

(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
2011 年 1 月 13 日(13.01.2011)

PCT

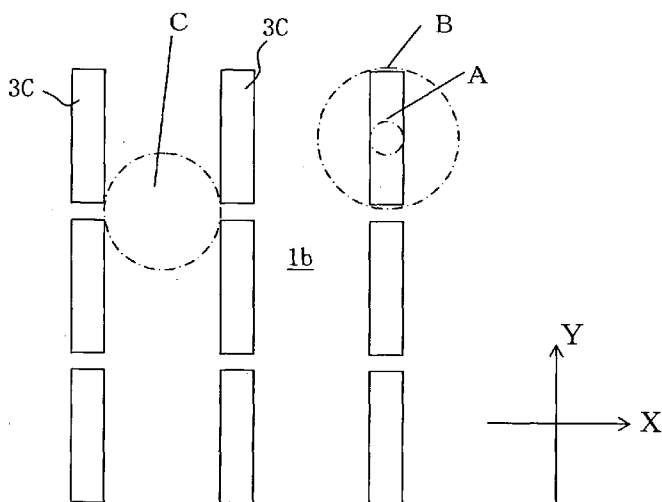
(10) 国際公開番号
WO 2011/004904 A1

- (51) 国際特許分類:
C30B 9/10 (2006.01) H01L 21/208 (2006.01)
C30B 29/38 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/061740
- (22) 国際出願日: 2010 年 7 月 6 日(06.07.2010)
- (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 2009-161000 2009 年 7 月 7 日(07.07.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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 5 6 号 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 下平 孝直 (SHIMODAIRA, Takanao) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 今井 克宏 (IMAI, Katsuhiko) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 岩井 真 (IWAI, Makoto) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号日本碍子株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 細田 益稔, 外 (HOSODA, Masutoshi et al.); 〒1080074 東京都港区高輪一丁目 5 番 4 号 常和高輪ビル 7 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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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: METHOD FOR PRODUCING GROUP III METAL NITRIDE SINGLE CRYSTAL

(54) 発明の名称: III 族金属窒化物単結晶の製造方法

第 3 図



(57) Abstract: A plurality of seed crystal films (3C) for group III metal nitride single crystals are formed on a substrate, while also forming not-for-growth surfaces (1b), which are not covered by the seed crystal films (3C), on the substrate at the same time. Group III metal nitride single crystals are grown on the seed crystal films (3C) by a flux method. The plurality of seed crystal films (3C) are separated from each other by the not-for-growth surfaces (1b), and aligned in at least two directions of X and Y. The maximum inscribed circle diameter (A) of the seed crystal films (3C) is 50 μm or more but 6 mm or less, the circumscripted circle diameter (B) of the seed crystal films (3C) is 50 μm or more but 10 mm or less, and the maximum inscribed circle diameter (C) of the not-for-growth surfaces (1b) is 100 μm or more but 1 mm or less.

(57) 要約: 基板上に III 族金属窒化物単結晶の複数の種結晶膜 3C を成膜し、この際基板に種結晶膜 3C によって被覆されていない非育成面 1b を形成する。種結晶膜 3C 上にフラックス法によって III 族金属窒化物単結晶を育成する。複数の種結晶膜 3C が互いに非育成面 1b によって分けられており、かつ少なくとも二方向 X、Y へと向かって配列されている。種結晶膜 3C の最大内接円径 A が 50

μm 以上、6 mm 以下であり、種結晶膜 3C の外接円径 B が 50 μm 以上、10 mm 以下であり、非育成面 1b の最大内接円径 C が 100 μm 以上、1 mm 以下である。

WO 2011/004904 A1

明細書

III 族金属窒化物単結晶の製造方法

発明の属する技術分野

- 5 本発明は、III 族金属窒化物単結晶を育成する方法に関するものである。

背景技術

窒化ガリウム薄膜結晶は、優れた青色発光素子として注目を集めており、
10 り、発光ダイオードにおいて実用化され、光ピックアップ用の青紫色半導体レーザー素子としても期待されている。

特開 2004-247711 では、テンプレート基板の表面に凹凸形状を形成したものを種基板として用い、Na フラックス法にて GaN を結晶成長させた後、凹部に形成された空隙部の近傍でフラックス法成長部分をテン
15 プレートから分離（剥離）している。

特開 2005-121711 では、テンプレート基板の表面に種結晶膜に間隙を設け、種結晶上にフラックス法によって III 族金属窒化物単結晶を成長させている。

また、特開 2008-239365 では、サファイア基板の表面に島状部を加工
20 によって形成し、島状部の表面に種結晶膜を形成し、種結晶膜上に III 族金属窒化物単結晶をフラックス法によって形成することが記載されている。

特開 2009-120465 では、下地基板上に幅（あるいは直径）10～100 μm のマスクを 250～2000 μm の間隔で形成し、ついで基板上に気相成長法
25 で GaN 結晶を成長させている。

特開 2004-182551 では、多数の種結晶部分を下地基板の表

2

面に形成し、ついで気相法によって窒化ガリウム単結晶を育成している。

特開 2 0 0 1－2 6 7 2 4 3 の図 1 1 および (0 0 5 8) では、基板上に島状の段差を多数形成し、その上に III 族金属窒化物単結晶を気相法で成膜している。

5

発明の開示

上述のように、基板上に例えば帯状の種結晶膜を形成し、隣接する種結晶膜の間に基板非育成面を形成し、次いで III 族金属窒化物単結晶をフラックス法で形成する方法は、特開 2004-247711、特開 2 0 0 5－1
10 2 1 7 1、特開 2008-239365 に記載されている。また、特開 2009-120465、特開 2 0 0 4－1 8 2 5 5 1 では、種結晶膜上に気相法によって III 族金属窒化物単結晶を形成している。更に、特開 2 0 0 1－2 6 7 2 4 3 では、島状の種結晶膜を基板上に多数形成し、その上に気相法によって III 族金属窒化物単結晶を形成している。

15 しかし、本発明者が更に検討した結果、III 族金属窒化物単結晶をフラックス法で成長させて冷却したときに、単結晶が基板から剥離しないことが多く、特に単結晶の全面にわたって剥離させることは困難であった。また、育成した III 族金属窒化物単結晶にクラックが入りやすく、不良の原因となっていた。

20 本発明の課題は、基板上に複数の種結晶膜を成膜し、種結晶膜上にフラックス法によって III 族金属窒化物単結晶を育成するのに際して、育成した単結晶の基板からの剥離を容易にし、かつ単結晶中のクラックを抑制することである。

本発明は、基板上に III 族金属窒化物単結晶の複数の種結晶膜を成膜
25 し、この際基板に種結晶膜によって被覆されていない非育成面を形成する種結晶膜作製工程；および

3

種結晶膜上にフラックス法によって III 族金属窒化物単結晶を育成する育成工程；

を有する方法であって、

複数の種結晶膜が互いに非育成面によって分けられており、かつ少なくとも二方向へと向かって配列されており、種結晶膜の最大内接円径が 50 μ m 以上、6 mm 以下であり、種結晶膜の外接円径が 50 μ m 以上、10 mm 以下であり、非育成面の最大内接円径が 100 μ m 以上、1 mm 以下であることを特徴とする。

本発明によれば、フラックス法で育成した III 族金属窒化物単結晶の基板からの剥離が促進され、自然剥離も容易に起こるようになった。これに加えて、育成した単結晶中のクラックが抑制されることがわかった。

特開 2004-247711、特開 2005-12171、特開 2008-239365 では、本発明のように少なくとも二方向へと向かって種結晶膜を配列する形態が記載されていない。

特開 2009-120465、特開 2004-182551、特開 2001-267243 では、III 族金属窒化物単結晶を気相法によって形成する。このため、種結晶膜の幅、隣接する種結晶膜の間隔は、いずれも 1 μ m あるいはその近傍である必要があり、これ以上種結晶膜の幅や間隔が大きいと、一体の成膜は無理であるので、本発明とは根本的に異なる。

20

図面の簡単な説明

図 1 は、基板 1 上の種結晶膜 3 A の平面的パターンを模式的に示す平面図である。

図 2 は、基板 1 上の種結晶膜 3 B の平面的パターンを模式的に示す平面図である。

図 3 は、基板 1 上の種結晶膜 3 C の平面的パターンを模式的に示す平

面図である。

図 4 は、基板 1 上の種結晶膜 3 A の平面的パターンを模式的に示す平面図である。

図 5 は、基板 1 上の種結晶膜 3 D の平面的パターンを模式的に示す平面図である。

図 6 (a) は、基板 1 の表面 1 a 上に種結晶膜 2 を形成した状態を模式的に示す断面図であり、図 6 (b) は、互いに離間された種結晶膜 3 を形成した状態を模式的に示す断面図である。

