

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6885242号
(P6885242)

(45) 発行日 令和3年6月9日 (2021.6.9)

(24) 登録日 令和3年5月17日 (2021.5.17)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/12 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/12

請求項の数 10 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2017-137826 (P2017-137826)	(73) 特許権者	000001270
(22) 出願日	平成29年7月14日 (2017.7.14)		コニカミノルタ株式会社
(65) 公開番号	特開2019-17637 (P2019-17637A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
(43) 公開日	平成31年2月7日 (2019.2.7)	(74) 代理人	110002952
審査請求日	令和2年3月18日 (2020.3.18)		特許業務法人鷺田国際特許事務所
		(74) 代理人	100155620
			弁理士 木曾 孝
		(72) 発明者	藤井 清
			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	佐藤 利春
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波探触子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波を送受信する圧電素子と、
 前記圧電素子を収納する筐体と、
 前記圧電素子と前記筐体との間の空間を充填する、それぞれ異なる個数のフェニル基を有する複数のアリール基含有シロキサン化合物を含み、5 MHz の超音波の減衰率が 1 . 5 d B / c m 未満である音響媒体液と、
 を備える超音波探触子。

【請求項 2】

前記音響媒体液は、アリール基含有シロキサン化合物および炭化水素系オイルを含む、
 請求項 1 に記載の超音波探触子。

10

【請求項 3】

前記音響媒体液は、2 個以上 5 個以下のフェニル基を有するアリール基含有シロキサン化合物を含む、請求項 1 または 2 に記載の超音波探触子。

【請求項 4】

前記音響媒体液は、4 個のフェニル基を有するアリール基含有シロキサン化合物を含む、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子。

【請求項 5】

前記音響媒体液は、前記筐体の一部をなすウインドウと、前記筐体のフレームとにより液密に封止された内部空間を充填し、

20

前記ウインドウは、ポリ - α - オレフィンを含む材料からなる、
請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子。

【請求項 6】

前記ウインドウは、ポリメチルペンテンを含む材料からなる、請求項 5 に記載の超音波探触子。

【請求項 7】

前記ウインドウは、可塑剤を混合したポリメチルペンテンを含む材料からなる、請求項 5 または 6 に記載の超音波探触子。

【請求項 8】

前記ウインドウは、ポリ - α - オレフィンオイルを混合したポリメチルペンテンを含む材料からなる、請求項 7 に記載の超音波探触子。

【請求項 9】

前記ウインドウは、その全質量に対する前記ポリ - α - オレフィンオイルの含有量が 6 % 以上 19 % 以下である前記材料からなる、請求項 8 に記載の超音波探触子。

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子を備える超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断に用いる超音波探触子に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、超音波診断装置に接続され、または超音波診断装置と通信可能に構成された超音波探触子を、体表に当てるかまたは体内へ挿入するという簡単な操作で、組織の形状および動きなどを超音波診断画像として得ることを可能とする。超音波診断装置は、安全性が高いため繰り返して検査を行うことができるという利点を有する。

【0003】

超音波探触子は、超音波を送受信する圧電素子などを内蔵した先端格納部と、超音波探触子全体を把握して操作するためのグリップ部とを備える。圧電素子は、超音波診断装置からの電気信号（送信信号）を受信し、受信した送信信号を超音波信号に変換して送波し、生体内で反射された超音波を受信して電気信号（受信信号）に変換し、電気信号に変換された受信信号を超音波診断装置に送信する。

【0004】

超音波探触子のうち、被検体の広い範囲を走査可能にするため、圧電素子を機械的に回転または揺動させるものが知られている（このような超音波探触子を、以下、「機械走査式超音波探触子」ともいう。）。機械走査式超音波探触子は、圧電素子と、圧電素子を回転または揺動させるための揺動機構部とを、先端格納部内に備える。先端格納部のうち、圧電素子の送受波面に対向する面には、超音波が透過しやすい材質で作られたウインドウが設けられており、圧電素子の送受波面とウインドウとの間の隙間には、音響媒体液が充填される。

【0005】

この音響媒体液は、圧電素子の送受波面とウインドウとの間を音響的に整合させ超音波の送受信を効果的に行うためのものであり、原理的には圧電素子の送受波面とウインドウとの間の隙間にさえ充填されていれば良い。しかしながら、この隙間のみに音響媒体液を充填することは現実的には困難であり、圧電素子が内蔵される空間を液密に密閉し、その密閉空間内を音響媒体液で充填することが多い。

【0006】

上記音響媒体液として、従来技術においては炭化水素系オイルが広範に使用されている。たとえば、特許文献 1 においては、粘度の高い音響媒体液における超音波信号の減衰を改善すべく、動粘度が $20 \text{ mm}^2 / \text{s}$ 以下の炭化水素系オイルが使用されている。また、

10

20

30

40

50

特許文献2においては、音響媒体液の摩擦抵抗による擦動部材の移動を容易にすべく、粘度が10～20 mPa・sの炭化水素系オイルを使用している。

【0007】

一方で、特許文献3においては、超音波の音速が生体内と同じになるようなインピーダンスを持つ音響媒体液として、5つのフェニル基を有する高フェニールシリコーン油を使用している。

