

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6237248号
(P6237248)

(45) 発行日 平成29年11月29日 (2017.11.29)

(24) 登録日 平成29年11月10日 (2017.11.10)

(51) Int. Cl.

F I

C 3 O B 29/36 (2006.01)

C 3 O B 29/36 A

C 3 O B 23/06 (2006.01)

C 3 O B 23/06

C 3 O B 33/00 (2006.01)

C 3 O B 33/00

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2014-5043 (P2014-5043)
 (22) 出願日 平成26年1月15日 (2014.1.15)
 (65) 公開番号 特開2015-131748 (P2015-131748A)
 (43) 公開日 平成27年7月23日 (2015.7.23)
 審査請求日 平成28年8月23日 (2016.8.23)

(73) 特許権者 000002130
 住友電気工業株式会社
 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
 (74) 代理人 110001195
 特許業務法人深見特許事務所
 (72) 発明者 堀 勉
 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友
 電気工業株式会社 伊丹製作所内
 (72) 発明者 上田 俊策
 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友
 電気工業株式会社 伊丹製作所内
 (72) 発明者 松島 彰
 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友
 電気工業株式会社 伊丹製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 炭化珪素単結晶の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

種基板と台座とを応力緩衝層を介して固定する工程と、
 前記種基板上に炭化珪素単結晶を成長させる工程と、
 前記応力緩衝層において前記炭化珪素単結晶と前記台座とを切り離す工程と、
 前記切り離す工程後の前記炭化珪素単結晶に付着している前記応力緩衝層の残渣を除去
 する工程とを備える、炭化珪素単結晶の製造方法。

【請求項 2】

前記切り離す工程では、前記応力緩衝層の主面に沿った方向に延びるワイヤを前記応力
 緩衝層の端面から前記応力緩衝層に圧入させることにより、前記応力緩衝層において前記
 炭化珪素単結晶と前記台座とを切り離す、請求項 1 に記載の炭化珪素単結晶の製造方法。

【請求項 3】

前記切り離す工程では、前記応力緩衝層に対してレーザ光を照射させることにより前記
 応力緩衝層において前記炭化珪素単結晶と前記台座とを切り離す、請求項 1 に記載の炭化
 珪素単結晶の製造方法。

【請求項 4】

前記残渣を除去する工程では、酸素含有雰囲気下において前記炭化珪素単結晶を加熱す
 ることにより、前記応力緩衝層の残渣を除去する、請求項 1 ～ 請求項 3 のいずれか 1 項に
 記載の炭化珪素単結晶の製造方法。

【請求項 5】

10

20

前記炭化珪素単結晶を不活性ガス雰囲気下において加熱する工程をさらに備え、

前記加熱する工程は、前記残渣を除去する工程の後に連続して実施される、請求項 4 に記載の炭化珪素単結晶の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、炭化珪素単結晶の製造方法に関し、特に応力緩衝層を用いて実施される炭化珪素単結晶の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

10

炭化珪素単結晶（SiC 単結晶）を成長させる方法としては、坩堝内において炭化珪素原料を昇華させることにより、台座に固定された種基板（種結晶）上に炭化珪素単結晶を成長させる昇華法が知られている。炭化珪素単結晶は、台座から切り離された後、所定の厚さに切断されて炭化珪素単結晶基板が製造される。

【0003】

特開 2009 - 102196 号公報には、昇華法により成長された SiC 単結晶と種結晶との界面において、SiC 単結晶側で SiC 単結晶と種結晶とを切り離す炭化珪素単結晶の製造方法が記載されている。

【0004】

特開 2009 - 298659 号公報には、SiC 単結晶が成長されている種結晶と坩堝蓋体（台座）との界面において、まず坩堝蓋体を切断して SiC 単結晶と坩堝蓋体とを切り離す炭化珪素単結晶の製造方法が記載されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2009 - 102196 号公報

【特許文献 2】特開 2009 - 298659 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

30

しかしながら、特開 2009 - 102196 号公報に記載の炭化珪素単結晶の製造方法では、炭化珪素は高硬度で難削材料であるため、SiC 単結晶と種結晶との切り離し加工が困難である。

