

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02013/132747

発行日 平成27年7月30日(2015.7.30)

(43) 国際公開日 平成25年9月12日(2013.9.12)

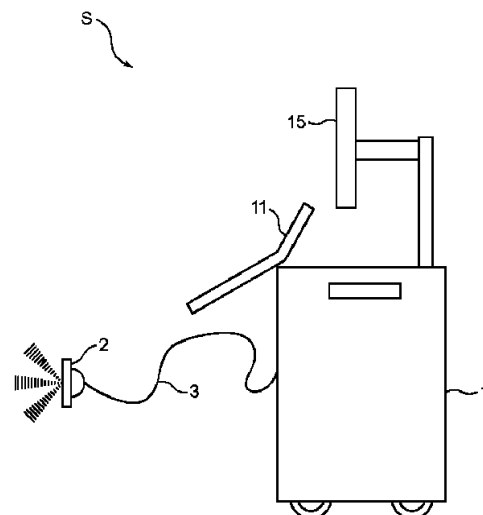
(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 41/09 (2006.01)	H O 1 L 41/09	2 C O 5 7
H O 1 L 41/047 (2006.01)	H O 1 L 41/047	4 C 6 O 1
H O 1 L 41/319 (2013.01)	H O 1 L 41/319	
H O 1 L 41/313 (2013.01)	H O 1 L 41/313	
A 6 1 B 8/00 (2006.01)	A 6 1 B 8/00	
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 26 頁) 最終頁に続く		

出願番号	特願2014-503440 (P2014-503440)	(71) 出願人	000001270
(21) 国際出願番号	PCT/JP2013/000743		コニカミノルタ株式会社
(22) 国際出願日	平成25年2月12日(2013.2.12)		東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
(31) 優先権主張番号	特願2012-51349 (P2012-51349)	(74) 代理人	100067828
(32) 優先日	平成24年3月8日(2012.3.8)		弁理士 小谷 悦司
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100115381
			弁理士 小谷 昌崇
		(74) 代理人	100111453
			弁理士 櫻井 智
		(72) 発明者	鯨島 幸一
			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
		(72) 発明者	松尾 隆
			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
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電デバイス、超音波探触子、液滴吐出装置および圧電デバイスの製造方法

(57) 【要約】

本発明の圧電デバイス、超音波探触子および液滴吐出装置では、一対の第1および第2電極は、それぞれ、厚さ方向に垂直な方向に単一配向である圧電部材に、前記厚さ方向に垂直な方向であるいは前記厚さ方向に沿う方向で、且つ前記配向の方向に垂直な方向に沿って延設されている。このため、本発明の圧電デバイスは、良好な圧電特性となる。そして、本発明の超音波探触子および液滴吐出装置は、効率がよい。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

板状の圧電部材と、
前記圧電部材に電圧を印加する一対の第 1 および第 2 電極とを備え、
前記圧電部材は、厚さ方向に垂直な方向に単一配向であり、
前記一対の第 1 および第 2 電極は、それぞれ、前記厚さ方向に垂直な方向で且つ前記配向方向に垂直な方向に沿って延設されていること
を特徴とする圧電デバイス。

【請求項 2】

単結晶の層である単結晶層と、
前記圧電部材を前記単結晶層上にエピタキシャル成長可能に、当該圧電部材を保持した板状の保持基板とをさらに備えること
を特徴とする請求項 1 に記載の圧電デバイス。

10

【請求項 3】

前記単結晶層は、前記保持基板とは別の単結晶板に形成されたものであり、
前記単結晶板に形成された圧電部材は、前記保持基板に保持されたものであること
を特徴とする請求項 2 に記載の圧電デバイス。

【請求項 4】

他の 1 以上の対の第 1 および第 2 電極をさらに備えること
を特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の圧電デバイス。

20

【請求項 5】

請求項 1 または請求項 2 に記載の圧電デバイスを有すること
を特徴とする超音波探触子。

【請求項 6】

請求項 1 または請求項 2 に記載の圧電デバイスを有すること
を特徴とする液滴吐出装置。

【請求項 7】

板状の圧電部材と、
前記圧電部材に電圧を印加する一対の第 1 および第 2 電極とを備え、
前記圧電部材は、厚さ方向に垂直な方向に単一配向であり、
前記一対の第 1 および第 2 電極は、それぞれ、前記厚さ方向に沿う方向で且つ前記配向方向に垂直な方向に沿って延設されていること
を特徴とする圧電デバイス。

30

【請求項 8】

板状の圧電部材と、前記圧電部材に電圧を印加する一対の第 1 および第 2 電極とを備えた圧電デバイスを製造する圧電デバイスの製造方法であって、
厚さ方向に垂直な方向において単一配向の圧電部材を形成する工程と、
前記厚さ方向に垂直な方向で且つ前記配向方向に垂直な方向に沿って延ばすようにして前記一対の第 1 および第 2 電極をそれぞれ配設する工程と、を備えていること
を特徴とする圧電デバイスの製造方法。

40

【請求項 9】

前記圧電部材を単結晶層上にエピタキシャル成長可能に形成するように、当該圧電部材を板状の保持基板に保持する工程をさらに備えること
を特徴とする請求項 8 に記載の圧電デバイスの製造方法。

【請求項 10】

前記保持基板とは別の前記単結晶層を有する単結晶板で前記圧電部材を形成する工程と、
前記単結晶板に形成した前記圧電部材を、前記保持基板に保持させる工程とを備えていること
を特徴とする請求項 9 に記載の圧電デバイスの製造方法。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電デバイス、超音波探触子、液滴吐出装置および圧電デバイスの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、非侵襲で内部組織の観察ができ、また、リアルタイムで観察ができるといった特徴を有するため、診断への応用場面が益々増加している。この超音波診断装置として、例えば基板にPZTなどの圧電部材を形成したユニモルフ構造のダイヤフラムを太鼓状に振動させて超音波の送受信を行うpMUT (Piezoelectric Micromachined Ultrasonic Transducer) が知られている。

10

【0003】

このようなpMUTの超音波探触子は、バルクPZTをダイシングにより分割したものに比べ、周波数帯域を広くできる、微細化して高解像度とすることができる、3次元画像を取得するためのダイヤフラム(振動子)の2次元配列化に適している、および、小型薄型化が可能であるため超音波内視鏡への応用に適している等の利点を有している。一方、1次元配列のダイヤフラムでは、取得できる画像が断層画像であるため、操作による偽陰性の危険性があることから、操作者(医師、超音波診断技師)の熟練度が要求される。このため、3次元画像を取得できる2次元配列の超音波探触子のニーズは、高い。

20

【0004】

このような超音波探触子は、以下のようにエネルギー変換を行う。送信では、電気エネルギーを機械エネルギー(ダイヤフラムの振動)に、さらに機械エネルギーを音響エネルギー(超音波)に変換する。一方、受信では、音響エネルギー(超音波)を機械エネルギー(ダイヤフラムの振動)に、さらに機械エネルギーを電気エネルギーに変換する。

【0005】

機械エネルギーと音響エネルギーにおける相互の変換は、音響整合が重要であり、pMUTの実効音響インピーダンスを生体の音響インピーダンスに整合させることが設計のポイントである。電気エネルギーと機械エネルギーにおける相互の変換は、圧電部材を含むダイヤフラム構成のエネルギー変換効率を高めることが重要である。圧電部材は、電界の方向と同じ方向(33方向)の歪みを利用することが最も効率が良い(圧電部材の性能を表す指標ではk値:電気機械結合係数が高くなる)ため、超音波探触子では、33方向の歪みを用いる構成が有利である。また、この構成は、PZTの厚み方向に電極を配設した構成に比べ、電極間隔を比較的大きく取れるため超音波を受信する場合の感度(単位圧力に対する出力電圧)を向上できるメリットもある。

30

【0006】

このような33方向の歪みを利用した方式の超音波探触子として、例えば図17に示す構造の素子が知られている。この素子は、リング板状の圧電部材aと、その圧電部材aの厚さ方向の一方面である上面における径内側に配設したリング状のプラス電極bと、そのプラス電極bの径外側に配設したリング状のマイナス電極cとを有する薄膜状のダイヤフラムdとを有し、これを保持部材eで保持した構造である。そして、この構造の素子を駆動する場合、プラス電極bとマイナス電極cとの一対の電極に給電することにより圧電部材aの厚さ方向に垂直な方向(径方向)である33方向に放射状に電界がかけられる。これにより、この素子は、圧電部材aが径方向に歪み(33方向に歪み)、ユニモルフ効果によってダイヤフラムdが太鼓状に撓み変形し、これによって超音波を送受信する。

40

【0007】

また、33方向の歪みを利用した方式として、例えば特許文献1に超小型シェル型変換器が開示されている。この変換器は、保持基板上に、二つのショルダー部分の内側に、圧電部材(ソリッド電気アクティブ媒体)を積層したダイヤフラム(アーチ部分)を形成す

50

るとともに、それぞれのショルダー部分に一对の電極を取り付けてダイヤフラムと保持基板との間にチャンバーを形成する。そして、電圧がプラス電極からマイナス電極に沿って印加され、同方向の電界が発生する。これにより、この変換器では、圧電部材に応力が同方向に誘導し、この結果、ダイヤフラムが厚さ方向の上方または下方に動いて湾曲状に撓み変形する。

