

(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2006-334075

(P2006-334075A)

(43) 公開日 平成18年12月14日(2006.12.14)

(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 1/44 (2006.01)	H 0 4 R 1/44 3 3 O G	5 D 0 1 9
H 0 4 R 17/00 (2006.01)	H 0 4 R 1/44 3 3 O K	
	H 0 4 R 17/00 3 3 O L	
	H 0 4 R 17/00 3 3 2 A	
審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 13 頁)		

(21) 出願番号 特願2005-161354 (P2005-161354)
 (22) 出願日 平成17年6月1日(2005.6.1)

(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 100101454
 弁理士 山田 卓二
 (74) 代理人 100111224
 弁理士 田代 攻治
 (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 BB02 EE05 EE06 GB04 GB25
 GB26 GB33 GB34 GB35 GB43
 GB45 GB47
 5D019 AA02 AA06 AA22 BB02 BB04
 BB05 BB19 FF04 GG01 GG03

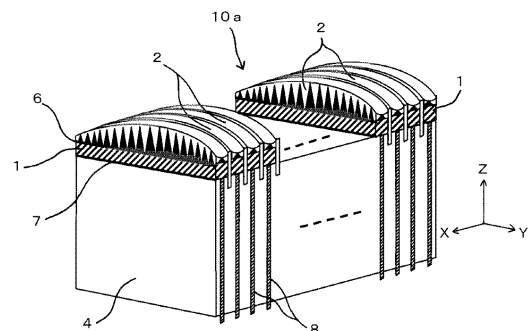
(54) 【発明の名称】 超音波探触子、及び超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】音響レンズによる超音波の減衰を回避して高分解能な診断画像を得ることができ、かつ構造が簡単で指向性を広くできる超音波探触子、及び超音波診断装置を提供する。

【解決手段】音響整合層2の音響インピーダンスを圧電素子1に近い値から被検体15に近い値に厚さ方向に連続的に変化するよう形成し、かつ音響整合層2の被検体側表面2sを圧電素子1の幅方向及び配列方向に沿って曲面形状に形成する。これにより、前記幅方向に超音波ビームを収束させて音響レンズ13を廃止でき、前記配列方向に超音波ビームを拡散させて指向性を広くすることができる。音響整合層2の厚さを超音波周波数の1/2波長以上とすることで、前記曲面形状に起因する厚さの変化が周波数特性に影響を及ぼすことがなくなる。前記曲面形状は、音響整合層2の被検体側の音速が被検体の音速よりも小さいときには幅方向に凸状に、配列方向に凹状に形成する。

【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複数個配列された圧電素子と、
前記圧電素子の被検体側前面に設けられる音響整合層と、
前記圧電素子に対して前記音響整合層の反対側となる前記圧電素子の背面に設けられる背面負荷材と、

前記圧電素子の前面及び背面に設けられる一対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、前記複数の圧電素子の各々に対応した前記音響整合層の被検体側の表面形状が、前記複数の圧電素子の配列方向、およびこれと直交する幅方向に沿って曲面状に形成され、前記音響整合層が超音波ビームを前記配列方向に拡散させ、前記幅方向に収束させることを特徴とする超音波探触子。

10

【請求項 2】

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することを特徴とする、請求項 1 に記載の超音波探触子。

【請求項 3】

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配列方向に沿った曲面が凹形状、前記幅方向に沿った曲面が凸形状にそれぞれ形成され、 $C_{m1} > C_b$ の場合は前記被検体に対する前記配列方向に沿った曲面が凸形状、前記幅方向に沿った曲面が凹形状にそれぞれ形成されていることを特徴とする、請求項 1 または請求項 2 に記載の超音波探触子。

20

【請求項 4】

前記配列方向に沿った曲面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、前記配列方向に沿って変化していることを特徴とする、請求項 3 に記載の超音波探触子。

【請求項 5】

前記複数の曲率半径の変化は、前記配列方向の各電圧素子の中心部に対応する位置で曲率半径が相対的に大きく、前記中心部から前記配列方向両端部に進むにしたがって曲率半径が相対的に徐々に小さ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。

30

【請求項 6】

前記配列方向に沿った曲面の形状が、前記幅方向に沿って変化していることを特徴とする、請求項 3 に記載の超音波探触子。

【請求項 7】

前記配列方向に沿った曲面が単一の曲率半径の曲面、または複数の曲率半径の曲面の組み合わせから構成され、当該曲面の形状の前記幅方向に沿った変化が、前記幅方向の中心部に対応する位置で曲率半径が相対的に小さく、前記中心部から前記幅方向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 6 に記載の超音波探触子。

