

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4413568号  
(P4413568)

(45) 発行日 平成22年2月10日(2010.2.10)

(24) 登録日 平成21年11月27日(2009.11.27)

(51) Int.Cl.		F 1			
<b>HO4R</b>	<b>1/32</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4R	1/32	330
<b>A61B</b>	<b>8/00</b>	<b>(2006.01)</b>	A61B	8/00	
<b>GO1N</b>	<b>29/24</b>	<b>(2006.01)</b>	GO1N	29/24	502
<b>HO4R</b>	<b>17/00</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4R	17/00	330L
			HO4R	17/00	332B

請求項の数 9 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2003-327388 (P2003-327388)  
 (22) 出願日 平成15年9月19日(2003.9.19)  
 (65) 公開番号 特開2005-94560 (P2005-94560A)  
 (43) 公開日 平成17年4月7日(2005.4.7)  
 審査請求日 平成18年9月12日(2006.9.12)

(73) 特許権者 000005821  
 パナソニック株式会社  
 大阪府門真市大字門真1006番地  
 (74) 代理人 100093067  
 弁理士 二瓶 正敬  
 (72) 発明者 斉藤 孝悦  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下  
 電器産業株式会社内  
 審査官 日下 善之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波探触子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一方向に配列されて超音波を送受信する複数個の圧電素子と、  
 前記圧電素子の配列方向と直交する方向の位置に応じて超音波指向性を変更する指向性  
 設定手段とを、

備え、

前記指向性設定手段は、配列方向の前記圧電素子の各々の幅を変更するものであって、  
 前記指向性設定手段により、前記圧電素子の各々の前記幅が前記直交方向中心部で最も狭  
 く、両端部に行くに従って広がるように構成されている超音波探触子。

【請求項2】

前記圧電素子の各々の前記幅が前記直交方向中心部から両端部に行くに従って連続的に  
 広がるように構成されている請求項1に記載の超音波探触子。

【請求項3】

前記圧電素子の各々の前記幅が前記直交方向中心部から両端部に行くに従って段階的に  
 広がるように構成されている請求項1に記載の超音波探触子。

【請求項4】

一方向に配列されて超音波を送受信する複数個の圧電素子と、  
 前記圧電素子の配列方向と直交する方向の位置に応じて超音波指向性を変更する指向性  
 設定手段とを、

備え、

前記圧電素子上に形成された1層以上の音響整合層を有し、

前記指向性設定手段は、前記音響整合層の前記直交方向中心部における前記配列方向の分割数が最も多く、両端部に行くに従って前記配列方向の分割数が少なくなるように構成されている超音波探触子。

【請求項5】

前記圧電素子の各々の厚み $T$ が前記直交方向の位置によって異なり、

前記指向性設定手段は、前記圧電素子の各々の幅 $W$ と厚み $T$ の比 $W/T$ が前記直交方向中心部から両端部に行くに従って所定の範囲の値になるように構成されている請求項1に記載の超音波探触子。

【請求項6】

前記幅 $W$ と厚み $T$ の比 $W/T$ が前記直交方向中心部から両端部に行くに従って連続的に又は段階的に所定の範囲の値になるように構成されている請求項5に記載の超音波探触子。

【請求項7】

前記複数個の圧電素子は、各々が一方向に配列されるとともに、前記配列方向と直交する方向に分割されず、厚みが前記直交方向に同じに形成されている請求項1から6のいずれか1つに記載の超音波探触子。

【請求項8】

前記指向性設定手段は、超音波探触子の指向性が前記直交方向中心部で最も低く、両端部に行くに従って高くなるように構成されている請求項1から7のいずれか1つに記載の超音波探触子。

【請求項9】

前記圧電素子の送受信周波数は、前記直交方向中心部で最も高く、両端部に行くに従って低くなるように構成されている請求項1から8のいずれか1つに記載の超音波探触子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断装置などに用いる超音波探触子に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の超音波探触子は、図11に示すようにZ方向に超音波を送受信するために複数個の圧電素子31がY方向に配列され、圧電素子31の背面には圧電素子31から送信した不要な超音波を減衰させ、かつ圧電素子31を機械的に保持する背面負荷材32が設けられている。そして、配列方向Yと直交する方向Xの圧電素子31の厚みは、中心付近では薄く両端部に行くに従って厚くなるように不均一な曲面形状にしている。このように圧電素子31の厚みをX方向に不均一にすることにより、超音波ビームの焦点深度を長くし、かつ広帯域の周波数特性が得られて分解能を向上させるという特徴がある(例えば下記の特許文献1参照)。

【特許文献1】特開平7-107595号公報(図7、図18)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、上記従来の超音波探触子の構成においては、以下のような問題がある。圧電素子31のX方向中心付近は厚みが薄いため高い周波数成分の超音波が送受信され、両端部に行くに従って厚くなるので低い周波数成分の超音波が送受信されることになる。一方、圧電素子31の配列方向Yの幅は、X方向では同じである。

【0004】

このため、圧電素子31のX方向中心部の厚みが薄くて周波数が高く、両端部に行くに従い厚くなって周波数は低くなっている構成では、圧電素子31の超音波の指向性は、周波数の高い中心部が高くなり、周波数が低い両端部が低くなっている。圧電素子31の配

10

20

30

40

50

列方向 Y においては、複数個の圧電素子 31 を電子的に遅延をかけて位相制御し超音波ビームを絞るか、あるいは偏向させるため、超音波の指向性は低い（所定感度角度範囲が広い）ことが高分解能の超音波画像を得るために望ましい。

【0005】

しかしながら、従来の構成では、圧電素子 31 の X 方向の中心部は指向性が高いため位相制御できる範囲は狭くなり、結果として高分解能の超音波画像を得ることが難しくなるという問題があった。また、周波数の高い X 方向中心部付近の指向性を低くするためには、圧電素子 31 の配列を中心部の高い周波数に合わせて狭くすることも可能であるが、この構成にすると両端部の厚みが厚い圧電素子 31 の柱が高くなり、製作することが極めて困難になるという問題があった。

10

【0006】

本発明は、上記従来の問題を解決するためになされたもので、圧電素子の配列方向と直交する方向の位置のそれぞれにおいて所望の超音波指向性を実現することができ、ひいては超音波指向性を低くすることができ、多くの圧電素子の配列を使用して自由に位相制御できることになり、超音波ビームを細く絞ることができ、また、超音波ビームを偏向することができ、分解能の高い超音波画像が得られる超音波探触子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の超音波探触子は上記目的を達成するために、一方向に配列されて超音波を送受信する複数個の圧電素子と、

20

前記圧電素子の配列方向と直交する方向の位置に応じて超音波指向性を変更する指向性設定手段とを、

備え、

前記指向性設定手段は、配列方向の前記圧電素子の各々の幅を変更するものであって、前記指向性設定手段により、前記圧電素子の各々の前記幅が前記直交方向中心部で最も狭く、両端部に行くに従って広くなるように構成されている。

【0008】

この構成により、圧電素子の配列方向と直交する方向の位置に応じて超音波指向性を低く（所定感度角度範囲を広く）することができるので、多くの圧電素子の配列を使用して自由に位相制御できることになり、超音波ビームを細く絞ることができ、また、超音波ビームを偏向することができるため、分解能の高い超音波画像を提供する超音波探触子を得ることができる。

30

【0009】

さらに、本発明の超音波探触子は、前記圧電素子の各々の前記幅が前記直交方向中心部から両端部に行くに従って連続的に広くなるように構成されていることを特徴とする。

この構成により、圧電素子の配列方向と直交する方向の位置に応じて超音波指向性を低くすることができるので、多くの圧電素子の配列を使用して自由に位相制御できることになり、超音波ビームを細く絞ることができ、また、超音波ビームを偏向することができるため、分解能の高い超音波画像を提供する超音波探触子を得ることができる。