【 0 0 0 8 】

ところで、このようなダイヤフラムの圧電部材における配向方向と分極方向が一致していない場合には圧電特性が上がり難い。

【 0 0 0 9 】

しかしながら、厚さ方向に垂直な方向である上記 3 3 方向を利用した上記リング形状の電極を配設した図 1 7 に示す構造では、一对の電極の間に電圧をかけて分極処理を行うために分極方向が放射方向になって、圧電部材 a の配向方向と分極方向が異なり、圧電特性が上がり難い。

10

【 0 0 1 0 】

より詳しくは、例えば圧電部材 a を、その圧電部材 a の格子定数に近い格子定数を有する単結晶基板上に形成すると、圧電部材 a を厚さ方向およびその厚さ方向に垂直な方向における一方向（例えば図 1 7 の V - V 方向）に沿った単一配向の圧電部材 a が形成できる。このような単一配向の圧電部材 a を用いても、厚さ方向である上記 3 1 方向の圧電歪みを利用する構成では上記配向方向と分極方向とが同一となるため圧電特性を高くできる一方、厚さ方向に垂直な方向である上記 3 3 方向を利用した上記リング形状の電極では圧電部材 a の配向方向と分極方向（放射方向）が異なる箇所が多くなり、その結果、圧電特性が上がり難い。

20

【 0 0 1 1 】

また、上記特許文献 1 において、配向方向と分極方向との関係については一切開示されておらず、必ずしも圧電特性が良好であるとは言えない。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 2 】

【 特許文献 1 】 米国特許第 6 2 2 2 3 0 4 号明細書

【 発明の概要 】

30

【 0 0 1 3 】

本発明は、上述の事情に鑑みて為された発明であり、その目的は、圧電特性が良好な圧電デバイスおよびその製造方法等の提供を目的とする。そして、本発明の他の目的は、この圧電デバイスを用いた超音波探触子および液滴吐出装置を提供することである。

【 0 0 1 4 】

本発明にかかる圧電デバイス、超音波探触子および液滴吐出装置では、一对の第 1 および第 2 電極は、それぞれ、厚さ方向に垂直な方向に単一配向である圧電部材に、前記厚さ方向に垂直な方向で且つ前記配向の方向に垂直な方向に沿って延設されている。あるいは、一对の第 1 および第 2 電極は、それぞれ、前記厚さ方向に沿う方向で且つ前記配向方向に垂直な方向に沿って延設されている。このため、本発明の圧電デバイスは、良好な圧電特性となる。そして、本発明の超音波探触子および液滴吐出装置は、効率がよい。

40

【 0 0 1 5 】

上記並びにその他の本発明の目的、特徴および利点は、以下の詳細な記載と添付図面から明らかになるであろう。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【 図 1 】 本発明にかかる第 1 実施形態の超音波探触子を有する超音波診断装置の外観構成を示す図である。

【 図 2 】 前記超音波探触子を有する前記超音波診断装置の電氣的な構成を示すブロック図である。

50

【図 3】前記超音波診断装置における超音波探触子の構成を示す断面図である。

【図 4】前記超音波探触子における超音波送受信部の背面図である。

【図 5】前記超音波探触子における超音波送受信部の要部を拡大した正面図である。

【図 6】図 5 に示す V I - V I 線断面図である。

【図 7】前記超音波送受信部の製造工程の説明図に係り、A ~ G は、各製造工程における断面説明図である。

【図 8】A は、単結晶板上に単一配向の圧電部材層を形成した状態を模式的に表した斜視図であり、B は、単結晶層を有しない基板上に圧電部材層を形成した状態を模式的に表した斜視図である。

【図 9】保持基板上に保持された単一配向の圧電部材上に、電極が配設された状態を模式的に表した斜視図である。

10

【図 10】前記圧電部材上に形成された電極間に電圧を印加して圧電部材の分極処理を行う場合を模式的に表した斜視図である。

【図 11】A は、前記超音波送受信部の他の第 1 態様の要部を拡大した断面図であり、B は、前記超音波送受信部の他の第 2 態様の要部を拡大した断面図である。

【図 12】前記超音波送受信部の他の第 3 態様の要部を拡大した正面図である。

【図 13】図 12 に示す X I I - X I I 線断面図である。

【図 14】前記超音波送受信部の他の第 4 態様の要部を拡大した斜視図である。

【図 15】図 14 に示す前記超音波送受信部の他の第 4 態様の要部の断面図である。

【図 16】本発明にかかる第 2 実施形態の液滴吐出装置の要部の断面図である。

20

【図 17】超音波探触子の超音波送受信部の従来例の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明にかかる実施の一形態を図面に基づいて説明する。なお、各図において同一の符号を付した構成は、同一の構成であることを示し、適宜、その説明を省略する。なお、本明細書において、総称する場合には添え字を省略した参照符号で示し、個別の構成を指す場合には添え字を付した参照符号で示す。

【0018】

図 1 は、第 1 実施形態の超音波探触子を有する超音波診断装置の外観構成を示す図である。図 2 は、第 1 実施形態の超音波探触子を有する超音波診断装置の電気的な構成を示すブロック図である。図 3 は、第 1 実施形態の超音波探触子の構成を示す断面図である。

30

【0019】

第 1 実施形態における超音波診断装置 S は、図 1 に示すように、超音波診断装置本体 1 と、超音波探触子 2 とを備える。超音波探触子 2 は、図略の生体等の被検体に対して超音波（第 1 超音波信号）を送信し、この第 1 超音波信号に基づく被検体内から来た超音波（第 2 超音波信号）を受信するものである。超音波診断装置本体 1 は、超音波探触子 2 とケーブル 3 を介して接続され、超音波探触子 2 へケーブル 3 を介して電気信号の送信信号を送信することによって超音波探触子 2 に被検体に対して第 1 超音波信号を送信させ、超音波探触子 2 で受信された被検体内から来た第 2 超音波信号に応じて超音波探触子 2 で生成された電気信号の受信信号に基いて被検体内の内部状態を超音波画像として画像化するものである。

40

【0020】

この第 1 超音波信号に基づく被検体内から来た超音波は、被検体内における音響インピーダンスの不整合によって被検体内で第 1 超音波信号が反射した反射波（エコー）だけでなく、例えば微小気泡（マイクロバブル）等の超音波造影剤（コントラスト剤）が用いられている場合には、第 1 超音波信号に基いて超音波造影剤の微小気泡で生成される超音波もある。超音波造影剤では、超音波の照射を受けると、超音波造影剤の微小気泡は、共振もしくは共鳴し、さらに一定の閾値以上の音圧では崩壊、消失する。超音波造影剤では、微小気泡の共振によって、あるいは微小気泡の崩壊、消失によって、超音波が生じている。

50

【 0 0 2 1 】

超音波診断装置本体 1 は、例えば、図 2 に示すように、操作入力部 1 1 と、送信部 1 2 と、受信部 1 3 と、画像処理部 1 4 と、表示部 1 5 と、制御部 1 6 とを備えている。

【 0 0 2 2 】

操作入力部 1 1 は、例えば、診断開始等を指示するコマンドや被検体の個人情報等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等である。

【 0 0 2 3 】

送信部 1 2 は、例えば制御部 1 6 からの制御信号を超音波探触子 2 に送信する。受信部 1 3 は、例えば超音波探触子 2 から送られてくる受信信号を受信して画像処理部 1 4 へ出力する。

10

【 0 0 2 4 】

画像処理部 1 4 は、制御部 1 6 の制御に従って、受信部 1 3 で受信された、第 1 超音波信号に基づく被検体内から来た第 2 超音波信号における所定の周波数成分に基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。前記所定の周波数成分は、例えば、基本波成分、ならびに、例えば 2 次高調波成分、3 次高調波成分および 4 次高調波成分等の高調波成分を挙げることができる。画像処理部 1 4 は、複数の周波数成分を用いて超音波画像を形成するように構成されてもよい。画像処理部 1 4 は、例えば、受信部 1 3 の出力に基いて被検体の超音波画像を生成する DSP (Digital Signal Processor)、および、表示部 1 5 に超音波画像を表示すべく、前記 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) 等を備える。前記 DSP は、例えば、B モード処理回路、ドブラ処理回路およびカラーモード処理回路等を備え、いわゆる B モード画像、ドブラ画像およびカラーモード画像の生成が可能とされている。

20

【 0 0 2 5 】

表示部 1 5 は、制御部 1 6 の制御に従って、画像処理部 1 4 で生成された被検体の超音波画像を表示する装置である。表示部 1 5 は、例えば、CRT ディスプレイ、LCD (液晶ディスプレイ)、有機 EL ディスプレイおよびプラズマディスプレイ等の表示装置やプリンタ等の印刷装置等である。

【 0 0 2 6 】

制御部 1 6 は、例えば、マイクロプロセッサ、記憶素子およびその周辺回路等を備えて構成され、これら超音波探触子 2、操作入力部 1 1、送信部 1 2、受信部 1 3、画像処理部 1 4 および表示部 1 5 を当該機能に応じてそれぞれ制御することによって超音波診断装置 5 の全体制御を行う回路である。

30

【 0 0 2 7 】

超音波探触子（超音波プローブ、トランスデューサ）2 は、図 3 に示すように探触子本体 4 と、探触子本体 4 に設けられ超音波の送受信を行なう超音波送受信部（圧電デバイス）5 とを備えている。尚、図 3 に示す X 方向を上側、Y 方向を下側として説明する。後述の図 6、図 7 ~ 図 1 1、図 1 3、図 1 6 において同じである。