40

【請求項 8】

前記幅方向に沿った曲面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、前記幅方向に沿って変化していることを特徴とする、請求項 3 に記載の超音波探触子。

【請求項 9】

前記複数の曲率半径の変化は、前記幅方向の中心部で曲率半径が相対的に小さく、前記中心部から前記幅方向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 8 に記載の超音波探触子。

【請求項 10】

50

前記音響整合層が、前記圧電素子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多角錐状の複数の第1音響整合材を前記錐状が同一方向となるよう密集して配置した第1の層と、被検体にほぼ等しい音響インピーダンスを有する第2音響整合材で前記第1の層の空隙部分を埋めた第2の層とを厚さ方向に組み合わせて形成したもの、または、被検体に近い音響インピーダンスの樹脂に前記圧電素子にほぼ等しい音響インピーダンスの粉体を充填して前記樹脂中で前記粉体充填度合いを厚さ方向に傾斜させて形成したもののいずれかであることを特徴とする、請求項1から請求項9のいずれか一にかかる超音波探触子。

【請求項11】

前記音響整合層が、前記複数の圧電素子の各々に対応して分割されていることを特徴とする、請求項1から請求項10のいずれか一に記載の超音波探触子。 10

【請求項12】

被検体に超音波を送受信する超音波探触子と、

前記超音波探触子との間に電氣的に接続され、前記超音波探触子に駆動信号を送信し、前記超音波探触子からの電気信号を処理して診断結果を出力する診断装置本体とから構成される超音波診断装置において、

前記超音波探触子が、請求項1から請求項11のいずれか一に記載の超音波探触子であることを特徴とする超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、生体などの被検体に当て、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、および該超音波探触子を利用する超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、超音波を被検体内へ発信し、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などをモニタに表示することで、生体内部の診断に必要な情報を提供する。超音波診断装置は、被検体内へ超音波を送信し、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使用している。

【0003】

30

図10は、従来技術による超音波探触子の一例を示している。図において、超音波探触子20は、一定方向に複数個配列された超音波を送受信する圧電素子11と、圧電素子11の被検体側の前面(図の上方)に設けられる2層からなる音響整合層12(12a、12b)と、音響整合層12のさらに被検体側の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の反対側となる圧電素子11の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・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。

【0004】

圧電素子11は、PZT系などの圧電セラミック、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などによって形成され、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の複数個配列は、電子的に超音波を走査して偏向あるいは集束させることができ、所謂電子走査を可能とする。 40

【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、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。また音響整合層12を、複数個の圧電素子11にそれぞれ対応させて分割して配置し、超音波の指向性を広くする構成も用いられてい 50

る（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0006】

音響レンズ 13 は、診断画像の分解能を高めるために被検体との間の音速差を利用して超音波ビームを屈折させ、絞る役割を果たす。図示の例では Y 方向に沿って凸状となるかまぼこ型に形成され、Y 方向に超音波ビームを絞る。また、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する役割を果たす。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。

【0007】

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、厚さ方向に音響インピーダンスを連続的に変化させる構造を持った図 11 に示すような音響整合層が開示されている（例えば、特許文献 2 参照。）。図 11 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含める第 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。 10

【0008】

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（圧電素子 11 の音響インピーダンスに近い）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（被検体の音響インピーダンスに近い）エポキシ樹脂、ウレタン樹脂あるいはシリコンゴムなどからなる第 2 の音響整合層 22b を充填することによって形成されている。図 11 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厚さ方向に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。 20

【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

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

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、各圧電素子から被検体内に超音波を送信し、また被検体側からのエコー信号を受信する。前記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。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配列された個々の圧電素子から音響整合層、更には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。 30

【0010】

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。しかしながらこの構成においては、配列する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るという問題があった。 40

【0011】

一方、超音波診断装置の診断画像の分解能を向上させるために、超音波ビームを収束し細くする方策として上述した音響レンズ 13 を設ける構成が一般に用いられている。音響レンズ 13 の素材としては、一般的に音速が被検体よりも遅く、しかも音響インピーダンスが被検体に近い値を有するシリコンゴムが用いられる。音速が被検体よりも遅い材料が選択されるのは、超音波ビームを収束させる際に音響レンズ 13 を図 10 に示すように 50

凸面形状とすることができ、凸面形状であれば被検体側との密着がより得やすいからである。但し、音速が被検体よりも速い材料を使用して音響レンズ13を凹面形状とすることも可能であり、これを被検体側に密着させることで同様に使用することもできる。

