

(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2011-15423

(P2011-15423A)

(43) 公開日 平成23年1月20日(2011.1.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H04R 17/00 (2006.01)</b>	H04R 17/00 332A	4C601
<b>A61B 8/00 (2006.01)</b>	H04R 17/00 330K	5D019
	H04R 17/00 330H	
	A61B 8/00	

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2010-185823 (P2010-185823)	(71) 出願人	590000248
(22) 出願日	平成22年8月23日 (2010. 8. 23)		コーニンクレッカ フィリップス エレク
(62) 分割の表示	特願2007-98761 (P2007-98761)		トロニクス エヌ ヴィ
原出願日	平成14年1月23日 (2002. 1. 23)		オランダ国 5621 ベーアー アイン
(31) 優先権主張番号	768564		ドーフエン フルーネヴァウツウェッハ
(32) 優先日	平成13年1月24日 (2001. 1. 24)	(74) 代理人	100070150
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 伊東 忠彦
		(72) 発明者	マライケ カタリーネ クレー
			ドイツ連邦共和国, 41836 ヒュッケ
			ルホーフエン, ランダーラター ヴェーク
			27
		(72) 発明者	ティルマン ウルリヒ シュレンカー
			ドイツ連邦共和国, 52078 アーヘン
			, シャーゲンシュトラッセ 151A
			最終頁に続く

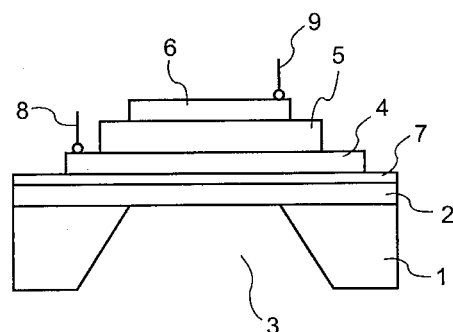
(54) 【発明の名称】 超音波変換器のアレイ

## (57) 【要約】

【課題】本発明は、高い圧電結合係数  $k$  の圧電層を有する改善された超音波変換器を提供することを目的とする。

【解決手段】本発明は、基板(1)と、膜(2)と、第1の電極(4)と、圧電層(5)と、第2の電極(6)とを夫々有する超音波変換器のアレイに関わり、基板(1)は、膜(2)と一つの側において隣り合う少なくとも一つの開口部(3)を有し、圧電層(5)は高い圧電結合係数  $k$  を有しテクスチャされている。本発明は、超音波変換器、及び、超音波変換器のアレイを製造する方法に更に関わる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板と、膜と、第 1 の電極と、圧電層と、第 2 の電極とを夫々有し、上記基板が、上記膜と一つの側において隣り合う少なくとも一つの開口部を有する超音波変換器のアレイであって、上記膜の上記圧電層に面する側に障壁層が設けられることを特徴とする超音波変換器のアレイ。

## 【請求項 2】

一方の電極が上記障壁層に形成される構造を有する電極であることを特徴とする請求項 1 記載の超音波変換器のアレイ。

## 【請求項 3】

上記障壁層が上記膜の層の曲げ剛性よりも小さい曲げ剛性を有することを特徴とする請求項 1 記載の超音波変換器のアレイ。

## 【請求項 4】

変換器の中立面と上記圧電層との間の距離が上記圧電層の厚さよりも大きいことを特徴とする請求項 3 記載の超音波変換器のアレイ。

## 【請求項 5】

上記障壁層が上記圧電層よりも厚いことを特徴とする請求項 1 記載の超音波変換器のアレイ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、基板と、膜と、第 1 の電極と、圧電層と、第 2 の電極とを夫々が有し、上記基板が、膜と一つの側で隣り合う少なくとも一つの開口部を有する超音波変換器のアレイに関わる。本発明は、更に、超音波変換器、及び、超音波変換器を製造する方法に関わる。

## 【背景技術】

## 【0002】

超音波の生成は、純粹に機械的手段、又は、磁気ひずみ或いは圧電効果を利用する電気音響変換器を用いて行われる。超音波は、今日では技術的に容易に実現できるため、幅広く使用されている。従って、超音波は、医学診断又は非破壊材料試験において画像を生成するために使用される。

## 【0003】

最も幅広く使用されている電気音響変換器は、圧電効果に基づいている。実際、一次元の又は二次元のアレイシステムが単一の変換器システムに加えて最も使用されている。二次元アレイシステムは、三次元画像を表示することに関して特に好ましい。

## 【0004】

音響変換器における圧電素子の励起は、数 kHz 乃至数 MHz の周波数で AC 場において、又は、特に画像生成のいずれかにおいて、数 MHz の基礎周波数及び 100% までの相対帯域幅の短い発振パーストによって行われる。場の方向における圧電素子の往復運動は、例えば、水又は生物学的組織のような結合された媒体中で連続的な又は脈打つ超音波を生成する。組織の密度に依存して変化する反射、及び、路の長さと共に変化するスループット時間は、医学診断における画像生成のために利用される。

## 【0005】

圧電超音波変換器は、今日では圧電セラミックブロックから製造されている。正確に定められた寸法を有し、上側及び下側に電極のある圧電セラミックブロックは、実装予備的形成品においてアレイに取り付けられる。

## 【0006】

これら従来のシステムの不都合な点は、制御回路が別個で構成され、システム中に組み込まれ得ない点である。

## 【0007】

10

20

30

40

50

より安価な超音波変換器アレイシステムは、いわゆる圧電マイクロマシン超音波変換器(PMUT)によって形成される。圧電超音波変換器のアレイは、シリコン上に直接的に設けられる。このような超音波変換器は、シリコン基板以外に第1の電極、圧電層、及び、第2の電極が設けられる膜を有する。膜は、開口部が形成されるようシリコンをエッチングすることを通じて簡単に得られ得る。圧電素子の長さにおける変化は、膜を振動させるように励起させる。このような超音波変換器のアレイを製造するためには、一つのシリコン基板上に幾つかの膜を形成するよう幾つかの開口部が生成される。

【0008】

このような超音波変換器は、US 5,956,292(特許文献1)から公知である。圧電層のために使用される材料は、例えば、 $ZnO$ 、 $AlN$ 、 $LiNbO_4$ 、 $PbZr_xTi_{1-x}O_3$  ( $0 \leq x \leq 1$ )、 $BaTiO_3$ 、又は、 $SrTiO_3$  のようなセラミック材料である。

10

【0009】

しかしながら、広帯域周波数適用に関して、特に高い圧電結合係数kの材料が要求される。

【特許文献1】米国特許第5,956,292号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

従って、本発明は、高い圧電結合係数kの圧電層を有する改善された超音波変換器を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0011】

