

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年2月10日(10.02.2022)



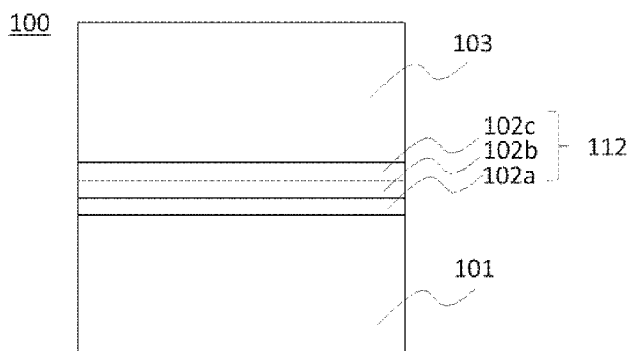
(10) 国際公開番号

WO 2022/030114 A1

- (51) 国際特許分類:
C30B 29/16 (2006.01) H01L 29/47 (2006.01)
C23C 16/40 (2006.01) H01L 29/739 (2006.01)
H01L 21/205 (2006.01) H01L 29/778 (2006.01)
H01L 21/208 (2006.01) H01L 29/78 (2006.01)
H01L 21/338 (2006.01) H01L 29/812 (2006.01)
H01L 21/365 (2006.01) H01L 29/872 (2006.01)
H01L 21/368 (2006.01) H01L 33/42 (2010.01)
H01L 29/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/023252
- (22) 国際出願日: 2021年6月18日(18.06.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2020-133535 2020年8月6日(06.08.2020) JP
特願 2021-043094 2021年3月17日(17.03.2021) JP
- (71) 出願人: 信越化学工業株式会社 (SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1000005 東京都千代田区丸の内一丁目4番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 橋上 洋 (HASHIGAMI Hiroshi); 〒3790195 群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内 Gunma (JP).
- (74) 代理人: 好宮 幹夫, 外 (YOSHIMIYA Mikio et al.); 〒1100005 東京都台東区上野7丁目6番11号 第一下谷ビル8F Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: SEMICONDUCTOR LAMINATE, SEMICONDUCTOR ELEMENT, AND METHOD FOR PRODUCING SEMICONDUCTOR ELEMENT

(54) 発明の名称: 半導体積層体、半導体素子および半導体素子の製造方法



(57) Abstract: The present invention is a semiconductor laminate comprising at least a substrate, a buffer layer, and a crystalline metal oxide semiconductor film containing at least one metal element and having a corundum structure, wherein the buffer layer is present directly on a main surface of the substrate or is present thereon via an interposed separate layer, and the crystalline metal oxide semiconductor film is present on the buffer layer, the semiconductor laminate being characterized in that the buffer layer is a laminated structure of a plurality of buffer films, each having a different composition, and the film thickness of at least two of the buffer films of the plurality of buffer films is 200-650 nm. This provides a semiconductor laminate having a high-quality corundum-type crystalline metal oxide semiconductor film for which crystalline defects, warpage, and cracks have been suppressed, and does so even in the case of formation by heteroepitaxial growth.



WO 2022/030114 A1

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約 : 本発明は、少なくとも、基体と、バッファ層と、少なくとも1種の金属元素を含みコランダム構造を有する結晶性金属酸化物半導体膜とを含み、前記基体の主表面の上に直接または別の層を介して前記バッファ層を有し、前記バッファ層の上に前記結晶性金属酸化物半導体膜を有する半導体積層体であって、前記バッファ層は、組成がそれぞれ異なる複数のバッファ膜の積層構造体であり、前記複数のバッファ膜のうちの少なくとも2層のバッファ膜の膜厚が、200nm以上650nm以下であることを特徴とする半導体積層体である。これにより、ヘテロエピタキシャル成長により形成される場合であっても、結晶欠陥、反り、及びクラックが抑制された高品質なコランダム型結晶性金属酸化物半導体膜を有する半導体積層体が提供される。

明 細 書

発明の名称：

半導体積層体、半導体素子および半導体素子の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、半導体積層体、半導体素子および半導体素子の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 高耐圧、低損失および高耐熱を実現できる次世代のスイッチング素子として、バンドギャップの大きな酸化ガリウム (Ga_2O_3) を用いた半導体素子が注目されており、インバータなどの電力用半導体装置への適用が期待されている。

[0003] 特にコランダム型の $\alpha-Ga_2O_3$ 金属酸化物は、比較的安価なサファイア基体を用いたエピタキシャル成長が可能であり、さらにミストCVD（化学気相成長）法（特許文献1）やHVPE（ハイドライド気相成長）法（特許文献2）といった常圧プロセスが適用できることから、既存の電力用半導体素子にくらべて低コストで製造できる期待がある。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2013-28480号公報

特許文献2：特開2019-34882号公報

特許文献3：特開2018-002544号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一方で、上述のようなヘテロエピタキシャル成長では、基体とエピタキシャル層との格子不整合や熱膨張係数の違いによるストレスに起因して、転位などの結晶欠陥や反りやクラックが生じるという問題があった。特に大面積の基体に成膜を行う場合にはこれらの問題がより顕著になり、その生産が困

難であった。

[0006] 特許文献3では下地基板に2層以上の酸化物層が形成されている下地基板を用いて、300 μ m四方以上の領域でクラックを含まない膜厚3 μ m以上のコランダム構造を有するInAlGaO系半導体膜を形成した例が示されている。しかしながら、特許文献3に示されている例によりクラックを抑制できるのは、実際のところ直径4インチ（約10センチメートル）未満の小口径基板に限られ、実用的なサイズ（直径4インチ以上）の基板を用いた場合には効果が不十分であった。また小口径の基板においても、基板の反りを抑制するには至らなかった。

[0007] 本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、ヘテロエピタキシャル成長により形成される場合であっても、結晶欠陥、反り、及びクラックが抑制された高品質なコランダム型結晶性金属酸化物半導体膜を有する半導体積層体及び高性能な半導体素子を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明は、上記目的を達成するためになされたものであり、少なくとも、基体と、バッファ層と、少なくとも1種の金属元素を含みコランダム構造を有する結晶性金属酸化物半導体膜とを含み、前記基体の主表面の上に直接または別の層を介して前記バッファ層を有し、前記バッファ層の上に前記結晶性金属酸化物半導体膜を有する半導体積層体であって、前記バッファ層は、組成がそれぞれ異なる複数のバッファ膜の積層構造体であり、前記複数のバッファ膜のうちの少なくとも2層のバッファ膜の膜厚が、200nm以上650nm以下である半導体積層体を提供する。

[0009] 本発明は、また、少なくとも、基体と、バッファ層と、少なくとも1種の金属元素を含みコランダム構造を有する結晶性金属酸化物半導体膜とを含み、前記基体の主表面の上に直接または別の層を介して前記バッファ層を有し、前記バッファ層の上に前記結晶性金属酸化物半導体膜を有する半導体積層体であって、前記バッファ層は、組成がそれぞれ異なる複数のバッファ膜の積層構造体であり、前記複数のバッファ膜の膜厚は、すべて200nm以上

