

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6157795号
(P6157795)

(45) 発行日 平成29年7月5日(2017.7.5)

(24) 登録日 平成29年6月16日(2017.6.16)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 8/14 (2006.01) A 6 1 B 8/14

請求項の数 10 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2017-519344 (P2017-519344)	(73) 特許権者	000000376
(86) (22) 出願日	平成28年6月22日(2016.6.22)		オリンパス株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/068538		東京都八王子市石川町2951番地
(87) 国際公開番号	W02016/208631	(74) 代理人	110002147
(87) 国際公開日	平成28年12月29日(2016.12.29)		特許業務法人酒井国際特許事務所
審査請求日	平成29年4月10日(2017.4.10)	(72) 発明者	吉田 暁
(31) 優先権主張番号	特願2015-126051 (P2015-126051)		東京都八王子市石川町2951番地 オリ
(32) 優先日	平成27年6月23日(2015.6.23)		ンパス株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

早期審査対象出願

審査官 宮澤 浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波振動子および超音波プローブ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気信号の入力に応じて超音波を出射するとともに、外部から入射した超音波をエコー信号に変換する素子、および前記素子に積層され、前記素子と観測対象との音響インピーダンスをマッチングさせる一または複数の音響整合層を少なくとも有する複数の超音波エレメントと、

前記音響整合層の表面を通過する面に対して前記素子側と反対側に突出し、前記複数の超音波エレメントのうち、隣接する前記超音波エレメント同士を連結する連結部と、

を備えたことを特徴とする超音波振動子。

【請求項 2】

前記複数の超音波エレメントが、配列方向に沿って湾曲した形状をなすことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波振動子。

【請求項 3】

前記素子には、グラウンド接地用のグラウンド電極が設けられ、
前記連結部は、導電性材料を用いて形成され、前記グラウンド電極と電氣的に接続することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波振動子。

【請求項 4】

前記連結部は、前記音響整合層と同じ材料を用いて形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波振動子。

【請求項 5】

10

20

前記超音波エレメントは、複数の音響整合層を有し、

前記連結部は、連結先の音響整合層と同じ材料を用いて形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波振動子。

【請求項 6】

前記素子の動作によって生じる超音波振動を減衰させるバッキング材をさらに備え、

前記連結部は、前記バッキング材と同じ材料を用いて形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波振動子。

【請求項 7】

前記音響整合層を通過した前記超音波を外部に出射する音響レンズをさらに備え、

前記連結部は、前記音響レンズと同じ材料を用いて形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波振動子。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の超音波振動子を先端に備えたことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 9】

前記超音波振動子を先端に有し、被検体内に挿入される挿入部を備えた超音波内視鏡であることを特徴とする請求項 8 に記載の超音波プローブ。

【請求項 10】

電気信号の入力に応じて超音波を出射するとともに、外部から入射した超音波をエコー信号に変換する素子、および前記素子に積層され、前記素子と観測対象との音響インピーダンスをマッチングさせる一または複数の音響整合層を少なくとも有し、前記超音波を走査する方向に沿うように配列されている複数の超音波エレメントと、

前記音響整合層における前記素子の長手方向の両端に設けられ、前記複数の超音波エレメントのうち、隣接する前記超音波エレメント同士を連結する連結部と、

を備えたことを特徴とする超音波振動子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波を観測対象へ出射するとともに、観測対象で反射された超音波エコーを受信してエコー信号に変換して出力する超音波振動子および超音波プローブに関する。

【背景技術】

【0002】

観測対象である生体組織または材料の特性を観測するために、超音波を適用することがある。具体的には、超音波振動子が、観測対象に超音波を送信し、その観測対象によって反射された超音波エコーを受信し、超音波観測装置が、受信した超音波エコーに対して所定の信号処理を施すことにより、観測対象の画像や特性に関する情報を取得する。

【0003】

超音波振動子は、電氣的なパルス信号を超音波パルス（音響パルス）に変換して観測対象へ照射するとともに、観測対象で反射された超音波エコーを電圧変化で表現する電氣的なエコー信号に変換して出力する素子、および素子に積層され、この素子と観測対象との音響インピーダンスをマッチングさせる音響整合層を少なくとも有する複数のエレメント（超音波エレメント）を備える。例えば、複数の超音波エレメントを所定の方向に沿って並べて、送受信にかかわる超音波エレメントを電的に切り替えたり、各超音波エレメントの送受信に遅延をかけたりすることで、観測対象から超音波エコーを取得する。

【0004】

このような超音波振動子の作製方法として、圧電材料からなる母材を、バッキング材を構成する材料からなるシートに接着し、母材をダイシングにより分割することによって複数の圧電素子を形成する技術が開示されている（例えば、特許文献 1 を参照）。特許文献 1 では、複数の圧電素子が形成されたシートを圧電素子の配列方向に沿って湾曲し、曲面を有するバッキング材に接着することで、コンベックス型の超音波振動子を作製している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平4-26418号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、各超音波エレメントの指向特性（エレメントファクタ：Element Factor）を向上するためには、隣接する超音波エレメント間の超音波の出射側が完全に分断されていることが好ましい。特許文献1では、超音波の出射側からダイシングして超音波エレメント間が完全に分断されるように作製している。しかしながら、複数の超音波エレメントが配列されたシートを湾曲させた場合は、隣接する超音波エレメントにおいて、シートに接着されている側と異なる側、すなわち、超音波の出射側のピッチが、ダイシングにより分割された際のピッチよりも大きくなってしまう。

10

【0007】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、超音波エレメントの指向特性を向上するとともに、超音波エレメントを配列方向に沿って湾曲させた際の超音波を出射する側の超音波エレメントのピッチを分割時のピッチに維持することができる超音波振動子および超音波プローブ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】

【0008】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る超音波振動子は、電気信号の入力に応じて超音波を出射するとともに、外部から入射した超音波をエコー信号に変換する素子、および前記素子に積層され、前記素子と観測対象との音響インピーダンスをマッチングさせる一または複数の音響整合層を少なくとも有する複数の超音波エレメントと、前記音響整合層の表面を通過する面に対して前記素子側と反対側に突出し、前記複数の超音波エレメントのうち、隣接する前記超音波エレメント同士を連結する連結部と、を備えたことを特徴とする。

【0009】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記複数の超音波エレメントが、配列方向に沿って湾曲した形状をなすことを特徴とする。

30

【0010】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記素子には、グラウンド接地用のグラウンド電極が設けられ、前記連結部は、導電性材料を用いて形成され、前記グラウンド電極と電氣的に接続することを特徴とする。

【0011】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記連結部は、前記音響整合層と同じ材料を用いて形成されることを特徴とする。

【0012】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記超音波エレメントは、複数の音響整合層を有し、前記連結部は、連結先の音響整合層と同じ材料を用いて形成されることを特徴とする。

40

【0013】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記素子の動作によって生じる超音波振動を減衰させるバッキング材をさらに備え、前記連結部は、前記バッキング材と同じ材料を用いて形成されることを特徴とする。

【0014】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記音響整合層を通過した前記超音波を外部に出射する音響レンズをさらに備え、前記連結部は、前記音響レンズと同じ材料を用いて形成されることを特徴とする。

50

【 0 0 1 5 】

また、本発明に係る超音波プローブは、上記の発明に係る超音波振動子を先端に備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

また、本発明に係る超音波プローブは、上記発明において、前記超音波振動子を先端に有し、被検体内に挿入される挿入部を備えた超音波内視鏡であることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 7 】

本発明によれば、超音波エレメントの指向特性を向上するとともに、超音波エレメントを配列方向に沿って湾曲させた際の超音波を出射する側の超音波エレメントのピッチを分割時のピッチに維持することができるという効果を奏する。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 8 】

【図 1】図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る内視鏡システムを模式的に示す図である。

【図 2】図 2 は、本発明の実施の形態 1 に係る超音波内視鏡の挿入部の先端構成を模式的に示す斜視図である。

【図 3】図 3 は、本発明の実施の形態 1 に係る超音波振動子の構成を模式的に示す斜視図である。

【図 4】図 4 は、図 3 に示す矢視 A 方向からみた超音波振動子の構成を模式的に示す平面図である。

20

【図 5】図 5 は、図 3 に示す矢視 B 方向からみた超音波振動子の構成を模式的に示す平面図である。

【図 6】図 6 は、本発明の実施の形態 1 に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

【図 7】図 7 は、本発明の実施の形態 1 に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

【図 8】図 8 は、本発明の実施の形態 1 に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

【図 9】図 9 は、本発明の実施の形態 1 に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

30

【図 1 0】図 1 0 は、本発明の実施の形態 1 の変形例に係る超音波振動子の構成を模式的に示す平面図である。

【図 1 1】図 1 1 は、本発明の実施の形態 2 に係る超音波振動子の構成を模式的に示す斜視図である。

【図 1 2】図 1 2 は、図 1 1 に示す矢視 C 方向からみた超音波振動子の構成を模式的に示す平面図である。

【図 1 3】図 1 3 は、図 1 1 に示す矢視 D 方向からみた超音波振動子の構成を模式的に示す平面図である。

【図 1 4】図 1 4 は、本発明の実施の形態 2 に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

