

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4319644号
(P4319644)

(45) 発行日 平成21年8月26日(2009.8.26)

(24) 登録日 平成21年6月5日(2009.6.5)

(51) Int.CI.

F 1

H04R 17/00 (2006.01)
A61B 8/00 (2006.01)H04R 17/00 330J
H04R 17/00 332A
A61B 8/00

請求項の数 14 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2005-161985 (P2005-161985)
 (22) 出願日 平成17年6月1日 (2005.6.1)
 (65) 公開番号 特開2006-33801 (P2006-33801A)
 (43) 公開日 平成18年2月2日 (2006.2.2)
 審査請求日 平成18年11月22日 (2006.11.22)
 (31) 優先権主張番号 特願2004-176333 (P2004-176333)
 (32) 優先日 平成16年6月15日 (2004.6.15)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2004-176334 (P2004-176334)
 (32) 優先日 平成16年6月15日 (2004.6.15)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 100109900
 弁理士 堀口 浩
 (72) 発明者 山下 洋八
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝 研究開発センター内
 (72) 発明者 細野 靖晴
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝 研究開発センター内

審査官 日下 善之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】音響パッキング組成物、超音波プローブ、及び超音波診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シート状の音響パッキング材上に圧電素子、音響整合層および音響レンズがこの順序で積層され、前記圧電素子および音響整合層がアレイ状に複数分割され、かつ分割箇所に対応して前記音響パッキング層に溝が形成された超音波プローブであって、

前記音響パッキング材は、酢酸ビニルの含有率が20~80重量%のエチレン-酢酸ビニル共重合体と前記エチレン-酢酸ビニル共重合体に含有された充填材とを含み、音響インピーダンスが2~8 MRalysであることを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 2】

前記充填材は、纖維であることを特徴とする請求項1記載の超音波プローブ。

10

【請求項 3】

前記纖維は、平均径が20μm以下、平均長さが5mm以上であることを特徴とする請求項2記載の超音波プローブ。

【請求項 4】

前記纖維は、炭素纖維、炭化ケイ素纖維およびアルミナ纖維の群から選ばれる少なくとも1つであることを特徴とする請求項2記載の超音波プローブ。

【請求項 5】

前記充填材は、酸化亜鉛、酸化ジルコニア、酸化アルミニウム、酸化ケイ素、酸化チタン、炭化ケイ素、窒化アルミニウムおよび窒化ボロンの群から選ばれる少なくとも1つの無機系材料粉末であることを特徴とする請求項1記載の超音波プローブ。

20

【請求項 6】

前記充填材は、前記エチレン - 酢酸ビニル共重合体にこのエチレン - 酢酸ビニル共重合体および前記充填材の総量に対して 20 ~ 70 体積%の量で含有されることを特徴とする請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 7】

タンゲステン、モリブデンおよび銀の群から選ばれる少なくとも 1 つの金属粉末は、さらに前記エチレン - 酢酸ビニル共重合体に含有されることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 8】

前記炭素繊維は、密度が 2.1 以上、熱伝導率が 100 W / m K 以上であることを特徴とする請求項 3 記載の超音波プローブ。 10

【請求項 9】

前記音響パッキング材は、平均径が 20 μm 以下、平均長さが 5 mm 以上の繊維が 20 ~ 70 体積%の量で含有され、かつその繊維は全充填量の 20 ~ 80 体積%が前記音響パッキング材の厚さ方向の軸に対して 30° 以下の角度で配列されていることを特徴とする請求項 2 記載の超音波プローブ。

【請求項 10】

前記音響パッキング層は、充填された前記繊維の一部が前記溝間および溝と側面の間に位置されることを特徴とする請求項 2 記載の超音波プローブ。 20

【請求項 11】

前記音響パッキング材は、密度が 2.0 以下であることを特徴とする請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 12】

前記音響パッキング材は、熱伝導率が 5 W / m K 以上で、密度が 2.0 以下であることを特徴とする請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 13】

酢酸ビニルの含有率が 20 ~ 80 重量% のエチレン - 酢酸ビニル共重合体およびこのエチレン - 酢酸ビニル共重合体に含有された充填材を含み、音響インピーダンスが 2 ~ 8 M R a l y s であるシート状の音響パッキング材上に圧電素子、音響整合層および音響レンズがこの順序で積層され、前記圧電素子および音響整合層がアレイ状に複数分割され、かつ分割箇所に対応して前記音響パッキング層に溝が形成された超音波プローブと、 30

前記超音波プローブにケーブルを通して接続された超音波プローブ制御器とを具備することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 14】

前記音響パッキング材は、平均径が 20 μm 以下、平均長さが 5 mm 以上の繊維を前記充填材として 20 ~ 70 体積%の量で含有し、かつその繊維は全充填量の 20 ~ 80 体積% が前記音響パッキング材の厚さ方向の軸に対して 30° 以下の角度で配列されていることを特徴とする請求項 13 記載の超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、音響パッキング組成物、この組成物からなる音響パッキング材を有し、被検体等に超音波信号を送受信する超音波プローブ、およびこの超音波プローブを有する超音波診断装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

医療用の超音波診断装置や超音波画像検査装置は、対象物に対し超音波信号を送信し、その対象物内からの反射信号（エコー信号）を受信して当該対象物内を画像化する。これら超音波診断装置や超音波画像検査装置は、超音波信号送受信機能を有するアレイ式の超音波プローブが主に用いられている。 50

【0003】

超音波プローブは、診断時に例えばその超音波プローブの音響レンズ側を被検体に当接させて圧電素子を駆動させることにより、圧電素子前面から超音波信号を被検体内に送信する。この超音波信号は、圧電素子の駆動タイミングによる電子フォーカスおよび音響レンズによるフォーカスにより被検体内の所要位置に集束される。この時、圧電素子の駆動タイミングを制御することにより被検体内の所要範囲に超音波信号を送信することができ、被検体からのエコー信号を受信処理することにより前記所要範囲の超音波画像（断層像）が得られる。この圧電素子の駆動により背面側にも超音波信号が放出される。このため、圧電素子の背面に音響パッキング材を配置し、背面側への超音波信号をこの音響パッキング材で吸収（減衰）して正規の超音波信号が背面側からの超音波信号（反射信号）と共に被検体内に送信される、悪影響を回避することが行われている。10

【0004】

従来の音響パッキング材は、ベース樹脂であるエポキシ樹脂にタンゲステン（W）、鉛（Pb）、酸化亜鉛（ZnO）などの密度の高い粉末材料を充填した構成を有する。この音響パッキング材は、密度が2.0前後、音速が2500m/s程度、音響インピーダンスが5MRayls前後の特性を有する。

【0005】

非特許文献1にはベース樹脂であるクロロプレンゴム（CR）、ブチルゴム、ウレタンゴムなどのゴム系材料にW、Pb、ZnOなどの密度の高い粉末材料を充填した構成の音響パッキング材が記載されている。この音響パッキング材は、密度が3.0前後、音速が1500m/s程度、音響インピーダンスが5MRayls前後の特性を有する。20

【0006】

特許文献1および特許文献2には、圧電素子と音響パッキング材との間に熱伝導率に優れた窒化アルミニウム、窒化ボロン、銅、カーボンのシートを配置した構造の超音波プローブや、窒化アルミニウム、炭化珪素、銅を充填材として含有する音響パッキング材を備えた超音波プローブが開示されている。このような超音波プローブは圧電素子の背面側に効率的に放熱させることができになる。

