

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年2月8日 (08.02.2001)

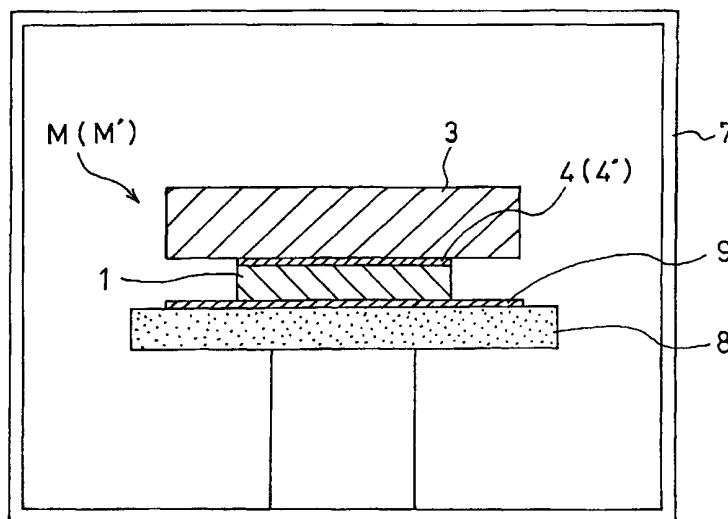
PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/09412 A1

- (51) 国際特許分類⁶: C30B 29/36 Masanobu) [JP/JP]; 〒669-1333 兵庫県三田市下内神字打場541番地の1 日本ピラー工業株式会社 三田工場内 Hyogo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP99/04097
- (22) 国際出願日: 1999年7月30日 (30.07.1999) (74) 代理人: 鈴江孝一, 外(SUZUYE, Koichi et al.); 〒530-0018 大阪府大阪市北区小松原町2番4号 大阪富国生命ビル607号 Osaka (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): JP, US.
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本ピラー工業株式会社 (NIPPON PILLAR PACKING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒532-0022 大阪府大阪市淀川区野中南2丁目11番48号 Osaka (JP). (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
- (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 谷野吉弥 (TANINO, Kichiya) [JP/JP], 平本雅信 (HIRAMOTO, Masanobu) [JP/JP].
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: MATERIAL FOR RAISING SINGLE CRYSTAL SiC AND METHOD OF PREPARING SINGLE CRYSTAL SiC

(54) 発明の名称: 単結晶SiC育成用素材および単結晶SiCの製造方法



(57) Abstract: A method for preparing a single crystal SiC which comprises providing a closely laminated composite (M or M') comprising a base material (1) of a single crystal α -SiC, a polycrystalline plate (3) prepared by thermal chemical deposition into a plate form and an intermediate layer (4 or 4') composed of a material containing Si and O as basic components, such as a silicone rubber, which is caused to be present between (1) and (2), and subjecting the composite to a heat treatment at a temperature of 2200 °C or higher and under the saturated vapour pressure of SiC, thereby transforming the polycrystal of the polycrystalline plate (3) to the same direction as that of the single crystal of the base single crystal α -SiC material (1) and raising a combined single crystal. This method not only prevents the occurrence of crystal defect or strain, but also allows an easy and efficient preparation of a high quality single crystal α -SiC which is almost free from the occurrence of micropipe defect.

[続葉有]

WO 01/09412 A1



(57) 要約:

この発明は、 α -SiC単結晶基材(1)と熱CVD法により板状に製作された多結晶板(2)を、両者(1)(2)の対向面間に、シリコンゴムなどのSiとOを基本成分とする中間層(4または4')を介在させて密着状態に積層してなる複合体(MまたはM')を、2200℃以上の温度で、かつ、SiC飽和蒸気圧下で熱処理することにより、多結晶板(3)の多結晶体を α -SiC単結晶基材(1)の単結晶と同方位に結晶変態させて単結晶を一体に成育し、これによって、結晶欠陥や歪みを防止するだけでなく、マイクロパイプ欠陥がほとんど発生しない高品質な単結晶SiCを容易に、かつ、効率よく製造することができるようにしたものである。

明 細 書

単結晶 SiC 育成用素材および単結晶 SiC の製造方法

技術分野

本発明は、単結晶 SiC 育成用素材および単結晶 SiC の製造方法に関するもので、詳しくは、発光ダイオードや X 線光学素子、スイッチング素子、増幅素子、光センサーなどの高温・高周波半導体電子素子の基板ウエハなどとして用いられる単結晶 SiC 育成用素材および単結晶 SiC の製造方法に関する。

背景技術

SiC（炭化珪素）は、Si（シリコン）や GaAs（ガリウムヒ素）などの既存の半導体材料に比べて、耐熱性および機械的強度に優れているだけでなく、放射線にも強く、さらに不純物の添加によって電子や正孔の価電子制御が容易である上、広い禁制帯幅を持つ（因みに、6H 型の SiC 単結晶で約 3.0 eV、4H 型の SiC 単結晶で 3.26 eV）ために、上述したような既存の半導体材料では実現できない大容量、高周波特性、耐圧特性、耐環境特性を実現可能で、次世代のパワーデバイス用半導体材料として注目され、かつ期待されている。