40

【図 1 5】図 1 5 は、本発明の実施の形態 2 に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

【図 1 6】図 1 6 は、本発明の実施の形態 2 に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

【図 1 7】図 1 7 は、本発明の実施の形態 3 に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

【図 1 8】図 1 8 は、本発明の実施の形態 3 に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

【図 1 9】図 1 9 は、本発明の実施の形態 3 の変形例 1 に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

50

【図 2 0】図 2 0 は、本発明の実施の形態 3 の変形例 1 に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。

【図 2 1】図 2 1 は、本発明の実施の形態 3 の変形例 2 に係る超音波振動子の要部の構成を模式的に示す上面図である。

【図 2 2】図 2 2 は、本発明の実施の形態 3 の変形例 3 に係る超音波振動子の要部の構成を模式的に示す上面図である。

【図 2 3】図 2 3 は、本発明の実施の形態 3 の変形例 4 に係る超音波振動子の要部の構成を模式的に示す上面図である。

【図 2 4】図 2 4 は、本発明の実施の形態 3 の変形例 5 に係る超音波振動子の要部の構成を模式的に示す上面図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下に、図面を参照して、本発明を実施するための形態（以下、実施の形態）について説明する。なお、以下に説明する実施の形態によって本発明が限定されるものではない。さらに、図面の記載において、同一の部分には同一の符号を付している。

【0020】

（実施の形態 1）

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る内視鏡システムを模式的に示す図である。内視鏡システム 1 は、超音波内視鏡を用いて人等の被検体内の超音波診断を行うシステムである。この内視鏡システム 1 は、図 1 に示すように、超音波内視鏡 2 と、超音波観測装置 3 と、内視鏡観察装置 4 と、表示装置 5 と、光源装置 6 とを備える。

20

【0021】

超音波内視鏡 2 は、その先端部に、超音波観測装置 3 から受信した電気的なパルス信号を超音波パルス（音響パルス）に変換して被検体へ照射するとともに、被検体で反射された超音波エコーを電圧変化で表現する電気的なエコー信号に変換して出力する。

【0022】

超音波内視鏡 2 は、通常は撮像光学系および撮像素子を有しており、被検体の消化管（食道、胃、十二指腸、大腸）、または呼吸器（気管・気管支）へ挿入され、消化管や、呼吸器の撮像を行うことが可能である。また、その周囲臓器（膵臓、胆嚢、胆管、胆道、リンパ節、縦隔臓器、血管等）を、超音波を用いて撮像することが可能である。また、超音波内視鏡 2 は、光学撮像時に被検体へ照射する照明光を導くライトガイドを有する。このライトガイドは、先端部が超音波内視鏡 2 の被検体への挿入部の先端まで達している一方、基端部が照明光を発生する光源装置 6 に接続されている。

30

【0023】

超音波内視鏡 2 は、図 1 に示すように、挿入部 2 1 と、操作部 2 2 と、ユニバーサルケーブル 2 3 と、コネクタ 2 4 とを備える。挿入部 2 1 は、被検体内に挿入される部分である。この挿入部 2 1 は、図 1 に示すように、先端側に設けられる超音波振動子 7 と、超音波振動子 7 を保持する硬性部材 2 1 1 と、硬性部材 2 1 1 の基端側に連結され湾曲可能とする湾曲部 2 1 2 と、湾曲部 2 1 2 の基端側に連結され可撓性を有する可撓管部 2 1 3 とを備える。ここで、挿入部 2 1 の内部には、具体的な図示は省略したが、光源装置 6 から供給された照明光を伝送するライトガイド、各種信号を伝送する複数の信号ケーブルが引き回されているとともに、処置具を挿通するための処置具用挿通路が形成されている。

40

【0024】

超音波振動子 7 は、コンベックス振動子、リニア振動子およびラジアル振動子のいずれでも構わない。本実施の形態 1 では、超音波内視鏡 2 が、超音波振動子 7 として複数の圧電素子をアレイ状に設け、送受信にかかわる圧電素子を電子的に切り替えたり、各圧電素子の送受信に遅延をかけたりすることで、電子的に走査させるものとして説明するが、超音波振動子 7 をメカ的に走査させるものであってもよい。超音波振動子 7 の構成については、後述する。

【0025】

50

図 2 は、本実施の形態 1 に係る超音波内視鏡の挿入部の先端構成を模式的に示す斜視図である。図 2 に示すように、硬性部材 2 1 1 には、照明光を集光して外部に出射する照明レンズ 2 1 1 a と、撮像光学系の一部をなし、外部からの光を取り込む対物レンズ 2 1 1 b と、挿入部 2 1 内に形成された処置具用挿通路に連通し、挿入部 2 1 の先端から処置具を突出させる処置具突出口 2 1 1 c と、を有する。

【 0 0 2 6 】

操作部 2 2 は、挿入部 2 1 の基端側に連結され、医師等からの各種操作を受け付ける部分である。この操作部 2 2 は、図 1 に示すように、湾曲部 2 1 2 を湾曲操作するための湾曲ノブ 2 2 1 と、各種操作を行うための複数の操作部材 2 2 2 とを備える。また、操作部 2 2 には、処置具用挿通路に連通し、当該処置具用挿通路に処置具を挿通するための処置具挿入口 2 2 3 が形成されている。

10

【 0 0 2 7 】

ユニバーサルケーブル 2 3 は、操作部 2 2 から延在し、各種信号を伝送する複数の信号ケーブル、および光源装置 6 から供給された照明光を伝送する光ファイバ等が配設されたケーブルである。

【 0 0 2 8 】

コネクタ 2 4 は、ユニバーサルケーブル 2 3 の先端に設けられている。そして、コネクタ 2 4 は、超音波ケーブル 3 1、ビデオケーブル 4 1、および光ファイバケーブル 6 1 がそれぞれ接続される第 1 ～ 第 3 コネクタ部 2 4 1 ～ 2 4 3 を備える。

【 0 0 2 9 】

20

超音波観測装置 3 は、超音波ケーブル 3 1 (図 1 参照) を介して超音波内視鏡 2 に電氣的に接続し、超音波ケーブル 3 1 を介して超音波内視鏡 2 にパルス信号を出力するとともに超音波内視鏡 2 からエコー信号を入力する。そして、超音波観測装置 3 は、当該エコー信号に所定の処理を施して超音波画像を生成する。

【 0 0 3 0 】

内視鏡観察装置 4 は、ビデオケーブル 4 1 (図 1 参照) を介して超音波内視鏡 2 に電氣的に接続し、ビデオケーブル 4 1 を介して超音波内視鏡 2 からの画像信号を入力する。そして、内視鏡観察装置 4 は、当該画像信号に所定の処理を施して内視鏡画像を生成する。

【 0 0 3 1 】

表示装置 5 は、液晶または有機 E L (Electro Luminescence)、プロジェクタ、C R T (Cathode Ray Tube) などを用いて構成され、超音波観測装置 3 にて生成された超音波画像や、内視鏡観察装置 4 にて生成された内視鏡画像等を表示する。

30

【 0 0 3 2 】

光源装置 6 は、光ファイバケーブル 6 1 (図 1 参照) を介して超音波内視鏡 2 に接続し、光ファイバケーブル 6 1 を介して被検体内を照明する照明光を超音波内視鏡 2 に供給する。

【 0 0 3 3 】

続いて、挿入部 2 1 の先端に設けられた超音波振動子 7 の構成を図 2 ～ 6 を参照して説明する。図 3 は、本実施の形態 1 に係る超音波振動子の構成を模式的に示す斜視図である。図 4 は、図 3 に示す矢視 A 方向からみた超音波振動子の構成を模式的に示す平面図である。図 5 は、図 3 に示す矢視 B 方向からみた超音波振動子の構成を模式的に示す平面図である。なお、図 3 , 4 では、圧電素子 7 1 が 6 個並んでいるものを図示しているが、説明のために超音波振動子 7 の構成を簡略化した図であり、実際に配設される個数はこの限りではない。本実施の形態 1 では、超音波振動子 7 が、図 2 に示すようなコンベックス型の超音波振動子であって、複数の圧電素子 7 1 が一列に配列された一次元アレイ (1 D アレイ) であるものとして説明する。換言すれば、本実施の形態 1 に係る超音波振動子 7 では、複数の圧電素子 7 1 が、当該超音波振動子 7 の曲面をなす外表面に沿って配置されている。

40

【 0 0 3 4 】

超音波振動子 7 は、角柱状をなし、長手方向を揃えて並べられてなる複数の圧電素子 7

50

1と、圧電素子71に対し、当該超音波振動子7の外表面側にそれぞれ設けられる複数の第1音響整合層72と、第1音響整合層72の圧電素子71と接する側と反対側に設けられる複数の第2音響整合層73と、第2音響整合層73の第1音響整合層72と接する側と反対側に設けられる音響レンズ74と、圧電素子71の第1音響整合層72と接する側と反対側に設けられるバッキング材75と、隣接する超音波エレメント70同士を連結する連結部76とを有する。なお、本実施の形態1では、第1音響整合層72および第2音響整合層73が、圧電素子71ごとに設けられるとともに、音響レンズ74およびバッキング材75が、複数の圧電素子71、第1音響整合層72および第2音響整合層73を一括して覆う構成をなしている。本実施の形態1にかかる超音波エレメント70は、圧電素子71、第1音響整合層72および第2音響整合層73からなる。超音波振動子7は、一つの圧電素子71を出力単位とするものであってもよいし、複数の圧電素子71を出力単位とするものであってもよい。以下、図2に示すように、圧電素子71の長手方向をエレベーション方向Deとよび、圧電素子71の配列方向を走査方向Dsとよぶ。