【0007】

特許文献3には、エポキシ樹脂、アクリル樹脂のような合成樹脂またはゴムからなるコンパウンド材に金属繊維を圧電振動子の振動方向と同一方向に整列され、音響特性上、異方性を持たせた背面層を備えた超音波探触子が開示されている。30

【0008】

さらに、特許文献4及び特許文献5にはプリフォームとマトリクス材で形成されたパッキング材が開示されている。プリフォームは、直線的な纖維組織、合成樹脂メッシュシートのような平面的な纖維組織、三次元的な纖維組織であることが記載されている。マトリクス材は、ゴムおよび/またはエポキシ樹脂であることが記載されている。

【特許文献1】特許第3420951号公報

【特許文献2】特許第3420954号公報

【特許文献3】特開昭60-68832号公報

【特許文献4】特開平9-127955号公報40

【特許文献5】米国特許第5,648,941号

【非特許文献1】Haifeng Wan et al., IEEE transaction Ultrasonic Ferroelectrics and Frequency control, vol.48, No.1, p.78, 2001.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、前述した各文献に開示された音響パッキング材は次のような問題があった。

【0010】

超音波プローブは、音響パッキング材上に圧電素子および音響整合層この順序で接着し50

、音響整合層側から音響パッキング材に向けてダイシング加工して前記音響整合層および圧電素子をアレイ状に複数分割することにより複数のチャンネルを形成し、この後各チャンネルの音響整合層に音響レンズを取付けた構造を有する。このダイシング加工において、前記音響パッキング材にはダイシング箇所に対応して溝が形成される。このような超音波プローブにおいては、前記チャンネルの不良率を低減することが感度の向上および超音波プローブが組み込まれた超音波診断装置では断層像の画質向上の点で重要である。すなわち、音響パッキング材に形成された溝間の強度が不足すると、その上に形成されたチャンネルの圧電素子が音響パッキング材と共に倒れ、そのチャンネルが使用できなくなる。

【0011】

前述した各文献に記載の音響パッキング材は、ベース樹脂がエポキシ樹脂、クロプレンゴム、ブチルゴム、ウレタンゴムのようなゴムであり、このベース樹脂に各種の充填材を含有させた構造を有し、脆いために、ダイシング加工時の応力でベース樹脂と充填材の間で破断や剥離が生じる。この破断や剥離は、音響パッキング材の溝間部分で折れを生じたり、音響パッキング材と圧電素子との剥離を生じたりして前記チャンネルの不良を起こす。特に、前記チャンネルの縮小化、つまり超音波プローブの小型化、アレイの高密度化を目的として $50 \sim 200 \mu\text{m}$ にピッチで音響整合層側から音響パッキング材に向けてダイシング加工した場合、大きなストレスにより音響パッキング材の溝間での折れや音響パッキング材と圧電振動子との剥離がより顕著になる。

【0012】

音響パッキング材と圧電振動子との剥離は、それらの部材を高温硬化(120以上)のエポキシ樹脂接着剤で接着することにより、ある程度改善することが可能になる。ただし、音響パッキング材のベース樹脂としてクロプレンゴム、ブチルゴムまたはウレタンゴムを用いた場合にはこの温度で変形や変質を起こし、接着後の音響パッキング材と圧電素子の接着強度が不充分になる。

【0013】

また、ベース樹脂としてクロプレンゴム、ブチルゴムまたはウレタンゴムを用いる音響パッキング材は、超音波の減衰性能が低い。つまり、圧電素子から背面側の音響パッキング材に向けて放射された超音波を十分に減衰させることが困難である。このような音響パッキング材により十分な超音波の減衰性能を達成するためには音響パッキング材の厚さを厚くする必要がある。しかしながら、音響パッキング材の厚さの増大は超音波プローブの小型化、軽量化および放熱性を損なう。

【0014】

本発明は上述した事情に鑑みてなされたもので、音響パッキング材に本来必要な、熱伝導特性を充分満足しつつ、強度が向上し、圧電素子との接着強度を向上させ、かつ小型化、軽量化が実現できる音響パッキング材、ないしそれを用いた超音波プローブ、及び超音波診断装置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】

【0016】

上記課題を解決するために本発明の超音波プローブは、シート状の音響パッキング材上に圧電素子、音響整合層および音響レンズがこの順序で積層され、前記圧電素子および音響整合層がアレイ状に複数分割され、かつ分割箇所に対応して前記音響パッキング層に溝が形成された超音波プローブであって、前記音響パッキング材は、酢酸ビニルの含有率が20～80重量%のエチレン-酢酸ビニル共重合体と前記エチレン-酢酸ビニル共重合体に含有された充填材とを含み、音響インピーダンスが2～8 M R a l y s であることを特徴とする。

【0017】

また、本発明の超音波診断装置は、酢酸ビニルの含有率が20～80重量%のエチレン-酢酸ビニル共重合体およびこのエチレン-酢酸ビニル共重合体に含有された充填材とを含み、音響インピーダンスが2～8 M R a l y s であるシート状の音響パッキング材上に圧電素子、音響整合層および音響レンズがこの順序で積層され、前記圧電素子および音響整

10

20

30

40

50

合層がアレイ状に複数分割され、かつ分割箇所に対応して前記音響パッキング層に溝が形成された超音波プローブと、前記超音波プローブにケーブルを通して接続された超音波プローブ制御器とを具備することを特徴とする。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、圧電振動子と音響パッキング材との接着強度を向上させることができ、さらに減衰率が大きいために音響パッキング材の厚みを薄くすることが可能で、小型化、軽量化が実現できる。

【0019】

また、前記樹脂中に充填材、特に熱伝導に優れた充填材を有することで、圧電素子からの発熱を圧電素子全面に設けた音響パッキング材で十分に吸収し、その熱をプローブ先端部に伝えることなく、有効に超音波プローブの外部へ放熱することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明の実施形態について説明する。

【0021】

この第1実施形態に係る音響パッキング組成物は、酢酸ビニルの含有率が20～80重量%のエチレン-酢酸ビニル共重合体（以下、E V A Cと称す）と、このエチレン-酢酸ビニル共重合体に含有された充填材とを含む。

【0022】

20

前記E V A Cにおいて、酢酸ビニルの含有量を20重量%未満にすると、E V A Cそのものが脆くなり、多量の充填材を配合させることが困難になる。充填材の配合量が制限されると、音速、音響インピーダンスとも所定の値、例えば音速が1500～4000m/sで音響インピーダンスが2.0～8M R a l y sに合わせることが困難となる。一方、酢酸ビニルの含有量が80重量%を超えると、E V A Cが柔らかくなり過ぎて、このE V A Cを含む組成物から音響パッキング材を成型する際および表面を研磨加工する際に支障をきたす虞がある。より好ましいE V C Aの酢酸ビニルの含有量は40～60重量%である。

【0023】

30

前記充填材は、例えば繊維、織布、粉末状、フレーク状の形態で前記E V A Cに含有される。この充填材は、音響パッキング材の強度、放熱性、超音波の減衰率の向上および音速の制御等に寄与する。

【0024】

前記繊維は、各種の繊維を用いることができ、例えば炭素繊維、炭化ケイ素繊維およびアルミナ繊維の群から選ばれる少なくとも1つを挙げることができる。前記繊維は、1種類の材料から作られるものに限らず、例えばS i Cの繊維の表面にC V D法でダイヤモンド膜を被覆したり、樹脂を被覆したりしてもよい。

