

(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 2 月 2 日(02.02.2017)



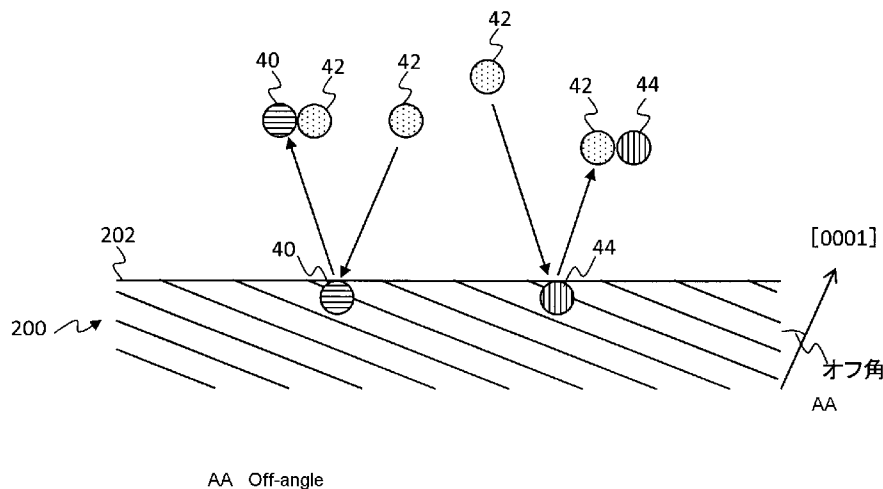
(10) 国際公開番号
WO 2017/017858 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/302 (2006.01) *H01L 21/336* (2006.01)
H01L 21/205 (2006.01) *H01L 29/12* (2006.01)
H01L 21/268 (2006.01) *H01L 29/78* (2006.01)
H01L 21/324 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/071723
- (22) 国際出願日: 2015 年 7 月 30 日(30.07.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 富士電機株式会社(FUJII ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 藤井 健志(FUJII Takeshi); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 佐藤 まり子(SATO Mariko); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP).
- 稲本 拓朗(INAMOTO Takuro); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 龍華国際特許業務法人(RYUKA IP LAW FIRM); 〒1631522 東京都新宿区西新宿 1 - 6 - 1 新宿エルタワー 2 2 階 Tokyo (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, 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, KN, KP, KR, 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,

[続葉有]

(54) Title: SIC SUBSTRATE PRODUCTION METHOD

(54) 発明の名称: S i C 基板の製造方法



(57) Abstract: Provided is a production method for producing a SiC substrate having a smoothened surface, the production method comprising a stage for, in a state where an SiC substrate having an off-angle is heated, etching the surface of the SiC substrate by irradiating the surface of the SiC substrate with atomic hydrogen. At the stage for etching, the SiC substrate may be heated at a range of 800-1200°C.

(57) 要約: 表面を平坦化した S i C 基板を製造する製造方法であって、オフ角を有する S i C 基板を加熱した状態で、S i C 基板の表面に原子状水素を照射して、S i C 基板の表面をエッチングする段階を備える製造方法を提供する。エッチングする段階において、S i C 基板を 8 0 0 ° C 以上且つ 1 2 0 0 ° C 以下の範囲で加熱してよい。

WO 2017/017858 A1



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))
- 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

明 細 書

発明の名称：S i C基板の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、S i C基板の製造方法に関する。

背景技術

[0002] S i Cは、S iおよびGaAsと比べて10倍程度の絶縁破壊強度を有し、且つ、高熱伝導性を有するので、耐圧の維持と小型化を両立させたパワーデバイス用MOSトランジスタの材料として注目されている。MOSトランジスタの動作時におけるエネルギーロスは、チャネル抵抗が大きいほど大きくなる。チャネル抵抗は、S i C基板と酸化膜の界面の状態、すなわち、S i C基板の表面の平坦性に大きく依存する。S i C基板の表面を平坦化する先行技術を開示した文献として、以下の文献がある。

[非特許文献1] Hiroshi Nakagawa, Satoru Tanaka, and Ikuo Suemue, "Self-Ordering of Nanofacets on Vicinal SiC Surfaces", 2003年11月26日、PHYSICAL REVIEW LETTERS 91, 226107.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0003] 上述した先行技術では、水素雰囲気中のS i C基板を1400℃程度でアニールすることで、水素により基板表面をエッチングし、S i C基板の表面を平坦化している。しかし、アニール条件が非常に限定されてしまう。