10

【0035】

圧電素子71は、電気的なパルス信号を音響パルスに変換して被検体へ照射するとともに、被検体で反射された超音波エコーを電圧変化で表現する電気的なエコー信号に変換して出力する。圧電素子71には、例えば、バッキング材75側の主面に信号入出力用電極71aが設けられているとともに、圧電素子71の第1音響整合層72側の主面にグラウンド接地用のグラウンド電極71bが設けられている。各電極は、導電性を有する金属材料または樹脂材料を用いて形成される。

20

【0036】

圧電素子71は、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)セラミック材料、またはPMN-PT単結晶、PMN-PZT単結晶、PZN-PT単結晶、PIN-PZN-PT単結晶もしくはリラクサー系材料を用いて形成される。PMN-PT単結晶は、マグネシウム・ニオブ酸鉛およびチタン酸鉛の固溶体の略称である。PMN-PZT単結晶は、マグネシウム・ニオブ酸鉛およびチタン酸ジルコン酸鉛の固溶体の略称である。PZN-PT単結晶は、亜鉛・ニオブ酸鉛およびチタン酸鉛の固溶体の略称である。PIN-PZN-PT単結晶は、インジウム・ニオブ酸鉛、亜鉛・ニオブ酸鉛およびチタン酸鉛の固溶体の略称である。リラクサー系材料は、圧電定数や誘電率を増加させる目的でリラクサー材料である鉛系複合ペロブスカイトをPZTに添加した三成分系圧電材料の総称である。鉛系複合ペロブスカイトは、 $Pb(B1, B2)O_3$ で表され、B1はマグネシウム、亜鉛、インジウムまたはスカンジウムのいずれかであり、B2はニオブ、タンタルまたはタングステンのいずれかである。これらの材料は、優れた圧電効果を有している。このため、小型化しても電気的なインピーダンスの値を低くすることができ、圧電素子71に設けられる薄膜電極との間のインピーダンスマッチングの観点から好ましい。

30

【0037】

第1音響整合層72および第2音響整合層73は、圧電素子71と観測対象との間で音(超音波)を効率よく透過させるために、圧電素子71と観測対象との音響インピーダンスをマッチングさせる。第1音響整合層72および第2音響整合層73は、互いに異なる材料からなる。なお、本実施の形態1では、二つの音響整合層(第1音響整合層72および第2音響整合層73)を有するものとして説明するが、圧電素子71と観測対象との特性により一層としてもよいし、三層以上としてもよい。

40

【0038】

音響レンズ74は、シリコン、ポリメチルペンテンや、エポキシ樹脂、ポリエーテルイミドなどを用いて形成され、一方の面が凸状または凹状をなして超音波を絞る機能を有し、第2音響整合層73を通過した超音波を外部に出射する、または外部からの超音波エコーを取り込む。音響レンズ74については、任意に設けることができ、当該音響レンズ74を有しない構成であってもよい。

【0039】

バッキング材75は、圧電素子71の動作によって生じる不要な超音波振動を減衰させ

50

る。バックング材 7 5 は、減衰率の大きい材料、例えば、アルミナやジルコニア等のフィラーを分散させたエポキシ樹脂や、上述したフィラーを分散したゴムを用いて形成される。

【 0 0 4 0 】

連結部 7 6 は、第 2 音響整合層 7 3 と同じ材料を用いて形成される。連結部 7 6 は、走査方向 Ds に沿って延びる櫛状をなし、第 2 音響整合層 7 3 の間隔に応じた切り込みが形成されている。連結部 7 6 は、第 2 音響整合層 7 3 のエレベーション方向 De の両端にそれぞれ接着されることにより、隣接する第 2 音響整合層 7 3 を連結することで、超音波エレメント 7 0 を連結する。連結部 7 6 は、圧電素子 7 1、第 1 音響整合層 7 2 に接着されるものであってもよい。連結部 7 6 は、少なくとも超音波エレメント 7 0 において、コンベックス型として湾曲させた際の外周側に位置する第 2 音響整合層 7 3 に接着され、隣接する第 2 音響整合層 7 3 同士を連結するものであればよい。連結部 7 6 は、第 2 音響整合層 7 3 の第 1 音響整合層 7 2 と対向する側と反対側の表面を通過する曲面に対して突出している。なお、連結部 7 6 は、第 2 音響整合層 7 3 と一体的に設けられるものであってもよい。また、連結部 7 6 は、圧電素子 7 1 が超音波を送受信する領域（有効領域）から外れた領域に配置されることが好ましい。

10

【 0 0 4 1 】

以上の構成を有する超音波振動子 7 は、パルス信号の入力によって圧電素子 7 1 が振動することで、第 1 音響整合層 7 2、第 2 音響整合層 7 3 および音響レンズ 7 4 を介して観測対象に超音波を照射する。この際、圧電素子 7 1 において、第 1 音響整合層 7 2、第 2 音響整合層 7 3 および音響レンズ 7 4 の配設側と反対側は、バックング材 7 5 により、圧電素子 7 1 の振動が減衰され、圧電素子 7 1 の振動が伝わらなくなっている。また、観測対象から反射された超音波は、第 1 音響整合層 7 2、第 2 音響整合層 7 3 および音響レンズ 7 4 を介して圧電素子 7 1 に伝えられる。伝達された超音波により圧電素子 7 1 が振動し、圧電素子 7 1 が該振動を電気的なエコー信号に変換して、エコー信号として図示しない配線を介して超音波観測装置 3 に出力する。

20

【 0 0 4 2 】

続いて、上述した超音波振動子 7 を製造する製造方法について、図 6 ~ 9 を参照して説明する。図 6 ~ 9 は、本発明の実施の形態 1 に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。超音波振動子 7 の製造方法では、まず、圧電素子 7 1、第 1 音響整合層 7 2 および第 2 音響整合層 7 3 を形成するための成形用部材 7 0 0 を作製する。

30

【 0 0 4 3 】

具体的には、圧電材料からなる長方体状の圧電素子用母材 7 1 0 の対向する一方の主面に、第 1 音響整合層 7 2 を構成する材料を用いて形成された長方体状の第 1 音響整合層用母材 7 2 0 を積層し、第 1 音響整合層用母材 7 2 0 の表面であって、圧電素子用母材 7 1 0 側と反対側の主面に、第 2 音響整合層 7 3 を構成する材料を用いて形成された長方体状の第 2 音響整合層用母材 7 3 0 を積層する。各母材は、例えば、超音波が通過可能な接着剤により接着される。なお、圧電素子用母材 7 1 0 には、信号入出力用電極 7 1 a およびグラウンド電極 7 1 b を構成する材料が積層されているものとして説明する。その後、この積層母材における第 2 音響整合層用母材 7 3 0 の対向する二つの端部であって、積層面と直交する側面をなす端部に、連結部 7 6 を構成する材料を用いて形成された角柱状の連結部用母材 7 6 0 を接着する。連結部用母材 7 6 0 は、第 2 音響整合層用母材 7 3 0 の表面であって、第 1 音響整合層用母材 7 2 0 の接触側と反対側の表面を通過する平面から突出している。このようにして、圧電素子用母材 7 1 0、第 1 音響整合層用母材 7 2 0、第 2 音響整合層用母材 7 3 0 の順で積層された積層母材に連結部用母材 7 6 0 を接着した成形用部材 7 0 0 を作製する（図 6 参照）。なお、第 2 音響整合層用母材 7 3 0 および連結部用母材 7 6 0 が一体的に形成された母材を用いてもよい。

40

【 0 0 4 4 】

続いて、圧電素子 7 1、第 1 音響整合層 7 2 および第 2 音響整合層 7 3 からなる複数の超音波エレメント 7 0 を形成するため、成形用部材 7 0 0 の分割、例えばダイシングによ

50

る分割を行う。例えば、図 7 に示すような、ダイシング用の刃であるブレード 100 を用いて、該ブレード 100 を回転させながら分割方向に沿って移動させることで、成形用部材 700 を切削する。この際、成形用部材 700 は、分断されず、一部が繋がるように切削される。ここで、本実施の形態 1 における分割方向とは、圧電素子用母材 710、第 1 音響整合層用母材 720 および第 2 音響整合層用母材 730 の各主面（積層面）、ならびに連結部用母材 760 の長手方向と直交する方向である。また、ブレード 100 は、外縁が、第 2 音響整合層用母材 730 の表面から若干突出し、かつ連結部用母材 760 を切断しない位置を維持して移動する。