【0025】

前記繊維の中でも特に炭素繊維が好ましい。炭素繊維としては、例えばピッチ系炭素繊維、P A N系炭素繊維のような種々のグレードのものを用いることができる。炭素繊維は、この他にカーボンナノチューブを用いることができる。特に、密度が2.1以上、熱伝導率が100W/mK以上のピッチ系炭素繊維が好ましい。

40

【0026】

前記繊維は、平均径が20μm以下、平均長さが5mm以上の材料を使用することが好ましい。前記繊維の平均径が20μm以下の繊維を含む音響パッキング組成物からなる音響パッキング材は、これに取付けられたアレイ状圧電素子からの反射を抑制することができる。また、ダイシング加工時に必要とする十分な強度向上を図ることが可能になる。前記繊維の平均長さを5mm以上の繊維を使用した音響パッキング組成物からなる音響パッキング材は、放熱性をより高めることができくなる。例えば厚さが4mm以上が必要とされる2-5MHz用の腹部用プローブに適用した場合、その音響パッキング材におい

50

て有効に放熱させることができになる。より好ましい前記纖維の平均長さは、20mm以上の材料を使用することである。

【0027】

前記粉末状、フレーク状の充填材としては、例えば酸化亜鉛、酸化ジルコニウム、酸化アルミニウム、酸化ケイ素、酸化チタン、炭化ケイ素、窒化アルミニウムおよび窒化ボロンの群から選ばれる少なくとも1つの無機系材料が挙げられる。粉末状充填材は、30μm以下、より好ましくは20μm以下の平均粒径を有することが望ましい。

【0028】

前記充填材は、前記EVACにこのEVACおよび前記充填材の総量に対して20~70体積%の量で含有されることが好ましい。前記充填材の含有量を20体積%未満にすると、この充填材量の音響パッキング組成物から作られた音響パッキング材は強度、放熱性、減衰率、音速を効果的に向上させることが困難になる。一方、前記充填材の含有量が70体積%を超えると、EVACへの練り込みが困難になって、この充填材量の音響パッキング組成物から所望する形状の音響パッキング材を作ることが困難になる。より好ましい充填材の量（前記EVACにこのEVACおよび前記充填材の総量に対する量）は、40~60体積%である。

【0029】

実施形態の音響パッキング組成物において、さらにタンゲステン(W)、モリブデン(Mo)および銀(Ag)の群から選ばれる少なくとも1つの金属粉末を含有することを許容する。このような金属粉末を含む音響パッキング組成物から作られた音響パッキング材は、より高密度化されるため、超音波の減衰率を一層大きくすることが可能になる。なお、前記金属粉末は前記EVAC、前記充填材および金属粉末の総量に対して10体積%以下にすることが好ましい。

【0030】

また、実施形態の音響パッキング組成物において、さらに加硫剤、加硫促進剤、カルバナワックスのような潤滑剤、劣化防止剤、シリコン樹脂を含有することを許容する。

【0031】

前述した実施形態の音響パッキング組成物は、主に後述する一次元アレイ型圧電素子を有する超音波プローブの音響パッキング材の原料素材に用いられる。また、音響パッキング組成物は二次元アレイ型圧電素子を有する超音波プローブまたは単素子の超音波プローブの音響パッキング材の原料素材としても用いられる。

【0032】

次に、前述した音響パッキング組成物から作られるシート状の音響パッキング材を備えた超音波プローブを図面を参照して説明する。

【0033】

図1は、この実施形態に係る超音波プローブの部分切欠斜視図、図2は図1の超音波プローブの要部断面図である。

【0034】

超音波プローブ1は、支持台2を備えている。シート状の音響パッキング材3は、前記支持台2上に例えばエポキシ樹脂系接着剤からなる厚さ20~200μmの絶縁接着剤層4により接着、固定されている。圧電素子5は、音響パッキング材3上に例えばエポキシ樹脂系接着剤からなる厚さ20~200μmの絶縁接着剤層6により接着、固定されている。前記圧電素子5は、図2に示すように圧電振動子7とこの圧電振動子7の両面に形成された第1、第2の電極8a, 8bとから構成されている。音響整合層9は、前記圧電素子5の第2電極8bに例えば厚さ2.0~200μmのエポキシ樹脂系接着剤からなる絶縁接着剤層10により接着、固定されている。前記圧電素子5および音響整合層9は、例えばダイシング加工によりアレイ状に複数分割され、複数のチャンネル11を形成している。前記絶縁接着剤層6は、前記複数のチャンネル11と共に分割されている。また、音響パッキング材3には前記複数のチャンネル11の分割箇所に対応して溝12が形成されている。音響レンズ13は、前記複数のチャンネル12の音響整合層9上に例えばシリコ

10

20

30

40

50

ーン系接着剤からなる絶縁接着剤層(図示せず)により接着、固定されている。

【0035】

前記支持台2、音響パッキング材3、圧電素子5、音響整合層9および音響レンズ13は、ケース(筐体)14内に収納されている。このケース14内には、前記圧電素子5の駆動タイミングを制御する制御回路および圧電素子5に受信された受信信号を増幅するためのアンプ回路を含む信号処理回路(図示せず)が内蔵されている場合もある。前記第1、第2の電極8a, 8bに接続されるケーブル15は、音響レンズ13と反対側のケース14から外部に延出されている。

【0036】

このような構成の超音波プローブにおいて、各チャンネル11における圧電素子5の第1、第2の電極8a, 8b間に電圧を印加して、圧電振動子7を共振させることにより音響整合層9および音響レンズ13を通して超音波を放射(送信)する。受信時には、音響レンズ13および音響整合層9を通して受信された超音波によって圧電振動子7を振動させ、この振動を電気的に変換して信号とし、画像を得る。

【0037】

前述した超音波プローブにおいて、前記支持台は例えば、変形の小さな高い硬度の材料から作られる。この支持台を高熱伝導性の金属またはセラミックから作ることによって、前記音響パッキング材からの放熱性を促進することが可能になる。

【0038】

前述した超音波プローブにおいて、前記音響パッキング材3は、前述した音響パッキン組成物から作られ、図2に示すように酢酸ビニルの含有率が20~80重量%のエチレン-酢酸ビニル共重合体(EVAC)からなる基材16と、この基材16に含有された充填材(例えば纖維)17とを含む構造を有する。

【0039】

前記音響パッキング材に含有される充填材は、前記纖維の他に前述したように織布、粉末状、フレーク状の形態で前記EVACの基材に含有される。また、充填材は前記纖維とともに粉末状またはフレーク状の無機系材料を併用することを許容する。

【0040】

前記充填材である纖維は、各種の纖維を用いることができ、例えば炭素纖維、炭化ケイ素纖維およびアルミナ纖維の群から選ばれる少なくとも1つを挙げることができる。前記纖維は、1種類の材料から作られるものに限らず、例えばSiCの纖維にCVD法で表面にダイヤモンド膜を被覆したり、樹脂を被覆したりしてもよい。前記纖維は、平均径が20μm以下、平均長さが5mm以上の纖維を使用することが音響パッキング材の強度、放熱性、超音波の減衰率を向上させる上で好ましい。

【0041】

前記纖維の中でも特に炭素纖維が好ましい。炭素纖維としては、例えばピッチ系炭素纖維、PAN系炭素纖維のような種々のグレードのものを用いることができる。炭素纖維は、この他にカーボンナノチューブを用いることができる。特に、密度が2.1以上、熱伝導率が100W/mK以上のピッチ系炭素纖維が好ましい。