40

【0010】

さらに、本発明の超音波探触子は、前記圧電素子の各々の前記幅が前記直交方向中心部から両端部に行くに従って段階的に広くなるように構成されていることを特徴とする。

この構成により、圧電素子の配列方向と直交する方向の位置に応じて超音波指向性を低くすることができるので、多くの圧電素子の配列を使用して自由に位相制御できることになり、超音波ビームを細く絞ることができ、また、超音波ビームを偏向することができるため、分解能の高い超音波画像を提供する超音波探触子を得ることができる。

【0011】

さらに、本発明の超音波探触子は、一方向に配列されて超音波を送受信する複数個の圧電素子と、

50

前記圧電素子の配列方向と直交する方向の位置に応じて超音波指向性を変更する指向性設定手段とを、

備え、

前記圧電素子上に形成された1層以上の音響整合層を有し、

前記指向性設定手段は、前記音響整合層の前記直交方向中心部における前記配列方向の分割数が最も多く、両端部に行くに従って前記配列方向の分割数が少なくなるように構成されていることを特徴とする。

この構成により、圧電素子の配列方向と直交する方向の位置に応じて超音波指向性を低くすることができるので、多くの圧電素子の配列を使用して自由に位相制御できることになり、超音波ビームを細く絞ることができ、また、超音波ビームを偏向することができるため、分解能の高い超音波画像を提供する超音波探触子を得ることができる。

10

【0012】

さらに、本発明の超音波探触子は、前記圧電素子の各々の厚みTが前記直交方向の位置によって異なり、

前記指向性設定手段は、前記圧電素子の各々の幅Wと厚みTの比 $W/T$ が前記直交方向中心部から両端部に行くに従って所定の範囲の値になるように構成されていることを特徴とする。

この構成により、圧電素子の配列方向と直交する方向の位置に応じて超音波指向性を低くすることができるので、多くの圧電素子の配列を使用して自由に位相制御できることになり、超音波ビームを細く絞ることができ、また、超音波ビームを偏向することができるため、分解能の高い超音波画像を提供する超音波探触子を得ることができる。

20

【0013】

さらに、本発明の超音波探触子は、前記幅Wと厚みTの比 $W/T$ が前記直交方向中心部から両端部に行くに従って連続的又は段階的に所定の範囲の値になるように構成されていることを特徴とする。

この構成により、広帯域の周波数特性にでき、かつ高感度にでき、更には超音波の指向性は低くすることができるため、多くの圧電素子の配列を使用して自由に位相制御できることになり、超音波ビームを細く絞ることができ、また、超音波ビームを偏向することができるため、分解能の高い超音波画像を提供する超音波探触子を得ることができる。

【0014】

さらに、本発明の超音波探触子は、前記複数個の圧電素子は、各々が一方向に配列されるとともに、前記配列方向と直交する方向に分割されず、厚みが前記直交方向の位置にかかわらず均一に形成されていることを特徴とする。

30

この構成により、複数個の圧電素子が、一方向に配列されるとともに前記配列方向と直交する方向に分割されず、厚みが前記直交方向の位置にかかわらず均一に形成されている場合にも、圧電素子の配列方向と直交する方向の位置に応じて超音波指向性を低くすることができるので、多くの圧電素子の配列を使用して自由に位相制御できることになり、超音波ビームを細く絞ることができ、また、超音波ビームを偏向することができるため、分解能の高い超音波画像を提供する超音波探触子を得ることができる。

【0015】

さらに、本発明の超音波探触子は、前記指向性設定手段が、超音波探触子の指向性が前記直交方向中心部で最も低く、両端部に行くに従って高くなるように構成されていることを特徴とする。

40

この構成により、圧電素子の配列方向と直交する方向の位置に応じて超音波指向性を低くすることができるので、多くの圧電素子の配列を使用して自由に位相制御できることになり、超音波ビームを細く絞ることができ、また、超音波ビームを偏向することができるため、分解能の高い超音波画像を提供する超音波探触子を得ることができる。

【0016】

さらに、本発明の超音波探触子は、前記圧電素子の送受信周波数が、前記直交方向中心部で最も高く、両端部に行くに従って低くなるように構成されていることを特徴とする。

50

この構成により、圧電素子の直交方向の中心部の周波数が最も高く、両端部に行くに従って低い場合にも、圧電素子の配列方向と直交する方向の位置に応じて超音波指向性を低くすることができるので、多くの圧電素子の配列を使用して自由に位相制御できることになり、超音波ビームを細く絞ることができ、また、超音波ビームを偏向することができるため、分解能の高い超音波画像を提供する超音波探触子を得ることができる。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、圧電素子の配列方向と直交する方向の位置に応じて超音波指向性を所望の特性にすることができるので、多くの圧電素子の配列を使用して自由に位相制御できることになり、超音波ビームを細く絞ることができ、また、超音波ビームを偏向することが

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

<第1の実施の形態>

以下、本発明の実施の形態の超音波探触子について、図面を用いて説明する。本発明の第1の実施の形態の超音波探触子を図1、図2に示す。図1は上面図、図2は図1の線A-A'に沿った側面断面図である。

【0019】

図1、図2において、この超音波探触子は、Z方向に超音波を送受信するためにY方向に複数配列された圧電素子1と、圧電素子1の上面に設けられた共通の接地電極2と、個々の圧電素子1の背面にそれぞれ設けられた複数の信号用電極3と、個々の信号用電極3からそれぞれ信号を取り出す複数の信号用電気端子4と、圧電素子1の背面を機械的に保持し、かつ必要に応じて不要な超音波信号を減衰させる機能を有する背面負荷材5とを有する。圧電素子1はPZT系などの圧電セラミック、単結晶などが用いられる。接地電極2と信号用電極3は、金や銀を蒸着、スパッタリングしたり、銀を焼き付けるなどで圧電素子1の上面、背面にそれぞれ形成される。

20

【0020】

図1において、配列方向Yに隣接する圧電素子1のピッチ6は必要に応じて決める。例えば電子的に超音波ビームを位相制御して偏向する、いわゆる電子セクタタイプでは、圧電素子1の配列数は64～128個であり、グレーティングローブの発生角度の関係から、隣接する圧電素子1のピッチ6は2分の1波長が一般的であり、周波数が2.5MHzで、生体のような媒体の音速が1.54km/sである場合、0.308mmとなる。

30

【0021】

また個々の圧電素子1の配列方向Yの幅Wは、X方向中心付近が最も狭い幅Wminとして両端部に行くに従って徐々に広くなり、両端部で最大幅Wmaxとなるように、隣接する圧電素子1の間に溝7が形成されている。このように圧電素子1の配列方向Yの幅WがX方向の位置によって異なる構成にすることにより、幅Wと周波数と指向との関係により容易に指向性を変化させることが可能になる。

【0022】

このため、隣接する圧電素子1の間に形成される溝7の幅は、圧電素子1の幅Wとは逆に中心部付近では広くなり、両端部に行くに従って狭くなっている。この溝7には、隣り合う圧電素子1が音響的に独立して振動するようにするため、圧電素子1との音響インピーダンスの差が大きいものが望ましく、理想的には気体(空気)が良好であるが、圧電素子1が安定し、また機械的な衝撃に対して保持するということから、実際にはシリコンゴム、ウレタンゴムなどの材料及びそれらの材料に無機若しくは無機物の粉体を混入した材料が充填される。このように圧電素子1の幅WがX方向の位置によって異なる構成にする方法としては、レーザーと化学エッチングを組み合わせた加工法や圧電素子1をパターンニングしたマスクをした状態にしてサンドブラストなどで加工する方法などにより行うことが可能である。

