

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02016/136365

発行日 平成29年12月7日 (2017.12.7)

(43) 国際公開日 平成28年9月1日 (2016.9.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>HO4R 17/00 (2006.01)</b>	HO4R 17/00 330F	4C601
<b>A61B 8/14 (2006.01)</b>	HO4R 17/00 332B	5D019
<b>HO1L 41/113 (2006.01)</b>	HO4R 17/00 330J	
<b>HO1L 41/187 (2006.01)</b>	A61B 8/14	
	HO1L 41/113	
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 18 頁) 最終頁に続く		

出願番号 特願2017-501996 (P2017-501996)	(71) 出願人 000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(21) 国際出願番号 PCT/JP2016/052308	
(22) 国際出願日 平成28年1月27日 (2016.1.27)	
(31) 優先権主張番号 特願2015-37602 (P2015-37602)	(74) 代理人 110000350 ポレール特許業務法人
(32) 優先日 平成27年2月27日 (2015.2.27)	
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(72) 発明者 三宅 竜也 日本国東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
	(72) 発明者 渡辺 徹 日本国東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
	(72) 発明者 内藤 孝 日本国東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
	最終頁に続く

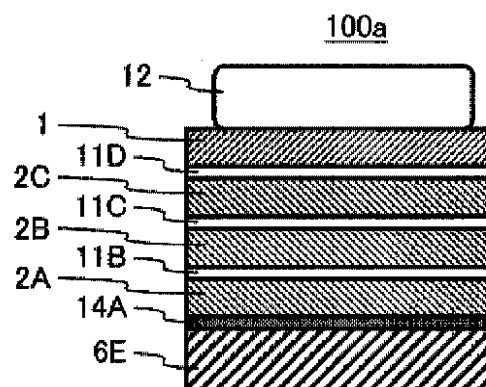
(54) 【発明の名称】 超音波探触子及びそれを用いた超音波診断装置

(57) 【要約】

超音波探触子を構成する各層の十分な接着強度を確保し、かつ生体と圧電素子の音響インピーダンスを整合させた超音波探触子及びそれを用いた超音波診断装置を提供する。

本発明に係る超音波探触子(100a)は、バッキング層と、圧電素子層(6E)と、音響整合層(2A)と、音響レンズ(1)と、をこの順で積層した構成を有し、前記圧電素子層(6E)と前記音響整合層(2A)との間にバナジウムガラスを含む接着層(14A)が設けられていることを特徴とする。

図 3A



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

バッキング層と、圧電素子層と、音響整合層と、音響レンズと、をこの順で積層した構成を有し、

前記圧電素子層と前記音響整合層との間にバナジウムガラスを含む接着層が設けられていることを特徴とする超音波探触子。

## 【請求項 2】

前記音響整合層を複数積層した構成を有し、

隣り合う前記音響整合層の間の少なくとも 1 つには、バナジウムガラスを含む接着層が設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探触子。

10

## 【請求項 3】

前記音響整合層は、前記圧電素子層の上に、第 1 の音響整合層と、接着層と、第 2 の音響整合層とをこの順で積層した構成を有し、

前記第 1 の音響整合層と前記第 2 の音響整合層との間に設けられた接着層は、バナジウムガラスを含むことを特徴とする請求項 2 記載の超音波探触子。

## 【請求項 4】

前記第 1 の音響整合層は、バナジウムガラスを含むことを特徴とする請求項 3 記載の超音波探触子。

## 【請求項 5】

前記第 1 の音響整合層及び前記第 2 の音響整合層は、バナジウムガラスを含むことを特徴とする請求項 3 記載の超音波探触子。

20

## 【請求項 6】

前記音響整合層は、2 層からなることを特徴とする請求項 2 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子。

## 【請求項 7】

前記バナジウムガラスは、軟化点が 450 以下、熱膨張係数が 7 ~ 9 ppm / K 及び音響インピーダンスが 15 Mrayls であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子。

## 【請求項 8】

前記バナジウムガラスは、フィラー材としてアルミナ又はシリカを含むことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子。

30

## 【請求項 9】

前記バナジウムガラスは、リン、アンチモン、バリウム、鉄、マンガン、テルル、ナトリウム、カリウム、亜鉛及びタングステンのうちの少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子。

## 【請求項 10】

前記圧電素子層は、複数の圧電素子が 2 次元配列されたものであり、

前記圧電素子は、チタン酸ジルコン酸鉛を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子。

## 【請求項 11】

超音波探触子に焦点形成に必要なタイミングで送信信号を発生させる送信ビームフォーマーと、

前記超音波探触子で受信された超音波を電気信号に変換し、時間的遅延をかけて超音波ビーム信号を得る受信ビームフォーマーと、

前記超音波ビーム信号から画像化に必要な周波数成分を抽出し、画像の輝度情報に変換するために検波・対数圧縮をかけて走査線上の画像信号を得る信号処理回路と、

得られた前記画像信号をデジタル信号に変換し、フレームメモリー内の走査線の位置に相当する場所に蓄える作業をすべての走査線について行い、画像を構成するスキャンコンバーターと、

前記画像を表示するモニターと、を備え、

40

50

前記超音波探触子が、請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の前記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】

【0001】

本発明は、超音波探触子及びそれを用いた超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

医療の分野において、超音波診断装置が広く用いられている。超音波診断装置は、超音波を生体内に送信し、生体内で反射した超音波を受信する。そして、受信した超音波に基づいて生体内の組織を示す画像データを生成し、ディスプレイに表示する。

10

【0003】

超音波診断装置の画像表示モードには、2次元画像（断層画像）を表示するモード、3次元画像を表示するモード等がある。前者の断層画像は超音波ビームの1次元走査によって取得されたフレームデータ（2次元超音波データ）に基づいて形成され、後者の3次元画像は超音波ビームの2次元走査によって取得されたボリュームデータに基づいて形成される。

【0004】

超音波診断装置は、与えられた電気信号に応じた超音波を送信し、受信した超音波に応じた電気信号を出力する超音波探触子を備える。超音波探触子には、超音波ビームの電気的な走査を可能としたアレイ型超音波探触子がある。アレイ型超音波探触子には複数の振動素子が配列される。超音波の送信方向は、各振動素子に印加する信号の遅延時間を調整することで特定の方向に向けられる。また、受信した超音波に応じて各振動素子から出力された信号を、各信号に対する遅延時間を調整しつつ合成することで、特定の方向から到来した超音波に対する受信信号が得られる。したがって、超音波ビームの走査は、各振動素子に対する信号遅延時間を変化させることで行うことができる。