【0045】

ブレード 100 による成形用部材 700 の切削によって、圧電素子用母材 710、第 1 音響整合層用母材 720、第 2 音響整合層用母材 730 は分断され、連結部用母材 760 は櫛状をなす積層体 701 を得る（図 8 参照）。この工程により、圧電素子 71、第 1 音響整合層 72 および第 2 音響整合層 73 からなる複数の超音波エレメント 70、ならびに連結部 76 が形成される。

【0046】

その後、切削により得られた積層体 701 を湾曲させ、圧電素子 71 側をバッキング材 75 に接合し（図 9 参照）、第 2 音響整合層 73 側に音響レンズ 74 を設けることによって、図 3 に示す超音波振動子 7 を得ることができる。本実施の形態 1 では、連結部 76 によって複数の第 2 音響整合層 73 が連結されているため、積層体 701 を湾曲させても、第 2 音響整合層 73 間のピッチが、ダイシングにより分割されたピッチとほぼ同等となる。このため、第 2 音響整合層 73 に接着されている第 1 音響整合層 72、および第 1 音響整合層 72 に接着されている圧電素子 71 のピッチがダイシングにより分割されたピッチとほぼ同等またはそれより狭くなり、微細化が可能となる。すなわち、本実施の形態 1 では、連結部 76 により第 2 音響整合層 73 間のピッチを維持するように連結されているため、積層体 701 を湾曲した際の外周側のピッチが、圧電素子 71 側である内周側のピッチと比してほぼ同等またはそれより狭くなり、微細化が可能となる。なお、ここでいう「ほぼ同等」とは、設計上の誤差や、連結部 76 の伸長などによるピッチの変化を含む。

【0047】

なお、上述した製造方法では、ブレード 100 による成形用部材 700 をダイシングすることで、複数の圧電素子 71 等を形成するものを例に説明したが、レーザーによる加工や、エッチングによる成形、型を用いた成形により図 8 に示す成形体を作製するものであってもよい。また、上述した製造方法では、湾曲させた積層体 701 をバッキング材 75 に取り付けした後、音響レンズ 74 を設けるものとして説明したが、湾曲させた積層体 701 に音響レンズ 74 を設けた後、バッキング材 75 に取り付けのものであってもよい。

【0048】

以上説明した本実施の形態 1 では、圧電素子用母材 710、第 1 音響整合層用母材 720、第 2 音響整合層用母材 730 の順で積層された略角柱状をなす積層母材に連結部用母材 760 を接着した成形用部材 700 に対して、ダイシング等により圧電素子用母材 710、第 1 音響整合層用母材 720 および第 2 音響整合層用母材 730 を分割して、複数の圧電素子 71、複数の第 1 音響整合層 72 および複数の第 2 音響整合層 73、ならびに連結部 76 が形成された積層体 701 を作製し、連結部 76 により隣接する超音波エレメント 70 同士を分割時のピッチを維持した状態で湾曲させた積層体 701 に、音響レンズ 74 およびバッキング材 75 を取り付けることによって、超音波振動子 7 を作製するようにした。これにより、超音波エレメント 70 の指向特性を向上するとともに、複数の超音波エレメント 70 を配列方向に沿って湾曲させた際の超音波を出射する側の超音波エレメント 70 のピッチを分割時のピッチに維持することができる。

【0049】

（実施の形態 1 の変形例）

図 10 は、本発明の実施の形態 1 の変形例に係る超音波振動子の構成を模式的に示す平面図である。図 10 は、図 3 に示す矢視 B 方向に応じた平面図である。上述した実施の形

10

20

30

40

50

態 1 では、連結部 7 6 が、第 2 音響整合層 7 3 と同じ材料を用いて形成されるものとして説明したが、本変形例では、連結部の材料として導電性材料を用いる。本変形例にかかる超音波振動子 7 a は、上述した超音波振動子 7 の連結部 7 6 に代えて、連結部 7 7 を有する。

【 0 0 5 0 】

連結部 7 7 は、銀ペーストなどの導電性のペーストを混合した導電性材料を用いて形成される。連結部 7 7 は、上述した実施の形態 1 に係る製造方法と同様に、積層母材の対向する二つの端部であって、積層面と直交する側面をなす端部に、連結部 7 7 を構成する材料を用いて形成された角柱状の連結部用母材を接着し、ダイシングを行うことによって形成される。本変形例において、連結部 7 7 は、圧電素子 7 1、第 1 音響整合層 7 2 等の積層方向において、一端が第 2 音響整合層 7 3 の端面から突出するとともに、他端がグラウンド電極 7 1 b まで延びて該グラウンド電極 7 1 b に接続している。連結部 7 7 とグラウンド電極 7 1 b とは、導電性の接着剤等により接着されている。また、連結部 7 7 はグラウンド電位に接地されており、各圧電素子 7 1 が、該連結部 7 7 を介してグラウンド電位に接地している。

10

【 0 0 5 1 】

本変形例によれば、導電性材料により形成される連結部 7 7 をグラウンド電位に接地するようにしたので、超音波エレメント 7 0 の湾曲時のピッチを分割時のピッチとほぼ同等に維持することができるとともに、連結部 7 7 をグラウンド接続電極として機能させることができる。また、本変形例では、ダイシング等による分割のみで、圧電素子 7 1 等を形成するとともに、各圧電素子 7 1 がグラウンド電位に接地するための接続電極を形成することができる。

20

【 0 0 5 2 】

また、上述した実施の形態 1 および変形例では、エレベーション方向 De の両端部に連結部 7 6、7 7 を設けるものとして説明したが、どちらか一方にのみ連結部 7 6、7 7 を設けるものであってもよい。少なくとも一端側で複数の第 2 音響整合層 7 3 を支持していればよい。

【 0 0 5 3 】

また、上述した実施の形態 1 および変形例では、連結部 7 6、7 7 が、第 2 音響整合層 7 3 または導電性材料を用いて形成されるものとして説明したが、音響レンズ 7 4 と同じ材料を用いて形成されるものであってもよいし、第 1 音響整合層 7 2 と同じ材料を用いて形成されるものであってもよいし、第 1 音響整合層 7 2、第 2 音響整合層 7 3 および音響レンズ 7 4 とは異なり、屈曲自在、かつ分割時のピッチを維持可能な材料、例えば金属材料を用いて形成されるものであってもよい。

30

【 0 0 5 4 】

(実施の形態 2)

図 1 1 は、本発明の実施の形態 2 に係る超音波振動子の構成を模式的に示す斜視図である。図 1 2 は、図 1 1 に示す矢視 C 方向からみた超音波振動子の構成を模式的に示す平面図である。図 1 3 は、図 1 1 に示す矢視 D 方向からみた超音波振動子の構成を模式的に示す平面図である。上述した実施の形態 1 では、連結部 7 6 が、第 2 音響整合層 7 3 と同じ材料を用いて形成されるものとして説明したが、本実施の形態 2 では、バッキング材 7 5 a と同じ材料を用いて連結部を形成する。

40

【 0 0 5 5 】

本実施の形態 2 に係る超音波振動子 7 b は、複数の圧電素子 7 1 と、複数の第 1 音響整合層 7 2 と、複数の第 2 音響整合層 7 3 と、音響レンズ 7 4 と、圧電素子 7 1 の第 1 音響整合層 7 2 と接する側と反対側に設けられる複数のバッキング材 7 5 a と、隣接する超音波エレメント 7 0 a 同士を連結する連結部 7 8 とを有する。本実施の形態 2 にかかる超音波エレメント 7 0 a は、圧電素子 7 1、第 1 音響整合層 7 2 および第 2 音響整合層 7 3 からなる。

【 0 0 5 6 】

50

連結部 78 は、バッキング材 75 a と同じ材料を用いて形成される。連結部 78 は、櫛状をなして圧電素子 71、第 1 音響整合層 72 および第 2 音響整合層 73、バッキング材 75 a のエレベーション方向 De 側の端部を覆っている。連結部 78 は、第 2 音響整合層 73 のエレベーション方向 De の両端にそれぞれ接着されることにより、隣接する第 2 音響整合層 73 を連結する。連結部 78 は、第 2 音響整合層 73 の第 1 音響整合層 72 側と反対側の表面に対して突出している。連結部 78 は、圧電素子 71、第 1 音響整合層 72 および第 2 音響整合層 73 の少なくとも一つに接着され、少なくとも超音波エレメント 70 a において、コンベックス型として湾曲させた際に、バッキング材 75 a を介して隣接する超音波エレメント 70 a 同士を連結するものであればよい。なお、連結部 78 は、バッキング材 75 a と一体的に設けられるものであってもよい。

10

【0057】

続いて、上述した超音波振動子 7b を製造する製造方法について、図 14 ~ 16 を参照して説明する。図 14 ~ 16 は、本発明の実施の形態 2 に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。超音波振動子 7b の製造方法では、まず、圧電素子 71、第 1 音響整合層 72、第 2 音響整合層 73 およびバッキング材 75 a を形成するための成形用部材 702 を作製する。

