

(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2014-107770

(P2014-107770A)

(43) 公開日 平成26年6月9日(2014. 6. 9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04R 17/00 (2006.01)	H04R 17/00 330J	4C601
A61B 8/00 (2006.01)	A61B 8/00	5D019

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2012-260534 (P2012-260534)	(71) 出願人	000001270
(22) 出願日	平成24年11月29日 (2012. 11. 29)		コニカミノルタ株式会社
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
		(74) 代理人	110001254
			特許業務法人光陽国際特許事務所
		(72) 発明者	森田 聖和
			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
		Fターム(参考)	4C601 EE01 EE04 GB03 GB19 GB20
			GB25 GB26 GB28 GB31 GB33
			GB41 GB44 GB45 GB50 HH07
			HH35
			5D019 AA18 FF04 GG02

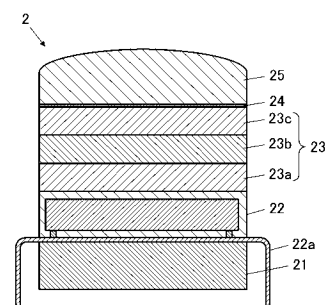
(54) 【発明の名称】 超音波探触子及び超音波画像診断装置

(57) 【要約】

【課題】逆転層の発生を抑制し、広帯域な音響特性と対薬品性とを両立させることが可能な超音波探触子及び超音波画像診断装置を提供する。

【解決手段】超音波探触子2は、超音波を送受信する圧電層22と、圧電層22の前面に設けられる3層以上からなる音響整合層23と、音響整合層23の前面に設けられる音響レンズ25と、圧電層22の後面に設けられるバッキング層21と、を備える。超音波探触子2は、音響整合層23の音響レンズ25に接する面の表面に、音響整合層23の最上層23cよりも音響インピーダンスの低い、ガスバリア性を有する保護層24を設けている。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波を送受信する圧電体と、前記圧電体の前面に設けられる 3 層以上からなる音響整合層と、前記音響整合層の前面に設けられる音響レンズと、前記圧電体の後面に設けられるバッキング層と、を備える超音波探触子において、

前記音響整合層の前記音響レンズに接する面の表面に、前記音響整合層の最前面層よりも音響インピーダンスの低い、ガスバリア性を有する保護層を設けたことを特徴とする超音波探触子。

【請求項 2】

前記音響整合層の最前面層の音響インピーダンスを 2.5 MRayls 以下としたことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波探触子。

10

【請求項 3】

前記音響整合層の最前面層をシリコン樹脂粒子を含有して形成したことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の超音波探触子。

【請求項 4】

前記保護層の音響インピーダンスを 2.5 MRayls 以下としたことを特徴とする請求項 1 ～ 3 の何れか一項に記載の超音波探触子。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 の何れか一項に記載の超音波探触子であって、駆動信号によって被検体に向けて送信超音波を出力するとともに、被検体からの反射超音波を受信することにより受信信号を出力する超音波探触子と、

20

前記超音波探触子によって出力された前記受信信号に基づいて超音波画像を表示するための超音波画像データを生成する画像生成部と、

を備えたことを特徴とする超音波画像診断装置。

【請求項 6】

複数のパルスを含む矩形波の前記駆動信号を出力することにより前記超音波探触子に前記送信超音波を出力させる送信部を備え、

前記複数のパルスのうちの少なくとも 1 つのパルスのパルス幅を他のパルスのパルス幅と異ならせるようにしたことを特徴とする請求項 5 に記載の超音波画像診断装置。

【請求項 7】

30

前記駆動信号は、第 1 のパルス信号と、前記第 1 のパルス信号とは極性の異なる第 2 のパルス信号と、前記第 1 のパルス信号と極性の等しい第 3 のパルス信号とを含み、

前記第 1 のパルス信号のパルス幅、前記第 2 のパルス信号のパルス幅及び前記第 3 のパルス信号のパルス幅を全て異ならせたことを特徴とする請求項 6 に記載の超音波画像診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波探触子及び超音波画像診断装置に関する。

【背景技術】

40

【0002】

超音波は、非破壊及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、被検体内からの反射超音波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画像診断装置がある。

【0003】

この超音波画像診断装置では、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、駆動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反射超音波を受けて受信信号を生成する複数の圧電素子を備えている。超音波探触子

50

は、圧電素子から出力される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、を備え、さらに、圧電素子の背面側には、超音波振動子から後方へ放射される超音波を反射、減衰及び吸収するためのバッキング層が設けられている。

【0004】

超音波探触子においては、音響レンズ、音響整合層、圧電素子、バッキング層等のそれぞれの構成部品が、エポキシ系樹脂やシリコン樹脂等の接着剤により接着されて一体化されている。このような接着剤で各構成部品が一体化された超音波探触子では、薬品の滅菌溶剤が音響レンズを透過して内部の構成部品間の接着層に回り込み、接着力の低下や剥がれ等のダメージを与えるという問題があった。また、これらの薬品が、音響整合層や圧電素子などの構成部品を劣化させてしまうという問題もあった。

10

【0005】

このような問題に対し、従来の超音波探触子において、ポリクロロパラキシリレンを保護層として設けることで改良するようにしたものが知られている（例えば、特許文献1）。

【0006】

一方で、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く、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、圧電素子の音響インピーダンス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、被検体である生体の音響インピーダンスにより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。

20

【0007】

また、このような音響整合層において、超音波探触子の周波数特性を広帯域化するために3層以上に形成し、音響レンズに近接した部分の音響インピーダンスを1.6～2.5 MRaysとしたものがある（例えば、特許文献2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開平11-178823号公報

30

【特許文献2】特開2007-189342号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上記特許文献1に記載の保護層に用いられるポリクロロパラキシリレンのポリマーの音響インピーダンスはおよそ3.0 MRaysであるので、このような保護層を上記特許文献2に記載の音響整合層の上に設けた場合には、音響インピーダンスの逆転（逆転層）が発生してしまう。一般に、音響整合層は、圧電素子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に厚み方向に順次変化するように形成されることで、超音波探触子の周波数帯域を広帯域化することができることが知られているが、上述したような逆転層が形成されると帯域内に谷（リップル）やセカンドショルダーが発生し、音響特性が劣化して広帯域な特性を得ることができなくなる。その結果、時間での超音波の応答特性も劣化してしまう。このような現象は、特に、高周波の帯域特性を有する超音波探触子において顕著であり、アーチファクトや多重反射等の影響により画像の価値を著しく低下するものである。

40

【0010】

本発明の課題は、逆転層の発生を抑制し、広帯域な音響特性と対薬品性とを両立させることが可能な超音波探触子及び超音波画像診断装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

50

以上の課題を解決するため、請求項 1 に記載の発明は、超音波を送受信する圧電体と、前記圧電体の前面に設けられる 3 層以上からなる音響整合層と、前記音響整合層の前面に設けられる音響レンズと、前記圧電体の後面に設けられるバッキング層と、を備える超音波探触子において、

前記音響整合層の前記音響レンズに接する面の表面に、前記音響整合層の最前面層よりも音響インピーダンスの低い、ガスバリア性を有する保護層を設けたことを特徴とする。

【0012】

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の超音波探触子において、

前記音響整合層の最前面層の音響インピーダンスを 2.5 MRayls 以下としたことを特徴とする。

10

【0013】

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 又は 2 に記載の超音波探触子において、

前記音響整合層の最前面層をシリコン樹脂粒子を含有して形成したことを特徴とする。

【0014】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 ～ 3 の何れか一項に記載の超音波探触子において、

前記保護層の音響インピーダンスを 2.5 MRayls 以下としたことを特徴とする。

【0015】

請求項 5 に記載の発明は、超音波画像診断装置において、

請求項 1 ～ 4 の何れか一項に記載の超音波探触子であって、駆動信号によって被検体に向けて送信超音波を出力するとともに、被検体からの反射超音波を受信することにより受信信号を出力する超音波探触子と、

