

(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2007-75130

(P2007-75130A)

(43) 公開日 平成19年3月29日(2007.3.29)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/00 (2006.01)	A 6 1 B 8/00	4 C 6 0 1
H 0 4 R 17/00 (2006.01)	H 0 4 R 17/00 3 3 0 G	5 D 0 1 9
	H 0 4 R 17/00 3 3 2 A	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2005-262637 (P2005-262637)	(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
(22) 出願日	平成17年9月9日(2005.9.9)	(74) 代理人	100115107 弁理士 高松 猛
		(74) 代理人	100108589 弁理士 市川 利光
		(74) 代理人	100119552 弁理士 橋本 公秀
		(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)	4C601 BB06 EE04 GB24 5D019 AA01 BB09 FF04

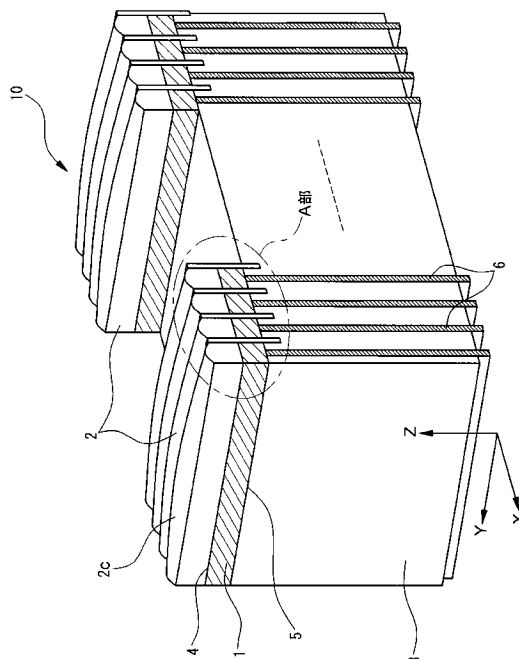
(54) 【発明の名称】 超音波探触子

(57) 【要約】

【課題】 超音波探触子の指向性拡大及び可変を可能とし、高分解能な診断画像が取得可能な超音波探触子、及び超音波診断装置を提供する。

【解決手段】 一方向Xに配列された複数個の圧電素子1の配列方向Xと直交する方向Yに、音響整合層2の被検体側表面が曲面形状を形成し、この曲面形状を前記配列方向Xと直交する方向Yに変化させて指向性を任意に設定できるようにし、中心部では指向性を広くするために曲率半径を小さくし、両端部に行くにしたがって曲率半径を大きくする構成を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体との間で超音波を送受信するべく配列された複数個の圧電素子と、
前記複数個の圧電素子の被検体側前面に設けられた音響整合層と、
前記複数個の圧電素子の前面及び背面に設けられた一对の電極とを備えた超音波探触子
において、

前記音響整合層の被検体側表面が前記複数個の圧電素子側に曲面形状に形成され、
前記複数個の圧電素子の配列方向と直交する方向に、前記曲面形状が湾曲していること
を特徴とする超音波探触子。

【請求項 2】

被検体との間で超音波を送受信するべく配列された複数個の圧電素子と、
前記複数個の圧電素子の被検体側前面に設けられた音響整合層と、
前記複数個の圧電素子の前面及び背面に設けられた一对の電極とを備えた超音波探触子
において、

前記音響整合層の音響インピーダンスが、前記複数個の圧電素子側部分での圧電素子に
近い値から、前記被検体側部分での被検体に近い値へと厚さ方向に連続的に変化し、
前記音響整合層の被検体側表面が前記複数個の圧電素子側に曲面形状に形成され、
前記複数個の圧電素子の配列方向と直交する方向に、前記曲面形状が湾曲していること
を特徴とする超音波探触子。

【請求項 3】

被検体との間で超音波を送受信するべく配列された複数個の圧電素子と、
前記圧電素子の被検体側前面に設けられた音響整合層と、
それに直交する方向にて周波数が可変する構成の超音波探触子において、
前記音響整合層の被検体側表面が前記複数個の圧電素子側に曲面形状に形成され、
前記複数個の圧電素子の配列方向と直交する方向に、前記曲面形状が湾曲していること
を特徴とする超音波探触子。

【請求項 4】

前記音響整合層の被検体側表面の曲面形状が、複数の曲率半径の曲面の組み合わせから構
成され、

当該複数の曲率半径が連続的に変化、若しくは段階的に変化していることを特徴とする
請求項 1 から 3 のいずれかに記載の超音波探触子。

【請求項 5】

前記音響整合層が、前記圧電素子の発生する超音波における使用周波数帯の少なくとも
1 / 2 波長以上の厚さを有することを特徴とする請求項 2 に記載の超音波探触子。

【請求項 6】

前記音響整合層の被検体側部分の音速を C_{m1} 、被検体の音速を C_b としたとき、 $C_{m1} < C_b$ の場合は、前記被検体に対する前記曲面が凹形状、 $C_{m1} > C_b$ の場合は前記曲
面が凸形状であることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の超音波探触子。

【請求項 7】

前記複数の曲率半径の変化は、前記複数個の圧電素子の配列方向と直交する方向におい
て、各圧電素子の中心部に対応する位置で曲率半径が相対的に小さく、前記中心部から両
端部に進むにしたがって、曲率半径が相対的に徐々に大きくなるよう形成されていること
を特徴とする請求項 4 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、生体等の被検体に当てて、超音波を発信して被検体の診断情報を得るために
使用される超音波探触子に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

超音波診断装置は、超音波をヒトや動物等の生体の被検体内に発信し、生体内で反射されるエコー信号を検出して生体内組織の断層像等をモニタに表示し、被検体の診断に必要な情報を提供する。この際、超音波診断装置は、被検体内へ超音波を送信と、被検体内からのエコー信号を受信するために超音波探触子を利用している。

【0003】

図6は、従来の超音波探触子の一例を示している。図6において、超音波探触子20は、被検体(図示せず)との間で超音波を送受信するべく、一方向に配列された複数個の圧電素子11と、これらの圧電素子11における被検体側の前面(図6の上方)に設けられた2層からなる音響整合層12(12a、12b)と、この音響整合層12の被検体側表面に設けられる音響レンズ13と、圧電素子11に対して音響整合層12の反対側となる背面に設けられる背面負荷材14とから構成されている。圧電素子11の前面と背面には、それぞれ図示しない電極が配置され、圧電素子11との間で電気信号の送受信を行う。

10

【0004】

圧電素子11は、PZT系等の圧電セラミック、単結晶、あるいは前記材料と高分子を複合した複合圧電体等によって形成され、電圧を超音波に変換して被検体内に送信し、あるいは被検体内で反射したエコーを電気信号に変換して受信する。図示の例では、X方向に複数の圧電素子11が配列されている。このような圧電素子11の複数個の配列によって、電子的に超音波を走査して偏向あるいは集束することができ、いわゆる電子走査を可能とする。