40

【0023】

50

図2は図1中の線A-A'の断面を示した図であり、圧電素子1のZ方向の厚みTがX方向の位置によって異なるように形成され、この例では中心部付近の圧電素子1の厚みTを最小値(Tmin)として、両端部に行くに従って厚みが厚くなり、両端部では最大値(Tmax)となる曲面形状にしている。このようにY方向に複数配列した圧電素子1の短軸方向Xに対しては、圧電素子1の厚みTが最も薄い中心部は、高い周波数成分で送受信でき、両端部に行くに従って圧電素子1が厚くなるので周波数が低い成分で送受信ができることにより、超音波ビームの焦点深度を長くし、かつ広帯域の周波数特性が得られる。

#### 【0024】

一方、Y方向に複数個配列した圧電素子1に対して、個々の圧電素子1に電子的に遅延させて位相制御し超音波ビームを偏向させるときは、圧電素子1の指向性が大きく性能に影響する。すなわち位相制御する場合、個々の圧電素子1の指向性は低い方が位相制御する自由度が広がり、望ましい。この指向性を示す指向係数は一般的によく知られているような以下の式で計算される。

$$\text{Re}(\ ) = \frac{\sin(\ ) \cdot a \cdot \sin(\ )}{(\ ) \cdot a \cdot \sin(\ )} \dots (1)$$

ここで、aは圧電素子1の幅W、 $\lambda$ は波長(媒体の音速/周波数)である。上式からわかるように、指向係数Re( )は圧電素子1の幅W、つまりaが狭くなるに従い小さくなる傾向になり、また周波数が高くなるに従い大きくなる傾向となる。

#### 【0025】

この超音波探触子は、超音波診断装置などの本体から信号用電気端子4、接地電極2から引き出した接地用電気端子(図示せず)を介して電気信号を印加することにより、圧電素子1が機械振動して超音波を送信及び受信するものであり、生体を被検体とする超音波診断装置用超音波探触子は、生体に直接接触又は超音波伝播媒体を介して間接的に接触して生体に超音波を送信し、生体から反射してきた反射波を再び超音波探触子で受信してその信号を本体で処理してモニター上に診断画像を表示して診断するものに用いられるいわゆるセンサである。

#### 【0026】

この方式としては、Y方向に配列した複数の圧電素子1のそれぞれに送受信する時間の遅延をかけて位相制御して超音波ビームを所望の位置に絞り高分解能化したり、あるいは超音波ビームを偏向したりして扇形状に走査する方式が一般的になっている。例えば、図1、図2に示すような構成において、圧電素子1としてPZT-5H相当の圧電セラミックを用いて両端部の中心周波数を2.5MHzに、中心部を5MHzに設定した場合の圧電素子1の厚みTは、材料定数より中心部はTmin=約0.3mmとなり、両端部に行くに従い徐々に厚くなり、両端部での厚みはTmax=約0.6mmとなる。

#### 【0027】

一方、配列方向Yについては前述のように、ピッチ6を2分の1波長を基本に設定すると、圧電素子1の中心部の幅Wminは、周波数=5MHzであるから1波長(0.308mm)の2分の1でWmin=0.154mmとなる。この幅Wminから両端部に行くに従って徐々に連続的に圧電素子1の幅は広くなり(曲面形状)、両端部になると周波数=2.5MHzであるから幅Wmaxは0.308mmとなる。このような構成にすると、中心部から両端部に行くに従って周波数が変化しても、圧電素子1のX方向の指向性は、圧電素子1の配列方向Yの幅WがX方向の位置によって異なるため、中心部と両端部がほぼ同一の所望の指向特性を確保することができる。

#### 【0028】

また、目的によって圧電素子1の配列方向Yの幅WをX方向の位置に対応して適時変えること(指向性設定手段)によってX方向の指向特性を変えることができる。また、X方向中心付近の圧電素子1の高い周波数は、超音波画像では近い距離(深さが浅い位置)を表示する傾向であり、近距離ほど指向角度が広いことが望ましいことから指向性はより低いことが望ましいので、中心部の幅Wminを更に狭くして両端部より指向性を低くする構成にできる。したがって、圧電素子1の中心付近の高い周波数成分を持つところも指向性を低くすることができるため、多くの圧電素子1の配列数を使用して自由に位相制御でき

10

20

30

40

50

ることになり、超音波ビームを細く絞ることができ、また、超音波ビームを偏向することができるため、分解能の高い超音波画像を提供する超音波探触子を得ることができる。

【0029】

なお、第1の実施の形態では、圧電素子1の上面側に位置する接地電極2の上には何も設けていない構成について説明したが、接地電極2の上面に1層以上の音響整合層を形成した超音波探触子の構成にしても同様の効果が得られる。また、第1の実施の形態では、圧電素子1としてPZTなどの圧電セラミックや単結晶を用いた構成について説明したが、このほか、圧電素子1として圧電セラミックと有機高分子を複合した、いわゆる複合圧電体を用いた超音波探触子の構成にしても同様の効果が得られる。

【0030】

<第2の実施の形態>

次に、本発明の第2の実施の形態の超音波探触子を図3、図4に示す。図3、図4において、この超音波探触子は、Z方向に超音波を送受信するためにY方向に複数配列された圧電素子11と、圧電素子11の上面に設けられた共通の接地電極12と、個々の圧電素子11の背面にそれぞれ設けられた複数の信号用電極13と、個々の信号用電極13からそれぞれ信号を取り出す複数の信号用電気端子14と、圧電素子11の背面を機械的に保持し、かつ必要に応じて不要な超音波信号を減衰させる機能を有する背面負荷材15とを有する。圧電素子11はPZT系などの圧電セラミック、単結晶などが用いられる。接地電極12と信号用電極13は、金や銀を蒸着、スパッタリングしたり、銀を焼き付けるなどで圧電素子11の上面、背面にそれぞれ形成される。

【0031】

また図3において、Y方向に隣接する圧電素子11のピッチ16は、第1の実施の形態と同様に必要に応じて決める。例えば電子的に超音波ビームを位相制御して偏向するいわゆる電子セクタタイプでは、圧電素子11の配列数は64~128個が一般的であり、ピッチ16は2分の1波長となり、周波数を2.5MHzで媒体の音速を1.54km/sとした場合0.308mmとなる。ここで、圧電素子11の幅Wは、X方向中心付近が最も狭い幅Wminとして両端部に行くに従って段階的に広くなり両端部での幅Wは最大値Wmaxとなる構成にしており、この点が第1の実施の形態と違う点である。

【0032】

また、図4は図3中の線B-B'の断面を示した図であり、圧電素子11のZ方向の厚みTがX方向の位置によって異なり、この例では圧電素子11の中心部付近の厚みTを最小値Tminとして両端部に行くに従って厚みTが厚くなり両端部では最大値Tmaxとなる形状にしている。この圧電素子11の厚みTは、連続的に変えてもよく、また段階的に変えてもよい。このように圧電素子11の短軸方向Xに対しては、圧電素子11の厚みTが最も薄い中心部は高い周波数成分を送受信でき、両端部に行くに従って圧電素子が厚くなるので周波数が低い成分での送受信ができることにより、超音波ビームの焦点深度を長くし、かつ広帯域の周波数特性が得られる。

【0033】

一方、Y方向に配列した圧電素子11に対して、個々の圧電素子11に電子的に遅延させて位相制御し超音波ビームを偏向させるときは、圧電素子11の指向性が大きく性能に影響することは第1の実施の形態で前述したのと同じである。すなわち位相制御する場合、個々の圧電素子11の指向性は低い方が位相制御する自由度が広がり望ましい。これらの超音波探触子の動作については、第1の実施の形態で説明したものと一緒であるのでここでは割愛する。

【0034】

例えば図3、図4に示すような構成において、圧電素子11をPZT-5H相当の圧電セラミックを用いて、両端部の中心周波数が2.5MHzに、中心部を5MHzに設定した場合の圧電素子11の厚みTは、中心部はTmin=約0.3mmとなり、両端部に行くに従い徐々に厚くなり、両端部での厚みTmaxは約0.6mmとなる。一方、配列方向Yでは、前述のように配列ピッチ16を2分の1波長を基本に設定すると、中心部の最も狭

