

(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
2014 年 1 月 9 日(09.01.2014)



(10) 国際公開番号

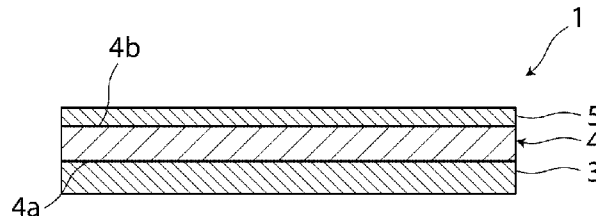
WO 2014/007015 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 41/047 (2006.01) H01L 41/29 (2013.01)
H01L 41/187 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/065462
- (22) 国際出願日: 2013 年 6 月 4 日(04.06.2013)
- (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 2012-148123 2012 年 7 月 2 日(02.07.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 山本 親照 (YAMAMOTO, Kansho); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 池内 伸介 (IKEUCHI, Shinsuke); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 宮▲崎▼・目次特許事務所 (MIYAZAKI & METSUGI); 〒5400028 大阪府大阪市中央区常盤町 1 丁目 3 番 8 号 中央大通 F N ビル Osaka (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: PIEZOELECTRIC THIN FILM ELEMENT AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 圧電薄膜素子及びその製造方法

図 1



(57) Abstract: Provided are: a piezoelectric thin film element wherein cracks are not easily formed in a piezoelectric thin film; and a method for manufacturing the piezoelectric thin film element. A piezoelectric thin film element (1) is provided with a piezoelectric thin film (4), a first electrode (3), and a second electrode (5). The piezoelectric thin film (4) contains an alkaline niobic acid compound. The first electrode (3) is provided on a main surface (4a) on one side of the piezoelectric thin film (4). The second electrode (5) is provided on a main surface (4b) on the other side of the piezoelectric thin film (4). The first electrode (3) is formed of silicon.

(57) 要約: 圧電薄膜にクラックが形成されにくい圧電薄膜素子及びその製造方法を提供する。圧電薄膜素子 1 は、圧電薄膜 4 と、第 1 の電極 3 と、第 2 の電極 5 とを備える。圧電薄膜 4 は、アルカリニオブ酸系化合物を含む。第 1 の電極 3 は、圧電薄膜 4 の一方側主面 4 a に設けられている。第 2 の電極 5 は、圧電薄膜 4 の他方側主面 4 b に設けられている。第 1 の電極 3 は、シリコンからなる。

WO 2014/007015 A1

明 細 書

発明の名称：圧電薄膜素子及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、圧電薄膜素子及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、圧電薄膜と電極とが設けられた圧電薄膜素子が知られている。このような圧電薄膜素子は、角速度センサや加速度センサなどの各種センサ、アクチュエータ、高周波フィルタなどとして用いられる。

[0003] 例えば、特許文献1には、Ptからなる電極の上に、ニオブ酸カリウムナトリウム（一般式： $(K_xNa_{1-x})NbO_3$ ($0 < x < 1$)) からなる圧電薄膜が設けられた、圧電薄膜素子が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-295786号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] このような圧電薄膜素子の製造工程においては、一般に、Ptからなる電極を構成するPt層の上にニオブ酸カリウムナトリウムからなる圧電薄膜を形成する。しかしながら、Pt層の上にニオブ酸カリウムナトリウムからなる圧電薄膜を形成すると、圧電薄膜素子の製造時や、圧電薄膜素子に温度変化が生じた際に、圧電薄膜にクラックが形成されやすくなる場合がある。

[0006] 本発明は、圧電薄膜にクラックが形成されにくい圧電薄膜素子及びその製造方法を提供することを主な目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の圧電薄膜素子は、圧電薄膜と、第1の電極と、第2の電極とを備える。圧電薄膜は、アルカリニオブ酸系化合物を含む。第1の電極は、圧電薄膜の一方側主面に設けられている。第2の電極は、圧電薄膜の他方側主面