650nm以下である半導体積層体を提供する。

[0010] このようなバッファ層を有することにより、基体と結晶性金属酸化物半導体膜の格子不整合に由来するストレスを効果的に緩和することができるので、結晶欠陥の導入を低減し、さらにクラックと反りが抑制された、高品質な結晶性金属酸化物半導体膜を有する半導体積層体が得られるものとなる。

[0011] このとき、前記バッファ膜は、前記結晶性金属酸化物半導体膜に含まれる金属元素のうち、最も多く含まれる主成分金属元素を含むことが好ましい。

[0012] さらに、前記バッファ層は、該バッファ層の前記基体側から前記結晶性金属酸化物半導体膜側に向かうにつれて、前記結晶性金属酸化物半導体膜の前記主成分金属元素の組成比が大きくなるように前記複数のバッファ膜が積層した積層構造体であることが好ましい。

[0013] これにより、バッファ層のストレス緩和効果をさらに高めることができるので、バッファ層上の結晶性金属酸化物半導体膜がさらに高品質なものとなる。

[0014] このとき、前記バッファ膜は、前記バッファ層の下地に含まれる金属元素のうち、最も多く含まれる主成分金属元素を含むことが好ましい。

[0015] さらに、前記バッファ層は、該バッファ層の前記基体側から前記結晶性金属酸化物半導体膜側に向かうにつれて、前記バッファ層の下地の前記主成分金属元素の組成比が小さくなるように前記複数のバッファ膜が積層した積層構造体であることが好ましい。

[0016] これにより、バッファ層のストレス緩和効果をさらに高めることができるので、バッファ層上の結晶性金属酸化物半導体膜がさらに高品質なものとなる。

[0017] このとき、前記バッファ層の下地は前記基体であり、前記基体の前記主成分金属元素はアルミニウムであることが好ましい。

[0018] アルミニウムを主成分金属元素とする、例えばサファイアウエハのようなウエハは、品質およびコストの面から基体として好適に用いることができる。

- [0019] このとき、前記結晶性金属酸化物半導体膜の前記主成分金属元素はガリウムであることが好ましい。
- [0020] ガリウム酸化膜は、バンドギャップが大きく、本発明に係る結晶性金属酸化物半導体膜として好適に用いることができる。
- [0021] このとき、前記結晶性金属酸化物半導体膜の膜厚は1 μm 以上であることが好ましい。
- [0022] これにより、結晶性金属酸化物半導体膜がより高品質なものとなる。
- [0023] このとき、前記基体の主表面の面積は10 cm^2 以上であることが好ましい。
- [0024] これにより、結晶性金属酸化物半導体膜がさらに高品質なものとなる。また、デバイス設計の自由度が高くなる。
- [0025] このとき、上記に記載の半導体積層体における、少なくとも前記バッファ層と前記結晶性金属酸化物半導体膜を備える半導体素子を提供することが好ましい。
- [0026] これにより、電気特性の優れた、高性能な半導体素子となる。
- [0027] また、本発明は、少なくとも結晶性金属酸化物半導体膜と電極とを有する半導体素子の製造方法であって、基体の主表面の上に、バッファ層として、それぞれ異なる組成を有するとともに200 nm 以上650 nm 以下の厚さのバッファ膜を2層以上含む、複数層のバッファ膜を形成する工程と、前記バッファ層の上に、コランダム構造を有する結晶性金属酸化物半導体膜を形成する工程と、少なくとも前記結晶性金属酸化物半導体膜の上に電極を形成する工程とを有する半導体素子の製造方法を提供する。
- [0028] また、本発明は、さらに、少なくとも結晶性金属酸化物半導体膜と電極とを有する半導体素子の製造方法であって、基体の主表面の上に、バッファ層として、それぞれ異なる組成を有するとともに200 nm 以上650 nm 以下の厚さのバッファ膜を複数層形成する工程と、前記バッファ層の上に、コランダム構造を有する結晶性金属酸化物半導体膜を形成する工程と、少なくとも前記結晶性金属酸化物半導体膜の上に電極を形成する工程とを有する半

導体素子の製造方法を提供する。

[0029] このようなバッファ層を形成することにより、基体と結晶性金属酸化物半導体膜の格子不整合に由来するストレスを効果的に緩和することができるので、結晶欠陥の導入が低減され、さらにクラックと反りが抑制された高品質な結晶性金属酸化物半導体膜を用いた、高性能な半導体素子が得られる。

発明の効果

[0030] 以上のように、本発明によれば、ヘテロエピタキシャル成長により形成される場合であっても、結晶欠陥、反り、及びクラックが抑制された高品質なコランダム型結晶性金属酸化物半導体膜を有する半導体積層体、半導体素子および半導体素子の製造方法を提供することができる。また、本発明に係る結晶性金属酸化物半導体膜を有する半導体積層体を用いることで、高性能な半導体素子を製造することができる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]本発明に係る半導体積層体の構造の一形態を示す図である。
[図2]本発明に係る半導体積層体の構造の別の形態を示す図である。
[図3]本発明に係るショットキーバリアダイオードの一例を示す図である。
[図4]本発明に係る高電子移動度トランジスタの一例を示す図である。
[図5]本発明に係る半導体電界効果トランジスタの一例を示す図である。
[図6]本発明に係る絶縁ゲート型バイポーラトランジスタの一例を示す図である。
[図7]本発明に係る発光素子ダイオードの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0032] 以下、本発明を詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0033] 上述のように、ヘテロエピタキシャル成長により形成される場合であっても、結晶欠陥、反り、及びクラックが抑制された高品質なコランダム型結晶性金属酸化物半導体膜を有する半導体積層体が求められていた。

[0034] 本発明者は、上記課題について鋭意検討を重ねた結果、少なくとも、基体

と、バッファ層と、少なくとも1種の金属元素を含みコランダム構造を有する結晶性金属酸化物半導体膜とを含み、前記基体の主表面の上に直接または別の層を介して前記バッファ層を有し、前記バッファ層の上に前記結晶性金属酸化物半導体膜を有する半導体積層体であって、前記バッファ層は、組成がそれぞれ異なる複数のバッファ膜の積層構造体であり、前記複数のバッファ膜のうちの少なくとも2層のバッファ膜の膜厚が、200nm以上650nm以下である半導体積層体、また、前記バッファ層は、組成がそれぞれ異なる複数のバッファ膜の積層構造体であり、前記複数のバッファ膜の膜厚は、すべて200nm以上650nm以下である半導体積層体により、基体と半導体膜の格子不整合に由来するストレスを効果的に緩和することができるので、結晶欠陥の導入を低減し、さらにクラックと反りが抑制された、高品質な半導体積層体が見出され、本発明を完成した。

