

(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2009-71393

(P2009-71393A)

(43) 公開日 平成21年4月2日(2009.4.2)

(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 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2007-234851 (P2007-234851)
 (22) 出願日 平成19年9月11日 (2007.9.11)

(71) 出願人 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 100110777
 弁理士 宇都宮 正明
 (74) 代理人 100100413
 弁理士 渡部 温
 (72) 発明者 祐谷 重徳
 神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地
 富士フイルム株式会社内
 Fターム(参考) 4C601 BB02 BB06 BB22 EE10 GB04
 GB06 GB25 GB26 GB28
 5D019 AA22 BB02 FF04 GG01

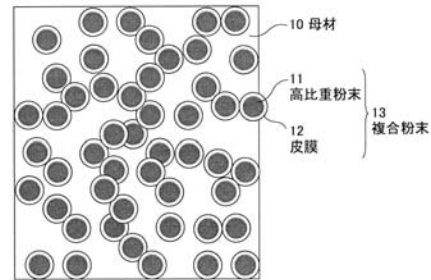
(54) 【発明の名称】 超音波探触子、超音波探触子用音響整合材及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】母材となるエラストマー又は樹脂の架橋硬化反応を不安定にすることなく、所望の音響インピーダンスを再現性良く安定的に実現することができる音響整合材を提供する。

【解決手段】この音響整合材は、超音波探触子において超音波を送信及び/又は受信するための少なくとも1つの振動子の前面に設けられる音響整合材であって、エラストマー又は樹脂を含む母材と、母材中に分散充填された複合粉末とを具備し、複合粉末が、母材よりも大きい音響インピーダンスを有する材料の粉末と、粉末の表面を被覆する皮膜とを含み、皮膜が、炭素(C)、窒素(N)、リン(P)を除く第13族~第15族の元素の酸化物を含む。

【選択図】図3A



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波探触子において超音波を送信及び / 又は受信するための少なくとも 1 つの振動子の前面に設けられる音響整合材であって、

エラストマー又は樹脂を含む母材と、

前記母材中に分散充填された複合粉末であって、前記母材よりも大きい音響インピーダンスを有する材料の粉末と、前記粉末の表面を被覆する皮膜とを含み、前記皮膜が、炭素 (C)、窒素 (N)、リン (P) を除く第 13 族 ~ 第 15 族の元素の酸化物を含む、前記複合粉末と、

を具備する音響整合材。

10

【請求項 2】

前記粉末が、遷移金属元素を含む無機材料である、請求項 1 記載の音響整合材。

【請求項 3】

前記皮膜が、酸化ケイ素 (SiO_2) 又は酸化アルミニウム (Al_2O_3) を含む、請求項 1 又は 2 記載の音響整合材。

【請求項 4】

前記音響整合材中における前記複合粉末の体積分率が略 50% ~ 70% である、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項記載の音響整合材。

【請求項 5】

パッキング材と、

前記パッキング材の主面上に形成された少なくとも 1 つの振動子と、

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項記載の音響整合材と、

を具備する超音波探触子。

20

【請求項 6】

超音波探触子において超音波を送信及び / 又は受信するための少なくとも 1 つの振動子の前面に設けられる音響整合材を製造する方法であって、

エラストマー又は樹脂を含む母材を用意する工程と、

無水アルコール中に、炭素 (C)、窒素 (N)、リン (P) を除く第 13 族 ~ 第 15 族の元素のアルコキシド、及び、前記母材よりも大きい音響インピーダンスを有する材料の粉末を添加して攪拌することにより混合液を作製する工程と、

30

アルコール及び水を前記混合液中に添加して前記混合液中のアルコキシドを加水分解し、前記混合液を加熱してアルコール及び水を蒸発させることにより、前記粉末の表面に、炭素 (C)、窒素 (N)、リン (P) を除く第 13 族 ~ 第 15 族の元素の酸化物を含む皮膜を形成して複合粉末を作製する工程と、

前記母材中に前記複合粉末を分散充填すると共に、前記母材を硬化剤によって硬化させる工程と、

を具備する音響整合材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明は、超音波診断装置において超音波を送受信するために用いられる超音波探触子に関し、さらに、超音波探触子において音響インピーダンスを整合するために用いられる音響整合材及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、超音波探触子を用いて、人体や構造物等の被検体に超音波を送信し、被検体から反射される超音波エコーを受信することにより、超音波の検出信号に基づいて画像を表示する。これにより、体内の臓器や血管の検査や、構造物内部の非破壊検査が行われる。