に設けられている。第1の電極は、シリコンからなる。

[0008] 本発明の圧電薄膜素子のある特定の局面では、圧電薄膜と、第1の電極との間には、シード層が設けられている。

[0009] 本発明の圧電薄膜素子の他の特定の局面では、シード層が、 LaNiO_3 、 LaScO_3 、 LaGaO_3 、 KNbO_3 、 NaNbO_3 、 SrRuO_3 などのペロブスカイト型酸化物、 ZnO 、 TiO_2 、 CeO_2 などの酸化物、 AlN 、 ZrN などの窒化物からなる群から選択された少なくとも1種により構成されている。

[0010] 本発明の圧電薄膜素子の製造方法では、シリコンからなる電極の上に、アルカリニオブ酸系化合物を含む圧電薄膜を形成する。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、圧電薄膜にクラックが形成されにくい圧電薄膜素子及びその製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態に係る圧電薄膜素子の略図的断面図である。

[図2]図2は、本発明の第2の実施形態に係る圧電薄膜素子の略図的断面図である。

[図3]図3は、本発明の第3の実施形態に係る圧電薄膜素子の略図的断面図である。

[図4]図4は、実施例1で形成した圧電薄膜の表面のレーザー顕微鏡像である。

[図5]図5は、実施例2で形成した圧電薄膜の表面のレーザー顕微鏡像である。

[図6]図6は、比較例1で形成した圧電薄膜の表面のレーザー顕微鏡像である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明を実施した好ましい形態の一例について説明する。但し、下

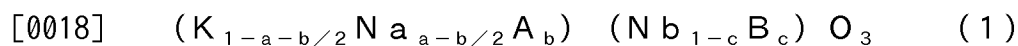
記の実施形態は、単なる例示である。本発明は、下記の実施形態に何ら限定されない。

[0014] また、実施形態等において参照する各図面において、実質的に同一の機能を有する部材は同一の符号で参照することとする。また、実施形態等において参照する図面は、模式的に記載されたものであり、図面に描画された物体の寸法の比率などは、現実の物体の寸法の比率などとは異なる場合がある。図面相互間においても、物体の寸法比率等が異なる場合がある。具体的な物体の寸法比率等は、以下の説明を参酌して判断されるべきである。

[0015] 図1は、本発明の第1の実施形態に係る圧電薄膜素子1の略図的断面図である。以下、図1を参照しながら、本実施形態に係る圧電薄膜素子1について説明する。

[0016] 図1に示されるように、圧電薄膜素子1は、圧電薄膜4を有する。圧電薄膜4は、アルカリニオブ酸系化合物を含む。圧電薄膜4は、アルカリニオブ酸系化合物を主とする材料からなることが好ましい。アルカリニオブ酸系化合物は、ペロブスカイト型構造を有するアルカリニオブ酸系化合物であることがより好ましい。

[0017] また、アルカリニオブ酸系化合物は、カリウム、ナトリウム及びニオブを含むニオブ酸カリウムナトリウム系化合物であることが好ましい。ニオブ酸カリウムナトリウム系化合物としては、例えば下記一般式(1)で表される化合物が挙げられる。



一般式(1)において、Aは、Li, Ag, Ca, Sr, Bi及びGdからなる群から選択された少なくとも1種の元素である。Bは、Ta, Zr, Ti, Al, Sc及びHfからなる群から選択された少なくとも1種の元素である。a、b及びcは、 $0 < a \leq 0.9$ 、 $0 \leq b \leq 0.3$ 、 $0 \leq a + b \leq 0.9$ 、 $0 \leq c \leq 0.3$ の条件を満たす数である。

[0019] 圧電薄膜4の厚みは、通常 $1\mu m \sim 3\mu m$ 程度であり、 $2\mu m \sim 3\mu m$ 程度であることが好ましい。

