(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 10 月 12 日(12.10.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/175799 A1

(51) 国際特許分類:
C30B 29/36 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/014248

(22) 国際出願日: 2017 年 4 月 5 日(05.04.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2016-075920 2016 年 4 月 5 日(05.04.2016) JP

(71) 出願人: 株式会社サイコックス(SICOXS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1010023 東京都千代田区神田松永町２３番　ＮＣ島商ビル２階 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 八木　邦明(YAGI, Kuniaki); 〒1010023 東京都千代田区神田松永町２３番　ＮＣ島商ビル２階　株式会社サイコックス内 Tokyo (JP). 小林元樹(KOBAYASHI, Motoki); 〒1010023 東京都千代田区神田松永町２３番　ＮＣ島商ビル２階　株式会社サイコックス内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 名古屋国際特許業務法人(NAGOYA INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦一丁目２０番１９号　名神ビル Aichi (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

WO 2017/175799 A1

(54) **Title**: POLYCRYSTALLINE SiC SUBSTRATE AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称 : 多結晶ＳｉＣ基板およびその製造方法

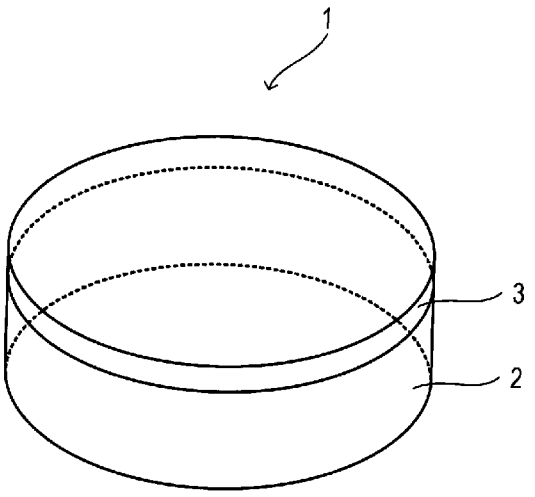


FIG. 1

(57) **Abstract**: The present invention provides a support substrate 2 which is a polycrystalline SiC substrate formed from polycrystalline SiC, wherein the rate of change in substrate grain size, calculated by dividing the difference between the average value of grain size of polycrystalline SiC on a first surface, which is one of the two surfaces of the polycrystalline SiC substrate, and the average value of grain size of polycrystalline SiC on a second surface, which is the other of the two surfaces of the polycrystalline SiC substrate, by the thickness of the polycrystalline SiC substrate, is 0.43% or less, and the radius of curvature of deflection of the polycrystalline SiC substrate is 142 m or more.

(57) 要約: 支持基板２は、多結晶ＳｉＣで形成された多結晶ＳｉＣ基板であって、多結晶ＳｉＣ基板の両面のうち一方の面を第１面とするとともに他方の面を第２面として、第１面における多結晶ＳｉＣの結晶粒径の平均値と、第２面における多結晶ＳｉＣの結晶粒径の平均値との差分を、多結晶ＳｉＣ基板の厚さで除算した値である基板粒径変化率が０．４３％以下であり、且つ、多結晶ＳｉＣ基板の反りの曲率半径が１４２ｍ以上である多結晶ＳｉＣ基板。

明　細　書

発明の名称 ： 多結晶ＳｉＣ基板およびその製造方法

関連出願の相互参照

[0001] 本国際出願は、２０１６年４月５日に日本国特許庁に出願された日本国特許出願第２０１６－７５９２０号に基づく優先権を主張するものであり、日本国特許出願第２０１６－７５９２０号の全内容を本国際出願に参照により援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、多結晶ＳｉＣで形成された多結晶ＳｉＣ基板に関する。

背景技術

[0003] 炭化シリコン（ＳｉＣ）は、２．２～３．３ｅＶの広い禁制帯幅を有するワイドバンドギャップ半導体であり、その優れた物理的、化学的特性から、耐環境性半導体材料として研究開発が行われている。特に近年、ＳｉＣは、高耐圧・高出力電子デバイス、高周波電子デバイス、青色から紫外にかけての短波長光デバイス向けの材料として注目されており、研究開発は盛んになっている。ところが、ＳｉＣは、良質な大口径単結晶の製造が難しく、これまでＳｉＣデバイスの実用化を妨げてきた。

[0004] これらの問題点を解決するために、ＳｉＣ単結晶基板を種結晶として用いて昇華再結晶を行う改良型のレーリー法が開発されてきた。この改良レーリー法を用いれば、ＳｉＣ単結晶の結晶多形（４Ｈ－ＳｉＣ、６Ｈ－ＳｉＣ、１５Ｒ－ＳｉＣ等）や、形状、キャリア型、及び濃度を制御しながらＳｉＣ単結晶を成長させることができる。この改良レーリー法の最適化によって、結晶欠陥密度は大きく減少し、その基板上へショットキーダイオード（ＳＢＤ）や電界効果トランジスタ（ＭＯＳＦＥＴ）などの電子デバイスを形成することが実現されるようになってきた。

[0005] しかしながら、ＳｉＣ単結晶基板を種結晶とする改良型のレーリー法では単結晶ＳｉＣ結晶成長速度が低いこと、およびＳｉＣ単結晶インゴットを主

として切断及び研磨からなる工程を経てウエハ状に加工する際の加工費用が高いことに起因して、単結晶ＳｉＣ基板の製造コストは高い。この製造コストの高さも、ＳｉＣデバイスの実用化を妨げている要因であり、半導体デバイス用途、とくに高耐圧・高出力電子素子用途のＳｉＣ基板を安価に提供できる技術の開発が強く望まれていた。

[0006] そこで、デバイス形成層部のみ品質の良い単結晶ＳｉＣを用いてそれを支持基板（デバイス製造工程に耐えうる強度・耐熱性・清浄度を持つ材料：例えば、多結晶ＳｉＣ）に、接合界面における酸化膜の形成を伴わない接合手法にて固定することにより、低コスト（支持基板部）と高品質（ＳｉＣ部）を兼ね備えた半導体基板を製造する技術が提供されている（例えば、特許文献１を参照）。

[0007] 一般的に、デバイス作製工程上、基板の「反り」は非常に重要視されている。何故なら、反りの大きな基板は、露光プロセス（リソグラフプロセス）において、基板面内の一部が焦点を外れ、明確なマスク像を形成しなくなるからである。この焦点ずれの現象は、回路が微細であるほどその影響が大きい。

