

(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
2022年9月29日(29.09.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/201635 A1

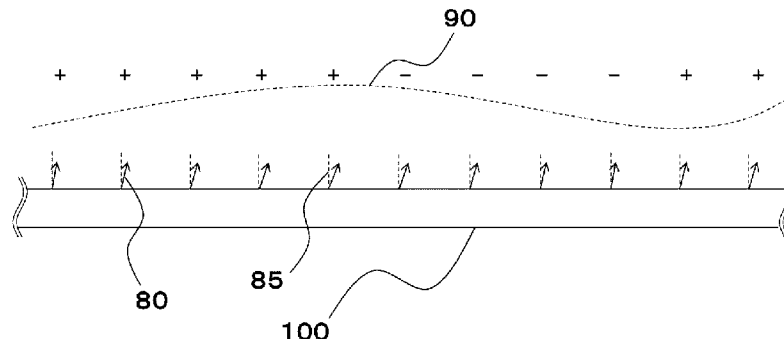
- (51) 国際特許分類:
C30B 29/38 (2006.01) C30B 33/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/042574
- (22) 国際出願日: 2021年11月19日(19.11.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2021-051046 2021年3月25日(25.03.2021) JP
- (71) 出願人: 日本碍子株式会社(NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 坂井 正宏(SAKAI Masahiro); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 今井 克宏(IMAI Katsuhiko); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 小林 弘季(KOBAYASHI Hiroki); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 粉井 孝文(MOMII Takafumi); 〒5300004 大阪府大阪市北区堂島浜1丁目4番4号 アクア堂島東館7階 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, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))

(54) Title: GROUP-III ELEMENT NITRIDE SEMICONDUCTOR SUBSTRATE

(54) 発明の名称: III族元素窒化物半導体基板



(57) Abstract: The present invention provides a group III nitride semiconductor substrate that has a small off-angle distribution. A group III nitride semiconductor substrate according to one embodiment of the present invention comprises a first surface and a second surface, wherein the warp of a crystal plane of the first surface has a plurality of poles.

(57) 要約: オフ角分布が小さいIII族元素窒化物半導体基板を提供する。本発明の一つの実施形態によるIII族元素窒化物半導体基板は、第一面と第二面とを備えるIII族元素窒化物半導体基板であって、該第一面の結晶面の反りが複数の極を有する。



WO 2022/201635 A1

明 細 書

発明の名称：Ⅲ族元素窒化物半導体基板

技術分野

[0001] 本発明はⅢ族元素窒化物半導体基板に関する。

背景技術

[0002] 各種半導体デバイスの基板として、窒化ガリウム（GaN）ウエハ、窒化アルミニウム（AlN）ウエハ、窒化インジウム（InN）ウエハなどのⅢ族元素窒化物半導体基板が用いられている。

[0003] 半導体基板は、第一面と第二面とを備える。第一面を主面、第二面を裏面としたとき、主面は、代表的には、Ⅲ族元素極性面であり、裏面は、代表的には、窒素極性面である。主面上には、エピタキシャル結晶を成長でき、また、各種デバイスを作製できる。

[0004] 具体的には、例えば、サファイア基板などの下地基板上にⅢ族元素窒化物層を成長させて形成し、下地基板をLLO（レーザリフトオフ）技術などによって分離し、Ⅲ族元素窒化物からなる自立基板を得ることが知られている。こうした自立基板の上にGaN、AlGaN、InGaNなどの機能層を成膜することによって、LEDやLDなどの発光素子やパワーデバイスが製造される。最近では、超高輝度LEDやパワーデバイスにおいて、4インチや6インチの大口径下地基板が求められるようになってきている。

[0005] しかし、通常、下地基板からⅢ族元素窒化物層を剥離させた後に、Ⅲ族元素窒化物結晶内部の応力分布や、Ⅲ族元素窒化物層の表裏の転位密度差などに起因して、Ⅲ族元素窒化物層が反ってしまう。

[0006] そこで、Ⅲ族元素窒化物半導体基板の製造において、外形形状が反った基板を平坦化加工すると、この平坦化加工により、結晶面に反りが生じ、オフ角と呼ばれる基板表面の結晶方位が、意図した結晶方位からずれた領域が形成される。そして、基板外周部に近くなるに従って、上記のずれ幅が大きくなり、オフ角分布が発生する（特許文献1）

[0007] III族元素窒化物半導体基板におけるオフ角分布が大きいと、III族元素窒化物半導体基板上に成膜される機能層の表面モフォロジーが荒れたり、機能が場所によって変動したりすることになる。例えば、発光デバイスの場合には、基板内での波長ばらつきが大きくなる問題が発生する。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2000-22212号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 本発明の課題は、オフ角分布が小さいIII族元素窒化物半導体基板を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の一つの実施形態によるIII族元素窒化物半導体基板は、第一面と第二面とを備えるIII族元素窒化物半導体基板であって、該第一面の結晶面の反りが複数の極を有する。

[0011] 一つの実施形態においては、上記第一面の結晶面の基板の中心を通る $\langle 1-20 \rangle$ 方向の結晶面の反りと該 $\langle 1-20 \rangle$ 方向と直交する基板の中心を通る $\langle 1-100 \rangle$ 方向の結晶面の反りが、いずれも複数の極を有する。

[0012] 一つの実施形態においては、上記極の数が3以上である。

[0013] 一つの実施形態においては、上記極において、隣接する極と極の間隔が3mm以上である。

[0014] 一つの実施形態においては、上記III族元素窒化物半導体基板全体のオフ角分布が 0.40° 以下である。

[0015] 一つの実施形態においては、上記III族元素窒化物半導体基板の直径が75mm以上である。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、オフ角分布が小さいⅢ族元素窒化物半導体基板を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板の結晶構造における面方位および結晶面を説明する概略説明図である。

[図2]本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板の代表的な概略斜視図である。

[図3]Ⅲ族元素窒化物層を平坦化加工して平坦なⅢ族元素窒化物半導体基板とする工程を示す代表的な概略断面図である。

[図4]本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板の代表的な概略断面図である。

[図5]本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板の代表的な概略断面図である。

[図6]本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板の製造方法を示す概略説明図である。

[図7]実施例6で用いたセラミックス製の加工定盤の、中心を通る概略断面図である。

発明を実施するための形態

[0018] 本明細書中で「重量」との表現がある場合は、重さを示すS I系単位として慣用されている「質量」と読み替えてもよい。

[0019] 本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板は、代表的には、Ⅲ族元素窒化物結晶からなる自立基板である。本発明の説明において、「自立基板」とは、取り扱う際に自重で変形または破損せず、固形物として取り扱うことのできる基板を意味する。自立基板は発光素子や電力制御素子等の各種半導体デバイスの基板として使用可能である。

[0020] 本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板は、代表的には、ウエハ状（略真円状）である。しかし、必要に応じて、それ以外の形状、例えば、矩形等の形状に加工してもよい。