10

20

30

40

50

い圧電素子 1 1 の幅  $W_{min}$  は、5 MHz であるから 1 波長 = 0.308 mm の 2 分の 1 で、 $W_{min} = 0.154$  mm となる。

【0035】

この幅  $W_{min}$  から両端部に行くに従って、例えば周波数の段階を中心から対称に、片側で 6 分割（両側合わせて 11 分割）して圧電素子 1 1 の幅  $W$  が段階的に広がる。したがって、中心部の高い周波数は 5 MHz、次は 4.5 MHz、4 MHz、3.5 MHz、3 MHz、そして両端部は 2.5 MHz に設定し、それぞれの幅  $W$  を 2 分の 1 波長に設定した場合、幅  $W$  は 5 MHz では 0.154 mm、4.5 MHz では 0.171 mm、4 MHz では 0.193 mm、3.5 MHz では 0.22 mm、3 MHz では 0.257 mm、そして両端部は 2.5 MHz では最も幅が広く  $W_{max} = 0.308$  mm となる。

10

【0036】

このような構成にすると、X 方向の中心部から両端部に行くに従って、周波数が段階的に変化しても、圧電素子 1 1 の X 方向の指向性は、圧電素子 1 1 の幅  $W$  を変化させているため、ほぼ同じ指向性を確保することができる。したがって、圧電素子 1 1 の中心付近の高い周波数成分を持つところも指向性を低くすることができるため、圧電素子 1 1 の多くの配列数を使用して自由に位相制御できることになり、超音波ビームを細く絞ることができ、また、超音波ビームを偏向することができるため、分解能の高い超音波画像を提供する超音波探触子を得ることができる。

【0037】

また、第 2 の実施の形態では、接地電極 1 2 の上面には何も設けていない構成について説明したが、接地電極 1 2 の上面に 1 層以上の音響整合層を形成した超音波探触子の構成にしても同様の効果が得られる。また、第 2 の実施の形態では、圧電素子 1 1 として PZT などの圧電セラミックや単結晶を用いた構成について説明したが、このほか、圧電素子 1 1 として圧電セラミックと有機高分子を複合したいわゆる複合圧電体を用いた超音波探触子の構成にしても同様の効果が得られる。

20

なお、圧電素子 1 1 の幅  $W$  を段階的に変えることは、連続的に幅  $W$  を変えるよりも、加工面、コスト面で有利である。理想的にはこの段階をさらに細密に加工し、性能的により優れた連続的に変えるタイプにすることが望ましい。

【0038】

< 第 3 の実施の形態 >

30

次に、本発明の第 3 の実施の形態の超音波探触子を図 5 ~ 図 8 に示す。この超音波探触子は、Z 方向に超音波を送受信するために Y 方向に複数配列された圧電素子 2 1 と、圧電素子 2 1 の上面に設けられた共通の接地電極 2 2 と、接地電極 2 2 の上面に設けられた 1 層以上の音響整合層 2 8（ここでは 1 層の音響整合層）と、個々の圧電素子 2 1 の背面にそれぞれ設けられた複数の信号用電極 2 3 と、個々の信号用電極 2 3 からそれぞれ信号を取り出す複数の信号用電気端子 2 4 と、圧電素子 2 1 の背面を機械的に保持し、かつ必要に応じて不要な超音波信号を減衰させる機能を有する背面負荷材 2 5 とを有する。圧電素子 2 1 は PZT 系などの圧電セラミック、単結晶などが用いられる。接地電極 2 2 と信号用電極 2 3 は、金や銀を蒸着、スパッタリングしたり、銀を焼き付けるなどで圧電素子 2 1 の上面、背面にそれぞれ形成される。

40

【0039】

ここで、圧電素子 2 1 の短軸方向 X では、第 1、第 2 の実施の形態と違って幅  $W$  を変えていないが、音響整合層 2 8 の構造が第 1、第 2 の実施の形態と異なる。すなわち、音響整合層 2 8 は短軸方向 X に複数の領域に分割される。分割数は 11 個であるが目的に応じて分割数が適時決められる。また、音響整合層 2 8 は、短軸方向 X の中心部を配列方向 Y に分割溝 2 7 で 6 分割しており、これが両端部に行くに従って段階的に分割数を減らしていく構成としている。

【0040】

図 7、図 8 は音響整合層 2 8 の分割溝 2 7 の構成を説明するために、それぞれ図 5 の C - C' と D - D' の断面図を示している。図 7 は音響整合層 2 8 の 6 分割した中央部を示

50

し、図 8 はこの中央部から 2 つ隣の 4 分割した部分を示している。これらの音響整合層 2 8 の分割溝 2 7 の内部は、空気の状態が最も望ましいが、超音波探触子を構成する上で困難な場合には、柔らかい樹脂、例えばシリコンゴムやウレタンゴムあるいはこれらの樹脂に無機物などの粉体を充填したものをを用いてもよい。ここで音響整合層 2 8 に設けた分割溝 2 7 は圧電素子 2 1 の一部まで設けてもよい。

#### 【 0 0 4 1 】

以上のような構成にすることにより、圧電素子 2 1 が X 方向中心部では高い周波数、そして両端部に行くに従って低い周波数を有する超音波の送受信を行うときに、圧電素子 2 1 の短軸方向 X における幅は同じであるが、音響整合層 2 8 の分割数を周波数が高い部分ほど多くしているため指向性は低くなる。これは圧電素子 2 1 を分割しなくとも音響整合層 2 8 をレーザ、超音波カッタなどで分割することで指向性を低くできることを利用したものである。したがって、X 方向の中心部と両端部の指向特性が違って、中心部が高くなるという問題を解決することができる。

10

#### 【 0 0 4 2 】

つまり、この超音波探触子の指向特性は、圧電素子 2 1 の幅と共に音響整合層 2 8 の幅、若しくは分割数にも関係することに注目し、音響整合層 2 8 の Y 方向の分割数を X 方向の中心に向かって増やすことにより、より点音源に近づけ、指向性を低くするようにしている。本実施の形態では、中心部は高い周波数であるため指向性が高いので、これを低くするために音響整合層 2 8 の X 方向の中心部の分割数を最も多くし、両端部に行くに従って段階的に音響整合層 2 8 の分割数を減らしていく構成にすることにより、ほぼ同一の指向特性を得ることが可能となる。

20

#### 【 0 0 4 3 】

したがって、圧電素子 2 1 の X 方向の中心付近の高い周波数成分を持つところも指向性を低くすることができるため、多くの圧電素子 2 1 の配列数を使用して自由に位相制御できることになり、超音波ビームを細く絞ることができ、また、超音波ビームを偏向することができるため、分解能の高い超音波画像を提供する超音波探触子を得ることができる。

#### 【 0 0 4 4 】

また、第 3 の実施の形態では、圧電素子 2 1 として P Z T などの圧電セラミックや単結晶を用いた構成について説明したが、圧電素子 2 1 として圧電セラミックと有機高分子を複合したいわゆる複合圧電体を用いた超音波探触子の構成にしても同様の効果が得られる。また、第 3 の実施の形態では、圧電素子 2 1 の配列方向 Y の幅 W は、X 方向にほぼ同一にした場合について説明したが、このほか、X 方向中心部が狭く両端部に行くに従って広くしたり、圧電素子 1 1 として圧電セラミックと有機高分子を複合したいわゆる複合圧電体を用いた超音波探触子の構成にしても同様の効果が得られる。

30

#### 【 0 0 4 5 】

< 第 4 の実施の形態 >

次に、本発明の第 4 の実施の形態の超音波探触子を図 1、図 2 を参照して説明する。第 4 の実施の形態の構成は、第 1 の実施の形態と同じ構成であるので説明は割愛し、ここでは第 4 の実施の形態の動作のみについて説明する。