[0035] また、本発明者は、少なくとも結晶性金属酸化物半導体膜と電極とを有する半導体素子の製造方法であって、基体の主表面の上に、バッファ層として、それぞれ異なる組成を有するとともに200nm以上650nm以下の厚さのバッファ膜を2層以上含む、複数層のバッファ膜を形成する工程と、前記バッファ層の上に、コランダム構造を有する結晶性金属酸化物半導体膜を形成する工程と、少なくとも前記結晶性金属酸化物半導体膜の上に電極を形成する工程とを有する半導体素子の製造方法、また、基体の主表面の上に、バッファ層として、それぞれ異なる組成を有するとともに200nm以上650nm以下の厚さのバッファ膜を複数層形成する工程と、前記バッファ層の上に、コランダム構造を有する結晶性金属酸化物半導体膜を形成する工程と、少なくとも前記結晶性金属酸化物半導体膜の上に電極を形成する工程とを有する半導体素子の製造方法により、結晶欠陥が低減され、さらにクラックや反りが抑制された、高品質な結晶性金属酸化物半導体膜を用いた半導体素子が見出され、本発明を完成した。

[0036] 以下、図面を参照して説明する。

[0037] (半導体積層体)

図1、図2はそれぞれ、本発明に係る半導体積層体の構造の一形態を示す図である。本発明に係る結晶性金属酸化物半導体膜を有する半導体積層体（以下、単に「半導体積層体」と呼称する場合もある）100、200は、基本的に、基体101、201と、バッファ層112、212と、結晶性金属酸化物半導体膜103、203とを含み、基体101、201の主表面の上に形成されたバッファ層112、212と、さらにその上に形成された結晶性金属酸化物半導体膜103、203で構成されている。

[0038] （基体）

基体101、201は、結晶物を主成分として含んでいれば特に限定されず、公知の基板であってよい。絶縁体であってもよいし、導電体であってもよいし、半導体であってもよいし、単結晶であってもよいし、多結晶であってもよい。また、基体に含まれる金属元素のうち、最も多く含まれる主成分金属元素がアルミニウムである基体を用いることが好ましい。なかでも、品質およびコストの面から、サファイアウェハを用いるのが好ましい。

[0039] 基体の主面の面方位は特に限定されず、サファイアウェハの場合、例えばc面、m面、a面などの主要面が使用できる。また、ジャスト面に対してオフ角を有するものであってもよい。オフ角は、特に限定されないが、好ましくは 0° ～ 15° である。

[0040] 基体101、201の厚さは、特に限定されないが、コストの面から $200\sim 800\mu\text{m}$ 程度が好ましい。また、基体101、201の主表面の面積は、 10cm^2 以上であるのが良く、より好ましくは直径約 10cm （4インチ）以上であるのが良い。このように基体101、201を大直径のものとするれば、基体101、201の上に形成される結晶性金属酸化物半導体膜103、203がさらに高品質かつ生産性の高いものとなる。また、デバイス設計の自由度が高くなる。基体101、201の形状は、本発明においては特に限定されない。

[0041] （バッファ層）

バッファ層112、212は、図1のように基体101上へ直接形成され

ても良いし、別の層を介して形成されても良い。別の層として、例えば、結晶性金属酸化物半導体膜を基体から分離するための剥離層を導入する場合などでは、図2のように剥離層204上へ形成されていてもよい。

[0042] (バッファ膜)

バッファ層112、212は、それぞれ組成の異なる複数のバッファ膜102a、102b、102c、202a、202b、202cの積層構造体となっている。バッファ膜はそれぞれが異なる組成を有するものとする。より好ましくは、後述する結晶性金属酸化物半導体膜103、203に含まれる金属元素のうち、最も多く含まれる主成分金属元素、または、バッファ層112、212の下地に含まれる金属元素のうち、最も多く含まれる主成分金属元素を含んでいるのが良い。もちろん、結晶性金属酸化物半導体膜103、203の主成分金属元素とバッファ層112、212の下地の主成分金属元素の両方を含んでも良い。ここで、バッファ層112、212の下地の主成分金属元素とは、図1の形態では基体101の主成分金属元素を、また図2の形態では剥離層204の主成分金属元素を指す。

[0043] なお、図1および図2の形態では、バッファ層は3層のバッファ膜で構成されているが、本発明はこれに限らず、組成がそれぞれ異なる2層以上（複数層）のバッファ膜が形成されていれば、結晶性金属酸化物半導体膜の厚さなどの条件により、バッファ膜全体の層数および組成を適宜調整することができる。このとき、2層以上（複数層）のバッファ膜のうちの少なくとも2層のバッファ膜のそれぞれの膜厚を200nm以上650nm以下とする。少なくとも2層のバッファ膜の厚さはすべて同じ厚さであっても、異なる厚さであっても良いが、200nm未満では十分な効果が得られず、また650nm超では応力が顕著になって反りと欠陥が導入されるようになる。2層以上（複数層）のバッファ膜のすべての膜厚が200nm以上650nm以下であれば好ましい。

[0044] また、バッファ膜が結晶性金属酸化物半導体膜103、203の主成分金属元素を含む場合には、基体101、201側から結晶性金属酸化物半導体

膜103、203側に向かうにつれて、結晶性金属酸化物半導体膜103、203の主成分金属元素の組成比が大きくなるようにバッファ膜を積層するのが良い。また、バッファ膜が、バッファ層112、212の下地の主成分金属元素を含む場合には、基体101、201側から結晶性金属酸化物半導体膜103、203側に向かうにつれて、バッファ層112、212の下地の主成分金属元素の組成比が小さくなるようにバッファ膜を積層するのが良い。例えば、図1の形態で Al_2O_3 ウェハ上に $\alpha-Ga_2O_3$ の結晶性金属酸化物半導体膜を形成する場合、バッファ膜を $(Al_xGa_{1-x})_2O_3$ ($0 < x < 1$) で形成し、 x の値をバッファ膜102aからバッファ膜102cに向かって小さくするのが良い。

[0045] また、基体に含まれる金属元素のうち、最も多く含まれる主成分金属元素がアルミニウムである基体を用い、バッファ層の下地を基体とすることが好ましい。品質およびコストの面で有利である。

[0046] (結晶性金属酸化物半導体膜)

結晶性金属酸化物半導体膜103、203の主成分は、コランダム構造を取る結晶性金属酸化物であれば特に限定されず、例えば、アルミニウム、チタン、バナジウム、クロム、鉄、ガリウム、ロジウム、インジウム、イリジウムのいずれかを含む結晶性金属酸化物を主成分とすることができる。結晶性金属酸化物半導体膜103、203に含まれる金属元素のうち、最も多く含まれる主成分金属元素はガリウムであることがより好ましい。具体的には、 Al_2O_3 、 Ti_2O_3 、 V_2O_3 、 Cr_2O_3 、 Fe_2O_3 、 Ga_2O_3 、 Rh_2O_3 、 In_2O_3 、 Ir_2O_3 であり、本発明においては特に Ga_2O_3 であるのが好ましい。 Ga_2O_3 は、バンドギャップが大きく、様々な半導体素子としての応用が期待できるからである。また上記の金属元素から選ばれる2元素をA、Bとした場合に $(A_xB_{1-x})_2O_3$ ($0 < x < 1$) で表される2元系の金属酸化物や、あるいは、上記の金属元素から選ばれる3元素をA、B、Cとした場合に $(A_xB_yC_{1-x-y})_2O_3$ ($0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$) で表される3元系の金属酸化物とすることもできる。