ところで、この種の SiC 単結晶の製造（育成）方法として、従来、黒鉛るつぼ内の低温無に種結晶を配置し、原料となる SiC から昇華したガスを閉鎖空間内で拡散輸送させて

低温に設定されている種結晶上に再結晶させる改良型昇華再結晶法（改良レーリー法）や、シリコン基板上に化学気相成長法（CVD法）を用いてエピタキシャル成長させることにより立方晶のSiC単結晶（ β -SiC）を育成する高温エピタキシャル法、マグネトロン・スパッタ法、プラズマCVD法などが知られている。

しかしながら、上記したような従来の製造方法のうち、改良型昇華再結晶法の場合は、結晶の成長過程で不純物が混入して純度が低いとともに、同一の結晶内に二つ以上のポリタイプ（結晶多形）が混在し、その界面に結晶欠陥が導入されやすい。加えて、マイクロパイプ欠陥と呼ばれるもので、半導体デバイスを作製した際の漏れ電流等の原因となる結晶の成長方向に貫通する直径数ミクロンのピンホールが300～1000/cm²程度成長結晶中に残存しやすく、品質的に問題がある。

高温エピタキシャル法の場合は、基材温度が高いために、再蒸発量が多く、高純度の還元性雰囲気を作らねばならないので設備的な面からも実用化が困難であり、また、エピタキシャル成長であるために、結晶成長速度には自と限界があって、単結晶SiCの生産性が非常に悪いという問題がある。

さらに、マグネトロン・スパッタ法やプラズマCVD法などは設備が膨大になる上に、マイクロパイプ欠陥等の発生が避けられない。

以上のように、従来の単結晶SiCの製造方法は、設備的な面、及び、マイクロパイプ欠陥等の発生に伴う品質的な面で満足のいく単結晶SiCが得られず、このことが既述のよ

うに Si や GaAs などの既存の半導体材料に比べて多くの優れた特徴を有しながらも、その実用化を阻止する要因になっている。

このような状況を踏まえて本発明者らは、SiC 単結晶基材と Si 原子および C 原子により構成される多結晶板とを密着状態に積層してなる複合体を、基材側が熱処理炉内の下部低温側に載置された状態で熱処理することにより、多結晶板の多結晶体を基材の単結晶に倣い結晶変態させて上記単結晶基材の単結晶と同方位に配向された単結晶 SiC を一体に育成する方法を開発し提案している。

本発明者らが開発し提案している上記の単結晶 SiC の製造方法（以下、既提案製造方法という）によると、SiC 単結晶基材と多結晶板との間で Si 原子、C 原子とが大きな結晶粒子を構成せず、それら Si 原子、C 原子の一部またはほとんど全部が単体で存在する SiC 層を挟み込んだ状態で熱処理されることになり、これによって、SiC 単結晶基材と多結晶板との界面で Si 原子及び C 原子が拡散移動され、その拡散移動した Si 原子及び C 原子が低温側の SiC 単結晶基材の表面のほぼ全域において一斉に SiC 単結晶基材の単結晶に倣って再配列されるといった固相成長により単結晶を一体に育成することができ、また、雰囲気から界面への不純物の混入を防いで結晶欠陥や歪みの発生を抑制するだけでなく、マイクロパイプ欠陥の発生も減少することができ、したがって、既述した従来の製造方法に比べて高品質の単結晶 SiC を生産性よく育成することができるという利点を有している。

ところが、上記の既提案製造方法についてさらに研究を進めたところ、一層高品質な単結晶 SiC をより生産性よく育成するためには、SiC 単結晶基材と多結晶板との密着状態をその全面に亘り均一に保てること、基材の単結晶に歪みを与えないこと、熱処理時に SiC 単結晶基材と多結晶板の対向面の温度差を面全域に亘って一様に保って多結晶板側から昇華した Si 原子及び C 原子の基材表面での下地 SiC 単結晶に倣った格子再配列が促進されること、が重要であることが判明し、これらの点において既提案製造方法には改善の余地が残されていた。

発明の開示

本発明は上記のような先行技術の背景に鑑みてなされたもので、マイクロパイプ欠陥などが殆ど発生しない非常に高品質な単結晶 SiC を育成可能な単結晶 SiC 育成用素材と、高品質の単結晶 SiC を設備的にも作業面からも容易かつ生産性よく製造することができ、半導体材料としての実用化を促進することができる単結晶 SiC の製造方法を提供することを目的とするものである。