課題を解決するための手段

[0004] 本発明の一つの態様においては、表面を平坦化したS i C基板を製造する製造方法であって、オフ角を有するS i C基板を加熱した状態で、S i C基板の表面に原子状水素を照射して、S i C基板の表面をエッチングする段階を備える製造方法を提供する。

[0005] なお、上記の発明の概要は、本発明の特徴の全てを列挙したものではない。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

図面の簡単な説明

[0006] [図1]表面を平坦化したS i C基板200を製造する製造方法の概要を説明する図である。

[図2]エッチング後のS i C基板200を示す。

[図3]S i C基板200を処理する処理装置100の概要を示す図である。

発明を実施するための形態

[0007] 以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

[0008] 図1は、表面を平坦化したS i C基板200を製造する製造方法の概要を説明する図である。図1では、S i C基板200の表面202近傍における部分断面を示す。まず、オフ角を有するS i C基板200を準備する。例えばゴニオメーター等によりデバイスを形成すべき面の結晶面を測定して、結晶軸方向に所定の角度傾けて基板の表面をカットすることで、オフ角を有するS i C基板200を準備する。

[0009] S i C基板200がオフ角を有することで、S i C基板200の表面に成長させるS i C薄膜を高品質化できる。図1における例では、S i C基板200の表面202は、安定面である(0001)面に対して所定のオフ角を有する。例えばオフ角は、1°以上、且つ、8°以下である。オフ角は4°以上、且つ、8°以下であってよい。

[0010] 次に、S i C基板200の表面をCMP法により研磨して平坦化する。これにより、S i C基板200の表面202は鏡面状態になる。しかし、オフ角を有するS i C基板200においては、1400℃程度の高い温度に加熱すると、バンチングと称される現象が生じる。バンチングとは、基板表面が、数μm程度の周期、且つ、数十nm程度の高さでのこぎり状になってしま

う現象である。これは、オフ角が存在するために、基板の表面がより安定な状態となるように再構成した結果である。このような大きな起伏が存在する表面は、到底デバイス形成に用いることはできない。

[0011] 本例の製造方法においては、まずオフ角を有するSiC基板200を真空状態において加熱する。SiC基板200の表面202はCMP法等により研磨されている。加熱温度は、例えば800℃以上、且つ、1200℃以下の範囲である。加熱温度は、SiC基板200にバンチング現象が生じる温度よりも低い。より好ましくは、加熱温度は900℃以上、且つ、1100℃以下である。加熱の方法は、ヒーター、通電加熱、電子ビーム加熱、赤外線加熱、レーザー加熱等の様々な方法を用いることができる。

[0012] そして、SiC基板200を加熱した状態で、SiC基板200の表面202に原子状水素42を照射して、SiC基板200の表面202をエッチングする。原子状水素とは、単原子で存在する水素であり、反応性が高い。原子状水素42の照射とは、SiC基板200と離れた位置で生成した原子状水素42を、SiC基板200の表面202に供給することを指す。つまり、非特許文献1に開示された技術のように、SiC基板の熱によって表面近傍の水素ガスから解離した原子状水素を用いて、SiC基板の表面をエッチングする方法は、本例の製造方法に含まれない。

[0013] 図1に示すように、原子状水素42がSiC基板200の表面202に接触すると、表面202のシリコン原子40と反応してシラン系のガスになる。これにより、SiC基板200の表面202からシリコン原子40が脱離する。また、原子状水素42は、SiC基板200の表面202の炭素原子44と反応して炭化水素系のガスになる。これにより、SiC基板200の表面202から炭素原子44が脱離する。

[0014] 図2は、エッチング後のSiC基板200を示す。SiC基板200は、安定面である(0001)面のテラスが周期的に露出するようにエッチングされる。それぞれのテラスの間には(11-2n)面が露出する。テラスの幅Lは、オフ角およびオフ方向によって異なるが、概ね10nmから20n

m程度である。(0001)面のテラスと、(11-2n)面とが交互に現れることで、SiC基板200の表面204にナノファセットが形成される。

[0015] ナノファセットが形成された表面204は、オフ角を有さないSiC基板200のステップ&テラス構造と同等の平坦性を有する。このため、オフ角を有するSiC基板200における理想的な表面といえる。