- [0021] 本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板の直径は、本発明の効果を損なわない範囲で、任意の適切な直径を採用し得る。このような直径としては、例えば、50 mm以上である。本発明の効果をより発現させ得る点で、本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板の直径は、好ましくは75 mm以上であり、より好ましくは100 mm以上である。特に、本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板が、その直径が75 mm以上のいわゆる大口径のⅢ族元素窒化物半導体基板であれば、本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板は、高周波／ハイパワーの電子デバイスへの適用が容易になり、特に、素子サイズが大きくなるような大電力を扱うデバイスへの適用が容易になる。
- [0022] 大口径のⅢ族元素窒化物半導体基板としては、具体的には、例えば、4インチウエハー、6インチウエハー、8インチウエハー、12インチウエハーなどが挙げられる。
- [0023] 本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板は、その厚さ（厚さが一定でない場合は最大厚さ箇所の厚さ）が、好ましくは $300\ \mu\text{m} \sim 1000\ \mu\text{m}$ である。
- [0024] Ⅲ族元素窒化物としては、代表的には、窒化ガリウム（GaN）、窒化アルミニウム（AlN）、窒化インジウム（InN）またはこれらの混晶が挙げられる。これらは、1種のみであってもよいし、2種以上であってもよい。
- [0025] Ⅲ族元素窒化物は、具体的には、 GaN 、 AlN 、 InN 、 $\text{Ga}_x\text{Al}_{1-x}\text{N}$ （ $1 > x > 0$ ）、 $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{N}$ （ $1 > x > 0$ ）、 $\text{Al}_x\text{In}_{1-x}\text{N}$ （ $1 > x > 0$ ）、 $\text{Ga}_x\text{Al}_y\text{In}_z\text{N}$ （ $1 > x > 0$ 、 $1 > y > 0$ 、 $x + y + z = 1$ ）である。これらは、各種のn型ドーパントまたはp型ドーパントでドーピングされていてもよい。
- [0026] p型ドーパントとしては、代表的には、ベリリウム（Be）、マグネシウム（Mg）、ストロンチウム（Sr）、およびカドミウム（Cd）が挙げられる。これらは、1種のみであってもよいし、2種以上であってもよい。

[0027] n型ドーパントとしては、代表的には、シリコン（Si）、ゲルマニウム（Ge）、スズ（Sn）、および酸素（O）が挙げられる。これらは、1種のみであってもよいし、2種以上であってもよい。

[0028] 本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板は、第一面と第二面とを備えるⅢ族元素窒化物半導体基板である。第一面を主面、第二面を裏面としたとき、Ⅲ族元素窒化物半導体基板の面方位がc面側であれば、主面は、代表的には、Ⅲ族元素極性面であり、裏面は、代表的には、窒素極性面である。しかしながら、主面を窒素極性面としてもよいし、裏面をⅢ族元素極性面としてもよい。主面上には、エピタキシャル結晶を成長させることができ、また、各種デバイスを作製することができる。裏面は、サセプタなどによって保持させて、本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板を移送できる。

[0029] 本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板の説明においては、第一面を主面、第二面を裏面として説明する。したがって、本明細書において、「主面」とあるものは「第一面」と読み替えてもよく、「第一面」とあるものは「主面」と読み替えてもよく、「裏面」とあるものは「第二面」と読み替えてもよく、「第二面」とあるものは「裏面」と読み替えてもよい。

[0030] 図1は、本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板の結晶構造における面方位および結晶面を説明する概略説明図である。図1に示した結晶構造において、 $\langle 0001 \rangle$ 方向がc軸方向であり、 $\langle 1-100 \rangle$ 方向がm軸方向であり、 $\langle 11-20 \rangle$ 方向がa軸方向である。正六角柱とみなせる六方晶の上面がc面となり、正六角柱の側壁面がm面となる。

[0031] 図2は、本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板100の代表的な概略斜視図である。図2に示すように、本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板100は、その第一面の法線ベクトルAに対して、c軸（ $\langle 0001 \rangle$ 方向）が傾斜している。すなわち、本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板100は、第一面の法線ベクトルA

に対する c 軸 ($\langle 0001 \rangle$ 方向) の傾斜角であるオフ角 δ を有する。このオフ角 δ は、第一面中の c 軸の場所の結晶状態によって変動し得る。従来の III 族元素窒化物半導体基板においては、一般に、図 2 に示すように、第一面の中心付近から基板外周部に近くなるに従ってオフ角が変動し (図 2 におけるオフ角 δ_1 、オフ角 δ_2)、この結果、第一面全体を見た場合にオフ角分布が発生してしまう。

[0032] 従来の III 族元素窒化物半導体基板において、一般に、第一面全体を見た場合にオフ角分布が発生してしまう原因は、次の通りと考えられる。

[0033] 通常、 III 族元素窒化物半導体基板は、サファイア基板などの下地基板上に III 族元素窒化物層を成長させて形成し、 LLO (レーザリフトオフ) 技術などによって下地基板から III 族元素窒化物層を分離し、そこから III 族元素窒化物半導体基板を得る。この場合、 III 族元素窒化物結晶内部の応力分布や、 III 族元素窒化物層の表裏の転位密度差などに起因して、下地基板から分離した III 族元素窒化物層は凹型に反ってしまうことが多い。ここで、下地基板のオフ角は基板のいずれの箇所においてもほぼ同じ値で、オフ角分布はほぼ均一であるので、その上に成長させて形成した III 族元素窒化物層においても、分離前の状態で、オフ角は層表面のいずれの箇所においても下地基板のオフ角に近く、オフ角分布はほぼ均一である。そして、 III 族元素窒化物層を下地基板から分離することで III 族元素窒化物層が凹型に反った場合も、層表面のどの位置においても、その位置での接平面の法線ベクトルが反りに連動して変動するため、その法線ベクトルに対する c 軸 ($\langle 0001 \rangle$ 方向) の傾斜角であるオフ角は反る前と実質的に変わらず、オフ角分布はほぼ均一である。ここで、反った III 族元素窒化物層から III 族元素窒化物半導体基板を得る場合、図 3 に示すように、従来、反った III 族元素窒化物層 3 を、例えば、加工定盤 50 によって平坦化加工して平坦な III 族元素窒化物半導体基板 100 としている。反った III 族元素窒化物層 3 を平坦化加工して平坦な III 族元素窒化物半導体基板 100 とすると、この平坦化加工によって、基板自体の外形の反りは

解消される。しかし、反った状態においてオフ角分布はほぼ均一であるⅠⅠⅠ族元素窒化物層を平坦化加工すると、図3に示すように、オフ角が本来の意図した結晶方位からずれた領域が形成され、基板外周部に近くなるに従って、上記のずれ幅が大きくなり、第一面全体を見た場合にオフ角分布が発生してしまう。

[0034] 一方、反ったⅠⅠⅠ族元素窒化物層からⅠⅠⅠ族元素窒化物半導体基板を得るために、反ったⅠⅠⅠ族元素窒化物層の外形形状を平坦にした状態で加工定盤に貼り付けて平坦化加工を行うと、得られるⅠⅠⅠ族元素窒化物半導体基板の変形量が大きくなってしまい、該ⅠⅠⅠ族元素窒化物半導体基板が割れてしまうという問題点がある。このような反ったⅠⅠⅠ族元素窒化物層の外形形状の大きさは、径の2乗に比例して大きくなるため、4インチ以上といった大口径基板においては、特に顕著な問題点となる。

[0035] このように、ⅠⅠⅠ族元素窒化物半導体基板におけるオフ角分布が大きいと、ⅠⅠⅠ族元素窒化物半導体基板上に成膜される機能層の表面モフォロジーが荒れたりするおそれや、機能が場所によって変動したりするおそれがあり、例えば、発光デバイスの場合には、基板内での波長ばらつきが大きくなる問題が発生する。

[0036] 本発明の実施形態によるⅠⅠⅠ族元素窒化物半導体基板は、このオフ角分布が小さいⅠⅠⅠ族元素窒化物半導体基板であり、ⅠⅠⅠ族元素窒化物半導体基板全体のオフ角分布が、好ましくは 0.40° 以下であり、より好ましくは 0.30° 以下であり、さらに好ましくは 0.20° 以下であり、特に好ましくは 0.10° 以下であり、最も好ましくは 0.06° 以下である。本発明の実施形態によるⅠⅠⅠ族元素窒化物半導体基板のオフ角分布が上記範囲内にあれば、ⅠⅠⅠ族元素窒化物半導体基板上に成膜される機能層の表面モフォロジーが荒れたりするおそれが少なくなり、機能が場所によって変動したりするおそれが少なくなる。