20

前記超音波探触子によって出力された前記受信信号に基づいて超音波画像を表示するための超音波画像データを生成する画像生成部と、

を備えたことを特徴とする。

【0016】

請求項 6 に記載の発明は、請求項 5 に記載の超音波画像診断装置において、

複数のパルスを有する矩形波の前記駆動信号を出力することにより前記超音波探触子に前記送信超音波を出力させる送信部を備え、

前記複数のパルスのうちの少なくとも 1 つのパルスのパルス幅を他のパルスのパルス幅と異ならせるようにしたことを特徴とする。

30

【0017】

請求項 7 に記載の発明は、請求項 6 に記載の超音波画像診断装置において、

前記駆動信号は、第 1 のパルス信号と、前記第 1 のパルス信号とは極性の異なる第 2 のパルス信号と、前記第 1 のパルス信号と極性の等しい第 3 のパルス信号とを含み、

前記第 1 のパルス信号のパルス幅、前記第 2 のパルス信号のパルス幅及び前記第 3 のパルス信号のパルス幅を全て異ならせたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、逆転層の発生を抑制し、広帯域な音響特性と対薬品性とを両立させることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図 1】超音波画像診断装置の外観構成を示す図である。

【図 2】超音波画像診断装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 3】送信部の概略構成を示すブロック図である。

【図 4】パルス信号の駆動波形について説明する図である。

【図 5】送信するパルス信号の波形について説明する図である。

【図 6】超音波探触子の概略構成を示す断面図である。

【図 7】他の形態に係る超音波探触子の概略構成を示す断面図である。

50

【図 8】 圧電素子の概略構成を示す断面図である。

【図 9】 超音波探触子の送信帯域形状について説明する図である。

【図 10】 比較例として送信するパルス信号の波形について説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の実施の形態に係る超音波画像診断装置について、図面を参照して説明する。ただし、発明の範囲は図示例に限定されない。なお、以下の説明において、同一の機能及び構成を有するものについては、同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0021】

本実施の形態に係る超音波画像診断装置 S は、図 1 及び図 2 に示すように、超音波画像診断装置本体 1 と超音波探触子 2 とを備えている。超音波探触子 2 は、図示しない生体等の被検体に対して超音波（送信超音波）を送信するとともに、この被検体で反射した超音波の反射波（反射超音波：エコー）を受信する。超音波画像診断装置本体 1 は、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 に電気信号の駆動信号を送信することによって超音波探触子 2 に被検体に対して送信超音波を送信させるとともに、超音波探触子 2 にて受信した被検体内からの反射超音波に応じて超音波探触子 2 で生成された電気信号である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。

【0022】

超音波探触子 2 は、圧電素子からなる振動子 2 a を備えており、この振動子 2 a は、例えば、方位方向に一次元アレイ状に複数配列されている。本実施の形態では、例えば、192 個の振動子 2 a を備えた超音波探触子 2 を用いている。なお、振動子 2 a は、二次元アレイ状に配列されたものであってもよい。また、振動子 2 a の個数は、任意に設定することができる。また、本実施の形態では、超音波探触子 2 について、リニア走査方式の電子スキュプロブを採用したが、電子走査方式あるいは機械走査方式の何れを採用してもよく、また、リニア走査方式、セクタ走査方式あるいはコンベックス走査方式の何れの方式を採用することもできる。超音波探触子 2 における帯域幅は任意に設定することができる。

【0023】

超音波画像診断装置本体 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、画像生成部 14 と、メモリー部 15 と、DSC (Digital Scan Converter) 16 と、表示部 17 と、制御部 18 とを備えて構成されている。

【0024】

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の入力などを行うための各種スイッチ、ボタン、トラックボール、マウス、キーボード等を備えており、操作信号を制御部 18 に出力する。

【0025】

送信部 12 は、制御部 18 の制御に従って、超音波探触子 2 にケーブル 3 を介して電気信号である駆動信号を供給して超音波探触子 2 に送信超音波を発生させる回路である。より具体的には、送信部 12 は、図 3 に示すように、例えば、クロック発生回路 121、パルス発生回路 122、パルス幅設定部 123 及び遅延回路 124 を備えている。

【0026】

クロック発生回路 121 は、駆動信号の送信タイミングや送信周波数を決定するクロック信号を発生させる回路である。

パルス発生回路 122 は、所定の周期で駆動信号としてのパルス信号を発生させるための回路である。パルス発生回路 122 は、例えば、図 4 に示すように、3 値の電圧を切り替えて出力することにより、矩形波によるパルス信号を発生させることができる。このとき、パルス信号の振幅については、正極性及び負極性で同一となるようにしたが、これに限定されない。なお、2 値あるいは 4 値以上の電圧を切り替えてパルス信号を発生させる構成であってもよい。

パルス幅設定部 123 は、パルス発生回路 122 から出力されるパルス信号のパルス幅

10

20

30

40

50

を設定する。すなわち、パルス発生回路 1 2 2 は、パルス幅設定部 1 2 3 によって設定されたパルス幅に従ったパルス波形によるパルス信号を出力する。パルス幅は、例えば、操作入力部 1 1 による入力操作により可変することができる。また、超音波画像診断装置本体 1 に接続された超音波探触子 2 を識別することにより、識別した超音波探触子 2 に対応するパルス幅が設定されるように構成してもよい。

なお、駆動信号の形状に特に制限はなく、サイン波、コサイン波、矩形波等から適宜選択することができる。また、これらの複数の信号を合成した信号を用いるようにしてもよい。簡易かつ小型の回路で構成できるという観点からは、駆動信号を複数のパルスを有する矩形波とするのが好ましい。この際、複数のパルスのうちの少なくとも 1 つのパルスは、他のパルスとパルス幅（デューティ）が異なるように構成するのが好ましい。これにより、駆動信号の周波数帯域幅が大きくなるので、送信される超音波の周波数帯域幅をより大きくすることができ、時間分解能、すなわち、深さ方向の距離分解能をさらに向上させることができる。このような駆動信号の形状の例を図 5 に示す。図 5 に示される駆動信号は、第 1 のパルス信号と、この第 1 のパルス信号とは極性の異なる第 2 のパルス信号と、第 1 のパルス信号と極性の等しい第 3 のパルス信号とを備えた矩形波である。第 1 のパルス信号のパルス幅（ T_1 ）、第 2 のパルス信号のパルス幅（ T_2 ）及び第 3 のパルス信号のパルス幅（ T_3 ）は、それぞれ 16 ns 、 56 ns 、 104 ns に設定されている。なお、各パルス信号のパルス幅は上述したものに限らず、任意に設定することができる。例えば、本実施の形態では、パルス幅が徐々に大きくなるように設定されているが、パルス幅が徐々に小さくなるように設定されていてもよい。このように、第 1 ～ 第 3 のパルスのパルス幅を全て異ならせることによって駆動信号の周波数帯域幅をより大きくすることができる。なお、複数のパルス信号のうちの全てのパルス信号のパルス幅について同一に設定されていてもよい。

【0027】

遅延回路 1 2 4 は、駆動信号の送信タイミングを振動子毎に対応した個別経路毎に遅延時間を設定し、設定された遅延時間だけ駆動信号の送信を遅延させて送信超音波によって構成される送信ビームの集束を行うための回路である。

【0028】

以上のように構成された送信部 1 2 は、制御部 1 8 の制御に従って、駆動信号を供給する複数の振動子 2 a を、超音波の送受信毎に所定数ずらしながら順次切り替え、出力の選択された複数の振動子 2 a に対して駆動信号を供給することにより走査を行う。

【0029】

図 2 に示すように、受信部 1 3 は、制御部 1 8 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る。受信部 1 3 は、例えば、増幅器、A/D 変換回路、整相加算回路を備えている。増幅器は、受信信号を、振動子 2 a 毎に対応した個別経路毎に、予め設定された所定の増幅率で増幅させるための回路である。A/D 変換回路は、増幅された受信信号をアナログ→デジタル変換（A/D 変換）するための回路である。整相加算回路は、A/D 変換された受信信号に対して、振動子 2 a 毎に対応した個別経路毎に遅延時間を与えて時相を整え、これらを加算（整相加算）して音線データを生成するための回路である。

【0030】

画像生成部 1 4 は、受信部 1 3 からの音線データに対して包絡線検波処理や対数増幅などを実施し、ゲインの調整等を行って輝度変換することにより、B モード画像データを生成する。すなわち、B モード画像データは、受信信号の強さを輝度によって表したものである。画像生成部 1 4 にて生成された B モード画像データは、メモリー部 1 5 に送信される。