[0047] さらに、結晶性金属酸化物半導体膜103、203は、上記の金属酸化物の単層構造でも良いし、組成やドーパントなどの含有成分が異なる複数の結晶膜の積層構造であっても良い。

[0048] 結晶性金属酸化物半導体膜103、203の膜厚は1 μ m以上であるのが良く、好ましくは3 μ m以上であるのが良い。このような膜厚にすることで結晶の配向性が改善し、より高品質な結晶性金属酸化物半導体膜とすることができる。

[0049] また、本発明に係る半導体積層体は、適用する半導体素子等の設計に応じて、導電性を付与すべく不純物でドーピングされていてもよい。この場合の不純物としては、例えば半導体膜103、203が少なくともガリウムを含む場合には、シリコン、ゲルマニウム、スズ、マグネシウム、銅のいずれか、またはこれらの組合せが好適に使用できる。尚、この場合の導電型はn型となる。ドーピングにより添加される不純物の濃度は、目的とする最終製品の設計にもよるが、 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $8 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}$ 以下とするのが一般的である。特に結晶性金属酸化物半導体膜103、203は、異なる濃度で不純物が添加された結晶膜の積層とすることができる。またバッファ層102、202も同様のドーピングにより導電性を具備して良い。

[0050] (半導体素子)

また、上記したような、本発明に係る半導体積層体を用い、半導体積層体における、少なくともバッファ層と結晶性金属酸化物半導体膜を有する半導体素子を提供することができる。このような半導体素子は、基体を含むものであっても、基体が除去されたものであっても良い。本発明に係る半導体素子は、結晶欠陥の導入が低減され、さらにクラックや反りが抑制された、高品質な結晶性金属酸化物半導体膜を用いるものであり、高品質な半導体素子である。半導体素子の応用例(具体例)については、後で詳しく説明する。

[0051] (半導体積層体の製造方法)

本発明に係る半導体積層体の製造方法は特に限定されない。結晶性金属酸化物半導体膜の種類や、適用する半導体素子に応じて、基体、バッファ層を

適宜選択し、基体上に成膜を行うことで、半導体積層体を得ることができる。成膜方法は特に限定されず、プラズマCVD、LPCVD（減圧CVD）、APCVD（大気圧CVD）、ミストCVD、HVPE、スパッタ、イオンプレーティングなど公知の幅広い手法により実現できる。

[0052] （半導体素子の製造方法）

また、基体の主表面の上に、直接又は別の層を介してバッファ層を形成する。バッファ層は、それぞれ異なる組成を有するとともに200nm以上650nm以下の厚さのバッファ膜を2層以上含むように製膜することにより、形成する。バッファ層を構成する複数層のバッファ膜のすべてを、厚さ200nm以上650nm以下として製膜することが好ましい。このバッファ層の上に、コランダム構造を有する結晶性金属酸化物半導体膜を形成し、本発明に係る半導体積層体を得る。その後、さらに、結晶性金属酸化物半導体膜の上に電極を形成することで、半導体素子を製造する。このとき、基体と、バッファ層と、結晶性金属酸化物半導体膜を含む半導体積層体をそのまま用いることもできるし、基体を除去してバッファ層と結晶性金属酸化物半導体膜を残したり、基体とバッファ層を除去して、結晶性金属酸化物半導体膜のみを残したりしてもよい。このようにして、結晶欠陥の導入が低減され、さらにクラックや反りが抑制された高品質な結晶性金属酸化物半導体膜を用いた、高性能な半導体素子を製造することができる。

[0053] （応用できる半導体素子の例）

上記のような結晶性金属酸化物半導体膜を有する半導体積層体は、欠陥密度が低減され、電気特性に優れており、工業的に有用なものである。このような結晶性金属酸化物半導体膜を有する半導体積層体は、様々な半導体素子等に好適に用いることができ、とりわけ、パワーデバイスに有用である。

[0054] また、本発明に係る結晶性金属酸化物半導体膜を有する半導体積層体は、電極が結晶性金属酸化物半導体膜の片面側に形成された横型の素子（横型デバイス）と、結晶性金属酸化物半導体膜の表裏両面側にそれぞれ電極を有する縦型の素子（縦型デバイス）に分類することができる。本発明においては

、横型デバイスにも縦型デバイスにも好適に用いることができるが、中でも、縦型デバイスに用いることが好ましい。半導体素子としては、例えば、ショットキーバリアダイオード（SBD）、金属半導体電界効果トランジスタ（MESFET）、高電子移動度トランジスタ（HEMT）、半導体電界効果トランジスタ（MOSFET）、接合電界効果トランジスタ（JFET）、絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ（IGBT）または発光ダイオード（LED）などが挙げられる。

[0055] 以下、本発明の結晶性金属酸化物半導体膜をn型半導体層（n+型半導体層やn-半導体層等）に適用した場合の好適な例を、図面を用いて説明するが、本発明は、これらの例に限定されるものではない。なお、以下に例示する半導体素子において、さらに他の層（例えば絶縁体層や導体層）などが含まれていてもよいし、また、中間層や緩衝層（バッファ層）などは適宜省いてもよい。

[0056] 図3は、本発明に係るSBDの一例である。SBD300は、相対的に低濃度のドーピングを施したn-型半導体層301a、相対的に高濃度のドーピングを施したn+型半導体層301b、ショットキー電極302およびオーミック電極303を備えている。

[0057] ショットキー電極302およびオーミック電極303の材料は、公知の電極材料であってもよく、前記電極材料としては、例えば、アルミニウム、モリブデン、コバルト、ジルコニウム、スズ、ニオブ、鉄、クロム、タンタル、チタン、金、プラチナ、バナジウム、マンガン、ニッケル、銅、ハフニウム、タングステン、イリジウム、亜鉛、インジウム、パラジウム、ネオジムもしくは銀等の金属またはこれらの合金、酸化錫、酸化亜鉛、酸化レニウム、酸化インジウム、酸化インジウム錫（ITO）、酸化亜鉛インジウム（IZO）等の金属酸化物導電膜、ポリアニリン、ポリチオフェン又はポリピロールなどの有機導電性化合物、またはこれらの混合物並びに積層体などが挙げられる。

[0058] ショットキー電極302およびオーミック電極303の形成は、例えば、

真空蒸着法またはスパッタリング法などの公知の手段により行うことができる。より具体的には、例えば、前記金属のうち2種類の第1の金属と第2の金属とを用いてショットキー電極を形成する場合、第1の金属からなる層と第2の金属からなる層を積層させ、第1の金属からなる層および第2の金属からなる層に対して、フォトリソグラフィの手法を利用したパターニングを施すことにより行うことができる。

