

(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2017-189610

(P2017-189610A)

(43) 公開日 平成29年10月19日(2017.10.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A61B 8/14 (2006.01)	A61B 8/14	4C601
A61B 8/12 (2006.01)	A61B 8/12	5D019
H04R 17/00 (2006.01)	H04R 17/00 330J	
H04R 1/32 (2006.01)	H04R 1/32 330	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2017-77010 (P2017-77010)
 (22) 出願日 平成29年4月7日 (2017.4.7)
 (31) 優先権主張番号 特願2016-79810 (P2016-79810)
 (32) 優先日 平成28年4月12日 (2016.4.12)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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 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

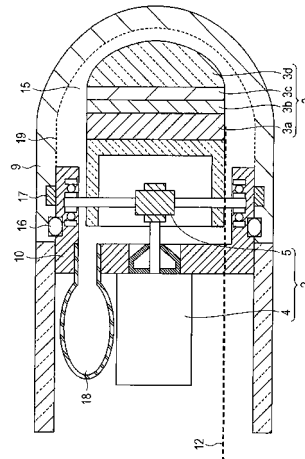
(54) 【発明の名称】 超音波探触子

(57) 【要約】

【課題】 生体との音響整合性が良く、高品質な超音波診断画像を得ることが可能な超音波探触子を提供すること。

【解決手段】 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、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し、芳香族化合物又はその置換体を含む音響媒体液と、を備える。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

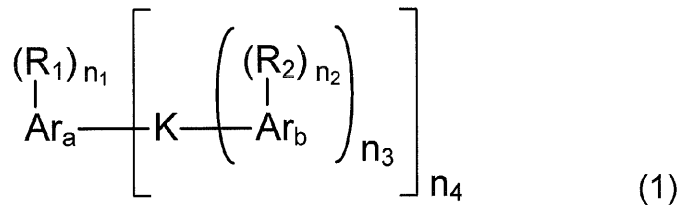
超音波を送受信する圧電素子と、
前記圧電素子を収納する筐体と、
前記圧電素子と前記筐体との間の空間を充填し、芳香族化合物又はその置換体を含む音響媒体液と、
を備える超音波探触子。

【請求項 2】

前記音響媒体液は、下記一般式(1)で表される芳香族化合物又はその置換体を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波探触子。

10

【化 1】



[ただし、 Ar_a 、 Ar_b は芳香環である。 n_1 は 0 ~ 4 の整数、 n_2 は 0 ~ 3 の整数、 n_3 は 1 ~ 3 の整数、 n_4 は 0、1、2 である。なお、 $n_4 = 0$ の時は $n_1 = 0$ であり、 $n_4 = 0$ の時は $(n_1 + n_2) = 0$ である。K は以下の 1) ~ 3) より選ばれる連結基である。]

20

1) 単結合

2) $-O-$ 、 $-SO_2-$ 、 $-O-(C=O)-O-$ 、 $-(C=O)-$ 、 $-RL-O-$ 、 $-O-RL-$ 、 $-O-C(=O)-RL-$ 、 $-C(=O)-O-RL-$ (RL は、アルキレン基、アルケニレン基またはアルキニレン基、シクロアルキレン基を示す)、 $-(C=S)-$ 、 $-(C=O)-O-$ 、 $-NRM-$ 、 $-S-$ 、 $-(C=O)-NRM-$ および $-NRM-(C=O)-$ (RM は、水素原子またはアルキル基を表す) からなる群より選ばれる 2 価基。

3) 炭素数 1 ~ 12 の 2 価 ~ 4 価の飽和炭化水素基又はその置換体。

R_1 、 R_2 は炭素数 1 ~ 30 のアルキル基又はその置換体である。]

30

【請求項 3】

前記音響媒体液は、40 において粘度が $2.2 \text{ mm}^2 / \text{s}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 又は 2 のいずれか一項に記載の超音波探触子。

【請求項 4】

前記音響媒体液は、ベンジルトルエンであることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の超音波探触子。

【請求項 5】

前記音響媒体液は、1-フェニル-1-キシリルエタン、1-フェニル-1-エチルフェニルエタン、又はそれらの混合物であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の超音波探触子。

40

【請求項 6】

前記圧電素子を機械的に揺動又は回転させる揺動機構部又は回転機構部を備えることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の超音波探触子。

【請求項 7】

前記揺動機構部又は回転機構部は、自身の運動に連動して前記圧電素子を揺動又は回転させる伝達機構と、前記伝達機構の運動を駆動するモータとからなることを特徴とする請求項 6 に記載の超音波探触子。