#### 【 0 0 4 6 】

第 4 の実施の形態では、圧電素子 1 の厚み  $T_{min} \sim T_{max}$  と幅  $W_{min} \sim W_{max}$  が連続的に異なるものについて、圧電素子 1 の幅 W と厚み T の比  $W/T$  を変えている。一方、この圧電素子 1 の  $W/T$  は既に公知であるように、圧電素子 1 の電気機械結合係数 k は高い値ほど感度が高く、また周波数の比帯域も広くすることができる。これは  $W/T$  と大きく関係しており、P Z T - 5 H 相当の圧電セラミック材料では  $W/T$  が 0.5 ~ 0.6 付近で最も電気機械結合係数 k が高くなる。

40

#### 【 0 0 4 7 】

したがって、圧電素子 1 の X 方向中心部付近で最も厚み T が薄いので、この厚み T に対応して  $W/T$  が 0.5 ~ 0.6 になるような幅 W に設定し、さらに両端部に行くに従って圧電素子 1 の厚み T が厚くなるので、所定の範囲の値として  $W/T$  が 0.5 ~ 0.6 の幅

50

になるように徐々に広く変化していくようにすることが望ましい。このことにより、電気機械結合係数  $k$  がどの領域においても同一になるので良好な特性（周波数特性感度）を得ることができる。

#### 【0048】

さらに配列方向  $Y$  に対して直交する方向  $X$  で圧電素子 1 の厚み  $T$  を変えて周波数を変化させているものでは、中心部から両端部まで同じ圧電素子 1 の幅  $W$  にすると、圧電素子 1 の中心部の薄いところでの  $W/T$  は大きくなる。 $W/T$  が 0.6 を超えてくると、幅方向  $Y$  でも振動するのでこの周波数が厚み方向  $Z$  の振動周波数に近くなると周波数特性に悪影響する。本実施の形態はこのような幅方向  $Y$  の振動周波数の悪影響も低減できる構成となっている。

10

#### 【0049】

以上のような構成にすると、圧電素子 1 の  $X$  方向中心付近の高い周波数成分を持つところも指向性を低く、かつ圧電素子 1 の電気機械結合係数  $k$  として高い値を有することができる、さらには幅振動の周波数の影響も低減できるため、高い感度で広い周波数帯域を持ち、さらには超音波ビームを細く絞ることができるため、分解能の高い超音波画像を提供する超音波探触子を得ることができる。

#### 【0050】

なお、第 4 の実施の形態では、圧電素子 1 の厚み  $T_{min} \sim T_{max}$  と幅  $W_{min} \sim W_{max}$  が連続的に変化しているものについて説明したが、このほか圧電素子 1 の厚み  $T_{min} \sim T_{max}$  と幅  $W_{min} \sim W_{max}$  の両方を段階的に変化させたり、若しくは厚み  $T$  のみ、あるいは幅  $W$  のみを段階的に変化させても同様の効果が得られる。

20

#### 【0051】

##### < 第 5 の実施の形態 >

本発明の第 5 の実施の形態の超音波探触子を図 9、図 10 に示す。図 9、図 10 において、この超音波探触子は、 $Z$  方向に超音波を送受信するために  $Y$  方向に複数配列された圧電素子 41 と、圧電素子 41 の上面に設けられた共通の接地電極 42 と、個々の圧電素子 41 の背面にそれぞれ設けられた複数の信号用電極 43 と、複数の信号用電極 43 からそれぞれ信号を取り出す複数の信号用電気端子 44 と、圧電素子 41 の背面を機械的に保持し、かつ必要に応じて不要な超音波信号を減衰させる機能を有する背面負荷材 45 とを有する。圧電素子 41 は  $PZT$  系などの圧電セラミック、単結晶などが用いられる。接地電極 42 と信号用電極 43 は、金や銀を蒸着、スパッタリングしたり、銀を焼き付けるなどで圧電素子 41 の上面、背面にそれぞれ形成される。

30

#### 【0052】

また、本実施の形態と第 1 の実施の形態との違いは、図 9、図 10 に示すように圧電素子 41 が短軸方向  $X$  に対してほぼ均一の厚み  $T$  を有し、かつ短軸方向  $X$  に分割していない点である。圧電素子 41 の厚み  $T$  が均一であるということは短軸方向  $X$  でほぼ同じ周波数の超音波が送受信することになるが、同じ周波数を有しても圧電素子 41 の幅  $W$  を変えることによって圧電素子 41 の配列方向に直交する方向の位置に応じて指向性を変えることができる。図 9 では圧電素子 41 の幅  $W$  は  $X$  方向中心部では最小の幅  $W_{min}$  にし、両端部に行くに従って幅は広がっていきように構成し、両端部で圧電素子 41 の幅  $W$  は最大の  $W_{max}$  にしている。

40

#### 【0053】

このような構成にすることにより、圧電素子 41 の指向性は、短軸方向  $X$  における中心部で最も指向性が低くなり、両端部に行くに従い徐々に高くなっていくという特性を有することになる。この構成は第 5 の実施の形態で説明した圧電素子の  $X$  方向での作用と同じであり、割愛するが、圧電素子 41 の短軸方向  $X$  は分割していないので電気的な制御がない構成である。したがって、圧電素子 41 の短軸方向  $X$  では中心部の領域付近の小さい開口での超音波ビームの制御となるため近距離領域は分解能の高い超音波画像を得ることができる。

50

## 【0054】

また、第5の実施の形態では、接地電極42の上面には何も設けていない構成について説明したが、1層以上の音響整合層を形成した超音波探触子の構成にしても同様の効果が得られる。また、第5の実施の形態では、圧電素子41としてPZTなどの圧電セラミックや単結晶を用いた構成について説明したが、このほか、圧電素子41として圧電セラミックと有機高分子を複合したいわゆる複合圧電体を用いた超音波探触子の構成にしても同様の効果が得られる。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0055】

