

(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
2019年9月6日(06.09.2019)



(10) 国際公開番号

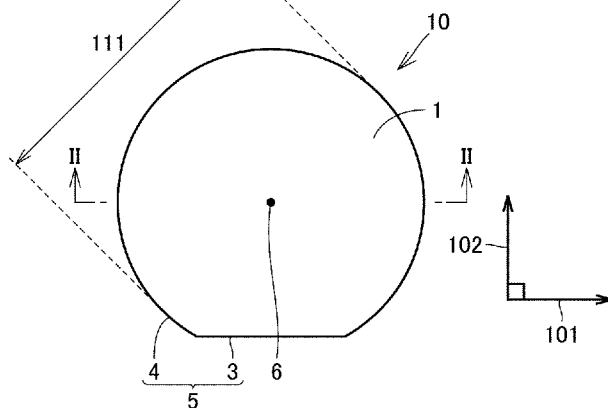
WO 2019/167337 A1

- (51) 国際特許分類:
C30B 29/36 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/040073
- (22) 国際出願日: 2018年10月29日(29.10.2018)
- (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 2018-036553 2018年3月1日(01.03.2018) JP
- (71) 出願人: 住友電気工業株式会社
(**SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.**)
[JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜
四丁目5番33号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 沖田 恭子(**OKITA, Kyoko**); 〒5410041
大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 本
家 翼(**HONKE, Tsubasa**); 〒5410041 大阪府大
阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電
気工業株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(**FUKAMI
PATENT OFFICE, P.C.**); 〒5300005 大阪府大
阪市北区中之島三丁目2番4号 中之島フェス
ティバルタワー・ウエスト Osaka (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,

(54) Title: SILICON CARBIDE SUBSTRATE

(54) 発明の名称: 炭化珪素基板

FIG.1



(57) Abstract: This silicon carbide substrate includes a first major plane and a second major plane opposite the first major plane, and is composed of a polytype 4H silicon carbide. The first major plane has a maximum diameter of 140 mm or more. The first major plane is a {0001} plane or a plane inclined relative to the {0001} plane at an off angle of greater than 0° and 8° or less. In the first major plane, the average value of the full width at half maximum of a peak that corresponds to a return mode of a vertical optical branch of a Raman spectrum of the silicon carbide substrate is less than 2.5 cm⁻¹, and the standard deviation of the full width at half maximum is 0.06 cm⁻¹ or less.

(57) 要約: 本開示に係る炭化珪素基板は、第1主面と、第1主面の反対側にある第2主面とを備え、かつポリタイプ4Hの炭化珪素により構成された炭化珪素基板である。第1主面の最大径は、140mm以上である。第1主面は、{0001}面または{0001}面に対して0°より大きく8°以下のオフ角で傾斜した面である。第1主面の面内において、炭化珪素基板のラマンスペクトルの縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークの半値幅の平均値は、2.5cm⁻¹未満であり、かつ半値幅の標準偏差は0.06cm⁻¹以下である。

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：炭化珪素基板

技術分野

[0001] 本開示は、炭化珪素基板に関する。本出願は、2018年3月1日出願した日本特許出願である特願2018-036553号に基づく優先権を主張する。当該日本特許出願に記載された全ての記載内容は、参照によって本明細書に援用される。

背景技術

[0002] 特開2016-164120号公報（特許文献1）には、ラマン指数が0.03以上0.2以下である炭化珪素単結晶ウェハが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2016-164120号公報

発明の概要

[0004] 本開示に係る炭化珪素基板は、第1主面と、第1主面の反対側にある第2主面とを備え、かつポリタイプ4Hの炭化珪素により構成された炭化珪素基板である。第1主面の最大径は、140mm以上である。第1主面は、{0001}面または{0001}面に対して 0° より大きく 8° 以下のオフ角で傾斜した面である。第1主面の面内において、炭化珪素基板のラマンスペクトルの縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークの半値幅の平均値は、 2.5 cm^{-1} 未満であり、かつ半値幅の標準偏差は 0.06 cm^{-1} 以下である。

図面の簡単な説明

[0005] [図1]図1は、本実施形態に係る炭化珪素基板の構造を示す平面模式図である。

[図2]図2は、図1のI-I線に沿った矢視断面模式図である。

[図3]図3は、ラマンスペクトルの測定装置の構成を示す模式図である。

[図4]図4は、ラマンスペクトルの測定方法を示す平面模式図である。

[図5]図5は、ラマンスペクトルの一例を示す図である。

[図6]図6は、位置P (n, m) の正方領域で測定されたラマンスペクトルの一例を示す図である。

[図7]図7は、縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークのシフト量と測定位置との関係を示す図である。

[図8]図8は、ピークの半値幅と測定位置との関係を示す図である。

[図9]図9は、本実施形態に係る炭化珪素基板の製造方法を示すフローチャートである。

[図10]図10は、本実施形態に係る炭化珪素基板の製造方法の第1工程を示す断面模式図である。

[図11]図11は、本実施形態に係る炭化珪素基板の製造方法の第1工程を示す平面模式図である。

[図12]図12は、本実施形態に係る炭化珪素基板の製造方法の第2工程を示す断面模式図である。

[図13]図13は、本実施形態に係る炭化珪素基板上に炭化珪素エピタキシャル層を形成する工程を示す断面模式図である。

[図14]図14は、比較例に係る炭化珪素基板上に炭化珪素エピタキシャル層を形成する工程を示す平面模式図である。

発明を実施するための形態

[0006] [本開示が解決しようとする課題]

本開示の目的は、炭化珪素エピタキシャル層の品質を向上可能な炭化珪素基板を提供することである。

[本開示の効果]

本開示によれば、炭化珪素エピタキシャル層の品質を向上可能な炭化珪素基板を提供することができる。

[本開示の実施形態の説明]

(1) 本開示に係る炭化珪素基板は、第1主面と、第1主面の反対側にあ

る第2主面とを備え、かつポリタイプ4Hの炭化珪素により構成された炭化珪素基板である。第1主面の最大径は、140mm以上である。第1主面は、 $\{0001\}$ 面または $\{000\bar{1}\}$ 面に対して 0° より大きく 8° 以下のオフ角で傾斜した面である。第1主面の面内において、炭化珪素基板のラマンスペクトルの縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークの半値幅の平均値は、 2.5 cm^{-1} 未満であり、かつ半値幅の標準偏差は 0.06 cm^{-1} 以下である。

[0007] (2) 上記(1)に係る炭化珪素基板によれば、炭化珪素基板の厚みは、 $300\mu\text{m}$ 以上 $600\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[本開示の実施形態の詳細]

以下、図面に基づいて本開示の実施形態を説明する。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。本明細書中の結晶学的記載においては、個別方位を $[\]$ 、集合方位を $\langle \rangle$ 、個別面を $(\)$ 、集合面を $\{ \}$ でそれぞれ示している。また、負の指数については、結晶学上、“ $-$ ” (バー) を数字の上に付けることになっているが、本明細書中では、数字の前に負の符号を付けている。

[0008] まず、本実施形態に係る炭化珪素基板10の構成について説明する。

図1および図2に示されるように、本実施形態に係る炭化珪素基板10は、第1主面1と、第2主面2と、外周面5とを主に有している。第2主面2は、第1主面1の反対側にある。炭化珪素基板10は、ポリタイプ4Hの炭化珪素により構成されている。炭化珪素基板10は、たとえば窒素(N)などのn型不純物を含んでいる。炭化珪素基板10の導電型は、たとえばn型である。炭化珪素基板10のn型不純物の濃度は、たとえば $1 \times 10^{17}\text{ cm}^{-3}$ 以上 $1 \times 10^{20}\text{ cm}^{-3}$ 以下である。

[0009] 図1に示されるように、第1主面1の最大径111は、140mm以上である。第1主面1の最大径111は、特に限定されないが、たとえば160mm以下であってもよいし、200mm以下であってもよいし、250mm以下であってもよいし、300mm以下であってもよい。最大径111とは