[0037] 本発明の実施形態によるⅠⅠⅠ族元素窒化物半導体基板は、第一面の結晶面の反りが複数の極を有する。このように第一面の結晶面の反りが複数の極

を有することにより、第一面全体内におけるオフ角の本来の意図した結晶方位からのずれ幅の変動が小さくなり、オフ角分布が小さくなり得る。

[0038] 図4は、本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板の代表的な概略断面図である。矢印80は、本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板100の表面で測定したオフ角 δ の、 $\langle 11-20 \rangle$ 方向（a軸方向）の成分 δ_a 、該 $\langle 11-20 \rangle$ 方向と直交する $\langle 1-100 \rangle$ 方向（m軸方向）の成分 δ_m のいずれかを示す。矢印85は基板表面における法線、曲線90は $\langle 11-20 \rangle$ 方向もしくは $\langle 1-100 \rangle$ 方向におけるオフ角の近似曲線の概略、+と-は各オフ角測定点における微分係数の符号である。

[0039] 本発明において、第一面の結晶面の反りが有する「極」は、次のように定義される。まず、第一面の法線ベクトルAに対するc軸（ $\langle 0001 \rangle$ 方向）の傾斜角をオフ角 δ とする。オフ角 δ の、 $\langle 11-20 \rangle$ 方向（a軸方向）の成分を δ_a 、該 $\langle 11-20 \rangle$ 方向と直交する $\langle 1-100 \rangle$ 方向（m軸方向）の成分を δ_m とする。オフ角は、X線回折法によって測定できる。測定座標は、基板の中心を通る $\langle 11-20 \rangle$ 方向（a軸方向）に平行な方向と、その方向に直交し基板の中心を通る $\langle 1-100 \rangle$ 方向（m軸方向）のそれぞれにおいて、2mm間隔で、基板端から対向する基板端まで測定する。ただし、基板端から3mm以内の領域は除く。測定座標における δ_a 、測定座標における δ_m のそれぞれのプロットに基づき、それぞれ、スプライン曲線を用いて近似曲線を引く。そして、各測定点における微分係数を求め、微分係数のプラス・マイナスの符号が隣接する座標間でプラスからマイナス、もしくはマイナスからプラスに変化する場合に、1つの極を有すると定義する。ここで、基板の中心とは、基板上で取り得る最大長さの中心を指す。

[0040] 本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板は、好ましくは、第一面の結晶面の基板の中心を通る $\langle 11-20 \rangle$ 方向の結晶面の反りと該 $\langle 11-20 \rangle$ 方向と直交する基板の中心を通る $\langle 1-100 \rangle$ 方向の結晶面の反りが、いずれも複数の極を有する。

- [0041] 第一面の結晶面の反りが有する「極」の数は、好ましくは3以上であり、より好ましくは3～100であり、さらに好ましくは3～50であり、さらに好ましくは3～30であり、特に好ましくは3～20であり、最も好ましくは3～18である。
- [0042] 本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板は、第一面の結晶面の反りが有する「極」において、隣接する極と極の間隔が、好ましくは3mm以上であり、より好ましくは5mm以上であり、さらに好ましくは8mm以上であり、基板の直径をR（mm）とすると、特に好ましくは12mm～（R／4）mmである。本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板において、隣接する極と極の間隔が上記範囲内にあれば、Ⅲ族元素窒化物半導体基板上に成膜される機能層の表面モフォロジーが荒れたりするおそれが少なくなり、機能が場所によって変動したりするおそれが少なくなる。
- [0043] 図5は、本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板の代表的な概略断面図である。図5に示すように、本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板100は、代表的には、主面（Ⅲ族元素極性面）10と裏面（窒素極性面）20を有する。本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板100は、側面30を有していてもよい。
- [0044] 本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板の端部は、本発明の効果を損なわない範囲で、任意の適切な形態を採り得る。本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板の端部は、例えば、主面側と裏面側の面取り部が平坦面となるように面取りされた形状、主面側と裏面側の面取り部がR状に面取りされた形状、端部の主面側の面取り部だけが平坦面となるように面取りされている形状、端部の裏面側の面取り部だけが平坦面となるように面取りされている形状などが挙げられる。
- [0045] 本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板の端部が面取りされている場合、その面取りされた部分は、外周部の1周全部にわたって設けられていてよく、あるいは、外周部の一部のみに設けられていてもよい。

[0046] 本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板は、本発明の効果を損なわない範囲で、任意の適切な方法で製造し得る。以下、本発明の効果をより発現させる点で、本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板の好ましい製造方法について説明する。

[0047] 本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板は、代表的には、図6(a)に示すように、下地基板1の主面1a上に種結晶膜2を形成し、種結晶膜2のⅢ族元素極性面2a上にⅢ族元素窒化物層3を形成する。次いで、下地基板1から自立基板となるⅢ族元素窒化物層（種結晶膜2＋Ⅲ族元素窒化物層3）を分離し、主面10'と裏面20'を有する自立基板100'を得る。

[0048] 下地基板の材質としては、本発明の効果を損なわない範囲で、任意の適切な材質を採用し得る。このような材質としては、例えば、サファイア、結晶配向性アルミナ、酸化ガリウム、 $Al_xGa_{1-x}N$ ($0 \leq x \leq 1$)、 $GaAs$ 、 SiC 、シリコン、 MgO 単結晶、 ZnO 単結晶、スピネル ($MgAl_2O_4$)、 $LiAlO_2$ 、 $LiGaO_2$ 、 $LaAlO_3$ 、 $LaGaO_3$ 、 $NdGaO_3$ 等のペロブスカイト型複合酸化物などが挙げられる。また、組成式 $[A_{1-y}(Sr_{1-x}Ba_x)_y][(Al_{1-z}Ga_z)_{1-u} \cdot D_u]O_3$ (Aは、希土類元素であり、Dは、ニオブおよびタンタルからなる群より選ばれた一種以上の元素であり、 $y = 0.3 \sim 0.98$ 、 $x = 0 \sim 1$ 、 $z = 0 \sim 1$ 、 $u = 0.15 \sim 0.49$ 、 $x + z = 0.1 \sim 2$ である。)の立方晶系のペロブスカイト構造複合酸化物も使用できる。また、SCAM ($ScAlMgO_4$)も使用できる。

[0049] 種結晶膜の材質としては、本発明の効果を損なわない範囲で、任意の適切な材質を採用し得る。このような材質としては、例えば、 $Al_xGa_{1-x}N$ ($0 \leq x \leq 1$)や $In_xGa_{1-x}N$ ($0 \leq x \leq 1$)が挙げられ、好ましくは、窒化ガリウムである。種結晶膜の材質としては、より好ましくは、蛍光顕微鏡観察により黄色発光効果が認められる窒化ガリウムである。黄色発光とは、バンドからバンドへの励起子遷移 (UV)に加えて、 $2.2 \sim 2.5 \text{ eV}$ の

範囲に現れるピーク（黄色発光（YL）または黄色帯（YB））である。

[0050] 種結晶膜の形成方法としては、本発明の効果を損なわない範囲で、任意の適切な形成方法を採用し得る。このような形成方法としては、例えば、気相成長法が挙げられ、好ましくは、有機金属化学気相成長（MOCVD：Metal-Organic Chemical Vapor Deposition）法、ハイドライド気相成長（HVPE）法、パルス励起堆積（PXD）法、MBE法、昇華法が挙げられる。種結晶膜の形成方法としては、これらの中でも、有機金属化学気相成長法（MOCVD：Metal-Organic Chemical Vapor Deposition）がより好ましい。

[0051] MOCVD法による種結晶膜の形成は、例えば、450℃～550℃にて低温成長緩衝層を20nm～50nm堆積させた後に、1000℃～1200℃にて厚さ2μm～4μmの膜を積層させることにより行うことが好ましい。