【請求項 8】

前記音響媒体液に接触する部品は、シリコンゴム、フロロシリコンゴム又はフッ素系ゴムからなることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の超音波探触子。

50

【請求項 9】

前記筐体の一部をなすウインドウと、保持部材であるフレームとにより密閉され、前記圧電素子及び前記音響媒体液を収容する音響媒体液収容空間部を備えることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の超音波探触子。

【請求項 10】

シリコンゴム、フロロシリコンゴム又はフッ素系ゴムからなり、前記ウインドウと前記フレームの間に配置され、前記音響媒体液収容空間部を液密に封止する封止部材を備えることを特徴とする請求項 9 に記載の超音波探触子。

【請求項 11】

エポキシ接着剤、シリコン接着剤又はフロロシリコン接着剤により前記ウインドウと前記フレームが接着され、前記音響媒体液収容空間部が液密に封止されることを特徴とする請求項 9 に記載の超音波探触子。

10

【請求項 12】

フッ素系ゴムからなり、前記音響媒体液収容空間部と接続しており、前記音響媒体液が流出入することで前記音響媒体液の膨張収縮を吸収するリザーバを備えることを特徴とする請求項 9 から 11 のいずれか一項に記載の超音波探触子。

【請求項 13】

前記筐体の前記音響媒体液と接する面にコーティングが施されていることを特徴とする請求項 1 から 12 のいずれか一項に記載の超音波探触子。

【請求項 14】

前記コーティングはフッ素コーティング、ポリパラキシリレンコーティング又は無機膜コーティングであることを特徴とする請求項 13 に記載の超音波探触子。

20

【請求項 15】

請求項 1 から 14 のいずれか一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】

30

【0002】

従来技術の機械走査式超音波探触子に使用する音響媒体としては動粘度または粘度が 20 m/s または 20 mPs/s 以下の粘度である炭化水素系オイルの使用を特長としている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

超音波診断装置は、超音波診断装置に接続又は通信可能に構成された超音波探触子を、体表に当てる又は体内へ挿入するという簡単な操作で、例えば組織の形状や動きなどが超音波診断画像として得られ、安全性が高いため繰り返し検査を行うことができる。超音波探触子は、超音波を送受信する圧電素子等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ている。

40

【0004】

圧電素子は超音波診断装置と接続又は通信可能に構成されており、超音波診断装置からの電気信号（送信信号）を超音波信号に変換して送波し、生体内において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。

【0005】

このような超音波探触子のうち、圧電素子を機械的に回転又は揺動させて被検体を走査するものが知られている。このような超音波探触子においては、圧電素子と、圧電素子を回転又は揺動させるための機構部とが先端格納部内に配置されている。

【0006】

50

先端格納部の圧電素子の送受波面に対向する面には、超音波が透過し易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、生体に近い音響インピーダンスを有する音響媒体液が充填されている。

【0007】

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、この隙間のみを音響媒体液を充填することは現実的には困難であり、一般的には、圧電素子が内蔵される空間を液密に密閉し、その密閉空間内に音響媒体液を充填する方法で実現されている。

【0008】

機械走査式超音波探触子に使用する音響媒体液として、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。例えば、特許文献1においては、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、特許文献2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、粘度が $10\sim 20\text{ mPa}\cdot\text{s}$ の炭化水素系オイルを使用している。

【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

【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、上記のような炭化水素系オイルは、粘度が小さくなるにつれて密度も小さくなる傾向がある。そのため、音響媒体液における超音波信号の減衰、又は画像ノイズの発生を抑制する観点からは、粘度の小さい炭化水素系オイルを音響媒体液として採用することが好ましいが、この場合、音響媒体液の密度も小さくなる。炭化水素系オイルは一般的に密度が 0.9 未満となっており、粘度の小さい低分子炭化水素系オイルは密度が更に小さくなっている。

【0011】

異なる媒体を伝播する時、超音波は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が、音響インピーダンスとは、媒体の密度と音速の積である。従って、上記の観点から粘度の小さい炭化水素系オイルを音響媒体液として採用した場合、その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 $1400\sim 1450\text{ m/s}$ 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 MRayls と、生体の音響インピーダンス(約 1.53 MRayls)との差が大きい数値となっている。