、第1主面1に対して垂直な方向から第1主面1を見た場合に、第1主面1の外縁における任意の2つの位置を繋ぐ線分の内、最大の長さを有する線分の長さである。図2に示されるように、炭化珪素基板10の厚み112は、たとえば $300\mu\text{m}$ 以上 $600\mu\text{m}$ 以下である。炭化珪素基板10の厚み112は、特に限定されないが、たとえば $350\mu\text{m}$ 以上であってもよいし、 $400\mu\text{m}$ 以上であってもよい。炭化珪素基板10の厚み112は、特に限定されないが、たとえば $550\mu\text{m}$ 以下であってもよいし、 $500\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0010] 第1主面1は、 $\{0001\}$ 面または $\{0001\}$ 面に対して 0° より大きく 8° 以下のオフ角 θ （図2参照）で傾斜した面である。オフ角 θ は、たとえば 1° 以上であってもよいし、 2° 以上であってもよい。オフ角 θ は、 7° 以下であってもよいし、 6° 以下であってもよい。具体的には、第1主面1は、 (0001) 面または (0001) 面に対して 0° より大きく 8° 以下のオフ角 θ で傾斜した面であってもよい。第1主面1は、 $(000-1)$ 面または $(000-1)$ 面に対して 0° より大きく 8° 以下のオフ角 θ で傾斜した面であってもよい。第1主面1の傾斜方向は、たとえば $\langle 11-20 \rangle$ 方向である。図2において、一点鎖線で示された面11は、 $\{0001\}$ 面である。

[0011] 図1に示されるように、外周面5は、たとえば第1フラット3と、円弧状部4とを有していてもよい。第1主面1の中心6は、円弧状部4に沿った円弧を含む円の中心である。第1フラット3は、たとえば第1方向101に沿って直線状に広がって存在する。円弧状部4は、第1フラット3に連なる。外周面5は、たとえば第2方向102に沿って直線状に広がって存在する第2フラット（図示せず）を有していてもよい。第2方向102は、たとえば $\langle 1-100 \rangle$ 方向である。第1方向101は、第1主面1に対して平行であり、かつ第2方向102に対して垂直な方向である。第1方向101は、たとえば $\langle 11-20 \rangle$ 方向である。

[0012] 第1主面1は、たとえばエピタキシャル層形成面である。別の観点から言

えば、第1主面1上に炭化珪素エピタキシャル層20（図13参照）が設けられる。第2主面2は、たとえばドレイン電極形成面である。別の観点から言えば、第2主面2上にMOSFET（Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor）のドレイン電極（図示せず）が形成される。

[0013] 次に、炭化珪素基板10のラマンスペクトルを測定するためのラマン分光装置の構成について説明する。

[0014] 図3に示されるように、ラマン分光装置30は、たとえば光源32と、対物レンズ31と、分光器33と、ステージ34と、ビームスプリッター35と、検出器38とを主に有している。ラマン分光装置30としては、たとえばHORIBA JOBIN YVON社製のLabRAM HR-800を使用することができる。光源32は、たとえばYAG（Yttrium Aluminum Garnet）レーザーである。光源32の励起波長は、たとえば532nmである。レーザー照射強度は、たとえば0.1mWである。測定方法は、たとえば後方散乱測定である。対物レンズ31の倍率は50倍である。測定領域の直径は、たとえば1μmである。積算時間は、たとえば5秒である。積算回数は、たとえば10回である。グレーティングは、2400gr/mmである。

[0015] 次に、炭化珪素基板10のラマンスペクトルを測定する方法について説明する。

まず、光源32のYAGレーザーから入射光36が放射される。図3の矢印61に示されるように、入射光36は、ビームスプリッター35により反射され、炭化珪素基板10の第1主面1に向かって入射される。ラマン分光装置30は、たとえば共焦点光学系を採用している。共焦点光学系においては、対物レンズ31の焦点と共役な位置に円形の開口を有する共焦点アパーチャ（図示せず）が配置されている。これにより、焦点の合った位置（高さ）のみの光を検出することができる。

[0016] 図3の矢印62に示されるように、炭化珪素基板10によって散乱された

ラマン散乱光は、ビームスプリッター 35 を通り、分光器 33 に導入される。分光器 33 において、ラマン散乱光が波数毎に分解される。波数毎に分解されたラマン散乱光が検出器 38 によって検出される。これにより、横軸を波数とし、かつ縦軸をラマン散乱光の強度としたラマンスペクトルが得られる。ステージ 34 は、炭化珪素基板 10 の第 1 主面 1 に平行な方向（矢印 63 の方向）に移動することができる。

[0017] 図 4 に示されるように、第 1 主面 1 が、たとえば一辺が 10 mm の複数の正方領域に区分される。具体的には、第 1 主面上に仮想の長方形を重ね合わせる。長方形の長手方向における長さは、たとえば 130 mm である。長方形の短手方向における長さは、たとえば 120 mm である。長方形の長手方向は、たとえば第 1 方向 101 に平行である。長方形の短手方向は、たとえば第 2 方向 102 に平行である。

[0018] 図 4 に示されるように、第 1 主面に対して垂直な方向から見て、長方形の 4 つの角部が外周面 5 からみえるように配置される。130 mm × 120 mm の長方形は、一辺が 10 mm である 156 個（13 × 12）の正方領域に区分される。156 個の正方領域の内、図 4 の右下にある 1 個の正方領域と、図 4 の左下にある 1 個の正方領域と、図 4 の右上にある 3 個の正方領域と、図 4 の左上にある 3 個の正方領域は、第 1 主面とは重ならない部分を有する。156 個の正方領域から、第 1 主面とは重ならない部分を有する 8 個の正方領域を除いた 148 個の正方領域は、完全に第 1 主面と重なる領域である。第 1 主面は、たとえば上記 148 個の一辺が 10 mm の正方領域に区分される。

[0019] 図 4 の左下に位置する正方領域の位置は、たとえば位置 P（1， 1）とされる。位置 P（1， 1）の右側の隣り（第 1 方向 101 における隣り）は、位置 P（2， 1）である。位置 P（2， 1）の右隣りは位置 P（3， 1）であり、その右隣りは位置 P（4， 1）である。図 4 の右下に位置する正方領域の位置は、位置 P（13， 1）である。位置 P（1， 1）の上側の隣り（第 2 方向 102 における隣り）は、位置 P（1， 2）である。位置 P（1，

2) の右側の隣り (第 1 方向 1 0 1 における隣り) は位置 P (2, 2) であり、その右隣りは位置 P (3, 2) である。位置 P (1, 2) の上側の隣り (第 2 方向 1 0 2 における隣り) は、位置 P (1, 3) である。位置 P (1, 3) の右側の隣り (第 1 方向 1 0 1 における隣り) は、位置 P (2, 3) である。以上のように、位置 P (1, 1) を基準として、右側 (第 1 方向 1 0 1 側) に n 番目であり、かつ上側 (第 2 方向 1 0 2 側) に m 番目である正方領域は、位置 P (n, m) に位置する。

[0020] 図 4 に示されるように、たとえばまず位置 P (2, 1) の正方領域に入射光 3 6 の焦点が合わせられ、位置 P (2, 1) の正方領域の測定領域 3 7 におけるラマンスペクトルが測定される。入射光 3 6 の焦点は、位置 P (2, 1) の正方領域の中心に合わせられる。ラマン散乱光の測定領域 3 7 は、正方領域の中心を含む直径約 $1\ \mu\text{m}$ の領域である。次に、ステージ 3 4 が第 1 主面に平行な方向 (たとえば図 4 の左側) に移動させられ、入射光 3 6 の焦点が位置 P (3, 1) の正方領域に移動する。これにより、位置 P (3, 1) の正方領域におけるラマンスペクトルが測定される。以上の工程を繰り返すことにより、位置 P (2, 1) の正方領域から位置 P (12, 1) の正方領域までの各々におけるラマンスペクトルが測定される。

[0021] 次に、ステージ 3 4 が第 1 主面に平行な方向 (たとえば図 4 の上側) に移動させられ、入射光 3 6 の焦点が位置 P (1, 2) の正方領域に移動する。これにより、位置 P (1, 2) の正方領域におけるラマンスペクトルが測定される。以上のように、第 1 方向 1 0 1 に平行な方向と第 2 方向 1 0 2 に平行な方向とに入射光 3 6 の焦点を移動させることにより、上記 148 個の正方領域の各々におけるラマンスペクトルが測定される。なお上記 148 個の全ての正方領域においてラマンスペクトルが測定されればよく、ラマンスペクトルの測定の順序は特に限定されない。