20

【0005】

1次元走査を行う1Dアレイ型超音波探触子の場合、振動素子が一列に配置され、振動素子の配列方向で規定される走査面内で、超音波ビームを走査することができる。また、2次元走査を行う2Dアレイ型超音波探触子の場合、振動素子が縦方向および横方向に配置され、縦方向および横方向の他、斜め方向にも超音波ビームを走査することができる。

30

【0006】

さらに、1.5Dアレイ型超音波探触子の場合、2Dアレイ型超音波探触子と同様、振動素子が縦方向および横方向に配置される。そして、縦方向に配置された振動素子の各組について、縦方向に配置された各振動素子に対して予め定められた信号遅延時間を割り当て、それによって規定される走査面内で、超音波ビームを走査することができる。

【0007】

図1Aは、従来の超音波探触子の構成の一例を模式的に示す斜視図であり、図1Bは図1AのAB線断面図である。図1A及び1Bに示すように、超音波探触子100は、バックキ層4の上に、圧電素子層3と、音響整合層2と、音響レンズ1とがこの順に積層された構造を有する。圧電素子層3は、複数の圧電素子（超音波振動子）6が2次元に配列されたものである。圧電素子層3は、分離溝7によって個々の圧電素子6に分割されており、個々の圧電素子6に対応するよう、音響整合層2も分離溝7によって分割されている。圧電素子6は、圧電部材9と、圧電部材9の両面に設けられた電極5を有する。下側（バックキ層4側）の電極5には、絶縁性部材10からなるバックキ層4の中を通して信号線8が接続されて、圧電素子層3とバックキ層4との間で超音波信号の送受信が行われる。音響レンズ1及び音響整合層2が設けられることで、超音波探触子と生体との境界面で反射する超音波が低減される。

40

【0008】

なお、以下の特許文献1及び2には、複数の圧電素子が配列され、圧電素子が配列され

50

た層に音響整合層が重ねられた超音波探触子について記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2014 107853号公報

【特許文献2】特開昭60 2242号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

図2Aは、従来の超音波探触子の構成の一例を模式的に示す断面図であり、図2Bは図2Aの各層の音響インピーダンス特性と整合曲線を示すグラフである。なお、図2Aでは、図を見やすくするために圧電素子の1素子とその上に設けられた音響整合層についてのみ図示している。また、図面上、圧電部材及び電極を区別せず、これらを合わせて圧電素子としている。以下、図3A~7Aについても、同様である。

10

【0011】

音響整合層2は、通常、2層あるいは3層以上から構成されている。図2A及び図2Bは、音響整合層2を3層(2A, 2B, 2C)で構成した一例である。図2Bに示すように、一般に、音響整合層2を構成する各層の音響インピーダンスは、超音波の反射を低減するために、生体12から圧電素子6Eに向かって、指数関数的に減少する整合曲線13に沿うように調整される。しかし、音響整合層2A~2Cの各層間や、音響整合層2Aと圧電素子6Eとの間及び音響レンズ1と音響整合層2Cとの間は、接着層(11A, 11B, 11C, 11D)によって接着される。接着層にはエポキシ系等の接着材を用いているため、各接着層の音響インピーダンスは、図2Bに示すように、整合曲線13から逸脱し、そこでの超音波信号の反射が大きくなり、信号減衰の原因となりうる。今後、超音波探触子による診断性能(分解能・深遠部の描写性能)の向上を図るためには、接着層での信号減衰も低減する必要がある。

20

【0012】

また、各層の接合は分離加工時の衝撃に耐える強度が必要となる。接合強度が弱いと、超音波探触子製造の歩留まりが低下する原因となる。

【0013】

上述した特許文献1及び2においては、生体と圧電素子層の音響インピーダンスの整合及び超音波探触子を構成する各層の接合強度を両立することについては、十分な検討がなされていない。

30

【0014】

本発明の目的は、上記事情に鑑み、超音波探触子を構成する各層の十分な接着強度を確保し、かつ生体と圧電素子の音響インピーダンスを整合させた超音波探触子及びそれを用いた超音波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】

【0015】

本発明は、上記目的を達成するため、バック層と、圧電素子層と、音響整合層と、音響レンズと、をこの順で積層した構成を有し、上記圧電素子層と上記音響整合層との間にバナジウムガラスを含む接着層が設けられていることを特徴とする超音波探触子を提供する。

40

【0016】

また、本発明は、上記目的を達成するため、超音波探触子に焦点形成に必要なタイミングで送信信号を発生させる送信ビームフォーマーと、前記超音波探触子で受信された超音波を電気信号に変換し、時間的遅延をかけて超音波ビーム信号を得る受信ビームフォーマーと、前記超音波ビーム信号から画像化に必要な周波数成分を抽出し、画像の輝度情報に変換するために検波・対数圧縮をかけて走査線上の画像信号を得る信号処理回路と、得られた前記画像信号をデジタル信号に変換し、フレームメモリー内の走査線の位置に相当す

50

る場所に蓄える作業をすべての走査線について行い、画像を構成するスキャンコンバーターと、前記画像を表示するモニターと、を備え、  
上記超音波探触子が、上述した本発明に係る超音波探触子であることを特徴とする超音波診断装置を提供する。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、超音波探触子を構成する各層の十分な接着強度を確保し、かつ生体と圧電素子の音響インピーダンスを整合させた超音波探触子及びそれを用いた超音波診断装置を提供することができる。生体 圧電素子間の音響インピーダンスを整合させることで、診断性能（分解能・深遠部の観察能）の向上及び診断時間短縮を実現することができる。また、各層の十分な接着強度を確保することで、超音波探触子製造の歩留まりを向上することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1A】従来の超音波探触子の構成の一例を模式的に示す斜視図である。