この目的は、基板と、膜と、第1の電極と、圧電層と、第2の電極とを夫々有し、上記基板が、膜と一つの側で隣り合う開口部を少なくとも一つ有する超音波変換器のアレイを用いて実現され、このとき上記圧電層は構造を有する表面である。

【0012】

多結晶圧電層と比較して圧電層を構造化することを通じて圧電結合係数kが明らかに増加される。

【0013】

30

圧電層は、単結晶層であることが好ましい。

【0014】

圧電層が単結晶層によって形成される場合、完全に理想的な構造が得られる。

【0015】

一つの電極の材料が構造化されていることも更に好ましい。

【0016】

構造を有する電極上に圧電層を製造することは、圧電層の材料を構造化させることを可能にする。

【0017】

圧電層は、 $Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ - $PbTiO_3$ 、 $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ - $PbTiO_3$ 、 $Pb(Ni_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ - $PbTiO_3$ 、 $Pb(Sc_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ - $PbTiO_3$ 、 $Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})_{1-x-y}(Mn_{1/2}Nb_{1/2})_xTi_yO_3$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ )、 $Pb(In_{1/2}Nb_{1/2})O_3$ - $PbTiO_3$ 、 $Sr_3TaGa_3Si_2O_{14}$ 、 $K(Sr_{1-x}Ba_x)_2Nb_5O_{15}$  ( $0 \leq x \leq 1$ )、 $Na(Sr_{1-x}Ba_x)_2Nb_5O_{15}$  ( $0 \leq x \leq 1$ )、 $BaTiO_3$ 、 $(K_{1-x}Na_x)NbO_3$  ( $0 \leq x \leq 1$ )、 $(Bi,Na,K,Pb,Ba)TiO_3$ 、 $(Bi,Na)TiO_3$ 、 $Bi_7Ti_4NbO_{21}$ 、 $(K_{1-x}Na_x)NbO_3$ - $(Bi,Na,K,Pb,Ba)TiO_3$  ( $0 \leq x \leq 1$ )、 $a(Bi_xNa_{1-x})TiO_3$ - $b(KNbO_3-c)-(1/2)(Bi_2O_3-Sc_2O_3)$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $a+b+c=1$ )、 $(Ba_aSr_bCa_c)Ti_xZr_{1-x}O_3$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $a+b+c=1$ )、 $(Ba_aSr_bLa_c)Bi_4Ti_4O_{15}$  ( $a+b+c=1$ )、 $Bi_4Ti_3O_{12}$ 、 $LiNbO_3$ 、 $La_3Ga_{5.5}Nb_{0.5}O_{14}$ 、 $La_3Ga_5SiO_{14}$ 、 $La_3Ga_{5.5}Ta_{0.5}O_{14}$ 、及び $PbZr_xTi_{1-x}O_3$  ( $0 \leq x \leq 1$ )から成る群から選択される材料を有することが特に好ましい。またその材料には、La、Mn、Fe、Sb、Sr、Niのドーパント又はこれらドーパントの組み合わせがドーパされたものも、ドーパされていないものも含まれる。

40

50

【 0 0 1 8 】

障壁層が圧電層に面する、基板の側に設けられることが有利である。

【 0 0 1 9 】

この障壁層は、変換器の処理中、膜とその上にある層との間の化学的相互作用を防止する。

【 0 0 2 0 】

第 1 の及び第 2 の電極が圧電層の両端に配置されることが好ましい。

【 0 0 2 1 】

電極を圧電層の両端に配置することにより、圧電層のポールされた動作が可能となる。

【 0 0 2 2 】

電極が圧電層の同じ表面上に配置されることも好ましい。

【 0 0 2 3 】

少なくとも一つの更なる電極が第 1 の電極と第 2 の電極との間に配置されることが更に好ましい。

【 0 0 2 4 】

変換器の電気インピーダンスは、この電極配置によって減少される。

【 0 0 2 5 】

少なくとも 2 つの電極が同じ極性を有し、少なくとも一つの電極が反対の極性を有することが有利であり、同じ極性の電極は並列に結合される。

【 0 0 2 6 】

これにより変換器の電気インピーダンスが減少される。

【 0 0 2 7 】

複数の電極は同心円を形成することが好ましい。

【 0 0 2 8 】

本発明は、基板と、膜と、第 1 の電極と、圧電層と、第 2 の電極とを夫々有し、上記基板が、膜と一つの側で隣り合う少なくとも一つの開口部を有する超音波変換器のアレイに関わり、このアレイは膜の圧電層に面する側に障壁層が設けられることを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

この障壁層は、変換器の処理中、膜とその上にある層との間の化学的相互作用を防止する。

【 0 0 3 0 】

一方の電極が障壁層上に形成される構造を有する電極であることが好ましい。

【 0 0 3 1 】

障壁層が膜の層の曲げ剛性よりも小さい曲げ剛性を有することが更に好ましい。

【 0 0 3 2 】

変換器の中立面と圧電層との間の距離が圧電層の厚さよりも大きいことが有利である。

【 0 0 3 3 】

この対策により、有効な結合係数が高められる。

【 0 0 3 4 】

障壁層が圧電層の厚さよりも厚いことが更に有利である。

【 0 0 3 5 】

本発明は、基板と、膜と、第 1 の電極と、圧電層と、第 2 の電極とを夫々有し、基板が、膜と一つの側で隣り合う少なくとも一つの開口部を有する超音波変換器に更に関わり、上記圧電層は構造を有する層である。

【 0 0 3 6 】

本発明は、基板と、膜と、第 1 の電極と、圧電層と、第 2 の電極とを夫々有し、基板が、膜と一つの側で隣り合う少なくとも一つの開口部を有する超音波変換器のアレイを製造する方法に更に関わり、このとき上記圧電層は構造を有するように製造される。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 3 7 】

10

20

30

40

50

本発明は、図面及び 10 の実施例を参照して以下に詳細に説明する。

#### 【0038】

図 1 において、超音波変換器の可能な実施例は、例えば、シリコン、(100) 配向又は (111) 配向を有するシリコン、(100) 配向を有する MgO、LaAlO<sub>3</sub>、サファイア、GaAs、例えば、ZrO<sub>2</sub> 或いは Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> のようなセラミック材料、例えば、平坦化層を夫々有する ZrO<sub>2</sub> 或いは Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> のようなセラミック材料、ガラスセラミック材料、又は、ガラス材料を有し得る基板 1 を含む。無機材料、有機材料、又は、無機及び有機材料の組み合わせを有し得る膜 2 が基板 1 に設けられる。使用される無機材料は、例えば、SiC、SiO<sub>2</sub>、多結晶シリコン、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、又は、これら材料から成る積層システムでもよい。少なくとも一つの開口部 3 がエッチング又はスタンピングを手段として基板 1 に形成される。開口部 3 は、膜 2 と一つの側で隣り合う。開口部 3 上にある膜 2 は、この開口部により振動することが可能である。基板 1 が、配向、例えば、(100) 配向を有する MgO の材料を有する場合、開口部 3 が基板 1 を完全に通らず、薄層が残留し膜 2 を形成することが好ましくなり得る。