【0003】

50

超音波探触子においては、超音波を送信及び／又は受信するための超音波トランスデューサとして、一般的に、P Z T（チタン酸ジルコン酸鉛：Pb(lead) zirconate titanate）に代表される圧電セラミックや、P V D F（ポリフッ化ビニリデン：polyvinyliden difluoride）に代表される高分子圧電材料等の圧電体の両端に電極を形成した振動子（圧電振動子）が用いられている。

【 0 0 0 4 】

そのような振動子の電極に電圧を印加すると、圧電効果により圧電体が伸縮して弾性波が発生する。さらに、複数の振動子を1次元又は2次元状に配列し、所定の遅延を与えた複数の駆動信号によって駆動することにより、超音波ビームを所望の方向に向けて形成することができる。一方、振動子は、伝播する超音波を受信することによって伸縮し、電気信号を発生する。この電気信号は、超音波の検出信号として用いられる。

10

【 0 0 0 5 】

超音波診断装置は、被検体に超音波を送信し、被検体から反射される超音波エコーを受信して、その検出信号に基づいて画像を表示することにより、体内の臓器や血管の検査を行っている。しかしながら、振動子の音響インピーダンスと被検体（人体等）の音響インピーダンスとの間には大きな差があり、そのような音響インピーダンスの差がある境界面においては、超音波の反射が生じて伝播損失となってしまう。

【 0 0 0 6 】

音響インピーダンスとは、式（1）又は式（2）で表されるように物質固有の定数であり、その単位としては、一般に、M R a y l（メガ・レイル）が用いられ、1 M R a y l = 1 × 1 0 ⁶ k g ・ m ⁻² ・ s ⁻¹ である。

20

$$Z = \rho \cdot v \quad \dots (1)$$

$$Z = (\rho \cdot K)^{1/2} \quad \dots (2)$$

ここで、 ρ は音響媒質の密度を表しており、 v は音響媒質中の音速を表しており、 K は音響媒質の体積弾性率を表している。

【 0 0 0 7 】

振動子の音響インピーダンスを Z_1 とし、振動子に隣接する媒質の音響インピーダンスを Z_2 とすると、振動子と媒質との界面における超音波の垂直反射率は、次式（3）で与えられる。

$$I_R / I_0 = |Z_2 - Z_1| / (Z_2 + Z_1) \quad \dots (3)$$

30

ここで、 I_0 は、界面に入射する超音波の音圧を表し、 I_R は、界面によって反射される超音波の音圧を表している。

【 0 0 0 8 】

また、振動子と媒質との界面における超音波の垂直透過率は、次式（4）で与えられる。

$$I_T / I_0 = 2 \cdot Z_2 / (Z_2 + Z_1) \quad \dots (4)$$

ここで、 I_T は、界面を透過する超音波の音圧を表している。

【 0 0 0 9 】

圧電振動子を人体に直接接触させると、それらの音響インピーダンスの差により、ほとんどの超音波は接触界面で反射してしまう。例えば、圧電セラミックを振動子として用いる場合には、一般的な圧電セラミックの音響インピーダンスは約 3 4 M R a y l であり、人体の音響インピーダンスは約 1 . 5 M R a y l であるから、圧電振動子と人体との接触界面における超音波の垂直反射率は約 0 . 9 2 となり、超音波は1割も伝播しないことが分る。

40

【 0 0 1 0 】

この問題を解決するために、振動子と被検体との間に音響整合層を挿入して、音響インピーダンスの整合を図ることが行われている。さらに、音響整合層を多層構造とすることにより、超音波の伝播効率が改善される。伝送線路理論によれば、2層の音響整合層を設ける場合には、各層の厚さを超音波の波長の 1 / 4 とし、振動子側の層の音響インピーダンスを 8 . 9 2 M R a y l とし、被検体側の層の音響インピーダンスを 2 . 3 4 M R a

50

y 1 とすることが良いとされている（超音波便覧編集委員会、「超音波便覧」、丸善、1999年9月）。

【0011】

音響整合層の材料（音響整合材）としては、ゴム等のエラストマー（弾性高分子化合物）、又は、エポキシ樹脂等の樹脂が用いられるが、ゴムやエポキシ樹脂等の単体では密度及び体積弾性率が小さいので、音響インピーダンスが2 M R a y 1 前後と小さくなってしまふ。そこで、高比重の無機材料の粉末をエラストマー又は樹脂に分散させて複合化することにより、音響インピーダンスを高くすることが行われている。

【0012】

高比重の無機材料としては、タングステン（W；密度19,200kg/m³）、タンタル（Ta；密度16,700kg/m³）、金（Au；密度19,300kg/m³）、白金（Pt；密度21,100kg/m³）、イリジウム（Ir；密度22,700kg/m³）、タングステンカーバイド（WC；密度15,600kg/m³）、タンタルカーバイド（TaC；密度14,500kg/m³）、タングステンシリサイド（WSi₂）等が用いられる。