[0008] また、高耐圧・高出力電子素子では、電力損失を抑えるために、素子の電気抵抗を低減させることが要求される。素子の電気抵抗は基板を横切る長さに比例するため、したがって、高耐圧・高出力電子素子用途の基板としては基板厚さを薄くすることが熱望されている。ところが、基板を薄くすることには、基板内部の残留応力の影響が無視できなくなって基板の反りが大きくなると同時に、割れやすくなるデメリットが生じる。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開２０１５－１５４０１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 多結晶ＳｉＣ基板は、例えばカーボンなどで形成された下地基材上に化学気相成長法（ＣＶＤ：Chemical Vapor Deposition）によってＳｉＣを成長させた後に下地基材を除去する手法、あるいはＳｉＣ微結晶粉末を焼結助剤などを用いて加圧成形した後、ＳｉＣの昇華温度以下の温度に加熱して微結晶が互いに凝着する手法を用いて形成される。前者は不純物濃度が著しく低く、空孔が無い緻密な基板であるが、後者では空孔が残存してしまう。よって、半導体用の接合基板に用いる多結晶ＳｉＣ基板としては、前者が望ましい。一般的に、化学気相成長では、現実的に基板として用いる成長膜厚範囲（～１ｍｍ）において、成長に伴って結晶粒径の拡大や結晶粒同士の結合などの現象が生じる。これにより、多結晶ＳｉＣ基板には内部応力が発生し、多結晶ＳｉＣ基板の形状は反ってしまう。

[0011] 本開示は、多結晶ＳｉＣ基板の反りを低減する。

課題を解決するための手段

[0012] 本開示の一態様は、多結晶ＳｉＣで形成された多結晶ＳｉＣ基板であって、多結晶ＳｉＣ基板の両面のうち一方の面を第１面とするとともに他方の面を第２面として、第１面における多結晶ＳｉＣの結晶粒径の平均値と、第２面における多結晶ＳｉＣの結晶粒径の平均値との差分を、多結晶ＳｉＣ基板の厚さで除算した値である基板粒径変化率が０．４３％以下であり、且つ、多結晶ＳｉＣ基板の反りの曲率半径が１４２ｍ以上である。

[0013] なお、本開示の目的を達成する限りにおいて、多結晶ＳｉＣは炭素とケイ素以外の成分を含んでいてもよい。例えば、多結晶ＳｉＣ基板の抵抗率を下げる目的では、不純物として窒素、リン、などを含んでもよい。

[0014] このように構成された本開示の多結晶ＳｉＣ基板によれば、基板内部の結晶粒径変化率が小さくなることで多結晶ＳｉＣ基板の内部における残留応力の影響を低減し、多結晶ＳｉＣ基板の反りを低減することができる。

[0015] また、本開示の多結晶ＳｉＣ基板において、第１面および第２面の少なくとも一方において、算術平均粗さで表される表面粗度が１ｎｍ以下であるようにしてもよい。また、本開示の多結晶ＳｉＣ基板において、第１面および

第２面の少なくとも一方の表面において、表面に形成された凹部の全てについて、表面と、凹部において表面から最も離れた地点との距離が３ｎｍ以下であるようにしてもよい。

[0016] このように構成された本開示の多結晶ＳｉＣ基板によれば、多結晶ＳｉＣ基板の表面の凹凸が小さいため、単結晶ＳｉＣで形成された半導体層を多結晶ＳｉＣ基板の上に貼り合わせる接合基板を製造する場合に、単結晶ＳｉＣの半導体層と多結晶ＳｉＣ基板との接合面における接合強度を向上させることができ、接合基板の製造歩留まりを向上させることができる。

[0017] また、本開示の多結晶ＳｉＣ基板において、化学気相成長法を用いて多結晶ＳｉＣを成長させてもよいし、昇華法を用いて多結晶ＳｉＣを成長させてもよい。

また、本開示の別の態様の多結晶ＳｉＣ基板の製造方法は、基材作製工程と、成長工程と、分離工程とを備え、第２下地基材の両面のうち一方の面における多結晶ＳｉＣの結晶粒径の平均値と、他方の面における多結晶ＳｉＣの結晶粒径の平均値との差分を、第２下地基材の厚さで除算した値である基材粒径変化率が０．４３％以下である。

[0018] 基材作製工程では、第１下地基材の上に、予め設定された第１成長条件で多結晶ＳｉＣを成長させた後に、第１下地基材の上に成長した多結晶ＳｉＣを切り出すことにより、多結晶ＳｉＣで形成された第２下地基材を作製する。成長工程では、第２下地基材の上に、予め設定された第２成長条件で多結晶ＳｉＣを成長させる。分離工程では、第２下地基材の上に成長した多結晶ＳｉＣの少なくとも一部分を第２下地基材から分離させ、分離した多結晶ＳｉＣを多結晶ＳｉＣ基板とする。

[0019] なお、第１成長条件および第２成長条件とは、ＳｉＣを下地基材の上に成長させるために用いる条件をいう。第１成長条件および第２成長条件としては、例えば、ＳｉＣを成長させるための成長法と、この成長法でＳｉＣを成長させるときの成長温度および原料ガス等が挙げられる。

[0020] このように構成された本開示の多結晶ＳｉＣ基板の製造方法は、本開示の

多結晶ＳｉＣ基板を製造するためのものであり、本開示の多結晶ＳｉＣ基板と同様の効果を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]接合基板１の斜視図である。

[図2]図２Ａは接合基板１の製造方法を示すフローチャート、図２Ｂは支持基板２の製造方法を示す断面図である。

[図3]図３Ａは下地基材であるカーボン基材２１上に成長した多結晶ＳｉＣ２２を示す断面図、図３Ｂはバッチ式成長炉３０の概略構成を示す図である。

[図4]下地基材１１の表面から成長する多結晶ＳｉＣ１２を示す図である。

[図5]支持基板の曲率半径と結晶粒径変化率との相関関係を示すグラフである。

[図6]図６Ａは結晶粒径変化率が０．５７％である支持基板の表面における結晶粒の分布を示す図、図６Ｂは結晶粒径変化率が０．５７％である支持基板の表面における結晶粒径の分布を示すヒストグラム、図６Ｃは結晶粒径変化率が０．５７％である支持基板の裏面における結晶粒の分布を示す図、図６Ｄは結晶粒径変化率が０．５７％である支持基板の裏面における結晶粒径の分布を示すヒストグラムである。

[図7]図７Ａは結晶粒径変化率が１．１４％である支持基板の表面における結晶粒の分布を示す図、図７Ｂは結晶粒径変化率が１．１４％である支持基板の表面における結晶粒径の分布を示すヒストグラム、図７Ｃは結晶粒径変化率が１．１４％である支持基板の裏面における結晶粒の分布を示す図、図７Ｄは結晶粒径変化率が１．１４％である支持基板の裏面における結晶粒径の分布を示すヒストグラムである。