[0020] 圧電薄膜4の第1の表面4aには、第1の電極3が設けられている。具体的には、圧電薄膜4の第1の表面4aと当接するように、第1の電極3が設けられている。第1の電極3は下部電極である。第1の電極3は、圧電薄膜素子1の剛性を高める支持層としての役割も有する。第1の電極3は、例えばインゴットを切削及び研磨することで形成することができるし、スパッタリング法や蒸着法などの成膜方法によっても形成することができる。

[0021] 第1の電極3はシリコンからなる。具体的には、第1の電極3を構成するシリコンは、低抵抗シリコンである。低抵抗シリコンは、ヒ素やリンなどがシリコンにドーパされ、ピュアなシリコンよりも電気抵抗が低くなったものである。第1の電極3を構成する低抵抗シリコンの抵抗率は、 $10^{-3}\Omega\text{cm}$ 以下であることが好ましい。第1の電極3においては、圧電薄膜4側の表層がシリコンにより構成されていればよく、他の部分は、他の材料により構成されていてもよい。他の材料としては、例えば、 SiO_2 や SiN などのシリコン系化合物、Pt, Au, Ag, Ru, Ir, Cu, Ti, Alなどの金属、これらの金属のうち少なくとも1種を主成分とする合金などが挙げられる。

[0022] 第1の電極3の厚みは、通常 $1\mu\text{m}\sim 800\mu\text{m}$ 程度であり、支持層としての役割を考慮すると $5\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。

[0023] 圧電薄膜4の第2の表面4bには、第2の電極5が設けられている。具体的には、圧電薄膜4の第2の表面4bと当接するように、第2の電極5が設けられている。第2の電極5は上部電極である。第2の電極5は、例えばスパッタリング法や蒸着法などの成膜方法により形成することができる。

[0024] 第2の電極5は、低抵抗シリコン、Pt, Au, Ag, Ru, Ir, Cu, Ti, Alなどの金属、これらの金属のうち少なくとも1種を主成分とする合金などからなる。

[0025] 第2の電極5の厚みは、通常 $0.05\mu\text{m}\sim 0.3\mu\text{m}$ 程度であり、 $0.1\mu\text{m}\sim 0.2\mu\text{m}$ 程度であることが好ましい。

[0026] 上述の通り、例えばPtからなる電極を構成するPt層の上にニオブ酸カ

リウムナトリウムからなる圧電薄膜を形成すると、圧電薄膜素子の製造時や、圧電薄膜素子に温度変化が生じた際に、圧電薄膜にクラックが形成されやすくなる場合がある。

[0027] これに対して、圧電薄膜素子 1 では、圧電薄膜 4 の第 1 の主面 4 a に、シリコンからなる第 1 の電極 3 が設けられている。このため、圧電薄膜 4 にクラックが生じにくい。圧電薄膜 4 にクラックが生じにくくなる理由の詳細は、明らかではないが、シリコンからなる第 1 の電極 3 とアルカリニオブ酸系化合物を含む圧電薄膜 4 との熱膨張係数の差や格子ミスマッチなどの複数の要因により、圧電薄膜 4 にかかる応力が緩和されていることによるものと考えられる。

[0028] 圧電薄膜素子 1 は、例えば、次のようにして製造することができる。まず、スパッタリング法、蒸着法などの成膜方法などにより、シリコンからなる第 1 の電極 3 を形成する。次に、第 1 の電極 3 の上に、スパッタリング法、蒸着法などの成膜方法などにより、ニオブ酸カリウムナトリウム系化合物からなる圧電薄膜 4 を形成する。例えば、圧電薄膜 4 を構成するニオブ酸カリウムナトリウム系化合物が、上記一般式 (1) で表される化合物である場合、圧電薄膜 4 は、例えば高周波スパッタリング法により形成される。このとき、圧電薄膜 4 は、第 1 の電極 3 の温度が $400^{\circ}\text{C} \sim 700^{\circ}\text{C}$ 程度、 O_2 の分圧 / (Ar の分圧 + O_2 の分圧) = $0.05 \sim 0.5$ 、スパッタ圧力が $0.3 \text{ Pa} \sim 1.5 \text{ Pa}$ 程度となる条件で、高周波スパッタリング法により形成されることが好ましい。次に、圧電薄膜 4 の上に、スパッタリング法や蒸着法などの成膜方法により、第 2 の電極 5 を形成する。第 2 の電極 5 を形成する前または形成した後に、高速熱処理装置 (RTA 装置: Rapid Thermal Annealing 装置) などによって圧電薄膜 4 をアニール処理してもよい。以上のようにして、圧電薄膜素子 1 が得られる。