[0022] 図 5 は、炭化珪素基板 1 0 のラマンスペクトルの一例を示している。図 5 の横軸は、波数 (ラマンシフト) である。図 5 の縦軸は、ラマン散乱光の強度 (ラマン強度) である。光源 3 2 の励起光の波長は、514.5 nm であ

る。ラマンシフトとは、励起光の波数と被測定物のラマン散乱光の波数との差である。被測定物がポリタイプ4 Hの炭化珪素の場合、ラマンスペクトルにおいて主に4つのピークが観測される。第1ピーク4 1は、縦波光学（LO）分岐の折り返しモードに起因するラマン散乱光である。第1ピーク4 1は、たとえば 964 cm^{-1} 付近に出現する。第2ピーク4 2は、横波光学（TO）分岐の折り返しモードに起因するラマン散乱光である。第2ピーク4 2は、たとえば 776 cm^{-1} 付近に出現する。第3ピーク4 3は、縦波音響（LA）分岐の折り返しモードに起因するラマン散乱光である。第3ピーク4 3は、たとえば 610 cm^{-1} 付近に出現する。第4ピーク4 4は、横波音響（TA）分岐の折り返しモードに起因するラマン散乱光である。第4ピーク4 4は、たとえば 196 cm^{-1} 付近に出現する。

[0023] 図6の実線で示すラマンプロファイルは、位置P（ n ， m ）の正方領域（図4参照）で測定されたラマンスペクトルを示している。当該ラマンスペクトルを用いて、縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピーク4 1の波数 ν （ n ， m ）が求められる。同様に、当該ピーク4 1の半値幅 Δ （ n ， m ）が求められる。なお縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピーク4 1とは、縦型光学分岐の折り返しモードに起因して発生するラマンプロファイルのピークである。図6の一点鎖線で示すラマンプロファイル5 0は、応力が0であるポリタイプ4 Hの炭化珪素のラマンスペクトルの縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークである。当該ピークの波数 ν_0 は、たとえば以下のようにして求めることができる。Leiy結晶（Leiy法で成長した結晶）をラマン測定して求められるラマンスペクトルのピークを応力0の波数 ν_0 とする。Leiy結晶は自然核発生により成長し、不純物が少ないため応力0とみなすことができる。

[0024] スライス加工後の炭化珪素基板1 0の第1主面1付近は、引張応力または圧縮応力が発生している。そのため、位置P（ n ， m ）の正方領域で測定されたラマンプロファイルの縦型光学分岐の折り返しモードに起因するピークを示す波数は、応力が0であるポリタイプ4 Hの炭化珪素のラマンスペクト

ルの縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークを示す波数 ν_0 からシフトする。測定領域に引張応力が発生していると、測定領域のラマンプロファイルの縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークを示す波数は、マイナス側にシフトする。反対に、測定領域に圧縮応力が発生していると、測定領域のラマンプロファイルの縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークを示す波数は、プラス側にシフトする。このように、ピークのシフト量 $S(n, m)$ を求めることにより、測定領域の応力を定量的に評価することができる。

[0025] 炭化珪素基板のラマンスペクトルの縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークを示す波数から、応力が0であるポリタイプ4Hの炭化珪素のラマンスペクトルの縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークを示す波数を差し引いた値の絶対値が、上述のシフト量 $S(n, m)$ である。図7は、第1主面内におけるピークのシフト量の分布（面内分布）を示している。図7に示されるように、実線で囲った領域内の148個の正方領域において、ピークのシフト量 $S(n, m)$ が求められる。

[0026] ここで、 n は1から13までの整数であり、 m は1から12までの整数であるが、 (n, m) が $(1, 1)$ 、 $(13, 1)$ 、 $(1, 11)$ 、 $(1, 12)$ 、 $(2, 12)$ 、 $(12, 12)$ 、 $(13, 11)$ 、 $(13, 12)$ である位置のピークのシフト量 $S(n, m)$ は除外される。上記複数（148個）の正方領域におけるピークのシフト量の平均値と標準偏差は、第1主面1内におけるピークのシフト量の平均値と標準偏差である。

[0027] 次に、炭化珪素の縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークの半値幅が求められる。具体的には、上記複数（148個）の正方領域におけるラマンスペクトルの縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークの半値幅 $\Delta(n, m)$ が求められる。半値幅 $\Delta(n, m)$ は、具体的には、半値全幅（FWHM: Full Width at Half Maximum）である。なお当該ピークの半値幅は、正方領域内における応力分布の指標である。当該ピークの半値幅が小さいと測定範囲内における応力分布は小さい。

反対に、当該ピークの半値幅が大きいと測定範囲内における応力分布は大きい。このように、ラマンスペクトルの縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークの半値幅を求めることにより、測定領域内の応力のばらつきを定量的に評価することができる。

[0028] 図8は、第1主面内における半値幅の分布（面内分布）を示している。図8に示されるように、実線で囲った領域内の148個の正方領域において、半値幅 $\Delta(n, m)$ が求められる。ここで、 n は1から13までの整数であり、 m は1から12までの整数であるが、 (n, m) が $(1, 1)$ 、 $(13, 1)$ 、 $(1, 11)$ 、 $(1, 12)$ 、 $(2, 12)$ 、 $(12, 12)$ 、 $(13, 11)$ 、 $(13, 12)$ である位置の半値幅 $\Delta(n, m)$ は除外される。

[0029] 次に、半値幅の平均値と標準偏差が計算される。上記複数（148個）の正方領域における炭化珪素基板のラマンスペクトルの縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークの半値幅の平均値および標準偏差は、第1主面1内における半値幅の平均値と標準偏差である。第1主面1内における炭化珪素基板のラマンスペクトルの縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークの半値幅の平均値は、 2.5 cm^{-1} 未満であり、かつ半値幅の標準偏差は 0.06 cm^{-1} 以下であってもよい。第1主面1内における炭化珪素基板のラマンスペクトルの縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークの半値幅の平均値は、 2.45 cm^{-1} 未満であってもよい。第1主面1内における炭化珪素基板のラマンスペクトルの縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークの半値幅の標準偏差は 0.05 cm^{-1} 以下であってもよい。

[0030] 次に、本実施形態に係る炭化珪素基板10の製造方法について説明する。

図9に示されるように、まずスライス工程（S10）が実施される。具体的には、たとえば昇華法によりポリタイプ4Hの炭化珪素単結晶から構成されたインゴットが形成される。インゴットが整形された後、インゴットがワイヤーソー装置によりスライスされる。これにより、炭化珪素基板10がインゴットから切り出される。ソーワイヤーの表面にはダイヤモンド砥粒が固

着されている。ダイヤモンド砥粒の径は、たとえば $15\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下である。ソーワイヤーの径は、たとえば $120\mu\text{m}$ である。ソーワイヤーの線速は、たとえば $800\text{m}/\text{分}$ 以上 $1500\text{m}/\text{分}$ 以下である。ソーワイヤーの張力は、たとえば 18N である。

[0031] 炭化珪素基板10は、ポリタイプ4Hの六方晶炭化珪素から構成されている。炭化珪素基板10は、第1主面1と、第1主面1の反対側にある第2主面2とを有する。第1主面1は、たとえば $\{0001\}$ 面に対して $\langle 11-20 \rangle$ 方向に 4° 以下オフした面である。具体的には、第1主面1は、たとえば (0001) 面に対して 4° 以下程度の角度だけオフした面である。第2主面2は、たとえば $(000-1)$ 面に対して $\langle 11-20 \rangle$ 方向に 4° 以下程度の角度だけオフした面である。

[0032] 図10に示されるように、炭化珪素基板10は、第1領域7と、中間領域8と、第2領域9とを有している。第1領域7は、第1主面1を含む領域である。第2領域9は、第2主面2を含む領域である。中間領域8は、第1領域7と第2領域9との間の領域である。上記スライス工程において、第1領域7および第2領域9の各々に対しては加工ダメージが加えられる。そのため、第1領域7および第2領域9の各々は、中間領域8よりも歪んでいる。上記加工ダメージによる歪み等により、スライス工程後の炭化珪素基板10は湾曲していることがある。第1主面1は、たとえば凹面 (concave surface) となるように湾曲している。第2主面2は、たとえば凸面 (convex surface) となるように湾曲している。図11に示されるように、炭化珪素基板10の第1主面1には、第1主面1に対して垂直な方向から見て略円状の歪領域51が点在していてもよい。歪領域51は、加工ダメージが残留した領域である。歪領域51は、歪領域51の周りの領域と応力が異なっている。

