

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-94560

(P2005-94560A)

(43) 公開日 平成17年4月7日(2005.4.7)

(51) Int.Cl.⁷

H04R 1/32

A61B 8/00

G01N 29/24

H04R 17/00

F I

H04R 1/32 330

A61B 8/00

G01N 29/24 502

H04R 17/00 330L

H04R 17/00 332B

テーマコード (参考)

2G047

4C601

5D019

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 16 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)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

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

Fターム(参考) 2G047 AC13 CA01 EA02 GB02 GB13

GB15 GB17 GB21 GB24 GB29

4C601 EE01 GB04 GB14 GB17 GB26

5D019 AA01 BB18

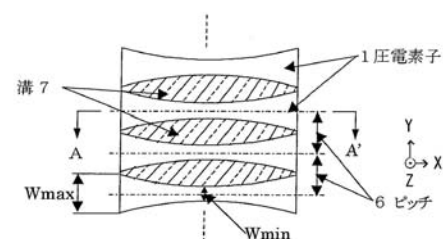
(54) 【発明の名称】 超音波探触子

(57) 【要約】

【課題】 圧電素子の配列方向と直交する方向の超音波指向性を所望の特性にする。

【解決手段】 圧電素子1の配列方向Yの幅Wを配列方向Yと直交する方向Xの中心部で最も狭く、両端部に行くに従って広くなるように構成し、X方向の超音波指向性を所望の特性にする。

【選択図】 図1



【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超音波指向性を変更する指向性設定手段とを
備えた超音波探触子。

【請求項 2】

前記指向性設定手段は、前記圧電素子の配列方向の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請求項 2 に記載の超音波探触子。

【請求項 4】

前記圧電素子の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請求項 2 に記載の超音波探触子。

【請求項 5】

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請求項 1 から 4 のいずれか 1 つに記載の超音波探触子。

【請求項 6】

前記圧電素子の厚み 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 7】

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 6 に記載の超音波探触子。

【請求項 8】

前記複数の圧電素子は、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 7 のいずれか 1 つに記載の超音波探触子。

【請求項 9】

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 8 のいずれか 1 つに記載の超音波探触子。

【請求項 10】

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 9 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

10

20

30

40

50

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。10
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。20

【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。

【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に対し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30
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、

前記圧電素子の配列方向と直交する方向の超音波指向性を変更する指向性設定手段とを備えた構成とした。

この構成により、圧電素子の配列方向と直交する方向の超音波指向性を所望の特性に34
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。

【0008】

さらに、本発明の超音波探触子は、前記指向性設定手段が、前記圧電素子の配列方向の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35
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。

【0009】

さらに、本発明の超音波探触子は、前記圧電素子の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。

【0010】

さらに、本発明の超音波探触子は、前記圧電素子の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、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。

【0012】

さらに、本発明の超音波探触子は、前記圧電素子の厚み 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。

【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ことを特徴とする。

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に同じに形成されている場合にも、圧電素

10

20

30

40

50

子の配列方向と直交する方向の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。

この構成により、圧電素子の配列方向と直交する方向の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

【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。

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

【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。

30

【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。

40

【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。

【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W_{min}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W_{max}となるように、隣接する

50

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、両端部に行くに従い狭くなっている。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。

【0023】

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（ T_{min} ）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（ T_{max} ）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。

$$\text{Re}(\theta) = \sin(\pi \cdot a \cdot \sin \theta / \lambda) / (\pi \cdot a \cdot \sin \theta / \lambda) \quad \cdots (1)$$

ここで、 a は圧電素子 1 の幅 W、 λ 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 $\text{Re}(\theta)$ 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スを用いて両端部の中心周波数を 2.5 MHz に、中心部を 5 MHz 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 T_{min} = 約 0.3 mm 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 T_{max} = 約 0.6 mm 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

10

20

30

40

50

と、圧電素子 1 の中心部の幅 W_{min} は、周波数 = 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。この幅 W_{min} 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 = 2.5 MHz であるから幅 W_{max} は 0.308 mm 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 W_{min} 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 2.5 MHz で媒体の音速を 1.54 km/s とした場合 0.308 mm 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 W_{min} 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 W_{max} 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 T_{min} 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 T_{max} 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