【0058】

具体的には、上述したように、圧電素子用母材 710、第 1 音響整合層用母材 720 および第 2 音響整合層用母材 730 を積層し、圧電素子用母材 710 の対向する他方の主面に、バッキング材 75 a を構成する材料を用いて形成された長方体状のバッキング材用母材 750 を積層して、積層母材を作製する。その後、この積層母材の対向する二つの側面であって、圧電素子用母材 710、第 1 音響整合層用母材 720、第 2 音響整合層用母材 730 およびバッキング材用母材 750 が積層順に露出する側面に、連結部 78 を構成する材料を用いて形成された平板状の連結部用母材 780 を接着する。連結部用母材 780 は、圧電素子用母材 710、第 1 音響整合層用母材 720、第 2 音響整合層用母材 730 およびバッキング材用母材 750 を覆うように配設される。このようにして、バッキング材用母材 750、圧電素子用母材 710、第 1 音響整合層用母材 720、第 2 音響整合層用母材 730 の順で積層された積層母材に連結部用母材 780 を接着した成形用部材 702 を作製する（図 14 参照）。

20

【0059】

続いて、圧電素子 71、第 1 音響整合層 72 および第 2 音響整合層 73 からなる複数の超音波エレメント 70 a を形成するため、成形用部材 702 の分割、例えばダイシングによる分割を行う。例えば、図 15 に示すような、ダイシング用の刃であるブレード 100 を用いて、該ブレード 100 を回転させながら分割方向に沿って移動させることで、成形用部材 702 を切削する。この際、連結部用母材 780 は、分断されず、一部が繋がるように切削される。ここで、本実施の形態 2 における分割方向とは、圧電素子用母材 710、第 1 音響整合層用母材 720、第 2 音響整合層用母材 730 およびバッキング材用母材 750 の各主面（積層面）、ならびに連結部用母材 780 の主面と直交する方向である。また、ブレード 100 は、外縁が、第 2 音響整合層用母材 730 の表面から若干突出し、かつ連結部用母材 780 を切断しない位置を維持して移動する。

30

40

【0060】

ブレード 100 による成形用部材 702 の切削によって、圧電素子用母材 710、第 1 音響整合層用母材 720、第 2 音響整合層用母材 730 およびバッキング材用母材 750 は分断され、連結部用母材 780 は櫛状をなす積層体 703 を得る（図 16 参照）。この工程により、圧電素子 71、第 1 音響整合層 72 および第 2 音響整合層 73 からなる複数の超音波エレメント 70 a、複数のバッキング材 75 a ならびに連結部 78 が形成される。

【0061】

その後、切削により得られた積層体 703 を湾曲させ、第 2 音響整合層 73 側に音響レンズ 74 を設けることによって、図 11 に示す超音波振動子 7b を得ることができる。本

50

実施の形態 2 では、連結部 7 8 によって少なくとも複数の第 2 音響整合層 7 3 が連結されているため、積層体 7 0 3 を湾曲させても、超音波エレメント 7 0 a 間のピッチが、ダイシングによる分割時のピッチとほぼ同等またはそれより狭くなり、微細化が可能となる。すなわち、本実施の形態 2 では、連結部 7 8 により第 2 音響整合層 7 3 間のピッチを維持するように連結されているため、積層体 7 0 3 を湾曲した際の外周側のピッチが、圧電素子 7 1 側である内周側のピッチと比してほぼ同等またはそれより狭くなり、微細化が可能となる。なお、図 1 1 , 1 2 に示す超音波振動子 7 b では、バックング材 7 5 a の圧電素子 7 1 側と反対側の端部に表面加工を施すことで、各バックング材 7 5 a の端面を通過する面が平面をなすものとして説明したが、表面加工を施さずに、各バックング材 7 5 a の端面を通過する面が曲面をなすものであってもよいし、挿入部 2 1 の先端への取付などに適した形状に表面加工を施すものであってもよい。

10

【 0 0 6 2 】

以上説明した本実施の形態 2 では、バックング材用母材 7 5 0、圧電素子用母材 7 1 0、第 1 音響整合層用母材 7 2 0、第 2 音響整合層用母材 7 3 0 の順で積層された略角柱状をなす積層母材に連結部用母材 7 8 0 を接着した成形用部材 7 0 2 に対して、ダイシング等により圧電素子用母材 7 1 0、第 1 音響整合層用母材 7 2 0、第 2 音響整合層用母材 7 3 0 およびバックング材用母材 7 8 0 を分割して、複数の圧電素子 7 1、複数の第 1 音響整合層 7 2 および複数の第 2 音響整合層 7 3 からなる超音波エレメント 7 0 a、複数のバックング材 7 5 a、ならびに連結部 7 8 が形成された積層体 7 0 3 を作製し、連結部 7 8 により隣接する第 2 音響整合層 7 3 同士を分割時のピッチを維持した状態で湾曲させた積層体 7 0 3 に音響レンズ 7 4 を取り付けることによって、超音波振動子 7 を作製するようにした。これにより、超音波エレメント 7 0 a の指向特性を向上するとともに、超音波エレメント 7 0 a を配列方向に沿って湾曲させた際の超音波を出射する側の超音波エレメント 7 0 a のピッチを分割時のピッチに維持することができる。

20

【 0 0 6 3 】

なお、上述した実施の形態 2 では、連結部 7 8 が、少なくとも第 2 音響整合層 7 3 に接着されるものとして説明したが、連結部 7 8 がバックング材 7 5 a と一体的に設けられる場合は、バックング材用母材 7 5 0 と連結部用母材 7 8 0 とが一体化した母材を用いて作製する。これにより、製造過程や作製された超音波振動子 7 b の部品点数を削減し、超音波振動子 7 b を簡易に作製することができる。

30

【 0 0 6 4 】

(実施の形態 3)

上述した実施の形態 1 , 2 では、1 D アレイの超音波振動子を作製するものとして説明したが、本実施の形態 3 では、2 D アレイの超音波振動子の作製方法について説明する。本実施の形態 3 に係る超音波振動子は、上述した複数の圧電素子 7 1、複数の第 1 音響整合層 7 2、および複数の第 2 音響整合層 7 3 が、マトリクス状に設けられ、圧電素子 7 1 の第 1 音響整合層 7 2 と接する側と反対側にバックング材 7 5 が設けられ、連結部 7 9 によって隣接する第 2 音響整合層 7 3 同士が連結されるものとして説明する（例えば、図 1 8 を参照）。本実施の形態 3 では、圧電素子 7 1、第 1 音響整合層 7 2 および第 2 音響整合層 7 3 により超音波エレメントを構成する。

40

【 0 0 6 5 】

図 1 7 , 1 8 は、本発明の実施の形態 3 に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。本実施の形態 3 に係る超音波振動子の製造方法では、まず、圧電素子 7 1、第 1 音響整合層 7 2 および第 2 音響整合層 7 3 を形成するための成形用部材 7 0 4 を作製する。

【 0 0 6 6 】

具体的には、圧電素子 7 1（信号入出力用電極 7 1 a およびグラウンド電極 7 1 b を含む）を構成する材料を用いて形成された長方体状の圧電素子用母材 7 1 1 の対向する一方の主面に、第 1 音響整合層 7 2 を構成する材料を用いて形成された長方体状の第 1 音響整合層用母材 7 2 1 を積層し、第 1 音響整合層用母材 7 2 1 の表面であって、圧電素子用母

50

材 7 1 1 側と反対側の主面に、第 2 音響整合層 7 3 を構成する材料を用いて形成された長
方体状の第 2 音響整合層用母材 7 3 1 を積層して積層母材を作製する。その後、この積層
母材の第 2 音響整合層用母材 7 3 1 側の主面に、連結部 7 9 を構成する材料を用いて形成
された角柱状をなす複数の連結部用母材 7 9 0 を接着する。複数の連結部用母材 7 9 0 は
、互いに平行となるように並べて配置される。このようにして、圧電素子用母材 7 1 1、
第 1 音響整合層用母材 7 2 1、第 2 音響整合層用母材 7 3 1 の順で積層された積層母材に
連結部用母材 7 9 0 を接着した成形用部材 7 0 4 を作製する（図 1 7 参照）。なお、連結
部用母材 7 9 0 は、第 1 音響整合層 7 2、第 2 音響整合層 7 3、音響レンズまたはバッキ
ング材を構成する材料を用いて形成されている。

【 0 0 6 7 】

10

続いて、圧電素子 7 1、第 1 音響整合層 7 2 および第 2 音響整合層 7 3 を形成するため
、成形用部材 7 0 4 のダイシングを行う。例えば、図 7 に示すような、ダイシング用の刃
であるブレード 1 0 0 を用いて、該ブレード 1 0 0 を回転させながら分割方向に沿って移
動させることで、成形用部材 7 0 4 を切削する。この際、連結部用母材 7 9 0 は、分断さ
れず、一部が繋がるように切削される。ここで、本実施の形態 3 における分割方向とは、
圧電素子 7 1 の配置に応じて成形用部材 7 0 4 の主面（積層面）をマトリクス状に分割す
るような互いに直交する二つの方向である。また、ブレード 1 0 0 は、外縁が、第 2 音響
整合層用母材 7 3 1 の表面から若干突出し、かつ連結部用母材 7 9 0 を切断しない位置を
維持して移動する。