[0033] 次に、エッチング工程 (S20) が行われる。具体的には、水酸化カリウム (KOH) と、過マンガン酸カリウム (KMnO_4) と、純水とが混合されて調製されたエッチング液に、炭化珪素基板10全体が浸漬されることにより、炭化珪素基板10がエッチングされる。エッチング液の体積比率は、K

OH : KMnO_4 : 純水 = 5 ~ 15 : 1 ~ 3 : 20 ~ 30 である。エッチング液の温度は、たとえば 70℃ 以上 95℃ 以下である。これにより、炭化珪素基板 10 の表面が 1 μm 以上 5 μm 以下程度エッチングされる。エッチングにより、炭化珪素基板 10 の厚み方向における応力の分布が低減される。結果として、炭化珪素基板 10 の反りが低減される（図 12 参照）。第 1 主面 1 は、第 2 主面 2 とほぼ平行になる。

[0034] 次に、表面処理工程（S30）が実施される。具体的には、炭化珪素基板 10 がオゾン水の中に約 20 分間浸漬される。オゾン水は容器に入れられている。容器に対してオゾン水が一定の流量で供給されており、オゾン水は掛け捨てになっている。別の観点から言えば、炭化珪素基板 10 がオゾン水に浸漬している間、オゾン水は容器からオーバーフローしている。オゾン水の温度は、たとえば 25℃（室温）とされる。オゾン水の pH は、たとえば 7.0（中性）である。オゾン水の濃度は、たとえば 80 mg/L である。オゾン水の流量は、たとえば毎分 1.5 L である。これにより、第 1 主面 1 および第 2 主面 2 の各々が酸化される。結果として、第 1 主面 1 および第 2 主面 2 の各々の親水性が高められる。

[0035] 次に、両面機械研磨工程（S40）が実施される。具体的には、第 1 主面 1 が第 1 定盤（図示せず）に対向し、かつ第 2 主面 2 が第 2 定盤（図示せず）に対応するように炭化珪素基板 10 が第 1 定盤と第 2 定盤との間に配置される。次に、第 1 主面 1 と第 1 定盤の間および第 2 主面 2 と第 2 定盤との間にスラリーが導入される。スラリーは、たとえばダイヤモンド砥粒と水とを含む。ダイヤモンド砥粒の径は、たとえば 1 μm 以上 3 μm 以下である。第 1 定盤によって第 1 主面 1 に荷重が加えられ、かつ第 2 定盤によって第 2 主面 2 に荷重が加えられることにより、炭化珪素基板 10 の両面に対して機械研磨が行われる。

[0036] 次に、化学機械研磨工程（S50）が実施される。具体的には、まず炭化珪素基板 10 の第 1 主面 1 において第 1 CMP (Chemical Mechanical Polishing) が行われる。第 1 主面 1 が定盤に対向

するように、炭化珪素基板 10 が研磨ヘッドに保持される。砥粒として酸化アルミニウムが用いられる。砥粒の平均粒径は、180 nm である。酸化剤として、硝酸塩系酸化剤が用いられる。炭化珪素基板 10 に対する荷重（面圧）は、たとえば 250 gf/cm^2 以上 500 gf/cm^2 以下である。定盤の回転数は、たとえば 60 rpm 以上 90 rpm 以下である。研磨ヘッドの回転数は、80 rpm 以上 120 rpm 以下である。

[0037] 次に、炭化珪素基板 10 の第 1 主面 1 において第 2 CMP が行われる。具体的には、砥粒としてコロイダルシリカが用いられる。酸化剤として、バナジン酸塩が添加された過酸化水素水が用いられる。炭化珪素基板 10 に対する荷重（面圧）は、たとえば 300 gf/cm^2 である。これにより、炭化珪素基板 10 の第 1 主面 1 の歪が低減される。以上により、本実施形態に係る炭化珪素基板 10 が製造される（図 1 参照）。

[0038] 次に、本実施形態に係る炭化珪素基板 10 に炭化珪素エピタキシャル層を形成する方法について説明する。

[0039] たとえばホットウォール方式の横型 CVD (Chemical Vapor Deposition) 装置の反応室に炭化珪素基板 10 が配置される。次に、炭化珪素基板 10 が、たとえば 1630°C 程度に昇温される。次に、たとえばシラン (SiH_4) とプロパン (C_3H_8) とアンモニア (NH_3) と水素 (H_2) とを含む混合ガスが反応室に導入される。これにより、炭化珪素基板 10 の第 1 主面 1 に炭化珪素エピタキシャル層 20 が形成される（図 13 参照）。図 13 に示されるように、炭化珪素エピタキシャル層 20 は、第 1 主面 1 に接している。炭化珪素エピタキシャル層は、第 1 主面 1 と反対側に表面 21 を有している。炭化珪素エピタキシャル層 20 の厚みは、たとえば $5 \mu\text{m}$ 以上 $100 \mu\text{m}$ 以下である。

[0040] 次に、本実施形態に係る炭化珪素基板 10 の作用効果について説明する。

炭化珪素基板 10 のシリコン面の化学的性質は、カーボン面の化学的性質とは異なっている。具体的には、シリコン面は疎水性を有するのに対して、カーボン面は親水性を有する。シリコン面においては親水性が低いため、炭

化珪素基板の表面（シリコン面側）と、水を含むスラリーとの接着力（結合力）が弱いのにに対して、カーボン面においては親水性が高いため、炭化珪素基板の表面（カーボン面側）と、水を含むスラリーとの接着力（結合力）が強くなる。そのため、炭化珪素基板 10 に対して両面機械研磨を行う場合、シリコン面に作用する摩擦負荷は、カーボン面に作用する摩擦負荷とは大きく異なる。結果として、炭化珪素基板 10 に対して両面機械研磨を行っている間、炭化珪素基板 10 に振動が発生する場合がある。これにより、ダイヤモンド砥粒が局所的に強く炭化珪素基板 10 の第 1 主面 1 に押し付けられる。その結果、第 1 主面 1 において加工ダメージが強く加えられる領域が点在する。図 11 に示されるように、第 1 主面 1 には、第 1 主面 1 に対して垂直な方向から見て略円状の歪領域 51 が点在している。歪領域 51 は、加工ダメージが残留した領域である。

[0041] 炭化珪素基板 10 の第 1 主面 1 に歪領域 51 が残っていると、炭化珪素基板 10 の第 1 主面 1 上に形成される炭化珪素エピタキシャル層 20 の品質が劣化する場合がある。具体的には、炭化珪素基板 10 を昇温すると、歪領域 51 を起点として直線状のスジが形成されることがある。炭化珪素基板 10 に炭化珪素エピタキシャル層 20 を形成する際、炭化珪素基板 10 の第 1 主面 1 に形成されていた直線状のスジは、第 1 主面 1 上に形成された炭化珪素エピタキシャル層 20 に引き継がれる。結果として、炭化珪素エピタキシャル層 20 の表面 21 に、直線状のスジ 52 が形成される（図 14 参照）。直線状のスジ 52 は、突出部である。直線状のスジ 52 は、たとえば $\langle 1-100 \rangle$ 方向に沿って存在している。表面 21 に対して垂直な方向から見て、直線状のスジ 52 は、歪領域 51 から離れるに幅が小さくなくてもよい。

[0042] 本実施形態に係る炭化珪素基板 10 に対しては、表面処理工程（S30）においてオゾン水により親水化処理が行われている。これにより、シリコン面およびカーボン面の双方が酸化される。結果として、第 1 主面 1 および第 2 主面 2 の双方が親水性を有するようになる。そのため、両面機械研磨を行う場合において、第 1 主面 1 および第 2 主面 2 における負荷の偏りが低減さ

れる。従って、両面機械研磨工程において、炭化珪素基板 10 が振動することを抑制することができる。結果として、第 1 主面 1 の正方領域の各々において、局所的な歪領域 51 の形成が抑制される。