【0012】

しかしながら、上述した従来技術による音響レンズを備える超音波探触子では、被検体に対向する面を凸面形状とするよう音響レンズ13の材料として音響インピーダンスが被検体に近いシリコンゴムを使用した場合、超音波の減衰が大きくなって感度と周波数特性が劣化するという問題があった。逆に、これを避けようとして減衰が小さいシリコンゴムを選択した場合、今度は音響インピーダンスが被検体の値から離れてその境界で超音波が反射し、画像に悪影響を及ぼすという別の問題が生じた。

10

【0013】

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ケースが多くなってきていることから、広帯域化を図ることが重要であるが、同時に超音波探触子の指向性を広くし、高分解能の超音波画像を得ることが求められている。このため、上述した指向性の改善や超音波の減衰回避といった高分解能化への障害を回避する技術が求められている。

【0014】

したがって本発明は、以上述べたような従来技術にある問題点を全て解消し、超音波の減衰を極力回避し、感度と周波数特性の劣化を防ぐと共に、圧電素子の配列方向に関しては指向性を広くすることを可能にし、高分解能な診断画像を得ることができる超音波探触子、及び当該超音波探触子を備えた超音波診断装置を提供することを目的としている。

20

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明は、音響インピーダンスが圧電素子側から被検体側の方向に連続的に変化する音響整合層を使用した場合に、音響整合層の厚さが超音波の周波数特性に関係しないという事実に着目し、音響レンズを取り除き、音響整合層を利用して一方では圧電素子の幅方向に超音波を絞って収束させ、他方では圧電素子の配列方向に超音波を拡散させて指向性を広くすることにより上述した問題を同時に解消するもので、具体的には以下の内容を含む。

【0016】

すなわち、本発明にかかる1つの態様は、複数個配列され、被検体との間で超音波を送受信する圧電素子と、前記圧電素子の被検体側前面に設けられる音響整合層と、前記圧電素子に対して前記音響整合層の反対側となる前記圧電素子の背面に設けられる背面負荷材と、前記圧電素子の前面及び背面に設けられる一対の電極とから構成される超音波探触子であって、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、前記複数の圧電素子の各々に対応した前記音響整合層の被検体側の表面形状が、前記複数の圧電素子の配列方向、およびこれと直交する幅方向に沿って曲面状に形成され、前記音響整合層が超音波ビームを前記配列方向に拡散させ、前記幅方向に収束させることを特徴とする超音波探触子に関する。

30

40

【0017】

前記音響整合層は、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する。

【0018】

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配列方向に沿った曲面が凹形状、前記幅方向に沿った曲面が凸形状にそれぞれ形成され、 $C_{m1} > C_b$ の場合は前記被検体に対する前記配列方向に沿った曲面が凸形状、前記幅方向に沿った曲面が凹形状にそれぞれ形成されている。

【0019】

50

前記配列方向に沿った曲面は、複数の曲率半径の曲面の組み合わせから構成することができ、当該複数の曲率半径は、前記配列方向に沿って変化させることができる。この場合、前記複数の曲率半径の変化は、前記配列方向の各電圧素子の中心部に対応する位置で曲率半径が相対的に大きく、前記中心部から前記配列方向両端部に進むにしたがって曲率半径が相対的に徐々に小さくなるよう形成することが好ましい。

【0020】

前記配列方向に沿った曲面の形状は、前記幅方向に沿って変化させることができる。この場合、前記幅方向の中心部に対応する位置で曲率半径が相対的に小さく、前記中心部から前記幅方向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することが好ましい。

10

【0021】

前記幅方向に沿った曲面は、複数の曲率半径の曲面の組み合わせから構成することができ、当該複数の曲率半径は、前記幅方向に沿って変化させることができる。この場合、前記複数の曲率半径の変化は、前記幅方向の中心部で曲率半径が相対的に小さく、前記中心部から前記幅方向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することが好ましい。

【0022】

前記音響整合層は、前記圧電素子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多角錐状の複数の第1音響整合材を前記錐状が同一方向となるよう密集して配置した第1の層と、被検体にほぼ等しい音響インピーダンスを有する第2音響整合材で前記第1の層の空隙部分を埋めた第2の層とを厚さ方向に組み合わせて形成することができる。あるいは、前記音響整合層は、被検体に近い音響インピーダンスの樹脂に前記圧電素子にほぼ等しい音響インピーダンスの粉体を充填して前記樹脂中で前記粉体充填度合いを厚さ方向に傾斜させて形成することができる。