【0042】

前記充填材である粉末、フレークの材料は、例えば酸化亜鉛、酸化ジルコニアム、酸化アルミニウム、酸化ケイ素、酸化チタン、炭化ケイ素、窒化アルミニウムおよび窒化ボロンの群から選ばれる少なくとも1つの無機系材料が挙げられる。特に、窒化アルミニウムおよび窒化ボロンから選ばれる少なくとも1つの無機系材料の粉末、フレークは優れた熱伝導性を有するため、より高い放熱性を有する音響パッキング材を実現できる。

【0043】

前記音響パッキング材は、前述した理由から前記充填材が20~70体積%、より好ましくは40~60体積%の量で含有されることが望ましい。

【0044】

炭素纖維のような纖維が充填された音響パッキング材3において、図2に示すように充

10

20

30

40

50

填された纖維 17 の一部が溝 12 間および溝 12 と側面の間の部分に位置されることが好ましい。

【 0 0 4 5 】

特に、前記音響パッキング材は平均径が 20 μm 以下、平均長さが 5 mm 以上の纖維が 20 ~ 70 体積 % の量で充填され、かつその纖維は全充填量の 20 ~ 80 体積 % が前記音響パッキング材の厚さ方向の軸に対して 30° 以下の角度で配列されていることが好ましい。

【 0 0 4 6 】

前記音響パッキング材は、タングステン、モリブデンおよび銀の群から選ばれる少なくとも 1 つの金属粉末（例えば 10 体積 % 以下の金属粉末）がさらに充填されることを許容する。

10

【 0 0 4 7 】

前記音響パッキング材は、密度が 2.0 以下であることが好ましい。特に、前記音響パッキング材は、音響インピーダンスが 2 ~ 8 M R a l y s 、熱伝導率が 5 W / m K 以上で、密度が 2.0 以下であることが好ましい。

【 0 0 4 8 】

前記音響パッキング材において、その側面に銅、銀のような金属からなるシールドを配置してより一層の放熱性を付与することを許容する。また、信号用電気端子または接地用電気端子に接続するケーブルの接地極線またはシールド線に前記音響パッキング材を接続してそのパッキング材からの放熱性を促進することを許容する。

20

【 0 0 4 9 】

前記圧電振動子は、例えば P Z T 系やリラクサ系などの圧電セラミックス、リラクサ系単結晶等から作られる。

【 0 0 5 0 】

前記第 1 、第 2 の電極は、例えば圧電振動子の両面に金、銀、ニッケルの粉末を含むペーストを焼付ける、金、銀、ニッケルをスパッタリングする、または金、銀、ニッケルをメッキする等の方法により形成される。

【 0 0 5 1 】

前記音響整合層は、例えばエポキシ樹脂をベースとする材料で作られる。この音響整合層は、1 層構造に限らず、2 層以上の多層の形態で用いることが可能である。

30

【 0 0 5 2 】

前記音響レンズは、例えばシリコーン系材料から作られる。

【 0 0 5 3 】

次に、前記音響パッキング材の作製方法を図 3 ~ 図 6 を参照して説明する。

【 0 0 5 4 】

まず、前述した酢酸ビニルの含有率が 20 ~ 80 重量 % の E V A C を熱ロール間に投入して混練した後、充填材、さらに加硫剤および加硫促進剤等を加えて、混練、シート化して図 3 に示すようにシート 21 を形成する。シート 21 は、厚さ 0.5 ~ 1.0 mm にすることが好ましい。ひきつづき、図 4 に示すように前記シート 21 を例えば円形に打ち抜き加工して複数枚の円形シート 22 を切り出す。次いで、図 5 に示すように切り出した円形シート 22 を複数枚積層して積層物 23 とする。この積層物 23 を例えば 120 ~ 180 度加熱して円形シート 22 を相互に加硫（架橋）することにより、図 6 に示すように例えば厚さ 10 ~ 30 mm の円形ブロック 24 を作った後、このブロック 24 をその円形面に対して垂直な方向から複数裁断して複数枚のシート状の音響パッキング材 25 を作製する。

40

【 0 0 5 5 】

特に、前述した方法において音響パッキング組成物として E V A C および平均径が 20 μm 以下、平均長さが 5 mm 以上の纖維（例えば炭素纖維）を使用して、これを 20 ~ 70 体積 % の量で含む組成のものを用いることによって、その纖維は全充填量の 20 ~ 80 体積 % が厚さ方向の軸に対して 30° 以下の角度で配列されたシート状の音響パッキング

50

材を得ることが可能になる。

【0056】

次に、前述した超音波プローブの製造方法を図7、図8を参照して説明する。

【0057】

まず、図7に示すように支持台2上に音響パッキング材3、圧電素子5、音響整合層8をこの順に積層すると共に、例えばそれらの部材間にエポキシ樹脂系接着剤をそれぞれ介在させる。音響パッキング材3は、例えば前述した図3～図6に方法に従って作製する。つづいて、積層物を例えば120で1時間程度加熱し前記各エポキシ樹脂系接着剤を硬化させることにより支持台2と音響パッキング材3、音響パッキング材3と圧電素子4、圧電素子4と音響整合層9を絶縁接着剤層4、6、10によりそれぞれ接着、固定する。

10

【0058】

次いで、図8に示すように音響整合層9から音響パッキング材3に向かってダイヤモンドソーで例えば50～200μmの幅(ピッチ)にダイシング加工してアレイ状に複数分割し、圧電素子5および音響整合層9を含む複数のチャンネル11を形成する。この時、前記複数のチャンネル11の分割箇所に対応して溝12が前記音響パッキング材3に形成される。その後、図示しないが各チャンネルの音響整合層に音響レンズをシリコーン系接着層で接着固定し、支持台を含む音響パッキング材、圧電素子、音響整合層および音響レンズをケース内に収納して超音波プローブを製造する。

【0059】

次に、超音波プローブを備えた超音波診断装置について、図9を参照して説明する。対象物に対し超音波信号を送信し、その対象物からの反射信号(エコー信号)を受信して対象物を画像化する医療用の超音波診断装置(または超音波画像検査装置)は、超音波信号送受信機能を有するアレイ式の超音波プローブ11を備えている。この超音波プローブ11は、前述した組成の音響パッキング材が組込まれている。この超音波プローブ11は、ケーブル15を通して介して超音波診断装置本体30に接続されている。この超音波診断装置本体20には、スクリーン31が設けられている。

20

【0060】

以上説明した実施形態に係る音響パッキング組成物は、酢酸ビニルの含有率が20～80重量%のEVAをベース樹脂として含む。特定の酢酸ビニル含有率を有するEVA Cは、超音波の減衰率が大きく、単体での音速が1500m/s程度で、さらに比較的多量の充填材の配合が可能で、かつ高強度の特性を有する。また、EVA Cは比較的高い耐熱性を有する。このような特性のEVA Cに充填材を含有させた音響パッキング組成物から作られる音響パッキング材は、音速が1500～4000m/s、充填材の種類および充填量によっては音速が2000～4000m/sの特性を有する。このため、音響パッキング材は1.0～2.5g/cm³の低密度でも音響インピーダンスを2.0～8MRa^{1/2}sにでき、軽量化を図ることが可能になる。また、前記音響パッキング材は従来のゴム系材料にW、Pb、ZnOなどの密度の高い粉末材料を充填した音響パッキング材に比べて大きな減衰率(例えば3MHzの測定周波数で3.0～6.0dB/mmMHz)を有する。このため、音響パッキング材の厚さを薄くしても圧電素子の駆動により発生した超音波信号をその圧電素子の背面側で十分に吸収、減衰することが可能になる。その結果、薄い音響パッキング材を有する小型の超音波プローブを得ることができる。