【 0 0 6 8 】

20

ブレード 1 0 0 による成形用部材 7 0 4 の切削によって、圧電素子用母材 7 1 1、第 1
音響整合層用母材 7 2 1 および第 2 音響整合層用母材 7 3 1 は分断され、連結部用母材 7
9 0 は一方の側面が櫛状をなすとともに、該側面と直交する側面が長手方向に沿って一方
の溝が形成された積層体 7 0 5 を得る（図 1 8 参照）。この工程により、マトリクス状に
配置された複数の圧電素子 7 1、複数の第 1 音響整合層 7 2、複数の第 2 音響整合層 7 3
および複数のバッキング材、ならびに連結部 7 9 が形成される。

【 0 0 6 9 】

その後、切削により得られた積層体 7 0 5 を湾曲させ、第 2 音響整合層 7 3 側に音響レ
ンズを設け、圧電素子 7 1 側にバッキング材を設けることによって、2 D アレイの超音波
振動子を得ることができる。本実施の形態 3 では、連結部 7 9 によって複数の第 2 音響整
合層 7 3 が連結されているため、積層体 7 0 5 を湾曲させても、第 2 音響整合層 7 3 間の
ピッチが、ダイシングによる分割時のピッチとほぼ同等またはそれより狭くなり、微細化
が可能となる。

30

【 0 0 7 0 】

以上説明した本実施の形態 3 では、圧電素子用母材 7 1 1、第 1 音響整合層用母材 7 2
1、第 2 音響整合層用母材 7 3 1 の順で積層された略角柱状をなす積層母材に連結部用母
材 7 9 0 を接着した成形用部材 7 0 4 に対して、ダイシング等により圧電素子用母材 7 1
1、第 1 音響整合層用母材 7 2 1 および第 2 音響整合層用母材 7 3 1 を分割して、複数の
圧電素子 7 1、複数の第 1 音響整合層 7 2 および複数の第 2 音響整合層 7 3 からなる超音
波エレメントならびに連結部 7 9 が形成された積層体 7 0 5 を作製し、連結部 7 9 により
隣接する第 2 音響整合層 7 3 同士を分割時のピッチを維持した状態で湾曲させた積層体 7
0 5 に、音響レンズやバッキング材を取り付けることによって、超音波振動子 7 を作製す
るようにした。これにより、超音波エレメントの指向特性を向上するとともに、超音波エ
レメントを配列方向に沿って湾曲させた際の超音波を出射する側の超音波エレメントのピ
ッチを分割時のピッチに維持することができる。

40

【 0 0 7 1 】

（実施の形態 3 の変形例 1）

上述した実施の形態 3 では、連結部が、第 1 音響整合層、第 2 音響整合層、音響レンズ
またはバッキング材を構成する材料を用いて形成されているものとして説明したが、本変
形例 1 では、連結部が、導電性材料を用いて形成されているものとして説明する。本変形

50

例１に係る超音波振動子は、上述した複数の圧電素子７１、複数の第１音響整合層７２、および複数の第２音響整合層７３が、マトリクス状に設けられ、複数の第２音響整合層７３上に音響レンズが設けられ、圧電素子７１の第１音響整合層７２と接する側と反対側にバッキング材が設けられ、連結部８０によって隣接する圧電素子７１のグラウンド電極７１ｂ同士が連結されるものとして説明する（例えば、図２０を参照）。連結部８０は、銀ペーストなどの導電性のペーストを混合した導電性材料、または金属材料を用いて形成される。

【００７２】

図１９，２０は、本発明の実施の形態３の変形例１に係る超音波振動子の製造方法を説明する模式図である。本変形例１に係る超音波振動子の製造方法では、まず、圧電素子７１、第１音響整合層７２および第２音響整合層７３を形成するための成形用部材７０６を作製する。

10

【００７３】

具体的には、圧電素子７１を構成する材料を用いて形成され、一方の主面に信号入出力用電極７１ａを構成する材料を用いて形成された電極用薄膜７１１０が設けられ、他方の主面にグラウンド電極７１ｂを構成する材料を用いて形成された電極用薄膜７１１１が設けられた長方体状の圧電素子用母材７１２において、電極用薄膜７１１１の主面に、連結部８０を構成する材料を用いて形成された角柱状をなす複数の連結部用母材８００を接着する。複数の連結部用母材８００は、互いに平行となるように並べて配置される。電極用薄膜７１１１と連結部用母材８００とは、導電性の接着剤等により接着されている。

20

【００７４】

その後、第１音響整合層７２を構成する材料を用いて形成された長方体状をなす複数の第１音響整合層用母材７２２を連結部用母材８００間に設ける。その後、第１音響整合層用母材７２２の表面であって、圧電素子用母材７１２側と反対側の主面に、第２音響整合層７３を構成する材料を用いて形成された長方体状をなす複数の第２音響整合層用母材７３２を積層して積層体７０７を作製する。このようにして、圧電素子用母材７１２、第１音響整合層用母材７２２、第２音響整合層用母材７３２の順で積層され、第１音響整合層用母材７２２間、および第２音響整合層用母材７３２間に連結部用母材８００が設けられた成形用部材７０６を作製する（図１９参照）。

【００７５】

30

続いて、圧電素子７１、第１音響整合層７２および第２音響整合層７３を形成するため、成形用部材７０６のダイシングを行う。例えば、図７に示すような、ダイシング用の刃であるブレード１００を用いて、該ブレード１００を回転させながら分割方向に沿って移動させることで、成形用部材７０６を切削する。この際、連結部用母材８００は、分断されず、一部が繋がるように切削される。

【００７６】

ブレード１００による成形用部材７０６の切削によって、圧電素子用母材７１２、第１音響整合層用母材７２２および第２音響整合層用母材７３２は分断され、連結部用母材８００は一方の側面が櫛状をなすとともに、該側面と直交する側面が長手方向に沿って一方の溝が形成された積層体７０７を得る（図２０参照）。この工程により、マトリクス状に配置された複数の圧電素子７１、複数の第１音響整合層７２、複数の第２音響整合層７３および複数のバッキング材、ならびに連結部８０が形成される。ここで、連結部８０は、隣接する圧電素子７１のグラウンド電極７１ｂ同士を連結している。

40

【００７７】

その後、切削により得られた積層体７０７を湾曲させ、第２音響整合層７３側に音響レンズを設け、圧電素子７１側にバッキング材を設けることによって、２Ｄアレイの超音波振動子を得ることができる。本変形例１に係る超音波振動子では、連結部８０をグラウンド電位に接地することで、各圧電素子７１を、該連結部８０を介してグラウンド電位に接地する。

【００７８】

50

本変形例 1 によれば、導電性材料により形成される連結部 8 0 をグラウンド電位に接地するようにしたので、圧電素子 7 1、第 1 音響整合層 7 2 および第 2 音響整合層 7 3 の湾曲時のピッチを分割時のピッチとほぼ同等に維持することができるとともに、連結部 8 0 をグラウンド接続電極として機能させることができる。また、本変形例では、ダイシング等による分割のみで、圧電素子 7 1 等を形成するとともに、各圧電素子 7 1 がグラウンド電位に接地するための接続電極を形成することができる。

【 0 0 7 9 】

なお、上述した変形例 1 では、連結部 8 0 が、グラウンド電極 7 1 b に直接接着されるものとして説明したが、実施の形態 3 の構成において、連結部 7 9 を導電性材料で形成するとともに、第 1 音響整合層 7 2 および第 2 音響整合層 7 3 にスルーホール等を形成し、該スルーホールを介してグラウンド電極 7 1 b と連結部 7 9 とを電氣的に接続するものであってもよい。

【 0 0 8 0 】

(実施の形態 3 の変形例 2)

図 2 1 は、本発明の実施の形態 3 の変形例 2 に係る超音波振動子の要部の構成を模式的に示す上面図である。上述した実施の形態 3 では、連結部 7 9 が、圧電素子 7 1 の配列方向のうちの一方の方向に配列する圧電素子 7 1 に応じた第 2 音響整合層 7 3 を一括して保持するものとして説明したが、連結対象の第 2 音響整合層 7 3 のみを保持する連結部を複数設けたものであってもよい。本変形例 2 では、図 2 1 に示すように、マトリクス状に設けられている複数の第 2 音響整合層 7 3 (圧電素子 7 1) のうち、連結対象の第 2 音響整合層 7 3 (本変形例 2 では、四つの第 2 音響整合層 7 3) の角部を保持するように、連結部 8 1 がマトリクス状に設けられている。本変形例 2 によれば、連結部 8 1 の配設面積が、連結部 7 9 と比して小さいため、連結部による超音波の伝搬の影響を少なくし、一層広範囲に超音波を出射、または受信することができる。なお、本変形例 2 では、連結部 8 1 の外縁のなす形状が矩形をなす (図 2 1 参照) のものとして説明したが、円や楕円、十文字など、矩形以外の形状をなすものであってもよい。

【 0 0 8 1 】

(実施の形態 3 の変形例 3)

