

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-41865

(P2018-41865A)

(43) 公開日 平成30年3月15日(2018.3.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 41/187 (2006.01)	H O 1 L 41/187	4 C 6 0 1
H O 1 L 41/113 (2006.01)	H O 1 L 41/113	4 F 1 0 0
H O 1 L 41/09 (2006.01)	H O 1 L 41/09	4 J 1 0 0
H O 1 L 41/43 (2013.01)	H O 1 L 41/43	5 D 0 1 9
H O 1 L 41/317 (2013.01)	H O 1 L 41/317	
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 21 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2016-175624 (P2016-175624)	(71) 出願人	000001270
(22) 出願日	平成28年9月8日 (2016.9.8)		コニカミノルタ株式会社
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
		(74) 代理人	100105050
			弁理士 鷲田 公一
		(74) 代理人	100155620
			弁理士 木曾 孝
		(72) 発明者	大久保 毅
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内
		Fターム(参考)	4C601 GB02 GB06 GB16 GB41 GB43 GB45
			4F100 AB01A AB01B AB11 AH03 AK01A AK01B AK25 BA02 CC00B EH46 EH66 JG10
			最終頁に続く

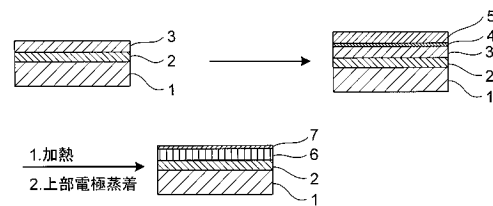
(54) 【発明の名称】 イオン対積層体、圧電体の製造方法および超音波撮像装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】膜状であっても高い結晶配向性を有する圧電体を実現可能な技術、および、超音波画像診断において高い空間分解能を有するとともに高い深度、遠距離化を実現可能な超音波撮像装置を提供する。

【解決手段】鉛原子を含むラジカル重合体による第1の層3と、その上に形成されるカチオン性重合体による第2の層5とを有するイオン対積層体を形成する。当該イオン対積層体には、Bサイト化合物が含まれる。上記イオン対積層体を加熱し、ペロプスカイト構造の圧電体で構成される圧電体の膜6を作製する。当該圧電体の膜6を、超音波撮像装置の超音波プローブに搭載する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下記式で表されるラジカル重合性モノマーのラジカル重合によるラジカル重合体で構成される第 1 の層と、前記第 1 の層の上に配置される、カチオン性重合体で構成される第 2 の層と、を有し、

前記ラジカル重合体と前記カチオン性重合体とがイオン対を形成している、イオン対積層体。

$R1OPbOR2$

(前記式中、 $R1$ 、 $R2$ は、それぞれラジカル重合性官能基を表す。)

【請求項 2】

ペロブスカイト構造の圧電体における鉛以外の材料の金属原子を含有する、請求項 1 に記載の前記イオン対積層体を作製する工程と、

前記金属原子を含有する前記イオン対積層体を加熱してペロブスカイト構造の圧電体で構成される圧電体の膜を生成する工程と、

を含む、圧電体の製造方法。

【請求項 3】

前記イオン対積層体を作製する工程は、

前記ラジカル重合性モノマーの第 1 の塗膜を作製する工程と、

前記第 1 の塗膜におけるラジカル重合性モノマーをラジカル重合させて前記第 1 の層を作製する工程と、

前記第 1 の層の表面に前記カチオン性重合体を含有する塗料を塗布して第 2 の塗膜を作製する工程と、

前記第 2 の塗膜を乾燥させて前記第 2 の層を作製する工程と、

前記イオン対積層体中に前記金属原子を含有させる工程と、

を含む、請求項 2 に記載の圧電体の製造方法。

【請求項 4】

前記カチオン性重合体を含有する塗料として、前記カチオン性重合体と前記金属原子を含有する化合物とを含有する塗料を用いる、請求項 3 に記載の圧電体の製造方法。

【請求項 5】

前記カチオン性重合体を含有する塗料以外の、前記金属原子を含有する化合物を含有する塗料を、前記第 2 の層を作製する前の前記第 1 の層にさらに塗布する、請求項 3 に記載の圧電体の製造方法。

【請求項 6】

前記圧電体の(001)結晶面がc軸方向に配向している、請求項 2～5のいずれか一項に記載の圧電体の製造方法。

【請求項 7】

請求項 2～6のいずれか一項の製造方法で製造された圧電体を有する超音波プローブを有する超音波撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、イオン対積層体、圧電体の製造方法および超音波撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、薄膜状の高性能な圧電体を利用するMEMS圧電素子の開発が盛んに行われている。圧電体としては、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)がよく知られている(例えば、特許文献1～4参照)。しかしながら、一般に、圧電体におけるPZTの結晶の配向性を高めることは困難であり、このため、PZTの薄膜で高い圧電性を達成することは困難である。

【0003】

一方で、圧電体の結晶の配向性を高める検討もされている（例えば、特許文献 5、非特許文献 1 および 2 参照）。たとえば、このような圧電体を有する圧電素子の例には、 $\text{Si} / \text{SrTiO}_3 / \text{SrRuO}_3 / \text{PMN-PT}(\text{PbMn}_x\text{Nb}_{(2/3-x)}\text{O}_3 - \text{PbTiO}_3) / \text{Pt}(\text{or Au})$ で表される圧電素子が挙げられる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2011-49413 号公報

【特許文献 2】特開 2011-82681 号公報

【特許文献 3】特開 2012-175507 号公報

【特許文献 4】特開 2015-216478 号公報

【特許文献 5】特開 2002-29894 号公報

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献 1】S. H. Baek ら、" Giant Piezoelectricity on Si for Hyperactive MEMS "、Science、2011 年 11 月、334、p. 958 - 961

【非特許文献 2】S. H. Baek ら、" Giant piezoelectricity in PMN-PT thin films: Beyond PZT "、MRS Bulletin、2012 年 11 月、37、p. 1022 - 1029

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、一般に、 Si と薄膜状の SrTiO_3 (STO) の結晶構造の格子の整合がきわめて困難である。このような整合を実現するため、上記の圧電素子では、基板 (Si) と SrRuO_3 (SRO) との結晶構造の格子を整合させるための格子整合層を兼ねて、バルクの STO の単結晶の層を用いる。この場合、上記圧電素子の製造コストが極めて高くなる。

【0007】

このように、従来の圧電素子では、圧電体以外の部分での結晶構造の配向性を高めることによって、圧電体の高い配向性が図られており、その実現は困難であるか、あるいはコストがかかる。超音波画像診断においては、高い空間分解能と高い深度、遠距離化との両立が求められており、従来の圧電素子では、圧電体における結晶構造の配向の制御およびその実現について、検討の余地が残されている。

【0008】

本発明は、膜状であっても高い結晶配向性を有する圧電体を実現可能な技術を提供することを第 1 の課題とする。

【0009】

また、本発明は、超音波画像診断において高い空間分解能を有するとともに高い深度、遠距離化を実現可能な超音波撮像装置を提供することを第 2 の課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、上記第 1 の課題を解決するための一手段として、下記式で表されるラジカル重合性モノマーのラジカル重合によるラジカル重合体で構成される第 1 の層と、上記第 1 の層の上に配置される、カチオン性重合体で構成される第 2 の層と、を有し、上記ラジカル重合体と上記カチオン性重合体とがイオン対を形成しているイオン対積層体、を提供する。下記式中、 R_1 、 R_2 は、それぞれラジカル重合性官能基を表す。