【0008】

上記ウインドウの材料としては、生体に近い音響インピーダンスを有するポリメチルペンテンを使用することがある。ただし、特許文献4においては、その音速を生体の音速に近づけるため、シリコーン系オイルを混合したポリメチルペンテンを使用している。特許文献5においては、樹脂改質剤を混合して機械的強度を高めたポリメチルペンテンを使用している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2001-299748号公報

【特許文献2】特開2013-198645号公報

【特許文献3】特開昭60-164245号公報

【特許文献4】特開平1-242041号公報

【特許文献5】特開2001-178727号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、特許文献1～特許文献3に記載の音響媒体液をポリメチルペンテンなどの従来のウインドウ材料に用いると、圧電素子から送波（1回目送波）された超音波が、音響媒体液とウインドウとの間で反射することがあった。この反射した超音波は、圧電素子などでさらに反射して生体内に向けて送波（2回目送波）される。そのため、圧電素子は、生体内に多重に伝播してそれぞれ反射された、多重の超音波を受信することとなり、取得される超音波画像は、ノイズ（アーチファクト）が重畳されて精度が低下することになる。

【0011】

本発明は、上記課題に鑑み、多重反射によるノイズ（アーチファクト）の発生を抑制できる超音波探触子、および当該超音波探触子を備える超音波診断装置を提供することを、その目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するために、本発明の超音波探触子は、超音波を送受信する圧電素子と、上記圧電素子を収納する筐体と、上記圧電素子と上記筐体との間の空間を充填する、音響媒体液とを備える。上記音響媒体液は、アリール基含有シロキサン化合物を含み、5 MHzの超音波の減衰率が1.5 dB/cm未満である。

【発明の効果】

【0013】

多重反射によるノイズ（アーチファクト）の発生を抑制できる超音波探触子、および当該超音波探触子を備える超音波診断装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、超音波探触子を使用した超音波診断装置の外観斜視図である。

【図2】図2は、超音波探触子の全体構造を示す断面図である。

【図3】図3は、先端格納部を拡大した断面図である。

【図4A】図4Aはシリコンゴムから形成した試験サンプルを炭化水素系オイルに浸漬し

10

20

30

40

50

たときの、浸漬時間と形成した試験サンプルの質量変化率との関係を表すグラフである。

【図４Ｂ】図４Ｂはシリコンゴムから形成した試験サンプルをベンジルトルエンに浸漬したときの、浸漬時間と形成した試験サンプルの質量変化率との関係を表すグラフである。

【図４Ｃ】図４Ｃはシリコンゴムから形成した試験サンプルをメチルフェニルシリコンオイルに浸漬したときの、浸漬時間と形成した試験サンプルの質量変化率との関係を表すグラフである。

【図４Ｄ】図４Ｄはポリメチルペンテンから形成した試験サンプルを炭化水素系オイルに浸漬したときの、浸漬時間と形成した試験サンプルの質量変化率との関係を表すグラフである。

【図４Ｅ】図４Ｅはポリメチルペンテンから形成した試験サンプルをベンジルトルエンに浸漬したときの、浸漬時間と形成した試験サンプルの質量変化率との関係を表すグラフである。

10

【図４Ｆ】図４Ｆはポリメチルペンテンから形成した試験サンプルをメチルフェニルシリコンオイルに浸漬したときの、浸漬時間と形成した試験サンプルの質量変化率との関係を表すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【００１５】

以下、図面を参照しながら、本発明の一実施形態について説明する。

【００１６】

（超音波診断装置）

20

図１は、本実施形態に係る超音波探触子１を備える超音波診断装置１３の外観斜視図である。

【００１７】

超音波診断装置１３は、本体部２２、コネクタ部２９およびディスプレイ１４を備える。

【００１８】

超音波探触子１は、コネクタ部２９に接続されたケーブル１１を介して超音波診断装置１３と接続される。

【００１９】

超音波診断装置１３からの電気信号（送信信号）は、ケーブル１１を通じて超音波探触子１の圧電素子（後述）に送信される。この送信信号は、圧電素子において超音波に変換され、生体内に送波される。送波された超音波は生体内の組織などで反射され、当該反射波の一部がまた圧電素子に受波され電気信号（受信信号）に変換され、超音波診断装置１３に送信される。受信信号は、超音波診断装置１３において画像データに変換されディスプレイ１４に表示される。

30

【００２０】

（超音波探触子）

図２は、超音波探触子１の全体構造の一例を示す断面図である。この超音波探触子１は、超音波診断に用いられる探触子であり、その一部を被検者の体腔内に挿入し、当該体腔内において超音波を走査可能な体腔内挿入型探触子である。

40

【００２１】

図２に示すように、超音波探触子１は、体腔内に挿入される先端格納部７を含む挿入部２３と、体腔外において操作者によって把持されるグリップ部２４とを備え、本体部２２に接続されるケーブル１１に接続可能に構成される。先端格納部７からは、複数の信号線１２が引き出されており、挿入部２３およびグリップ部２４内を通過してケーブル１１に接続可能である。

