

(19)日本国特許庁 ( J P )

(12) 公開特許公報 ( A ) (11)特許出願公開番号

特開2002 - 165793

(P2002 - 165793A)

(43)公開日 平成14年6月11日(2002.6.11)

(51) Int. Cl <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-コ-ド* (参考)
A 6 1 B 8/00		A 6 1 B 8/00	2 G 0 4 7
B 0 6 B 1/06		B 0 6 B 1/06	Z 4 C 3 0 1
	3/04		5 D 0 1 9
G 0 1 N 29/24	502	G 0 1 N 29/24	502 5 D 1 0 7
H 0 1 L 41/09		H 0 4 R 1/34	330 A

審査請求 未請求 請求項の数 10 L (全 9 数) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000 - 363641(P2000 - 363641)

(22)出願日 平成12年11月29日(2000.11.29)

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 若林 勝裕

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリン  
パス光学工業株式会社内

(72)発明者 舟窪 朋樹

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリン  
パス光学工業株式会社内

(74)代理人 100076233

弁理士 伊藤 進

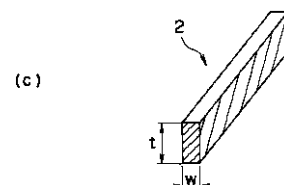
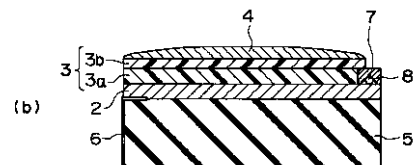
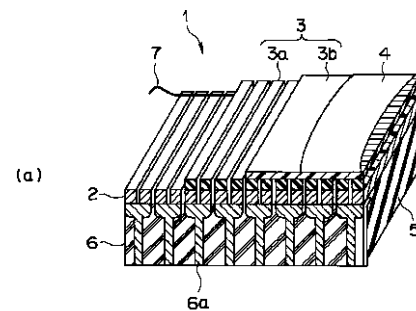
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波探触子

(57)【要約】

【課題】電気機械変換効率が高く、不要な振動モードの発生を抑えた最適な形状の圧電素子を有して、画像分解能が向上可能な超音波探触子を実現する。

【解決手段】超音波探触子1は、超音波を発生し、この超音波を送受信する複数の圧電素子2と、前記複数の圧電素子2の音響放射面側に位置し、前記複数の圧電素子2から発生した超音波を放射するための音響整合層3と、前記複数の圧電素子2の背面側に位置し、不要な超音波を吸収する背面負荷材としてのバックング材5と、を備え、少なくとも前記複数の圧電素子2を1次元に配列して構成される。前記圧電素子2の音響放射軸方向となる厚みtと、前記圧電素子2の配列方向となる幅Wとの比(w / t)を0.3 ~ 0.5として構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 超音波を発生し、この超音波を送受信する複数の圧電素子と、前記複数の圧電素子の音響放射面に位置し、前記複数の圧電素子から発生した超音波を放射するための音響整合層と、前記複数の圧電素子の背面側に位置し、不要な超音波を吸収する背面負荷材と、を備え、少なくとも前記複数の圧電素子を1列に配列した超音波探触子において、前記圧電素子の音響放射軸方向となる厚み $t$ と、前記圧電素子の配列方向となる幅 $W$ との比を $0.3 \sim 0.5$ としたことを特徴とする超音波探触子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、医療用もしくは被破壊検査用の超音波診断に用いられる超音波探触子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般的に、超音波探触子は、『改訂 医用超音波器ハンドブック』（(社)日本電子機械工業会編、コロナ社、1997.1.20, P68~P74)に示されるような構造となっている。このような超音波探触子は、一般的に例えば図7に示すような構成となっている。図7は、従来の配列型超音波探触子を示す構成図であり、図7(a)は従来の配列型超音波探触子の構成を示す概略斜視図、図7(b)は同図(a)の側面断面図、図7(c)は同図(a)の圧電素子のみを示した斜視図である。

【0003】図7に示すように、従来の配列型超音波探触子50は、両面に電極を形成した圧電セラミックス板から形成される複数の圧電素子51と、前記複数の圧電素子51の超音波を送受する側の面に形成された音響整合層52a、52b及び音響レンズ53、ならびに前記複数の圧電素子51の背面側に形成された背面負荷材54とが一体化され、前記複数の圧電素子51を1次元に配列した構造となっている。

【0004】前記圧電素子51は、銅箔55aとポリイミド等の絶縁樹脂55bから形成されるフレキシブルプリント基板55により信号線側が結線され、前記音響整合層52a、52b側のグラウンドは共通電極として導電性のワイヤ56や箔を用いて半田付けや導電性樹脂により結線し、保護樹脂57で覆われている。

【0005】前記圧電素子51は、図示しない観測装置から印加される電圧パルスにより振動し、音響整合層52a、52b及び音響レンズ53を介して超音波を放射するようになっている。この放射される超音波を効率よく被検体に伝搬させるために圧電素子51には、音響整合層52a、52bが必要である。一方、これら音響整合層52a、52bとは反対の面には形成された背面負荷材54は、不要な振動を抑制する働きを持っている。

【0006】上述した配列型超音波探触子50は、例え

ば特公昭62-2813号公報に記載されているように、1個の圧電素子51の音響放射軸方向となる厚み $t$ と、前記圧電素子の配列方向となる幅 $W$ との比( $w/t$ )を $0.8$ 以下とし、特に $w/t = 0.66$  ( $w = 0.4 \text{ mm}$ 、 $t = 0.6 \text{ mm}$ )とした実施例を示したものが提案されている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特公昭62-2813号公報に記載の配列型超音波探触子は、1個の圧電素子51の音響放射軸方向となる厚み $t$ と、前記圧電素子51の配列方向となる幅 $W$ との比( $w/t$ )を $0.8$ よりも極端に小さくした場合、以下に記載するような不具合が生じる。

