

(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2011-10795

(P2011-10795A)

(43) 公開日 平成23年1月20日(2011.1.20)

(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 J	5 D 0 1 9

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 19 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-156680 (P2009-156680)</p> <p>(22) 出願日 平成21年7月1日(2009.7.1)</p>	<p>(71) 出願人 303000420 コニカミノルタエムジー株式会社 東京都日野市さくら町1番地</p> <p>(74) 代理人 100067828 弁理士 小谷 悦司</p> <p>(74) 代理人 100115381 弁理士 小谷 昌崇</p> <p>(74) 代理人 100111453 弁理士 櫻井 智</p> <p>(72) 発明者 佐々木 頂之 東京都日野市さくら町1番地 コニカミノ ルタエムジー株式会社内</p> <p>Fターム(参考) 4C601 DE08 EE03 GB06 GB15 GB25 GB28 GB41 GB44 GB45 5D019 FF04 GG01</p>
---	---

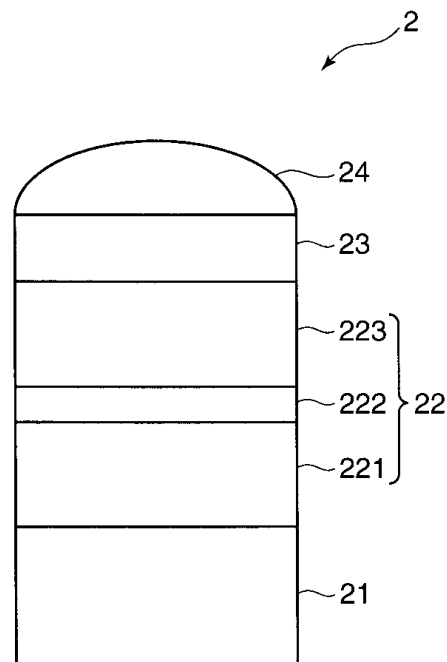
(54) 【発明の名称】 超音波探触子およびそれを備えた超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】容易に作製でき、広帯域の超音波を効率的に送受信できる超音波探触子を提供する。

【解決手段】超音波探触子2は、圧電材料を備え、圧電現象を利用することによって電気信号と超音波信号との間で相互に信号を変換することができ、被検体に対して超音波信号を送受信する圧電部22と、被検体に当接させた場合に、圧電部22と被検体との間に位置し、圧電部22と被検体との音響インピーダンスの整合をとる音響整合層23とを備え、音響整合層23は、音軸方向沿って、密度が連続的に変化する傾斜材料を有する。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電材料を備え、圧電現象を利用することによって電気信号と超音波信号との間で相互に信号を変換することができ、被検体に対して超音波信号を送受信する圧電部と、

前記被検体に当接させた場合に、前記圧電部と前記被検体との間に位置し、前記圧電部と前記被検体との音響インピーダンスの整合をとる音響整合層とを備え、

前記音響整合層は、音軸方向に沿って、密度が連続的に変化する傾斜材料を有することを特徴とする、超音波探触子。

【請求項 2】

前記傾斜材料は、バインダ樹脂と、

該バインダ樹脂に含まれる充填材とを備え、

前記充填材の含有割合により密度が変化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】

前記傾斜材料は、それぞれ異なる密度を有する複数の層が、音軸方向に積層されて構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。

【請求項 4】

前記複数の層の厚さが不均一あ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】

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の超音波探触子を備えたことを特徴とする、超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波を送受信可能な超音波探触子に関する。また、この超音波探触子を備えた超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波は、非破壊および無害でその内部を調べることが可能なことから、欠陥の検査や疾患の診断等の様々な分野に応用されている。その応用分野の一つに、被検体内を超音波で走査し、被検体内からの超音波の反射波等から生成した受信信号に基づいて当該被検体内の内部状態を画像化する超音波診断装置がある。この超音波診断装置では、被検体に対して超音波を送受信する超音波探触子が用いられている。この超音波探触子は、圧電現象を利用することによって、送信の電気信号に基づいて機械振動して超音波を発生し、被検体内部において音響インピーダンスの差によって生じる超音波の反射波等を受けて受信の電気信号を生成する複数の圧電素子を備えている。さらに、超音波探触子は、圧電素子からの超音波をスライス方向に集束させる音響レンズと、圧電素子と音響レンズとの間に配置され、圧電素子と被検体との音響インピーダンスを整合させる音響整合層とを有している。

【0003】

音響整合層は、音軸方向に沿って音響インピーダンスが変化する構成を有していることが好ましい。具体的には、音響整合層において、圧電素子側に近づくほど、圧電素子に近い音響インピーダンスを有し、被検体側に近づくほど（圧電素子側から離れるほど）音響インピーダンスは低くなり、より被検体である生体に近い値となることが好ましい。このような、音響整合層を有することで、超音波探触子においては、効果的に超音波を送受信することが可能である。

【0004】

例えば、特許文献 1～特許文献 4 には音響整合層の構成について記載されている。特許文献 1 には、多数の先細柱状体とその底面部を振動子（圧電素子）側に、その先端部を音響レンズ側に向けて配置された音響整合層が記載されている。また、特許文献 2～特許文

10

20

30

40

50

献4には、被検体側表面が曲面形状に形成された音響整合層が記載されている。さらに、この音響整合層は、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音響整合部材を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されている。あるいは、被検体に近い音響インピーダンスの樹脂に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樹脂中で粉体充填度合いを厚さ方向に傾斜させて形成されている。このような構成とすることで、音響インピーダンスが、圧電素子に近い値から被検体に近い値に厚さ方向に連続的に変化するような音響整合層を形成することができる。これにより、広帯域の超音波を効率的に送受信できることから、効率的に送受信できる超音波の周波数帯域を広帯域化できる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平11-89835号公報

【特許文献2】特開2006-334074号公報

【特許文献3】特開2006-334075号公報

【特許文献4】特開2006-339968号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0006】

しかし、特許文献1～特許文献4に記載された音響整合層では、音響インピーダンスの連続的な変化の度合いが粗く、連続性が低い。また、多数の先細柱状体や、円錐状または多角錐状の複数の第1音響整合部材を作製することも困難である。そのため、音響インピーダンスがより連続的に変化し、作製が容易な音響整合層を有する超音波探触子およびそれを備えた超音波診断装置が要望されている。

【0007】

本発明は、上述の事情に鑑みて為された発明であり、その目的は、容易に作製でき、広帯域の超音波を効率的に送受信できる超音波探触子およびそれを備えた超音波診断装置を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明者は、種々検討した結果、上記目的は、以下の本発明により達成されることを見出した。すなわち、本発明の一態様に係る超音波探触子は、圧電材料を備え、圧電現象を利用することによって電気信号と超音波信号との間で相互に信号を変換ことができ、被検体に対して超音波信号を送受信する圧電部と、前記被検体に当接させた場合に、前記圧電部と前記被検体との間に位置し、前記圧電部と前記被検体との音響インピーダンスの整合をとる音響整合層とを備え、前記音響整合層は、音軸方向に沿って、密度が連続的に変化する傾斜材料を有する。

【0009】

40

これにより、音響整合層の音響インピーダンスは音軸方向に沿って、連続的に変化する事となる。それにより、送信および受信する超音波信号がほとんど減衰せず、超音波探触子は、広範囲の波長帯域の超音波信号を効率的に送受信できる。特に、超音波探触子は、被検体からの超音波信号をより減衰の少ない状態で受信できるため、基本波だけでなく、基本波に比べてパワーの小さい高調波においても受信できるという効果を奏する。それにより、ハーモニクイメーシング技術を用いて、より高精度な超音波画像を得ることが可能である。

【0010】

また、上述の超音波探触子において、前記傾斜材料は、バインダ樹脂と、該バインダ樹脂に含まれる充填材とを備え、前記充填材の含有割合により密度が変化することが好まし

50

い。

【0011】

これにより、傾斜材料において、音軸方向に沿って、より連続的に密度を変化させることができる。そのため、音軸方向に沿って、より連続的に音響インピーダンスが変化する音響整合層を得ることができる。したがって、超音波探触子においては、より減衰量の少ない、超音波信号の送受信が可能である。