【0013】

しかしながら、これらの材料は遷移金属であるか、又は、遷移金属の化合物であるので、遷移金属元素の触媒効果によって、エラストマー又は樹脂の架橋硬化反応が粉末の表面において局所的に進行し、粉末の分散不良や空隙の発生が生じて、均一な音響特性を有するパッキング材を得ることが困難である。

【0014】

また、エラストマー又は樹脂の密度と高比重の無機材料の密度とは2倍以上異なっており、エラストマー又は樹脂の硬化前に粉末を均質に混合しておいたとしても、エラストマー又は樹脂の硬化過程において粉末が沈降して、複合材中の粉末充填密度がばらついてしまう。

【0015】

関連する技術として、特許文献1には、伝播ロスの低減による高感度化、及び、作製が容易で工数の低減等による低コスト化が可能な音響整合層を有する超音波探触子が開示されている。この超音波探触子は、樹脂を含む第1の音響整合層と、樹脂に金属粉又はその酸化物粉を混入させた第2の音響整合層とを、一体的に形成したものをを用いることを特徴とする。第1及び第2の音響整合層は、沈殿法若しくは遠心分離法によって分離される。

【0016】

しかしながら、金属粉又はその酸化物粉（以下、「粉末」という）の沈降は、樹脂と粉末との密度差だけでなく、粉末の直径、形状、及び、表面状態によっても異なるので、第1及び第2の音響整合層を安定的に分離して所望の音響インピーダンスを実現することは困難である。また、第2の音響整合層において遷移金属又はその化合物を用いる場合には、遷移金属元素の触媒効果によって樹脂の架橋硬化反応が不安定となってしまう。

【特許文献1】特開平11-113908号公報（第1、3頁、図1）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

そこで、上記の点に鑑み、本発明は、母材となるエラストマー又は樹脂の架橋硬化反応を不安定にすることなく、所望の音響インピーダンスを再現性良く安定的に実現することができる音響整合材を提供することを目的とする。さらに、本発明は、そのような音響整合材を用いた超音波探触子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0018】

上記課題を解決するため、本発明の1つの観点に係る音響整合材は、超音波探触子において超音波を送信及び/又は受信するための少なくとも1つの振動子の前面に設けられる音響整合材であって、エラストマー又は樹脂を含む母材と、母材中に分散充填された複合

10

20

30

40

50

粉末とを具備し、複合粉末が、母材よりも大きい音響インピーダンスを有する材料の粉末と、粉末の表面を被覆する皮膜とを含み、皮膜が、炭素（C）、窒素（N）、リン（P）を除く第13族～第15族の元素の酸化物を含む。

また、本発明の1つの観点に係る超音波探触子は、パッキング材と、該パッキング材の主面上に形成された少なくとも1つの振動子と、本発明に係る音響整合材とを具備する。

【0019】

さらに、本発明の1つの観点に係る音響整合材の製造方法は、超音波探触子において超音波を送信及び/又は受信するための少なくとも1つの振動子の前面に設けられる音響整合材を製造する方法であって、エラストマー又は樹脂を含む母材を用意する工程と、炭素（C）、窒素（N）、リン（P）を除く第13族～第15族の元素のアルコキシドを無水アルコール中に溶解させて溶液を作製する工程と、母材よりも大きい音響インピーダンスを有する材料の粉末を溶液中に添加して攪拌することにより混合液を作製する工程と、アルコール及び水を混合液中に添加して混合液中のアルコキシドを加水分解し、混合液を加熱してアルコール及び水を蒸発させることにより、粉末の表面に、炭素（C）、窒素（N）、リン（P）を除く第13族～第15族の元素の酸化物を含む皮膜を形成して複合粉末を作製する工程と、母材中に複合粉末を分散充填すると共に、母材を硬化剤によって硬化させる工程とを具備する。

10

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、母材よりも大きい音響インピーダンスを有する材料の粉末の表面を酸化物の皮膜で被覆した複合粉末を母材中に分散充填することにより、母材となるエラストマー又は樹脂の架橋硬化反応を不安定にすることなく、所望の音響インピーダンスを再現性良く安定的に実現することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳しく説明する。なお、同一の構成要素には同一の参照番号を付して、説明を省略する。

図1は、本発明の一実施形態に係る超音波探触子の内部構造を模式的に示す斜視図であり、図2は、図1に示す超音波探触子の内部構造をYZ平面に平行な面で切断したときの断面図である。ここでは、超音波内視鏡において用いられるコンベックス1次元アレイプローブを例にとって説明するが、本発明は、単体の振動子を有するプローブ、又は、他の形式の1次元又は2次元アレイプローブにも適用することができる。