符号の説明

[0022] １…接合基板、２…支持基板、３…半導体層、１１…下地基材、１２，２２…多結晶ＳｉＣ、２１…カーボン基材

発明を実施するための形態

[0023] 以下に本開示の実施形態を図面とともに説明する。

本実施形態の接合基板１は、図１に示すように、支持基板２と、支持基板２の表面に貼り合わされた半導体層３とを備える。支持基板２は、多結晶ＳｉＣで、例えば厚さが３５０μｍ程度の円盤状に形成される。なお、支持基板２の多結晶ＳｉＣは、４Ｈ－ＳｉＣ結晶、６Ｈ－ＳｉＣ結晶および３Ｃ－ＳｉＣ結晶の何れか、あるいはその混合物で構成されている。

[0024] 半導体層３は、単結晶ＳｉＣで、例えば厚さが１μｍ程度の円盤状に形成される。なお、半導体層３の単結晶ＳｉＣは、４Ｈ－ＳｉＣ結晶、６Ｈ－ＳｉＣ結晶および３Ｃ－ＳｉＣ結晶の何れか、あるいはその混合物で構成されている。

[0025] 次に、接合基板１の製造方法を説明する。

図２Ａに示すように、接合基板１の製造方法では、まずＳ１０にて、下地基材作製工程が行われる。本実施形態の下地基材とは、多結晶ＳｉＣを成長させるための下地となる材料のことをいう。下地基材作製工程では、まず、図３Ａに示すように、カーボンで円盤状に形成されたカーボン基材２１の表面に、化学気相成長法（ＣＶＤ：Chemical Vapor Deposition）により、例えば２ｍｍの厚さの多結晶ＳｉＣ２２を成長させる。Ｓｉの原料ガスとしては、テトラクロロシラン、トリクロロシランおよびジクロルシランが挙げられる。Ｃの原料ガスとしては、エタン、プロパンおよびアセチレンが挙げられる。また、原料ガスとしてテトラメチルシランなどの単一ガスを用いてもよい。この化学気相成長法における成長温度は例えば１４００℃である。多結晶ＳｉＣ２２の成長後に、カーボン基材２１の表面に多結晶ＳｉＣ２２が形成された円盤状部材の外周を研削する。その後、この円盤状部材を１０００℃の大気雰囲気で加熱する。これにより、カーボン基材２１が大気雰囲気で燃焼し、多結晶ＳｉＣ２２からカーボン基材２１が除去される。次に、多結晶ＳｉＣ２２の成長最表面２２ａを例えば０．２ｍｍ研削して平坦化した後に、多結晶ＳｉＣ２２におけるカーボン基材側の面２２ｂを例えば１．４５ｍｍ研削する。これにより、厚さが０．３５ｍｍの下地基材１１が得られる（図２Ｂの下地基材１１を参照）。

[0026] そして、接合基板１の製造方法では、図２Ａに示すように、次にＳ２０にて、ＳｉＣ成長工程が行われる。ＳｉＣ成長工程では、まず、図３Ｂに示すように、下地基材１１を成長炉３０に装填する。下地基材１１を装填した後に、化学気相成長法により、例えば４００μｍの厚さの多結晶ＳｉＣ１２を成長させる。成長炉を用いた化学気相成長法であるため、図２Ｂに示すように、下地基材１１の表面と裏面に多結晶ＳｉＣ１２が成長する。Ｓｉの原料ガスとしては、テトラクロロシラン、トリクロロシランおよびジクロルシランが挙げられる。Ｃの原料ガスとしては、エタン、プロパンおよびアセチレンが挙げられる。また、原料ガスとしてテトラメチルシランなどの単一ガスを用いてもよい。この化学気相成長法における成長温度は例えば１４００℃である。

[0027] 下地基材１１は多結晶ＳｉＣで形成されている。これにより、図４に示すように、下地基材１１の表面から成長する多結晶ＳｉＣ１２は、下地基材１１の結晶構造を引き継ぐが、下地基材１１では既に結晶粒が大きく、粒径の拡大が飽和しているため、下地基材１１上への成長時の粒径変化は小さい。このため、基板の深さ方向に沿って均質に成長した多結晶ＳｉＣを実現することができ、基板の内部で発生する応力を小さくすることができる。その結果、多結晶ＳｉＣ１２で構成される支持基板２の反りを小さくすることができる。

[0028] そして、接合基板１の製造方法では、図２Ａに示すように、次にＳ３０にて、剥離工程が行われる。剥離工程では、図２Ｂに示すように、多結晶ＳｉＣ１２の表面から例えば深さ４００μｍの位置にレーザ光ＬＳ（波長５３２ｎｍ）を照射し、ＳｉＣを昇華させる。

そして、下地基材１１において多結晶ＳｉＣ１２が接触する接触面と平行な面に沿ってレーザ光ＬＳを２次元走査することにより、表面から４００μｍの位置に切断面を形成し、多結晶ＳｉＣ１２を下地基材１１から剥離する。

[0029] そして、接合基板１の製造方法では、図２Ａに示すように、次にＳ４０にて、表面研磨工程が行われる。表面研磨工程では、まず高精度研削によって

、つぎにＣＭＰ研磨によって、多結晶ＳｉＣ１２の表面に形成された非晶質層を除去するとともに、多結晶ＳｉＣ１２の表面を平滑にする。表面研磨工程が行われた後に得られる多結晶ＳｉＣ１２が支持基板２として用いられる。なお、Ｓ３０において、下地基材１１の表面に形成された非晶質層は、成長炉３０内の昇温過程で供給される水素ガスによって除去される。すなわち、第２の下地基材１１は、支持基板２を製造するために再利用することが可能である。

[0030] そして、接合基板１の製造方法では、次にＳ５０にて、貼り合せ工程が行われる。貼り合せ工程では、まず、事前に準備された単結晶ＳｉＣ基板の表面側から単結晶ＳｉＣ基板の表面に向けて、半導体層３の厚さに応じて予め設定された注入エネルギーの水素イオンを注入する。これにより、単結晶ＳｉＣ基板には、単結晶ＳｉＣ基板の表面から、注入エネルギーに応じた所定の深さに、イオン注入層が形成される。その後、Ｓ４０で製造された多結晶ＳｉＣ１２の表面に表面活性化手法を用いて、単結晶ＳｉＣ基板の表面を貼り合わせる。そして、互いに貼り合わされた状態の多結晶ＳｉＣ１２および単結晶ＳｉＣ基板を加熱する。これにより、上記のイオン注入層で単結晶ＳｉＣ基板が破断し、支持基板２の表面に半導体層３が貼り合わされた状態で、半導体層３が単結晶ＳｉＣ基板から剥離し、接合基板１が得られる。

