)は模式平面図。

【図8】第3実施形態において、熱処理前の密閉容器の様子を示す模式断面図。

20

【図9】図8の状態から熱処理を行い単結晶SiC保持板の表面に部分的にSiC単結晶の島(凸部)が液相エピタキシャル成長した状態を示す模式断面図。

【図10】(a)は第3実施形態において、熱処理前の密閉容器の様子を示す模式断面図、(b)は模式平面図。

【図11】(a)は図10の状態から熱処理を行い、SiC単結晶基板が製造された状態を示す模式断面図、(b)は模式平面図。

【符号の説明】

【0072】

1 熱処理装置

5, 5' 単結晶SiC保持板(板部材)

30

5a 凹部

5b 平坦面、凸部の先端面(凸の部分、種結晶として機能する部分)

5c 凸部(単結晶SiC保持板から成長したSiC単結晶)

14 金属Si板

15 タンタル基板

15a タンタルカーバイド加工された表面

16 密閉容器

17 C原子供給基板

18 金属Si融液

27 単結晶SiC基板

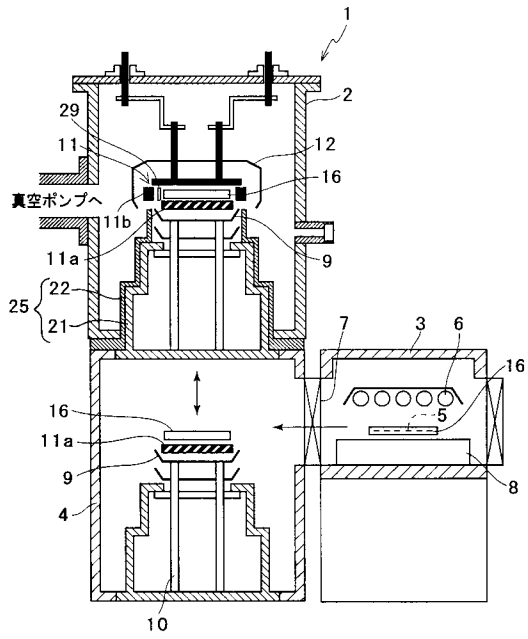
40

30 種結晶用C原子供給基板