【0005】

音響整合層12は、超音波を効率よく被検体内に送受信するために設けられ、より具体的には、圧電素子11の音響インピーダンスを段階的に被検体の音響インピーダンスに近づける役割を果たす。図示の例では、2層の音響整合層12a、12bが設けられているが、これは1層であっても3層以上であってもよい。また図示の例では、音響整合層12が複数の圧電素子11の上に一体に形成されているが、各圧電素子11にそれぞれ対応して分割して配置し、超音波の指向性を広くする構成も用いられている(例えば、特許文献1参照)。

20

【0006】

音響レンズ13は、診断画像の分解能を高めるために超音波ビームを絞る役割を果たす。図示の例では、音響レンズ13は図のZ方向に凸状となるかまぼこ型に形成され、超音波ビームをY方向に絞ることができる。音響レンズ13はオプション要素であり、必要に応じて設けられる。

30

【0007】

背面負荷材14は、圧電素子11に結合されてこれを保持し、さらに不要な超音波を減衰させる役割を果たす。なお、本明細書では、図のX方向を「(圧電素子の)配列方向」、Y方向を「(圧電素子の)幅方向」、Z方向を「(圧電素子の)厚さ方向」とも呼ぶものとする。

【0008】

上述した複数層で構成される音響整合層12に対し、従来技術ではさらに、図7に示すように、音響インピーダンスを厚さ方向に連続的に変化させる構造を持った音響整合層22が開示されている(例えば、特許文献2参照)。

40

【0009】

図7において、この音響整合層22は、圧電素子11にほぼ等しい音響インピーダンスを有する円錐状または四角錐状の第1の音響整合材22aと、被検体にほぼ等しい音響インピーダンスを有する残余の部分を占める第2の音響整合材22bとを厚さ方向に組み合わせて構成されている。

【0010】

具体的には、第1の音響整合材22aを音響インピーダンスが大きい(音響インピーダンスが圧電素子11に近い)ガラス、アルミニウム、セラミックあるいはシリコン単結晶等の材料により形成し、その隙間に音響インピーダンスの小さい(同、被検体に近い)エ

50

ポキシ樹脂、ウレタン樹脂あるいはシリコンゴム等からなる第2の音響整合材22bを充填することによって形成されている。

【0011】

図7の下側を圧電素子11側に配置し、上側を被検体側(音響レンズ13側)に配置することで音響インピーダンスを連続して変化させることができる。音響整合層22を以上のように構成することで、使用周波数の広帯域化を図ることができ、超音波診断の効率を高めることができるとしている。

【0012】

一方、ほかの超音波探触子として、一方向に配列された複数個の圧電素子11は、超音波を送受信するための素子であり、複数個の圧電素子11の配列方向Xと直交する方向Yの圧電素子11の厚みは、中心付近では薄く、端部に行くにしたがって厚くなるように不均一にしている。圧電素子11の厚みを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、且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(例えば特許文献3参照)。

10

【特許文献1】特開平9 238399号公報

【特許文献2】特開平11 89835号公報

【特許文献3】特表平8 122310号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

電子走査型の超音波診断装置は、圧電素子を任意の群にして個々の圧電素子に一定の遅延時間与えて駆動し、圧電素子から被検体内に超音波の送信と受信を行う。このような遅延時間を与えることで超音波ビームが集束あるいは偏向され、広い視野幅あるいは高分解能の超音波画像を得ることができる。これは一般的なシステムとして既に知られている。

20

【0014】

超音波探触子として、かかる高分解能の超音波画像を得るために重要なことは、電子的に走査する複数個の配列された個々の圧電素子から音響整合層、更には必要に応じて音響レンズを介して被検体に放射される超音波ビームの指向性が優れていることであり、即ち指向性が広いことである。

【0015】

指向性を広くするための1つの方策として、特許文献1に示すような複数個の一方向に配列された圧電素子に対応して音響整合層を分割し、隣接する圧電素子相互間での音響的な結合を小さくした構成とすることが挙げられる。

30

【0016】

しかしながら、この構成においては、一方向に配列する複数個の圧電素子の間隔、あるいは圧電素子の幅と駆動周波数とによって指向性が定まるため、それ以上に指向性を広くすることが困難であった。昨今では、超音波探触子の使用周波数がより広帯域化される傾向にあり、複数の周波数で使用する場が多くなってきていることから、高分解能の超音波画像を得るために広帯域化と共に、超音波探触子の指向性を広くすることがますます重要になってきている。

40

【0017】

一方、複数個の圧電素子の配列方向と直交する方向において、周波数を可変し、かつ指向性に変化をもたせる方策として、圧電素子の幅を変える方法も提案されている。

【0018】

以上より、本発明は、複数個の圧電素子の配列方向と直交する方向に、前記音響整合層の被検体側表面が曲面形状に形成され、前記複数個の圧電素子の配列方向と直交する方向に、前記曲面を変化させて指向性を任意に設定できるよう構成し、これによって高分解能の診断画像を得ることができる超音波探触子を提供することを目的としている。

【0019】

また、圧電素子側の部分で音響インピーダンスが圧電素子に近く、被検体側に近づくに

50

従って音響インピーダンスが被検体の音響インピーダンスに近づく、いわゆる音響インピーダンスが連続的に傾斜するよう構成され、周波数の広帯域化を可能とした音響整合層を活用し、前記複数個の圧電素子の配列方向と直交する方向に、前記音響整合層の被検体側表面が、曲面形状を形成し、前記複数個の圧電素子の配列方向と直交する方向に、前記曲面に変化させて指向性を任意に設定できるよう構成し、これによって高分解能の診断画像を得ることができる超音波探触子を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0020】

本発明は、一方向に配列された複数個の圧電素子の配列方向と直交する方向において、音響整合層の被検体側の表面曲面形状を変化させた形状の構成にすることにより、指向性を可変させることを特徴とする超音波探触子に関する。

10

【0021】

本発明の超音波探触子は、少なくとも被検体との間で超音波を送受信するべく、配列された複数個の圧電素子と、前記圧電素子の被検体側前面に設けられた音響整合層と、前記圧電素子の前面及び背面に設けられた一对の電極とから構成される超音波探触子において、前記音響整合層の被検体側表面が前記複数個の圧電素子の方向に曲面形状に形成され、前記複数個の圧電素子の配列方向と直交する方向に前記曲面形状が変化し、超音波の指向性を可変できるようにした構成を有している。

【0022】

この構成により、超音波の指向性を可変させ、また広くすることができ、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事ができ、また、超音波ビームを偏向する事ができるため、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