20

【0023】

本発明にかかる他の態様は、被検体に超音波を送受信する超音波探触子と、前記超音波探触子との間に電気的に接続され、前記超音波探触子に駆動信号を送信し、前記超音波探触子からの電気信号を処理して診断結果を出力する診断装置本体とから構成される超音波診断装置であって、上述したいずれか一の超音波探触子を利用する超音波診断装置に関する。

30

【発明の効果】

【0024】

本発明の実施により、音響整合層を用いて超音波ビームを圧電素子の幅方向に収束させることが可能となって音響レンズによる超音波の減衰が回避され、同時に超音波ビームを圧電素子の配列方向に拡散させて指向性を広くすることが可能となり、高分解能な診断画像を得ることができる超音波探触子、及び該超音波探触子を利用する超音波診断装置を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明にかかる第1の実施の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1は、本実施の形態にかかる超音波探触子を示している。図において、超音波探触子10aは、図のX方向（配列方向）に複数個配列された圧電素子1と、各圧電素子1に対して被検体側となるZ方向前面（図の上方）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背面に配置された背面負荷材4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、基本的に従来技術で説明したものと同様である。図からも明らかな通り、本実施の形態にかかる超音波探触子10aでは、従来技術にあった音響レンズ（図10の符号13）が除かれている。

40

【0026】

圧電素子1の厚さ方向の前面には接地電極6が、背面には信号用電極7がそれぞれ設けられている。両電極6、7は、金や銀の蒸着、スパッタリング、あるいは銀の焼き付けな

50

どにより圧電素子 1 の前面、背面にそれぞれ形成される。各圧電素子 1 1 の信号用電極 7 は、個別に信号用電気端子 8 に接続され、接地電極 6 と共に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る。両電極 6、7 を利用し、超音波診断装置で作られる規則正しいパルス電圧が圧電素子 1 に印加され、逆に圧電素子 1 が電気信号に変換したエコー受信波が超音波診断装置本体に送信される。

【0027】

本実施の形態にかかる音響整合層 2 は、厚さ方向に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、圧電素子 1 の接地電極 6 側に位置する音響整合層 2 の部分は圧電素子 1 に近い音響インピーダンスを有し、被検体側に位置する音響整合層 2 の部分は被検体に近い音響インピーダンスを有し、その間で音響インピーダンスは連続的に傾斜している。より具体的に、音響整合層 2 の設置電極 6 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 P Z T 系のような圧電セラミックの場合）、被検体側の音響インピーダンスは約 1.5 メガレイルであり（被検体が人体である場合）、その間で音響整合層 2 の音響インピーダンスは連続的に変化している。

10

【0028】

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 1 1 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などの多角錐状の第 1 の音響整合材と、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で占める第 2 の音響整合材とを厚さ方向に組み合わせて構成することにより得られる（図 1 に示す音響整合層 2 のとげ状縞模様は、この両部材が組み合わされた状態を模式的に示している。）。このような方法以外にも、被検体 1 5 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など、音響インピーダンスの連続的な変化は他の代替方法によっても得ることができる。

20

【0029】

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実現できる。加えて、本願発明者らの実験によれば、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、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はあまり関係しない。

30

【0030】

本実施の形態は、この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図 1 に示すように各圧電素子 1 に対応する音響整合層 2 の被検体側の表面を圧電素子 1 の幅方向（Y 方向）および配列方向（X 方向）の双方に沿って曲面状に形成し、これによって音響レンズを使用することなく超音波ビームをそれぞれ収束、拡散させる機能を持たせるものとしている。図 1 に示す例では、幅方向には凸状、配列方向には凹状の曲面を形成している。この状況につき、図 2、図 3 を参照してより詳細に説明する。

【0031】

図 2 は、図 1 に示す超音波探触子 1 0 の Y 軸に平行な幅方向断面を示している。例えば、音響整合層 2 を構成する一方の音響整合材（図 1 1 の符号 2 2 b）としてシリコンゴムが使用された場合、音響整合層 2 の被検体 1 5 側の音速 C_{m1} は約 1.0 km / 秒となる。これに対して被検体 1 5 が生体であれば、音速 C_b は約 1.53 km / 秒となるため、両者の間には $C_{m1} < C_b$ の関係が成立する。この場合、音響整合層 2 の表面 2 s の形状を図 2 に示すように被検体 1 5 に対して凸面にすれば、前記音速の差を利用して超音波を屈折させて被検体 1 5 内の任意の位置に焦点を定めて収束させることができる。この結果、音響整合層 2 が音響レンズと同様の機能を果たし、分解能を高める効果が得られる。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などとすることができる。

