

(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
2023年10月5日(05.10.2023)

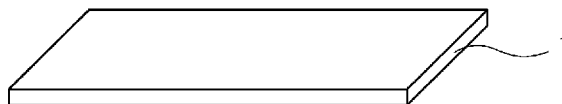


(10) 国際公開番号
WO 2023/189834 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 14/34 (2006.01) H01L 27/146 (2006.01)
C04B 35/01 (2006.01) H01L 29/06 (2006.01)
H01L 21/336 (2006.01) H01L 29/66 (2006.01)
H01L 21/363 (2006.01) H01L 29/786 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/010926
- (22) 国際出願日: 2023年3月20日(20.03.2023)
- (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 2022-054645 2022年3月29日(29.03.2022) JP
特願 2022-104928 2022年6月29日(29.06.2022) JP
- (71) 出願人: 出光興産株式会社(IDEMITSU KOSAN CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒1008321 東京都千代田区大手町一丁目2番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 糸瀬 麻美(ITOSE Mami); 〒1008321 東京都千代田区大手町一丁目2番1号 出光興産株式会社内 Tokyo (JP). 海上 暁(KAIJO Akira); 〒1008321 東京都千代田区大手町一丁目2番1号 出光興産株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人樹之下知的財産事務所 (KINOSHITA & ASSOCIATES); 〒1670051 東京都杉並区荻窪五丁目2番13号 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

(54) Title: SPATTERING TARGET, SPATTERING TARGET PRODUCTION METHOD, CRYSTAL OXIDE THIN FILM, THIN FILM TRANSISTOR, AND ELECTRONIC EQUIPMENT

(54) 発明の名称: スパッタリングターゲット、スパッタリングターゲットの製造方法、結晶酸化物薄膜、薄膜トランジスタ、及び電子機器



(57) Abstract: Provided is a spattering target (1) comprising an oxide sintered compact including an In element, a Ga element, and an O element. Said sintered compact includes a crystal structure represented by In_2O_3 , the atomic composition ratio of the Ga element in the oxide sintered compact satisfies expression (1), and the flexural strength of the oxide sintered compact is 140 MPa or greater. Expression (1): $8 \leq \text{Ga}/(\text{In}+\text{Ga}) \leq 20$

(57) 要約: In 元素、Ga 元素、及び O 元素を含む酸化物焼結体を備えるスパッタリングターゲットであって、前記焼結体が、 In_2O_3 で表される結晶構造を含み、前記酸化物焼結体中の前記 Ga 元素の原子組成比が下記式 (1) を満たし、前記酸化物焼結体の抗折強度が 140 MPa 以上である、スパッタリングターゲット (1)。 $8 \leq \text{Ga}/(\text{In}+\text{Ga}) \leq 20 \dots (1)$



WO 2023/189834 A1

明 細 書

発明の名称：

スパッタリングターゲット、スパッタリングターゲットの製造方法、結晶酸化物薄膜、薄膜トランジスタ、及び電子機器

技術分野

[0001] 本発明は、スパッタリングターゲット、スパッタリングターゲットの製造方法、結晶酸化物薄膜、薄膜トランジスタ、及び電子機器に関する。

背景技術

[0002] 近年、薄膜トランジスタ（以下、TFTと称する場合がある。）のチャンネル層として、多結晶シリコン薄膜、及びアモルファスシリコン薄膜などに加えて、 InGaZnO のようなアモルファスの酸化物半導体が使用されるようになってきた。酸化物半導体は、アモルファスシリコンのような大面積均一性が可能であることが特徴である。また、酸化物半導体は、 $10\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上の移動度が得られ、アモルファスシリコン以上の移動度を持つことが特徴である。

[0003] しかしながら、アモルファス酸化物薄膜において、キャリアの供給源は酸素欠損であり、熱などの外的因子に対して電子の振る舞いが必ずしも安定しないことに起因して、薄膜トランジスタの動作が不安定になるという問題がある。また、可視光照射下で薄膜トランジスタに負バイアスを連続的に印加すると、閾値電圧が負側にシフトする（光負バイアス劣化）現象が生じる、という問題もある。このため、近年、アモルファス酸化物薄膜ではなく、結晶質の酸化物薄膜を、薄膜トランジスタのチャンネル層に適用する研究が進められている。

[0004] 特許文献1には、ガリウムの含有量が $\text{Ga}/(\text{In}+\text{Ga})$ 原子数比で0.15を超えて0.45以下であり、結晶相がピクソバイト型構造の In_2O_3 相のみによって構成される、結晶質の酸化物薄膜が記載されている。また、特許文献1に記載される酸化物薄膜は、酸化インジウムと酸化ガリウムか

らなる原料によって得られた酸化物焼結体を含むスパッタリングターゲットを用いて成膜し、エッチング加工、アニール処理することによって得られる。そして、特許文献1には、前記酸化物薄膜をチャンネル材料として用いたTFETが記載されている。さらに、特許文献1に記載されるような組成範囲を選択することにより、特殊な成膜方法を使用しなくても、王水等の強酸ではなくシュウ酸などの一般的な弱酸で、エッチング可能な膜を得られることが記載されている。

[0005] 特許文献2には、インジウムとガリウムを酸化物として含有する酸化物焼結体が記載されている。この酸化物焼結体は、ピックスバイト型構造の In_2O_3 相が主たる結晶相となり、その中に $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 型構造の GaInO_3 相、又は GaInO_3 相と $(\text{Ga}, \text{In})_2\text{O}_3$ 相が平均粒径 $5\ \mu\text{m}$ 以下の結晶粒として微細に分散しており、ガリウムの含有量が $\text{Ga}/(\text{In} + \text{Ga})$ 原子数比で10原子%以上35原子%未満である。また、特許文献2に記載される酸化物焼結体から得られるスパッタリングターゲットが記載されている。

[0006] 特許文献3には、結晶構造が、実質的にピックスバイト構造を示す酸化インジウムからなる酸化物焼結体が記載されている。当該酸化物焼結体は、前記酸化インジウムにガリウム原子が固溶しており、原子比 $\text{Ga}/(\text{Ga} + \text{In})$ が0.10~0.15である。また、特許文献3に記載される酸化物焼結体から得られるスパッタリングターゲットが記載されている。

[0007] さらに、特許文献2及び特許文献3には、スパッタリングターゲットを適切な結晶相となるように制御することによりノジュールを抑制することや異常放電を防止できることが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：国際公開第2015/008805号

特許文献2：国際公開第2009/008297号

特許文献3：特開2011-146571号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] T F Tの製造工程では、生産性の向上、及びT F Tの安定性向上を目的として、スパッタリング成膜するときに、高いパワー（高出力）で成膜したいというニーズがある。しかし、高いパワーでスパッタリング成膜を実施すると、成膜中に異常放電（いわゆるアーキング）が発生しやすくなる。さらにスパッタリングターゲット表面が、高エネルギーのプラズマにさらされて高熱になる。そのため、スパッタリングターゲットの表面と冷却されている裏面との間で温度差が生じ、この温度差によって熱応力が発生する。その結果として、スパッタリングターゲットにクラックが発生してしまうという場合がある。

[0010] 従来スパッタリングターゲットにおいて、高パワーでスパッタリング成膜するときに生じるクラック発生に関する検討は十分ではなく、スパッタリングターゲットは、さらなる改善の余地があった。

[0011] 本発明の目的は、高いパワー（高出力）でのスパッタリング成膜が可能であるスパッタリングターゲット、当該スパッタリングターゲットの製造方法、当該スパッタリングターゲットを用いた結晶酸化物薄膜、当該結晶酸化物薄膜を含む薄膜トランジスタ、及び当該薄膜トランジスタを含む電子機器を提供することである。

課題を解決するための手段

[0012] [1]

l n元素、G a元素、及びO元素を含む酸化物焼結体を備えるスパッタリングターゲットであって、

前記酸化物焼結体が、 $l n_2 O_3$ で表される結晶構造を含み、

前記酸化物焼結体中の前記G a元素の原子組成比が下記式（1）を満たし、

前記酸化物焼結体の抗折強度が140MPa以上である、

スパッタリングターゲット。

$$8 \leq G a / (l n + G a) \leq 20 \quad \dots (1)$$

[0013] [2]

前記 In_2O_3 で表される結晶構造の平均粒径が、 $3\ \mu\text{m}$ 以下である、
[1] に記載のスputteringターゲット。

[0014] [3]

アルキメデス法による実測密度が、 $6.3\ \text{g}/\text{cm}^3$ 以上である、
[1] 又は [2] に記載のスputteringターゲット。

[0015] [4]

前記酸化物焼結体が、 GaInO_3 で表される結晶構造を含む、
[1] から [3] のいずれか一項に記載のスputteringターゲット。

[0016] [5]

前記酸化物焼結体が、さらに、X線 ($\text{CuK}\alpha$ 線) 回折測定により入射角
(2θ) が、下記 (A) ~ 下記 (E) の各位置に回折ピークが観測される結
晶構造 A を含む、

[1] から [4] のいずれか一項に記載のスputteringターゲット。

(A) 28° 以上、 29° 以下

(B) 45° 以上、 46° 未満

(C) 46° 以上、 47° 未満

(D) 47° 以上、 48° 以下

(E) 50° 以上、 51° 以下

[0017] [6]

[1] から [5] のいずれか一項に記載のスputteringターゲットの製
造方法であって、

粒径が $0.5\ \mu\text{m}$ 以下である原料粉末を準備する工程と、

前記原料粉末を混合して原料混合物を得た後、前記原料混合物を造粒して
、原料造粒物を得る工程と、

前記原料造粒物を成形して成形体を得る工程と、

前記成形体を焼結して前記酸化物焼結体を得る工程と、を有する、

スputteringターゲットの製造方法。

[0018] [7]

[1] から [5] のいずれか一項に記載のスputタリングターゲットを用いた結晶酸化物薄膜。

[0019] [8]

[7] に記載の結晶酸化物薄膜を含む薄膜トランジスタ。

[0020] [9]

[8] に記載の薄膜トランジスタを含む電子機器。

[0021] 本発明の一態様によれば、高いパワー（高出力）でのスputタリング成膜が可能であるスputタリングターゲット、当該スputタリングターゲットの製造方法、当該スputタリングターゲットを用いた結晶酸化物薄膜、当該結晶酸化物薄膜を含む薄膜トランジスタ、及び当該薄膜トランジスタを含む電子機器が提供できる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1A]本発明の一実施形態に係るターゲットの形状を示す斜視図である。

[図1B]本発明の一実施形態に係るターゲットの形状を示す斜視図である。

[図1C]本発明の一実施形態に係るターゲットの形状を示す斜視図である。

[図1D]本発明の一実施形態に係るターゲットの形状を示す斜視図である。

[図2]本発明の一実施形態に係る薄膜トランジスタを示す縦断面図である。

[図3]本発明の一実施形態に係る薄膜トランジスタを示す縦断面図である。

[図4]本発明の一実施形態に係る量子トンネル電界効果トランジスタを示す縦断面図である。

[図5]量子トンネル電界効果トランジスタの他の実施形態を示す縦断面図である。

[図6A]量子トンネル電界効果トランジスタの製造手順を説明するための縦断面図である。

[図6B]量子トンネル電界効果トランジスタの製造手順を説明するための縦断面図である。

[図6C]量子トンネル電界効果トランジスタの製造手順を説明するための縦断

面図である。

[図6D]量子トンネル電界効果トランジスタの製造手順を説明するための縦断面図である。

[図6E]量子トンネル電界効果トランジスタの製造手順を説明するための縦断面図である。

[図7A]本発明の一実施形態に係る薄膜トランジスタを用いた表示装置を示す上面図である。

[図7B]V A型液晶表示装置の画素に適用することができる画素部の回路を示す図である。

[図7C]有機EL素子を用いた表示装置の画素部の回路を示す図である。

[図8]本発明の一実施形態に係る薄膜トランジスタを用いた固体撮像素子の画素部の回路を示す図である。

[図9]実施例1で作製した酸化物焼結体のX線回折パターンである。

[図10]実施例1で作製した酸化物焼結体における酸素原子のマッピング画像である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、実施の形態について図面等を参照しながら説明する。但し、実施の形態は多くの異なる態様で実施することが可能であり、趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は、以下の実施の形態の記載内容に限定して解釈されない。

[0024] 図面において、大きさ、層の厚さ及び領域等は、明瞭化のために誇張されている場合がある。よって、本発明は、図示された大きさ、層の厚さ及び領域等に限定されない。なお、図面は、理想的な例を模式的に示したものであり、本発明は、図面に示す形状及び値等に限定されない。

[0025] 本明細書にて用いる「第1」、「第2」、「第3」という序数詞は、構成要素の混同を避けるために付されており、数的に特定する旨の記載が無い構成要素については、数的に限定されない。

[0026] 本明細書等において、「膜」又は「薄膜」という用語と、「層」という用語とは、場合によっては、互いに入れ替えることが可能である。

[0027] 本明細書等の焼結体及び酸化物薄膜において、「化合物」という用語と、「結晶相」という用語は、場合によっては、互いに入れ替えることが可能である。

[0028] 本明細書において、「酸化物焼結体」を単に「焼結体」と称する場合がある。

本明細書において、「スパッタリングターゲット」を単に「ターゲット」と称する場合がある。

[0029] 本明細書等において、「電氣的に接続」には、「何らかの電氣的作用を有するもの」を介して接続されている場合が含まれる。ここで、「何らかの電氣的作用を有するもの」は、接続対象間での電気信号の授受を可能とするものであれば、特に制限を受けない。例えば、「何らかの電氣的作用を有するもの」には、電極、配線、スイッチング素子（トランジスタなど）、抵抗素子、インダクタ、キャパシタ、及びその他の各種機能を有する素子などが含まれる。

[0030] 本明細書等において、トランジスタが有するソースやドレインの機能は、異なる極性のトランジスタを採用する場合又は回路動作において電流の方向が変化する場合などには入れ替わることがある。このため、本明細書等においては、ソースやドレインの用語は、入れ替えて用いることができる。

[0031] 本明細書において、「～」を用いて表される数値範囲は、「～」の前に記載される数値を下限値とし、「～」の後に記載される数値を上限値として含む範囲を意味する。

[0032] 本発明者らは、下記の知見に基づいて本発明を発明した。

高パワー（高出力）でスパッタリング成膜したときに発生するクラックは、高エネルギーのプラズマにさらされたスパッタリングターゲットの表面が高熱になり、ターゲットの表面と、冷却されているターゲットの裏面との温度差により、熱応力が発生することに起因すると考えられる。クラックの発

生と関連するパラメータとしては、例えば、（１）抗折強度、（２）熱伝導率、（３）線膨張係数、及び（４）ヤング率などが挙げられる。

[0033] 上記の（２）熱伝導率、（３）線膨張係数、及び（４）ヤング率は、例えば、結晶構造を変化させる、及び、構成する結晶の比率を変更する、ことによっても、これら物性の値を多少は変化させることができる。一方、（１）抗折強度は、焼結体中の空孔を抑制したり、結晶相の平均粒径を小さくすることによって、向上させることが可能である。このため、高パワー（高出力）でスパッタリング成膜したときのクラック耐性（以下、この耐性を、パワー耐性と称する場合がある。）を向上させるためには、抗折強度を高くすることが有効である。

[0034] 以上に鑑み、本発明者らは、In元素、Ga元素、及びO元素を含む酸化物焼結体を備えるスパッタリングターゲットにおいて、焼結体に含まれる結晶構造と、Ga元素の原子組成比とを検討することによって、高出力でのスパッタリング成膜が可能になるという知見を得た。

また、本発明者らは、In元素、Ga元素、及びO元素を含む酸化物焼結体を備えるスパッタリングターゲットにおいて、焼結体に含まれる結晶構造と、Ga元素の原子組成比と、さらに、 In_2O_3 で表される結晶構造の平均粒径とを検討することによって、高出力でのスパッタリング成膜が可能になるとともに、クラック耐性の向上が可能になるという知見を得た。

[0035] [スパッタリングターゲット]

本実施形態に係るスパッタリングターゲットは、焼結体を備える。当該焼結体は、スパッタリングで成膜するときの膜原料になる。すなわち、本実施形態に係るスパッタリングターゲットは、In元素、Ga元素、及びO元素を含む酸化物焼結体を備える。前記焼結体が、 In_2O_3 で表される結晶構造を含み、前記酸化物焼結体中の前記Ga元素の原子組成比が下記式（１）を満たし、前記酸化物焼結体の抗折強度が140MPa以上である。

$$8 \leq Ga / (In + Ga) \leq 20 \quad \dots (1)$$

[0036] 式（１）中、InおよびGaは、それぞれ、焼結体中のインジウム元素お

よびガリウム元素の原子数を表す。

[0037] <焼結体の結晶粒径>

本実施形態に係るターゲットが備える焼結体において、焼結体は、 In_2O_3 で表される結晶構造を含む。当該焼結体は、 In_2O_3 で表される結晶構造の他に GaInO_3 などの別の結晶構造を含んでもよい。

[0038] 本実施形態に係る焼結体における In_2O_3 で表される結晶構造の割合は、面積率で、実質的に80%以上であることが好ましい。したがって、 In_2O_3 で表される結晶構造は、本実施形態に係るターゲットが備える焼結体において、主相であることが好ましい。 In_2O_3 で表される結晶構造は、ビックスバイト相である。焼結体における In_2O_3 で表される結晶構造の割合は、焼結体のX線回折(XRD: X-ray Diffraction)測定を実施し、各結晶相最強線のピーク面積とRIR値(Reference Intensity Ratio)から定量した。