【0023】

また、本発明の超音波探触子は、少なくとも被検体との間で超音波を送受信するべく、一方向に配列された複数個の圧電素子と、前記圧電素子の被検体側前面に設けられた音響整合層と、前記圧電素子の前面及び背面に設けられた一对の電極とから構成される超音波探触子において、前記音響整合層の音響インピーダンスが、前記圧電素子側部分での圧電素子に近い値から、前記被検体側部分での被検体に近い値へと厚さ方向に連続的に変化し、前記音響整合層の被検体側表面が前記複数個の圧電素子の方向に曲面形状に形成され、前記複数個の圧電素子の配列方向と直交する方向に、前記曲面形状が変化している。

30

【0024】

この構成により、超音波の指向性を可変させ、また広くすることができ、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事ができ、また、超音波ビームを偏向する事ができるため、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。

【0025】

また、本発明の超音波探触子は、被検体との間で超音波を送受信するべく、配列された複数個の圧電素子と、前記圧電素子の被検体側前面に設けられた音響整合層と、それに直交する方向にて周波数が可変する構成の超音波探触子において、前記音響整合層の被検体側表面が前記複数個の圧電素子の配列方向に曲面形状に形成され、前記複数個の圧電素子の配列方向と直交する方向に前記曲面形状が変化している。

40

【0026】

この構成により、超音波の指向性を可変させ、また広くすることができ、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事ができ、また、超音波ビームを偏向する事ができるため、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。

【0027】

また、本発明の超音波探触子は、音響整合層の被検体側表面の曲面形状が、複数の曲率半径の曲面の組み合わせから構成され、当該複数の曲率半径が連続的に変化もしくは段階

50

的に変化させて指向性を変化させる構成を有している。

【0028】

この構成により、超音波の指向性を可変させ、また広くすることができ、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事ができ、また、超音波ビームを偏向する事ができるため、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】

また、本発明の超音波探触子は、少なくとも被検体との間で超音波を送受信するべく配列された複数個の圧電素子と、前記圧電素子の被検体側前面に設けられた音響整合層と、前記圧電素子の前面及び背面に設けられた一对の電極とから構成される超音波探触子において、前記音響整合層の音響インピーダンスが、前記圧電素子側部分での圧電素子に近い値から、前記被検体側部分での被検体に近い値へと厚さ方向に連続的に変化し、前記音響整合層が、前記圧電素子の発生する超音波の使用周波数帯の少なくとも1/2波長以上の厚さを有し、前記複数個の圧電素子の配列方向に前記音響整合層の被検体側表面が曲面形状を形成し、前記複数個の圧電素子の配列方向と直交する方向に、前記曲面形状が変化している。

10

【0030】

この構成により、超音波の指向性を可変させ、また広くすることができ、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事ができ、また、超音波ビームを偏向する事ができるため、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

【0031】

また、本発明の超音波探触子は、音響整合層の被検体側部分の音速を C_{m1} 、被検体の音速を C_b としたとき、 $C_{m1} < C_b$ の場合は前記被検体に対する前記曲面が凹形状、 $C_{m1} > C_b$ の場合は前記曲面が凸形状の構成を有する。

【0032】

この構成により、超音波の指向性を可変させ、また広くすることができ、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事ができ、また、超音波ビームを偏向する事ができるため、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

【0033】

また、本発明の超音波探触子は、音響整合層の被検体側表面の曲面形状が、複数の曲率半径の曲面の組み合わせから構成され、前記複数の曲率半径の変化は、複数個の圧電素子の配列方向と直交する方向において、各圧電素子の中心部に対応する位置で曲率半径が相対的に小さく、前記中心部から両端部に進むにしたがって曲率半径が相対的に徐々に大きくなるよう形成され、当該複数の曲率半径が連続的に変化もしくは段階的に変化させて指向性を変化させる。

【0034】

この構成により、超音波の指向性を可変させ、また広くすることができ、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事ができ、また、超音波ビームを偏向する事ができるため、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

【発明の効果】

【0035】

本発明によれば、超音波探触子の圧電素子の配列方向における指向性を任意に可変することができ、また、周波数の広帯域化も可能となり、高分解能な診断画像が得られる超音波探触子を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0036】

以下、本発明に係る第1実施形態の超音波探触子について、図面を参照して説明する。

50

【0037】

(第1実施形態)

図1は本発明に係る第1実施形態の超音波探触子10の一部概略斜視図を示し、図2は図1に示すA部の部分拡大図である。

【0038】

図1, 2において、超音波探触子10は、図7に示す従来技術によるものと基本的に同様であり、一方向(X方向)に配列された複数の圧電素子1と、各圧電素子1に対応して被検体側(図の上方)となる厚さ方向(Z方向)前面に配置された音響整合層2と、圧電素子1に対して音響整合層2の反対側となる厚さ方向(Z方向)背面(図の下方)に配置された背面負荷材3とから構成されている。これら各構成要素のそれぞれの機能は、従来技術で説明したものと同様である。

10

【0039】

圧電素子1の厚さ方向Zの前面には接地電極4が、背面には信号用電極5がそれぞれ設けられている。両電極4, 5は、金や銀の蒸着、スパッタリング、あるいは銀の焼き付け等により圧電素子1の前面、背面にそれぞれ形成される。

【0040】

両電極4, 5は、電気端子6を経由しケーブルを介して図示しない超音波診断装置と電気的に接続され、超音波診断装置で作られる規則正しいパルス電圧を圧電素子1に印加し、逆に圧電素子1が電気信号に変換したエコー受信波を超音波診断装置本体に送信する。

【0041】

また、図示の例では、音響整合層2は、各圧電素子1に対応して個々に分割されており、これら分割された溝の部分には音響的な結合が小さいシリコンゴムやウレタンゴムのような材料が充填されている。上述したように、音響整合層2を各圧電素子1に対応して分割して構成することにより、超音波の指向性を広くする効果が得られる。

20

【0042】

図3は、図1に示す複数個の圧電素子1の配列方向Xと直交する方向のY方向(幅方向)に対して、音響整合層2の被検体側7(図2参照)の表面形状を、複数個の圧電素子1の配列方向Xに曲面を有する曲率半径の大きさと、それに対応した指向性の広さの変化を模擬的に表わした図である。

【0043】

この複数の圧電素子1を配列したいいわゆる電子走査型の超音波探触子10では、一方向に配列した圧電素子1の配列方向Xの指向性を如何に広くできるか、あるいは任意の指向性を持たせることができるかが超音波画像の分解能を向上させる重要なポイントである。

30

【0044】

本実施形態は、図2に示すように、音響整合層2の被検体側の表面2sを圧電素子1の配列方向Xに沿って曲面に形成して、指向性をY方向に対して任意に変化させるものとしている。すなわち、音響整合層2の表面2s形状に曲面を持たせることで、圧電素子1の配列方向Xに超音波ビームを拡散させることを可能にしている。