10

#### 【0039】

第 1 の電極 4 は、膜 2 の上にあり、この電極は、例えば、50 nm 乃至 1 μm の層の厚さを有する Pt、1 乃至 20 nm の層の厚さを有する Ti / 20 乃至 600 nm の層の厚さを有する Pt、1 乃至 20 nm の層の厚さを有する Ti / 20 乃至 600 nm の層の厚さを有する Pt、1 乃至 20 nm の層の厚さを有する Ti、

20

#### 【0040】

#### 【表 3】

W, Ni, Ag, Mo, Au,

Cu, Ti/Pt/Al, Ti/Ag, Ti/Ag/Ti, Ti/Ag/Ir, Ti/Ir, Ti/Pd, Ti/Ag<sub>1-x</sub>Pt<sub>x</sub> (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag<sub>1-x</sub>Pd<sub>x</sub> (0 ≤ x ≤ 1), Ag<sub>1-x</sub>Pt<sub>x</sub> (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Pt<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub> (0 ≤ x ≤ 1), Pt<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub> (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag/Pt<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub> (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag/Ru, Ru, Ru/RuO<sub>2</sub>, Ti/Ru, Ti/Ir, Ti/Ir/IrO<sub>2</sub>, Ti/Ag/Ir/IrO<sub>x</sub> (0 ≤ x ≤ 2), Ti/Ag/Ru/RuO<sub>x</sub> (0 ≤ x ≤ 2), Ti/Ag/Ru/Ru<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub> (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag/Ru/Ru<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub>/RuO<sub>y</sub> (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 2), Ti/Ag/Ru/RuO<sub>x</sub>/Ru<sub>y</sub>Pt<sub>1-y</sub> (0 ≤ x ≤ 2, 0 ≤ y ≤ 1), Ti/Ag/Ru<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub> (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag/Pt<sub>x</sub>Al<sub>1-x</sub> (0 ≤ x ≤ 1), Pt<sub>x</sub>Al<sub>1-x</sub>/Ag/Pt<sub>y</sub>Al<sub>1-y</sub> (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 1), Ti/Ag/Pt<sub>y</sub>(RhO<sub>x</sub>)<sub>1-y</sub> (0 ≤ x ≤ 2, 0 ≤ y ≤ 1), Ti/Ag/Rh/RhO<sub>x</sub> (0 ≤ x ≤ 2), Ti/Ag/Pt<sub>x</sub>Rh<sub>1-x</sub> (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag/Pt<sub>y</sub>(RhO<sub>x</sub>)<sub>1-y</sub>/Pt<sub>z</sub>Rh<sub>1-z</sub> (0 ≤ x ≤ 2, 0 ≤ y ≤ 1, 0 ≤ z ≤ 1), Ti/Ag<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub>/Ir (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub>/Ir/IrO<sub>y</sub> (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 2), Ti/Ag<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub>/Pt<sub>y</sub>Al<sub>1-y</sub> (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 1), Ti/Ag<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub>/Ru (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub>/Ru/RuO<sub>y</sub> (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 2), Ti/Ag/Cr, Ti/Ag/Ti/ITO, Ti/Ag/Cr/ITO, Ti/Ag/ITO, Ti/Ni/ITO, Ti/Rh, Ti/Rh/RhO<sub>2</sub>, Ti/Ni/Al/ITO, Ti/Ni, Ti/W/Ti, W<sub>x</sub>Ti<sub>1-x</sub> (0 ≤ x ≤ 1), W<sub>x</sub>Ti<sub>1-x</sub>/Al(Cu) (0 ≤ x ≤ 1), W<sub>x</sub>Ti<sub>1-x</sub>/Al(Si) (0 ≤ x ≤ 1), W<sub>x</sub>Ti<sub>1-x</sub>/Al (0 ≤ x ≤ 1) 又は Ti/Cu

30

40

を有する。圧電層 5 は、第 1 の電極 4 に設けられる。圧電層 5 の層の厚さは、1 乃至 50 μm であることが好ましい。より高い帯域幅を実現するためには、高い圧電結合係数 k の材料が圧電層 5 に使用される。第 2 の電極 6 が圧電層 5 に設けられ、この電極は、例えば、Al、Si でドーピングされた Al、Cu でドーピングされた Al、50 nm 乃至 1 μm の層の厚さを有する Pt、1 乃至 20 nm の層の厚さを有する Ti / 20 乃至 600 nm の層の厚さを有する Pt、1 乃至 20 nm の層の厚さを有する Ti / 20 乃至 600 nm の層の厚さを有する Pt、1 乃至 20 nm の層の厚さを有する Ti、

50

【 0 0 4 1 】

【 表 4 】

W, Ni, Ag, Mo, Au, Cu, Ti/Pt/Al, Ti/Ag,  
 Ti/Ag/Ti, Ti/Ag/Ir, Ti/Ir, Ti/Pd, Ti/Ag<sub>1-x</sub>Pt<sub>x</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Ag<sub>1-x</sub>Pd<sub>x</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ),  
 Ag<sub>1-x</sub>Pt<sub>x</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Pt<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ), Pt<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Ag/Pt<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ),  
 Ti/Ag/Ru, Ru, Ru/RuO<sub>2</sub>, Ti/Ru, Ti/Ir, Ti/Ir/IrO<sub>2</sub>, Ti/Ag/Ir/IrO<sub>x</sub> ( $0 \leq x \leq 2$ ), Ti/Ag/Ru/RuO<sub>x</sub>  
 ( $0 \leq x \leq 2$ ), Ti/Ag/Ru/Ru<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Ag/Ru/Ru<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub>/RuO<sub>y</sub> ( $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 2$ ),  
 Ti/Ag/Ru/RuO<sub>x</sub>/Ru<sub>y</sub>Pt<sub>1-y</sub> ( $0 \leq x \leq 2, 0 \leq y \leq 1$ ), Ti/Ag/Ru<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Ag/Pt<sub>x</sub>Al<sub>1-x</sub>  
 ( $0 \leq x \leq 1$ ), Pt<sub>x</sub>Al<sub>1-x</sub>/Ag/Pt<sub>y</sub>Al<sub>1-y</sub> ( $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$ ), Ti/Ag/Pt<sub>y</sub>(RhO<sub>x</sub>)<sub>1-y</sub> ( $0 \leq x \leq 2,$   
 $0 \leq y \leq 1$ ), Ti/Ag/Rh/RhO<sub>x</sub> ( $0 \leq x \leq 2$ ), Ti/Ag/Pt<sub>x</sub>Rh<sub>1-x</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ),  
 Ti/Ag/Pt<sub>y</sub>(RhO<sub>x</sub>)<sub>1-y</sub>/Pt<sub>z</sub>Rh<sub>1-z</sub> ( $0 \leq x \leq 2, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1$ ), Ti/Ag<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub>/Ir ( $0 \leq x \leq 1$ ),  
 Ti/Ag<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub>/Ir/IrO<sub>y</sub> ( $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 2$ ), Ti/Ag<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub>/Pt<sub>y</sub>Al<sub>1-y</sub> ( $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$ ),  
 Ti/Ag<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub>/Ru ( $0 \leq x \leq 1$ ), Ti/Ag<sub>x</sub>Pt<sub>1-x</sub>/Ru/RuO<sub>y</sub> ( $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 2$ ), Ti/Ag/Cr,  
 Ti/Ag/Ti/ITO, Ti/Ag/Cr/ITO, Ti/Ag/ITO, Ti/Ni/ITO, Ti/Rh, Ti/Rh/RhO<sub>2</sub>, Ti/Ni/Al/ITO,  
 Ti/Ni, Ti/W/Ti, W<sub>x</sub>Ti<sub>1-x</sub> ( $0 \leq x \leq 1$ ), W<sub>x</sub>Ti<sub>1-x</sub>/Al(Cu) ( $0 \leq x \leq 1$ ), W<sub>x</sub>Ti<sub>1-x</sub>/Al(Si) ( $0 \leq x \leq 1$ ),  
 W<sub>x</sub>Ti<sub>1-x</sub>/Al ( $0 \leq x \leq 1$ ) 又は Ti/Cu

