

(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2018-74529

(P2018-74529A)

(43) 公開日 平成30年5月10日 (2018.5.10)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
<b>H04R</b>	<b>17/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H04R</b>	<b>17/00</b>	<b>330J</b>	<b>4C601</b>
<b>H04R</b>	<b>31/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H04R</b>	<b>17/00</b>	<b>332A</b>	<b>5D019</b>
<b>A61B</b>	<b>8/14</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H04R</b>	<b>31/00</b>	<b>330</b>	
			<b>A61B</b>	<b>8/14</b>		

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2016-215774 (P2016-215774)	(71) 出願人	000001270
(22) 出願日	平成28年11月4日 (2016.11.4)		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	内藤 達也
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
			ニカミノルタ株式会社内
		(72) 発明者	岡田 薫
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
			ニカミノルタ株式会社内
		(72) 発明者	西久保 雄一
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
			ニカミノルタ株式会社内
		Fターム (参考)	4C601 GB03 GB25 GB28 GB41
			最終頁に続く

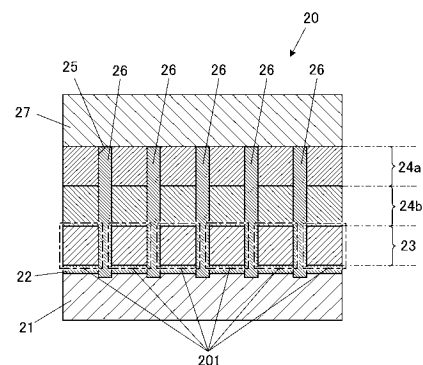
(54) 【発明の名称】 超音波探触子、超音波診断装置及び超音波探触子の製造方法

## (57) 【要約】

【課題】複数の圧電素子により送受信される超音波の特性ばらつきを抑えることができる超音波探触子、超音波診断装置及び超音波探触子の製造方法を提供する。

【解決手段】超音波の送受信を各行行う複数の圧電素子(201)を備えた超音波探触子(20)は、圧電体(23)と、圧電体上に設けられた少なくとも一層の音響整合層(24a, 24b)と、少なくとも一層の音響整合層の圧電体側とは反対側の最表面から圧電体の内部に亘って、圧電体を複数の圧電素子の各々に対応する部分に分けるように形成されている溝部(25)に充填された充填剤(26)と、を備え、少なくとも一層の音響整合層における最表面の算術平均粗さは、0.4 μm以下である。

【選択図】 図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

超音波の送受信を各々行う複数の圧電素子を備えた超音波探触子であって、  
圧電体と、  
前記圧電体上に設けられた少なくとも一層の音響整合層と、  
前記少なくとも一層の音響整合層の前記圧電体側とは反対側の最表面から前記圧電体の内部に亘って、前記圧電体を前記複数の圧電素子の各々に対応する部分に分けるように形成されている溝部に充填された充填剤と、  
を備え、  
前記少なくとも一層の音響整合層における前記最表面の算術平均粗さは、 $0.4\text{ }\mu\text{m}$ 以下である  
ことを特徴とする超音波探触子。

10

**【請求項 2】**

前記少なくとも一層の音響整合層は、複数の前記音響整合層を有し、  
前記複数の音響整合層における前記最表面の算術平均粗さは、前記最表面を構成する第 1 音響整合層に隣接する第 2 音響整合層における前記第 1 音響整合層と接する表面の算術平均粗さよりも小さい  
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】**

前記第 1 音響整合層における前記最表面の算術平均粗さは、前記第 2 音響整合層における前記第 1 音響整合層と接する表面の算術平均粗さの  $1/2$  以下であることを特徴とする請求項 2 に記載の超音波探触子。

20

**【請求項 4】**

前記少なくとも一層の音響整合層において前記最表面を構成する音響整合層は、ポリスチレン樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、又はエポキシ樹脂及びシリコン樹脂の混合物により構成されている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】**

前記充填剤は、シリコン樹脂により構成されていることを特徴とする請求項 1～4 の何れか一項に記載の超音波探触子。

30

**【請求項 6】**

駆動信号の入力に応じて超音波を送信し、被検体において反射した超音波を受信して受信信号を出力する請求項 1～5 の何れか一項に記載の超音波探触子と、  
前記受信信号に基づいて超音波画像を表示部に表示させる制御部と、  
を備えることを特徴とする超音波診断装置。

**【請求項 7】**

超音波の送受信を各々行う複数の圧電素子を備えた超音波探触子の製造方法であって、  
圧電体上に、前記圧電体側とは反対側の最表面の算術平均粗さが  $0.4\text{ }\mu\text{m}$  以下である少なくとも一層の音響整合層を積層する音響整合層積層ステップ、  
前記少なくとも一層の音響整合層の前記最表面から前記圧電体の内部に亘って、前記圧電体を前記複数の圧電素子の各々に対応する部分に分けるように溝部を形成する溝部形成ステップ、  
前記少なくとも一層の音響整合層の前記最表面から前記溝部に充填剤を充填する充填ステップ、  
前記少なくとも一層の音響整合層の前記最表面上に形成された前記充填剤を除去する充填剤除去ステップ  
を含むことを特徴とする超音波探触子の製造方法。

40

**【請求項 8】**

前記音響整合層積層ステップは、  
前記音響整合層を構成する音響整合層材料を前記圧電体上に付与するステップ、

50

付与された前記音響整合層材料の前記圧電体側とは反対側の最表面を、算術平均粗さが  $0.4\ \mu\text{m}$  以下となるように成形するステップ

を含むことを特徴とする請求項 7 に記載の超音波探触子の製造方法。

【請求項 9】

一の表面の算術平均粗さが  $0.4\ \mu\text{m}$  以下である音響整合層を形成する音響整合層形成ステップを含み、

前記音響整合層積層ステップでは、前記音響整合層形成ステップで形成された前記音響整合層を前記圧電体上に積層する

ことを特徴とする請求項 7 に記載の超音波探触子の製造方法。

【請求項 10】

前記音響整合層形成ステップでは、前記音響整合層を構成する音響整合層材料の表面を、算術平均粗さが  $0.4\ \mu\text{m}$  以下となるように研磨することにより前記音響整合層を形成することを特徴とする請求項 9 に記載の超音波探触子の製造方法。

【請求項 11】

前記音響整合層形成ステップは、

表面の算術平均粗さが  $0.4\ \mu\text{m}$  以下である所定の型に、前記音響整合層を構成し流動性を有する音響整合層材料を供給するステップ、

前記型に供給された前記音響整合層材料を硬化させて前記型から取り出すステップ

を含むことを特徴とする請求項 9 に記載の超音波探触子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波探触子、超音波診断装置及び超音波探触子の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、超音波探触子から超音波を被検体内部に照射してその反射波を受信し、得られた受信信号に基づいて被検体の内部構造が反映された超音波画像を生成して表示部に表示させることで当該内部構造の診断情報を提供する超音波診断装置がある。このような超音波診断装置は、非侵襲の診断装置として対人医療にも用いられる。

【0003】

超音波診断装置に用いられる超音波探触子の一つに、超音波の送受信を各々行う複数の圧電素子が所定方向に配列され、超音波を送受信する圧電素子を電子的に切り替えることで走査を行う方式のものがある。この超音波探触子では、複数の圧電素子上に、圧電素子と被検体との間で音響インピーダンスを整合させるための音響整合層が重ねられて設けられる。