【0007】

一方、特開 2009 - 298659 号公報に記載の炭化ケイ素単結晶の製造方法では、坩堝蓋体を切断することにより坩堝蓋体から切り離された炭化ケイ素単結晶には坩堝蓋体の一部が残存しているため、炭化ケイ素単結晶から炭化ケイ素単結晶基板を作製する際に、別途炭化ケイ素単結晶に残存している坩堝蓋体を除去する工程が必要となる。

【0008】

さらに、当該除去工程は、SiC 単結晶の研削ないし研磨する工程において実施すると記載されているが、炭化珪素の加工に用いる砥石により炭素材料からなる坩堝蓋体を加工すると、砥石に目詰まりが生じやすい。これは、当該研磨する工程だけでなく炭化珪素を加工する工程にとっても好ましくない。

40

【0009】

本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものである。本発明の主たる目的は、炭化珪素単結晶と台座とを容易に切り離すことができる、炭化珪素単結晶の製造方法を提供することにある。また、炭化珪素単結晶基板に容易に加工され得る、炭化珪素単結晶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】

【0010】

50

本発明に係る炭化珪素単結晶の製造方法は、種基板と台座とを応力緩衝層を介して固定する工程と、種基板上に炭化珪素単結晶を成長させる工程と、応力緩衝層において炭化珪素単結晶と台座とを切り離す工程と、切り離す工程後の炭化珪素単結晶に付着している応力緩衝層の残渣を除去する工程とを備える。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、炭化珪素単結晶と台座とを容易に切り離すことができる、炭化珪素単結晶の製造方法を提供することができる。また、炭化珪素単結晶基板に容易に加工され得る、炭化珪素単結晶の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0012】

【図1】本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法のフローチャートである。

【図2】本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法を説明するための断面図である。

【図3】本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法を説明するための断面図である。

【図4】本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法を説明するための断面図である。

【図5】本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法を説明するための断面図である。

【図6】本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法の変形例を説明するための断面図である。

【図7】本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法の変形例の残渣除去工程における加熱温度条件を説明するためのグラフである。

20

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。なお、以下の図面において同一または相当する部分には同一の参照番号を付し、その説明は繰返さない。

【0014】

はじめに、本発明の実施の形態の概要について説明する。

[本願発明の実施形態の説明]

(1) 本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法は、種基板10と台座20とを応力緩衝層30を介して固定する工程(S10)と、種基板10上に炭化珪素単結晶50を成長させる工程(S20)と、応力緩衝層30において炭化珪素単結晶50と台座20とを切り離す工程(S30)と、切り離す工程(S30)後の炭化珪素単結晶50に付着している応力緩衝層30の残渣を除去する工程(S40)とを備える。

30

【0015】

ここで、応力緩衝層30は、種基板10を構成する炭化珪素と台座20を構成する材料との熱膨張率の差異により、種基板10に加えられる応力を緩衝するために種基板10と台座20との間に形成されている。

【0016】

つまり、応力緩衝層30は、種基板10を構成する炭化珪素よりも低硬度であり、加工が容易である。そのため、切り離す工程(S30)において、応力緩衝層30において炭化珪素単結晶50と台座20とを切り離すことにより、炭化珪素単結晶50と台座20とを容易に切り離すことができる。また、切り離す工程

40

(S30)において応力緩衝層30を切断することにより、種基板10の第4の主面10B上には応力緩衝層30の残渣31が生じることになるが、当該残渣31は、除去する工程(S40)において研削や研磨等によらず容易に除去することができる(詳細は後述する)。

【0017】

つまり、本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法によれば、炭化珪素単結晶50と台座20とを容易に切り離すことができる。また、このようにして得られた当該炭化珪素単結晶50は炭化珪素単結晶基板に容易に加工され得る。

【0018】

50

(2) 本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法において、切り離す工程(S30)では、応力緩衝層30の主面(第1の主面30A)に沿った方向に延びるワイヤ60を応力緩衝層30の端面30Eから応力緩衝層30に圧入させることにより、応力緩衝層30において炭化珪素単結晶50と台座20とを切り離してもよい。

【0019】

このようにすれば、応力緩衝層30の外径よりも長く、かつ応力緩衝層30の厚みよりも細いワイヤ60を用いることにより、種基板10と台座20との間を固定している応力緩衝層30を容易に切断することができ、炭化珪素単結晶50と台座20とを容易に切り離すことができる。

【0020】

10

(3) 本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法において、切り離す工程(S30)では、応力緩衝層30に対してレーザ光を照射させることにより応力緩衝層30において炭化珪素単結晶50と台座20とを切り離してもよい。

