

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】平成 18 年 11 月 24 日 (2006.11.24)

【公開番号】特開 2005-135973 (P2005-135973A)

【公開日】平成 17 年 5 月 26 日 (2005.5.26)

【年通号数】公開・登録公報 2005-020

【出願番号】特願 2003-367417 (P2003-367417)

【国際特許分類】

H 0 1 L 41/22 (2006.01)

H 0 1 L 27/105 (2006.01)

H 0 1 L 21/8246 (2006.01)

H 0 1 L 41/09 (2006.01)

H 0 1 L 41/24 (2006.01)

H 0 1 L 41/08 (2006.01)

H 0 1 L 41/187 (2006.01)

H 0 1 L 41/18 (2006.01)

B 4 1 J 2/16 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 41/22 Z

H 0 1 L 27/10 4 4 4 B

H 0 1 L 41/08 L

H 0 1 L 41/22 A

H 0 1 L 41/08 D

H 0 1 L 41/08 J

H 0 1 L 41/18 1 0 1 C

H 0 1 L 41/18 1 0 1 D

H 0 1 L 41/18 1 0 1 A

H 0 1 L 41/18 1 0 1 B

H 0 1 L 41/18 1 0 1 F

H 0 1 L 41/18 1 0 1 Z

B 4 1 J 3/04 1 0 3 H

【手続補正書】

【提出日】平成 18 年 10 月 3 日 (2006.10.3)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に第 1 電極を形成する第 1 工程と、
前記第 1 工程のあと、前記第 1 電極上に圧電体層を形成する第 2 工程と、
前記第 2 工程のあと、前記圧電体層上に第 2 電極を形成する第 3 工程と、を有し、
前記第 2 工程が、前記前記第 1 電極上に液体材料を含むミストを供給し前駆体を形成する工程と、前記前駆体にイオンビームを照射する工程と、を含む、ことを特徴とする圧電体デバイスの製造方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の圧電体デバイスの製造方法において、

前記前駆体に照射されるイオンビームの照射角度が、前記前駆体の法線に対して $35 \sim 65^\circ$ である、ことを特徴とする圧電デバイスの製造方法。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の圧電体デバイスの製造方法において、

前記圧電体層を構成する原子が前記第 3 工程におけるイオンビームの照射によって配列される、ことを特徴とする圧電デバイスの製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の圧電体デバイスの製造方法において、

前記第 1 工程の前に、前記基板上に絶縁層を形成する工程と、前記絶縁層上にバッファ層を形成する工程と、を含み、

前記バッファ層を形成する工程が、バッファ層用ターゲットにレーザ光を照射して原子を叩き出す工程と、前記絶縁層にイオンビームを照射する工程と、を含む、ことを特徴とする圧電体デバイスの製造方法。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の圧電体デバイスの製造方法において、

前記第 1 工程の前に、前記基板上にバッファ層を形成する工程と、を含み、

前記第 1 電極を形成する工程が、第 1 電極用ターゲットにレーザ光を照射して原子を叩き出す工程と、前記バッファ層にイオンビームを照射する工程と、を含む、ことを特徴とする圧電体デバイスの製造方法。

【請求項 6】

請求項 4 または 5 に記載の圧電体デバイスの製造方法において、

前記バッファ層が層状ペロブスカイト構造を有する、ことを特徴とする圧電体デバイスの製造方法。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の圧電体デバイスの製造方法において、

前記圧電体層がペロブスカイト型結晶構造を含む、ことを特徴とする圧電体デバイスの製造方法。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の圧電体デバイスの製造方法において、

前記第 1 電極が (100) 配向のルテニウム酸ストロンチウムにより構成される、ことを特徴とする圧電体デバイスの製造方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の圧電体デバイスの製造方法において、

前記圧電体層が前記第 1 電極の結晶構造の影響を受けて結晶成長する、ことを特徴とする圧電体デバイスの製造方法。

【請求項 10】

請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の圧電体デバイスの製造方法において、

前記第 3 工程におけるイオンビームが不活性ガスのイオンを用いる、ことを特徴とする圧電体デバイスの製造方法。

【請求項 11】

請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の圧電体デバイスの製造方法において、

前記第 1 工程と前記第 2 工程との間に、前記第 1 電極上に第 1 の部分と第 2 の部分とを形成する工程を含み、前記第 1 の部分における前記ミストに対する親和性が前記第 2 の部分における前記ミストに対する親和性より大きい、ことを特徴とする圧電体デバイスの製造方法。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の圧電体デバイスの製造方法において、