本第 1 発明に係る単結晶 SiC 育成用素材は、SiC 単結晶基材と Si 原子および C 原子により構成される多結晶板とを、両者の対向面間に Si と O を基本成分とする有機または無機物を層状に介在させて密着状態に積層してなる複合体からなり、その複合体を熱処理することにより上記多結晶板の多結晶体を上記 SiC 単結晶基材の単結晶と同方位に結晶変態させて単結晶を育成可能としていることを特徴とし、また

、本第2発明に係る単結晶SiCの製造方法は、SiC単結晶基材とSi原子およびC原子により構成される多結晶板とを両者の対向面間にSiとOを基本成分とする有機または無機物を層状に介在させて密着状態に積層した後、その複合体を熱処理することにより上記多結晶板の多結晶体を上記SiC単結晶基材の単結晶と同方位に結晶変態させて単結晶を一体に育成することを特徴とするものである。

このような構成要件を有する本第1発明及び本第2発明によれば、SiC単結晶基材と多結晶板との対向面間にSiとOを基本成分とする有機または無機物が層状に介在されていることから、(a) 基材と多結晶板の対向面に隙間を発生させることなく、対向面の密着状態を全面に亘り均一に保持させることが可能である。(b) 中間に介在された有機または無機物が非晶質(ガラス質)で熱伝導率の小さい層を形成することになり、熱処理時において基材と多結晶板との対向面の温度差を基材側が低温となる状態で面全域に亘ってほぼ一様に保つことが可能である。(c) 熱処理に伴って中間層の基本成分であるSiとOが熱分解され、中間層はSi種と任意のO種(例えばラジカル、イオンなど)とを含む混在状態となるが、この状態では、特にO種の電子吸引作用やSi-C格子間へ介在して格子間隔に歪みを発生させるなどの立体作用により多結晶板側接面のSi原子-C原子間結合が弱められる。そして、当該接面部分での結合切断により発生したSi原子及びC原子は、100℃以上の温度勾配を有する中間層を速やかに拡散移動し、低温に保持され安定している基材表面に到達した時点で当該基材の単結晶に倣ったSi原子

とC原子との格子の再配列が生じて単結晶を一体に育成することが可能である。(d) 基材と多結晶板の対向面の密着状態が全面に亘り均一に保持されているために、熱処理時に雰囲気から界面への不純物の混入も防止することが可能である。(e) 熱処理時においても基材側の温度は低温に保持されるので、基材の単結晶を安定化することが可能である。

以上のように、SiC単結晶基材と多結晶板との対向面間にSiとOを基本成分とする有機または無機物の中間層を介在させることにより、上記の(a)～(e)で述べた作用が得られ、これら各作用の相乗によって、複合体を熱処理するといった設備的にも作業面でも簡易な手段を施すだけで、結晶欠陥や基材の歪みの発生を防止できるのはもとより、マイクロパイプ欠陥がほとんど発生しない非常に高品質の単結晶SiCを生産性よく得ることができる。これによって、Si(シリコン)やGaAs(ガリウムヒ素)などの既存の半導体材料に比べて高温特性、高周波特性、耐圧特性、耐環境特性などに優れパワーデバイス用半導体材料として期待されている単結晶SiCの実用化を可能とすることができるという効果を奏する。

本第1発明に係る単結晶SiC育成用素材及び本第2発明に係る単結晶SiCの製造方法において、SiC単結晶基材としては、 α -SiC単結晶を使用することが好ましい。また、多結晶板としては、単結晶SiCの品質を一層高くする意味合いから考えて、不純物の混入が最も少ない熱化学的蒸着法(以下、熱CVD法と称する)により板状に製作されたものを使用するのが好ましいが、これ以外に、SiCアモル

ファスや高純度 SiC 焼結体を使用してもよい。

また、本第 1 発明に係る単結晶 SiC 育成用素材及び本第 2 発明に係る単結晶 SiC の製造方法において、中間層を液相状態で介在させることにより、基材と多結晶板の対向面間に隙間が発生することを完全に無くして、対向面の密着状態を確保することができる。

また、本第 1 発明に係る単結晶 SiC 育成用素材及び本第 2 発明に係る単結晶 SiC の製造方法において、中間層を形成する有機または無機物として、シリコンゴム、シリコンレジン、シリコンオイル、シリコングリースを含むシリコンもしくはシリコン化合物を使用する場合は、塗布などの簡易な手段で中間層を形成して複合体からなる素材の作成が容易で製造コストの低減が図れるが、これ以外に、SiC 単結晶基材または多結晶板自体を熱酸化して表面に SiO₂ 膜を形成し、これを中間層として用いてもよい。

さらに、本第 2 発明に係る単結晶 SiC の製造方法において、多結晶板を SiC 単結晶基材より大きく形成した複合体を用い、この複合体を小さい SiC 単結晶基材側が下部に位置するように熱処理炉内の支持台上に載置して熱処理を行なうことによって、大きい多結晶板が炉内の輻射熱を受けやすくして温度差をつけやすくとともに、界面の全域に亘る熱分布を均一化しやすくなり、単結晶 SiC の育成速度を速め、生産性の一層の向上を図ることができる。