【0012】

また、上述の超音波探触子において、前記傾斜材料は、それぞれ異なる密度を有する複数の層が、音軸方向に積層されて構成されていることが好ましい。

【0013】

これにより、傾斜材料において、音軸方向に沿って、より連続的に密度を変化させることができる。そして、その密度を、容易に所望の値とすることができる。そのため、音響インピーダンスが、より連続的に変化していて、その値が所望の値である、音響整合層を得ることができる。したがって、超音波探触子においては、より減衰量の少ない、超音波信号の送受信が可能である。

【0014】

また、上述の超音波探触子において、前記複数の層の厚さが不均一あることが好ましい。

【0015】

これにより、傾斜材料の密度の制御がより、容易になることから、音響インピーダンスが、より連続的に変化していて、その値が所望の値である、音響整合層を得ることができる。したがって、超音波探触子においては、より減衰量の少ない、超音波信号の送受信が可能である。

【0016】

また、バインダ樹脂と、該バインダ樹脂に含まれる充填材とを備え、前記充填材の含有割合により密度を変化させる時、充填材を含まない液状のバインダ樹脂と、高濃度の充填材を含む液状のバインダ樹脂の2種を用いて、複数層の充填材含有量の変化する中間領域は、充填材の有無のそれぞれの樹脂の混合比率を変化させることで、積層の層中の充填材量をコントロールすることが出来て、好ましい。

【0017】

また、本発明の他の一態様に係る超音波探触子の製造方法は、上述の超音波探触子の製造方法であって、支持層に、下層となる、前記充填材と前記バインダ樹脂とを含む塗布材料を塗布し、さらに、前記下層の上に、上層となる、樹脂を含む塗布材料を塗布し、前記下層および前記上層が積層された前記支持層を、前記上層に含まれる樹脂を溶解する溶媒における飽和蒸気中にて保持することで、前記音響整合層を製造する。

【0018】

これにより、容易かつ高精度に、音軸に沿って密度が連続的に変化する音響整合層を製造できる。したがって、広範囲の波長帯域の超音波信号を効率的に送受信できる超音波探触子を容易に製造することができる。

【0019】

また、本発明のさらに他の一態様に係る超音波探触子の製造方法は、上述の超音波探触子の製造方法であって、支持層に、下層となる、前記充填材と前記バインダ樹脂とを含む塗布材料を塗布し、さらに、前記下層の上に、上層となる、樹脂を含む塗布材料を塗布し、前記下層および前記上層が積層された前記支持層を、前記上層に含まれる樹脂のガラス転移温度未満の温度でアニールすることで、前記音響整合層を製造する。

【0020】

これにより、容易かつ高精度に、音軸に沿って密度が連続的に変化する音響整合層を製造できる。したがって、広範囲の波長帯域の超音波信号を効率的に送受信できる超音波探触子を容易に製造することができる。

【0021】

これにより、容易かつ高精度に、音軸に沿って密度が連続的に変化する音響整合層を製造できる。したがって、広範囲の波長帯域の超音波信号を効率的に送受信できる超音波探触子を容易に製造することができる。

10

20

30

40

50

また、上述の超音波探触子の製造方法によれば、前記バインダ樹脂は、ポリマーラテックスを含むことが好ましい。

【0022】

これにより、充填材の上層への侵入度合いを制御することができ、製造における自由度が増加する。

【0023】

また、本発明のさらに他の一態様に係る超音波診断装置は、上述の超音波探触子を備えている。

【0024】

これにより、送受信における超音波信号がほとんど減衰せず、広範囲の波長帯域の超音波信号を効率的に送受信し、超音波画像を得ることができる超音波診断装置を提供できる。特に、この超音波診断装置は、被検体からの超音波信号をより減衰の少ない状態で受信できるため、基本波だけでなく、基本波に比べてパワーの小さい高調波においても受信できることから、ハーモニクイメージング技術を用いて、より高精度な超音波画像を得ることが可能である。また、この超音波診断装置は、容易に製造することができる。

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、容易に作製でき、広帯域の超音波を効率的に送受信できる超音波探触子およびそれを用いる超音波診断装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本実施形態における超音波診断装置の外観構成を示す図である。

【図2】本実施形態における超音波診断装置の電気的な構成を示すブロック図である。

【図3】本実施形態の超音波診断装置における超音波探触子の構成を示す図である。

【図4】本実施形態に係る音響整合層におけるキャスト法による製造方法を示す製造工程図であって、図4(A)～図4(C)は各製造工程を示す図である。

【図5】傾斜構造を有する音響整合層23の製造方法を示す製造工程図であって、図5(A)および図5(B)は各製造工程を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明に係る実施の一形態を図面に基づいて説明する。なお、各図において同一の符号を付した構成は、同一の構成であることを示し、その説明を省略する。

【0028】

図1は、本実施形態における超音波診断装置の外観構成を示す図である。図2は、本実施形態における超音波診断装置の電気的な構成を示すブロック図である。図3は、本実施形態の超音波診断装置における超音波探触子の構成を示す図である。

【0029】

超音波診断装置5は、図1および図2に示すように、図略の生体等の被検体に対して超音波（超音波信号）を送信すると共に、被検体で反射した超音波の反射波等の被検体から来た超音波を受信する超音波探触子2と、超音波探触子2とケーブル3を介して接続され、超音波探触子2へケーブル3を介して電気信号の送信信号を送信することによって超音波探触子2に被検体に対して超音波を送信させると共に、超音波探触子2で受信された被検体内からの超音波に応じて超音波探触子2で生成された電気信号の受信信号に基づいて被検体内の内部状態を超音波画像として画像化する超音波診断装置本体1とを備えて構成される。なお、この被検体内から来た超音波は、被検体内における音響インピーダンスの不整合によって被検体内で超音波信号が反射した反射波だけでなく、例えば微小気泡（マイクロバブル）等の超音波造影剤（コントラスト剤）が用いられている場合には、超音波信号に基づいて超音波造影剤の微小気泡で生成される超音波もある。つまり、超音波造影剤は超音波の照射を受けると、超音波造影剤の微小気泡が共振もしくは共鳴し、さらに一定の閾値以上の音圧では崩壊、消滅する。超音波造影剤を用いている場合は、微小気泡の

10

20

30

40

50

共振、共鳴によって、あるいは微小気泡の崩壊、消失によって、超音波が生じる。

【0030】

超音波診断装置本体1は、例えば、図2に示すように、操作入力部11と、送信部12と、受信部13と、画像処理部14と、表示部15と、制御部16とを備えて構成されている。

【0031】

操作入力部11は、例えば、診断開始を指示するコマンドや被検体の個人情報等のデータを入力するものであり、例えば、複数の入力スイッチを備えた操作パネルやキーボード等である。

【0032】

送信部12は、制御部16の制御に従って、超音波探触子2へケーブル3を介して電気信号の送信信号を供給して超音波探触子2に超音波を発生させる回路である。送信部12は、例えば、高電圧のパルスを生成する高圧パルス発生器等を備えて構成される。また、超音波探触子2が複数の圧電素子を備えて構成されている場合には、送信部12は、これら複数の圧電素子によって所定方向（所定方位）にメインローブを形成した送信ビームの超音波信号を被検体内に送信する。具体的には、送信部12は、高圧パルス発生器により生成されるパルスに遅延時間を付与することによって駆動信号を生成する送信ビームフォーマ等を備えることとすればよい。この送信部12で生成された駆動信号は、複数の圧電素子のそれぞれに対し適宜に遅延時間を個別に設定した、パルス状の複数の信号であり、ケーブル3を介して超音波探触子2における複数の圧電素子のそれぞれに供給される。この複数の駆動信号によって超音波探触子2は、各圧電素子から放射された超音波の位相が特定方向（特定方位）あるいは特定のフォーカス点において一致し、その特定方向にメインローブを形成した送信ビームの超音波信号を発生する。この所定方向は、複数の圧電素子によって形成される超音波信号の送受信面における法線方向を基準（0度）とした角度によって表される。このような電子走査方式には、リニア走査方式、セクタ走査方式、コンベックス走査方式およびラジアル走査方式等がある。