[0052] III族元素窒化物結晶層の育成方向としては、本発明の効果を損なわない範囲で、任意の適切な育成方向を採用し得る。このような育成方向としては、例えば、ウルツ鉱構造のc面の法線方向、a面、m面それぞれの法線方向、c面、a面、m面それぞれから傾斜した面の法線方向が挙げられる。

[0053] III族元素窒化物結晶層の形成方法としては、種結晶膜の結晶方位に概ね倣った結晶方位を有する形成方法であれば、本発明の効果を損なわない範囲で、任意の適切な形成方法を採用し得る。このような形成方法としては、例えば、有機金属化学気相成長（MOCVD：Metal-Organic Chemical Vapor Deposition）法、ハイドライド気相成長（HVPE）法、パルス励起堆積（PXD）法、MBE法、昇華法等の気相成長法；Naフラックス法、アモノサーマル法、水熱法、ゾルゲル法等の液相成長法；粉末の固相成長を利用した粉末成長法；これらの組み合わせ；などが挙げられる。

[0054] III族元素窒化物結晶層の形成方法としてNaフラックス法を採用する

場合は、特許第5244628号公報に記載の製造方法に準じ、適宜、本発明の効果をより発現し得るように条件等を調整して、Naフラックス法を行うことが好ましい。

[0055] 次に、III族元素窒化物結晶層を下地基板から分離することによって、III族元素窒化物結晶層を含む自立基板を得ることができる。

[0056] III族元素窒化物結晶層を下地基板から分離する方法としては、本発明の効果を損なわない範囲で任意の適切な方法を採用し得る。このような方法としては、例えば、III族元素窒化物結晶層を育成した後の降温工程において熱収縮差を使用してIII族元素窒化物結晶層を下地基板から自発分離させる方法、III族元素窒化物結晶層を下地基板からケミカルエッチングによって分離する方法、図6(a)に示すように、下地基板1の裏面1b側から矢印Aのようにレーザ光を照射し、III族元素窒化物結晶層を下地基板からレーザリフトオフ法によって剥離する方法、III族元素窒化物結晶層を下地基板から研削によって剥離する方法、などが挙げられる。また、III族元素窒化物結晶層を、ワイヤソーなどを利用してスライスすることにより、III族元素窒化物結晶層を含む自立基板を得てもよい。

[0057] 次に、自立基板の外周部を研削加工することにより、所望の直径の円形状に整える。

[0058] 自立基板のサイズとしては、本発明の効果を損なわない範囲で、任意の適切なサイズを採用し得る。このようなサイズとしては、例えば、20～30mm（約1インチ）、45～55mm（約2インチ）、95～105mm（約4インチ）、145～155mm（約6インチ）、195～205mm（約8インチ）、295～305mm（約12インチ）等である。

[0059] 次に、円形状の自立基板の窒素極性面を加工定盤に貼り付ける。貼り付ける際は、自立基板に印加する荷重を調整することによりワックス厚さを変えたり、自立基板と加工定盤の間に治具を挟んだり、所望の基板表面形状に表面を加工した加工定盤を使用して、自立基板の表面形状を変化させる。

[0060] 本発明の実施形態によるIII族元素窒化物半導体基板を得るために、円

形状の自立基板の窒素極性面を加工定盤に貼り付けるにあたり、該自立基板のⅢ族元素極性面のオフ角分布が、好ましくは、 0.40° 以下（より好ましくは 0.30° 以下、さらに好ましくは 0.20° 以下、特に好ましくは 0.10° 以下、最も好ましくは 0.06° 以下）となるような複数の凹凸を該自立基板の窒素極性面に設けるための手段を採用する。このような手段としては、例えば、自立基板の窒素極性面と加工定盤との間にスペーサーを介在させる方法、加工定盤の自立基板の窒素極性面と向かい合う面を凹凸にする方法などが挙げられる。

[0061] スペーサーとしては、本発明の効果を損なわない範囲で、任意の適切なスペーサーを採用し得る。本発明の効果をより発現させ得る点で、このようなスペーサーとしては、例えば、金属箔（アルミニウム箔など）、紙、薬包紙（パラピン）、極細ワイヤー、樹脂（シリコンシートなど）、弱粘着テープなどが挙げられる。スペーサーは、1種のみであってもよいし、2種以上であってもよい。

[0062] スペーサーの形状としては、本発明の効果を損なわない範囲で、任意の適切な形状を採用し得る。本発明の効果をより発現させ得る点で、このような形状としては、好ましくは、円形リング状（ドーナツ状）、短冊状であり、より好ましくは円形リング状（ドーナツ状）である。また、用いるスペーサーの個数は、1個でもよいし、複数個でもよい。1個のスペーサーを用いる場合は、その配置箇所は、本発明の効果を損なわない範囲で、任意の適切な配置箇所を採用し得る。本発明の効果をより発現させ得る点で、このような配置箇所としては、スペーサーの重心が基板の中心にできるだけ近くなるように配置することが好ましい。複数個のスペーサーを用いる場合は、それらの配置箇所は、本発明の効果を損なわない範囲で、任意の適切な配置箇所を採用し得る。本発明の効果をより発現させ得る点で、このような配置箇所としては、スペーサーの形状が円形リング状（ドーナツ状）の場合は、それら複数個のスペーサーを、基板の中心を中心とした同心円の上に、それら複数個のスペーサーがなす重心が基板の中心にできるだけ近くなるように配置さ

せることが好ましく、スペーサーの形状が短冊状の場合は、それら複数個のスペーサーをストライプ状もしくは格子状に等間隔で配置させることが好ましい。

[0063] スペーサーの大きさとしては、本発明の効果を損なわない範囲で、また、加工中に基板にクラックを発生させない範囲で、任意の適切なスペーサーを採用し得る。

[0064] 次いで、研削、ラップ、研磨加工などの表面加工により主面および／または裏面を除去加工することによって、所望の厚さに薄板化および平坦化した自立基板を得る。

[0065] 研削、ラップ、研磨加工などの表面加工を行うにあたっては、通常、ワックスを用いる等により自立基板を加工定盤に貼り付けて行う。この際、自立基板を加工定盤に貼り付ける圧力、具体的には、自立基板を加工定盤に貼り付ける際に該自立基板に印加する圧力を適切に調整する。

[0066] 研磨加工後の自立基板の厚さ（厚さが一定でない場合は最大厚さ箇所の厚さ）は、好ましくは $300\mu\text{m} \sim 1000\mu\text{m}$ である。

[0067] 必要に応じて、研削加工により、自立基板外周エッジの面取りをする。主面表面に加工変質層が残る場合は、加工変質層を実質的に除去する。また、裏面表面に加工変質層に起因した残留応力が残る場合は、残留応力を除去し、最終的に、本発明の実施形態によるIII族元素窒化物半導体基板100を得る。

[0068] 本発明の実施形態によるIII族元素窒化物半導体基板において、面取りは、本発明の効果を損なわない範囲で、任意の適切な面取り加工方法で行うことができる。このような面取り加工方法としては、例えば、ダイヤモンド砥石を用いた研削加工、テープを用いた研磨加工、コロイダルシリカ等のスラリーと不織布の研磨パッドとを用いたCMP（Chemical Mechanical Polish）などが挙げられる。