さらにまた、上記のような熱処理時に熱処理炉内の支持台の SiC 単結晶基材載置面に黒鉛シートを敷設することにより、焼結黒鉛から製作されている支持台と SiC 単結晶基材

とが貼りつくことを防止できるとともに、SiC単結晶基材の全域に亘って均一に熱を付与することができる。

図面の簡単な説明

Fig. 1及びFig. 2は本発明の第1実施例における単結晶SiC育成用素材の作成過程を説明する模式図、Fig. 3は第1実施例の単結晶SiC育成用素材（複合体）の模式図、Fig. 4及びFig. 5は本発明の第2実施例における単結晶SiC育成用素材の作成過程を説明する模式図、Fig. 6は第2実施例の単結晶SiC育成用素材（複合体）の模式図、Fig. 7は複合体の熱処理状態を示す模式図、Fig. 8は熱処理後の状態を示す模式図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、第1実施例について説明する。Fig. 1は単結晶SiC育成用素材の一方であるSiC単結晶基材を示し、このSiC単結晶基材としては、昇華再結晶法で製作された六方晶系（6H型、4H型）の板状の α -SiC単結晶基材1を使用する。この α -SiC単結晶基材1は厚さ T_1 が0.3cmで、縦×横が1.2mm角の大きさを有し、その表面にSiとOを基本成分とする有機または無機物の一例として、気相法で粒径が80オングストロームに作製された超微粒子状シリカ粉末をエタノールで溶かした溶液（例えば商品名：エアロジル）を塗布して100～3000オングストロームの厚さ t_1 の塗膜2を形成する。

Fig. 2は単結晶SiC育成用素材の他方である多結晶

板を示し、この多結晶板 3 は熱 C V D 法により厚さ T 2 が 0 . 7 c m で、直径が 2 . 0 c m の円板状に製作されている。

F i g . 1 で示す α -S i C 単結晶基材 1 の塗膜 2 上に F i G . 2 で示す円板状の多結晶板 3 を密着状態に積層し貼合わせることにより、F i G . 3 に示すように、両者 1 , 3 の対向面間に S i と O を基本成分とする有機または無機物からなる中間層 4 が介在された複合体 (素材) M を作製する。

次に、第 2 実施例について説明する。F i g . 4 は単結晶 S i C 育成用素材の一方である S i C 単結晶基材を示し、この S i C 単結晶基材としては、第 1 実施例と同様に、昇華再結晶法で製作された六方晶系 (6 H 型、4 H 型) の板状の α -S i C 単結晶基材 1 を使用する。この α -S i C 単結晶基材 1 は厚さ T 1 が 0 . 3 c m で、縦 \times 横が 1 . 2 m m 角の大きさを有し、その表面に S i と O を基本成分とする有機または無機物の他の例として、シリコンゴム塗料 { たとえば商品名 : P T U シリコンスプレー / ファインケミカルジャパン (株) 製 } を噴霧塗布して 5 0 0 ~ 3 0 0 0 0 オングストロームの厚さ t 2 の塗膜 5 を形成する。

F i g . 5 は単結晶 S i C 育成用素材の他方である多結晶板を示し、この多結晶板 3 は、第 1 実施例と同様に、熱 C V D 法により厚さ T 2 が 0 . 7 c m で、直径が 2 . 0 c m の円板状に製作され、その表面に、S i と O を基本成分とする有機または無機物の他の例としてのシリコンゴム塗料 (例えば商品名 : P T U シリコンスプレー / ファインケミカルジャパン (株) 製) を噴霧塗布して 5 0 0 ~ 3 0 0 0 0 オングストロームの厚さ t 3 の塗膜 6 を形成する。

Fig. 4で示す α -SiC単結晶基材1とFig. 5で示す円板状の多結晶板3とを各表面に形成された塗膜5, 6が未硬化のうちに塗膜面同士が密着するように積層し貼合わせることにより、Fig. 6に示すように、両者1, 3の対向面間に塗膜5, 6からなり、厚さ t_4 が $1\mu\text{m}\sim 60\mu\text{m}$ の中間層4'が介在された複合体(素材)M'を作製する。

上記複合体MまたはM'を、Fig. 7に示すように、抵抗発熱炉7内に挿入し、小さい方の α -SiC単結晶基材1が下部に位置するように炉内の焼結黒鉛製支持台8の表面に敷設した黒鉛シート9上に水平姿勢で載置させる。

この状態で、Arなどの不活性ガス気流を炉7内に注入するとともに、炉内平均温度が 2200°C に達するまで平均速度で昇温させ、かつ、その 2200°C の炉内平均温度を1時間程度保持させるといったように、大気圧下の不活性ガス雰囲気、かつ、SiC飽和蒸気圧下での熱処理を行なう。

