

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6272469号
(P6272469)

(45) 発行日 平成30年1月31日 (2018. 1. 31)

(24) 登録日 平成30年1月12日 (2018. 1. 12)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 21/363 (2006. 01)	HO 1 L 21/363
C 2 3 C 14/08 (2006. 01)	C 2 3 C 14/08 D
C 2 3 C 14/34 (2006. 01)	C 2 3 C 14/34 A
HO 1 L 29/786 (2006. 01)	C 2 3 C 14/34 M
HO 1 L 21/336 (2006. 01)	HO 1 L 29/78 6 1 8 B
	請求項の数 7 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-521342 (P2016-521342)	(73) 特許権者	514252913
(86) (22) 出願日	平成27年11月25日 (2015. 11. 25)		アールエフトロン カンパニー リミテッド
(65) 公表番号	特表2017-504178 (P2017-504178A)		RFTRON CO., LTD.
(43) 公表日	平成29年2月2日 (2017. 2. 2)		大韓民国 08826 ソウル, クワナクク, クワナクロ, 1, ナチュラルサイエンス
(86) 国際出願番号	PCT/KR2015/012713		ンシーズ ソウル ナショナルユニバーシティ カレッジ フィジックス アンド
(87) 国際公開番号	W02016/085251		アストロノミー デパートメント, 22
(87) 国際公開日	平成28年6月2日 (2016. 6. 2)		ドン, 418ホ
審査請求日	平成28年4月7日 (2016. 4. 7)		418-ho, 22-dong, Department of Physics and Astronomy, College of Natural Sciences, Seoul National U
(31) 優先権主張番号	10-2014-0168296		最終頁に続く
(32) 優先日	平成26年11月28日 (2014. 11. 28)		
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		

(54) 【発明の名称】 スズ金属ターゲットを利用したスズ酸化物層の形成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガラス基板の上にスズ金属ターゲットを利用した第1スパッタリングでスズ酸化物バッファ層 (SnO_2) を形成する段階と;

前記スズ酸化物バッファ層上に前記スズ金属ターゲットを利用した第2スパッタリングでスズ酸化物半導体層を形成する段階と;

を含み、

前記スズ酸化物半導体層は (SnO_{2-x}) ($0 < x \leq 0.01$) の組成を有することを特徴とするスズ金属ターゲットを利用したスズ酸化物層の形成方法。

【請求項 2】

前記スズ酸化物バッファ層を形成する段階で、

前記第1スパッタリングは、5 ~ 20 mTorr 圧力の下で酸素ガス及び不活性ガスが混合された雰囲気で行われることを特徴とする請求項1に記載のスズ金属ターゲットを利用したスズ酸化物層の形成方法。

【請求項 3】

前記スズ酸化物半導体層を形成する段階で、

前記第2スパッタリングは0.1 ~ 3 mTorr 圧力の下で酸素ガス及び不活性ガスが混合された雰囲気で行われることを特徴とする請求項2に記載のスズ金属ターゲットを利用したスズ酸化物層の形成方法。

【請求項 4】

前記スズ酸化物バッファ層を形成する段階でのチャンバ内に存在する酸素ガス分子の個数が、前記スズ酸化物半導体層を形成する段階でのチャンバ内に存在する酸素ガス分子の個数よりは多いことを特徴とする請求項3に記載のスズ金属ターゲットを利用したスズ酸化物層の形成方法。

【請求項5】

前記スズ酸化物半導体層を形成する段階の後に行われる、
300～450の酸素ガス雰囲気中で30～90分間熱処理を行う段階；
をさらに含むことを特徴とする請求項3に記載のスズ金属ターゲットを利用したスズ酸化物層の形成方法。

【請求項6】

前記第1及び第2スパッタリングは、反応性スパッタリング(reactive sputtering)であることを特徴とする請求項1に記載のスズ金属ターゲットを利用したスズ酸化物層の形成方法。

【請求項7】

前記スズ酸化物半導体層が前記スズ酸化物バッファ層よりは薄く形成されることを特徴とする請求項1に記載のスズ金属ターゲットを利用したスズ酸化物層の形成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、スズ酸化物層の形成方法に関し、より詳細には、スズ金属ターゲットを利用してガラス基板の上にスズ酸化物層を形成するスズ金属ターゲットを利用したスズ酸化物層の形成方法に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、情報通信技術(information technology)傾向の1つは、電子素子の機能と表示素子の機能を融合しようとするものである。このような電子素子の機能と表示素子の機能を融合したものが電子表示装置である。

【0003】

なお、近年のような情報化社会において電子表示装置の役目は、非常に重要になっており、各種の電子表示装置が多様な産業分野に広範囲に使用されている。このような電子表示装置分野は、発展を繰り返して、多様化する情報化社会の要求に適した新しい機能を有する電子表示装置が続いて開発されている。