[0059] SBD300に逆バイアスが印加された場合には、空乏層（図示せず）がn型半導体層301aの中に広がるため、高耐圧のSBDとなる。また、順バイアスが印加された場合には、オーミック電極303からショットキー電極302へ電子が流れる。したがって、本発明のSBDは、高耐圧・大電流用に優れており、スイッチング速度も速く、耐圧性・信頼性にも優れている。

[0060] 図4は、本発明に係るHEMTの一例である。HEMT400は、バンドギャップの広いn型半導体層401、バンドギャップの狭いn型半導体層402、n+型半導体層403、半絶縁体層404、緩衝層405、ゲート電極406、ソース電極407およびドレイン電極408を備えている。

[0061] 図5は、本発明に係るMOSFETの一例である。MOSFET500はn型半導体層501、n+型半導体層502及び503、ゲート絶縁膜504、ゲート電極505、ソース電極506およびドレイン電極507を備えている。

[0062] 図6は、本発明に係るIGBTの一例である。IGBT600は、n型半導体層601、n型半導体層602、n+型半導体層603、p型半導体層604、ゲート絶縁膜605、ゲート電極606、エミッタ電極607およびコレクタ電極608を備えている。

[0063] 図7は、本発明に係るLEDの一例である。LED700は、第1の電極701、n型半導体層702、発光層703、p型半導体層704、透光性電極705、第2の電極706を備えている。

[0064] 透光性電極の材料としては、インジウムまたはチタンを含む酸化物の導電

性材料などが挙げられる。より具体的には、例えば、 In_2O_3 、 ZnO 、 SnO_2 、 Ga_2O_3 、 TiO_2 、 CeO_2 またはこれらの2以上の混晶またはこれらにドーピングされたものなどが挙げられる。これらの材料を、スパッタリング等の公知の手段で設けることによって、透光性電極を形成できる。また、透光性電極を形成した後に、透光性電極の透明化を目的とした熱アニールを施してもよい。

[0065] 第1の電極701及び第2の電極706の材料としては、例えば、アルミニウム、モリブデン、コバルト、ジルコニウム、スズ、ニオブ、鉄、クロム、タンタル、チタン、金、プラチナ、バナジウム、マンガン、ニッケル、銅、ハフニウム、タングステン、イリジウム、亜鉛、インジウム、パラジウム、ネオジムもしくは銀等の金属またはこれらの合金、酸化錫、酸化亜鉛、酸化レニウム、酸化インジウム、酸化インジウム錫（ITO）、酸化亜鉛インジウム（IZO）等の金属酸化物導電膜、ポリアニリン、ポリチオフェン又はポリピロールなどの有機導電性化合物、またはこれらの混合物などが挙げられる。電極の製膜法は特に限定されることはなく、印刷方式、スプレー法、コーティング方式等の湿式方式、真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法等の物理的方式、CVD、プラズマCVD法等の化学的方式、などの中から前記材料との適性を考慮して適宜選択した方法に従って前記基板上に形成することができる。

実施例

[0066] 以下、実施例を挙げて本発明について具体的に説明するが、これは本発明を限定するものではない。

[0067] （実施例1）

ミストCVD装置を用いて、以下のように半導体積層体を作製した。2台の噴霧器（噴霧器A、噴霧器B）と石英製の管状反応炉を用意し、両噴霧器を石英管で接続し、さらにそこから石英管を枝出しして反応器と接続した。

[0068] 次に、ガリウムアセチルアセトナート0.04mol/Lの水溶液に濃度34%の塩酸を体積比で1%加え、スターラーで60分間攪拌し、前駆体を

得た。この前駆体を噴霧器 A に充填した。次に、アルミニウムアセチルアセトナート 0.06 mol/L の水溶液に濃度 34% の塩酸を体積比で 1% 加え、スターラーで 60 分間攪拌し、前駆体を得た。この前駆体を噴霧器 B に充填した。

[0069] 次に、厚さ 0.6 mm の 4 インチ c 面サファイア基板を石英製サセプターに立てかけた状態で反応炉に装填し、基板温度が 450°C になるように加温した。次に、2.4 MHz の超音波振動子により水を通じて噴霧器 A、B の前駆体に超音波振動を伝播させて、前駆体をミスト化した。

[0070] この後、噴霧器 A と噴霧器 B に総流量として毎分 20 L の窒素ガスを加え、ミストと窒素ガスの混合気を反応炉に供給し、基板の上に膜厚 400 nm のバッファ膜を一層形成した。続けて、噴霧器 B への窒素ガス流量を減少させることで混合気中の Al 比率を低下させながら、同様の成膜を 3 回繰り返して 2 層目から 4 層目のバッファ膜を積層した。各バッファ膜中の Al/Ga 比率は、1 層目から 4 層目にかけて、0.60、0.30、0.15、0.05 とした。次に、噴霧器 B への窒素ガス供給を止め、噴霧器 A への窒素ガス流量を毎分 20 L としてミストと窒素ガスの混合気を反応器に 180 分間供給し、膜厚約 7 μ m の半導体膜を形成した。

[0071] 次に、窒素ガス供給と基板への加温を停止し、室温付近まで冷却してから基板を反応炉から取り出した。得られた半導体膜は、X 線回折測定により、 α -Ga₂O₃ であることが確認された。

[0072] この後、作製した膜について、クラック、反りおよび転位密度を評価した。クラックは、基板全面の光学顕微鏡明視野で観察される 1 mm 長以上の直線状欠陥として、発生の有無を評価し、また反りは基板の両端を結ぶ直線と凹または凸の頂点との最短の距離として評価した。また転位密度は、積層体の縦断面を 100 nm 厚の薄片化した試料を使い、TEM 法によって定量した。

[0073] (実施例 2、3)

各バッファ膜の膜厚を 200 nm (実施例 2)、650 nm (実施例 3)

としたこと以外は実施例1と同様に半導体積層体を作製した。作製した半導体膜は、X線回折測定により、 $\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ であることが確認された。この後、実施例1と同様の評価を行った。

[0074] (比較例1、2)

各バッファ膜の膜厚を150nm(比較例1)、700nm(比較例2)としたこと以外は実施例1と同様に半導体積層体を作製した。作製した半導体膜は、X線回折測定により、 $\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ であることが確認された。この後、実施例1と同様の評価を行った。

[0075] (実施例4)

1層目と2層目のバッファ膜の膜厚を150nmとしたこと以外は実施例1と同様に半導体積層体を作製した。作製した半導体膜は、X線回折測定により、 $\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ であることが確認された。この後、実施例1と同様の評価を行った。

[0076] (比較例3)

1層目、2層目および3層目のバッファ膜の膜厚を150nmとしたこと以外は実施例1と同様に半導体積層体を作製した。作製した半導体膜は、X線回折測定により、 $\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ であることが確認された。この後、実施例1と同様の評価を行った。

[0077] 実施例1、2、3および比較例1、2のクラック、反り、転位密度の評価結果を表1に示す。また、実施例4および比較例3のクラック、反り、転位密度の評価結果を表2に示す。