この熱処理時において、もともと炉内の高温側に配置された多結晶板3は形状的に大きいため、多くの輻射熱を受けることになり、熱伝導率の小さい中間層4または4'が介在されているために炉内の低温側に配置されている α -SiC単結晶基材1との間には 100°C 以上の大きな温度差が発生している。また、形状の大小及び黒鉛シート9の存在によって、界面の平面方向での熱分布は均一であり、複合体MまたはM'全体が温度差のある状態で均一に加熱されている。

このような熱処理の進行に伴って中間層4または4'の基本成分であるSiとOは熱分解され、中間層はSi種と任意のO種(例えばラジカル、イオンなど)とを含む混在状態と

なるが、この状態では、特にO種の電子吸引作用やSi-C格子間へ介在して格子間隔に歪みを発生させるなどの立体作用により多結晶板3側接面のSi原子-C原子間結合が弱められる。そして、当該接面部分での結合切断により発生したSi原子及びC原子は、100℃以上の温度勾配を有する中間層を速やかに拡散移動し、低温に保持され安定している α -SiC単結晶基材1表面に到達した時点で当該単結晶に倣ったSi原子及びC原子との格子の再配列が生じることになり、最終的にFig. 8に示すように、中間層4または4'は消失して多結晶板3の界面より約300 μ mの厚さT3の部分が原子の再配列により α -SiC単結晶基材1の単結晶と同方位の単結晶部分10に一体に育成され、種結晶1よりもマイクロパイプ数が格段に少ない育成層が得られる（単結晶部分10のマイクロパイプ数=100個/cm²以下）。

また、複合体MまたはM'における α -SiC単結晶基材1と多結晶板3の対向面の密着状態が中間層4または4'の介在により全面に亘り均一に保持されて隙間がないために、熱処理時に雰囲気から界面への不純物の混入も全くみられない。

以上のように α -SiC単結晶基材1と多結晶板3との対向面間にSiとOを基本成分とする有機または無機物の中間層4または4'を介在させた複合体（素材）MまたはM'を熱処理するといった設備的にも作業面でも簡易な手段を施すだけで、結晶欠陥や基材1の歪みの発生を防止できるのはもとより、マイクロパイプ欠陥がほとんど発生しない非常に高品質の単結晶SiCを生産性よく得ることができる。これに

よって、Si（シリコン）やGaAs（ガリウムヒ素）などの既存の半導体材料に比べて高温特性、高周波特性、耐圧特性、耐環境特性などに優れパワーデバイス用半導体材料として期待されている単結晶SiCの実用化を促進することができる。

なお、SiC単結晶基材として、上記各実施例では、 α -SiC単結晶基材1を用いたが、これ以外に、例えば α -SiC焼結体や β -SiC単結晶体などを用いてもよく、また、Si原子とC原子により構成される多結晶板として、上記各実施例では、熱CVDにより板状に製作されたものを用いたが、これ以外に、例えばSiCアモルファスや高純度のSiC焼結体、さらには α -SiC多結晶板を用いてもよい。

また、上記各実施例では、中間層4または4'として、シリコンもしくはシリコン化合物を使用した。これ以外に、 α -SiC単結晶基材1または多結晶板3自体を熱酸化させてその表面にSiO₂膜を形成してもよい。

産業上の利用可能性

以上のように、この発明は、SiC単結晶基材と多結晶板とをそれらの対向面間にSiとOを基本成分とする有機または無機物からなる中間層を介在させて密着状態に積層し、その複合体を熱処理して、多結晶板の多結晶体をSiC単結晶基材の単結晶に倣い、その単結晶と同方位に結晶変態させて単結晶を一体に育成させることによって、耐熱性および機械的強度に優れているだけでなく、結晶欠陥や歪みはもちろん、マイクロパイプの発生がほとんどない非常に高品質な単結

晶 Si C を容易かつ効率よく製造できるようにした技術である。

請求の範囲

(1) SiC単結晶基材とSi原子およびC原子により構成される多結晶板とを、両者の対向面間にSiとOを基本成分とする有機または無機物を層状に介在させて密着状態に積層してなる複合体からなり、

その複合体を熱処理することにより上記多結晶板の多結晶体を上記SiC単結晶基材の単結晶と同方位に結晶変態させて単結晶を育成可能としていることを特徴とする単結晶SiC育成用素材。

(2) 上記SiC単結晶基材が、 α -SiC単結晶である請求の範囲第1項記載の単結晶SiC育成用素材。

(3) 上記多結晶板が、SiCアモルファス、高純度SiC焼結体または熱化学的蒸着法により板状に製作されたSiC多結晶板である請求の範囲第1項記載の単結晶SiC育成用素材。

(4) 上記中間層が、液相状態で介在されている請求の範囲第1項記載の単結晶SiC育成用素材。

(5) 上記中間層を形成するSiとOを基本成分とする有機または無機物が、シリコンゴム、シリコンレジン、シリコンオイル、シリコングリースを含むシリコンもしくはシリコン化合物である請求の範囲第1項記載の単結晶SiC育成用素材。