【図1B】図1AのA-B線断面図である。

【図2A】従来の超音波探触子の構成の一例を模式的に示す断面図である。

【図2B】図2Aの各層の音響インピーダンス特性と整合曲線を示すグラフである。

【図3A】本発明の第1の実施例における超音波探触子の構成の一部を模式的に示す断面図である。

20

【図3B】図3Aの各層の音響インピーダンス特性と整合曲線を示すグラフである。

【図4A】本発明の第2の実施例における超音波探触子の構成の一部を模式的に示す断面図である。

【図4B】図4Aの各層の音響インピーダンス特性と整合曲線を示すグラフである。

【図5A】本発明の第3の実施例における超音波探触子の構成の一部を模式的に示す断面図である。

【図5B】図5Aの各層の音響インピーダンス特性と整合曲線を示すグラフである。

【図6A】本発明の第4の実施例における超音波探触子の構成の一部を模式的に示す断面図である。

【図6B】図6Aの各層の音響インピーダンス特性と整合曲線を示すグラフである。

30

【図7A】本発明の第5の実施例における超音波探触子の構成の一部を模式的に示す断面図である。

【図7B】図7Aの各層の音響インピーダンス特性と整合曲線を示すグラフである。

【図8】本発明に係る超音波探触子を用いた超音波診断装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図9】ガラスの粘度と温度との関係を示すグラフである。

【図10】ガラスの示差熱分析グラフである。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。ただし、本発明の範囲は以下の実施例に限定されない。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、一度説明したものは二度目以降の説明を省略する。

40

【実施例1】

【0020】

図3Aは、本発明の第1の実施例における超音波探触子の構成の一部を模式的に示す断面図であり、図3Bは、図3Aの各層の音響インピーダンス特性と整合曲線を示すグラフである。説明の便宜上、図3Aでは超音波探触子の構成外の生体12についても超音波探触子の構成とともに図示しており、後述する図3A～7Aにおいても同様である。また、図3B中、「6Ei」は圧電素子層6Eの音響インピーダンスを示し、他の層と後述する

50

図3A～7Aにおいても同様である。

【0021】

本実施例に係る超音波探触子100aでは、圧電素子6Eを構成する圧電部材として、圧電セラミックスであるチタン酸ジルコン酸鉛（以下、PZTと称する。）を用い、圧電素子6Eと、圧電素子6Eに最も近い音響整合層である第一層目の音響整合層（第1の音響整合層）2Aとを接着する接着層14Aの音響インピーダンスが整合曲線13に沿うようにするため、接着剤14Aにバナジウムガラスを適用した。PZTの音響インピーダンスは約35 Mraylsであり、バナジウムガラスの音響インピーダンスは約15 Mraylsである。圧電素子6E及び接着層14Aを上記材料とすることで、圧電素子6E及び接着層14Aの音響インピーダンスを整合曲線13に沿わせることができ、超音波信号の減衰を低減することができる。

10

【0022】

圧電素子6E及び接着層14Aの熱膨張係数の差は、接着強度の観点からできるだけ小さいほうが好ましい。この点において、PZTの熱膨張係数は5～10 ppm/Kであり、バナジウムガラスの熱膨張係数は7～9 ppm/Kであるので、両者の熱膨張係数のマッチングは良く、十分な接着強度が得られる。なお、バナジウムガラスの熱膨張係数は、バナジウムガラスに添加する添加成分（後述する種々の酸化物又はフィラー材）の種類及び濃度によって調整することができる。

【0023】

PZTの耐熱温度（分極しない温度）を考慮すると、接着層14Aに適用するバナジウムガラスの軟化点は、450以下であることが好ましい。バナジウムガラスの軟化点は、添加物（例えば、P2O5）によって調整することができる。本実施例では、軟化点445の低融点ガラス（添加元素として、バリウム、リン及びアンチモンを含む）を用いた。

20

【0024】

ここで、本発明の軟化点の定義について、以下に説明する。図9はガラスの粘度と温度との関係を示すグラフであり、図10はガラスの示差熱分析（DTA）グラフである。DTA測定は、参照試料としてアルミナを用い、大気中5/minの昇温速度で行った。参照試料および測定試料の質量は、それぞれ650mgとした。

【0025】

図9に示すように、ガラスは温度が高くなるにつれ、粘度が下がる。また、本発明においては、図10に示すように、第1吸熱ピークの開始温度（ガラスから過冷却液体に移り変わる温度）をガラス転移点 $T_g$ （粘度 =  $10^{13} \cdot 3$  poiseに相当）、該第1吸熱ピークのピーク温度（ガラスの膨張が停止する温度）を屈伏点 $M_g$ （粘度 =  $10^{11}$  poiseに相当）、第2吸熱ピークのピーク温度（ガラスが軟化し始める温度）を軟化点 $T_s$ （粘度 =  $10^7 \cdot 65$  poiseに相当）、ガラスが焼結体となる温度を焼結点 $T_{sint}$ （粘度 =  $10^6$  poiseに相当）、ガラスが溶け出す温度を流動点 $T_f$ （粘度 =  $10^5$  poiseに相当）及びガラスの成形に適した温度（粘度が $10^4$  dPasであるような温度）を作業点 $T_w$ と定義する。なお、それぞれの温度は、接線法によって求められる温度とする。本明細書に記載の軟化点 $T_s$ は上記の定義に基づくものである。

30

40

【0026】

転移点 $T_g$ と軟化点 $T_s$ は、例えば、373、445と言った値で、バナジウムガラスを軟化点から作業点の範囲の温度で加熱することで、接着剤としての働きをすることができる。

【0027】

バナジウムガラスは、五酸化バナジウム（ $V_2O_5$ ）にガラス化成分であるリン（P）等を添加し、溶融することで作製することができる。 $V_2O_5$ の添加量は、20～70体積%（vol%）が好ましく、40～60体積%がさらに好ましい。 $V_2O_5$ の添加量が20体積%未満であるとバナジウムガラスの効果（圧電素子6Eとの音響インピーダンス及び熱膨張係数の整合）が不十分となり、70体積%より多いと音響インピーダンスが大

50

きくなり過ぎて整合曲線 13 を逸脱する。また、70 体積% より多いと、材料中に空気のボイドが発生し、音響信号自体が減衰して超音波探触子の分解能が低下する。

【0028】

バナジウムガラスは、上記バナジウムガラスを主成分とし、必要に応じて種々の元素を添加物として含むものであってもよい。例えば、ガラス化成分であるリン (P)、耐水性向上成分であるアンチモン (Sb)、バリウム (Ba)、鉄 (Fe)、ガラス安定化成分であるマンガン (Mn)、テルル (Te)、ナトリウム (Na)、カリウム (K)、亜鉛 (Zn) 及びタングステン (W) 等を含むものであってもよい。