[0069] 得られるIII族元素窒化物半導体基板100は、その主面（III族元素極性面）10上に結晶をエピタキシャル成長させることができ、図6（c

）に示すように機能層4を成膜し、機能素子5を得る。20は裏面（窒素極性面）である。

[0070] 得られるⅢ族元素窒化物半導体基板上に成長させるエピタキシャル結晶としては、窒化ガリウム、窒化アルミニウム、窒化インジウムまたはこれらの混晶を例示できる。このようなエピタキシャル結晶としては、具体的には、例えば、 GaN 、 AlN 、 InN 、 $Ga_xAl_{1-x}N$ ($1 > x > 0$)、 $Ga_xIn_{1-x}N$ ($1 > x > 0$)、 $Al_xIn_{1-x}N$ ($1 > x > 0$)、 $Ga_xAl_yIn_zN$ ($1 > x > 0$ 、 $1 > y > 0$ 、 $x + y + z = 1$) が挙げられる。また、得られるⅢ族元素窒化物半導体基板上に設ける機能層としては、発光層の他、整流素子層、スイッチング素子層、パワー半導体層などが挙げられる。また、得られるⅢ族元素窒化物半導体基板のⅢ族元素極性面上に機能層を設けた後に、窒素極性面を加工、例えば、研削、研磨加工することによって、自立基板の厚さや厚さ分布を小さくすることもできる。

実施例

[0071] 以下、実施例により本発明を具体的に説明するが、本発明はこれら実施例になんら限定されるものではない。なお、実施例等における、試験および評価方法は以下のとおりである。なお、「部」と記載されている場合は、特記事項がない限り「重量部」を意味し、「%」と記載されている場合は、特記事項がない限り「重量%」を意味する。

[0072] <オフ角 δ の測定>

エネルギー分散型X線回折装置（Bruker AXS社製、D2 CRYSO）を用いて測定した。

オフ角 δ は、Ⅲ族元素窒化物半導体基板のⅢ族元素極性面の、法線ベクトルAに対するc軸（ $\langle 0001 \rangle$ 方向）の傾斜角である。なお、オフ角 δ の、 $\langle 11-20 \rangle$ 方向（a軸方向）の成分を δ_a 、該 $\langle 11-20 \rangle$ 方向と直交する $\langle 1-100 \rangle$ 方向（m軸方向）の成分を δ_m とする。

[0073] <オフ角増減分布の測定>

測定したオフ角 δ の、 $\langle 11-20 \rangle$ 方向（a軸方向）の成分 δ_a 、該 $\langle 1$

$1-20$ 方向と直交する $\langle 1-100 \rangle$ 方向（ m 軸方向）の成分 δ_m について、測定座標における δ_a 、測定座標における δ_m のそれぞれのプロットに基づき、それぞれ、スプライン曲線を用いて近似曲線を引いた。そして、各測定点における微分係数を求め、微分係数のプラス・マイナスの符号が隣接する座標間でプラスからマイナス、もしくはマイナスからプラスに変化する場合に、1つの極を有すると定義した。そして、測定した δ_a の最大値と最小値の差と、測定した δ_m の最大値と最小値との差を比較して、大きい方の値を、オフ角分布とした。

[0074] <表面モフォロジーの観察>

表面モフォロジーの観察は微分干渉顕微鏡（ニコン製、型番：LV100ND）を用い、対物レンズ10倍、接眼レンズ10倍で、オフ角測定と同じ座標の111族元素極性面の表面を観察した。

表面モフォロジーの形態はオフ角に依存し、オフ角が零度に近い場合は特徴的な模様は何もなく、フラットな表面が観察される。オフ角が大きくなるにしたがって、111族窒化物結晶のステップフロー成長に起因したステップ模様が観察され始め、ステップの間隔が徐々に広がっていく。オフ角がどのような場合でも、作製するデバイス特性の観点からは観察視野内で一様であることが重要である。一方、波状の大きなうねり、バンチング、ヒロックは、作製するデバイス特性の観点からは望ましくなく、このような表面モフォロジーは異常と判定した。

[0075] [実施例1]

MOCVD法によって、種結晶基板として、窒化ガリウムテンプレート（厚さ $2\mu\text{m}$ の窒化ガリウム層／サファイア基板、基板径 $=110\text{mm}$ ）を作製した。

得られた種結晶基板を、窒素雰囲気グローブボックス内で、アルミナ坩堝の中に配置した。

次に、 $\text{Ga}/(\text{Ga}+\text{Na})\text{ (mol\%)}=15\text{mol\%}$ となるように金属ガリウムと金属ナトリウムを上記坩堝内に充填した。この坩堝を耐熱金属

製の容器に入れた後、結晶育成炉の回転が可能な台上に設置した。結晶育成炉を870℃、4.0MPaまで昇温加圧後、100時間保持し容器を回転することで、溶液を攪拌しながら結晶成長させた。その後、室温まで徐冷し、大気圧まで減圧した。その後、結晶育成炉から育成容器を取り出した。

坩堝の中の固化した金属ナトリウムをアルコールで洗い流して除去し、種結晶基板上にクラックのない窒化ガリウム結晶層（厚み1mm）を得た。

LLO（レーザーリフトオフ）法にて、下地基板を剥離して、窒化ガリウム結晶層を分離し、窒化ガリウム自立基板を得た。

窒化ガリウム自立基板の外周部を研削加工し、直径100mmの円形の窒化ガリウム自立基板に整えた。

表面がフラットなセラミックス製の加工定盤上に、ワックス、スペーサーとしてアルミニウム箔（厚み：0.01mm、形状：円形リング状（ドーナツ状）、最外径：直径70mm、リング幅：20mm）を1個、得られた窒化ガリウム自立基板、直径110mm、厚さ2mmのシリコンシートの順に敷き、基板全体に荷重を印加した。スペーサーは、リングの中心と基板の中心が一致するように配置した。印加する圧力は1.5MPaとした。そして、Ga極性面を研削・ラップ加工した。最終仕上げには粒径0.1μmのダイヤモンド粒を用いて表面加工をし、その後RIEにより加工変質層を除去した。

次に、Ga極性面を加工した自立基板を裏返して、ワックスを用いて、加工定盤と該自立基板との間にはスペーサーを入れずにセラミックス製の加工定盤に固定し、窒素極性面を研削・ラップ加工した。最終仕上げには粒径0.1μmのダイヤモンド粒を用い、鏡面仕上げとし、その後RIEを用いて加工変質層を除去した。

このようにして、窒化ガリウム自立基板としてのウエハー（1）を作製した。

ウエハー（1）の厚みは500μmであった。

得られた自立基板のGa極性面におけるオフ角を評価した。次いで、自立

基板のGa極性面上に、MOCVD法によって、LED素子構造をエピタキシャル膜として成長させ、表面モフォロジーを評価した。

結果を表1に示した。

[0076] 〔実施例2〕

スペーサーの数を2個とし、2個のスペーサーの形状は、直径の異なる円形リング状（ドーナツ状）で、直径はそれぞれ35mm、85mm、リング幅は共通で10mm、2個のスペーサーは基板の中心を中心としてほぼ同心円に置き、2個のスペーサーがなす重心が基板の中心と一致するように配置した以外は、実施例1と同様に行い、窒化ガリウム自立基板としてのウエハー（2）を作製した。

ウエハー（2）の厚みは500μmであった。

得られた自立基板のGa極性面におけるオフ角を評価した。次いで、自立基板のGa極性面上に、MOCVD法によって、LED素子構造をエピタキシャル膜として成長させ、表面モフォロジーを評価した。

結果を表1に示した。

[0077] 〔実施例3〕

スペーサーの数を3個、3個のスペーサーの形状は、直径の異なる円形リング状（ドーナツ状）で、直径はそれぞれ23mm、56mm、90mm、リング幅は共通で6mm、3個のスペーサーは基板の中心を中心としてほぼ同心円に置き、3個のスペーサーがなす重心が基板の中心と一致するように配置した以外は、実施例1と同様に行い、窒化ガリウム自立基板としてのウエハー（3）を作製した。

