

(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2016-25611

(P2016-25611A)

(43) 公開日 平成28年2月8日(2016.2.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4R 17/00 (2006.01)	HO4R 17/00 330J	2G047
A61B 8/00 (2006.01)	A61B 8/00	4C601
GO1N 29/24 (2006.01)	GO1N 29/24 502	5D019
	HO4R 17/00 332A	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2014-150609 (P2014-150609)
 (22) 出願日 平成26年7月24日 (2014.7.24)

(71) 出願人 000001270
 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 100105050
 弁理士 鷺田 公一
 (74) 代理人 100155620
 弁理士 木曾 孝
 (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) 2G047 AA12 AC13 EA11 EA16 GB02
 GB36
 4C601 EE10 EE14 GB03 GB47
 5D019 BB17 GG01 GG06

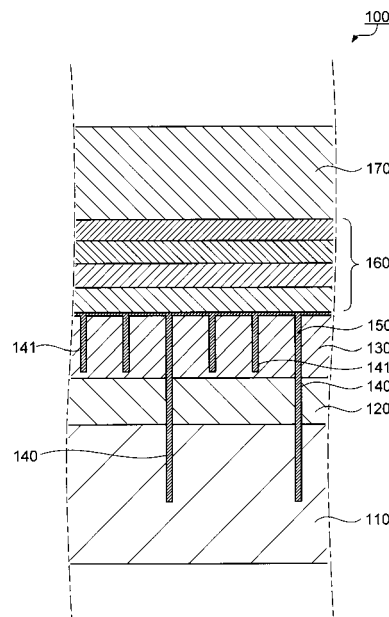
(54) 【発明の名称】 超音波振動子、超音波探触子および超音波撮像装置

(57) 【要約】

【課題】生産性が高く、かつ環境変化に対する安定性が高い超音波振動子、当該超音波振動子を有する超音波探触子および当該超音波探触子を有する超音波撮像装置、を提供する。

【解決手段】超音波振動子100は、圧電素子が構成されるように圧電材料層130を区画している溝140を有し、溝140内および圧電材料層130の表面に配置され、圧電材料層130に音響整合層160を接着させる充填材150を有する。充填材150は、エポキシ樹脂を含み、その体積弾性率は、2.5~4.0GPaである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電材料で構成された圧電材料層と、
 圧電素子が構成されるように前記圧電材料層を区画している溝と、
 前記圧電材料層および前記溝を覆う音響整合層と、
 前記溝内および前記圧電材料層の表面に配置され、前記圧電材料層に前記音響整合層を
 接着させる充填材と、を有し、
 前記充填材は、エポキシ樹脂を含み、
 前記充填材の体積弾性率は、 $2.5 \sim 4.0 \text{ GPa}$ である、超音波振動子。

【請求項 2】

前記充填材は、エポキシ樹脂に変性シリコンゴム粒子が分散されてなるエポキシ樹脂
 組成物である、請求項 1 に記載の超音波振動子。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の超音波振動子を有する超音波探触子。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の超音波探触子を有する超音波撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波振動子、超音波探触子および超音波撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波撮像装置は、超音波の送受信による被検体の内部構造の画像形成（撮像）が可能
 であり、例えば診断に使用されている。当該超音波撮像装置は、通常、超音波探触子を有
 し、当該超音波探触子は、超音波振動子を有する。当該超音波振動子は、例えば、チタン
 酸ジルコン酸鉛（PZT）などの圧電材料の層を溝で区画することにより構成される圧電
 素子と、当該圧電材料の層の表面および溝を一体的に覆う音響整合層と、当該溝に充填さ
 れているとともに当該圧電材料の層と当該音響整合層を接着させる充填材と、を有する。

【0003】

当該充填材には、例えば、圧電性有機高分子（例えば、特許文献 1 参照）、第 1 の方向
 の上記溝に充填されるエポキシ樹脂系充填材と第 2 の方向の上記溝に充填されるシリコン
 系充填材との組み合わせ（例えば、特許文献 2 参照）、および、中空粒子が分散された
 ウレタン樹脂組成物（例えば、特許文献 3 参照）、が知られている。

【0004】

このような充填材を上記溝へ充填することは、高い生産性で超音波振動子を製造する観
 点から好適な方法である。さらに、特許文献 1 および 3 の上記充填材は、いずれも、上記
 溝によって区画される、隣接する圧電素子間でのクロストークを低減するのに有効であり
 、特許文献 2 の上記充填材は、音響インピーダンスが比較的低い被検体に対する音響整合
 性を改善するのに有効である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2005 - 110792 号公報

【特許文献 2】特開平 10 - 117399 号公報

【特許文献 3】特開平 09 - 238399 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記充填材は、例えば、充填時における硬化収縮や、充填後に高湿環境下に置かれた場

10

20

30

40

50

合の湿潤による膨張などの体積変化を生じることがある。当該体積変化が生じると、上記圧電素子に対して正圧または負圧がかかり、圧電材料層に面内応力が発生し、上記圧電素子の変形、破損することがあり、その結果、所期の音響効果が得られないことがある。このように、前述の従来超音波振動子は、環境変化に対する安定性の観点から、検討の余地が残されている。