[0039] 焼結体の一態様として、焼結体の結晶相が、 In_2O_3 で表される結晶構造(すなわち、 In_2O_3 で表されるビックスバイト相)、及び GaInO_3 で表される結晶構造から構成される場合、 In_2O_3 で表される結晶構造の割合は、 In_2O_3 で表される結晶構造、及び GaInO_3 で表される結晶構造の全体の結晶構造に対する、 In_2O_3 で表される結晶構造の割合である。

焼結体の一態様として、焼結体の結晶相が、 In_2O_3 で表される結晶構造、 GaInO_3 で表される結晶構造、及び後述の結晶構造Aから構成される場合、 In_2O_3 で表される結晶構造の割合は、 In_2O_3 で表される結晶構造、 GaInO_3 で表される結晶構造、及び結晶構造Aの全体の結晶構造に対する、 In_2O_3 で表される結晶構造の割合である。

[0040] 本実施形態に係るターゲットが備える焼結体において、焼結体に含まれる In_2O_3 で表される結晶構造の平均粒径は、 $3\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。つまり、主相である In_2O_3 で表される結晶構造の平均粒径が、 $3\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。焼結体に含まれる In_2O_3 で表される結晶構造の平均粒径が $3\mu\text{m}$ 以下であれば、焼結体の抗折強度が向上し、結果として

パワー耐性がより向上する。 In_2O_3 で表される結晶構造の平均粒径は、 $2.5\ \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $2\ \mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。

In_2O_3 で表される結晶構造の平均粒径の下限值は、特に限定されず、例えば、 $1\ \mu\text{m}$ 以上であることが挙げられる。

なお、本実施形態に係るターゲットが備える焼結体の一態様において、主相として含む In_2O_3 で表される結晶構造以外に、例えば、 GaInO_3 で表される結晶構造を含む場合、 In_2O_3 で表される結晶構造の平均粒径ではなく、 GaInO_3 で表される結晶構造の平均粒径を小さくすることも考えられる。しかし、 GaInO_3 で表される結晶構造の平均粒径を小さくした場合、主相である In_2O_3 で表される結晶構造の平均粒径が大きいと、優れた抗折強度は得られにくい。

[0041] In_2O_3 で表される結晶構造の平均粒径は、以下のようにして算出できる。まず、研磨した焼結体をSEMにより観察し、倍率2000倍で、二次電子像と反射電子像とを観察する。SEMにより観察するとき、エネルギー分散型X線分光法(EDS: Energy Dispersive X-ray Spectroscopy)を用いて、各結晶粒子の原子比率を求める。また、焼結体をX線回折(XRD)測定することにより、結晶相を確認する。次いで、X線回折(XRD)で同定した結晶構造と照らし合わせて、各結晶相を識別する。得られたSEM像により、結晶粒を測定し、粒径の平均値を算出する。

[0042] In_2O_3 で表される結晶構造の平均粒径は、具体的には、例えば、以下のようにして測定できる。

焼結体の平面形状が四角形の場合には、焼結体の面を等面積に16分割し、それぞれの四角形の中心点16箇所において、 $1\ \text{cm}$ 角となるように切り出し、鏡面研磨処理をし、測定用試料とする。切り出した焼結体の測定面をさらに等面積に9分割し、それぞれの四角形の中心点9箇所において、倍率2000倍で二次電子像と反射電子像の観察をする。SEM観察の際に、E

D S測定を実施し、X R Dで同定した結晶構造と照らし合わせて、各結晶粒子がどの結晶であるかを同定する。得られたS E M像から粒子径を測定し、9箇所内の粒子の粒径の平均値をそれぞれ求める。この作業を、16カ所から切り出した測定用試料について実施して、計144枚のS E M像から得られた粒径の平均値を平均粒径とする。

粒径は、アスペクト比が2未満の粒子については、J I S R 1670 : 2006に基づき、結晶粒の粒径を円相当径として測定する。円相当径の測定手順としては、具体的には、微構造写真の測定対象グレインに円定規を当て、当該測定対象グレインの面積に相当する直径を読み取る。アスペクト比が2以上の粒子については、最長径と最短径の平均値をその粒子の粒径とする。より具体的は、後述する実施例に記載の方法により確認できる。

[0043] <焼結体の結晶構造>

本実施形態に係るターゲットが備える焼結体において、焼結体の結晶相が、 In_2O_3 で表される結晶構造に加え、さらに、X線(CuK α 線)回折測定により入射角(2 θ)が、下記(A)~下記(E)の各位置に回折ピークが観測される結晶構造Aを含むことが好ましい。また、焼結体は、焼結体に含まれる結晶相として、 In_2O_3 で表される結晶構造、及びGaInO₃で表される結晶構造に加え、さらに、上記結晶構造Aを含むことも好ましい。

(A) 28° 以上、29° 以下

(B) 45° 以上、46° 未満

(C) 46° 以上、47° 未満

(D) 47° 以上、48° 以下

(E) 50° 以上、51° 以下

[0044] 前記(A)~前記(E)の各位置にX線回折ピークが観測されるとは、X線(CuK α 線:波長1.5418Å)回折測定により入射角(2 θ)が、(A)28°以上、29°以下の位置、(B)45°以上、46°未満の位置、(C)46°以上、47°未満の位置、(D)47°以上、48°以下の位置、及び、(E)50°以上、51°以下のそれぞれの位置に、ピーク

を有することを指す。

[0045] 本実施形態に係る焼結体の結晶相が、結晶構造Aを含むことにより、焼結体の熱伝導度、線膨張係数、及びヤング率の値を変化させることが可能であり、結果として、高パワーで成膜してもクラックの発生がより抑制されやすくなる。

[0046] 前記(A)～前記(E)の各位置にX線回折ピークが観測されることは、X線回折(XRD)測定により確認できる。具体的には、後述の実施例で詳述する。

[0047] 本実施形態に係るターゲットが備える焼結体は、元素マッピング像において、O元素(酸素元素)の含有量が異なる結晶組織であって、O元素(酸素元素)の含有量が相対的に少ない領域と、O元素(酸素元素)の含有量が相対的に多い領域とを持ち、O元素の含有量が相対的に少ない領域は、連続的に連なっていることが好ましい。O元素の含有量が少ない、すなわち酸素欠陥が多い組織は抵抗値が低くなる。このO元素の含有量が少ない結晶組織が連続してつながっている(連続的に連なっている)ことにより、焼結体全体の抵抗値を低く保つことが可能となり、結果として、高パワーで成膜してもクラックの発生がより抑制されやすくなる。焼結体の抵抗値が高い場合、異常放電の原因となり、高パワー(高出力)で成膜するときのクラックが発生する要因となる。

[0048] 焼結体の元素マッピング像は、走査型電子顕微鏡(SEM: Scanning Electron Microscope)－エネルギー分散型X線分光法(EDS: Energy Dispersive X-ray Spectroscopy)を用いて評価できる。以下、走査型電子顕微鏡－エネルギー分散型X線分光法を、SEM－EDSと称する。

[0049] 本実施形態に係るターゲットが備える焼結体において、焼結体の表面粗さRa(算術平均粗さ)が、 $0.5\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。また、本実施形態に係るターゲットが備える焼結体は、焼結体の表面粗さRa(算術平均粗さ)が、 $0.5\mu\text{m}$ 以下であるとともに、方向性のない研削面を備え

ていることが好ましい。焼結体の表面粗さ R_a は、 $0.5 \mu\text{m}$ 未満であることがより好ましく、 $0.25 \mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。本実施形態に係るターゲットが備える焼結体の表面粗さ R_a が $0.5 \mu\text{m}$ 以下、好ましくは、本実施形態に係るターゲットが備える焼結体の表面粗さ R_a が $0.5 \mu\text{m}$ 以下であり、かつ、方向性のない研磨面を備えている場合、異常放電及びパーティクルの発生を防ぐことができる。さらに、本実施形態に係るターゲットが備える焼結体において、焼結体の表面の表面粗さ R_z （最大高さ粗さ）が $2.0 \mu\text{m}$ 未満であることが好ましい。表面粗さ R_z が $2.0 \mu\text{m}$ 未満であると、クラック耐性が向上したスパッタリングターゲットが得られやすい。焼結体の表面粗さ R_a 、表面粗さ R_z を調整する方法としては、後述するスパッタリングターゲットの製造工程で説明する方法が挙げられる。

[0050] <Ga 元素の原子組成比>

上記のように、本実施形態に係るターゲットが備える焼結体において、前記 Ga 元素の原子組成比が下記式（1）を満たす。

$$8 \leq \text{Ga} / (\text{In} + \text{Ga}) \leq 20 \quad \dots (1)$$

[0051] 本実施形態に係るターゲットが備える焼結体において、上記式（1）で表される Ga の原子組成比（ $\text{Ga} / (\text{In} + \text{Ga})$ ）が、8 以上であると、通常用いられる Ar ガス及び O_2 ガスの混合ガスを用いた成膜において、成膜直後の薄膜が完全な結晶膜になること、及び成膜直後の薄膜に微結晶が混在した薄膜となることが抑制でき、TF T 作製時のパターニング加工において、残渣の発生が抑制される。成膜直後の薄膜が、完全な結晶膜となる場合、及び、微結晶が混在した薄膜である場合、TF T を作製するときに、シュウ酸などの弱酸を用いたエッチングによって残渣が発生してしまい、目的とする TF T の特性を得ることが困難となる。 $\text{Ga} / (\text{In} + \text{Ga})$ は 10 以上であることがより好ましく、12 以上であることがさらに好ましい。

[0052] 上記式（1）で表される Ga の原子組成比（ $\text{Ga} / (\text{In} + \text{Ga})$ ）が、20 以下であると、成膜した後の薄膜に対して、高温のアニール処理、及び

レーザーアニール処理等の特殊なアニール処理を施さなくても、 $300^{\circ}\text{C}\sim 450^{\circ}\text{C}$ 程度の熱処理（アニール処理）によって、成膜した後の薄膜を容易に結晶化することができる。さらに、高価な装置を使用しなくても、薄膜を大型化することができる。成膜後の薄膜に対してアニール処理した後の薄膜の結晶化が不十分な場合、結晶化が不十分な薄膜を含むTFTは、高い移動度、及び安定性が確保できなくなる恐れがある。 $\text{Ga}/(\text{In}+\text{Ga})$ は18以下であることがより好ましく、16以下であることがさらに好ましい。

[0053] 本実施形態に係るターゲットが備える焼結体において、焼結体は、実質的にIn（インジウム）元素、Ga（ガリウム）元素、及びO（酸素）元素のみからなっているもよい。ここで、「実質的に」とは、上記In元素、Ga元素、及びO元素の組合せに起因する本発明の効果が生じる範囲において、本実施形態に係る焼結体が、他の成分を含んでいてもよいことを意味する。この場合において、本実施形態に係るターゲットが備える焼結体において、焼結体は、不純物である元素を含んでいてもよい。焼結体中の金属元素として、In元素とGa元素との合計含有量は、焼結体中の金属元素の合計（100原子%）に対して、99原子%以上であることが好ましく、99.5原子%以上であることがより好ましく、99.9原子%以上であることがさらに好ましい。In元素とGa元素との合計含有量は、焼結体中の金属元素の合計に対して、100原子%であってもよい。なお、本明細書において、原子%をat%と表記する場合がある。

[0054] 不純物とは、意図的に添加しない元素であって、原料、及び製造工程等で混入する元素を意味する。すなわち、不純物は、不可避免的に含まれる不可避不純物である。以下の説明でも同様である。不純物の例としては、例えば、アルカリ金属元素（Li（リチウム）、Na（ナトリウム）、K（カリウム）、Rb（ルビジウム）等の元素）、アルカリ土類金属元素（Mg（マグネシウム）、Ca（カルシウム）、Sr（ストロンチウム）、Ba（バリウム）等の元素）、H元素（水素元素）、B元素（ホウ素元素）、C元素（炭素元素）、N元素（窒素元素）、F元素（フッ素元素）、Si元素（ケイ素元

素)、及びC l 元素(塩素元素)、Z r 元素(ジルコニウム元素)、A l 元素(アルミニウム元素)、S n 元素(スズ元素)からなる群から選ばれる少なくとも一つの元素が挙げられる。

[0055] 本実施形態に係るターゲットが備える焼結体において、焼結体は、H 元素(水素元素)を含んでいてもよい。焼結体がH 元素を含む場合、焼結体中のH 元素の原子濃度が、 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 以上、 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 未満であることが好ましい。

焼結体中のH 元素の原子濃度は、 $3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 以上であることがより好ましく、 $5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 以上であることがさらに好ましい。

焼結体中のH 元素濃度が少なすぎると、成膜時にスパッタリングチャンバの防着板から脱ガスしたH 元素の影響が大きく、成膜された膜中に脱ガスしたH 元素が不均一に混入することとなり、T F T 特性の面内均一性が低下しやすくなる場合がある。

焼結体中のH 元素の原子濃度は、 $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下であることがより好ましく、 $3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下であることがさらに好ましい。

焼結体中のH 元素濃度が多すぎると、成膜された膜にH 元素が多く混入し、これがドナー準位、もしくはアクセプター準位を形成し、結果的にT F T の信頼性などが大きく劣化することに繋がりやすくなる場合がある。

[0056] 本実施形態に係るターゲットが備える焼結体において、焼結体は、C 元素(炭素元素)を含んでいてもよい。焼結体がC 元素を含む場合、焼結体中のC の原子濃度の下限は特に限定されず、ターゲットの製造時の不純物量として $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ は含まれていてもよい。焼結体がC 元素を含む場合のC 元素の原子濃度は、 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 以上、 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 未満であることが好ましい。焼結体中のC 元素の原子濃度は、 $7 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下であることがより好ましく、 $4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下であることがさらに好ましい。

C 元素の原子濃度が多すぎると成膜された膜中にC 元素が多く混入し、これがドナー準位、もしくはアクセプター準位を形成し、結果的にT F T の信

頼性などが大きく劣化することに繋がりがよくなる場合がある。

- [0057] 本実施形態に係るターゲットが備える焼結体において、焼結体は、H元素（水素元素）及びC元素（炭素元素）を含んでいてもよい。焼結体が、H元素及びC元素のいずれも含む場合、H元素及びC元素の原子濃度は、いずれも、 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 以上、 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 未満であることが好ましい。なお、本明細書等において、H元素及びC元素の原子濃度における単位 [atoms/cm³] は、[cm⁻³] と表記する場合がある。
- [0058] 焼結体に含まれる、H元素の原子濃度及びC元素の原子濃度は、二次イオン質量分析 (SIMS: Secondary Ion Mass Spectrometry) 測定により求めることができる。SIMSの測定には、ダイナミックSIMS装置を用いることができる。
- [0059] 本実施形態に係るターゲットが備える焼結体において、焼結体は効果を損なわない範囲で、添加元素として、正3価、正4価、及び正5価からなる群から選択される1つ以上の元素 (X元素) を含有していてもよい。
- [0060] この場合、本実施形態に係るスパッタリングターゲットは、一態様として、In元素、Ga元素、及びO元素、並びに、正3価、正4価、及び正5価からなる群から選択される1つ以上のX元素を含む酸化物焼結体を備えていてもよい。この場合であっても、前記酸化物焼結体は、一態様において、In₂O₃で表される結晶構造を含み、前記酸化物焼結体中の前記Ga元素の原子組成比が前述の式(1)を満たし、前記酸化物焼結体の抗折強度が140 MPa以上である。また、この一態様におけるスパッタリングターゲットが備える焼結体は、GaInO₃で表される結晶構造を含んでいてもよく、前述の結晶構造Aを含んでいてもよい。さらに、この一態様におけるスパッタリングターゲットが備える焼結体において、In₂O₃で表される結晶構造の平均粒径は、3 μm以下であってもよい。
- [0061] 添加元素であるX元素は、例えば、Zn（亜鉛）元素、Mg（マグネシウム）元素、Ti（チタン）元素、Fe（鉄）元素、Zr（ジルコニウム）元素、Nb（ニオブ）元素、Hf（ハフニウム）元素、Sn（スズ）元素、S

i (ケイ素) 元素、Ge (ゲルマニウム) 元素、Ta (タンタル) 元素、W (タングステン) 元素、Al (アルミニウム) 元素、B (ホウ素) 元素、Y (イットリウム) 元素、Sc (スカンジウム) 元素、及びLn (ランタノイド) 元素からなる群から選ばれる少なくとも1種の元素であることが好ましい。これらの中でも、添加元素であるX元素は、Zn (亜鉛) 元素、及びSn (スズ) 元素の少なくとも1種であることがより好ましい。この一態様におけるスパッタリングターゲットが備える焼結体は、実質的にIn (インジウム) 元素、Ga (ガリウム) 元素、O (酸素) 元素、及びX元素のみからなってもよい。「実質的に」とは前述と同様の意味である。例えば、焼結体中の金属元素として、In元素とGa元素とX元素との合計含有量は、焼結体中の金属元素の合計(100原子%)に対して、99原子%以上であることが好ましく、99.5原子%以上であることがより好ましく、99.9原子%以上であることがさらに好ましい。In元素とGa元素とX元素との合計含有量は、焼結体中の金属元素の合計に対して、100原子%であってもよい。

[0062] 添加元素であるX元素の量は2at%(2原子%)以下であることが好ましく、1at%以下であることがより好ましく、0.5at%以下であることがさらに好ましい。添加元素の量が、2at%以下であれば、本実施形態に係るターゲットを用いてTF Tを作製したときに、高移動度、及び安定性の高いTF Tを得られやすい。添加元素が多くなると、得られたTF Tは、移動度の低下や安定性の低下などの不具合が起こる恐れがある。