R_1OPbOR_2

【0011】

また、本発明は、上記第 1 の課題を解決するための他の手段として、ペロブスカイト構

10

20

30

40

50

造の圧電体における鉛以外の材料の金属原子を含有する、上記のイオン対積層体を作製する工程と、上記金属原子を含有する上記イオン対積層体を加熱してペロブスカイト構造の圧電体で構成される圧電体の膜を生成する工程とを含む圧電体の製造方法、を提供する。

【0012】

さらに、本発明は、上記第2の課題を解決するための一手段として、上記の製造方法で製造された圧電体を有する超音波プローブを有する超音波撮像装置、を提供する。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、圧電体そのものが高い配向性を有するペロブスカイト構造の圧電体を提供することが可能である。よって、この圧電体を超音波画像診断用の超音波プローブに用いることによって、当該診断において高い空間分解能を有するとともに高い深度、遠距離化を実現可能な超音波撮像装置を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の一実施の形態における圧電体の製造方法を説明するための模式的な図である。

【図2】図2Aは、本発明の超音波撮像装置の一実施の形態の構成を模式的に示す図であり、図2Bは、当該超音波撮像装置の電気的な構成を示すブロック図である。

【図3】図3Aは、上記超音波撮像装置が有する超音波プローブの一例の構成を模式的に示す図であり、図3Bは、当該超音波プローブが有する超音波トランスデューサーの一例の構成を模式的に示す図であり、図3Cは、当該超音波トランスデューサーが有するトランスデューサーアレイの一例の構成を模式的に示す図である。

20

【図4】図4Aは、上記トランスデューサーアレイが有する微細加工超音波トランスデューサー(MUT)の一例の断面の構成を模式的に示す図であり、図4Bは、当該MUTにおける積層構造の一例を模式的に示す断面図である。

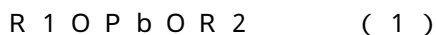
【図5】実施例で空間分解能の評価に用いられる装置の構成を模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施の形態を説明する。本実施の形態に係るイオン対積層体は、下記式(1)で表されるラジカル重合性モノマーのラジカル重合によるラジカル重合体で構成される第1の層と、上記第1の層の上に配置される、カチオン性重合体で構成される第2の層とを有する。下記式(1)中、R1、R2は、それぞれラジカル重合性官能基を表す。

30



【0016】

上記ラジカル重合体は、分子構造中に鉛原子を有する上記ラジカル重合性モノマーのラジカル重合による生成物の構成を有する。当該ラジカル重合性モノマーは、一種でもそれ以上でもよい。また、上記ラジカル重合体を構成するモノマーには、本実施の形態の効果が得られる範囲において、上記ラジカル重合性モノマー以外のモノマー(すなわち、ラジカル重合性官能基を有するが鉛原子を有さないラジカル重合性モノマー)がさらに含まれていてもよい。

40

【0017】

上記ラジカル重合体は、第1の層を構成する。当該第1の層は、ラジカル重合性モノマーそのものから構成される。すなわち、第1の層は、ラジカル重合性モノマーの膜における当該モノマーをラジカル重合させることにより形成される、ラジカル重合体の一体的な膜である。

【0018】

上記第1の層(上記ラジカル重合体の層)の厚さは、50~600nmであることが好ましい。上記第1の層の厚さは、例えば、ペロブスカイト構造の圧電体において、鉛原子をその化学量論量に対して十分な量で含有させ、ペロブスカイト構造の結晶の上記圧電体を十分に生成させる観点から、100nm以上であることが好ましく、150nm以上で

50

あることがより好ましい。また、上記第 1 の層の厚さは、例えば、上記イオン対積層体を用いて製造される圧電体の結晶構造の配向性を十分に高める観点から、1000nm 以下であることが好ましく、800nm 以下であることがより好ましい。

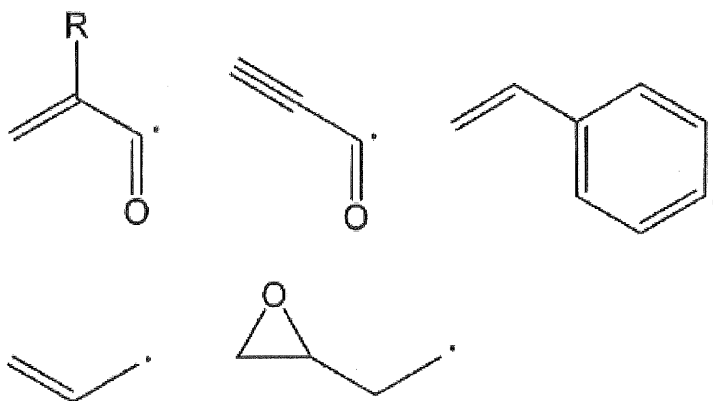
【0019】

上記ラジカル重合性モノマーは、例えば、鉛原子と、それに酸素原子を介して結合する二価のラジカル重合性官能基とを有する化合物である。上記ラジカル重合性官能基は、一種でもそれ以上でもよい。一ラジカル重合性モノマー中においても、上記ラジカル重合性官能基は、同じであっても異なってもよい。上記ラジカル重合性官能基の例には、例えば、下記式に示されるように、 α 、 β -不飽和カルボニル基、 α -メチル- α 、 β -不飽和カルボニル基、アセチレンカルボニル基、スチリル基、アリル基およびオキソプロピル基が含まれる。下記式中、R は、水素原子またはメチル基を表す。

10

【0020】

【化 1】



20

【0021】

上記ラジカル重合性モノマーは、公知の方法によって調製することが可能であり、例えば、下記式(2)に示されるように、ラジカル重合性官能基と水酸基とを有するモノマー前駆体とハロゲン化鉛とを、触媒としての塩基の存在下にて常温で混合することによって、酸塩基反応により鉛原子と二つの上記水酸基とが結合することにより生成される。下記式(2)中、「G」は、上記モノマー前駆体における上記水酸基以外の部分を表す。「G」には上記ラジカル重合性官能基が含まれている。「X」は、独立して、塩素、臭素またはヨウ素を表す。

30



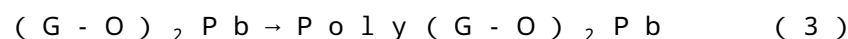
【0022】

上記の触媒としての塩基には、その pKb が 9 以下の化合物を用いることができる。当該塩基触媒の例には、ピリジンが含まれる。上記塩基触媒の使用量は、例えば、ハロゲン化鉛に対して 1.05 ~ 1.2 倍等量であることが好ましい。

【0023】

上記第 1 の層は、例えば、上記ラジカル重合性モノマーの膜を形成し、下記式(3)に示されるように、当該膜中の当該モノマーをラジカル重合させて膜(層)状のラジカル重合体を作製することによって形成される。