【００２２】

このような体腔内挿入型探触子は、被検者の体腔内に挿入して使用されることが多いが、一般に超音波探触子は被検者の体腔内に挿入せずに体表に当てて使用されるものもある。なお、本発明に係る超音波探触子は体腔内挿入型に限定されない。

50

【0023】

また、超音波探触子1はケーブル11を介して超音波診断装置13に接続可能に構成されるが、ケーブルを設けず、無線通信により超音波診断装置13と接続可能に構成されていても良い。

【0024】

次いで、先端格納部7について詳細に説明する。

図3は、図2の先端格納部7を拡大した断面図である。先端格納部7は、超音波探触子1の筐体の一部をなすウインドウ9と保持部材であるフレーム10とが接合されて構成されており、圧電素子ユニット3と、それを保持し揺動させるための揺動機構部2と、超音波信号を伝達するための音響媒体液6が充填される内部空間15を備える。

10

【0025】

ウインドウ9は、圧電素子ユニット3などを生体との接触による圧力から保護するための保護部材であり、先端格納部7の生体と接触する側を被覆する位置に設けられる。

【0026】

フレーム10は、Oリングまたはパッキンなどの封止部材16、および、接着剤17などによりウインドウ9の内壁に密接するようにシールされており、これにより先端格納部7の内部を液密に封止する。フレーム10は、たとえば金属製または樹脂製のものを使用することが可能である。金属製の場合は、たとえばアルミニウムからなるものを使用することが可能である。樹脂製の場合は、後述する音響媒体液6との接触により膨潤しない樹脂を使用することが望ましい。また、フレーム10には、前述した複数の信号線12を通すための配線孔（図示せず）が設けられる。先端格納部7の密閉状態を保つために、当該配線孔において、信号線12とフレーム10とは、接着剤などにより液密に封止される。

20

【0027】

圧電素子ユニット3は、図3に示すように、バッキング層3a、圧電素子3b、音響整合層3cおよび音響レンズ3dが積層されて構成される。

【0028】

バッキング層3aは、圧電素子3bの生体側とは反対する側の面に設けられ、圧電素子3bを支持するとともに、圧電素子3bの生体側とは反対する側へ送波された超音波を吸収する。バッキング層3aの材料として、たとえば天然ゴム、エポキシ樹脂、または熱可塑性樹脂などを使用することが可能である。

30

【0029】

圧電素子3bは、圧電材料で構成される層である。圧電材料の例としては、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）、圧電セラミック、チタン酸亜鉛酸ニオブ酸鉛（PZNT）およびマグネシウム酸ニオブ酸チタン酸（PMNT）などが挙げられる。圧電素子3bの厚さは、たとえば0.05mm以上0.4mm以下とすることができる。圧電素子3bの生体側の表面、および、それとは反対する側の表面には、圧電素子3bに電圧を印加するための電極（図示せず）が設けられる。これらの電極は、信号線12と接続して、圧電素子3bに対して電気信号の送受を行う。

【0030】

音響整合層3cは、圧電素子3bと音響レンズ3dとの音響特性を整合させるための層であり、圧電素子3bと音響レンズ3dとの概ね中間の音響インピーダンスを有する材料により構成される。音響整合層3cは、単層でも積層でも良いが、音響特性を調整する観点から、音響インピーダンスが異なる複数の層（たとえば2層以上、より好ましくは4層以上）の積層体であることが好ましく、音響レンズ3dに向けて音響レンズ3dの音響インピーダンスに段階的または連続的に近づくように各層の音響インピーダンスが設定されることがより好ましい。なお、音響整合層3cの各層は、当該技術分野で通常使用される接着剤（たとえば、エポキシ系接着剤）で接着されてもよい。

40

【0031】

音響整合層3cは、種々の材料により構成することが可能である。これらの材料として、たとえば、アルミニウム、アルミニウム合金、マグネシウム合金、マコールガラス、ガ

50

ラス、溶融石英、銅パーグラファイト、および、樹脂などを使用することが可能である。前記樹脂の例として、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリカーボネート、ABS樹脂、AAS樹脂、AES樹脂、ナイロン、ポリフェニレンオキシド、ポリフェニレンスルフィド、ポリフェニレンエーテル、ポリエーテルエーテルケトン、ポリアミドイミド、ポリエチレンテレフタレート、エポキシ樹脂およびウレタン樹脂などが挙げられる。

【0032】

音響レンズ3dは、音響整合層3cと生体との概ね中間の音響インピーダンスを有する、たとえば軟質の高分子材料などにより構成されており、屈折を利用して超音波ビームを集束し分解能を向上させる。前記軟質の高分子材料の例としては、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、および、エチレンとプロ

10

【0033】

揺動機構部2は、圧電素子ユニット3を保持し揺動させる伝達機構部5と、伝達機構部5中のギヤ（伝達機構）の回転を駆動するモータ4を備える。揺動機構部2は、伝達機構部5中のギヤ（伝達機構）の回転に連動して、圧電素子ユニット3を揺動させ超音波信号を走査する。なお、圧電素子ユニット3を保持し揺動させる揺動機構部2とともに、またはそれに代わって、圧電素子ユニット3を保持し回転させる回転機構部（図示せず）を設けても良い。また、伝達機構部5においては、ギヤ以外にも、たとえば、タイミングベルト、ワイヤーなどを、圧電素子ユニット3を揺動させるための伝達機構として用いることが可能である。