【0008】前記圧電素子51は幅 $W$ 対厚さ $T$  ( $w/t$ )を $w/t < 0.3$ とした場合、横方向の振動モードは小さくなるが、厚み方向の高次の振動が大きくなる。この圧電素子51を少なくとも1列に並べて構成した配列型超音波探触子50は、高調波の振動が発生する(図2参照)。この高調波の発生により、配列型超音波探触子50は高調波成分にもエネルギーが配分されるため、基本周波数成分のエネルギーロスを引き、感度が低下する。また、配列型超音波探触子50は、この高調波成分が乗っていることにより、超音波を電子的にフォーカスするための電子フォーカスで形成される送信音場に乱れが生じてアーチファクト(虚像)が発生したり、受信時における超音波のビーム合成結果の精度が低下したりする。このため、超音波診断画像は、分解能が低下してしまうことになる。

【0009】一方、前記圧電素子51は、幅 $W$ 対厚さ $T$  ( $w/t$ )を $0.6 \sim 0.8$ とした場合、電気機械変換効率は向上するが、横方向の振動モードが発生する。このため、上述した高調波成分と同様な不具合が発生すると共に、径方向の振動に起因するクロストークやパルス幅の増大が生じ、画像化した際に超音波診断画像の分解能が低下する(図3参照)。従って、圧電素子51は、電気機械変換効率が高く、不要な振動モードの発生を抑える形状であることが必要である。

【0010】本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、電気機械変換効率が高く、不要な振動モードの発生を抑えた最適な形状の圧電素子を有し、画像分解能が向上可能な超音波探触子を提供することを目的とする。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明は、超音波を発生し、この超音波を送受信する複数の圧電素子と、前記複数の圧電素子の音響放射面に位置し、前記複数の圧電素子から発生した超音波を放射するための音響整合層と、前記複数の圧電素子の背面側に位置し、不要な超音波を吸収する背面負荷材と、を備え、少なくとも前記複数の圧電素子を1列に配列し

た超音波探触子において、前記圧電素子の音響放射軸方向となる厚み $t$ と、前記圧電素子の配列方向となる幅 $W$ との比を $0.3 \sim 0.5$ としたことを特徴としている。この構成により、電気機械変換効率が高く、不要な振動モードの発生を抑えた最適な形状の圧電素子を有して、画像分解能が向上可能な超音波探触子を実現する。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態について述べる。

(第1の実施の形態)図1ないし図4は本発明の第1の実施の形態に係り、図1は本発明の第1の実施の形態の超音波探触子を示す構成図であり、図1(a)は超音波探触子の構成を示す概略斜視図、図1(b)は同図(a)の側面断面図、図1(c)は同図(a)の圧電素子のみを示した斜視図、図2は本発明の第1の実施の形態の作用を示し、圧電素子の厚み $t$ と、幅 $W$ との比( $w/t$ )を変えてインピーダンス特性を表した第1のグラフであり、図2(a)は $w/t = 0.2$ におけるインピーダンス特性を示すグラフ、図2(b)は $w/t = 0.3$ におけるインピーダンス特性を示すグラフ、図2(c)は $w/t = 0.5$ におけるインピーダンス特性を示すグラフ、図2(d)は $w/t = 0.6$ におけるインピーダンス特性を示すグラフ、図3は本発明の第1の実施の形態の作用を示し、圧電素子の厚み $t$ と、幅 $W$ との比( $w/t$ )を変えてインピーダンス特性を表した第2のグラフであり、図3(a)は $w/t = 0.5$ における基本共振点付近を示すグラフ、図3(b)は $w/t = 0.6$ における基本共振点付近を示すグラフ、図3(c)は $w/t = 0.8$ における基本共振点付近を示すグラフ、図4は本発明の第1の実施の形態の作用を示し、圧電素子の厚み $t$ と、幅 $W$ との比( $w/t$ )を変えて超音波探触子のエコー波形を示すグラフであり、図4(a)は $w/t = 0.2$ における超音波探触子のエコー波形を示すグラフ、図4(b)は $w/t = 0.25$ における超音波探触子のエコー波形を示すグラフ、図4(c)は $w/t = 0.3$ における超音波探触子のエコー波形を示すグラフ、図4(d)は $w/t = 0.5$ における超音波探触子のエコー波形を示すグラフである。

【0013】図1に示すように本発明の第1の実施の形態の超音波探触子1は、超音波を発生し、この超音波を送受信する複数の圧電素子2と、前記複数の圧電素子2の音響放射面側に位置し、前記複数の圧電素子2から発生した超音波を放射するための音響整合層3と、前記音響整合層3よりも音響放射面側に位置する音響レンズ4と、前記複数の圧電素子2の背面側に位置し、不要な超音波を吸収する背面負荷材としてのバックング材5と、を備え、少なくとも前記複数の圧電素子2を1次元に配列して構成される配列型超音波探触子である。

【0014】前記圧電素子2は、両面に電極を形成した例えばソフト系のジルコン酸チタン酸鉛 $Pb(Zr, T$

i) O3等のPZT系圧電セラミックスで形成している。前記音響レンズ4は、シリコン樹脂から形成されている。前記音響整合層3は、例えば、圧電素子2の音響放射面側にアルミナをフィラとしたエポキシ樹脂から形成される第1音響整合層3a及びこの第1音響整合層3aよりも音響放射面側にエポキシ樹脂単体から形成される第2音響整合層3bで構成される。前記バックング材5は、アルミナをフィラとしたウレタンで形成される。尚、前記圧電素子2は、パターン6aを形成したフレキシブルプリント基板6により信号線側が結線され、前記第1、第2音響整合層3a, 3b側のグランドは共通電極として導電性のワイヤ7や箔を用いて半田付けや導電性樹脂により結線し、保護樹脂8で覆われている。