【0045】

具体的には、音響整合層2の音速 C_m と被検体の音速 C_b との差を利用し、前記表面形状を凹状、または凸状のいずれかの曲面に形成することで超音波を屈折して拡散させ、指向性を変化させるものとしている。

40

【0046】

図3は、横軸にY方向、縦軸に音響整合層2の表面2sの曲率半径の大きさと、それに対応しての指向性の広さを模擬的に表わしているものである。図3では、Y方向の中心部では音響整合層2の曲率半径を小さくして、両端部に行くにしたがって連続的に徐々に大きくした場合、指向性の広さはY方向の中心部が最も広く、両端部に行くにしたがって徐々に狭くなっていくことを表わしている。

【0047】

例えば、音響整合層2を構成する音響整合層材料としてエポキシ樹脂が使用された場合

50

、音速 $C_m 1$ は約 2.5 km / 秒 となる。これに対して、被検体 7 が例えば生体であれば、被検体の音速 C_b は約 1.53 km / 秒 となり、両者の間で $C_m 1 > C_b$ の関係が成立する。

【0048】

この場合、図 1、2 に示すように、音響整合層 2 の表面の形状を被検体 7 に対して凸面にすれば、超音波は拡散することになるため、指向性を広くすることができる。この凸面の曲率半径を Y 方向に対して可変させることにより、それぞれの曲率半径に対応した指向性を得ることが可能になる。この際の凸面は、例えば単一の曲率半径を持たせた凸面形状等にできる。

【0049】

また、音速の関係がこれとは逆の場合には、被検体 7 が同じく生体であれば $C_m 1 < C_b$ の関係が成立する。この場合、音響整合層 2 の表面の形状を凹面にすれば、超音波は拡散することになるため指向性を広くすることができる。この際の凹面は、例えば単一の曲率半径を持たせた凹面形状等にできる。

【0050】

このように Y 方向の中心部を音響整合層の表面 2 s の曲率半径を小さくし、両端部に行くにしたがって曲率半径をほぼ連続的に大きくしていく構成にすることにより、配列方向 X の圧電素子 1 の指向性 (X 方向) は、Y 方向 (幅方向) における中心部で最も指向性が広くなり、両端部にいくに従い徐々に狭くなっていくという指向特性を有することになる。

【0051】

一方、圧電素子 1 の配列方向 X での電子的な遅延制御による超音波ビームは、任意の距離 (深さ) で絞ることができる。圧電素子 1 から距離が遠い (深い) 領域では、それほど指向性が広くなくとも超音波ビームを絞ることができる。近い距離では指向性が大きく影響して超音波ビームの絞り度合いも変わってくるので、指向性が広い特性のものが要望される。

【0052】

本実施形態では、中心部付近が最も指向性が広がっているので、近い距離に電子制御で超音波ビームを絞る時に寄与するのが最も大きく、両端部に行くにしたがって寄与度は少なくなる。したがって圧電素子 1 の Y 方向では、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、更には遠距離においても、Y 方向の全ての幅を有効に使用することができるので、分解能の高い超音波画像を得ることができる。

【0053】

なお、前記音響整合層 2 の表面 2 s の曲面形状は、圧電素子 1 の配列方向 X に対して一定の曲率半径を持たせた曲面としているが、これに限らず、例えば複数の曲率半径を有する曲面、台形、または多角形の形状に変化を持たせて指向性を可変することができるような他の形状とすることもよい。

【0054】

なお、前記音響整合層 2 の表面 2 s の曲面形状は、Y 方向に対して曲率半径を連続的に可変した場合について説明したが、このほか、Y 方向を何分割かして段階的に曲面形状を変えても同様の効果が得られる。

【0055】

このように音響整合層 2 の表面 2 s の曲面形状を Y 方向に変化させる構成にすることによって、指向性の広い Y 方向中心部分では、複数の圧電素子 1 を多く用いて電子的に超音波ビームを偏向あるいは収束させることが可能となる。

【0056】

これは高い周波数を利用して診断深さが浅い領域で診断する際に特に有効である。一方、Y 方向両端部の方は診断深さが深い領域が主となり、指向性もそれほど必要なくなり、両端部に至るまで有効に超音波を利用することができるようになる。

10

20

30

40

50

【0057】

音響整合層2の曲面形状をY方向(幅方向)に変化させることによって、圧電素子1のY方向において指向性を変化させることが可能となり、見かけ上、超音波探触子10のY方向の開口幅を可変している状態に近くなる。このため、診断深さが浅い領域から深い領域までの診断画像の分解能を向上させることができるようになる。

【0058】

なお、図1、2に示す例では、音響整合層2が各圧電素子1に対応して複数個に分割配列され、分割された圧電素子1の両電極面、特に信号用電極6は信号電気端子(図示せず)に接続されて、それぞれが単独で超音波の送受信を行うことができるようになっている。

10

【0059】

指向性を可変するには、このように音響整合層2を各圧電素子1に対応して分割した構成とすることが好ましくはあるが、音響整合層2を分割せず、音響整合層2の被検体7側の表面形状を、圧電素子1の配列間隔に合わせて曲面形状をY方向で可変する構成した場合においても、本発明特有の効果は得ることができる。

【0060】

(第2実施形態)

次に、本発明に係る第2実施形態の超音波探触子について、図面を参照して説明する。なお、第1実施形態の超音波探触子と同様な部分には、同一の符号をつけて詳細な説明を省略する。

20

【0061】

図4は、第2実施形態に係る超音波探触子10の一部概略斜視図を示している。図4において、超音波探触子10は、図6に示す従来技術によるものと基本的に同様であり、複数の圧電素子1と、各圧電素子1に対応して被検体7側(図の上方)となる厚さ方向Z前面に配置された音響整合層2と、圧電素子1に対して音響整合層2の反対側となる厚さ方向Zの背面(図の下方)に配置された背面負荷材3とから構成されている。これら各構成要素のそれぞれの機能は、従来技術で説明したものと同様である。

【0062】

圧電素子1の厚さ方向Zの前面には接地電極4が、背面には信号用電極5がそれぞれ設けられている。両電極4、5は、金や銀の蒸着、スパッタリング、あるいは銀の焼き付け等により圧電素子1の前面、背面にそれぞれ形成される。

30

【0063】

両電極4、5は、ケーブルを介して図示しない超音波診断装置と電氣的に接続され、超音波診断装置で作られる規則正しいパルス電圧を圧電素子1に印加し、逆に圧電素子1が電気信号に変換したエコー受信波を超音波診断装置本体に送信する。

【0064】

また、図示の例では、音響整合層2は、各圧電素子1に対応して個々に分割されており、これら分割された溝の部分には音響的な結合が小さいシリコンゴムやウレタンゴム等のような材料が充填されている。上述したように、このように音響整合層2を各圧電素子1に対応して分割して構成することにより、超音波の指向性を広くする効果が得られる。