30

【0022】

図1及び図2に示すように、この超音波探触子は、上面に凸型の形状を有するパッキング材1と、パッキング材1上に1次元状に配置された複数の超音波トランスデューサ（圧電振動子）2と、それらの圧電振動子2間に充填された樹脂3と、圧電振動子2上に設けられた1つ又は複数の音響整合層（図1及び図2においては、2つの音響整合層4a及び4bを示す）と、必要に応じて音響整合層上に設けられる音響レンズ5と、パッキング材1の両側面及び底面に固定された2枚のフレキシブル配線基板（FPC）6と、パッキング材1、圧電振動子2、音響整合層4a及び4bの側面にFPC6を介して形成された絶縁樹脂7と、FPC6に接続された電気配線8及びコネクタ9とを有している。

40

【0023】

図1においては、圧電振動子2の配列を示すために、音響整合層4a及び4bと、音響レンズ5とを、カットして示している。本実施形態においては、X軸方向に並べられた複数の圧電振動子2が、1次元振動子アレイを構成している。ここで、パッキング材1の厚さ（Z軸方向）は3mmであり、圧電振動子2の厚さ（Z軸方向）は250μmであり、圧電振動子2の幅（X軸方向）は100μmである。

【0024】

図2に示すように、圧電振動子2は、パッキング材1上に形成された個別電極2aと、個別電極2a上に形成された圧電体2bと、圧電体2b上に形成された共通電極2cとを

50

含んでいる。通常、共通電極 2 c は、接地電位 (G N D) に共通接続される。複数の圧電振動子 2 の個別電極 2 a は、バッキング材 1 の両側面及び底面に固定された 2 枚の F P C 6 に形成されたプリント配線を介して、電気配線 8 に接続される。

【 0 0 2 5 】

一般に、 n 層の音響整合層を設ける場合には、各層の厚さを超音波の波長の $1/4$ として、各層の音響インピーダンスを次のようにして最適化することが望ましい。即ち、振動子の音響インピーダンスを Z_0 とし、第 i 層の音響整合層の音響インピーダンスを Z_i とし ($i = 1, 2, \dots, n$)、被検体の音響インピーダンスを Z_{n+1} とすると、各層の音響インピーダンスは次式 (5) で定義される。

$$\ln (Z_{i+1} / Z_i) = b_i \cdot \ln (Z_{n+1} / Z_0) \quad \dots (5)$$

ここで、 $b_i = n C_i / 2^n = n! / \{ (n-i)! \cdot i! \cdot 2^n \}$

【 0 0 2 6 】

例えば、圧電振動子の音響インピーダンスを 34 MRayl とし、被検体として人体の音響インピーダンスを 1.5 MRayl とする。その条件において、2 層の音響整合層を設ける場合には、第 1 層の音響インピーダンスを 8.92 MRayl とし、第 2 層の音響インピーダンスを 2.34 MRayl とすることが適している。また、3 層の音響整合層を設ける場合には、第 1 層の音響インピーダンスを 14.79 MRayl とし、第 2 層の音響インピーダンスを 4.25 MRayl とし、第 3 層の音響インピーダンスを 1.85 MRayl とすることが適している。

【 0 0 2 7 】

以下に、本発明の一実施形態に係る音響整合層の材料 (音響整合材) について説明する。超音波探触子に複数の音響整合層が設けられる場合には、本実施形態に係る音響整合材は、少なくとも圧電振動子側の音響整合層 (図 1 及び図 2 においては、音響整合層 4 a) において用いられる。

【 0 0 2 8 】

図 3 A は、本発明の一実施形態に係る音響整合材の構造を模式的に示す図である。図 3 A に示すように、本実施形態においては、音響インピーダンスが小さいエラストマー (弾性高分子化合物) 又は樹脂の母材 1 0 中に、母材 1 0 よりも音響インピーダンスが大きい高比重粉末 1 1 の表面に皮膜 1 2 が形成された複合粉末 1 3 を分散充填することによって、所望の音響インピーダンスを有する音響整合材を作製している。

【 0 0 2 9 】

さらに、皮膜 1 2 の被覆厚さ (付着量) を調整することにより、複合粉末 1 3 の密度を変化させることができる。従って、複合粉末 1 3 の体積充填率が同じであっても、母材 1 0 と複合粉末 1 3 との複合体である音響整合材の平均密度を変えることが可能となり、音響整合材の音響インピーダンスを所望の値に制御することができる。また、複合粉末 1 3 の体積充填密度 (体積分率) を適切に選択すれば、母材 1 0 となるエラストマー又は樹脂の架橋硬化反応時に複合粉末 1 3 の沈降が生じ難いので、均質で安定な音響整合材が得られる。