なお、添加元素であるX元素の量は下記式(2)で表される。

$$0.02 \geq (X / (In + Ga + X)) \quad \dots (2)$$

[0063] 式(2)中、In、Ga、及びXは、それぞれ、焼結体中のインジウム元素、ガリウム元素、及びX元素の原子数を表す。

[0064] 焼結体における各金属元素の含有量(原子比)は、ICP(Inductive Coupled Plasma)測定又はXRF(X-ray Fluorescence)測定により、各元素の存在量を測定することで求

めることができる。ICP測定には、誘導結合プラズマ発光分光分析装置を用いることができる。XRF測定には、薄膜蛍光X線分析装置を用いることができる。

[0065] <焼結体の物性>

本実施形態に係るターゲットが備える焼結体において、焼結体のアルキメデス法による実測密度が、 6.3 g/cm^3 以上であることが好ましい。焼結体のアルキメデス法による実測密度は、 6.5 g/cm^3 以上であることがより好ましい。

[0066] 焼結体の相対密度は、97%以上であることが好ましく、99%以上であることがより好ましい。相対密度とは、アルキメデス法により測定される酸化物焼結体の実測密度を、酸化物焼結体の理論密度で除した値の百分率であることを意味する。

[0067] 本実施形態に係るターゲットが備える焼結体において、焼結体の厚みは、通常、2mm以上、20mm以下であることが好ましい。焼結体の厚みは、3mm以上であることがより好ましく、4mm以上であることがさらに好ましい。焼結体の厚みは、12mm以下であることがより好ましく、9mm以下であることがさらに好ましく、6mm以下であることがよりさらに好ましい。

[0068] 本実施形態に係るターゲットが備える焼結体において、抗折強度は、140MPa以上である。抗折強度は、150MPa以上であることが好ましく、160MPa以上であることがより好ましい。

抗折強度が、140MPa以上であると、焼結体の抗折強度が、高パワー（高出力）でスパッタリング成膜したときのクラックの発生が抑制される。

焼結体の抗折強度は、JIS R 1601：2008に基づき、試験片30本の3点曲げ強さ測定値の平均値として求められる。

[0069] 本実施形態に係るターゲットが備える焼結体は、熱伝導率、線膨張係数、及びヤング率の各物性にも優れた特性を示す。

焼結体の線膨張係数は、JIS R 1618：2002に準拠して、測

定温度30℃～500℃、昇温速度10K/min、大気中雰囲気を実施することにより測定できる。

焼結体のヤング率は、JIS R 1602：1995に準拠して、超音波探傷装置を用い、室温、大気中にて実施することにより測定できる。

焼結体の熱伝導率は、JIS R 1611：2010に準拠して、比熱容量をレーザーフラッシュ法（室温、真空中）で測定し、熱拡散率をレーザーフラッシュ法（室温、大気中）で測定し、熱伝導率を下記数式（数1）から算出できる。

$$\lambda \text{ (熱伝導率)} = C_p \text{ (比熱容量)} \times \rho \text{ (密度)} \times \alpha \text{ (熱拡散率)} \quad \cdot \cdot \cdot \text{ (数1)}$$

ρ は、酸化物焼結体の密度である。

[0070] 本実施形態に係るスパッタリングターゲットは、酸化物焼結体と、必要に応じて酸化物焼結体に設けられるバックングプレート等の冷却及び保持用の部材を備える。酸化物焼結体の保持や冷却用の部材であるバックングプレートの材料は銅等の熱伝導性に優れた材料であることが好ましい。

[0071] 本実施形態に係るターゲットが、バックングプレート等の冷却及び保持用の部材を備える場合、本実施形態に係るスパッタリングターゲットが備える焼結体は、当該保持用の部材にとり付けられるボンディング面と、当該ボンディング面とは反対側の面であって、スパッタリングされるスパッタリング面とを有する。本実施形態においては、スパッタリング面が平滑な面（つまり、上記した表面粗さRaが0.5μm以下などの平滑な面）であり、スパッタリング面とは反対側の面をボンディング面とすることが好ましい。

[0072] スパッタリングターゲットの形状は、特に限定されない。スパッタリングターゲットは、例えば、図1Aの符号1に示すような板状でもよく、図1Bの符号1Aに示すように円筒状でもよい。板状の場合、平面形状は図1Aの符号1に示すような矩形でもよく、図1Cの符号1Bに示すような円形でもよい。酸化物焼結体は一体成形でもよく、図1Dに示すように、複数に分割した酸化物焼結体（符号1C）をバックングプレート3に各々固定した多分

割式でもよい。

[0073] <スパッタリングターゲットの製造方法>

本実施形態に係るターゲットの好ましい製造方法の一例について説明する。

本実施形態に係るスパッタリングターゲットの製造方法は、例えば、以下の工程を有することが好ましい。

粒径が $0.5\ \mu\text{m}$ 以下である原料粉末を準備する工程（以下、原料粉末準備工程と称する場合がある。）。

前記原料粉末を混合して原料混合物を得た後、前記原料混合物を造粒して、原料造粒物を得る工程（以下、造粒工程と称する場合がある。）。

前記原料造粒物を成形して成形体を得る工程（以下、成形工程と称する場合がある。）。

前記成形体を焼結して焼結体を得る工程（以下、焼結工程と称する場合がある。）。

[0074] 本実施形態に係るターゲットの好ましい製造方法は、さらに、焼結体を熱処理する工程（アニーリング工程）、焼結体を少なくとも研削する工程（以下、研削工程と称する場合がある。）、研削した焼結体を洗浄する工程（以下、洗浄工程と称する場合がある。）、及び前記焼結体をバックングプレートにボンディングする工程（以下、ボンディング工程と称する場合がある。）からなる群から選ばれる少なくとも一つ工程を有していてもよい。

[0075] （原料粉末準備工程）

原料粉末準備工程では、本実施形態に係るスパッタリングターゲットが備える焼結体の原料として用いる原料粉末を準備する。原料粉末準備工程で準備する原料粉末は、平均粒径が $0.5\ \mu\text{m}$ 以下の酸化インジウム、及び平均粒径が $0.5\ \mu\text{m}$ 以下の酸化ガリウムである。原料粉末は、必要に応じて、平均粒径が $0.5\ \mu\text{m}$ 以下である、正3価、正4価、及び正5価からなる群から選択される1つ以上の元素を含む化合物の原料粉末も準備してもよい。原料粉末は、 $0.5\ \mu\text{m}$ 以下の平均粒径を有する原料粉末を入手して準備し

てもよく、 $0.5\ \mu\text{m}$ 超の平均粒径を有する原料粉末を入手し、入手した原料粉末の平均粒径を $0.5\ \mu\text{m}$ 以下に調整してもよい。

[0076] 原料粉末準備工程で準備する原料粉末の平均粒径は、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上、 $0.5\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。原料粉末の平均粒径が $0.1\ \mu\text{m}$ 以上であると、原料粉末同士の凝集が抑制されやすくなり、原料粉末を均一に近い状態に混合することができる。原料粉末の平均粒径が $0.5\ \mu\text{m}$ 以下であると、焼結後の焼結体に含まれる In_2O_3 で表される結晶構造の平均粒径を $3\ \mu\text{m}$ 以下に制御しやすくなる。原料粉末の平均粒径は、粒度分布測定装置を用いた粒径評価、及びBET法で求めた比表面積の少なくともいずれかの方法により算出できる。また、原料粉末の平均粒径は、SEM装置によっても確認できる。

[0077] 入手した原料粉末の平均粒径が $0.5\ \mu\text{m}$ を超える場合は、原料粉末の予備粉砕を行い、原料粉末の平均粒径を $0.5\ \mu\text{m}$ 以下に調整することが好ましい。

予備粉砕は、ビーズミル、ボールミル、及びジェットミル等を用いて粉砕することができる。予備粉砕で用いるポットの材質は、特に限定されず、例えば、メノウ、及びアルミナ等の材質が挙げられる。予備粉砕で用いる粉砕メディア（ボール）の材質は、特に限定されず、例えば、アルミナ、及びジルコニア等の材質が挙げられる。

予備粉砕における粉砕時間は、30分以上、6時間以下であることが好ましい。予備粉砕における粉砕時間が30分以上であると、十分な粉砕効果が得られ、予め定められた平均粒径に調整しやすくなる。予備粉砕における粉砕時間が6時間以下であると、ポットの材質、及びボールの材質が削れて異物が混入し難くなり（コンタミネーションが生じ難くなり）、本実施形態に係るターゲットを用いてTF Tを作製したときに、高移動度、及び安定性の高いTF Tを得られやすい。予備粉砕の際には、必要に応じて、バインダー、分散剤、及び消泡剤等を適宜加えて粉砕してもよい。

[0078] 原料粉末準備工程で準備する酸化インジウム、及び酸化ガリウムの原料粉

末は、高純度であることが好ましい。原料粉末の純度は、それぞれ、99質量%以上であることが好ましく、99.9質量%以上であることがより好ましく、99.99質量%以上であることがさらに好ましい。また、正3価、正4価、及び正5価からなる群から選択される1つ以上の元素を含む化合物の原料粉末を用いる場合、当該原料粉末も、酸化インジウム、及び酸化ガリウムの原料粉末と同様に、高純度であることが好ましい。例えば、正3価、正4価、及び正5価からなる群から選択される1つ以上の元素を含む化合物の原料粉末の純度は、99質量%以上であることが好ましく、99.9質量%以上であることがより好ましく、99.99質量%以上であることがさらに好ましい。

高純度の原料粉末を用いると、緻密な組織の焼結体を得られ、当該焼結体を備えるスパッタリングターゲットの体積抵抗率が低くなる。また、当該焼結体を備えるスパッタリングターゲットを用いてTF Tを作製したときに、不純物による欠陥準位形成を抑制することができ、高移動度、及び安定性の高いTF Tを得ることができる。

[0079] (造粒工程)

造粒工程では、まず、上記の原料粉末準備工程で準備した原料粉末を混合して混合原料粉末とし、必要に応じて分散剤および増粘剤等を加えて、原料混合物とする。混合原料粉末をそのまま原料混合物としてもよい。次いで、原料混合物を造粒して、原料造粒物を得る。以下、原料造粒物を原料造粒粉と称する場合がある。

[0080] [原料粉末の混合]

原料粉末準備工程で準備した原料粉末に、必要に応じて、凝集を解くための分散剤、及びスプレードライヤーでの造粒に適した粘度に調整するための増粘剤を加え、湿式ボールミル、遊星ボールミル、ビーズミル、及びジェットミル等によって混合して、原料混合物を得てもよい。これらの中でも、水混合に用いる装置は、ビーズミルであることが好ましい。ビーズミルを用いると均一に原料粉末を混合できるため、後述の焼結温度でも十分に焼結する

ことができ、高いパワー（高出力）でのスパッタリング成膜が可能であるスパッタリングターゲットが得られやすくなる。分散剤としては、例えば、アクリル酸メタクリル酸共重合体アンモニア中和物等が挙げられ、増粘剤としては、例えば、ポリビニルアルコール等が挙げられる。

[0081] 原料粉末が十分に混合できていれば、原料粉末の混合時間は、特に限定されない。原料粉末の混合時間は、例えば、2時間以上、48時間以下であることが好ましい。混合時間が2時間以上であると、原料粉末が十分に混合されやすい。混合時間が48時間以下であると、原料粉末の再凝集の発生が抑制されやすい。また、混合時間が48時間以下であると、ポットの材質、及びボールの材質等からの異物の混入（コンタミネーション）が抑制される。

[0082] [原料粉末の造粒]

原料混合物を造粒するための造粒処理は、スプレードライヤー等を用いて行うことができる。造粒工程で得られる原料造粒物の形状は、特に制限はなく、後述の成形工程における型への均一充填のために、真球状であることが好ましい。

[0083] 造粒条件は、スプレードライヤーに導入する原料粉末の混合後における原料混合物の濃度、スプレードライヤーの回転数、及び乾燥に用いる熱風温度等を調整して適宜選定される。

[0084] 仮焼処理を施していない原料混合物を用いて、スプレードライ法によって原料混合物を造粒する場合、原料造粒物の調製は、上記で得られた原料混合物をそのまま用いてもよい。仮焼処理を施した原料混合物を用いる場合は、仮焼処理を施した原料混合物を、原料粉末の予備粉砕で説明した方法により、再度、粉砕した原料混合物に調製してから用いてもよい。

[0085] 本実施形態に係るターゲットの製造方法において、造粒処理によって形成される原料造粒物の粒径は、特に制限はなく、例えば、25 μm 以上、150 μm 以下の範囲内に制御することが好ましい。原料造粒物の粒径が25 μm 以上であると、後述の成形工程で使用する金型の表面に対する原料造粒物の滑り性が向上し、金型内に原料造粒物を十分に充填できる。原料造粒物の

粒径が $150\mu\text{m}$ 以下であると、粒径が大きすぎて金型内の充填率が低くなることを抑制できる。原料造粒物の粒径は、 $25\mu\text{m}$ 以上、 $75\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。

[0086] 所望の範囲内の粒径である原料造粒物を得る方法は、特に限定されない。例えば、造粒処理を施した原料造粒物を、篩にかけて、所望の粒径範囲に属する原料造粒物を選別する方法が挙げられる。この方法に用いる篩は、所望の粒径の原料造粒物が通過できるサイズの開口部を有する篩であることが好ましい。この方法に用いる篩は、粒径範囲の下限値を基準に原料造粒物を選別するための第1篩と、粒径範囲の上限値を基準に原料造粒物を選別するための第2篩を用いることが好ましい。例えば、原料造粒物の粒径を、 $25\mu\text{m}$ 以上、 $150\mu\text{m}$ 以下の範囲内に制御する場合、まず、 $25\mu\text{m}$ 未満の原料造粒物が通過可能であり、 $25\mu\text{m}$ 以上の原料造粒物を通過させないサイズの開口部を有する篩（第1篩）を用いて、 $25\mu\text{m}$ 以上の粒径を有する原料造粒物を選別する。次に、この選別後の原料造粒物を、 $150\mu\text{m}$ 以下の原料造粒物が通過可能であり、 $150\mu\text{m}$ を超える原料造粒物を通過させないサイズの開口部を有する篩（第2篩）を用いて、 $25\mu\text{m}$ 以上、 $150\mu\text{m}$ 以下の範囲内の原料造粒物を選別する。第2篩を先に用い、次に第1篩を用いる順番でもよい。

原料造粒物の粒径範囲を制御する方法は、上記のような篩を用いる方法に限定されず、成形工程に供する原料造粒物が、所望の範囲に制御できればよい。

[0087] (成形工程)

成形工程では、原料造粒物を、金型プレス成形、鋳込み成形、又は射出成形等の方法により成形して成形体を得る。スパッタリングターゲットとして、焼結密度の高い焼結体を得る場合には、成形工程において、金型プレス成形等により予備成形した後に、冷間静水圧プレス成形 (CIP; Cold Isostatic Pressing) 等によりさらに圧密化することが好ましい。

[0088] (焼結工程)

焼結工程では、成形工程で得た成形体を、焼結することで、焼結体が得られる。焼結工程においては、常圧焼結、ホットプレス焼結、又は熱間静水圧プレス (HIP; Hot Isostatic Pressing) 焼結等の通常行われている焼結方法を用いることができる。得られた焼結体は、スパッタリングターゲット素材となる。

[0089] 焼結温度は、1300℃以上、1400℃以下であることが好ましい。焼結温度が1300℃以上であると、成形体の焼結が十分に進みやすくなることにより、焼結体のポアが多量に発生することが抑制され、抗折強度が向上しやすい。焼結温度が1400℃以下であると、焼結体に含まれる In_2O_3 で表される結晶構造の平均粒径を3 μm 以下の範囲に制御しやすくなり、抗折強度が向上しやすい。

[0090] 焼結時間は、12時間以上、48時間以下であることが好ましい。焼結時間が12時間以上であると、成形体の焼結が十分に進みやすくなることにより、焼結体のポアが多量に発生することが抑制され、抗折強度が向上しやすい。焼結時間が48時間以下であると、焼結体に含まれる In_2O_3 で表される結晶構造の平均粒径を3 μm 以下の範囲に制御しやすくなり、抗折強度が向上しやすい。

[0091] 焼結工程において、室温から焼結温度に到達するまでの昇温速度は、特に制限はなく、0.1℃/分以上、3℃/分以下とすることが好ましい。

昇温の過程において、700℃以上、800℃以下で、温度を1時間以上、10時間以下保持し、所定温度で所定時間保持した後、焼結温度まで昇温してもよい。

[0092] 焼結時における雰囲気としては、例えば、空気あるいは酸素ガスの雰囲気、空気あるいは酸素ガスと還元性ガスとを含んだ雰囲気、又は空気あるいは酸素ガスと不活性ガスとを含んだ雰囲気が挙げられる。還元性ガスとしては、例えば、水素ガス、メタンガス、及び一酸化炭素ガス等が挙げられる。不活性ガスとしては、例えば、アルゴンガス、及び窒素ガス等が挙げられる。

[0093] (熱処理工程 (アニーリング工程))

熱処理工程 (アニーリング工程) では、得られた焼結体をアニーリングする。本実施形態に係るターゲットの製造方法において、アニーリング工程は、必要に応じて設けられる工程である。アニーリング工程を実施する場合は、通常、700℃以上、1100℃以下の保持温度で、1時間以上、5時間以下の保持時間で、焼結体に処理を施す。