【0029】

上記元素は、五酸化二リン ( $P_2O_5$ )、三酸化アンチモン ( $Sb_2O_3$ )、酸化バリウム (BaO)、酸化鉄 (III) ( $Fe_2O_3$ )、酸化マンガン (II) ( $MnO$ )、二酸化マンガン ( $MnO_2$ )、二酸化テルル ( $TeO_2$ )、酸化ナトリウム ( $Na_2O$ )、酸化カリウム ( $K_2O$ )、 $ZnO$  (酸化亜鉛) 及び酸化タングステン ( $WO_3$ ) 等の形でバナジウムガラスに添加することができる。

10

【0030】

圧電素子 6E 上にバナジウムガラスを塗布するために、上記バナジウムガラスをペースト状にする。ペーストの作製方法に特に限定は無いが、例えば、バナジウムガラスにエチルセルロース及びジエチレングリコールモノブチルエーテルアセタートを混合し、混練機で混ぜて、真空脱泡処理をして作製することができる。

【0031】

圧電素子 6E の上に上記ペーストを塗布し、その上に音響整合層 2A を載置し、450 ~ 500 の温度で 15 分処理することで、圧電素子 6E と音響整合層 2A とを接合することができる。

20

【0032】

本実施例では、圧電部材 6E と第一層目の音響整合層 2A を接着層 14A で接合後、圧電素子 6E の下部にバッキング層 (図示せず) を接合し、音響整合層 2A の上部に第二層目の音響整合層 2B 以降を接合して、超音波探触子を製造した。接着層 11B ~ 11D については、従来のエポキシ樹脂系接着剤を使用した。

【0033】

本実施例では、各層の音響インピーダンス特性が図 3B に示す音響インピーダンス特性になるように各音響整合層の材料を選択した。第一層目の音響整合層 2A として、 $9.3 \text{ ppm/K}$  の熱膨張係数を有する材料を用いた。バナジウムガラスペーストは熱膨張係数が  $7.8 \text{ ppm/K}$  であり、PZT の熱膨張係数 ( $5 \sim 10 \text{ ppm/K}$ ) 及び第一層目の音響整合層 2A の熱膨張係数と同程度である。そのため、圧電素子 6E と第一層目の音響整合層 2A の接合は、 $10 \text{ kgf/mm}^2$  以上のせん断応力の接合強度が得られ、素子カット時の加工による歩留まりも良好であった。

30

【0034】

なお、音響インピーダンスが  $15 \text{ Mrayls}$  程度のガラスとして、バナジウムガラスの他に Pb (鉛) 系ガラス及び Bi (ビスマス) 系ガラスがあるが、Pb 系ガラスの使用は環境に有害なものであるため不適である。また、Bi (ビスマス) 系ガラスは軟化点が  $600$  よりも大きいことと、熱膨張係数が  $10 \sim 12 \text{ ppm}$  であり、バナジウムガラスよりも PZT との差が大きいことから、PZT の耐熱温度や超音波探触子の接合強度を考慮すると好ましくない。

40

【0035】

圧電素子 6E を構成する圧電部材 9 は、上述した PZT に限定されず、種々の圧電材料を用いることができる。例えば、無機圧電材料として、水晶、圧電セラミックスである PZT 及び (Pb, La) (Zr, Ti)  $O_x$  ペロブスカイト化合物 (PZLT) や、圧電単結晶であるニオブ酸ジルコン酸鉛-チタン酸鉛固溶体 (PZN-PT)、マグネシウムニオブ酸鉛-チタン酸鉛固溶体 (PMN-PT)、ニオブ酸リチウム ( $LiNbO_3$ )、タンタル酸リチウム ( $LiTaO_3$ )、ニオブ酸カリウム ( $KNbO_3$ )、酸化亜鉛 (Z

50

n O ) 及び窒化アルミニウム ( A l N ) 等の薄膜を用いることが可能である。また、有機圧電材料としては、ポリフッ化ビニリデン、ポリフッ化ビニリデン系共重合体、ポリシアニ化ビニリデン、シアニ化ビニリデン系共重合体、ナイロン 9 やナイロン 1 1 等の奇数ナイロン、芳香族ナイロン、脂環族ナイロン、ポリ乳酸、ポリヒドロキシブチレート等のポリヒドロキシカルボン酸、セルロース系誘導体及びポリウレア等が挙げられる。さらに、無機圧電材料と有機圧電材料、無機圧電材料と有機高分子材料を併用したコンポジット材料も用いることができる。上記圧電材料の音響インピーダンスは 2 0 ~ 4 0 M r a y l s 程度であり、熱膨張係数は P Z T と同じ 5 ~ 1 0 p p m / K 程度である。また、上記圧電体の耐熱性については、軟化点が 4 5 0 以下のバナジウムガラスの接着処理温度 ( 4 5 0 ~ 5 0 0 ) であれば、問題は無い。

10

## 【 0 0 3 6 】

音響整合層 2 A ~ 2 C の構成材料としては、アルミニウム ( A l ) 、アルミニウム マグネシウム ( A l M g ) 合金等のアルミニウム合金、マグネシウム合金、ガラス、熔融石英、ポリエチレン ( P E ) やポリプロピレン ( P P ) 、ポリカーボネート ( P C ) 、アクリロニトリル ブタジエン スチレン樹脂 ( A B C 樹脂 ) 、アクリロニトリル ブタジエン スチレン共重合合成樹脂 ( A B S 樹脂 ) 、アクリロニトリル アクリル酸エステル スチレン共重合合成樹脂 ( A A S 樹脂 ) 、アクリロニトリル エチレン プロピレン ジエン スチレン共重合合成樹脂 ( A E S 樹脂 ) 、ナイロン ( P A 6 、 P A 6 6 ) 、ポリフェニレンオキシド ( P P O ) 、ポリフェニレンスルフィド ( P P S 、ガラス繊維入りも可 ) 、ポリフェニレンエーテル ( P P E ) 、ポリエーテルエーテルケトン ( P E E K ) 、ポリアミドイミド ( P A I ) 、ポリエチレンテレフタレート ( P E T P ) 、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 ( Z n O ) 、酸化チタン ( T i O 2 ) 、シリカ ( S i O 2 ) やアルミナ ( A l 2 O 3 ) 、ベンガラ、フェライト、酸化タングステン ( W O 2 ) 、酸化イットリビウム ( Y 2 O 3 ) 、硫酸バリウム ( B a S O 4 ) 、タングステン ( W ) 、モリブデン ( M o ) 等を入れて成形したものを適用することができる。