本発明の超音波探触子は、分解能の高い超音波画像を得ることができるので、医療などの超音波診断や検査に利用することができる。

10

## 【図面の簡単な説明】

## 【0056】

【図1】本発明の第1及び第4の実施の形態における超音波探触子の概略を示す上面図

【図2】図1中の線A-A'に沿った側面断面図

【図3】本発明の第2の実施の形態における超音波探触子の概略を示す上面図

【図4】図3中の線B-B'に沿った側面断面図

【図5】本発明の第3の実施の形態における超音波探触子の概略を示す上面図

【図6】図5の側面断面図

【図7】図5中の線C-C'に沿った側面断面図

20

【図8】図5中の線D-D'に沿った側面断面図

【図9】本発明の第5の実施の形態における超音波探触子の概略を示す上面図

【図10】図5の側面断面図

【図11】従来の超音波探触子の概略を示す斜視図

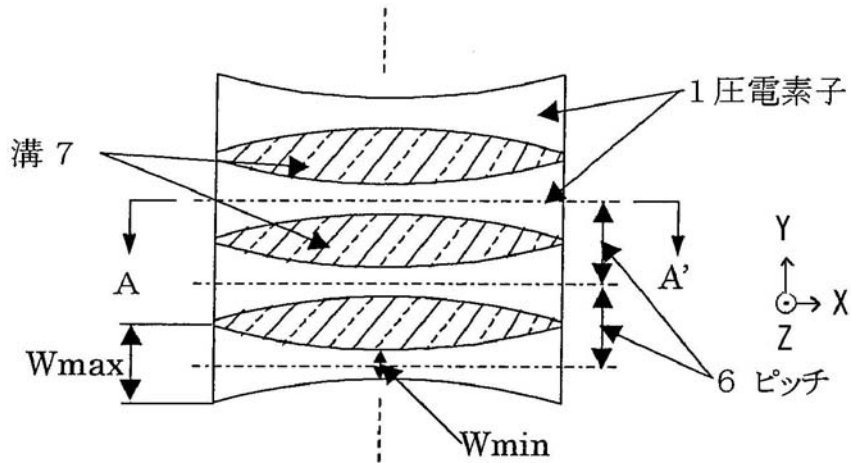
## 【符号の説明】

## 【0057】

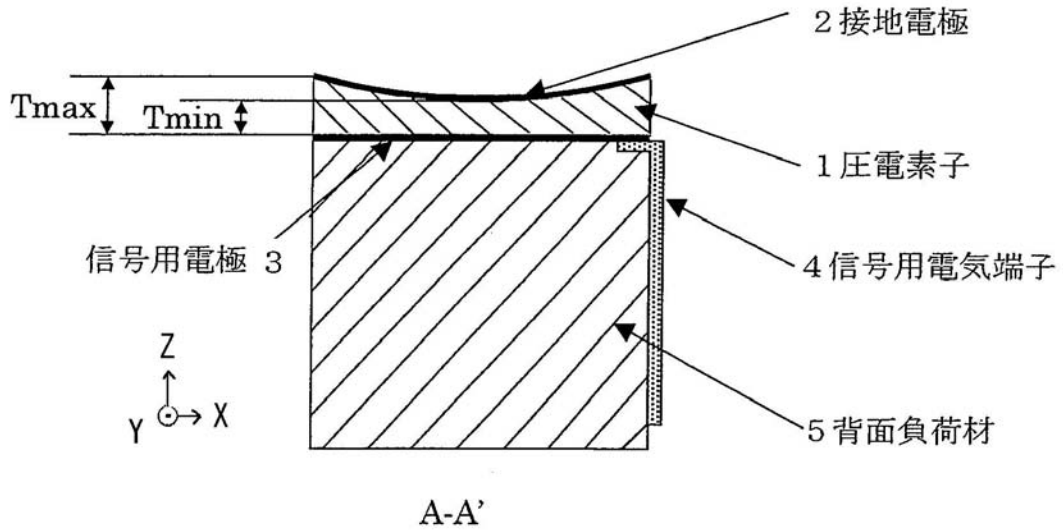
- 1、11、21、41 圧電素子
- 2、12、22、42 接地電極
- 3、13、23、43 信号用電極
- 4、14、24、44 信号用電気端子
- 5、15、25、45 背面負荷材
- 6、16、26、46 ピッチ
- 7、17、47 溝
- 27 分割溝
- 28 音響整合層