【 0 0 2 8 】

探触子本体 4 は、前端に設けられた被覆層 4 1 と、後端側に設けられた信号処理回路部 4 2 と、被覆層 4 1 と信号処理回路部 4 2 との間に配設されたバッキング材層 4 3 とを備えている。

40

【 0 0 2 9 】

被覆層 4 1 は、診断に際して、例えば被検体としての生体と当接し、その当接に際し不快感を与えることがないものであって、人体との音響整合をとるために音響インピーダンスが人体に近いシリコンゴム等から形成されている。

【 0 0 3 0 】

バッキング材層 4 3 は、超音波送受信部 5 に発生する不要振動を減衰する等の役割を果たす。

50

【 0 0 3 1 】

信号処理回路部 4 2 は、ケーブル 3 を介して超音波診断装置 S と接続されているとともに、超音波送信用のパルス信号の生成、或いは、受信パルス信号の処理などを行なう。

【 0 0 3 2 】

より詳しくは、信号処理回路部 4 2 は、制御部 1 6 の制御に従って、上記送信部 1 2 から送られてくる電気信号の送信信号を供給して超音波送受信部 5 に第 1 超音波信号を発生させる。例えば、高電圧のパルスを生成する高圧パルス発生器等を備えて構成される。この信号処理回路部 4 2 で生成された駆動信号は、後述の複数の素子 7 (図 4 参照) それぞれに対し適宜に遅延時間を個別に設定した、パルス状の複数の信号であり、ダイヤフラム 6 のそれぞれに供給される。この複数の駆動信号によって、各ダイヤフラム 6 から放射された超音波の位相が特定方向 (特定方位) (あるいは、特定の送信フォーカス点) において一致し、その特定方向にメインビームを形成した送信ビームの第 1 超音波信号が、発生する。

10

【 0 0 3 3 】

また、信号処理回路部 4 2 は、制御部 1 6 の制御に従って、超音波送受信部 5 から電気信号の受信信号を受信し処理する。そして、送信時の送信ビームの形成と同様に、受信時にもいわゆる整相加算することによって受信ビームが形成されてよい。すなわち、ダイヤフラム 6 からなる素子 7 それぞれから出力される複数の出力信号に対し適宜に遅延時間が個別に設定され、これら遅延された複数の出力信号を加算することによって、各出力信号の位相が特定方向 (特定方位、あるいは、特定の受信フォーカス点) において一致し、その特定方向にメインビームが形成される。このような場合において、例えば、前記増幅器で増幅された各出力信号が入力される受信ビームフォーマ等も備えてよい。尚、この信号処理回路部 4 2 は、超音波診断装置本体 1 に設けられてもよく、適宜に変更できる。

20

【 0 0 3 4 】

超音波送受信部 5 は、探触子本体 4 の被覆層 4 1 とバッキング材層 4 3 との間に配設されている。この実施形態の超音波送受信部 5 は、図 4 および図 5 に示すように複数のダイヤフラム 6 と、それらのダイヤフラム 6 を保持した保持基板 8 とを備えている。

【 0 0 3 5 】

保持基板 8 は、この実施形態では、板状の基板本体 8 1 と、基板本体 8 1 の上面に積層され基板本体 8 1 より厚さの薄いシート体 8 2 とを備えている。

30

【 0 0 3 6 】

この保持基板 8 には、図 4 に示すように、左右方向および前後方向に配列された複数のほぼ正方形の凹部 8 3 が設けられている。各凹部 8 3 は、図 6 に示すように基板本体 8 1 の下面から上面側のシート体 8 2 に至るまで、基板本体 8 1 を貫通するようにして形成されている。この凹部 8 3 によって、凹部 8 3 の上方側に凹部 8 3 に囲まれて、保持基板 8 における凹部 8 3 以外の他の領域よりも厚さが薄い、シート体 8 2 の一部から構成されたメンブレン 6 1 が形成されている。

【 0 0 3 7 】

各ダイヤフラム 6 は、上記メンブレン 6 1 と、メンブレン 6 1 の上面に積層されそのメンブレン 6 1 とでユニモルフ構造を採る薄い板状の圧電部材 6 2 と、一对の電極 6 3、6 4 とを備えている。

40

【 0 0 3 8 】

メンブレン 6 1 は、この実施形態では、後述の P Z T に良好な電位分布を得るために絶縁性の物質、例えば二酸化シリコン (SiO_2) 或いは窒化シリコン (SiN) から構成され、シート状 (この実施形態では、 $2\mu\text{m}$ 程度の厚さ) に形成されている。

【 0 0 3 9 】

また、この実施形態のメンブレン 6 1 は、その前後方向 (W - W 方向) の幅が上記凹部 8 3 のその幅よりも狭い長方形に形成されている。メンブレン 6 1 の前端と上記凹部 8 3 の前内壁面との間、およびメンブレン 6 1 の後端と上記凹部 8 3 の後内壁面との間のそれぞれにスリット孔 8 4 が形成されている。従って、メンブレン 6 1 は、その左右両端が

50

基板本体 8 1 に保持されている。

【 0 0 4 0 】

圧電部材 6 2 は、圧電材料から構成されている。この実施形態では、圧電部材 6 2 は、P Z T から構成されている。尚、圧電部材 6 2 は、P Z T から構成されるものに限らず、例えば圧電部材を、水晶、ニオブ酸リチウム (LiNbO_3)、ニオブ酸タンタル酸カリウム ($\text{K}(\text{Ta}, \text{Nb})\text{O}_3$)、チタン酸バリウム (BaTiO_3)、タンタル酸リチウム (LiTaO_3)、チタン酸ストロンチウム (SrTiO_3)、P Z N - P T および P M N - P T 等から構成することもでき、適宜変更できる。

【 0 0 4 1 】

この実施形態の圧電部材 6 2 は、メンブレン 6 1 と略同じ大きさの四角形状で、その厚さは、例えば、 $2\ \mu\text{m}$ 程度である。

10

【 0 0 4 2 】

圧電部材 6 2 は、左右方向の第 1 方向 (V - V 方向) に沿って配列された単一配向の結晶から構成されている。本実施形態の圧電部材 6 2 は、第 1 方向に加えてその第 1 方向に垂直な前後方向の第 2 方向 (W - W 方向) に沿って配列された単一配向の結晶である。すなわち、圧電部材 6 2 は、第 1 方向と、この第 1 方向と線形独立な第 2 方向との 2 方向に 2 次元層状 (2 次元板状) である。

【 0 0 4 3 】

このような単一配向の圧電部材 6 2 は、例えば図 8 A に示すように、単結晶の層である単結晶層 (図示せず) を有する単結晶板 1 0 のその単結晶層上に圧電部材をエピタキシャル成長させることにより得ることができる。

20

【 0 0 4 4 】

単結晶板 1 0 は、圧電部材 6 2 をエピタキシャル成長させ得るものであることが必要であり、そのために、互いの格子定数がマッチングできる程度に近似していることが必要である。例えば図 8 B に示すように、圧電部材 6 2 を形成する基板 1 0 a が、単結晶層を有しない場合、あるいは、単結晶層を有しても、互いの格子定数がマッチングできず圧電部材 6 2 がエピタキシャル成長できない場合、圧電部材 6 2 の結晶がランダムに配列して単一配向にならない。

【 0 0 4 5 】

例えば、本実施形態のように圧電部材 6 2 として P Z T を用いる場合、圧電部材、単結晶板の格子定数等を表した表 1 に示すように P Z T の格子定数 ($0.41\ \text{nm}$) に近い M g O (格子定数 $0.42\ \text{nm}$) が単結晶板 1 0 として好適に用いられる。また、圧電部材 6 2 として P Z T を用いる場合に、 SrTiO_3 (格子定数 $0.39\ \text{nm}$)、 Al_2O_3 (格子定数 $0.48\ \text{nm}$) も単結晶板 1 0 として用いることができる。

30

【 0 0 4 6 】

【表 1】

	材料	線膨張係数 (ppm/K)	格子定数 (nm)
圧電部材	PZT	6.7	0.41
単結晶板	Al ₂ O ₃	9.2	0.48
	SrTiO ₃	9.4	0.39
	MgO	11	0.42

10

【0047】

電極は、図5、図6に示すように、一对のプラス電極63（第1電極）とグランド電極64（第2電極）とから構成されている。

【0048】

20

これら電極63、64は、金または白金等から構成され、圧電部材62の厚さ方向の一方面である上面および側面に、互いに所定の間隔をもって、圧電部材62の厚さ方向（X-Y方向）に垂直な方向で且つ圧電部材62の結晶の配向方向（この実施形態ではV-V方向）に垂直な方向（この実施形態ではW-W方向）に沿って延ばされるようにして配設されている。

【0049】

より詳しくは、プラス電極63は、圧電部材62の上面における左端縁に所定幅で、前端側から後端側に直線的に延ばされるように配設されている。すなわち、プラス電極63は、圧電部材62の上面における第1方向（V-V方向）の一方端縁に所定幅で、圧電部材62の上面における第2方向（W-W方向）の一方端から他方端まで、直線的に延設されている。