20

## 【 0 0 3 7 】

音響レンズ 1 、バック層 4 及び電極 5 については、特に限定は無く、従前の材料を用いることができる。音響レンズ 1 は、主にシリコーンゴム等が使われる。バック層 4 は、金属粉末を充填したエポキシ樹脂やフィラメント粉末を充填したゴム等が用いられる。電極 5 は、主に金電極等が用いられる。

30

## 【 実施例 2 】

## 【 0 0 3 8 】

実施例 1 では、圧電部材 6 E 及び第一層目の音響整合層 2 A との間の接着層 1 4 A のみにバナジウムガラスを適用したが、本実施例では、第一層目の音響整合層 2 A と第二層目の音響整合層 2 B との間の接着層 1 4 B にもバナジウムガラスを適用した例を図 4 A 及び 4 B を用いて説明する。

## 【 0 0 3 9 】

図 4 A は、本発明の第 2 の実施例における超音波探触子の構成の一部を模式的に示す断面図であり、図 4 B は、図 4 A の各層の音響インピーダンス特性と整合曲線を示すグラフである。本実施例で用いた第一層目の音響整合層 2 A の音響インピーダンスは 1 5 M r a y l s 程度であるので、音響インピーダンスの整合の観点から、接着層 1 4 B は 1 2 ~ 1 3 M r a y l s 程度の音響インピーダンスとすることが適切である。そこで、実施例 1 において接着層 1 4 A に用いたバナジウムガラスに、シリカ ( S i O 2 ) 粉末 ( 平均粒径 1 0 μ m ) をフィラー材として 2 0 v o l % 添加することにより、音響インピーダンスを約 1 5 M r a y l s から約 1 2 M r a y l s に下げて、図 4 B に示すように、整合曲線に沿った音響インピーダンス特性を得ることができた。

40

## 【 0 0 4 0 】

上記のように、バナジウムガラスの添加物を調整することだけでなく、バナジウムガラスへフィラー材を添加することによっても接着層 1 4 B の音響インピーダンスを調整する

50

ことができる。フィラー材の添加量を調整することによって、音響インピーダンスを調整することができる。フィラー材としては、アルミナ ( $Al_2O_3$ ) 及びシリカ ( $SiO_2$ ) を好ましく用いることができる。アルミナはバナジウムガラスよりも重い (質量数が大きい) ので、音響インピーダンスをバナジウムガラスよりも大きくするときに添加することが好ましい。また、シリカはバナジウムガラスよりも軽い (質量数が小さい) ので、音響インピーダンスをバナジウムガラスよりも小さくするときに添加することが好ましい。バナジウムガラスに替えて比較的安価な上記フィラー材を添加することで、材料コストを低減することができる。

#### 【0041】

フィラー材を添加した接着層 14B の作製方法としては、特に限定は無いが、例えば微粉末状にしたバナジウムガラスに微粉末状のフィラー材を添加し、圧粉成形することで作製することができる。

#### 【実施例 3】

#### 【0042】

図 5A は、本発明の第 3 の実施例における超音波探触子の構成の一部を模式的に示す断面図であり、図 5B は、図 5A の各層の音響インピーダンス特性と整合曲線を示すグラフである。本実施例では、実施例 1 における第一層目の音響整合層 2A、接着層 14A 及び接着層 11B の 3 層にバナジウムガラスを適用した例について、図 5A 及び 5B を用いて説明する。

#### 【0043】

バナジウムガラスのガラスシート (板厚  $100\mu m$ ) を第一層目の音響整合層 15A として圧電部材 6E (PZT) と第二層目の音響整合層 2B との間に挿入し、接合する。接合は、上記ガラスシートと同じ組成を有するバナジウムガラスのペーストを薄く音響整合層 15A の上下面に塗布し、圧電素子 6E 及び音響整合層 2B を積層して焼成することにより実施した。

#### 【0044】

本実施例においては、3層分が一つの材料 (バナジウムガラス) で実現できたためプロセスコストを低減することが可能となり、音響整合層の特性面では、これらの層での超音波信号の減衰は小さく、接合強度も向上させることができた。

#### 【実施例 4】

#### 【0045】

図 6A は、本発明の第 4 の実施例における超音波探触子の構成の一部を模式的に示す断面図であり、図 6B は、図 6A の各層の音響インピーダンス特性と整合曲線を示すグラフである。本実施例では、実施例 3 において音響整合層 2B にバナジウムガラスを適用した例について、図 6A 及び 6B を用いて説明する。

#### 【0046】

音響整合層 2B にバナジウムガラスを適用するには、音響インピーダンスを  $10Mrayls$  程度に下げる必要がある。そこで、バナジウムガラスに  $40vol\%$  のシリカ ( $SiO_2$ ) 粉末 (平均粒径  $10\mu m$ ) をフィラー材として添加することにより、音響インピーダンスを  $10Mrayls$  程度まで低減し、音響整合層 15B とした。音響整合層 15A と音響整合層 15B との接合は、バナジウムガラス同士の接合であるので、両方とも平坦面を出しておき、そのまま、 $450$  以上の焼成することにより、接合することができた。

#### 【0047】

本実施例により、4層分がバナジウムガラスで実現できたためプロセスコストを低減することが可能となり、音響整合層の特性面では、これらの層での超音波信号の減衰は小さく、接合強度も向上させることができた。

#### 【実施例 5】

#### 【0048】

図 7A は、本発明の第 5 の実施例における超音波探触子の構成の一部を模式的に示す断

10

20

30

40

50

面図であり、図 7 B は、図 7 A の各層の音響インピーダンス特性と整合曲線を示すグラフである。実施例 1 ~ 4 においては、音響整合層 2 を 3 層としていたが ( 3 層モデル)、本実施例では、2 層モデルにバナジウムガラスを適用した形態について、図 7 A 及び 7 B を用いて説明する。