前記第 2 の部分に自己組織化単分子膜が形成されている、ことを特徴とする圧電体デバイスの製造方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の名称】圧電体デバイスの製造方法

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0001】

本発明は、圧電体デバイスの製造方法に関する。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、所望の向きに結晶配向が揃った高い結晶性を有する圧電体層を備える圧電体デバイスの製造方法を提供することを目的とする。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明の圧電体デバイスの製造方法は、基板上に第1電極を形成する第1工程と、前記第1工程のあと、前記第1電極上に圧電体層を形成する第2工程と、前記第2工程のあと、前記圧電体層上に第2電極を形成する第3工程と、を有し、前記第2工程が、前記前記第1電極上に液体材料を含むミストを供給し前駆体を形成する工程と、前記前駆体にイオンビームを照射する工程と、を含む、ことを特徴としている。

この発明によれば、基板上に第1電極を形成した後に、第1電極上に液体材料を含むミストを供給して前駆体を形成し、この前駆体にイオンビームを照射することで第1電極上に圧電体層を形成し、その後に圧電体層上に第2電極を形成しているため、所望の向きに結晶配向が揃った高い結晶性を有する所望平面形状の圧電体層を得ることができる。また、第1電極上に供給される液体材料がサブミクロンオーダーの液滴であるミストとして供給されるため、第1電極上に形成する圧電体層が微細なものであっても、極めて高精度、且つ容易に形成することが可能になる。

ここで、本発明の圧電体デバイスの製造方法は、前記前駆体に照射されるイオンビームの照射角度が、前記前駆体の法線に対して $35 \sim 65^\circ$ である、ことが好ましい。特に、照射角度を $42 \sim 47^\circ$ 。或いは $52 \sim 57^\circ$ 程度とするのがより好ましい。このような照射角度に設定して、イオンビームを前駆体膜の表面に照射することにより、面内配向性の良好な圧電体層を形成することができる。

また、本発明の圧電体デバイスの製造方法は、前記圧電体層を構成する原子が前記第3工程におけるイオンビームの照射によって配列される、ことを特徴としている。

また、本発明の圧電体デバイスの製造方法は、前記第1工程の前に、前記基板上に絶縁層を形成する工程と、前記絶縁層上にバッファ層を形成する工程と、を含み、前記バッファ層を形成する工程が、バッファ層用ターゲットにレーザ光を照射して原子を叩き出す工程と、前記絶縁層にイオンビームを照射する工程と、を含む、ことを特徴としている。

この発明によれば、基板上に絶縁層及びバッファ層を順に形成してから、バッファ層上に第1電極を形成しているため、第1電極の結晶性を高めることができる。

ここで、前記絶縁層は、二酸化珪素 (SiO_2)、二酸化ジルコニウム (ZrO_2)、二酸化セリウム (CeO_2)、イットリア安定化ジルコニア (YSZ)、及び $\text{Ga}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ の何れかにより形成され、又はこれらの内の少なくとも2つを積層した構造に形成されることが好ましい。

また、前記バッファ層は、酸化ストロンチウム (SrO)、酸化マグネシウム (MgO)、酸化カルシウム (CaO)、酸化バリウム (BaO)、及び三チタン酸ビスマス ($\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$)、並びに層状ペロブスカイト構造を有する化合物の何れかにより形成されることが好ましい。

また、本発明の圧電体デバイスの製造方法は、前記第1工程の前に、前記基板上にバッファ層を形成する工程と、を含み、前記第1電極を形成する工程が、第1電極用ターゲットにレーザ光を照射して原子を叩き出す工程と、前記バッファ層にイオンビームを照射する工程と、を含む、ことを特徴としている。

ここで、本発明の圧電体デバイスの製造方法は、前記バッファ層が層状ペロブスカイト構造を有する、ことを特徴としている。

また、本発明の圧電体デバイスの製造方法は、前記圧電体層がペロブスカイト型結晶構造を含む、ことを特徴としている。

また、本発明の圧電体デバイスの製造方法は、前記第1電極が (100) 配向のルテニウム酸ストロンチウムにより構成される、ことを特徴としている。

この発明によれば、ペロブスカイト型結晶構造を有するルテニウム酸ストロンチウムにより第1電極を構成しているため、第1電極と圧電体層との密着性を高めることができる。とともに、圧電体層をなす材質が第1電極に拡散するのを防止することができる。また、同様の構造を有する材料でバッファ層を形成することで、第1電極の結晶性を高めることができ、更には第1電極上に形成される圧電体層の結晶性を高めることができる。また、第1電極を (100) 配向に形成することで、第1電極上の圧電体層を電圧変位量 (印加電圧に対する変形量) が大きな (100) 配向に形成することができる。以上により、電気特性が良好であり、且つ高い信頼性を有する圧電体デバイスを製造することができる。