【0004】

一般的に、電子表示装置とは、多様な情報を視覚を通じて人間に伝達する装置を言う。すなわち電子表示装置とは、各種の電子機器から出力される電子的情報信号を人間の視覚で認識できる光情報信号に変換する電子装置を言い、人間と電子機器を連結する橋渡しの役目を担当する装置と言える。

【0005】

このような電子表示装置において、光情報信号が発光現象によって表示される場合には、発光型表示装置と呼ばれ、反射、散乱、干渉現象などによって光変調で表示される場合には、受光型表示装置と呼ばれる。

【0006】

このような電子表示装置としては、陰極線管表示装置(Cathode Ray Tube; CRT)、プラズマ表示装置(Plasma Display Panel; PDP)、有機EL表示装置(Organic Electro Luminescence Display; OLED)、液晶表示装置(LCD)、電子泳動表示装置(Electro Phoretic Image Display; EPID)、発光ダイオード(Light Emitting Diode; LED)表示装置、有機発光ダイオード(Organic Light Emitting Diode; OLED)表示装置などが挙げられる。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

ここで、陰極線管表示装置は、最も長い歴史を有する表示装置であって、テレビやコンピュータモニターなどに使用されており、経済性などの面から最も高いマーケットシェアを占めているが、重い重量、大きい体積及び高い消費電力などのような短所を多く有している。

【 0 0 0 8 】

最近、半導体技術の急速な進歩に伴い、各種電子装置の低電圧化及び低電力化とともに、電子機器の小型化、薄形化及び軽量化の傾向によって新しい環境に適した電子表示装置として平板パネル型表示装置に対する要求が急激に増大されている。これによって、液晶表示装置（LCD）、プラズマ表示装置（PDP）、有機EL表示装置（OLED）、有機発光ダイオード（OLED）表示装置などのような平板パネル型表示装置が開発されている。

10

【 0 0 0 9 】

液晶表示装置（LCD）は、共通電極、カラーフィルター、ブラックマトリックスなどが形成されている上部透明絶縁基板と、スイッチング素子、画素電極などが形成されている下部透明絶縁基板との間に異方性誘電率を有する液晶物質を注入し、画素電極と共通電極に互いに異なる電位を印加することによって、液晶物質に形成される電界の強さを調整し、液晶物質の分子配列を変更させ、これを通じて透明絶縁基板に透過される光の量を調節することによって、所望の画像を表現する表示装置である。このような液晶表示装置は、薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor; TFT）素子をスイッチング素子として利用する薄膜トランジスタ液晶表示装置（TFTLCD）が主に使用されている。

20

【 0 0 1 0 】

特に有機発光ダイオード（OLED）表示装置は、OLED素子が自体発光型であるから、液晶表示装置（LCD）に比べて視野角、コントラスト比などに優れており、バックライトを必要としないため、軽量薄形が可能で、消費電力の側面においても有利である。

【 0 0 1 1 】

また、OLED素子は、直流低電圧駆動が可能で、応答速度が速くて、且つ外部衝撃に強く、使用温度範囲も広くて、特に製造コストの側面においても低価であるという長所を持っている。

30

【 0 0 1 2 】

それで、OLED素子は、グラフィックディスプレイのピクセル、テレビ映像ディスプレイや表面光源のピクセルとして使用されることができ、プラスチックのように曲がることのできる透明基板の上にも形成することができ、色感が良いため、有機発光ダイオード（OLED）表示装置は、次世代平面ディスプレイに適している。

【 0 0 1 3 】

このような有機発光ダイオード（OLED）表示装置のような電子表示装置は、透明性、高い電荷移動度及び安定性を要求する。したがって、透明性を満足しつつ、電子素子としての機能を行うことができる透明半導体と透明伝導体、及びそれらの製造方法に関する研究が活発に行われている。例えば、このような透明伝導体としてITO（Indium Tin Oxide）が開発されて使用されており、ZnOなどが透明半導体として開発されているが、安定性が劣るため、透明半導体としての応用可能性が極めて制限されている。

40

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 4 】

【 特許文献 1 】 韓国登録特許第 1 0 - 1 4 1 8 3 0 4 号 (2 0 1 4 . 0 7 . 0 4 .)

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 5 】

50

このような問題点を解消するために、スズ酸化物 (SnO_2) を基盤とする化合物半導体 (以下、「スズ酸化物半導体 (SnO_{2-x}) 」という) を電子表示装置用電子素子として活用する方案が研究されている。このようなスズ酸化物半導体は、非晶質 (Amorphous) 多結晶 (Polycrystalline)、そして2つの方向に整列された結晶質の多様な形態が存在する。

【0016】

しかし、スズ酸化物を基盤とするスズ酸化物半導体は、特定の基板、例えば結晶方向性を有するサファイア基板には、2つの方向に整列された結晶質を形成し得るが、非晶質のガラス基板には、スズ酸化物半導体が非晶質または多結晶質だけを形成し得る問題点を抱いている。