図 7 (a) は、図 6 の種結晶膜 3 上に III 族金属窒化物単結晶 4 をフラックス法で育成した状態を模式的に示す断面図であり、図 7 (b) は、基板 1 から単結晶 4 を剥離させた状態を模式的に示す断面図である。

図 8 (a) は、基板 1 の表面 1 a に種結晶膜 2 を形成した状態を模式的に示す断面図であり、図 8 (b) は、凹部 5 および互いに離間された種結晶膜 3 を形成した状態を模式的に示す断面図である。

図 9 (a) は、図 8 の種結晶膜 3 上に III 族金属窒化物単結晶 4 をフラックス法で育成した状態を模式的に示す断面図であり、図 9 (b) は、基板 1 から単結晶 4 を剥離させた状態を模式的に示す断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照しつつ、本発明について更に詳細に説明する。

本発明では、例えば図 1 に示すように、基板 1 の表面に複数の種結晶膜 3 A を形成する。各種結晶膜 3 A は互いに離間されており、隣接する種結晶膜 3 A の間には非成膜面 1 b が設けられている。種結晶膜 3 A は、図 1 において水平方向 X へと向かって一定間隔で配列されており、かつ、斜め方向 Y へと向かって一定間隔で配列されている。

図 2 の例では、基板 1 の表面に複数の四辺形の種結晶膜 3 B を形成す

る。各種結晶膜 3 B は互いに離間されており、隣接する種結晶膜 3 B の間には非成膜面 1 b が設けられている。種結晶膜 3 B は、図 2 において水平方向 X へと向かって一定間隔で配列されており、かつ、上下方向 Y へと向かって一定間隔で配列されている。

5 図 3 の例では、基板 1 の表面に複数の帯状ないし矩形の種結晶膜 3 C を形成する。各種結晶膜 3 C は互いに離間されており、隣接する種結晶膜 3 C の間には非成膜面 1 b が設けられている。種結晶膜 3 C は、図 3 において水平方向 X へと向かって一定間隔で配列されており、かつ、上下方向 Y へと向かって一定間隔で配列されている。

10 図 4 の例では、基板 1 の表面に複数の三角形の種結晶膜 3 C を形成する。各種結晶膜 3 C は互いに離間されており、隣接する種結晶膜 3 C の間には非成膜面 1 b が設けられている。種結晶膜 3 C は、図 4 において水平方向 X へと向かって一定間隔で配列されており、かつ、上下方向 Y へと向かって一定間隔で配列されている。

15 図 5 の例では、基板 1 の表面に複数の円形の種結晶膜 3 D を形成する。各種結晶膜 3 D は互いに離間されており、隣接する種結晶膜 3 D の間には非成膜面 1 b が設けられている。種結晶膜 3 D は、図 5 において水平方向 X へと向かって一定間隔で配列されており、かつ、上下方向 Y へと向かって一定間隔で配列されている。

20 本発明においては、種結晶膜が、少なくとも 2 方向 X、Y に向かって配列されている。ここで、X 軸と Y 軸とは、交差していればよく（図 1 参照）、図 2 ～図 5 のように直交している必要はない。ただし、X 軸と Y 軸との交差角度は、 $40 \sim 140^\circ$ が好ましく、 $45 \sim 135^\circ$ が更に好ましい。

25 X 軸方向、Y 軸方向において、それぞれ、種結晶膜のピッチは、一定であることが好ましいが、必ずしも一定であることは必須ではない。

6

本発明においては、種結晶膜 3 A ~ 3 D の最大内接円径 A が $50\ \mu\text{m}$ 以上、 6mm 以下である。

種結晶膜 3 A ~ 3 D の最大内接円径 A が $50\ \mu\text{m}$ 未満になると、フラックス法によって III 族金属窒化物単結晶を育成するときに、種結晶膜
5 のフラックスへのメルトバックによってその上に単結晶が育成されなくなり、一体の自立した単結晶膜を得ることができない。この観点からは、種結晶膜 3 A ~ 3 D の最大内接円径 A を $100\ \mu\text{m}$ 以上とすることが更に好ましい。III 族金属窒化物単結晶を気相法によって形成する場合には、このような問題点は生じず、むしろ A が大きいと一体の単結晶膜を
10 形成することはできない。

種結晶膜 3 A ~ 3 D の最大内接円径 A が 6mm を超えると、育成された単結晶にクラックが発生する。この観点からは、種結晶膜 3 A ~ 3 D の最大内接円径 A が 1mm 以下であることが更に好ましく、 $500\ \mu\text{m}$ 以下であることがよりいっそう好ましい。

15 また、本発明では、種結晶膜 3 A ~ 3 D の外接円径 B が $50\ \mu\text{m}$ 以上、 10mm 以下である。

種結晶膜 3 A ~ 3 D の外接円径 B が $50\ \mu\text{m}$ 未満であると、フラックス法によって III 族金属窒化物単結晶を育成するときに、種結晶膜のフラックスへのメルトバックによってその上に単結晶が育成されなくなり、
20 一体の自立した単結晶膜を得ることができない。この観点からは、種結晶膜 3 A ~ 3 D の外接円径 B を $100\ \mu\text{m}$ 以上とすることが更に好ましい。

種結晶膜 3 A ~ 3 D の外接円径 B が 10mm を超えると育成された単結晶にクラックが発生する。この観点からは、種結晶膜 3 A ~ 3 D の外接円径 B が 7mm 以下であることが更に好ましい。
25

また、本発明では、種結晶膜 3 A ~ 3 D の非育成面の最大内接円径 C

が $100\ \mu\text{m}$ 以上、 1mm 以下である。種結晶膜 3 A ~ 3 D の非育成面の最大内接円径 C が $100\ \mu\text{m}$ 未満であると、育成された単結晶にクラックが発生しやすい。この観点からは、種結晶膜 3 A ~ 3 D の非育成面の最大内接円径 C を $200\ \mu\text{m}$ 以上とすることが更に好ましい。

- 5 種結晶膜 3 A ~ 3 D の非育成面の最大内接円径が 1mm を超えると、育成された単結晶にクラックが発生しやすい。この観点からは、種結晶膜 3 A ~ 3 D の非育成面の最大内接円径を $700\ \mu\text{m}$ 以下とすることが更に好ましい。

- 種結晶膜の平面形状は、円形、楕円形、レーストラック形状などの湾曲形状、星形、三角形、四辺形、六角形などの多角形であってよい。
- 10

非育成面とは、単結晶 4 が成長しない面である。具体的には、非育成面は、基板の露出面であり、あるいは、基板上に成膜された他の膜（例えば酸化物薄膜層）の表面である。

次に、種結晶膜および非育成面の形態について例示する。

- 15 図 6 (a) に示すように、基板 1 の表面 1 a は平滑に加工されており、表面 1 a 上に、よく配向された種結晶膜 2 が形成されている。

次いで、種結晶膜 2 を加工し、図 6 (b) に示すように、互いに離間された複数の種結晶膜 3 を形成する。隣接する種結晶膜 3 の間には非育成面 1 b が形成されている。

- 20 次に、図 7 (a) に示すように、種結晶膜 3 上にフラックス法によって III 族金属窒化物単結晶 4 を形成する。この工程では、隣接する種結晶膜 3 上に形成された各単結晶 4 がつながり、基板 1 を被覆していく。

- 次いで、単結晶 4 の成長後の降温過程において、図 7 (b) に示すように、単結晶 4 が基板 1 から、自然に、あるいは少ない労力をもって容易にテンプレート基板から剥離するので、生産性がきわめて高くなる。
- 25

図 8、図 9 は他の実施形態を示すものである。図 8 (a) に示すよう

に、基板 1 の表面 1 a は平滑に加工されており、表面 1 a に種結晶膜 2 が形成されている。次いで、基板 1 の表面 1 a を加工し、図 8 (b) に示すように、互いに離間された複数の種結晶膜 3 を形成する。ただし、本例では、基板表面 1 a から内側へと向かって更に加工し、凹部 5 を形成する。従って、種結晶膜 3 は、凹部 5 間の突起 8 上に残留することになる。突起 8 には、成膜面 1 a が残留するとともに、側壁面 8 a が形成される。側壁面 8 a および凹部底面 1 b は、加工によって形成された加工面である。