[0078] [表1]

バッファ膜の膜厚	クラック	反り[mm]	転位密度[cm^{-2}]
150nm	あり	1.31	8×10^{10}
200nm	なし	0.08	2×10^9
400nm	なし	0.01	2×10^9
650nm	なし	0.01	1×10^9
700nm	あり	2.20	3×10^{10}

[0079]

[表2]

バッファ膜の膜厚	クラック	反り [mm]	転位密度 [cm^{-2}]
1層目 150 nm 2層目 150 nm 3層目 400 nm 4層目 400 nm	なし	0.03	2×10^9
1層目 150 nm 2層目 150 nm 3層目 150 nm 4層目 400 nm	あり	1.20	8×10^{10}

[0080] 表1および表2に示した実施例の結果で示されるように、本発明に係る半導体積層体は、クラックと反りが抑制され、かつ転位密度が低減された高品質な膜であることが分かる。一方、従来技術の比較例で得られた半導体積層体は、クラックと著しい反りが生じ、また転位密度も高かった。

[0081] なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

請求の範囲

- [請求項1] 少なくとも、基体と、バッファ層と、少なくとも1種の金属元素を含みコランダム構造を有する結晶性金属酸化物半導体膜とを含み、
- 前記基体の主表面の上に直接または別の層を介して前記バッファ層を有し、前記バッファ層の上に前記結晶性金属酸化物半導体膜を有する半導体積層体であって、
- 前記バッファ層は、組成がそれぞれ異なる複数のバッファ膜の積層構造体であり、
- 前記複数のバッファ膜のうちの少なくとも2層のバッファ膜の膜厚が、200nm以上650nm以下であることを特徴とする半導体積層体。
- [請求項2] 少なくとも、基体と、バッファ層と、少なくとも1種の金属元素を含みコランダム構造を有する結晶性金属酸化物半導体膜とを含み、
- 前記基体の主表面の上に直接または別の層を介して前記バッファ層を有し、前記バッファ層の上に前記結晶性金属酸化物半導体膜を有する半導体積層体であって、
- 前記バッファ層は、組成がそれぞれ異なる複数のバッファ膜の積層構造体であり、
- 前記複数のバッファ膜の膜厚は、すべて200nm以上650nm以下であることを特徴とする半導体積層体。
- [請求項3] 前記バッファ膜は、前記結晶性金属酸化物半導体膜に含まれる金属元素のうち、最も多く含まれる主成分金属元素を含むことを特徴とする請求項1又は2に記載の半導体積層体。
- [請求項4] 前記バッファ層は、該バッファ層の前記基体側から前記結晶性金属酸化物半導体膜側に向かうにつれて、前記結晶性金属酸化物半導体膜の前記主成分金属元素の組成比が大きくなるように前記複数のバッファ膜が積層した積層構造体であることを特徴とする請求項3に記載の半導体積層体。

- [請求項5] 前記バッファ膜は、前記バッファ層の下地に含まれる金属元素のうち、最も多く含まれる主成分金属元素を含むことを特徴とする請求項3又は請求項4のいずれか一項に記載の半導体積層体。
- [請求項6] 前記バッファ層は、該バッファ層の前記基体側から前記結晶性金属酸化物半導体膜側に向かうにつれて、前記バッファ層の下地の前記主成分金属元素の組成比が小さくなるように前記複数のバッファ膜が積層した積層構造体であることを特徴とする請求項5に記載の半導体積層体。
- [請求項7] 前記バッファ層の下地は前記基体であり、前記基体の前記主成分金属元素はアルミニウムであることを特徴とする請求項5又は請求項6のいずれか一項に記載の半導体積層体。
- [請求項8] 前記結晶性金属酸化物半導体膜の前記主成分金属元素はガリウムであることを特徴とする請求項3から請求項7のいずれか一項に記載の半導体積層体。
- [請求項9] 前記結晶性金属酸化物半導体膜の膜厚は1 μm 以上であることを特徴とする請求項1から請求項8のいずれか一項に記載の半導体積層体。
- [請求項10] 前記基体の主表面の面積は10 cm^2 以上であることを特徴とする請求項1から請求項9のいずれか一項に記載の半導体積層体。
- [請求項11] 請求項1から10のいずれかに記載の半導体積層体における、少なくとも前記バッファ層と前記結晶性金属酸化物半導体膜を備えることを特徴とする半導体素子。
- [請求項12] 少なくとも結晶性金属酸化物半導体膜と電極とを有する半導体素子の製造方法であって、
基体の主表面の上に、バッファ層として、それぞれ異なる組成を有するとともに200 nm 以上650 nm 以下の厚さのバッファ膜を2層以上含む、複数層のバッファ膜を形成する工程と、
前記バッファ層の上に、コランダム構造を有する結晶性金属酸化物

半導体膜を形成する工程と、

少なくとも前記結晶性金属酸化物半導体膜の上に電極を形成する工程とを有することを特徴とする半導体素子の製造方法。

[請求項13]

少なくとも結晶性金属酸化物半導体膜と電極とを有する半導体素子の製造方法であって、

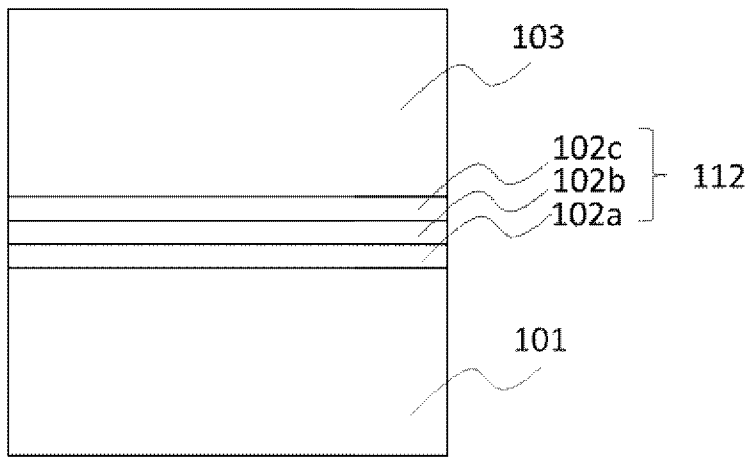
基体の主表面の上に、バッファ層として、それぞれ異なる組成を有するとともに200nm以上650nm以下の厚さのバッファ膜を複数層形成する工程と、