【 0 0 3 0 】

母材 1 0 としては、例えば、エラストマーとして、イソブレンゴム、クロロブレンゴム、スチレンゴム、シリコンゴム等が用いられ、樹脂として、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、ABS樹脂等が用いられる。

【 0 0 3 1 】

高比重粉末 1 1 の材料としては、遷移金属元素を含む無機材料、即ち、遷移金属、又は、遷移金属の化合物 (酸化物等) が用いられる。具体的には、タングステン (W ; 密度 $19,200 \text{ kg/m}^3$)、タンタル (Ta ; 密度 $16,700 \text{ kg/m}^3$)、金 (Au ; 密度 $19,300 \text{ kg/m}^3$)、白金 (Pt ; 密度 $21,100 \text{ kg/m}^3$)、イリジウム (Ir ; 密度 $22,700 \text{ kg/m}^3$)、タングステンカーバイド (WC ; 密度 $15,600 \text{ kg/m}^3$)、タンタルカーバイド (TaC ; 密度 $14,500 \text{ kg/m}^3$)、タングステンシリサイド (WSi₂) 等を用いることができる。この中で、貴金属は高価で

10

20

30

40

50

あるので、タングステンやタantalの粉末、又はその化合物粉末が一般的に用いられる。

【0032】

また、皮膜12の材料としては、国際純正応用化学連合（IUPAC：International Union of Pure and Applied Chemistry）の表記法による第13族～第15族の元素の中で非金属元素である炭素（C）、窒素（N）、リン（P）を除くものの酸化物を用いることができる。具体的には、金属元素であるアルミニウム（Al）、ガリウム（Ga）、インジウム（In）、錫（Sn）、タリウム（Tl）、鉛（Pb）、ビスマス（Bi）の酸化物、及び、半金属元素であるボロン（B）、シリコン（Si）、ゲルマニウム（Ge）、砒素（As）、アンチモン（Sb）の酸化物を用いることができる。それらの中でも、特に、酸化ケイ素（ SiO_2 ）、及び、酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）が適している。

10

【0033】

図3Aに示す本実施形態に係る音響整合材においては、皮膜12が高比重粉末11の表面を被覆しているので高比重粉末11が母材10に直接接触せず、第13族～第15族の元素にはエラストマー又は樹脂の架橋硬化反応に対する触媒効果がないので、遷移金属元素の触媒効果によってエラストマー又は樹脂の架橋硬化反応が不安定となることはない。

【0034】

図3Bは、従来の音響整合材の構造を模式的に示す図である。図3Bに示すように、従来の音響整合材においては、エラストマー又は樹脂の母材10中に、高比重粉末14が分散充填されている。従って、高比重粉末14が母材10に直接接触するので、遷移金属元素の触媒効果によってエラストマー又は樹脂の架橋硬化反応が不安定となり、均一な音響特性を有する音響整合材を得ることが困難である。

20

【0035】

次に、本発明の一実施形態に係る音響整合材の製造方法について説明する。以下の実施形態においては、母材としてエポキシ樹脂を用い、高比重粉末の材料として酸化ジルコニウム（ ZrO_2 ）を用い、皮膜の材料としてシリコン（Si）又はアルミニウム（Al）のアルコキシドから作製する酸化ケイ素（ SiO_2 ）又は酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）を用い、アルコールとしてエタノールを用いる場合について説明するが、本発明においては、他の材料を用いることも可能である。

【0036】

(1) 複合粉末の作製

本実施形態に係る音響整合材を製造するためには、高比重粉末の表面に皮膜を形成する必要がある。まず、ピーカーを用いて、シリコン又はアルミニウムのアルコキシドを無水エタノール200gに溶解させて溶液を作製する。さらに、平均粒径が $1\mu\text{m}$ の酸化ジルコニウムの粉末10gを溶液中に添加して混合液を作製し、混合液を温度60程度に保ちながら攪拌して懸濁させる。

30

【0037】

シリコンのアルコキシドとしては、テトラエトキシシラン（TEOS： $\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_4$ ）が用いられるが、それ以外にも、テトラメトキシシラン、テトラプロポキシシラン、又は、テトラブトキシシラン等を用いることができる。また、アルミニウムのアルコキシドとしては、トリイソプロポキシアルミニウム（Al-i-Pr： $\text{Al}(\text{OCH}(\text{CH}_3)_2)_3$ ）が用いられるが、それ以外にも、トリメトキシアルミニウム、トリエトキシアルミニウム、又は、トリブトキシアルミニウム等を用いることができる。