20

【0034】

内部空間15は、ウインドウ9およびフレーム10により液密に密閉された空間であり、音響媒体液6を収容する。

【0035】

圧電素子3bから送波された超音波は、音響整合層3c、音響レンズ3d、音響媒体液6、ウインドウ9の順に、それぞれの媒体を伝播して生体に到達する。生体内組織で反射された超音波は、それとは逆の順に、それぞれの媒体を伝播して圧電素子3bに受信される。

30

【0036】

音響媒体液6は、アリアル基含有シロキサン化合物を含み、5MHzの超音波の減衰率が1.5dB/cm未満である液体である。

【0037】

アリアル基含有シロキサン化合物は、シロキサン骨格とアリアル基とを有すればよい。シロキサン骨格は、直鎖状でも分岐状でも環状でもよい。アリアル基は、芳香環を有すればよく、単環、縮環および複素環のいずれでもよい。アリアル基含有シロキサン化合物は、芳香環同士の π - π 結合により分子間距離が小さく、高密度となり得るため、音響インピーダンスを炭化水素系オイルよりも大きくできると考えられる。アリアル基は、高密度化を妨げる立体障害が生じにくいフェニル基が好ましい。

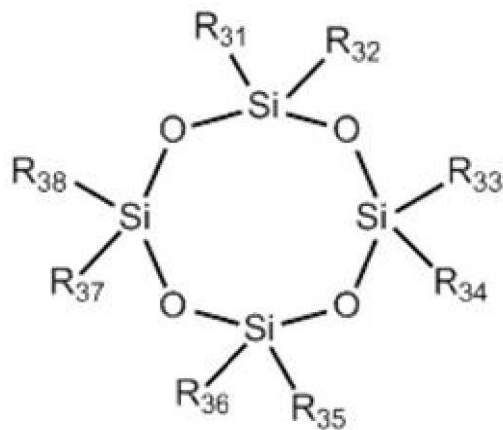
40

【0038】

アリアル基含有シロキサン化合物としては、たとえば、以下の一般式(1)、一般式(2)および一般式(3)に例示される化合物などが挙げられる。

【0039】

【化 3】



・・・(一般式(3))

10

【0044】

一般式(3)中、 $R_{31} \sim R_{38}$ は独立して水素原子、水酸基、アルキル基およびアリール基を示し、少なくとも1つがアリール基である。アルキル基は炭素数が1以上20以下である置換または非置換の直鎖状または分岐状のアルキル基であり、アリール基は置換または非置換のフェニル基、ナフチル基、アントリル基もしくはフェナントリル基、または、炭素数が1以上20以下である置換または非置換の直鎖状または分岐状のアルキル基でこれらが結合したアラルキル基である。上記アルキル基またはアリール基を置換する置換基は、ハロゲン原子および炭素数が1以上20以下であるアルキル基である。

20

【0045】

一般式(1)～一般式(3)における置換基 $R_1 \sim R_8$ 、 $R_{11} \sim R_{22}$ 、および、 $R_{31} \sim R_{38}$ は、それぞれ、少なくとも1個のフェニル基を有することが好ましく、2個以上5個以下のフェニル基を有することがより好ましく、4個のフェニル基を有することがさらに好ましい。また、上記置換基 $R_1 \sim R_8$ 、 $R_{11} \sim R_{22}$ 、および、 $R_{31} \sim R_{38}$ のうち、フェニル基以外の置換基は、アルキル基であることが好ましく、メチル基であることがより好ましい。以下、上記置換基 $R_1 \sim R_8$ 、 $R_{11} \sim R_{22}$ 、または、 $R_{31} \sim R_{38}$ のすべてがフェニル基およびメチル基のいずれかである化合物を、「メチルフェニルシリコン」という。

30

【0046】

一般式(1)および一般式(2)における繰り返し単位数 n_1 、 n_{11} および n_{22} は、いずれも1以上10以下であることが好ましく、1以上5以下であることがより好ましく、1以上3以下であることがさらに好ましく、1であることが特に好ましい。

【0047】

表1に、代表的なアリール基含有シロキサン化合物、炭化水素系オイルおよびベンジルトルエンの特性を示す。なお、炭化水素系オイルの特性は、特許文献1に記載の値である。

【0048】

密度、音速、音響インピーダンス、40における動粘度および超音波の減衰率は、以下の方法で測定して得られた値である。なお、本明細書における上記各特性は、特に記載しない限り、いずれも以下の方法で測定して得られた値である。

40

【0049】

密度は、JIS-K7112 02に記載のA法(水中置換法)の密度測定方法に準じて、電子比重計SD-200L(アルファミラージュ製)を用いて測定して得られた値である。

【0050】

音速は、JIS Z2353-2003に従い、超音波工業株式会社製シングアラウンド式音速測定装置を用いて25において測定して得られた値である。

50

【0051】

音響インピーダンスは、密度および音速から以下の式に従い導いた値である。

音響インピーダンス (Mrayl) = 密度 ($\times 10^3 \text{ kg/m}^3$) $\times$ 音速 ($\times 10^3 \text{ m/sec}$)