【0031】

メモリー部 1 5 は、例えば、DRAM（Dynamic Random Access Memory）などの半導体メモリーによって構成されており、画像生成部 1 4 から送信された B モード画像データをフレーム単位で記憶する。すなわち、メモリー部 1 5 は、フレーム単位により構成された

10

20

30

40

50

超音波診断画像データとして記憶することができる。メモリー部 15 に記憶された超音波診断画像データは、制御部 18 の制御に従って読み出され、D S C 16 に送信される。

【0032】

D S C 16 は、メモリー部 15 より受信した超音波診断画像データをテレビジョン信号の走査方式による画像信号に変換し、表示部 17 に出力する。

【0033】

表示部 17 は、L C D (Liquid Crystal Display)、C R T (Cathode-Ray Tube) ディスプレイ、有機 E L (Electronic Luminescence) ディスプレイ、無機 E L ディスプレイ及びプラズマディスプレイ等の表示装置が適用可能である。表示部 17 は、D S C 16 から出力された画像信号に従って表示画面上に超音波診断画像の表示を行う。なお、表示装置に代えてプリンター等の印刷装置等を適用してもよい。

10

【0034】

制御部 18 は、例えば、C P U (Central Processing Unit)、R O M (Read Only Memory)、R A M (Random Access Memory) を備えて構成され、R O M に記憶されているシステムプログラム等の各種処理プログラムを読み出して R A M に展開し、展開したプログラムに従って超音波画像診断装置 S の各部の動作を集中制御する。

R O M は、半導体等の不揮発メモリー等により構成され、超音波画像診断装置 S に対応するシステムプログラム及び該システムプログラム上で実行可能な各種処理プログラムや、各種データ等を記憶する。これらのプログラムは、コンピューターが読み取り可能なプログラムコードの形態で格納され、C P U は、当該プログラムコードに従った動作を逐次

20

実行する。R A M は、C P U により実行される各種プログラム及びこれらプログラムに係るデータを一時的に記憶するワークエリアを形成する。

【0035】

次に、本実施の形態に係る超音波探触子 2 について、図 6 を参照しながら説明する。

【0036】

超音波探触子 2 は、図 6 に示すように、例えば、図上正面視下方から、バッキング層 21 と、フレキシブルプリント基板 (F P C) 22 a を介してバッキング層 21 上に積層された圧電層 22 と、圧電層 22 上に積層された音響整合層 23 と、音響整合層 23 上に積層された保護層 24 と、保護層 24 上に積層された音響レンズ 25 とを備えて構成されている。

30

【0037】

バッキング層 21 は、圧電層 22 を支持し、不要な超音波を吸収し得る超音波吸収体である。すなわち、バッキング層 21 は、圧電層 22 の被検体に音波を送受信する方向と反対の板面に装着され、被検体の方向の反対側から発生する超音波を吸収する。

【0038】

バッキング層 21 を構成するバッキング材としては、天然ゴム、フェライトゴム、エポキシ樹脂や、これらの材料に酸化タングステンや酸化チタン、フェライト等の粉末を入れてプレス成形したゴム系複合材やエポキシ樹脂複合材、塩化ビニル、ポリビニルブチラール (P V B)、A B S 樹脂、ポリウレタン (P U R)、ポリビニルアルコール (P V A L)、ポリエチレン (P E)、ポリプロピレン (P P)、ポリアセタール (P O M)、ポリエチレンテレフタレート (P E T P)、フッ素樹脂 (P T F E) ポリエチレングリコール、ポリエチレンテレフタレート-ポリエチレングリコール共重合体などの熱可塑性樹脂などが適用できる。

40

【0039】

好ましいバッキング材としては、ゴム系複合材料、及び／又は、エポキシ樹脂複合材からなるものであり、その形状は圧電層 22 やこれを含むプローブヘッドの形状に応じて、適宜選択することができる。

【0040】

圧電層 22 は、電極及び圧電材料を有し、電気信号を機械的な振動に、また機械的な振

50

動を電気信号に変換可能で超音波の送受信が可能な素子（圧電素子）である。

【0041】

圧電材料は、電気信号を機械的な振動に、また機械的な振動を電気信号に変換可能な圧電体を含む材料である。圧電体としては、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）系セラミックス、チタン酸鉛、メタニオブ酸鉛などの圧電セラミックス、ニオブ酸リチウム、亜鉛ニオブ酸鉛とチタン酸鉛、マグネシウムニオブ酸鉛とチタン酸鉛等の固溶系単結晶からなる圧電単結晶、水晶、ロッシェル塩、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）、あるいはVD Fと、例えば、3フッ化エチレン（TrFE）の共重合体であるポリフッ化ビニリデン-3フッ化エチレン（P（VD F-TrFE））のようなPVDF共重合体、シアン化ビニリデン（VDCN）の重合体であるポリシアン化ビニリデン（PVDCN）、あるいはシア 10
ン化ビニリデン系共重合体あるいはナイロン9、ナイロン11などの奇数ナイロンや、芳香族ナイロン、脂環族ナイロン、あるいはポリ乳酸や、ポリヒドロキシブチレートなどのポリヒドロキシカルボン酸、セルロース系誘導体、ポリウレアなどの有機高分子圧電材料などを用いることができる。

【0042】

圧電材料の厚さとしては、概ね100～500 μm の範囲で用いられる。圧電材料は、その両面に電極が付された状態で、振動子2aとして用いられる。

【0043】

圧電材料に付される電極に用いられる材料としては、金（Au）、白金（Pt）、銀（Ag）、パラジウム（Pd）、銅（Cu）、アルミニウム（Al）、ニッケル（Ni）、スズ（Sn）などが挙げられる。 20

【0044】

圧電材料に電極を付す方法としては、例えば、チタン（Ti）やクロム（Cr）などの下地金属をスパッタ法により0.02～1.0 μm の厚さに形成した後、上記金属元素を主体とする金属及びそれらの合金からなる金属材料、さらには必要に応じ一部絶縁材料をスパッタ法、その他の適当な方法で1～10 μm の厚さに形成する方法が挙げられる。

【0045】

電極形成はスパッタ法以外でも、微粉末の金属粉末と低融点ガラスとを混合した導電ペーストをスクリーン印刷やディッピング法、溶射法で形成することもできる。電極は、圧電材料上に、超音波探触子2の形状に応じて、圧電体面の全面あるいは圧電体面の一部に 30
、設けられる。

【0046】

圧電層22とバックング層21は、接着層を介して積層されていることが好ましい態様である。接着層を形成するための接着剤としては、エポキシ系の接着剤を用いることができる。

【0047】

圧電層22は、電極がFPC22aと接触されており、FPC22aはケーブル3と電気的に接続されている。したがって、超音波画像診断装置本体1から出力される駆動信号がFPC22aを介して圧電層22に入力され、圧電層22で発生した受信信号が超音波画像診断装置本体1に出力される。 40

【0048】

音響整合層23は、圧電層22と被検体との間の音響インピーダンスを整合させ、境界面での反射を抑制するものである。音響整合層23は、圧電層22の、超音波の送受信が行われる送受信方向である被検体側に装着される。

【0049】

音響整合層23は、最下層23a、中間層23b及び最上層（最前面層）23cが積層されて構成されている。音響整合層23は、少なくとも3層以上によって構成されていればよい。音響整合層23の層厚は、超音波の波長を λ とすると、 $\lambda/4$ となるように定めるのが好ましい。音響整合層23の層厚が適切になされないと、本来の共振周波数とは異なる周波数ポイントに複数の不要スプリアスが出現し、基本音響特性が大きく変動してし 50

まう場合がある。結果、残響時間の増加、反射エコーの波形歪みによる感度や S/N の低下を引き起こす場合がある。このような音響整合層の厚さとしては、通常、概ね $20 \sim 500 \mu m$ の範囲のものが用いられる。

【0050】

音響整合層23は、圧電層22と被検体との概ね中間の音響インピーダンスを有する。音響整合層23は、最下層23aから最上層23cにかけて音響インピーダンスが漸次小さくなるとともに、最上層23cの音響インピーダンスが後述する保護層24の音響インピーダンスよりも高く設定される。このとき、後述する音響レンズ25の音響インピーダンスと整合させるため、最上層23cの音響インピーダンスは $2.5 MRayls$ 以下とするのが好ましい。