【0015】そして、本発明の3MHzの配列型(リニアアレイ)探触子は以下のような方法にて作製される。前記第1音響整合層3a(音響インピーダンスは $7.5 \text{ MRayl}$ 程度)の $250 \mu\text{m}$ の薄板を研削加工する。次に、前記第1音響整合層3aの片面をテープ等でマスキングし、マスキングしていない方の面に第2音響整合層3bを $190 \mu\text{m}$ 形成する。次に、約 $500 \mu\text{m}$ の圧電素子2を接着剤により前記第1音響整合層3aに固着し、フレキシブルプリント基板6を半田により前記圧電素子2に接合する。その後、前記複数の圧電素子2の背面側にバックング材5を注型接合した後、ワックスにより基台に固定もしくはテープにより固定する。そして、この状態で前記圧電素子2側から裁断し、配列型振動子を形成する。

【0016】裁断の方法は、精密裁断機を使用して $60 \mu\text{m}$ 厚さのブレードを使用し、 $0.3 \text{ mm}$ ピッチで裁断する。尚、このとき、1個の圧電素子2の音響放射軸方向となる厚み $t$ と、前記圧電素子2の配列方向となる幅 $W$ との比( $w/t$ )は、 $w/t = 0.48$ である。

【0017】裁断後、リード線と半田とを用いて圧電素子2の音響整合層3側の表面電極に接合して共通GND電極とする。最後に、音響レンズ4をシリコン樹脂にて形成してトランスデューサ部分を作製する。

【0018】このように構成した超音波探触子1は、図示しない駆動回路から例えば数十～数百ボルト程度の電圧の駆動パルスが前記圧電素子2に印加される。そして、駆動パルスが印加された圧電素子2は、逆圧電効果により急速に変形される。前記超音波探触子1は、前記圧電素子2の変形により励起された超音波パルスを前記音響整合層3及び前記音響レンズ4を経て放射することで、超音波パルスを送波するようになっている。

【0019】前記超音波探触子1から送波される超音波パルスは、対象物から反射された後に、前記音響レンズ4及び前記第1、第2音響整合層3a, 3bを経て前記圧電素子2に再入射し、この圧電素子2を機械的に振動させる。尚、超音波パルスを反射する対象物としては、医療用に関しては体内の各組織の界面であり、また、被

破壊検査用に関しては被測定物内部の傷等の非連続部である。

【0020】再入射した超音波パルスにより機械的に振動した圧電素子2は、圧電効果により機械的振動を電気信号に変換した後、この電気信号を図示しない観測装置に送信する。観測装置は、前記電気信号を信号処理し、超音波診断画像としてモニタに表示させるようになって

いる。  
【0021】ここで、圧電素子2の音響放射軸方向となる厚み $t$ と、前記圧電素子2の配列方向となる幅 $W$ との比( $w/t$ )を変化させると、図2及び図3に示すようなインピーダンス特性が得られる。

【0022】図2及び図3は圧電素子2の厚み $t$ と、幅 $W$ との比( $w/t$ )を変えてインピーダンス特性(周波数に対する音響インピーダンス及び位相)を表したグラフである。図2(a)は $w/t=0.2$ におけるインピーダンス特性を示すグラフ、図2(b)は $w/t=0.3$ におけるインピーダンス特性を示すグラフ、図2(c)は $w/t=0.5$ におけるインピーダンス特性を示すグラフ、図2(d)は $w/t=0.6$ におけるインピーダンス特性を示すグラフである。また、図3(a)は $w/t=0.5$ における基本共振点付近を示すグラフ、図3(b)は $w/t=0.6$ における基本共振点付近を示すグラフ、図3(c)は $w/t=0.8$ における基本共振点付近を示すグラフである。尚、位相とは、圧電素子2を駆動する駆動信号の電流信号及び電圧信号の位相差である。この位相差がゼロとなるポイントで音響インピーダンスの大きさが最低となり、圧電素子2に供給される電気エネルギーは全て振動エネルギーに変換されるようになっている。

【0023】 $w/t < 0.3$ とした場合、横方向の振動モードは小さくなるが、厚み方向の高次の振動が大きくなる。より具体的には、 $w/t=0.2$ では3次をはじめとする高調波が大きくなり、 $w/t$ 比が大きくなるに従い、高次モードの振動は小さくなる。

【0024】一方、 $w/t > 0.6$ とした場合、圧電素子2の分極軸に垂直な横方向の振動成分が生じる。このため、 $w/t > 0.6$ とした圧電素子2を用いて超音波探触子を構成した際に、不要振動モードが発生すると共に、クロストークやパルス幅の増大が起こり、画像化した際に画像精度が低下してしまう。

【0025】図4は同様に作製した5MHzの圧電素子2を用い、この圧電素子2の厚み $t$ と、幅 $W$ との比( $w/t$ )を変えて、ステンレスの平面反射体を利用して測定した超音波探触子のエコー波形を示すグラフである。図4(a)は $w/t=0.2$ におけるエコー波形を示し、図4(b)は $w/t=0.25$ におけるエコー波形を示し、図4(c)は $w/t=0.3$ におけるエコー波形を示し、図4(d)は $w/t=0.5$ におけるエコー

波形を示している。

【0026】例えば、図4(a)及び図4(b)に示すように $w/t < 0.25$ とした場合、エコー波に大きな高調波成分が現れて、波形が乱れる。この高調波成分は、バンドパスフィルタを用いても完全に除去することが困難である。一方、図4(c)及び図4(d)に示すように、 $w/t=0.3$ 及び $w/t=0.5$ とした場合、エコー波に現れる高調波成分は非常に小さくなり、波形が乱れることはない。