【0012】

圧電素子から送信された超音波(1回目送信)は、音響媒体液とウインドウを經由してウインドウと接触している生体内に伝播するが、上記のように音響媒体液と生体との間に音響インピーダンスの不整合があった場合、圧電素子から送信された超音波は、音響媒体液と生体との間に生じた音響インピーダンスの差に比例して生体表面で反射される。この反射信号は、元の送信方向とは相反する方向へ進行し、圧電素子表面で再び反射され、音響媒体液を経て生体に再度送波される(2回目送信)。このような、1回目送信の反射信号により2回目以降の超音波送波が生じる現象を多重反射という。

【0013】

生体に送波された超音波は、生体内の組織境界など音響インピーダンスの異なる境界で反射され、ウインドウ及び音響媒体液を經由して受信エコーとして圧電素子に受信される。ここで、上記音響媒体液と生体との音響インピーダンスの不整合により上記1回目送信から遅れて送信された2回目送信が発生した場合、その2回目送信の受信エコーは、本来の1回目送信の受信エコーで描出された生体の超音波診断画像上に重畳して多重反射によ

10

20

30

40

50

るノイズ（アーチファクト）となる。

【0014】

すなわち、従来の音響媒体液では、多重反射によるノイズ（アーチファクト）が発生しやすく超音波診断画像の精度が低下するという課題を有していた。

【0015】

なお、音響媒体液はウインドウに覆われており、前述した多重反射は実際には音響媒体液とウインドウ内面との間で発生しているが、機械走査式超音波探触子において、ウインドウは一般的にポリメチルペンテンなど生体に近い音響インピーダンスを持つ材料を使用しているため、上記説明では、説明を簡略化するように、ウインドウと生体の音響インピーダンスが同じである場合を想定して、ウインドウ内面を生体表面として説明した。

10

【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、本発明の超音波探触子は、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し、芳香族化合物又はその置換体を含む音響媒体液と、を備える。

【発明の効果】

【0017】

本発明によると、超音波探触子における音響媒体液と生体との音響インピーダンス不整合が解消される。従って、多重反射によるノイズを抑制し、高品質な超音波診断画像を得ることが可能となる。

20

【図面の簡単な説明】

【0018】

【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4】図4は、モータの駆動電圧と回転数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】

【0019】

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。

【0020】

30

（超音波診断装置）

図1は、本実施形態に係る超音波探触子1を使用した超音波診断装置13の外観斜視図である。

【0021】

超音波診断装置13は、超音波診断装置本体22、コネクタ部29及びディスプレイ14を備えている。

【0022】

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と接続されている。

【0023】

40

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の圧電素子に送信される。なお、圧電素子については後述する。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等で反射され、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。

【0024】

以下に、超音波探触子について詳細に説明する。

【0025】

（超音波探触子）

50

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。

【0026】

図 2 に示したように、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 2 3 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 2 4 とを備え、超音波診断装置本体 2 2 に接続されるケーブル 1 1 が設けられている。先端格納部 7 からは、複数の信号線 1 2 が引き出されており、挿入部 2 3 及びグリップ部 2 4 内を通過してケーブル 1 1 に接続されている。

【0027】

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。

【0028】

また、超音波探触子 1 はケーブル 1 1 を介して超音波診断装置 1 3 に接続されるように構成されているが、ケーブルを設けず、無線通信により超音波診断装置 1 3 と接続されるように構成されていても良い。

【0029】

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 1 0 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 が充填されている音響媒体液収容空間部 1 5 を備えている。

【0030】

ウインドウ 9 は、生体に近い音響インピーダンスを有する材料、例えばポリメチルペンテンからなる。

【0031】

フレーム 1 0 は、リング又はパッキンなどの封止部材 1 6、及び、接着剤 1 7 等によりウインドウ 9 の内壁に密接するようにシールされており、先端格納部 7 を液密に封止している。フレーム 1 0 は、例えば金属製又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、例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 環境下で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 1 0 には、前述した複数の信号線 1 2 を通すための配線孔（図示せず）が設けられている。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 1 2 とフレーム 1 0 とは、接着剤等により液密に封止されている。

【0032】

圧電素子ユニット 3 は、図 3 に示したように、パッキング層 3 a、圧電素子 3 b、音響整合層 3 c 及び音響レンズ 3 d が積層されて構成されている。

【0033】

パッキング層 3 a は、圧電素子 3 b の生体側とは反対する側の面に設けられており、圧電素子 3 b を支持するとともに、圧電素子 3 b 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。パッキング層 3 a の材料として、例えば天然ゴム、エポキシ樹脂、又は熱可塑性樹脂等を使用することが可能である。