10

【0017】

これにより、ガラス基板を母基板として使用する電子表示装置には、スズ酸化物を使用するとき、2つの方向に整列された結晶質を基盤とするスズ酸化物半導体を適用するには限界がある。

【0018】

したがって、本発明の目的は、ガラス基板の上にスズ酸化物層を容易に形成し得るスズ金属ターゲットを利用したスズ酸化物層の形成方法を提供することにある。

【0019】

本発明の他の目的は、電荷密度が適当であり、電荷移動度が高いスズ酸化物層を形成するスズ金属ターゲットを利用したスズ酸化物層の形成方法を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0020】

前記目的を達成するために、本発明は、ガラス基板の上にスズ金属ターゲットを利用したスパッタリングでスズ酸化物バッファ層 (SnO_2) を形成する段階と、前記スズ酸化物バッファ層上に前記スズ金属ターゲットを利用したスパッタリングでスズ酸化物半導体層 (SnO_{2-x}) ($0 < x < 0.01$) を形成する段階とを含むスズ金属ターゲットを利用したスズ酸化物層の形成方法を提供する。

【0021】

本発明によるスズ酸化物層の形成方法において、前記スズ酸化物バッファ層を形成する段階で、前記スパッタリングは、5 ~ 20 mTorr 圧力の下で、酸素ガス及び不活性ガスが混合された雰囲気で行われることができる。

30

【0022】

本発明によるスズ酸化物層の形成方法において、前記スズ酸化物半導体層を形成する段階で、前記スパッタリングは、0.1 ~ 3 mTorr 圧力の下で、酸素ガス及び不活性ガスが混合された雰囲気で行われることができる。

【0023】

本発明によるスズ酸化物層の形成方法において、前記スズ酸化物バッファ層を形成する段階での酸素ガスの供給量が、前記スズ酸化物半導体層を形成する段階での酸素ガスの供給量よりは多くてもよい。

【0024】

本発明によるスズ酸化物層の形成方法において、前記スズ酸化物半導体層は、酸素の組成比を $0.0000001-x-0.0001$ とすることができる。

40

【0025】

本発明によるスズ酸化物層の形成方法は、前記スズ酸化物半導体層を形成する段階後に行われる、300 ~ 450 の酸素ガス雰囲気です30 ~ 90分間熱処理を行う段階をさらに含むことができる。

【0026】

本発明によるスズ酸化物層の形成方法において、前記スパッタリングは、反応性スパッタリング (reactive sputtering) とすることができる。

【0027】

50

また、本発明によるスズ酸化物層の形成方法において、前記スズ酸化物半導体層が、前記スズ酸化物バッファ層よりは薄く形成され得る。

【発明の効果】

【0028】

本発明によれば、スズ酸化物層の形成時に、スズ金属ターゲットを使用してスパッタリング方法で形成するので、スズ酸化物層を形成するための工程条件を制御しやすく、ガラス基板の上にスズ酸化物層を容易に形成し得る。

【0029】

ガラス基板の上にスズ酸化物層を形成するとき、ガラス基板の上にスズ酸化物バッファ層を形成した後にスズ酸化物半導体層を形成することによって、ガラス基板の上に適当な電荷密度と高い電荷移動度を有し、安定性に優れたスズ酸化物半導体層を含むスズ酸化物層を形成し得る。

10

【0030】

また、ターゲットとしてスズ金属を使用するので、ガラス基板の上にスズ酸化物層を形成することによる製造コストを節減できる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明によるスズ金属ターゲットを利用するスパッタリング装置を示す図である。

【図2】本発明によるスズ金属ターゲットを利用したスズ酸化物層の形成方法による流れ図である。

20

【図3】図2のスズ酸化物層の形成方法による各段階を示す図である。

【図4】図2のスズ酸化物層の形成方法による各段階を示す図である。

【図5】図2のスズ酸化物層の形成方法による各段階を示す図である。

【図6】図2の形成方法で形成したスズ酸化物層を具備するトップ・ゲート電界効果トランジスタを示す断面図である。

【図7】図6のトップ・ゲート電界効果トランジスタの製造方法による流れ図である。

【図8】図6のトップ・ゲート電界効果トランジスタの電流 - 電圧特性グラフである。

【図9】図6のトップ・ゲート電界効果トランジスタの電流 - 電圧特性グラフである。

【発明を実施するための形態】

30

【0032】

下記の説明では、本発明の実施例を理解するのに必要な部分だけが説明され、その他の部分の説明は、本発明の要旨を不明にしない範囲で省略されることに留意すべきである。

【0033】

以下で説明される本明細書及び請求範囲に使用される用語や単語は、通常的または辞書的な意味に限定して解釈すべきものではなく、発明者は、自分の発明を最も最善の方法で説明するために用語の概念として適切に定義できるという原則に即して、本発明の技術的思想に符合する意味や概念として解釈すべきである。したがって、本明細書に記載した実施例と図面に示された構成は、本発明の好適な実施例に過ぎないものであり、本発明の技術的思想をすべて代弁するものではないので、本出願時点においてこれらを代替できる多様な均等物と変形例があり得ることを理解しなければならない。