次に、図 9 (a) に示すように、種結晶膜 3 上にフラックス法によって III 族金属窒化物単結晶 4 を形成する。この工程では、隣接する種結晶膜 3 上に形成された各単結晶 4 がつながり、基板 1 を被覆していく。

次いで、単結晶 4 の成長後の降温過程において、図 9 (b) に示すように、単結晶 4 が基板 1 から、自然に、あるいは少ない労力をもって容易にテンプレート基板から剥離するので、生産性がきわめて高くなる。

基板 1 の厚さ T (図 6、図 8 参照) は 0.8 mm 以上、1.2 mm 以下とすることが特に好ましく、これによって単結晶の基板からの自然剥離を促進できる。この観点からは、基板の厚さ T は、0.9 mm 以上とすることが更に好ましく、また、1.1 mm 以下とすることが更に好ましい。

好ましくは、突起 8 の側壁面 8 a の長手方向と基板の a 軸とがなす角度 θ が 25° 以下であり、更に好ましくは 20° 以下であり、一層好ましくは 10° 以下である。最も好ましくは、突起の側壁面の長手方向と基板本体の a 軸とが平行である。

ここで、a 軸とは、六方晶単結晶の $\langle 1 \ 1 \ -2 \ 0 \rangle$ を示す。サブ
ファイア、窒化ガリウムともに、六方晶系なので、a1、a2、a3 は等価
あり、 $[2 \ -1 \ -1 \ 0]$ 、 $[1 \ 1 \ -2 \ 0]$ 、 $[-1 \ 2 \ -1 \ 0]$ 、 $[-2$

$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ 、 $\begin{bmatrix} -1 & -1 & 2 & 0 \end{bmatrix}$ 、 $\begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ の6つは等価である。この6つのうち、a 軸は慣例で $\begin{bmatrix} 1 & 1 & -2 & 0 \end{bmatrix}$ を用いることが多く、本願でいう a 軸はこのすべての等価な軸のことを意味し、 $\begin{bmatrix} 1 & 1 & -2 & 0 \end{bmatrix}$ と表記する場合でも、前記等価な軸をすべて含む。

- 5 基板の材質は特に限定されないが、サファイア、シリコン単結晶、SiC単結晶、MgO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を例示できる。また組成式

- 10
$$[\text{A}_{1-y}(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)_y][(\text{Al}_{1-z}\text{Ga}_z)_{1-u}\cdot\text{D}_u]\text{O}_3$$

 (Aは、希土類元素である；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る； $y=0.3\sim0.98$ ； $x=0\sim1$ ； $z=0\sim1$ ； $u=0.15\sim0.49$ ； $x+z=0.1\sim2$) 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。

- 15 非育成面 1b の形成方法は限定されない。特に、サンドブラストにより、溝入れ加工することで、低コストかつリソグラフィでは作製困難な深い溝 (10 ミクロン以上の深さ) を作製することができる。また、加工面が平滑かつ、加工歪みが残存し、エピレディで無ければ (すなわち GaN 薄膜が成長しない表面状態であれば) 良く、例えば、レーザー加工
 20 でもよく、プラズマエッチング、ダイシング (ダイヤモンドブレード) でもよい。

- 図8 (b) 及び図9 (b) の凹部 5 の深さ d は、育成単結晶の剥離を促進し、凹部からの基板 1 のクラック発生を防止するという観点からは、
 100 μm 以下が好ましく、1 μm 以下がさらに好ましく、0.1 μm
 25 以下が最も好ましい。サンドブラスト加工において、600～800 番のアルミナ砥粒を用いると、サファイア基板の加工速度が GaN 薄膜に

10

比べて数 10 倍遅く、凹部深さの調整に好適である。

種結晶膜を構成する III 族金属窒化物単結晶は、Ga、Al、In から選ばれた一種以上の金属の窒化物であり、GaN、AlN、GaAlN、GaAlInN 等である。好ましくは GaN、AlN、GaAlN である。

種結晶膜の形成方法は、不純物濃度の制御性や膜厚均一性の観点から MOCVD 法が好ましい。

種結晶膜の厚さは特に限定されない。種結晶膜のメルトバックを抑制するという観点からは、1 μ m 以上であることが好ましく、5 μ m 以上であることがさらに好ましい。また、下地膜を厚くすると、下地膜の形成に時間がかかるので、メルトバックしない程度のなるべく薄い膜厚が好ましい。この観点からは、種結晶膜の厚さを 30 μ m 以下とすることができる。

次いで、種結晶膜上にフラックス法によって III 族金属窒化物単結晶を育成する。

フラックスの種類は、III 族金属窒化物単結晶を生成可能である限り、特に限定されない。好適な実施形態においては、ナトリウム金属とカルシウム金属との少なくとも一方を含むフラックスを使用し、ナトリウム金属を含むフラックスが特に好ましい。

フラックスには、目的とする III 族金属窒化物単結晶の原料を混合し、使用する。この III 族金属窒化物単結晶は、Ga、Al、In、B から選ばれた一種以上の金属の窒化物であり、GaN、AlN、GaAlN、GaAlInN、BN 等である。好ましくは GaN、GaAlN である。

フラックスを構成する原料は、目的とする III 族金属窒化物単結晶に合わせて選択する。

ガリウム原料物質としては、ガリウム単体金属、ガリウム合金、ガリ

11

ウム化合物を適用できるが、ガリウム単体金属が取扱いの上からも好適である。

アルミニウム原料物質としては、アルミニウム単体金属、アルミニウム合金、アルミニウム化合物を適用できるが、アルミニウム単体金属が
5 取扱いの上からも好適である。

インジウム原料物質としては、インジウム単体金属、インジウム合金、インジウム化合物を適用できるが、インジウム単体金属が取扱いの上からも好適である。

III 族金属窒化物単結晶の育成温度や育成時の保持時間は特に限定されず、目的とする III 族金属窒化物単結晶の種類やフラックスの組成に応じて適宜変更する。一例では、ナトリウムまたはリチウム含有フラックスを用いて窒化ガリウム単結晶を育成する場合には、育成温度を 80
10 0 ~ 1 0 0 0 °C とすることができる。

好適な実施形態においては、窒素ガスを含む混合ガスからなる雰囲気
15 下で III 族金属窒化物単結晶を育成する。雰囲気的全圧は特に限定されないが、フラックスの蒸発を防止する観点からは、10 気圧以上が好ましく、30 気圧以上が更に好ましい。ただし、圧力が高いと装置が大がかりとなるので、雰囲気的全圧は、200 気圧以下が好ましく、100 気圧以下が更に好ましい。

20 また、雰囲気中の窒素分圧も特に限定されないが、窒化ガリウム単結晶を育成する場合には 10 ~ 200 気圧が好ましく、30 ~ 100 気圧が更に好ましい。窒化アルミニウム単結晶を育成する場合には、0.1 ~ 50 気圧が好ましく、1 ~ 10 気圧が更に好ましい。

雰囲気中の窒素以外のガスは限定されないが、不活性ガスが好ましく、
25 アルゴン、ヘリウム、ネオンが特に好ましい。窒素以外のガスの分圧は、全圧から窒素ガス分圧を除いた値である。

12

本発明における実際の育成手法は特に限定されない。例えばるつぼ内でテンプレート基板をフラックス中に浸漬し、るつぼを耐圧容器に収容し、耐圧容器内に窒素含有雰囲気を供給しつつ加熱できる。また、テンプレート基板を所定位置に固定し、フラックスが収容されたるつぼを上
5 方向へと上昇させることにより、種結晶膜の表面にフラックスを接触させることができる。

実施例

(実施例 1)

10 図 8 および図 9 を参照しつつ説明した方法に従い、窒化ガリウム単結晶を育成した。

具体的には、直径 4 インチ、厚さ 0.8 mm の c 面サファイア基板 1 の表面 1 a に、まず 550℃にて GaN 低温バッファ層を 70 nm 成膜し、その後、厚さ 8 ミクロンの GaN 薄膜 2 を 1050℃にて気相法により成膜した。この GaN テンプレートの表面をサンドブラストにより
15 加工した。加工は GaN 薄膜がなくなりサファイア基板面が露出するまでおこない、加工深さは 8 μm とした。また、外周部 1.5 mm の領域の GaN 薄膜も同時にサンドブラストにより除去加工した。