【 0 0 4 9 】

本実施例では、実施例 4 の音響整合層 1 5 B の手法と同じで、フィラー材添加により、音響インピーダンスを 1 0 M r a y l s 程度まで低減し、図 7 に示す第一層目の音響整合層 1 5 C として適用した。音響整合層 1 5 C の上部に第二層目の音響整合層 2 C を接合することにより、超音波探触子を製造した。これまでの 3 層モデルに対して、構成部材数が少なく、コスト低減と接合強度の向上ができた。

10

【 実施例 6 】

【 0 0 5 0 】

図 8 は、本発明に係る超音波探触子を用いた超音波診断装置の構成の一例を示すブロック図である。本実施例では、実施例 1 ~ 5 の超音波探触子を用いて超音波診断装置 ( 超音波パルス反射法を適用 ) を構成した例について、図 8 を用いて説明する。

【 0 0 5 1 】

図 8 に示すように、超音波診断装置 3 0 0 は、超音波を発生し、検出する超音波探触子 1 6、超音波探触子 1 6 に送信信号 2 2 を焦点形成に必要なタイミングで発生させる送信ビームフォーマー 1 7、超音波探触子 1 6 で受信された超音波を電気信号 2 3 に変換し、時間的遅延をかけて超音波ビーム信号を得る受信ビームフォーマー 1 8、得られたビーム信号から画像化に必要な周波数成分を抽出し、画像の輝度情報に変換するために検波・対数圧縮をかけて走査線上の画像信号を得る信号処理回路 1 9、得られた画像信号をデジタル信号に変換し、フレームメモリー内の走査線の位置に相当する場所に蓄える作業をすべての走査線について行い、画像を構成するスキャンコンバーター 2 0 及び画像を表示するモニター 2 1 により構成される。

20

【 0 0 5 2 】

本実施例では、超音波探触子 1 6 として実施例 1 ~ 5 の超音波探触子を用いることにより、超音波探触子を構成する各層の音響インピーダンスの整合性が高いことから、診断性能 ( 分解能・深遠部 ) の向上及び診断時間短縮を実現できる超音波診断装置を提供することができる。

30

【 0 0 5 3 】

以上説明したとおり、本発明によれば、超音波探触子を構成する各層の十分な接着強度を確保し、かつ生体と圧電素子の音響インピーダンスを整合させた超音波探触子及びそれを用いた超音波診断装置を提供することができることが実証された。

【 0 0 5 4 】

なお、本発明は、上述した実施例に限定するものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上述した実施例は本発明を分かり易く説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定するものではない。本発明は、本明細書の実施形態や実施例の構成の一部について、削除・他の構成に置換・他の構成の追加をすることが可能である。

40

【 符号の説明 】

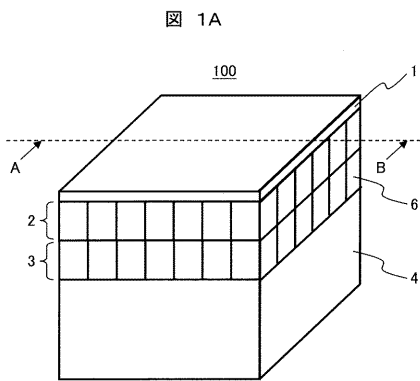
【 0 0 5 5 】

1 ... 音響レンズ、 2 ... 音響整合層、 2 A ... 第一層目の音響整合層 ( 第 1 の音響整合層 )、 2 B ... 第二層目の音響整合層 ( 第 2 の音響整合層 )、 2 C ... 第三層目の音響整合層、 3 ... 圧電素子層、 4 ... パッキング層、 5 ... 電極、 6 , 6 E ... 圧電素子、 9 ... 圧電部材、 7 ... 分離溝、 8 ... 信号線、 1 0 ... 絶縁性材料、 1 1 A , 1 1 B , 1 1 C , 1 1 D ... 接着層、 1 2 ... 生体、 1 3 ... 整合曲線、 1 4 A , 1 4 B ... バナジウムガラス接着層、 1 5 A , 1 5 B , 1 5 C ... バナジウムガラス音響整合層、 1 7 ... 送信ビームフォーマー、 1 8 ... 受信ビームフォーマー、 1 9 ... 信号処理回路、 2 0 ... スキャンコンバーター、 2 1 ... モニター、 2 2 ... 送信信号、 2 3 ... 超音波信号、 1 6 , 1 0 0 , 1 0 0 a , 1 0 0 b , 1 0 0 c , 1 0