[0043] 正方領域内に歪領域 51 が点在すると、正方領域内における応力分布が大きくなり、ラマンスペクトルの縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークの半値幅が大きくなる。反対に、正方領域内に歪領域 51 が存在しないと、正方領域内における応力分布が小さくなり、当該ピークの半値幅が小さくなる。つまり、第 1 主面 1 の正方領域の各々において、局所的な歪領域 51 の形成が抑制されると、ラマンスペクトルの縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークの半値幅の平均値が小さくなり、かつ半値幅の標準偏差が小さくなる。本実施形態に係る炭化珪素基板 10 によれば、第 1 主面の面内において、炭化珪素基板のラマンスペクトルの縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークの半値幅の平均値は、 2.5 cm^{-1} 未満であり、かつ半値幅の標準偏差は 0.06 cm^{-1} 以下である。これにより、炭化珪素基板 10 上に形成される炭化珪素エピタキシャル層 20 の表面 21 において、直線状のスジ 52 が形成されることを抑制することができる。

実施例

[0044] (サンプル準備)

サンプル 1 ～ 4 に係る炭化珪素基板 10 が準備された。サンプル 1 および 2 に係る炭化珪素基板 10 を比較例とした。サンプル 3 および 4 に係る炭化珪素基板 10 を実施例とした。サンプル 1 および 2 に係る炭化珪素基板 10 に製造方法においては、表面処理工程 (S30) 以外の図 9 の製造工程が実施された。つまりサンプル 1 および 2 に係る炭化珪素基板 10 に製造方法においては、図 9 において表面処理工程 (S30) が実施されなかった。サンプル 3 および 4 に係る炭化珪素基板 10 に製造方法においては、表面処理工程 (S30) を含む全ての図 9 の工程が実施された。サンプル 3 および 4 の炭化珪素基板の表面処理工程 (S30) のオゾン濃度を、それぞれ 40 mg/L および 80 mg/L とした。

(評価方法 1)

ラマン分光法を用いて、サンプル 1～4 に係る炭化珪素基板 10 の第 1 主面 1 の上記 148 個の正方領域 (図 4 参照) において、炭化珪素基板 10 のラマンスペクトルが測定された。当該ラマンスペクトルを用いて、 $\Delta\nu$ (Ne) の面内分布を求めた。同様に、ピークの半値幅 (FWHM) の面内分布を求めた。ここで、 $\Delta\nu$ (Ne) は、ポリタイプ 4 H の炭化珪素の縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークの波数から、ネオンのラマンスペクトルのピークの波数を差し引いた値である。ネオンのラマンスペクトルのピークを示す波数を基準として、炭化珪素の縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークの波数を求めた。縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークおよび当該ピークの半値幅の測定方向は上述の通りである。応力が 0 であるポリタイプ 4 H の炭化珪素のラマンスペクトルの縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークを示す波数からネオンのラマンスペクトルのピークを示す波数を差し引いた値 ($\Delta\nu$ (Ne)₀) は、たとえば -44.25 cm^{-1} である。

(評価結果 1)

[0045] [表 1]

サンプル番号	サンプル 1	サンプル 2	サンプル 3	サンプル 4
基板処理工程 (オゾン濃度)	処理なし	処理なし	処理あり (40mg/L)	処理あり (80mg/L)
FWHM の平均値 (単位: cm^{-1})	2.49	2.53	2.28	2.45
FWHM の標準偏差 (単位: cm^{-1})	0.085	0.076	0.058	0.046
炭化珪素エピタキシャル層の 表面のヘイズ (Haze)	44	42	33	28
炭化珪素エピタキシャル層の 表面の直線状のスジ	B	B	A	A

[0046] 表 1 に示されるように、サンプル 1～4 に係る炭化珪素基板 10 においては、上記複数 (148 個) の正方領域における炭化珪素基板のラマンスペクトルの縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークの半値幅 (FWHM) の平均値は、それぞれ 2.49 cm^{-1} 、 2.53 cm^{-1} 、 2.28 cm^{-1} および 2.45 cm^{-1} であった。ピークの半値幅 (FWHM) の標準偏差は

、それぞれ 0.085 cm^{-1} 、 0.076 cm^{-1} 、 0.058 cm^{-1} および 0.046 cm^{-1} であった。

[0047] 次に、サンプル1～4に係る炭化珪素基板10の第1主面1上にエピタキシャル成長により炭化珪素エピタキシャル層20が形成されることにより、炭化珪素エピタキシャル基板が製造された。炭化珪素エピタキシャル基板の製造条件は上述の通りである。

(評価方法2)

次に、サンプル1～4に係る炭化珪素基板10上に形成された炭化珪素エピタキシャル層20の表面21のヘイズ(Haze)が測定され、直線状のスジが観測された。ヘイズとは、表面粗さの程度を表す指標である。表面21に直線状のスジの数が少なくなるとヘイズの値は小さくなる。完全に平坦な表面21のヘイズは0である。ヘイズの単位は無次元である。ヘイズは、レーザーテック株式会社製のWASAVIシリーズ「SICA 6X」を用いて測定された。具体的には、炭化珪素エピタキシャル基板の表面21に対して水銀キセノンランプなどの光源から波長 546 nm の光が照射され、当該光の反射光が、たとえばCCD(Charge-Coupled Device)等の受光素子により観察された。観察された画像中のある一つの画素の明るさと、当該ある一つの画素の周囲の画素の明るさとの違いが数値化された。ヘイズは、観察された画像が含む複数の画素の明るさの違いを以下の方法により数値化したものである。

[0048] 具体的には、 $1.8\text{ mm} \pm 0.2\text{ mm}$ 角の一つの観察視野を64分割した矩形領域の最大ヘイズ値が導出された。一つの観察視野は、 1024×1024 画素の撮像領域を含む。最大ヘイズ値は、観察視野の水平方向および垂直方向のエッジ強度をSobelフィルタで算出し、その絶対値として導出された。上記手順により、炭化珪素エピタキシャル層20の表面21全体において、各観察視野の最大ヘイズ値が観測された。各観察視野の最大ヘイズ値の平均値が炭化珪素エピタキシャル層20の表面21におけるヘイズ値とされた。

[0049] またサンプル 1～4 に係る炭化珪素基板 10 上に形成された炭化珪素エピタキシャル層 20 の表面 21 における直線状のスジ 52（図 14 参照）の本数が測定された。測定領域は、 $250\mu\text{m} \times 250\mu\text{m}$ の正方領域とした。高さが $0.5\mu\text{m}$ 以上である直線状の突起をスジとして特定した。

（評価結果 2）

表 1 に示されるように、サンプル 1～4 に係る炭化珪素基板 10 上に形成された炭化珪素エピタキシャル層 20 の表面 21 のヘイズは、それぞれ 44、42、33 および 28 であった。またサンプル 1～4 に係る炭化珪素基板 10 上に形成された炭化珪素エピタキシャル層 20 の表面 21 に形成された直線状のスジ 52 の評価結果は、それぞれ B、B、A および A であった。なお評価結果 A は、表面 21 における直線状のスジ 52 の数が 4 本以下であることを意味する。また評価結果 B は、表面 21 における直線状のスジ 52 の数が 5 本以上であることを意味する。

[0050] 以上の結果より、サンプル 3 および 4 に係る炭化珪素基板上に形成された炭化珪素エピタキシャル層 20 は、サンプル 1 および 2 に係る炭化珪素基板上に形成された炭化珪素エピタキシャル層 20 と比較して、品質が向上可能であることが確かめられた。具体的には、サンプル 3 および 4 に係る炭化珪素基板上に形成された炭化珪素エピタキシャル層 20 の表面 21 は、サンプル 1 および 2 に係る炭化珪素基板上に形成された炭化珪素エピタキシャル層 20 の表面 21 と比較して、ヘイズが低減可能であることが確かめられた。またサンプル 3 および 4 に係る炭化珪素基板上に形成された炭化珪素エピタキシャル層 20 の表面 21 は、サンプル 1 および 2 に係る炭化珪素基板上に形成された炭化珪素エピタキシャル層 20 の表面 21 と比較して、直線状のスジ 52 の数が低減可能であることが確かめられた。つまり、第 1 主面の面内において、炭化珪素基板のラマンスペクトルの縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークの半値幅の平均値が 2.5cm^{-1} 未満であり、かつ半値幅の標準偏差が 0.06cm^{-1} 以下である場合において、炭化珪素基板上に形成される炭化珪素エピタキシャル層の品質を向上可能であることが確か