ウエハー（3）の厚みは500μmであった。

得られた自立基板のGa極性面におけるオフ角を評価した。次いで、自立基板のGa極性面上に、MOCVD法によって、LED素子構造をエピタキシャル膜として成長させ、表面モフォロジーを評価した。

結果を表1に示した。

[0078] 〔実施例4〕

スペーサーの数を4個、4個のスペーサーの形状は、直径の異なる円形リング状（ドーナツ状）で、直径はそれぞれ17mm、42mm、67mm、92mm、リング幅は共通で5mm、4個のスペーサーは基板の中心を中心としてほぼ同心円に置き、4個のスペーサーがなす重心が基板の中心と一致するように配置した以外は、実施例1と同様に行い、窒化ガリウム自立基板としてのウエハー（4）を作製した。

ウエハー（4）の厚みは500 μ mであった。

得られた自立基板のGa極性面におけるオフ角を評価した。次いで、自立基板のGa極性面上に、MOCVD法によって、LED素子構造をエピタキシャル膜として成長させ、表面モフォロジーを評価した。

結果を表1に示した。

[0079] 〔実施例5〕

スペーサーの数を5個、5個のスペーサーの形状は、直径の異なる円形リング状（ドーナツ状）で、直径はそれぞれ14mm、34mm、54mm、74mm、94mm、リング幅は共通で4mm、5個のスペーサーは基板の中心を中心としてほぼ同心円に置き、5個のスペーサーがなす重心が基板の中心と一致するように配置した以外は、実施例1と同様に行い、窒化ガリウム自立基板としてのウエハー（5）を作製した。

ウエハー（5）の厚みは500 μ mであった。

得られた自立基板のGa極性面におけるオフ角を評価した。次いで、自立基板のGa極性面上に、MOCVD法によって、LED素子構造をエピタキシャル膜として成長させ、表面モフォロジーを評価した。

結果を表1に示した。

[0080] 〔実施例6〕

スペーサーを用いず、代わりに、表面を図7に示すような断面形状（L=25mm、H=0.03mm）に加工したセラミックス製の加工定盤（加工定盤の中心軸が軸60）を用いた以外は、実施例1と同様に行い、窒化ガリウム自立基板としてのウエハー（6）を作製した。

ウエハー（６）の厚みは５００μmであった。

得られた自立基板のGa極性面におけるオフ角を評価した。次いで、自立基板のGa極性面上に、MOCVD法によって、LED素子構造をエピタキシャル膜として成長させ、表面モフォロジーを評価した。

結果を表１に示した。

[0081] 〔比較例１〕

スペーサーを用いず、加工定盤に貼り付ける際の圧力を０．０１MPaとした以外は、実施例１と同様に行い、窒化ガリウム自立基板としてのウエハー（Ｃ１）を作製した。

ウエハー（Ｃ１）の厚みは５００μmであった。

得られた自立基板のGa極性面におけるオフ角を評価した。次いで、自立基板のGa極性面上に、MOCVD法によって、LED素子構造をエピタキシャル膜として成長させ、表面モフォロジーを評価した。

結果を表１に示した。

[0082] 〔比較例２〕

スペーサーを用いなかった以外は、実施例１と同様に行ったところ、荷重を印加して加工定盤に貼り付ける際に基板にクラックが発生した。クラックが発生したため、以後の工程を中止した。

[0083] [表１]

	スペーサー の数 (個)	評価結果			
		第一面の反りの極の数(個)		オフ角分布 (°)	表面モフォロジー の異常の有無
		<11-20>方向	<1-100>方向		
実施例１	1	3	3	0.06	なし
実施例２	2	7	7	0.08	なし
実施例３	3	11	11	0.06	なし
実施例４	4	15	15	0.04	なし
実施例５	5	19	19	0.03	有り
実施例６	0	3	3	0.21	なし
比較例１	0	1	1	0.43	なし

産業上の利用可能性

[0084] 本発明の実施形態によるⅢ族元素窒化物半導体基板は、各種半導体デバイスの基板として利用可能である。

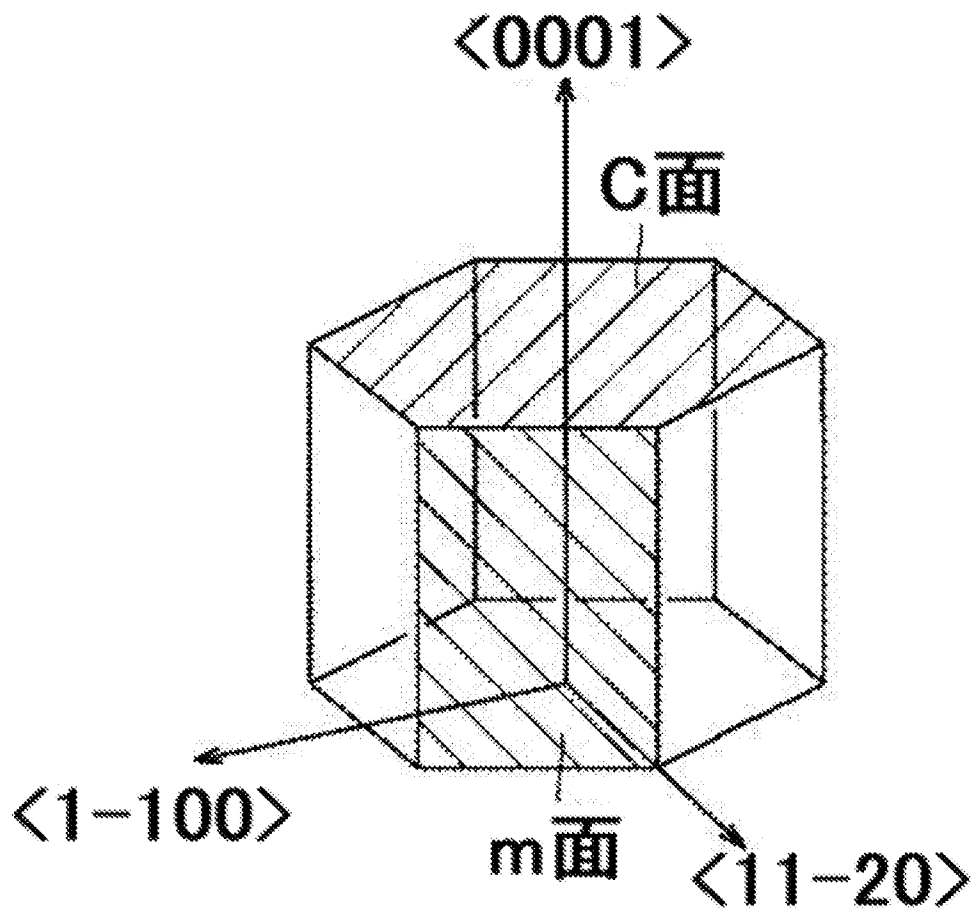
符号の説明

[0085]	1 0 0	ⅢⅢⅢ族元素窒化物半導体基板
	1 0 0'	自立基板
	1	下地基板
	1 a	下地基板 1 の主面
	1 b	下地基板 1 の裏面
	2	種結晶膜
	2 a	種結晶膜 2 のⅢⅢⅢ族元素極性面
	3	ⅢⅢⅢ族元素窒化物層
	4	機能層
	5	機能素子
	1 0	主面
	1 0'	主面
	2 0	裏面
	2 0'	裏面
	3 0	側面
	5 0	加工定盤
	5 0'	表面を加工した加工定盤
	6 0	加工定盤の中心軸
	7 0	c 軸
	8 0	基板表面で測定したオフ角 δ の、 $\langle 11-20 \rangle$ 方向（a 軸方向）の成分 δ_a 、該 $\langle 11-20 \rangle$ 方向と直交する $\langle 1-100 \rangle$ 方向（m 軸方向）の成分 δ_m のいずれかの一部
	8 5	基板表面における法線
	9 0	$\langle 11-20 \rangle$ 方向もしくは $\langle 1-100 \rangle$ 方向におけるオフ角の近似曲線の概略