30

【0061】

前記充填材として繊維を用いることによって減衰率をより大きく(例えば3MHzの測定周波数で4.0～6.0dB/mmMHz)できるため、音響パッキング材をより薄膜化することが可能になる。特に、前記充填材として炭素繊維を用いることによって減衰率をさらに大きくできるため、音響パッキング材をより一層薄膜化することが可能になる。

40

【0062】

また、前記音響パッキング組成物から作られる音響パッキング材は高強度である上に、EVA Cの比較的高い耐熱性を有するため、接着力の強いエポキシ樹脂系接着剤を用いて圧電素子と強固に接着することが可能になる。すなわち、音響パッキング材と圧電素子と

50

のエポキシ樹脂系接着剤で接着する場合、その接着剤の硬化にあたって120℃以上に加熱する。従来の音響パッキング材に用いられるクロプレンゴム、ブチルゴム、ウレタンゴムのようなゴムはこの温度で変形や変質を起こし、接着後の音響パッキング材と圧電素子の接着強度が不充分になる。E V C Aは、比較的高い耐熱性を有し、前記硬化温度に耐えるため、E V C Aを含む音響パッキング組成物から作られる音響パッキング材に圧電素子をエポキシ樹脂系接着剤により熱変質を生じることなく接着でき、接着後でもその接着強度を維持することが可能になる。その結果、音響パッキング材に圧電素子をエポキシ樹脂系接着剤で接着し、この圧電素子に音響整合層を接着した後に、前述したように音響整合層側から音響パッキング材に向けて例えば50~200μmのピッチでダイシング加工して前記音響整合層および圧電素子をアレイ状に複数分割することにより複数のチャンネルを形成する際、音響パッキング材と圧電素子の間の剥離を防止できる。また、音響パッキング材自体もベース樹脂であるE V C Aと充填材の接着力が強いために、前記ダイシング加工時にE V C Aと充填材の間で破断や剥離を生じるのを防止できる。したがって、ダイシング加工時でのチャンネル不良を低減または防止でき、複数のチャンネルを有する高感度の超音波プローブを得ることができる。さらに、この超音波プローブが組み込まれた超音波診断装置では断層像の画質を向上できる。10

【0063】

さらに、充填材として高熱伝導性の窒化アルミニウム、窒化ボロンの粉末、または炭素繊維を含む音響パッキング組成物から作られた音響パッキング材は、より高い放熱性を有する。このため、この音響パッキング材を備えた超音波プローブにおいて圧電素子で発生する熱または超音波の多重反射により発生する熱を外部に良好に放射させることができるとなる。その結果、超音波プローブ表面を低い温度に保持することが可能になる。したがって、この超音波プローブが組み込まれた超音波診断装置は送信電圧を高めることができると、観察可能な診断領域の距離を拡大でき、例えば人体の深部観察が可能になる。特に、前記炭素繊維は優れた熱伝導性を有するとともに、音響パッキング材中で熱伝達の指向性を持つため、この音響パッキング材を備えた超音波プローブにおいて圧電素子で発生する熱または超音波の多重反射により発生する熱を外部により一層良好に放射させることができるとなる。20

【0064】

したがって、実施形態の音響パッキング組成物によれば軽量で薄い音響パッキング材を得ることができ、さらにこの音響パッキング材を備えた小型、軽量、高感度の超音波プローブを得ることができる。また、この超音波プローブが組み込まれた超音波診断装置では断層像の画質を向上できる。さらに、充填材として高熱伝導性の窒化アルミニウム、窒化ボロンの粉末、または炭素繊維を選択することによって、音響パッキング材を備えた超音波プローブ表面を低い温度保持することができる。このような超音波プローブが組み込まれた超音波診断装置は観察可能な診断領域の距離を拡大でき、例えば人体の深部観察が可能になる。30

【0065】

特に、音響パッキング組成物中の充填材として炭素繊維（中でも平均径が20μm以下、平均長さが5mm以上の炭素繊維）を選択することによって、前記特性を満たす高性能の音響パッキング材を得ることが可能になる。40

【0066】

また、炭素繊維のような繊維が充填された音響パッキング材において以下の構造にすることによって、前記特性のより一層の向上を図ることが可能になる。

【0067】

音響パッキング材3において、図2に示すように充填された繊維17の一部を溝12間および溝12と側面の間の部分に位置させることによって、強度の弱い溝12間および溝12と側面の間の部分に繊維17が侵入されて強化される。このため、前記チャンネル11を形成するためのダイシング加工時においてその溝12間および溝12と側面の間の部分で折れるのを防ぐことが可能になる。その結果、ダイシング加工時でのチャンネル不良50

をより効果的に防止することができる。

【0068】

音響パッキング材において、平均径が $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下、平均長さが 5 mm 以上の纖維を使用してこれらが $20\sim70$ 体積%の量で充填され、かつその纖維は全充填量の $20\sim80$ 体積%が前記音響パッキング材の厚さ方向の軸に対して 30° 以下の角度で配列される形態にすることによって、大きな超音波の減衰率を発現することが可能になる。すなわち、前述した図2に示すように圧電素子5で発生した超音波は全面の音響レンズ11のみならず背面の音響パッキング材3にも放出される。このとき、音響パッキング材3において充填された纖維の相当量がその厚さ方向に配列されている、つまり超音波の進行方向に配列されると、驚くべきことに超音波がその纖維を伝達する間に効率的な減衰がなされ、結果としてより大きな減衰率を発現することが可能になる。特に、纖維として炭素纖維を選択することによってより一層大きな減衰率を発現することが可能になる。10

【0069】

また、前記構成の音響パッキング材は充填された炭素纖維の配列により厚さ方向および面方向の強度を釣り合わせることができるため、ダイシング加工時の応力を良好に緩和してクラック発生を防ぐことが可能になる。その結果、チャンネル不良をより効果的に防止することができる。

【0070】

さらに、前記構成の音響パッキング材は放熱性をより一層向上することが可能になる。特に、纖維として炭素纖維を選択することによって放熱性をより顕著に一層向上することが可能になる。20

【0071】

さらに、前記炭素纖維のような纖維の配列を規定した音響パッキング材において、充填された前記纖維の一部を前記溝間および溝と側面の間の部分に位置させることによって、溝間および溝と側面の間のパッキング材部分での折れをより効果的に防ぐことが可能になる。その結果、ダイシング加工時でのチャンネル不良をより効果的に防止することができる。

【0072】

以下、本発明の実施例を詳細に説明する。

【実施例】

【0073】

(実施例1)