【0051】

音響整合層23に用いられる材料としては、アルミ、アルミ合金（例えば $Al-Mg$ 合金）、マグネシウム合金、マコールガラス、ガラス、溶融石英、コップーグラファイト、PE（ポリエチレン）やPP（ポリプロピレン）、PC（ポリカーボネート）、ABC樹脂、ABS樹脂、AAS樹脂、AES樹脂、ナイロン（PA6、PA6-6）、PPO（ポリフェニレンオキシド）、PPS（ポリフェニレンスルフィド：ガラス繊維入りも可）、PPE（ポリフェニレンエーテル）、PEEK（ポリエーテルエーテルケトン）、PAI（ポリアミドイミド）、PETP（ポリエチレンテレフタレート）、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂等を用いることができる。好ましくはエポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂に、充填剤として、亜鉛華、酸化チタン、シリカやアルミナ、ベンガラ、フェライト、酸化タングステン、酸化イットリビウム、硫酸バリウム、タングステン、モリブデン等を入れて成形したものが適用できる。

本実施の形態において、特に最上層23cには、少なくともシリコン樹脂粒子が含有されているのが好ましい。

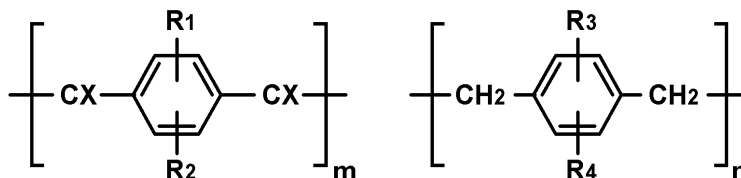
【0052】

保護層24は、測定前後に洗浄される際、洗浄液が音響レンズ25を透過し、さらに音響レンズ25内部の構成部品および構成部品間の接着層への侵入を防止し、精度の高い測定を可能にするガスバリア性を有する素材によって構成されている。保護層24は、音響インピーダンスが $2.5 MRayls$ 以下となるような素材が選択される。なお、保護層24に適用される素材は、上述した音響インピーダンスを有するものに限定されず、音響インピーダンスが音響整合層23の最上層23cの音響インピーダンスよりも小さく、音響レンズ25の音響インピーダンスよりも大きいものであればよい。保護層24の素材としては、下記一般式（1）で表されるポリバラキシリレン構造を有する化合物が適用できる。

【0053】

【化1】

一般式(1)



【0054】

（式（1）中、Xは水素原子又はフッ素原子を表す。 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 は、水素原子、塩素原子、アルキル基、アミノ基含有アルキル基又はホルミル基を表し、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 は同一でも異なってもよい。 m 及び n は、それぞれ重合度を表す正の整数であり、 $m=0$ であってもよいが、 $n=0$ となることはない。）

【0055】

ポリバラキシリレン構造を有する化合物としては、例えば、下記一般式（2）～（5）

10

20

30

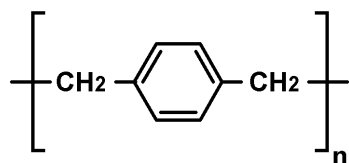
40

50

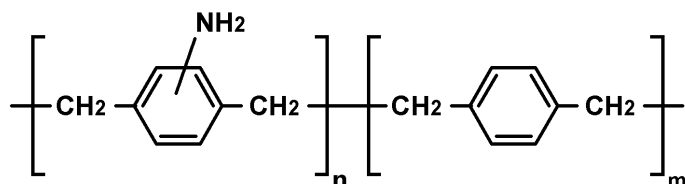
で表される化合物が挙げられる。

【化 2】

一般式(2)

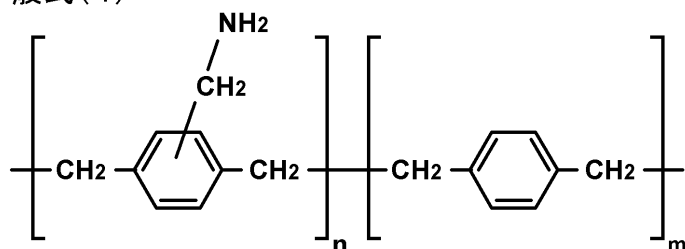


一般式(3)



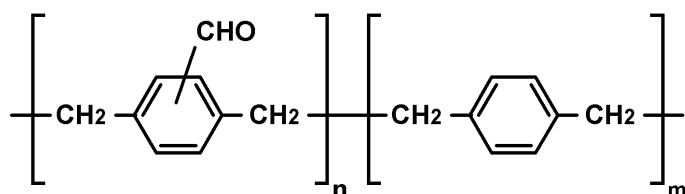
10

一般式(4)



20

一般式(5)



30

【0056】

上記一般式(2)～(5)によれば、保護層24の密度を小さくすることができ、好適である。すなわち、上記一般式(2)(パリレンN)によれば、密度が 1.11 g/cm^3 となり、上記一般式(3)によれば、密度が 1.12 g/cm^3 となり、上記一般式(4)によれば、密度が 1.13 g/cm^3 となり、上記一般式(5)によれば、密度が 1.13 g/cm^3 となる。このように、保護層24の密度を小さくすることにより、音響インピーダンスを小さく抑えることができ、音響整合層23との音響インピーダンスを整合させることができる。

40

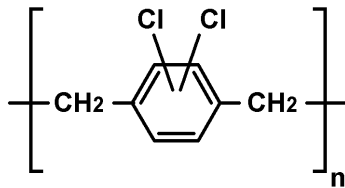
【0057】

一方、例えば、下記一般式(6)～(8)で表されるような化合物では密度が大きいため、音響整合層23との間で音響インピーダンスの逆転(逆転層)が発生してしまい、不適である。なお、下記一般式(6)はジクロロパリレンの化合物を表し、密度は 1.31 g/cm^3 であり、下記一般式(7)はパリレンCの化合物を表し、密度は 1.41 g/cm^3 である。また、下記式(8)に示される化合物の密度は 1.62 g/cm^3 である。

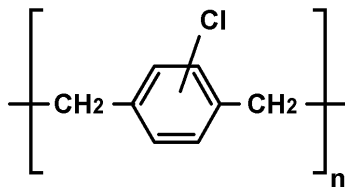
。

【化 3】

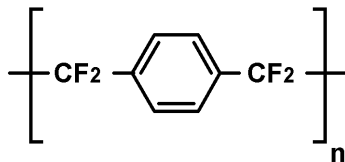
一般式(6)



一般式(7)



一般式(8)



10

20

【0058】

また、保護層24の素材として、ポリウレア樹脂を適用することもできる。ポリウレア樹脂としては、下記一般式(9)で表される構造を有する化合物を重合して得られる化合物を含有していることが好ましい。

【0059】

一般式(9) : $R_1 - J_1 - X_1 - J_2 - R_2$

(式(9)中、 J_1 及び J_2 は、それぞれ2価の連結基を表し、同じでも異なっても良い。 X_1 は極性を持つ2価の基を表し、 $-\text{CO}-$ 、 $-\text{NHCO}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、 $-\text{SO}_2\text{NH}-$ 、 $-\text{SO}_3-$ 、 $-\text{SO}_2-$ 、 $-\text{SO}-$ 、 $-\text{NHCOO}-$ 、 $-\text{NHCONH}-$ を表す。 R_1 及び R_2 は、それぞれ官能基を表し、 $-\text{NH}_2$ 、又は $-\text{NCO}$ を表す。)

30

【0060】

本発明に係る保護層24を構成するポリウレア膜を形成する方法としては、従来公知の蒸着重合法を採用することができる。

【0061】

蒸着重合法の具体的方法・条件については、特開平7-258370号公報、特開平5-311399号公報、及び特開2006-49418号公報に開示されている方法等が参考となる。