[0029] (第 2 の実施形態)

図 2 は、本発明の第 2 の実施形態に係る圧電薄膜素子 1 の略図的断面図である。図 2 に示されるように、本実施形態において、圧電薄膜素子 1 は、支

持層 2 を有する。具体的には、圧電薄膜素子 1 において、第 1 の電極 3 は、支持層 2 の上に設けられている。圧電薄膜素子 1 が支持層 2 を有することにより、圧電薄膜素子 1 の剛性が高められている。支持層 2 を構成する材料は特に限定されない。支持層 2 を構成する材料としては、例えばシリコン、低温焼成セラミックス、 Al_2O_3 などの絶縁性セラミックス、 LiTaO_3 、 LiNbO_3 、水晶などの圧電単結晶、 SiC 、 GaAs 、 GaN などの半導体、ガラスなどが挙げられる。支持層 2 がシリコンからなる場合、支持層 2 は、ヒ素やリンなどがドーピングされていて、抵抗率が $10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以下であるシリコンにより構成されていることが好ましい。

[0030] 本実施形態においては、例えば、シリコン基板などの一方側主面の上から、 $0.01 \sim 0.1 \mu\text{m}$ 程度の深さまでヒ素やリンなどをドーピングし、低抵抗化された表層を第 1 の電極 3 とし、他の部分を支持層 2 としてもよい。支持層 2 の厚みは、通常 $50 \mu\text{m} \sim 800 \mu\text{m}$ 程度である。

[0031] (第 3 の実施形態)

図 3 は、本発明の第 3 の実施形態に係る圧電薄膜素子 1 の略図的断面図である。図 3 に示されるように、本実施形態においては、圧電薄膜 4 と第 1 の電極 3 との間にシード層 6 が設けられている。圧電薄膜 4 と第 1 の電極 3 との間に、シード層 6 が設けられていることにより、圧電薄膜 4 を構成するアルカリニオブ酸系化合物の結晶の配向性を高めることができる。このため、圧電薄膜 4 にクラックが形成されることをより効果的に抑制し得る。シード層 6 は、 LaNiO_3 、 LaScO_3 、 LaGaO_3 、 KNbO_3 、 NaNbO_3 、 SrRuO_3 などのペロブスカイト型酸化物、 ZnO 、 TiO_2 、 CeO_2 などの酸化物、 AlN 、 ZrN などの窒化物からなる群から選択された少なくとも 1 種により構成されることが好ましく、 LaNiO_3 により構成されることがより好ましい。なお、圧電薄膜 4 と同じ材料を 300°C 程度の温度で成膜して作製された膜をシード層 6 としてもよい。

[0032] シード層 6 の厚みが薄すぎると、アルカリニオブ酸系化合物の結晶の配向性を高める効果が小さくなる場合がある。また、シード層 6 の厚みが厚すぎ

ると、圧電薄膜4に電圧が印加されにくくなったり、厚みのばらつきが生じてシード層6の表面の平坦性が悪くなる場合がある。よって、シード層6の厚みは、10nm以上であることが好ましく、200nm以下であることが好ましい。

[0033] 以下、本発明について、具体的な実施例に基づいて、さらに詳細に説明する。本発明は、以下の実施例に何ら限定されるものではなく、その要旨を変更しない範囲において適宜変更して実施することが可能である。