40

【0065】

本実施形態に係る超音波探触子10で使用する音響整合層2は、厚さ方向において音響インピーダンスが連続的に変化する特性を有している。

すなわち、音響整合層2の圧電素子1側(または接地電極6側)に位置する部分は、圧電素子1に近い音響インピーダンスを有する。また、音響整合層2の被検体7側に位置する部分は、被検体7に近い音響インピーダンスを有する。

【0066】

そして、音響整合層2の圧電素子1側に位置する部分と、被検体7側に位置する部分との間で、音響インピーダンスは厚さ方向に連続的に傾斜している。より具体的には、音響整合層2の接地電極4側の音響インピーダンスは、約30メガレイル(圧電素子1がPZ

50

T系のような圧電セラミックの場合)、被検体7側の音響インピーダンスは約1.5メガレイルほどであり、その間で音響インピーダンスは連続的に変化している。

【0067】

このような音響インピーダンスの連続的な変化は、例えば図7を参照して従来技術の項で示したように、音響整合層2を、圧電素子1にほぼ等しい音響インピーダンスを有する円錐状または四角錐等の多角錐状をした第1の音響整合材22aと、被検体7にほぼ等しい音響インピーダンスを有する残余の部分占める第2の音響整合材22bとを、厚さ方向Zに組み合わせて構成することにより得られる。

【0068】

この方法以外にも、例えば、被検体に近い音響インピーダンスの樹脂に、タングステン粉等のように比重の高い(音響インピーダンスの大きい)粉体を充填して、樹脂中で粉体充填度合いを厚さ方向に傾斜させること等、他の代替の方法によっても音響インピーダンスの連続的な変化を得ることができる。

【0069】

音響インピーダンスをこのように連続的に傾斜させた音響整合層2を用いることにより、周波数の広帯域化が可能となる。加えて、上述したような音響インピーダンスを連続的に変化させる音響整合層2を用いた場合に、信号強度分布は周波数に依存することがなくなり、音響整合層2の厚さを使用周波数帯の約1/2波長以上とすれば、その厚さと周波数特性とはあまり関係しない。

【0070】

複数の圧電素子を一方向に配列したいいわゆる電子走査型の超音波探触子では、指向性を如何に広くできるか、あるいは任意に変えることができるかが超音波画像の分解能を向上させる重要なポイントである。本実施形態は、音響インピーダンスを連続的に傾斜させた音響整合層2では厚さが周波数特性に影響しないことに着目し、これを積極的に利用して、音響整合層2の被検体側の表面2sを圧電素子1の配列方向に沿って曲面に形成して指向性を広くし、且つ、Y方向に対して曲面形状に変化を持たせて指向性にも変化を持たせる構成にしている。

【0071】

すなわち、音響整合層2の表面形状に曲面を持たせ、曲面形状を変えることで圧電素子1の配列方向に超音波ビームの拡散をY方向に変化を持たせることを可能にしている。

具体的には、音響整合層2の表面付近の音速 C_{m1} と被検体の音速 C_b との差を利用し、前記表面形状を凹状、または凸状のいずれかの曲面に形成することで超音波を屈折して拡散させ、指向性を広く、また変化させるものとしている。

【0072】

例えば、音響整合層2を構成する一方の音響整合材(図7の符号22b)としてシリコーンゴムが使用された場合、音響整合層2の被検体側の音速 C_{m1} は約100km/秒となる。これに対して被検体7が例えば生体であれば、被検体の音速 C_b は約1.53km/秒となり、両者の間で $C_{m1} < C_b$ の関係が成立する。

【0073】

この場合、音響整合層2の表面2sの形状を被検体7に対して凹面にすれば、超音波は拡散することになるため指向性を広くすることができる。この凹面の曲率半径をY方向に対して可変させることにより、それぞれの曲率半径に対応した指向性を得ることが可能になる。この際の凹面は、例えば単一の曲率半径を持たせた凹面形状等とすることができる。

【0074】

また音速の関係がこれとは逆、即ち、音響整合層2を構成する音響整合材としてエポキシ樹脂等を主体とした材料が使用された場合、音響整合層2の被検体側の音速 C_{m1} は約2~2.6km/秒となり、被検体と同じく生体であれば $C_{m1} > C_b$ の関係が成立する。

【0075】

10

20

30

40

50

この場合、音響整合層 2 の被検体 7 側にある表面 2 s の形状を図 3 に示すような凸面にすれば、超音波は拡散することになるため指向性を広くすることができる。この凸面の曲率半径を Y 方向に対してほぼ連続的に可変させることにより、それぞれの曲率半径に対応した指向性を得ることが可能になる。この際の凸面は、例えば単一の曲率半径を持たせた凸面形状等とすることができる。

【0076】

このように音響整合層 2 の被検体 7 側の表面 2 s を被検体の音速との関係に応じて曲面に形成し、且つ Y 方向に対して曲面形状を変えることにより、任意の指向性を持たせることができる。このような構成とする場合、圧電素子 1 の配列方向 X に対して音響整合層 2 の表面が曲面となってその厚さが変化することになる。

10

【0077】

このことは従来構成である単層、または複数層からなる音響整合層であれば、厚さが変化することによって周波数特性が変動するため、所望の特性を得ることができなくなることを意味している。すなわち、従来形式の音響整合層のままであれば、周波数特性が、指向性かのどちらかを犠牲にしなければならなかった。

【0078】

これに対して、本実施形態に係る音響インピーダンスが、連続的に傾斜した音響整合層 2 を使用した場合、音響整合層 2 の厚さを使用周波数帯の 1 / 2 波長以上にしておけば、表面を曲面に形成してその厚さが変化してもこれによる周波数特性への影響がなく、音響インピーダンスの連続的な変化による周波数の広帯域化が図れることに加えて、指向性を

20

【0079】

なお、前記音響整合層 2 の表面 2 s の曲面形状は、圧電素子 1 の配列方向に対して一定の曲率半径を持たせた曲面としているが、これに限らず、例えば複数の曲率半径を有する曲面、台形、または多角形の形状に変化を持たせて指向性を可変することができるような他の形状とすることもよい。

【0080】

また、前記音響整合層 2 の表面の曲面形状は、Y 方向に対して曲率半径を連続的に可変した場合について説明したが、このほか、Y 方向を何分割かして段階的に曲面形状を変えても同様の効果が得られる。

30

【0081】

このように、音響整合層 2 表面の曲面形状を Y 方向に変化させる構成とすることによって、指向性の広い Y 方向中心部分では複数の圧電素子 1 を多く用いて電子的に超音波ビームを偏向あるいは収束させることが可能となる。

【0082】

これは、高い周波数を利用して診断深さが浅い領域で診断する際に特に有効である。一方、Y 方向両端部の方は診断深さが深い領域が主となり、指向性もそれほど必要なくなり、端部に至るまで有効に超音波を利用することができるようになる。