【0062】

蒸着重合法は、通常、 $1.33 \times 10^{-2} \sim 1.33 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ 程度の圧力下で二つの蒸発源からそれぞれ二種類のモノマーを蒸発させて被蒸着面上で重合反応を起こさせ、被蒸着面上に重合体薄膜を形成する方法である。蒸着重合法では、上記圧力下で被蒸着面上に到達したモノマー同士をそれぞれのモノマーに固有の蒸気圧によって定まる一定の滞留時間内に反応させる必要がある。この滞留時間は一般的に非常に短いため、それぞれのモノマーは反応性が極めて高いことが望まれる。蒸着重合法によって2種類のモノマーを重付加してポリウレア樹脂組成物を形成する際には、蒸着装置本体のチャンパー内側上部に、被蒸着面を下側に向けて被蒸着基板がセットされる。チャンパー内側下部にはタングステンボードなどの容器が2つあり、それぞれの容器の底部には抵抗加熱器などの加熱手段が付設され、2つの容器にそれぞれ収容された蒸着源を加熱できるようになっている。

40

50

【0063】

保護層24を構成する、ポリウレア樹脂の具体例としては、以下の樹脂を挙げることができる。

【0064】

真空中でアミン成分とイソシアネート成分とを別々の蒸発源から蒸発させ、これを探触子表面上で蒸着重合によりポリウレア膜を形成することが好ましい。

【0065】

原料として使用するアミンは、分子内にアミノ基を2つ以上有するポリアミンが好ましく、ジアミンが最も好ましい。ポリアミンとして、例えば、2, 7-ジアミノ-9H-フルオレン、3, 6-ジアミノアクリジン、アクリフラビン、アクリジンイエロー、2, 2-ビス(4-アミノフェニル)ヘキサフルオロプロパン、4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、ビス(4-アミノフェニル)スルホン、4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、ビス(4-アミノフェニル)スルフィド、1, 1-ビス(4-アミノフェニル)シクロヘキサン、4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3'-ジアミノベンゾフェノン、4, 4'-ジアミノ-3, 3'-ジメチルジフェニルメタン、4-(フェニルジアゼニル)ベンゼン-1, 3-ジアミン、1, 5-ジアミノナフタレン、1, 3-フェニレンジアミン、2, 4-ジアミノトルエン、2, 6-ジアミノトルエン、1, 8-ジアミノナフタレン、1, 3-ジアミノプロパン、1, 3-ジアミノペンタン、2, 2-ジメチル-1, 3-プロパンジアミン、1, 5-ジアミノペンタン、2-メチル-1, 5-ジアミノペンタン、1, 7-ジアミノヘプタン、N, N-ビス(3-アミノプロピル)メチルアミン、1, 3-ジアミノ-2-プロパノール、ジエチレングリコールビス(3-アミノプロピル)エーテル、m-キシリレンジアミン、テトラエチレンペンタミン、1, 3-ビス(アミノメチル)シクロヘキサン、ベンゾグアナミン、2, 4-ジアミノ-1, 3, 5-トリアジン、2, 4-ジアミノ-6-メチル-1, 3, 5-トリアジン、6-クロロ-2, 4-ジアミノピリミジン、2-クロロ-4, 6-ジアミノ-1, 3, 5-トリアジン等が挙げられる。

【0066】

原料として使用するイソシアネートは、分子内にイソシアネート基を2つ以上有するポリイソシアネートであれば特に構わないが、アルキルポリイソシアネート又は芳香族ポリイソシアネートが好ましく、アルキルジイソシアネート又は芳香族ジイソシアネートが更に好ましい。アルキルポリイソシアネートは、複数のイソシアネート基が全てアルキル鎖を介して存在している化合物であり、例えば、1, 3-ビス(イソシアナトメチル)シクロヘキサン、ジイソシアネート酸イソホロン、トリメチレンジイソシアネート、テトラメチレンジイソシアネート、ペンタメチレンジイソシアネート、ヘキサメチレンジイソシアネート、1, 3-シクロペンタンジイソシアネート等が挙げられる。

【0067】

芳香族ポリイソシアネートとは、複数のイソシアネート基が全て芳香族環と直接結合している化合物であり、例えば、9H-フルオレン-2, 7-ジイソシアネート、9H-フルオレン-9-オン-2, 7-ジイソシアネート、4, 4'-ジフェニルメタンジイソシアネート、1, 3-フェニレンジイソシアネート、トリレン-2, 4-ジイソシアネート、トリレン-2, 6-ジイソシアネート、1, 3-ビス(イソシアナトメチル)シクロヘキサン、2, 2-ビス(4-イソシアナトフェニル)ヘキサフルオロプロパン、1, 5-ジイソシアナトナフタレン等が挙げられる。

【0068】

本実施の形態に係る保護層24の膜厚は、0.5~5.0 μmであることが好ましいが、より好ましくは2.0~4.0 μmである。

【0069】

音響レンズ25は、屈折を利用して超音波ビームを集束し分解能を向上するために配置されるものである。すなわち、音響レンズ25は、超音波探触子2の被検体と接する側に設けられ、圧電層22にて発生した超音波を、被検体に効率よく入射させる。音響レンズ

25は、被検体と接する部分で、内部の音速に応じて凸型又は凹型のレンズ形状を有し、被検体に入射される超音波を、撮像断面と直交する厚さ方向（エレベーション方向）で収束させる。

【0070】

音響レンズ25は、概ね被検体及び音響整合層23の中間の音響インピーダンスを有する軟質の高分子材料により形成される。

【0071】

音響レンズ25を構成する素材としては、従来公知のシリコーン系ゴム、ブタジエン系ゴム、ポリウレタンゴム、エピクロルヒドリンゴム等のホモポリマー、エチレンとプロピレンとを共重合させてなるエチレン-プロピレン共重合体ゴム等の共重合体ゴム等が適用可能である。これらのうち、シリコーン系ゴム及びブタジエン系ゴムを用いることが好ましい。

10

【0072】

本実施の形態で使用されるシリコーン系ゴムとしては、シリコーンゴム、フッ素シリコーンゴム等が挙げられる。特に、レンズ材の特性上、シリコーンゴムを使用することが好ましい。シリコーンゴムとは、Si-O結合からなる分子骨格を有し、そのSi原子に複数の有機基が主結合したオルガノポリシロキサンをいい、通常は、その主成分はメチルポリシロキサンで、全体の有機基のうち90%以上はメチル基である。メチル基に代えて水素原子、フェニル基、ビニル基、アリル基等を導入したものも使用することができる。当該シリコーンゴムは、例えば、高重合度のオルガノポリシロキサンに過酸化ベンゾイルなどの硬化剤（加硫剤）を混練し、加熱加硫し硬化させることにより得ることができる。必要に応じてシリカ、ナイロン粉末等の有機又は無機充填剤、硫黄、酸化亜鉛等の加硫助剤等を添加してもよい。

20

【0073】

本実施の形態で使用されるブタジエン系ゴムとしては、ブタジエン単独又はブタジエンを主体としこれに少量のスチロール又はアクリロニトリルが共重合した共重合ゴム等が挙げられる。特に、レンズ材の特性上、ブタジエンゴムを使用することが好ましい。ブタジエンゴムとは、共役二重結合を有するブタジエンの重合により得られる合成ゴムをいう。ブタジエンゴムは、共役二重結合を有するブタジエン単独が1.4又は1.2重合することにより得ることができる。ブタジエンゴムは、硫黄等により加硫させたものが使用できる。

30

【0074】

本実施の形態に係る音響レンズ25においては、シリコーン系ゴムとブタジエン系ゴムとを混合し加硫硬化させることにより得ることができる。例えば、シリコーンゴムとブタジエンゴムとを適宜割合で、混練ロールにより、混合し、過酸化ベンゾイルなどの加硫剤を添加し、加熱加硫し架橋（硬化）させることにより得ることができる。その際に、加硫助剤として、酸化亜鉛を添加することが好ましい。酸化亜鉛は、レンズ特性を落とさずに、加硫促進を促し、加硫時間を短縮できる。他に、着色剤や音響レンズの特性を損なわない範囲内で他の添加剤を添加してもよい。シリコーン系ゴムとブタジエン系ゴムとの混合割合は、その音響インピーダンスが人体に近似しているとともに、その音速が人体より小さく、減衰が少ないものを得るには、通常、1:1が好ましいが、当該混合割合は適宜変更可能である。

40

【0075】

シリコーンゴムは、市販品として入手することができ、例えば信越化学社製、KE742U、KE752U、KE931U、KE941U、KE951U、KE961U、KE850U、KE555U、KE575U等や、モメンティブパフォーマンスマテリアル社製のTSE221-3U、TE221-4U、TSE2233U、XE20-523-4U、TSE27-4U、TSE260-3U、TSE-260-4Uやダウコーニング東レ社製のSH35U、SH55UA、SH831U、SE6749U、SE1120USE4704Uなどを用いることができる。