10

20

30

40

を有する。図に示す以外の代替の実施例では、電極 4、6 は、圧電層 5 の横方向のポール動作のために圧電層 5 の横の両端に配置されてもよい。変換器の電気インピーダンスを減少するために、更なる電極が圧電層 5 の端の間で横方向に設けられてもよい。例えば、4 つの電極が圧電層 5 の横の表面にわたって離散的な位置で形成されてもよく、このとき交番電極は交番極性を有し、及び、同じ極性を有する電極は電気インピーダンスを減少させるために並列して結合される。

【 0 0 4 2 】

膜 2 と第 1 の電極 4 との間に障壁層 7 が設けられることも有利である。この障壁層 7 は、膜 2 とその上にある層、例えば、第 1 の電極 4 又は圧電層 5 との間の可能な化学的相互作用を防止する。障壁層 7 は、例えば、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、HfO<sub>2</sub>、MgO、又は、LaAlO<sub>3</sub>、並びに幾つかのこれら材料の合成物を有してもよい。更に、構造を有する電極が障壁層 7 上に容易に形成され得る。障壁層 7 は、膜の層の曲げ剛性よりも実質的に少ない曲げ剛性を有することが好ましい。この特性は、障壁層 7 の厚さと共に、変換器の中立面と圧電層 5 との間の距離を圧電層 5 の厚さよりも幾らか大きくすることを可能にし、変換器の有効な結合係数を改善する。障壁層 7 が圧電層 5 よりも厚いことが好ましい。

【 0 0 4 3 】

電圧は、第 1 の電流供給接触部 8 及び第 2 の電流供給接触部 9 を通じて圧電層 5 に印加され得、各電流供給接触部は夫々の電極 4、6 に接続され、圧電層 5 は従って振動され得る。圧電層 5 が音響エネルギーによって励起される場合、結果となる電圧は、第 1 の及び第 2 の電流供給接触部 8、9 を通じて切断され、測定され得る。

【 0 0 4 4 】

有機材料又は無機材料、或いは、それら材料の組み合わせの保護層は、超音波変換器全体にわたって設けられてもよい。使用される有機材料は、例えば、ポリベンゾシクロブテン又はポリイミドでもよく、無機材料は、例えば、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、SiO<sub>2</sub>、又はSi<sub>x</sub>O<sub>y</sub>

50

$N_z$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq z \leq 1$ ) でもよい。

【0045】

圧電層 5 中の材料は、高い圧電結合係数  $k$  を実現するために好ましくは柱状成長によって構造が形成される。構造が形成された圧電層 5 中の圧電材料の結晶は、外部のサンプリング幾何学に対して好ましい方向を有し、夫々の結晶学的向きに関して互いに対して統計的にランダムに配置されていない。

【0046】

テクスチャ構造の圧電層 5 は、例えば、ゾル・ゲル処理、スパッタリング、CVD (化学気相成長) 処理、又は、プリント手法のような薄膜処理を用いて実現されてもよい。圧電層 5 は、予め焼結され機械的に処理された圧電材料の層を結合又は接着することで第 1 の電極 4 上に設けられてもよい。

【0047】

更なる代替物はいわゆるテンプレート・グレイン成長 (TGG) 方法によって形成される。この方法では、多結晶層が単結晶テンプレート上に設けられる。多結晶層は、高温で加熱することで構造を有する単結晶層に変換される。

【0048】

圧電層 5 に使用され得る材料は、例えば、強誘電体、電気歪材料、並びに特別な圧電材料である。従って、例えば、 $Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ - $PbTiO_3$ ,  $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ - $PbTiO_3$ ,  $Pb(Ni_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ - $PbTiO_3$ ,  $Pb(Sc_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ - $PbTiO_3$ ,  $Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})_{1-x-y}(Mn_{1/2}Nb_{1/2})_xTi_yO_3$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ),  $Pb(In_{1/2}Nb_{1/2})O_3$ - $PbTiO_3$ ,  $Sr_3TaGa_3Si_2O_{14}$ ,  $K(Sr_{1-x}Ba_x)_2Nb_5O_{15}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $Na(Sr_{1-x}Ba_x)_2Nb_5O_{15}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $BaTiO_3$ ,  $(K_{1-x}Na_x)NbO_3$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $(Bi,Na,K,Pb,Ba)TiO_3$ ,  $(Bi,Na)TiO_3$ ,  $Bi_7Ti_4NbO_{21}$ ,  $(K_{1-x}Na_x)NbO_3$ - $(Bi,Na,K,Pb,Ba)TiO_3$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $a(Bi_xNa_{1-x})TiO_3$ - $b(KNbO_{3-c})$ -( $1/2$ )( $Bi_2O_3$ - $Sc_2O_3$ ) ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $a+b+c=1$ ),  $(Ba_aSr_bCa_c)Ti_xZr_{1-x}O_3$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $a+b+c=1$ ),  $(Ba_aSr_bLa_c)Bi_4Ti_4O_{15}$  ( $a+b+c=1$ ),  $Bi_4Ti_3O_{12}$ ,  $LiNbO_3$ ,  $La_3Ga_{5.5}Nb_{0.5}O_{14}$ ,  $La_3Ga_5SiO_{14}$ ,  $La_3Ga_{5.5}Ta_{0.5}O_{14}$ , 及び  $PbZr_xTi_{1-x}O_3$  ( $0 \leq x \leq 1$ ) が圧電層 5 に使用されてもよい。またこれらの材料には、La、Mn、Fe、Sb、Sr、Ni のドーパント又はこれらのドーパントの組み合わせがドーピングされても良いし、ドーピングされなくても良い。