【0004】

このような複数の圧電素子を形成する方法として、圧電体上に音響整合層を積層した後、音響整合層の表面から圧電体の内部に亘ってダイシングを行って、圧電体を複数の圧電素子の各々に対応する部分に分割する方法が知られている（例えば、特許文献 1）。この方法では、分割された圧電素子を保護し、また圧電素子の変形を防止するために、ダイシングにより形成された溝部に音響整合層の表面側から充填剤が充填される。ここで、音響整合層の表面に充填剤があると音響整合層による適切な音響インピーダンスの整合を行うことができなくなるため、音響整合層の表面に残った充填剤は、へらなどを用いて除去される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2014 - 107770 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 6 】

しかしながら、除去しきれなかった充填剤が音響整合層の表面に残留したり、残留した充填剤を無理に取り除こうとして音響整合層が損傷したりすると、複数の圧電素子により送受信される超音波の特性ばらつきが大きくなり、超音波画像の画質劣化を招くという課題がある。

## 【 0 0 0 7 】

この発明の目的は、複数の圧電素子により送受信される超音波の特性ばらつきを抑えることができる超音波探触子、超音波診断装置及び超音波探触子の製造方法を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

10

## 【 0 0 0 8 】

上記目的を達成するため、請求項 1 に記載の超音波探触子の発明は、  
超音波の送受信を各々行う複数の圧電素子を備えた超音波探触子であって、  
圧電体と、  
前記圧電体上に設けられた少なくとも一層の音響整合層と、  
前記少なくとも一層の音響整合層の前記圧電体側とは反対側の最表面から前記圧電体の内部に亘って、前記圧電体を前記複数の圧電素子の各々に対応する部分に分けるように形成されている溝部に充填された充填剤と、  
を備え、  
前記少なくとも一層の音響整合層における前記最表面の算術平均粗さは、 $0.4\ \mu\text{m}$  以下である  
ことを特徴としている。

20

## 【 0 0 0 9 】

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、  
前記少なくとも一層の音響整合層は、複数の前記音響整合層を有し、  
前記複数の音響整合層における前記最表面の算術平均粗さは、前記最表面を構成する第 1 音響整合層に隣接する第 2 音響整合層における前記第 1 音響整合層と接する表面の算術平均粗さよりも小さい  
ことを特徴としている。

30

## 【 0 0 1 0 】

請求項 3 に記載の発明は、請求項 2 に記載の超音波探触子において、  
前記第 1 音響整合層における前記最表面の算術平均粗さは、前記第 2 音響整合層における前記第 1 音響整合層と接する表面の算術平均粗さの  $1/2$  以下であることを特徴としている。

## 【 0 0 1 1 】

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、  
前記少なくとも一層の音響整合層において前記最表面を構成する音響整合層は、ポリスチレン樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、又はエポキシ樹脂及びシリコン樹脂の混合物により構成されていることを特徴としている。

## 【 0 0 1 2 】

40

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載の超音波探触子において、  
前記充填剤は、シリコン樹脂により構成されていることを特徴としている。

## 【 0 0 1 3 】

また、上記目的を達成するため、請求項 6 に記載の超音波診断装置の発明は、  
駆動信号の入力に応じて超音波を送信し、被検体において反射した超音波を受信して受信信号を出力する請求項 1 ~ 5 の何れか一項に記載の超音波探触子と、  
前記受信信号に基づいて超音波画像を表示部に表示させる制御部と、  
を備えることを特徴としている。

## 【 0 0 1 4 】

また、上記目的を達成するため、請求項 7 に記載の超音波探触子の製造方法の発明は、

50

超音波の送受信を各々行う複数の圧電素子を備えた超音波探触子の製造方法であって、  
圧電体上に、前記圧電体側とは反対側の最表面の算術平均粗さが $0.4\mu\text{m}$ 以下である  
少なくとも一層の音響整合層を積層する音響整合層積層ステップ、

前記少なくとも一層の音響整合層の前記最表面から前記圧電体の内部に亘って、前記圧  
電体を前記複数の圧電素子の各々に対応する部分に分けるように溝部を形成する溝部形成  
ステップ、

前記少なくとも一層の音響整合層の前記最表面から前記溝部に充填剤を充填する充填ス  
テップ、

前記少なくとも一層の音響整合層の前記最表面上に形成された前記充填剤を除去する充  
填剤除去ステップ

10

を含むことを特徴としている。

#### 【0015】

請求項8に記載の発明は、請求項7に記載の超音波探触子の製造方法において、

前記音響整合層積層ステップは、

前記音響整合層を構成する音響整合層材料を前記圧電体上に付与するステップ、

付与された前記音響整合層材料の前記圧電体側とは反対側の最表面を、算術平均粗さが  
 $0.4\mu\text{m}$ 以下となるように成形するステップ

を含むことを特徴としている。

#### 【0016】

請求項9に記載の発明は、請求項7に記載の超音波探触子の製造方法において、

一の表面の算術平均粗さが $0.4\mu\text{m}$ 以下である音響整合層を形成する音響整合層形成  
ステップを含み、

前記音響整合層積層ステップでは、前記音響整合層形成ステップで形成された前記音響  
整合層を前記圧電体上に積層する

ことを特徴としている。

20

#### 【0017】

請求項10に記載の発明は、請求項9に記載の超音波探触子の製造方法において、

前記音響整合層形成ステップでは、前記音響整合層を構成する音響整合層材料の表面を  
、算術平均粗さが $0.4\mu\text{m}$ 以下となるように研磨することにより前記音響整合層を形成  
することを特徴としている。

30

#### 【0018】

請求項11に記載の発明は、請求項9に記載の超音波探触子の製造方法において、

前記音響整合層形成ステップは、

表面の算術平均粗さが $0.4\mu\text{m}$ 以下である所定の型に、前記音響整合層を構成し流動  
性を有する音響整合層材料を供給するステップ、

前記型に供給された前記音響整合層材料を硬化させて前記型から取り出すステップ

を含むことを特徴としている。

#### 【発明の効果】

#### 【0019】

本発明に従うと、複数の圧電素子により送受信される超音波の特性ばらつきを抑えるこ  
とができるという効果がある。

40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0020】

【図1】超音波探触子を備えた超音波診断装置の概略構成を示す図である。

【図2】超音波診断装置の主要な機能構成を示すブロック図である。

【図3】超音波探触子の詳細な構成を示す模式断面図である。

【図4】算術平均粗さの算出に用いられる粗さ曲線の例を示す図である。

【図5】超音波探触子の製造方法を説明する模式断面図である。

【図6】実施例の試験方法を説明する図である。

【図7】実施例及び比較例の各音響整合層の表面における算術平均粗さ、及び充填剤が剥

50

離するときの引張強度の測定結果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明の超音波探触子、超音波診断装置及び超音波探触子の製造方法に係る実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0022】

図1は、本発明の実施形態である超音波探触子20を備えた超音波診断装置1の概略構成を示す図である。

図2は、超音波診断装置1の主要な機能構成を示すブロック図である。

図1に示されるように、超音波診断装置1は、超音波診断装置本体10と、ケーブル30を介して超音波診断装置本体10に接続された超音波探触子20（超音波プローブ）とを備える。超音波診断装置本体10には、制御部15と、操作入力部18と、表示部19a及びタッチパネル19bを有する操作表示部19などが設けられている。制御部15は、操作入力部18のキーボードやマウスといった入力デバイスに対する操作者の入力操作や、操作表示部19のタッチパネル19bに対する操作者の接触操作に基づき、超音波探触子20に駆動信号を出力して超音波を出力させ、また、超音波探触子20から超音波受信に係る受信信号を取得して各種処理を行い、必要に応じて表示部19aに結果などを表示させる。