40

【0032】

ここで音響整合層 2 が本来の音響整合層としての機能を果たすため、最も厚さが薄い部分

50

においても使用周波数帯の $1/2$ 波長以上の厚さを確保しておく。この厚さを基準にして上述したような表面を曲面形状にすれば、音響整合層と音響レンズの双方の機能を同時に果たし得る音響整合層を得ることができ、結果として音響レンズを除くことができる。

【0033】

前記音響整合層 2 の表面 2 s の曲面形状は、圧電素子 1 の幅方向に対して曲率半径を持たせた曲面としているが、これに限らず、例えば台形や多角形の一部などのように超音波ビームを収束できるものであれば他の形状とすることもよい。

【0034】

一方、図 3 は、図 1 に示す超音波探触子 10 の X 軸に平行な配列方向の断面を示している。図はその一部で、図示の形状が X 方向（左右方向）に一定の長さつながって図 1 に示す超音波探触子 10 を構成する。ここで、図 2 で説明したと同様、音響整合層 2 の音響インピーダンスは圧電素子 1 に近い値から被検体 15 に近い値まで厚さ方向に連続的に変化しており、また音響整合層 2 の被検体側の音速 C_{m1} と被検体の音速 C_b の間には $C_{m1} < C_b$ の関係が成立している。このような場合、複数の圧電素子 1 の各々に対応した音響整合層 2 の表面を、図 3 に示すように被検体 15 に対して凹面に形成することにより、超音波を配列方向（図 3 の左右方向）に屈折、拡散させ、超音波探触子 10 の指向性を広げる効果を得ることができる。

【0035】

ここにおいても同様に、音響整合層 5 が本来の機能を果たすために最も厚さが薄い部分においても使用周波数帯の $1/2$ 波長以上の厚さが確保されている。また、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などとすることができるほか、曲面を台形や多角形の一部など他の形状とすることが可能である。

【0036】

音響整合層 2 の表面を以上のように幅方向、配列方向に沿って曲面形状とした場合、音響整合層 2 の厚さは当然ながら一定ではなく、変化するものとなる。このことは従来の構成である単層、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大きく変動するために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た。すなわち、従来の形式の音響整合層のままで音響レンズとしての機能を果たせようとすれば、音響レンズ機能を優先にするか、あるいは周波数特性を優先にするかしかなく、音響整合層が音響レンズの機能を兼ねることは困難であった。

【0037】

これに対して本実施の形態にかか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 であれば、少なくとも $1/2$ 波長以上の厚さを確保することで、表面を曲面に形成してその厚さが変化しようともこれによる周波数特性への影響は見られない。このため、上述したような音響整合層 2 の表面を曲面に構成することにより、周波数の広帯域化が図れると同時に、超音波ビームを幅方向に収束させる音響レンズの機能をも果たすことができ、かつ配列方向に超音波ビームを拡散させて指向性を広くできるようになる。

【0038】

なお、図 3 に示す例では、音響整合層 2 が各圧電素子 1 に対応して配列方向に分割して配置されている。このように分割することで隣接する圧電素子 1 間の音響的な結合を小さくすることができ、指向性を広げる効果が得られる。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などのような材料が充填され得る。但し、このように分割をせず、音響整合層 2 を複数の圧電素子 1 全体の上に一体となって配置するよう構成しても同様の効果を得ることができる。この場合の音響整合層 2 表面の曲面形状は、各圧電素子 1 に対応して形成される。

【0039】

次に、図 4 は、本実施の形態にかかる他の態様の超音波探触子 10 b を示しており、ここでは音響整合層 2 の被検体 15 に対する表面が、図 1 とは逆に、圧電素子 1 の幅方向（Y 方向）に沿って凹面、配列方向（X 方向）に沿って凸面の曲面形状に形成されている。これは、音響整合層 2 の被検体側の音速 C_{m1} と被検体の音速 C_b の間に $C_{m1} > C_b$ の

10

20

30

40

50

関係が成立している場合である。

【0040】

即ち、音響整合層2の素材としてエポキシ樹脂など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/秒となる。被検体と同じく生体であるとすれば、被検体の音速 C_b は約1.53km/秒であることから $C_m1 > C_b$ の関係が成立する。この場合は上述した態様とは逆向きに曲面を形成することで、先の態様と全く同様に、超音波ビームを幅方向に収束させ、配列方向に拡散させることができる。その詳細を図5、図6を参照して説明する。

【0041】

図5は、図4に示す超音波探触子10bの幅方向(Y方向)の断面図を示しており、音響整合層2の表面2sが凹状に形成されている。この表面の形状を除いて他の構成は図2に示すものと同様である。すなわち、音響整合層2の音響インピーダンスは圧電素子1に近い値から被検体15に近い値まで厚さ方向に連続的に変化しており、最小厚さは1/2波長が確保されている。この凹面は、例えば単一の曲率半径を持たせた凹面形状などとすることができる。