【0027】この結果により、圧電素子2を効率よく振動し、かつ高次モード及び横方向振動の抑制のためには、圧電素子2の音響放射軸方向となる厚み $t$ と、前記圧電素子2の配列方向となる幅 $W$ との比( $w/t$ )を $0.3 \leq w/t \leq 0.5$ とする必要があることが分かる。

【0028】本実施の形態では、圧電素子2の音響放射軸方向となる厚み $t$ と、前記圧電素子2の配列方向となる幅 $W$ との比( $w/t$ )を $0.3 \sim 0.5$ 、更に、ソフト系のPZT系材料の場合、高次モードの振動をより抑えるため、望ましくは( $w/t$ )を $0.4 \sim 0.5$ として構成している。

【0029】これにより、圧電素子2の $w/t$ 比を $0.3 \sim 0.5$ 、更に、望ましくは $0.4 \sim 0.5$ の最適値とすることで、高次の振動モードや横方向の振動モード等不要な振動モードの発生を抑え、画像化する際にフィルタが簡易なもので良く、エネルギーロスも少ないために、高感度の圧電素子2を安価に実現することが可能である。

【0030】尚、本実施の形態では直線状に配列した配列型超音波探触子(リニアアレイ)について説明したが、複数の圧電素子2を分断した状態で湾曲させた、コンベックス型の超音波探触子に本発明を適用しても構わない。

【0031】(第2の実施の形態)図5及び図6は本発明の第2の実施の形態に係り、図5は本発明の第2の実施の形態の超音波探触子を示す概略断面図、図6は図5の変形例を示す超音波探触子を示す概略断面図である。上記第1の実施の形態では、アルミナをフィラとしたエポキシ樹脂で第1音響整合層3aを形成して超音波探触子を構成しているが、本第2の実施の形態では第1音響整合層3aをカーボンで形成して超音波探触子を構成する。それ以外の構成は、上記第1の実施の形態とほぼ同様な構成なので説明を省略し、同じ構成には同じ符号を付して説明する。

【0032】図5に示すように本第2の実施の形態の超音波探触子10は、圧電素子2の音響放射面側に炭化珪素SiC及び炭化ホウ素B4Cの超微粒子を含有複合化したカーボンから形成される第1音響整合層11を有して構成される。

【0033】尚、本発明の5MHzの配列型(リニアア

レイ)探触子は以下のような方法にて作製される。先ず、第1音響整合層11となる炭化珪素SiC及び炭化ホウ素B4Cの超微粒子を含有複合化する炭素複合材料を200 $\mu$ mに研削加工する。ここで、炭素複合材料とは、黒鉛(カーボン)にSiC及びB4Cの微粒子を含有したものである。この炭素複合材料は、前記黒鉛(カーボン)の粒子間にクサビ状に混在するセラミック微細粉がマイクロクラックの成長を抑制し、黒鉛と比較し大幅に強度を向上させたものである。このため、この炭素の複合材料は、更に高周波化した10MHz以上(100 $\mu$ m以下)の薄物加工の際も、両面ラップ盤の使用やワックス、水溶性接着剤等を用いて基材に貼り付けて研削、研磨することにより比較的容易に加工可能である。

【0034】本実施の形態で用いた炭素複合材料は、平均粒径0.5 $\mu$ mのSiCを重量比で6wt%及び平均粒径5 $\mu$ mのB4Cを重量比で9wt%ずつ配合、その他にホウ化ジルコニウムを4wt%配合した物である。この炭素複合材料の音響インピーダンスは、8.5MRayl程度のものである。

【0035】次に、この炭素複合材料で形成された第1音響整合層11の片側をテープ等でマスキングし、マスキングしていない方の面にエポキシ樹脂で形成される100 $\mu$ mの樹脂層を形成して第2音響整合層3bを形成する。次に、約300 $\mu$ mの圧電素子2を接着剤を用いて前記第1音響整合層11に固着し、パターンを設けたフレキシブルプリント基板6を半田により圧電素子2に接合する。

【0036】その後、ワックスにより基台に固定もしくはテープにより固定する。そして、この状態で前記圧電素子2側から第2音響整合層3bの途中まで裁断し、配列型振動子を形成する。裁断の方法は、精密裁断機を使用して30 $\mu$ m厚さのブレードを使用し、130 $\mu$ mピッチで裁断する。尚、このとき、1個の圧電素子2の音響放射軸方向となる厚みtと、前記圧電素子2の配列方向となる幅Wとの比(w/t)は、w/t=0.33である。尚、本実施の形態の配列振動子は、2つの素子が一つのパターンにつながったもので、いわゆるサブダイスをした構成である。

【0037】次に、圧電素子2の裏面側に背面負荷材としてアルミナをフィラとしたエポキシ樹脂から形成されるバッキング材5を注型接合した後、前記第1音響整合層11の側面を清浄化する。そして、ベタ電極を有するフレキシブルプリント基板12を導電性接着剤により圧電素子2の音響整合層3側の表面電極に接合して共通GND電極とする。最後に、音響レンズ4をシリコン樹脂にて形成してトランスデューサ部分を作製する。

【0038】このように構成した超音波探触子10は、第1、第2音響整合層11, 3bを含め、トランスデューサの構成を変えても、上記第1の実施の形態と同様に、w/t=0.25以下では3次をはじめとする高調