められた。

[0051] 今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、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が含まれることが意図される。

符号の説明

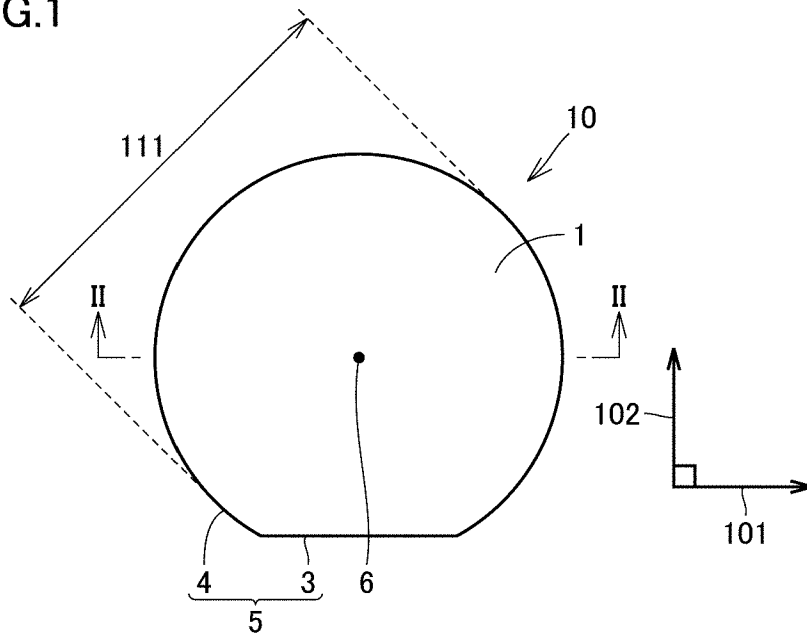
[0052] 1 第1主面、2 第2主面、3 第1フラット、4 円弧状部、5 外周面、6 中心、7 第1領域、8 中間領域、9 第2領域、10 炭化珪素基板、11 面、20 炭化珪素エピタキシャル層、21 表面、30 ラマン分光装置、31 対物レンズ、32 光源、33 分光器、34 ステージ、35 ビームスプリッター、36 入射光、37 測定領域、38 検出器、41 第1ピーク（ピーク）、42 第2ピーク、43 第3ピーク、44 第4ピーク、50 ラマンプロファイル、51 歪領域、52 スジ、61, 62, 63 矢印、101 第1方向、102 第2方向、111 最大径、112 厚み、 θ オフ角。

請求の範囲

- [請求項1] 第1主面と、前記第1主面の反対側にある第2主面とを備え、かつポリタイプ4Hの炭化珪素により構成された炭化珪素基板であって、
前記第1主面の最大径は、140mm以上であり、
前記第1主面は、{0001}面または{0001}面に対して0°より大きく8°以下のオフ角で傾斜した面であり、
前記第1主面の面内において、前記炭化珪素基板のラマンスペクトルの縦型光学分岐の折り返しモードに対応するピークの半値幅の平均値は、 2.5 cm^{-1} 未満であり、かつ前記半値幅の標準偏差は 0.06 cm^{-1} 以下である、炭化珪素基板。
- [請求項2] 前記炭化珪素基板の厚みは、 $300\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $600\text{ }\mu\text{m}$ 以下である、請求項1に記載の炭化珪素基板。

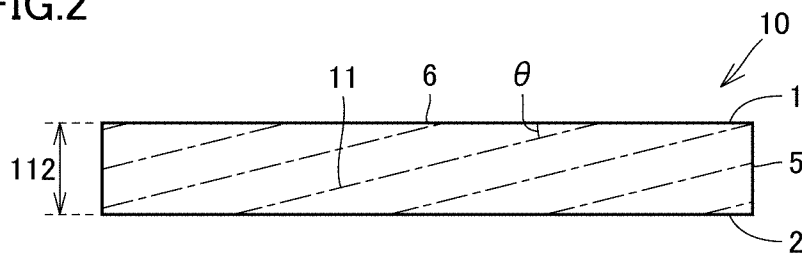
[図1]

FIG.1



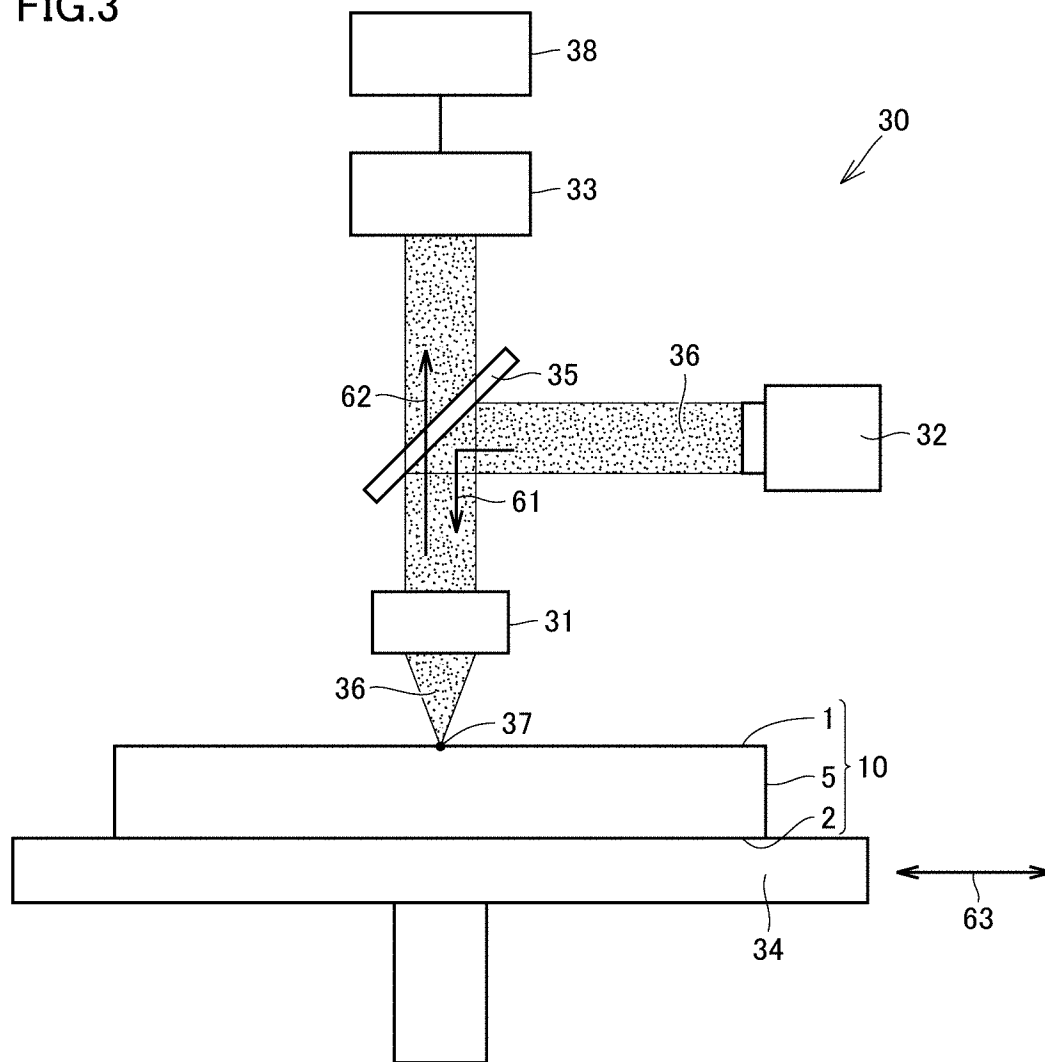
[図2]