50

【0076】

なお、本実施の形態においては、上記シリコン系ゴム等のゴム素材をベース（主成分）として、音速調整、密度調整等の目的に応じ、シリカ、アルミナ、酸化チタンなどの無機充填剤や、ナイロンなどの有機樹脂等を配合することもできる。

【0077】

本実施の形態では、上述した構成の超音波探触子2を用いるようにしたが、例えば、図7に示すように、圧電層22とバッキング層21との間にヘビーバッキング層26を設けるようにしてもよい。ヘビーバッキング層26は、音響インピーダンスが圧電層22よりも大きい材料により形成されており、圧電層22に対し被検体の方向とは反対側に出力される超音波を反射する。このように、ヘビーバッキング層26を備えることにより、圧電層22における超音波の送受波に対する感度をさらに向上させることができる。また、ヘビーバッキング層26を追加することにより狭帯域化するが、図7に示すように、音響整合層23を3層以上とすることで広帯域にすることができる。また、このようなヘビーバッキング層26を設けるとともに、音響整合層23を3層以上とし、音響整合層23と音響レンズ25との間に保護層24を設けた場合において、保護層24にポリクロロパラキシリレン等の従来の材料を適用した場合には、音響整合層23と保護層24との間で逆転層が生じやすくなるが、本実施の形態によれば、逆転層の発生を防止することができ、広帯域な音響特性を達成させることが可能な超音波探触子2とすることができる。

【実施例1】

【0078】

以下、実施例により本発明をより詳細に説明するが、勿論本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0079】

<整合材の作製>

エポキシ樹脂j E R - 8 2 8（ジャパンエポキシレジン製）68質量部に、シリコン複合パウダーK M P 6 0 0（信越シリコン製）25質量部を添加し、真空混合機A R V - 3 1 0（シンキー社製）で十分に混合した。その後、架橋剤として、j E R キュア S T - 1 2（ジャパンエポキシレジン製）32質量部を同様に真空混合機A R V - 3 1 0にて混合し、コンパウンドを作製した。このコンパウンドを100mm×100mm×30mmの金型に入れ、真空電熱プレス機にて9.8MPa（100kg/cm²）の圧力にて常温で4時間、60℃で3時間加熱して整合材ブロッカー1を形成した。このブロックよりテストピースとして、20mm×20mm×2mmのサンプルを切り出して、密度、音速の評価をした。その結果、密度が1.12g/cm³、音速が1750m/sで、音響インピーダンスは2.0MRaylsであった。このブロックをワイヤーソーC S - 2 0 3（ムサシノ電子製）にて0.50mmの厚さに切断後、精密研磨装置M A - 2 0 0（ムサシノ電子製）にて0.050mmの厚みに研磨し、整合材-1を作製した。同様にして下記表1のようにフィラー及びエポキシ樹脂を変えて、整合材-2～13を作製した。それ以外の整合材として、整合材-14～16を作製した。

【0080】

<評価方法>

（密度）

密度をJ I S - K 7 1 1 2 0 2に記載のA法（水中置換法）の密度測定方法に準じて、電子比重計S D - 2 0 0 L（アルファミラージュ製）を用いて測定した。

【0081】

（音響特性）

超音波音速は、J I S Z 2 3 5 3 - 2 0 0 3に従い、超音波工業（株）製シングアラウンド式音速測定装置を用いて25℃において測定し、音響インピーダンスを以下の式に従い導いた。

音響インピーダンス（Z：MRayls）＝密度（ ρ ： $\times 10^3$ kg/m³） $\times$ 音速（C： $\times 10^3$ m/sec）

また、超音波減衰はJ I S Z 2 3 5 4 - 1 9 9 2 に従い、水槽中に25℃の水を満たし、超音波パルサー・レシーバーJ P R - 1 0 C (ジャパンプローブ社製)によって水中で1MHzの超音波を発生させ、超音波がシートを透過する前と後の振幅の大きさを測定した。

【0082】

(外観)

整合材の研磨後の表面を微分干渉顕微鏡MX-50 (オリンパス社製)にて観察し、ヒビ割れの確認を行い、A ; ヒビ無し、B ; 0.1mm以下のヒビあり、C ; 0.2~0.5mmのヒビあり、D ; 0.5mm以上のヒビありの4段階にて評価を行った。

【0083】

(膜厚)

接触式膜厚計K 3 5 1 - C (アンリツ社製)にて6点の測定を行い、平均の値を膜厚とした。

【0084】

【表 1】

	エポキシ樹脂	硬化材	フィラー	密度 g/cm ³	音速 m/s	音響インピーダンス MRayls	減衰 dB/mm・MHz	外観
1	JER-828 68	JERキユ7ST-12 32	—	1.16	2500	2.9	0.73	A
2	JER-828 68	JERキユ7ST-12 32	KMP600 32	1.12	1750	2.0	0.65	A
3	JER-828 68	JERキユ7ST-12 32	KMP600 115	1.04	1450	1.5	0.56	A
4	JER-828 68	JERキユ7ST-12 32	SX8782P 200	1.02	2460	2.5	0.71	B
5	C1001A 80	C-1001B 20	—	1.21	2500	3.0	0.54	A
6	C1001A 80	C-1001B 20	フェライト 70	1.80	2350	4.2	0.60	A
7	C1001A 80	C-1001B 20	フェライト 340	2.60	2640	6.9	0.55	A
8	C1001A 80	C-1001B 20	フェライト 470	3.23	2850	9.2	0.45	A
9	C1001A 80	C-1001B 20	フェライト 1250	3.94	3540	13.9	0.45	B
10	EP007K主剤 50	EP007K硬化材 50	—	1.10	2200	2.4	0.60	A
11	EP007K主剤 50	EP007K硬化材 50	フェライト 105	1.80	2100	3.8	0.80	A
12	EP007K主剤 50	EP007K硬化材 50	フェライト 400	2.92	2420	7.1	0.70	A
13	EP007K主剤 50	EP007K硬化材 50	フェライト 1200	3.92	2900	11.4	0.60	A
14	ポリエチレンEL-N-AN(新神戸電機製)							
15	TPX MX002(三井化学製)							
16	マコール(石原薬品製)							

【0085】

なお、上記表1において、C1001A及びC1001Bはテスク社製のものを、EP007K主剤及びEP007K硬化材はセメダイン社製のものを用了。

【0086】

＜音響整合層の作製と評価＞

整合材-2、整合材-11及び整合材-12をこの順で積層し、エポキシ接着剤EセットL（コニシ社製）にて常温で5時間、50℃で3時間、30Kgfの加圧下で接着を行い、音響整合層-1を作製した。同様にして、音響整合層-2～6を下記表2のようにして作製し、音響整合層-1～6について外観と膜厚をそれぞれ評価した。なお、外観及び

10

20

30

40

50

膜厚の評価方法は上記表 1 と同様である。

【 0 0 8 7 】

【 表 2 】

	整合部					硬化剤	外観	膜厚
	1層(最上層)	2層	3層	4層	5層			
1	整合材-2 0.04mm	整合材-11 0.04mm	整合材-12 0.05mm			EセツトL	A	0.127mm
2	整合材-4 0.04mm	整合材-6 0.04mm	整合材-7 0.04mm	整合材-13 0.05mm		EセツトL	A	0.165mm
3	整合材-15 0.04mm	整合材-10 0.04mm	整合材-6 0.05mm	整合材-12 0.05mm	整合材-13 0.05mm	EセツトL	A	0.221mm
4	整合材-2 0.04mm	整合材-5 0.04mm	整合材-7 0.04mm	整合材-8 0.04mm	整合材-16 0.04mm	EセツトL	A	0.196mm
5	整合材-10 0.05mm	整合材-8 0.05mm				EセツトL	A	0.098mm
6	整合材-1 0.05mm	整合材-7 0.05mm				EセツトL	A	0.099mm