[0034] (実施例1)

厚みが500 μ mであるシリコン基板を用意し、シリコン基板の一方側主面の上から0.01~0.1 μ m程度の深さまでヒ素をドーピングすることによって、低抵抗化された表層が第1の電極3を構成し、他の部分が支持層2を構成する、低抵抗シリコン基板を形成した。次に、第1の電極3の上に、第1の電極3の温度が600℃、O₂の分圧/(Arの分圧+O₂の分圧)=0.1、スパッタ圧力が0.3Paである条件で、組成が(K_{0.5}, Na_{0.5})NbO₃であるターゲットを用いたスパッタリング法により、厚みが2 μ mであり、ニオブ酸カリウムナトリウム系化合物からなる圧電薄膜4を形成した。

[0035] 実施例1で形成した圧電薄膜4の表面のレーザー顕微鏡像(一辺が125 μ mの視野内)を図4に示す。

[0036] (実施例2)

厚みが500 μ mであるシリコン基板を用意し、シリコン基板の一方側主面の上から0.01~0.1 μ m程度の深さまでヒ素をドーピングすることによって、低抵抗化された表層が第1の電極3を構成し、他の部分が支持層2を構成する、低抵抗シリコン基板を形成した。次に、第1の電極3の上に、第1の電極3の温度が300℃、O₂の分圧/(Arの分圧+O₂の分圧)=0.9、スパッタ圧力が0.27Paである条件で、組成がLaNiO₃であるターゲットを用いたスパッタリング法により、厚みが30nmであり、LaNiO₃からなるシード層6を形成した。そして、シード層6の上に、第1の

電極 3 の温度が 600°C 、 O_2 の分圧 / (Ar の分圧 + O_2 の分圧) = 0.1、スパッタ圧力が 0.3 Pa である条件で、 $(\text{K}_{0.5}, \text{Na}_{0.5})\text{NbO}_3$ の組成のターゲットを用いたスパッタリング法により、厚みが $2\text{ }\mu\text{m}$ であり、ニオブ酸カリウムナトリウム系化合物からなる圧電薄膜 4 を形成した。

[0037] 実施例 2 で形成した圧電薄膜 4 の表面のレーザー顕微鏡像（一辺が $125\text{ }\mu\text{m}$ の視野内）を図 5 に示す。

[0038] （比較例 1）

支持層として、厚みが $300\text{ }\mu\text{m}$ であり、厚みが 700 nm の熱酸化膜が表面に形成されている、シリコン基板を用意した。シリコン基板の上に、スパッタリング法により、厚みが 20 nm であり、 TiO_2 からなる密着層を形成した。密着層の上に、スパッタリング法により、シリコン基板の温度が 430°C 、 Ar 雰囲気、スパッタ圧力が 0.4 Pa である条件で、厚みが 100 nm であり、 Pt からなる第 1 の電極を形成した。次に、第 1 の電極の上に、シリコン基板の温度が 300°C 、 O_2 の分圧 / (Ar の分圧 + O_2 の分圧) = 0.9、スパッタ圧力が 0.27 Pa である条件で、組成が LaNiO_3 であるターゲットを用いたスパッタリング法により、厚みが 30 nm であり、 LaNiO_3 からなるシード層を形成した。そして、シード層の上に、シリコン基板の温度が 600°C 、 O_2 の分圧 / (Ar の分圧 + O_2 の分圧) = 0.1、スパッタ圧力が 0.3 Pa である条件で、 $(\text{K}_{0.5}, \text{Na}_{0.5})\text{NbO}_3$ の組成のターゲットを用いたスパッタリング法により、厚みが $2\text{ }\mu\text{m}$ であり、ニオブ酸カリウムナトリウム系化合物からなる圧電薄膜を形成した。