【0083】

音響整合層 2 の曲面形状を Y 方向に変化させることによって、圧電素子 1 の幅方向において指向性を変化させることが可能となり、見かけ上、超音波探触子 10 の開口幅を可変している状態に近くなる。このため、診断深さが浅い領域から深い領域までの診断画像の分解能を向上させることができるようになる。

40

【0084】

なお、図 3 に示す例では、音響整合層 2 が各圧電素子 1 に対応して複数個に分割配列され、分割された圧電素子 1 の両電極面、特に信号用電極 5 は信号電気端子（図示せず）に接続されて、それぞれが単独で超音波の送受信を行うことができるようになっている。

【0085】

指向性を可変とするには、このように音響整合層 2 を各圧電素子 1 に対応して分割した構成とすることが好ましくはあるが、音響整合層 2 を分割せず、但し、音響整合層 2 の被

50

検体側の表面形状を圧電素子 1 の配列間隔に合わせて、曲面形状を Y 方向で可変する構成した場合においても本願特有の効果を得ることができる。

【0086】

(第3実施形態)

次に、本発明に係る第3実施形態の超音波探触子について図面を参照して説明する。図5は、本実施形態に係る超音波探触子10の一部概略斜視図を示している。

【0087】

図5において、超音波探触子10は、図6に示す従来技術によるものと基本的に同様であり、複数の圧電素子1と、各圧電素子1に対応して被検体7側(図の上方)となる厚さ方向Zの前面に配置された音響整合層2と、圧電素子1に対して音響整合層2の反対側となる厚さ方向Zの背面(図の下方)に配置された背面負荷材3とから構成されている。これら各構成要素のそれぞれの機能は、従来技術で説明したものと同様である。

10

【0088】

ここで、圧電素子1の配列方向Xと直交する方向Yの厚みは、Y方向において中心付近では薄く端部に行くにしたがって厚くなるように不均一にし、曲面形状にしている。この圧電素子1の厚みを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することができ、且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。

【0089】

圧電素子1のY方向の中心付近は、厚みが薄いため高い周波数成分の超音波が送受信され、両端部にいくにしたがって厚くなるので、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1の配列方向Xの幅は、圧電素子1の配列方向Xと直交する方向Yに対しては同じである。

20

【0090】

前記直交する方向Yにおいて、圧電素子1は中心部の厚みが薄いので周波数が高く、両端に行くに従い厚くなるので周波数が低くなっている構成において、圧電素子1の配列方向Xに対しての超音波の指向性は中心部の高い周波数の方が狭くなり、両端部の周波数が低い方は広がっている。

【0091】

圧電素子1の配列方向Xにおいては、複数個の圧電素子1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あるいは偏向させるため、超音波の指向性は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。

30

【0092】

しかし、この構成では、圧電素子1の中心部は指向性が狭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課題がある。これに対して、本実施形態では、音響整合層2の被検体側表面の形状を、Y方向に曲面形状となるように変化を持たせることによって解消できるものである。

【0093】

すなわち、Y方向の中心部に位置する部分は圧電素子1の厚みが薄いため、高い周波数成分を有しており、両端部に行くにしたがい圧電素子1は厚くなるため、低い周波数成分になる。この周波数の変化に対応したように、指向性を変化させるように、音響整合層2の被検体側の表面の形状を曲面にし、しかも曲面形状(曲率半径)を、高い周波数成分を持つ中心部では小さくして指向性を広くし、両端部に行くにしたがいほぼ連続的に徐々に曲率半径を大きくしていくようにすることによって、それぞれの位置の周波数に対応して指向性を可変させることが可能になる。

40

【0094】

これにより、従来のような高い周波数成分を有する中心部での指向性が狭くなるという問題は解消できる。したがって、周波数の高い中心部の指向性を、周波数成分の低い両端部の指向性と同じにすることも、また、広くすることも音響整合層2の表面2sの曲面形状を任意に選択することで可能となる。

【0095】

50

なお、音響整合層 2 の被検体側の表面形状の曲面は、第 1、2 実施形態で説明したように、音響整合層 2 と被検体の音速の比で凸面の曲面にするか凹面の曲面にするかを選択することができる。

【0096】

また、音響整合層 2 は、音響インピーダンスを連続的に変化させる材料を用いた場合に、音響整合層 2 の厚さを使用周波数帯の約 $1/2$ 波長以上とすればその厚さと周波数特性とはあまり関係しないため、両端部の低い周波数の $1/2$ 波長以上とすれば厚みは均一の厚みでもよく、Y 方向での曲面形状に変化を持たせることが容易になるといえる長所がある。

【0097】

なお、前記音響整合層 2 の表面 2 s の曲面形状は、圧電素子 1 の配列方向 X に対して一定の曲率半径を持たせた曲面としているが、これに限らず、例えば複数の曲率半径を有する曲面、台形、または多角形の形状に変化を持たせて指向性を可変することができるような他の形状とすることもよい。

【0098】

また、前記音響整合層 2 の表面の曲面形状は、Y 方向に対して曲率半径を連続的に可変した場合について説明したが、このほか、Y 方向を何分割かして段階的に曲面形状を変えても同様の効果が得られる。

【0099】

このように、音響整合層 2 表面の曲面形状を Y 方向に変化させる構成とすることによって、指向性の広い Y 方向中心部分では、複数の圧電素子 1 を多く用いて電子的に超音波ビームを偏向あるいは収束させることが可能となる。

【0100】

これは、高い周波数を利用して診断深さが浅い領域で診断する際に特に有効である。一方、Y 方向端部の方は、診断深さが深い領域が主となり、指向性もそれほど必要なくなり、端部に至るまで有効に超音波を利用することができるようになる。

【0101】

音響整合層 2 の曲面形状を幅方向 Y に変化させることによって、圧電素子 1 の幅方向 Y において指向性を変化させることが可能となり、見かけ上、超音波探触子 10 の開口幅を可変している状態に近くなる。このため、診断深さが浅い領域から深い領域までの診断画像の分解能を向上させることができるようになる。

【0102】

なお、図 5 に示す例では、音響整合層 2 が各圧電素子 1 に対応して複数個に分割配列され、分割された圧電素子 1 の両電極面、特に信号用電極 5 は信号電気端子（図示せず）に接続されて、それぞれが単独で超音波の送受信を行うことができるように構成されている。

【0103】

指向性を可変するには、このように音響整合層 2 を各圧電素子 1 に対応して分割した構成とすることが好ましくはあるが、音響整合層 2 を分割せず、但し、音響整合層 2 の被検体側の表面形状を圧電素子 1 の配列間隔に合わせて、曲面形状を Y 方向で可変する構成とした場合においても、本発明特有の効果は得ることができる。

【産業上の利用可能性】

【0104】

本発明に係る超音波探触子は、人体等の被検体の超音波診断を行う各種医療分野、さらには材料や構造物の内部探傷を目的とした工業分野において利用が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0105】