30

【0050】

一方、グランド電極64は、圧電部材62の上面における右端縁にプラス電極63と略同幅で、前端側から後端側にプラス電極63と平行に直線的に延びるように配設されている。すなわち、グランド電極64は、圧電部材62の上面における第1方向（V-V方向）の他方端縁に所定幅で、圧電部材62の上面における第2方向の一方端から他方端まで、直線的に延設されている。したがって、プラス電極63とグランド電極64とは、圧電部材62の上面で、所定の間隔を空けて、互いに平行に配設されている。

【0051】

尚、電極63、64は、圧電部材62の上面および側面に配設される形態に限らず、例えば、プラス電極63およびグランド電極64を圧電部材62の上面にのみ配設するように構成されてよく、あるいは、プラス電極63を圧電部材62の左側面にのみ配設してグランド電極64を圧電部材62の右側面にのみ配設するように構成されてもよく、適宜に変更できる。

40

【0052】

また、この実施形態では、上述のように形成された複数のダイヤフラム6は、図4に示すように、4つのダイヤフラム6を1素子7（図4の二点鎖線で囲んだ4つ）として共通に接続されて同調して動作するように構成される。そして、複数の素子7は、前後左右に2次元的に配列されている。

【0053】

50

より詳しくは、グラウンド電極 6 4 は、図 4 の二点鎖線で囲んだ 4 つのダイヤフラム 6 ごとに配設されたもの同士が図 5 に示すグラウンド電極接続配線 6 7 を介して互いに通電可能に接続され、貫通配線等を介して信号処理回路部 4 2 に接続される。

【 0 0 5 4 】

プラス電極 6 3 は、図 4 の二点鎖線で囲んだ 4 つのダイヤフラム 6 ごとに配設されたもの同士がプラス電極接続配線 6 6 を介して互いに通電可能に接続されているとともに、その 4 つのダイヤフラム 6 からなる 1 素子 7 それぞれから延設された素子接続配線（図示せず）によって複数の素子 7 同士が接続され、貫通配線等を介して信号処理回路部 4 2 に接続される。

【 0 0 5 5 】

10

このような超音波送受信部 5 は、本実施形態では、次のようにして形成される。

【 0 0 5 6 】

まず、図 7 A に示すように 3 0 0 μ m 程度の M g O (1 0 0) からなる単結晶板 1 0 上にスパッタリング法を用いて圧電部材層 6 2 a が、2 μ m 程度形成される。成膜方法は、スパッタリング法の他に、C V D 法やゾルゲル法等でもよい。

【 0 0 5 7 】

この形成された圧電部材層 6 2 a は、図 8 A に示すように単結晶板 1 0 上でエピタキシャル成長して、結晶が第 1 方向（V - V 方向）および第 2 方向（W - W 方向）に配列した単一配向になっている。

【 0 0 5 8 】

20

次に、厚み 2 0 0 μ m の S i 基板からなる基板本体 8 1 の上下両面のそれぞれに厚さ 2 μ m の熱酸化膜からなるシート体 8 2 、8 2 a が付いた保持基板 8 が用意される。尚、熱酸化膜の代わりに、窒化膜等が形成されてもよい。

【 0 0 5 9 】

そして、図 7 B に示すように単結晶板 1 0 上に形成した圧電部材層 6 2 a をシート体 8 2 側に向けて圧電部材層 6 2 a とシート体 8 2 とを接着剤等で張り合わせるようにして圧電部材層 6 2 a が、保持基板 8 に保持される。

【 0 0 6 0 】

圧電部材層 6 2 a とシート体 8 2 とを張り合わせる接着剤は、例えばポリイミド系、エポキシ系、アクリル系等である。圧電部材層 6 2 a とシート体 8 2 とを張り合わせる方法は、接着剤による方法に限らず、例えば、樹脂接合、S O G 接合、B C G 接合等であってもよく、適宜に変更して実施できる。

30

【 0 0 6 1 】

その後、図 7 C に示すように熱リン酸水溶液等により、M g O 基板からなる単結晶板 1 0 が、圧電部材層 6 2 a から除去される。

【 0 0 6 2 】

次に、図 7 D に示すように圧電部材層 6 2 a の上面にチタン（2 0 n m）、白金（1 0 0 n m）が、順次にスパッタで成膜され、電極形成層 6 3 a が形成される。電極形成層 6 3 a におけるチタンは、密着層で、白金は、プラス電極 6 3、プラス電極接続配線 6 6、グラウンド電極 6 4 およびグラウンド電極接続配線 6 7 となる。

40

【 0 0 6 3 】

そして、レジストが塗布され、露光、現像が行われ、このレジストをマスクとして上記チタンおよび白金からなる電極形成層 6 3 a が、エッチングされ、図 7 E に示すようにプラス電極 6 3、グラウンド電極 6 4、さらに、図 7 で図示しないプラス電極接続配線 6 6、およびグラウンド電極接続配線 6 7 のそれぞれが形成される。

【 0 0 6 4 】

その後、圧電部材層 6 2 a をパターニングするためのレジストパターンが形成され、フッ硝酸で圧電部材層 6 2 a をウェットエッチングすることによって、図 7 F に示すように四角形状の圧電部材 6 2 が、複数（図 7 F では 1 つだけ表れている）、形成される。

【 0 0 6 5 】

50

次に、保持基板 8 の下面側のシート体 8 2 a における各圧電部材 6 2 に対応する部分にレジストが塗布され、露光、現像が行われ、レジストパターンが形成される。そして、シート体 8 2 a が、R I E 装置でドライエッチング (C H F ₃ ガス) され、レジストで保護されていないシート体 8 2 a が、除去される。

【 0 0 6 6 】

このパターンがダイヤフラムの変形部となり、この実施形態で 1 辺が 5 0 μ m の矩形パターンとした。そのシート体 8 2 a のパターンをマスクに基板本体 8 1 が、I C P 装置のボッシュプロセスで深堀加工することによって凹部 8 3 が形成される。これにより、凹部 8 3 の上面側に凹部 8 3 で囲まれたシート体 8 2 が、メンブレン 6 1 とされ、そのメンブレン 6 1 の前後両端部が、カットされてスリット孔 8 4 (図 5 A に図示) が形成される。これにより、凹部 8 3 の上方側に 1 辺が 5 0 μ m 程度のダイヤフラム 6 が得られる。

10

【 0 0 6 7 】

その後、図 1 0 に示すようにプラス電極 6 3 とグランド電極 6 4 との間に、数 V / μ m 以上の電界がかかるように電圧が、印加される。これにより、圧電部材 6 2 の全体に配向方向と同方向の第 1 方向 (V - V 方向) に沿った単一方向 P (分極方向) に分極処理が行われる。

【 0 0 6 8 】

尚、上記実施形態では、圧電部材層 6 2 a とシート体 8 2 とを接着剤で接合して圧電部材層 6 2 a が、保持基板 8 に転写され、単結晶板 1 0 が除去されたが、この転写する方法に限らず、例えば M g O 基板から構成した単結晶板が、そのまま保持基板 1 0 8 とされてもよい。

20

【 0 0 6 9 】

より詳しくは、図 1 1 A に示すように、保持基板 1 0 8 が、M g O の単結晶板から構成され、その保持基板 1 0 8 の厚さ方向の一方面である上面に圧電部材層を成膜方法によって成膜して加工して圧電部材 6 2 が、形成されるとともに、プラス電極 6 3、プラス電極接続配線 6 6、グランド電極 6 4 およびグランド電極接続配線 6 7 が形成され、厚さ方向の他方面である下面に、下面から上面側に所定深さで凹部 1 8 3 が、形成される。

【 0 0 7 0 】

この凹部 1 8 3 は、例えばレジストからなるマスク材で下面をマスクし、濃度 4 0 %、8 0 ° C の熱リン酸溶液でエッチング加工することによって形成される。

30

【 0 0 7 1 】

また、図 1 1 B に示すように、S i 基板からなる保持基板 1 0 8 a 上に、単結晶層 1 0 b が形成され、その上に圧電部材 6 2 が、形成される。そして、保持基板 1 0 8 a の下面に凹部 1 8 3 a が形成されてもよい。この場合の単結晶層 1 0 b を形成する方法として、保持基板 1 0 8 a 上にスパッタ等で堆積する、あるいは、接合する (接合した単結晶層 1 0 b が厚い場合はその後研磨して厚さ調整) 方法が挙げられる。

【 0 0 7 2 】

以上のように構成された超音波探触子を有する超音波診断装置 S で診断する場合、例えば、操作入力部 1 1 から診断開始の指示が入力されると、制御部 1 6 の制御に従い、信号処理回路部 4 2 で超音波送信用のパルス信号が生成される。

40

【 0 0 7 3 】

この生成されたパルス信号は、超音波送受信部 5 の複数の素子 7 (4 つのダイヤフラム 6) ごとに所定の遅延時間でパルス電圧を、プラス電極 6 3 とグランド電極 6 4 との間に印加して、圧電部材 6 2 の厚さ方向と垂直方向に電界を生じさせる。

【 0 0 7 4 】

この電界により、各圧電部材 6 2 が圧電効果によって厚さ方向に垂直な方向に歪む。また、その際、圧電部材 6 2 の配向方向と分極方向が一致しているため、圧電特性が良好で、効率よく歪む。