FIG.2



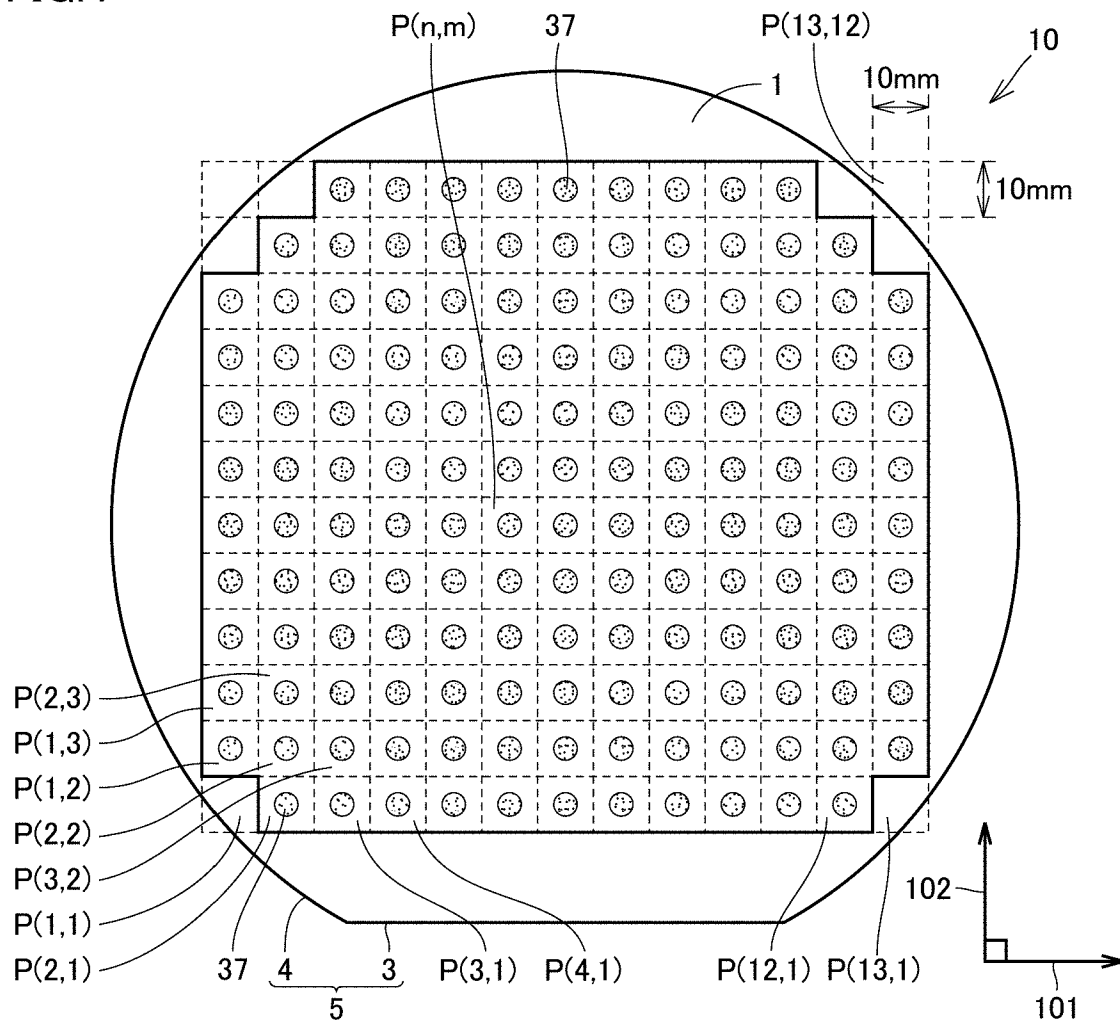
[図3]

FIG.3



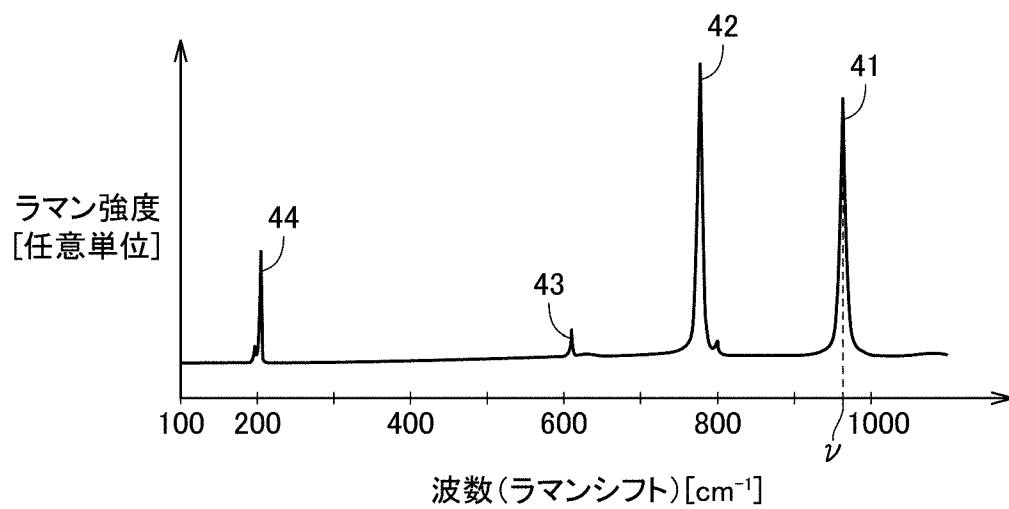
[図4]

FIG.4



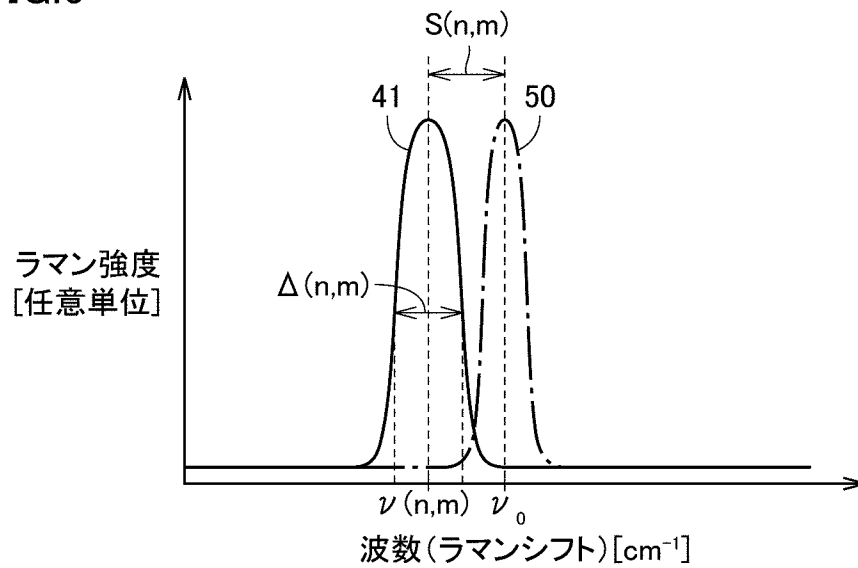
[図5]

FIG.5



[図6]

FIG.6



[図7]