【0023】

超音波診断装置本体10は、図2に示されるように、送信部12と、受信部13と、送受信切替部14と、制御部15と、画像処理部16と、記憶部17と、操作入力部18と、操作表示部19などを備えている。

【0024】

送信部12は、制御部15から入力される制御信号に従って超音波探触子20に供給するパルス信号（駆動信号）を出力し、超音波探触子20に超音波を発生させる。

【0025】

受信部13は、制御部15の制御に従って超音波探触子20から入力された受信信号を取得する回路である。受信部13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。

【0026】

送受信切替部14は、制御部15の制御に基づいて、圧電素子201から超音波を発振する場合に駆動信号を送信部12から圧電素子201に送信させる一方、圧電素子201が射出した超音波に係る信号を取得する場合に受信信号を受信部13に出力させるための切り替え動作を行う。

【0027】

制御部15は、CPU151（Central Processing Unit）、HDD152（Hard Disk Drive）、及びRAM153（Random Access Memory）などを備えている。CPU151は、HDD152に記憶されている各種プログラムを読み出してRAM153に展開し、展開したプログラムに従って超音波診断装置1の各部の動作を統括制御する。HDD152は、超音波診断装置1を動作させる制御プログラム及び各種処理プログラム、各種設定データ、超音波診断装置1で生成された画像ファイルなどを記憶する。RAM153は、SRAM（Static Random Access Memory）やDRAM（Dynamic Random Access Memory）などの揮発性メモリーであり、CPU151に作業用のメモリー空間を提供し、一時データを記憶する。

【0028】

画像処理部16は、制御部15のCPU151とは別個に、超音波の受信データに基づく超音波画像（診断用画像）の画像データを生成するための演算処理を行う。この超音波画像には、表示部19aに略リアルタイムで表示させる画像データやその一連の動画データ、スナップショットの静止画データなどが含まれ得る。

【0029】

10

20

30

40

50

記憶部 17 は、例えば、D R A M などの揮発性メモリである。あるいは、高速書き換えが可能な各種不揮発性メモリであっても良い。この記憶部 17 は、画像処理部 16 で処理されたリアルタイム表示用の超音波画像の画像データをフレーム単位で記憶する。記憶部 17 に記憶された画像データは、制御部 15 の制御に従って読み出され、表示部 19 a に送信されたり、図示略の通信部を介して超音波診断装置 1 の外部に出力されたりする。このとき、表示部 19 a の表示方式がテレビジョン方式の場合には、記憶部 17 と表示部 19 a との間に D S C (Digital Signal Converter) が設けられて、走査フォーマットが変換された後に出力されれば良い。

#### 【0030】

操作入力部 18 は、押しボタンスイッチ、トグルスイッチ、キーボード、マウス、若しくはトラックボール、又は、これらの組み合わせを備えており、操作者の入力操作を操作信号に変換して制御部 15 に出力する。

#### 【0031】

操作表示部 19 の表示部 19 a は、L C D (Liquid Crystal Display)、有機 E L (Electro-Luminescence) ディスプレイ、無機 E L ディスプレイ、プラズマディスプレイ、C R T (Cathode Ray Tube) ディスプレイといった種々の表示方式のうち、何れかを用いた表示画面とその駆動部を備える。表示部 19 a は、C P U 151 から出力された制御信号や画像データに従って、表示画面上に超音波診断に係るメニューやステータス、タッチパネル 19 b により受け付けられる接触操作の対象を示す操作ボタン、受信された超音波に基づく超音波画像などの表示を行う。

操作表示部 19 のタッチパネル 19 b は、表示部 19 a の表示画面上に重ねられて設けられた静電容量方式のタッチパネルである。タッチパネル 19 b は、表面が操作者の指先などにより接触されることによる内部の導電膜と表面との間の静電容量の変化に基づいて当該接触を検出し、検出された位置(座標)を示す信号を操作信号として制御部 15 に出力する。

#### 【0032】

超音波探触子 20 は、超音波(ここでは、1 ~ 30 M H z 程度)を発振して生体などの被検体に対して送信(射出)するとともに、送信した超音波のうち被検体で反射された反射波(エコー)を受信して電気信号に変換する音響センサーとして機能する。

ケーブル 30 は、その一端に超音波診断装置本体 10 とのコネクター(図示略)を有し、超音波探触子 20 は、このケーブル 30 により超音波診断装置本体 10 に対して着脱可能に構成されている。

#### 【0033】

超音波探触子 20 は、超音波の送受信を各々行う複数の圧電素子 201 (振動子)の配列である圧電素子配列 201 a を備えている。圧電素子配列 201 a における各圧電素子 201 は、圧電体と、当該圧電体の変形(伸縮)により電荷が現れる圧電体の両端に設けられた電極とを有する。圧電素子 201 に電圧パルス(パルス信号)が供給されることで圧電体に生じる電界に応じて圧電体の変形し、超音波が発信される。また、圧電素子 201 に所定の周波数帯の超音波が入射すると、その音圧により圧電体の厚さが変動(振動)することで当該変動量に応じた電荷が圧電体の厚さ変動方向両端に現れ、圧電素子両端の電極には、当該電荷に応じた量の電荷が誘起される。

#### 【0034】

本実施形態の超音波探触子 20 では、圧電素子配列 201 a には、所定の圧電素子配列方向に 1 次元配列された 192 個の圧電素子 201 が含まれる。なお、圧電素子 201 は、圧電素子配列方向と直交する方向にも配列されて 2 次元配列されていても良い。また、圧電素子 201 の個数は、任意に設定することができる。

本実施形態の超音波探触子 20 は、送信部 12 からのパルス信号に基づきこの 192 個の圧電素子 201 のうちの連続する一組の圧電素子 201 (例えば 64 個の圧電素子 201)から超音波を送信する。そして、超音波を発生させる毎に超音波を送信する圧電素子 201 の組を圧電素子配列方向に所定数の圧電素子 201 の分だけずらすことで、圧電素

10

20

30

40

50

子配列方向に平行な走査方向SDに走査（スキャン）を行う。また、本実施形態では、異なるタイミングで送信される超音波の送信方向の範囲が扇形状となるコンベックス電子走査方式の超音波探触子20が用いられている。

なお、超音波探触子20は、コンベックス電子走査方式のものに限られず、リニア電子走査方式、セクター電子走査方式などの各種電子走査方式といった他の方式のものであっても良い。また、超音波診断装置1は、診断対象などに応じて異なる複数の超音波探触子20の何れかを超音波診断装置本体10に接続して利用可能な構成としても良い。

#### 【0035】

図3は、超音波探触子20の詳細な構成を示す模式断面図である。図3では、複数の圧電素子201を通り、圧電素子201の配列方向及び超音波の送受信方向に平行な面における超音波探触子20の断面が模式的に描かれている。図3の超音波探触子20では、図の上方に向けて超音波が送信される。以下では、送信超音波の進行方向側を前面又は上層と記し、当該進行方向とは反対側を背面又は下層と記す。

#### 【0036】

図3に示されるように、超音波探触子20は、バッキング層21（背面負荷）と、バッキング層21の前面に設けられたフレキシブルプリント基板（FPC）22と、FPC22の前面に順に積層された圧電体23、第2音響整合層24b、第1音響整合層24aと、第1音響整合層24aの前面に貼り付けられた音響レンズ27などを備える。また、第1音響整合層24aの前面側の表面から、第1音響整合層24a、第2音響整合層24b、圧電体23、FPC22、及びバッキング層21の一部に亘って複数の溝部25が形成されており、各溝部25には充填剤26が充填されている。また、溝部25によって分割された圧電体23の各部により、圧電素子201が構成されている。以下では、第1音響整合層24a及び第2音響整合層24bの何れかを指す場合に音響整合層24と記す。