【0021】

このようにすれば、種基板10と台座20との間を固定している応力緩衝層30を容易に切断することができ、炭化珪素単結晶50と台座20とを容易に切り離すことができる。

【0022】

(4) 本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法において、残渣を除去する工程(S40)では、酸素含有雰囲気下において炭化珪素単結晶50を加熱することにより、応力緩衝層30の残渣31を除去してもよい。

20

【0023】

つまり、応力緩衝層30を所定の温度で酸化されて除去されることが可能な材料で構成することができ、このような応力緩衝層30の残渣31は酸素含有雰囲気下において炭化珪素単結晶50を加熱することにより容易に除去することができる。

【0024】

(5) 本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法において、炭化珪素単結晶50を不活性ガス雰囲気下において加熱する工程(S50)をさらに備え、加熱する工程(S50)は、残渣を除去する工程(S40)の後に連続して実施されてもよい。

【0025】

30

ここで、残渣を除去する工程(S40)の後に加熱する工程(S50)を連続して実施するとは、たとえば両工程の間で加熱温度を低下させることなく、加熱する工程(S50)における一連の昇温プロセスの前段として残渣を除去する工程(S40)を実施した後、雰囲気および加熱温度を変えて後段として加熱する工程(S50)を実施することをいう。

【0026】

このようにすれば、炭化珪素単結晶50を不活性ガス雰囲気下において加熱する工程(S50)(たとえば活性化アニール処理工程)の一環として、炭化珪素単結晶50から応力緩衝層30の残渣31を容易に除去することができる。その結果、炭化珪素単結晶の製造方法において残渣を除去する工程(S40)と加熱する工程(S50)とを個別に行う場合と比べて、製造工程を低減でき、製造コストを軽減することができる。また、このようにして得られた炭化珪素単結晶50を炭化珪素単結晶基板に容易に加工することができる。

40

【0027】

[本願発明の実施形態の詳細]

次に、本発明の実施の形態についてより詳細に説明する。

【0028】

まず、図1を参照して、本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法について説明する。本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法は、種基板10と台座20とを応力緩衝層30を介して固定する工程(S10)と、種基板10上に炭化珪素単結晶50を成長

50

させる工程（Ｓ２０）と、応力緩衝層３０において炭化珪素単結晶５０と台座２０とを切り離す工程（Ｓ３０）と、切り離す工程（Ｓ３０）後の炭化珪素単結晶５０に付着している応力緩衝層３０の残渣を除去する工程（Ｓ４０）とを備える。

【００２９】

はじめに、図２を参照して、種基板と台座とを応力緩衝層を介して固定する（工程（Ｓ１０））。具体的には、まず、種基板１０、台座２０、および応力緩衝層３０とを準備する。応力緩衝層３０は、種基板１０や炭化珪素単結晶５０と比べて硬度が低く、柔軟性および伸縮性の高い材料から構成されている。応力緩衝層３０を構成する材料は、たとえば黒鉛シートである。応力緩衝層３０は、第１の主面３０Ａと、第１の主面３０Ａの反対側に位置する第２の主面３０Ｂとを有している。

10

【００３０】

種基板１０は、炭化珪素からなる単結晶である。種基板１０の炭化珪素の結晶構造は六方晶系であることが好ましい。また結晶構造のポリタイプは４Ｈまたは６Ｈであることが好ましい。種基板１０は、炭化珪素単結晶５０（図３参照）が成長される第３の主面（成長面）１０Ａと、第３の主面１０Ａの反対側に位置して応力緩衝層３０の第１の主面３０Ａと接着される第４の主面１０Ｂとを有している。第３の主面１０Ａは、たとえば（０００１）面に対して１０度以下のオフ角を有する面である。第３の主面１０Ａと第４の主面１０Ｂとは、いずれも高い平坦性を有しているのが好ましい。種基板１０の第３の主面１０Ａにおける外径は、たとえば１００ｍｍ以上であり、好ましくは１５０ｍｍ以上である。

20

【００３１】

台座２０は、たとえばグラファイトからなる。台座２０は、昇華法により種基板１０の第３の主面１０Ａ上に炭化珪素単結晶５０を成長させる際に、種基板１０を保持可能に設けられている、第５の主面２０Ａを有している。第５の主面２０Ａの幅（第３の主面１０Ａに沿った方向における端部から端部までの距離）は、種基板１０の第３の主面１０Ａにおける外径以上である。