波が大きく、w/t比が大きくなるに従い、高次モードの振動が小さくなる。

【0039】そして、作製した超音波探触子10は、w/t=0.25以下ではエコー波に大きな高調波成分が現れ、バンドパスフィルタを用いても完全に除去することは困難である。また、図2及び図3で説明したように、w/t比が0.6以上では、分極軸と垂直な横方向の振動成分が入ってくるため、超音波探触子とした際に、不要な振動モードが出てくる。このため、前述した高調波成分と同様場不具合が発生するとともに、クロストークやパルス幅の増大が起こり、画像化した際に画像精度が低下してしまう。

【0040】この結果により、上記第1の実施の形態と同様に圧電素子2を効率よく振動し、かつ高次モード及び横方向振動の抑制のためには、圧電素子2の音響放射軸方向となる厚みtと、前記圧電素子2の配列方向となる幅Wとの比(w/t)を0.3 w/t 0.5とする必要があることが分かる。

【0041】本実施の形態では、上記第1の実施の形態と同様に圧電素子2の音響放射軸方向となる厚みtと、前記圧電素子2の配列方向となる幅Wとの比(w/t)を0.3~0.5、更に、ソフト系のPZT系材料の場合、高次モードの振動をより抑えるため、望ましくは(w/t)を0.4~0.5として構成している。これにより、本第2の実施の形態の超音波探触子10は、上記第1の実施の形態の超音波探触子1と同様な効果を得ることができる。

【0042】尚、前記炭素複合材料で形成されている第1音響整合層11は、導電性を有しているため、音響整合層としての機能の他に圧電素子2からの電極としても使用することができる。本実施の形態においては、圧電素子2と第1音響整合層11とは薄い接着層を介して導通しており、この第1音響整合層11を結線することで、裁断後の圧電素子2の共通電極を形成している。また、前記第1音響整合層11の側面は、圧電素子2の露出した側面電極と比較し、結線可能な面積が大きく、結線の信頼性が向上する。更に、第1音響整合層11の側面から結線している構成では、トランスデューサ部分の大きさに対して音響放射面積を大きくとることが可能となり、小型化が容易となる。

【0043】尚、図5では図示していないが、圧電素子2の信号電極側と共通GND電極となるフレキシブルプリント基板12とは絶縁する必要がある。その方法としては、フレキシブルプリント基板12自体の圧電素子2と隣接する部分に絶縁体であるポリイミドを配置する方法を用いる。その他の方法としては、圧電素子2の電極を全面電極ではなくフレキシブルプリント基板12と隣接する領域に予め電極のない部分を設けておく方法や、圧電素子2の露出している信号電極を樹脂で封止する等の方法でも同様に絶縁することが可能である。

【0044】また、超音波探触子は、図6に示すように構成しても良い。図6は図5の変形例を示す超音波探触子を示す概略断面図である。超音波探触子20は、図5で説明したように第1、第2音響整合層11, 3bを積層され、これら第1、第2音響整合層11, 3bより若干小さい圧電素子21を接合されて構成される。

【0045】その後、ワックスにより基台に固定もしくはテープにより固定する。そして、この状態で前記圧電素子21側から第2音響整合層3bの途中まで裁断し、圧電素子21の $w/t$ 比を0.3~0.5、更に、望ましくは0.4~0.5の最適値とした配列型振動子を形成する。

【0046】裁断後、分割された第1音響整合層11を銅製のワイヤ7と導電性樹脂22により結線し、信号線側は両面にパターン形成したガラスエポキシ基板23のほぼ先端から細いワイヤ24により各圧電素子2へ半田付けにより結線する。

【0047】そして、図示しない枠を前記第1音響整合層11の両端に設けて形成した溝部にバックング材5を充填して背面負荷材を形成すると共に、音響レンズ4をシリコン樹脂にて形成してトランスデューサ部分を作製する。

【0048】このようにして構成した超音波探触子20は、上記第1、第2の実施の形態と同様な効果を得ることに加え、高周波化して薄くなった第1音響整合層11の側面から結線が困難な場合に、作業性がよく、歩留まり向上が可能である。

【0049】尚、本変形例では、第1、第2音響整合層11, 3bを積層し、これら第1、第2音響整合層11, 3bより若干小さい圧電素子21を接合した積層体を作成後、裁断する際に一部が第1音響整合層11に到達する程度の深さまで切り込みを入れることで、グランド配線するための領域を形成する。その後、ダイシングして配列型素子を形成し、ワイヤ9を導電性樹脂22にて結線することで共通電極を形成し、超音波探触子を作製することが可能である。接着後、カーボン材料に切り込みを入れた部分で配線を行うため、接着剤等による導通不良がなく、歩留まり、信頼性が向上する。

【0050】また、本実施の形態では、第1音響整合層11を完全に裁断したが、深さ方向でわずかに切り残すか、端部で切り残し部分を設けることにより、各裁断した圧電素子の共通GNDを接続する必要がなく安価で信頼性の高いものが作製できる。更に、第1音響整合層11の付与に関係なく、圧電素子21を厚さ方向で80%以上裁断することにより、高い電気機械変換効率の圧電素子21を作製可能である。

【0051】尚、裁断された圧電素子21は、隣接素子とつながっているため、クロストークの問題点は出てくる。しかしながら、共通GND電極側を切り残すことで配線する必要がなくなり、トランスデューサを安価に作

製できる。また、サブダイスの部分のみを、圧電素子21の途中、もしくは導電性の音響整合層である第1音響整合層11の途中まで切り込むことにより、クロストークを抑え配線の信頼性を向上させることができる。

【0052】尚、第1の実施の形態と同様に、複数の圧電素子21に分断した状態で湾曲させることで、コンベックス型の超音波探触子を作製可能である。

【0053】また、上述した第1、第2の実施の形態及び変形例における各構成には変形例が幾つも考えられるが、代表的なものについて以下に示す。圧電素子2は、一般的な焼結により得られるPZT系の圧電セラミックスをはじめPMN系の圧電セラミックスの他、圧電単結晶のような圧電素子でも同様な効果が得られる。