#### 【0037】

バッキング層21は、圧電体23、第2音響整合層24b、及び第1音響整合層24aを支持する基材であり、圧電素子201から背面側に射出された超音波を吸収して余分な振動を抑え、これにより送信超音波のパルス幅が長くなるのを抑制する。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、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、塩化ビニル樹脂、ポリビニルブチラール樹脂（PVB）、ABS樹脂、ポリウレタン樹脂（PUR）、ポリビニルアルコール樹脂（PVAl）、ポリエチレン樹脂（PE）、ポリプロピレン樹脂（PP）、ポリアセタール樹脂（POM）、ポリエチレンテレフタレート樹脂（PETP）、フッ素樹脂（PTFE）、ポリエチレングリコール樹脂、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。

#### 【0038】

FPC22は、複数の圧電素子201の各々に対応する配線が形成された可撓性を有する回路基板である。FPC22の各配線は、ケーブル30に接続されており、FPC22は、各圧電素子201と超音波診断装置本体10との間の信号の送受信を媒介する。

#### 【0039】

圧電体23は、印加される電界に応じて変形し、また厚さの変動により表面に電荷を誘起する材料の層である。圧電体23としては、各種の強誘電体、例えばチタン酸ジルコン酸鉛（PZT）系セラミックス、リラクサ系、ニオブ酸鉛系及びチタン酸鉛系の圧電セラミックスや、チタン酸亜鉛酸ニオブ酸鉛（PZNT）、マグネシウム酸ニオブ酸チタン酸（PMNT）等の単結晶が好適に用いられる。また、圧電体23としては、上記した材料を加工し、所定の充填部材を加えた複合圧電体を使用するものとしても良い。この充填部材としては、エポキシ樹脂、シリコーン樹脂、ウレタン樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリウレタン樹脂等の有機合成高分子材料を用いることができる。

#### 【0040】

圧電体23の前面及び背面には、図示しない電極層がそれぞれ設けられており、各電極

10

20

30

40

50

層は、溝部 25 により分割されて、各圧電素子 201 における一対の電極を構成する。圧電素子 201 の背面側の電極は、FPC 22 上に圧電素子 201 ごとに設けられた配線に接続されている。また、圧電素子 201 の前面側の電極は、図示しない配線を介して接地されている

電極層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。圧電体 23 の表面に電極層を形成する方法としては、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  $0.02 \sim 1.0 [\mu\text{m}]$  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  $0.02 \sim 10 [\mu\text{m}]$  の厚さに形成する方法が挙げられる。電極層の形成は、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。

#### 【0041】

第 1 音響整合層 24a 及び第 2 音響整合層 24b は、圧電素子 201 と被検体との間の音響インピーダンスを整合させ、圧電素子 201 から被検体までの境界面での超音波の反射を抑制する。各音響整合層 24 には、圧電素子 201 の音響インピーダンスと被検体 (及び音響レンズ 27) の音響インピーダンスとの中間の音響インピーダンスを有する材料が用いられる。より詳しくは、上層側の第 1 音響整合層 24a の音響インピーダンスは、下層側の第 2 音響整合層 24b の音響インピーダンスよりも小さく設定されている。各音響整合層 24 の厚さは、各音響整合層 24 における音速や密度等にもよるが、例えば数  $10 [\mu\text{m}] \sim$  数  $100 [\mu\text{m}]$  とされる。

#### 【0042】

第 1 音響整合層 24a 及び第 2 音響整合層 24b 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、コッパージェラファイト、ポリスチレン樹脂、ポリイミド樹脂、シリコン樹脂 (珪素樹脂)、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリカーボネート樹脂、ABC 樹脂、ABS 樹脂、AAS 樹脂、AES 樹脂、ナイロン樹脂 (PA6、PA6-6)、ポリフェニレンオキシド樹脂 (PPO)、ポリフェニレンスルフィド樹脂 (PPS: ガラス繊維入りも可)、ポリフェニレンエーテル樹脂 (PPE)、ポリエーテルエーテルケトン樹脂 (PEEK)、ポリアミドイミド樹脂 (PAI)、ポリエチレンテレフタレート樹脂 (PETP)、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、エポキシシリコン樹脂等を用いた材料により構成することができる。好ましくは、エポキシ樹脂やウレタン樹脂等の熱硬化性樹脂に、充填部材として、亜鉛華、酸化チタン、シリカ、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均一になるように混練、成型したものが適用できる。また、シリコン粒子が含有されているものとしても良い。

上記材料のうちエポキシシリコン樹脂は、エポキシ樹脂とシリコン樹脂との混合物である。エポキシシリコン樹脂におけるシリコン樹脂は、例えば粒子状のもの (シリコン粒子) を用いることもできる。また、ポリイミド樹脂としては、例えばカプトン (登録商標) を用いることができる。

第 1 音響整合層 24a 及び第 2 音響整合層 24b のうち、特に上層側の第 1 音響整合層 24a としては、被検体及び音響レンズ 27 との間の音響インピーダンスの整合の観点から、ポリスチレン樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、又はエポキシシリコン樹脂が好適に用いられる。

#### 【0043】

また、第 1 音響整合層 24a の前面側の表面、即ち、第 1 音響整合層 24a 及び第 2 音響整合層 24b からなる複数の音響整合層 24 のうち圧電体 23 側とは反対側の最表面における算術平均粗さ  $R_a$  は、 $0.4 [\mu\text{m}]$  以下、本実施形態では約  $0.2 [\mu\text{m}]$  とされている。他方で、第 2 音響整合層 24b の前面側の表面における算術平均粗さ  $R_a$  は、

10

20

30

40

50

約 1 [ μ m ] である。従って、第 1 音響整合層 2 4 a の前面側の表面における算術平均粗さ R a は、第 2 音響整合層 2 4 b の前面側の表面における算術平均粗さ R a の 1 / 2 以下となっている。

【 0 0 4 4 】

ここで、算術平均粗さ R a は、物体の表面粗さを表す指標の一つである。算術平均粗さ R a は、図 4 に示されるように、物体の表面の所定方向についての凹凸を反映した粗さ曲線を、上記所定方向を X 軸、表面に垂直な方向を Y 軸として  $y = f(x)$  で表し、X 軸方向の基準長さを  $l$  とした場合に下記式 ( 1 ) によって表される値である。ここでは、一次元 ( 直線 ) における表面粗さとしたが、この考え方を二次元 ( 平面 ) に展開して求めた場合の値を算術平均粗さ R a としても良い。算術平均粗さ R a は、例えば共焦点レーザー顕微鏡を用いて測定できるが、測定に用いる装置はこれに限られず、接触式及び非接触式の種々の測定装置により測定することができる。

10

【 0 0 4 5 】

【 数 1 】

$$Ra = \frac{1}{l} \int_0^l |f(x)| dx \quad \cdots (1)$$

【 0 0 4 6 】

このように、上層側の第 1 音響整合層 2 4 a の前面側表面における算術平均粗さ R a が低く抑えられていることで ( 即ち、平坦性が高くなっていることで ) 、後述する超音波探触子 2 0 の製造工程において、第 1 音響整合層 2 4 a の表面に積層された充填剤 2 6 を容易かつ確実に除去することが可能となる。