40

【0034】

以下、添付の図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

【0035】

図1は、本発明によるスズ金属ターゲットを利用するスパッタリング装置を示す図である。

【0036】

図1を参照すれば、スパッタリング装置70は、チャンバ73内にスズ金属ターゲット71とガラス基板10が位置する状態で不活性ガス及び酸素ガスをチャンバ73に供給し、ガラス基板10上にスズ酸化物層20を形成する。スズ酸化物層20は、ガラス基板1

50

0上に形成されるスズ酸化物バッファ層21と、スズ酸化物バッファ層21上に形成されるスズ酸化物半導体層23とを含む。

【0037】

スズ酸化物層20を形成するためのスパッタリングは、不活性ガスと酸素ガスを注入した雰囲気で行われ、圧力調節を用いた酸素ガスの供給量の調節を通じてスズ酸化物バッファ層21とスズ酸化物半導体層23を順次に形成する。

【0038】

酸素ガスと不活性ガスを供給するとき、スズ酸化物層がガラス基板に良好に形成されるように、不活性ガスは、スズ金属ターゲット71に近い側に供給し、酸素ガスは、ガラス基板に近い側に供給できる。

10

【0039】

以下、このようなスパッタリング装置70を使用して本発明によるスズ金属ターゲット71を利用してスズ酸化物層20を形成する方法について図1~5を参照して説明する。ここで、図2は、本発明によるスズ金属ターゲット71を利用したスズ酸化物層20の形成方法による流れ図である。また、図3~図5は、図2のスズ酸化物層20の形成方法による各段階を示す図である。

【0040】

まず、図3に示されたように、スズ酸化物層20を形成するためのガラス基板10を準備する。

【0041】

20

次に、図4に示されたように、S81段階で、ガラス基板10上にスズ酸化物バッファ層21を形成する。スズ酸化物バッファ層21は、スズ金属ターゲット71を利用したスパッタリングで形成する。スズ酸化物バッファ層21は、 SnO_2 の組成を有することができる。スパッタリング方法としては、反応性スパッタリング(reactive sputtering)方法を使用できる。

【0042】

例えば、スズ酸化物バッファ層21は、5~20mTorr圧力の下で、酸素ガス及び不活性ガスが混合された雰囲気中でスズ金属ターゲット71を利用した反応性スパッタリングで形成し得る。例えば、酸素ガスと不活性ガスの供給比は、6:4であることができ、これに限定されない。不活性ガスとしては、アルゴンガスまたは窒素ガスを使用できる。ガラス基板10の温度は、常温~600とすることができる。

30

【0043】

次に、図5に示されたように、S83段階で、スズ酸化物バッファ層21上にスズ酸化物半導体層23を形成する。スズ酸化物半導体層23は、スズ金属ターゲット71を利用したスパッタリングで形成する。スパッタリング方法としては、反応性スパッタリング方法を使用できる。

【0044】

スズ酸化物半導体層23は、 SnO_{2-x} ($0 < x \leq 0.01$)の組成を有することができる。

【0045】

40

ここで、酸素が $0 < x \leq 0.01$ の組成比を有する理由は、スズ酸化物半導体層23が半導体性を有するようにするためである。すなわちxが0の場合に、例えば SnO_2 は、絶縁体の特性を示すので、xは、0を超過しなければならない。酸素をドーピングして0.01を超過する場合には、金属性を有するので、xは、0.01以下の組成比を有しなければならない。したがって、本発明によるスズ酸化物半導体層23が半導体性を有するようにするために、酸素は、 $0 < x \leq 0.01$ の組成比を有するものである。

【0046】

例えば、スズ酸化物半導体層23は、0.1~3mTorr圧力の下で、酸素ガス及び不活性ガスが混合された雰囲気中でスズ金属ターゲット71を利用した反応性スパッタリングで形成し得る。例えば、酸素ガスと不活性ガスの供給比は、6:4であることができ、

50

これに限定されない。不活性ガスとしては、アルゴンガスまたは窒素ガスを使用できる。ガラス基板 10 の温度は、常温 ~ 600 であることができる。この際、スズ酸化物半導体層 23 の酸素は、0.0000001 x 0.0001 の組成比を有することができる。

【0047】

S81 段階及び S83 段階は、連続的に行われ、酸素ガスと不活性ガスの供給比は、同一に維持しつつ、圧力調節を通じて酸素ガスの供給量を調節し、スズ酸化物バッファ層 21 とスズ酸化物半導体層 23 を順次に形成する。この際、スズ酸化物バッファ層 21 を形成する段階での酸素ガスの供給量が、スズ酸化物半導体層 23 を形成する段階での酸素ガスの供給量よりは多い。