40

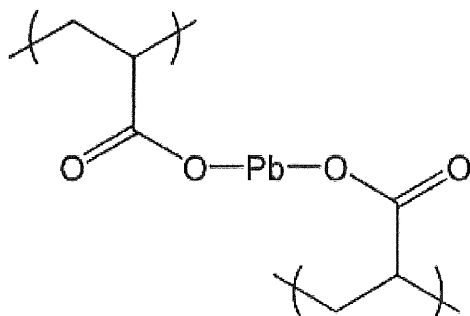


【0024】

上記式(3)中の「Poly(G-O)₂Pb」の一例には、下記構造式の高分子化合物が挙げられる。

【0025】

【化 2】



10

【0026】

上記膜は、公知の方法によって作製することが可能であり、その作製方法の例には、塗料のコーティング、真空蒸着およびスパッタが含まれ、当該コーティングの例には、スピンコーティング、ディップコーティング、および通常の塗布、が含まれる。上記塗料は、上記ラジカル重合性モノマーを含有する液状の組成物であり、例えば、上記ラジカル重合性モノマーおよび重合開始剤を含有する塗料である。

【0027】

上記重合開始剤は、熱、もしくは、紫外線などの活性光線の照射、により活性化される。このため、上記塗膜を加熱し、もしくは当該塗膜に紫外線を照射することにより、上記ラジカル重合体が得られる。

20

【0028】

上記重合開始剤は、一種でもそれ以上でもよい。上記重合開始剤は、上記ラジカル重合性官能基に応じて、公知の重合開始剤から適宜に選ぶことができる。たとえば、上記重合開始剤の例には、二重結合や三重結合などの不飽和結合を含むラジカル重合性官能基に対しては、過酸化ベンゾイルやイソプロピルカルボニルパーオキシドなどの過酸化物、および、アゾビスイソブチロニトリルやアゾビスバレロニトリルなどのアゾ化合物、が含まれ、オキソプロピル基に対しては、酸、アミンおよび酸無水物が含まれる。

【0029】

上記ラジカル重合体の合成（ラジカル重合）における上記重合開始剤の使用量は、ラジカル重合性モノマーのラジカル重合が十分に行われる範囲において適宜に決めることができ、例えば、ラジカル重合性官能基のモル数に対して0.05～0.3倍モル数である。

30

【0030】

熱解離性のラジカル発生剤を上記重合開始剤に用いるラジカル重合体の合成における加熱の温度は、当該重合開始剤の10時間半減期温度であることが好ましく、上記加熱の時間は、2～24時間であることが好ましく、6～12時間であることがより好ましい。

【0031】

また、重合開始剤に過酸化ベンゾイルを用いて加熱によりラジカル重合性モノマーをラジカル重合させる場合では、当該加熱は、段階的に行うことができ、例えば、40℃を10時間維持し、60℃を6時間維持し、80℃を3時間維持し、そして120℃まで1時間で昇温し、同温度に2時間維持することにより行うことができる。

40

【0032】

なお、上記第1の層は、例えば、上述のラジカル重合反応後、生成したラジカル重合体を室温まで自然放冷することによって形成される。

【0033】

上記カチオン性重合体は、重合体の構造単位中にカチオンの部位（カチオン種）を有する重合体である。当該カチオン種の例には、アミノ基の塩が含まれる。上記カチオン性重合体は、一種でもそれ以上でもよく、その例には、ポリアリルアミン塩酸塩、ポリ（ジアリルジメチルアンモニウムクロライド）、ポリエチレンイミン誘導体の塩酸塩、および、ポリジメチルアミン-ポリエピクロロヒドリン-ポリエチレンジアミン共重合体、が含まれる。

50

【 0 0 3 4 】

上記イオン対積層体における上記カチオン性重合体の含有量は、その上記カチオン種の量が上記ラジカル重合体中の鉛原子のグラムに対して1～1.4倍モル量となる量であることが、生成したペロブスカイト構造中のアモルファス化による結晶方位の乱れが発生することを防止する観点から好ましい。

【 0 0 3 5 】

上記イオン対積層体において、上記ラジカル重合体と上記カチオン性重合体とは、イオン対を形成する。当該イオン対は、ラジカル重合体とカチオン性重合体における静電的に引かれ合う部分が構成する。たとえば、上記イオン対は、ラジカル重合体における鉛原子に結合する、より負に帯電する酸素原子と、カチオン性重合体における、より正に帯電する窒素原子とが形成する。

10

【 0 0 3 6 】

上記イオン対は、例えば¹⁵N-固体高分解能核磁気共鳴分光で観測される高磁場シフトなどによって確認することが可能である。

【 0 0 3 7 】

上記第2の層は、上記第1の層と同様の方法で作製することができ、例えば、上記カチオン性重合体を含有する塗料を上記第1の層に塗布し、乾燥させることにより形成される。上記第2の層は、上記イオン対積層体を構成する範囲において、後述する圧電体の製造方法で説明するように、他の成分を含有していてもよい。

【 0 0 3 8 】

上記イオン対積層体の厚さは、一の第1の層とその上に形成される一の第2の層とを1単位とし、当該単位を重ねて繰り返し作製することによって、より厚くすることが可能である。

20

【 0 0 3 9 】

本実施の形態に係る圧電体の製造方法は、ペロブスカイト構造の圧電体における鉛以外の材料の金属原子を含有する、上記イオン対積層体を作製する第1の工程と、上記金属原子を含有する上記イオン対積層体を加熱してペロブスカイト構造の圧電体で構成される圧電体の膜を生成する第2の工程と、を含む。

【 0 0 4 0 】

上記圧電体は、鉛原子を含むペロブスカイト構造の圧電体の中から適宜に選ばれる。当該圧電体の例には、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)、マグネシウムニオブ酸チタン酸鉛(PMN-PT)、亜鉛ニオブ酸チタン酸鉛(PZN-PT)、スカンジウムニオブ酸チタン酸鉛(PSN-PT)、インジウムニオブ酸鉛(PIN-PT)が含まれる。

30

【 0 0 4 1 】

上記製造方法において作製される上記イオン対積層体は、上記圧電体における鉛以外の材料の金属原子(以下、「Bサイト原子」とも言う)を含有する以外は、前述したイオン対積層体と同じである。上記Bサイト原子は、アルコキシドなどの適当な化合物の状態であって上記イオン対積層体に含有される。このようなBサイト原子を含有する化合物(Bサイト化合物)の例には、炭素数が1～17のアルコキシ基と、Ti、Zr、Nb、Mg、SrまたはRuなどのBサイト原子とを有するBサイトアルコキシドが含まれる。

40

【 0 0 4 2 】

上記イオン対積層体における上記Bサイト化合物の含有量は、所期の圧電体の組成と、上記第1の層における鉛原子の量とに応じて適宜に決めることができる。たとえば、上記含有量は、上記第1の層における鉛原子の量に基づく、所期の圧電体の組成におけるBサイト原子のそれぞれの量以上であればよく、例えば第1の層における鉛原子の等モル量であってよい。

【 0 0 4 3 】

上記第1の工程は、例えば、上記ラジカル重合性モノマーの第1の塗膜を作製する工程と、上記第1の塗膜におけるラジカル重合性モノマーをラジカル重合させて上記第1の層を作製する工程と、上記第1の層の表面に上記カチオン性重合体を含有する塗料を塗布し

50

て第2の塗膜を作製する工程と、上記第2の塗膜を乾燥させて上記第2の層を作製する工程と、上記イオン対積層体中に上記Bサイト原子を含有させる工程とを含む。

【0044】

上記第1の工程における第1の塗膜を作製する工程から第2の層を作製する工程は、イオン対積層体で前述した方法と同じに行うことができる。

【0045】

上記イオン対積層体中に上記Bサイト原子を含有させる工程は、その後の第2の工程における加熱で圧電体の所期の結晶構造が構築されるように、Bサイト原子を第2の層中に移動可能に含有させる範囲において、適宜に行うことが可能である。