【0007】

本発明は、生産性が高く、かつ環境変化に対する安定性が高い超音波振動子を提供することを第1の課題とする。

また、本発明は、当該超音波振動子を有する超音波探触子を提供することを第2の課題とする。

さらに、本発明は、当該超音波探触子を有する超音波撮像装置を提供することを第3の課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る超音波振動子は、圧電材料で構成された圧電材料層と、圧電素子が構成されるように前記圧電材料層を区画している溝と、前記圧電材料層および前記溝を覆う音響整合層と、前記溝内および前記圧電材料層の表面に配置され、前記圧電材料層に前記音響整合層を接着させる充填材と、を有し、前記充填材は、エポキシ樹脂を含み、前記充填材の体積弾性率は、 $2.5 \sim 4.0 \text{ GPa}$ である。

【0009】

また、本発明に係る超音波探触子は、上記超音波振動子を有する。

【0010】

さらに、本発明に係る超音波撮像装置は、上記超音波探触子を有する。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、充填材の充填という生産性の高い方法によって、エポキシ樹脂による高い接着力と、湿潤などによる膨張が相殺される適度な弾性率とを有する充填材が、超音波振動子に含まれる。よって、生産性が高く、かつ環境変化に対する安定性が高い超音波振動子が提供される。

【0012】

また、上記超音波振動子を超音波探触子に搭載し、当該超音波探触子を超音波撮像装置に搭載することにより、環境変化に対する信頼性が高い超音波探触子または超音波撮像装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の一実施の形態に係る超音波振動子の構成を模式的に示すための図である。

【図2】図2Aは、本発明の一実施の形態に係る超音波撮像装置の構成を模式的に示す図であり、図2Bは、当該超音波撮像装置の電氣的な構成を示すブロック図である。

【図3】上記超音波撮像装置における超音波探触子の構成を模式的に示す図である。

【図4】上記超音波撮像装置における超音波探触子の送受信感度を測定するための装置の構成を模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の実施の形態を説明する。

【0015】

[超音波振動子]

本実施の形態に係る超音波振動子は、圧電材料で構成された圧電材料層と、圧電素子が構成されるように上記圧電材料層を区画している溝と、当該圧電材料層および当該溝を覆う音響整合層と、当該溝内および当該圧電材料層の表面に配置され、当該圧電材料層に当

10

20

30

40

50

該音響整合層を接着させる充填材と、を有する。本実施の形態に係る超音波振動子は、上記溝内および圧電材料層の表面に配置される充填材に、後述の充填材を用いる以外は、複数の圧電素子を音響整合層が一体的に覆う構造を有する従来の超音波振動子と同様に構成することが可能である。

【0016】

図1は、本実施の形態に係る超音波振動子の構成を模式的に示すための図である。超音波振動子100は、バッキング層110、フレキシブルプリント基板(FPC)120、圧電材料層130、溝140、141、充填材150、音響整合層160および音響レンズ170を有する。

【0017】

バッキング層110は、圧電材料層130に発生する不要な振動を減衰するなどの機能を有する。バッキング層110は、適当なバッキング材によって構成されており、その厚さは、超音波振動子100における中心周波数にもよるが、おおよそ0.5~1.0mmである。

【0018】

上記バッキング材の例には、熱可塑性樹脂、天然ゴム、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、樹脂複合材料、複合硬化材料、マコールガラスなどの無機材料、および、空隙を有する多孔質材料、が含まれる。

【0019】

上記熱可塑性樹脂の例には、塩化ビニル、ポリビニルブチラール、ABS樹脂、ポリウレタン、ポリビニルアルコール、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリアセタール、ポリエチレンテレフタレート、フッ素樹脂、ポリエチレングリコール、および、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、が含まれる。

【0020】

上記樹脂複合材料は、上記の樹脂などの高分子化合物に、酸化タンゲステン、酸化チタンまたはフェライトなどの粉末を混合し、例えばプレス成形によって成形された材料である。上記複合硬化材料は、上記樹脂複合材料の粉砕物を、上述した樹脂などの高分子化合物と混合し、硬化させた材料である。

【0021】

上記無機材料または上記多孔質材料は、例えば、音響インピーダンスを調整する目的で使用される。上記バッキング材は、上記樹脂複合材料が好ましく、中でもゴム系複合材料やエポキシ樹脂複合材料などがより好ましい。バッキング層110の形状は、圧電材料層130の平面形状や超音波振動子100、これを含む超音波探触子などの形状に応じて、適宜に決めることができる。

【0022】

FPC120は、圧電材料層130のための電極となる、後述の圧電素子に対応したパターンの配線を有する。FPC120は、上記の適当なパターンを有していれば、市販品であってもよい。

【0023】

圧電材料層130は、圧電材料で構成される層である。当該圧電材料の例には、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)、水晶、ニオブ酸リチウム(LiNbO₃)、ニオブ酸タンタル酸カリウム(K(Ta, Nb)O₃)、チタン酸バリウム(BaTiO₃)、タンタル酸リチウム(LiTaO₃)、チタン酸ストロンチウム(SrTiO₃)、Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O₃とPbTiO₃との固溶体(PZN-PT)、および、マグネシウムニオブ酸・チタン酸鉛固溶体(PMN-PT)、が含まれる。圧電材料層130の厚さは、超音波振動子100における中心周波数にもよるが、例えば、当該中心周波数が2~20MHzとすると、0.05~0.4mmである。