【 0 0 7 5 】

この各圧電部材 6 2 の歪により、各ダイヤフラム 6 は、厚さ方向である上下方向の上側

50

に湾曲状に撓み変形する。そして、ダイヤフラム 6 が撓み変形し、その共振特性（共振周波数と減衰特性）に応じた振動が加振され、パルス状の超音波が生体内へ発信される。アレイの各素子 7 の位相を所定量ずらすことで、超音波ビームをフォーカシング、ステアリング（方向制御）し、必要領域を 3 次元状に走査する。生体内では、超音波は、減衰しながら伝わり、音響インピーダンスの差が生じている部位で反射が起こり、超音波探触子 2 へ帰還する。

【0076】

戻った超音波により各ダイヤフラム 6 は、振動し、それに伴う圧電部材 6 2 の歪みに応じて電荷がプラス電極 6 3 に発生する。

【0077】

そして、この発生した電荷は、信号処理回路部 4 2 で処理され、画像処理部 1 4 へ出力され、画像処理部 1 4 は、制御部 1 6 の制御によって、受信された受信信号に基づいて、送信から受信までの時間により被検体までの距離が、素子間の時間差により被検体の方向が、それぞれ検出され、被検体の超音波画像を生成する。さらに、画像処理部 1 4 では、フィルタ法によって受信信号から高調波成分が抽出され、この抽出された高調波成分に基づいてハーモニックイメージング技術を用いて被検体内部の内部状態の超音波画像が生成される。また例えば、画像処理部 1 4 では、位相反転法（パルスインバージョン法）によって受信信号から高調波成分が抽出され、この抽出された高調波成分に基づいてハーモニックイメージング技術を用いて被検体内部の内部状態の超音波画像が生成される。そして、表示部 1 5 は、制御部 1 6 の制御によって、画像処理部 1 4 で生成された被検体の超音波画像を表示する。

【0078】

尚、上記実施形態では、超音波探触子 2 は、圧電部材 6 2 の左端側に配置したプラス電極 6 3 と、圧電部材 6 2 の右端側に配置したグラウンド電極 6 4 との 1 組の一对の電極を備えて構成されたが、この形態のものに限らず、一对のプラス電極およびグラウンド電極を複数組、備えて構成されてもよく、適宜に変更できる。

【0079】

より詳しくは、例えば図 1 2、図 1 3 に示すようにプラス電極は、第 1 組用プラス電極 1 6 3 a と第 2 組用プラス電極 1 6 3 b とから構成され、グラウンド電極は、第 1 組用グラウンド電極 1 6 4 a と第 2 組用グラウンド電極 1 6 4 b とから構成されている。

【0080】

第 1 組用プラス電極 1 6 3 a は、圧電部材 6 2 の上面における左端側に前後方向に沿って配置されている。第 2 組用プラス電極 1 6 3 a は、圧電部材 6 2 の前面における第 1 組用プラス電極 1 6 3 a の右側方に所定の距離をもって第 1 組用プラス電極 1 6 3 a と平行に配置され、第 1 組用プラス電極 1 6 3 a と共通に接続されている。

【0081】

第 1 組用グラウンド電極 1 6 4 a は、圧電部材 6 2 の前面における第 1 組用プラス電極 1 6 3 a と第 2 組用プラス電極 1 6 3 a との間に、第 1 組用プラス電極 1 6 3 a と所定の距離をもって平行に配置されている。第 2 組用グラウンド電極 1 6 4 b は、圧電部材 6 2 の前面における右端側であって第 2 組用プラス電極 1 6 3 a の右側方側に第 2 組用プラス電極 1 6 3 a と所定の距離をもって平行に配置され、第 1 組用グラウンド電極 1 6 4 a と共通接続されている。

【0082】

このように構成することによって、より低い電圧で圧電部材 6 2 を歪ませることが可能となり、より一層効率よく圧電部材 6 2 を歪ませることができる。

【0083】

尚、この場合の圧電部材 6 2 の分極は、例えば第 2 組用プラス電極 1 6 3 b と共通に接続される前の第 1 組用プラス電極 1 6 3 a と、第 1 組用グラウンド電極 1 6 4 a と共通接続される前の第 2 組用グラウンド電極 1 6 4 b との間に、数 V / μ m 以上の電界がかかるように電圧を印加することによって、圧電部材 6 2 の全体に配向方向と同方向の第 1 方向（V

10

20

30

40

50

- V 方向) に沿った単一方向 P (分極方向) に分極処理が行われる。

【0084】

また、上記実施形態では、超音波探触子 2 は、圧電部材 6 2 の左端側に配置したプラス電極 6 3 と、圧電部材 6 2 の右端側に配置したグランド電極 6 4 との 1 組の一对の電極を備えて構成されたが、これに代え、あるいは、これに追加して、圧電部材 6 2 の側壁にさらに他の一对の電極を備えてもよい。

【0085】

図 1 4 は、前記超音波送受信部の他の第 4 態様の要部を拡大した斜視図である。図 1 5 は、図 1 4 に示す前記超音波送受信部の他の第 4 態様の要部の断面図である。

【0086】

図 1 4 および図 1 5 には、プラス電極 6 3 およびグランド電極 6 4 に追加して圧電部材 6 2 の側壁にさらに他の一对の電極 9 1、9 2 を備える構成が示されている。図 1 4 および図 1 5 において、この第 4 態様では、超音波探触子 2 は、圧電部材 6 2 の左端側面 (側壁) 上に厚さ方向に沿う方向でかつ前記配向方向に垂直な方向に沿って延設されるプラス電極 9 1 と、圧電部材 6 2 の右端側面 (側壁) 上に厚さ方向に沿う方向でかつ前記配向方向に垂直な方向に沿って延設されるグランド電極 9 2 との 1 組の一对の電極をさらに備えている。なお、図 1 4 および図 1 5 において、一对の電極 6 3、6 4 は、無くてもよい。

【0087】

このように、探触子本体に設けられ超音波の送受信を行なう超音波送受信部 (圧電デバイス) は、板状の圧電部材 6 2 と、圧電部材 6 2 に電圧を印加する一对の第 1 および第 2 電極 9 1、9 2 とを備え、圧電部材 6 2 は、厚さ方向 (X - Y 方向) に垂直な方向 (V - V 方向) に単一配向であり、一对の第 1 および第 2 電極 9 1、9 2 は、それぞれ、前記厚さ方向 (X - Y 方向) に沿う方向で且つ前記配向方向 (V - V 方向) に垂直な方向 (W - W) に沿って延設されている。

【0088】

このように構成することによって、圧電部材 6 2 の厚さ方向と垂直に電界が生じやすくなり、配向方向と分極方向とがより一致する。

【0089】

また、上記実施形態では、圧電デバイスは、超音波探触子 2 に用いられたが、これに限らず、例えばプリンタ (図示せず) 等に使用されインク等の液滴を吐出する液滴吐出装置 200 に用いることもできる。以下、図 1 6 に基づいて、圧電デバイスを吐出作動部 205 に用いた液滴吐出装置 200 の一例について説明する。

【0090】

この液滴吐出装置 200 は、吐出作動部 205 と、ノズルプレート 211 とを備える。吐出作動部 205 は、圧電部材 262 と、圧電部材 262 の上面上における左端側に配置されたプラス電極 263 と、圧電部材 262 の上面上における右端側に配置されたグランド電極 264 と、これらを保持した保持部材 208 とを備える。

【0091】

圧電部材 262 とプラス電極 263 とグランド電極 264 とは、先の第 1 実施形態のものと同構成である。

【0092】

保持部材 208 も、先の第 1 実施形態のものとほぼ同構成であり、基板本体 281 に形成された凹部が圧力室 283 とされるとともに、その圧力室 283 の内上壁を構成するシート体が、圧力室 283 内のメンブレン 282 を構成している。ただし、この第 2 実施形態では、メンブレン 282 には、先の実施形態に設けられていたスリット孔 84 は、有しない。

【0093】

ノズルプレート 211 は、基板本体 281 の下面にガラス基板 212 を介して陽極接合等で貼り合わせることで形成される。

【0094】

10

20

30

40

50

このガラス基板 2 1 2 には、圧力室 2 8 3 に連通するインク吐出用の穴 2 1 2 a が貫通形成されている。また、ノズルプレート 2 1 1 には、穴 2 1 2 a に連通するインク吐出用の 2 段穴からなるノズル 2 1 1 a が貫通形成されている。尚、ノズルプレート 2 1 2 として、S i、ガラス、ポリイミド、感光性樹脂などが用いられる。

【 0 0 9 5 】

このようにして作製された液滴吐出装置 2 0 0 は、例えばプリンタ本体（不図示）に取り付けられ、吐出作動部 2 0 5 にはインクタンク（不図示）が取り付けられる。吐出作動部 2 0 5 とインクタンクとはインク流路（不図示）によって繋がっている。

【 0 0 9 6 】

このように構成された液滴吐出装置 2 0 0 は、圧電部材 2 6 2 に所定の電圧を印加することにより、圧電部材 2 6 2 が歪み変形し、それに応じてダイヤフラム全体が太鼓状に変形し、圧力室 2 8 3 内のインクがノズル 2 1 1 a から吐出される。

10

【 0 0 9 7 】

本明細書は、上記のように様々な態様の技術を開示しているが、そのうち主な技術を以下に纏める。

【 0 0 9 8 】

一態様に係る圧電デバイスは、板状の圧電部材と、前記圧電部材に電圧を印加する一対の第 1 および第 2 電極とを備え、前記圧電部材は、厚さ方向に垂直な方向において単一配向であり、前記一対の第 1 および第 2 電極は、それぞれ、前記厚さ方向に垂直な方向で且つ前記配向方向に垂直な方向に沿って延設されている。