【0034】

圧電素子 3 b 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）及びマグネシウム酸ニオブ酸チタン酸（PMNT）が挙げられる。圧電素子 3 b の厚さは、例えば 0.05 ~ 0.4 mm である。圧電素子 3 b の生体側の表面、及び、それとは反対する側の表面には、圧電素子 3 b に電圧を印加するための電極（図示せず）が設けられている

10

20

30

40

50

。この電極は信号線 1 2 と接続しており、圧電素子 3 b に対して電気信号の送受を行う。

【 0 0 3 5 】

音響整合層 3 c は、圧電素子 3 b と音響レンズ 3 d との音響特性を整合させるための層であり、圧電素子 3 b と音響レンズ 3 d との概ね中間の音響インピーダンスを有するものである。音響整合層 3 c は、単層でも積層でも良いが、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く（例えば 2 層以上、より好ましくは 4 層以上）、音響レンズ 3 d に向けて音響レンズ 3 d の音響インピーダンスに段階的又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ていることがより好ましい。なお、音響整合層 3 c の各層は、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）で接着されることが可能である。

10

【 0 0 3 6 】

音響整合層 3 c は、種々の材料で構成することが可能である。例えば、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、ガラス、溶融石英、コッパージェラファイト、及び、樹脂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、エポキシ樹脂及びウレタン樹脂が挙げられる。

【 0 0 3 7 】

音響レンズ 3 d は、音響整合層 3 c と生体との概ね中間の音響インピーダンスを有する例えば軟質の高分子材料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ためのものである。前記軟質の高分子材料の例としては、シリコーン系ゴム、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、及び、エチレンとプロピレンとを共重合させてなるエチレン - プロピレン共重合体ゴム、が挙げられる。その中で、シリコーン系ゴム及びブタジエン系ゴムが好ましく、音響レンズの特性の観点からは、シリコーン系ゴムに属するシリコーンゴム、及び、ブタジエン系ゴムに属するブタジエンゴムが特に好ましい。

20

【 0 0 3 8 】

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。これにより、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ことができる。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、又はそれに代わって、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、圧電素子ユニット 3 を揺動させるために、伝達機構部 5 においてギヤを伝達機構として用いたが、ギヤ以外にも、例えば、タイミングベルト、ワイヤー等を伝達機構として用いることが可能である。

30

【 0 0 3 9 】

音響媒体液収容空間部 1 5 は、ウインドウ 9 及びフレーム 1 0 により液密に密閉された空間であり、音響媒体液 6 を収容している。

【 0 0 4 0 】

圧電素子 3 b から送波された超音波は、音響整合層 3 c 、音響レンズ 3 d 、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 3 b に受信される。

40

【 0 0 4 1 】

次いで、音響媒体液 6 について詳細に説明する。

前述したように、音響媒体液 6 は、超音波を送受信する経路に介在しているため、その音響的特性が重要である。

【 0 0 4 2 】

音響インピーダンスは、液体の音響的特性の 1 つである。前述したように、超音波信号

50

は音響インピーダンスの差に比例して反射するため、圧電素子 3 b から送信された超音波信号の生体に伝播する経路に存在する音響媒体液 6 及びウインドウ 9 の材質は、生体の音響インピーダンスに限りなく近いことが望まれる。

【 0 0 4 3 】

超音波信号の減衰特性も、音響媒体液 6 の音響的特性の 1 つとして重要である。音響媒体液 6 における超音波信号の減衰が大きいと、超音波探触子の感度が低下してしまい、超音波診断の被験深度の低下や画像の輝度低下等の問題を引き起こし、超音波診断画像の精度が低下する。従って、音響媒体液 6 は、超音波信号の減衰が小さいことが要求される。

【 0 0 4 4 】

上記の 2 つの音響的特性の観点から、本実施形態は芳香族化合物を音響媒体液 6 として使用している。本実施形態に使用する芳香族化合物は、少なくとも 1 個の芳香環を含むオイル状の物質であり、それ以上の制約は特にない。ただし、芳香環の数は、5 個以上となると粘度が高くなるため、好ましくは 1 ~ 4 個の範囲で、より好ましくは 1 ~ 2 個の範囲である。芳香環は、単環のほか縮環や複素環であっても良い。