【0042】

音響整合層2をこのような曲面形状で構成することにより、音速の差を利用して超音波を幅方向(図5の左右方向)に屈折させ、絞ることができ、超音波を被検体15内の任意の焦点位置に収束することができる。音響レンズを除くことにより、超音波の減衰を排除できることは先の態様と同様である。

【0043】

次に、図6は、図4に示す超音波探触子10bの配列方向(X方向)の断面を示したもので、これも同様にして音響整合層2の各圧電素子1に対応した表面が、音速の関係で先の態様とは逆に凸状の曲面形状とされる。この点を除いて他の構成は図3に示すものと同様である。各圧電素子1に対応して音響整合層2の被検体に対する表面をこのような凸面形状とすることにより、配列方向において超音波を屈折させて拡散させることができ、指向性を広げることができる。

【0044】

以上述べたように、図4に示す超音波探触子10bでは、音響整合層2の被検体に対する表面を幅方向に沿って凹面形状に、配列方向に沿って凸面形状にそれぞれ形成することにより、図1に示す超音波探触子10aと全く同様の効果を得ることができる。

【0045】

次に、本発明にかかる第2の実施の形態の超音波探触子について、図面を参照して説明する。先の実施の形態において音響整合層2の表面形状は、幅方向、配列方向のいずれにおいても、単一の曲率半径を有する曲面形状(凹面、凸面)を例として説明している。本実施の形態では、この曲面形状を幅方向、配列方向のいずれか一方、または双方に沿って複数の曲率半径を有する曲面の組み合わせから構成し、この曲率半径を変化させることによって、より良好な指向性、解像度を得ることができる超音波探触子を提供する。

【0046】

図7は、本実施の形態にかかる超音波探触子10aの幅方向の側面断面図を示している。ここでは、音響整合層2の被検体15に対する表面形状を除いて図2に示した超音波探触子10aと同様である。音響整合層2の曲面形状の曲率半径を単一のものとした場合、焦点距離、つまり超音波ビームが最も絞られてビーム径が細くなる距離付近では分解能は向上するものの、焦点距離から外れた領域は逆にビームが拡散されてビーム径は太くなり分解能が低下するという傾向にある。

【0047】

本実施の形態では、このような現象を改善し、超音波ビーム径を広い領域で細くできるように音響整合層2を構成している。すなわち、図7の圧電素子1の幅方向中心部に対応する音響整合層2の表面部分2cは曲率半径を小さくして超音波ビームの焦点距離を近付け、両端部2dに進むに従って曲率半径を大きくして徐々に超音波ビームの焦点距離を遠く

10

20

30

40

50

にしている。これにより、全体として一点に超音波ビームを絞るものと比較してビームは若干太くなるものの広い領域でビームの拡散を防止し、絞ることが可能となるため、広い領域で分解能を向上させるという効果が得られる。この曲率半径の変化は、連続的であっても段階的であってもよい。

【0048】

なお、図7では、音響整合層2の表面を凸面の形状にしているが、これは上述した図2に対応した音響整合層2の音速 C_{m1} が被検体の音速 C_b より遅い場合の形状であり、この音速の関係が逆になれば曲面形状は図5に対応した凹面状となる。この場合においても前記曲面形状を幅方向に変化させることで同様の効果を得ることができる。

【0049】

次に、図8は、本実施の形態にかかる超音波探触子10bの配列方向(X方向)の側面断面図の一部を示している。ここでは、音響整合層2の被検体15に対する表面形状を除いて図6に示した超音波探触子10bと同様である。図8において、音響整合層2の表面形状は、複数の曲率半径を持たせた曲面で構成するものとしている。すなわち、各圧電素子1の配列方向(図の左右方向)中心位置に対応する表面部分2eの曲率半径を最も大きくし、各圧電素子1の配列方向両端部2fに進むに従って曲率半径を徐々に小さくした曲面に構成している。この曲率半径の変化は、連続的であっても段階的であってもよい。

【0050】

このように配列方向に沿って音響整合層2の表面形状の曲率半径を変化させた曲面とすることによって、中心部での超音波ビームはそれほど拡散せず、端部に進むにしたがって曲率半径が小さくなって超音波ビームの拡散が徐々に大きくなり、広い指向特性を得ることができる。このように構成することによって単一の曲率半径の曲面にするよりも音響整合層2の厚さの変化は少なくすることができ、また、音響整合層2の超音波減衰を小さくできるため、感度低下を防止できるという効果を得ることができる。