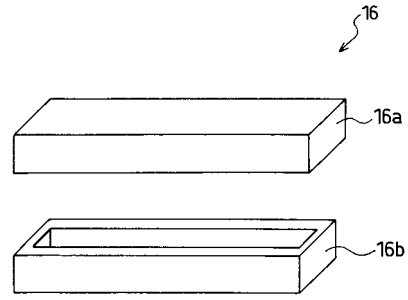
30a 凹部

30b 凸部

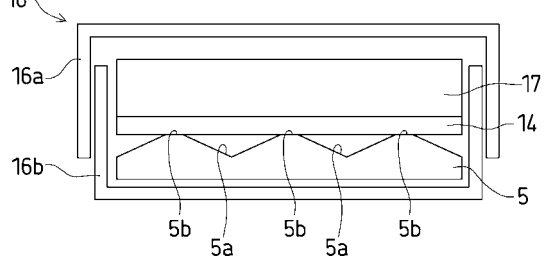
【 図 1 】



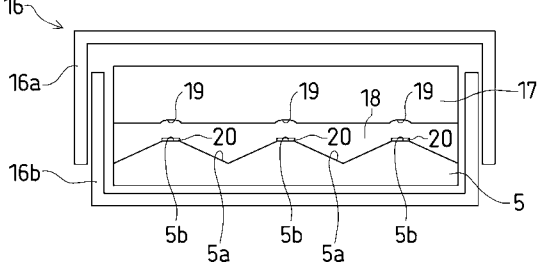
【 図 2 】



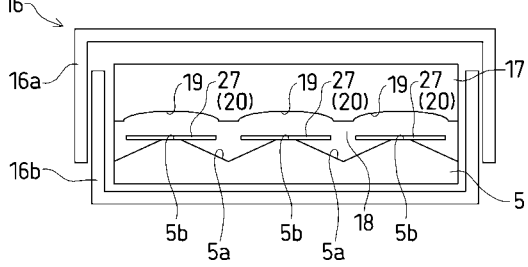
【 図 3 】



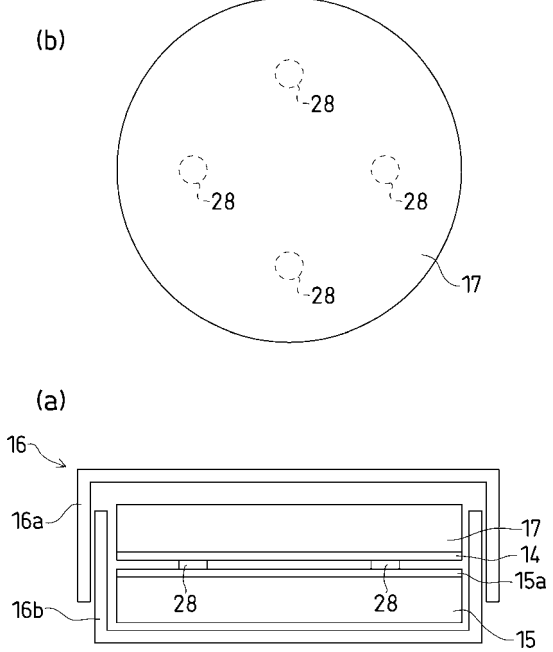
【 図 4 】



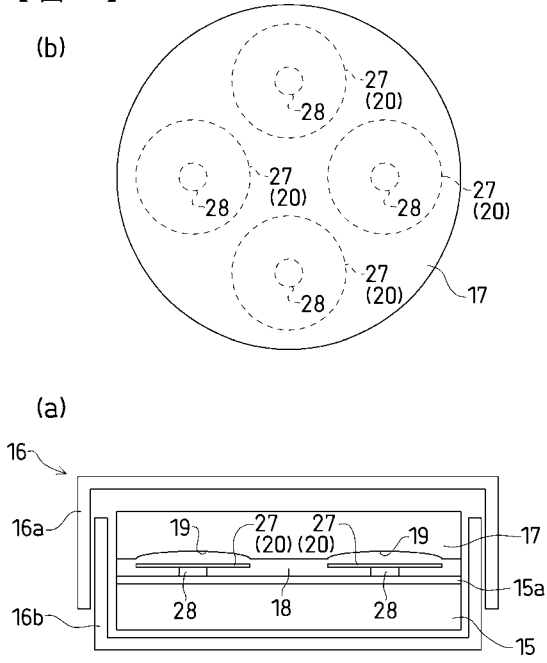
【 図 5 】



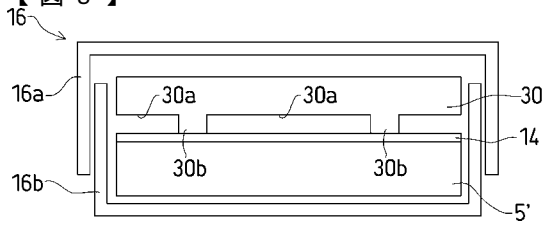
【 図 6 】



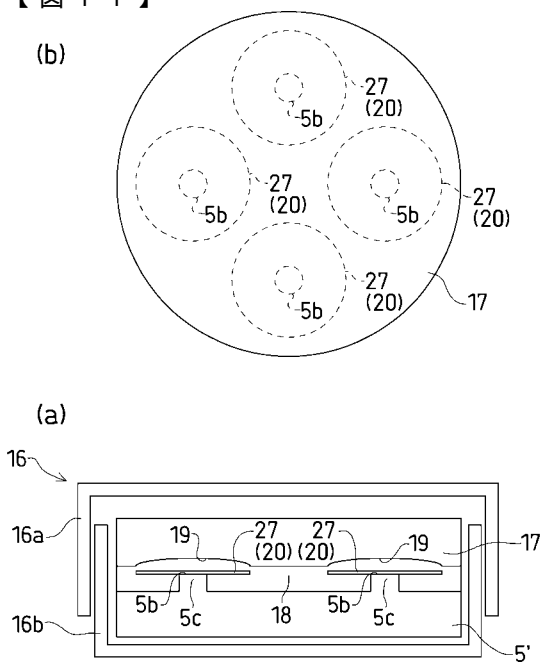
【 図 7 】



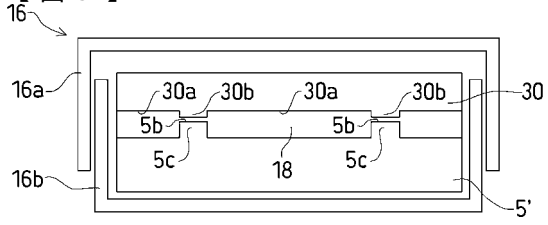
【 図 8 】



【 図 1 1 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】