10

20

30

40

50

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同一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 T_{min} =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 T_{max} 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、中心部の最も狭い圧電素子11の幅 W_{min} は、5MHzであるから1波長=0.308mmの2分の1で、 W_{min} =0.154mm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11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5MHz、次は4.5MHz、4MHz、3.5MHz、3MHz、そして両端部は2.5MHz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5MHzでは0.154mm、4.5MHzでは0.171mm、4MHzでは0.193mm、3.5MHzでは0.22mm、3MHzでは0.257mm、そして両端部は2.5MHzでは最も幅が広く W_{max} =0.308mmとなる。

【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11のX方向の指向性は、圧電素子11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11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11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12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12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11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11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。

なお、圧電素子11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>

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21と、圧電素子21の上面に設けられた共通の接地電極22と、接地電極22の上面に設けられた1層以上の音響整合層28（ここでは1層の音響整合層）と、個々の圧電素子21の背面にそれぞれ設けられた複数の信号用電極23と、個々の信号用電極23からそれぞれ信号を

10

20

30

40

50

取り出す複数の信号用電気端子 24 と、圧電素子 21 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 25 とを有する。圧電素子 21 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 22 と信号用電極 23 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 21 の上面、背面にそれぞれ形成される。

【0039】

ここで、圧電素子 21 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 28 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 28 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 28 は、短軸方向 X の中心部を配列方向 Y

10

【0040】

図 7、図 8 は音響整合層 28 の分割溝 27 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 28 の 6 分割した中央部を示し、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 28 の分割溝 27 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用いてもよい。ここで音響整合層 28 に設けた分割溝 27 は圧電素子 21 の一部まで設けてもよい。

20

【0041】

以上のような構成にすることにより、圧電素子 21 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 21 の短軸方向 X における幅は同じであるが、音響整合層 28 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 21 を分割しなくとも音響整合層 28 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。

【0042】

つまり、この超音波探触子の指向特性は、圧電素子 21 の幅と共に音響整合層 28 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 28 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 28 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 28 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。

30

【0043】

したがって、圧電素子 21 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 21 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、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

【0044】

また、第 3 の実施の形態では、圧電素子 21 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、圧電素子 21 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 21 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 11 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。

【0045】

50

＜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。

【００４６】

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、 $PZT-5H$ 相当の圧電セラミック材料では W/T が $0.5 \sim 0.6$ 付近で最も電気機械結合係数 k が高くなる。 10

【００４７】

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 $0.5 \sim 0.6$ 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 $0.5 \sim 0.6$ の幅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。 20

【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。 30

【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。

【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。 40

【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 50

点である。圧電素子 4 1 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 4 1 の幅 W を変えることによって圧電素子 4 1 の配列方向の指向性を変えることができる。図 9 では圧電素子 4 1 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 4 1 の幅 W は最大の W_{max} にしている。

【0053】

このような構成にすることにより、圧電素子 4 1 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 4 1 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 4 1 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。

10

【0054】

また、第 5 の実施の形態では、接地電極 4 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、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 4 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、このほか、圧電素子 4 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