【0046】

たとえば、上記イオン対積層体中に上記Bサイト原子を含有させる工程は、上記カチオン性重合体を含有する塗料に上記Bサイト化合物をさらに含有させて、第2の層中に上記Bサイト化合物を含有させる工程であってもよいし、上記Bサイト原子を含有する塗料をさらに準備し、それを第2の層を形成する前の第1の層に塗布する工程であってもよい。

【0047】

上記第2の工程は、上記イオン対積層体の加熱によりペロブスカイト構造の圧電体を構築する工程である。第2の工程における当該加熱は、塗膜中の金属原子材料からペロブスカイト構造の圧電体を構築するための公知の条件での加熱と同様に行うことが可能である。

【0048】

上記加熱における温度は、例えば、最初は250～500、好ましくは350～450、次いで450～1200、好ましくは550～850、の範囲から適宜に選ぶことが可能である。上記加熱は、例えば、室温～120にて2～72時間、100～160にて2～24時間、450～850にて1～10分間、と段階的に行うことができる。

【0049】

上記第2の工程により、一定の方向に配向する結晶で構成される圧電体による、イオン対積層体の平面方向に延出膜が作製される。たとえば、当該膜は、圧電体の(001)結晶面がc軸方向(上記平面方向に直交する方向)に配向している圧電体で構成され得る。

【0050】

上記イオン対積層体を、圧電素子における下部電極となる金属部材の表面に作製すると、当該下部電極上に、高い配向性を有する圧電体を作製することが可能となる。

【0051】

上記圧電体の膜の厚さは、複数単位の上記イオン対積層体を積み重ねることによって厚くすることが可能である。

【0052】

あるいは、上記圧電体の膜の厚さは、第2の工程によって作製された、高い配向性を有する圧電体の膜に、公知の圧電体の成膜方法でさらに圧電体を作製、成長させることによって厚くすることも可能である。当該圧電体の成膜方法の例には、有機金属気相成長法(MOCVD法)、分子線エピタキシー法、およびスパッタ法が含まれる。

【0053】

上記製造方法で作製された圧電体は、前述の通り、その結晶構造が高い配向性を有する。よって、当該圧電体を有する圧電素子は、高い圧電特性を有し、超音波撮像装置の超音波プローブにおける圧電素子に用いることにより、高い空間分解能を有するとともに、高い深度、遠距離化が実現される。

【0054】

上記圧電体の配向性は、XRDによるキャラクタリゼーションによって確認することが可能である。上記圧電素子による高い空間分解能および深度、遠距離化は、ワイアーファントムを用いる画像評価によって確認することが可能である。当該圧電素子(それを有する超音波プローブ)は、例えば、10μmの間隔で水平方向に並列する太さ50μmの4

10

20

30

40

50

本の鋼鉄線で構成されているワイアーファントムを 8 c m の深さまで認識可能な程度の高い性能を発現し得る。

【 0 0 5 5 】

また、上記製造方法で作製された圧電体は、その材料が検出可能な特徴を有する場合には、当該材料の特徴を検出することによって、上記の製造方法の製造物であることを確認することができる。たとえば、前述したラジカル重合性モノマー（R 1 O P b O R 2）の酸素原子が¹⁸Oなどの同位体でラベルされている場合には、質量分析などの公知の方法によって検出される上記同位体の存在によって、上記の製造方法の製造物であることを確認することが可能である。

【 0 0 5 6 】

当該圧電素子は、上記第 1 および第 2 の工程以外に、基体上に下部電極を作製する工程、および、上記圧電体の膜上に上部電極を作製する工程、を含む方法によって製造することが可能である。上記基体は、例えばシリコンウェハーであり、上記基体を構成する物質の例には、シリコン（S i）、炭化ケイ素（S i C）、炭化タングステン（W C）および窒化ホウ素（B N）、が含まれる。上記下部電極には、例えば白金の薄膜が用いられ、上部電極には、例えば白金または金の薄膜が用いられる。これらの薄膜は、スパッタ法や真空蒸着法などの公知の方法によって作製することができる。

【 0 0 5 7 】

たとえば、図 1 に示されるように、基体 1 上に、白金などの下部電極 2 の層を形成し、その上に、上記ラジカル重合体による第 1 の層 3 を形成する。そして、第 1 の層 3 の上に、B サイト化合物の塗料による塗膜 4 を形成し、その上に、上記カチオン性重合体による第 2 の層 5 を形成する。第 1 の層 3、塗膜 4 および第 2 の層 5 は、前述のイオン対積層体を構成している。

【 0 0 5 8 】

基体 1 から第 2 の層 5 までを有する構造物を、例えば前述したように十分な温度で段階的に加熱することにより、上記イオン対積層体は、例えばその平面方向に対して直交する方向に c 軸が配向するペロブスカイト構造の圧電体からなる圧電薄膜 6 を形成する。そして、その上に、例えば蒸着によって白金または金の薄膜からなる上部電極 7 を作製する。下部電極 2、圧電薄膜 6 および上部電極 7 は、圧電素子を構成する。

【 0 0 5 9 】

このように、上記圧電素子は、圧電薄膜として前述の本実施の形態における圧電体の膜を用いる以外は、公知の圧電素子と同様の構成を有し、同様に作製することが可能である。

【 0 0 6 0 】

上記圧電素子は、微細加工超音波トランスデューサー（M U T）に好適である。当該トランスデューサーは、例えば、直径 1 0 0 μ m、シリコン層厚 1 μ m を部分構造とするダイアフラムと、当該ダイアフラム上に上記下部電極、上記圧電薄膜、上記上部電極をこの順で有する。このようなトランスデューサーは、例えば、既知の微細電子機械システム（M E M S）技術により製造可能である。

【 0 0 6 1 】

以下、本発明の実施の形態を、図面に基づきより具体的に説明する。図 2 A は、本実施の形態に係る超音波撮像装置の構成を模式的に示す図であり、図 2 B は、当該超音波撮像装置の電気的な構成を示すブロック図である。

【 0 0 6 2 】

超音波撮像装置 1 0 0 は、図 2 A に示されるように、装置本体 1 0 1 と、装置本体 1 0 1 にケーブル 1 0 3 を介して接続されている超音波プローブ 1 0 2 と、装置本体 1 0 1 上に配置されている入力部 1 0 4 および表示部 1 0 9 と、を有する。

【 0 0 6 3 】

装置本体 1 0 1 は、図 2 B に示されるように、入力部 1 0 4 に接続されている制御部 1 0 5 と、制御部 1 0 5 およびケーブル 1 0 3 に接続されている送信部 1 0 6 および受信部

10

20

30

40

50

１０７と、受信部１０７および制御部１０５のそれぞれと接続されている画像処理部１０８と、を有する。なお、制御部１０５および画像処理部１０８は、それぞれ表示部１０９と接続されている。

【００６４】

入力部１０４は、例えば、診断開始などを指示するコマンドや被検体の個人情報などのデータを入力するための装置であり、例えば、複数の入力スイッチを備えた操作パネルやキーボードなどである。

【００６５】

制御部１０５は、例えば、マイクロプロセッサや記憶素子、その周辺回路などを備えて構成され、超音波プローブ１０２、入力部１０４、送信部１０６、受信部１０７、画像処理部１０８および表示部１０９を、それぞれの機能に応じて制御することによって超音波撮像装置１００の全体の制御を行う回路である。