【0054】探触子の製法は、上述した実施の形態にのみ限定されるものではなく、例えばエポキシ樹脂にて第2音響整合層3bを所定の厚さに研削・形成し、第1音響整合層3aをアルミナフィラ入りのエポキシ樹脂で注型、研削、形成し、圧電素子2を接着剤により固着後、圧電素子2側から第2音響整合層3bの途中までダイシングして、 $w/t$ 比を0.3~0.5にしても良い。

【0055】このように背面負荷材であるバックング材5と比較し、硬い音響整合層3を形成後、圧電素子2側から裁断することで、深さ方向の精度を上げると共に、裁断中に圧電素子2のぶれが小さく、かけ等が発生しにくく溝幅が安定する。このため、高周波化して圧電素子2幅の小さいものや小型化したトランスデューサも歩留まり良く作製可能である。

【0056】また、図6で説明したように信号側の配線後に図示しない枠を設け、硬化後も柔軟性を有するエポキシ樹脂にアルミナやジルコニア等の絶縁性の粉末を混ぜたものを枠内に注型し、背面負荷材としてバックング材5を形成すると、接着層を必要とせず、界面の反射のバラツキが小さな安定した探触子を形成可能である。

【0057】尚、ここで説明した本発明の実施の形態の各構成は、当然、各種の変形、変更が可能である。また、本発明は、上記した実施の形態にのみ限定されるものではなく、前記圧電素子2の配列方向となる幅 $W$ を前記圧電素子2の音響放射軸と直交する幅 $W$ として、前記圧電素子2の音響放射軸方向となる厚み $t$ と、前記圧電素子2の音響放射軸と直交する幅 $W$ との比を0.3~0.5、更に望ましくは0.4~0.5として超音波探触子を構成しても良い。

【0058】尚、本発明は、上記した実施の形態にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形実施可能である。

【0059】[付記]

(付記項1) 超音波を発生し、この超音波を送受信する複数の圧電素子と、前記複数の圧電素子の音響放射側に位置し、前記複数の圧電素子から発生した超音波を放射するための音響整合層と、前記複数の圧電素子の背

面側に位置し、不要な超音波を吸収する背面負荷材と、を備え、少なくとも前記複数の圧電素子を1列に配列した超音波探触子において、前記圧電素子の音響放射軸方向となる厚み $t$ と、前記圧電素子の配列方向となる幅 $W$ との比を $0.3 \sim 0.5$ としたことを特徴とする超音波探触子。

【0060】(付記項2) 前記圧電素子をジルコン酸チタン酸鉛 $Pb(Zr, Ti)O_3$ 系の材料から形成したことを特徴とする付記項1に記載の超音波探触子。

【0061】(付記項3) 前記圧電素子又はこの圧電素子に接合している少なくとも一層の音響整合層を、これら圧電素子又は音響整合層の音響放射軸方向の一部分を残して分割したことを特徴とする付記項1又は2に記載の超音波探触子。

【0062】(付記項4) 超音波を発生し、この超音波を送受信する複数の圧電素子と、前記複数の圧電素子の音響放射面側に位置し、前記複数の圧電素子から発生した超音波を放射するための音響整合層と、前記複数の圧電素子の背面側に位置し、不要な超音波を吸収する背面負荷材と、を備え、少なくとも前記複数の圧電素子を1列に配列した超音波探触子において、前記圧電素子の音響放射軸方向となる厚み $t$ と、前記圧電素子の音響放射軸方向と直交する幅 $W$ との比を $0.3 \sim 0.5$ としたことを特徴とする超音波探触子。

【0063】(付記項5) 前記圧電素子をジルコン酸チタン酸鉛 $Pb(Zr, Ti)O_3$ 系の材料から形成したことを特徴とする付記項4に記載の超音波探触子。

【0064】(付記項6) 前記圧電素子又はこの圧電素子に接合している少なくとも一層の音響整合層を、これら圧電素子又は音響整合層の音響放射軸方向の一部分を残して分割したことを特徴とする付記項4又は5に記

\*載の超音波探触子。

【0065】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、電気機械変換効率が高く、不要な振動モードの発生を抑えた最適な形状の圧電素子を有して、画像分解能が向上可能な超音波探触子を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の超音波探触子を示す構成図

【図2】本発明の第1の実施の形態の作用を示し、圧電素子の厚み $t$ と、幅 $W$ との比( $w/t$ )を変えてインピーダンス特性を表した第1のグラフ

【図3】本発明の第1の実施の形態の作用を示し、圧電素子の厚み $t$ と、幅 $W$ との比( $w/t$ )を変えてインピーダンス特性を表した第2のグラフ

【図4】本発明の第1の実施の形態の作用を示し、圧電素子の厚み $t$ と、幅 $W$ との比( $w/t$ )を変えて超音波探触子のエコー波形を示すグラフ

【図5】本発明の第2の実施の形態の超音波探触子を示す概略断面図

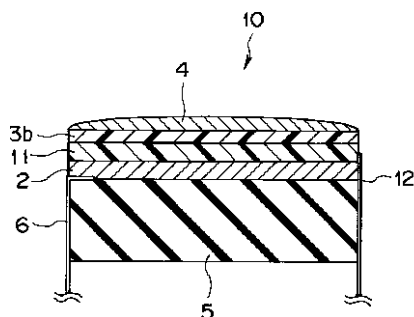
【図6】図5の変形例を示す超音波探触子を示す概略断面図

【図7】従来の配列型超音波探触子を示す構成図

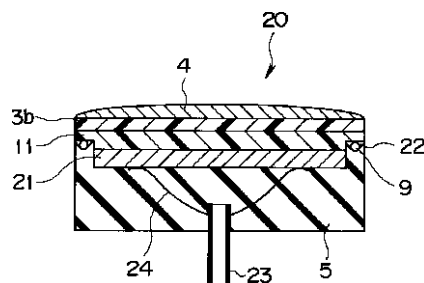
【符号の説明】

- 1 ...超音波探触子(配列型超音波探触子)
- 2 ...圧電素子
- 3 ...音響整合層
- 3 a ...第1音響整合層
- 3 b ...第2音響整合層
- 4 ...音響レンズ
- 5 ...パッキング材(背面負荷材)