20

【 0 0 9 9 】

この構成によれば、一対の第 1 および第 2 電極は、それぞれ、圧電部材の厚さ方向に垂直な方向で且つ配向方向に垂直な方向に沿って延びて配設されている。このため、このような圧電デバイスは、第 1 電極と第 2 電極との間に電圧を印加して圧電部材を分極処理することによって、その分極方向と配向方向とを一致させることができ、圧電特性が良好となる。

【 0 1 0 0 】

他の一態様では、上述の圧電デバイスにおいて、単結晶の層である単結晶層と、前記圧電部材を前記単結晶層上にエピタキシャル成長可能に、当該圧電部材を保持した板状の保持基板をさらに備える。

30

【 0 1 0 1 】

このような圧電デバイスは、厚さ方向に垂直な方向に単一配向の圧電部材を容易に得ることができる。

【 0 1 0 2 】

他の一態様では、これら上述の圧電デバイスにおいて、前記単結晶層は、前記保持基板とは別の単結晶板に形成されたものであり、前記単結晶板に形成された圧電部材は、前記保持基板に保持されたものである。

【 0 1 0 3 】

この構成によれば、圧電部材をエピタキシャル成長させる単結晶板と圧電デバイスにおける圧電部材を保持した保持基板とは、別のものから構成される。このため、このような圧電デバイスは、保持基板として、従来から用いられている圧電デバイスの保持基板と同一の素材のものを使用できる。従って、このような圧電デバイスは、従来からその素材のものに対して行われている加工技術を用いて保持基板の加工を行うことができ、製造容易なものにできる。

40

【 0 1 0 4 】

他の一態様では、これら上述の圧電デバイスにおいて、他の 1 以上の対の第 1 および第 2 電極をさらに備える。

【 0 1 0 5 】

このような圧電デバイスは、より低い電圧で圧電部材を歪ませることができ、より一層効率よく圧電部材を歪ませることができる。

50

【 0 1 0 6 】

また、他の一態様に係る超音波探触子は、これら上述のいずれかの圧電デバイスを有する。

【 0 1 0 7 】

このような超音波探触子は、圧電特性の良好な上述の圧電デバイスによって、効率よく超音波を送受信できる。

【 0 1 0 8 】

また、他の一態様に係る液滴吐出装置は、これら上述のいずれかの圧電デバイスを有する。

【 0 1 0 9 】

このような液滴吐出装置は、圧電特性の良好な上述の圧電デバイスによって、効率よく液滴を吐出できる。

【 0 1 1 0 】

また、他の一態様にかかる圧電デバイスは、板状の圧電部材と、前記圧電部材に電圧を印加する一対の第 1 および第 2 電極とを備え、前記圧電部材は、厚さ方向に垂直な方向に単一配向であり、前記一対の第 1 および第 2 電極は、それぞれ、前記厚さ方向に沿う方向で且つ前記配向方向に垂直な方向に沿って延設されている。

【 0 1 1 1 】

このような圧電デバイスでは、圧電部材 6 2 の厚さ方向と垂直に電界が生じやすくなり、配向方向と分極方向とがより一致する。

【 0 1 1 2 】

また、他の一態様に係る圧電デバイスの製造方法は、板状の圧電部材と、前記圧電部材に電圧を印加する一対の第 1 および第 2 電極とを備えた圧電デバイスを製造する圧電デバイスの製造方法であって、厚さ方向に垂直な方向において単一配向の圧電部材を形成する工程と、前記厚さ方向に垂直な方向で且つ前記配向方向に垂直な方向に沿って延ばすようにして前記一対の第 1 および第 2 電極をそれぞれ配設する工程と、を備えている。

【 0 1 1 3 】

この構成によれば、第 1 電極と第 2 電極との間に電圧をかけて圧電部材の分極を行えばよく、これにより、その分極方向と配向方向とを一致させることができ、圧電特性の良好なものにでき、圧電部材の分極を容易に行うことができる。

【 0 1 1 4 】

他の一態様では、上述の圧電デバイスの製造方法において、前記圧電部材を単結晶層上にエピタキシャル成長可能に、当該圧電部材を板状の保持基板に保持する工程をさらに備える。

【 0 1 1 5 】

このような圧電デバイスの製造方法は、厚さ方向に垂直な方向に単一配向の圧電部材を容易に製造できる。

【 0 1 1 6 】

他の一態様では、これら上述の圧電デバイスの製造方法において、前記保持基板とは別の前記単結晶層を有する単結晶板で前記圧電部材を形成する工程と、前記単結晶板に形成した前記圧電部材を、前記保持基板に保持させる工程と、を備えている。

【 0 1 1 7 】

このような圧電デバイスの製造方法は、保持基板として、従来の圧電デバイスと同一の素材のものをを用いることができ、従来からその素材のものに対して行われている加工技術を用いて保持基板を加工することができ、製造容易となる。

【 0 1 1 8 】

この出願は、2012年3月8日出願された日本国特許出願特願2012-51349を基礎とするものであり、その内容は、本願に含まれるものである。

【 0 1 1 9 】

本発明を表現するために、上述において図面を参照しながら実施形態を通して本発明を

10

20

30

40

50

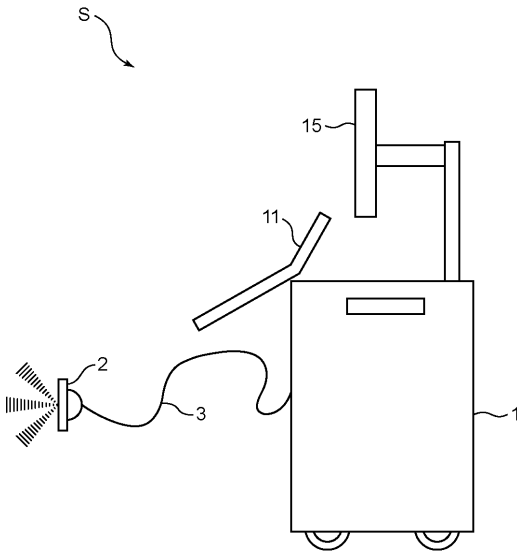
適切且つ十分に説明したが、当業者であれば上述の実施形態を変更および／または改良することは容易に為し得ることであると認識すべきである。したがって、当業者が実施する変更形態または改良形態が、請求の範囲に記載された請求項の権利範囲を離脱するレベルのものでない限り、当該変更形態または当該改良形態は、当該請求項の権利範囲に包括されると解釈される。