[0039] 比較例 1 で形成した圧電薄膜の表面のレーザー顕微鏡像（一辺が $125\text{ }\mu\text{m}$ の視野内）を図 6 に示す。

[0040] （比較例 2）

支持層として、厚みが $300\text{ }\mu\text{m}$ であり、厚みが 700 nm の熱酸化膜が表面に形成されている、シリコン基板を用意した。シリコン基板の上に、スパッタリング法により、厚みが 20 nm であり、 TiO_2 からなる密着層を形成した。密着層の上に、スパッタリング法により、シリコン基板の温度が 4

30℃、Ar雰囲気、スパッタ圧力が0.4Paである条件で、厚みが100nmであり、Ptからなる第1の電極を形成した。次に、第1の電極の上に、シリコン基板の温度が600℃、O₂の分圧/(Arの分圧+O₂の分圧)=0.1、スパッタ圧力が0.3Paである条件で、(K_{0.5}, Na_{0.5})NbO₃の組成のターゲットを用いたスパッタリング法により、厚みが2μmであり、ニオブ酸カリウムナトリウム系化合物からなる圧電薄膜を形成した。

[0041] 比較例2で得られた圧電薄膜の表面をレーザー顕微鏡で観察したところ、圧電薄膜の表面構造が粗く、上部電極を形成するには適しておらず、圧電薄膜素子に求められる機能を実現することが困難であることが分かった。

符号の説明

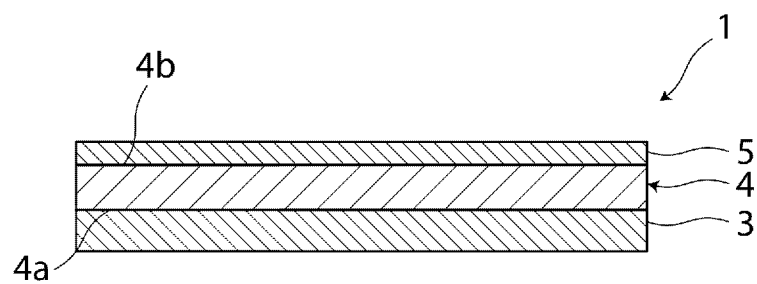
- [0042] 1…圧電薄膜素子
2…支持層
3…第1の電極
4…圧電薄膜
4a…圧電薄膜の第1の表面
4b…圧電薄膜の第2の表面
5…第2の電極
6…シード層

請求の範囲

- [請求項1] アルカリニオブ酸系化合物を含む圧電薄膜と、
前記圧電薄膜の一方側主面に設けられた第1の電極と、
前記圧電薄膜の他方側主面に設けられた第2の電極と、
を備え、
前記第1の電極が、シリコンからなる、圧電薄膜素子。
- [請求項2] 前記圧電薄膜と、前記第1の電極との間には、シード層が設けられて
いる、請求項1に記載の圧電薄膜素子。
- [請求項3] 前記シード層が、 LaNiO_3 、 LaScO_3 、 LaGaO_3 、 KNbO_3 、 NaNbO_3 、 SrRuO_3 などのペロブスカイト型酸化物、 ZnO 、 TiO_2 、 CeO_2 などの酸化物、 AlN 、 ZrN などの窒化物からなる群から選択された少なくとも1種により構成されている、請求項1または2に記載の圧電薄膜素子。
- [請求項4] シリコンからなる電極の上に、アルカリニオブ酸系化合物を含む圧電薄膜を形成する、圧電薄膜素子の製造方法。

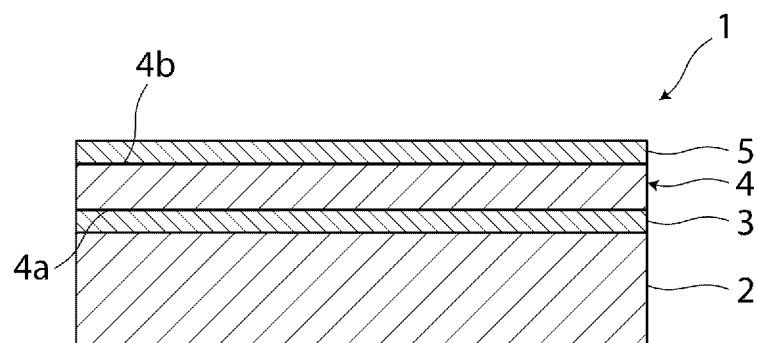
[図1]