40

【0038】

次に、ピーカー中で攪拌して懸濁させた混合液に、重量濃度10wt%の水を含むエタノール100gを滴下して、混合液中のアルコキシドを分解（加水分解）することにより、酸化ジルコニウムの粉末の表面に酸化ケイ素（ SiO_2 ）又は酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）を含む皮膜を形成する。滴下する含水エタノール中の水の重量濃度が高いと、アルコキシド分解物が自発核生成する比率が高くなるため、熟成による被膜形成を困難とする。一方、滴下する含水エタノール中の水の重量濃度が低いと、加水分解反応に長時間を要したり、未反応物が残留する恐れがある。従って、滴下する含水エタノール中の水の重

50

量濃度は、好ましくは50wt%以下、より好ましくは5wt%~20wt%とする。

【0039】

加水分解反応を促進させるために、含水エタノールの滴下中の混合液を温度60程度に加熱したり、滴下する含水エタノールに塩酸等を添加することにより、混合液をpH2~pH4程度の弱酸性とする方が良い。また、加水分解反応を完全に反応し終わらせるために、含水エタノール滴下後に加熱を保持したまま乾留を数時間行うと良い。その後、混合液を温度100に保持して液体成分を蒸発させ、さらに、乾燥した粉末を温度300で2時間保持する。これにより、緻密な皮膜を形成することができる。

【0040】

図4は、本発明の実施例及び比較例の音響整合材の特性を示す図である。実施例1においては、アルコキシドとして1.0gのTEOSが用いられ、得られた複合粉末の密度は $5.05 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ である。実施例2においては、アルコキシドとして60.0gのTEOSが用いられ、得られた複合粉末の密度は $2.40 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ である。実施例3においては、アルコキシドとして9.0gのAl-i-Prが用いられ、得られた複合粉末の密度は $5.06 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ である。比較例においては、アルコキシドは用いられず、酸化ジルコニウムの粉末の密度は $5.50 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ である。

10

【0041】

(2) 音響整合材の作製

作製された複合粉末とエポキシ樹脂と硬化剤とを配合して混合し、エポキシ樹脂を硬化させることによって、音響整合材が作製される。ここで、エポキシ樹脂の硬化前に、混合材を真空脱泡しても良い。また、エポキシ樹脂の硬化時には、気泡の混入を避けるために、1MPa程度の圧力で加圧しながら硬化させることが好ましい。

20

【0042】

音響整合材中における複合粉末の体積分率を50%~70%程度とすれば、母材となるエラストマー又は樹脂の架橋硬化反応時に複合粉末の沈降が生じ難く、特に、複合粉末の体積分率を60%程度とすれば、複合粉末の沈降はほとんど生じない。そこで、実施例及び比較例の音響整合材を作製する際には、音響整合材中における複合粉末(比較例においては、酸化ジルコニウム)の体積分率が60%程度となるように、それぞれの重量分率が設定された。

30

【0043】

エポキシ樹脂の密度は $1.10 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ であるので、複合粉末の密度を(kg/m^3)とすると、複合粉末の体積分率Dvと重量分率Dmとの関係は、次式(6)によって表される。

$$Dv = (Dm / \rho_c) / \{ Dm / \rho_c + (1 - Dm) / 1.10 \times 10^3 \} \quad \dots (6)$$

【0044】

図4に示すように、実施例1及び3においては、音響整合材における複合粉末の重量分率が90wt%に設定され、実施例2においては、音響整合材における複合粉末の重量分率が80wt%に設定され、比較例においては、音響整合材における酸化ジルコニウムの粉末の重量分率が90wt%に設定された。

40

【0045】

(3) 音響整合材の評価

実施例及び比較例の音響整合材は、1辺が10mmの立方体となるように加工され、各々10個のサンプルが作成された。アルキメデス法によって求めた密度と、超音波の反射時間から求めた音速vとに基づいて、式(1)を用いて音響インピーダンスが計算され、平均値とばらつきが求められた。

【0046】

実施例1~3の音響整合材においては、密度及び音速が安定しており、±1%以内の均質な音響インピーダンスが得られた。特に、実施例1及び3の音響整合材は、2層の音響

50

整合層の内の振動子側の音響整合層において使用するのに適しており、実施例2の音響整合材は、3層の音響整合層の内の中間の音響整合層において使用するのに適している。さらに高い音響インピーダンスを必要とする場合には、高比重粉末の材料として、酸化ジルコニウムの代わりにタングステンやタングステンカーバイドを使用すれば良い。