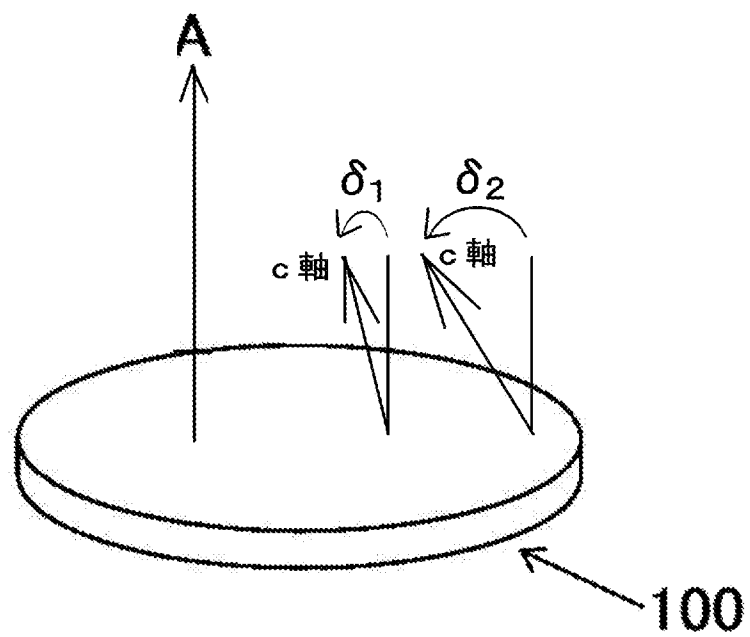
請求の範囲

- [請求項1] 第一面と第二面とを備えるⅢ族元素窒化物半導体基板であって、
- 該第一面の結晶面の反りが複数の極を有する、Ⅲ族元素窒化物半導体基板。
- [請求項2] 前記第一面の結晶面の基板の中心を通る $\langle 11-20 \rangle$ 方向の結晶面の反りと該 $\langle 11-20 \rangle$ 方向と直交する基板の中心を通る $\langle 1-100 \rangle$ 方向の結晶面の反りが、いずれも複数の極を有する、請求項1に記載のⅢ族元素窒化物半導体基板。
- [請求項3] 前記極の数が3以上である、請求項1または2に記載のⅢ族元素窒化物半導体基板。
- [請求項4] 前記極において、隣接する極と極の間隔が3 mm以上である、請求項1から3までのいずれかに記載のⅢ族元素窒化物半導体基板。
- [請求項5] 前記Ⅲ族元素窒化物半導体基板全体のオフ角分布が 0.40° 以下である、請求項1から4までのいずれかに記載のⅢ族元素窒化物半導体基板。
- [請求項6] 前記Ⅲ族元素窒化物半導体基板の直径が7.5 mm以上である、請求項1から5までのいずれかに記載のⅢ族元素窒化物半導体基板。

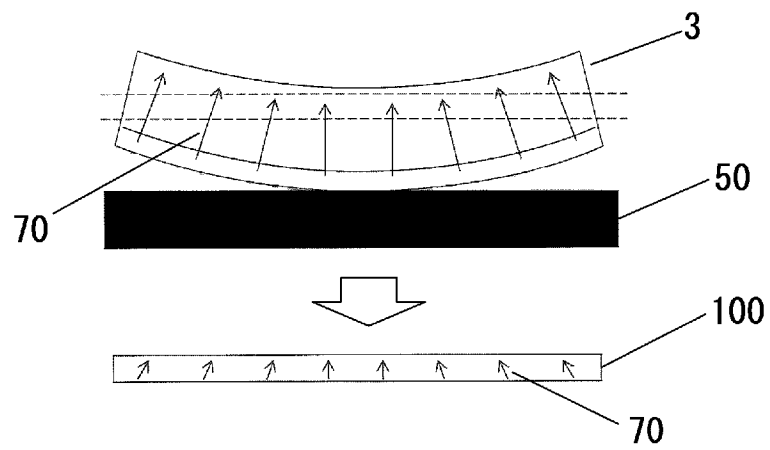
[図1]



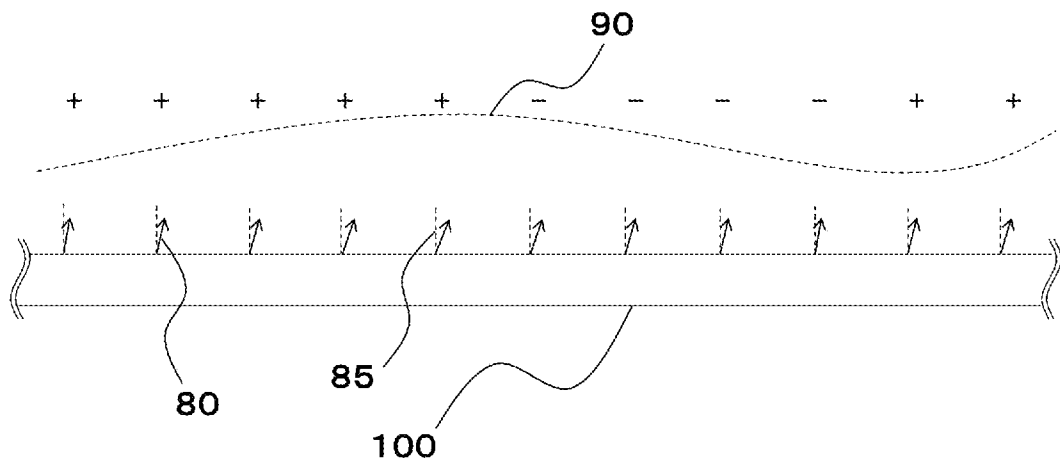
[図2]



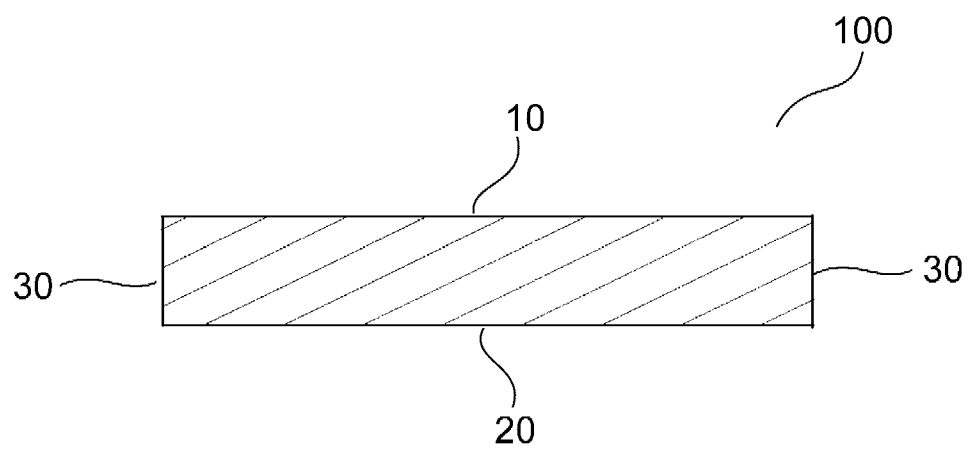
[図3]