[0031] 図５は、支持基板の反りの曲率半径と支持基板の結晶粒径変化率との相関関係を示すグラフである。

基板の反りの曲率半径とは、基板が反ることによる曲がり具合を最もよく近似する円の半径である。

[0032] 基板の結晶粒径変化率は、基板の表面における結晶粒径の平均値と、基板の裏面における結晶粒径の平均値との差分を、基板の厚さで除算した値である。結晶粒径は、各結晶粒と同じ面積となる円の直径に換算した面積円相当径として算出した。

[0033] また、支持基板の表面と裏面とにおける結晶粒の分布は、周知のＥＢＳＤ（Electron BackScatter Diffraction）分析を用いて、支持基板の表面と裏

面とにおける結晶方位などを測定することにより得られる。

[0034] 図５の点Ｐ１に示すように、結晶粒径変化率が０．５７％であるときにおける反りの曲率半径は６９μｍである。また、図５の点Ｐ２に示すように、結晶粒径変化率が１．１４％であるときにおける反りの曲率半径は３μｍである。図５に示すように、点Ｐ１と点Ｐ２を結ぶ直線Ｌで外挿することによって、結晶粒径変化率を０．４３％以下にすることにより反りの曲率半径を１４２ｍ以上にすることができることが導出される。

[0035] 図６Ａは、結晶粒径変化率が０．５７％である支持基板の表面における結晶粒の分布を示す図である。図６Ｂは、結晶粒径変化率が０．５７％である支持基板の表面における結晶粒径の分布を示すヒストグラムである。支持基板の表面における結晶粒径の平均値は、１２μｍである。

[0036] 図６Ｃは、結晶粒径変化率が０．５７％である支持基板の裏面における結晶粒の分布を示す図である。図６Ｄは、結晶粒径変化率が０．５７％である支持基板の裏面における結晶粒径の分布を示すヒストグラムである。支持基板の裏面における結晶粒径の平均値は、１０μｍである。

[0037] 支持基板の厚さは３５０μｍであるため、結晶粒径変化率は、（１２－１０）／３５０×１００＝０．５７［％］となる。

図７Ａは、結晶粒径変化率が１．１４％である支持基板の表面における結晶粒の分布を示す図である。図７Ｂは、結晶粒径変化率が１．１４％である支持基板の表面における結晶粒径の分布を示すヒストグラムである。支持基板の表面における結晶粒径の平均値は、１１μｍである。

[0038] 図７Ｃは、結晶粒径変化率が１．１４％である支持基板の裏面における結晶粒の分布を示す図である。図７Ｄは、結晶粒径変化率が１．１４％である支持基板の裏面における結晶粒径の分布を示すヒストグラムである。支持基板の裏面における結晶粒径の平均値は、７μｍである。

[0039] 支持基板の厚さは３５０μｍであるため、結晶粒径変化率は、（１１－７）／３５０×１００＝１．１４［％］となる。

なお、上述のように、下地基材１１の表面から成長する多結晶ＳｉＣ１２

は、下地基材１１の結晶構造を引き継ぐ。このため、結晶粒径変化率が０．４３％以下となる多結晶ＳｉＣ１２を製造するためには、Ｓ２０のＳｉＣ成長工程において、結晶粒径変化率が０．４３％以下となる下地基材１１の表面と裏面とに多結晶ＳｉＣ１２を成長させる必要がある。

[0040] このように構成された支持基板２は、多結晶ＳｉＣで形成された多結晶ＳｉＣ基板であって、結晶粒径変化率が０．４３％以下であり、且つ、多結晶ＳｉＣ基板の反りの曲率半径が１４２ｍ以上である。

[0041] このように構成された支持基板２によれば、基板粒径変化率が小さくなることで多結晶ＳｉＣ基板の内部における残留応力の影響を低減し、多結晶ＳｉＣ基板の反りを低減することができる。

[0042] また、支持基板２の製造方法は、下地基材作製工程と、ＳｉＣ成長工程と、剥離工程とを備え、下地基材１１の結晶粒径変化率が０．４３％以下である。

下地基材作製工程では、カーボンで形成されたカーボン基材２１の上に、予め設定された第１成長条件（本実施形態では、成長温度が１４００℃である化学気相成長法）で多結晶ＳｉＣ２２を成長させた後に、カーボン基材２１の上に成長した多結晶ＳｉＣ２２を切り出すことにより、多結晶ＳｉＣで形成された下地基材１１を作製する（Ｓ１０）。

[0043] ＳｉＣ成長工程では、下地基材１１の上に、予め設定された第２成長条件（本実施形態では、成長温度が１４００℃である化学気相成長法）で多結晶ＳｉＣ１２を成長させる（Ｓ２０）。剥離工程では、レーザ光ＬＳを照射することにより、下地基材１１の上に成長した多結晶ＳｉＣ１２を第２下地基材から剥離させ、剥離した多結晶ＳｉＣ１２を支持基板２とする（Ｓ３０）。

[0044] このように支持基板２の製造方法では、多結晶ＳｉＣで形成された下地基材１１の上に多結晶ＳｉＣを成長させる。すなわち、下地基材１１の材料は、その上に成長するＳｉＣと同じである。これにより、ＳｉＣ成長工程では、下地基材１１の表面の結晶粒径と結晶配向とを引き継いだＳｉＣの成長を

実現することができる。そして、ＳｉＣ成長工程において、結晶粒径変化率が０．４３％以下である下地基材１１を用いることにより、下地基材１１の上に、結晶粒径変化率が０．４３％以下である多結晶ＳｉＣを成長させることができる。これにより、多結晶ＳｉＣ基板の反りを低減することができる。さらに、多結晶ＳｉＣ基板を製造するために、結晶粒径が揃っている部分のＳｉＣを切り出す必要がなくなる。すなわち、支持基板２の製造方法では、多結晶ＳｉＣ基板として用いないＳｉＣを下地基材上に成長させる必要がなくなる。このように、支持基板２の製造方法は、多結晶ＳｉＣ基板として用いない余分なＳｉＣを下地基材上に成長させたり、結晶粒径が揃っている部分のＳｉＣを切り出したりする工程が不要となり、製造工程を大幅に簡略化することができる。

[0045] 以上説明した実施形態において、支持基板２は本開示における多結晶ＳｉＣ基板、支持基板２の表面は本開示における第１面、支持基板２の裏面は本開示における第２面、支持基板２の結晶粒径変化率は本開示における基板粒径変化率である。