アニーリング工程は、焼結体を、一旦、冷却した後、再度、昇温しアニーリングしてもよいし、焼結温度から降温する際にアニーリングしてもよい。

アニーリング時における雰囲気としては、例えば、空気あるいは酸素ガスの雰囲気、空気あるいは酸素ガスと還元性ガスとを含んだ雰囲気、又は空気あるいは酸素ガスと不活性ガスとを含んだ雰囲気が挙げられる。還元性ガスとしては、例えば、水素ガス、メタンガス、及び一酸化炭素ガス等が挙げられる。不活性ガスとしては、例えば、アルゴンガス、及び窒素ガス等が挙げられる。

[0094] (研削工程)

研削工程では、得られた焼結体を、適当な形状に切削加工し、酸化物焼結体の表面を研磨する。具体的には、焼結体を、スパッタリング装置への装着に適した形状に、切削加工を施し、酸化物焼結体の表面を研磨する。

[0095] 研削工程において用いられる砥石の砥粒粒径は、100μm以下であることが好ましい。砥石の砥粒粒径が100μm以下であれば、焼結体の割れを防止できる。研削工程において用いられる砥石は、ダイヤモンド砥石であることが好ましい。研削工程で研削する研削深さは、0.3mm以上であることが好ましく、0.5mm以上であることがより好ましく、2mm以上であることがさらに好ましい。焼結体の表面を0.3mm以上研削することにより、表面付近の結晶構造の変動部分を除去できる。

[0096] 研削工程を経た焼結体の表面は、表面粗さRa (算術平均粗さ) を5μm以下とすることが好ましい。研削工程を経た焼結体の表面は、表面粗さRz (最大高さ粗さ) を2.0μm未満とすることが好ましい。また、研削工程

を経た焼結体の表面は、表面粗さ R_a （算術平均粗さ）が $5\ \mu\text{m}$ 以下であり、方向性のない研削面を備えていることが好ましい。

[0097] 焼結体は、さらにスパッタ面に鏡面加工を施してもよい。この鏡面加工（研磨）は機械的な研磨、化学研磨、及びメカノケミカル研磨（機械的な研磨と化学研磨の併用）等の公知の研磨技術を用いることができる。例えば、固定砥粒ポリッシャー（ポリッシュ液は水）で#2000以上にポリッシングしてもよく、遊離砥粒ラップ（研磨材はSiCペースト等）にてラッピング後、研磨材をダイヤモンドペーストに換えて、ラッピングしてもよい。研磨方法はこれらの方法に限定されない。

[0098]（洗浄工程）

洗浄工程では、研削工程で研削された焼結体を清浄処理する。清浄処理の方法としては、例えば、エアブロー、及び流水洗浄等のいずれかの方法が挙げられる。エアブローで異物を除去する場合には、エアブローのノズルの向い側から集塵機で吸気を行なうことで、より有効に異物を除去できる。

なお、洗浄工程では、エアブロー、又は流水洗浄による清浄処理に加えて、さらに超音波洗浄等を実施してもよい。超音波洗浄としては、周波数25kHz以上、300kHz以下の間で多重発振させて行なう方法が有効である。例えば、周波数25kHz以上、300kHz以下の間で、25kHz刻みに、12種類の周波数を多重発振させて超音波洗浄を行なう方法が好ましい。

[0099]（ボンディング工程）

ボンディング工程は、加工工程後の焼結体を、低融点金属（例えば、金属インジウム、及び金属ガリウムなど）で、バックグプレートにボンディングする工程である。

[0100] スパッタリング時の冷却効率を保つ上でボンディング率は、90%以上とすることが好ましく、95%以上がより好ましく、98%以上がさらに好ましい。ここでいうボンディング率とは、ターゲット材とターゲット支持体と

の重なり合った面の面積に対して、ターゲット材とターゲット支持体材とが接合層を介して接合されている面の面積割合を示す。ボンディング率は、例えば、X線CT (X-ray Computed Tomography) や超音波探傷等により確認することができる。

[0101] 本実施形態に係るスパッタリングターゲットを用いてスパッタリング成膜すれば、クラック耐性が向上しているため、安定して酸化物薄膜を製造できる。

また、本実施形態に係るスパッタリングターゲットによれば、本実施形態に係る焼結体と同じ原子組成を有するターゲットを用いるため、スパッタリングして得られたTF Tは、高移動度であり、高い安定性が得られる。

[0102] [結晶酸化物薄膜]

本実施形態に係る結晶酸化物薄膜は、本実施形態に係るスパッタリングターゲットを用いた結晶酸化物薄膜である。本実施形態に係る結晶酸化物薄膜は、本実施形態に係るスパッタリングターゲットを用いて成膜することにより得られる。本実施形態に係る結晶酸化物薄膜は、例えば、本実施形態に係るスパッタリングターゲットを用い、スパッタリングにより酸化物薄膜を成膜する工程（以下、酸化物薄膜成膜工程と称する場合がある。）と、酸化物薄膜に加熱処理を施す工程（以下、加熱処理工程と称する場合がある。）と、を有する製造方法によって得られることが好ましい。本実施形態に係る結晶酸化物薄膜によれば、本実施形態に係る焼結体と同じ原子組成を有するターゲットを用いて成膜されるため、TF T製造時の加工性に優れるとともに、高移動度であり、安定性の高いTF Tが得られる。

[0103] 本実施形態に係る結晶酸化物薄膜は、結晶質の酸化物薄膜である。本実施形態に係る結晶酸化物薄膜は、スパッタリング成膜後、加熱処理（アニール処理）前においてはアモルファス（非晶質）の酸化物薄膜であり、スパッタリング成膜後にアニール処理することにより結晶性が向上して、結晶質の酸化物薄膜となる。本実施形態に係る結晶酸化物薄膜は、結晶質の酸化物薄膜であることにより、本実施形態に係る結晶酸化物薄膜を含む薄膜トランジス

タ (T F T) は、高移動度であり、安定性が高くなる。

[0104] 酸化物薄膜がアモルファスであること、及び酸化物薄膜が結晶質であることは、それぞれの酸化物薄膜をX線回折 (X R D : X - r a y D i f f r a c t i o n) 測定によって確認することができる。酸化物薄膜をXRD測定したとき、ピークが観察されない場合、酸化物薄膜はアモルファスであると判断でき、ピークが観察される場合は、結晶質と判断される。

[0105] 酸化物薄膜成膜工程では、不純物ガスを実質的に含まないガスを用いる。具体的には、酸化物薄膜成膜工程において、不純物ガスを実質的に含まない、アルゴン、水素、及び酸素からなる群から選択される1種以上のガスをスパッタガスとして用いる。これらの中でも、スパッタガスは、不純物ガスを実質的に含まない、アルゴン、及び酸素の混合ガスであることが好ましい。スパッタガスが「不純物ガスを実質的に含まない」とは、ガスの挿入に伴う吸着水の持ち込み、及びチャンバーのリークや吸着ガス等の排除できないガス (不可避不純物ガス) を除き、アルゴン、水素、及び酸素以外の不純物ガスを積極的に投入しないことを意味する。本実施形態において、スパッタガスとしては、例えば、市販の高純度アルゴン及び高純度酸素の混合ガスを用いることができる。不純物は、可能であれば、スパッタガスから排除することが好ましい。

[0106] スパッタガス中の不純物ガスの割合は、0.1体積%以下であることが好ましく、0.05体積%以下であることがより好ましい。不純物ガスの割合が0.1体積%以下であれば、酸化物薄膜の結晶化が問題なく進行する。

高純度アルゴン及び高純度酸素の純度は、99体積%以上であることが好ましく、99.9体積%以上であることがより好ましく、99.99体積%以上であることがさらに好ましい。

[0107] スパッタガスであるアルゴン及び酸素の混合ガス中の酸素分圧は、0体積%~50体積%の範囲であることが好ましく、5体積%~30体積%の範囲であることがより好ましい。酸素分圧が上記範囲であれば加熱時に容易に結晶化して半導体化する。酸素分圧を変えることによって得られる薄膜の酸化

度合い、即ち、結晶化の度合いを調節することができる。酸素分圧は必要に応じて適宜選択すればよい。

[0108] 加熱処理工程において、成膜後のアモルファスの薄膜を結晶化させるための加熱処理温度は、 300°C ～ 450°C の範囲であることが好ましく、 300°C ～ 350°C であることがより好ましい。加熱処理温度が 300°C 以上であれば、酸化物薄膜を結晶化させやすい。

加熱処理温度が 450°C 以下であれば、結晶が異常成長して結晶粒が大きくなることを抑制できる。

[0109] 加熱処理工程において、成膜後のアモルファスの薄膜を結晶化させるための加熱処理時間は、 0.1 時間以上、 5 時間以下であることが好ましく、 0.3 時間以上、 3 時間以下であることがより好ましく、 0.5 時間以上、 2 時間以下であることがさらに好ましい。

加熱処理時間が 0.1 時間以上であれば、結晶化しないといったことがなく、酸化物薄膜が結晶化し易い。

加熱処理時間が 5 時間以下であれば、経済性に優れる。

[0110] 加熱処理工程において、昇温速度は、 $2^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 以上、 $40^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 以下であることが好ましく、 $3^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 以上、 $20^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 以下であることがより好ましい。

加熱処理工程における昇温速度が $2^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 以上であれば、 $1^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 未満の場合に比べて酸化物薄膜の製造効率が向上する。

加熱処理工程における昇温速度が $40^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 以下であれば、結晶化時に金属元素が均一に拡散し、粒界に金属が偏析していない結晶を形成できる。

[0111] 本実施形態に係る結晶酸化物薄膜は、論理回路、メモリ回路、および差動増幅回路等の各種の集積回路にも適用でき、それらを電子機器等に適用することができる。また本実施形態に係る結晶酸化物薄膜は、太陽電池の一部の層、並びに、液晶素子、有機エレクトロルミネッセンス素子、無機エレクトロルミネッセンス素子、マイクロ有機ELディスプレイ、マイクロLED (Light Emitting Diode) ディスプレイ、及びミニLED

Dディスプレイ等の表示装置の一部の層として適用できる。さらに本実施形態に係る結晶酸化物薄膜は、固体撮像素子、X線センサー、パワー半導体素子、タッチパネル、LSI (Large Scale Integrated circuits)、抵抗変化型メモリ、DRAM (Dynamic Random Access Memory)、強誘電体メモリ、BEOL (Back End of Line)、マイクロプロセッサの一部の層として適用できる。本実施形態に係る結晶酸化物薄膜は、電界効果型トランジスタ、静電誘起型トランジスタ、量子トンネル電界効果型トランジスタ、ショットキー障壁型トランジスタ、ショットキーダイオード、PNダイオード、及び抵抗素子の半導体層、並びに、それらの一部の層としても適応できる。

[0112] [薄膜トランジスタ及び電子機器]

本実施形態に係る薄膜トランジスタとしては、本実施形態に係る結晶酸化物薄膜を含む薄膜トランジスタが挙げられる。本実施形態に係る結晶酸化物薄膜は、酸化物半導体薄膜であることが好ましい。

[0113] 薄膜トランジスタのチャネル層として、本実施形態に係る結晶酸化物薄膜を用いることが好ましい。

[0114] 本実施形態に係る薄膜トランジスタが、本実施形態に係る結晶酸化物薄膜をチャネル層として有している場合、薄膜トランジスタにおける他の素子構成は特に限定されず、公知の素子構成を採用することができる。

[0115] 本実施形態に係る薄膜トランジスタは、電子機器に好適に用いることができる。

具体的には、本実施形態に係る薄膜トランジスタは、液晶ディスプレイ及び有機ELディスプレイ等の表示装置に好適に用いることができる。

[0116] 本実施形態に係る薄膜トランジスタにおけるチャネル層の膜厚は、通常10nm以上、300nm以下であり、好ましくは20nm以上、250nm以下である。

[0117] 本実施形態に係る薄膜トランジスタにおけるチャネル層は、通常、N型領

域で用いられるが、P型Si系半導体、P型酸化物半導体、及びP型有機半導体等の種々のP型半導体と組合せてPN接合型トランジスタ等の各種の半導体デバイスに利用することができる。

[0118] 本実施形態に係る薄膜トランジスタは、電界効果型トランジスタ、論理回路、メモリ回路、および差動増幅回路等各種の集積回路にも適用できる。さらに、電界効果型トランジスタ以外にも静電誘起型トランジスタ、ショットキー障壁型トランジスタ、ショットキーダイオード、および抵抗素子にも適応できる。すなわち、本実施形態に係る薄膜トランジスタは、後述する「薄膜トランジスタの用途」において例示する用途に適用できる。

[0119] 本実施形態に係る薄膜トランジスタの構成は、ボトムゲート、ボトムコンタクト、トップゲート、及びトップコンタクト等公知の構成から選ばれる構成を制限なく採用することができる。

本実施形態に係る薄膜トランジスタは、表示装置に好適に用いることができる。

[0120] 具体的な薄膜トランジスタの例を図2および図3に示す。

図2に示すように、薄膜トランジスタ100は、シリコンウエハ20、ゲート絶縁膜30、酸化物薄膜40、ソース電極50、ドレイン電極60、および層間絶縁膜70、70Aを備える。

[0121] シリコンウエハ20はゲート電極である。ゲート絶縁膜30はゲート電極と酸化物薄膜40の導通を遮断する絶縁膜であり、シリコンウエハ20上に設けられる。

酸化物薄膜40はチャネル層であり、ゲート絶縁膜30上に設けられる。酸化物薄膜40には本実施形態に係る結晶酸化物薄膜が用いられる。

[0122] ソース電極50およびドレイン電極60は、ソース電流およびドレイン電流を酸化物薄膜40に流すための導電端子であり、酸化物薄膜40の両端近傍に接触するように、各々設けられる。

層間絶縁膜70は、ソース電極50およびドレイン電極60と、酸化物薄膜40の間の接触部分以外の導通を遮断する絶縁膜である。

層間絶縁膜70Aは、ソース電極50およびドレイン電極60と、酸化物薄膜40の間の接触部分以外の導通を遮断する絶縁膜である。層間絶縁膜70Aは、ソース電極50とドレイン電極60の間の導通を遮断する絶縁膜でもある。層間絶縁膜70Aは、チャンネル層保護層でもある。

[0123] 図3に示すように、薄膜トランジスタ100Aの構造は、薄膜トランジスタ100と同様であるが、ソース電極50およびドレイン電極60を、ゲート絶縁膜30と酸化物薄膜40の両方に接触するように設けている点が異なる。ゲート絶縁膜30、酸化物薄膜40、ソース電極50、およびドレイン電極60を覆うように、層間絶縁膜70Bが一体に設けられている点も異なる。

[0124] ドレイン電極60、ソース電極50およびゲート電極を形成する材料に特に制限はなく、一般に用いられている材料を任意に選択することができる。図2および図3で挙げた例では、シリコンウエハを基板として用いており、シリコンウエハが電極としても作用するが、電極材料はシリコンに限定されない。

例えば、酸化インジウムスズ (ITO)、酸化インジウム亜鉛 (IZO)、ZnO、およびSnO₂等の透明電極や、Al、Ag、Cu、Cr、Ni、Mo、Au、Ti、およびTa等の金属電極、またはこれらを含む合金の金属電極や積層電極を用いることができる。

また、図2および図3において、ガラス等の基板上にゲート電極を形成してもよい。

[0125] 層間絶縁膜70、70A、及び70Bを形成する材料にも特に制限はなく、一般に用いられている材料を任意に選択できる。層間絶縁膜70、70A、及び70Bを形成する材料として、例えば、MO_x、MN_x、及びMN_xO_yで表される化合物が使用できる（ただし、式中のMは金属元素であり、xおよびyは0を超える実数である。以下に例示する化合物中のxおよびyも同様である。）。当該材料は、具体的には、例えば、SiO₂、SiO_x、SiN_x、及びSiN_xO_y等の化合物を用いることができる。さらに、当該材料は

、例えば、 Al_2O_3 、 Ta_2O_5 、 TiO_2 、 MgO 、 ZrO_2 、 CeO_2 、 K_2O 、 Li_2O 、 Na_2O 、 Rb_2O 、 Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 HfO_2 、 $CaHfO_3$ 、 $PbTiO_3$ 、 $BaTa_2O_6$ 、 $SrTiO_3$ 、 Sm_2O_3 、及びAIN等の化合物も用いることができる。これらの酸化物の化合物及び窒化物の化合物におけるアニオン（酸素アニオン及び窒素アニオン）の価数は特に制限はなく、0を超える実数であればよい。

[0126] 本実施形態に係る薄膜トランジスタがバックチャネルエッチ型(ボトムゲート型)の場合、ドレイン電極、ソース電極およびチャネル層上に保護膜を設けることが好ましい。保護膜を設けることにより、TFETを長時間駆動した場合でも耐久性が向上しやすくなる。なお、トップゲート型のTFETの場合、例えばチャネル層上にゲート絶縁膜を形成した構造となる。

[0127] 保護膜または絶縁膜は、例えばCVDにより形成することができるが、その際に高温度によるプロセスになる場合がある。また、保護膜または絶縁膜は、成膜直後は不純物ガスを含有していることが多く、加熱処理（アニール処理）を行うことが好ましい。加熱処理で不純物ガスを取り除くことにより、安定した保護膜または絶縁膜となり、耐久性の高いTFET素子を形成しやすくなる。

[0128] 本実施形態に係る結晶酸化物薄膜を用いることにより、CVDプロセスにおける温度の影響、およびその後の加熱処理による影響を受けにくくなるため、保護膜または絶縁膜を形成した場合であっても、TFET特性の安定性を向上させることができる。