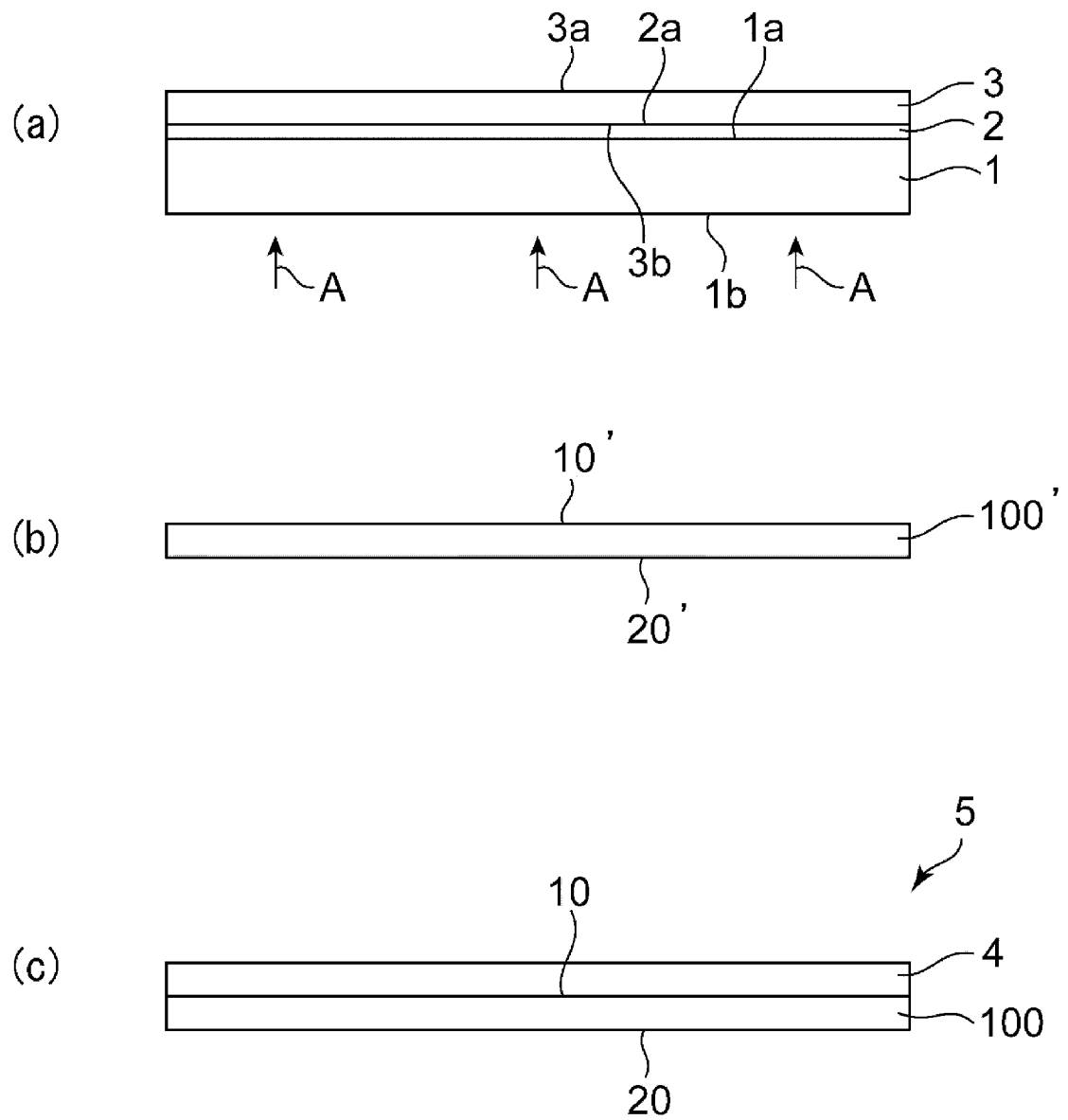
[図4]



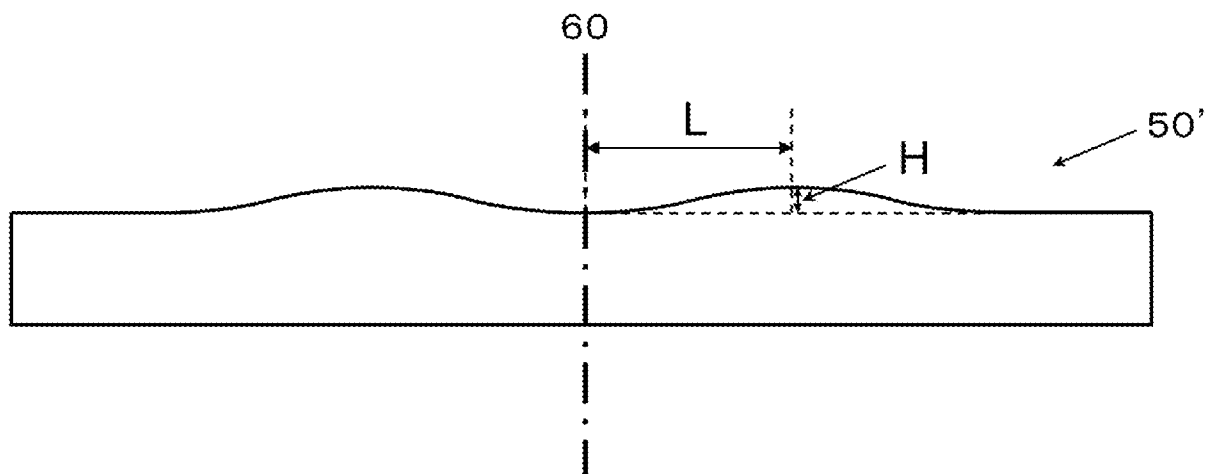
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/042574

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER C30B 29/38 (2006.01)i; C30B 33/00 (2006.01)i FI: C30B29/38 D; C30B33/00 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) C30B29/38; C30B33/00 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 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021 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.
Y	JP 2011-9700 A (HITACHI CABLE LTD) 13 January 2011 (2011-01-13) paragraphs [0033]-[0046], fig. 5	1-6
Y	JP 2005-136167 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 26 May 2005 (2005-05-26) paragraphs [0093]-[0113]	1-6
Y	JP 2021-8399 A (MITSUBISHI CHEM CORP) 28 January 2021 (2021-01-28) paragraphs [0037]-[0060], fig. 14	5, 6
A		1-4
☐ 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 14 December 2021		Date of mailing of the international search report 28 December 2021
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/042574

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2011-9700	A	13 January 2011	US	2010/0300423	A1	
				paragraphs [0058]-[0078]			
JP	2005-136167	A	26 May 2005	US	2005/0093101	A1	
				paragraphs [0098]-[0136]			
				EP	1528591	A2	
				KR	10-2005-0041988	A	
				CN	1612290	A	
				TW	200520060	A	
JP	2021-8399	A	28 January 2021	(Family: none)			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C30B 29/38(2006.01)i; C30B 33/00(2006.01)i FI: C30B29/38 D; C30B33/00														
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）） C30B29/38; C30B33/00														
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														
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021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												
Y	JP 2011-9700 A（日立電線株式会社）13.01.2011（2011 - 01 - 13） 段落 [0033] - [0046]、図5	1-6												
Y	JP 2005-136167 A（住友電気工業株式会社）26.05.2005（2005 - 05 - 26） 段落 [0093] - [0113]	1-6												
Y	JP 2021-8399 A（三菱ケミカル株式会社）28.01.2021（2021 - 01 - 28） 段落 [0037] - [0060]、図14	5, 6												
A		1-4												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 14.12.2021	国際調査報告の発送日 28.12.2021													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 山本 一郎 4G 8395 電話番号 03-3581-1101 内線 3416													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/042574

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2011-9700	A	13.01.2011	US	2010/0300423	A1	
				[0058] - [0078]			
JP	2005-136167	A	26.05.2005	US	2005/0093101	A1	
				[0098] - [0136]			
				EP	1528591	A2	
				KR	10-2005-0041988	A	
				CN	1612290	A	
				TW	200520060	A	
JP	2021-8399	A	28.01.2021	(ファミリーなし)			