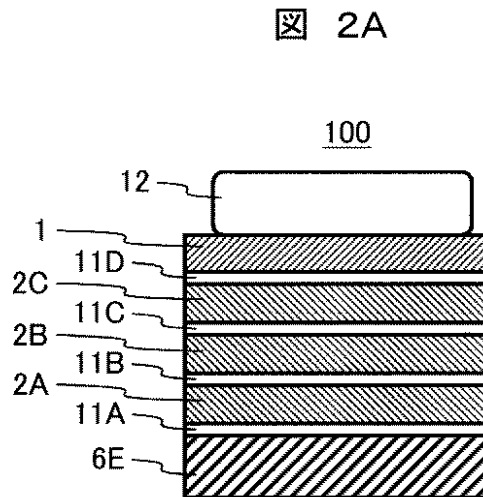
50

0 d , 1 0 0 e ... 超音波探触子、 3 0 0 ... 超音波診断装置。

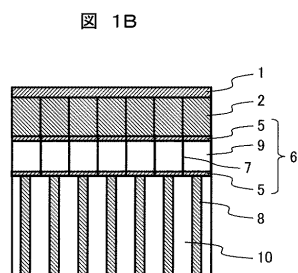
【 図 1 A 】



【 図 2 A 】

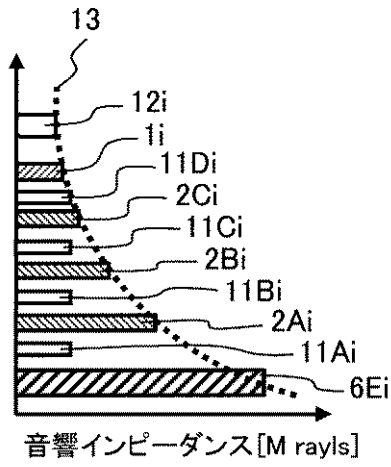


【 図 1 B 】



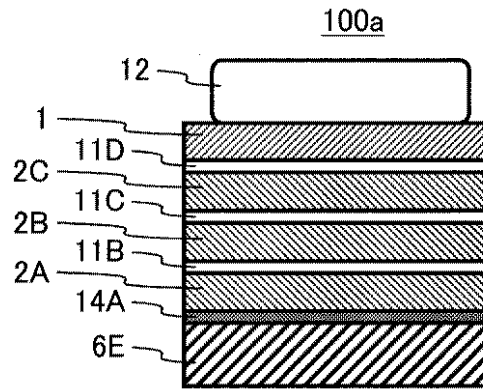
【図 2 B】

図 2B



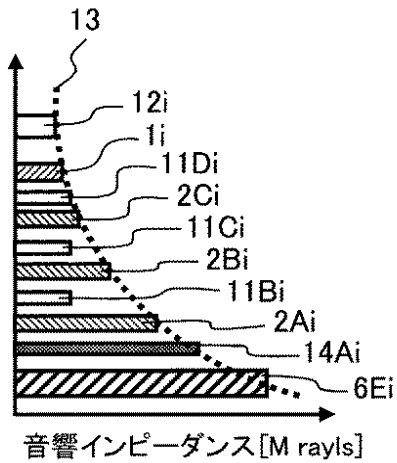
【図 3 A】

図 3A



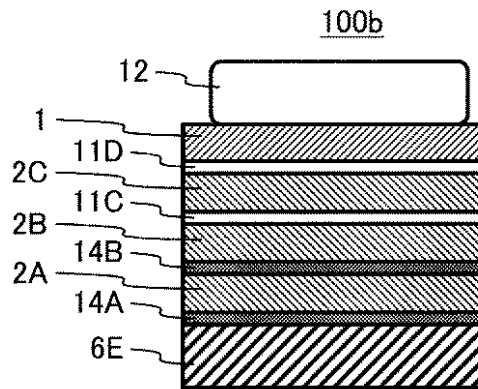
【図 3 B】

図 3B



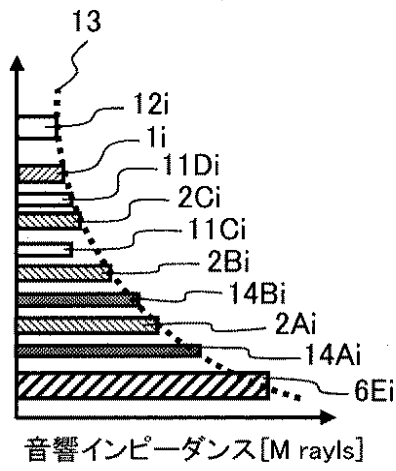
【図 4 A】

図 4A



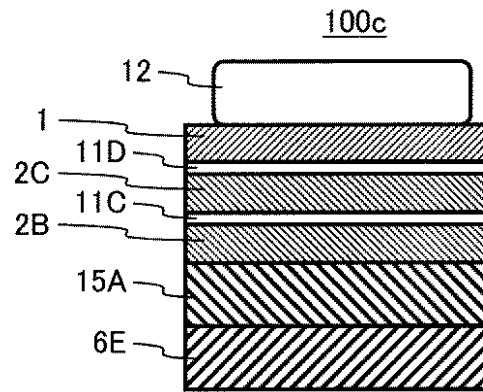
【図 4 B】

図 4B



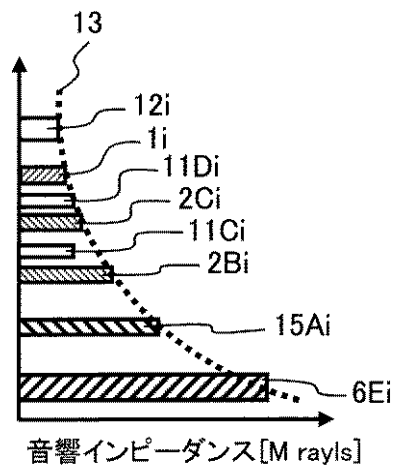
【図 5 A】

図 5A



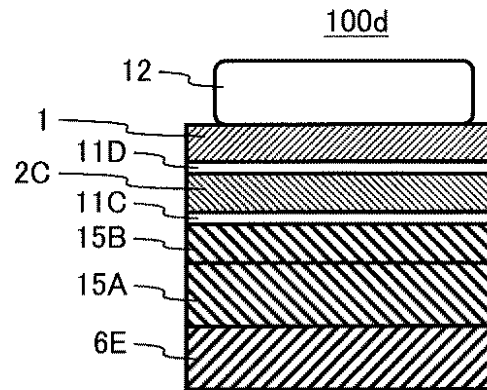
【図 5 B】

図 5B



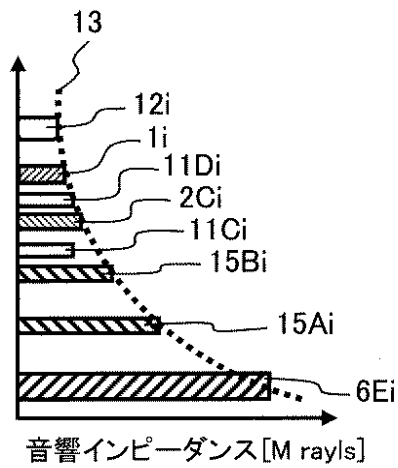
【図 6 A】

図 6A



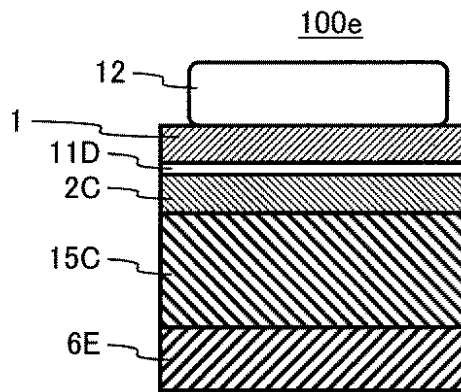
【図 6 B】

図 6B



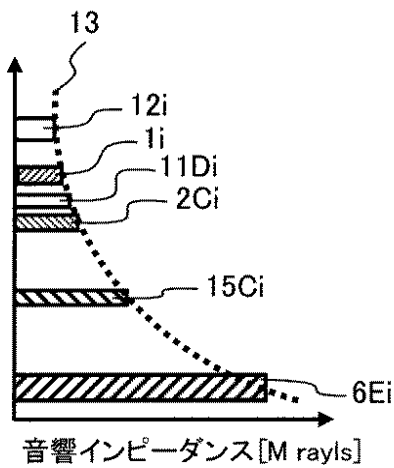
【図 7 A】

図 7A



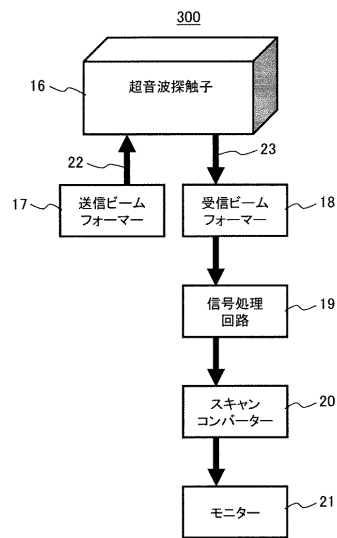
【図 7 B】

図 7B



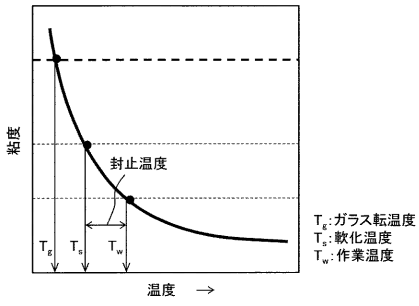
【図 8】

図 8



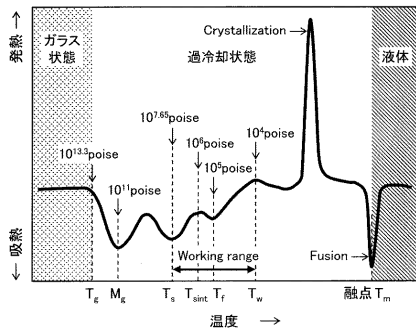
【 図 9 】

図 9



【 図 10 】

図 10



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2016/052308
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> H04R17/00(2006.01)i, A61B8/14(2006.01)i, H04R3/00(2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04R17/00, A61B8/14, H04R3/00  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 59-171295 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 27 September 1984 (27.09.1984), page 1, lower right column, lines 2 to 16 & EP 119855 A2 page 2, line 16 to page 3, line 5 & US 4523122 A1 & DE 3478357 D	1-11
A	JP 60-112399 A (NEC Corp.), 18 June 1985 (18.06.1985), page 2, lower right column, lines 6 to 18 (Family: none)	1-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 28 March 2016 (28.03.16)		Date of mailing of the international search report 05 April 2016 (05.04.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer  Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 6 / 0 5 2 3 0 8													
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04R17/00(2006.01)i, A61B8/14(2006.01)i, H04R3/00(2006.01)i															
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04R17/00, A61B8/14, H04R3/00															
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2016年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2016年	日本国実用新案登録公報	1996-2016年	日本国登録実用新案公報	1994-2016年				
日本国実用新案公報	1922-1996年														
日本国公開実用新案公報	1971-2016年														
日本国実用新案登録公報	1996-2016年														
日本国登録実用新案公報	1994-2016年														
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)															
C. 関連すると認められる文献															
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号													