10

【0048】

また、S85 段階では、ガラス基板 10 上に形成されたスズ酸化物バッファ層 21 とスズ酸化物半導体層 23 に対する熱処理を通じてスズ酸化物バッファ層 21 とスズ酸化物半導体層 23 を含むスズ酸化物層 20 を形成する。この際、熱処理は、300 ~ 450 の酸素ガス雰囲気中で 30 ~ 90 分間行うことができる。

【0049】

この際、スズ酸化物半導体層 23 は、スズ酸化物バッファ層 21 よりは薄く形成される。例えばスズ酸化物バッファ層 21 は、50 ~ 300 nm の厚さで形成され、スズ酸化物半導体層 23 は、5 ~ 20 nm の厚さで形成し得る。

20

【0050】

このように本発明のスズ酸化物層 20 の形成方法によれば、スズ酸化物層 20 の形成時にスズ金属ターゲット 71 を使用してスパッタリング方法で形成するので、スズ酸化物層 20 を形成するための工程条件を制御しやすく、ガラス基板 10 上にスズ酸化物層 20 を容易に形成し得る。

【0051】

また、ガラス基板 10 上にスズ酸化物層 20 を形成するとき、ガラス基板 10 上にスズ酸化物バッファ層 21 を形成した後、スズ酸化物半導体層 23 を形成することによって、ガラス基板 10 上に適当な電荷密度と高い電荷移動度を有し、安定性に優れたスズ酸化物半導体層 23 を含むスズ酸化物層 20 を形成し得る。

30

【0052】

また、ターゲットとしてスズ金属ターゲット 71 を使用するので、ガラス基板 10 上にスズ酸化物層 20 を形成することによる製造コストを節減できる利点もある。

【0053】

このような本発明の形成方法で形成したスズ酸化物層 20 の特性を調べるために、図 6 及び図 7 に示されたように、スズ酸化物層 20 を具備する実施例によるトップ - ゲート電界効果トランジスタ 100 を製造し、その特性を実験した。

【0054】

図 6 は、図 2 の形成方法で形成したスズ酸化物層 20 を具備する実施例によるトップ - ゲート電界効果トランジスタ 100 を示す断面図である。

40

【0055】

図 6 を参照すれば、実施例によるトップ - ゲート電界効果トランジスタ 100 は、ガラス基板 10、スズ酸化物バッファ層 21 とスズ酸化物半導体層 23 を具備するスズ酸化物層 20、ソース電極 30、ドレーン電極 40、ゲート絶縁層 50 及びゲート電極 60 を含む。

【0056】

ガラス基板 10 上にスズ酸化物層 20 が形成される。すなわちスズ酸化物層 20 は、ガラス基板 10 上に形成されたスズ酸化物バッファ層 21 と、スズ酸化物バッファ層 21 上に形成されたスズ酸化物半導体層 23 を含む。

【0057】

ソース電極 30 及びドレーン電極 40 は、スズ酸化物層 20 を中心に両側に形成され、

50

スズ酸化物層 20 の対向する端部を覆うように形成される。例えばソース電極 30 及びドレーン電極 40 としては、ITO (Indium Tin Oxide)、IZO (Indium Zinc Oxide)、ITZO (Indium Tin Zinc Oxide)、AZO (Al doped Zinc Oxide) または GZO (Gallium Zinc Oxide) などを使用することができ、これに限定されるものではない。

【0058】

ゲート絶縁層 50 は、ソース電極 30 とドレーン電極 40 との間に露出したスズ酸化物層 20 とソース電極 30 及びドレーン電極 40 の一部を覆うように形成される。ゲート絶縁層 50 としては、 HfO_2 、シリコンジオキシド (SiO_x)、アルミナ (Al_2O_3)、 TiO_x 、サファイア、ポリビニルアルコール (Polyvinyl Alcohol)、ポリビニルアセテート (Polyvinyl Acetate)、ポリイミド (Polyimide)、パリレン (Parylene)、ポリビニルフェノール (Polyvinyl Phenol: PVP)、アクリル (Acryl)、フルオロポリマー (Fluoropolymer)、ポリメチルメタクリレート (Polymethyl methacrylate) などを使用することができ、これに限定されるものではない。

10

【0059】

また、ゲート電極 60 は、ゲート絶縁層 50 上に形成され、ソース電極 30 とドレーン電極 40 との間に露出するスズ酸化物層 20 上に形成される。ゲート電極 60 としては、ITO、IZO、ITZO、AZO または GZO などを使用することができ、これに限定