[0016] 一度SiC基板200の表面204にナノファセットが形成されると、その形状は維持される。エッチングを更に進めても、SiC基板200の膜厚は低下するが、ナノファセットの形状は維持される。

[0017] このように、原子状水素をSiC基板200の表面に照射することで、SiC基板200の表面にナノファセットを形成できる。また、原子状水素の生成に、SiC基板200の熱を利用しないので、SiC基板200の温度を低温にすることができ、且つ、比較的自由に設定できる。SiC基板200の温度は、表面にバンチングが生じる温度よりも低く設定できる。また、SiC基板200の温度は、原子状水素42と、シリコン原子および炭素原子の反応を促進できる温度であればよい。

[0018] これに対して、SiC基板200の温度で水素ガスから原子状水素を解離させる場合、原子状水素を生成できる程度にSiC基板200を高温にしなければならない。SiC基板200の温度を高くするほど原子状水素の解離効率が向上して、エッチング効率が向上する。

[0019] 一方で、SiC基板200を高温にすると、基板表面の再構成が活発になりバンチングが生じやすくなる。また、SiC基板200の表面からのSiの脱離が促進される。このため、SiC基板200を高温にするほど、表面の平坦性は劣化する。

[0020] このように、SiC基板200の温度で水素ガスから原子状水素を解離させる場合、原子状水素の発生と、表面の再構成とを独立に制御することができない。このため、原子状水素の解離と、基板表面の再構成とを適度にバランスさせて、SiC基板200の表面にナノファセットを形成できる温度条

件は非常に限定される。また、温度条件は、S i C基板200のオフ角およびオフ方向のずれにも大きく影響され、条件出しに多大な時間を要する。

[0021] 上述したように、図1および図2に示した製造方法によれば、S i C基板200の温度と、原子状水素の発生とを独立させることができる。つまり、エッチング効率と、原子状水素の発生とを独立して制御することができる。このため、S i C基板200の温度を低温にすることができ、且つ、容易に温度条件を設定できる。また、オフ角およびオフ方向に多少のずれが生じて、再現性良く安定的にナノファセットを形成することができる。

[0022] また、S i C基板200にナノファセットを再現性よく簡便に形成することができる。このため、S i C基板200を用いたデバイスの歩留まりを向上させ、また、特性を向上させることができる。

[0023] 図3は、S i C基板200を処理する処理装置100の概要を示す図である。処理装置100は、原子状水素をS i C基板200の表面に照射することで、S i C基板200の表面を平坦化する。処理装置100は、処理室10、ガス供給セル20および水素ガス源30を備える。

[0024] 処理室10は、処理対象のS i C基板200が導入される。処理室10は、S i C基板200を載置するステージ12を有する。処理室10の内部は、S i C基板200が導入された後に減圧されて真空状態にされる。また、処理装置100には、S i C基板200を加熱する加熱部14が設けられる。本例において加熱部14は、処理室10に設けられた窓部15を介してレーザー光をS i C基板200に照射することで、S i C基板200を加熱する。

[0025] ガス供給セル20は、処理室10に連結される。本例の処理室10の側壁には、ガス供給セル20の内部と処理室10の内部とを連結する連結孔18が形成される。処理室10およびガス供給セル20の少なくとも一方には、連結孔18を開閉するシャッター16が設けられる。

[0026] 本例のガス供給セル20は、タングステンフィラメント22を有する。また、水素ガス源30は、ガス供給セル20の内部に水素分子を含む水素ガス

を供給する。タングステンフィラメント 22 を例えば 1700℃程度に加熱することで、タングステンフィラメント 22 の表面において水素分子が解離吸着して原子状水素が生成される。また、処理装置 100 は、プラズマ等によって原子状水素を生成してもよい。この場合、処理室 10 の内部においてプラズマを発生させて、原子状水素を生成してもよい。

[0027] シャッター 16 を開放することで、ガス供給セル 20 で生成した原子状水素を、加熱状態の SiC 基板 200 に照射する。なお、処理室 10 の内部を真空状態にすることで、原子状水素が他の物質と反応することを防ぎ、原子状水素の状態で SiC 基板 200 に供給することができる。

[0028] [実施例]