20

【 0 0 4 7 】

充填剤 2 6 は、溝部 2 5 に充填されて、溝部 2 5 により分割された圧電素子 2 0 1 や第 2 音響整合層 2 4 b 及び第 1 音響整合層 2 4 a を保護し、その変形を防止する。充填剤 2 6 として用いられる材料は、エポキシ樹脂やシリコン樹脂などの汎用樹脂が挙げられる。これらの材料には、物性調整のためにフィラーなどの他の添加物が加えられていても良い。

圧電素子配列方向についての溝部 2 5 の幅は、例えば 1 0 [ μ m ] ~ 数 1 0 [ μ m ] であり、圧電素子配列方向についての溝部 2 5 同士の間隔 ( 即ち圧電素子 2 0 1 の幅 ) は、例えば数 1 0 [ μ m ] ~ 数 1 0 0 [ μ m ] である。

30

【 0 0 4 8 】

音響レンズ 2 7 は、圧電素子 2 0 1 から前面側に射出された超音波ビームを屈折させて集束し、超音波による被検体の構造の検出分解能を向上させる。音響レンズ 2 7 は、被検体 ( ここでは人体 ) の内部よりも音速が低い材料を、圧電素子配列方向と直交する方向 ( 直交方向 ) についての厚さ分布が凸状となるように設けたものであり、被検体に入射される超音波を当該直交方向に収束させる。

音響レンズ 2 7 は、被検体と同程度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。音響レンズ 2 7 を構成する素材としては、シリコン系ゴム、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。

40

【 0 0 4 9 】

図 3 に示される超音波探触子 2 0 を構成する各層は、図示しない接着層を介して積層されることで互いに接着されている。当該接着層を構成する接着剤としては、例えばエポキシ系の熱硬化性接着剤を用いることができる。

【 0 0 5 0 】

次に、超音波探触子 2 0 の製造方法について説明する。

50

図 5 は、超音波探触子 2 0 の製造方法を説明する模式断面図である。

【 0 0 5 1 】

まず、図 5 ( a ) に示されるように、バッキング層 2 1 の前面側に、F P C 2 2、圧電体 2 3、第 2 音響整合層 2 4 b、第 1 音響整合層 2 4 a を順に積層させる ( 音響整合層積層ステップ )。

詳しくは、まずバッキング層 2 1 の前面側に、F P C 2 2、圧電体 2 3 を順に積層させ、次に、圧電体 2 3 上に、予め形成された第 2 音響整合層 2 4 b を、エポキシ系熱硬化性接着剤により接着して積層させる。次に、第 2 音響整合層 2 4 b 上に、第 1 音響整合層 2 4 a を構成し熱硬化性を有する液状の ( 即ち、流動性を有した状態の ) 音響整合層材料を塗布する。そして、当該音響整合層材料の表面を、算術平均粗さ  $R_a$  が  $0.4 [\mu m]$  以下となるようにスキージにより平滑化させて成形した後、音響整合層材料を加熱して硬化させることで第 1 音響整合層 2 4 a を形成する。

【 0 0 5 2 】

なお、第 1 音響整合層 2 4 a の形成方法は上記に限られず、例えば、第 2 音響整合層 2 4 b 上に設けられた硬化後の音響整合層材料の表面を、算術平均粗さ  $R_a$  が  $0.4 [\mu m]$  以下となるように研磨することにより第 1 音響整合層 2 4 a を形成しても良い。

また、表面の算術平均粗さ  $R_a$  が  $0.4 [\mu m]$  以下となるように予め形成された第 1 音響整合層 2 4 a を第 2 音響整合層 2 4 b 上に積層させても良い。ここで、第 1 音響整合層 2 4 a の形成方法としては、例えば、音響整合層材料の表面を、算術平均粗さ  $R_a$  が  $0.4 [\mu m]$  以下となるように研磨する方法が挙げられる。あるいは、表面の算術平均粗さ  $R_a$  が  $0.4 [\mu m]$  以下である所定の型 ( 例えば、金型 ) に、液状の音響整合層材料を供給し、当該音響整合層材料を硬化させて型から取り出すことにより第 1 音響整合層 2 4 a を形成しても良い。予め表面の算術平均粗さ  $R_a$  が  $0.4 [\mu m]$  以下である第 1 音響整合層 2 4 a を形成する上記の工程は、音響整合層形成ステップを構成する。

【 0 0 5 3 】

次に、図 5 ( b ) に示されるように、第 1 音響整合層 2 4 a の前面側の表面から、第 1 音響整合層 2 4 a、第 2 音響整合層 2 4 b、圧電体 2 3、F P C 2 2、及びバッキング層 2 1 の一部に亘って複数の溝部 2 5 を形成する ( 溝部形成ステップ )。ここでは、圧電素子配列方向に垂直な面に沿って、隣接する圧電素子 2 0 1 の境界の位置で第 1 音響整合層 2 4 a からバッキング層 2 1 に亘る各層をダイシングブレードによりダイシングすることで溝部 2 5 を形成する。

なお、溝部 2 5 の形成方法はこれに限られず、例えばレーザーカッターといった他の切削手段により溝部 2 5 を形成しても良い。また、溝部 2 5 は、少なくとも圧電体 2 3 が複数の圧電素子 2 0 1 の各々に対応する部分に分けられる態様で、少なくとも第 1 音響整合層 2 4 a から圧電体 2 3 の内部に亘って形成されていれば良く、バッキング層 2 1 や F P C 2 2 に到達していなくても良い。

【 0 0 5 4 】

次に、図 5 ( c ) に示されるように、第 1 音響整合層 2 4 a の前面側の表面から溝部 2 5 に充填剤 2 6 を充填する ( 充填ステップ )。即ち、第 1 音響整合層 2 4 a の表面から溝部 2 5 に液状の充填剤 2 6 を供給し、真空中で脱泡した後に、充填剤 2 6 の特性に応じた所定の硬化方法 ( 例えば、熱硬化や紫外線硬化 ) により充填剤 2 6 を硬化させる。この段階では、図 5 ( c ) に示されるように、第 1 音響整合層 2 4 a の表面に充填剤 2 6 の一部が形成された状態となる

【 0 0 5 5 】

次に、図 5 ( d ) に示されるように、溝部 2 5 に充填され、かつ第 1 音響整合層 2 4 a の表面に形成された充填剤 2 6 のうち、第 1 音響整合層 2 4 a の表面の充填剤 2 6 を剝離させて除去する ( 充填剤除去ステップ )。ここでは、例えば人の手で、又は電氣的に駆動される所定の装置で、へらなどにより充填剤 2 6 を第 1 音響整合層 2 4 a の表面から掻き取ることで充填剤 2 6 を除去する。ここで、充填剤 2 6 が第 1 音響整合層 2 4 a の表面に残留したり、残留した充填剤 2 6 を無理に取り除こうとして第 1 音響整合層 2 4 a が損傷

10

20

30

40

50

したりすると、複数の圧電素子 201 により送受信される超音波の特性ばらつき（位相、強度、パルス幅などのばらつき）が大きくなり、また第 1 音響整合層 24a による超音波の反射抑制効果が低下してしまう。このため、第 1 音響整合層 24a の表面は、充填剤 26 が剥離しやすい状態となっていることが好ましい。この点、本実施形態の第 1 音響整合層 24a は、算術平均粗さ  $R_a$  が  $0.4 [\mu m]$  となっていて平坦性が高いため、容易かつ確実に、第 1 音響整合層 24a の表面から充填剤 26 を剥離させて除去することができる。