20

【0060】

以下、このような実施例によるトップ - ゲート電界効果トランジスタ 100 の製造方法について図 6 及び図 7 を参照して説明する。

【0061】

まず、ガラス基板 10 を準備する。

【0062】

次に、S81 段階で、ガラス基板 10 上にスズ酸化物バッファ層 21 を形成する。スズ酸化物バッファ層 21 は、スズ金属ターゲットを利用した反応性スパッタリングで形成する。スズ酸化物バッファ層 21 は、 SnO_2 の組成を有する。すなわちスズ酸化物バッファ層 21 は、15 mTorr、常温の酸素ガス及びアルゴンガス雰囲気ですズ金属ターゲットを利用した反応性スパッタリングで 100 nm の厚さで形成する。この際、酸素ガスとアルゴンガスの組成比は、6 : 4 とすることができる。

30

【0063】

次に、S83 段階で、スズ酸化物バッファ層 21 上にスズ酸化物半導体層 23 を形成する。スズ酸化物半導体層 23 は、スズ金属ターゲットを利用した反応性スパッタリングで形成する。スズ酸化物半導体層 23 は、 SnO_{2-x} の組成を有する。

【0064】

すなわちスズ酸化物半導体層 23 は、2 mTorr 圧力の下で、常温の酸素ガス及びアルゴンガスが混合された雰囲気ですズ金属ターゲットを利用した反応性スパッタリングで 10 nm の厚さで形成する。この際、酸素ガスとアルゴンガスの供給比は、6 : 4 とすることができる。

40

【0065】

S81 段階及び S83 段階は、連続的に行われ、酸素ガス及びアルゴンガスの供給比を 6 : 4 を維持しつつ、圧力調節を通じてスズ酸化物バッファ層 21 とスズ酸化物半導体層 23 を順次に形成する。

【0066】

この際、スズ酸化物バッファ層 21 を形成する段階での酸素ガスの供給量が、スズ酸化物半導体層 23 を形成する段階での酸素ガスの供給量よりは多い。すなわちスズ酸化物バッファ層 21 を形成するとき、15 mTorr の場合、アルゴンガスと酸素ガスの圧

50

力比は、6 m T o r r : 9 m T o r r になる。スズ酸化物半導体層 2 3 を形成するとき、2 m T o r r の場合、アルゴンガスと酸素ガスの圧力比は、0 . 8 m T o r r : 1 . 2 m T o r r になる。

【 0 0 6 7 】

次に、S 8 5 段階では、ガラス基板 1 0 上に形成されたスズ酸化物バッファ層 2 1 とスズ酸化物半導体層 2 3 に対する 1 次熱処理を通じてスズ酸化物層 2 0 を形成する。この際、1 次熱処理は、4 0 0 の酸素ガス雰囲気中で 6 0 分間行った。

【 0 0 6 8 】

S 8 5 段階による第 1 熱処理後にガラス基板 1 0 上に形成されたスズ酸化物層 2 0 に対するパターニングを行う。

【 0 0 6 9 】

次に、S 8 7 段階で、スズ酸化物層 2 0 を中心に両側にスズ酸化物層 2 0 の端部を覆うようにソース電極 3 0 とドレーン電極 4 0 を形成する。ソース電極 3 0 とドレーン電極 4 0 は、I T O を使用して 5 0 n m の厚さで形成する。

【 0 0 7 0 】

次に、S 8 9 段階で、ソース電極 3 0 とドレーン電極 4 0 との間にゲート絶縁層 5 0 を形成する。ゲート絶縁層 5 0 は、ソース電極 3 0 とドレーン電極 4 0 との間に露出したスズ酸化物層 2 0 とソース電極 3 0 及びドレーン電極 4 0 の一部を覆うように形成する。ゲート絶縁層 5 0 は、H f O ₂ を使用して 8 0 n m の厚さで形成する。この際、ゲート絶縁層 5 0 として H f O ₂ を使用した理由は、A l ₂ O ₃ に比べて空乏 (d e p l e t i o n) されやすいからである。

【 0 0 7 1 】

次に、S 9 1 段階で、4 0 0 の酸素ガス雰囲気中で 1 2 0 分間 2 次熱処理を行った。

【 0 0 7 2 】

また、S 9 3 段階で、ゲート絶縁層 5 0 上にゲート電極 6 0 を形成する。この際、ゲート電極 6 0 は、ソース電極 3 0 とドレーン電極 4 0 との間に露出するスズ酸化物層 2 0 上に形成される。ゲート電極 6 0 は、I T O を使用して 5 0 n m の厚さで形成する。

【 0 0 7 3 】

このように製造された実施例によるトップ - ゲート電界効果トランジスタ 1 0 0 の電流 - 電圧特性を調べれば、図 8 及び図 9 に示された通りである。ここで、図 8 及び図 9 は、図 6 のトップ - ゲート電界効果トランジスタの電流 - 電圧特性グラフである。

【 0 0 7 4 】

図 8 を参照すれば、実施例によるトップ - ゲート電界効果トランジスタは、電荷移動度 (f i l m m o b i l i t y) が 1 5 . 3 c m ² / V s である 2 m T o r r 条件でスズ酸化物層 2 0 を有する電界効果トランジスタを製造した。