【００３２】

応力緩衝層３０の第１の主面３０Ａにおける幅は、種基板１０の第３の主面１０Ａにおける外径と同等程度に設けられており、たとえば１００ｍｍ以上であり、好ましくは１５０ｍｍ以上である。応力緩衝層３０の厚みは、たとえば０．１ｍｍ以上３ｍｍ以下である。

30

【００３３】

次に、準備した種基板１０、台座２０、および応力緩衝層３０を接着剤４０を介して接着する。

【００３４】

接着剤４０は、所定の温度（たとえば１０００℃以上）で硬化可能に設けられている、任意の材料で構成されていればよい。接着剤４０は、たとえばカーボン接着剤である。カーボン接着剤とは、溶媒中にカーボン粉末が分散されてなる接着剤であり、熱処理によって溶媒が揮発し、実質的にカーボンのみからなる接着層を形成し得るものである。台座２０が炭素を含み、接着剤４０がカーボン接着剤であることにより、応力緩衝層３０の第２の主面３０Ｂと台座２０の第５の主面２０Ａとが接着剤４０を介して強固に接着される。カーボン接着剤の具体例としては、たとえば、フェノール樹脂にカーボン粉末が混合され、溶媒としてフェノールおよびエチルアルコールを含むものを例示することができる。

40

【００３５】

種基板１０の第４の主面１０Ｂと応力緩衝層３０の第１の主面３０Ａとの間、および応力緩衝層３０の第２の主面３０Ｂと台座２０の第５の主面２０Ａとの間に接着剤４０を塗布した後、これらを上記所定の温度で加熱することにより接着剤４０を硬化させ、種基板１０、応力緩衝層３０、および台座２０を固定する。

【００３６】

このとき、固定する工程（Ｓ１０）における加熱処理は任意の方法で実施すればよく、

50

たとえばホットプレートやランプアニール装置、恒温槽等を用いて２段階に分けて実施してもよい。具体的には、接着剤４０に含まれる溶媒をある程度揮発させることができる温度、たとえば１００以上４００以下の所定の温度で加熱した後、接着剤４０を硬化させることができる温度、たとえば４００以上の所定の温度で加熱してもよい。熱処理の時間は、たとえば所定の温度に到達した後５分以上６０分以下である。このようにして、接着剤４０を硬化させて、応力緩衝層３０を介して種基板１０と台座２０とを固定することができる。

【００３７】

次に、図３を参照して、種基板１０上に炭化珪素単結晶５０を成長させる（工程（Ｓ２０））。具体的には、応力緩衝層３０を介して種基板１０を固定している台座２０を、原料（図示しない）が内に収められている坩堝（図示しない）に取り付ける。坩堝の内部へ種基板１０の第３の主面１０Ａが面するように、坩堝に台座２０が取り付けられる。坩堝は、たとえば炭素原料を含んで構成されている。坩堝の内部には原料が収められている。原料は、たとえば炭化珪素粉末である。また、坩堝は、その周囲に配置されている加熱部（図示しない）により後述する所定の温度に加熱可能に設けられている。

【００３８】

次に、原料を昇華させることで種基板１０の第３の主面１０Ａ上に昇華物を堆積させて、炭化珪素単結晶５０を成長させる。この昇華再結晶法における温度は、たとえば、２１００以上２５００以下とされる。またこの昇華再結晶法における圧力は、好ましくは１．３ｋＰａ以上大気圧以下とされ、より好ましくは、成長速度を高めるために１３ｋＰａ以下とされる。このようにして、図３を参照して、応力緩衝層３０を介して台座２０と固定されている種基板１０上に成長された炭化珪素単結晶５０を得ることができる。

【００３９】

次に、図４を参照して、応力緩衝層３０において炭化珪素単結晶５０と台座２０とを切り離す（工程（Ｓ３０））。具体的には、まず炭化珪素単結晶５０と台座２０とを切り離す装置として、ワイヤ６０を準備する。ワイヤ６０は、長さが応力緩衝層３０の第１の主面３０Ａの外径よりも長く、太さが応力緩衝層３０の厚みよりも小さいものが準備される。次に、ワイヤ６０を応力緩衝層３０の第１の主面３０Ａに沿った方向に伸ばし、ワイヤ６０を応力緩衝層３０の端面３０Ｅ（第１の主面３０Ａと垂直な方向に沿った面）から応力緩衝層３０に圧入させる。応力緩衝層３０の端面３０Ｅにおいて、ワイヤ６０を圧入させる位置は、端面３０Ｅの中央部であってもよいし、当該中央部に対して種基板１０側または台座２０側であってもよい。