表 1 に、SiC 基板 200 の表面を処理した各実施例および各比較例の製造条件と、基板表面にナノファセットが形成されるか否かの結果を示す。各実施例は、図 1 から図 3 において説明した方法で作製したサンプルである。各実施例における材料、材料等の使用量、材料等の割合、処理内容、処理手順、要素または結晶面等の向き等は、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、適宜変更することができる。従って、本発明の範囲は以下の実施例に限定されない。

[表1]

	温度	基板	ナノファセット形成
実施例 1	800℃	4H-SiC(0001) 4° off[11-20]方向	○
実施例 2	1200℃	4H-SiC(0001) 4° off[11-20]方向	○
実施例 3	1200℃	4H-SiC(0001) 8° off[11-20]方向	○
実施例 4	1200℃	4H-SiC(0001) 4° off[1-100]方向	○
実施例 5	1200℃	6H-SiC(0001) 4° off[11-20]方向	○
実施例 6	1200℃	4H-SiC(000-1) 4° off[11-20]方向	○
比較例 1	400℃	4H-SiC(0001) 4° off[11-20]方向	×
比較例 2	1300℃	4H-SiC(0001) 4° off[11-20]方向	×

[0029] 実施例 1 において、オフ角が 4°、オフ方向が [11-20]、厚さが 430 μm、直径が 3 インチの n 型 SiC (0001) ウエハを準備した。ウエハの表面は CMP 処理されている。ウエハ上に CVD によってキャリア濃度 $1.0 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の n 型エピタキシャル層を 10 μm 形成した。

- [0030] 当該ウエハを1辺10mmの正方形にダイシングした後、有機洗浄処理、 UV O_3 処理を300℃、10分の条件で行い、SiC基板を形成した。当該SiC基板を処理室10に導入し、処理室10およびガス供給セル20内を $2.0 \times 10^{-7} \text{ Pa}$ まで真空引きした。その後、SiC基板にレーザー光を照射して、SiC基板を加熱した。昇温レートは20℃/minであり、500℃に到達した後に10分間温度を維持した。
- [0031] 次に、シャッター16を閉じて、ガス供給セル20のタングステンフィラメント22を1700℃に加熱した。タングステンフィラメント22を加熱した状態で、ガス供給セル20内の真空度が $1.0 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ になるまで水素ガスを供給した。水素ガスは、タングステンフィラメント22の表面において解離吸着して原子状水素となる。解離率は数%程度である。
- [0032] 次に、シャッター16を開けて、SiC基板に原子状水素を10分間照射した。SiC基板に対するガスの照射量は数ccm程度である。原子状水素の照射時間、照射量は適宜変更することができる。照射時間は10分以上、1時間以下程度であってよい。
- [0033] 原子状水素の照射終了後、シャッター16を閉じて、SiC基板の温度を室温まで下げて処理を終了した。処理したSiC基板を大気中に取り出し、原子間力顕微鏡で基板表面を観察して、ナノファセットが形成されているか否かを確認した。表1に示すように、実施例1の条件では、ナノファセットが形成されている。
- [0034] 実施例2は、SiC基板の加熱温度を1200℃にしたこと以外は、実施例1と同じ条件でSiC基板を作成した。実施例2の条件でもナノファセットが形成されている。
- [0035] 実施例3は、SiC基板のオフ角を8°にしたこと以外は、実施例1と同じ条件でSiC基板を作成した。実施例3の条件でもナノファセットが形成されている。
- [0036] 実施例4は、SiC基板のオフ方向を $[1-100]$ にしたこと以外は、実施例1と同じ条件でSiC基板を作成した。実施例4の条件でもナノファ

セットが形成されている。

[0037] 実施例5は、SiC基板の多形を6Hにしたこと以外は、実施例1と同じ条件でSiC基板を作成した。実施例5の条件でもナノファセットが形成されている。

[0038] 実施例6は、SiC基板の結晶面を(000-1)にしたこと以外は、実施例1と同じ条件でSiC基板を作成した。実施例6の条件でもナノファセットが形成されている。

[0039] 比較例1は、SiC基板の加熱温度を400℃にしたこと以外は、実施例1と同じ条件でSiC基板を作成した。比較例1の条件では、ナノファセットが形成されない。比較例1の条件では、SiC基板の表面が、処理前と同様の状態であった。