30

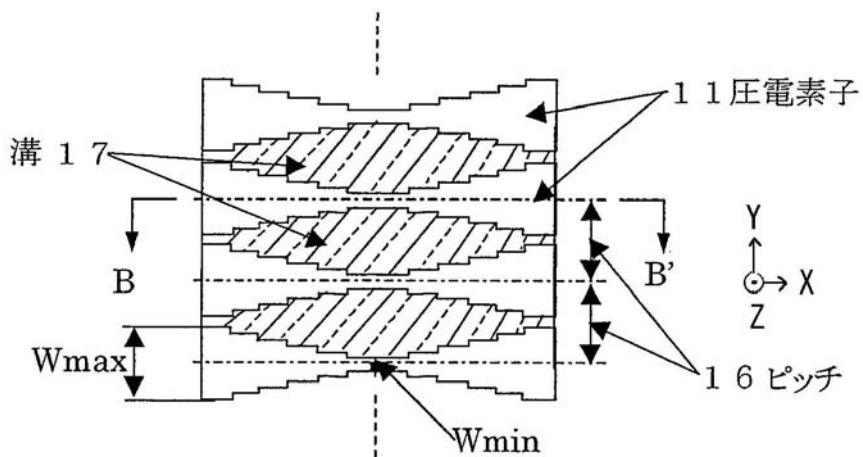
【図1】



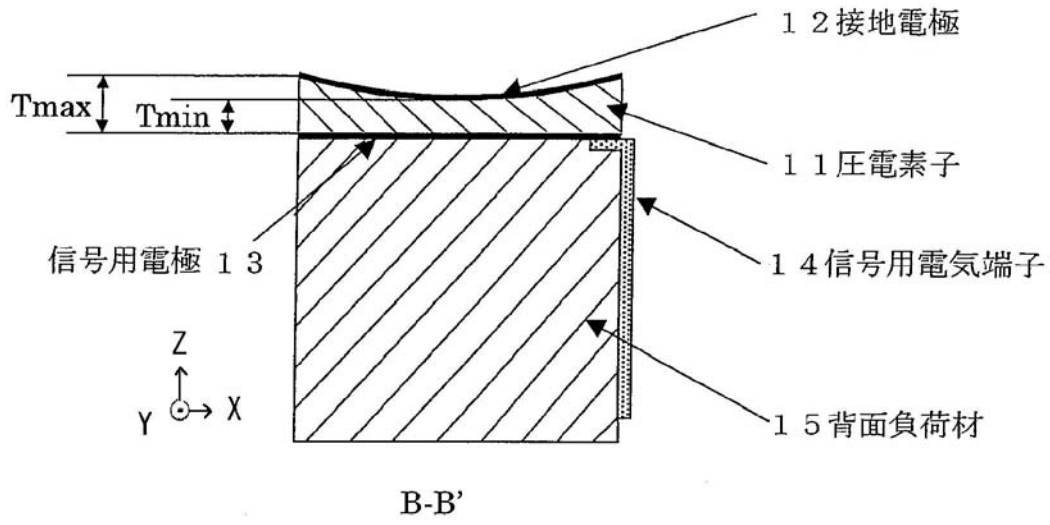
【図2】



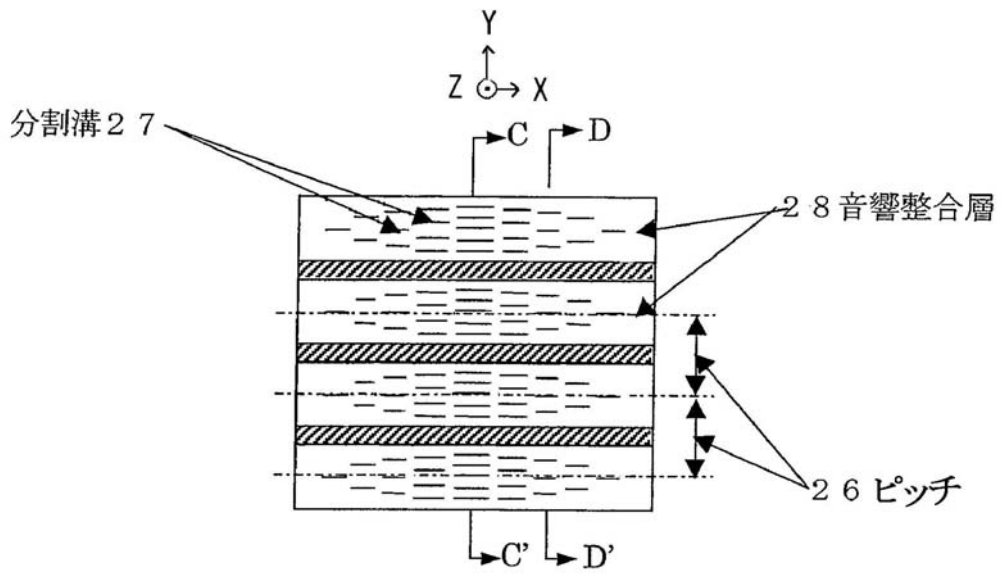
【図3】



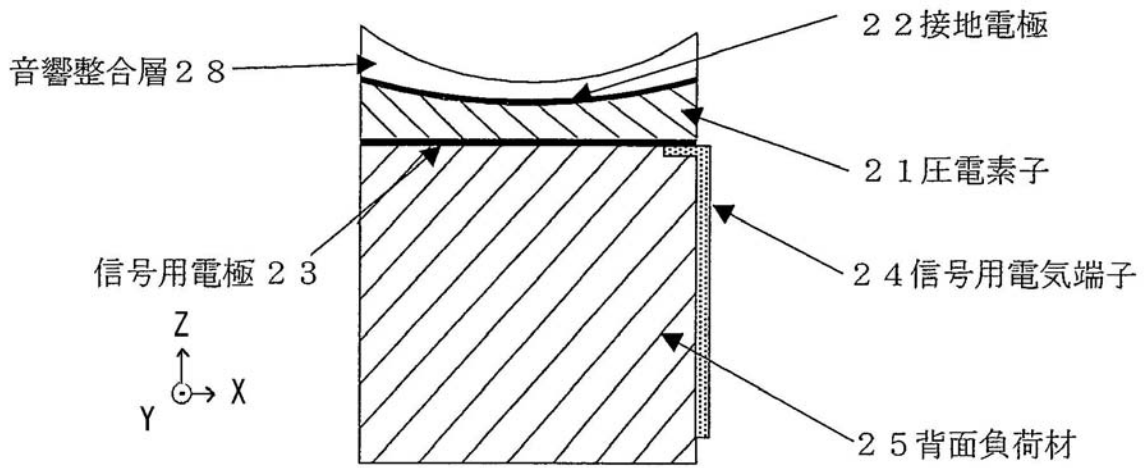
【図4】



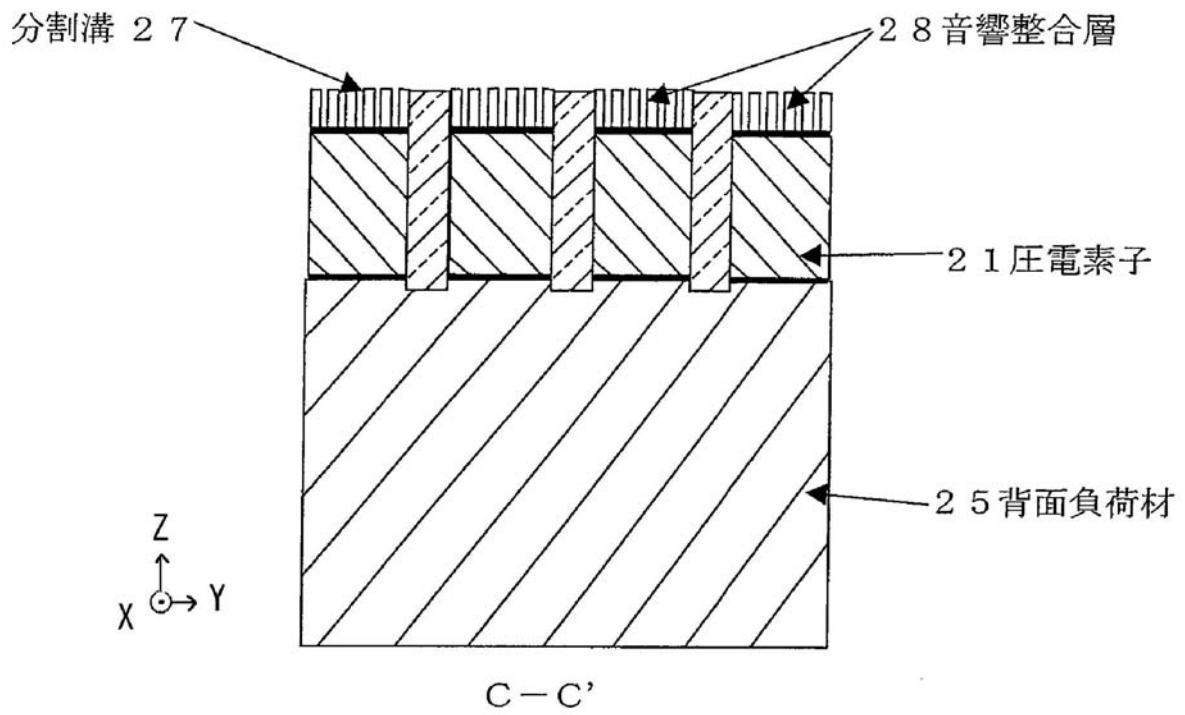
【図5】



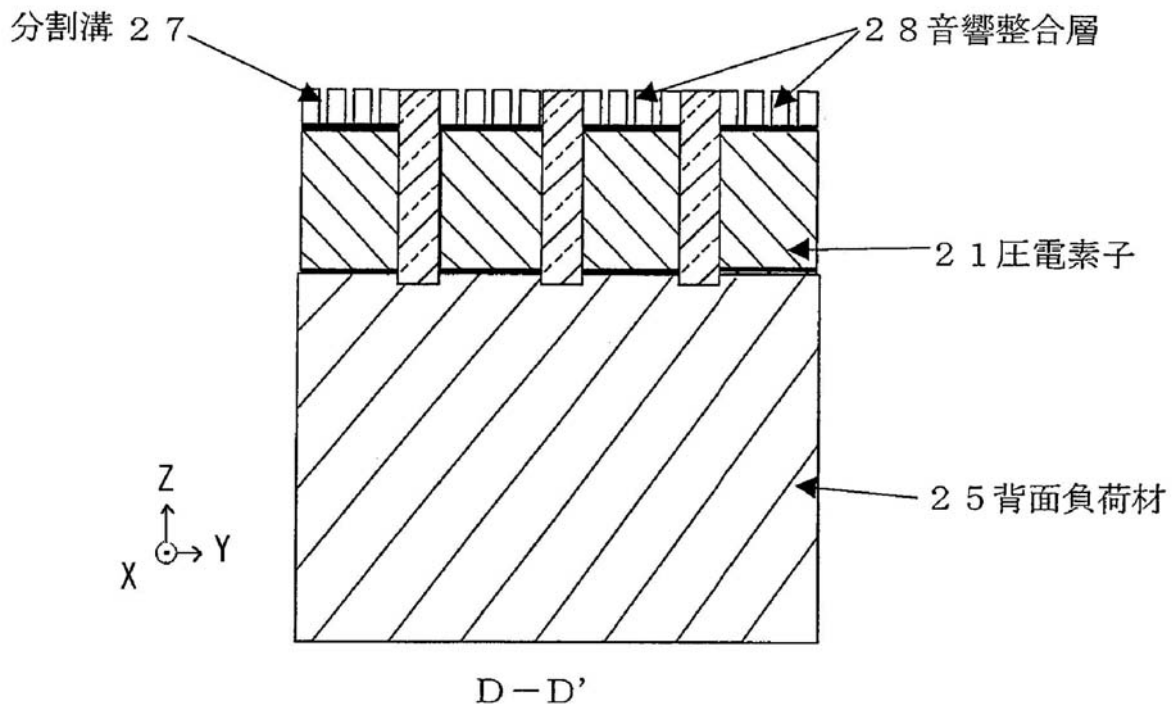
【圖 6】



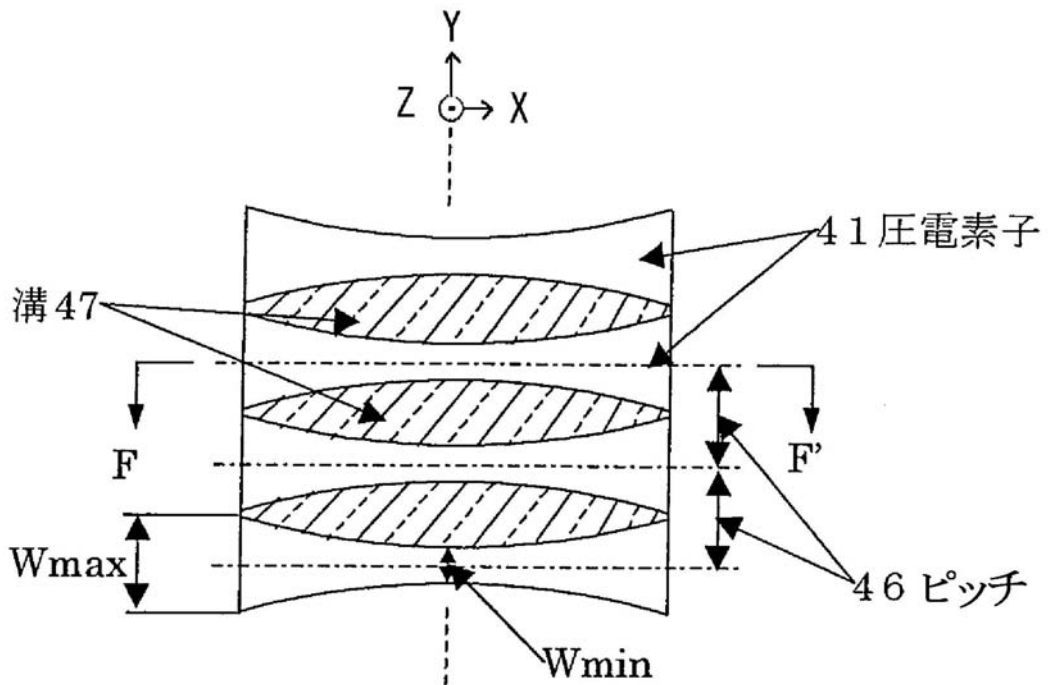
【圖 7】



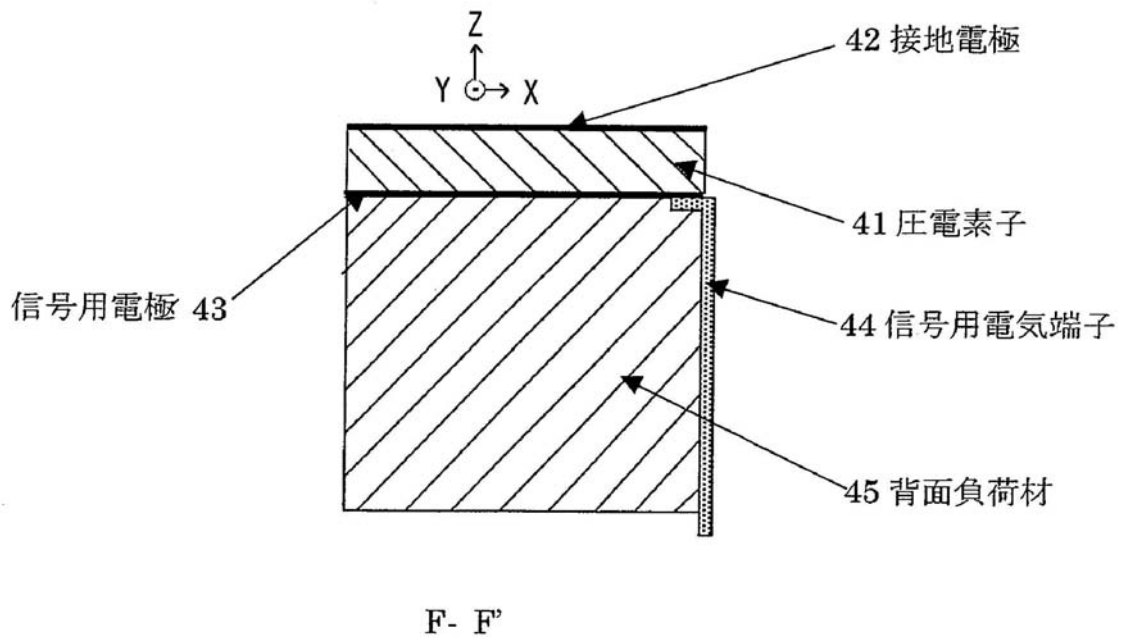
【図8】



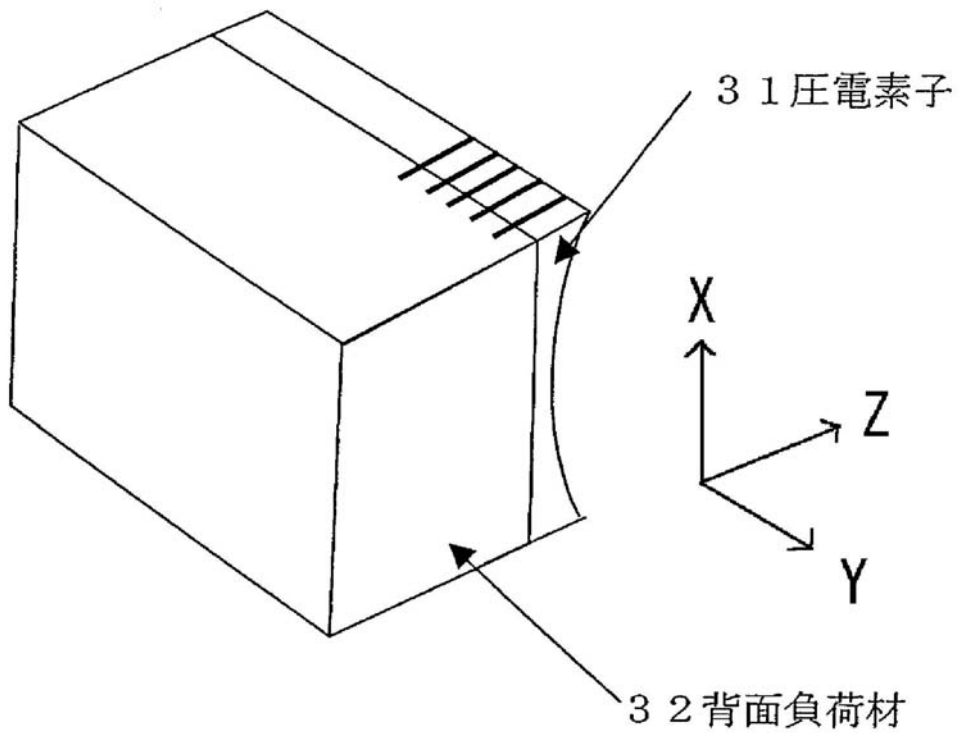
【図9】



【図10】



【図11】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07 - 107595 (JP, A)  
特開平11 - 155857 (JP, A)  
特表2005 - 502437 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R	1 / 32
A61B	8 / 00
G01N	29 / 24
H04R	17 / 00

专利名称(译)	超声波探触子		