【0052】

動粘度は、JIS K2283に準拠した測定機器である株式会社エスティーエム製 Mini-AV-Xを用いて40において測定して得られた値である。

【0053】

超音波の減衰率は、JIS Z2354-1992に従い、水槽中に25の水を満たし、超音波パルサー・レシーバーJPR-10C（ジャパンプローブ社製）によって水中で5MHzの超音波を発生させ、超音波がシートを透過する前と後の振幅の大きさを測定して得られた値である。

【0054】

【表 1】

音響媒体液	アリール基含有シロキサン化合物 (メチルフェニルシリコーン)				炭化水素系オイル (特許文献 1 参照)	ベンジルトルエン
構造	一般式 (1) フェニル基 × 2 個 n 1 = 1	一般式 (3) フェニル基 × 2 個	一般式 (1) フェニル基 × 4 個 n 1 = 1	一般式 (1) フェニル基 × 5 個 n 1 = 1	—	—
密度 (kg/m ³)	1.02	1.104	1.065	1.107	0.85	1.02
音速 (m/s)	1238	1294	1408	1484	1400	1497
音響インピーダンス (Mrayl)	1.26	1.43	1.50	1.64	1.19	1.5
40℃における動粘度 (mm ² /s)	11	23	21	90	15	2.5
超音波 (5MHz) の 減衰率 (dB/cm)	1.0	0.90	0.85	4.0	1.19	0.13

【0055】

超音波は、異なる媒体間を伝播する時に、媒体間の音響インピーダンスの差に比例して反射される。本実施例では、上述したように生体に近い音響インピーダンスを有する材料をウインドウ 9 に使用するため、音響媒体液 6 も、音響インピーダンスが生体よりに近いものであると、音響媒体液 6 とウインドウ 9 との間での超音波の反射を抑制し、当該反射

10

20

30

40

50

により超音波が生体内に多重に伝播することによるノイズ（アーチファクト）が抑制され精度がより向上した超音波画像が取得される。

【0056】

特許文献1および特許文献2に記載のような炭化水素系オイルは、粘度が小さいため、媒体の密度と音速の積である音響インピーダンスも小さくなる。炭化水素系オイルは、一般的に音速が1400～1450 m/s程度であることから、その音響インピーダンスは一般的に1.2 MRaylであり、生体の音響インピーダンス（約1.53 MRayl）との差が大きい。

【0057】

これに対し、本実施形態で音響媒体液6として用いるアリール基含有シロキサン化合物は、炭化水素系オイルよりも密度が高く、より生体に近い音響インピーダンスを有する。

10

【0058】

なお、平均分子量がより大きい炭化水素系オイルを使用すれば、音響媒体液6の音響インピーダンスも大きくできると考えられる。しかし、平均分子量がより大きい炭化水素系オイルを用いると、音響媒体液6の動粘度が大きくなり、揺動する際に圧電素子ユニット3にかかる物理的負荷が大きくなるほか、高速での走査が困難になる可能性がある。

【0059】

これに対し、本実施形態で音響媒体液6として用いるアリール基含有シロキサン化合物は、音響インピーダンスが生体により近いうえに、40における動粘度も小さい。そのため、アリール基含有シロキサン化合物を単独で、あるいは適切に組み合わせて混合して使用すれば、40における粘度を30 mm²/s以下、好ましくは22 mm²/s以下として、圧電素子ユニット3への機械的負荷を小さくし、かつ、高速での走査を容易にすることが容易である。

20

【0060】

音響媒体液6は、超音波の減衰率が大きいと、超音波診断の被験深度を低下させたり画像の輝度を低下させたりして、超音波診断画像の精度を低下させるおそれがある。

【0061】

特許文献1および特許文献2に記載のような炭化水素系オイルは、超音波の減衰率は1.19 dB/cm程度であり実用に耐えうる程度であるものの、音響インピーダンスを大きくすると、超音波の減衰率も高くなる傾向がある。そのため、音響インピーダンスと超音波の減衰率との両立が困難である。

30

【0062】

これに対し、本実施形態で音響媒体液6として用いるアリール基含有シロキサン化合物は、音響インピーダンスが生体により近いうえに、超音波の減衰率も小さい。そのため、アリール基含有シロキサン化合物を単独で、あるいは適切に組み合わせて混合して使用すれば、音響媒体液6の5 MHzの超音波の減衰率を1.5 dB/cm未満として、超音波診断画像の精度の低下を抑制することが容易である。

【0063】

音響媒体液6は、沸点が低いと、揮発しやすく、封入された内部空間15の内部で気泡が発生しやすくなる。音響媒体液6に混入した気泡などは、超音波の伝播を妨げる原因となる。そのため、音響媒体液6は、液体から気体への相変化が起こりにくく、経時的に性質が安定しているものが要求される。

40

【0064】

水は、音響インピーダンスが約1.45 MRaylであり、超音波の減衰率も小さいため、音響媒体液6として使用する際の音響特性に優れている。しかし、水は沸点が低く揮発しやすいため、気泡が発生しやすい。