ただし、基板に形成される突起および種結晶膜 3 D の平面形状は、図
20 5 に示すような円形とし、円形の種結晶膜 3 D が X 軸および Y 軸方向に多数配列されるようにした。種結晶膜 3 D の最大内接円径 A は 50 μm とし、外接円径 B は 50 μm とし、非育成面の最大内接円径 C は 500 μm とした。

次いで、フラックス法によって、テンプレート基板上に窒化ガリウム
25 単結晶を育成した。具体的には、まず、アルゴン雰囲気のグローブボックス内で、内径 φ 120 mm の育成容器内の底の中央に種結晶基板とし

て溝加工した ϕ 4 インチ G a N テンプレートを配置した。さらに金属ナトリウム 130 g、金属ガリウム 90 g、炭素 350 mg を育成容器内に充填した。この育成容器を耐熱金属製の容器に入れて密閉した後、結晶育成炉の揺動および回転が可能な台上に設置した。870℃に昇温しながら窒素ガスで 4.5 MPa に加圧、フラックス溶液を揺動および回転で攪拌しながら 100 時間保持することにより結晶成長させた。その後 30 時間かけて室温まで徐冷した。その後、結晶育成炉から育成容器を取り出し、エタノールを用いて、フラックスを除去し、成長した窒化ガリウム結晶板を回収した。

- 10 得られた窒化ガリウム結晶板は、サファイア基板と全面剥離し、自立化しており、クラックはなかった。直径は ϕ 4 インチであり、厚さは約 1.5 mm であった。

(実施例 2)

- 実施例 1 と同様にして、窒化ガリウム単結晶を育成した。ただし、種結晶膜 3 C の形態は図 3 に示すようにし、矩形の種結晶膜 3 C を X 軸方向および Y 軸方向に多数配列した。種結晶膜 3 C の内接円径 A を 50 μ m とし、外接円径 B を 10 mm とし、非育成面 1 b の最大内接円径 C を 500 μ m とした。

- 20 得られた窒化ガリウム結晶板は、サファイア基板と全面剥離し、自立化しており、クラックはなかった。直径は ϕ 4 インチであり、厚さは約 1.5 mm であった。

(実施例 3)

- 実施例 1 と同様にして、窒化ガリウム単結晶を育成した。ただし、種結晶膜 3 C の形態は図 3 に示すようにし、矩形の種結晶膜 3 C を X 軸方向および Y 軸方向に多数配列した。種結晶膜 3 C の内接円径 A を 6 mm とし、外接円径 B を 10 mm とし、非育成面 1 b の最大内接円径 C を 5

0 0 μ mとした。

得られた窒化ガリウム結晶板は、サファイア基板と全面剥離し、自立化しており、クラックはなかった。直径は ϕ 4インチであり、厚さは約 1. 5 mmであった。

5 (実施例 4)

実施例 1 と同様にして、窒化ガリウム単結晶を育成した。ただし、種結晶膜 3 C の形態は図 3 に示すようにし、矩形の種結晶膜 3 C を X 軸方向および Y 軸方向に多数配列した。種結晶膜 3 C の内接円径 A を 1 mm とし、外接円径 B を 6 mm とし、非育成面 1 b の最大内接円径 C を 5 0 10 0 μ mとした。

得られた窒化ガリウム結晶板は、サファイア基板と全面剥離し、自立化しており、クラックはなかった。直径は ϕ 4インチであり、厚さは約 1. 5 mmであった。

(実施例 5)

15 実施例 1 と同様にして、窒化ガリウム単結晶を育成した。ただし、種結晶膜 3 C の形態は図 3 に示すようにし、矩形の種結晶膜 3 C を X 軸方向および Y 軸方向に多数配列した。種結晶膜 3 C の内接円径 A を 1 mm とし、外接円径 B を 6 mm とし、非育成面 1 b の最大内接円径 C を 1 0 0 μ mとした。

20 得られた窒化ガリウム結晶板は、サファイア基板と全面剥離し、自立化しており、クラックはなかった。直径は ϕ 4インチであり、厚さは約 1. 5 mmであった。

(実施例 6)

25 実施例 1 と同様にして、窒化ガリウム単結晶を育成した。ただし、種結晶膜 3 C の形態は図 3 に示すようにし、矩形の種結晶膜 3 C を X 軸方向および Y 軸方向に多数配列した。種結晶膜 3 C の内接円径 A を 1 mm

15

とし、外接円径 B を 6 mm とし、非育成面 1 b の最大内接円径 C を 1 mm とした。

得られた窒化ガリウム結晶板は、サファイア基板と全面剥離し、自立化しており、クラックはなかった。直径は ϕ 4 インチであり、厚さは約 1.5 mm であった。

(比較例 1)

実施例 1 と同様にして、窒化ガリウム単結晶を育成した。ただし、種結晶膜 3 C の形態は図 3 に示すようにし、矩形の種結晶膜 3 C を X 軸方向および Y 軸方向に多数配列した。種結晶膜 3 C の内接円径 A を 10 μ m とし、外接円径 B を 6 mm とし、非育成面 1 b の最大内接円径 C を 500 μ m とした。

この結果、GaN 薄膜部が部分的にメルトバックしており、該当部で GaN 結晶が成長していなかった。

(比較例 2)

15 実施例 1 と同様にして、窒化ガリウム単結晶を育成した。ただし、種結晶膜 3 C の形態は図 3 に示すようにし、矩形の種結晶膜 3 C を X 軸方向および Y 軸方向に多数配列した。種結晶膜 3 C の内接円径 A を 1 mm とし、外接円径 B を 15 mm とし、非育成面 1 b の最大内接円径 C を 500 μ m とした。

20 得られた窒化ガリウム結晶板は、直径は ϕ 4 インチであり、厚さは約 1.5 mm であったが、目視でクラックがみとめられた。

(比較例 3)

実施例 1 と同様にして、窒化ガリウム単結晶を育成した。ただし、種結晶膜 3 C の形態は図 3 に示すようにし、矩形の種結晶膜 3 C を X 軸方向および Y 軸方向に多数配列した。種結晶膜 3 C の内接円径 A を 1 mm とし、外接円径 B を 6 mm とし、非育成面 1 b の最大内接円径 C を 50

μm とした。

得られた窒化ガリウム結晶板は、直径は $\phi 4$ インチであり、厚さは約1.5mmであったが、目視でクラックがみとめられた。

(比較例4)

- 5 実施例1と同様にして、窒化ガリウム単結晶を育成した。ただし、種結晶膜3Cの形態は図3に示すようにし、矩形の種結晶膜3CをX軸方向およびY軸方向に多数配列した。種結晶膜3Cの内接円径Aを1mmとし、外接円径Bを6mmとし、非育成面1bの最大内接円径Cを1.6mmとした。

- 10 得られた窒化ガリウム結晶板は、直径は $\phi 4$ インチであり、厚さは約1.5mmであったが、目視でクラックがみとめられた。

(比較例5)

- 15 実施例1と同様にして、窒化ガリウム単結晶を育成した。ただし、種結晶膜3Cの形態は図3に示すようにし、矩形の種結晶膜3CをX軸方向およびY軸方向に多数配列した。種結晶膜3Cの内接円径Aを8mmとし、外接円径Bを15mmとし、非育成面1bの最大内接円径Cを500 μm とした。

得られた窒化ガリウム結晶板は、直径は $\phi 4$ インチであり、厚さは約1.5mmであったが、目視でクラックがみとめられた。

- 20 以下の表1、2、3に実験結果をまとめて示す。

ただし、表には、種結晶膜の形状を示す(円形、楕円、矩形)

また、表に示した各実験結果は以下のとおりである。

- | | |
|-------------|----------------------|
| 「○」 | : GaN結晶板が自立化し、クラックなし |
| 「クラック」 | : GaN結晶板にクラック発生 |
| 25 「メルトバック」 | : 結晶育成時にGaN薄膜がメルトバック |
| 「実・比」 | : 実施例・比較例該当結果 |