公开(公告)号	<a href="#">JP4413568B2</a>	公开(公告)日	2010-02-10
申请号	JP2003327388	申请日	2003-09-19
申请(专利权)人(译)	松下电器产业有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	齐藤孝悦		
发明人	齐藤 孝悦		
IPC分类号	H04R1/32 A61B8/00 G01N29/24 H04R17/00 B06B1/06		
CPC分类号	B06B1/0629		
FI分类号	H04R1/32.330 A61B8/00 G01N29/24.502 H04R17/00.330.L H04R17/00.332.B		
F-TERM分类号	2G047/AC13 2G047/CA01 2G047/EA02 2G047/GB02 2G047/GB13 2G047/GB15 2G047/GB17 2G047/GB21 2G047/GB24 2G047/GB29 4C601/EE01 4C601/GB04 4C601/GB14 4C601/GB17 4C601/GB26 5D019/AA01 5D019/BB18		
其他公开文献	JP2005094560A5 JP2005094560A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：在与压电元件的排列方向正交的方向上提供所需的超声波方向性特性。 解决方案：压电元件1在排列方向Y上的宽度W在垂直于排列方向Y的方向X的中心部分处最窄，并且随着其到达两个端部而变宽，并且X方向上的超声方向性是制作所需的特性。 点域1