【0049】

方向付けられた第 1 の電極 4、構造を有する障壁層 7、又は、構造を有する膜 2 上への圧電層 5 の構成された堆積は、圧電層 5 の構造に影響を与えることができる。

【0050】

従って、熱的に予熱されていない (111) 配向を有する Pt の第 1 の電極 4 を用いることで (111) 配向を有する圧電層を成長することができる。(111) 配向を有する Pt の熱的に予熱された第 1 の電極を使用することで、(100) 及び (111) 配向、又は、(100) 配向だけの圧電層を成長することが可能となる。

【0051】

(111) 配向を有する Pt の熱的に予熱された第 1 の電極 4 上に堆積する以外に圧電層 5 の材料の成長に影響を与える別の方法が使用されてもよい。

【0052】

膜 2 又は (100) 配向を有する MgO の障壁層 7 を使用することは、(100) 配向を有する Pt を第 1 の電極 4 として成長することを可能にする。結果として、上記圧電材料は、構造を有する層の状態で、テクスチャ構造の第 1 の電極 4 上で成長され得る。

【0053】

圧電層 5 の構造は、例えば、レーザアニーリングのような更なる処理を通じて単結晶状態の方に更に改善され得る。

【0054】

圧電層 5 の成長、結晶度、及び配向を改善するためには、第 1 の電極 4 上に核生成された層が設けられてもよい。

【0055】

10

20

30

40

50

圧電結合係数  $k$  を高める更なる可能性は、圧電層 5 におけるセラミック材料を極性化することである。セラミック材料は、第 1 の及び第 2 の電極 4、6 にバイアス電圧を印加することを通じて場の方向に分極され得る。

【0056】

図 1 に示す超音波変換器の実施例では、第 1 の電極 4 は、圧電層 5 の下に配置され、第 2 の電極 6 は圧電層 5 の上に配置される。第 1 の及び第 2 の電流供給接触部 8、9 を通じて電極 4、6 に AC 電圧を印加することは、圧電層 5 を縦方向又は層の厚さに対して垂直な横方向に振動するように励起させる。

【0057】

或いは、電極 4、6 は、圧電層 5 の一つの側、例えば、膜 2 と反対側にだけ構成された方法で設けられてもよい。この場合、AC 電圧を印加することは、層の面において圧電層 5 を縦方向に振動にさせるように励起させる。核生成層は、この場合、成長、結晶度、及び配向のために障壁層 7 に設けられてもよい。

【0058】

或いは、基板 1 は、その背面側に  $\text{SiO}_2$  又は  $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、或いは、これら材料の組み合わせの絶縁層を有してもよい。

【0059】

複数のこのような超音波変換器が基板 1 上に設けられてもよい。超音波変換器の一次元の又は二次元のアレイは、個々の超音波変換器の適切な電気接続を通じて製造され得る。圧電層 5 と、第 1 の及び第 2 の電極 4、6 と、存在するならば核生成層とは、個々の超音波変換器が互いから空間的に分離されるようにしてこの場合構成される。

【0060】

膜 2 は、超音波変換器のアレイを製造するために基板 1 上に形成される。この目的のために、適切な材料の層が基板 1 上に堆積されてもよい。開口部 3 は、エッチング処理を手段として基板 1 中に形成されてもよく、この開口部は、基板 1 を完全に通り、膜によって一つの側に境界が付けられる。

【0061】

或いは、例えば、基板 1 は、部分的にだけエッチングされ、それにより薄層が残留し、膜 2 となる。

【0062】

障壁層 7 は、膜 2 上に設けられてもよい。第 1 の電極 4 は、開口部 3 が存在する基板の全ての場所において適用可能であれば膜 2 又は障壁層 7 に設けられる。構造を有する圧電層 5 は、各第 1 の電極 4 上に設けられ、第 2 の電極 6 は各圧電層 5 の上に設けられる。第 1 の及び第 2 の電極 4、6 には、第 1 の及び第 2 の電流供給接触 8、9 が夫々設けられる。

【0063】

或いは、開口部 3 は、膜 2 の中に部分的に延在してもよい。この目的のためには、開口部 3 の相互に対向する領域にある膜 2 の一部分は、例えば、エッチング又はスパッタリングを通じて除去される。膜 2 の共振振動数及び音響インピーダンスは、この対策によって音響的に振動されるよう媒体に適合され得る。

【0064】

図 2 は、超音波変換器の更なる実施例を示す。本実施例では、開口部 3 の相互に対向する領域にある膜 2 の一部分が例えば、エッチング又はスパッタリングを手段として除去される。更に、例えば、障壁層 7、第 1 の電極 4、圧電層 5、及び、第 2 の電極 6 のような膜 2 の上にある層の幅は、最大でも開口部 3 と隣り合う膜 2 の領域位の幅である。層は、従って、図 2 に対して垂直にとられる断面で基板 1 に接続されている。

【0065】

セラミック材料の基板 1 を有する超音波変換器の製造は、代替の方法で行われてもよい。このためには、最初に基板 1 が例えば、 $\text{ZrO}_2$  或いは  $\text{Al}_2\text{O}_3$  のようなセラミックパウダー、及び有機結合剤からフィルムキャスト処理において製造される。開口部

10

20

30

40

50

は、超音波変換器のアレイに対して要求される数においてスタンピング処理で基板 1 中に形成される。このとき基板は、セラミック材料のフィルムで完全に覆われ、ラミネートされ、焼結される。第 1 の電極 4 は、開口部 3 がある基板 1 中の全ての場所において焼結された膜 2 の上に設けられる。核生成層、例えば、 $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$  を有する核生成層は、各電極 4 に設けられる。核生成層は、第 1 の電極 4 を部分的に、好ましくはその 10 % を覆う。このとき圧電層 5 のセラミック材料が核生成層上に、好ましくは厚フィルム処理で設けられ、1275 で構造を有するように焼結される。圧電層 5 においてどの配向が存在するかは、セラミック材料の正確な組成及びドーピングに依存する。最後に、第 2 の電極 6 は、核圧電層 5 上に設けられ、各電極 4、6 は夫々の電流供給接触部 8、9 を具備する。