【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。

【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

30

【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

【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

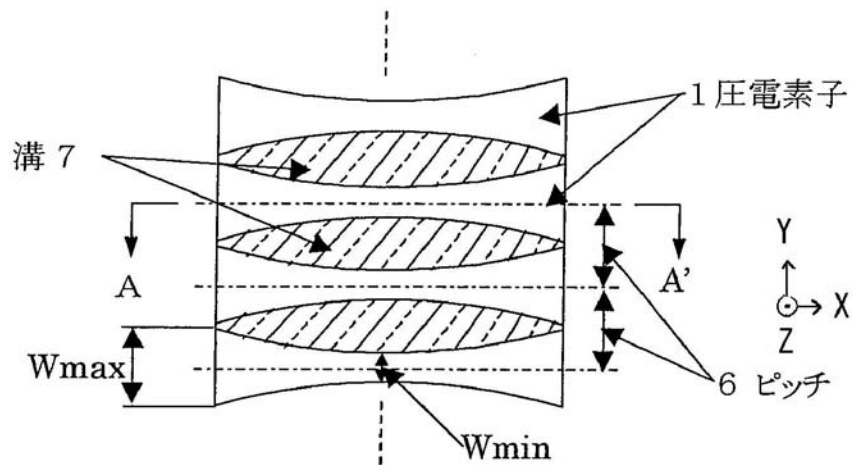
【符号の説明】

【0057】

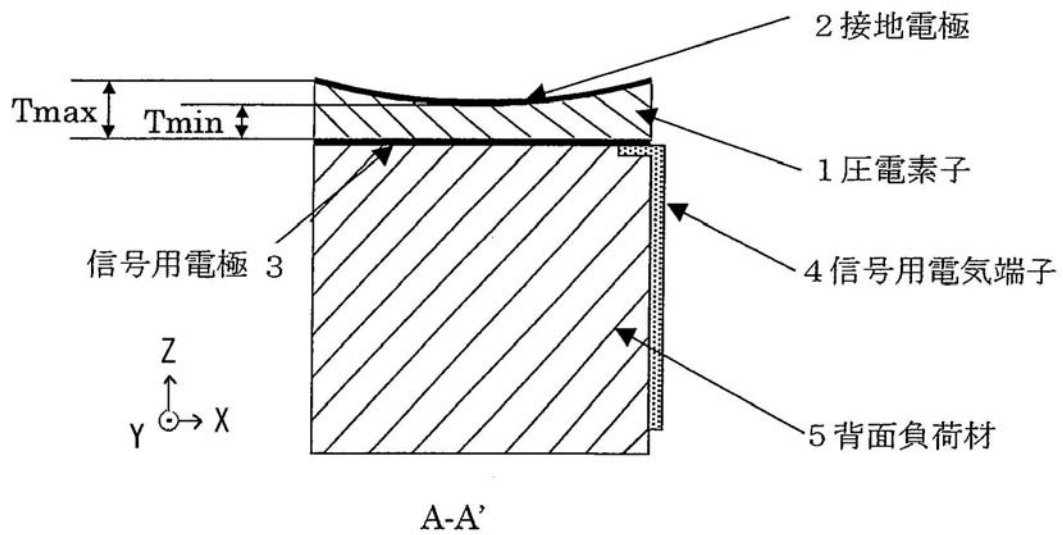
- 1、11、21、41 圧電素子
- 2、12、22、42 接地電極
- 3、13、23、43 信号用電極
- 4、14、24、44 信号用電気端子
- 5、15、25、45 背面負荷材
- 6、16、26、46 ピッチ
- 7、17、47 溝
- 27 分割溝
- 28 音響整合層