【産業上の利用可能性】

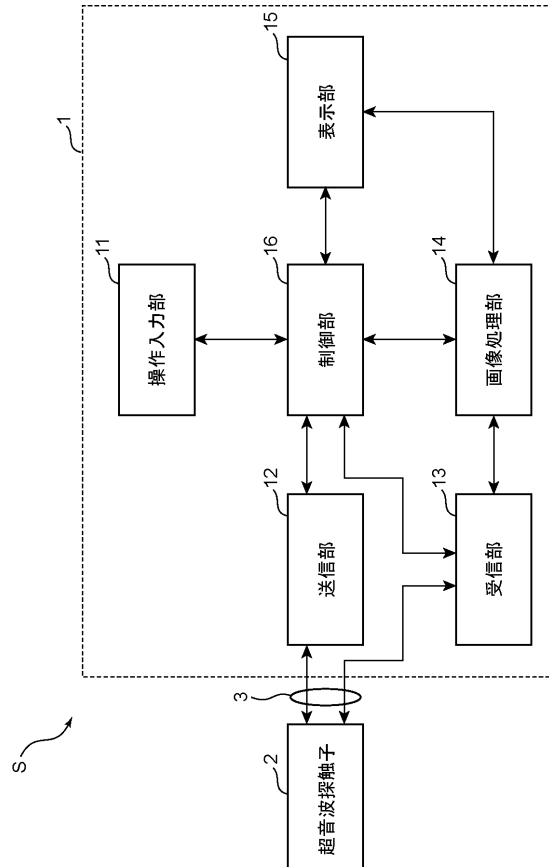
【0120】

本発明によれば、圧電デバイスおよび圧電デバイスの製造方法ならびに圧電デバイスを用いた超音波探触子および液滴吐出装置を提供することができる。

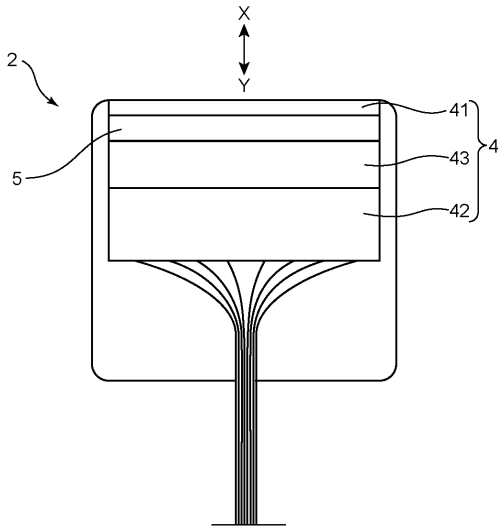
【図1】



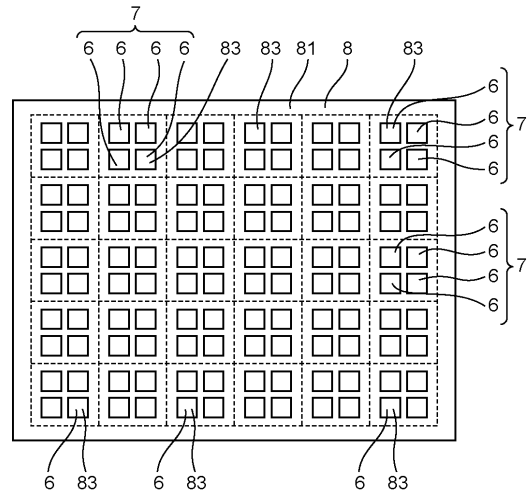
【図2】



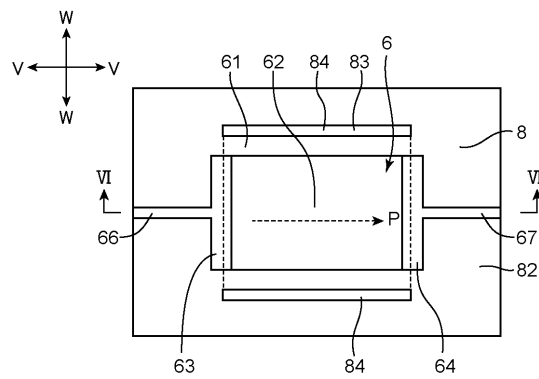
【図 3】



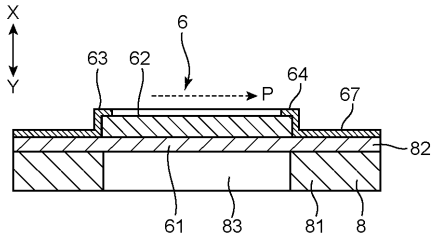
【図 4】



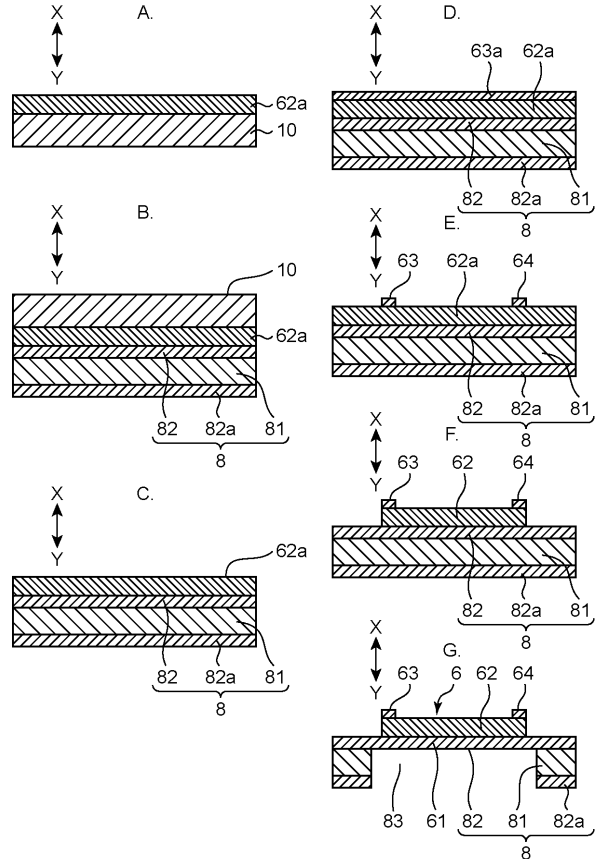
【図 5】



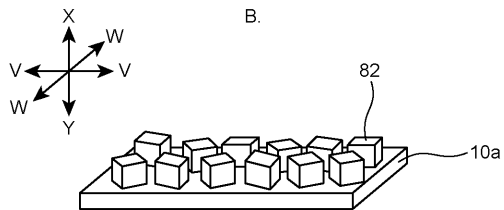
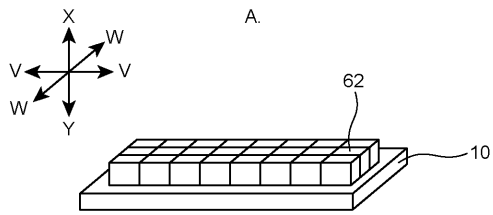
【図 6】



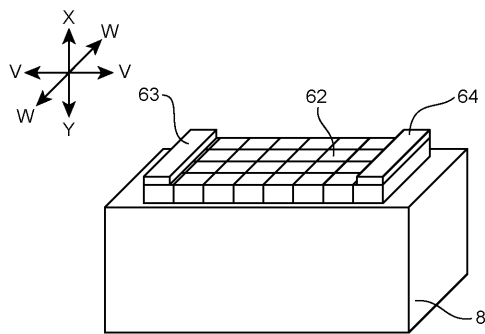
【図 7】



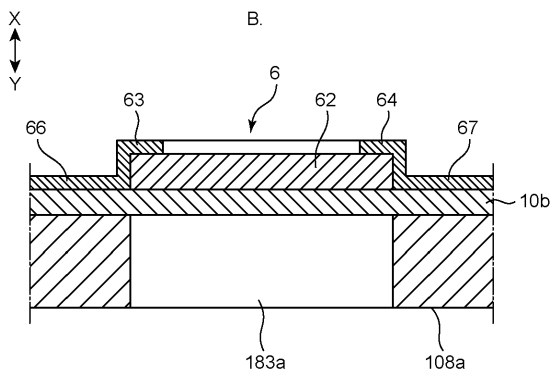
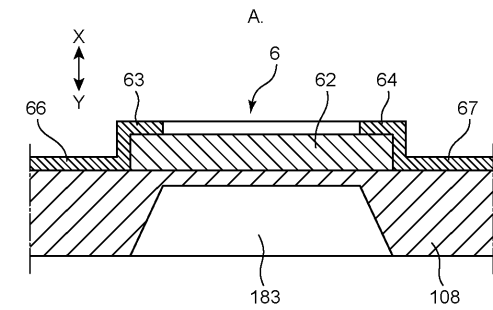
【図 8】



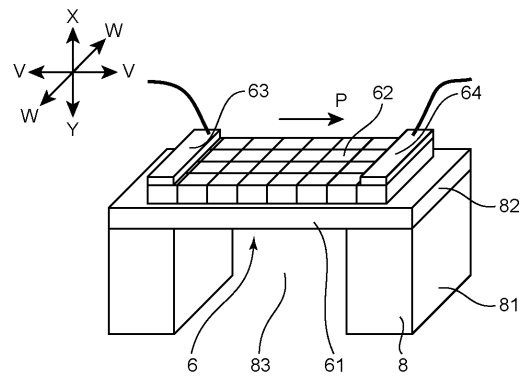
【図 9】



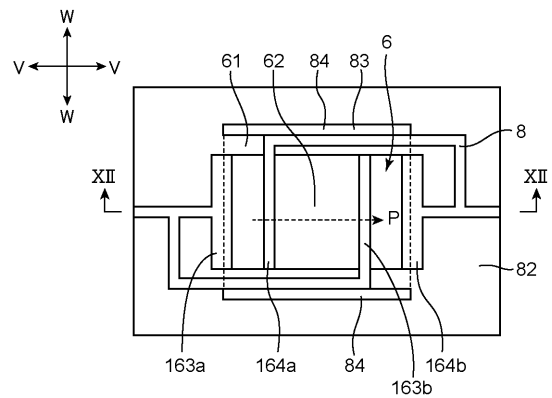
【図 11】



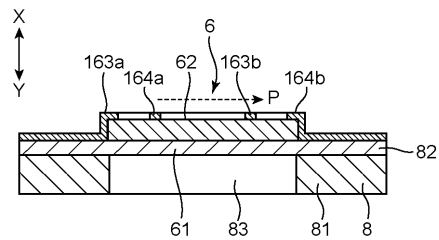
【図 10】



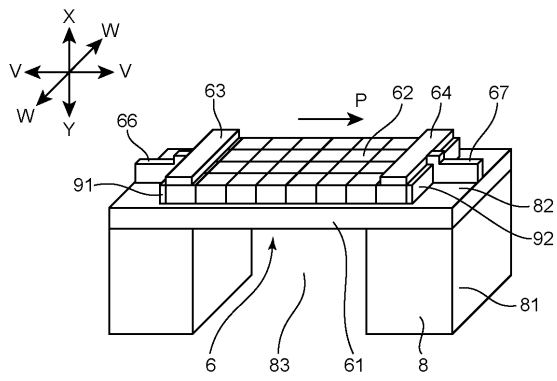
【図 12】



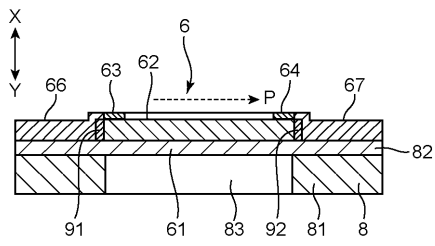
【図 13】



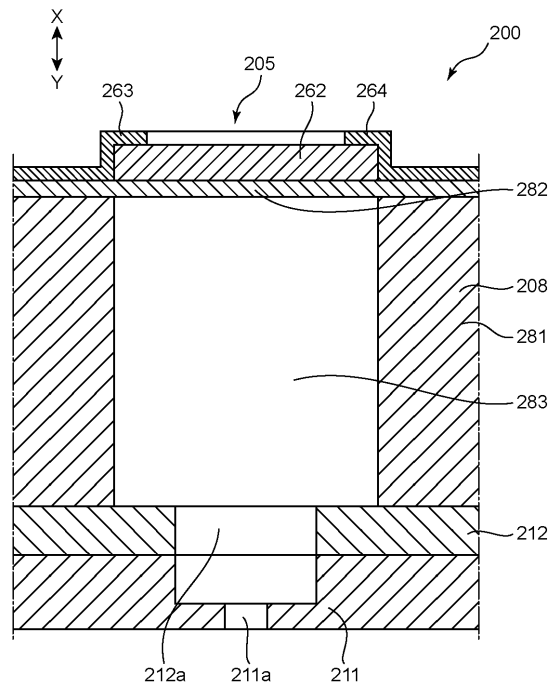
【図 14】



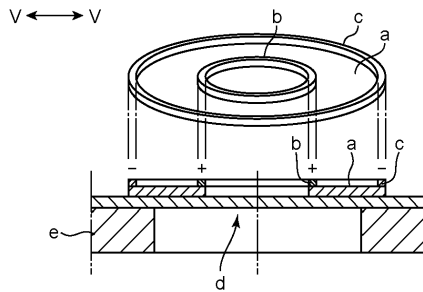
【図 15】



【図 16】



【図 17】



【手続補正書】

【提出日】平成26年8月6日(2014.8.6)