【００４０】

ワイヤ６０を応力緩衝層３０の一方の端面３０Ｅから第１の主面３０Ａを挟んで対向する他方の端面３０Ｅに達するまで圧入することにより、応力緩衝層３０において炭化珪素単結晶５０と台座２０とを切り離すことができる。台座２０から切り離された後の炭化珪素単結晶５０は、種基板１０と、種基板１０の第４の主面１０Ｂ上に接着剤４０を介して接着されている応力緩衝層３０の残渣３１と一体として構成されている。なお、台座２０の第５の主面２０Ａ上にも、接着剤４０を介して応力緩衝層３０の残渣３２が形成されている。

【００４１】

次に、切り離す工程（Ｓ３０）後の炭化珪素単結晶５０に付着している応力緩衝層３０の残渣３１を除去する（工程（Ｓ４０））。具体的には、先の工程（Ｓ３０）により台座２０から切り離された炭化珪素単結晶５０を酸素含有雰囲気下において加熱する。酸素含有雰囲気とは、酸素濃度が大気中と比べて高い酸素雰囲気でもよいし、大気中と同程度の酸素濃度を有する雰囲気あるいは大気であってもよい。本工程（Ｓ４０）は、酸素含有雰囲気下において所定の温度に加熱することができる任意の装置を用いて行われればよく、たとえば大気炉を用いることができる。加熱温度は、応力緩衝層３０を酸化し除去することができる任意の温度とすればよく、たとえば１０００以上の所定の温度とすればよい。加熱時間は、応力緩衝層３０を酸化し除去することができる任意の時間とすればよく、

10

20

30

40

50

たとえば所定の温度に到達した後 30 分以上 48 時間以下である。これにより、図 5 に示すように、応力緩衝層 30 の残渣 31 を除去することができる。

【0042】

このようにして得られた炭化珪素単結晶 50 は、さらに種基板 10 の第 3 の主面 10A と交差する方向に伸びる側面が研削された後、スライスすることにより炭化珪素単結晶基板を得ることができる。

【0043】

次に、本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法の作用効果について説明する。本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法によれば、切り離す工程 (S30) において、炭化珪素単結晶 50 と台座 20 とは応力緩衝層 30 において切り離される。ここで、応力緩衝層 30 は種基板 10 を構成する炭化珪素よりも低硬度で加工が容易である。そのため、炭化珪素単結晶 50 と台座 20 とを容易に切り離すことができる。

10

【0044】

さらに、除去する工程 (S40) において、応力緩衝層 30 の残渣 31 を切削や研磨等によらずに容易に除去することができる。このため、たとえば炭化珪素の加工に用いる砥石により炭素材料からなる台座 20 を加工することなく、炭化珪素単結晶 50 と台座 20 とを容易に切り離すことができる。つまり、本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法によれば、炭化珪素単結晶 50 と台座 20 とを容易に切り離すことができる。

【0045】

また、応力緩衝層 30 は所定の温度で酸化されて除去されることが可能な材料で構成されているため、残渣を除去する工程 (S40) において、応力緩衝層 30 の残渣 31 は酸素含有雰囲気下において炭化珪素単結晶 50 を加熱することにより容易に除去することができる。これにより、当該炭化珪素単結晶 50 は炭化珪素単結晶基板に容易に加工され得る。

20

【0046】

本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法は、種基板 10 の厚みによらず適用することができる。たとえば種基板 10 の厚みが数十 μm 以上数百 μm 以下程度と薄い場合にも、炭化珪素単結晶 50 を切り代として無駄にすることなく、かつ炭化珪素単結晶 50 と台座 20 とを容易に切り離すことができる。

【0047】

また、本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法において、応力緩衝層 30 の第 1 の主面 30A、種基板 10 の第 3 の主面 10A、および台座 20 の第 5 の主面 20A は、いずれも種基板 10 の形状に併せて円形状に形成されているがこれに限られるものではない。これらを任意の形状としても、本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法と同様の効果を奏することができる。