【 0 0 8 8 】

< 音響レンズの作製 >

微粒子酸化亜鉛 Z i n c o x S u p e r F - 2 （ハクスイテック製）をステンレスパッド上に薄く入れ、このパッドを 2 5 0 ℃の乾燥機に入れて 4 時間の乾燥を行い、表面吸着水を除去した。この際、質量は 0 . 7 質量 % 減少した。続いてシリコンゴムコンパウンド K E 7 4 2 U （信越シリコン製） 1 0 0 質量部に、上記微粒子 4 0 質量部をロール混練機 N o . 1 9 1 - T M / W M テストミキシングロール（安田製機製作所製）にて混練し、ゴム組成物を調整した。次いでこのゴム組成物 1 0 0 質量部に加硫剤としての 2 , 5 -

10

20

30

40

50

ジメチル-2, 5-ジ (t-ブチルパーオキシ) ヘキサン 0.5 質量部をロール混合して成形用コンパウンドを調製し、この成形用コンパウンドを P500F-4141 手動式成型機 (ショウジ製) 165℃で10分間プレス成形し、さらに200℃、2hrにて2次加硫を行い、音響レンズを作製した。なお、音響レンズの音響インピーダンスは1.3 MRayls、音響減衰率は-0.7 dB/mm・MHzであった。

【0089】

<超音波探触子の作製>

まず、バックング層、FPC、圧電層及び音響整合層をこの順に積層した。なお、圧電層に適用される圧電材料としては、厚さ0.15mmのPZT 3203HD (CTS Electro Component Inc. 製) を、バックング層としては、エポキシ樹脂にフィラーとしてシリコンゴム粒子と3酸化タングステン粒子とを含有させたものを、音響整合層としては、上述の音響整合層-5を用い、これらを積層して、図8に示すように、0.02mmの厚みを有するダイサーにて0.20mmピッチで各素子にダイシングを行った。また、各素子の電極を切らないように、各0.20mmピッチでダイシングされた各素子をさらに3等分するようにダイシングを行った。

【0090】

その後、ポリクロロパラキシリレン膜を、LABCOTER PDS2010型に、原料ダイマーとしてdix-C (kisco製) を入れて素子に膜厚が3μmになるようにコーティングを行った。この際、ポリクロロパラキシリレンの単膜を作製して密度と音響特性より音響インピーダンスを求めた結果、2.8MRaylsであった。なお、ポリクロロパラキシリレンに換えて、気相重合法によりポリパラキシリレンの単膜を作製し、音響インピーダンスを求めたところ、2.0MRaylsであった。

【0091】

この上に、RTVシリコン接着剤KE-1600 (信越シリコン製) を上述したダイシングにより形成されたダイス溝に真空中にて充填を行った後に、上記音響レンズをRTVシリコン接着剤KE-1600にて真空中で加圧接着を行い、比較例1としての超音波探触子-1を作製した。同様にして、下記表3に示されるようにして比較例2としての超音波探触子2及び実施例1~4としての超音波探触子-3~6をそれぞれ作製した。上記超音波探触子と同様に、FPCと圧電層との間にヘビーバックング層 (WC/Co板) を挟んで同様に積層した。なお、圧電材料としては、厚さ0.08mmのPZT C6 (富士セラミック製) を用いて、下記表3に示されるようにして実施例5、6としての超音波探触子-7、8を作製した。なお、WC/Co板はFRT15 (サンアロイ工業製) を切削、研磨して下記表3に示される膜厚とした。表面粗さRaは、レーザー共焦点顕微鏡LEXTOOLS4000にて測定した結果、0.10μmであった。

【0092】

<音響特性評価>

FirstCall 2000 (Sonora Medical Systems 社製) を用いて、上述のようにして作製された超音波探触子の音響特性の評価を行った。それぞれの感度、帯域特性及びリップルの有無を下記表3に示す。

【0093】

10

20

30

40

【表 3】

超音波探触子	ヘビークッキング	圧電材	整合部	保護層	相対感度	帯域 BW6	BW20	リップル	
1	—	3203HD 0.15mm	整合部—5	dix-C	100	74%	114%	無し	比較例1
2	—	3203HD 0.15mm	整合部—2	dix-C	98	68%	129%	あり	比較例2
3	—	3203HD 0.15mm	整合部—2	dix-N	103	79%	134%	無し	実施例1
4	—	3203HD 0.15mm	整合部—1	dix-N	104	77%	123%	無し	実施例2
5	—	3203HD 0.15mm	整合部—3	dix-N	102	83%	130%	無し	実施例3
6	—	3203HD 0.15mm	整合部—4	dix-N	102	79%	132%	無し	実施例4
7	WC/Co 0.06mm	C6 0.09mm	整合部—2	dix-N	121	77%	129%	無し	実施例5
8	WC/Co 0.06mm	C6 0.09mm	整合部—3	dix-N	124	78%	128%	無し	実施例6

【0094】

また、上記表3における超音波探触子—2の送信帯域形状を図9（A）に示し、超音波

10

20

30

40

50

探触子－３の送信帯域形状を図９（Ｂ）に示す。図９（Ａ）に示すように、保護層にポリクロロパラキシリレン膜（d i x－C）を適用した場合には、音響整合層を３層以上により構成すると、符号Rで示す位置においてリップルが発生してしまうことがわかった。一方、保護層にポリパラキシリレン膜（d i x－N）を適用した場合には、帯域内にリップルの発生がなく、広帯域な周波数特性を有する超音波探触子を実現できることがわかった。

【実施例２】

【００９５】

実施例１で上述のようにして作製した超音波探触子－３にて、それぞれ＋８０Ｖ、０Ｖ、－８０Ｖの双極性の矩形送波回路を用いて、図５に示す駆動信号－１にて超音波探触子を駆動して距離分解能を測定した。また、比較として図１０に示す駆動信号－２にて超音波探触子を駆動して距離分解能を測定した。図１０に示される駆動信号は、第１のパルス信号のパルス幅（Ｔ４）、第２のパルス信号のパルス幅（Ｔ５）及び第３のパルス信号のパルス幅（Ｔ６）が全て等しく設定されており、７２ｎｓとなっている。上述の測定結果を下記表４に示す。

【００９６】

【表４】

	駆動信号－１	駆動信号－２
超音波探触子－３	0.14mm	0.22mm

【００９７】

このように、広帯域でリップルのない周波数特性を有する超音波探触子を駆動信号－１のようにデューティー比を変化させた駆動信号で駆動させると距離分解能をより向上させることができることがわかった。

【００９８】

以上説明したように、本実施の形態によれば、超音波探触子２は、超音波を送受信する圧電層２２と、圧電層２２の前面に設けられる３層以上からなる音響整合層２３と、音響整合層２３の前面に設けられる音響レンズ２５と、圧電層２２の後面に設けられるバッキング層２１と、を備える。超音波探触子２は、音響整合層２３の音響レンズ２５に接する面の表面に、音響整合層２３の最上層２３ｃよりも音響インピーダンスの低い、ガスバリア性を有する保護層２４を設けている。その結果、薬品や溶剤等による構成部品や接着層への悪影響を防止できるとともに、音響整合層と保護層との間で逆転層が発生するのを抑制して、広帯域な音響特性を達成させることができるようになる。

【００９９】

また、本実施の形態によれば、音響整合層２３の最上層２３ｃの音響インピーダンスを２．５ＭＲａｙｌｓ以下としたので、音響整合層と音響レンズとの音響インピーダンスを効率よく整合させることができるようになる。

【０１００】

また、本実施の形態によれば、音響整合層２３の最上層２３ｃをシリコン樹脂粒子を含有して形成したので、音響整合層と音響レンズとの音響インピーダンスを効率よく整合させることができるようになる。

【０１０１】

また、本実施の形態によれば、保護層２４の音響インピーダンスを２．５ＭＲａｙｌｓ以下としたので、音響レンズとの音響インピーダンスのマッチングが良好となる。

【０１０２】

また、本実施の形態によれば、送信部１２は、複数のパルスを有する矩形波の駆動信号を出力することにより超音波探触子２に送信超音波を出力させ、複数のパルスのうちの少なくとも１つのパルス幅を他のパルスのパルス幅と異ならせるようにしたので、駆動信号によって広帯域の送信超音波を出力できる。したがって、広帯域な音響特性を有する超音