[0046] また、Ｓ１０の工程は本開示における下地基材作製工程、Ｓ２０の工程は本開示におけるＳｉＣ成長工程、Ｓ３０の工程は本開示における分離工程である。

また、カーボン基材２１は本開示における第１下地基材、下地基材１１は本開示における第２下地基材、下地基材１１の結晶粒径変化率は本開示における基材粒径変化率である。

[0047] 以上、本開示の一実施形態について説明したが、本開示は上記実施形態に限定されるものではなく、本開示の技術的範囲に属する限り種々の形態を採ることができる。

例えば上記実施形態では、レーザ光を照射することにより、多結晶ＳｉＣ１２を下地基材１１から分離させる形態を示したが、周知のワイヤ放電加工技術またはワイヤソーによる切断技術を用いて、多結晶ＳｉＣ１２を分離させるようにしてもよい。

[0048] また上記実施形態では、下地基材作製工程において化学気相成長法により多結晶ＳｉＣ２２を成長させる形態を示したが、この下地基材作製工程において、多結晶ＳｉＣ２２に不純物を導入することにより、下地基材１１を着色するようにしてもよい。これにより、下地基材１１と多結晶ＳｉＣ１２との界面に向けて高い精度でレーザ光を照射することができる。その結果、剥離工程で多結晶ＳｉＣ１２が下地基材１１から分離した後における下地基材１１の表面が平坦となる。このため、下地基材１１の表面を研磨する処理を行うことなく、下地基材１１を再利用することができ、下地基材１１を再利用するための処理を簡略化することができる。

[0049] なお、高耐圧・高出力電子素子用途の貼り合せＳｉＣ基板に用いるためには、多結晶ＳｉＣ１２の抵抗率を下げる必要がある。この場合には、多結晶ＳｉＣ１２内に例えば窒素、リンなどの不純物を導入するが、その不純物の導入によって多結晶ＳｉＣ１２は着色する。多結晶ＳｉＣ１２の表面からレーザ光ＬＳを照射しても、下地基材１１と多結晶ＳｉＣ１２との界面にレーザ光が届かないため、下地基材１１と多結晶ＳｉＣ１２との界面にて剥離することは難しい。そのため、本開示では、予め他手法を用いて裏面側の多結晶ＳｉＣ１２を下地基材１１から分離後に、下地基材１１の裏面からレーザ光ＬＳを照射し、多結晶ＳｉＣ１２を下地基材１１と剥離してもよい。

[0050] また、上記実施形態では、予め下地基材１１の裏面に保護材を形成することや、裏面を露出させない状態で下地基材１１を成長炉３０内に配置することで、下地基材１１の表面だけに多結晶ＳｉＣ１２を成長させ、下地基材１１の裏面からレーザ光ＬＳを照射し、多結晶ＳｉＣ１２を下地基材１１と剥離してもよい。

[0051] また上記実施形態では、ＳｉＣ成長工程において化学気相成長法により多結晶ＳｉＣ１２を成長させる形態を示したが、このＳｉＣ成長工程において、キャリアを発生させる不純物を導入することにより、多結晶ＳｉＣ１２内に例えば窒素またはリンが一様に拡散しているようにしてもよい。

[0052] また上記実施形態では、支持基板２と半導体層３とを貼り合わせた接合基

板１の製造方法を示した。接合基板１を製造する場合には、支持基板２の表面および裏面の少なくとも一方において、算術平均粗さで表される表面粗度が１ｎｍ以下であるようにするとよい。また、多結晶ＳｉＣ１２の表面および裏面の少なくとも一方において、表面および裏面それぞれに形成された凹部の全てについて、表面および裏面と、凹部において表面および裏面から最も離れた地点との距離が３ｎｍ以下であるようにするとよい。このように構成された支持基板２によれば、支持基板２の表面の凹凸が小さいため、単結晶ＳｉＣで形成された半導体層３を支持基板２の上に貼り合わせる接合基板１を製造する場合に、半導体層３と支持基板２との接合面における接合強度を向上させることができ、接合基板１の歩留まりを向上させることができる。

[0053] また上記実施形態では、Ｓ１０の下地基材作製工程とＳ２０のＳｉＣ成長工程とにおいて化学気相成長法により多結晶ＳｉＣを成長させる形態を示したが、ＳｉＣ原料を昇華させた後に結晶化させる昇華法を用いて多結晶ＳｉＣを成長させるようにしてもよい。

請求の範囲

[請求項1] 多結晶ＳｉＣで形成された多結晶ＳｉＣ基板であって、

前記多結晶ＳｉＣ基板の両面のうち一方の面を第１面とするとともに他方の面を第２面として、前記第１面における多結晶ＳｉＣの結晶粒径の平均値と、前記第２面における多結晶ＳｉＣの結晶粒径の平均値との差分を、前記多結晶ＳｉＣ基板の厚さで除算した値である基板粒径変化率が０．４３％以下であり、且つ、

前記多結晶ＳｉＣ基板の反りの曲率半径が１４２ｍ以上である多結晶ＳｉＣ基板。

[請求項2] 請求項１に記載の多結晶ＳｉＣ基板であって、

前記第１面および前記第２面の少なくとも一方において、算術平均粗さで表される表面粗度が１ｎｍ以下である多結晶ＳｉＣ基板。

[請求項3] 請求項１に記載の多結晶ＳｉＣ基板であって、

前記第１面および前記第２面の少なくとも一方の表面において、

前記表面に形成された凹部の全てについて、前記表面と、前記凹部において前記表面から最も離れた地点との距離が３ｎｍ以下である多結晶ＳｉＣ基板。

[請求項4] 請求項１～請求項３の何れか１項に記載の多結晶ＳｉＣ基板であって、

化学気相成長法を用いて多結晶ＳｉＣを成長させた多結晶ＳｉＣ基板。

[請求項5] 請求項１～請求項３の何れか１項に記載の多結晶ＳｉＣ基板であって、

昇華法を用いて多結晶ＳｉＣを成長させた多結晶ＳｉＣ基板。

[請求項6] 多結晶ＳｉＣ基板の製造方法であって、

第１下地基材の上に、予め設定された第１成長条件で多結晶ＳｉＣを成長させた後に、前記第１下地基材の上に成長した多結晶ＳｉＣを切り出すことにより、多結晶ＳｉＣで形成された第２下地基材を作製