40

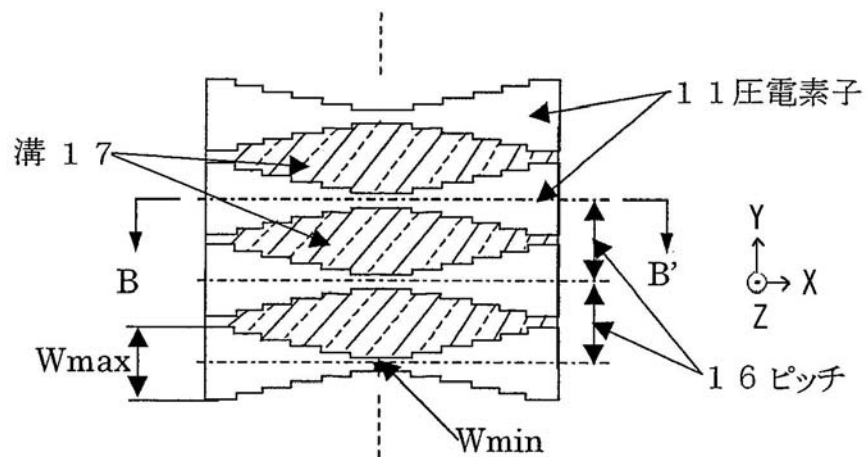
【図 1】



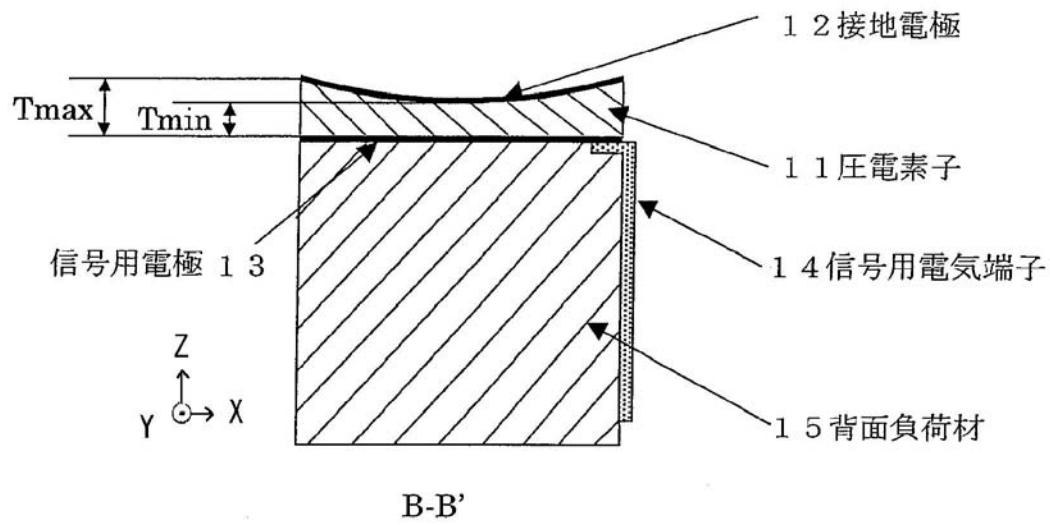
【図 2】



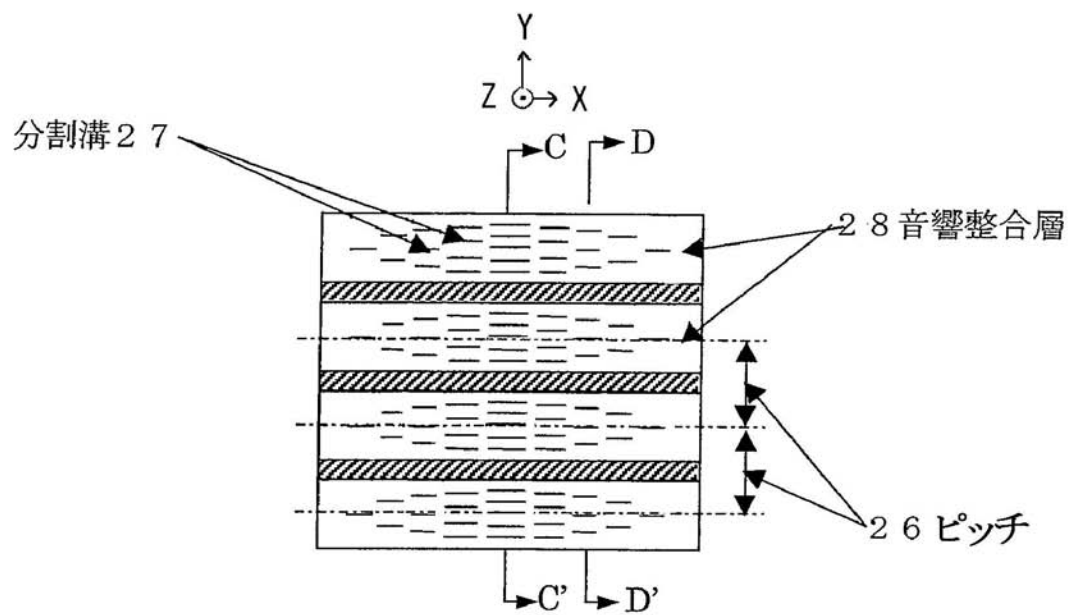
【図 3】



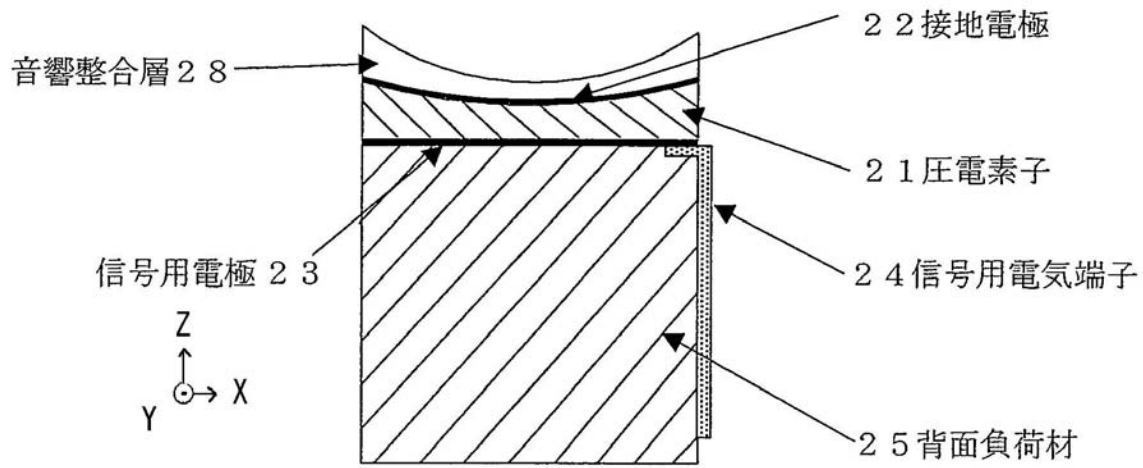