10

20

【0033】

受信部13は、制御部16の制御に従って、超音波探触子2からケーブル3を介して電気信号の受信信号を受信する回路であり、この受信信号を画像処理部14へ出力する。受信部13は、例えば、受信信号の伝送損失を補償するために、受信信号を予め設定された所定の増幅率で増幅する増幅器や、この受信信号のうち所定の周波数帯の受信信号を選択するためのフィルタや、増幅器で増幅された受信信号をアナログ信号からデジタル信号へ変換するアナログ-デジタル変換器等を備えて構成される。そして、超音波探触子2が複数の圧電素子を備えて構成されている場合には、受信部13が増幅器で増幅された各出力信号が入力される受信ビームフォーマ等も備えることとすればよい。受信ビームフォーマは、送信時の送信ビームと同様に、受信時もしわゆる整相加算することによって受信ビームを形成する。すなわち、超音波探触子2における複数の圧電素子のそれぞれから出力される複数の出力信号に対し適宜に遅延時間を個別に設定し、これら遅延された複数の出力信号を加算することによって、各出力信号の位相が特定方向（特定方位）あるいは、特定の受信フォーカス点において一致し、その特定方向にメインローブを形成する。

30

40

【0034】

画像処理部14は、制御部16の制御に従って、受信部13から出力された、被検体からの超音波信号に基づいて例えばハーモニクイメーキング技術等を用いて被検体内の内部状態の画像（超音波画像）を生成する回路である。画像処理部14は、例えば、受信部13の出力に基づいて被検体の超音波画像を生成するDSP（Digital Signal Processor）およびDSPで処理された信号をデジタル信号からアナログ信号へ変換するデジタル-アナログ変換回路等を備えている。このDSPは、例えば、Bモード処理回路、ドブラ処理回路およびカラーモード処理回路等を備え、Bモード画像、ドブラ画像、およびカラーモード画像の生成が可能とされている。

【0035】

50

表示部 15 は、制御部 16 の制御に従って、画像処理部 14 で生成された被検体内の内
部状態の画像を表示する装置である。表示部 15 は、例えば、CRTディスプレイ、LCD、有機ELディスプレイおよびプラズマディスプレイ等の表示装置やプリンタ等の印刷
装置等である。

【0036】

制御部 16 は、例えば、マイクロプロセッサ等の演算回路、RAM (Random Access Me
mory) 等の記憶回路およびその周辺回路等を備えて構成され、これら操作入力部 11、送
信部 12、受信部 13、画像処理部 14 および表示部 15 を当該機能に応じてそれぞれ制
御することによって超音波診断装置 S の全体制御を行う回路である。

【0037】

超音波探触子 (超音波プローブ) 2 は、例えば、図 3 に示すように、音響制動部材 21
と、音響制動部材 21 の一方主面上に積層された圧電部 22 と、圧電部 22 上に積層され
た音響整合層 23 と、音響整合層 23 上に積層された音響レンズ 24 とを備えて構成され
る。

【0038】

音響制動部材 21 は、超音波を吸収する材料から構成された平板状の部材であり、圧電
部 22 から音響制動部材 21 方向へ放射される超音波を吸収するものである。

【0039】

圧電部 22 は、圧電材料を備えて成り、圧電現象を利用することによって電気信号と超
音波信号との間で相互に信号を変換するものである。圧電部 22 は、超音波診断装置本体
1 の送信部 12 からケーブル 3 を介して入力された送信の電気信号を超音波信号へ変換し
てこの超音波信号を被検体へと送信すると共に、受信した超音波信号を電気信号へ変換し
てこの電気信号を、ケーブル 3 を介して超音波診断装置本体 1 の受信部 13 へ出力する。
超音波探触子 2 が被検体に当てられることによって圧電部 22 で生成された超音波信号が
被検体内へ送信され、被検体内からの超音波の反射波等が圧電部 22 で受信される。

【0040】

圧電部 22 は、例えば、本実施形態では、圧電材料を備えて成り、圧電現象を利用す
ることによって電気信号と超音波信号との間で相互に信号を変換することができる第 1 およ
び第 2 圧電部 221、223 を備え、本実施形態では、第 2 圧電部 223 は、超音波信号
の送受信面 (音響レンズ 24 の外部露出面) と第 1 圧電部 221 との間に配置されている
。つまり、第 1 および第 2 圧電部 221、223 は、互いに積層されている。本実施形態
では、第 1 および第 2 圧電部 221、223 は、中間層 222 を介して互いに積層されて
いる。この中間層 222 は、第 1 圧電部 221 と第 2 圧電部 223 とを積層し、かつ第 1
圧電部 221 と第 2 圧電部 223 との音響インピーダンスを整合させる部材である。この
ように圧電部が 2 層の第 1 および第 2 圧電部 221、223 を備えるので、その一方、例
えば、第 1 圧電部 221 を、超音波信号を送信する超音波送信部に用いると共に、その他
方、例えば、第 2 圧電部 223 を、超音波信号を受信する超音波受信部に用いることが
できる。このため、超音波送信部である第 1 圧電部 221 を送信用により適したものとす
ることができると共に、超音波受信部である第 2 圧電部 223 を受信用により適したものと
することができる。したがって、第 1 および第 2 圧電部 221、223 がそれぞれ超音波
送信部および超音波受信部として最適化が可能となり、より高精度な画像を得ることが
できる。さらに、第 1 および第 2 圧電部 221、223 が積層されているので、小型化が可
能となる。なお、第 1 および第 2 圧電部 221、223 を互いに近接して配置すべく、例
えば、2次元アレイ状に配列された複数の圧電素子を領域ごとに分割して一方領域を第 2
圧電部 223 とするとともに他方領域を第 1 圧電部 221 とすることによって、第 2 圧電
部 223 は、略同一平面で第 1 圧電部 221 と隣接して並設される構成としてもよい。

【0041】

また、本実施形態では、例えば、圧電部 22 における第 1 圧電部 221 は、無機圧電材
料を備えて構成されており、この無機圧電材料から成る所定の厚さの圧電体における両面
に一对の電極を備えて構成されている。この圧電体の厚さは、例えば、送信すべき超音波

10

20

30

40

50

の周波数や無機圧電材料の種類等によって適宜に設定される。無機圧電材料は、例えば、いわゆる P Z T、水晶、ニオブ酸リチウム (LiNbO_3)、ニオブ酸タンタル酸カリウム ($\text{K}(\text{Ta}, \text{Nb})\text{O}_3$)、チタン酸バリウム (BaTiO_3)、タンタル酸リチウム (LiTaO_3) およびチタン酸ストロンチウム (SrTiO_3) 等である。本実施形態では、このように送信パワーを大きくすることが可能な無機圧電素子が第 1 圧電部 2 2 1 に用いられている。

【 0 0 4 2 】

そして、本実施形態では、例えば、圧電部 2 2 における第 2 圧電部 2 2 3 は、有機圧電材料を備えて構成されており、この有機圧電材料から成る所定の厚さの圧電体における両面に一对の電極を備えて構成されている。この圧電体の厚さは、例えば、受信すべき超音波の周波数や有機圧電材料の種類等によって適宜に設定される。例えば、中心周波数 8 M H z の超音波を受信する場合は、この圧電体の厚さは、約 5 0 μm である。有機圧電材料は、例えば、フッ化ビニリデンの重合体を用いることができる。また例えば、有機圧電材料は、フッ化ビニリデン (V D F) 系コポリマを用いることができる。このフッ化ビニリデン系コポリマは、フッ化ビニリデンと他の単量体との共重合体 (コポリマ) であり、他の単量体としては、3 フッ化エチレン、テトラフルオロエチレン、パーフルオロアルキルビニルエーテル (P F A)、パーフルオロアルコキシエチレン (P A E) およびパーフルオロヘキサエチレン等を用いることができる。フッ化ビニリデン系コポリマは、その共重合比によって厚み方向の電気機械結合定数 (圧電効果) が変化するので、例えば、超音波探触子の仕様等に応じて適宜な共重合比が採用される。例えば、フッ化ビニリデン / 3 フッ化エチレンのコポリマの場合では、フッ化ビニリデンの共重合比は 6 0 m o l % ~ 9 9 m o l % とすることが好ましく、有機圧電素子が無機圧電素子に積層する複合素子の場合では、フッ化ビニリデンの共重合比は 8 5 m o l % ~ 9 9 m o l % とすることがより好ましい。また、このような複合素子の場合では、他の単量体は、パーフルオロアルキルビニルエーテル (P F A)、パーフルオロアルコキシエチレン (P A E) およびパーフルオロヘキサエチレンが好ましい。また例えば、有機圧電材料は、ポリ尿素を用いることができる。このポリ尿素の場合では、蒸着重合法で圧電体を作成することが好ましい。ポリ尿素用のモノマとして、一般式、 $\text{H}_2\text{N} - \text{R} - \text{NH}_2$ 構造を挙げることができる。ここで、R は、任意の置換基で置換されてもよいアルキレン基、フェニレン基、2 価のヘテロ環基、ヘテロ環基を含んでもよい。ポリ尿素は、尿素誘導体と他の単量体との共重合体であってもよい。好ましいポリ尿素として、4 , 4 ' - ジアミノジフェニルメタン (M D A) と 4 , 4 ' - ジフェニルメタンジイソシアナート (M D I) を用いる芳香族ポリ尿素を挙げることができる。本実施形態では、このように超音波を比較的広い周波数に亘って受信可能な特性を持つ有機圧電素子が第 2 圧電部 2 2 3 に用いられている。