まず、約70℃に加熱された熱ロール間に酢酸ビニルの配合量が50重量%、エチレン-酢酸ビニル共重合体(EVAC)を供給して予備混練を20分間行う。つづいて、予備混練したEVAC100重量部に平均径 $15\text{ }\mu\text{m}$ 、平均長さ 20 mm のガラス纖維(充填材)、dioctylsebacate(加硫剤)6重量部、ステアリン酸亜鉛(加硫促進剤)2重量部、カルバナワックス4重量部およびシリコン樹脂3重量部を添加し、さらに混練、シート化を20分間行って、幅 400 mm 、厚さ 0.5 mm のシートとする。なお、前記ガラス纖維は混練物中に70体積%の量で配合する。ひきつづき、このシートから直径 100 mm の円板を打ち抜く。円板状シートを40枚積層した後、この積層物を金型に入れ、加圧下にて 180° で15分間加熱加硫を行って直径 100 mm 、厚さ 20 mm の円板状ブロックを作製する。円板状ブロックを円形面に対して垂直な方向から厚さが 3 mm になるようスライスして長さ $50\sim100\text{ mm}$ 、幅 20 mm 、厚さ 3 mm のスライス片を得る。これらのスライス片から長さ 80 mm のものを評価用の音響パッキング材とする。この音響パッキング材は、ガラス纖維の全充填量の25体積%がパッキング材の厚さ方向の軸に対して 30° 以下の角度で配列された構造を有している。40

【0074】

(実施例2~7)

EVACとして下記表1に示す酢酸ビニルの配合量、充填材として同表1に示す種類、量のものを用いた以外、実施例1と同様な方法で6種の評価用の音響パッキング材を得る50

。なお、充填材である ZrO_2 粉末、 ZnO 粉末は平均粒径 $15\ \mu m$ のもの、 SiC 繊維、 Al_2O_3 繊維は平均径 $15\ \mu m$ 、平均長さ $20\ mm$ のものを用いる。また、 SiC 繊維、 Al_2O_3 繊維を含有する評価用パッキング材は繊維の全充填量の 25 体積%がパッキング材の厚さ方向の軸に対して 30° 以下の角度で配列された構造を有している。

【0075】

(比較例 1 ~ 5)

エポキシ樹脂 (epoxy) に平均径 $15\ \mu m$ 、平均長さ $20\ mm$ の Al_2O_3 繊維を 30 体積% 含有させた直径 $100\ mm$ 、厚さ $20\ mm$ の円板状ブロック、クロロブレンゴム (CR) に同寸法の Al_2O_3 繊維を 30 体積% 含有させた同寸法の円板状ブロック、イソブレンゴム (IR) に同寸法の Al_2O_3 繊維を 30 体積% 含有させた同寸法の円板状ブロック、ノルマルブタジエンゴム (NBR) に同寸法の Al_2O_3 繊維を 30 体積% 含有させた同寸法の円板状ブロック、およびウレタン樹脂 (urethane) に同寸法の Al_2O_3 繊維を 30 体積% 含有させた同寸法の円板状ブロックからそれぞれ実施例 1 と同様な方法でスライスし、 $80\ mm$ 、幅 $20\ mm$ 、厚さ $3\ mm$ の 5 種の評価用の音響パッキング材を得た。
10

【0076】

得られた実施例 1 - 7 および比較例 1 - 5 の評価用の音響パッキング材の密度、音速、音響インピーダンス (AI)、減衰率、熱伝導率およびチャンネル不良率を測定した。

【0077】

なお、前記密度は円板状ブロックの状態での値として求めた。

【0078】

前記音速および減衰率は、プローブ ($3.0\ MHz$ の測定周波数) を用いて評価用の音響パッキング材を、25 の水中法により測定した。
20

【0079】

前記 AI は、測定した音速と密度からその積として求めた。

【0080】

前記熱伝導率は、レーザフラッシュ法により測定した。

【0081】

前記チャンネル不良率は、以下の方法により測定した。

【0082】

前記評価用の音響パッキング材に圧電素子およびエポキシ樹脂をベースとする音響整合層をこの順序で、かつそれらの間にエポキシ樹脂系接着剤を介在し重ねた後、120 で 1 時間程度加熱硬化させることにそれら部材を相互に接着した。この後、前記音響整合層から評価用の音響パッキング材に向かって幅 $50\ \mu m$ 、音響パッキング材への切り込み深さ $200\ \mu m$ になるようにダイシング加工することにより $200\ \text{チャンネル} \times 2\ \text{列}$ (合計 400 チャンネル) を形成した。各チャンネルの圧電素子の信号強度を測定し、初期設計値に対して 20 % 以上低下したチャンネルを不良とし、400 チャンネルでの不良率 (%) を求めた。なお、圧電素子は PZT 系圧電セラミックス (圧電振動子) の両面に Ni からなる第 1、第 2 の電極を形成した構造のものを用いた。
30

【0083】

これらの結果を下記表 1 に示す。なお、表 1 には評価用の音響パッキング材の組成を併記する。
40

【表1】

[表1]

	評価用パッキング材の組成				評価用パッキング 材の密度(g/cm ³)	
	ベース樹脂		充填材			
	種類	密度(g/cm ³)	種類	量(vol%)		
実施例 1	EVAC:60/40	0.87	ガラス繊維	70	2.36	
実施例 2	EVAC:60/40	0.87	ZrO ₂ 粉末	30	2.31	
実施例 3	EVAC:60/40	0.87	ZnO 粉末	30	2.29	
実施例 4	EVAC:50/50	0.88	SiC 繊維	50	2.04	
実施例 5	EVAC:40/60	0.89	SiC 繊維	40	1.81	
実施例 6	EVAC:30/70	0.91	Al ₂ O ₃ 繊維	30	1.81	
実施例 7	EVAC:20/80	0.93	Al ₂ O ₃ 繊維	20	1.52	
比較例 1	Epoxy	1.10	Al ₂ O ₃ 繊維	30	1.94	
比較例 2	CR	1.24	Al ₂ O ₃ 繊維	30	2.04	
比較例 3	IR	1.10	Al ₂ O ₃ 繊維	30	1.94	
比較例 4	NBR	1.10	Al ₂ O ₃ 繊維	30	1.94	
比較例 5	Urethane	0.96	Al ₂ O ₃ 繊維	30	1.84	

[表1]

	音響パッキング材の特性				
	音速 (m/s)	A I (MRayls)	減衰率 (dB/mmMHz)	熱伝導率 (W/mK)	チャンネル 不良率 (%)
実施例 1	3358	7.9	3.1	1	0
実施例 2	1350	3.1	3.7	0.9	0
実施例 3	1400	3.2	3.8	1.8	0
実施例 4	2320	4.7	4.5	3.9	0
実施例 5	2120	3.8	4.8	3.3	0
実施例 6	1950	3.5	4.4	2.9	0
実施例 7	1700	2.6	4.2	1.9	0
比較例 1	2700	5.2	0.96	2.9	25
比較例 2	2000	4.1	1.9	2.8	8
比較例 3	2050	4.0	1.8	2.8	11
比較例 4	2100	4.1	2.2	2.8	10
比較例 5	1970	3.6	2.1	2.8	9

* : E V C Aにおいて、スラッシュの前の数値はエチレン量、後の数値は酢酸ビニル量を示す。

【0084】

表1から明らかなように酢酸ビニルの含有率が20~80重量%のEVACに充填材である繊維または粉末を含有させた実施例1~7の音響パッキング材は、3.1~7.9MRaylsと適切な音響インピーダンス(A I)を示し、3.1~4.8dB/mmMHz

10

20

30

40

50

と大きな減衰率を有し、さらにダイシング加工時のチャンネル不良が生じ難い性能を有することがわかる。特に、充填材としてSiC繊維およびAl₂O₃繊維を用いた実施例4～7の音響パッキング材は充填材として無機材料粉末を用いた実施例2，3の音響パッキング材に比べてより大きな減衰率を示すことがわかる。