#### 【0056】

次に、図 5 (e) に示されるように、第 1 音響整合層 24a の前面に、接着剤を介して音響レンズ 27 を接着する。その後、得られた図 5 (e) の積層体を所定の筐体内に組み込んで超音波探触子 20 が完成する。

10

#### 【実施例 1】

#### 【0057】

次に、本発明の実施例及び比較例について具体的に説明する。ただし、本発明は、これらの実施例に限定されるものではない。

#### 【0058】

ここでは、表面の算術平均粗さ  $R_a$  が互いに異なる実施例及び比較例に係る複数の音響整合層 24 に対して、それぞれ表面に充填剤 26 を付着させ、充填剤 26 の剥離のしやすさを示す評価指標として、充填剤 26 が剥離するときの引張強度を各音響整合層 24 について測定した。

20

図 6 は、本実施例の試験方法を説明する図である。以下、図 6 を参照して本実施例の試験手順について説明する。

#### 【0059】

（本発明の実施例、及び比較例の音響整合層の作成）

まず、エポキシ樹脂及びシリコン樹脂が混合された熱硬化性を有する液状の音響整合層材料を基板 B1 上に塗布し、当該音響整合層材料の表面をスキージにより平滑化させて成形した後、この音響整合層材料を 60 で加熱して硬化させることで基板 B1 状に評価対象の音響整合層 24（上記実施形態の第 1 音響整合層 24a に対応）を形成した。

上述の方法で音響整合層 24 を複数用意し、その一部に対して、表面を改質させる処理を行った。具体的には、酸素プラズマ装置により、音響整合層 24 の表面に対してプラズマ処理を行うことで表面粗さが大きくなるように表面を改質させた。また、プラズマ処理の時間を変えることで、表面粗さが異なる複数の音響整合層 24 を作成した。

30

次に、共焦点レーザー顕微鏡により、プラズマ処理を行っていない音響整合層 24 及びプラズマ処理を行った音響整合層 24 の各々について、表面の算術平均粗さ  $R_a$  を測定した。そして、算術平均粗さ  $R_a$  が  $0.4 [\mu m]$  以下である音響整合層 24 を実施例とし、算術平均粗さ  $R_a$  が  $0.4 [\mu m]$  よりも大きい音響整合層 24 を比較例とした。また、これらの比較例には、従来の音響整合層 24 として典型的な、表面の算術平均粗さ  $R_a$  が約  $1 [\mu m]$  である場合が含まれるようにした。ここでは、実施例の音響整合層 24 を 2 つ作成し（実施例 1, 2）、比較例の音響整合層 24 を 3 つ作成した（比較例 1 ~ 3）。

40

#### 【0060】

（引張強度の測定）

流動性を有する状態の充填剤 26 を、可撓性を有する基材 B2 上に塗布するとともに、この充填剤 26 及び基材 B2 を、充填剤 26 が試験対象の各音響整合層 24 に密着するように貼り付けて、充填剤 26 を熱硬化させた。ここでは、充填剤 26 としてシリコン樹脂を使用した。また、基材 B2 としては、音響整合層 24 よりも充填剤 26 が剥がれにくい材料、ここではシリコン樹脂を使用した。また、基材 B2 は、幅 10 mm の長矩形のものを用了。

次に、図 6 に示されるように、引張試験機（90 度剥離試験機）により基材 B2 及び充填剤 26 の長手方向の端部を基板 B1 に垂直な方向に引っ張り、充填剤 26 が試験対象の

50

音響整合層 2 4 から剥離するときの引張強度を各音響整合層 2 4 について測定した。

【 0 0 6 1 】

( 評価 )

以下の表 1 及び図 7 に、実施例及び比較例の各音響整合層 2 4 の表面における算術平均粗さ  $R_a$ 、及び充填剤 2 6 が剥離するときの引張強度の測定結果を示す。

【 0 0 6 2 】

【 表 1 】

	算術平均粗さ $R_a$ [ $\mu m$ ]	引張強度 [gf/10mm幅]
実施例1	0.18	32
実施例2	0.34	48
比較例1	0.42	68
比較例2	0.64	73
比較例3	1.14	66

10

【 0 0 6 3 】

表 1 及び図 7 に示されるように、表面の算術平均粗さ  $R_a$  が 0 . 4 [  $\mu m$  ] よりも大きい比較例の各音響整合層 2 4 では、充填剤 2 6 が剥離するときの引張強度が 6 0 [ g f / 1 0 m m 幅 ] よりも大きくなった。一方、表面の算術平均粗さ  $R_a$  が 0 . 4 [  $\mu m$  ] 以下である実施例の各音響整合層 2 4 では、充填剤 2 6 が剥離するときの引張強度が 5 0 [ g f / 1 0 m m 幅 ] 以下に抑えられ、各比較例に対して 2 5 % 以上低くなった。このように剥離時の引張強度が低減されることで、実施例の各音響整合層 2 4 では、比較例と比較して充填剤 2 6 が容易かつ確実に剥離できることが確認された。また、特に表面の算術平均粗さ  $R_a$  が 0 . 2 [  $\mu m$  ] 以下である場合には、各比較例と比較して、充填剤 2 6 が剥離するときの引張強度が 1 / 2 以下に低減され、充填剤 2 6 の剥離の容易性が大きく向上することが確認された。

20

【 0 0 6 4 】

以上のように、本実施形態の超音波探触子 2 0 は、超音波の送受信を各々行う複数の圧電素子 2 0 1 を備えた超音波探触子 2 0 であって、圧電体 2 3 と、圧電体 2 3 上に設けられた第 1 音響整合層 2 4 a 及び第 2 音響整合層 2 4 b と、第 1 音響整合層 2 4 a 及び第 2 音響整合層 2 4 b の圧電体 2 3 側とは反対側の最表面 ( 第 1 音響整合層 2 4 a の前面側の表面 ) から圧電体 2 3 の内部に亘って、圧電体 2 3 を複数の圧電素子 2 0 1 の各々に対応する部分に分けるように形成されている溝部 2 5 に充填された充填剤 2 6 と、を備え、第 1 音響整合層 2 4 a の前面側の表面における算術平均粗さ  $R_a$  は、0 . 4 [  $\mu m$  ] 以下である。

30

このような構成によれば、超音波探触子 2 0 の製造工程のうち溝部 2 5 に充填剤 2 6 を充填する工程において第 1 音響整合層 2 4 a の前面側の表面に充填剤 2 6 が形成された場合に、充填剤 2 6 を第 1 音響整合層 2 4 a の表面から容易かつ確実に剥離させて除去することができる。具体的には、上記構成では、第 1 音響整合層 2 4 a の表面の算術平均粗さ  $R_a$  が 0 . 4 [  $\mu m$  ] より大きい場合と比較して、第 1 音響整合層 2 4 a の表面から充填剤 2 6 を剥離させるときの引張強度が大きく ( 概ね 2 5 % 以上 ) 低下する。また、上記構成では、概ね 5 0 [ g f / 1 0 m m 幅 ] 以下の引張強度で充填剤 2 6 を第 1 音響整合層 2 4 a の表面から剥離させることができる。このような引張強度で充填剤 2 6 が剥離可能であると、剥離における力の印加の態様がばらついたり剥離の速度が変動したりしても第 1 音響整合層 2 4 の表面に充填剤 2 6 が残留する不具合が生じにくく、充填剤 2 6 を第 1 音響整合層 2 4 a の表面から容易かつ確実に剥離させて除去することができる。よって、充填剤 2 6 が第 1 音響整合層 2 4 a の表面に残留したり、残留した充填剤 2 6 を無理に取り除こうとして第 1 音響整合層 2 4 a が損傷したりすることによって、複数の圧電素子 2 0