FIG.7

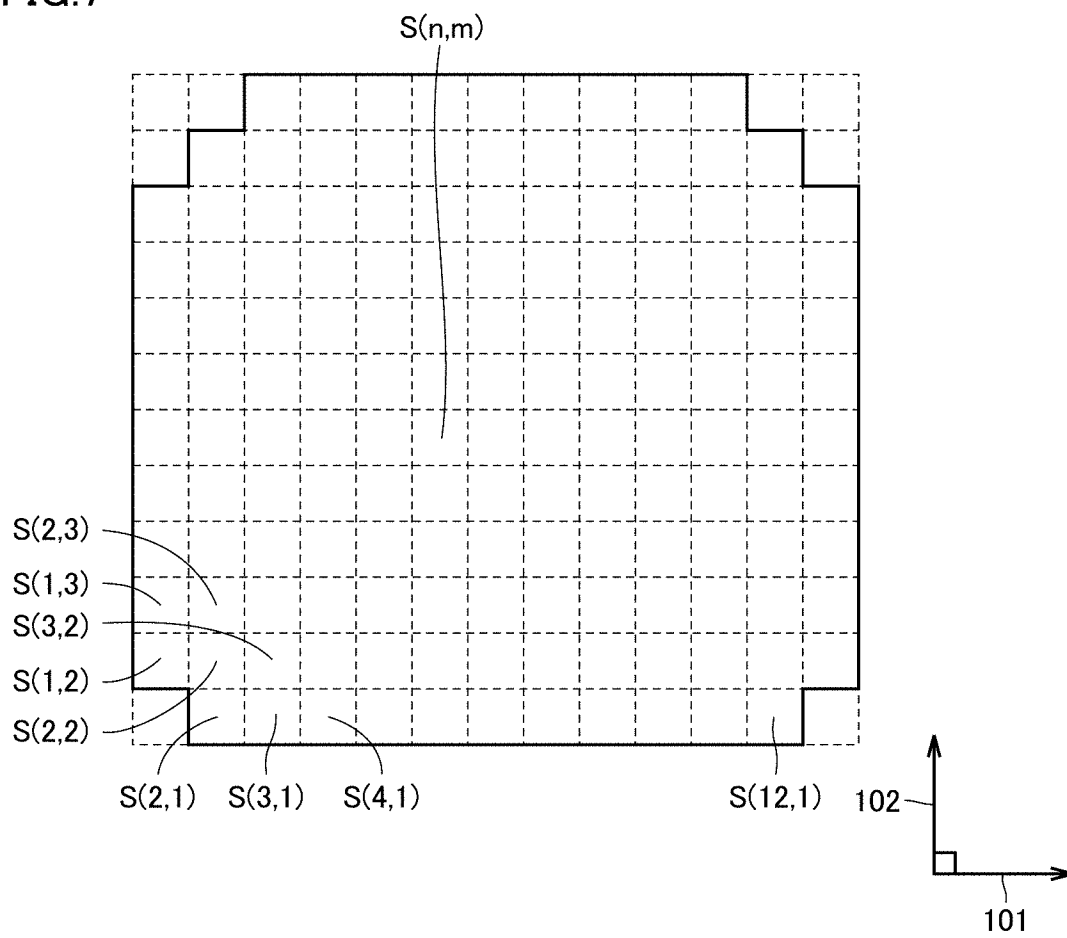
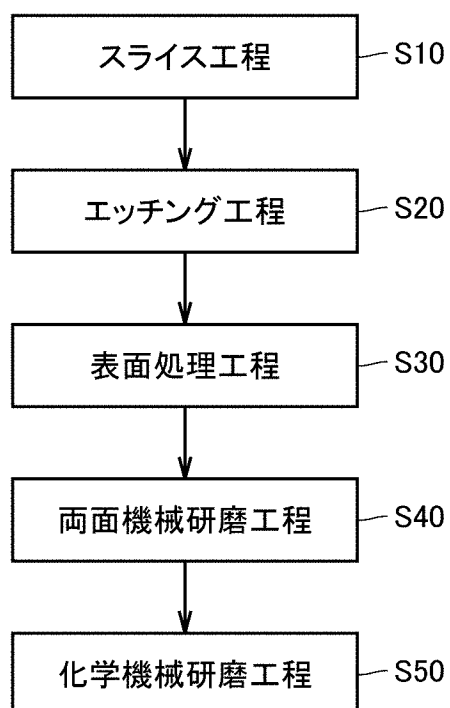
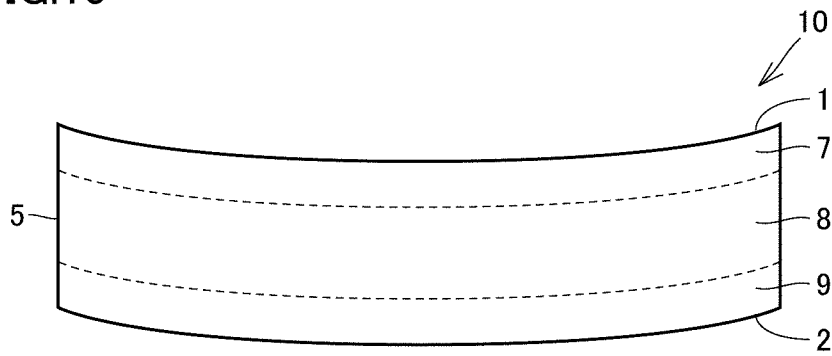


FIG.8



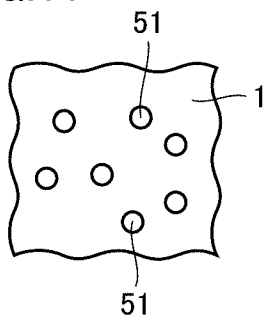
[図10]

FIG.10



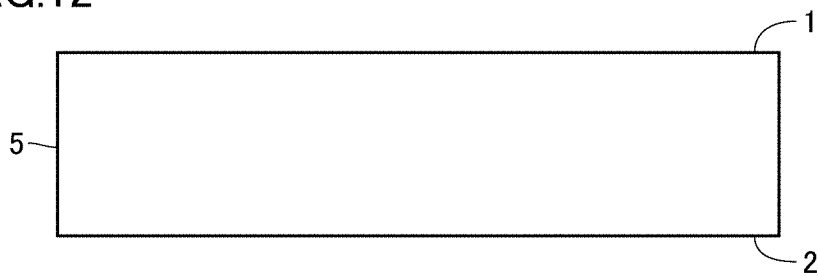
[図11]

FIG.11



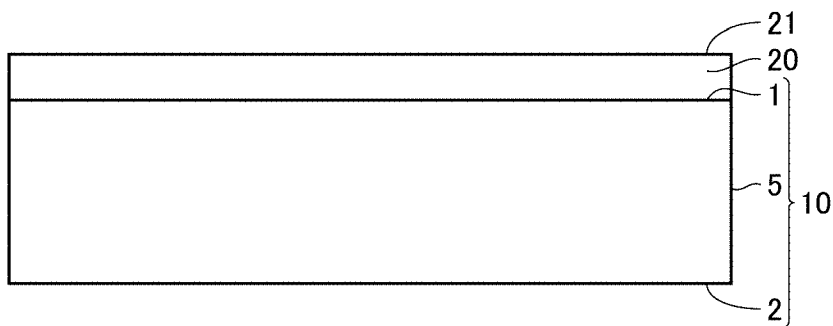
[図12]

FIG.12



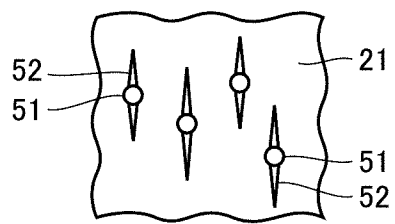
[図13]

FIG.13



[図14]

FIG.14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/040073

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. 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)

Int.Cl. C30B29/36

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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	JP 2017-105697 A (TOYO TANSO CO., LTD.) 15 June 2017, paragraphs [0054]-[0062], [0083], [0091], fig. 2, 3	1-2
Y	& US 2017/0236905 A1, paragraphs [0068]-[0076], [0098], [0106], fig. 2, 3 & US 2018/0069084 A1 & KR 10-2017-0061606 A & TW 201742103 A	1-2
Y	WO 2017/064897 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 20 April 2017, claims, paragraphs [0036], [0037] & JP 2017-75074 A & US 2018/0254323 A1, claims, paragraphs [0040], [0041] & DE 112016004729 T & CN 108026662 A	1-2

☐ 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
15.01.2019

Date of mailing of the international search report
29.01.2019

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. 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（I P C））

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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	JP 2017-105697 A（東洋炭素株式会社）2017.06.15, 段落	1-2
Y	[0054]-[0062], [0083], [0091], [図2], [図3] & US 2017/0236905 A1, 段落[0068]-[0076], [0098], [0106], 図2-3 & US 2018/0069084 A1 & KR 10-2017-0061606 A & TW 201742103 A	1-2
Y	WO 2017/064897 A1（住友電気工業株式会社）2017.04.20, 請求の範囲, 段落[0036]-[0037] & JP 2017-75074 A & US 2018/0254323 A1, 請求の範囲, 段落[0040]-[0041] & DE 112016004729 T & CN 108026662 A	1-2

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

15.01.2019

国際調査報告の発送日

29.01.2019

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）

宮崎 園子

4G

9277

電話番号 03-3581-1101 内線 3416