10

【 0 0 4 5 】

例えば、本実施形態に使用する芳香族化合物として、芳香環にアルキル基が結合した芳香族化合物を使用することが可能である。芳香環にアルキル基が結合した芳香族化合物の例としては、アルキルベンゼン、アルキルナフタレン、又はそれらの各種誘導体等が挙げられる。アルキルベンゼンの誘導体は、複数のアルキルベンゼンが、アルキレン基、エーテル基、エステル基、カーボネート基、カルボニル基、スルホニル基等の 2 価基或いは単結合により連結した複核構造のものを使用しても良いし、またそれらの置換体を使用しても良い。なお、当該芳香族化合物又はその誘導体中の芳香環に結合するアルキル基又は置換基は、炭素原子数が 1 ~ 30 個の範囲であり、好ましくは 4 ~ 25 個の範囲である。

20

【 0 0 4 6 】

また、本実施形態に使用する芳香族化合物は、芳香族化合物において、芳香族環を形成していない炭素原子同士が更に結合して二重結合や環状構造を形成していても良い。例えば、アルキル化ビフェニル、ポリフェニル置換炭化水素、スチレンオリゴマー等を使用することが可能である。

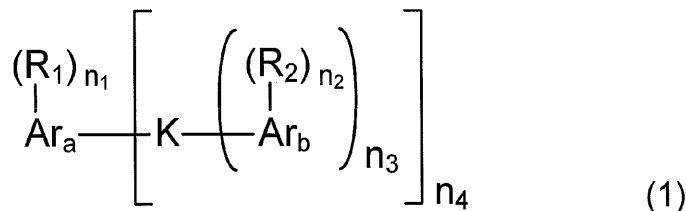
【 0 0 4 7 】

従って、本実施形態に使用する芳香族化合物の一例を、下記一般式 (1) に示す構造を有する芳香族化合物又はその置換体により代表することが可能である。

30

【 0 0 4 8 】

【 化 1 】



40

【 0 0 4 9 】

ただし、 Ar_a 、 Ar_b は芳香環である。 n_1 は 0 ~ 4、好ましくは 1 ~ 3 の整数、 n_2 は 0 又は 1 ~ 3、好ましくは 1 又は 2 の整数、 n_3 は 1 ~ 3、好ましくは 1 又は 2、特に好ましくは 1 の整数、 n_4 は 0、1、2 (なお $n_4 = 0$ の時は $n_1 = 0$ 、 $n_4 = 0$ の時は $(n_1 + n_2) = 0$ である。) の整数である。

K は以下の 1) ~ 3) より選ばれる連結基である。

1) 単結合

2) - O -、- SO₂ -、- O - (C = O) - O -、- (C = O) -、- R L - O -、- O - R L -、- O - C (= O) - R L -、- C (= O) - O - R L - (R L は、アルキレン基、アルケニレン基またはアルキニレン基、シクロアルキレン基を示す)、- (C

50

= S) - 、 - (C = O) - O - 、 - N R M - 、 - S - 、 - (C = O) - N R M - および - N R M - (C = O) - (R M は、水素原子またはアルキル基を表す) からなる群より選ばれる 2 価基。好ましくは酸素原子である。

3) 炭素数 1 ~ 12 (好ましくは 1 ~ 4 、特に好ましくは 1) の 2 価 ~ 4 価 (好ましくは 2 価) の飽和炭化水素基又はその置換体。R₁、R₂ は炭素数 1 ~ 30 (好ましくは 4 ~ 25) のアルキル基又はその置換体であり、エーテル結合を含んでも良い。R₁、R₂、K、Ar_b は各々複数の構造をとりうる。

【 0 0 5 0 】

一般式 (1) において、Ar_a に複数の R₁ が結合する場合において、それぞれの R₁ は同じでも異なっても良い。同様に、Ar_b に複数の R₂ が結合する場合において、それぞれの R₂ は同じでも異なっても良い。また、n₄ = 2 の場合に、Ar_a に結合する 2 つの K はそれぞれ同じでも異なっても良い。Ar_b も同様に、n₃ = 2, 3 の場合において、それぞれの Ar_b は同じでも異なっても良い。

10

【 0 0 5 1 】

なお、一般式 (1) の構造に代表される芳香族化合物は全炭素原子数の 3 分の 1 以内の、好ましくは 5 分の 1 以内の割合でエーテル結合を含んでも良い。すなわち、上記酸素原子含有量範囲内で R₁ 及び R₂ はアルキル基であっても良いし、当該アルキル基の末端又は内部に酸素原子を含む構造、或いはそれらの置換体であっても良い。