【 0 0 4 3 】

また、本実施形態では、圧電部 2 2 の第 1 圧電部 2 2 1 は、超音波診断装置本体 1 の送信部 1 2 からケーブル 3 を介して電気信号が入力され、この電気信号を超音波信号へ変換し、この変換した超音波信号を中間層 2 2 2、第 2 圧電部 2 2 3、音響整合層 2 3 および音響レンズ 2 4 を介して被検体へ送信する。そして、圧電部 2 2 の第 2 圧電部 2 2 3 は、超音波信号が音響レンズ 2 4 および音響整合層 2 3 を介して被検体から受信され、この受信された超音波信号を電気信号へ変換する。そして、変換されたこの電気信号は受信信号としてケーブル 3 を介して超音波診断装置本体 1 の受信部 1 3 へ出力される。

【 0 0 4 4 】

本実施形態では、上述したように第 1 圧電部 2 2 1 が無機圧電素子であり、送信パワーを比較的簡単な構造で大きくすることが可能である。したがって、このような圧電部 2 2 を備えた超音波探触子 2 は、高調波のエコーを得るために比較的大きなパワーで基本波の超音波信号を送信することが必要なハーモニクイメーキング技術に好適である。そして、ハーモニクイメーキング技術により、より高精度な超音波画像の提供が可能となる。そして、本実施形態では、上述したように第 2 圧電部 2 2 3 が有機圧電素子であり、周波数帯域を比較的簡単な構造で広帯域にすることが可能となるため、このような圧電部 2 2

10

20

30

40

50

を備えた超音波探触子 2 は、高調波の超音波信号を受信することが必要なハーモニクイメーキング技術に好適であり、より高精度な超音波画像の提供が可能となる。

【0045】

そして、本実施形態では、圧電部 2 2 における第 1 および第 2 圧電部 2 2 1、2 2 3 は、第 1 圧電部 2 2 1 上に第 2 圧電部 2 2 3 が積層され、第 2 圧電部 2 2 3 の前方に超音波信号の送受信面が在る。より具体的には、第 1 圧電部 2 2 1 上に中間層 2 2 2 を介して第 2 圧電部 2 2 3 が積層されている。

【0046】

また、第 1 圧電部 2 2 1 は、単一の圧電素子から構成されてもよいが、本実施形態では、複数の圧電素子を備えて構成されている。これら複数の圧電素子は、ライン上に一列に配列されて構成されてもよいが、互いに所定の間隔を空けて平面視にて線形独立な 2 方向に、例えば、互いに直交する 2 方向に m 行 \times n 列で配列する 2 次元アレイ状に音響制動部材 2 1 上に配列されて構成されている (m 、 n は、正の整数である)。なお、これら複数の圧電素子の相互干渉を低減するために、これら複数の圧電素子間に、超音波を吸収する音響吸収材が充填されてもよい。この音響吸収材によって各圧電素子間におけるクロストークの低減が可能となる。

【0047】

また、第 2 圧電部 2 2 3 は、単一の圧電素子から構成されてもよいが、本実施形態では、複数の圧電素子を備えて構成されている。これら複数の圧電素子は、ライン上に一列に配列されて構成されてもよいが、互いに所定の間隔を空けて平面視にて線形独立な 2 方向に、例えば、互いに直交する 2 方向に p 行 \times q 列で配列する 2 次元アレイ状に中間層 2 2 2 上に配列されて構成されている (p 、 q は、正の整数である)。このような第 2 圧電部 2 2 3 は、例えば、所定の厚さを持った平板状の有機圧電材料から成る圧電体と、この圧電体の一方主面に形成された互いに分離した複数の電極と、この圧電体の他方主面に略全面に亘って一様に形成された電極層とを備えて構成されたシート状の有機圧電素子であってもよい。このように複数の素電極が圧電体の一方主面に形成されることによって、この有機圧電素子は、1 個の素電極と圧電体と電極層とから成る圧電素子を複数備えることができ、これら各圧電素子が個別に動作することができる。このような有機圧電素子における複数の圧電素子は、個別に機能させるために無機の圧電素子のように個々に分離する必要がなく、一体的なシート状で構成することが可能である。したがって、この有機圧電素子の製造工程において、有機圧電材料から成るシート状の平板状体に溝（間隙、隙間、ギャップ、スリット）を形成する工程が必要なく、有機圧電素子の製造工程がより単純化され、より少ない工数で有機圧電素子を形成することが可能となる。また、このような有機圧電素子は、一体的なシート状で構成されているので、その複数の圧電素子の各特性は、略均一となり、素子ピッチを含めてばらつきが少なくなり、より高精度な超音波画像の提供が可能となる。

【0048】

また、第 1 圧電部 2 2 1 の圧電素子の個数と第 2 圧電部 2 2 3 の圧電素子の個数とは、同一でもよいが、異なってもよい。例えば、第 2 圧電部 2 2 3 の圧電素子の個数が第 1 圧電部 2 2 1 の圧電素子の個数より多くてもよい。このように構成されることにより、第 1 圧電部 2 2 1 における 1 個の圧電素子のサイズ（大きさ）を大きくすることが可能となり、その送信パワーを大きくすることができると共に、第 2 圧電部 2 2 3 の圧電素子の個数を多くすることが可能となり、その受信分解能を向上することが可能となる。

【0049】

そして、音響整合層 2 3 は、圧電部 2 2 の音響インピーダンスと被検体の音響インピーダンスとの整合をとる部材である。より具体的には、本実施形態では、音響整合層 2 3 は、第 1 圧電部 2 2 1 の音響インピーダンスと被検体の音響インピーダンスとの整合をとると共に、第 2 圧電部 2 2 3 の音響インピーダンスと被検体の音響インピーダンスとの整合をとる部材である。そして、音響整合層 2 3 の音響インピーダンスが、圧電部 2 2 に近くほど第 1 圧電部 2 2 1 および第 2 圧電部 2 2 3 の音響インピーダンスに近い値となり、

10

20

30

40

50

被検体側に位置するほど被検体すなわち生体の音響インピーダンスに近い値であることが好ましい。

【0050】

また、特に、超音波信号を受信する際の減衰を抑制するためには、音響整合層23の音響インピーダンスが、第2圧電部223に近づくほど第2圧電部223の音響インピーダンスに近い値とし、被検体側に位置するほど被検体すなわち生体の音響インピーダンスに近い値とすることが好ましい。つまり、被検体からの超音波信号が被検体に当接された音響レンズ24を介して音響整合層23へと導かれる際に、被検体と音響整合層23との音響インピーダンスの差が少ないほど超音波信号の減衰が少ない。また、音響整合層23から第2圧電部223へと超音波信号が導かれる際に、音響整合層23と第2圧電部223との音響インピーダンスの差が少ないほど超音波信号の減衰が少ない。したがって、音響整合層23において、その音響インピーダンスは、第2圧電部223の音響インピーダンスに近い値から被検体の音響インピーダンスに近い値へと、音軸方向に沿って連続的に変化することが好ましい。音響整合層23が、このような構成を有することにより、超音波探触子2は、第2圧電部223により、被検体からの超音波信号をより減衰の少ない状態で受信できる。また、超音波探触子2において被検体からの超音波信号を減衰の少ない状態で受信できることから、基本波に比べてパワーの小さい高調波においても受信できる。つまり、より広範囲の波長帯域の超音波信号を受信することができる。したがって、本実施形態の超音波探触子2においては、基本波だけでなく高調波についても、高精度の受信が可能である。