【0051】

なお、図8では、音響整合層2を各圧電素子1に対応して分割する構成としているが、分割せずに複数の圧電素子1を覆う一体に形成しても同様の効果が得られることは先の態様と同様である。また、図8では、音響整合層2の表面を凸面の形状にしているが、これは上述した図6に対応した音響整合層2の音速 C_{m1} が被検体の音速 C_b より速い場合の形状であり、この音速の関係が逆になれば曲面形状は図3に対応した凹面状となることもこれまでの説明と同様である。

【0052】

以上に加え、配列方向に沿った音響整合層2のこの曲面形状に関しては、配列方向と直交する幅方向(図3、図6、図8の図面に垂直な方向、図1のY方向)に沿って当該曲面形状を変化させることができる。すなわち、同曲面形状を幅方向(同上)の中心部分では指向性を広くするよう曲率半径を最も小さくし、同幅方向両端部に進むに従って曲率半径を相対的に大きくして中心部より指向性を狭くするような構成とすることができる。

【0053】

これは、当該曲面形状が単一の曲率半径を有する曲面の場合であっても、複数の曲率半径を有する曲面の場合であっても同様である。このように曲面形状を幅方向に変化させる構成とすることにより、幅方向の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て診断深さが浅い領域での診断を容易にし、一方、幅方向端部では診断深さが深い領域が主となるために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。

【0054】

なお、本実施の形態では、音響整合層2の被検体側の曲面形状を幅方向と配列方向とにそれぞれ複数の曲率半径を有する曲面から構成し、この曲率半径をそれぞれ幅方向、配列方向に沿って変化させる態様を併せて示しているが、この曲率半径の変化は、幅方向、配列方向のいずれか一方に沿ってのみ変化させることも可能であり、あるいは双方向に沿って同時に変化させることも可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

同様に、前記配列方向に沿った曲面形状をこれと直行する幅方向に沿って変化させる態様では、前記表面形状の幅方向に沿った曲面の曲率半径の変化との間で、いずれか単独であっても双方を組み合わせても適用することができる。これらの曲面形状の変化は、使用目的に応じて選択が可能である。

【 0 0 5 6 】

以上、本発明にかかる超音波探触子の各実施の形態について述べてきたが、本発明はさらに、これらの超音波探触子を使用する超音波診断装置をも包含している。図9はその概要を示すもので、図において、超音波診断装置50は、各実施の形態で説明した超音波探触子10がケーブル25を介して診断装置本体30と電氣的に接続されている。超音波探触子10は被検体15の表面に当てられ、診断装置本体30から超音波探触子10に電圧パルスの駆動信号が送られる。この駆動信号は、超音波探触子10の電極7（図1参照）を介して圧電素子1に伝えられ、超音波に変換される。被検体15に送波された超音波は体内で反射され、反射エコーの一部が圧電素子1で受信される。ここで反射波は電気信号に変換され、超音波診断装置本体30に入力される。入力された受信信号は、超音波診断装置本体30にて信号処理され、例えば断層画像としてCRTなどの表示装置35に出力される。

10

【 0 0 5 7 】

被検体15は、人体に限らず他の動物などの生体であってもよく、さらには材料や構造物などを対象に内部探傷目的で本超音波診断装置50を利用することも可能である。

20

【産業上の利用可能性】

【 0 0 5 8 】

本発明にかかる超音波探触子は、人体など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】

【 0 0 5 9 】

【図1】本発明にかかる実施の形態の超音波探触子を示す斜視図である。

【図2】図1に示す超音波探触子の圧電素子幅方向の部分拡大断面図である。

【図3】図1に示す超音波探触子の圧電素子配列方向の部分拡大断面図である。

【図4】本発明にかかる実施の形態の超音波探触子の他の態様を示す斜視図である。

30

【図5】図4に示す超音波探触子の圧電素子幅方向の部分拡大断面図である。

【図6】図4に示す超音波探触子の圧電素子配列方向の部分拡大断面図である。

【図7】本発明にかかる他の実施の形態の超音波探触子の圧電素子幅方向の部分拡大断面図である。

【図8】本発明にかかる他の実施の形態の超音波探触子の圧電素子配列方向の部分拡大断面図である。

【図9】本発明にかかる超音波探触子を利用する超音波診断装置の概略図である。

【図10】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11】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。