波探触子と広帯域の送信超音波により、良好な送信超音波を出力することができるようになる。

【0103】

また、本実施の形態によれば、駆動信号は、第1のパルス信号と、第1のパルス信号とは極性の異なる第2のパルス信号と、第1のパルス信号と極性の等しい第3のパルス信号とを含む。その結果、より広帯域の送信超音波を出力することができるようになる。

【0104】

なお、本発明の実施の形態における記述は、本発明に係る超音波画像診断装置の一例であり、これに限定されるものではない。超音波画像診断装置を構成する各機能部の細部構成及び細部動作に関しても適宜変更可能である。

10

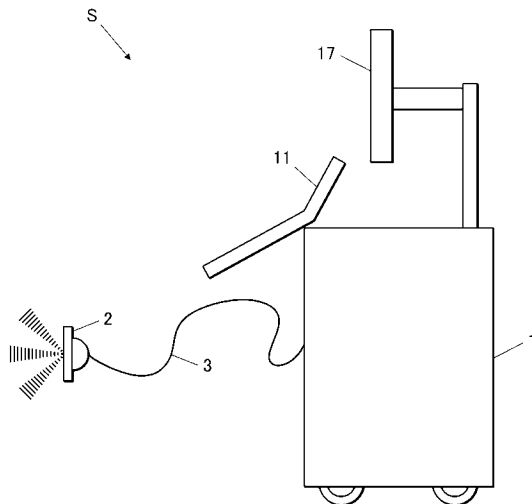
【符号の説明】

【0105】

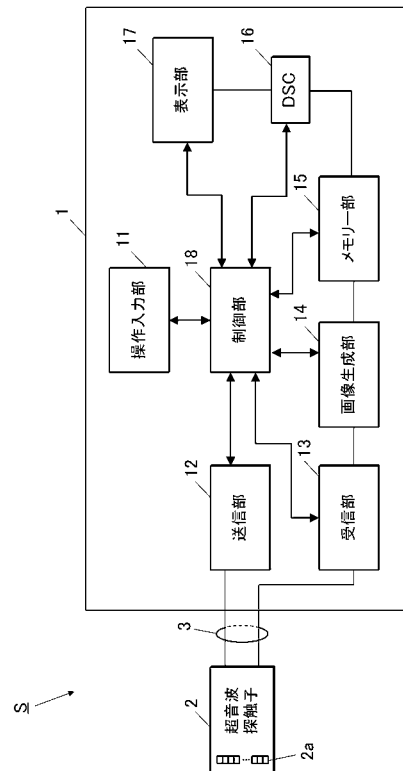
- S 超音波画像診断装置
- 1 超音波画像診断装置本体
- 2 超音波探触子
- 12 送信部
- 14 画像生成部
- 21 バッキング層
- 22 圧電層（圧電体）
- 22a FPC
- 23 音響整合層
- 24 保護層
- 25 音響レンズ

20

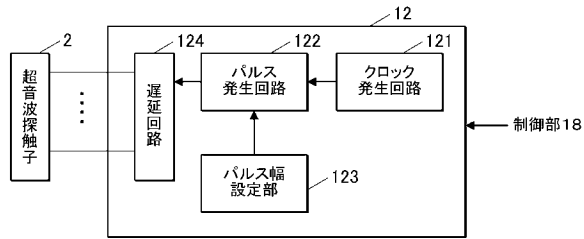
【図1】



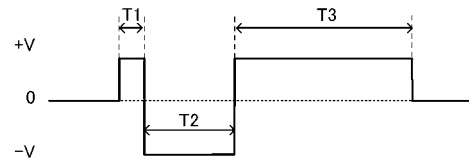
【図2】



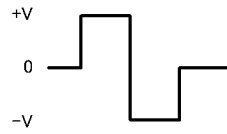
【図 3】



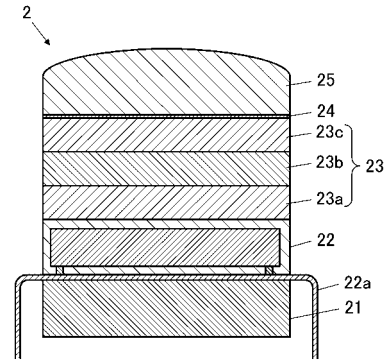
【図 5】



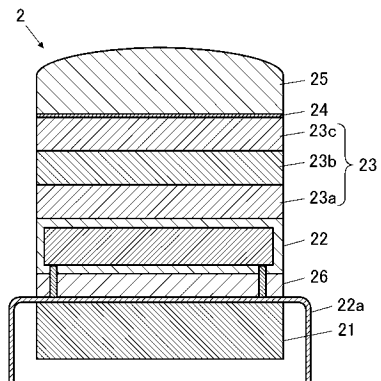
【図 4】



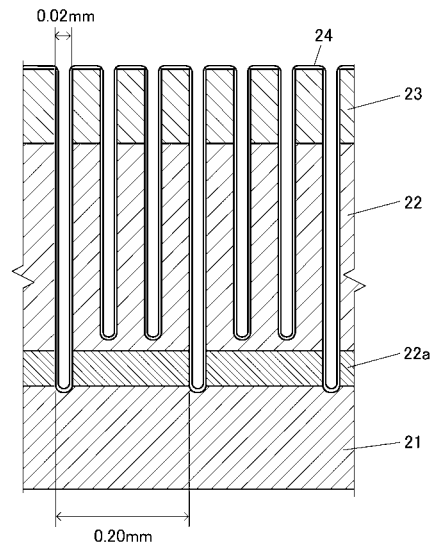
【図 6】



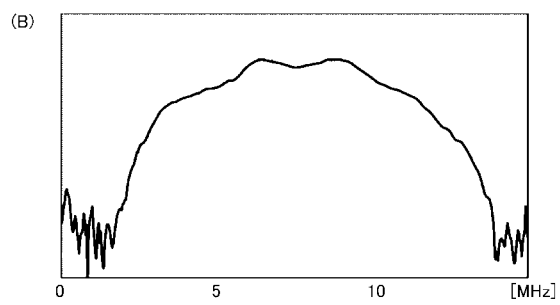
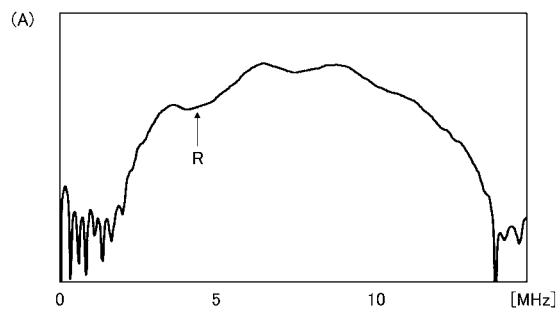
【図 7】



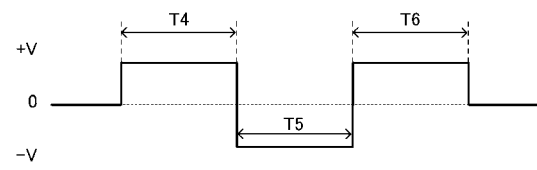
【図 8】



【図 9】



【図 10】



专利名称(译)	超声波探头和超声波图像诊断设备		
公开(公告)号	JP2014107770A	公开(公告)日	2014-06-09
申请号	JP2012260534	申请日	2012-11-29
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达有限公司		
[标]发明人	森田聖和		
发明人	森田 聖和		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00		
FI分类号	H04R17/00.330.J A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE01 4C601/EE04 4C601/GB03 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GB25 4C601/GB26 4C601/GB28 4C601/GB31 4C601/GB33 4C601/GB41 4C601/GB44 4C601/GB45 4C601/GB50 4C601/HH07 4C601/HH35 5D019/AA18 5D019/FF04 5D019/GG02		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够抑制反转层的发生并同时实现宽带声学特性和耐化学性的超声波探头和超声波图像诊断装置。 解决方案：超声波探头2设置有用于发送和接收超声波的压电层22，由设置在压电层22的正面上的三层或更多层组成的声匹配层23，以及设置在声匹配层23的前面上的声匹配层23声透镜25和设置在压电层22的后表面上的背衬层21。超声波探头2设置有保护层24，保护层24具有比声匹配层23的最上层23c低的声阻抗，并且在声匹配层23的与声透镜25接触的表面具有阻气性。

点域6