【 0 0 5 2 】

また、一般式 (1) に代表される芳香族化合物は、全水素原子数の 3 分の 1 以内、好ましくは 5 分の 1 以内の水素原子が塩素原子、アミノ基、(- N R R ') アニル基、アシロキシ基、カルボアルコキシル基、ニトリル基等の極性基で置換されていても良い。

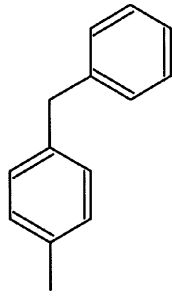
20

【 0 0 5 3 】

一般式 (1) に示す構造を有する芳香族化合物の代表的な例として、下記化学式 (2) から (5) でそれぞれ示すベンジルトルエン、1 - フェニル - 1 - キシリルエタン、1 - (2 - エチルフェニル) - 1 - フェニルエタン及び 1 - (4 - エチルフェニル) - 1 - フェニルエタンが挙げられる。

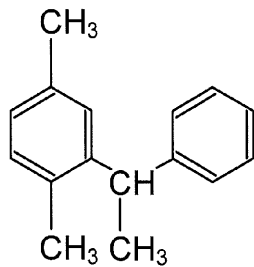
【 0 0 5 4 】

【化2】

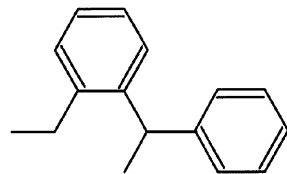


(2)

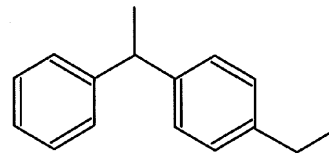
10



(3)



(4)



(5)

20

【0055】

また、本実施形態に使用する音響媒体液6は、芳香族化合物を2種類以上混合して使用しても良いし、芳香族化合物の一部、好ましくは3分の2以内、特に好ましくは2分の1以内を非芳香族化合物（例えば炭化水素系オイル）と置き換えた混合オイルを使用しても良い。

【0056】

表1は、代表的な芳香族化合物の音響的特性を示したものである。

30

【0057】

【表1】

表1 代表的な芳香族化合物及び炭化水素系オイルの音響特性及び物性

項目	ベンジルトルエン	1-フェニル-1-キシリルエタン、1-フェニル-1-エチルフェニルエタン、又はそれらの混合物	炭化水素系オイル
密度 (kg/m ³)	1.00	0.989	0.85
音速 (m/s)	1497	1540	1400
音響インピーダンス (MRayl)	1.50	1.52	1.19
動粘度 (mm ² /s)	2.6	5.2	15
超音波減衰 (dB/m, 5MHzにて)	0.016	0.067	1.19
沸点 (°C)	291	302	—
飽和蒸気圧 (kPa)	8.3	8.3	—

40

【0058】

表1に示した代表的な芳香族化合物は、密度が1.00又は0.99と、一般的な鉱物

50

油や流動パラフィンと呼ばれる直鎖炭化水素オイルの密度が0.9未満であるのに対して大きい値を示している。更に、芳香族化合物の音速は、常温においては1497又は1540 m/sであり、生体の音速(およそ1530 m/s)に非常に近い値となっている。音響インピーダンスは、媒体の密度と音速の積であるため、芳香族化合物の音響インピーダンスはおよそ1.5 MRaylsと、生体の音響インピーダンス(約1.53 MRayls)に非常に近い値となっている。これにより、音響媒体液6と生体と(正確には音響媒体液6とウインドウ9と)の音響インピーダンスの不整合が解消される。

【0059】

また、芳香族化合物における超音波信号の減衰特性は、0.016又は0.067 dB/mm(5 MHzの超音波信号とした場合)と、非常に小さな値となっている。これにより、超音波信号の減衰による超音波探触子の感度低下を抑制することができる。

10

【0060】

一方、従来技術において音響媒体液として使用されている直鎖炭化水素オイルは、前述したように、粘度が小さくなるにつれて密度が小さくなる傾向があるとともに、本発明者ら独自の測定結果によれば、粘度が小さくなると超音波減衰も低くなる。そのため、音響媒体液6における超音波信号の低い減衰を求めて粘度の小さい炭化水素系オイルを使用した場合、音響媒体液6の音響インピーダンスは、密度の低下に伴って生体の音響インピーダンスから更にかげ離れるという、超音波信号の減衰特性と音響インピーダンスとがトレードオフ関係にある問題がある。しかしながら、芳香族化合物は、低粘度と高密度との性質を兼有することから、音響媒体液6として芳香族化合物を使用すれば、音響媒体液6における超音波信号の低い減衰と生体に近い音響インピーダンスを同時に求めることが可能となる。