【0065】

これに対し、本実施形態で音響媒体液6として用いるアリール基含有シロキサン化合物は、沸点が高く、かつ構造的に安定しているため、気泡が発生しにくい。

【0066】

50

音響媒体液 6 は、内部空間 15 の内部で、ウインドウ 9、圧電素子ユニット 3 の音響レンズ 3 d、接着剤などと接するため、これらの部材を構成する材料へのケミカルアタックが少ないことが要求される。

【0067】

これに対し、本実施形態で音響媒体液 6 として用いるアリール基含有シロキサン化合物は、ウインドウ 9 の材料として使用されるシリコンゴムおよびポリ - α - オレフィン、音響レンズ 3 d の材料として使用されるシリコンゴムおよびポリスチレン、リザーバ 18 の材料として使用されるニトリルゴム、シリコンゴム、クロロプレンゴムおよびフッ素ゴム、ならびに、接着剤として使用されるエポキシ系接着剤などへのケミカルアタックが炭化水素系オイルおよびベンジルトルエンなどと比較しても非常に小さい。

10

【0068】

図 4 A ~ 図 4 F は、各種音響媒体液によるウインドウ 9 の材料へのケミカルアタック試験結果を示すグラフである。

【0069】

試験は、以下の手順で行った。シリコンゴムおよびポリメチルペンテンを用意した。シリコンゴムは、5 g の試料を室温で効果させた後、48 時間さらに室温で放置して完全硬化させて、試験サンプルとした。ポリメチルペンテンは、射出成形で得たテストピースから 5 g の試験片を切り出して試験サンプルとした。完全硬化した各試験サンプルの初期質量を電子天秤で測定した後、各種媒体液に各試験サンプルを浸漬した。媒体液は、炭化水素系オイル、ベンジルトルエンおよびメチルフェニルシリコンを用いた。その後、所定の時間が経過する度に、試験サンプルを媒体液から取り出し、その時点における試験サンプルの質量を電子天秤で測定した。図 4 A ~ 図 4 F は、試験サンプルごとに、浸漬時間を横軸、質量変化率（初期質量からの測定時の質量減少量を、初期質量で除算して得た値（％））を縦軸として各試験サンプルの時間経過ごとの質量減少率をプロットして得られたグラフである。

20

【0070】

図 4 A はシリコンゴムから形成した試験サンプルを炭化水素系オイルに、図 4 B はシリコンゴムから形成した試験サンプルをベンジルトルエンに、図 4 C はシリコンゴムから形成した試験サンプルをメチルフェニルシリコンオイルに、それぞれ浸漬したときの、浸漬時間と形成した試験サンプルの質量変化率との関係を表すグラフである。

30

【0071】

図 4 D はポリメチルペンテンから形成した試験サンプルを炭化水素系オイルに、図 4 E はポリメチルペンテンから形成した試験サンプルをベンジルトルエンに、図 4 F はポリメチルペンテンから形成した試験サンプルをメチルフェニルシリコンオイルに、それぞれ浸漬したときの、浸漬時間と形成した試験サンプルの質量変化率との関係を表すグラフである。

【0072】

図 4 A、図 4 B および図 4 C に示すように、シリコンゴムから形成した試験サンプルをメチルフェニルシリコン中に浸漬したところ、炭化水素系オイルおよびベンジルトルエンに浸漬したときよりも試験サンプルの質量減少率は小さかった。

40

【0073】

図 4 D、図 4 E および図 4 F に示すように、ポリメチルペンテンから形成した試験サンプルをメチルフェニルシリコン中に浸漬したところ、炭化水素系オイルおよびベンジルトルエンに浸漬したときよりも試験サンプルの質量減少率は小さかった。

【0074】

これらの結果から、メチルフェニルシリコンはシリコンゴムおよびポリメチルペンテンのいずれに対してもケミカルアタックが小さいことがわかる。

【0075】

音響媒体液 6 は、上述したアリール基含有シロキサン化合物を 1 種のみ単独で使用してもよいが、音響媒体液 6 の各種特性を所望の程度に調整するため、アリール基含有シロキ

50

サン化合物と他の媒体液、または複数種のアリール基含有シロキサン化合物を組み合わせ使用してもよい。

【0076】

アリール基含有シロキサン化合物と炭化水素系オイルを混合した音響媒体液6は、音響インピーダンスが生体に近いアリール基含有シロキサン化合物による多重反射の低減に加え、低粘度かつ超音波の減衰が少ない炭化水素系オイルにより、動粘度および超音波の減衰をより小さくすることが可能である。同様の効果を得るため、アリール基含有シロキサン化合物とシリコン油とを混合した音響媒体液6を使用してもよいし、アリール基含有シロキサン化合物、炭化水素系オイルおよびシリコン油を混合した音響媒体液6を使用してもよい。

10

【0077】

音響インピーダンスを生体により近づける観点からは、2個以上5個以下のフェニル基を有するアリール基含有シロキサン化合物を含むことが好ましく、4個のフェニル基を有するアリール基含有シロキサン化合物を含むことがより好ましい。また、音響媒体液6は、音響インピーダンスおよび超音波の減衰率などを含む各種特性を調整するため、それぞれ異なる個数の芳香環を有する複数のアリール基含有シロキサン化合物を含むことが好ましい。上記各種音響媒体液6に含まれるアリール基含有シロキサン化合物は、メチルフェニルシリコンであることが好ましい。