【 0 0 7 5 】

実施例によるトップ - ゲート電界効果トランジスタは、電場によって電荷が蓄積されるか、または喪失される動作を円滑に行うことを、図 8 を通じて確認できる。

【 0 0 7 6 】

図 9 を参照すれば、実施例によるトップ - ゲート電界効果トランジスタの I D S - V G S を測定すれば、次の通りである。すなわち V D S を 1 V に設定し、ゲート電極の電圧を - 5 V から 5 V まで測定した結果、電荷移動度が 1 6 . 3 c m ² / V s であって、ガラス基板の上にスズ酸化物層が形成された薄膜フィルム (T h i n F i l m) の電荷移動度である 1 5 . 3 c m ² / V s と同一の電荷移動度が算出された。

【 0 0 7 7 】

このような本発明によるスズ金属ターゲットを利用して形成したスズ酸化物層を含むトップ - ゲート電界効果トランジスタを通じて良好な電荷移動度を有していることを確認できる。

【 0 0 7 8 】

一方、本明細書と図面に開示された実施例は、理解を助けるために特定例を提示したも

10

20

30

40

50

のに過ぎず、本発明の範囲を限定しようとするものではない。ここに開示された実施例以外にも、本発明の技術的思想に基づく他の変形例が実施可能であることは、本発明の属する技術分野における通常の知識を有するには自明である。

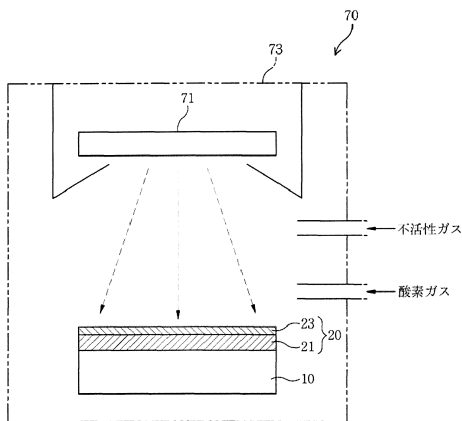
【符号の説明】

【0079】

- 10 ガラス基板
- 20 スズ酸化物層
- 21 スズ酸化物バッファ層
- 23 スズ酸化物半導体層
- 30 ソース電極
- 40 ドレイン電極
- 50 ゲート絶縁層
- 60 ゲート電極
- 70 スパッタリング装置
- 71 スズ金属ターゲット
- 100 トップゲート電界効果トランジスタ