10

20

【0051】

本実施形態に係る音響整合層23の具体的な構成について説明する。例えば、音響整合層23は、エポキシ樹脂やポリエステル樹脂等のバインダ樹脂に、フェライト、タンゲステン、酸化亜鉛、酸化アルミニウム、ジュラルミン、酸化チタン、窒化ケイ素、炭化ボロン等の粒子である充填材を分散させた構成を有する。このような構成であることから、バインダ樹脂に対する充填材の含有率に応じて、音響整合層23の密度を調整することが可能である。したがって、この充填材の含有率を音軸方向に沿って変化させることで、音響整合層23の密度を音軸方向に沿って、連続的に変化させることができる。そして、音響整合層23において、圧電部22側から超音波送受信面側（被検体側）へと密度が低くなっていき、音響インピーダンスも低くなっていくようにする。なお、このように、密度が一定方向（音軸方向）に沿って、連続的に変化する材料を傾斜材料という。なお、この傾斜材料のような構造を傾斜構造という。なお、バインダ樹脂としては、例えば、ポリスチレン、スチレン-アクリロニトリル共重合体、スチレン-ブタジエン共重合体、スチレン-無水マレイン酸共重合体、前記ポリエステル、ポリ塩化ビニル、塩化ビニル-酢酸ビニル共重合体、ポリ酢酸ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリアリレート樹脂、フェノキシ樹脂、ポリカーボネート、酢酸セルロース樹脂、エチルセルロース樹脂、ポリビニルブチラール、ポリビニルホルマール、ポリビニルトルエン、ポリ-N-ビニルカルバゾール、アクリル樹脂、シリコーン樹脂、エポキシ樹脂、メラミン樹脂、ウレタン樹脂、フェノール樹脂、アルキッド樹脂などの熱可塑性、熱硬化性樹脂または光硬化性樹脂等を用いればよい。

30

40

【0052】

なお、上述のバインダ樹脂は、疎水性である。これら以外に、ポリマーラテックスが含まれた水溶性のバインダ樹脂（ポリエステル等）を用いてもよい。ポリマーラテックスとは、水不溶性疎水性ポリマーが微細な粒子として水または水溶性の分散媒中に分散したものである。分散状態としては、ポリマーが分散媒中に乳化されているもの、乳化重合されたもの、ミセル分散されたもの、あるいはポリマー分子中に部分的に親水的な構造を持ち分子鎖自身が分子状分散したものなどいずれでもよい。なお、ポリマーラテックスについては「合成樹脂エマルジョン（奥田平、稲垣寛編集、高分子刊行会発行（1978）」、「合成ラテックスの応用（杉村孝明、片岡靖男、鈴木聡一、笠原啓司編集、高分子刊行会発行（1993）」、「合成ラテックスの化学（室井宗一著、

50

高分子刊行会発行(1970))」などに記載されている。このような、ポリマーラテックスとしては、例えば、ビニル系ポリマーラテックスであり、さらにアクリル系ポリマーラテックスが好ましい。アクリル系ポリマーラテックスとは、アクリル系モノマー、例えば、メタクリル酸、アクリル酸、これらのエステル又は塩、アクリルアミド、メタクリルアミドをポリマーの構成全成分に対して50mol%以上含有するポリマーラテックスである。アクリル系ポリマーラテックスは、例えば、アクリル系モノマー単独、あるいはアクリル系モノマーとアクリル系モノマーと共重合し得る他のモノマー(以下、コモノマーという)を用いて製造することができる。アクリル系モノマーとしては、例えば、アクリル酸;メタクリル酸;アクリル酸エステル、例えば、アルキルアクリレート(例えば、メチルアクリレート、エチルアクリレート、n-プロピルアクリレート、イソプロピルアクリレート、n-ブチルアクリレート、イソブチルアクリレート、t-ブチルアクリレート、2-エチルヘキシルアクリレート、シクロヘキシルアクリレート、フェニルアクリレート、ベンジルアクリレート、フェニルエチルアクリレート等)、ヒドロキシ含有アルキルアクリレート(例えば、2-ヒドロキシエチルアクリレート、2-ヒドロキシプロピルアクリレート等);メタクリル酸エステル、例えば、アルキルメタクリレート(例えば、メチルメタクリレート、エチルメタクリレート、n-プロピルメタクリレート、イソプロピルメタクリレート、n-ブチルメタクリレート、イソブチルメタクリレート、t-ブチルメタクリレート、2-エチルヘキシルメタクリレート、シクロヘキシルメタクリレート、フェニルメタクリレート、ベンジルメタクリレート、フェニルエチルメタクリレート等)、ヒドロキシ含有アルキルメタクリレート(例えば、2-ヒドロキシエチルメタクリレート、2-ヒドロキシプロピルメタクリレート等);アクリルアミド;置換アクリルアミド、例えば、N-メチルアクリルアミド、N-メチロールアクリルアミド、N,N-ジメチロールアクリルアミド、N-メトキシメチルアクリルアミド等;メタクリルアミド;置換メタクリルアミド、例えばN-メチルメタクリルアミド、N-メチロールメタクリルアミド、N,N-ジメチロールメタクリルアミド、N-メトキシメチルメタクリルアミド等;アミノ基置換アルキルアクリレート、例えば、N,N-ジエチルアミノエチルアクリレート;アミノ基置換アルキルメタクリレート、例えば、N,N-ジエチルアミノメタクリレート;エポキシ基含有アクリレート、例えば、グリシジルアクリレート;エポキシ基含有メタクリレート、例えば、グリシジルメタクリレート;アクリル酸の塩、例えば、ナトリウム塩、カリウム塩、アンモニウム塩;メタクリル酸の塩、例えば、ナトリウム塩、カリウム塩、アンモニウム塩が挙げられる。なお、上述のモノマーは1種もしくは2種以上を併用することができる。

10

20

30

40

50

【0053】

また、コモノマーとしては、例えば、スチレン及びその誘導体;不飽和ジカルボン酸(例えば、イタコン酸、マレイン酸、フマル酸);不飽和ジカルボン酸のエステル(例えば、イタコン酸メチル、イタコン酸ジメチル、マレイン酸メチル、マレイン酸ジメチル、フマル酸メチル、フマル酸ジメチル);不飽和ジカルボン酸の塩(例えば、ナトリウム塩、カリウム塩、アンモニウム塩);スルホン酸基又はその塩を含有するモノマー(例えば、スチレンスルホン酸、ビニルスルホン酸及びそれらの塩(ナトリウム塩、カリウム塩、アンモニウム塩));無水マレイン酸、無水イタコン酸等の酸無水物;ビニルイソシアネート;アリルイソシアネート;ビニルメチルエーテル;ビニルエチルエーテル;酢酸ビニルが挙げられる。上述のモノマーは1種もしくは2種以上を併用することができる。

【0054】

また、バインダ樹脂としては、上述の疎水性のバインダ樹脂およびポリマーラテックスが含まれた水溶性のバインダ樹脂以外に、ポリマーラテックスが含まれていない水溶性のバインダ樹脂を用いてもよい。例えばゼラチンやポリビニルアルコール(PVA)等を用いてもよい。なお、ポリビニルアルコールユニットを含有した水性ポリマーとしては、ポリビニルアルコールの誘導体で、エチレン共重合ポリビニルアルコール、部分ブチラール化して水に溶解したポリビニルアルコール変性物等を挙げることができる。ポリビニルアルコールとしては、重合度100以上が好ましい。また、ビニルアルコールユニットを