【0085】

その結果、実施例1～7の音響パッキング材は薄膜化が可能になり、これら音響パッキング材を超音波プローブに組み込むことによって小型化することが可能になる。また、実施例1～7の音響パッキング材はチャンネル不良が生じ難い性能を有するため、これら音響パッキング材を超音波プローブに組み込むことによって高感度化することが可能になる。特に、SiC繊維を充填材として含む実施例4～6の音響パッキング材は、熱伝導率が3.3W/mK以上と高いために、これらの音響パッキング材を超音波プローブに組み込むことによって、それらプローブ表面を低い温度に保持することが可能になる。したがって、これらの超音波プローブを超音波診断装置に組み込むことによって送信電圧を高めることができるため、観察可能な診断領域の距離を拡大でき、例えば人体の深部観察が可能になる。10

【0086】

これに対し、エポキシ樹脂をベース樹脂として用いた比較例1の音響パッキング材は減衰率が低い上に、ダイシング加工時のチャンネル不良率が著しく増加することがわかる。このチャンネル不良率の増加は、ダイシング加工時にエポキシ樹脂とこれに充填されたアルミナ繊維の間で破断、剥離が生じたためである。20

【0087】

また、ブチルゴム、クロロブレンゴム、ノルマルブチレンゴム、ウレタンゴムをベース樹脂として用いた比較例2～5の音響パッキング材は減衰率が低い上に、ダイシング加工時にチャンネル不良率が増加することがわかる。このチャンネル不良率の増加は、圧電素子を接着するためのエポキシ樹脂系接着剤の加熱硬化時(120°で1時間程度)において劣化が生じたためである。

【0088】

(実施例8～18)
EVA Cとして下記表2に示す重合比率のもの、炭素繊維として下記表2に示すもので、パッキング材の含有量が同表2に示す割合にした以外、実施例1と同様な方法で11種の評価用の音響パッキング材を得た。なお、炭素繊維は熱伝導率が500W/mKのピッチ系炭素繊維を用いた。評価用の音響パッキング材は、炭素繊維の全充填量の25体積%がパッキング材の厚さ方向の軸に対して30°以下の角度で配列された構造を有していた。30

【0089】

得られた実施例8～18の評価用パッキング材の密度、音速、音響インピーダンス(AI)、減衰率、熱伝導率およびチャンネル不良率を実施例1と同様な方法で測定した。その結果を下記表2に示す。

【表2】

[表2]

ベース樹脂	評価用パッキング材の組成			評価用パッキング材の密度(g/cm ³)	
	寸法 ; 平均径 (μm) ／平均長さ (mm)	炭素繊維			
		量(vol%)			
実施例 8	EVAC:80/20	7/20	20	1.14	
実施例 9	EVAC:70/30	7/20	25	1.20	
実施例 10	EVAC:60/40	10/20	30	1.27	
実施例 11	EVAC:50/50	10/20	30	1.30	
実施例 12	EVAC:50/50	10/20	35	1.34	
実施例 13	EVAC:50/50	10/20	40	1.41	
実施例 14	EVAC:50/50	10/20	45	1.47	
実施例 15	EVAC:50/50	10/20	50	1.54	
実施例 16	EVAC:40/60	10/20	55	1.61	
実施例 17	EVAC:20/80	20/20	60	1.68	
実施例 18	EVAC:50/50	20/20	70	1.81	

[表2]

	音響パッキング材の特性				
	音速 (m/s)	A I (MRayls)	減衰率 (dB/mmMHz)	熱伝導率 (W/mK)	チャンネル 不良率 (%)
実施例 8	1790	2.0	4.4	4.0	0
実施例 9	1980	2.4	3.7	5.2	0
実施例 10	2030	2.6	3.8	5.9	0
実施例 11	1950	2.5	4.4	7.7	0
実施例 12	2240	3.0	5.1	6.3	0
実施例 13	2750	3.9	5.0	7.0	0
実施例 14	2880	4.2	4.8	7.5	0
実施例 15	2980	4.6	4.5	8.8	0
実施例 16	3760	6.1	4.8	13.8	0
実施例 17	3900	6.6	5.7	16.2	0
実施例 18	4200	7.6	6.0	19.4	0.4

* : E V C Aにおいて、スラッシュの前の数値はエチレン量、後の数値は酢酸ビニル量を示す。

【0090】

表2から明らかなように酢酸ビニルの含有率が20~80重量%のEVACに充填材である炭素繊維を含有させた実施例8~18の音響パッキング材は、2.0~7.6MRaylsと適切な音響インピーダンス(A I)を示すことがわかる。また、音響パッキング材は前記表1の比較例1~5の音響パッキング材に比べて3.6~6.0dB/mmMHzと大きな減衰率を有し、さらにダイシング加工時のチャンネル不良が生じ難い性能を有

10

20

30

40

50

することができる。

【0091】

特に、表1および表2において酢酸ビニル量が同一のE V C Aおよび充填材の含有量が同一で、充填材の種類の異なる音響パッキング材（例えば実施例4：S i C 繊維、実施例15：炭素繊維）の減衰率、すなわち前者が4.5 dB / mm MHz、後者が5.0 dB / mm MHz、の対比から充填材として炭素繊維を用いることによって、より一層大きな減衰率を示す音響パッキング材を得ることができることがわかる。

【0092】

その結果、実施例8～18の音響パッキング材は一層の薄膜化が可能になり、これらの音響パッキング材が組み込まれた超音波プローブを小型化することが可能になる。また、チャンネル不良が生じ難い性能を有する実施例8～18の音響パッキング材を有する超音波プローブは、高感度化が可能になる。さらに、炭素繊維を充填材として含む実施例8～18の音響パッキング材は、熱伝導率が4.0 W / m K以上と高いために、これらの音響パッキング材を超音波プローブに組み込むことによって、それらプローブ表面を低い温度に保持することが可能になる。したがって、これらの超音波プローブを超音波診断装置に組み込むことによって送信電圧を高めることができるため、観察可能な診断領域の距離を拡大でき、例えば人体の深部観察が可能になる。

10

【0093】

なお、上述した各実施例は、この発明の技術的思想を具体化するための装置や方法を例示するものであって、この発明の技術的思想は、構成部品の材質、形状、構造、配置等を実施例に開示されたもののみに特定するものではない。本発明はその要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができるものである。