[0129] トランジスタ特性において、 O_n/O_{ff} 特性はディスプレイの表示性能を決める要素である。液晶のスイッチングとして薄膜トランジスタを使用する場合は、 O_n/O_{ff} 比は6ケタ以上であることが好ましい。OLEDの場合は電流駆動のため O_n 電流が重要だが、 O_n/O_{ff} 比に関しては同様に6ケタ以上であることが好ましい。

[0130] 本実施形態に係る薄膜トランジスタは、 O_n/O_{ff} 比が 1×10^6 以上であることが好ましい。

On/Off比は、 $V_g = -10V$ の I_d の値をOff電流値とし、 $V_g = 20V$ の I_d の値をOn電流値として、比 [On電流値/Off電流値] を決めることにより、求められる。

また、本実施形態に係るTFTの移動度は、 $5\text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることが好ましく、 $10\text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることが好ましい。

飽和移動度は、ドレイン電圧を $20V$ 印加した場合の伝達特性から求められる。具体的に、伝達特性 $I_d - V_g$ のグラフを作成し、各 V_g のトランスコンダクタンス (G_m) を算出し、飽和領域の式により飽和移動度を求めることにより、算出できる。 I_d はソース・ドレイン電極間の電流、 V_g はソース・ドレイン電極間に電圧 V_d を印加したときのゲート電圧である。

[0131] 閾値電圧 (V_{th}) は、 $-3.0V$ 以上、 $3.0V$ 以下が好ましく、 $-2.0V$ 以上、 $2.0V$ 以下がより好ましく、 $-1.0V$ 以上、 $1.0V$ 以下がさらに好ましい。閾値電圧 (V_{th}) が $-3.0V$ 以上であると、高移動度の薄膜トランジスタが得られる。閾値電圧 (V_{th}) が $3.0V$ 以下であると、オフ電流が小さく、オンオフ比の大きな薄膜トランジスタが得られる。

[0132] 閾値電圧 (V_{th}) は、伝達特性のグラフより、ソースとドレイン間の電流値 $I_d = 10^{-9}A$ でのゲート電圧 V_g で定義できる。

On/Off比は 10^6 以上、 10^{12} 以下が好ましく、 10^7 以上、 10^{11} 以下がより好ましく、 10^8 以上、 10^{10} 以下がさらに好ましい。On/Off比が 10^6 以上であると、液晶ディスプレイの駆動ができる。On/Off比が 10^{12} 以下であると、コントラストの大きな有機ELの駆動ができる。また、On/Off比が 10^{12} 以下であると、オフ電流を $10^{-11}A$ 以下にでき、薄膜トランジスタをCMOSイメージセンサーの転送トランジスタまたはリセットトランジスタに用いた場合、画像の保持時間を長くしたり、感度を向上させたりできる。

[0133] <量子トンネル電界効果トランジスタ>

本実施形態に係る結晶酸化物薄膜は、量子トンネル電界効果トランジスタ

(FET) に用いることもできる。なお、量子トンネル電界効果トランジスタを、量子トンネル電界効果型トランジスタと称する場合がある。

[0134] 図4に、一実施形態に係る、量子トンネル電界効果トランジスタ(FET)の模式図(縦断面図)を示す。

量子トンネル電界効果トランジスタ501は、p型半導体層503、n型半導体層507、ゲート絶縁膜509、ゲート電極511、ソース電極513、およびドレイン電極515を備える。

[0135] p型半導体層503、n型半導体層507、ゲート絶縁膜509、およびゲート電極511は、この順番に積層されている。

ソース電極513は、p型半導体層503上に設けられる。ドレイン電極515はn型半導体層507上に設けられる。

p型半導体層503は、p型のIV族半導体層であり、ここではp型シリコン層である。

n型半導体層507は、ここでは上記実施形態に係るn型の酸化物薄膜である。ソース電極513およびドレイン電極515は導電膜である。

[0136] 図4では図示していないが、p型半導体層503上には絶縁層が形成されてもよい。この場合、p型半導体層503とn型半導体層507は、絶縁層を部分的に開口した領域であるコンタクトホールを介して接続されている。図4では図示していないが、量子トンネル電界効果トランジスタ501は、その上面を覆う層間絶縁膜を備えてもよい。

[0137] 量子トンネル電界効果トランジスタ501は、p型半導体層503とn型半導体層507により形成されたエネルギー障壁をトンネリングする電流を、ゲート電極511の電圧により制御する、電流のスイッチングを行う量子トンネル電界効果トランジスタ(FET)である。この構造では、n型半導体層507を構成する酸化物半導体のバンドギャップが大きくなり、オフ電流を小さくすることができる。

[0138] 図5に、他の実施形態に係る量子トンネル電界効果トランジスタ501Aの模式図(縦断面図)を示す。

量子トンネル電界効果トランジスタ501Aの構成は、量子トンネル電界効果トランジスタ501と同様であるが、p型半導体層503とn型半導体層507の間に酸化シリコン層505が形成されている点が異なる。酸化シリコン層が有ることにより、オフ電流を小さくすることができる。

酸化シリコン層505の厚みは、10nm以下であることが好ましい。酸化シリコン層505の厚みを10nm以下とすることにより、トンネル電流が流れなかったり、形成されるエネルギー障壁が形成しにくかったり障壁高さが変化したりするのを防止でき、トンネリング電流が低下したり、変化したりするのを防げる。酸化シリコン層505の厚みは、好ましくは、8nm以下、より好ましくは5nm以下、さらに好ましくは3nm以下、さらにより好ましくは1nm以下である。

[0139] 量子トンネル電界効果トランジスタ501及び501Aにおいても、n型半導体層507はn型酸化物半導体である。

[0140] n型半導体層507を構成する酸化物薄膜は、非晶質でもよい。n型半導体層507を構成する酸化物薄膜が非晶質であることにより、蔭酸などの有機酸でエッチング可能となり、他の層とのエッチング速度の差が大きくなり、配線などの金属層への影響もなく、良好にエッチングできる。

[0141] n型半導体層507を構成する酸化物薄膜は、結晶質でもよい。n型半導体層507を構成する酸化物薄膜が結晶質であることにより、非晶質の場合よりもバンドギャップが大きくなり、オフ電流を小さくできる。仕事関数も大きくできることから、p型のIV族半導体材料とn型半導体層507により形成されるエネルギー障壁をトンネリングする電流を制御しやすくなる。

[0142] 量子トンネル電界効果トランジスタ501の製造方法は、特に限定しないが、以下の方法を例示できる。

まず、図6Aに示すように、p型半導体層503上に絶縁膜505Aを形成し、絶縁膜505Aの一部をエッチング等で開口してコンタクトホール505Bを形成する。

次に、図6Bに示すように、p型半導体層503および絶縁膜505A上

にn型半導体層507を形成する。この際、コンタクトホール505Bを介してp型半導体層503とn型半導体層507を接続する。

[0143] 次に、図6Cに示すように、n型半導体層507上に、ゲート絶縁膜509およびゲート電極511をこの順番に形成する。

次に、図6Dに示すように、絶縁膜505A、n型半導体層507、ゲート絶縁膜509およびゲート電極511を覆うように、層間絶縁膜519を設ける。

[0144] 次に、図6Eに示すように、p型半導体層503上の絶縁膜505Aおよび層間絶縁膜519の一部を開口してコンタクトホール519Aを形成し、コンタクトホール519Aにソース電極513を設ける。

さらに、図6Eに示すように、n型半導体層507上のゲート絶縁膜509および層間絶縁膜519の一部を開口してコンタクトホール519Bを形成し、コンタクトホール519Bにドレイン電極515を形成する。

以上の手順で量子トンネル電界効果トランジスタ501を製造できる。

[0145] なお、p型半導体層503上にn型半導体層507を形成した後で、150℃以上、600℃以下の温度で熱処理を行うことで、p型半導体層503とn型半導体層507の間に酸化シリコン層505を形成できる。この工程を追加することにより、量子トンネル電界効果トランジスタ501Aを製造できる。

[0146] 本実施形態に係る薄膜トランジスタは、チャネルドープ型薄膜トランジスタであることが好ましい。チャネルドープ型薄膜トランジスタとは、チャネルのキャリアを、雰囲気および温度等外界の刺激に対して変動しやすい酸素欠損ではなく、n型ドーピングにより適切に制御したトランジスタであり、高移動度と高信頼性を両立する効果が得られる。

[0147] <薄膜トランジスタの用途>

本実施形態に係る薄膜トランジスタは、太陽電池、表示素子（液晶素子、有機エレクトロルミネッセンス素子、及び無機エレクトロルミネッセンス素子等）、及びパワー半導体素子に好適に使用できる。本実施形態に係る薄膜

トランジスタは、表示装置（液晶ディスプレイ、有機EL（Electro Luminescence）ディスプレイ、マイクロ有機ELディスプレイ、マイクロLED（Light Emitting Diode）ディスプレイ、及びミニLEDディスプレイ等）、固体撮像素子、及びタッチパネル等のアクティブマトリックス方式が用いられる装置のトランジスタとして好適に用いることができる。本実施形態に係る薄膜トランジスタは、電界効果型トランジスタ、論理回路、メモリ回路、及び差動増幅回路等の各種の集積回路にも適用でき、それらを電子機器等に適用することができる。本実施形態に係る電子機器は、薄膜トランジスタを含むことが好ましい。さらに、本実施形態に係る薄膜トランジスタは、電界効果型トランジスタ以外にも静電誘起型トランジスタ、及びショットキー障壁型トランジスタにも適応できる。本実施形態に係る薄膜トランジスタは、イメージセンサー、X線センサー、及び生体センサー用等のセンサー用のトランジスタとしても適応できる。

[0148] 以下、本実施形態に係る薄膜トランジスタを表示装置及び固体撮像素子に用いる場合について、説明する。

[0149] まず、本実施形態に係る薄膜トランジスタを表示装置に用いる場合について、図7A～図7Cを参照して説明する。

図7Aは、本実施形態に係る表示装置の上面図である。図7Bは、本実施形態に係る表示装置の画素部に、液晶素子を適用する場合の画素部の回路を説明するための回路図である。また、図7Cは、本実施形態に係る表示装置の画素部に、有機EL素子を適用する場合の画素部の回路を説明するための回路図である。

[0150] 画素部に配置するトランジスタは、本実施形態に係る薄膜トランジスタを用いることができる。本実施形態に係る薄膜トランジスタはnチャンネル型とすることが容易なので、nチャンネル型トランジスタで構成できる駆動回路の一部を、画素部のトランジスタと同一基板上に形成する。画素部や駆動回路に本実施の形態に示す薄膜トランジスタを用いることにより、信頼性の高い

表示装置を提供できる。

[0151] アクティブマトリクス型表示装置の上面図の一例を図7Aに示す。表示装置の基板300上には、画素部301、第1の走査線駆動回路302、第2の走査線駆動回路303、および信号線駆動回路304が形成される。画素部301には、複数の信号線が信号線駆動回路304から延伸して配置され、複数の走査線が第1の走査線駆動回路302、および第2の走査線駆動回路303から延伸して配置される。走査線と信号線との交差領域には、各々、表示素子を有する画素がマトリクス状に設けられる。表示装置の基板300は、FPC (Flexible Printed Circuit) 等の接続部を介して、タイミング制御回路 (コントローラ、制御ICともいう) に接続される。

[0152] 図7Aでは、第1の走査線駆動回路302、第2の走査線駆動回路303、および信号線駆動回路304は、画素部301と同じ基板300上に形成される。そのため、外部に設ける駆動回路等の部品の数が減るので、コストの低減を図ることができる。また、基板300外部に駆動回路を設けた場合、配線を延伸させる必要が生じ、配線間の接続数が増える。同じ基板300上に駆動回路を設けた場合、その配線間の接続数を減らすことができ、信頼性の向上、または歩留まりの向上を図ることができる。

[0153] また、画素の回路構成の一例を図7Bに示す。ここでは、VA型液晶表示装置の画素部に適用することができる画素部の回路を示す。

[0154] この画素部の回路は、一つの画素に複数の画素電極を有する構成に適用できる。それぞれの画素電極は異なるトランジスタに接続され、各トランジスタは異なるゲート信号で駆動できるように構成されている。これにより、マルチドメイン設計された画素の個々の画素電極に印加する信号を、独立して制御できる。

[0155] トランジスタ316のゲート配線312と、トランジスタ317のゲート配線313には、異なるゲート信号を与えられるように分離されている。一方、データ線として機能するソース電極またはドレイン電極314は、トランジスタ316とトランジスタ317で共通に用いられる。トランジスタ3

16とトランジスタ317は、本実施形態に係る薄膜トランジスタを用いることができる。これにより、信頼性の高い液晶表示装置を提供できる。

[0156] トランジスタ316には、第1の画素電極が電氣的に接続され、トランジスタ317には、第2の画素電極が電氣的に接続される。第1の画素電極と第2の画素電極とは分離されている。第1の画素電極と第2の画素電極の形状は、特に限定しない。例えば、第1の画素電極は、V字状とすればよい。

[0157] トランジスタ316のゲート電極はゲート配線312と接続され、トランジスタ317のゲート電極はゲート配線313と接続されている。ゲート配線312とゲート配線313に異なるゲート信号を与えて、トランジスタ316とトランジスタ317の動作タイミングを異ならせ、液晶の配向を制御できる。

[0158] また、容量配線310と、誘電体として機能するゲート絶縁膜と、第1の画素電極または第2の画素電極と電氣的に接続する容量電極とで、保持容量を形成してもよい。

[0159] マルチドメイン構造は、一画素に第1の液晶素子318と第2の液晶素子319を備える。第1の液晶素子318は第1の画素電極と対向電極とその間の液晶層とで構成され、第2の液晶素子319は第2の画素電極と対向電極とその間の液晶層とで構成される。

[0160] 画素部は、図7Bに示す構成に限定されない。図7Bに示す画素部にスイッチ、抵抗素子、容量素子、トランジスタ、センサー、または論理回路を追加してもよい。

[0161] 画素の回路構成の他の一例を図7Cに示す。ここでは、有機EL素子を用いた表示装置の画素部の構造を示す。

[0162] 図7Cは、適用可能な画素部320の回路の一例を示す図である。ここではnチャネル型のトランジスタを1つの画素に2つ用いる例を示す。本実施形態に係る結晶酸化物薄膜は、nチャネル型のトランジスタのチャネル形成領域に用いることができる。当該画素部の回路は、デジタル時間階調駆動を適用できる。

[0163] スイッチング用トランジスタ321および駆動用トランジスタ322には、本実施形態に係る薄膜トランジスタを用いることができる。これにより、信頼性の高い有機EL表示装置を提供することができる。

[0164] 画素部の回路の構成は、図7Cに示す構成に限定されない。図7Cに示す画素部の回路にスイッチ、抵抗素子、容量素子、センサー、トランジスタまたは論理回路を追加してもよい。

以上が本実施形態に係る薄膜トランジスタを表示装置に用いる場合の説明である。

[0165] 次に、本実施形態に係る薄膜トランジスタを固体撮像素子に用いる場合について、図8を参照して説明する。

[0166] CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサーは、信号電荷蓄積部に電位を保持し、その電位を、増幅トランジスタを介して、垂直出力線に出力する固体撮像素子である。CMOSイメージセンサーに含まれるリセットトランジスタ、および／または転送トランジスタにリーク電流があると、そのリーク電流によって充電または放電が起こり、信号電荷蓄積部の電位が変化する。信号電荷蓄積部の電位が変化すると、増幅トランジスタの電位も変わってしまい、本来の電位からずれた値となり、撮像された映像が劣化してしまう。

[0167] 本実施形態に係る薄膜トランジスタをCMOSイメージセンサーのリセットトランジスタ、および転送トランジスタに適用した場合の動作の効果を説明する。増幅トランジスタは、薄膜トランジスタまたはバルクトランジスタのどちらを適用しても良い。

[0168] 図8は、CMOSイメージセンサーの画素構成の一例を示す図である。画素は光電変換素子であるフォトダイオード3002、転送トランジスタ3004、リセットトランジスタ3006、増幅トランジスタ3008および各種配線で構成されており、マトリクス状に複数の画素が配置されてセンサーを構成する。増幅トランジスタ3008と電氣的に接続される選択トランジスタを設けても良い。トランジスタ記号に記してある「OS」は酸化物半導

体 (Oxide Semiconductor) を、「Si」はシリコンを示しており、それぞれのトランジスタに適用すると好ましい材料を表している。以降の図面についても同様である。

[0169] フォトダイオード3002は、転送トランジスタ3004のソース側に接続されており、転送トランジスタ3004のドレイン側には信号電荷蓄積部3010 (FD: フローティングディフュージョンとも呼ぶ) が形成される。信号電荷蓄積部3010にはリセットトランジスタ3006のソース、および増幅トランジスタ3008のゲートが接続されている。別の構成として、リセット電源線3110を削除することもできる。例えば、リセットトランジスタ3006のドレインをリセット電源線3110ではなく、電源線3100または垂直出力線3120につなぐ方法がある。

なお、また、フォトダイオード3002に本実施形態に係る結晶酸化物薄膜を用いても良く、転送トランジスタ3004、リセットトランジスタ3006に用いられる酸化物薄膜と同じ材料を用いてよい。

実施例

[0170] 以下、実施例に基づき本発明を具体的に説明する。本発明は、実施例に限定されない。

[0171] [1] スパッタリングターゲットの製造

(実施例1、実施例2、実施例5、及び実施例6)