[0040] 比較例2は、SiC基板の加熱温度を1300℃にしたこと以外は、実施例1と同じ条件でSiC基板を作成した。比較例2の条件では、ナノファセットが形成されない。比較例2の条件では、SiC基板の表面が荒れていた。

[0041] 実施例1および2、ならびに、比較例1および2から、SiC基板の温度は800℃以上、且つ、1200℃以下であることが好ましい。ただし、加熱温度はこれに限定されない。

[0042] 実施例1および3から、SiC基板のオフ角を変化させてもナノファセットが形成できることがわかる。SiC基板のオフ角は、1度以上且つ8度以下であってよい。SiC基板のオフ角は、4度以上且つ8度以下であってもよい。SiC基板のオフ角は、4度以上且つ6度以下であってもよい。ただし、オフ角はこれに限定されない。

[0043] 実施例1および4から、SiC基板のオフ方向を変化させてもナノファセットが形成できることがわかる。SiC基板のオフ方向は、[11-20]または[1-100]方向であってよい。ただし、オフ方向はこれに限定されない。

[0044] 実施例1および5から、SiC基板の多形を変化させてもナノファセット

が形成できることがわかる。SiC基板の多形は、4Hまたは6Hであってよい。ただし、SiC基板の多形はこれに限定されない。

[0045] 実施例1および6から、SiC基板の結晶面を変化させてもナノファセットが形成できることがわかる。SiC基板の結晶面は、(0001)または(000-1)であってよい。ただし、SiC基板の結晶面はこれに限定されない。

[0046] 以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、請求の範囲の記載から明らかである。

符号の説明

[0047] 10・・・処理室、12・・・ステージ、14・・・加熱部、15・・・窓部、16・・・シャッター、18・・・連結孔、20・・・ガス供給セル、22・・・タングステンフィラメント、30・・・水素ガス源、40・・・シリコン原子、42・・・原子状水素、44・・・炭素原子、100・・・処理装置、200・・・SiC基板、202・・・表面、204・・・表面

請求の範囲

- [請求項1] 表面を平坦化したS i C基板を製造する製造方法であって、
オフ角を有するS i C基板を加熱した状態で、前記S i C基板の表面に原子状水素を照射して、前記S i C基板の表面をエッチングする段階を備える製造方法。
- [請求項2] 前記エッチングする段階において、前記S i C基板を800℃以上且つ1200℃以下の範囲で加熱する
請求項1に記載の製造方法。
- [請求項3] 前記S i C基板のオフ角が、1°以上且つ8°以下である
請求項1または2に記載の製造方法。
- [請求項4] 前記S i C基板のオフ方向が、[11-20]または[1-100]
]方向である
請求項1から3のいずれか一項に記載の製造方法。
- [請求項5] 前記S i C基板の多形が4Hまたは6Hである
請求項1から4のいずれか一項に記載の製造方法。
- [請求項6] 前記S i C基板の前記表面の結晶面が(0001)または(000-1)である
請求項1から5のいずれか一項に記載の製造方法。
- [請求項7] 前記S i C基板が載置された処理室に連結されたガス供給セルにおいて、水素を含む原料ガスから前記原子状水素を生成する段階を更に備える
請求項1から6のいずれか一項に記載の製造方法。