A	JP 59-171295 A (松下電器産業株式会社) 1984.09.27, 第1頁右下欄第2行-第16行 & EP 119855 A2 page 2 line 16 - page 3 line 5 & US 4523122 A1 & DE 3478357 D	1-11													
A	JP 60-112399 A (日本電気株式会社) 1985.06.18, 第2頁右下欄第6行-第18行 (ファミリーなし)	1-11													
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。															
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>の日の後に公表された文献</td> </tr> <tr> <td>「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)</td> <td>「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td>「&amp;」同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</td> <td></td> </tr> </table>				* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献	「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献	「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	
* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献														
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの														
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの														
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの														
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献														
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願															
国際調査を完了した日 28.03.2016		国際調査報告の発送日 05.04.2016													
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 松田 直也 電話番号 03-3581-1101 内線 3591	5Z 4882												

## フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 41/187

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 青柳 拓也

日本国東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

(72)発明者 小野寺 大剛

日本国東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

Fターム(参考) 4C601 EE03 EE10 GB25 GB33

5D019 BB17 FF04 GG01 GG03

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	超声波探头和使用其的超声波诊断装置		
公开(公告)号	<a href="#">JPWO2016136365A1</a>	公开(公告)日	2017-12-07
申请号	JP2017501996	申请日	2016-01-27
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	三宅 竜也 渡边 徹 内藤 孝 青柳 拓也 小野寺 大剛		
发明人	三宅 竜也 渡边 徹 内藤 孝 青柳 拓也 小野寺 大剛		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/14 H01L41/113 H01L41/187		
CPC分类号	A61B8/14 A61B8/4281 A61B8/4444 A61B8/4488 A61B8/4494 B06B1/0622 G10K11/30 H04R3/00 H04R17/00		
FI分类号	H04R17/00.330.F H04R17/00.332.B H04R17/00.330.J A61B8/14 H01L41/113 H01L41/187		
F-TERM分类号	4C601/EE03 4C601/EE10 4C601/GB25 4C601/GB33 5D019/BB17 5D019/FF04 5D019/GG01 5D019/GG03		
优先权	2015037602 2015-02-27 JP		
其他公开文献	JP6295370B2		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

(EN) 一种超声波探头，以及一种使用该超声波探头的超声波诊断装置，在该超声波探头中，确保构成超声波探头的各层的足够的粘合强度并且使生物体与压电元件的声阻抗匹配。本发明的超声波探头(100a)具有依次层叠有背衬层，压电元件层(6E)，声匹配层(2A)和声透镜(1)的结构。在压电元件层(6E)与声匹配层(2A)之间设有含有钒玻璃的粘接剂层(14A)。