10

【００６６】

送信部１０６は、例えば、制御部１０５からの信号を超音波プローブ１０２に送信する。受信部１０７は、例えば、超音波プローブ１０２からの信号を受信して制御部１０５または画像処理部１０８へ出力する。

【００６７】

画像処理部１０８は、例えば、制御部１０５の制御に従い、受信部１０７で受信した信号に基づいて被検体内の内部状態を表す画像（超音波画像）を形成する回路である。たとえば、画像処理部１０８は、被検体の超音波画像を生成するDigital Signal Processor (DSP)、および、当該DSPで処理された信号をデジタル信号からアナログ信号へ変換するデジタル-アナログ変換回路(DAC回路)などを有している。

20

【００６８】

表示部１０９は、例えば、制御部１０５の制御に従って、画像処理部１０８で生成された被検体の超音波画像を表示するための装置である。表示部１０９は、例えば、CRTディスプレイや液晶ディスプレイ(LCD)、有機ELディスプレイ、プラズマディスプレイなどの表示装置や、プリンタなどの印刷装置などである。

【００６９】

図３Ａは、超音波プローブ１０２の構成を模式的に示す図である。超音波プローブ１０２は、例えば、超音波トランスデューサー１１１と、超音波トランスデューサー１１１を収容するホルダとを有する。当該ホルダは、例えば、超音波トランスデューサー１１１と、超音波トランスデューサー１１１の表面に配置される音響整合層と、当該音響整合層の表面に配置されるとともに超音波プローブ１０２の表面に露出するように（表面を構成するように）配置される音響レンズとを有する。

30

【００７０】

超音波トランスデューサー１１１は、図３Ｂに示されるように、並列して配置されている複数のトランスデューサーアレイ１２２を有する。トランスデューサーアレイ１２２は、図３Ｃに示されるように、並列して配置されている多数の、例えば４５６９６個の微細加工超音波トランスデューサー(MUT)１２３を有する。

40

【００７１】

MUT１２３は、図４Ａに示されるように、ダイアフラム部１２４と、ダイアフラム部１２４をその周囲で支持する支持部１２５と、ダイアフラム部１２４の上に配置された圧電素子部１２６とを有する。ダイアフラム部１２４および支持部１２５は、例えばシリコン製であり、その表面の面方位は、例えば(１００)方向である。

【００７２】

圧電素子部１２６は、図４Ｂに示されるように、ダイアフラム部１２４の表面に配置されている白金層１３１と、白金層１３１の表面に配置されている圧電薄膜１３３と、圧電薄膜１３３の表面に配置されている電極層１３４とを有している。白金層１３１は、下部電極に相当し、白金層１３１の厚さは、例えば１５０nmである。

50

【 0 0 7 3 】

圧電薄膜 1 3 3 は、鉛を含むペロブスカイト構造の圧電体の薄膜であり、より具体的にはいわゆる P Z T の薄膜である。圧電薄膜 1 3 3 は、前述した製造方法によって製造されており、例えばいずれも c 軸配向している圧電体によって構成されている。圧電薄膜 1 3 3 の厚さは、例えば 2 μ m である。電極層 1 3 4 は、上部電極に相当し、例えば金の薄層であり、その厚さは、例えば 2 0 0 n m である。

【 0 0 7 4 】

上記音響整合層は、圧電素子部 1 2 6 と上記音響レンズとの音響特性を整合させるための層である。音響整合層は、例えばエポキシ樹脂やシリコン樹脂などの樹脂や、アルミニウムまたはその合金などの無機材料によって、単層構造または積層構造で構成される。また、上記音響レンズは、被検体と音響整合層との中間の音響インピーダンスを有する軟質の材料により構成される。当該材料は、例えばシリコン系ゴムであり、その例には、シリコンゴムおよびフッ素シリコンゴムが含まれる。音響整合層および音響レンズの配置には、必要に応じて、当該技術分野で通常使用される接着剤（例えば、エポキシ系接着剤やシリコン系接着剤など）が使用される。

【 0 0 7 5 】

圧電薄膜 1 3 3 中の圧電体は、一様の配向性を有する。よって、超音波撮像装置 1 0 0 の超音波プローブ 1 0 2 用の超音波トランスデューサー 1 1 1 に適用すると、圧電体の配向性が十分に揃えられていない圧電体を有する従来の超音波撮像装置に比べて、高い送受信感度を示し、かつ、高空間分解能と長距離測定との両方が可能となる。また、前述の製造方法の説明から明らかなように、圧電薄膜 1 3 3 は、それを構成する圧電体が高い配向性を有しているながら、塗膜の形成および加熱という簡単な作業によって作製される。

【 0 0 7 6 】

上記イオン対積層体から上記圧電体を作製したときに、結晶の高い配向性を有する圧電体が生成する理由は、以下のように考えられる。

【 0 0 7 7 】

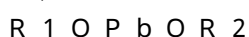
まず、第 1 の層では、ラジカル重合によって、鉛原子が平面方向に分布し、固定される。よって、その後の加熱処理（上述の第 2 の工程）による熱じょう乱によって鉛イオンの配置が乱されることが防止される。

【 0 0 7 8 】

次に、第 1 の層中の鉛原子に上記 B サイト原子が結合する際に、第 1 の層を構成するラジカル重合体に対して、第 2 の層を構成するカチオン性重合体が、第 1 の層の平面方向に対して垂直な方向に、ほぼ一様の距離でわずかに離れ、それに伴い、第 1、第 2 の層間におけるイオン対による電場が当該垂直な方向に沿ってわずかに拡張し、この電場が拡張する方向に、圧電体の結晶軸の向きが揃えられる。その結果、第 1 の層および第 2 の層の界面は、通常は、微視的に入り組んでいるものの、界面の局所的な向きに関わらずに圧電体の結晶軸が一様の向きに揃い、圧電体の高い配向性が実現される、と考えられる。

【 0 0 7 9 】

以上の説明から明らかなように、上記イオン対積層体は、下記式で表されるラジカル重合性モノマーのラジカル重合によるラジカル重合体で構成される第 1 の層と、上記第 1 の層の上に配置される、カチオン性重合体で構成される第 2 の層と、を有し、上記ラジカル重合体と上記カチオン性重合体とがイオン対を形成している。なお、下記式中、R 1、R 2 は、それぞれラジカル重合性官能基を表す。



【 0 0 8 0 】

そして、上記圧電体の製造方法は、ペロブスカイト構造の圧電体における鉛以外の材料の金属原子を含有する、上記イオン対積層体を作製する工程と、上記金属原子を含有する上記イオン対積層体を加熱してペロブスカイト構造の圧電体で構成される圧電体の膜を生成する工程と、を含む。

【 0 0 8 1 】

よって、上記イオン対積層体を用いて製造された上記圧電体の膜を有する圧電素子を超音波撮像装置の超音波プローブに用いることにより、超音波画像診断において、高い空間分解能と高い深度・遠距離化とを両立させることができる。

【0082】

上記イオン対積層体を作製する工程が、上記ラジカル重合性モノマーの第1の塗膜を作製する工程と、上記第1の塗膜におけるラジカル重合性モノマーをラジカル重合させて上記第1の層を作製する工程と、上記第1の層の表面に上記カチオン性重合体を含有する塗料を塗布して第2の塗膜を作製する工程と、上記第2の塗膜を乾燥させて上記第2の層を作製する工程と、上記第2の層中に上記金属原子を含有させる工程と、を含むことは、製造の簡易さの観点からより一層効果的である。