【0024】

溝140は、圧電材料層130の表面からバッキング層110に至る深さを有し、溝141は、圧電材料層130の表面から圧電材料層130内に至る深さを有している。溝1

10

20

30

40

50

40は、圧電素子の主素子を区画しており、溝141は、1主素子中に並列する三つの副素子を区画している。溝140、141は、いずれも、例えばダイシングソーによる溝切り加工によって形成されており、その幅は、例えば15～30μmである。

【0025】

なお、上記主素子におけるピッチ（溝140の中心間距離）は、例えば0.15～0.3mmであり、上記副素子におけるピッチ（隣り合う溝（溝141または溝140）の中心間距離）は、超音波振動子100における中心周波数にもよるが、例えば0.05～0.15mmである。

【0026】

充填材150は、硬化したエポキシ樹脂である。充填材150は、溝140および141に充填されている。また、充填材150は、圧電材料層130と音響整合層160との間にも介在しているが、図1ではその存在を強調しており、圧電材料層130と音響整合層160との間では、実際は両者を接着するための接着剤として機能する程度の厚さで存在している。

【0027】

充填材150は、エポキシ樹脂のみから構成されていてもよいし、エポキシ樹脂と他の樹脂などの添加剤とを含有していてもよい。上記エポキシ樹脂は、例えば、エポキシ樹脂のプレポリマーと、当該プレポリマー間に架橋ネットワークを形成するための硬化剤とを含有するプレポリマー組成物の硬化物として構成される。

【0028】

充填材150の体積弾性率は、2.5～4.0GPaである。当該体積弾性率が2.5GPaよりも低いと、圧電材料層130と音響整合層160との接着力が不十分となることがあり、4.0GPaよりも高いと、高温高湿環境などの過酷な環境との環境変化により、圧電材料層130に面内応力が発生し、圧電素子の変形、破損して圧電素子の所期の性能が発現しなくなることがある。

【0029】

上記体積弾性率Kは、ヤング率Eとポアソン比νより、下記式(1)で表される。ヤング率Eは、下記式(2)で表され、ポアソン比νは、下記式(3)で表される。下記式中、V₁は上記充填材における縦波音速を、V_sは上記充填材における横波音速を、ρは上記充填材の密度を、それぞれ示す。このように、体積弾性率Kは縦波音速V₁と横波音速V_sと密度ρとより求めることができる。

【0030】

【数1】

$$K=E/\{3(1-2\nu)\} \quad (1)$$

$$E=V_s^2 \rho \frac{3V_1^2-4V_s^2}{V_1^2-V_s^2} \quad (2)$$

$$\nu=\frac{1}{2} \cdot \frac{V_1^2-2V_s^2}{V_1^2-V_s^2} \quad (3)$$

【0031】

上記音速V₁、V_sは、どのような方法で求めても構わないが、例えば、超音波工業株式会社製のシングア라운드式音速測定装置UVM-2を使用して求めることができる。また、上記密度ρも、どのような方法で求めても構わないが、例えば、アルキメデス法を用いて求めることができる。

【0032】

また、上記体積弾性率は、上記プレポリマーおよび硬化剤の種類や、弾性樹脂粒子など

の添加剤の添加などによって調整することが可能である。

【0033】

上記プレポリマーの例には、フェノールノボラック樹脂、クレゾールノボラック樹脂、フェノールアラルキル（フェニレン、ピフェニレン骨格を含む）樹脂、ナフトールアラルキル樹脂、トリフェノールメタン樹脂、ジシクロペンタジエン型フェノール樹脂などのフェノール樹脂が含まれる。

【0034】

上記硬化剤の例には、エチレンジアミン、トリエチレンジアミン、ヘキサメチレンジアミン、2,4-ジアミノ-6-[2'-メチルイミダゾリル-(1')]エチル-s-トリアジンなどのトリアジン化合物、1,8-ジアザビシクロ[5,4,0]ウンデセン-7(DBU)、トリエチレンジアミン、ベンジルジメチルアミン、トリエタノールアミン、鎖状脂肪族ポリアミン、環状脂肪族ポリアミンおよび脂肪芳香族ポリアミンなどの脂肪族ポリアミン、メタフェニレンジアミン、ジアミノジフェニルメタンおよびジアミノジフェニルスルホンなどの芳香族アミン、および、アミンアダクトやケチミンなどの変性アミン、が含まれる。

10

【0035】

上記鎖状脂肪族ポリアミンの例には、ジエレントリアミン、トリエチレンテトラミン、テトラエチレンペンタミン、ジプロレンジアミンおよびジエチルアミノプロピルアミンが含まれる。

【0036】

上記環状脂肪族ポリアミンの例には、N-アミノエチルピペラジン、ラミロンC-260、Araldite HY-964、メンセンジアミン、イソフロロジアミン、Secure 211、Secure 212、ワンダミンHM、および1.3 BAC（いずれもスリーボンド社製）が含まれる。