表 1

凸部の最大内接円径							
凹部の 最大内接円径	凸部の 外接円径	10 μm	50 μm	500 μm	1 mm	6 mm	8 mm
50 μm	10 μm	円形：メルトバック					
50 μm	50 μm	矩形：メルトバック	円形：クラック				
50 μm	1 mm	矩形：メルトバック	矩形：クラック	矩形：クラック			
50 μm	6 mm	矩形：メルトバック	矩形：クラック	矩形：クラック	矩形：クラック 比3		
50 μm	8 mm	矩形：メルトバック	矩形：クラック	矩形：クラック	矩形：クラック		
50 μm	10 mm	矩形：メルトバック	矩形：クラック	矩形：クラック	矩形：クラック	矩形：クラック	
50 μm	15 mm	矩形：メルトバック	矩形：クラック	矩形：クラック	矩形：クラック	矩形：クラック	矩形：クラック
100 μm	10 μm	円形：メルトバック					
100 μm	50 μm	矩形：メルトバック	円形：○				
100 μm	1 mm	矩形：メルトバック	矩形：○	矩形：○			
100 μm	6 mm	矩形：メルトバック	矩形：○	矩形：○	矩形：○ 実5		
100 μm	8 mm	矩形：メルトバック	矩形：○	矩形：○	矩形：○		
100 μm	10 mm	矩形：メルトバック	矩形：○	矩形：○	矩形：○	矩形：○	
100 μm	15 mm	矩形：メルトバック	矩形：クラック	矩形：クラック	矩形：クラック	矩形：クラック	矩形：クラック

表 2

		凸部の最大内接円径					
凹部の 最大内接円径	凸部の 外接円径	10 μm	50 μm	500 μm	1 mm	6 mm	8 mm
200 μm	10 μm	円形:マルチバック					
200 μm	50 μm	矩形:マルチバック	円形:○				
200 μm	1 mm	矩形:マルチバック	矩形:○	矩形:○	円形:○		
200 μm	6 mm	矩形:マルチバック	矩形:○	矩形:○	矩形:○		
200 μm	8 mm	矩形:マルチバック	矩形:○	矩形:○	矩形:○		
200 μm	10 mm	矩形:マルチバック	矩形:○	矩形:○	矩形:○	矩形:○	
200 μm	15 mm	矩形:マルチバック	矩形:クラック	矩形:クラック	矩形:クラック	矩形:クラック	矩形:クラック
500 μm	10 μm	円形:マルチバック					
500 μm	50 μm	矩形:マルチバック	円形:○実1				
500 μm	1 mm	矩形:マルチバック	矩形:○	矩形:○	円形:○		
500 μm	6 mm	矩形:マルチバック 比1	矩形:○	矩形:○	矩形:○実4		
500 μm	8 mm	矩形:マルチバック	矩形:○	矩形:○	矩形:○		
500 μm	10 mm	矩形:マルチバック	矩形:○実2	矩形:○	矩形:○	矩形:○実3	
500 μm	15 mm	矩形:マルチバック	矩形:クラック	矩形:クラック	矩形:クラック 比2	矩形:クラック	矩形:クラック

表 3

凸部の最大内接円径								
凹部の 最大内接円径	凸部の 外接円径	10 μ m	50 μ m	500 μ m	1 mm	6 mm	8 mm	
800 μ m	10 μ m	円形:メルトハック						
800 μ m	50 μ m	矩形:メルトハック	円形:○					
800 μ m	1 mm	矩形:メルトハック	矩形:○	矩形:○	円形:○			
800 μ m	6 mm	矩形:メルトハック	矩形:○	矩形:○	矩形:○			
800 μ m	8 mm	矩形:メルトハック	矩形:○	矩形:○	矩形:○			
800 μ m	10 mm	矩形:メルトハック	矩形:○	矩形:○	矩形:○	矩形:○		
800 μ m	15 mm	矩形:メルトハック	矩形:クラック	矩形:クラック	矩形:クラック	矩形:クラック	矩形:クラック	
1 mm	10 μ m	円形:メルトハック						
1 mm	50 μ m	矩形:メルトハック	円形:○					
1 mm	1 mm	矩形:メルトハック	矩形:○	矩形:○	円形:○			
1 mm	6 mm	矩形:メルトハック	矩形:○	矩形:○	矩形:○実6	円形:○		
1 mm	8 mm	矩形:メルトハック	矩形:○	矩形:○	矩形:○	楕円:○		
1 mm	10 mm	矩形:メルトハック	矩形:○	矩形:○	矩形:○	矩形:○		
1 mm	15 mm	矩形:メルトハック	矩形:クラック	矩形:クラック	矩形:クラック	矩形:クラック	矩形:クラック	
1.6 mm	10 μ m	円形:メルトハック						
1.6 mm	50 μ m	矩形:メルトハック	円形:クラック					
1.6 mm	1 mm	矩形:メルトハック	矩形:クラック	矩形:クラック	円形:クラック			
1.6 mm	6 mm	矩形:メルトハック	矩形:クラック	矩形:クラック	矩形:クラック比4	円形:クラック		
1.6 mm	8 mm	矩形:メルトハック	矩形:クラック	矩形:クラック	矩形:クラック	矩形:クラック	円形:クラック	
1.6 mm	10 mm	矩形:メルトハック	矩形:クラック	矩形:クラック	矩形:クラック	矩形:クラック	楕円:クラック	
1.6 mm	15 mm	矩形:メルトハック	矩形:クラック	矩形:クラック	矩形:クラック	矩形:クラック	矩形:クラック	

本発明の特定の実施形態を説明してきたけれども、本発明はこれら特定の実施形態に限定されるものではなく、請求の範囲の範囲から離れることなく、種々の変更や改変を行いながら実施できる。

請求の範囲

1. 基板上に III 族金属窒化物単結晶の複数の種結晶膜を成膜し、この際基板に前記種結晶膜によって被覆されていない非育成面を形成する種結晶膜作製工程；および

5 前記種結晶膜上にフラックス法によって III 族金属窒化物単結晶を育成する育成工程；

を有する方法であって、

前記複数の種結晶膜が互いに前記非育成面によって分けられており、かつ少なくとも二方向に向かって配列されており、前記種結晶膜の最大
10 内接円径が $50\ \mu\text{m}$ 以上、 $6\ \text{mm}$ 以下であり、前記種結晶膜の外接円径が $50\ \mu\text{m}$ 以上、 $10\ \text{mm}$ 以下であり、前記非育成面の最大内接円径が $100\ \mu\text{m}$ 以上、 $1\ \text{mm}$ 以下であることを特徴とする、III 族金属窒化物単結晶の製造方法。

2. 前記種結晶膜の最大内接円径が $50\ \mu\text{m}$ 以上、 $1\ \text{mm}$ 以下であり、前記種結晶膜の外接円径が $50\ \mu\text{m}$ 以上、 $10\ \text{mm}$ 以下であり、前
15 記非育成面の最大内接円径が $200\ \mu\text{m}$ 以上、 $1\ \text{mm}$ 以下であることを特徴とする、請求項 1 記載の方法。

3. 前記種結晶膜の最大内接円径が $50\ \mu\text{m}$ 以上、 $500\ \mu\text{m}$ 以下であり、前記種結晶膜の外接円径が $50\ \mu\text{m}$ 以上、 $10\ \text{mm}$ 以下であり、
20 前記非育成面の最大内接円径が $200\ \mu\text{m}$ 以上、 $1\ \text{mm}$ 以下であることを特徴とする、請求項 1 記載の方法。