する基材作製工程と、

前記第２下地基材の上に、予め設定された第２成長条件で多結晶ＳｉＣを成長させる成長工程と、

前記第２下地基材の上に成長した多結晶ＳｉＣの少なくとも一部分を前記第２下地基材から分離させ、分離した多結晶ＳｉＣを前記多結晶ＳｉＣ基板とする分離工程とを備え、

前記第２下地基材の両面のうち一方の面における多結晶ＳｉＣの結晶粒径の平均値と、他方の面における多結晶ＳｉＣの結晶粒径の平均値との差分を、前記第２下地基材の厚さで除算した値である基材粒径変化率が０．４３％以下である多結晶ＳｉＣ基板の製造方法。

[図1]

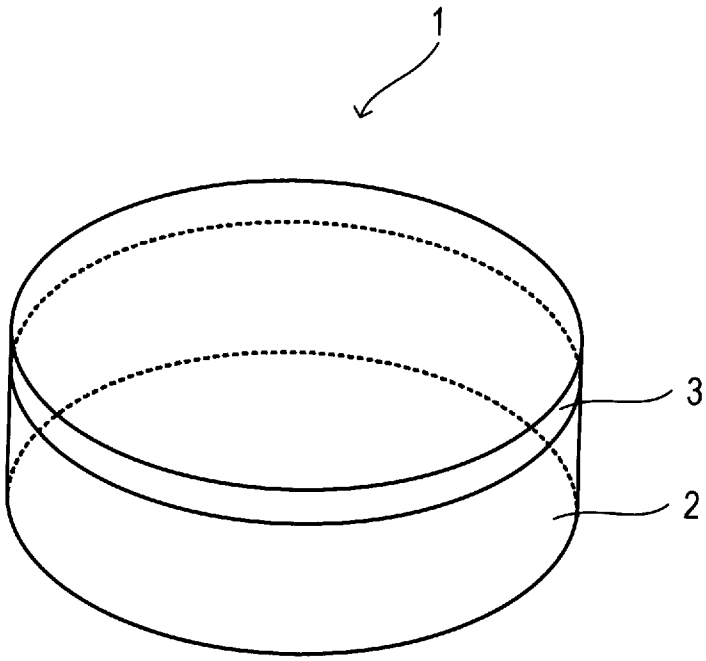


FIG. 1

[図2]

FIG. 2A

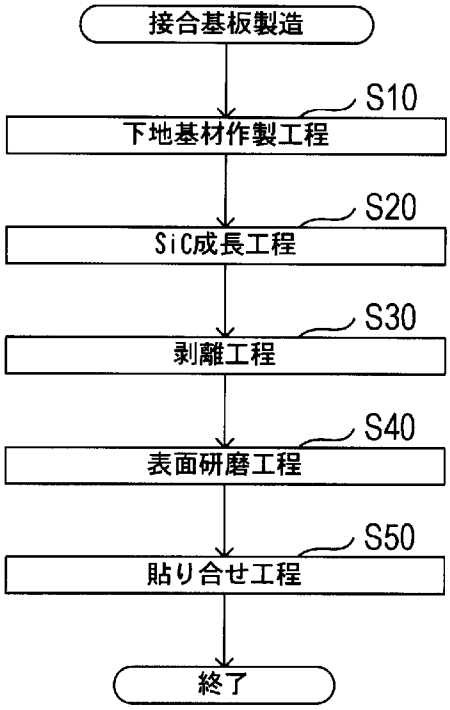
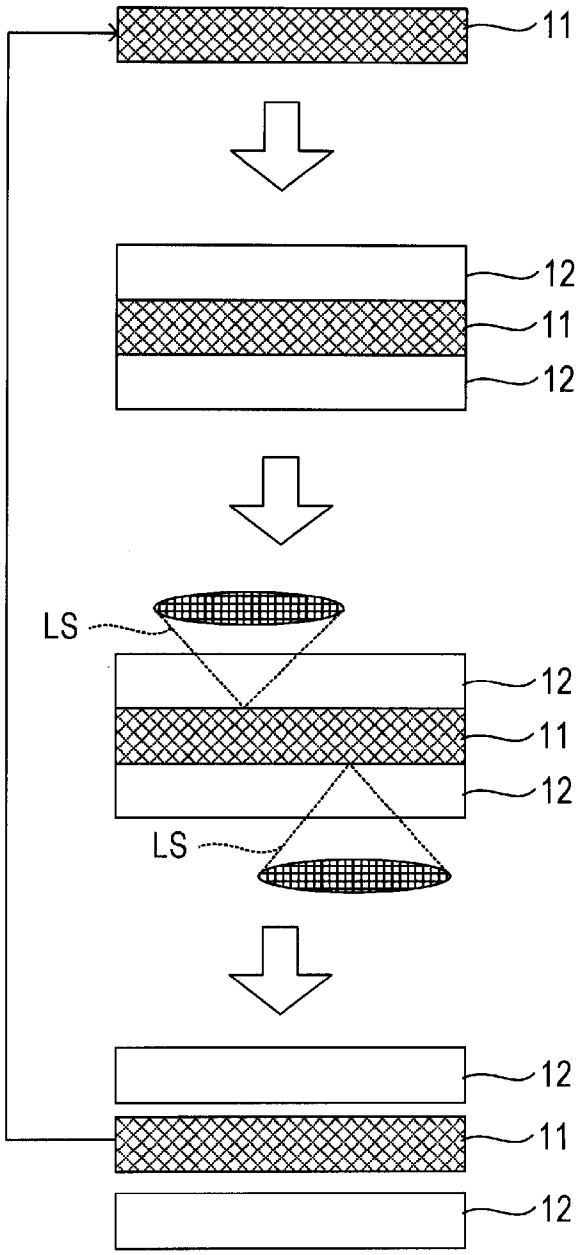


FIG. 2B



[図3]