【図 1】本発明に係る第 1 実施形態の超音波探触子を示す概略斜視図である。

【図 2】図 1 に示す超音波探触子の 1 つの態様を示す部分拡大側面図である。

【図 3】音響整合層表面の曲率半径と指向性の関係を示す定性的な模式図である。

10

20

30

40

50

【図4】本発明に係る第2実施形態の超音波探触子を示す概略斜視図である。

【図5】本発明に係る第3実施形態の超音波探触子を示す概略斜視図である。

【図6】従来技術による超音波探触子の構成を示す概略斜視図である。

【図7】従来技術による音響インピーダンスが連続して傾斜する音響整合層の構成を示す概略斜視図である。

【符号の説明】

【0106】

- 1 圧電素子
- 2 音響整合層
- 3 背面負荷材
- 4 接地電極
- 5 信号用電極
- 6 電気端子
- 7 被検体

10

10 超音波探触子

11 圧電素子

12 音響整合層

13 音響レンズ

14 背面負荷材

20 超音波探触子

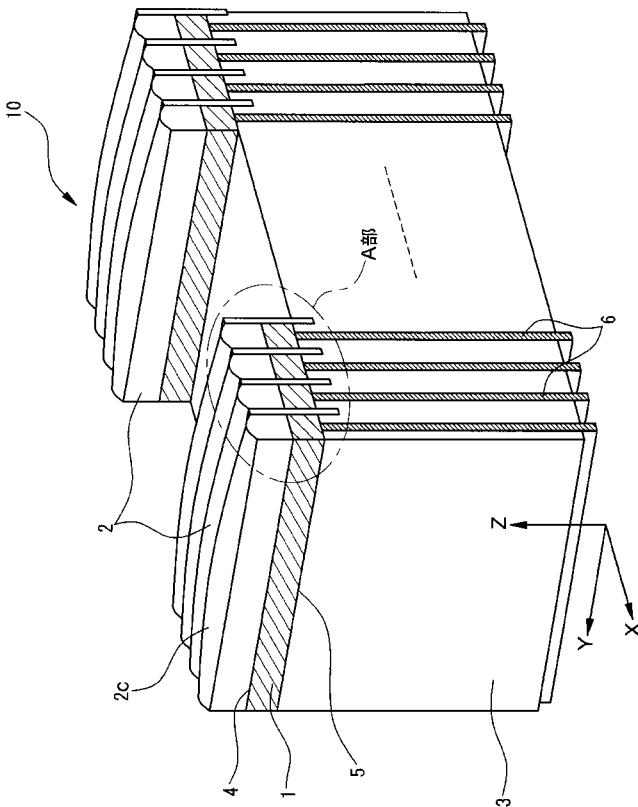
22 音響整合層

22a 第1の音響整合材

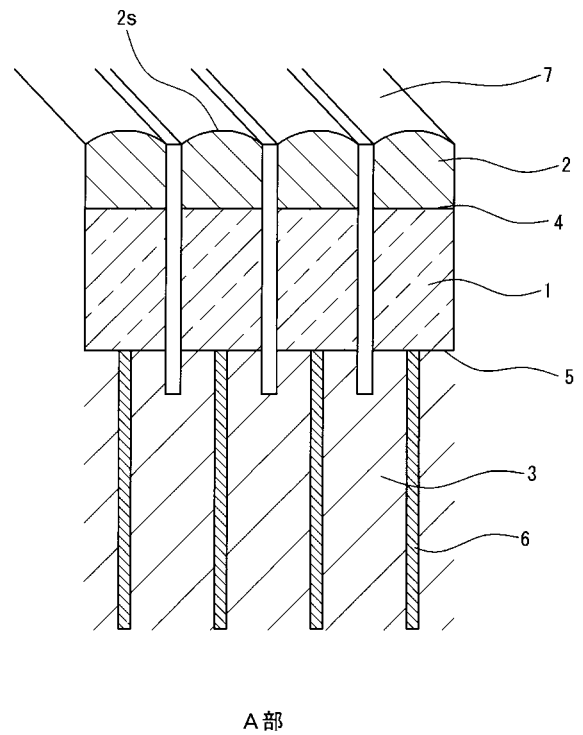
22b 第2の音響整合材

20

【図1】

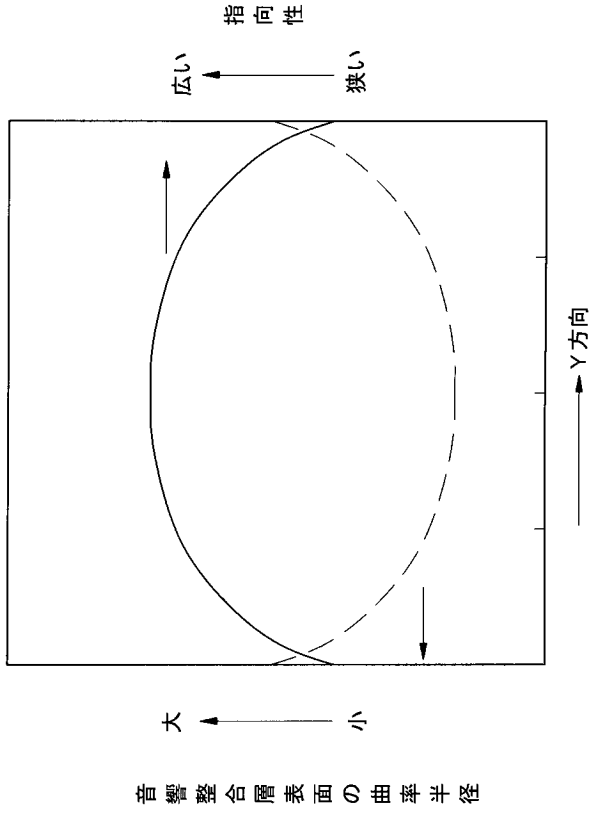


【図2】

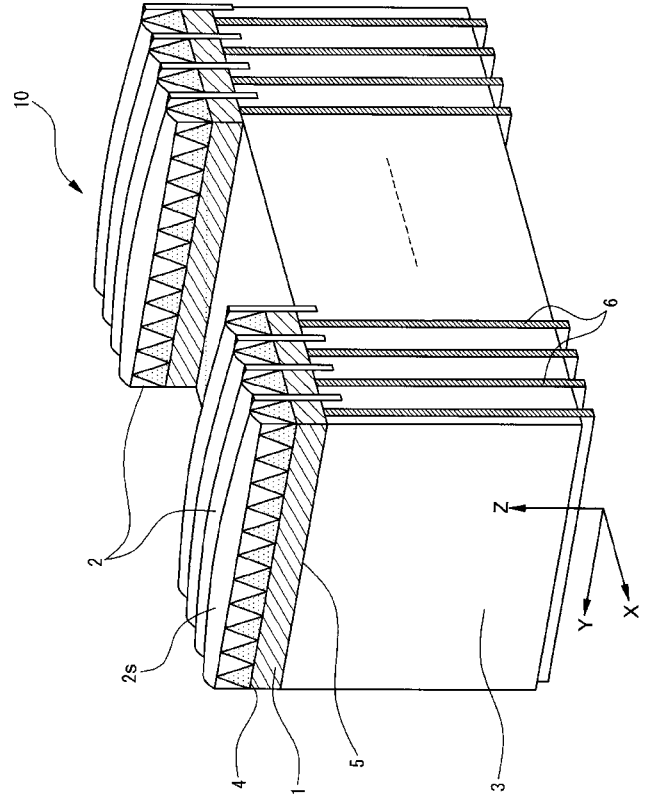


A部

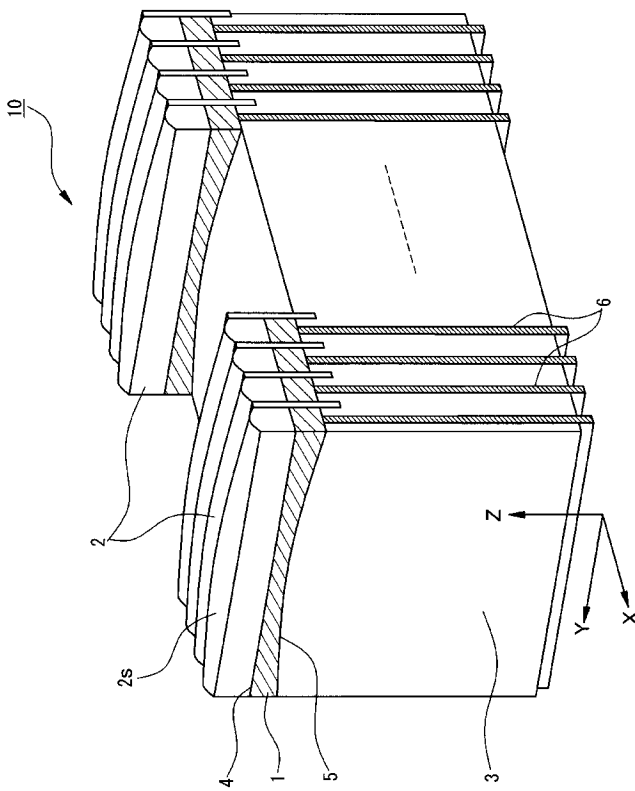
【 図 3 】