【0078】

ウインドウ9の材料は、シリコンゴムおよびポリ- α -オレフィンなどの押圧（生体との接触）により変形しにくい材料を使用することができる。これらの材料は音響インピーダンスが生体より大きいことが多いため、密度がより小さく音響インピーダンスがより小さいポリ- α -オレフィンが好ましく、音響インピーダンスが1.67 Mraylであり生体により近いポリメチルペンテンがより好ましい。音響インピーダンスが生体に近い材料をウインドウ9に使用することで、音響媒体液6とウインドウ9との間、およびウインドウ9と生体との間における多重反射を抑制可能である。

20

【0079】

また、ウインドウ9の材料は、図4Cと図4Fとの比較のように、音響媒体液6が含むアリール基含有シロキサン化合物によるケミカルアタックを少なくする観点からも、ポリ- α -オレフィンが好ましく、ポリメチルペンテンがより好ましい。

30

【0080】

ポリ- α -オレフィン、特にポリメチルペンテン、は、可塑剤を混合して、音響インピーダンスをより生体に近づけることが可能である。可塑剤としては、音響媒体液6によるウインドウ9の膨潤、ウインドウ9の表面への可塑剤の析出、および、音響媒体液6がウインドウ9を透過することを抑制する観点から、アリール基含有シロキサン化合物との相溶性が小さい炭化水素系オイルが好ましい。さらには、飽和しているため化学的に安定であり、かつ、不純物が少ないことから生体への安全性が高いポリ- α -オレフィンオイルがより好ましい。

【0081】

ポリ- α -オレフィン、特にポリメチルペンテン、の音響インピーダンスは、可塑剤の量により調整可能である。表2に、可塑剤としての量平均分子量が3100であるポリ- α -オレフィンオイルを、ポリメチルペンテンと混練したときの、可塑剤の量と混練後の材料の音響インピーダンスとの関係を示す。

40

【0082】

【表 2】

可塑剤の量 (重量%)	音響インピーダンス (Mrayl)
0	1.67
2	1.67
4	1.66
6	1.64
8	1.63
10	1.62
11	1.59
12	1.58
13	1.58
15	1.57
19	1.53

10

【0083】

20

表 2 から、音響インピーダンスを生体により近づける観点からは、可塑剤の量はウインドウ 9 の材料の全質量に対し 6 質量% 19 質量% 以下であることが好ましい。また、可塑剤の量が上記範囲であると、ウインドウ 9 の材料の剛性が適度に低下してウインドウ 9 にひび割れなどがより生じにくくなり、かつ、ウインドウ 9 の材料が軟化しすぎない。

【0084】

また、音響媒体液 6 は、前述のように、液密に密閉された内部空間 15 に充填されるが、一般に環境温度によって膨張収縮する。音響媒体液 6 の膨張により、内部空間 15 の内圧が上昇して亀裂や液漏れなどの不具合が発生する場合がある。

【0085】

そして、内部空間 15 に音響媒体液 6 を封入する工程においても、気泡が混入してしまうことがある。このような気泡が圧電素子ユニット 3 とウインドウ 9 の間に存在すると、超音波の伝播を妨げる原因となり、超音波信号が気泡により減衰したり、反射を起こしたりして鮮明な超音波断層像が得られなくなるという問題が発生する場合がある。

30

【0086】

このような不具合を防止するため、図 3 に示すように、内部空間 15 と接続されて音響媒体液 6 の膨張収縮を吸収するためのリザーバ 18 を、内部空間 15 の外に設置しても良い。

【0087】

リザーバ 18 の材料としては、アリール基含有シロキサン化合物環境下でゴムや樹脂などの材料は膨潤を起こしやすいことから、フッ素系のゴムを使用することが好ましい。

40

【0088】

また、上述したリザーバ 18 とともに、またはそれに代わって、気泡と音響媒体液 6 の表面張力および比重がそれぞれ異なることにより、気泡を内部空間 15 から外に移動させるための気泡溜まり部（図示せず）を設けても良い。

【産業上の利用可能性】

【0089】

本発明によれば、ノイズ（アーチファクト）が従来よりも少ない超音波画像を得ることができる。そのため、本発明は、超音波診断が適用され得る範囲を拡大することが期待される。