10

#### 【0066】

或いは、他の方法が構造を有する圧電層 5 を製造するために使用されてもよく、例えば、構造を有する基板 1、構造を有する障壁層 7、又は、構造を有する第 1 の電極 4 を使用してもよい。

#### 【0067】

超音波変換器のアレイ又は一つの超音波変換器の構成、及び、様々な層及び / 又は開口部 3 の成形における代替物は、当業者に公知である。

#### 【0068】

本発明の実施例を以下により詳細に説明し、本発明がどのようにして実際に実現されるかを示す。

20

#### 【実施例 1】

#### 【0069】

##### 実施例 1

超音波変換器のアレイは、一方の側に  $\text{Si}_3\text{N}_4$  及び  $\text{SiO}_2$  の絶縁層を有するシリコン基板 1 を有する。反対側には、 $\text{SiO}_2 / \text{Si}_3\text{N}_4 / \text{SiO}_2$  の積層システムから成る膜 2 が設けられる。基板 1 は、膜 2 と一つの側で夫々隣り合う複数の開口部 3 を有する。 $\text{TiO}_2$  の障壁層 7 が膜 2 上にある。 $\text{Ti} / \text{Pt}$  の第 1 の電極 4 は、基板 1 中の開口部 3 がエッチングされた全ての場所において障壁層 7 に設けられる。第 1 の電極 4 の Pt を含む層は、(111) 配向を有するように成長される。(100) 配向及び (111) 配向を有する  $\text{PbZr}_{0.35}\text{Ti}_{0.65}\text{O}_3$  の層は、圧電層 5 を形成するよう各第 1 の電極 4 上に設けられる。Pt の第 2 の電極 6 は、各圧電層 5 上に設けられる。各超音波変換器の第 1 の及び第 2 の電極 4、6 は、第 1 の及び第 2 の電流供給接触部 8、9 に夫々接続されている。個々の超音波変換器は、一次元アレイの超音波変換器が得られるよう基板 1 に電氣的に接続されている。個々の超音波変換器夫々に高められた温度でバイアス電圧を印加することは、圧電層 5 中のセラミック材料を場の方向に分極する。それにより、超音波変換器夫々が非常に高い圧電結合係数  $k$  を有する超音波変換器のアレイが得られる。

30

#### 【実施例 2】

#### 【0070】

##### 実施例 2

超音波変換器のアレイは、一方の側に  $\text{Si}_3\text{N}_4$  及び  $\text{SiO}_2$  の絶縁層を有するシリコン基板 1 を有する。反対側には、 $\text{SiO}_2 /$  多結晶シリコン /  $\text{SiO}_2$  の積層システムから成る膜 2 が設けられる。基板 1 は、膜 2 と一つの側で夫々隣り合う複数の開口部 3 を有する。 $\text{TiO}_2$  の障壁層 7 が膜 2 上にある。 $\text{Ti} / \text{Pt}$  の第 1 の電極 4 は、基板 1 中の開口部 3 がエッチングされた全ての場所において障壁層 7 に設けられる。第 1 の電極 4 の Pt を含む層は、(111) 配向を有するように成長される  $\text{PbZr}_{0.35}\text{Ti}_{0.65}\text{O}_3$  の薄い核生成層は、各第 1 の電極 4 に設けられる。(001) 配向を有する  $\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - \text{PbTiO}_3$  の層は、圧電層 5 を形成するよう各核生成層に生長される。各超音波変換器の第 1 の及び第 2 の電極 4、6 は、第 1 の及び第 2 の電流供給接触部 8、9 に夫々接続されている。個々の超音波変換器は、一次元アレイの超音波変換器が得られるよう基板 1 に電氣的に接続されている。個々の超音波変換器夫々に高め

40

50

られた温度でバイアス電圧を印加することは、圧電層 5 中のセラミック材料を場の方向に分極する。それにより、超音波変換器夫々が非常に高い圧電結合係数  $k$  を有する超音波変換器のアレイが得られる。

#### 【実施例 3】

##### 【0071】

##### 実施例 3

超音波変換器のアレイは、一方の側に  $\text{Si}_3\text{N}_4$  及び  $\text{SiO}_2$  の絶縁層を有するシリコン基板 1 を有する。反対側には、 $\text{SiO}_2$  / 多結晶シリコン /  $\text{SiO}_2$  の積層システムから成る膜 2 が設けられる。基板 1 は、膜 2 と一つの側で夫々隣り合う複数の開口部 3 を有する。 $\text{TiO}_2$  の障壁層 7 が膜 2 上にある。 $\text{Ti} / \text{Pt}$  の第 1 の電極 4 は、基板 1 中の開口部 3 がエッチングされた全ての場所において障壁層 7 に設けられる。第 1 の電極 4 の  $\text{Pt}$  を含む層は、 $(111)$  配向を有するように成長される。 $\text{PbZr}_{0.35}\text{Ti}_{0.65}\text{O}_3$  の薄い核生成層は、各第 1 の電極 4 に設けられる。 $(001)$  配向及び  $(111)$  配向を有する  $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - \text{PbTiO}_3$  の層は、圧電層 5 を形成するよう各核生成層に生長される。各超音波変換器の第 1 の及び第 2 の電極 4、6 は、第 1 の及び第 2 の電流供給接触部 8、9 に夫々接続されている。個々の超音波変換器は、一次元アレイの超音波変換器が得られるよう基板 1 に電氣的に接続されている。個々の超音波変換器夫々に高められた温度でバイアス電圧を印加することは、圧電層 5 中のセラミック材料を場の方向に分極する。それにより、超音波変換器夫々が非常に高い圧電結合係数  $k$  を有する超音波変換器のアレイが得られる。

10

20

#### 【実施例 4】

##### 【0072】

##### 実施例 4

超音波変換器のアレイは、一方の側に  $\text{Si}_3\text{N}_4$  及び  $\text{SiO}_2$  の絶縁層を支持するシリコンの基板 1 を有する。反対側には、 $\text{SiO}_2$  / 多結晶シリコン /  $\text{SiO}_2$  の積層システムから成る膜 2 が設けられる。基板 1 は、膜 2 と一つの側で夫々隣り合う複数の開口部 3 を有する。開口部 3 の相互に対向する領域にある膜 2 の一部分は、エッチングを手段として除去される。 $\text{ZrO}_2$  の障壁層 7 が膜 2 上にある。 $\text{Ti} / \text{Pt}$  の第 1 の電極 4 は基板 1 中の、開口部 3 がある全ての場所において障壁層 7 に設けられる。第 1 の電極 4 の  $\text{Pt}$  を含む層は、 $(111)$  配向を有するように成長される。 $\text{PbZr}_{0.35}\text{Ti}_{0.65}\text{O}_3$  の薄い核生成層は、各第 1 の電極 4 に設けられる。 $(001)$  配向及び  $(111)$  配向を有する  $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - \text{PbTiO}_3$  の層は、圧電層 5 を形成するよう各核生成層に生長される。 $\text{TiW} / \text{Al}$  の第 2 の電極 6 は、各圧電層 5 上にある。膜の上にある層の幅は、開口部 3 の領域において最大でも膜 2 の幅である。各超音波変換器の第 1 の及び第 2 の電極 4、6 は、第 1 の及び第 2 の電流供給接触部 8、9 に夫々接続されている。個々の超音波変換器は、一次元アレイの超音波変換器が得られるよう基板 1 に電氣的に接続されている。これにより、超音波変換器夫々が非常に高い圧電結合係数  $k$  を有する超音波変換器のアレイが得られる。