10

【0083】

また、上記製造方法において、上記カチオン性重合体を含有する塗料として、上記カチオン性重合体と上記金属原子を含有する化合物とを含有する塗料を用いること、あるいは、上記カチオン性重合体を含有する塗料以外の、上記金属原子を含有する化合物を含有する塗料を、上記第2の層を作製する前の上記第1の層にさらに塗布すること、は、上記イオン対積層体に前述のBサイト原子を容易に含有させる観点からより一層効果的である。

【0084】

また、上記イオン対積層体を金属部材の表面に作製することは、当該圧電体を有する圧電素子の製造を容易にする観点からより一層効果的である。

【0085】

また、上記圧電体の(001)結晶面がc軸方向に配向していることは、高い圧電変換性能を有するMEMS圧電素子を実現する観点からより一層効果的である。

20

【0086】

上記製造方法で製造された圧電体を有する超音波プローブを有する超音波撮像装置は、超音波画像診断において、高い空間分解能と高い深度・遠距離化とを両立することができる。

【実施例】

【0087】

以下、実施例を挙げて本発明を説明するが、本発明はこれらに限定されない。

【0088】

30

[実施例1]

(100)面配向を有する4インチシリコンウェハー(厚さ635 μ m)の表面に、白金を基板温度450にてスパッタして厚さ100nmの下部電極を成膜した。

【0089】

この下部電極の表面に、下記の成分を下記の量で含有する溶液A1をスピンコートし、得られた塗膜を10にて真空乾燥させた後、40で12時間、60で4時間、80で2時間、120で2時間加熱することにより、厚さ180nmのポリ(ビスアクリロキシ鉛)のポリマー薄膜(第1の層)を成膜した。

(溶液A1)

ビスアクリロキシ鉛	100ミリモル
アゾビスイソブチロニトリル	0.3ミリモル
1,4-ジオキサン	100mL

40

【0090】

このポリマー薄膜に、下記の成分を下記の量で含有する溶液B1をスピンコートし、得られた塗膜を60で4時間、90で2時間加熱して、ポリマー薄膜上に第2の層を形成し、高分子量イオン対膜(イオン対積層体)を生成した。高分子量イオン対膜におけるイオン対は、 ^{15}N -固体高分解能核磁気共鳴分光で観測されるポリアリルアミン塩酸塩の窒素核の高磁場シフトによって確認される。

(溶液B1)

ポリアリルアミン塩酸塩	100ミリモル
-------------	---------

50

エトキシチタン	1 0 0 ミリモル
イソプロポキシジルコン	1 0 0 ミリモル
テトラヒドロフラン	1 L

【0091】

上記高分子量イオン対膜をさらに120 で12時間、650 で5分間加熱することにより、チタン酸鉛とジルコン酸鉛のペロブスカイト構造の圧電体からなる所望の、膜状の圧電体を得た。この圧電体の膜は、348 nmの厚みを有し、XRDでは(100)の配向面に相当するピークのみが観測された。

【0092】

この圧電体の膜に、金を蒸着して厚さ100 nmの金の上部電極を作製した。こうして上記圧電体を有する圧電素子を作製した。得られた圧電素子の圧電定数d31をAFM(原子間力顕微鏡)で測定したところ、当該圧電定数d31は341 pm/Vであった。

10

【0093】

公知の微細加工による直径50 μmのシリコン製のダイアフラムに上記圧電素子を一チャンネルあたり128個有する、192チャンネルからなる超音波プローブを作製した。この超音波プローブによる空間分解能を、図5に示されるような装置を用いて測定した。

【0094】

上記装置は、減衰率が0.5 dB/cm/MHzである媒質で満たされた充填室401と、充填室401の天面402と、天面402からの位置を調整自在に充填室401中に配置されるファントム403と、を有する。ファントム403は、10 μmの間隔で水平方向に並列する太さ50 μmの4本の鋼鉄線で構成されている。

20

【0095】

上記空間分解能は、ファントム403を天面402から所望の位置に配置して上記超音波プローブを周波数30 MHzの出力で天面402を走査させたときに超音波プローブがファントム403における四本の鋼鉄線を識別可能なファントム403の位置のうちの、天面402から最も離れた位置(最大深度Dmax)で表される。

【0096】

上記超音波プローブの空間分解能を上記の装置を用いて評価したところ、30 MHzにおいて8 cmの深さまで当該ワイヤーファントムを認識できた。

30

【0097】

[実施例2]

上記下部電極の表面に、下記の成分を下記の量で含有する溶液A2をスピンコートし、得られた塗膜を10 にて真空乾燥させた後、出力40 mWの高圧水銀ランプから1平方センチメートル当たり800 mJの積算照射量で光を照射することにより、厚さ180 nmのポリ(ビスアクリロキシ鉛)のポリマー薄膜を成膜した。

(溶液A2)

ビスアクリロキシ鉛	1 0 0 ミリモル
フェニルシクロヘキシルケトン	0.3 ミリモル
イソプロピルエーテル	1 0 0 mL

40

【0098】

このポリマー薄膜に実施例1と同様の高分子量イオン対膜および圧電体の作製作業を四回繰り返して、1.4 μmの厚みを有する、チタン酸鉛とジルコン酸鉛のペロブスカイト構造の圧電体からなる所望の圧電体の膜を得た。この圧電体の膜は、積層膜であり、XRDでは(100)の配向面に相当するピークのみが観測された。

【0099】

この圧電体の膜に、実施例1と同様に上部電極を作製して、上記圧電体を有する圧電素子を作製した。得られた圧電素子の圧電定数d31は463 pm/Vであった。

【0100】

この圧電素子を上記ダイアフラムに有する、上記構成の超音波プローブを実施例1と同

50

様に作製し、その空間分解能を実施例 1 と同様に評価したところ、上記ワイアーファントムを 9 c m の深さまで認識できた。

【 0 1 0 1 】

[実施例 3]

上記下部電極の表面に、溶液 A 1 に代えて、下記の成分を下記の量で含有する溶液 A 3 をスピンコートした以外は実施例 1 と同様にしてポリマー薄膜を成膜した。このポリマー薄膜の厚さは 3 1 0 n m であった。

(溶液 A 3)

ジアリル鉛	2 0 0 ミリモル
ジイソプロピルパーオキシジカーボネート	0 . 3 ミリモル
1 , 4 - ジオキサン	1 0 0 m L

10

【 0 1 0 2 】

このポリマー薄膜に、溶液 B 1 に代えて、下記の成分を下記の量で含有する溶液 B 3 をスピンコートした以外は実施例 1 と同様にして高分子量イオン対膜 (イオン対積層体) を生成し、圧電体の膜を得た。この圧電体の膜の厚さは 0 . 5 8 μ m であった。また、上記圧電体の膜を X R D で測定したところ、(1 0 0) の配向面に相当するピークのみが観測された。

(溶液 B 3)

ポリ (ジアリルジメチルアンモニウムクロライド)	1 0 0 ミリモル
エトキシチタン	1 0 0 ミリモル
イソプロポキシジルコン	1 0 0 ミリモル
テトラヒドロフラン	1 L