20

【0037】

上記脂肪芳香族ポリアミンの例には、m-キシレンジアミン、ショーアミンX、アミンブラック、ショーアミンブラック、ショーアミンN、ショーアミン1001およびショーアミン1010（いずれもスリーボンド社製）が含まれる。

【0038】

上記弾性樹脂粒子は、充填材150の耐久性を高める観点から、その表面に反応性官能基を有することが好ましい。当該反応性官能基は、反応性官能基同士の反応性を有する基であってもよいし、エポキシ樹脂中の特定の分子構造に対する反応性を有する基であってもよい。当該弾性樹脂粒子の例には、変性シリコーンゴム粒子が含まれる。当該変性シリコーンゴム粒子の例には、シリコーンエラストマーの粒子と、当該粒子を覆う（例えばポリシロキサンなどの）シェルと、当該シェルの表面に配置されている反応性官能基とを有する粒子が含まれる。

30

【0039】

上記プレポリマー組成物における当該弾性樹脂粒子の含有量は、プレポリマーおよび硬化剤の種類や、エポキシ樹脂の所期の体積弾性率などに応じて適宜に決められ、例えば変性シリコーンゴム粒子であれば、プレポリマーおよび硬化剤の総量に対して8~35質量%であることが、充填剤150の体積弾性率を所期の値に調整する観点から好ましい。

40

【0040】

上記樹脂組成物は、上記プレポリマー、硬化剤および弾性樹脂粒子を含有する市販品であってもよい。当該市販品の例には、ALBIDUR EP2240AおよびALBIDUR EP5340（いずれもエポニク社製）が含まれる。

【0041】

音響整合層160は、前述の圧電材料層130と後述の音響レンズ170との音響特性を整合させるための層である。音響整合層160は、単層でも積層でもよいが、音響特性の調整の観点から、音響インピーダンスが異なる複数の層の積層体であることが好ましい。音響整合層160は、エポキシ樹脂を含有する樹脂組成物で構成することが可能である

50

。音響整合層 160 の音響インピーダンスは、例えば、当該樹脂組成物中に添加される添加剤の種類および含有量によって調整することが可能である。当該添加剤の例には、フェライトなどの無機微粒子、および、シリコン微粉末などの有機微粒子が含まれる。音響整合層 160 におけるエポキシ樹脂は、充填材 150 のエポキシ樹脂と同じであってもよいし、異なってもよい。

【0042】

音響レンズ 170 は、被検体、例えば生体、と当接可能で、当該被検体に適した音響特性を有する材料で構成されている。たとえば、音響レンズ 170 は、シリコンゴムで構成されている。シリコンゴムは、人体に比較的近い音響インピーダンスを有している。

【0043】

なお、パッキング層 110 と FPC 120、音響整合層 160 の各層、および音響整合層 160 と音響レンズ 170、は、それぞれ、当該技術分野で通常使用される接着剤（例えば、エポキシ系接着剤）で接着されている。また、FPC 120 と圧電材料層 130 は、導電性接着剤で接着されている。当該導電性接着剤は、例えば、銀粉、銅粉およびカーボンファイバーなどの導電性材料を含有する接着剤である。

【0044】

超音波振動子 100 では、電圧の印加により圧電材料層 130 の各副素子が振動して超音波を発生させる。発生した超音波は、音響整合層 160 および音響レンズ 170 を介して、音響レンズ 170 に接する被検体に出射される。一方、当該被検体から音響レンズ 170 に超音波が入射すると、入射した超音波は、音響レンズ 170、音響整合層 160 を介して圧電材料層 130 の副素子に到達する。圧電材料層 130 では、到達した超音波に応じた電気が副素子単位で発生し、当該超音波に応じた電気信号が主素子単位で FPC 120 から出力される。

【0045】

超音波振動子 100 は、保管、輸送時では、使用環境よりも過酷な環境下、例えば、高温環境（例えば 60 以上）下または高湿環境（例えば 80 RH% 程度）下、に置かれることがある。エポキシ系の接着剤は、耐久性、耐熱性、耐候性などに優れるので、材料を接着させている当該接着剤は、高温環境下または高湿環境下に置かれても、実質的な悪影響を受けない。

【0046】

充填材 150 は、圧電材料層 130 と音響整合層 160 との接着剤としてだけでなく、圧電素子を区画する溝 140、141 に充填されている。充填材 150 は、前述したように、エポキシ樹脂を含有するので、圧電材料層 130 と音響整合層 160 とを接着するための接着剤として、十分な接着力を発現する。

【0047】

また、充填材 150 は、2.5 ~ 4.0 GPa の体積弾性率を有する。よって、充填材 150 が膨張、膨潤するような高温環境下または高湿環境下に超音波振動子 100 が置かれても、当該膨張などによる充填材 150 の体積変化は、充填材 150 に吸収され、圧電材料層 130 における面内応力の発生が抑制される。よって、上記主素子、副素子を高密度に配置しても、上記の過酷な環境への環境変化に伴う上記面内応力による上記主素子、副素子への変形や損傷などが発生せず、超音波振動子 100 は、上記の環境変化に対する高い安定性を呈する。