4. 前記基板に凹部が形成されており、この凹部に前記非育成面が形成されていることを特徴とする、請求項 1～3 のいずれか一つの請求項に記載の方法。

25 5. 前記種結晶膜の一つ以上が三角形ないし略三角形であることを特徴とする、請求項 1～4 のいずれか一つの請求項に記載の方法。

6. 前記種結晶膜の一つ以上が四辺形ないし略四辺形であることを特徴とする、請求項 1～4 のいずれか一つの請求項に記載の方法。

7. 前記種結晶膜の一つ以上が円形ないし略円形であることを特徴とする、請求項 1～4 のいずれか一つの請求項に記載の方法。

5 8. 前記種結晶膜の一つ以上が楕円形ないし略楕円形であることを特徴とする、請求項 1～4 のいずれか一つの請求項に記載の方法。

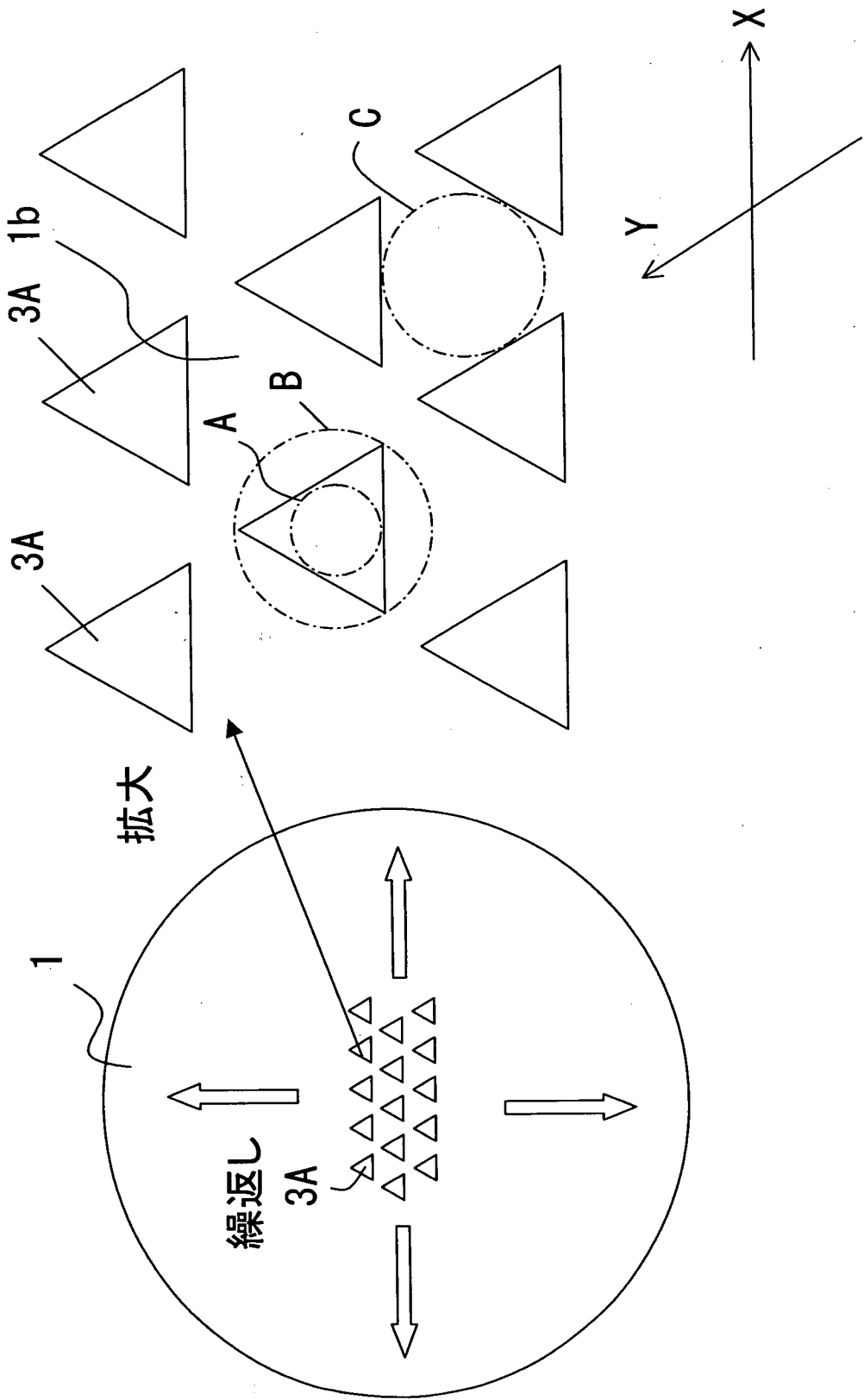
9. 前記育成工程において、隣接する前記種結晶膜から成長する III 族金属窒化物単結晶の a 面同士を互いに会合させることを特徴とする、請求項 1～8 のいずれか一つの請求項に記載の方法。

10 10. 育成される前記 III 族金属窒化物単結晶が、窒化ガリウム単結晶または窒化アルミニウム単結晶であることを特徴とする、請求項 1～9 のいずれか一つの請求項に記載の方法。

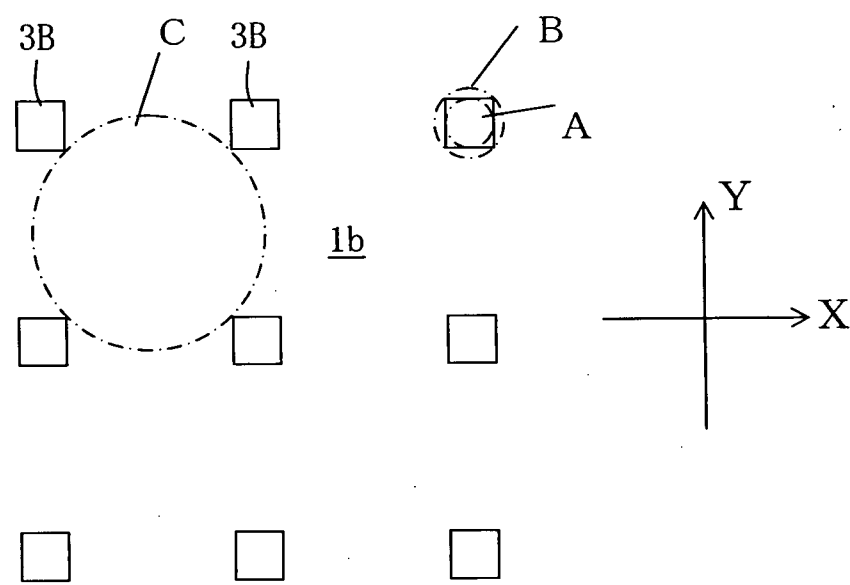
11. 前記種結晶膜を構成する前記 III 族金属窒化物単結晶が、窒化ガリウム単結晶、窒化アルミニウム単結晶または窒化アルミニウム-
15 窒化ガリウム固溶体結晶であることを特徴とする、請求項 1～10 のいずれか一つの請求項に記載の方法。