30

#### 【実施例 5】

##### 【0073】

##### 実施例 5

超音波変換器のアレイは、一方の側に  $\text{Si}_3\text{N}_4$  及び  $\text{SiO}_2$  の絶縁層を有するシリコンの基板 1 を含む。反対側には、 $\text{SiO}_2$  / 多結晶シリコン /  $\text{SiO}_2$  の積層システムから成る膜 2 が設けられる。基板 1 は、膜 2 と一つの側で夫々隣り合う複数の開口部 3 を有する。 $(100)$  配向を有する  $\text{MgO}$  の障壁層 7 が膜 2 上にある。 $\text{PbZr}_{0.35}\text{Ti}_{0.65}\text{O}_3$  の薄い核生成層は、基板 1 中の開口部 3 がある全ての場所において障壁層 7 に設けられる。 $(001)$  配向を有する  $\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - \text{PbTiO}_3$  の層は、圧電層 5 として各核生成層上に設けられる。 $\text{TiW} / \text{Al}$  の第 1 の及び第 2 の電極 4、6 は各圧電層 5 上にある。2つの電極 4、6 は、圧電層 5 の上側にある2つの電極表面が毎回超音波変換器を形成するように構成される。各超音波変換器の第 1 の及び第

40

50

2の電極4、6は、第1の及び第2の電流供給接触部8、9に夫々接続されている。個々の超音波変換器は、一次元アレイの超音波変換器が得られるよう基板1に電氣的に接続されている。これにより、各超音波変換器が非常に高い圧電結合係数 $k$ を有する超音波変換器のアレイが得られる。

#### 【実施例6】

#### 【0074】

##### 実施例6

超音波変換器のアレイは、一方の側に $\text{Si}_3\text{N}_4$ 及び $\text{SiO}_2$ の絶縁層を有するシリコンの基板1を含む。反対側には、 $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$ の積層システムから成る膜2が設けられる。基板1は、膜2と一つの側で夫々隣り合う複数の開口部3を有する。(100)配向を有する $\text{MgO}$ の障壁層7が膜2上にある。(100)配向を有しランタン及びマンガンでドーピングされた $\text{PbZr}_{0.15}\text{Ti}_{0.85}\text{O}_3$ の層は、圧電層5を形成するように障壁層7に成長される。 $\text{Pt}$ の第1の及び第2の電極4、6が各圧電層5上にある。2つの電極4、6は、圧電層5の上側にある2つの電極表面が毎回超音波変換器を形成するように構成される。超音波変換器の第1の及び第2の電極4、6は、第1の及び第2の電流供給接触部8、9に夫々接続されている。個々の超音波変換器は、一次元アレイの超音波変換器が得られるよう基板1に電氣的に接続されている。個々の超音波変換器夫々に高められた温度でバイアス電圧を印加することは、圧電層5中のセラミック材料を場の方向に分極する。これにより、超音波変換器夫々が非常に高い圧電結合係数 $k$ を有する超音波変換器のアレイが得られる。

#### 【実施例7】

#### 【0075】

##### 実施例7

超音波変換器のアレイは、一方の側に $\text{Si}_3\text{N}_4$ 及び $\text{SiO}_2$ の絶縁層を有するシリコン基板1を有する。反対側には、 $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ の積層システムから成る膜2が設けられる。基板1は、膜2と一つの側で夫々隣り合う複数の開口部3を有する。(100)配向を有する $\text{MgO}$ の障壁層7が膜2上にある。 $\text{Ti}/\text{Pt}$ の第1の電極4は、基板1中の開口部3がある全ての場所において障壁層7に設けられる。第1の電極4の $\text{Pt}$ を含む層は、(100)配向を有するように成長される。 $\text{PbZr}_{0.35}\text{Ti}_{0.65}\text{O}_3$ の薄い核生成層は、各第1の電極4に設けられる。(001)配向を有する $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - \text{PbTiO}_3$ の層は、圧電層5を形成するよう各核生成層に生長される。 $\text{Pt}$ の第2の電極6が各圧電層5上にある。各超音波変換器の第1の及び第2の電極4、6は、第1の及び第2の電流供給接触部8、9に夫々接続されている。個々の超音波変換器は、一次元アレイの超音波変換器が得られるよう基板1に電氣的に接続されている。これにより、超音波変換器夫々が非常に高い圧電結合係数 $k$ を有する超音波変換器のアレイが得られる。

#### 【実施例8】

#### 【0076】

##### 実施例8

超音波変換器のアレイは、一方の側に $\text{Si}_3\text{N}_4$ 及び $\text{SiO}_2$ の絶縁層を有するシリコン基板1を有する。反対側には、 $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ の積層システムから成る膜2が設けられる。基板1は、膜2と一つの側で夫々隣り合う複数の開口部3を有する。(100)配向を有する $\text{MgO}$ の障壁層7が膜2上にある。 $\text{Ti}/\text{Pt}$ の第1の電極4は、基板1中の開口部3がある全ての場所において障壁層7に設けられる。第1の電極4の $\text{Pt}$ を含む層は、(100)配向を有するように成長される。(001)配向を有する $\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - \text{PbTiO}_3$ の層は、圧電層5を形成するよう各第1の電極4に生長される。 $\text{Pt}$ の第2の電極6が各圧電層5上にある。各超音波変換器の第1の及び第2の電極4、6は、第1の及び第2の電流供給接触部8、9に夫々接続されている。個々の超音波変換器は、一次元アレイの超音波変換器が得られるよう基板1に電氣的に接続されている。これにより、超音波変換器夫々が非常に高い圧電結合係数 $k$ を有