【0048】

以上の説明から明らかなように、超音波振動子 100 は、圧電材料で構成された圧電材料層 130 と、圧電素子が構成されるように圧電材料層 130 を区画している溝 140、141 と、圧電材料層 130 および溝 140、141 を覆う音響整合層 160 と、溝 140、141 内および圧電材料層 130 の表面に配置され、圧電材料層 130 に音響整合層 160 を接着させる充填材 150 と、を有し、充填材 150 がエポキシ樹脂を含み、充填材 150 の体積弾性率が 2.5 ~ 4.0 GPa である。よって、超音波振動子 100 は、生産性が高く、かつ環境変化に対する安定性が高い。

10

20

30

40

50

【0049】

また、充填材150が、エポキシ樹脂に変性シリコンゴム粒子が分散されてなるエポキシ樹脂組成物であることは、充填材150の接着力と所期の体積弾性率とを容易に両立させる観点から、より一層効果的である。

【0050】

[超音波撮像装置および超音波探触子]

本実施の形態に係る超音波探触子は、前述した本実施の形態に係る超音波振動子を有する以外は、通常の超音波探触子と同様に構成することが可能である。また、本実施の形態に係る超音波撮像装置は、当該超音波探触子を有する以外は、通常の超音波撮像装置と同様に構成することが可能である。

10

【0051】

図2Aは、本実施の形態に係る超音波撮像装置の構成を模式的に示す図であり、図2Bは、当該超音波撮像装置の電氣的な構成を示すブロック図である。

【0052】

超音波撮像装置200は、図2Aに示されるように、装置本体201と、装置本体201にケーブル203を介して接続されている超音波探触子202と、装置本体201上に配置されている入力部204および表示部209と、を有する。

【0053】

装置本体201は、図2Bに示されるように、入力部204に接続されている制御部205と、制御部205およびケーブル203に接続されている送信部206および受信部207と、受信部207および制御部205のそれぞれと接続されている画像処理部208と、を有する。なお、制御部205および画像処理部208は、それぞれ表示部209と接続されている。

20

【0054】

入力部204は、例えば、診断開始などを指示するコマンドや被検体の個人情報などのデータを入力するための装置であり、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などである。

【0055】

制御部205は、例えば、マイクロプロセッサ、記憶素子およびその周辺回路などを備えて構成され、超音波探触子202、入力部204、送信部206、受信部207、画像処理部208および表示部209を、それぞれの機能に応じて制御することによって超音波診断装置200の全体の制御を行う回路である。

30

【0056】

送信部206は、例えば、制御部205からの信号を超音波探触子202に送信する。受信部207は、例えば、超音波探触子202からの信号を受信して制御部205または画像処理部208へ出力する。

【0057】

画像処理部208は、例えば、制御部205の制御に従い、受信部207で受信した信号に基づいて被検体内の内部状態を表す画像(超音波画像)を形成する回路である。たとえば、画像処理部208は、被検体の超音波画像を生成するDSP(Digital Signal Processor)、および、当該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(DAC回路)などを有している。

40

【0058】

表示部209は、例えば、制御部205の制御に従って、画像処理部208で生成された被検体の超音波画像を表示するための装置である。表示部209は、例えば、CRTディスプレイ、LCD(液晶ディスプレイ)、有機ELディスプレイおよびプラズマディスプレイなどの表示装置や、プリンタなどの印刷装置などである。

【0059】

図3は、超音波撮像装置200における超音波探触子202の構成を模式的に示す図で

50

ある。超音波探触子202は、図3に示されるように、超音波振動子100と、超音波振動子100を收容するホルダ210とを有する。ホルダ210は、超音波探触子202の表面に音響レンズ170が露出するように、超音波振動子100を保持している。超音波振動子100のFPC120は、ケーブル203の先端に配置されたコネクタ211に接続されている。なお、図3中、超音波振動子100の構成の一部は、省略されている。

【0060】

たとえば、超音波撮像装置200では、制御部205が入力部204からの信号を受信し、生体などの被検体に対して超音波（第1超音波信号）を送信させる信号を送信部206に出力するとともに、当該第1超音波信号に基づく被検体内から来た超音波（第2超音波信号）に応じた電気信号を受信部207に受信させる。受信部207で受信した電気信号は、画像処理部208に送られて当該電気信号に応じた画像信号に処理される。当該画像信号は、表示部209に送られて、当該画像信号に応じた画像が表示部209に表示される。表示部209は、また、入力部204から入力された、制御部205を介して送られる情報に基づき、当該情報に応じた画像および操作（文字の表示、表示された画像の移動や拡大など）も表示する。

10

【0061】

超音波探触子202の超音波振動子には、超音波振動子100が使用されている。よって、例えば、超音波振動子100の輸送、保管時に過酷な環境に置かれても、超音波振動子100は、上記のような環境変化に対して高い安定性を有することから、このような超音波振動子100を有する超音波探触子202および超音波撮像装置200は、環境変化に対して高い信頼性を有する。

20

【0062】

超音波撮像装置200は、医療用の超音波診断装置に適用される。超音波撮像装置200は、この他にも、魚群探知機（ソナー）や非破壊検査用の探傷機などの、超音波による探査結果を画像や数値などで表示する装置に適用され得る。