In元素、Ga元素、及びO元素を含む酸化物焼結体を含むスパッタリングターゲットを作製した。具体的な手順は以下のとおりである。

[0172] まず、原料粉末として、平均粒径 $0.3\mu\text{m}$ の In_2O_3 と、平均粒径 $1\mu\text{m}$ の Ga_2O_3 とを用意し、表1及び表2に示す原子組成比 (at%) となるように秤量した。

表1及び表2中、「金属組成比率 [at%]」の表記は、上記の原子組成比 (at%) に対応している。「at%」で示されている数値は、インジウム元素、ガリウム元素、亜鉛元素、及びスズ元素の原子組成比を百分率で表した比率を示す。後述の表3から表8中の「金属組成比率 [at%]」の表

記も同様である。

[0173] 次に、 Ga_2O_3 に、水、バインダー、分散剤、及び消泡剤を加えて、 Ga_2O_3 の予備粉砕を行った。予備粉砕には、粉砕機として、ビーズミル（アシザワファインテック製）を使用し、粉砕メディアとして、直径0.1 mmのジルコニアビーズを使用して、ビーズミルの周速を14 m/sに設定して、3時間粉砕した。

予備粉砕後の Ga_2O_3 の粒径は、0.28 μm 以下であった。予備粉砕後の Ga_2O_3 の粒径は、粒度分布測定装置（HORIBA製LA950）とSEM装置で確認した。

[0174] 次に、準備した In_2O_3 の原料粉末と、予備粉砕した Ga_2O_3 の原料粉末とを混合して混合原料粉末を得た後、この混合原料粉末に、分散剤として、アクリル酸メタクリル酸共重合体アンモニア中和物（三明化成株式会社製、バンスターX754B）、増粘剤として、ポリビニルアルコール、及び水を加えて、ビーズミルにて2時間混合及び粉砕し、固形分濃度70質量%の原料混合物を得た。得られた原料混合物をスプレードライヤーに供給し、回転数12,000回転、熱風温度150°Cの条件で造粒して、原料造粒粉を得た。

[0175] 次に、原料造粒粉を100メッシュの篩を通すことで150 μm を超える粒径の原料造粒粉を除去し、次に500メッシュの篩を通すことで25 μm 未満の原料造粒粉を除去し、原料造粒粉の粒径を25 μm 以上、150 μm 以下の範囲に調整した。

[0176] 次に、この粒径を調整した後の原料造粒粉を内径300 mm×600 mm×9 mmの金型へ均一に充填し、コールドプレス機にて加圧成形した。加圧成形後、冷間等方圧加圧装置（CIP装置）で294 MPaの圧力で成形し、成形体を得た。

[0177] 成形体を3枚作成し、得られた成形体3枚を、焼結炉にて酸素雰囲気下で780°Cまで昇温後、780°Cで5時間保持し、さらに1350°Cまで昇温し、この焼結温度（1350°C）で20時間保持した。その後、炉冷して酸

化物焼結体を得た。なお、昇温速度は $2^{\circ}\text{C}/\text{分}$ で行った。

[0178] 得られた焼結体3枚をそれぞれ切断、平面研削し、 $142\text{mm}\times 305\text{mm}\times 5\text{mm t}$ の酸化物焼結体板3枚を得た。このうち1枚を特性評価用に、2枚をG1ターゲット [$142\text{mm}\times 610\text{mm}$ (2分割) $\times 5\text{mm t}$] に用いた。

平面研削は、平面研削盤を用いて、砥石粒径 $80\mu\text{m}$ のダイヤモンド砥石を用いて酸化物焼結体を平面研削した。平面研削加工条件は、次のとおりである。

平面研削加工条件：

研削対象物の送り速度 v	： $1\text{m}/\text{min}$
砥石周速度 V	： $500\text{m}/\text{min}$
砥石切込み量 (切込み深さ t)	： $5\mu\text{m}$
砥石の砥粒粒径 d	： $80\mu\text{m}$
砥石の種類	：ダイヤモンド砥石

[0179] 上記平面研削加工条件で研削後、砥石の砥粒粒径 $40\mu\text{m}$ のダイヤモンド砥石、次いで、砥石の砥粒粒径 $20\mu\text{m}$ のダイヤモンド砥石と、細かい砥粒粒径の砥石で、順次、上記平面研削加工条件にて研削加工した。

[0180] 得られた酸化物焼結体板 ($142\text{mm}\times 305\text{mm}\times 5\text{mm t}$) 2枚を用い、Cu (銅) 製のバックングプレートにボンディングすることで、G1ターゲットを製造した。ボンディングは、平面研削した面をスパッタリング面とし、スパッタリング面とは反対側の面 (砥粒粒径 $130\mu\text{m}$ の砥石で粗研磨を実施した面) をボンディング面とし、酸化物焼結体板の当該ボンディング面側をバックングプレートにボンディングした。すべてのターゲットにおいて、ボンディング率は、 98% 以上であった。酸化物焼結体板をバックングプレートへボンディングした際には、酸化物焼結体板にクラックは発生せず、スパッタリングターゲットを良好に製造できた。ボンディング率 (接合率) は、X線CTにより確認した。

[0181] (実施例3、実施例4)

原料粉末として実施例1と同じ In_2O_3 及び Ga_2O_3 以外に、平均粒径 $0.8\ \mu\text{m}$ の ZnO と平均粒径 $0.4\ \mu\text{m}$ の SnO_2 とを準備し、表1及び表2に示す原子組成比(at%)となるように秤量した。 ZnO は Ga_2O_3 と同じ条件で予備粉碎を実施した。予備粉碎後の ZnO の平均粒径は、 $0.32\ \mu\text{m}$ であった。これら以外は、実施例1と同様にして、焼結体を得た。その後、得られた焼結体を実施例1と同様に、研削及びボンディングして、スパッタリングターゲットとし、実施例1と同様に評価を行った。

[0182] (比較例1～比較例3)

まず、原料粉末として、実施例1と同じ In_2O_3 及び Ga_2O_3 を用意し、表3に示す原子組成比(at%)となるように秤量した。比較例1～比較例3においては、原料粉末の予備混合は施さなかった。

次いで、原料粉末を、遊星ボールミルで4時間混合した。混合後の原料粉末を乾燥、分級して原料混合物を得た。得られた原料混合物を実施例1と同様に成形した。成形体を3枚作成し、得られた成形体3枚を、焼結炉にて酸素雰囲気下で 780°C まで昇温後、 780°C で5時間保持し、さらに 1400°C まで昇温し、この焼結温度(1400°C)で、20時間保持した。その後、炉冷して酸化物焼結体を得た。なお、昇温速度は $2^\circ\text{C}/\text{分}$ で行った。その後、実施例1と同様に研削及びボンディングして、スパッタリングターゲットとし、実施例1と同様に評価を行った。

[0183] (比較例4～比較例6)

原料粉末として、実施例1と同じ In_2O_3 及び Ga_2O_3 を用意し、表4に示す原子組成比(at%)となるように秤量した以外は、実施例1と同様にして、スパッタリングターゲットを得た。

[0184] [1-1] 焼結体の評価

<1-A>原子組成比

誘導結合プラズマ発光分光分析装置(ICP-AES、株式会社島津製作所製)により、焼結体の原子組成比を分析した。得られた焼結体は、表1～表4に示す原子組成比であることを確認した。

[0185] <1-B> XRDの測定と結晶相の同定

得られた焼結体についてX線回折測定装置によりXRD測定し、結晶構造を調べた。

上記X線回折測定(XRD)の測定条件は以下の通りである。

装置：D8 DISCOVER Plus (ブルカージャパン株式会社)

X線：CuK α (1.5418 Å)

[0186] <1-C>結晶粒径の測定

結晶粒径は以下のようにして測定した。スパッタリングターゲットと同一バッチで作成した焼結体の面を当面積に16分割し、それぞれの四角形の中心点16か所を1cm角となるように切り出した。

切り出したスパッタリングターゲットを樹脂包埋し、研磨装置(ビューラー社製)を用いて鏡面研磨した。表面をオスミウムコートにより導電性を付与した後、走査型電子顕微鏡(SEM)装置(日立ハイテク社製)に投入し、測定面をさらに等面積に9分割し、それぞれの四角形の中心点9箇所において、倍率2000倍で二次電子像と反射電子像の観察をした。またSEM測定の際にEDS測定を実施し、各結晶粒子の原子比率を求めた。

XRDで同定した結晶構造と照らし合わせて、各結晶粒子がどの結晶かを同定した。

得られたSEM像から粒子径を測定し、9箇所の枠内の粒子の粒径の平均値をそれぞれ求めた。この作業を16か所から切り出した各サンプルについて実施し、計144枚のSEM像から得られた粒径の平均値を平均粒径とした。

アスペクト比が2未満の粒子については、JIS R1670:2006に基づき、結晶粒の粒径を円相当径として測定した。円相当径の測定手順としては、具体的には、微構造写真の測定対象グレインに円定規を当て、測定対象グレインの面積に相当する直径を読み取る。アスペクト比が2以上の粒子については、最長径と最短径との平均値をその粒子の粒径とした。

[0187] <1-D>密度

得られた酸化物焼結体について、アルキメデス法により測定される焼結体の実測密度を測定した。具体的には、室温で水を使用して測定した。

[0188] <1-E>抗折強度

得られた酸化物焼結体から、厚さ3mm×幅4mm×全長36mm、断面が長方形の角柱の試験片を30本切り出し、JIS R 1601:2008に基づき、材料試験機（島津製作所製EZ Graph）にて3点曲げ強さを測定し、試験片30本の3点曲げ強さ測定値の平均値を抗折力（抗折強度）とした。

[0189] <1-F>パワー耐性

作成したスパッタリングターゲットをスパッタリング装置に装着し、DC放電させクラックの有無を確認した。

パワー耐性は、スパッタリングターゲットに割れが生じない最大限度の、スパッタ電力として表した値である。スパッタ電力をDC1.5kWで1時間放電させた後、チャンバーを解放し、割れの有無を目視で観察した。その後、スパッタ電力を1.75kWに上昇させて、当該スパッタ電力で1時間放電させた後、チャンバーを解放し、割れの有無を目視で観察した。この作業を0.25kW刻みにスパッタ電力を上昇させた電力で割れの確認を行い、スパッタリングターゲットに割れが確認されるまで実施した。割れが確認されなかった最大電力をパワー耐性の指標とした。なお、スパッタ電力は装置によって異なるため、投入電力をターゲット面積で除した値をパワー密度とし規格化した。パワー耐性の評価条件は、以下のとおりである。

[0190] <装置>

アルバック製SMO-2001

[0191] <スパッタ条件>

雰囲気ガス：Ar（アルゴン）+O₂（酸素）

放電時の酸素分圧：20%

放電前の背圧：2×10⁻⁴Pa

放電時のスパッタ圧：0.5Pa

[0192] 図9に、実施例1で作製したターゲットに用いられる焼結体のX線回折パターンを示す。図9に示されるように、実施例1で得られた焼結体は、 In_2O_3 及び GaInO_3 の他に、入射角(2 θ)として、(A) 28°以上、29°以下、(B) 45°以上、46°未満、(C) 46°以上、47°未満、(D) 47°以上、48°以下、及び、(E) 50°以上、51°以下の各位置にピークを示すことが分かる。したがって、実施例1で得られた焼結体は、結晶構造Aを含むことが分かる。

[0193] 図10に、実施例1で作製したターゲットに用いられる焼結体における酸素原子のマッピング画像を示す。図10に示されるように、O元素の含有量が相対的に少ない領域は、連続的に連なっていることが分かる。図10において、相対的に黒く見える部分がO元素の含有量が相対的に少ない領域を示している。

[0194] [表1]

		実施例1	実施例2	実施例3
金属組成比率 [at%]	In	86	83	85.8
	Ga	14	17	14.1
	Zn	—	—	0.1
	Sn	—	—	—
予備粉砕		有り	有り	有り
混合	混合・粉砕法	ビーズミル	ビーズミル	ビーズミル
焼結	温度保持 [°C]	1350	1350	1350
	保持時間 [h]	20	20	20
結晶相		In_2O_3	In_2O_3	In_2O_3
		GaInO_3	GaInO_3	GaInO_3
		結晶構造A	結晶構造A	結晶構造A
主相粒径[μm]		2.4	2.5	2.6
密度[g/cm^3]		6.8	6.7	6.8
抗折強度 [MPa]		153	162	148
パワー耐性 (W/cm^2)		3.2	3.4	3

[0195] [表2]

		実施例4	実施例5	実施例6
金属組成比率 [at%]	In	85.8	91.9	80.0
	Ga	14.1	8.1	20.0
	Zn	0.090	—	—
	Sn	0.010	—	—
予備粉碎		有り	有り	有り
混合	混合・粉碎法	ビーズミル	ビーズミル	ビーズミル
焼結	温度保持 [°C]	1325	1350	1350
	保持時間 [h]	20	20	20
結晶相		In ₂ O ₃	In ₂ O ₃	In ₂ O ₃
		GaInO ₃		GaInO ₃
		結晶構造A		結晶構造A
主相粒径[μm]		2.3	2.8	2.3
密度[g/cm ³]		6.9	6.8	6.6
抗折強度 [MPa]		168	142	150
パワー耐性 (W/cm ²)		4	3	3.1

[0196]

[表3]

		比較例1	比較例2	比較例3
金属組成比率 [at%]	In	80	88	80
	Ga	20	12	20
	Zn	—	—	—
	Sn	—	—	—
予備粉碎		無し	無し	無し
混合	混合・粉碎法	遊星ボールミル 4h	遊星ボールミル 5h	遊星ボールミル 6h
焼結	温度保持 [°C]	1400	1600	1350
	保持時間 [h]	20	15	20
結晶相		In ₂ O ₃	In ₂ O ₃	In ₂ O ₃
		GaInO ₃		GaInO ₃
		(Ga,In) ₂ O ₃		(Ga,In) ₂ O ₃
主相粒径[μm]		3.2	4.5	2.8
密度[g/cm ³]		6.5	6.7	6.2
抗折強度 [MPa]		115	103	77
パワー耐性 (W/cm ²)		2.3	2.1	2

[0197]

[表4]

		比較例4	比較例5	比較例6
金属組成比率 [at%]	In	85	93	78.0
	Ga	15	7	22.0
	Zn	—	—	—
	Sn	—	—	—
予備粉碎		無し	有り	有り
混合	混合・粉碎法	ビーズミル	ビーズミル	ビーズミル
焼結	温度保持 [°C]	1350	1350	1350
	保持時間 [h]	15	20	20
結晶相		In ₂ O ₃	In ₂ O ₃	In ₂ O ₃
		GaInO ₃		GaInO ₃
		(Ga,In) ₂ O ₃		結晶構造A
主相粒径[μm]		3.2	2.7	2.3
密度[g/cm ³]		6.3	6.9	6.7
抗折強度 [MPa]		120	157	168
パワー耐性 (W/cm ²)		2.3	2.9	3

[0198] [2] 酸化物薄膜、及びTFTの作製

[2-1] 酸化物薄膜

(実施例1～実施例6、及び比較例1～比較例6)

実施例1～実施例6、及び比較例1～比較例6で作製したスパッタリングターゲットを用いて、それぞれのスパッタリングによって、100nmの熱酸化膜（ゲート絶縁膜）付きのシリコンウエハ上に、メタルマスクを介して40nmの酸化物薄膜（酸化物半導体薄膜層）を形成した。この際、スパッタガスとして高純度アルゴン及び高純度酸素ガスを用いてスパッタリングを行った。

また、膜厚40nmの酸化物薄膜層のみをガラス基板に形成したサンプルも同様の条件で同時に製造した。ガラス基板としては、日本電気硝子株式会社製ABC-Gを用いた。

[0199] [2-2] ソース・ドレイン電極の形成

次に、シリコンウエハ、ゲート絶縁膜、及び酸化物薄膜の順で形成したサンプルにおける酸化物薄膜上に、ソース・ドレインのコンタクトホール形状のメタルマスクを用いてチタン金属をスパッタリングし、ソース・ドレイン電極としてチタン電極を成膜して積層体を作製し、薄膜トランジスタ（TF T）を製造した。得られた積層体を大気中にて350℃で1時間の加熱処理（アニーリング処理）し、薄膜トランジスタ（TF T）の性能を評価した。

[0200] <2-A>半導体膜の結晶特性

ガラス基板及び酸化物薄膜層からなるサンプル（つまり、膜厚40nmの酸化物薄膜層のみをガラス基板に形成したサンプル）について、スパッタ後（膜堆積直後）の加熱していない膜、及び、表5～表8に記載の条件で、成膜後の加熱処理をした後の膜の両者の膜を、結晶性をX線回折（XRD）測定によって評価した。加熱前の膜における膜質、及び加熱後の膜における膜質のそれぞれについて、XRD測定でピークが観察されない場合はアモルファス、XRD測定でピークが観察され結晶化した場合は結晶と記載した。

[0201] <2-B>TF Tの特性評価

上記[2-2]で作製した保護絶縁膜（SiO₂膜）形成前のTF Tについて、線形移動度の評価を行った。

線形移動度は、ドレイン電圧に0.1V印加した場合の伝達特性から求めた。具体的に、伝達特性 $I_d - V_g$ のグラフを作成し、各 V_g のトランスコンダクタンス（ G_m ）を算出し、線形領域の式により移動度を導いた。なお、 G_m は $\partial(I_d) / \partial(V_g)$ によって表され、 V_g は-10～20Vまで印加し、その範囲での最大移動度を線形移動度と定義した。本発明において特に断らない限り、線形移動度はこの方法で評価した。上記 I_d はソース・ドレイン電極間の電流、 V_g はソース・ドレイン電極間に電圧 V_d を印加したときのゲート電圧である。

[0202]