20

【0061】

上記音響的特性の観点から、芳香族化合物は、機械走査式超音波探触子における音響媒体液6として好適である。

【0062】

また、機械的特性も、液体の音響的特性の1つとして重要である。次に、音響媒体液6の機械的特性について説明する。

【0063】

機械走査式超音波探触子は、音響媒体液6中で圧電素子ユニット3を機械的に回転又は揺動させて超音波を走査しているため、音響媒体液6の動粘度が大きいと機械的負荷が大きくなり、高速で走査することが困難になる。

30

【0064】

例えば、図4は、モータ4の駆動電圧と回転数との関係を表すグラフである。図4A、図4B及び図4Cは、40において粘度がそれぞれ45、22及び5.2 mm²/sである環境下で行った実験の結果を示す。モータの回転数は、低すぎると、超音波診断画像のフレームレートが低下しリアルタイム性が損なわれるため、17 RPS以上であることが好ましい。図4Aから分かるように、粘度が45 mm²/sの環境下で、モータの回転数が17 RPSに達するには、6.3 V以上の駆動電圧が必要である。このような高い電圧では、モータの消費電力の増加に加え、モータの発熱により超音波探触子の温度が上昇し、患者に不快感を与えることややけどの恐れがあるという問題が発生する。

40

【0065】

しかしながら、代表的な芳香族化合物の動粘度は、表1に示すように、2.6又は5.2 mm²/s(40における値)となっている。図4B及び図4Cから分かるように、粘度の低い22及び5.2 mm²/sの環境下では、機械的負荷が低減するため、6.3 Vよりも低い駆動電圧(それぞれが3.2 V又は2.3 V)により回転数が17 RPSに達することが可能となる。3.2 V以下の駆動電圧であれば、超音波探触子の温度上昇は抑制され、やけどの恐れがない。このことから、音響媒体液6は、粘度の低く圧電素子ユニット3への機械的負荷が小さい物質を使用することが好ましく、特に、40における粘度が2.2 mm²/s以下であることが望ましい。

50

【0066】

上記機械的特性の観点からも、芳香族化合物は、機械走査式超音波探触子における音響媒体液6として好適である。

【0067】

また、安定性も、液体の音響的特性の1つとして重要である。次に、音響媒体液6の安定性について説明する。

【0068】

音響媒体液6は、超音波探触子に封入されるため、その安定性は超音波探触子のメンテナンスの観点から重要である。音響媒体液6の沸点が低ければ、揮発しやすいために、超音波探触子に封入された音響媒体液6の中に気泡が発生しやすくなる。音響媒体液6に気泡等が混入すると、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。

10

【0069】

表1に示した通りに、代表的な芳香族化合物の沸点は300程度であり、飽和蒸気圧は8.3kpa(200における値)と高くなっている。これにより、上述のような気泡発生が起こりにくくなり、超音波伝播を妨げる原因が解消される。

【0070】

上記安定性の観点からも、芳香族化合物は、機械走査式超音波探触子における音響媒体液6として好適である。

【0071】

上述した通りに、芳香族化合物は、音響的特性、機械的特性及び安定性の観点から、機械走査式超音波探触子における音響媒体液6として好適である。音響媒体液6として芳香族化合物を使用することで、音響媒体液6と生体と(正確には音響媒体液6とウインドウ9と)の音響インピーダンスの不整合が改善され、多重反射によるアーチファクトを抑制した高品質な超音波診断画像を得ることが可能となる。

20

【0072】

また、音響媒体液6は、前述のように、液密に密閉された音響媒体液収容空間部15に充填されているが、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、音響媒体液収容空間部15の内圧が上昇して亀裂や液漏れ等の不具合が発生する場合がある。

30

【0073】

そして、音響媒体液収容空間部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。

【0074】

このような不具合を防止するため、図3に示したように、音響媒体液収容空間部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、音響媒体液収容空間部15の外に設置しても良い。

40

【0075】

リザーバ18の材料としては、芳香族化合物環境下でゴムや樹脂等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。

【0076】

また、上述したリザーバ18とともに、又はそれに代わって、気泡と音響媒体液6の表面張力及び比重がそれぞれ異なることにより、気泡を音響媒体液収容空間部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。