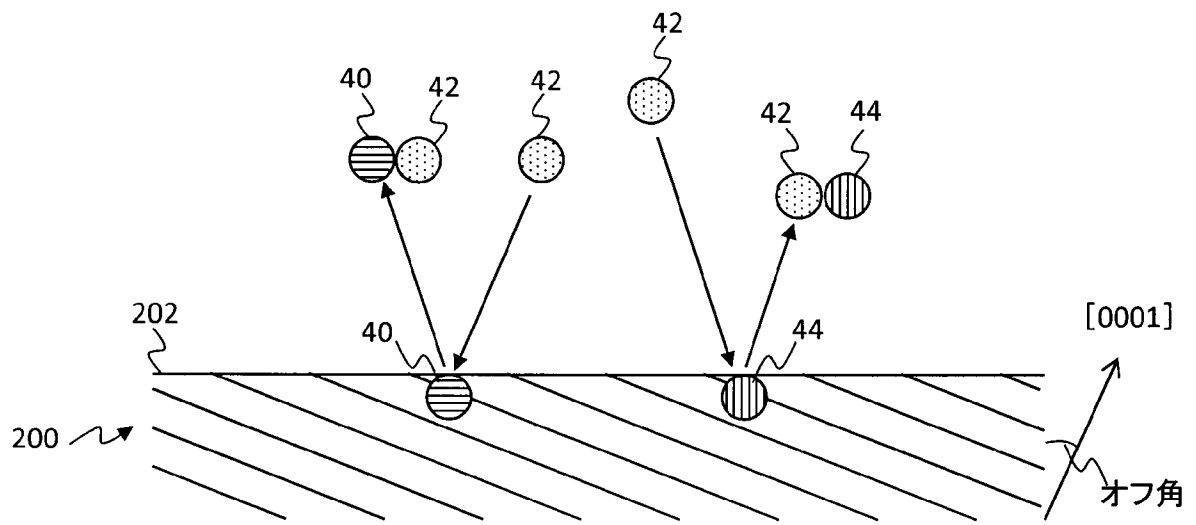
補正された請求の範囲

[2016年5月2日 (02.05.2016) 国際事務局受理]

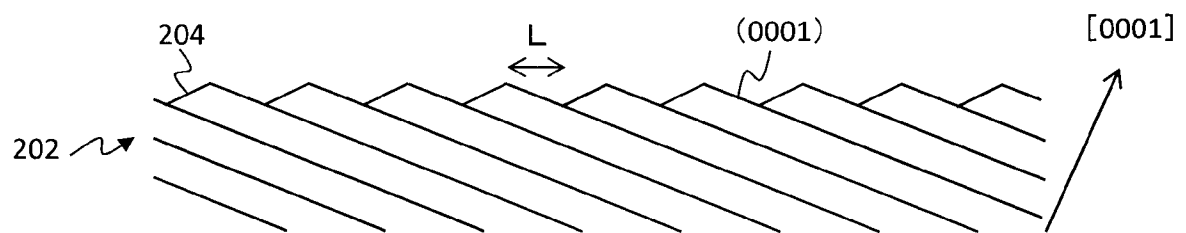
- [請求項1] 表面を平坦化したS i C基板を製造する製造方法であって、
オフ角を有するS i C基板を加熱した状態で、前記S i C基板の表面に原子状水素を照射して、前記S i C基板の表面をエッチングする段階を備える製造方法。
- [請求項2] 前記エッチングする段階において、前記S i C基板を800℃以上且つ1200℃以下の範囲で加熱する
請求項1に記載の製造方法。
- [請求項3] 前記S i C基板のオフ角が、1°以上且つ8°以下である
請求項1または2に記載の製造方法。
- [請求項4] 前記S i C基板のオフ方向が、[1 1 - 2 0]または[1 - 1 0 0]方向である
請求項1から3のいずれか一項に記載の製造方法。
- [請求項5] 前記S i C基板の多形が4 Hまたは6 Hである
請求項1から4のいずれか一項に記載の製造方法。
- [請求項6] 前記S i C基板の前記表面の結晶面が(0 0 0 1)または(0 0 0 - 1)である
請求項1から5のいずれか一項に記載の製造方法。
- [請求項7] 前記S i C基板が載置された処理室に連結されたガス供給セルにおいて、水素を含む原料ガスから前記原子状水素を生成する段階を更に備える
請求項1から6のいずれか一項に記載の製造方法。
- [請求項8] (追加)
水素を含む原料ガスから前記原子状水素を生成する段階を更に備え、
生成した前記原子状水素を、前記エッチングする段階において前記S i C基板の表面に向けて照射する