【図 4】



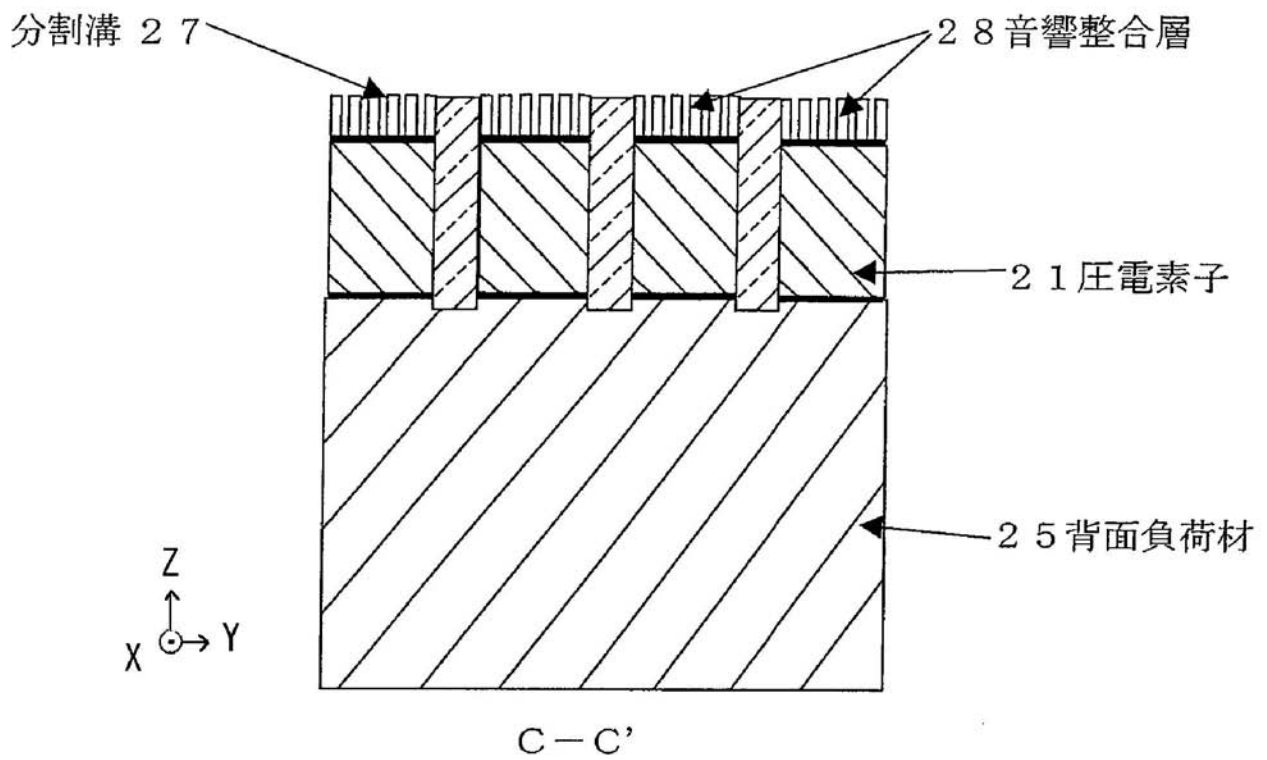
【図 5】



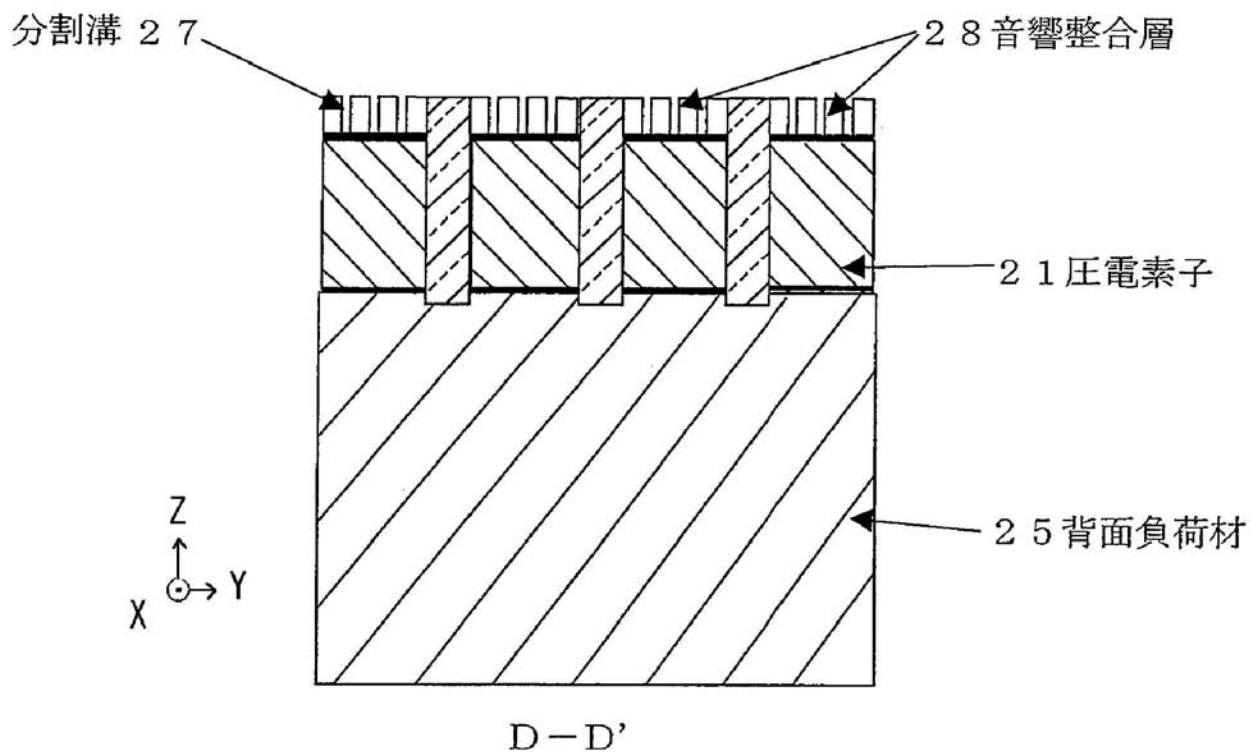
【図 6】



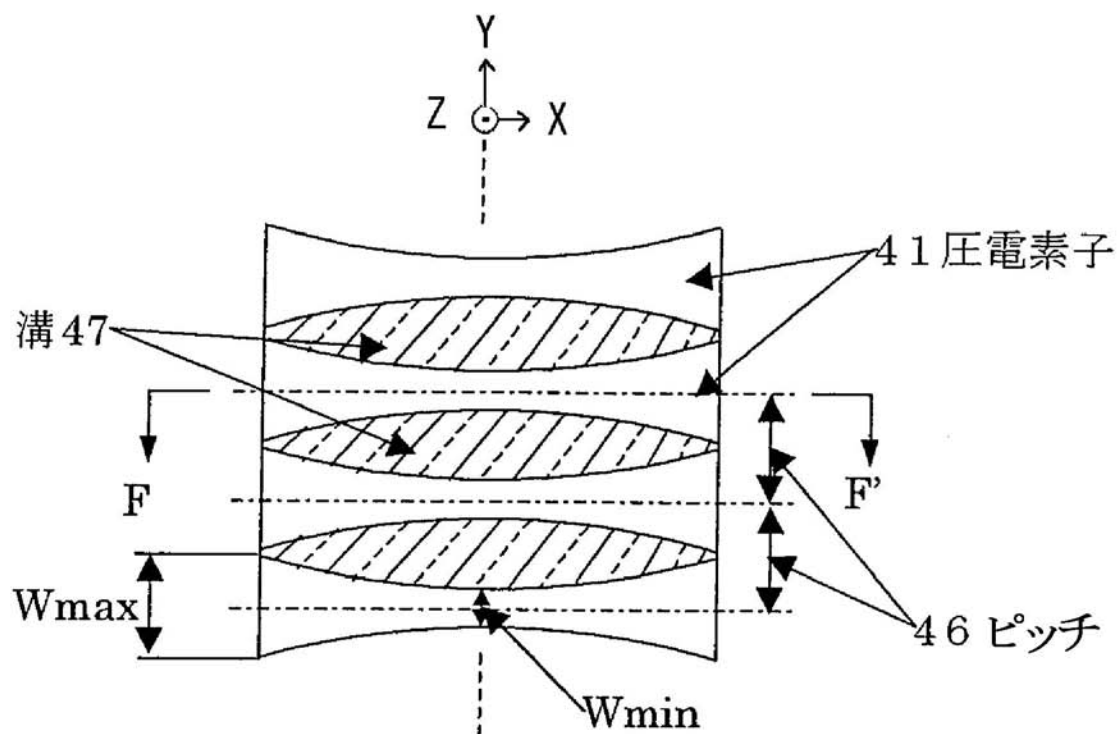
【図 7】