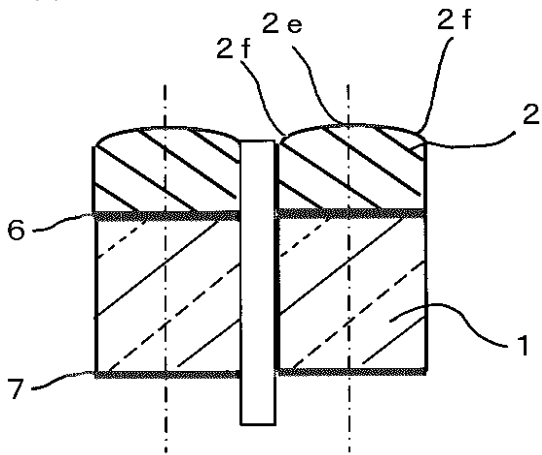
40

【符号の説明】

【 0 0 6 0 】

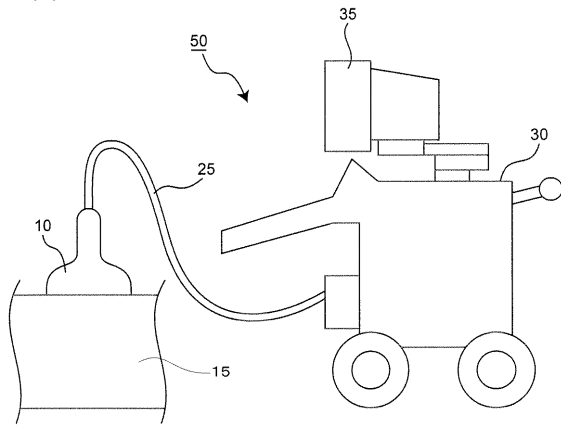
1．圧電素子、 2．音響整合層、 3．音響レンズ、 4．背面負荷材、 6．接地電極、 7．信号用電極、 8．信号用電気端子、 10．超音波探触子、 11．圧電素子、 12．音響整合層、 13．音響レンズ、 14．背面負荷材、 15．被検体、 20．超音波探触子、 22．音響整合層、 22a．第1の音響整合材、 22b．第2の音響整合材、 25．ケーブル、 30．診断装置本体、 35．表示装置、 50．超音波診断装置。

【図 8】

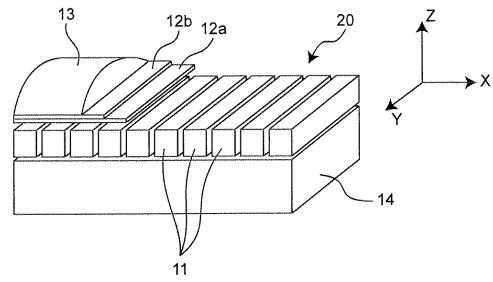


A 部拡大

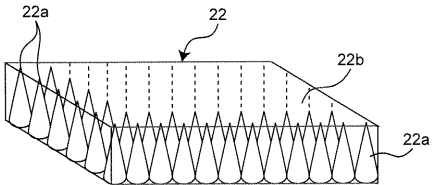
【図 9】



【図 10】



【図 11】



专利名称(译)	超声波探头和超声波诊断仪		
公开(公告)号	JP2006334075A	公开(公告)日	2006-12-14
申请号	JP2005161354	申请日	2005-06-01
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 H04R1/44 H04R17/00		
FI分类号	A61B8/00 H04R1/44.330.G H04R1/44.330.K H04R17/00.330.L H04R17/00.332.A A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB02 4C601/EE05 4C601/EE06 4C601/GB04 4C601/GB25 4C601/GB26 4C601/GB33 4C601/GB34 4C601/GB35 4C601/GB43 4C601/GB45 4C601/GB47 5D019/AA02 5D019/AA06 5D019/AA22 5D019/BB02 5D019/BB04 5D019/BB05 5D019/BB19 5D019/FF04 5D019/GG01 5D019/GG03		
代理人(译)	山田卓司		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

通过由声透镜避免超声波的衰减高分辨率诊断图像可以被获得，并且超声波探头结构可以拓宽方向性简单，并提供了一种超声波诊断装置。甲形式来改变声匹配层2的声阻抗连续地接近从靠近压电元件1的值被检体15的厚度方向，并且声匹配层2的被摄体侧的面2S沿着宽度方向和压电元件1的排列方向形成曲面形状。因此，在由会聚的超声波束能够废除在声透镜13的宽度方向，也能够将超声波束扩散到所述阵列方向加宽方向性。声匹配层2的1/2波长以上的超声波频率，从而防止在厚度变化，由于弯曲形状的厚度影响频率特性。的曲面形状，所述声匹配层2的声速的被摄体侧是在当比对象的声速小于在沿布置方向的凹形状形成的宽度方向的凸起的形状。点域1