する超音波変換器のアレイが得られる。

【実施例 9】

【0077】

実施例 9

超音波変換器のアレイは、一方の側に  $\text{Si}_3\text{N}_4$  及び  $\text{SiO}_2$  の絶縁層を有するシリコン基板 1 を有する。反対側には、 $\text{SiO}_2$  / 多結晶シリコン /  $\text{SiO}_2$  の積層システムから成る膜 2 が設けられる。基板 1 は、膜 2 と一つの側で夫々隣り合う複数の開口部 3 を有する。(100) 配向を有する  $\text{MgO}$  の障壁層 7 が膜 2 上にある。 $\text{PbZr}_{0.35}\text{Ti}_{0.65}\text{O}_3$  の薄い核生成層は基板 1 の開口部 3 がある全ての場所において障壁層 7 に設けられる。(001) 配向を有する  $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - \text{PbTiO}_3$  の層は、圧電層 5 を形成するよう各核生成層に生長される。 $\text{TiW}/\text{Al}$  の第 1 の及び第 2 の電極 4、6 は、各圧電層 5 上にある。2つの電極は、圧電層 5 の上側にある2つの電極表面が毎回超音波変換器を形成するように構成される。各超音波変換器の第 1 の及び第 2 の電極 4、6 は、第 1 の及び第 2 の電流供給接触部 8、9 に夫々接続されている。これらは、一次元アレイの超音波変換器が得られるよう基板 1 上の他の超音波変換器に電氣的に接続されている。

10

【実施例 10】

【0078】

実施例 10

超音波変換器のアレイは、平均的な粒の大きさが  $0.4\mu\text{m}$  のイットリウム安定化された  $\text{ZrO}_2$  及び適切な有機結合剤からフィルムキャスト処理で製造される  $400\mu\text{m}$  の厚さの基板 1 を有する。開口部 3 は、超音波変換器の予想されるアレイに対して必要な数のスタンピング処理で基板 1 中に形成される。開口部 3 は、基板の中を完全に通る。基板 1 は、その後第 2 の、 $10\mu\text{m}$  の厚さのフィルムのイットリウム安定化された  $\text{ZrO}_2$  で完全に覆われ、ラミネートされ、焼結される。それにより、焼結された膜 2 を有する基板 1 が得られる。 $\text{Pt}$  の第 1 の電極 4 は、基板 1 中の開口部がある全ての場所において焼結された膜 2 に設けられる。第 1 の電極 4 は、2乃至  $5\mu\text{m}$  の平均的な径を有する  $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$  の針状結晶の核生成層で約 10% コーティングされる。針状結晶は、第 1 の電極 4 上に平坦におかれ、それにより、好ましい方向を示し、その後の焼結処理において結晶核として機能する。次に  $30\mu\text{m}$  の厚さのセラミックパウダーの形態で厚フィルム処理において各核生成層上に  $\text{Pb}(\text{Sc}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - \text{PbTiO}_3$  が設けられ、1275 で構造を有するように焼結される。 $\text{Ag}$  の夫々の第 2 の電極 6 がその後設けられる。第 1 の及び第 2 の電極 4、6 夫々には第 1 の及び第 2 の電流供給接触部 8、9 が設けられ、一次元のアレイの超音波変換器が得られるように基板 1 上の他の超音波変換器と接続される。

20

30

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図 1】超音波変換器の構成を示す断面図である。

【図 2】更なる超音波変換器の構成を示す断面図である。

【符号の説明】

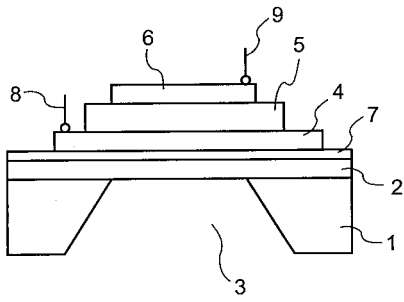
40

【0080】

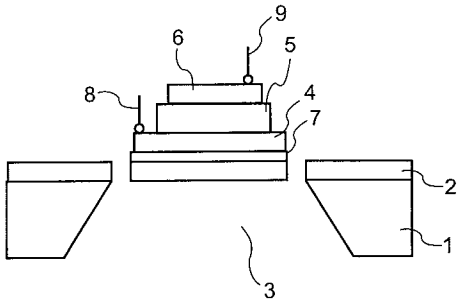
- 1 基板
- 2 膜
- 3 開口部
- 4 第 1 の電極
- 5 圧電層
- 6 第 2 の電極
- 7 障壁層
- 8 第 1 の電流供給接触部
- 9 第 2 の電流供給接触部

50

【 図 1 】



【 図 2 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 オラフ ダナッペル

ドイツ連邦共和国, 7 1 0 3 2 ベープリングェン, タオヌシュトラーク 1 1

(72)発明者 ハンス ベーター レーブル

ドイツ連邦共和国, 5 2 1 5 6 モンシャオ - イムゲンプロイヒ, マティーアス オフェルマンシュ  
ユトラーク 2 2

(72)発明者 ゲオルク シュミッツ

ドイツ連邦共和国, 5 2 1 5 9 レートゲン, レンスバハシュトラーク 4

(72)発明者 ジョン ダグラス フレイザー

アメリカ合衆国, ワシントン 9 8 0 7 2, ウッドインヴィル, エヌイー 1 9 1スト ストリー  
ト 1 9 7 3 7

F ターム(参考) 4C601 EE03 GB01 GB03 GB50

5D019 AA07 BB02 BB12 BB18 BB28 FF04 GG09

专利名称(译)	一系列超声波换能器		
公开(公告)号	<a href="#">JP2011015423A</a>	公开(公告)日	2011-01-20
申请号	JP2010185823	申请日	2010-08-23
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司的Vie		
[标]发明人	マライケカタリーネクレー ティルマンウルリヒシュレンカー オラフダナッペル ハンスペーターレーブル ゲオルクシュミッツ ジョンダグラスフレイザー		
发明人	マライケ カタリーネ クレー ティルマン ウルリヒ シュレンカー オラフ ダナッペル ハンス ペーター レーブル ゲオルク シュミッツ ジョン ダグラス フレイザー		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00 B06B1/06 H01L41/08 H01L41/09 H01L41/187 H01L41/22 H02N2/00		
CPC分类号	B06B1/0622 H01L41/0973 H01L41/1875 H01L41/1876 H01L41/319		
FI分类号	H04R17/00.332.A H04R17/00.330.K H04R17/00.330.H A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE03 4C601/GB01 4C601/GB03 4C601/GB50 5D019/AA07 5D019/BB02 5D019/BB12 5D019/BB18 5D019/BB28 5D019/FF04 5D019/GG09		
代理人(译)	伊藤忠彦		
优先权	09/768564 2001-01-24 US		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

# 摘要(译)

本发明涉及一种超声换能器阵列，每个超声换能器包括基板（1），膜（2），第一电极（4），压电层（5）和第二电极（6），其中基板（1）包括至少一个开口（3），其在一侧邻接膜（2），而压电层（5）具有高压电耦合系数k并且具有纹理。本发明还涉及超声换能器和制造超声换能器阵列的方法。