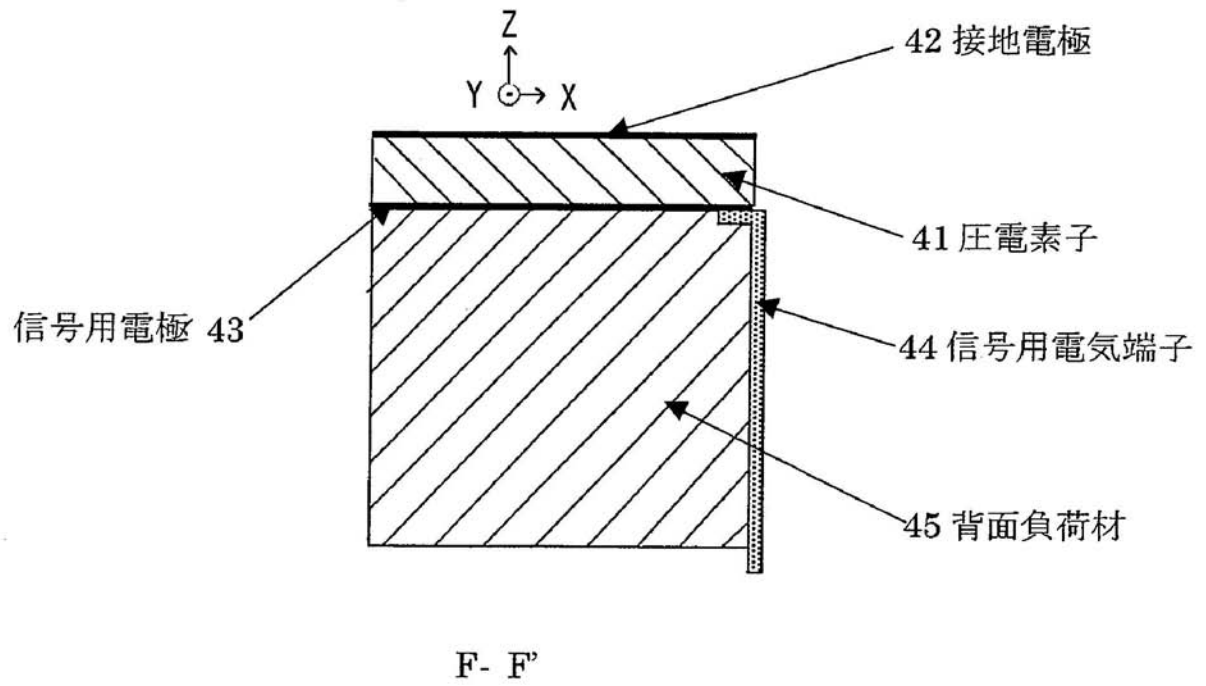
【図 8】



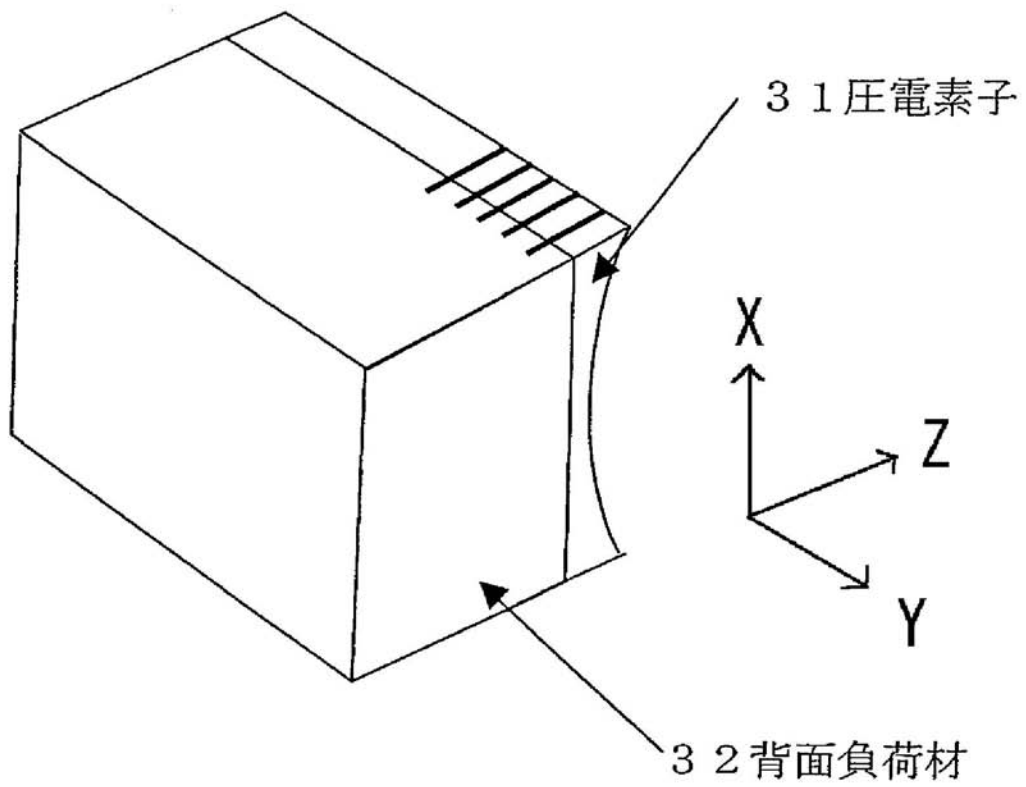
【図 9】



【図 1 0】



【図 1 1】



专利名称(译)	超音波探触子		
公开(公告)号	JP2005094560A	公开(公告)日	2005-04-07
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		
[标]发明人	斉藤孝悦		
发明人	斉藤 孝悦		
IPC分类号	G01N29/24 A61B8/00 B06B1/06 H04R1/32 H04R17/00		
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	JP4413568B2 JP2005094560A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：使与压电元件的排列方向正交的方向的超声波指向性成为期望的特性。 解决方案：压电元件1在排列方向Y上的宽度W配置为在与排列方向Y正交的方向X的中央部分最窄，并朝两端方向变宽，从而改变了X方向上的超声方向性。 获取所需的属性。 [选型图]图1