12. 前記育成された III 族金属窒化物単結晶を前記種結晶膜から自然剥離させることを特徴とする、請求項 1～11 のいずれか一つの請求項に記載の方法。

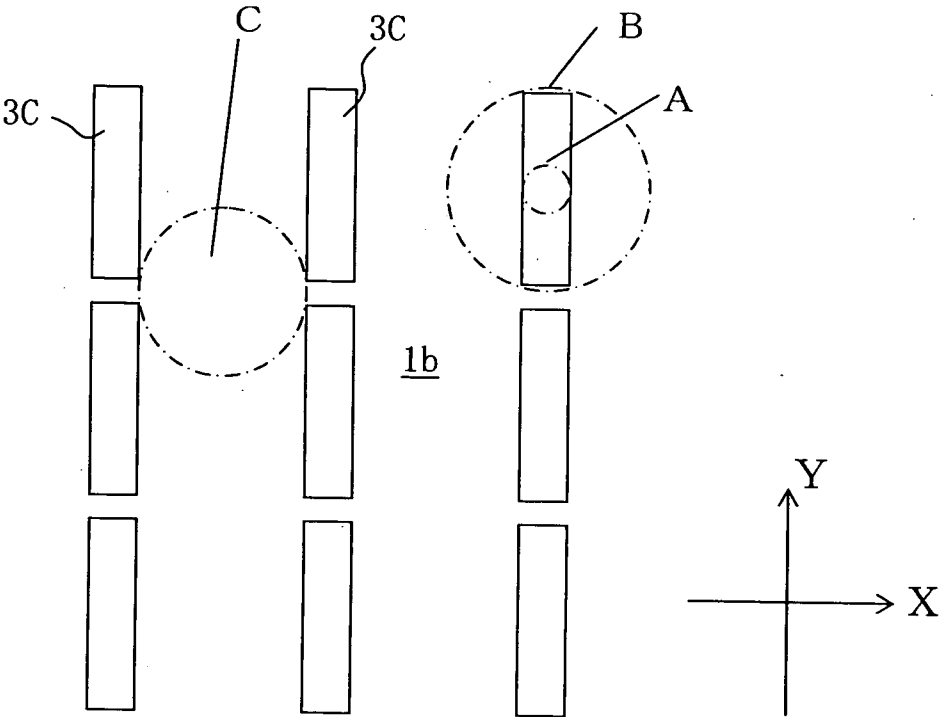
第 1 図



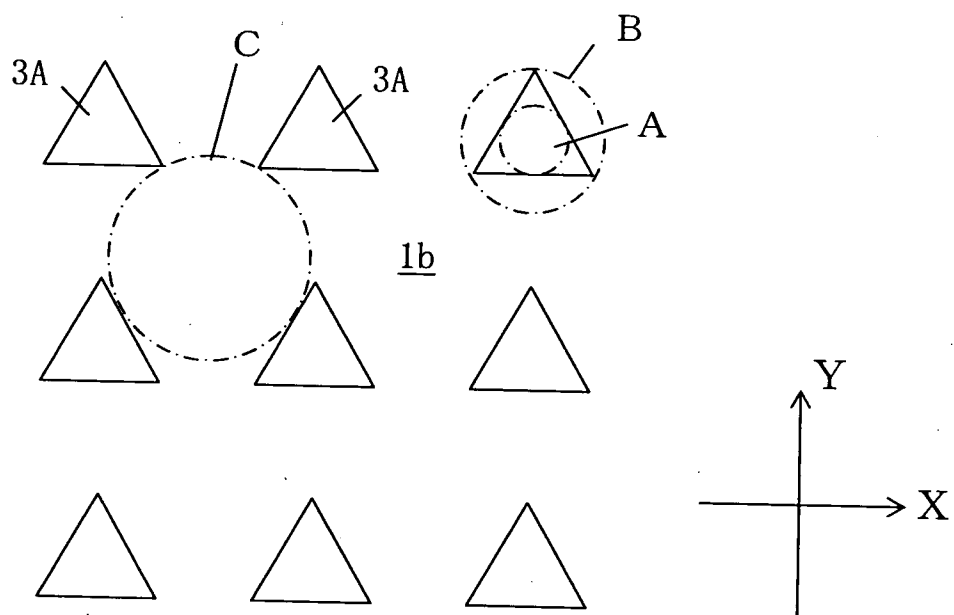
第 2 図



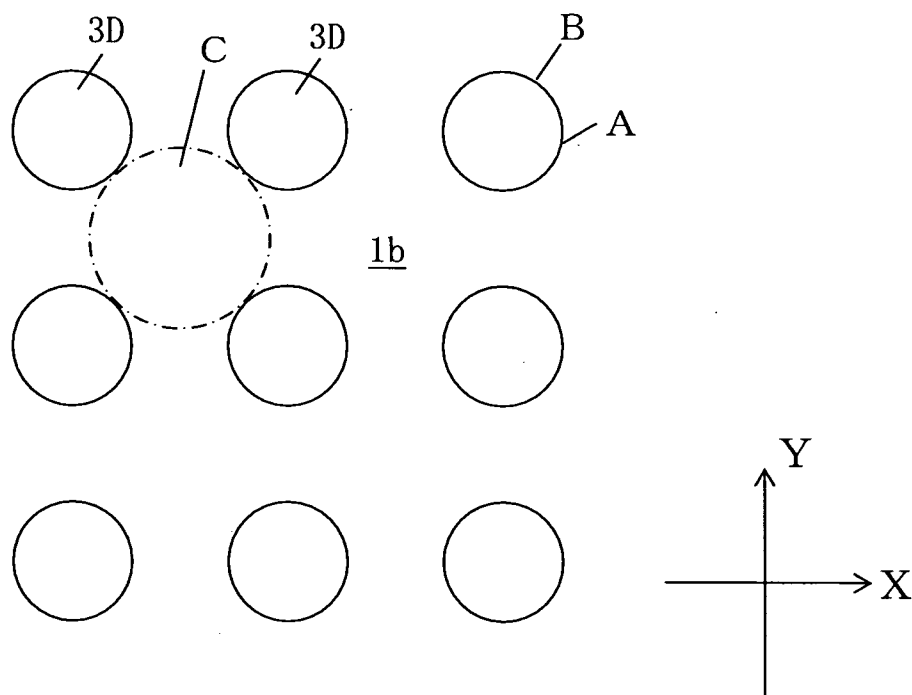
第 3 図



第 4 図



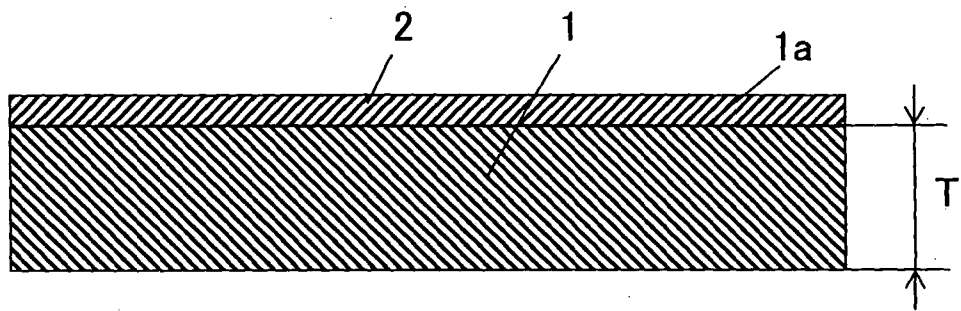
第 5 図



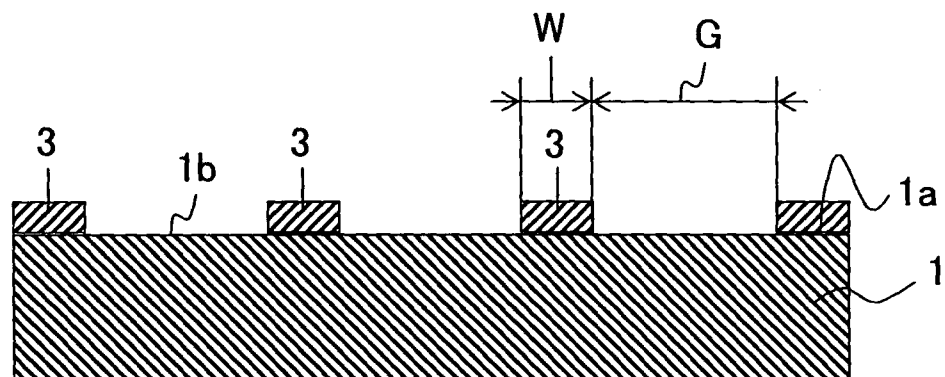
6/9

第 6 図

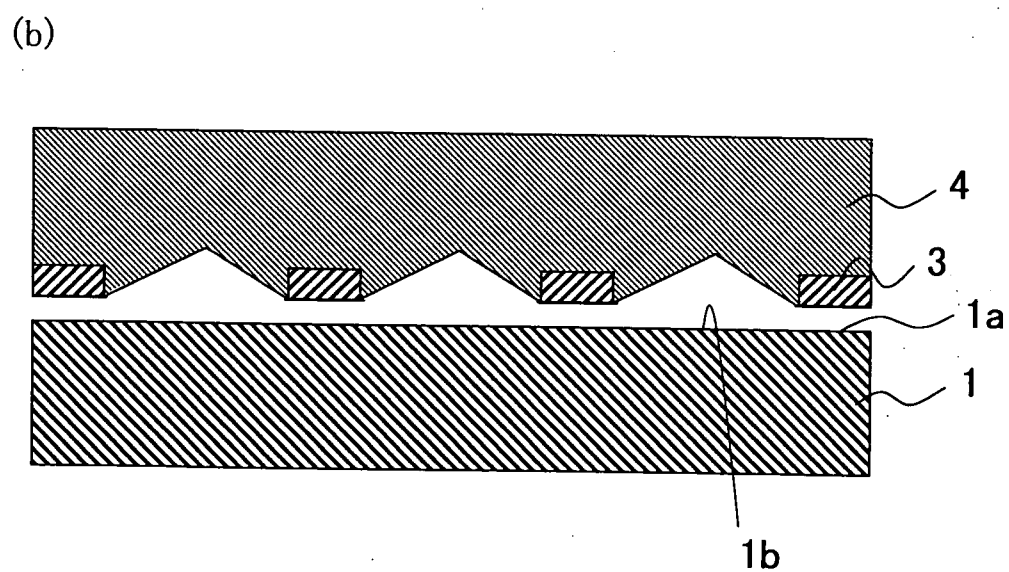
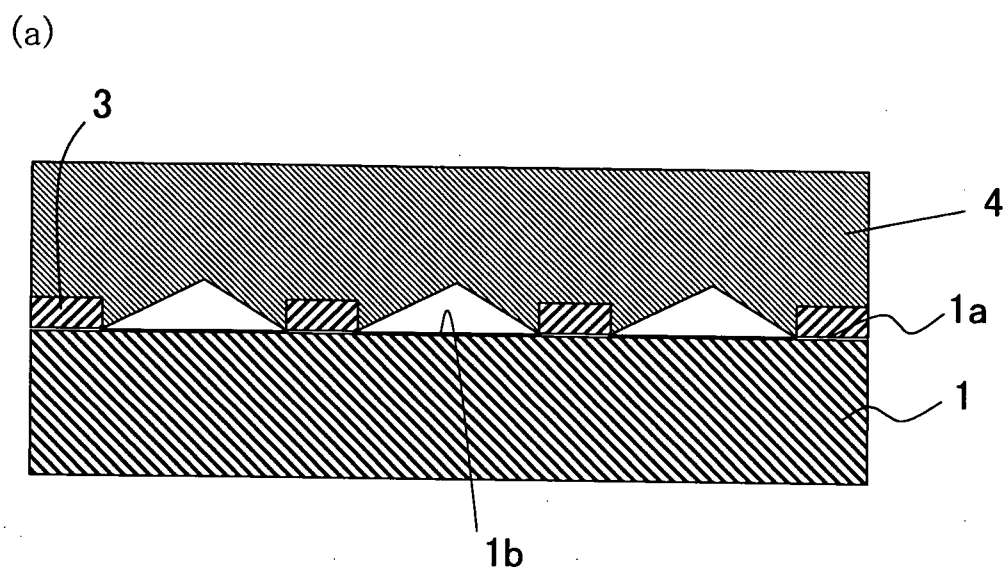
(a)