【0047】

一方、比較例の音響整合材においては、通常の硬化剤濃度とした場合に、エポキシ樹脂に粉末を添加した直後から硬化反応が急激に進行して気泡の混入が認められたので、エポキシ樹脂の硬化剤を実施例の1/5とし、それ以外は同じ手順で試料を作成した。比較例においては、密度測定結果がばらついており、それを反映して音響インピーダンスのばらつきも±6%と大きくなった。試料の断面を観察したところ、エポキシ樹脂内に20μm～100μmの気泡が認められた。

10

【産業上の利用可能性】

【0048】

本発明は、超音波診断装置において超音波を送受信するために用いられる超音波探触子において利用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】本発明の一実施形態に係る超音波探触子の内部構造を模式的に示す斜視図である。

【図2】図1に示す超音波探触子の内部構造をYZ平面に平行な面で切断したときの断面図である。

20

【図3A】本発明の一実施形態に係る音響整合材の構造を模式的に示す図である。

【図3B】従来の音響整合材の構造を模式的に示す図である。

【図4】本発明の実施例及び比較例の音響整合材の特性を示す図である。

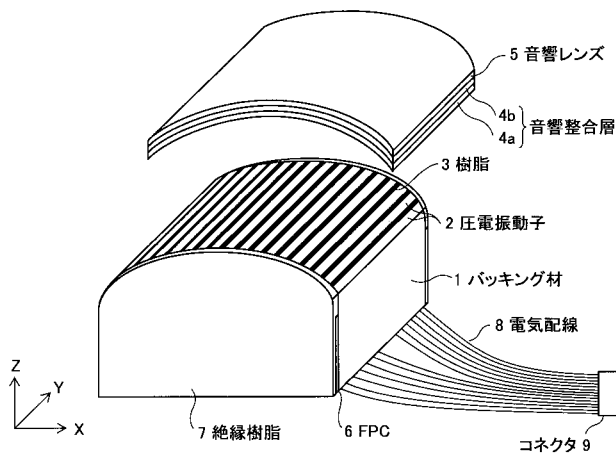
【符号の説明】

【0050】

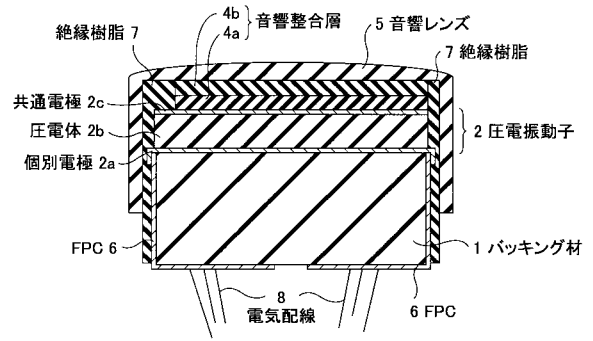
- 1 バッキング材
- 2 圧電振動子
- 3 樹脂
- 4 a、4 b 音響整合層
- 5 音響レンズ
- 6 FPC
- 7 絶縁樹脂
- 8 電気配線
- 9 コネクタ
- 10 母材
- 11、14 高比重粉末
- 12 皮膜
- 13 複合粉末