図1



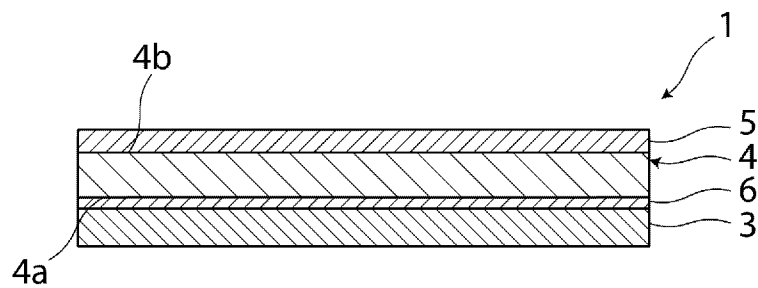
[図2]

図2



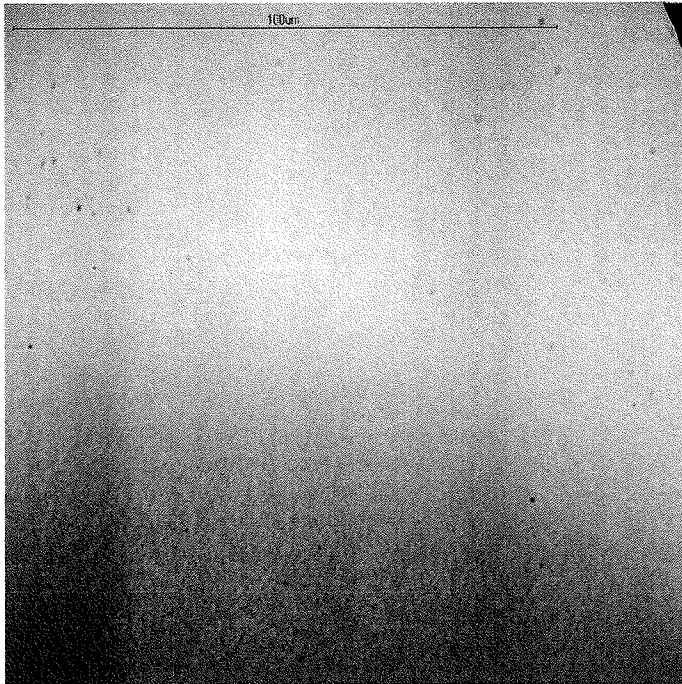
[図3]

図3



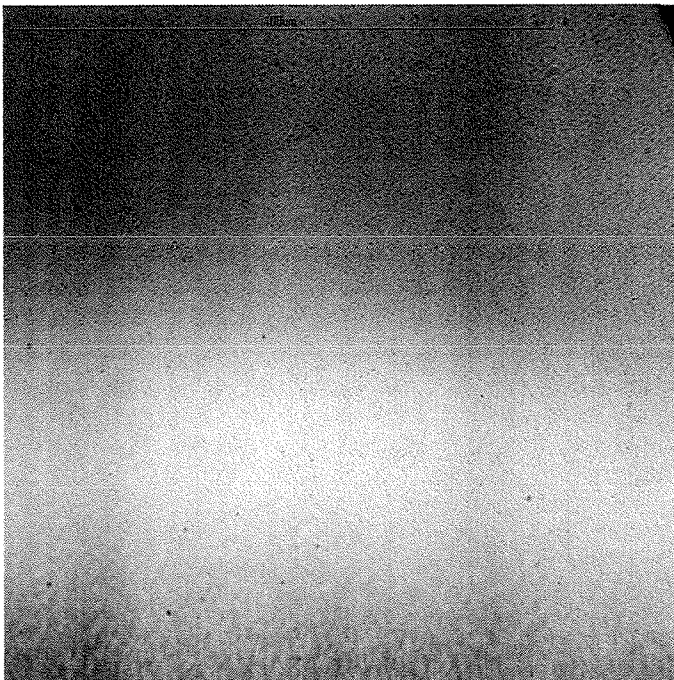
[図4]