(b)

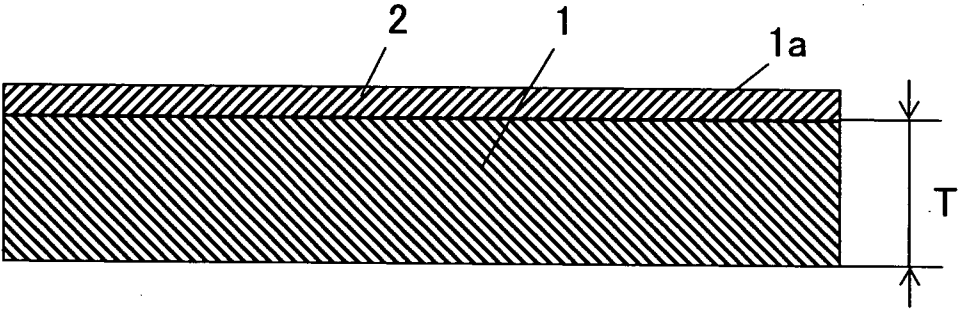


第7図

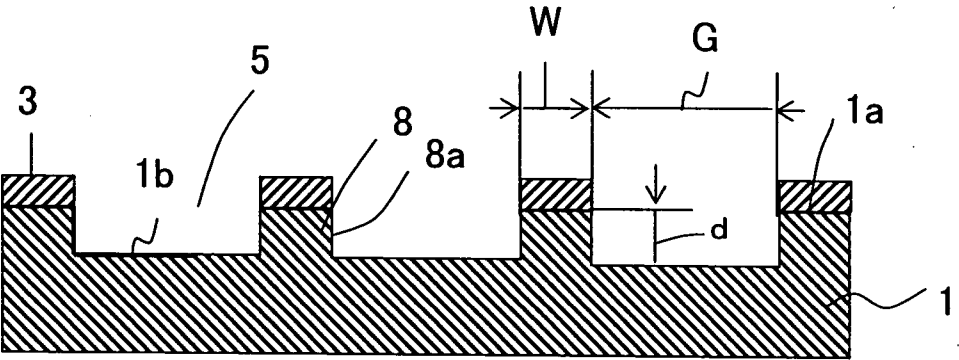


第 8 図

(a)

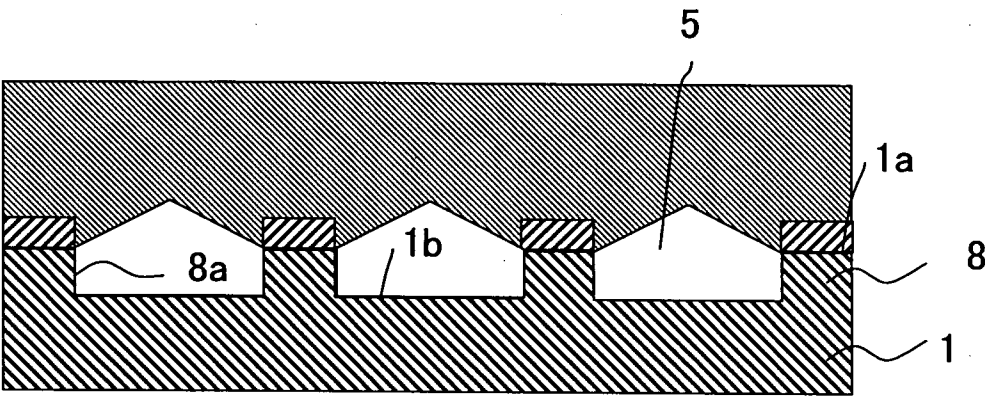


(b)

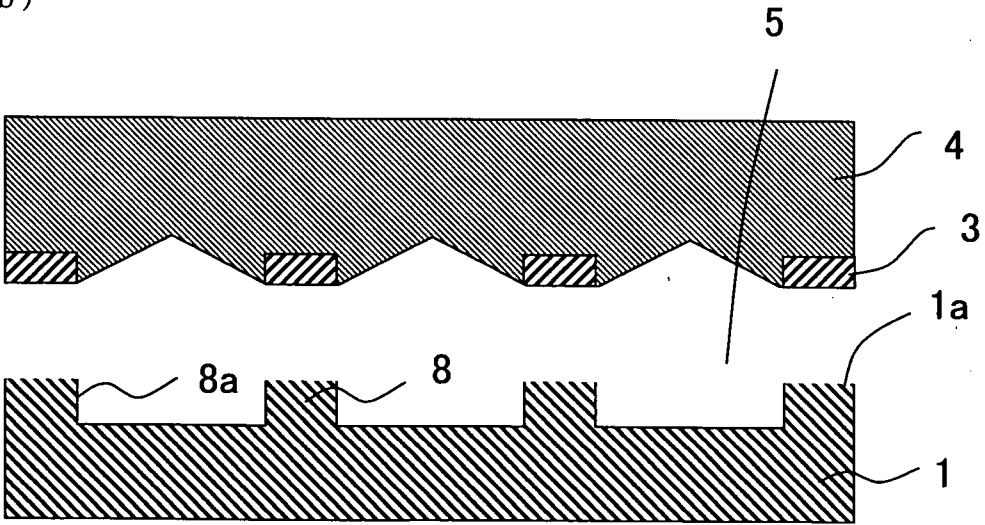


第 9 図

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/061740

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C30B9/10(2006.01)i, C30B29/38(2006.01)i, H01L21/208(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)

C30B9/00-9/14, H01L21/208

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 2005-012171 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 13 January 2005 (13.01.2005), paragraphs [0022], [0024], [0061] to [0063], [0066], [0083]; fig. 2(a), 3 & US 2004/0183090 A1	1-3, 7, 9-12 4-6, 8
A	JP 2009-029639 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 12 February 2009 (12.02.2009), paragraphs [0154] to [0156]; fig. 11, 14 (Family: none)	1-12

☐ 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
21 July, 2010 (21.07.10)

Date of mailing of the international search report
10 August, 2010 (10.08.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/061740

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention in claim 1 does not have novelty and a special technical feature, since the invention is described in the following document 1. Consequently, the invention in claim 1 does not satisfy unity.

The invention in claims 1, 2, 4, 5, 9 - 12 is relevant to main invention.

Document 1: JP 2005-012171 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 13 January 2005 (13.01.2005), [0022], [0024], [0061] - [0063], [0066], [0083], fig. 2(a), fig 3, & US 2004/0183090 A1

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C30B9/10(2006.01)i, C30B29/38(2006.01)i, H01L21/208(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. C30B9/00-9/14, H01L21/208

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 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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 2005-012171 A (松下電器産業株式会社) 2005.01.13, 【0022】, 【0024】, 【0061】 - 【0063】, 【0066】, 【0083】, 図2 (a), 図3 & US 2004/0183090 A1	1-3, 7, 9-12 4-6, 8
A	JP 2009-029639 A (住友電気工業株式会社) 2009.02.12, 【0154】 - 【0156】, 図11, 14 (ファミリーなし)	1-12

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 1 . 0 7 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 8 . 2 0 1 0

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)

櫻木 伸一郎

4 G

4 1 4 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 1 6

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1に係る発明は、下記の文献1に記載されているから、新規性が無く、特別な技術的特徴を有さず、事後的に単一性を満たさない。

請求項1, 2, 4, 5, 9-12に係る発明が主発明である。

文献1：JP 2005-012171 A（松下電器産業株式会社）2005.01.13, 【0022】, 【0024】,
【0061】-【0063】, 【0066】, 【0083】, 図2(a), 図3 & US 2004/0183090
A1

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。