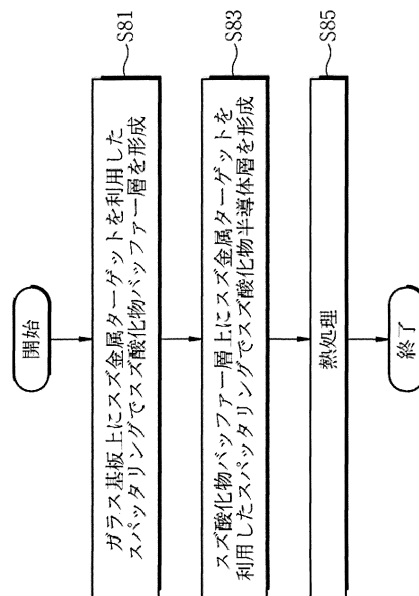
【図1】

FIG.1



【図2】

FIG.2



【 図 3 】

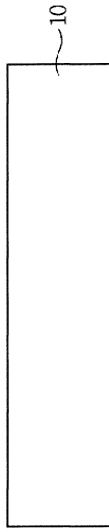


FIG.3

【 図 4 】

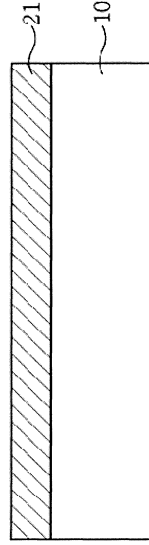


FIG.4

XPI05803

XPI05804

【 図 5 】

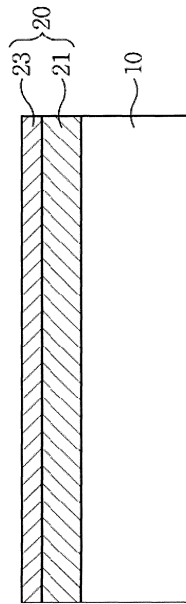


FIG.5

【 図 6 】

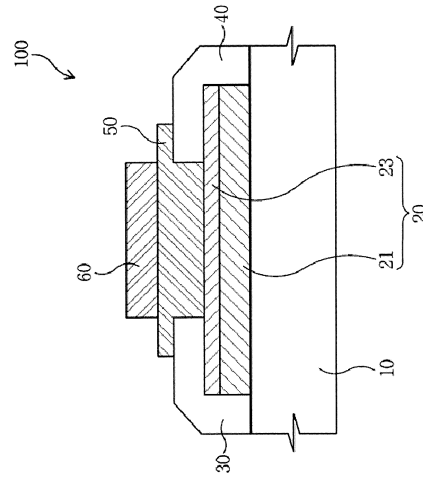


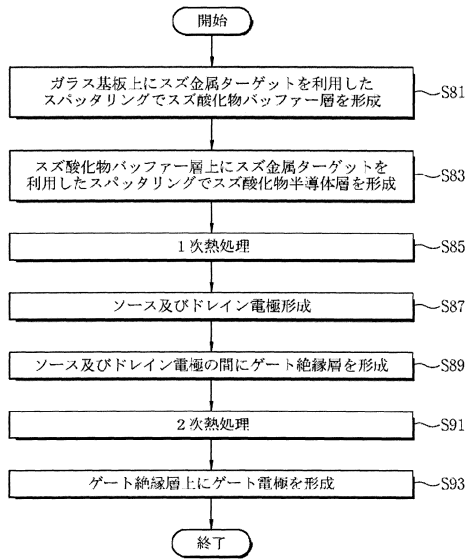
FIG.6

XPI05805

XPI05806

【 図 7 】

FIG.7



【 図 8 】

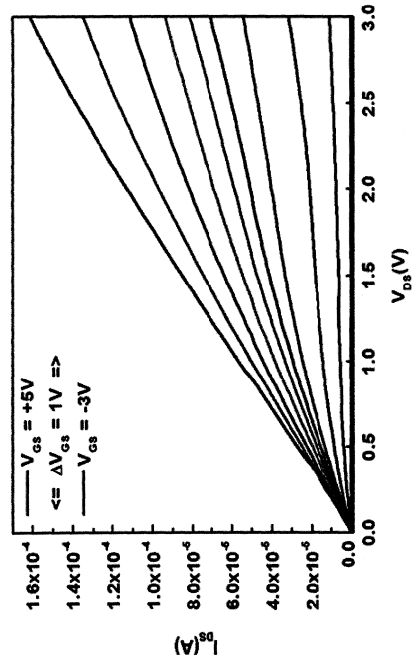


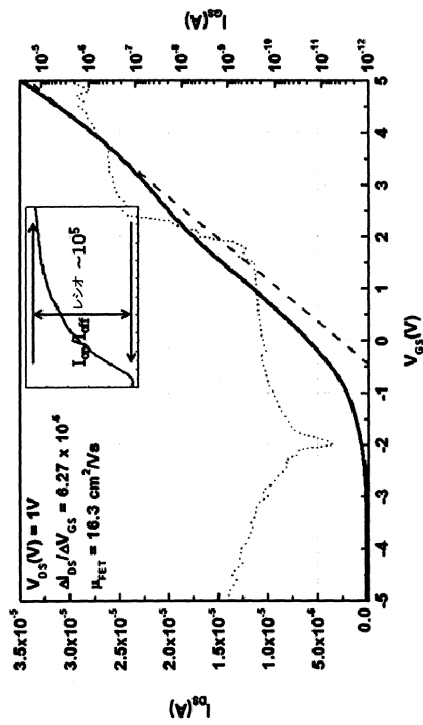
FIG.8

XPI05807

XPI05808

【 図 9 】

FIG.9



XPI05809

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 H 0 1 L 29/78 6 1 8 A
 H 0 1 L 29/78 6 2 6 C

(73)特許権者 514252913

アールエフエフロン カンパニー リミテッド
 RFTRON CO., LTD.
 大韓民国 08826 ソウル,クワナク,クワナクロ,1,ナチュラルサイエンス ソ
 ウル ナショナル ユニバーシティ カレッジ フィジックス アンド アストロノミー デパー
 トメント,22ドン,418ホ
 418-ho,22-dong,Department of Physics and Ast
 ronomy,College of Natural Sciences,Seoul Nat
 ional University,1,Gwanak-ro,Gwanak-gu Seoul
 08826 Republic of Korea

(74)代理人 100092956

弁理士 古谷 栄男

(74)代理人 100101018

弁理士 松下 正

(72)発明者 チャ・ククリン

大韓民国 06676 ソウル,ソチョグ,パンベチョンロ 18ギル,11,111ドン,30
 4ホ

(72)発明者 イム・ジソン

大韓民国,06547,ソウル,ソチョグ,パンポデロ,275,119ドン,1002ホ

審査官 内田 正和

(56)参考文献 特開2011-190164(JP,A)

米国特許出願公開第2014/0227809(US,A1)

再公表特許第2005/076292(JP,A1)

国際公開第2013/114592(WO,A1)

特開2013-009318(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H 0 1 L 2 1 / 3 6 3

C 2 3 C 1 4 / 0 8

C 2 3 C 1 4 / 3 4

H 0 1 L 2 1 / 3 3 6

H 0 1 L 2 9 / 7 8 6