40

50

1により送受信される超音波の特性ばらつきが大きくなるのを抑えることができる。また、充填剤26の残留や第1音響整合層24の損傷により音響整合層24による超音波の反射抑制効果が低下する不具合の発生を抑制することができる。即ち、本実施形態の超音波探触子20によれば、より確実に音響整合層24による超音波の反射抑制効果が得られる。この結果、超音波診断装置1において生成される超音波画像の画質の劣化を抑制することができる。

【0065】

また、第1音響整合層24a及び第2音響整合層24bにおける最表面（第1音響整合層24aの前面側の表面）の算術平均粗さ $R_a$ は、第1音響整合層24aに隣接する第2音響整合層24bにおける第1音響整合層24aと接する表面の算術平均粗さ $R_a$ よりも小さい。このような構成の超音波探触子20では、下層側の第2音響整合層24bについて表面の算術平均粗さ $R_a$ を小さくしなくても良いため、表面の算術平均粗さ $R_a$ を小さくするための制約がかからない効率的な形成方法で第2音響整合層24bを形成することができる。また、第1音響整合層24aと第2音響整合層24bとの界面が適度に粗くなることで第1音響整合層24aと第2音響整合層24bとの接着強度を増大させることができ、第1音響整合層24aと第2音響整合層24bとが剥離する不具合の発生を抑制することができる。

10

【0066】

また、第1音響整合層24aにおける最表面の算術平均粗さ $R_a$ は、第2音響整合層24bにおける第1音響整合層24aと接する表面の算術平均粗さ $R_a$ の1/2以下である。このような構成によれば、より効率的な形成方法で第2音響整合層24bを形成することができる。また、第1音響整合層24a上からより容易かつ確実に充填剤26を剥離させることができる。

20

【0067】

また、複数の音響整合層24の最表面を構成する第1音響整合層24aは、ポリスチレン樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、又はエポキシ樹脂及びシリコン樹脂の混合物により構成されている。このような材料により第1音響整合層24aが構成されることで、第1音響整合層24aの表面の算術平均粗さ $R_a$ が0.4[ $\mu\text{m}$ ]以下とされた場合に、当該表面から容易かつ確実に充填剤26を剥離させて除去することができる。また、これらの材料により構成された音響整合層24を、複数の音響整合層24のうち最上層に設けることで、特に被検体としての人体に対し音響インピーダンスを適切に整合させることができ、被検体との界面における超音波の反射を効果的に抑制させることができる。

30

【0068】

また、充填剤26は、シリコン樹脂により構成されている。このような構成によれば、第1音響整合層24aの表面の算術平均粗さ $R_a$ が0.4[ $\mu\text{m}$ ]以下とされた場合に、当該表面から容易かつ確実に充填剤26を剥離させて除去することができる。

【0069】

また、本実施形態の超音波診断装置1は、駆動信号の入力に応じて超音波を送信し、被検体において反射した超音波を受信して受信信号を出力する上記超音波探触子20と、受信信号に基づいて超音波画像を表示部19aに表示させる制御部15と、を備える。このような超音波診断装置1によれば、複数の圧電素子201により送受信される超音波の特性ばらつきが抑えられ、また、超音波探触子20の音響整合層24による超音波の反射抑制効果が適切に奏されるため、超音波画像の画質の劣化を抑制することができる。

40

【0070】

また、本実施形態の超音波探触子20の製造方法は、圧電体23上に、圧電体23側とは反対側の最表面の算術平均粗さ $R_a$ が0.4[ $\mu\text{m}$ ]以下である少なくとも一層の音響整合層24を積層する音響整合層積層ステップ、少なくとも一層の音響整合層24の最表面から圧電体23の内部に亘って、圧電体23を複数の圧電素子201の各々に対応する部分に分けるように溝部25を形成する溝部形成ステップ、少なくとも一層の音響整合層

50

24の最表面から溝部25に充填剤26を充填する充填ステップ、少なくとも一層の音響整合層24の最表面上に形成された充填剤26を除去する充填剤除去ステップを含む。

このような方法によれば、充填ステップにおいて第1音響整合層24aの前面側の表面に形成された充填剤26を、充填剤除去ステップにおいて第1音響整合層24aの表面から容易かつ確実に剥離させて除去することができる。これにより、除去しきれなかった充填剤26が第1音響整合層24aの表面に残留したり、残留した充填剤26を無理に取り除こうとして第1音響整合層24aが損傷したりすることによって、複数の圧電素子201により送受信される超音波の特性ばらつきが大きくなるのを抑えることができる。また、充填剤26の残留や第1音響整合層24の損傷により音響整合層24による超音波の反射抑制効果が低下するのを抑制することができる。即ち、より確実に音響整合層24による超音波の反射抑制効果が得られる。

10

#### 【0071】

また、音響整合層積層ステップは、音響整合層24を構成する音響整合層材料を圧電体23上に付与するステップ、付与された音響整合層材料の圧電体23側とは反対側の最表面を、算術平均粗さRaが0.4[μm]以下となるように成形するステップを含む。このような方法によれば、簡易な方法で所望の算術平均粗さRaの音響整合層24を圧電体23上に形成することができる。

#### 【0072】

また、超音波探触子20の製造方法は、一の表面の算術平均粗さRaが0.4[μm]以下である音響整合層24を形成する音響整合層形成ステップを含み、音響整合層積層ステップでは、音響整合層形成ステップで形成された音響整合層24を圧電体23上に積層する。このような方法では、予め表面が所望の算術平均粗さRaとなっている音響整合層24を形成した上で圧電体23上に積層させるため、より高い歩留りで超音波探触子20を製造することができる。

20

#### 【0073】

また、音響整合層形成ステップでは、音響整合層24を構成する音響整合層材料の表面を、算術平均粗さRaが0.4[μm]以下となるように研磨することにより音響整合層24を形成する。このような方法によれば、簡易かつ確実に所望の算術平均粗さRaの音響整合層24を形成することができる。

#### 【0074】

また、音響整合層形成ステップは、表面の算術平均粗さRaが0.4[μm]以下である所定の型に、音響整合層24を構成し流動性を有する音響整合層材料を供給するステップ、型に供給された音響整合層材料を硬化させて型から取り出すステップを含む。このような方法によれば、簡易かつ確実に所望の算術平均粗さRaの音響整合層24を形成することができる。

30

#### 【0075】

なお、本発明は、上記実施形態に限られるものではなく、様々な変更が可能である。

例えば、上記実施形態では、第1音響整合層24a及び第2音響整合層24bの2層の音響整合層24が設けられている超音波探触子20を例に挙げて説明したが、これに限られず、音響整合層24は、3層以上であっても良く、また単層であっても良い。音響整合層24が3層以上設けられる場合には、相対的に前面側に設けられる音響整合層24ほど音響インピーダンスが小さくなるように各音響整合層24の音響インピーダンスが設定される。

40

#### 【0076】

また、超音波探触子20の構成は、図3に示されるものに限られず、必要に応じて他の構成要素を追加したり、不要な構成要素を削除したりしても良い。

例えば、FPC22と圧電体23との間に、圧電素子201から背面方向に射出された超音波を前面方向に反射する音響反射層がさらに設けられていても良い。この音響反射層としては、タンゲステンといった、圧電体23よりも音響インピーダンスの大きい材料が好適に用いられる。