【0077】

また、音響媒体液6に接触する超音波探触子1の部品は、芳香族化合物環境下で膨潤を起こしにくいシリコンゴム、フロロシリコンゴム又はフッ素系ゴム等のものを使用するこ

50

とが好ましい。特に、ゴムや樹脂等の材料は芳香族化合物環境下で膨潤を起こしやすいことから、音響媒体液6に接触する可能性のあるリングやパッキン等の封止部材（例えば、フレーム10とウインドウ9を密着させるための封止部材16）は、シリコンゴム、フロロシリコンゴム又はフッ素系ゴム製のものを使用することが好ましい。

【0078】

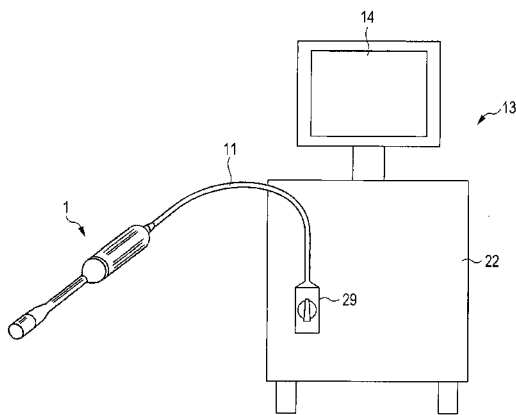
また、芳香族化合物環境下でゴムや樹脂等の材料は膨潤を起こしやすいことから、音響媒体液6に接触する可能性のある接着剤（例えば、接着剤17）は、エポキシ、シリコン、又はフロロシリコン接着剤を使用することが好ましい。

【0079】

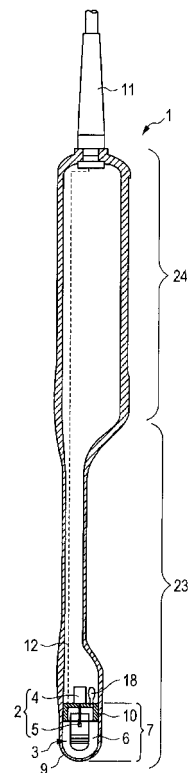
また、芳香族化合物環境下でゴムや樹脂等の材料は膨潤を起こしやすいことから、音響媒体液6に接触する可能性のある樹脂の音響媒体液6と接触する面（例えば、樹脂で製作されたウインドウ9の内面19）には、コーティングを施すことが好ましい。例えば、フッ素コーティング、ポリパラキシリレンコーティング又は無機膜コーティングが有用である。特に、無機膜コーティングの中で、導電性金属無機膜コーティングを施した場合は、外部電磁波ノイズのシールド効果も得られる。

10

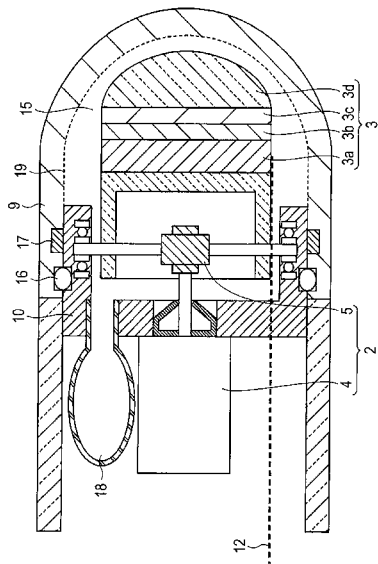
【図1】



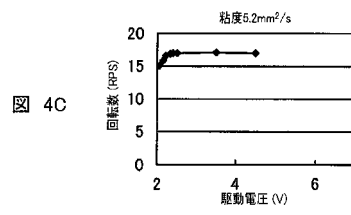
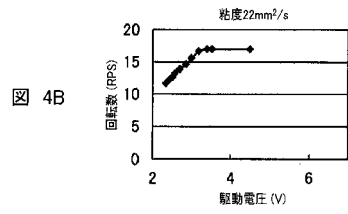
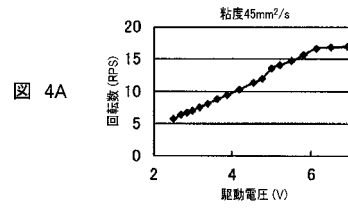
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4C601 BB14 BB15 EE04 FE07 GA13 GB25 GB26 GB28 GB31 GB33
GB44 GC02 GC11 GC22 GC23 GC24
5D019 AA22 BB02 EE01 FF04 GG01 GG03 GG06 GG10