FIG. 3A

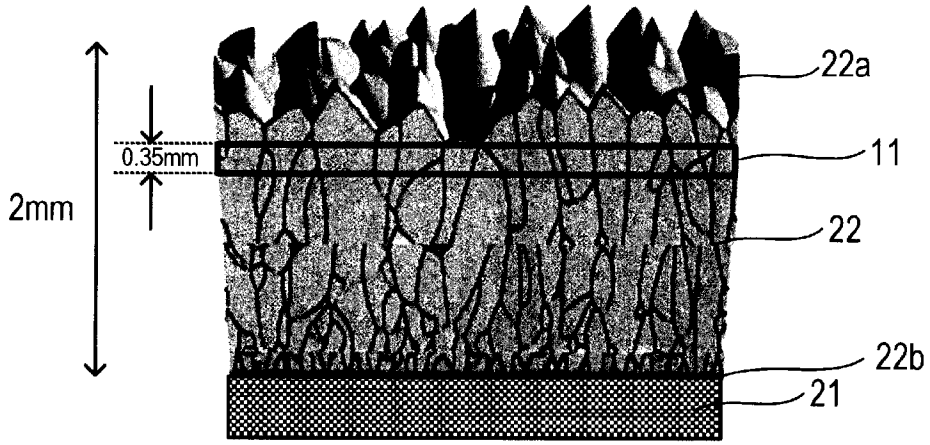
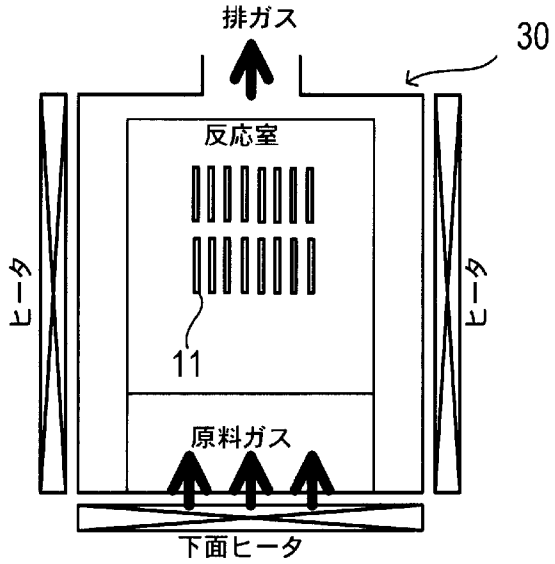


FIG. 3B



[図4]



FIG. 4

[図5]

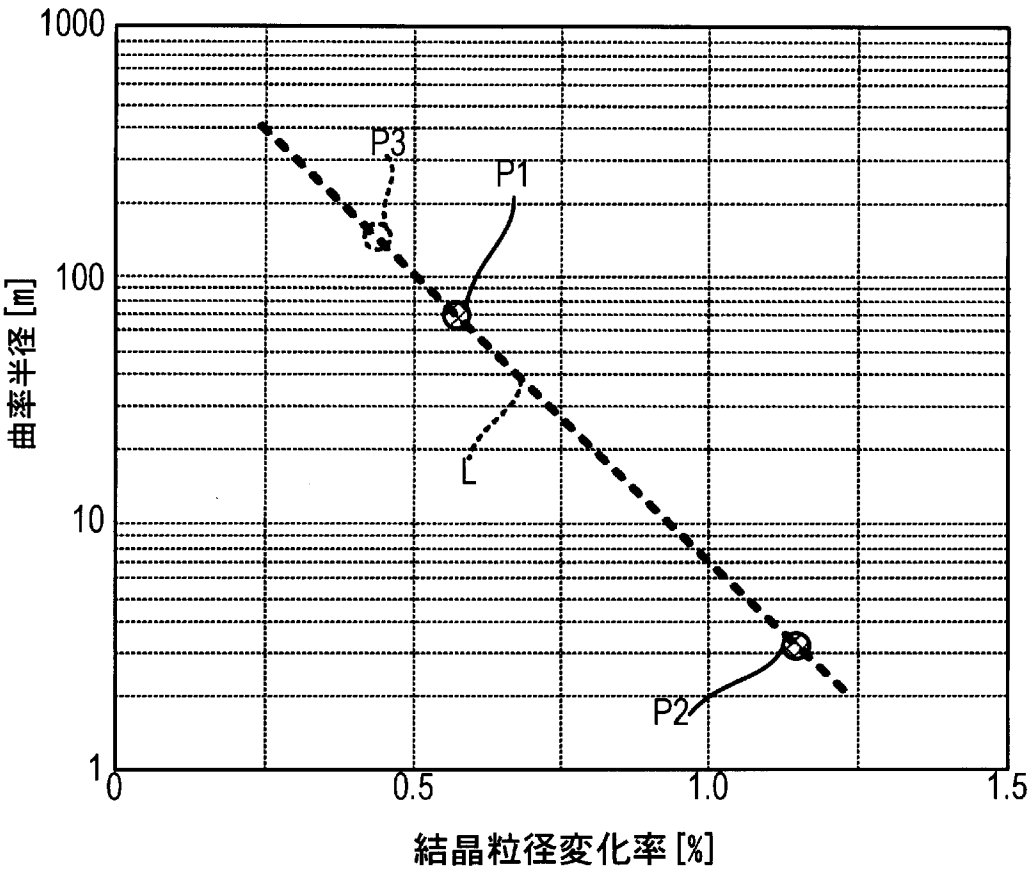


FIG. 5

[図6]