前記バッファ層の上に、コランダム構造を有する結晶性金属酸化物半導体膜を形成する工程と、

少なくとも前記結晶性金属酸化物半導体膜の上に電極を形成する工程とを有することを特徴とする半導体素子の製造方法。

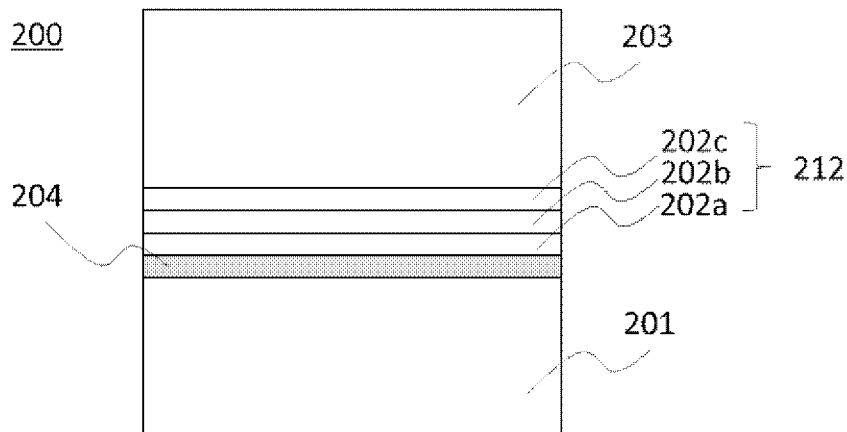
[図1]

100



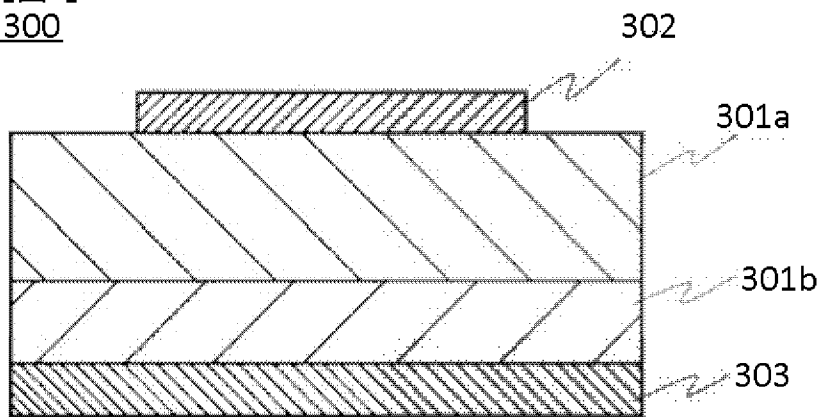
[図2]

200

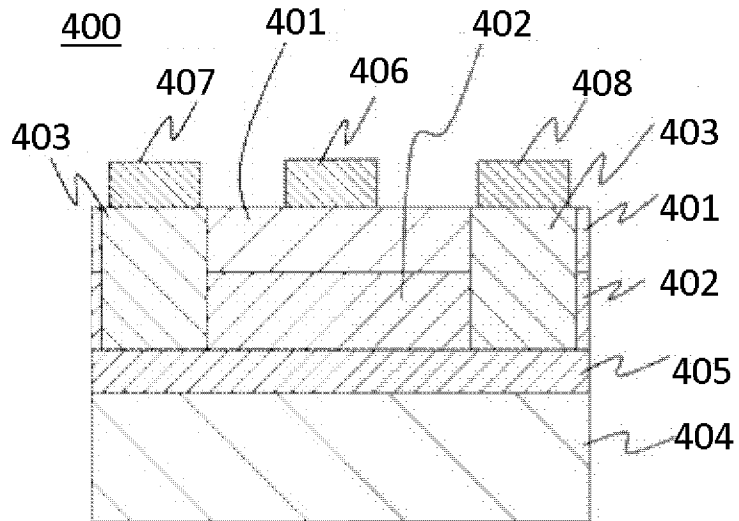


[図3]

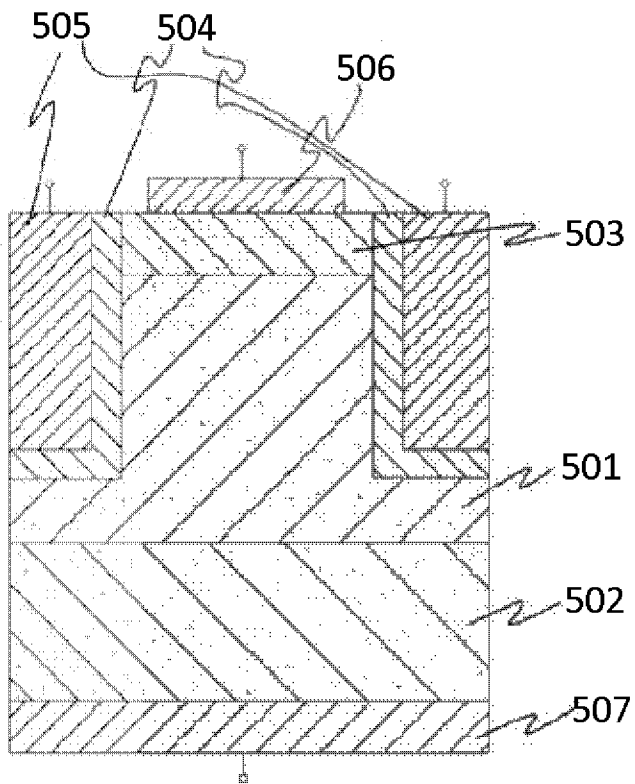
300



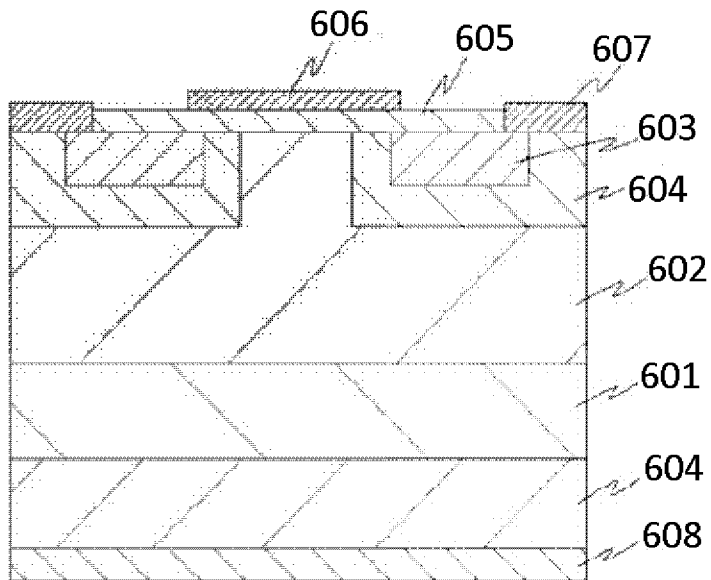
[図4]