【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】

板状の圧電部材と、
前記圧電部材に電圧を印加する一対の第 1 および第 2 電極とを備え、
前記圧電部材は、厚さ方向に垂直な方向に単一配向であり、
前記一対の第 1 および第 2 電極は、それぞれ、前記厚さ方向に垂直な方向で且つ前記配向方向に垂直な方向に沿って延設されていること
を特徴とする圧電デバイス。

【請求項 2】

単結晶の層である単結晶層と、
前記圧電部材を前記単結晶層上にエピタキシャル成長可能に、当該圧電部材を保持した板状の保持基板とをさらに備えること
を特徴とする請求項 1 に記載の圧電デバイス。

【請求項 3】

前記単結晶層は、前記保持基板とは別の単結晶板に形成されたものであり、
前記単結晶板に形成された圧電部材は、前記保持基板に保持されたものであること
を特徴とする請求項 2 に記載の圧電デバイス。

【請求項 4】

他の 1 以上の対の第 1 および第 2 電極をさらに備えること
を特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の圧電デバイス。

【請求項 5】

請求項 1 または請求項 2 に記載の圧電デバイスを有すること
を特徴とする超音波探触子。

【請求項 6】

請求項 1 または請求項 2 に記載の圧電デバイスを有すること
を特徴とする液滴吐出装置。

【請求項 7】

基板と、
前記基板に積層された板状の圧電部材と、
前記圧電部材に電圧を印加する一対の第 1 および第 2 電極とを備え、
前記圧電部材は、積層方向である厚さ方向に垂直な方向に単一配向であり、
前記一対の第 1 および第 2 電極は、それぞれ、前記厚さ方向に沿う方向で且つ前記配向方向に垂直な方向に沿って延設されていること
を特徴とする圧電デバイス。

【請求項 8】

板状の圧電部材と、前記圧電部材に電圧を印加する一対の第 1 および第 2 電極とを備えた圧電デバイスを製造する圧電デバイスの製造方法であって、
厚さ方向に垂直な方向において単一配向の圧電部材を形成する工程と、
前記厚さ方向に垂直な方向で且つ前記配向方向に垂直な方向に沿って延ばすようにして前記一対の第 1 および第 2 電極をそれぞれ配設する工程と、を備えていること
を特徴とする圧電デバイスの製造方法。

【請求項 9】

前記圧電部材を単結晶層上にエピタキシャル成長可能に形成するように、当該圧電部材

を板状の保持基板に保持する工程をさらに備えること
を特徴とする請求項 8 に記載の圧電デバイスの製造方法。

【請求項 10】

前記保持基板とは別の前記単結晶層を有する単結晶板で前記圧電部材を形成する工程と
、
前記単結晶板に形成した前記圧電部材を、前記保持基板に保持させる工程とを備えていること
を特徴とする請求項 9 に記載の圧電デバイスの製造方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/000743

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L41/09(2006.01)i, H01L41/22(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)

H01L41/09, H01L41/22

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.
Y	JP 62-105600 A (Nihon Dempa Kogyo Co., Ltd.), 16 May 1987 (16.05.1987), page 2, lower left column, line 17 to page 3, upper left column, line 7; fig. 3 (Family: none)	1-6, 8-10
X Y	JP 2005-5698 A (JFE Mineral Co., Ltd.), 06 January 2005 (06.01.2005), paragraphs [0002], [0003]; fig. 1 & EP 1479796 A2 & US 2004/0232803 A1 & CN 1574408 A & KR 10-2004-0100917 A	7 1-6, 8-10
X Y	JP 2008-288453 A (JFE Mineral Co., Ltd.), 27 November 2008 (27.11.2008), paragraphs [0002], [0003]; fig. 1 & US 2010/0109489 A1 & WO 2008/142933 A1 & KR 10-2009-0128464 A	7 1-6, 8-10

☒ 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
17 April, 2013 (17.04.13)Date of mailing of the international search report
07 May, 2013 (07.05.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/000743

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-143047 A (Konica Minolta Medical & Graphic, Inc.), 28 July 2011 (28.07.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 3 / 0 0 0 7 4 3	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01L41/09 (2006.01)i, H01L41/22 (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 (IPC)) Int.Cl. H01L41/09, H01L41/22			
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2013年 日本国実用新案登録公報 1996-2013年 日本国登録実用新案公報 1994-2013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	
Y	J P 6 2 - 1 0 5 6 0 0 A (日本電波工業株式会社) 1987.05.16、第2頁左下欄第17行-第3頁左上欄第7行、第3図 (ファミリーなし)	1-6、8-10	
X Y	J P 2 0 0 5 - 5 6 9 8 A (J F E ミネラル株式会社) 2005.01.06、段落【0002】、【0003】、図1 & E P 1 4 7 9 7 9 6 A 2 & U S 2 0 0 4 / 0 2 3 2 8 0 3 A 1 & C N 1 5 7 4 4 0 8 A	7 1-6、8-10	
☒ 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 17.04.2013		国際調査報告の発送日 07.05.2013	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 工藤 一光	5 F 9 2 7 4
		電話番号 03-3581-1101	内線 3516

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 3 / 0 0 0 7 4 3
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
	& KR 10-2004-0100917 A	
X	JP 2008-288453 A (JFEミネラル株式会社)	7
Y	2008. 11. 27、段落【0002】、【0003】、図1	1-6、8
	& US 2010/0109489 A1	-10
	& WO 2008/142933 A1	
	& KR 10-2009-0128464 A	
A	JP 2011-143047 A (コニカミノルタエムジー株式会社) 2011. 07. 28、全文全図 (ファミリーなし)	1-10

フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
B 4 1 J	2/14	(2006.01)	B 4 1 J	2/14	3 0 5	
B 4 1 J	2/16	(2006.01)	B 4 1 J	2/16	3 0 5	
			B 4 1 J	2/16	5 1 7	

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, KM, 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

F ターム(参考) 2C057 AF93 AG44 AP02 AP14 AP25 AP33 AP52 AP56 AQ02 BA04
BA14
4C601 EE03 GB06 GB19 GB41 GB44

(注) この公表は、国際事務局 (W I P O) により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願 (日本語実用新案登録出願) の国際公開の効果は、特許法第 1 8 4 条の 1 0 第 1 項 (実用新案法第 4 8 条の 1 3 第 2 項) により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	压电装置，超声波探头，液滴排出装置和方法		
公开(公告)号	JPWO2013132747A1	公开(公告)日	2015-07-30
申请号	JP2014503440	申请日	2013-02-12
[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	鯨島幸一 松尾隆		
发明人	鯨島 幸一 松尾 隆		
IPC分类号	H01L41/09 H01L41/047 H01L41/319 H01L41/313 A61B8/00 B41J2/14 B41J2/16		
CPC分类号	A61B8/4405 A61B8/4483 B06B1/06 B41J2/14233 B41J2002/14491 H01L41/047 H01L41/0973 H01L41/1876 H01L41/313 H01L41/316 Y10T29/42 B41J2/14201 H01L41/0475 H01L41/08 H01L41/35		
FI分类号	H01L41/09 H01L41/047 H01L41/319 H01L41/313 A61B8/00 B41J2/14.305 B41J2/16.305 B41J2/16.517		
F-TERM分类号	2C057/AF93 2C057/AG44 2C057/AP02 2C057/AP14 2C057/AP25 2C057/AP33 2C057/AP52 2C057/AP56 2C057/AQ02 2C057/BA04 2C057/BA14 4C601/EE03 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/GB41 4C601/GB44		
代理人(译)	樱井 智		
优先权	2012051349 2012-03-08 JP		
其他公开文献	JP5935870B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

在本发明的压电装置，超声波探测器和液滴排出装置中，一对第一电极和第二电极分别具有在与厚度方向垂直的方向上具有单一取向的压电部件，它在垂直于该方向的方向上或沿着厚度方向并且在垂直于取向方向的方向上延伸。因此，本发明的压电装置具有良好的压电特性。因此，本发明的超声波探头和液滴排出装置是有效的。