20

【 0 1 0 3 】

この圧電体の膜に実施例 1 と同様に上部電極を作製して、上記圧電体を有する圧電素子を作製した。得られた圧電素子の圧電定数 d_{31} は 3 8 2 p m / V であった。また、この圧電素子を上記ダイアフラムに有する、上記構成の超音波プローブを実施例 1 と同様に作製し、その空間分解能を実施例 1 と同様に評価したところ、上記ワイアーファントムを 8 c m の深さまで認識できた。

【 0 1 0 4 】

[実施例 4]

上記下部電極の表面に、溶液 A 2 に代えて、下記の成分を下記の量で含有する溶液 A 4 をスピンコートした以外は実施例 2 と同様にしてポリマー薄膜を成膜した。このポリマー薄膜の厚さは 5 4 0 n m であった。

(溶液 A 4)

ジアセチレンカルボン酸鉛	2 0 0 ミリモル
ベンゾイルパーオキサイド	0 . 3 ミリモル
イソプロピルエーテル	1 0 0 m L

30

【 0 1 0 5 】

このポリマー薄膜に、溶液 B 1 に代えて、下記の成分を下記の量で含有する溶液 B 4 をスピンコートした以外は実施例 1 と同様にして高分子量イオン対膜 (イオン対積層体) を生成し、圧電体の膜を得た。この圧電体の膜の厚さは 0 . 9 4 μ m であった。また、上記圧電体の膜を X R D で測定したところ、(1 0 0) の配向面に相当するピークのみが観測された。

40

(溶液 B 4)

ポリ (エチレンイミン塩酸塩)	1 0 0 ミリモル
エトキシチタン	1 0 0 ミリモル
イソプロポキシジルコン	1 0 0 ミリモル
テトラヒドロフラン	1 L

【 0 1 0 6 】

この圧電体の膜に実施例 1 と同様に上部電極を作製して、上記圧電体を有する圧電素子

50

を作製した。得られた圧電素子の圧電定数 d_{31} は 690 pm/V であった。また、この圧電素子を上記ダイアフラムに有する、上記構成の超音波プローブを実施例 1 と同様に作製し、その空間分解能を実施例 1 と同様に評価したところ、上記ワイアーファントムを 12 cm の深さまで認識できた。

【0107】

[実施例 5]

上記下部電極の表面に、溶液 A 1 に代えて、下記の成分を下記の量で含有する溶液 A 5 をスピンコートした以外は実施例 1 と同様にしてポリマー薄膜を成膜した。このポリマー薄膜の厚さは 270 nm であった。

(溶液 A 5)

ジグリシジロキシ鉛	100 ミリモル
トリエタノールアミン	0.3 ミリモル
1, 4 - ジオキサン	100 mL

【0108】

このポリマー薄膜に、溶液 B 1 に代えて、下記の成分を下記の量で含有する溶液 B 5 をスピンコートした以外は実施例 1 と同様にして高分子量イオン対膜（イオン対積層体）を生成し、圧電体の膜を得た。この圧電体の膜の厚さは $0.46 \mu\text{m}$ であった。また、上記圧電体の膜を XRD で測定したところ、 (100) の配向面に相当するピークのみが観測された。

(溶液 B 5)

ポリジメチルアミン - ポリエピクロロヒドリン - ポリエチレンジアミン共重合体

	100 ミリモル
エトキシチタン	100 ミリモル
イソプロポキシジルコン	100 ミリモル
テトラヒドロフラン	1 L

【0109】

この圧電体の膜に実施例 1 と同様に上部電極を作製して、上記圧電体を有する圧電素子を作製した。得られた圧電素子の圧電定数 d_{31} は 914 pm/V であった。また、この圧電素子を上記ダイアフラムに有する、上記構成の超音波プローブを実施例 1 と同様に作製し、その空間分解能を実施例 1 と同様に評価したところ、上記ワイアーファントムを 18 cm の深さまで認識できた。

【0110】

[比較例 1]

上記下部電極の表面に、二酢酸鉛、エトキシチタン、およびイソプロポキシジルコンの 20 重量%のエタノール溶液を $\text{PbZrO}_3 : \text{PbTiO}_3 = 52 : 48$ （モル比）となるように混合した溶液 A 6 をコーティングし、 60°C で 12 時間、 80°C で 6 時間、 100°C で 3 時間、 350°C で 2 時間、そして 650°C で 10 分間加熱し、 $1 \mu\text{m}$ の厚みの圧電体の膜を成膜した。この圧電体の膜は、XRD で (100) 、 (101) 、 (111) の配向面に相当するピークが強度比 $1 : 0.8 : 0.9$ で観察された。

【0111】

このペロブスカイト膜に実施例 1 と同様に上部電極を作製して、上記圧電体を有する圧電素子を作製した。得られた圧電素子の圧電定数 d_{31} は 82 pm/V であった。

【0112】

この圧電素子を上記ダイアフラムに有する、上記構成の超音波プローブを実施例 1 と同様に作製し、その空間分解能を実施例 1 と同様に評価したところ、上記ワイアーファントムを 1 cm の深さまで認識できた。

【0113】

実施例 1 ~ 5 および比較例 1 における製造条件および測定結果を表 1 に示す。表中、「BAL」は「ビスアクリロキシ鉛」を、「DAL」は「ジアリル鉛」を、「DCL」は「ジアセチレンカルボン酸鉛」を、「DGL」は「ジグリシジロキシ鉛」を、それぞれ表す

10

20

30

40

50

。また、表中、「AIBN」は「アゾビスイソブチロニトリル」を、「PCC」は「フェニルシクロヘキシルケトン」を、「IPP」は「ジイソプロピルパーオキシジカーボネート」を、「BPO」は「ベンゾイルパーオキサイド」を、「TEA」は「トリエタノールアミン」を、それぞれ表す。さらに、「CP1」は「ポリ（アリルアミン塩酸塩）」を、「CP2」は「ポリ（ジアリルジメチルアンモニウムクロライド）」を、「CP3」は「ポリ（エチレンイミン塩酸塩）」を、「CP4」は「ポリジメチルアミン - ポリエピクロロヒドリン - ポリエチレンジアミン共重合体」を、それぞれ表す。

【 0 1 1 4 】

【表 1】

表 1

	イオン対積層体										圧電素子	プローブ
	第1の層						第2の層		圧電体			
	モノマー 種類		重合 開始剤	エネルギー	膜厚 (nm)	カチオン性 重合体	積層数					
実施例 1	BAL	100	AIBN	熱	180	CP1	1	0.35	(100)	d31 (pm/V)	空間 分解能 (cm)	
実施例 2	BAL	100	PCC	光	180	CP1	4	1.40	(100)	463	9	
実施例 3	DAL	200	IPP	熱	310	CP2	1	0.58	(100)	382	8	
実施例 4	DCL	200	BPO	光	540	CP3	1	0.94	(100)	690	12	
実施例 5	DGL	100	TEA	熱	270	CP4	1	0.46	(100)	914	18	
比較例 1	—	—	—	—	—	—	1	1.00	(100),(101),(111)	82	1	

上記の表から明らかなように、実施例 1 ～ 5 では、いずれも特定の配向性を有する圧電体で構成された薄膜が得られ、超音波プローブとして十分に高い圧電特性が示されている。

【 0 1 1 6 】

これに対して、比較例 1 では、圧電体の配向性および超音波プローブとしての圧電特性がいずれも不十分である。これは、圧電体の形成前および形成時における下部電極の平面方向における鉛の配置の規則性が不十分であったため、と考えられる。