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の製造方法。

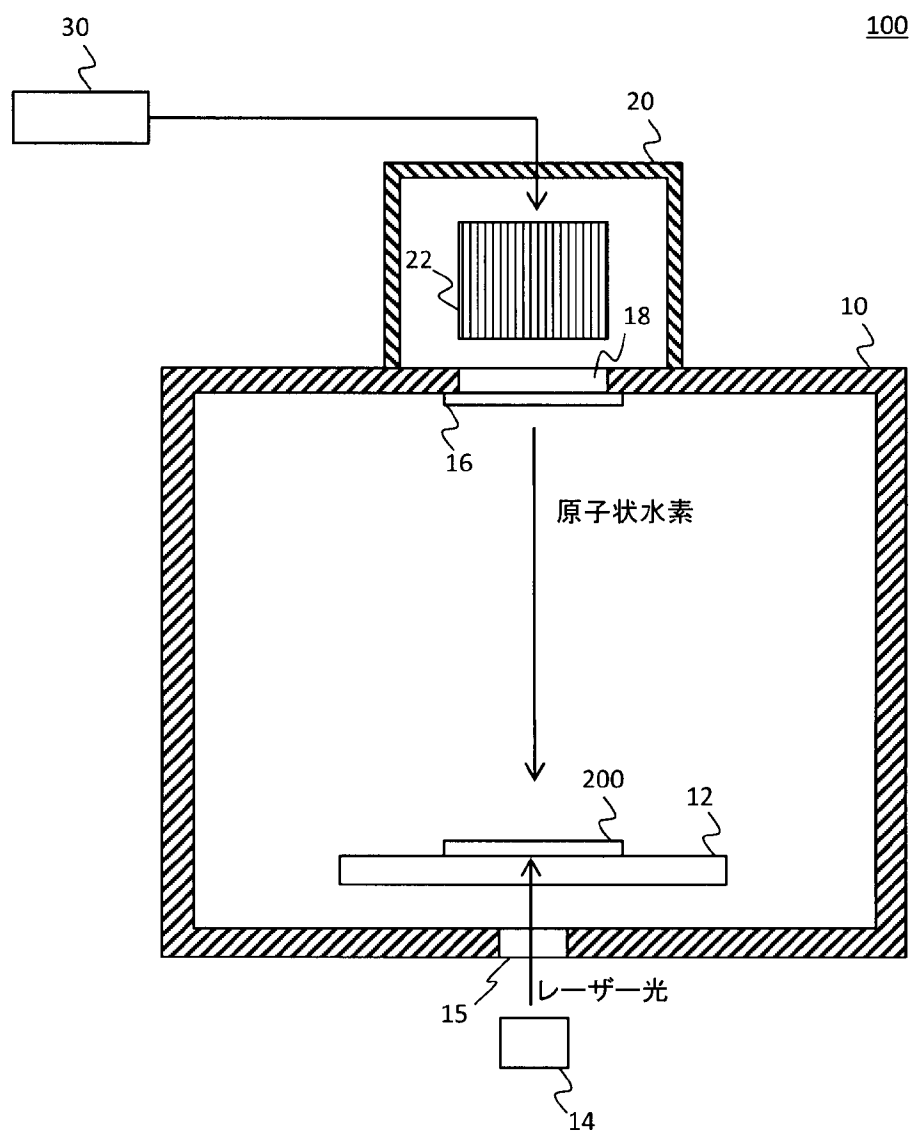
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/071723

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/302(2006.01)i, H01L21/205(2006.01)i, H01L21/268(2006.01)i,
H01L21/324(2006.01)i, H01L21/336(2006.01)i, H01L29/12(2006.01)i,
H01L29/78(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)

H01L21/302, H01L21/205, H01L21/268, H01L21/324, H01L21/336, H01L29/12,
H01L29/78

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 A	JP 2003-234301 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 22 August 2003 (22.08.2003), paragraphs [0185] to [0223]; fig. 6 & US 2003/0080384 A1 & EP 1306890 A2 & KR 10-2003-0034027 A & CN 1414605 A	1-6 7
A	JP 2005-317670 A (Japan Science and Technology Agency), 10 November 2005 (10.11.2005), paragraph [0025]; fig. 1 (Family: none)	1-7

☐ 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
20 August 2015 (20.08.15)

Date of mailing of the international search report
01 September 2015 (01.09.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/302(2006.01)i, H01L21/205(2006.01)i, H01L21/268(2006.01)i, H01L21/324(2006.01)i,
H01L21/336(2006.01)i, H01L29/12(2006.01)i, H01L29/78(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（I P C））

Int.Cl. H01L21/302, H01L21/205, H01L21/268, H01L21/324, H01L21/336, H01L29/12, H01L29/78

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 A	JP 2003-234301 A（松下電器産業株式会社） 2003.08.22, 段落 0185-0223, 図 6 & US 2003/0080384 A1 & EP 1306890 A2 & KR 10-2003-0034027 A & CN 1414605 A	1-6 7
A	JP 2005-317670 A（独立行政法人科学技術振興機構） 2005.11.10, 段落 0025, 図 1 (ファミリーなし)	1-7

☐ 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

2 0 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

正山 旭

5 O

5 5 8 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 9