30

【0048】

また、本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法において、切り離す工程 (S30) はワイヤ 60 を用いて実施されるが、これに限られるものではない。切り離す工程 (S30) は、たとえばワイヤ 60 を糸のこ状に構成した部材 (たとえば平面形状が U 字状のベース体において、対向する 2 つの端部の間をつなぐようにワイヤ 60 を張った部材) を用いて、当該ワイヤ 60 を応力緩衝層 30 の端面 30E から応力緩衝層 30 に圧入させることにより実施してもよい。また、切り離す工程 (S30) は、扁平部分を有し当該扁平部分の厚みが応力緩衝層 30 の厚みよりも薄いヘラ状部材を用いて、当該扁平部分を応力緩衝層 30 の端面 30E から応力緩衝層 30 に圧入させることにより実施してもよい。このようにしても、本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法と同様の効果を奏することができる。

40

【0049】

また、図 6 を参照して、レーザ光源 70 を用いても良い。この場合、レーザ光源 70 から応力緩衝層 30 の端面 30E に、当該端面 30E の厚みよりも小さいスポット径を有するレーザ光を照射して、レーザ光を照射してもよい。このようにしても、レーザ光が照射

50

された部分を境に応力緩衝層 30 を切断することができ、本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法と同様の効果を奏することができる。また、応力緩衝層 30 の端面 30 E に高圧水流を噴射させてもよい。このようにしても、高圧水流の噴射を受けた部分を境に応力緩衝層 30 を切断することができ、本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法と同様の効果を奏することができる。

【0050】

本実施の形態に係る炭化珪素単結晶の製造方法において、除去する工程 (S40) は酸素含有雰囲気下で加熱処理されることにより実施されるが、任意の加熱処理工程と合わせて実施されても良い。図 7 を参照して、たとえば、炭化珪素単結晶 50 を不活性ガス雰囲気下において加熱する工程 (S50) の前段として実施してもよい。この場合、加熱する工程 (S50) は、残渣 31 を除去する工程 (S40) を実施後、酸素含有雰囲気からたとえば Ar (アルゴン) ガス雰囲気等の不活性ガス雰囲気に変更するとともに、加熱温度を低下させることなく所定の温度まで昇温することにより実施されてもよい。加熱する工程 (S50) は、たとえば活性化アニール工程とすることができる。以下、図 7 を参照して説明する。

【0051】

図 7 の縦軸は温度 (単位:) を示し、横軸は時間 (単位: 分) を示す。図 7 を参照して、たとえば除去する工程 (S40) として炭化珪素単結晶 50 を酸素含有雰囲気下において 1000 まで加熱昇温し、かつ 30 分間 (図 7 中時点 t1 から時点 t2 の間) 保持した後、加熱温度を低下させることなく連続して加熱する工程 (S50) として炭化珪素単結晶 50 を Ar ガス雰囲気下において 2500 まで加熱昇温し、かつ 30 分間 (図 7 中時点 t3 から時点 t4 の間) 保持してもよい。これにより、残渣を除去する工程 (S40) と加熱する工程 (S50) とを個別に行う場合と比べて、製造工程数を低減でき、製造コストを軽減することができる。また、このようにして得られた炭化珪素単結晶 50 を炭化珪素単結晶基板に容易に加工することができる。

【0052】

言い換えれば、加熱する工程 (S50) における一連の昇温プロセスの前段として残渣を除去する工程 (S40) を実施した後、雰囲気および加熱温度を変えて後段として加熱する工程 (S50) を実施してもよい。

【0053】

このようにすれば、炭化珪素単結晶 50 を不活性ガス雰囲気下において加熱する工程 (S50) (たとえば活性化アニール処理工程) の一環として、炭化珪素単結晶 50 から応力緩衝層 30 の残渣 31 を容易に除去することができる。その結果、このようにして得られた炭化珪素単結晶 50 を用いることにより炭化珪素単結晶基板に容易に加工することができる。

【0054】

また、除去する工程 (S40) は酸素含有雰囲気下で加熱処理されることに限られない。たとえば、サンドブラスト加工等の機械的加工により実施されても良いし、ヘラ状部材等を用いて人為的に残渣 31 を除去してもよい。また、たとえば硫酸過水 (SPM) に残渣 31 を浸漬する等してウエットエッチングにより除去してもよい。このようにしても、残渣 31 を容易に除去することができる。