図 2 2 は、本発明の実施の形態 3 の変形例 3 に係る超音波振動子の要部の構成を模式的に示す上面図である。上述した実施の形態 3 では、複数の圧電素子 7 1 がマトリクス状に配置され、外縁のなす形状 (上面視における外縁のなす形状) が略矩形であって、その主面に第 1 音響整合層 7 2、第 2 音響整合層 7 3 が順に積層された超音波振動子を例に説明したが、複数の圧電素子 7 1 の外縁のなす形状が円や楕円をなすものであってもよい。本変形例 3 では、複数の圧電素子 7 1 の外縁のなす形状が、円をなすものとして説明する。本変形例 3 では、第 1 音響整合層を介して圧電素子に積層される第 2 音響整合層 7 3 a が、円をなす主面を径方向に八等分してなる形状をなし、該円の中心部に当該複数の第 2 音響整合層 7 3 a を保持する連結部 8 2 が設けられる。本変形例 3 によれば、連結部 8 2 が、隣接する第 2 音響整合層 7 3 a を一括して保持することで、湾曲させた場合であっても、隣接する第 2 音響整合層 7 3 a のピッチを分割時のピッチに維持することができる。

【 0 0 8 2 】

(実施の形態 3 の変形例 4)

図 2 3 は、本発明の実施の形態 3 の変形例 4 に係る超音波振動子の要部の構成を模式的に示す上面図である。上述した実施の形態 3 の変形例 3 では、複数の圧電素子 7 1 の外縁のなす形状が円や楕円をなすものとして説明したが、複数の圧電素子 7 1 の外縁のなす形状が中空円環状をなすものであってもよい。本変形例 4 では、第 1 音響整合層を介して圧電素子に積層される第 2 音響整合層 7 3 b が、外縁が円をなす主面を八等分してなる形状をなし、隣接する第 2 音響整合層 7 3 b を保持する複数の連結部 8 3 が設けられている。本変形例 4 によれば、複数の連結部 8 3 が、隣接する第 2 音響整合層 7 3 b をそれぞれ保持することで、湾曲させた場合であっても、隣接する第 2 音響整合層 7 3 b のピッチを分割時のピッチに維持することができる。

【 0 0 8 3 】

(実施の形態 3 の変形例 5)

図 2 4 は、本発明の実施の形態 3 の変形例 5 に係る超音波振動子の要部の構成を模式的に示す上面図である。上述した実施の形態 3 の変形例 3 では、複数の圧電素子 7 1 の外縁のなす形状が円や楕円をなし、円をなす主面を径方向に八等分に分割したものとして説明したが、さらに周方向に沿って分割したものであってもよい。本変形例 5 では、第 1 音響整合層を介して圧電素子に積層される第 2 音響整合層 7 3 c が、周方向および径方向にそれぞれ分割されてなる形状をなしている。本変形例 5 に係る連結部 8 4 は、複数の第 2 音響整合層 7 3 c の外縁のなす円の中心から、径方向に放射状に延びて、隣接する第 2 音響整合層 7 3 c を保持する。本変形例 5 によれば、連結部 8 4 が、隣接する第 2 音響整合層 7 3 c をそれぞれ保持することで、湾曲させた場合であっても、隣接する第 2 音響整合層 7 3 c のピッチを分割時のピッチに維持することができる。

10

【 0 0 8 4 】

ここまで、本発明を実施するための形態を説明してきたが、本発明は上述した実施の形態および変形例によってのみ限定されるべきものではない。本発明は、以上説明した実施の形態および変形例には限定されず、請求の範囲に記載した技術的思想を逸脱しない範囲内において、様々な実施の形態を含みうるものである。また、実施の形態および変形例の構成を適宜組み合わせてもよい。

【 0 0 8 5 】

また、上述した実施の形態 1 ~ 3 および変形例では、母材をマトリックス状に分割したり、径方向および/または周方向に分割したりすることによって、複数の超音波エレメントを形成するものとして説明したが、これに限らず、例えば、複数の圧電素子を千鳥状に配置するものや、斜方格子状に配置するものであってもよい。

20

【 0 0 8 6 】

また、上述した実施の形態 1 ~ 3 および変形例では、超音波を出射するとともに、外部から入射した超音波をエコー信号に変換するものとして圧電素子を例に挙げて説明したが、これに限らず、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 的に製造した素子、例えば C - M U T (Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducers) であってもよい。

【 0 0 8 7 】

また、上述した実施の形態 1 ~ 3 および変形例では、連結部と第 2 音響整合層とによって形成される凹部に音響レンズが配設されるものとして説明したが、これに限らず、音響レンズが、連結部の表面をさらに被覆するものであってもよいし、音響レンズが超音波エレメントおよびバックング材を被覆するもの、すなわち、音響レンズが超音波振動子の外周面をなすものであってもよい。

30

【 0 0 8 8 】

また、超音波プローブとして、光学系のない細径の超音波ミニチュアプローブを適用してもよい。超音波ミニチュアプローブは、通常、胆道、胆管、膵管、気管、気管支、尿道、尿管へ挿入され、その周囲臓器 (膵臓、肺、前立腺、膀胱、リンパ節等) を観察する際に用いられる。

40

【 0 0 8 9 】

また、超音波プローブとして、被検体の体表から超音波を照射する体外式超音波プローブを適用してもよい。体外式超音波プローブは、通常、腹部臓器 (肝臓、胆嚢、膀胱)、乳房 (特に乳腺)、甲状腺を観察する際に用いられる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 9 0 】

以上のように、本発明にかかる超音波振動子および超音波プローブは、超音波エレメントの指向特性を向上するとともに、超音波エレメントを配列方向に沿って湾曲させた際の超音波を出射する側の超音波エレメントのピッチを分割時のピッチに維持するのに有用である。

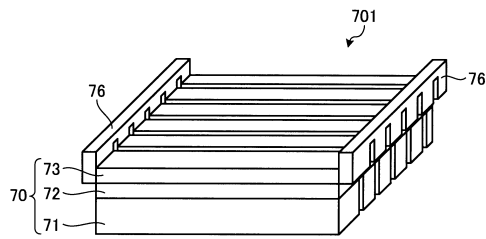
50

【符号の説明】

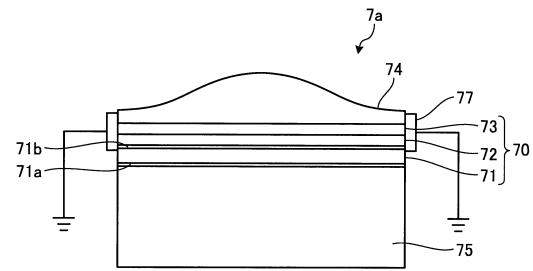
【 0 0 9 1 】

1	内視鏡システム	
2	超音波内視鏡	
3	超音波観測装置	
4	内視鏡観察装置	
5	表示装置	
6	光源装置	
7 , 7 a , 7 b	超音波振動子	
2 1	挿入部	10
2 2	操作部	
2 3	ユニバーサルケーブル	
2 4	コネクタ	
3 1	超音波ケーブル	
4 1	ビデオケーブル	
6 1	光ファイバケーブル	
7 0 , 7 0 a	超音波エレメント	
7 1	圧電素子	
7 2	第 1 音響整合層	
7 3 , 7 3 a , 7 3 b , 7 3 c	第 2 音響整合層	20
7 4	音響レンズ	
7 5 , 7 5 a	バッキング材	
7 6 , 7 7 , 7 8 , 7 9 , 8 0 , 8 1 , 8 2 , 8 3 , 8 4	連結部	
2 1 1	硬性部材	
2 1 2	湾曲部	
2 1 3	可撓管部	
2 2 1	湾曲ノブ	
2 2 2	操作部材	
2 2 3	処置具挿入口	
2 4 1	第 1 コネクタ部	30
2 4 2	第 2 コネクタ部	
2 4 3	第 3 コネクタ部	