また、本発明の圧電体デバイスの製造方法は、前記圧電体層が前記第1電極の結晶構造の影響を受けて結晶成長する、ことを特徴としている。

また、本発明の圧電体デバイスの製造方法は、前記第3工程におけるイオンビームが不活性ガスのイオンを用いる、ことが望ましい。

また、本発明の圧電体デバイスの製造方法は、前記第1工程と前記第2工程との間に、前記第1電極上に第1の部分と第2の部分とを形成する工程を含み、前記第1の部分における前記ミスに対する親和性が前記第2の部分における前記ミスに対する親和性より大きい、ことを特徴としている。

この発明によれば、ミスに対する親和性の差異を利用してミスの選択配置を行うことができる。これにより、圧電体層の平面形状を高い精度をもって所望の形状にすることができる。

ここで、上記第1の部分及び第2の部分は、例えば以下の第1～第3の何れか方法で形成される。

第1に、前記ミスに対する親和性が前記第1電極よりも高い材料からなる表面修飾膜を用いて前記第1の部分形成することにより、前記第1の部分及び前記第2の部分形成する。

第2に、前記ミスに対する親和性が前記第1電極よりも低い材料からなる表面修飾膜を用いて前記第2の部分形成する。

第3に、前記圧電体材料に対する親和性の異なる2種類の表面修飾膜を用い、前記2種類の表面修飾膜のうち、相対的に高い親和性を有する表面修飾膜により前記第1の部分形成し、相対的に低い親和性を有する表面修飾膜により前記第2の部分形成する。

更に、本発明の圧電体デバイスの製造方法は、前記第2の部分に自己組織化単分子膜が

形成されている、ことを特徴としている。

この本発明によれば、自己組織化単分子膜を用いて第2の部分形成しているため、第2の部分の形状を極めて高精度に制御することができ、また、かかる部分の親和性の程度を極めて高精度に制御することができる。ここで、自己組織化単分子膜 (SAMs: Self-Assembled Monolayers) は、固体表面へ分子を固定する方法であって高配向・高密度な分子層が形成可能な方法である自己組織化 (SA: Self-Assembly) 法によって作製される膜である。自己組織化法は、オングストロームオーダーで分子の環境及び幾何学的配置を操作できる。

また、自己組織化単分子膜は、作製が簡便であるとともに、分子と第1電極との間に存在する化学結合のために膜の熱的安定性が高く、オングストロームオーダーの分子素子を作製する上での重要技術である。また、自己組織化単分子膜は、基本的に自己集合プロセスであり、自発的に微細なパターンを形成することができる。従って、自己組織化単分子膜を用いれば、既存のリソグラフィ法では形成することができない緻密で超微細なパターンの形成が可能になる。

ここで、上記の自己組織化単分子膜として、有機珪素化合物及びチオール化合物の少なくとも一方を含むものを用いることが好ましい。有機珪素化合物 (シランカップリング剤) 又はチオール化合物を使用して、第2の部分形成する自己組織化単分子膜を作ることができる。チオール化合物とは、メルカプト基 ($-SH$) を持つ有機化合物 (R^1-SH) の総称である。シランカップリング剤とは、 $R^2_n SiX_{4-n}$ で表される化合物である。特に、 R^1 又は R^2 が $C_n F_{2n+1} C_m H_{2m}$ であるようなフッ素原子を有する化合物は、他材料との親和性が低いので上記第2の部分形成する自己組織化単分子膜の材料として好適である。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

以下、図面を参照して本発明の実施形態による圧電体デバイスについて詳細に説明する。尚、以下の実施形態では主として圧電体デバイスの製造方法について説明するが、強誘電体デバイスも圧電体デバイスと同様の製造方法により製造される点に注意されたい。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0067

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0067】

〔強誘電体デバイスの製造方法〕

次に、強誘電体デバイスの製造方法について説明する。強誘電体デバイスは、強誘電体層と、この強誘電体層を挟んで配置される上部電極及び下部電極とを備えた構造であり、上述した圧電体デバイスと類似の構造である。従って、以下に説明する強誘電体デバイスの製造方法は、基本的には上述した圧電体デバイスの製造方法と同様である。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0068

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0068】

つまり、強誘電体デバイスの製造方法は、まず基板上に絶縁層及びバッファ層を順に形成した後、ルテニウム酸ストロンチウム (SRO) からなる下部電極を形成する工程を行