有するポリマーとしては、ケン化前の酢酸ビニル系ポリマーの共重合成分として、エチレン、プロピレン等のビニル化合物、アクリル酸エステル類（*t*-ブチルアクリレート、フェニルアクリレート、2-ナフチルアクリレート等）、メタクリル酸エステル類（メチルメタクリレート、エチルメタクリレート、2-ヒドロキシエチルメタクリレート、ベンジルメタクリレート、2-ヒドロキシプロピルメタクリレート、フェニルメタクリレート、シクロヘキシルメタクリレート、クレジルメタクリレート、4-クロロベンジルメタクリレート、エチレングリコールジメタクリレート等）、アクリルアミド類（アクリルアミド、メチルアクリルアミド、エチルアクリルアミド、プロピルアクリルアミド、ブチルアクリルアミド、*tert*-ブチルアクリルアミド、シクロヘキシルアクリルアミド、ベンジルアクリルアミド、ヒドロキシメチルアクリルアミド、メトキシエチルアクリルアミド、ジメチルアミノエチルアクリルアミド、フェニルアクリルアミド、ジメチルアクリルアミド、ジエチルアクリルアミド、 γ -シアノエチルアクリルアミド、ジアセトンアクリルアミド等）、メタクリルアミド類（メタクリルアミド、メチルメタクリルアミド、エチルメタクリルアミド、プロピルメタクリルアミド、ブチルメタクリルアミド、*tert*-ブチルメタクリルアミド、シクロヘキシルメタクリルアミド、ベンジルメタクリルアミド、ヒドロキシメチルメタクリルアミド、メトキシエチルメタクリルアミド、ジメチルアミノエチルメタクリルアミド、フェニルメタクリルアミド、ジメチルメタクリルアミド、ジエチルメタクリルアミド、 γ -シアノエチルメタクリルアミド等）、スチレン類（スチレン、メチルスチレン、ジメチルスチレン、トリメチレンスチレン、エチルスチレン、イソプロピルスチレン、クロロスチレン、メトキシスチレン、アセトキシスチレン、クロルスチレン、ジクロルスチレン、プロムスチレン、ビニル安息香酸メチルエステル等）、ジビニルベンゼン、アクリルニトリル、メタアクリロニトリル、*N*-ビニルピロリドン、*N*-ビニルオキサゾリドン、塩化ビニリデン、フェニルビニルケトン等のモノマーユニットを持つポリマーを挙げることができる。これらの中で好ましくは、エチレン共重合ポリビニルアルコールである。

【0055】

なお、ポリビニルアルコールおよび変性ポリビニルアルコールは、一般に市販されているものを用いることができる。ポリビニルアルコールの代表的な市販品としては、クラレ社製のPVA-203、PVA-204、PVA-205、PVA-210、PVA-217、PVA-220、PVA-224、PVA-228、PVA-235、PVA-403、PVA-405、PVA-420など、日本合成化学社製のゴーセノールGL-03、GL-05、AL-02、NK-05など、電気化学工業社製のデンカポパールK-02、B-03など、変性ポリビニルアルコールの代表的な市販品としては、クラレ社製のMP-202、MP-203などが挙げられる。

【0056】

音響整合層23は、上記バインダ樹脂および充填材を用いて、いわゆるキャストイング法を用いて製造すればよい。図4は、本実施形態に係る音響整合層におけるキャストイング法による製造方法を示す製造工程図であって、図4(A)~図4(C)は各製造工程を示す図である。図4(A)に示すように、適当な支持体31を用意する。支持体31は、例えばプラスチック等を用いればよい。より具体的には、セルロースアセテート、ポリエステル、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリアミド、ポリイミド、セルローストリアセテート又はポリカーボネート等とすればよい。そして、支持体31上に、図4(B)に示すように、上記充填材および上記バインダ樹脂を含んだ分散液を塗布し、乾燥および硬化させることで薄膜32-1を形成する。ここで、分散液は充填材をバインダ樹脂と共に、適当な溶剤、例えば、テトラヒドロフラン、ジオキサン、ジオキソラン、トルエン、ジクロロメタン、モノクロロベンゼン、ジクロロエタン、シクロヘキサノン、シクロペンタノン、アニソール、キシレン、メチルエチルケトン、アセトン、酢酸エチル、酢酸ブチル等を用いて、ボールミル、アトライター、サンドミル、ピーズミル等により分散し、この分散液を適度に希釈すればよい。また、必要に応じて、分散液にジメチルシリコーンオイル、メチルフェニルシリコーンオイル等のレベリング剤を添加す

ることができる。なお、上述のバインダ樹脂のうち、水溶性のバインダ樹脂については、溶剤で液化させる必要はなく、水により液化して分散液とし、そのまま塗布すればよい。

【0057】

また、薄膜32-1の密度は、支持体31とは異なる値とすることが好ましい。また、分散液は乾燥させることで、硬化をさせることとしてもよいし、それ以外の処理を加えて硬化させてもよい。例えばバインダ樹脂に熱硬化性樹脂を用いている場合には、熱処理を施すこととし、それにより乾燥および硬化させることとしてもよい。

【0058】

薄膜32-1を形成後、図4(C)に示すように、薄膜32-1の上にさらに充填材およびバインダ樹脂を含んだ分散液を塗布して、乾燥および硬化させて薄膜32-2を形成する。なお、この際、薄膜32-1を形成する場合の分散液とは、バインダ樹脂に対する充填材の含有率が異なる分散液を用いる。例えば、支持体31に比べて薄膜32-1の方が、密度が高い場合は、薄膜32-2が薄膜32-1よりも密度を高くする必要があるのでバインダ樹脂に対する充填材の含有量を増加させる必要がある。また、支持体31に比べて薄膜32-1の方が、密度が低い場合は、薄膜32-2が薄膜32-1よりも密度を低くする必要があるのでバインダ樹脂に対する充填材の含有量を減少させる必要がある。このようにして、支持体31上に、バインダ樹脂に対する充填材の含有量を徐々に変化させながら分散液の塗布と乾燥および硬化とを繰り返すことで、密度が連続的に変化していく薄膜による層を順次形成することができる。それにより、一定方向(積層方向)に沿って、密度が連続的に変化していく音響整合層23を製造することができる。したがって、上記積層方向と音軸方向とが合うように、音響整合層23を製造すればよい。

【0059】

なお、音響整合層23には、支持体31も含まれることから、支持体31の選択においては、形成する薄膜の密度を考慮する必要がある。また、音響整合層23の音響インピーダンスは、上述のように、第2圧電部223に近づくほど第2圧電部223の音響インピーダンスに近い値となり、被検体に近づくほど被検体すなわち生体の音響インピーダンスに近い値であることが好ましい。したがって、支持体31と第2圧電部223との音響インピーダンスが近い値であり、かつ最上層の薄膜と生体との音響インピーダンスが近い値であるか、あるいは支持体31と生体との音響インピーダンスが近い値であり、かつ最上層の薄膜と第2圧電部223との音響インピーダンスが近い値であるようにすることが好ましい。

【0060】

また、図4では、3層構造の音響整合層23が形成されているが、所望とする音響整合層23の特性に応じて、その薄膜の層数や各薄膜の厚み等を決定すればよい。なお、各薄膜の厚さは均一にする必要は無く、適宜その厚さを変更させてもよい。なお、上記塗布は、一般的に知られている塗布方法を用いればよい。例えば、インクジェット塗布法、浸漬塗工法やスプレーコート法、ビードコート法、リングコート法、ディップコート法、エアナイフコート法、カーテンコート法、ローラーコート法、ワイヤーバーコート法、グラビアコート法、あるいは米国特許第2,681,294号公報に記載のホッパーを使用するエクストルージョンコート法等を用いればよい。また、必要に応じて、米国特許第2,761,791号、同第3,508,947号、同第2,941,898号および同第3,526,528号公報、原崎勇次著「コーティング工学」253頁(1973年朝倉書店発行)等に記載された2層以上の層を同時に塗布する方法を用いてもよい。

【0061】

また、音響整合層23は、積層方向に連続的に各層の密度が変化する、多層構造体であることから、上記キャスト法ではなく、真空薄膜作成法を用いて薄膜を順次積層形成してもよい。例えば、真空蒸着法、グロー放電分解法、イオンプレーティング法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、CVD(Chemical Vapor Deposition)法等を用いて、連続的に密度の異なる薄膜を順次積層することができ、上述の音響整合層23を製造することができる。

10

20

30

40

50

【0062】

特に有用な方法としてはインクジェット塗布法がある。それによれば、充填材を含まない樹脂溶液と、高濃度の充填材を含む樹脂溶液の2種類のインクジェットノズルを並べて使用し、複数層の層により、混合比率を徐々に変化させ充填材含有量の傾斜を形成する。具体的には、512ノズルのラインインクジェットヘッドを2個並列に並べ、充填材の有り無しの樹脂液をそれぞれ供給し、支持体上の一定面積に、インクジェットヘッドをスキッピングして1層分を塗布し、塗布した樹脂液を次に塗布する樹脂液中の充填材が混合しない程度に固形化させ、充填材の有り無しの樹脂液の比率を変えてその上に積層塗布する。この積層塗布を繰り返すことで、連続して充填材含有量が増加する音響整合層を作成する。尚、充填材の有り無しの樹脂液の比率を変化させる時は、それぞれの512ノズルの位置を一定間隔で間引き量を少しずつ変化させることで、層中の充填材に分布が出来ない様にし、隣接する層間で充填材量が急激に変化しない様にすることが好ましい。