(6) 上記中間層を形成するSiとOを基本成分とする有機または無機物が、上記SiC単結晶基材または多結晶板自体を熱酸化してその表面に形成したSiO₂膜である請求の範囲第1項記載の単結晶SiC育成用素材。

(7) 上記中間層の厚さが、 $1 \sim 60 \mu\text{m}$ である請求の範囲第1項記載の単結晶SiC育成用素材。

(8) SiC単結晶基材とSi原子およびC原子により構成される多結晶板とを両者の対向面間にSiとOを基本成分とする有機または無機物を層状に介在させて密着状態に積層した後、

その複合体を熱処理することにより上記多結晶板の多結晶体を上記SiC単結晶基材の単結晶と同方位に結晶変態させて単結晶を一体に育成することを特徴とする単結晶SiCの製造方法。

(9) 上記SiC単結晶基材として、 α -SiC単結晶を使用する請求の範囲第8項記載の単結晶SiCの製造方法。

(10) 上記多結晶板として、SiCアモルファス、高純度SiC焼結体または熱化学的蒸着法により板状に製作されたSiC多結晶板を使用する請求の範囲第8項記載の単結晶SiCの製造方法。

(11) 上記中間層が、液相状態で介在されている請求の範囲第8項記載の単結晶SiCの製造方法、

(12) 上記中間相を形成するSiとOを基本成分とする有機または無機物として、シリコンゴム、シリコンレジン、シリコンオイル、シリコングリースを含むシリコンもしくはシリコン化合物を使用する請求の範囲第8項記載の単結晶SiCの製造方法。

(13) 上記中間層を形成するSiとOを基本成分とする有機または無機物として、上記SiC単結晶基材または多結晶板自体を熱酸化してその表面に形成した SiO_2 膜を用い

る請求の範囲第8項記載の単結晶SiCの製造方法。

(14) 上記の熱処理が、2200℃以上の温度下で、かつSiCの飽和蒸気圧またはその近傍の雰囲気中で行われる請求の範囲第8項記載の単結晶SiCの製造方法。

(15) 上記多結晶板がSiC単結晶基材よりも大きく形成された複合体を、小さいSiC単結晶基材側が下部に位置するように熱処理炉内の支持台上に載置して熱処理を行なう請求の範囲第8項記載の単結晶SiCの製造方法。