FIG. 6A

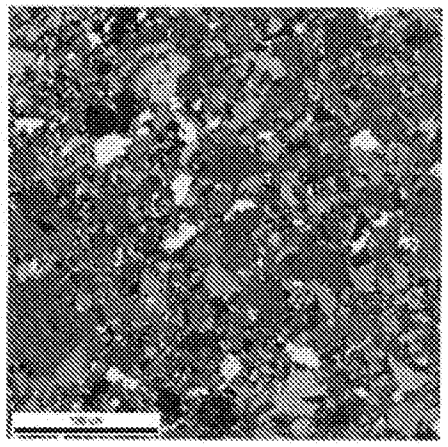


FIG. 6B

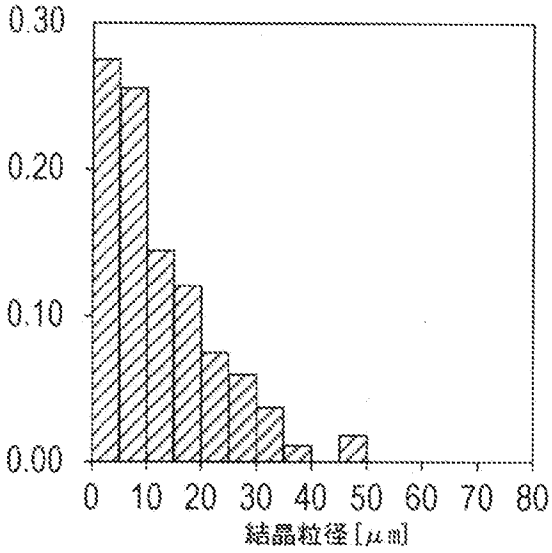


FIG. 6C

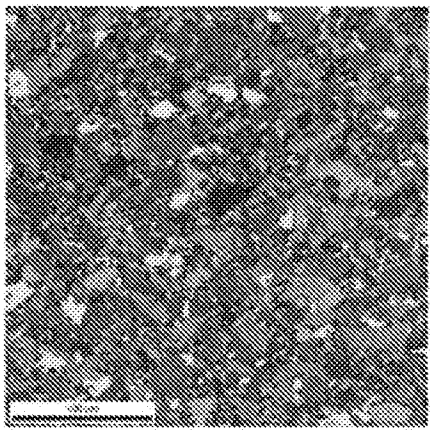
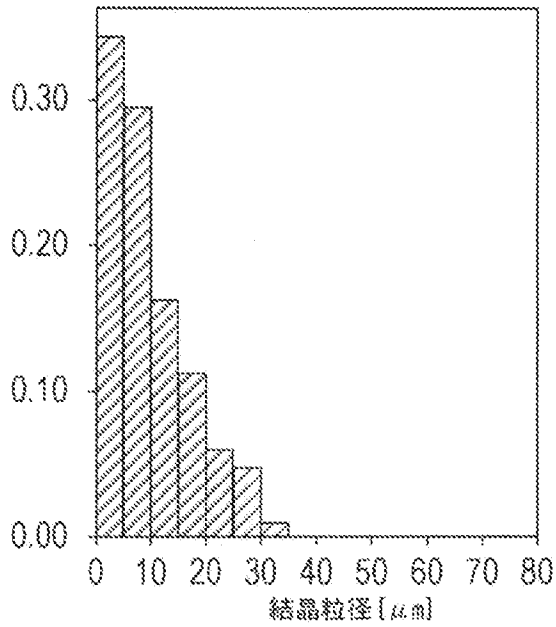


FIG. 6D



[図7]

FIG. 7A

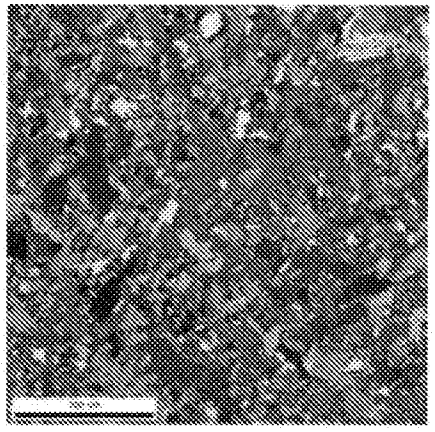


FIG. 7B

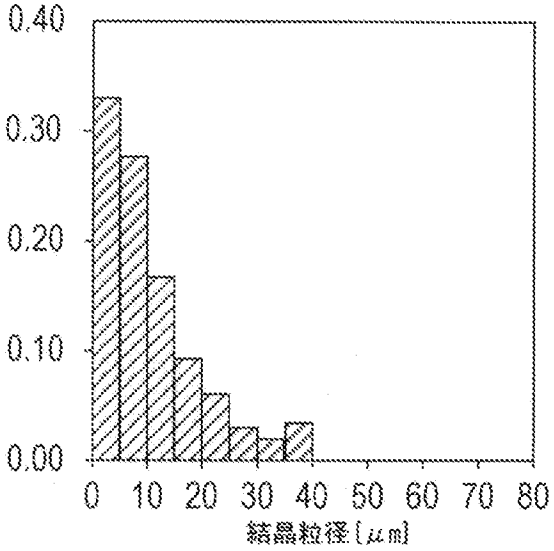


FIG. 7C

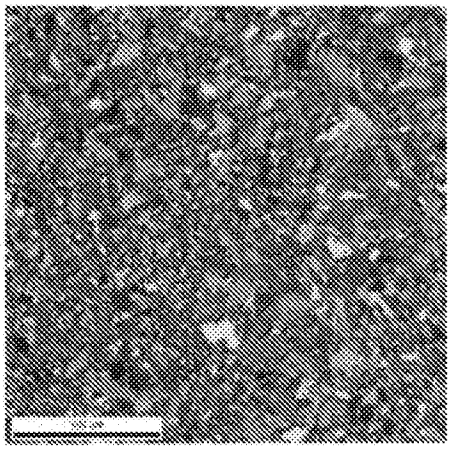
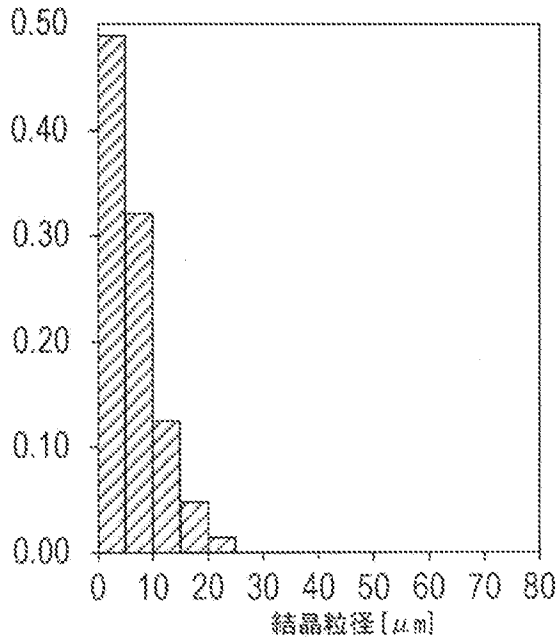


FIG. 7D



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/014248

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C30B29/36(2006.01)i

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)
C30B29/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 8-188408 A (Toyo Tanso Co., Ltd.), 23 July 1996 (23.07.1996), claim 2; fig. 1(iii); paragraphs [0007], [0023] (Family: none)	1,4,6 2,3,5
Y	JP 2012-146695 A (Denso Corp.), 02 August 2012 (02.08.2012), paragraph [0047] (Family: none)	2,3
Y	JP 2013-67522 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 18 April 2013 (18.04.2013), paragraphs [0030] to [0036] & US 2013/0068157 A1 paragraphs [0044] to [0051]	5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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 application or patent 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	Date of mailing of the international search report
06 June 2017 (06.06.17)	13 June 2017 (13.06.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０１４２４８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C30B29/36(2006.01)i

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.　C30B29/36

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７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）

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	関連する請求項の番号
X Y	JP 8-188408 A（東洋炭素株式会社）1996.07.23, 請求項2,図1(iii),[0007],[0023]（ファミリーなし）	1,4,6 2,3,5
Y	JP 2012-146695 A（株式会社デンソー）2012.08.02, [0047] (ファミリーなし)	2,3
Y	JP 2013-67522 A（住友電気工業株式会社）2013.04.18, [0030]-[0036] & US 2013/0068157 A1,[0044]-[0051]	5

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　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の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	国際調査報告の発送日
０６．０６．２０１７	１３．０６．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　４Ｇ　７８７６
小川　武
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４１６