【0055】

以上のように本発明の実施の形態について説明を行ったが、上述の実施の形態を様々に変形することも可能である。また、本発明の範囲は上述の実施の形態に限定されるものではない。本発明の範囲は、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むことが意図される。

【産業上の利用可能性】

【0056】

本発明は、大口径であって高い結晶性を有する炭化珪素単結晶基板に加工可能である炭化珪素単結晶の製造方法に特に有利に適用される。

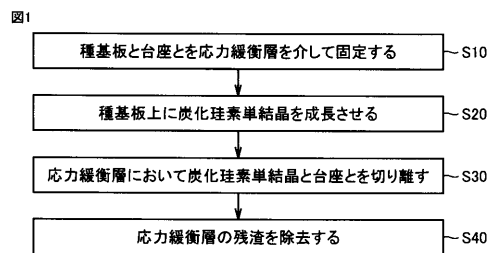
【符号の説明】

【 0 0 5 7 】

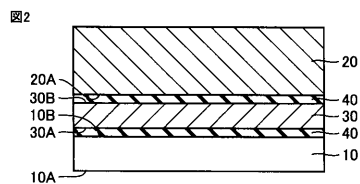
- 1 0 種基板
 1 0 A 第 3 の主面
 1 0 B 第 4 の主面
 2 0 台座
 2 0 A 第 5 の主面
 3 0 応力緩衝層
 3 0 A 第 1 の主面
 3 0 B 第 2 の主面
 3 0 E 端面
 3 1 , 3 2 残渣
 4 0 接着剤
 5 0 単結晶
 6 0 ワイヤ
 7 0 レーザ光源

10

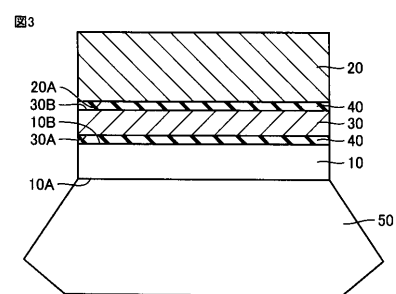
【 図 1 】



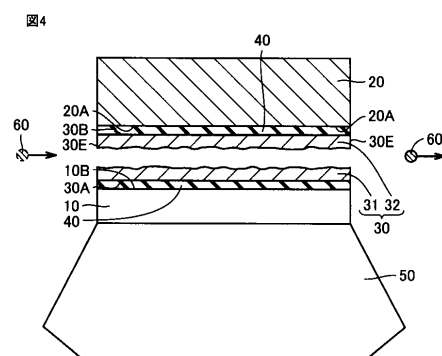
【 図 2 】



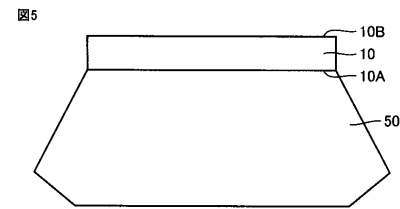
【 図 3 】



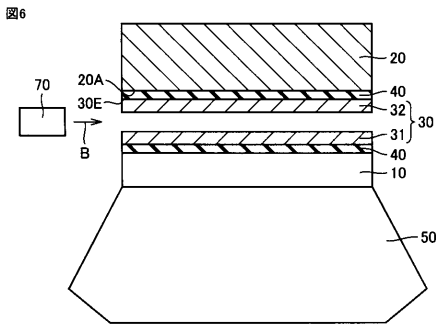
【 図 4 】



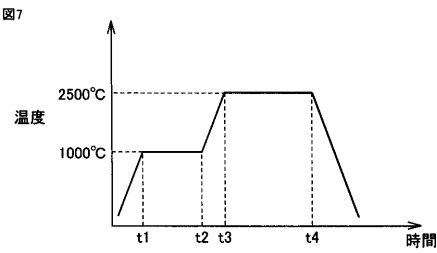
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

審査官 宮崎 園子

- (56)参考文献 特開2010-064918(JP,A)
特開2013-067522(JP,A)
特開2006-143511(JP,A)
特開2010-132464(JP,A)
特開2005-255420(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C30B 29/36
C30B 23/06
C30B 33/00