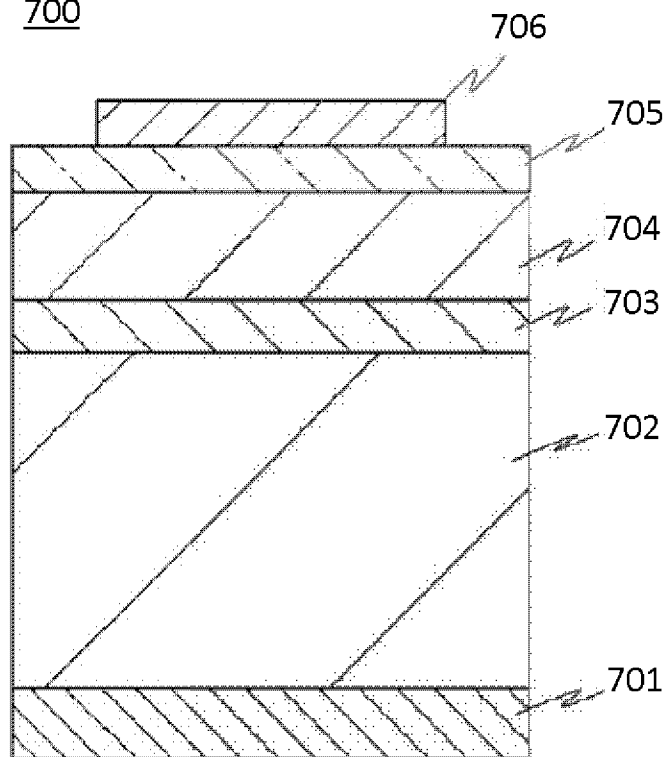
[図5]

500

[図6]
600



[図7]
700



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/023252

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. C30B29/16(2006.01)i, C23C16/40(2006.01)i, H01L21/205(2006.01)i, H01L21/208(2006.01)i, H01L21/338(2006.01)i, H01L21/365(2006.01)i, H01L21/368(2006.01)i, H01L29/12(2006.01)i, H01L29/47(2006.01)i, H01L29/739(2006.01)i, H01L29/778(2006.01)i, H01L29/78(2006.01)i, H01L29/812(2006.01)i, H01L29/872(2006.01)i, H01L33/42(2010.01)i
 FI: C30B29/16, H01L21/365, H01L29/78 652T, H01L29/78 655, H01L21/368 Z, C23C16/40, H01L29/86 301M, H01L29/86 301F, H01L29/80 H, H01L21/208 Z, H01L29/78 653A, H01L29/78 655A, H01L29/48 D, H01L33/42, H01L29/86 301D, H01L21/205

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. C30B29/16, C23C16/40, H01L21/205, H01L21/208, H01L21/338, H01L21/365, H01L21/368, H01L29/12, H01L29/47, H01L29/739, H01L29/778, H01L29/78, H01L29/812, H01L29/872, H01L33/42

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2019-33142 A (KOCHI PREFECTURAL PUBLIC UNIVERSITY CORP.) 28 February 2019 (2019-02-28), entire text, all drawings	1-13
A	JP 2014-72533 A (ROCA KK) 21 April 2014 (2014-04-21), entire text, all drawings	1-13
A	CN 110504343 A (SUZHOU INSTITUTE OF NANO-TECH AND NANO-BIONICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 26 November 2019 (2019-11-26), entire text, all drawings	1-13

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
10.08.2021

Date of mailing of the international search report
24.08.2021

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/JP2020/023252

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JINNO, Riena et al. <i>Applied Physics Express</i> , 01 June 2016, vol. 9, pp. 071101-1 to 071101-4, http://doi.org/10.7567/APEX.9.071101 , entire text, all drawings	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/023252

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-33142 A	28.02.2019	(Family: none)	
JP 2014-72533 A	21.04.2014	(Family: none)	
CN 110504343 A	26.11.2019	(Family: none)	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>C30B 29/16(2006.01)i; C23C 16/40(2006.01)i; H01L 21/205(2006.01)i; H01L 21/208(2006.01)i; H01L 21/338(2006.01)i; H01L 21/365(2006.01)i; H01L 21/368(2006.01)i; H01L 29/12(2006.01)i; H01L 29/47(2006.01)i; H01L 29/739(2006.01)i; H01L 29/778(2006.01)i; H01L 29/78(2006.01)i; H01L 29/812(2006.01)i; H01L 29/872(2006.01)i; H01L 33/42(2010.01)i</p> <p>FI: C30B29/16; H01L21/365; H01L29/78 652T; H01L29/78 655; H01L21/368 Z; C23C16/40; H01L29/86 301M; H01L29/86 301F; H01L29/80 H; H01L21/208 Z; H01L29/78 653A; H01L29/78 655A; H01L29/48 D; H01L33/42; H01L29/86 301D; H01L21/205</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>C30B29/16; C23C16/40; H01L21/205; H01L21/208; H01L21/338; H01L21/365; H01L21/368; H01L29/12; H01L29/47; H01L29/739; H01L29/778; H01L29/78; H01L29/812; H01L29/872; H01L33/42</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 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table> <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>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年																			
日本国実用新案公報	1922 - 1996年																												
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年																												
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年																												
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年																												
<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 2019-33142 A (高知県公立大学法人) 28.02.2019 (2019 - 02 - 28) 全文、全図</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2014-72533 A (ROCA株式会社) 21.04.2014 (2014 - 04 - 21) 全文、全図</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110504343 A (SUZHOU INSTITUTE OF NANO-TECH AND NANO-BIONICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 26.11.2019 (2019 - 11 - 26) 全文、全図</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JINNO, Riena, 他, Applied Physics Express, 2016.06.01, vol.9, p.071101-1 - p.071101-4, http://doi.org/10.7567/APEX.9.071101 全文、全図</td> <td>1-13</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p> <table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			引用文献の カテゴリー*	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 2019-33142 A (高知県公立大学法人) 28.02.2019 (2019 - 02 - 28) 全文、全図	1-13	A	JP 2014-72533 A (ROCA株式会社) 21.04.2014 (2014 - 04 - 21) 全文、全図	1-13	A	CN 110504343 A (SUZHOU INSTITUTE OF NANO-TECH AND NANO-BIONICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 26.11.2019 (2019 - 11 - 26) 全文、全図	1-13	A	JINNO, Riena, 他, Applied Physics Express, 2016.06.01, vol.9, p.071101-1 - p.071101-4, http://doi.org/10.7567/APEX.9.071101 全文、全図	1-13	* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
引用文献の カテゴリー*	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 2019-33142 A (高知県公立大学法人) 28.02.2019 (2019 - 02 - 28) 全文、全図	1-13																											
A	JP 2014-72533 A (ROCA株式会社) 21.04.2014 (2014 - 04 - 21) 全文、全図	1-13																											
A	CN 110504343 A (SUZHOU INSTITUTE OF NANO-TECH AND NANO-BIONICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 26.11.2019 (2019 - 11 - 26) 全文、全図	1-13																											
A	JINNO, Riena, 他, Applied Physics Express, 2016.06.01, vol.9, p.071101-1 - p.071101-4, http://doi.org/10.7567/APEX.9.071101 全文、全図	1-13																											
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの																												
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの																												
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの																												
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献																												
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献																													
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献																													
<p>国際調査を完了した日</p> <p>10.08.2021</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>24.08.2021</p>																												
<p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>山本 一郎 4G 8395</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/JP2021/023252

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-33142 A	28.02.2019	(ファミリーなし)	
JP 2014-72533 A	21.04.2014	(ファミリーなし)	
CN 110504343 A	26.11.2019	(ファミリーなし)	