20

【図面の簡単な説明】

【0094】

【図1】本発明の実施形態に係る超音波プローブの概略構成を示す斜視図。

【図2】図1の超音波プローブの圧電素子の周辺部分を示す断面図。

【図3】本発明の実施形態に係る音響パッキング材の作製工程を示す断面図。

【図4】本発明の実施形態に係る音響パッキング材の作製工程を示す断面図。

【図5】本発明の実施形態に係る音響パッキング材の作製工程を示す断面図。

【図6】本発明の実施形態に係る音響パッキング材の作製工程を示す断面図。

30

【図7】本発明の実施形態に係る超音波プローブの製造工程を示す断面図。

【図8】本発明の実施形態に係る超音波プローブの製造工程を示す断面図。

【図9】本発明の実施形態に係る超音波診断装置を示す概略図。

【符号の説明】

【0095】

1 … 超音波プローブ

2 … 支持台

3、25 … 音響パッキング材

4、6、10 … 絶縁接着剤層

5 … 圧電素子

40

7 … 圧電振動子

8a、8b … 第1、第2の電極

9 … 音響整合層

11 … チャンネル

12 … 溝

13 … 音響レンズ

14 … ケース

15 … ケーブル

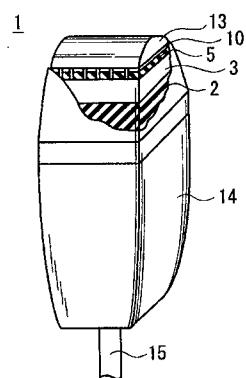
16 … 基材

17 … 充填材（繊維）

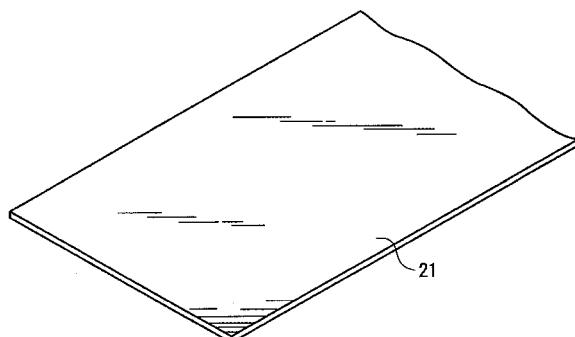
50

- 2 1 ... シート
 2 2 ... 円形シート
 2 3 ... 積層物
 2 4 ... 円形ブロック
 3 0 ... 超音波診断装置本体
 3 1 ... スクリーン

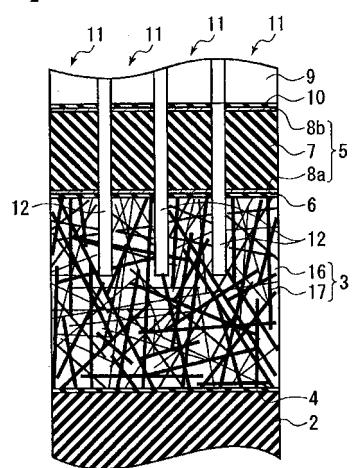
【図 1】



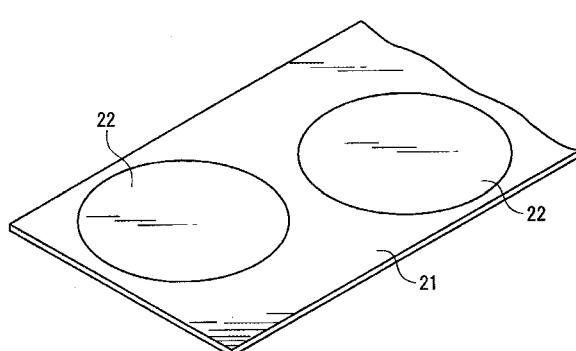
【図 3】



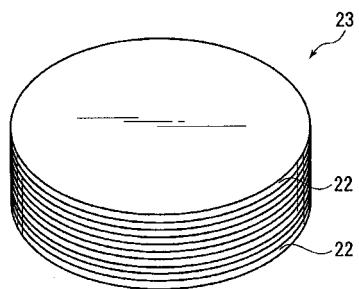
【図 2】



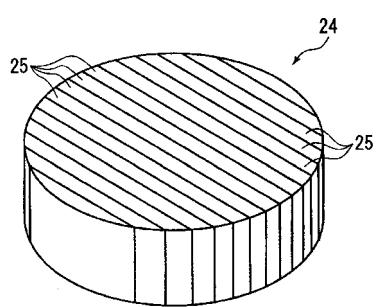
【図 4】



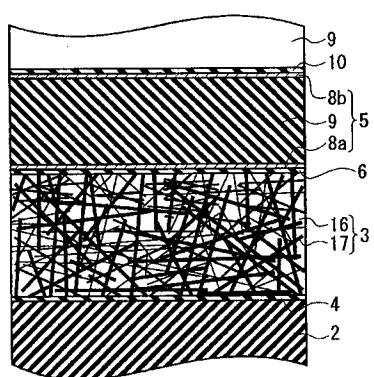
【図5】



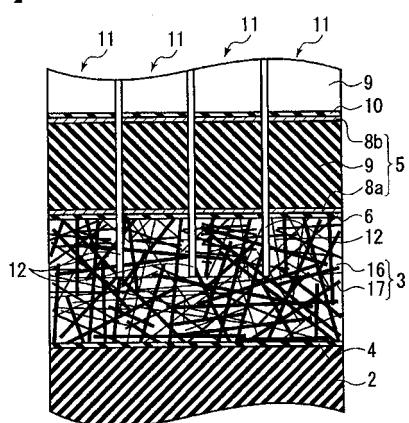
【図6】



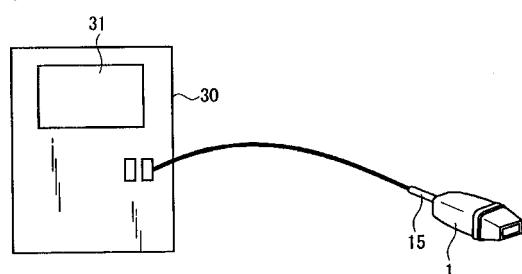
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-078694(JP,A)
特開2003-071994(JP,A)
特開平06-128396(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 04 R 17 / 00
A 61 B 8 / 00

专利名称(译)	声学背衬组合物，超声波探针和超声波诊断设备			
公开(公告)号	JP4319644B2	公开(公告)日	2009-08-26	
申请号	JP2005161985	申请日	2005-06-01	
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝			
申请(专利权)人(译)	东芝公司			
当前申请(专利权)人(译)	东芝公司			
[标]发明人	山下洋八 細野靖晴			
发明人	山下 洋八 細野 靖晴			
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00 B06B1/06 H01L41/08			
CPC分类号	B06B1/0622			
FI分类号	H04R17/00.330.J H04R17/00.332.A A61B8/00			
F-TERM分类号	4C601/EE10 4C601/EE13 4C601/GB30 4C601/GB41 4C601/GB47 5D019/AA20 5D019/AA25 5D019 /AA27 5D019/BB19 5D019/FF04 5D019/GG06			
代理人(译)	堀口博			
优先权	2004176333 2004-06-15 JP 2004176334 2004-06-15 JP			
其他公开文献	JP2006033801A			
外部链接	Espacenet			

摘要(译)

要解决的问题：为了提供改善强度的声学背衬材料，改善了与压电元件的粘合强度，并且可以在充分满足声学背衬材料最初所需的导热特性的同时实现小型化和轻量化，和超声波探头以及使用其的超声波诊断装置。溶液：声学背衬材料包含乙烯-乙酸乙烯酯共聚物，其含有20至80重量%的乙酸乙烯酯单元和包含在乙烯-乙酸乙烯酯共聚物中的填料。

[表1]

	音響パッキング材の特性				
	音速 (m/s)	A I (MRayls)	減衰率 (dB/mmMHz)	熱伝導率 (W/mK)	チャンネル 不良率 (%)
実施例 1	3358	7.9	3.1	1	0
実施例 2	1350	3.1	3.7	0.9	0
実施例 3	1400	3.2	3.8	1.8	0
実施例 4	2320	4.7	4.5	3.9	0
実施例 5	2120	3.8	4.8	3.3	0
実施例 6	1950	3.5	4.4	2.9	0
実施例 7	1700	2.6	4.2	1.9	0
比較例 1	2700	5.2	0.96	2.9	25
比較例 2	2000	4.1	1.9	2.8	8
比較例 3	2050	4.0	1.8	2.8	11
比較例 4	2100	4.1	2.2	2.8	10
比較例 5	1970	3.6	2.1	2.8	9

* : E V C Aにおいて、スラッシュの前の数値はエチレン量、後の数値は酢酸ビニル量を示す。