30

【 図 1 】



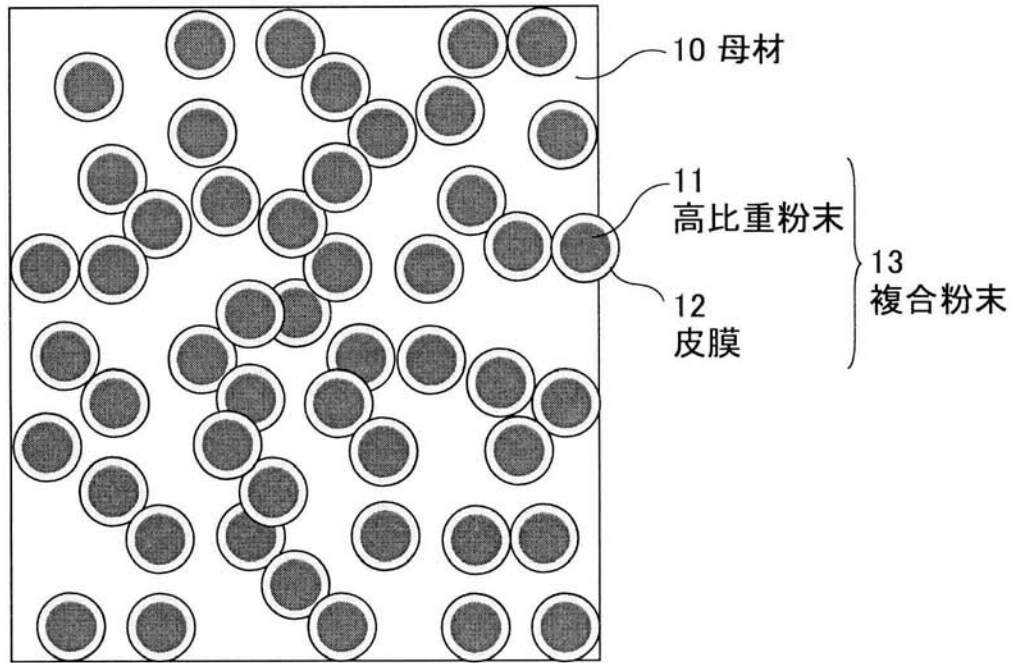
【 図 2 】



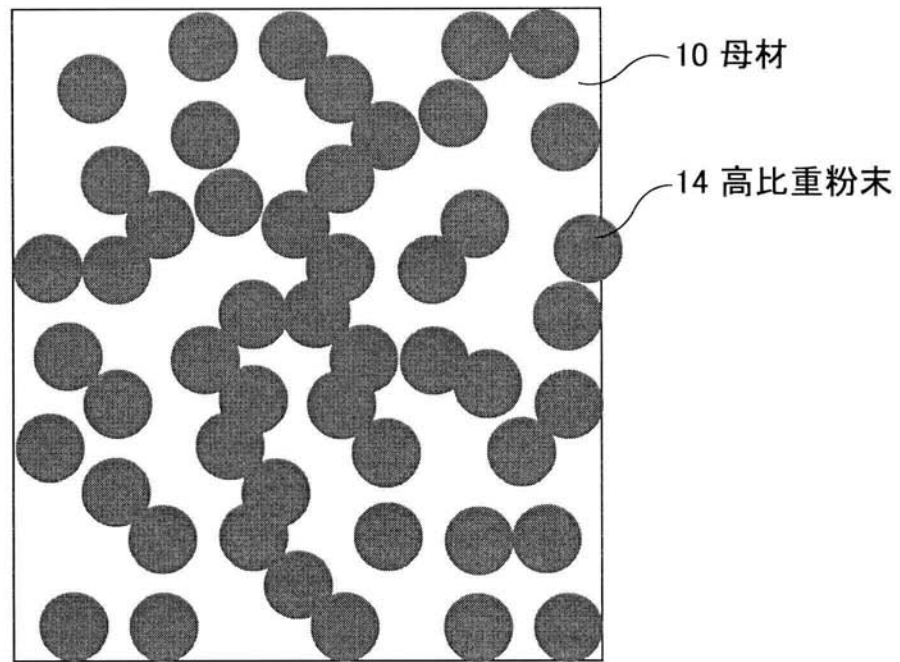
【 図 4 】

試料	アルコキッドの種類	アルコキッド量 (g)	得られた粉末の密度 (kg/m ³)	音響整合材における粉末の重量分率 (wt%)	音響整合材の音響インピーダンス (Mrayl)
実施例 1	TEOS	1.0	5.05 × 10 ³	90	8.95 ± 0.05
実施例 2	TEOS	60.0	2.40 × 10 ³	80	4.28 ± 0.03
実施例 3	Al-i-Pr	9.0	5.06 × 10 ³	90	9.00 ± 0.08
比較例	—	0.0	5.50 × 10 ³	90	8.1 ± 0.5

【 図 3 A 】



【 図 3 B 】



专利名称(译)	超声波探头，超声波探头用声学匹配材料及其制造方法		
公开(公告)号	JP2009071393A	公开(公告)日	2009-04-02
申请号	JP2007234851	申请日	2007-09-11
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	祐谷重德		
发明人	祐谷 重德		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00		
FI分类号	H04R17/00.330.J A61B8/00 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB02 4C601/BB06 4C601/BB22 4C601/EE10 4C601/GB04 4C601/GB06 4C601/GB25 4C601/GB26 4C601/GB28 5D019/AA22 5D019/BB02 5D019/FF04 5D019/GG01		
代理人(译)	宇都宫正明		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种声学匹配材料，其能够以良好的再现性稳定地获得所需的声阻抗，而不会引起弹性体或用作基础材料的树脂的不稳定的交联固化反应。ZOLUTION：这种声学匹配材料设置在至少一个振动器的前面，用于在超声波探头中发送和/或接收超声波，该声学匹配材料具有包括弹性体或树脂的基础材料，以及分散和填充的复合粉末。基础材料。复合材料包含声阻抗大于基材的材料的粉末，和用于覆盖粉末表面的涂层。该涂层含有除C，N和P之外的第XIII至XV族元素的氧化物