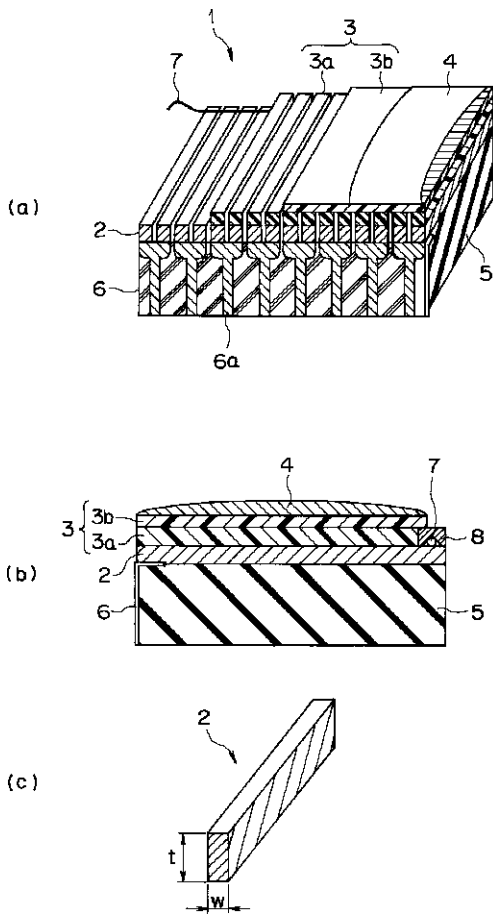
【図5】



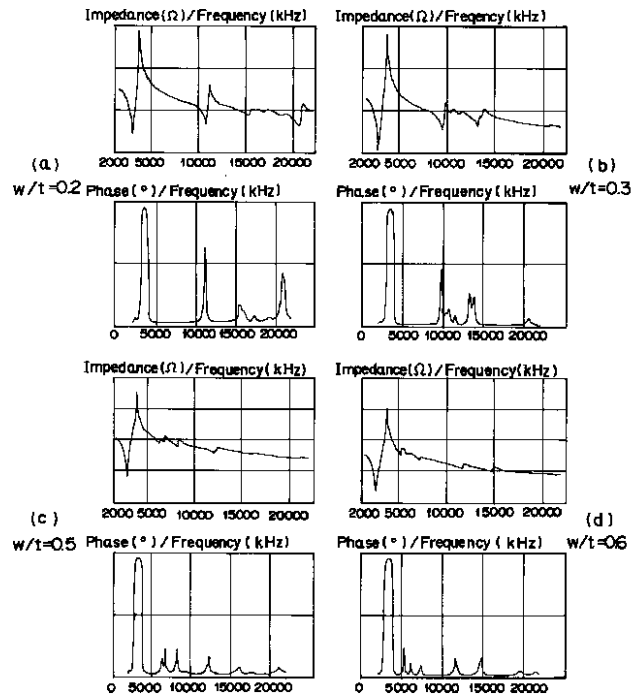
【図6】



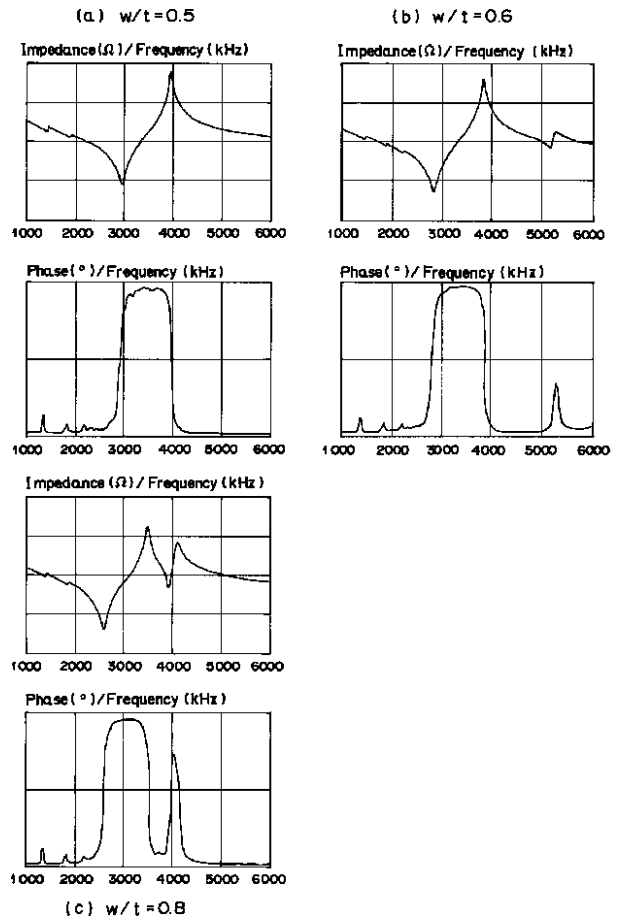
【図1】



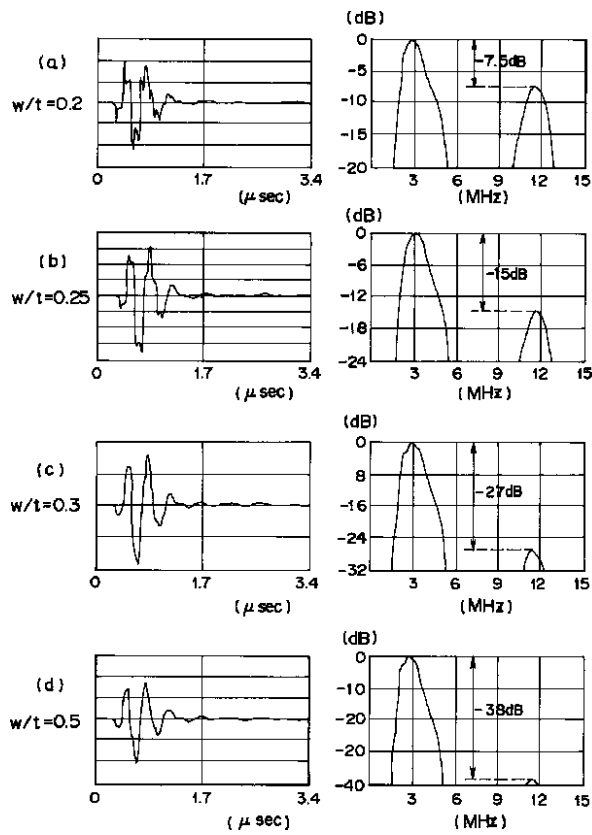
【図2】



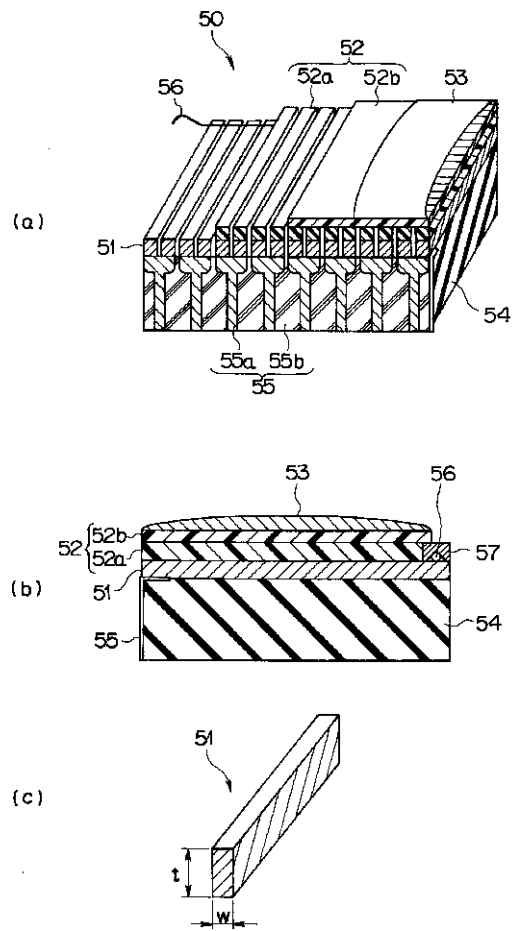
【図3】



【図4】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード (参考)
H 0 4 R 1/34	3 3 0	H 0 4 R 1/34	3 3 0 Z
		17/00	3 3 2 A
17/00	3 3 2	H 0 1 L 41/08	J

(72)発明者 今橋 拓也  
東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 水沼 明子  
東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

Fターム(参考) 2G047 EA05 GB02 GB12  
4C301 EE06 GB03  
5D019 AA11 AA21 BB02 BB18 FF04  
FF05 GG01 GG03 GG05 GG06  
5D107 AA03 AA16 BB07 BB09 CC01  
CC12

专利名称(译)	超音波探触子		
公开(公告)号	<a href="#">JP2002165793A</a>	公开(公告)日	2002-06-11
申请号	JP2000363641	申请日	2000-11-29
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	オリンパス光学工业株式会社		