【産業上の利用可能性】

【 0 1 1 7 】

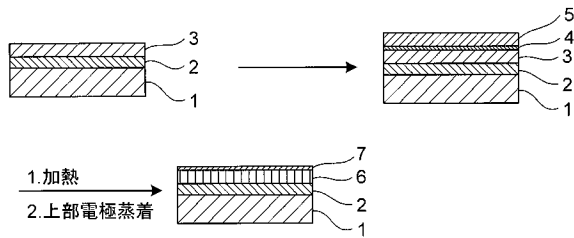
上記圧電体の製造方法によれば、圧電体の結晶格子の配向性が揃えられた圧電体を容易に製造することが可能である。したがって、上記製造方法によれば、圧電素子のさらなる高性能化とさらなる普及とが期待される。

【符号の説明】

【 0 1 1 8 】

- 1 基体
- 2 下部電極
- 3 第 1 の層
- 4 塗膜
- 5 第 2 の層
- 6、133 圧電薄膜 10
- 7 上部電極
- 100 超音波撮像装置
- 101 装置本体
- 102 超音波プローブ
- 103 ケーブル
- 104 入力部
- 105 制御部
- 106 送信部
- 107 受信部
- 108 画像処理部 30
- 109 表示部
- 111 超音波トランスデューサー
- 122 トランスデューサーアレイ
- 123 微細加工超音波トランスデューサー
- 124 ダイアフラム部
- 125 支持部
- 126 圧電素子部
- 131 白金層
- 134 電極層
- 401 充填室 40
- 402 天面
- 403 ファントム

【図 1】



【図 2】

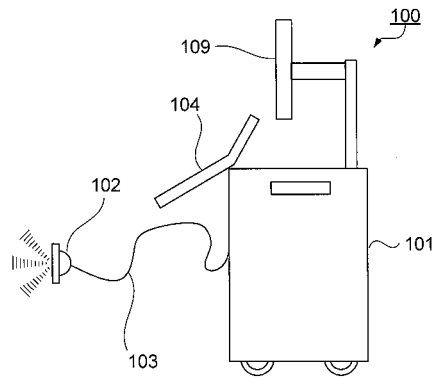


図2A

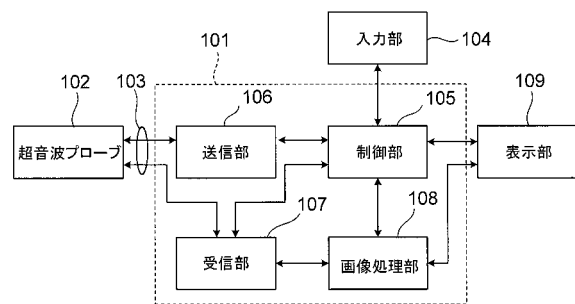


図2B

【図 3】

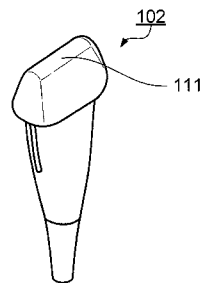


図3A

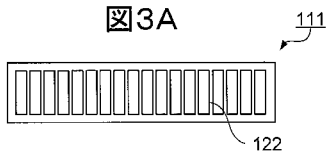


図3B

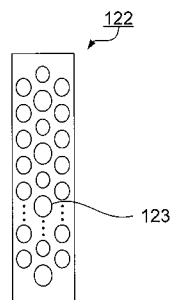


図3C

【図 4】

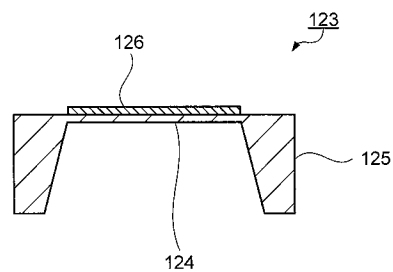


図4A

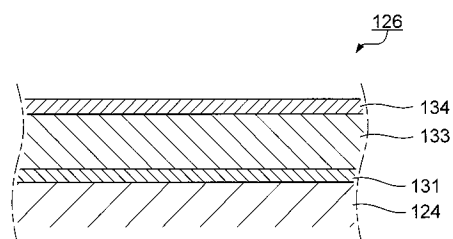
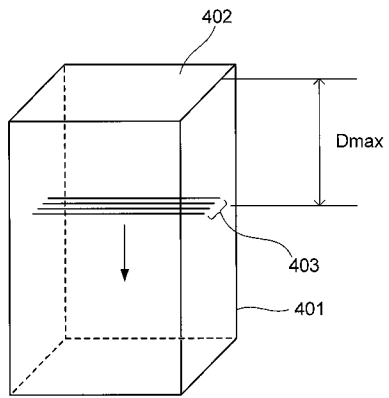


図4B

【図 5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.			F I		テーマコード (参考)	
C 0 8 F	120/06	(2006.01)	C 0 8 F	120/06		
B 3 2 B	27/00	(2006.01)	B 3 2 B	27/00		C
A 6 1 B	8/14	(2006.01)	A 6 1 B	8/14		
H 0 4 R	31/00	(2006.01)	H 0 4 R	31/00	3 3 0	
H 0 4 R	17/00	(2006.01)	H 0 4 R	17/00	3 3 0 G	

F ターム(参考) 4J100 AK13P CA01 DA55 FA03 FA18 FA28 JA43
5D019 AA21 AA26 BB02 BB12 BB19 EE02 FF04 HH01

专利名称(译)	离子对堆叠体，制造压电体的方法和超声成像装置		
公开(公告)号	JP2018041865A	公开(公告)日	2018-03-15
申请号	JP2016175624	申请日	2016-09-08
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达有限公司		
[标]发明人	大久保毅		
发明人	大久保 毅		
IPC分类号	H01L41/187 H01L41/113 H01L41/09 H01L41/43 H01L41/317 C08F120/06 B32B27/00 A61B8/14 H04R31/00 H04R17/00		
FI分类号	H01L41/187 H01L41/113 H01L41/09 H01L41/43 H01L41/317 C08F120/06 B32B27/00.C A61B8/14 H04R31/00.330 H04R17/00.330.G		
F-TERM分类号	4C601/GB02 4C601/GB06 4C601/GB16 4C601/GB41 4C601/GB43 4C601/GB45 4F100/AB01A 4F100/AB01B 4F100/AB11 4F100/AH03 4F100/AK01A 4F100/AK01B 4F100/AK25 4F100/BA02 4F100/CC00B 4F100/EH46 4F100/EH66 4F100/JG10 4J100/AK13P 4J100/CA01 4J100/DA55 4J100/FA03 4J100/FA18 4J100/FA28 4J100/JA43 5D019/AA21 5D019/AA26 5D019/BB02 5D019/BB12 5D019/BB19 5D019/EE02 5D019/FF04 5D019/HH01		
代理人(译)	木曾隆		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够实现即使以薄膜形式具有高结晶取向的压电体的技术和在超声图像诊断中具有高空间分辨率并且可以实现高深度和长距离的超声成像设备。提供。 溶液：形成离子对层压体，其具有含有铅原子的自由基聚合物的第一层3和形成于其上的阳离子聚合物的第二层5。离子对层压板包括B位点化合物。加热离子对层压板以制备由具有钙钛矿结构的压电材料制成的压电膜6。压电体的膜6安装在超声波成像装置的超声波探头上。 点域1