10

【0063】

また、インクジェット塗布法の長所は、超音波探触子の個々に切り分けた圧電素子に対して、圧電素子上に、樹脂溶液がはみ出さない様に複数層を形成することで、音軸方向に沿って、密度が連続的に変化する音響整合層を形成可能なことである。

【0064】

また、上述のように、多層膜を形成せずに、音軸方向に沿って、密度が連続的に変化するような音響整合層23の製造方法について図を用いて、以下に説明する。具体的には、高温アニーリングを用いる方法および溶媒の飽和蒸気中に保持する方法の2つの製造方法について説明する。図5は、傾斜構造を有する音響整合層23の製造方法を示す製造工程図であって、図5(A)および図5(B)は各製造工程を示す図である。また、以下の説明において用いられる、支持体33、充填材、バインダ樹脂は、上述の図4で説明した、支持体31、充填材、バインダ樹脂と同様の材料とすればよい。

20

【0065】

まず、高温アニーリングを用いる方法について説明する。まず、図5(A)に示すように、支持体33の上に充填材とバインダ樹脂からなる下層34aを塗布し、その上にさらに上層34bとする樹脂層を塗布する。なお、上層34bは、下層34aに用いたバインダ樹脂とすることが好ましい。そして、樹脂のガラス転移温度(Tg)に近い温度でアニーリングし、激しいブラン運動を加えることで、下層34a中の低分子の充填材がガラス転移温度(Tg)に近い温度となり、比較的柔らかい状態の上層34bの樹脂に浸入させる。これにより、上層34bの表層から、バインダ樹脂に対する充填材の重量(充填材とバインダ樹脂の重量比)が一定方向に沿って連続的に高くなる傾斜構造を有する、すなわち、上層34b側から下層34a側へと連続的に密度が低くなっている音響整合層23を製造することができる(図5(B)参照)。なお、アニーリングの温度はバインダ樹脂のTgより1~50℃低く選定することが好ましい。これにより、上層34aに充填材が侵入し、傾斜構造が形成される。なお、アニーリングの温度はTgより50℃以上低くすると、ブラン運動の効果が得られなくなり、電荷輸送材料が樹脂層に浸入し難く、理想的な傾斜構造にならない。また、アニーリングの温度がTgより高い場合も、うまく傾斜構造が形成されない。また、アニーリングの時間が5分~60分とすることが好適である。5分より短くなると、アニーリングの効果が不十分となり、60分より長くなると充填材が劣化するおそれがある。なお、アニーリングの時間は、10分~40分とすることがより望ましい。

30

40

【0066】

次に、溶媒の飽和蒸気中に保持する方法について説明する。まず、図5(A)に示すように、支持体33の上に充填材とバインダ樹脂からなる下層34aを塗布し、その上にさらに上層34bとする樹脂層を塗布する。なお、上層34aの樹脂は、下層34aに用いたバインダ樹脂でもよいが、次の工程において用いられる溶媒で溶解できる樹脂であればよく、特に限定されず、公知の材料とすればよい。

【0067】

50

支持体 3 3 に、下層 3 4 a および上層 3 4 b を塗布した後、この支持体 3 3 を上記溶媒の飽和蒸気中に保持して、下層 3 4 a および上層 3 4 b の乾燥時間を延長し、充填材が上層 3 4 b である樹脂に十分に浸入するようにする。充填材が十分に上層 3 4 b に侵入した後は、通常の乾燥としても良いし、上述の高温アニーリングを行ってもよい。これにより、上層 3 4 b の表層から、バインダ樹脂に対する充填材の重量（充填材とバインダ樹脂の重量比）が一定方向に沿って連続的に高くなる傾斜構造を有する、すなわち、上層 3 4 b 側から下層 3 4 a 側へと連続的に密度が低くなっている音響整合層 2 3 を製造することができる（図 5（B）参照）。

【0068】

なお、飽和蒸気とする溶媒は上層 3 4 b である樹脂を溶解できるものであればよく、上層 3 4 b を塗布する際に液化するための溶剤を用いればよい。また、飽和蒸気中での支持体 3 3 の保持時間は 5 分～60 分が好ましい。保持時間が 5 分より短くなると充填材の上層 3 4 b への浸入効果が十分に得られなくなる。また、保持時間が 60 分より長くなると傾斜構造がうまく形成されない。より好ましくは、飽和蒸気中での保持時間は、10 分～30 分である。

【0069】

なお、上述の高温アニーリングを用いる方法および溶媒の飽和蒸気中に保持する方法により、音響整合層 2 3 を作製する場合は、ポリマーラテックスが含まれたバインダ樹脂を用いることで、充填材が上層 3 4 b に侵入していく度合いを制御できる。つまり、ポリマーラテックスがバインダ樹脂中に分散されていることから、充填材がポリマーラテックスに阻止されることとなり、ポリマーラテックスが存在しない場合に比べて上層 3 4 b への侵入の度合いが低下する。したがって、ポリマーラテックスの径や添加量を調整することで、所望の傾斜構造を有する音響整合層 2 3 を作製することができる。

【0070】

このようにして、音響インピーダンスが一定方向（音軸方向）に沿って、連続的に変化していく音響整合層 2 3 を製造できる。そして、この音響整合層 2 3 を、音響インピーダンスが圧電部 2 2 側から被検体側にかけて連続的に低下されていくように、圧電部 2 2 と音響レンズ 2 4 との間に設置すればよい。これにより、広帯域の超音波を効率的に送受信でき、基本波だけでなく高調波も高精度に受信することができる超音波探触子 2 が提供される。

【0071】

音響レンズ 2 4 は、圧電部 2 2 から被検体に向けて送信される超音波信号を収束する部材であり、例えば、図 3 に示すように、円弧状に膨出した形状とされている。

【0072】

このような構成の超音波診断装置 S では、例えば、操作入力部 1 1 から診断開始の指示が入力されると、制御部 1 6 は、超音波探触子 2 から超音波信号を送信し、それらに対する被検体からの超音波信号を得るべく各部を制御する。まず、制御部 1 6 の制御によって送信部 1 2 で電気信号の送信信号が生成される。この生成された電気信号の送信信号は、ケーブル 3 を介して超音波探触子 2 へ供給される。より具体的には、この電気信号の送信信号は、超音波探触子 2 における圧電部 2 2 の第 1 圧電部 2 2 1 へ供給される。この電気信号の送信信号は、例えば、所定の周期で繰り返される電圧パルスである。第 1 圧電部 2 2 1 は、この電気信号の送信信号が供給されることによってその厚み方向に伸縮し、この電気信号の送信信号に応じて超音波振動する。この超音波振動によって、第 1 圧電部 2 2 1 は、超音波信号を放射する。なお、第 1 圧電部 2 2 1 から音響制動部材 2 1 方向へ放射された超音波信号は、音響制動部材 2 1 によって吸収される。

【0073】

そして、第 1 圧電部 2 2 1 から中間層 2 2 2 方向へ放射される超音波信号は、中間層 2 2 2、第 2 圧電部 2 2 3、音響整合層 2 3 および音響レンズ 2 4 を介して放射される。超音波探触子 2 が被検体に例えば当接されていると、これによって超音波探触子 2 から被検体に対して超音波が送信される。なお、超音波探触子 2 は、被検体の表面上に当接して用

10

20

30

40

50

いられてもよいし、被検体の内部に挿入して、例えば、生体の体腔内に挿入して用いられてもよい。この被検体に対して送信された超音波は、被検体内部における音響インピーダンスが異なる1または複数の境界面で反射され、超音波の反射波となる。また、超音波造影剤の微小気泡により超音波が生成される。これら、被検体により生じた超音波には、送信された超音波信号の周波数（基本波の基本周波数）成分だけでなく、基本周波数の整数倍の高調波の周波数成分も含まれる。例えば、基本周波数の2倍、3倍および4倍等の第2高調波成分、第3高調波成分および第4高調波成分等も含まれる。この被検体からの超音波信号は、超音波探触子2で受信される。より具体的には、この超音波信号は、音響レンズ24および音響整合層23を介して圧電部22の第2圧電部223で受信され、第2圧電部223で機械的な振動が電気信号に変換されて超音波信号として取り出される。