【実施例】

【0063】

[超音波振動子1の作製]

パターンニングされたフレキシブルプリント基板（FPC）、バッキング層および固定板を上からこの順に接着剤で接着して積層し、FPCの表面に、両面に電極が形成された4.6mm×42.5mmの、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）で構成された圧電材料層を接着した。そして、圧電材料層からバッキング層に至る溝を形成し、圧電素子の主素子を作製した。また、当該主素子において、積層方向における一部を残して圧電材料層を切断する平行な二本の溝を形成し、一つの主素子に、三つの並列する副素子を作製した。

30

【0064】

次いで、音響整合層を用意した。当該音響整合層は、まず、第1から第4の層状の音響整合材を上からのこの順で積層し、2.94MPaの加圧条件下においてエポキシ接着剤で加熱硬化により接着し、4.6mm×42.5mmの大きさに成型することにより作製した。第1から第4の音響整合材は、いずれも、エポキシ樹脂とフェライトまたはシリコーン微粉末との混練物の硬化物で構成されている。第1の音響整合材における音響インピーダンスは2.0MRayls（ $\times 10^6 \text{ kg} / (\text{m}^2 \text{ 秒})$ ）であり、厚みは40 μm である。第2の音響整合材における音響インピーダンスは4.0MRaylsであり、厚みは40 μm である。第3の音響整合材における音響インピーダンスは6.0MRaylsであり、厚みは50 μm である。第4の音響整合材における音響インピーダンスは11.0MRaylsであり、厚みは60 μm である。

40

【0065】

次いで、上記圧電材料層の表面に、圧電材料層の溝にも充填されるように充填材1を塗布した。充填材1は、信越化学工業株式会社製のシリコーン系主剤「KE-1604」（以下、「主剤1」とする）と、信越化学工業株式会社製のアミン系硬化剤「CAT1604」（以下、「硬化剤1」とする）との混合物である。充填材1における主剤と硬化剤と

50

の質量含有比（主剤：硬化剤）は、90：10である。

【0066】

なお、平面形状の大きさが20mm×20mmで、厚さがそれぞれ1mm、2mmおよび3mmの充填材1の試験片をそれぞれ作製し、これらの試験片における音の通過時間の差から上記縦波音速 V_1 および横波音速 V_s を求め、当該試験片を用いたアルキメデス法から上記密度を求め、前述の式(1)～(3)から、充填材1の体積弾性率 K を求めたところ、充填材1の体積弾性率 K は、0.5GPaであった。

【0067】

次いで、上記圧電材料層と上記音響整合層における第4の音響整合材とを合わせ、この状態で充填材1を硬化させ、圧電材料層および音響整合層を充填材1によって接着した。

10

【0068】

次いで、上記音響整合層における第1の音響整合材の表面に、ポリバラキシリレンによる3 μ m程度の絶縁層を作製し、次いで、当該絶縁層の表面に音響レンズを接着した。こうして、超音波振動子1を作製した。

【0069】

[超音波振動子2～5の作製]

充填材1に代えて充填材2を用いる以外は超音波振動子1と同様にして、超音波振動子2を作製した。充填材2は、株式会社テスク製のエポキシ系主剤「C1163A」（以下、「主剤2」とする）と、株式会社テスク製のアミン系硬化剤「C1163B」（以下、「硬化剤2」とする）との混合物である。充填材2における主剤と硬化剤との質量含有比（主剤：硬化剤）は、66：34であり、充填材2の K は、4.6GPaであった。

20

【0070】

充填材1に代えて充填材3を用いる以外は超音波振動子1と同様にして、超音波振動子3を作製した。充填材3は、三井化学株式会社製のエポキシ系主剤「EH-455NF」（以下、「主剤3」とする）と、三井化学株式会社製のアミン系硬化剤「EH-455NF硬化剤」（以下、「硬化剤3」とする）との混合物である。充填材3における主剤と硬化剤との質量含有比（主剤：硬化剤）は、81：19であり、充填材3の K は、5.5GPaであった。

【0071】

充填材1に代えて充填材4を用いる以外は超音波振動子1と同様にして、超音波振動子4を作製した。充填材4は、エポニック社製のエポキシ系主剤「EP2240」（以下、「主剤4」とする）と、三菱化学株式会社製のアミン系硬化剤「ST12」（以下、「硬化剤4」とする）との混合物である。充填材4における主剤と硬化剤との質量含有比（主剤：硬化剤）は、75：25であり、充填材4の K は、2.8GPaであった。

30

【0072】

充填材1に代えて充填材5を用いる以外は超音波振動子1と同様にして、超音波振動子5を作製した。充填材5は、主剤と硬化剤との混合物であり、当該主剤は、主剤2と主剤4との混合物であり、当該硬化剤は、硬化剤2と硬化剤4との混合物である。充填材5における主剤と硬化剤との質量含有比（主剤2：主剤4：硬化剤2：硬化剤4）は、33：37：17：13であり、充填材5の K は、3.5GPaであった。

40

【0073】

[超音波探触子1～5の作製]