[标]发明人	若林勝裕 舟窪朋樹 今橋拓也 水沼明子		
发明人	若林 勝裕 舟窪 朋樹 今橋 拓也 水沼 明子		
IPC分类号	G01N29/24 A61B8/00 B06B1/06 B06B3/04 H01L41/09 H04R1/34 H04R17/00		
FI分类号	A61B8/00 B06B1/06.Z B06B3/04 G01N29/24.502 H04R1/34.330.A H04R1/34.330.Z H04R17/00.332.A H01L41/08.J		
F-TERM分类号	2G047/EA05 2G047/GB02 2G047/GB12 4C301/EE06 4C301/GB03 5D019/AA11 5D019/AA21 5D019/BB02 5D019/BB18 5D019/FF04 5D019/FF05 5D019/GG01 5D019/GG03 5D019/GG05 5D019/GG06 5D107/AA03 5D107/AA16 5D107/BB07 5D107/BB09 5D107/CC01 5D107/CC12 4C601/EE03 4C601/GB01 4C601/GB03 4C601/GB04 4C601/GB30		
代理人(译)	伊藤 进		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

解决的问题：实现具有高的机电转换效率并且具有最佳形状的压电元件的超声波探头，其中，可以抑制不必要的振动模式的产生，并且能够提高图像分辨率。超声波探头（1）包括：多个超声波元件（2），其产生超声波并发送和接收超声波；以及多个压电元件（2），其位于多个压电元件（2）的声辐射面侧。声匹配层3用于辐射从元件2产生的超声波，背衬材料5作为背负载材料，其位于多个压电元件2的背面并且吸收不必要的超声波。一维至少配置多个压电元件2。压电元件2在声发射轴方向上的厚度t与压电元件2在布置方向上的宽度W之比（ $w/t$ ）被设定为0.3至0.5。