図 4



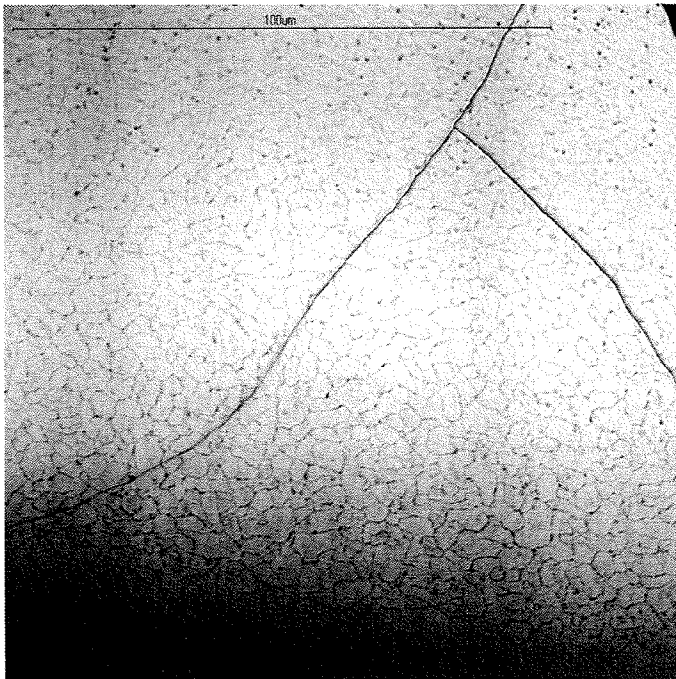
[図5]

図 5



[図6]

図 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/065462

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L41/047(2006.01)i, H01L41/187(2006.01)i, H01L41/29(2013.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L41/047, H01L41/187, H01L41/29

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2012/020638 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 16 February 2012 (16.02.2012), paragraphs [0016], [0017], [0035] to [0043]; fig. 1 to 11 & CN 102959752 A	1, 2, 4 3
Y	WO 2011/132532 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 27 October 2011 (27.10.2011), paragraph [0064]; fig. 1 to 11 & US 2013/0043767 A1 & EP 2562836 A & CN 102859734 A	3
Y	JP 2009-117785 A (Hitachi Cable, Ltd.), 28 May 2009 (28.05.2009), paragraphs [0020], [0021]; fig. 1 to 8 & US 2009/0096328 A1 & US 2010/0156247 A1 & CN 101414656 A & CN 101867014 A	3

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
24 June, 2013 (24.06.13)

Date of mailing of the international search report
16 July, 2013 (16.07.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L41/047 (2006.01)i, H01L41/187 (2006.01)i, H01L41/29 (2013.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L41/047, H01L41/187, H01L41/29

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2012/020638 A1 (株式会社村田製作所) 2012.02.16, 段落 0016, 0017, 0035-0043, 第 1-11 図	1, 2, 4
Y	& CN 102959752 A	3
Y	WO 2011/132532 A1 (株式会社村田製作所) 2011.10.27, 段落 0064, 第 1-11 図 & US 2013/0043767 A1 & EP 2562836 A & CN 102859734 A	3

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 4 . 0 6 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 7 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小山 満

5 0

9 4 5 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 9

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2009-117785 A (日立電線株式会社) 2009.05.28, 段落 0020, 0021, 第 1-8 図 & US 2009/0096328 A1 & US 2010/0156247 A1 & CN 101414656 A & CN 101867014 A	3