超音波振動子1を、音響レンズを露出するようにケースに収納し、FPCにコネクタを接続した。こうして、超音波探触子1を作製した。

【0074】

超音波振動子1に代えて超音波振動子2～5のそれぞれを用いた以外は超音波探触子1と同様にして、超音波探触子2～5をそれぞれ作製した。

【0075】

[評価]

(1)接着力

50

超音波探触子 1 ~ 5 のそれぞれにおける充填材 1 ~ 5 の接着力を、90°ピール試験により求めた。当該試験にはテストピースを用い、当該テストピースは、スライドガラスに上記の各充填材を塗布し、その上に引っ張るための基材を積層し、一定の加圧条件下で各充填材の硬化条件にて硬化させて用意した。90°ピール試験には、90度剥離試験機 ZP - 20N (株式会社イマダ製) を用いた。引っ張り速度は 20 mm / min とし、接着強度 (接着力) は、測定結果のうち、強度プロファイルが安定した部分の平均値として求め、得られた接着力を下記の基準により評価した。接着力が G であれば実用上問題ない。

G : 接着色が 200 gf (1.96 N) / 10 mm 以上

NG : 接着色が 200 gf / 10 mm 未満

【0076】

10

(2) 送受信感度

超音波探触子 1 ~ 5 のそれぞれを用いて、図 4 に示されるような測定装置を構成した。この測定装置は、図 4 に示されるように、SUS 製の反射板 (RE) がその底に配置されている水槽と、当該水槽の水面近傍に配置された超音波探触子 (UP) と、当該超音波探触子に電氣的に接続されたパルサーレーザー (PR) と、当該パルサーレーザーに電氣的に接続されたオシロスコープ (OS) とからなる。当該パルサーレーザーは、例えば、オリンパス株式会社製超音波パルサーレーザー「MODEL 5900PR」であり、当該オシロスコープは、例えば、株式会社 TFF 製オシロスコープ「TDS 5032」である。

【0077】

20

まず、構成で接続し、超音波探触子 1 ~ 5 のそれぞれ (UP) の、水中に浸漬させたプローブヘッド部から SUS 製の反射板 (RE) に向かって超音波を送信し、反射波を受信することによって、超音波探触子 1 ~ 5 のそれぞれの初期の送受信感度 S_i を求めた。次いで、超音波探触子 1 ~ 5 のそれぞれを、65%、95% RH 環境に 168 時間放置した。そして、常温まで放冷後、超音波探触子 1 ~ 5 のそれぞれを上記測定装置に搭載し、超音波探触子 1 ~ 5 のそれぞれの放置後の送受信感度 S_f を、上記 S_i と同様の方法により求めた。そして、 S_f から S_i を引いた差 S を求めた。 S の絶対値が 2.5 以下であれば実用上問題ない。

【0078】

30

(3) 容量

超音波探触子 1 ~ 5 のそれぞれの初期の 1ch (主素子) ごとの素子の静電容量 S_{ci} を、First Call 2000 (Sonora Medical Systems 社製) を用いて求めた。次いで、超音波探触子 1 ~ 5 のそれぞれを、65%、95% RH 環境に 168 時間放置した。そして、常温まで放冷後、超音波探触子 1 ~ 5 のそれぞれの放置後の静電容量 S_{cf} を、上記 S_{ci} と同様の方法により求めた。そして、 S_{cf} から S_{ci} を引いた差 S_c を求め、 S_{ci} に対する S_c の割合 $S_{cr} (\%)$ を下記式から求めた。 S_c の絶対値が 10 未満であれば実用上問題ない。

$$S_{cr} = (S_c / S_{ci}) \times 100$$

【0079】

40

超音波振動子の充填材の組成および弾性体積率、および上記の評価の結果を表 1 に示す。

【0080】

【表 1】

表1

超音波 探触子 No.	超音波振動子							評価			備考
	No.	主剤		硬化剤		K [GPa]	接着力	環境試験		総合判定	
		No.	含有量 (質量部)	No.	含有量 (質量部)			送受信 感度 [dB]	容量 [%]		
1	1	90	1	10	0.5	NG	-2.2	+2.5	NG	比較例	
2	2	66	2	34	4.6	G	-8.0	+10	NG	比較例	
3	3	81	3	19	5.5	G	-1.6	+10	NG	比較例	
4	4	75	4	25	2.8	G	-1.0	±0	G	実施例	
5	2	33	2	17	3.5	G	-2.1	+5	G	G	
	4	37	4	13							

10

20

30

40

表 1 より明らかなように、超音波探触子 4、5 では、いずれも、充填材 4、5 が十分な接着力を有し、また前述の試験環境前後において、送受信感度および容量の変化が抑制されており、超音波探触子 4、5 はいずれも高温高湿環境への環境変化に対する高い信頼性を有していることが分かる。これは、超音波探触子 4、5 のいずれの充填材 4、5 も、エポキシ樹脂を含有しているため、十分な接着力を発現するとともに、充填材 4、5 がそれぞれ適切な体積弾性率を有するため、圧電材料層の面内応力の発生が抑制され、その結果、圧電素子の上記環境変化による変形、破損が防止されるため、と考えられる。