[表5]

		実施例1	実施例2	実施例3
金属組成比率 [at%]	In	86.0	83.0	85.8
	Ga	14.0	17.0	14.1
	Zn	—	—	0.1
	Sn	—	—	—
結晶特性	堆積直後	アモルファス	アモルファス	アモルファス
	アニール後 (350°C×1h)	結晶	結晶	結晶
線形移動度[cm ² /Vs]		37	32	33

[0203] [表6]

		実施例4	実施例5	実施例6
金属組成比率 [at%]	In	85.8	91.9	80.0
	Ga	14.1	8.1	20.0
	Zn	0.090	—	—
	Sn	0.010	—	—
結晶特性	堆積直後	アモルファス	アモルファス	アモルファス
	アニール後 (350°C×1h)	結晶	結晶	結晶
線形移動度[cm ² /Vs]		37	34	32

[0204] [表7]

		比較例1	比較例2	比較例3
金属組成比率 [at%]	In	80.0	88.0	80.0
	Ga	20.0	12.0	20.0
	Zn	—	—	—
	Sn	—	—	—
結晶特性	堆積直後	アモルファス	アモルファス	アモルファス
	アニール後 (350°C×1h)	結晶	結晶	結晶
線形移動度[cm ² /Vs]		34	32	34

[0205] [表8]

		比較例4	比較例5	比較例6
金属組成比率 [at%]	In	85	93	78
	Ga	15	7	22
	Zn	—	—	—
	Sn	—	—	—
結晶特性	堆積直後	アモルファス	結晶	アモルファス
	アニール後 (350°C×1h)	結晶	結晶	アモルファス
線形移動度[cm ² /Vs]		35	導電膜	導電膜

符号の説明

[0206] 1、1A、1B、1C：酸化物焼結体、3：バックングプレート、20：シリコンウエハ、30：ゲート絶縁膜、40：酸化物薄膜、50：ソース電極、60：ドレイン電極、70：層間絶縁膜、70A：層間絶縁膜、70B：層間絶縁膜、100：薄膜トランジスタ、100A：薄膜トランジスタ、300：基板、301：画素部、302：第1の走査線駆動回路、303：第2の走査線駆動回路、304：信号線駆動回路、310：容量配線、312：ゲート配線、313：ゲート配線、314：ドレイン電極、316：トランジスタ、317：トランジスタ、318：第1の液晶素子、319：第2の液晶素子、320：画素部、321：スイッチング用トランジスタ、322：駆動用トランジスタ、3002：フォトダイオード、3004：転送トランジスタ、3006：リセットトランジスタ、3008：増幅トランジスタ、3010：信号電荷蓄積部、3100：電源線、3110：リセット電源線、3120：垂直出力線、501：量子トンネル電界効果トランジスタ、501A：量子トンネル電界効果トランジスタ、503：p型半導体層、505：酸化シリコン層、505A：絶縁膜、505B：コンタクトホール、507：n型半導体層、509：ゲート絶縁膜、511：ゲート電極、513：ソース電極、515：ドレイン電極、519：層間絶縁膜、519A、519B：コンタクトホール。

請求の範囲

- [請求項1] In元素、Ga元素、及びO元素を含む酸化物焼結体を備えるスパッタリングターゲットであって、
前記酸化物焼結体が、 In_2O_3 で表される結晶構造を含み、
前記酸化物焼結体中の前記Ga元素の原子組成比が下記式(1)を満たし、
前記酸化物焼結体の抗折強度が140MPa以上である、
スパッタリングターゲット。
$$8 \leq Ga / (In + Ga) \leq 20 \quad \dots (1)$$
- [請求項2] 前記 In_2O_3 で表される結晶構造の平均粒径が、 $3\mu m$ 以下である、
請求項1に記載のスパッタリングターゲット。
- [請求項3] アルキメデス法による実測密度が、 $6.3g/cm^3$ 以上である、
請求項1又は請求項2に記載のスパッタリングターゲット。
- [請求項4] 前記酸化物焼結体が、 $GaInO_3$ で表される結晶構造を含む、
請求項1から請求項3のいずれか一項に記載のスパッタリングターゲット。
- [請求項5] 前記酸化物焼結体が、さらに、X線(CuK α 線)回折測定により入射角(2θ)が、下記(A)～下記(E)の各位置に回折ピークが観測される結晶構造Aを含む、
請求項1から請求項4のいずれか一項に記載のスパッタリングターゲット。
(A) 28° 以上、 29° 以下
(B) 45° 以上、 46° 未満
(C) 46° 以上、 47° 未満
(D) 47° 以上、 48° 以下
(E) 50° 以上、 51° 以下
- [請求項6] 請求項1から請求項5のいずれか一項に記載のスパッタリングター

ゲットの製造方法であって、

粒径が $0.5\ \mu\text{m}$ 以下である原料粉末を準備する工程と、

前記原料粉末を混合して原料混合物を得た後、前記原料混合物を造粒して、原料造粒物を得る工程と、

前記原料造粒物を成形して成形体を得る工程と、

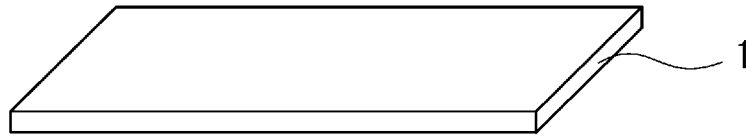
前記成形体を焼結して前記酸化物焼結体を得る工程と、を有する、スパッタリングターゲットの製造方法。

[請求項7] 請求項1から請求項5のいずれか一項に記載のスパッタリングターゲットを用いた結晶酸化物薄膜。

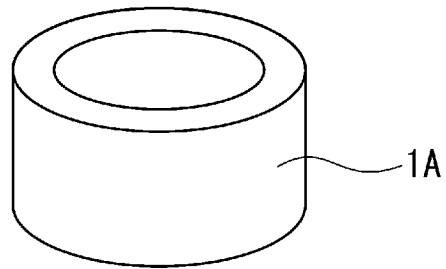
[請求項8] 請求項7に記載の結晶酸化物薄膜を含む薄膜トランジスタ。

[請求項9] 請求項8に記載の薄膜トランジスタを含む電子機器。

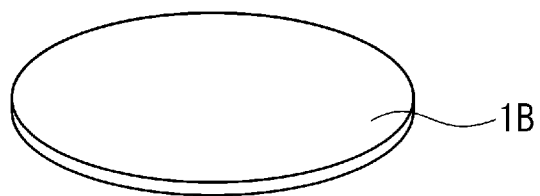
[図1A]



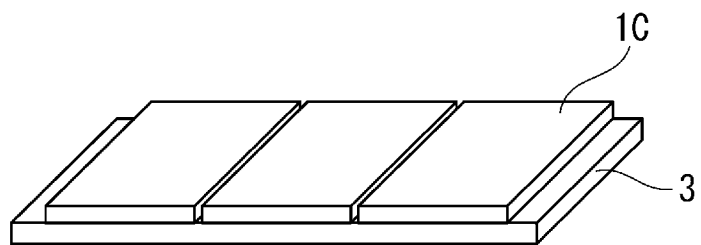
[図1B]



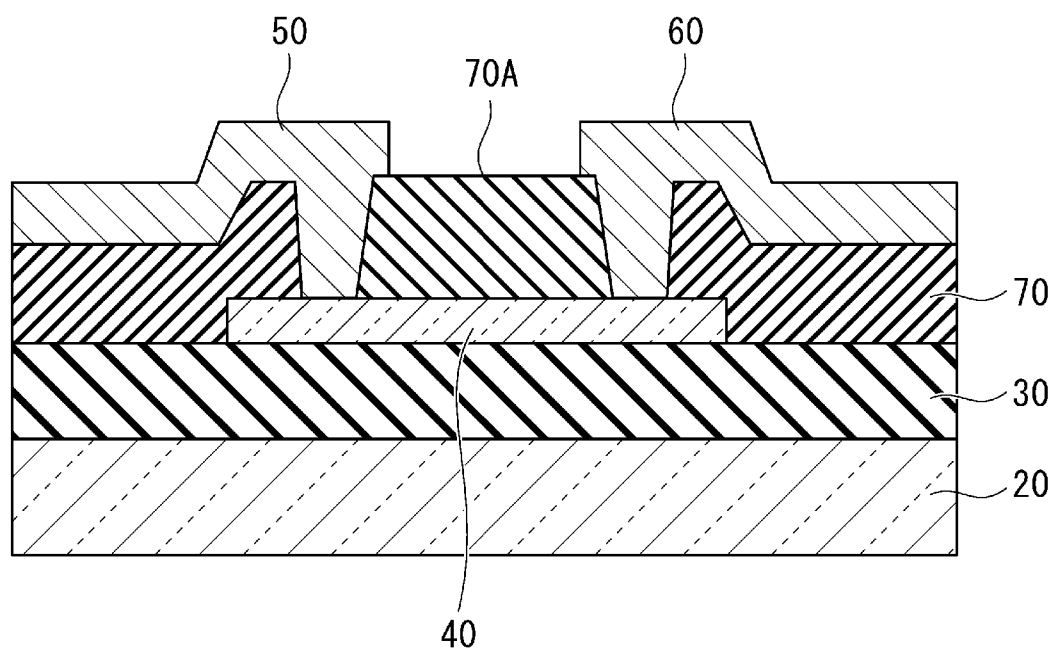
[図1C]



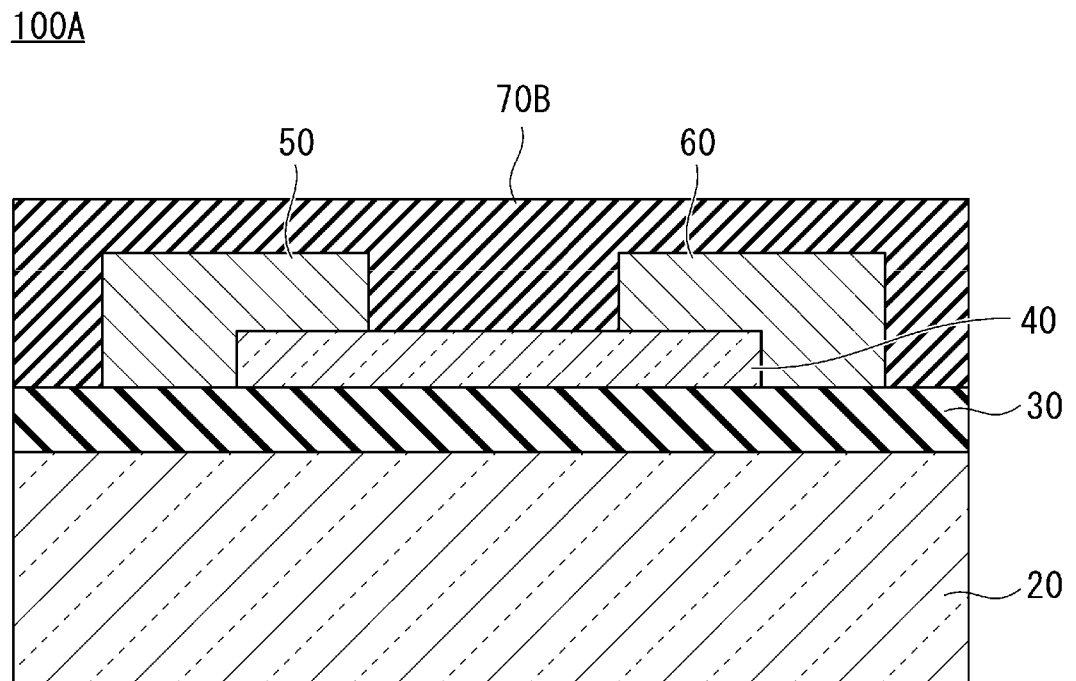
[図1D]



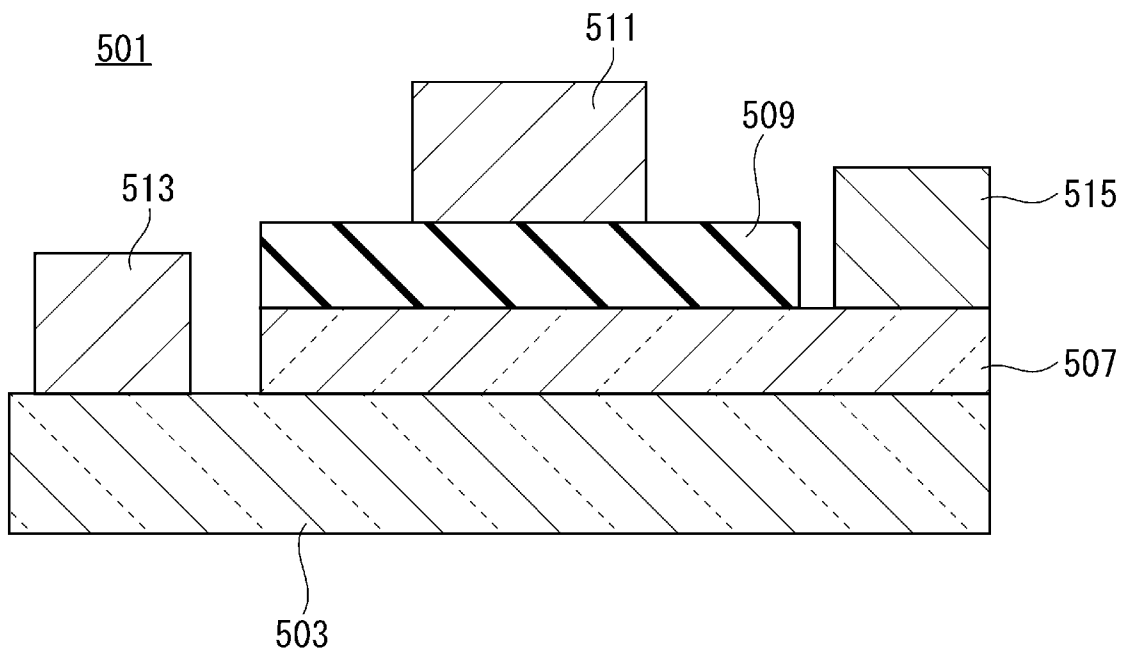
[図2]

100

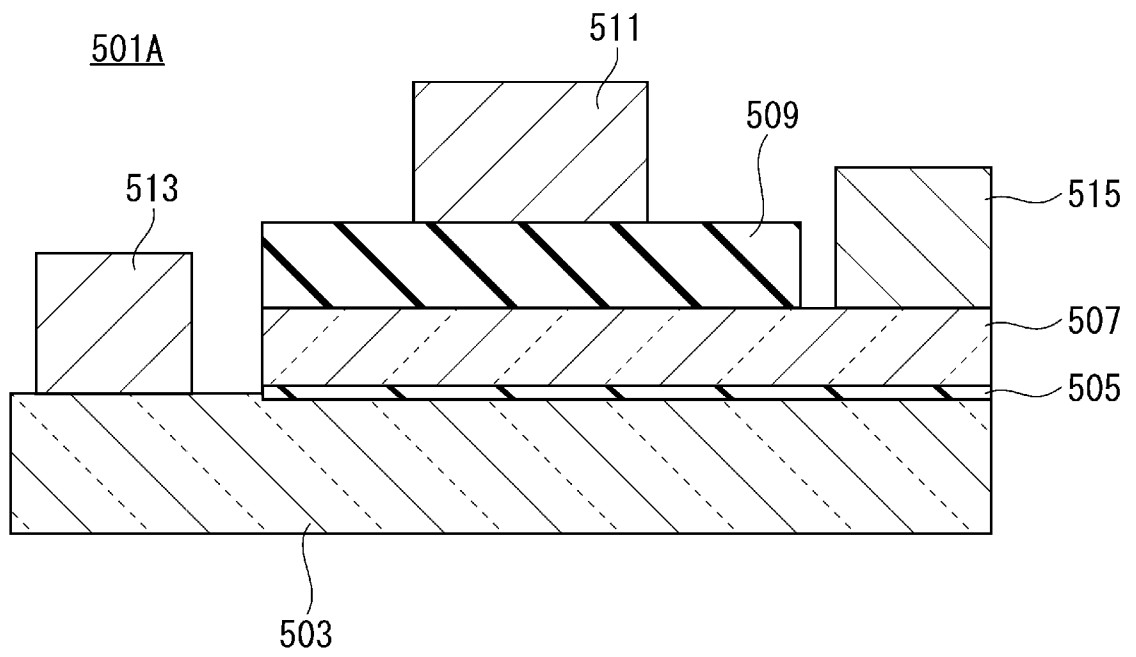
[図3]



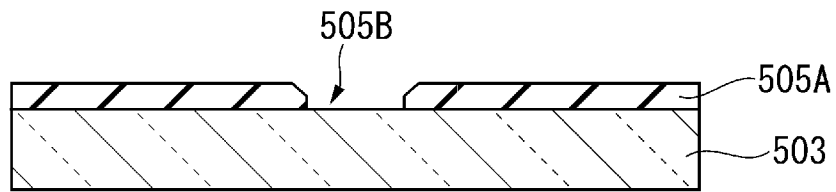
[図4]



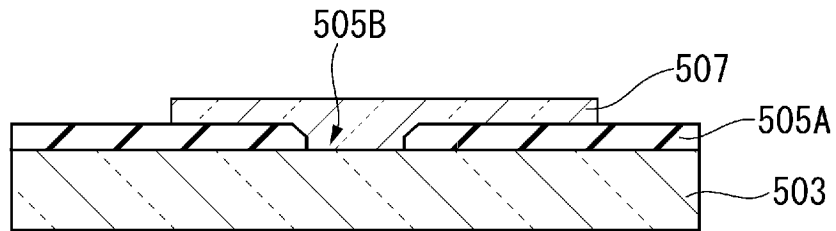
[図5]