10

【0074】

ここで、本実施形態に係る超音波探触子2の音響整合層23は音軸方向に沿ってその密度が連続的に変化している。そのため、音響整合層23の音響インピーダンスは音軸方向に沿って連続的に変化している。さらに、音響整合層23の音響インピーダンスは、被検体側では被検体の音響インピーダンスに近い値であり、圧電部22側では第2圧電部223の音響インピーダンスに近い値であることから、音響レンズ24で受信した超音波は、ほとんど減衰せずに、第2圧電部223に伝わる。したがって、第2圧電部223は、広い波長帯域の超音波を高精度に受信することができるため、基本波成分だけでなく高調波成分も高精度に受信することができる。

20

【0075】

この取り出された電気信号の超音波信号は、ケーブル3を介して超音波診断装置本体1の受信部13へ出力される。受信部13は、この入力された信号を受信処理し、より具体的には、例えば増幅した後にアナログ信号からデジタル信号へ変換し、画像処理部14へ出力する。

【0076】

画像処理部14は、制御部16の制御によって、受信部13からの信号に基づいて、送信から受信までの時間や受信強度等から被検体内の内部状態の画像（超音波画像）を生成し、表示部15は、制御部16の制御によって、画像処理部14で生成された被検体内の内部状態の画像を表示する。

30

【0077】

本発明を表現するために、上述において図面を参照しながら実施形態を通して本発明を適切且十分に説明したが、当業者であれば上述の実施形態を変更および/または改良することは容易に為し得ることであると認識すべきである。したがって、当業者が実施する変更形態または改良形態が、請求の範囲に記載された請求項の権利範囲を離脱するレベルのものでない限り、当該変更形態または当該改良形態は、当該請求項の権利範囲に包括されると解釈される。

【符号の説明】

【0078】

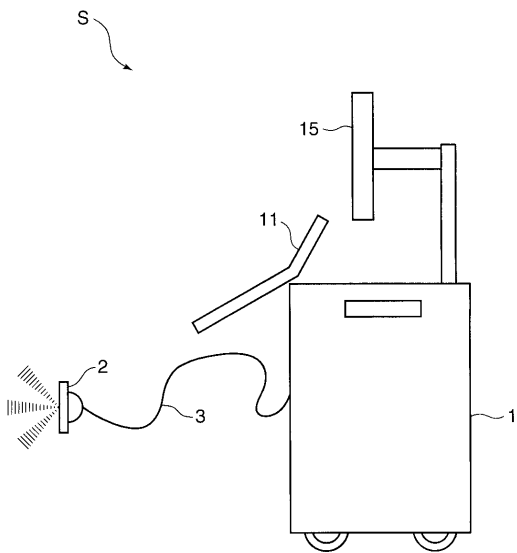
1	超音波診断装置本体
2	超音波探触子
3	ケーブル
11	操作入力部
12	送信部
13	受信部
14	画像処理部
15	表示部
16	制御部
21	音響制動部材
22	圧電部
23	音響整合層

40

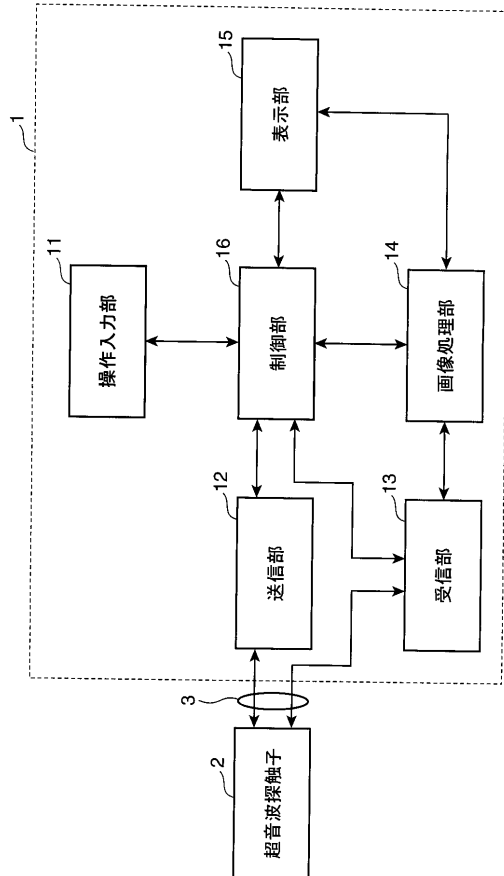
50

- 2 4 音響レンズ
- 3 1、3 3 支持体
- 3 2 - 1、3 2 - 2 薄膜
- 3 4 a 下層
- 3 4 b 上層
- 2 2 1 第 1 圧電部
- 2 2 2 中間層
- 2 2 3 第 2 圧電部
- S 超音波診断装置

【 図 1 】

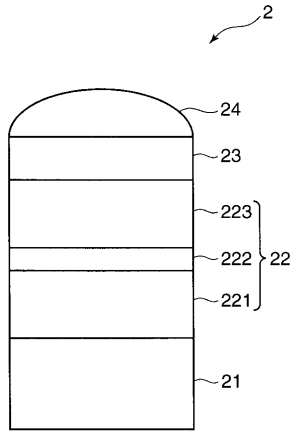


【 図 2 】

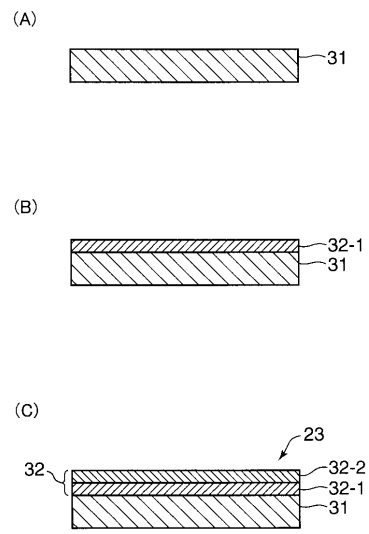


S1

【 図 3 】

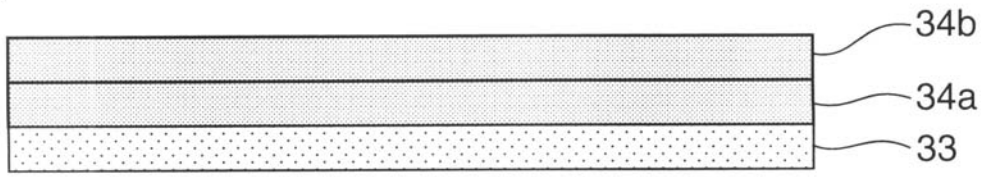


【 図 4 】

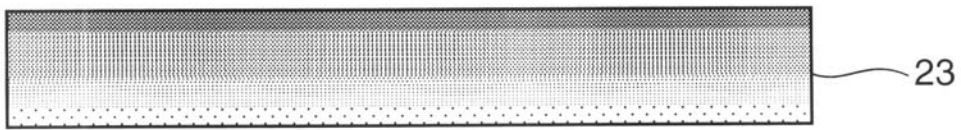


【 図 5 】

(A)



(B)



专利名称(译)	声匹配层的制造方法和超声波探头的制造方法		
公开(公告)号	JP2011010795A5	公开(公告)日	2012-09-27
申请号	JP2009156680	申请日	2009-07-01
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达医疗印刷器材有限公司		
[标]发明人	佐々木頂之		
发明人	佐々木 頂之		
IPC分类号	A61B8/00 H04R17/00		
FI分类号	A61B8/00 H04R17/00.330.J		
F-TERM分类号	4C601/DE08 4C601/EE03 4C601/GB06 4C601/GB15 4C601/GB25 4C601/GB28 4C601/GB41 4C601/GB44 4C601/GB45 5D019/FF04 5D019/GG01		
代理人(译)	櫻井 智		
其他公开文献	JP2011010795A		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种易于制造的超声波探头，可以有效地发送和接收宽带超声波。 解决方案：超声探头2设置有压电材料，并且可以通过利用压电现象在电信号和超声信号之间相互转换信号，用于发送和接收声信号的压电部分22，以及当邻接在对象上并且与压电部分22和对象之间的声阻抗匹配时位于压电部分22和对象之间的声匹配层如图23所示，声匹配层23具有渐变材料，其密度沿声轴方向连续变化。 点域