【0082】

特に、超音波探触子 4 では、送受信感度および容量のいずれの値（差）もが、超音波探触子 5 のそれに比べて小さく、上記試験環境への環境変化に対する信頼性がより高いことが分かる。これは、充填材 4 の体積弾性率が、充填材 4 の接着力を十分に発現可能な範囲内にあり、かつより小さいため、上記面内応力の発生がより一層抑制されるため、と考えられる。

10

【0083】

一方、超音波探触子 1 では、充填材 1 の接着力が不十分であった。これは、充填材 1 の主剤がシリコン系の主剤であり、音響整合層に対する親和性を欠き、その結果、接着力が低下したため、と考えられる。

【0084】

また、超音波探触子 2、3 では、いずれも容量変動の点が不十分であった。これは、充填材 2、3 の硬化収縮と体積弾性率が高すぎ、圧電材料層に面内応力が発生したため、と考えられる。また、超音波探触子 2 は、感度変動の点で不十分であったが、これは、充填材 2 が高温高湿環境で硬化時の収縮を上回る程湿潤により膨張し、その結果、振動を束縛する面内応力が圧電材料層に発生したためと考えられる。一方、超音波探触子 3 では、超音波探触子 2 よりも充填材の体積弾性率がさらに高い。このため、超音波振動子 3 では、超音波振動子 2 に比べて、高温高湿環境での充填材の湿潤膨張が上記面内応力による圧電材料層の束縛をより抑制するように作用したため、すなわち、超音波振動子 3 の充填材における硬化収縮による上記面内応力が、超音波振動子 2 の充填材におけるそれよりも緩和されたため、感度変動が十分に小さくなっている、と考えられる。

20

【産業上の利用可能性】

【0085】

本発明によれば、高温高湿環境下に放置されても、高い信頼性を維持する超音波探触子が得られる。したがって、本発明によれば、超音波振動子、超音波探触子、超音波撮像装置の輸送、保管に係る過酷な環境変化に対しても、高い信頼性を有する超音波撮像装置が提供され、超音波撮像装置の利用のさらなる普及が期待される。

30

【符号の説明】

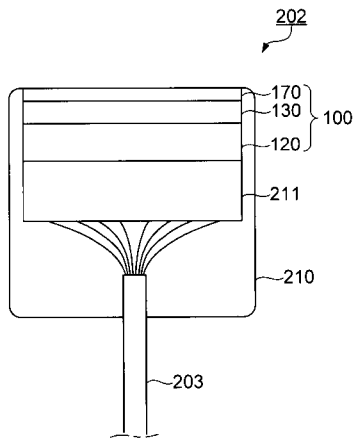
【0086】

- 100 超音波振動子
- 110 バッキング層
- 120 フレキシブルプリント基板（FPC）
- 130 圧電材料層
- 140、141 溝
- 150 充填材
- 160 音響整合層
- 170 音響レンズ
- 200 超音波撮像装置
- 201 装置本体
- 202 超音波探触子
- 203 ケーブル
- 204 入力部
- 205 制御部

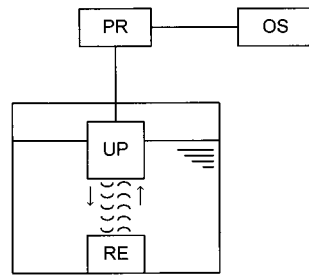
40

50

【 図 3 】



【 図 4 】



专利名称(译)	超声波换能器，超声波探头和超声波成像装置		
公开(公告)号	JP2016025611A	公开(公告)日	2016-02-08
申请号	JP2014150609	申请日	2014-07-24
[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	西久保雄一		
发明人	西久保 雄一		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00 G01N29/24		
FI分类号	H04R17/00.330.J A61B8/00 G01N29/24.502 H04R17/00.332.A G01N29/06 G01N29/24		
F-TERM分类号	2G047/AA12 2G047/AC13 2G047/EA11 2G047/EA16 2G047/GB02 2G047/GB36 4C601/EE10 4C601/EE14 4C601/GB03 4C601/GB47 5D019/BB17 5D019/GG01 5D019/GG06		
代理人(译)	木曾隆		
其他公开文献	JP6264220B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：为了提供一种具有高生产率和对环境变化的高稳定性的超声换能器，具有该超声换能器的超声探头以及具有该超声探头的超声成像设备。 。 超声换能器（100）具有将压电材料层（130）分开的凹槽（140），从而形成压电元件，并且超声换能器（100）布置在凹槽（140）中和压电材料层（130）的表面上。 它具有将声匹配层160粘附到层130上的填充物150。 填料150包含环氧树脂并且具有2.5至4.0GPa的体积模量。 [选型图]图1

(21) 出願番号	特願2014-150609 (P2014-150609)	(71) 出願人	000001270 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
(22) 出願日	平成26年7月24日 (2014. 7. 24)	(74) 代理人	100105050 弁理士 鷲田 公一
		(74) 代理人	100155620 弁理士 木曾 幸
		(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)	2G047 AA12 AC13 EA11 EA16 GB02 GB36 4C601 EE10 EE14 GB03 GB47 5D019 BB17 GG01 GG06