う。次に、所定平面形状を有する強誘電体層を形成するために、下部電極の表面に強誘電体材料に対する濡れ性等が異なる複数の領域を形成する工程を行う。具体的には、強誘電体材料に対する親和性を有する第１領域と、この第１領域よりも強誘電体材料に対する親和性が低い第２領域とを形成する。

【手続補正９】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００７２

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００７２】

〔液滴吐出ヘッド〕

次に、液滴吐出ヘッドについて説明する。図１０は、液滴吐出ヘッドの分解斜視図であり、図１１は、液滴吐出ヘッドの主要部の一部を示す透視図である。図１０に示す液滴吐出ヘッド１００は、ノズル板１１０、圧力室基板１２０、振動板１３０、及び筐体１４０を備えて構成されている。

【手続補正１０】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００７５

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００７５】

図１２は、液滴吐出ヘッドの主要部の一部を示す断面図である。図１２に示す通り、振動板１３０は、絶縁膜１３１及び下部電極１３２を積層して構成され、圧電体素子１５０は圧電体層１５１及び上部電極１５２を積層して構成されている。下部電極１３２、圧電体層１５１、及び上部電極１５２によって圧電体デバイスが構成されている。

【手続補正１１】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００７９

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００７９】

〔電子機器〕

次に、電子機器について説明する。図１３は、電子機器としての表面弾性波センサの外観を示す斜視図である。図１３に示す通り、表面弾性波センサは基板２００を有するものであり、この基板２００として、前述した方法により圧電体層が形成された基板が用いられている。即ち、図１に示し基板１０上に、絶縁層１２、バッファ層１４、及び下部電極１６を介して形成された圧電体層２０を備えた基板である。

【手続補正１２】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００８３

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００８３】

次に、他の電子機器について説明する。図１４は、他の電子機器としての強誘電体メモリの構成を示す断面図である。強誘電体メモリは、不揮発性半導体記憶装置の一種である。情報の記憶の最小単位は、メモリセルであり、例えば一つのトランジスタと一つのキャパシタ部分が組み合わされてメモリセルが構成されている。このような複数のメモリセルが並べられてメモリアレイが構成される。この場合、複数のメモリセルは規則正しく、複数行複数列で並べることができる。

【手続補正１３】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0086

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0086】

尚、以上の説明では、本発明に係る製造方法を用いて製造した圧電体デバイスを備えた電子機器として表面弾性波センサを例に挙げて説明したが、電子機器は表面弾性波センサに限られる訳ではなく、圧電アクチュエータ、薄膜コンデンサ、周波数フィルタ、光学導波管、光学記憶装置、空間光変調器等の各種の電子機器が含まれる。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0088

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0088】

【図1】本発明の第1実施形態による圧電体デバイスの製造方法を示す工程図である。

【図2】本発明の第2実施形態による圧電体デバイスの製造方法を示す工程図である。

【図3】本発明の第3実施形態による圧電体デバイスの製造方法を示す工程図である。

【図4】本発明の第4実施形態による圧電体デバイスの製造方法を示す工程図である。

【図5】本発明の第5実施形態による圧電体デバイスの製造方法を示す工程図である。

【図6】本発明の第6実施形態による圧電体デバイスの製造方法を示す工程図である。

【図7】本発明の第1～第6実施形態で用いられる自己組織化単分子膜の第1形成方法を示す模式断面図である。

【図8】本発明の第1～第6実施形態で用いられる自己組織化単分子膜の第2形成方法を示す模式断面図である。

【図9】本発明の第1～第6実施形態で用いられる自己組織化単分子膜の第3形成方法を示す模式断面図である。

【図10】液滴吐出ヘッドの分解斜視図である。

【図11】液滴吐出ヘッドの主要部の一部を示す透視図である。

【図12】液滴吐出ヘッドの主要部の一部を示す断面図である。

【図13】電子機器としての表面弾性波センサの外観を示す斜視図である。

【図14】他の電子機器としての強誘電体メモリの構成を示す断面図である。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0089

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0089】

10 ... 基板

12 ... 絶縁層

14 ... バッファ層

16 ... 下部電極

18 ... 自己組織化単分子膜

18a ... 自己組織化単分子膜

18b ... 自己組織化単分子膜

20 ... 圧電体層

20a ... 第1層

20b ... 第2層

22 ... 前駆体

24 ... 圧電体層

2 6 ... レジスト
3 0 ... スタンプ
A 1 ... 高親和性領域
A 2 ... 低親和性領域
I B ... イオンビーム
L ... 光