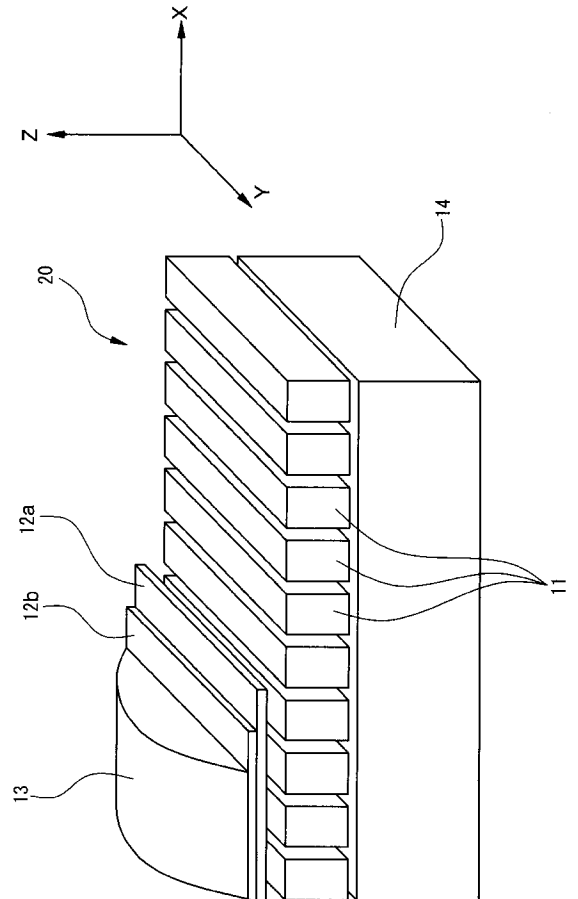
【 図 4 】



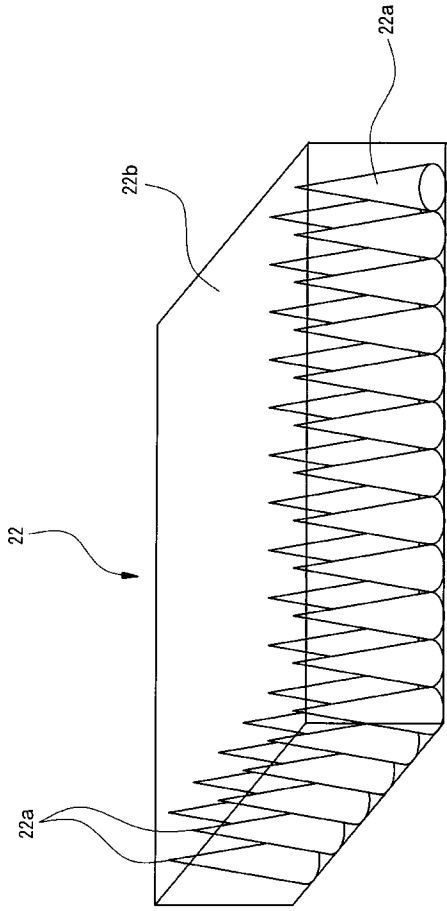
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



专利名称(译)	超声波探触子		
公开(公告)号	JP2007075130A	公开(公告)日	2007-03-29
申请号	JP2005262637	申请日	2005-09-09
申请(专利权)人(译)	松下电器产业有限公司		
[标]发明人	齐藤孝悦		
发明人	齐藤 孝悦		
IPC分类号	A61B8/00 H04R17/00		
FI分类号	A61B8/00 H04R17/00.330.G H04R17/00.332.A		
F-TERM分类号	4C601/BB06 4C601/EE04 4C601/GB24 5D019/AA01 5D019/BB09 5D019/FF04 4C601/GB04 4C601/GB34 4C601/GB35		
代理人(译)	桥本 公秀		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供超声波探头和超声波诊断设备，能够扩展和改变超声波探头的方向性，并获得高分辨率的诊断图像。
 SOLUTION：多个压电元件1沿X方向排列。在声学匹配层2的主体侧表面上，在与排列方向X正交的方向Y上形成曲面。通过改变Y方向上曲面的形状与排列方向X正交，可以任意设定方向性。特别地，曲面的曲率半径在中间部分较小以加宽方向性并且朝向两端变大。