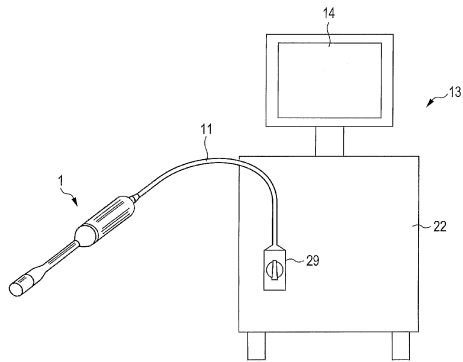
【符号の説明】

50

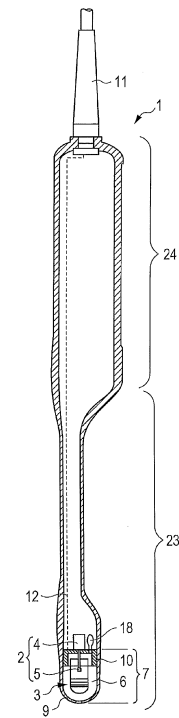
【 0 0 9 0 】

1	超音波探触子	
2	揺動機構部	
3	圧電素子ユニット	
3 a	パッキング層	
3 b	圧電素子	
3 c	音響整合層	
3 d	音響レンズ	
4	モータ	
5	伝達機構部	10
6	音響媒体液	
7	先端格納部	
9	ウインドウ	
1 0	フレーム	
1 1	ケーブル	
1 2	信号線	
1 3	超音波診断装置	
1 4	ディスプレイ	
1 5	内部空間	
1 6	封止部材	20
1 7	接着剤	
1 8	リザーバ	
2 2	本体部	
2 3	挿入部	
2 4	グリップ部	
2 9	コネクタ部	

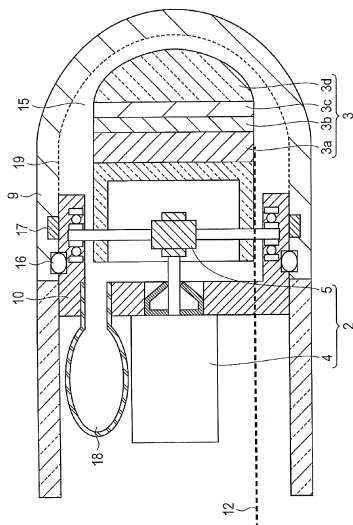
【図 1】



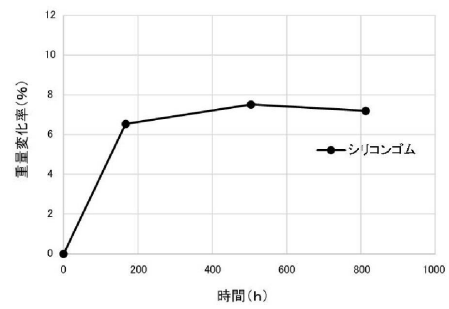
【図 2】



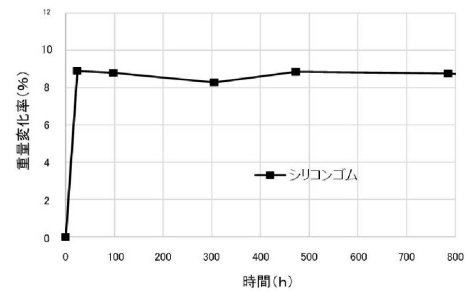
【図 3】



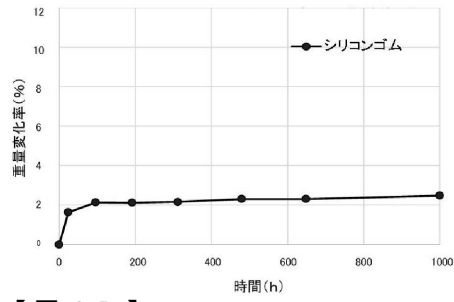
【図 4 A】



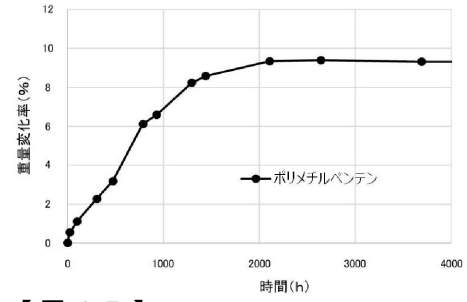
【図 4 B】



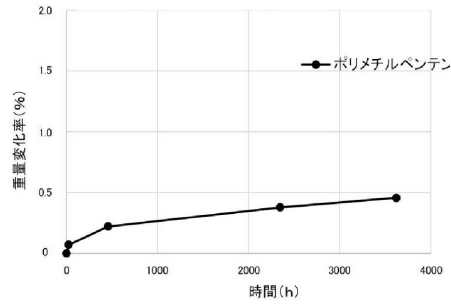
【図 4 C】



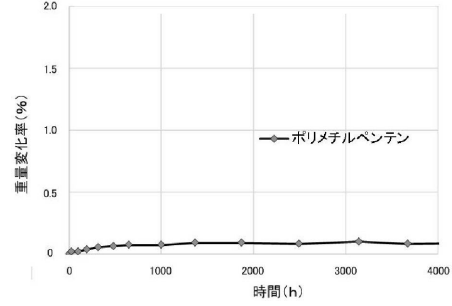
【図 4 E】



【図 4 D】



【図 4 F】



フロントページの続き

(72)発明者 大浦 浩二
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

審査官 宮川 哲伸

(56)参考文献 実開昭59-158056(JP,U)
特開2001-299748(JP,A)
特開2001-178727(JP,A)
特表2005-527336(JP,A)
特開平07-136162(JP,A)
国際公開第2005/120356(WO,A1)
特開平04-282141(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/00 - 8/15