50

また、音響レンズ 27 がなくても超音波ビームが十分に集束される場合には、音響レンズ 27 を省略しても良い。

【0077】

また、第 1 音響整合層 24 a は、上記実施形態に示した方法以外の方法で、表面の算術平均粗さ  $R_a$  が  $0.4 [\mu m]$  以下となるように形成されたものであっても良い。

【0078】

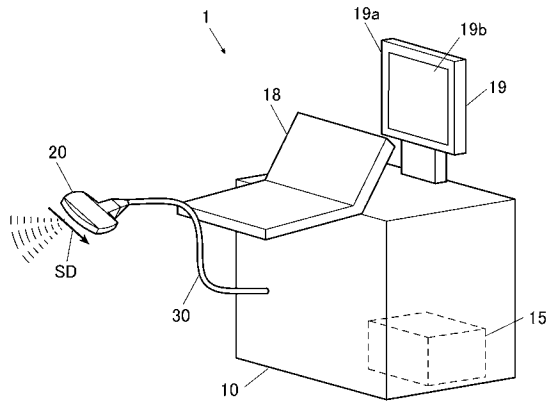
本発明のいくつかの実施形態を説明したが、本発明の範囲は、上述の実施の形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲とその均等の範囲を含む。

【符号の説明】

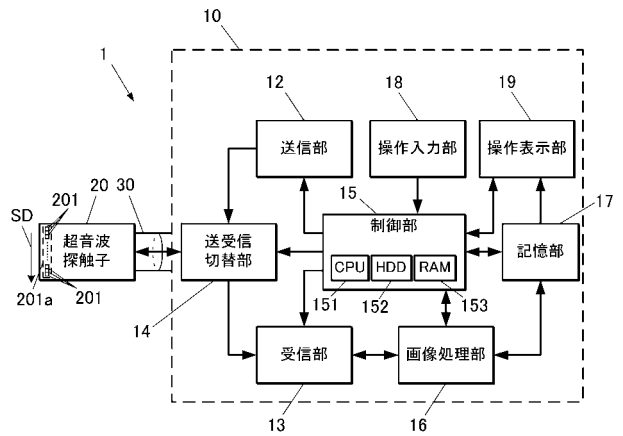
【0079】

1	超音波診断装置	10
10	超音波診断装置本体	
12	送信部	
13	受信部	
14	送受信切替部	
15	制御部	
16	画像処理部	
17	記憶部	
18	操作入力部	
19	操作表示部	20
19a	表示部	
19b	タッチパネル	
20	超音波探触子	
201	圧電素子	
21	バッキング層	
23	圧電体	
24	音響整合層	
24a	第 1 音響整合層	
24b	第 2 音響整合層	
25	溝部	30
26	充填剤	
27	音響レンズ	
30	ケーブル	

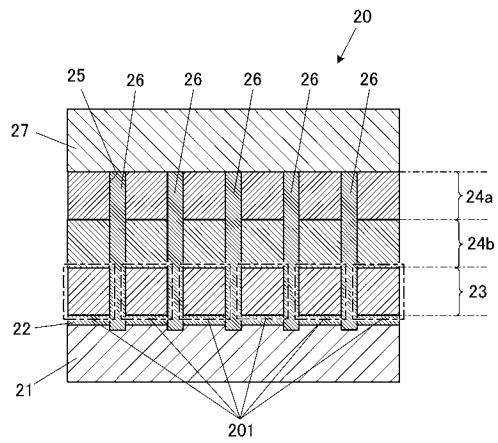
【図 1】



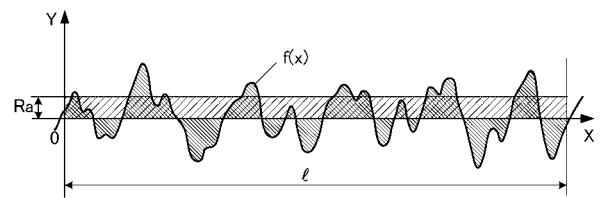
【図 2】



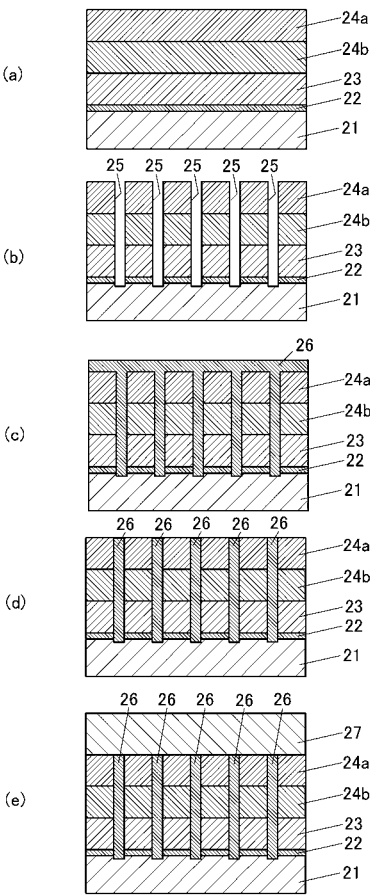
【図 3】



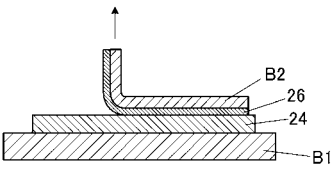
【図 4】



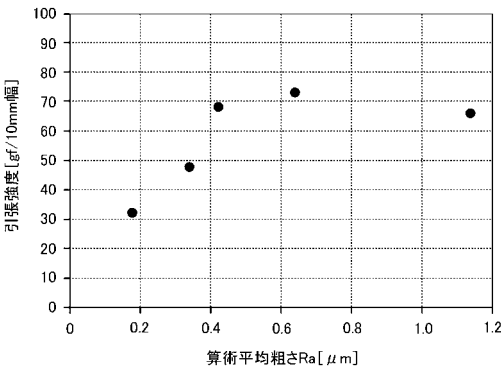
【図 5】



【図 6】



【図 7】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 5D019 AA26 BB03 BB18 BB25 FF04 GG02 GG03 GG06 HH01

专利名称(译)	超声波探头，超声波诊断装置和超声波探头的制造方法		
公开(公告)号	<a href="#">JP2018074529A</a>	公开(公告)日	2018-05-10
申请号	JP2016215774	申请日	2016-11-04
[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	内藤達也 岡田薫 西久保雄一		
发明人	内藤 達也 岡田 薫 西久保 雄一		
IPC分类号	H04R17/00 H04R31/00 A61B8/14		
FI分类号	H04R17/00.330.J H04R17/00.332.A H04R31/00.330 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/GB03 4C601/GB25 4C601/GB28 4C601/GB41 5D019/AA26 5D019/BB03 5D019/BB18 5D019/BB25 5D019/FF04 5D019/GG02 5D019/GG03 5D019/GG06 5D019/HH01		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

要解决的问题：提供一种超声波探头，超声波诊断装置和超声波探头的制造方法，能够抑制由多个压电元件发送和接收的超声波的特性变化。  
具有多个用于发送和接收超声波的压电元件（201）的超声波探头（20）包括压电体（23），在压电体上设置至少一层声学匹配（24a，24b）使得压电体被分成对应于多个压电元件中的每一个的部分，从至少一个声匹配层的与压电材料侧相反的一侧的最外表面到压电元件的内部并且填充物（26）填充在所形成的凹槽（25）中，其中至少一个声匹配层的最外表面的算术平均粗糙度为0.4μm或更小。点域