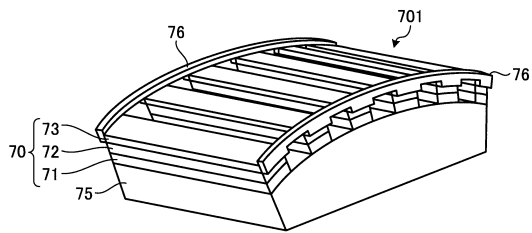
【図 8】



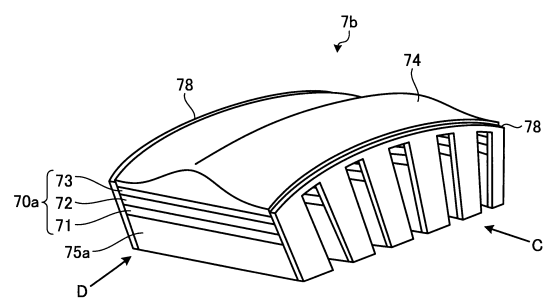
【図 10】



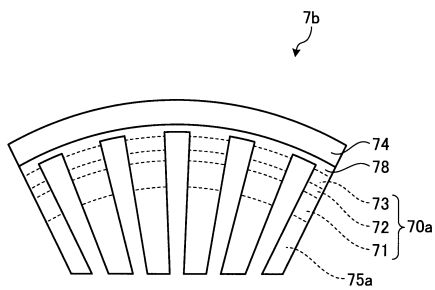
【図 9】



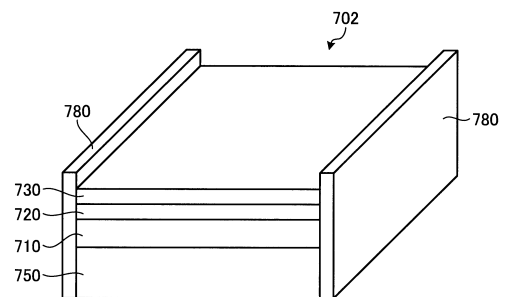
【図 11】



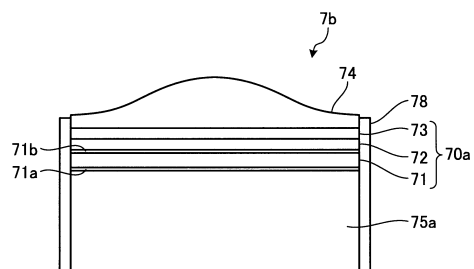
【図 12】



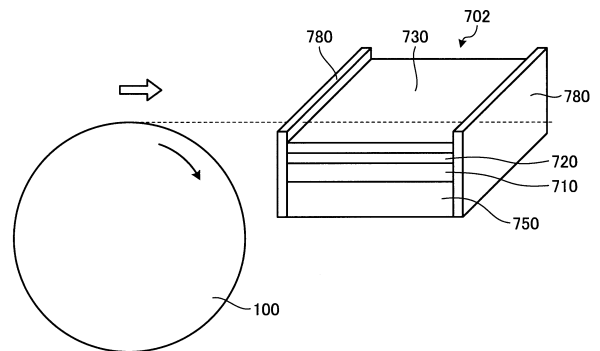
【図 14】



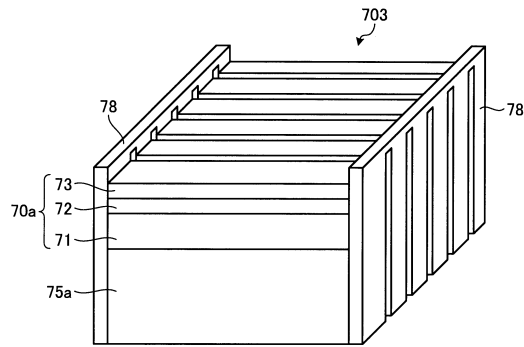
【図 13】



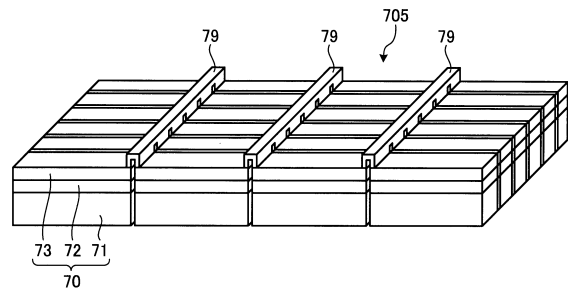
【図 15】



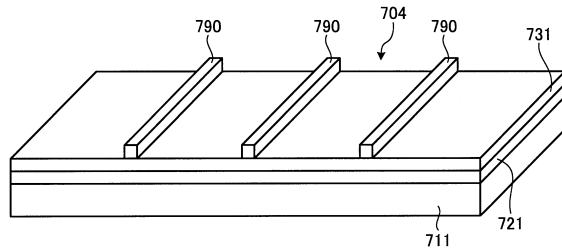
【図 16】



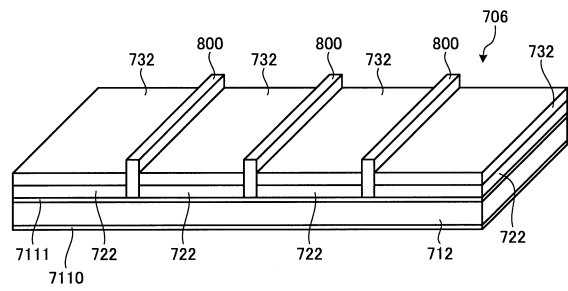
【図 18】



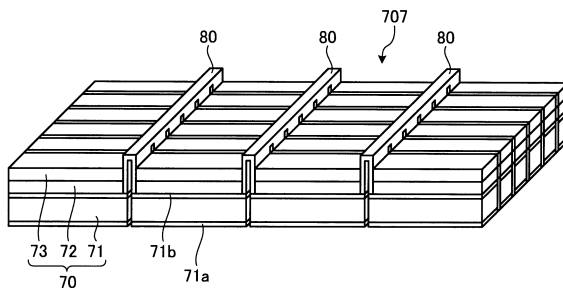
【図 17】



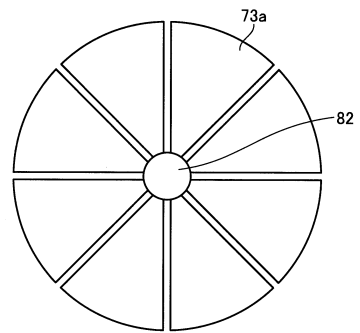
【図 19】



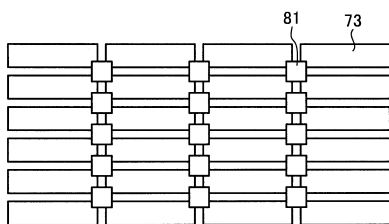
【図 20】



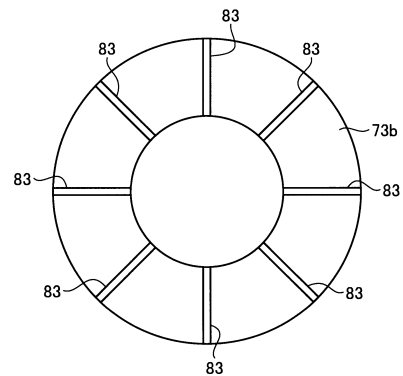
【図 22】



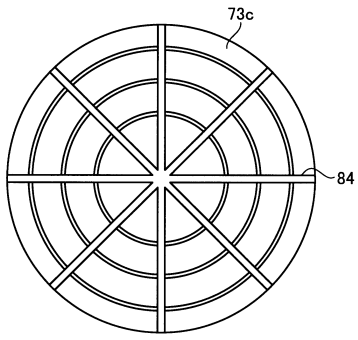
【図 21】



【図 23】



【図 24】



フロントページの続き

- (56)参考文献 実開昭57-067479(JP, U)
特開平08-089505(JP, A)
国際公開第2006/033232(WO, A1)
国際公開第2013/114968(WO, A1)
国際公開第2014/091970(WO, A1)
米国特許第5735282(US, A)
米国特許出願公開第2015/0190116(US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/14

专利名称(译)	超声波振荡器和超声波探头		
公开(公告)号	JP6157795B2	公开(公告)日	2017-07-05
申请号	JP2017519344	申请日	2016-06-22
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	吉田 晓		
发明人	吉田 晓		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/4494 A61B1/00117 A61B1/0669 A61B8/12 A61B8/14 A61B8/445 B06B1/0633 B06B1/067 G10K11/30		
FI分类号	A61B8/14		
审查员(译)	宫泽浩		
优先权	2015126051 2015-06-23 JP		
其他公开文献	JPWO2016208631A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

根据本发明的超声换能器包括：元件，其根据电信号的输入发射超声波，并将从外部入射的超声波转换成回波信号；以及元件，其堆叠在元件上，多个匹配声阻抗连接多个具有至少一个声匹配层相对于在元件侧的相反侧突出，以通过声匹配层的表面经过多个超声波元件中的平面超声波元件，超声波元件邻近于所述的连接部，其与一个。

(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 特 許 公 報 (B2)	(11) 特許番号 特許第6157795号 (P6157795)
(45) 発行日 平成29年7月5日 (2017. 7. 5)	(24) 登録日 平成29年6月16日 (2017. 6. 16)	
(51) Int. Cl. A 6 1 B 8 / 1 4 (2006. 01)	F I A 6 1 B 8 / 1 4	
請求項の数 10 (全 22 頁)		
(21) 出願番号 特願2017-519344 (P2017-519344)	(73) 特許権者 000000376 オリンパス株式会社	最終頁に続く
(86) (22) 出願日 平成28年6月22日 (2016. 6. 22)	(74) 代理人 110002147 特許業務法人酒井国際特許事務所	
(86) 国際出願番号 PCT / JP2016 / 068538	(72) 発明者 吉田 晓 東京都八王子市石川町2 9 5 1 番地 オリ ンパス株式会社内	
(87) 国際公開番号 W02016 / 208631	審査官 宮澤 浩	
(87) 国際公開日 平成28年12月29日 (2016. 12. 29)		
審査請求日 平成29年4月10日 (2017. 4. 10)		
(31) 優先権主張番号 特願2015-126051 (P2015-126051)		
(32) 優先日 平成27年6月23日 (2015. 6. 23)		
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)		
早期審査対象出願		
(54) 【発明の名称】 超音波振動子および超音波プローブ		