(16) 上記熱処理炉内の支持台のSiC単結晶基材載置面には、黒鉛シートが敷設されている請求の範囲第15項記載の単結晶SiCの製造方法。

Fig. 1

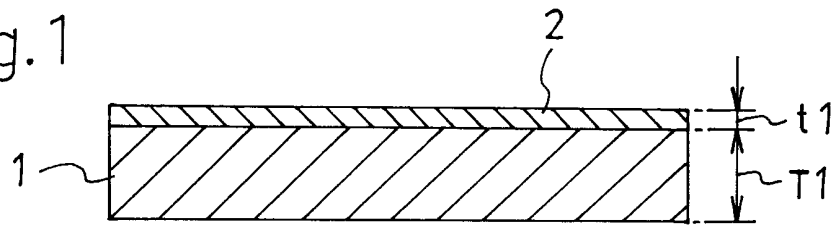


Fig. 2

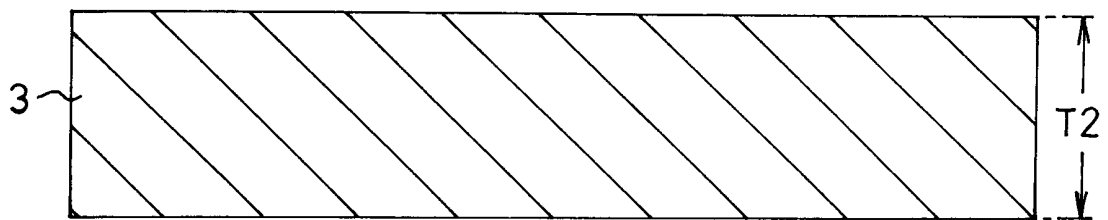


Fig. 3

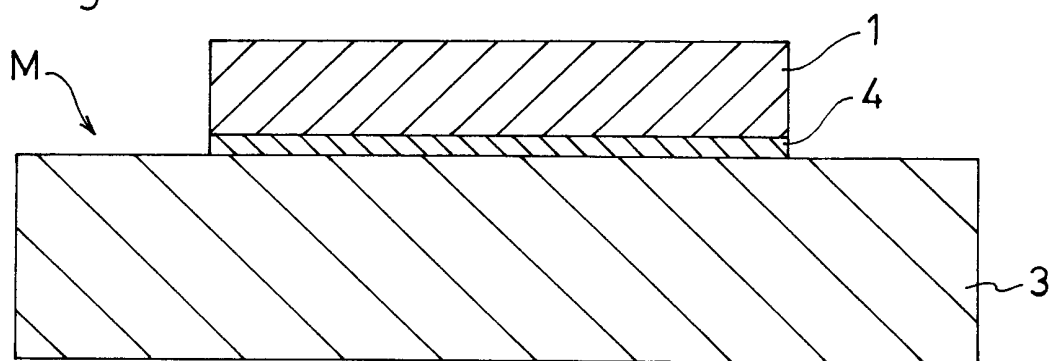


Fig. 4

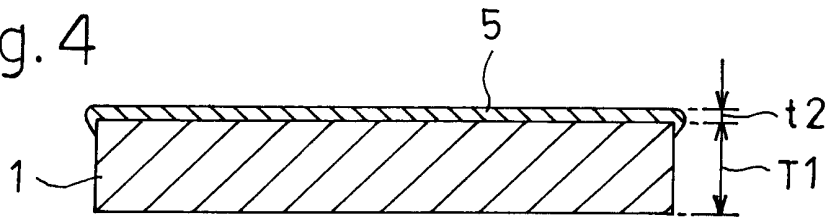


Fig. 5

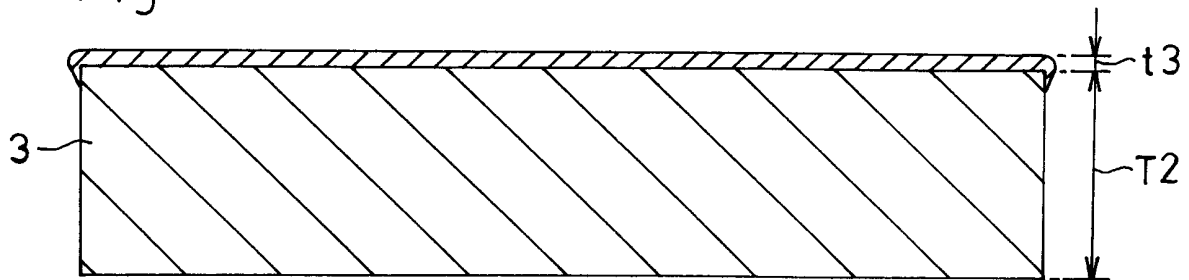


Fig. 6

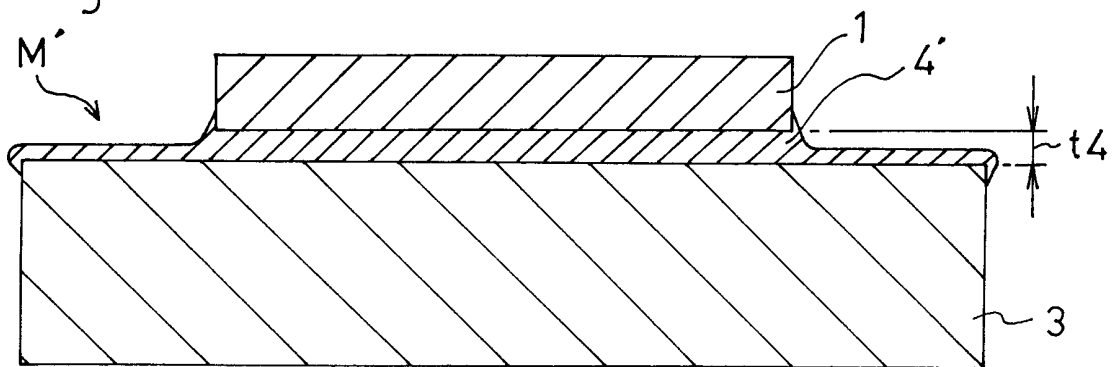


Fig. 7

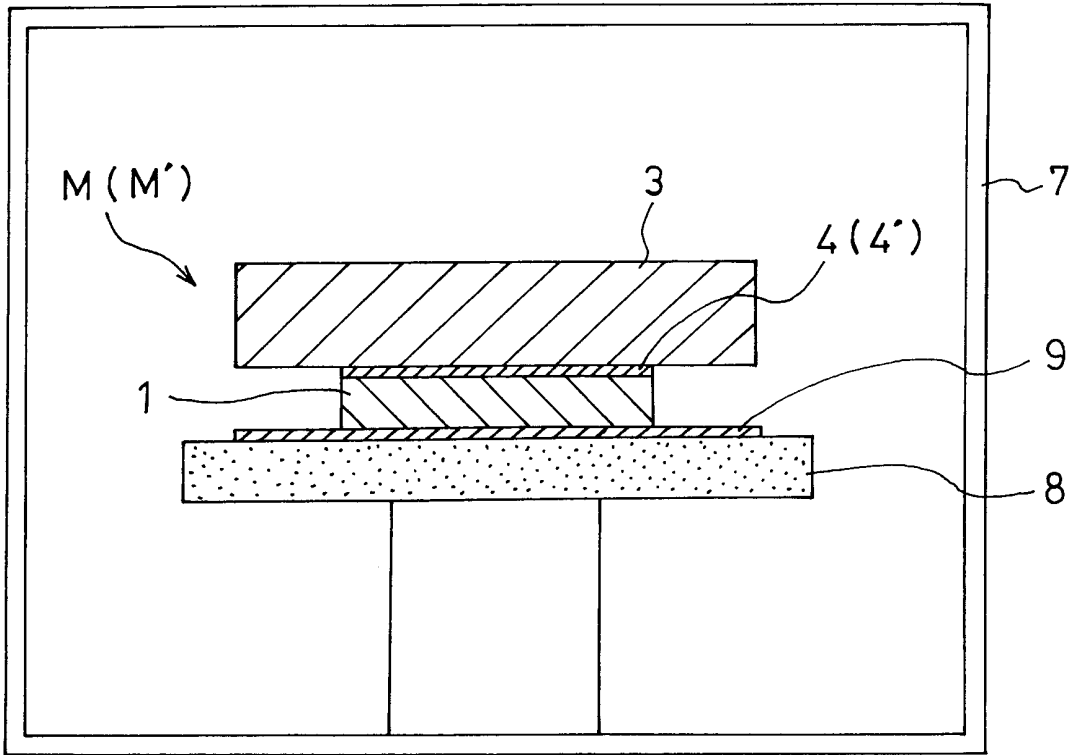
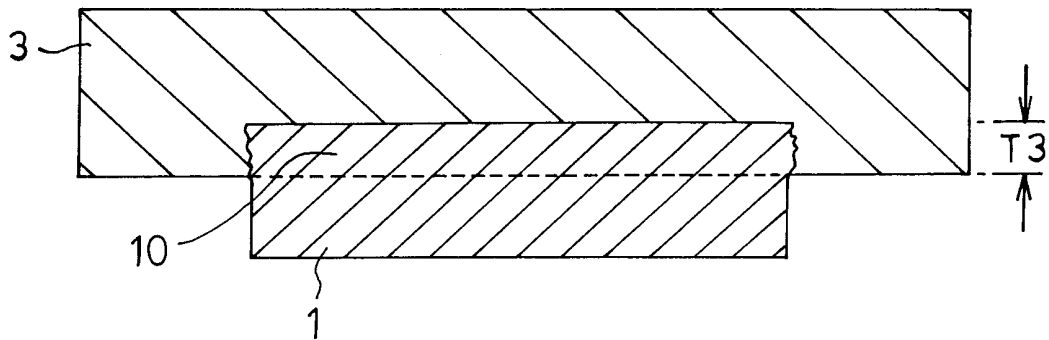


Fig. 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP99/04097

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁶ C30B29/36		
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) Int.Cl ⁶ C30B28/00-35/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926-1999 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CAS ONLINE		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 11-092293, A (Nippon Pillar Packing Co., Ltd.), 6 April, 1999 (06. 04. 99) & WO, 9913139, A	1-16
A	JP, 11-012100, A (Nippon Pillar Packing Co., Ltd.), 19 January, 1999 (19. 01. 99) & JP, 11-029397, A & WO, 9900538, A & EP, 922792, A	1-16
A	JP, 11-012097, A (Nippon Pillar Packing Co., Ltd.), 19 January, 1999 (19. 01. 99) & WO, 9859099, A & EP, 926271, A	1-16
A	JP, 10-324600, A (Nippon Pillar Packing Co., Ltd.), 8 December, 1998 (08. 12. 98) & WO, 9853125, A & EP, 921214, A	1-16
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 document 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 October, 1999 (20. 10. 99)		Date of mailing of the international search report 2 November, 1999 (02. 11. 99)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. ° C30B29/36		
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 (IPC)) Int. Cl. ° C30B28/00-35/00		
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 1926-1999年 日本国公開実用新案公報 1971-1999年 日本国登録実用新案公報 1994-1999年 日本国実用新案登録公報 1996-1999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) CAS ONLINE		
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 請求の範囲の番号
A	JP, 11-092293, A (日本ピラー工業株式会社), 6. 4月. 1999 (06. 04. 99) & WO, 9913139, A	1-16
A	JP, 11-012100, A (日本ピラー工業株式会社), 19. 1月. 1999 (19. 01. 99) & JP, 11-029397, A & WO, 9900538, A & EP, 922792, A	1-16
A	JP, 11-012097, A (日本ピラー工業株式会社), 19. 1月. 1999 (19. 01. 99) & WO, 9859099, A & EP, 926271, A	1-16
A	JP, 10-324600, A (日本ピラー工業株式会社), 8. 12月. 1998 (08. 12. 98) & WO, 9853125, A & EP, 921214, A	1-16
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 「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 「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 「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) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「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 「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 「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 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 20. 10. 99	国際調査報告の発送日 0211.99	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 五十棲 毅 電話番号 03-3581-1101 内線 3416	4G 9440 