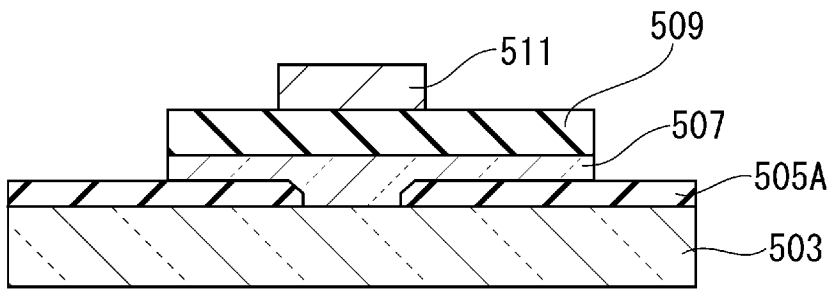
[図6A]



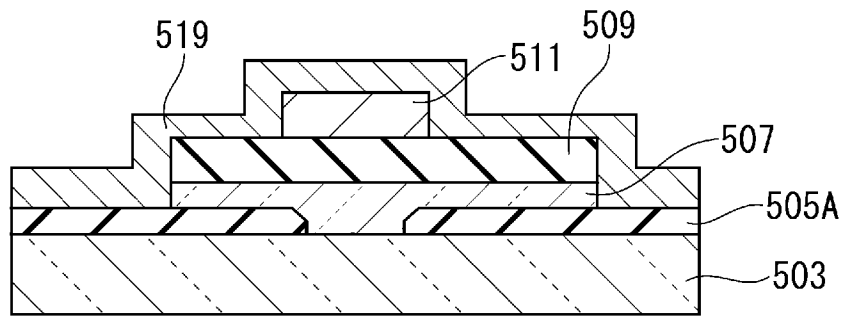
[図6B]



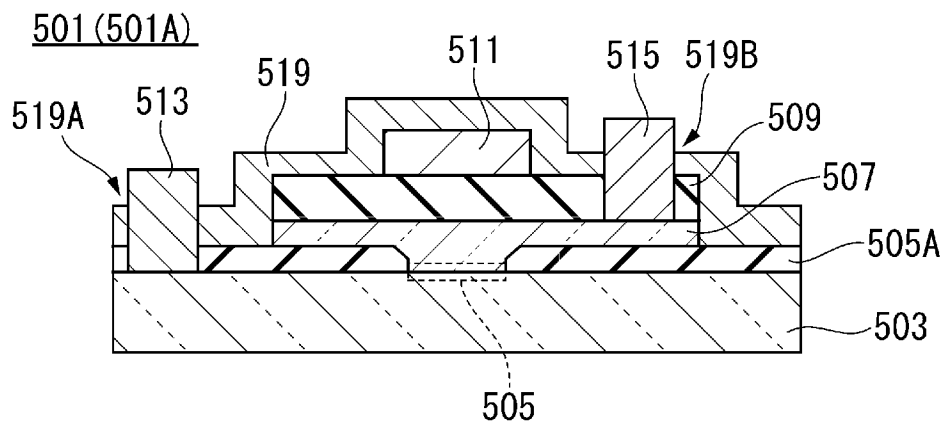
[図6C]



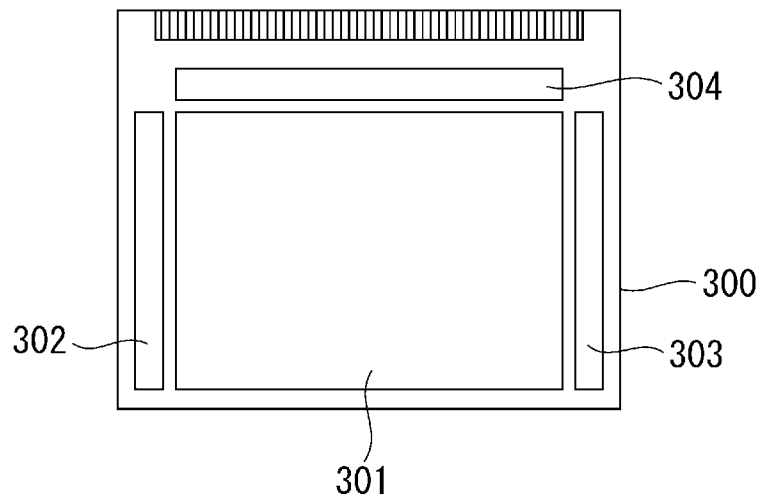
[図6D]



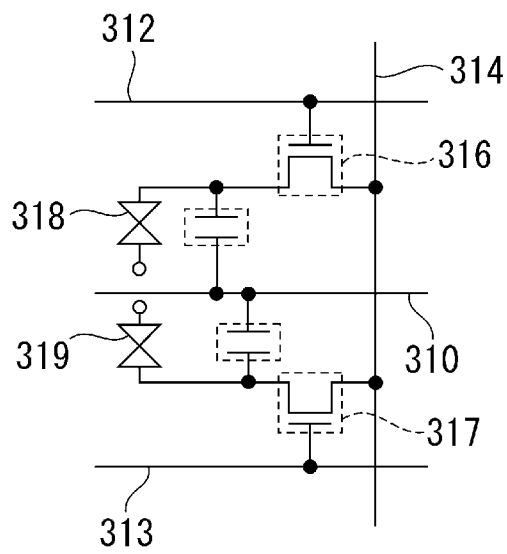
[図6E]



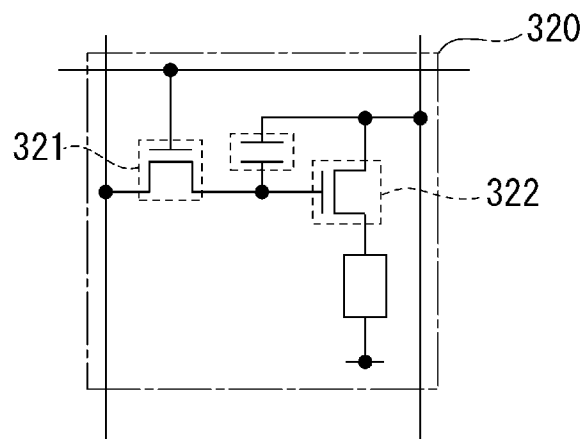
[図7A]



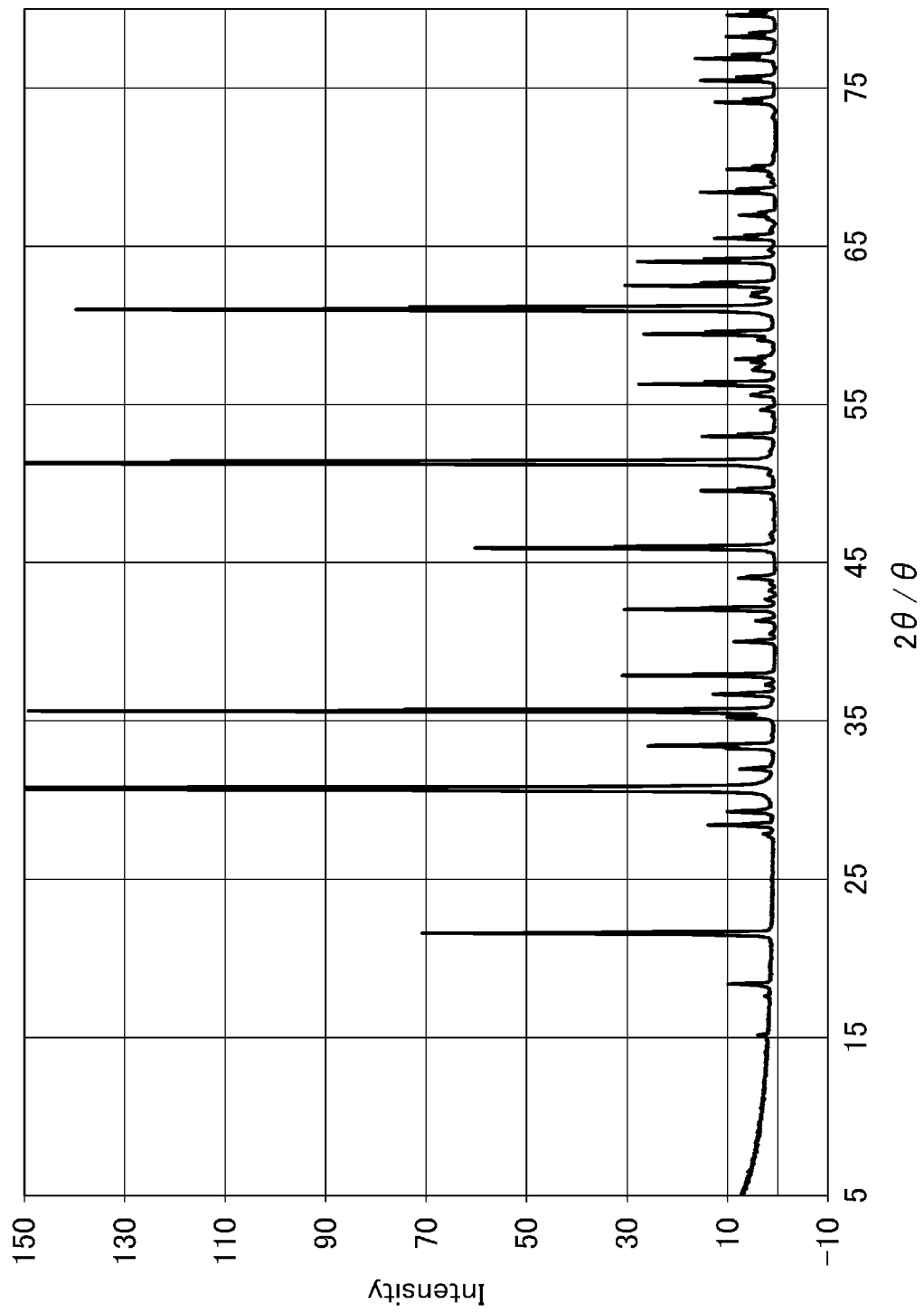
[図7B]



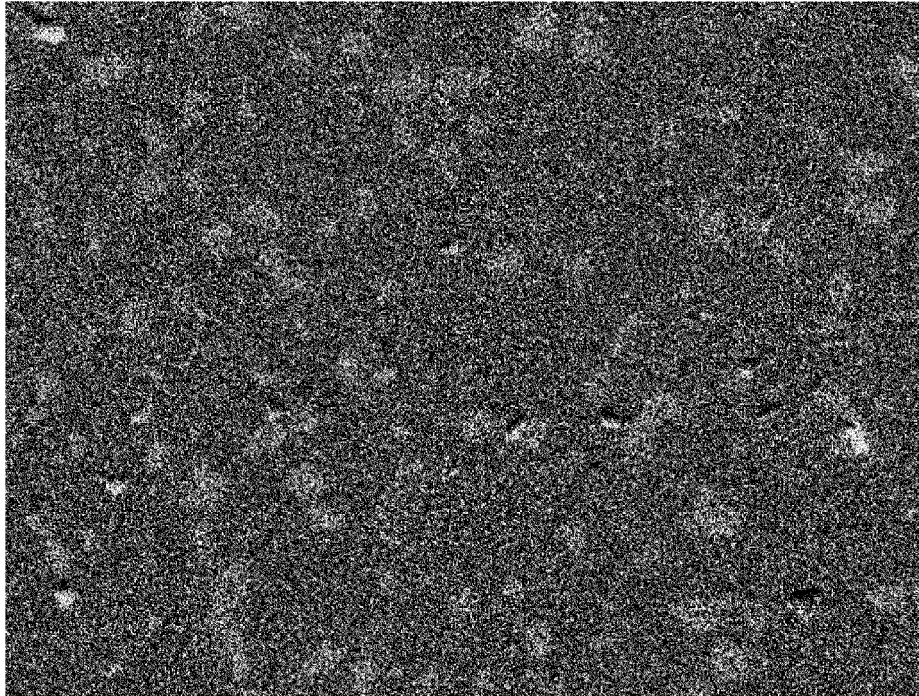
[図7C]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/010926

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<p>C23C 14/34(2006.01)i; C04B 35/01(2006.01)i; H01L 21/336(2006.01)i; H01L 21/363(2006.01)i; H01L 27/146(2006.01)i; H01L 29/06(2006.01)i; H01L 29/66(2006.01)i; H01L 29/786(2006.01)i</p> <p>FI: C23C14/34 A; C04B35/01; H01L21/363; H01L29/78 618B; H01L27/146 A; H01L27/146 C; H01L29/06 601Q; H01L29/66 T; H01L29/78 618A</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
C23C14/34; C04B35/01; H01L21/336; H01L21/363; H01L27/146; H01L29/06; H01L29/66; H01L29/786		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
<p>Published examined utility model applications of Japan 1922-1996</p> <p>Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023</p> <p>Registered utility model specifications of Japan 1996-2023</p> <p>Published registered utility model applications of Japan 1994-2023</p>		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
CAplus/REGISTRY (STN)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-147423 A (IDEMITSU KOSAN CO LTD) 01 August 2013 (2013-08-01) entire text, all drawings	1-9
A	WO 2017/217529 A1 (IDEMITSU KOSAN CO LTD) 21 December 2017 (2017-12-21) entire text, all drawings	1-9
A	WO 2016/136611 A1 (JX NIPPON MINING & METALS CORPORATION) 01 September 2016 (2016-09-01) entire text, all drawings	1-9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
24 April 2023		16 May 2023
Name and mailing address of the ISA/JP		Authorized officer
<p>Japan Patent Office (ISA/JP)</p> <p>3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915</p> <p>Japan</p>		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/010926

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2013-147423	A	01 August 2013	US 2011/0168994 entire text, all drawings	A1
				US 2013/0285053	A1
				WO 2009/148154	A1
				KR 10-2011-0020901	A
				CN 102105619	A
				TW 201011115	A
				CN 103233204	A
				KR 10-2013-0080063	A
				TW 201402852	A
				JP 2013-100224	A
<hr/>					
WO	2017/217529	A1	21 December 2017	US 2019/0218145 entire text, all drawings	A1
				CN 109311756	A
				KR 10-2019-0019137	A
				TW 201816156	A
<hr/>					
WO	2016/136611	A1	01 September 2016	US 2018/0073132 entire text, all drawings	A1
				KR 10-2017-0093239	A
				CN 107428616	A
				TW 201704185	A
<hr/>					

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>C23C 14/34(2006.01)i; C04B 35/01(2006.01)i; H01L 21/336(2006.01)i; H01L 21/363(2006.01)i; H01L 27/146(2006.01)i; H01L 29/06(2006.01)i; H01L 29/66(2006.01)i; H01L 29/786(2006.01)i</p> <p>FI: C23C14/34 A; C04B35/01; H01L21/363; H01L29/78 618B; H01L27/146 A; H01L27/146 C; H01L29/06 601Q; H01L29/66 T; H01L29/78 618A</p>														
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>C23C14/34; C04B35/01; H01L21/336; H01L21/363; H01L27/146; H01L29/06; H01L29/66; H01L29/786</p> <p>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</p> <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 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> <p>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）</p> <p>CAplus/REGISTRY (STN)</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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 - 2023年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年													
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2013-147423 A（出光興産株式会社）01.08.2013（2013-08-01） 全文, 全図</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2017/217529 A1（出光興産株式会社）21.12.2017（2017-12-21） 全文, 全図</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2016/136611 A1（JX金属株式会社）01.09.2016（2016-09-01） 全文, 全図</td> <td>1-9</td> </tr> </tbody> </table>			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	A	JP 2013-147423 A（出光興産株式会社）01.08.2013（2013-08-01） 全文, 全図	1-9	A	WO 2017/217529 A1（出光興産株式会社）21.12.2017（2017-12-21） 全文, 全図	1-9	A	WO 2016/136611 A1（JX金属株式会社）01.09.2016（2016-09-01） 全文, 全図	1-9
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												
A	JP 2013-147423 A（出光興産株式会社）01.08.2013（2013-08-01） 全文, 全図	1-9												
A	WO 2017/217529 A1（出光興産株式会社）21.12.2017（2017-12-21） 全文, 全図	1-9												
A	WO 2016/136611 A1（JX金属株式会社）01.09.2016（2016-09-01） 全文, 全図	1-9												
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>														
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同一パテントファミリー文献</p>														
<p>国際調査を完了した日</p> <p>24.04.2023</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>16.05.2023</p>													
<p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁(ISA/JP)</p> <p>〒100-8915</p> <p>日本国</p> <p>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>宮崎 園子 4G 9277</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3416</p>													

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/JP2023/010926

引用文献			公表日	パテントファミリー文献		公表日
JP	2013-147423	A	01.08.2013	US 2011/0168994	A1	
				全文,全図		
				US 2013/0285053	A1	
				WO 2009/148154	A1	
				KR 10-2011-0020901	A	
				CN 102105619	A	
				TW 201011115	A	
				CN 103233204	A	
				KR 10-2013-0080063	A	
				TW 201402852	A	
				JP 2013-100224	A	

WO	2017/217529	A1	21.12.2017	US 2019/0218145	A1	
				全文,全図		
				CN 109311756	A	
				KR 10-2019-0019137	A	
				TW 201816156	A	

WO	2016/136611	A1	01.09.2016	US 2018/0073132	A1	
				全文,全図		
				KR 10-2017-0093239	A	
				CN 107428616	A	
				TW 201704185	A	
