

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4004396号

(P4004396)

(45) 発行日 平成19年11月7日(2007.11.7)

(24) 登録日 平成19年8月31日(2007.8.31)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 4 R	17/00	(2006.01)	HO 4 R 17/00 3 3 O J
A 6 1 B	8/12	(2006.01)	A 6 1 B 8/12
HO 4 R	1/44	(2006.01)	HO 4 R 1/44 3 3 O E

請求項の数 1 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2002-368893 (P2002-368893)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成14年12月19日(2002.12.19)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2004-201138 (P2004-201138A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(43) 公開日	平成16年7月15日(2004.7.15)	(73) 特許権者	597175031
審査請求日	平成16年10月20日(2004.10.20)		有限会社ジーエスケー
			東京都府中市南町3丁目4番4号
		(74) 代理人	100076233
			弁理士 伊藤 進
		(72) 発明者	大村 正由
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
			オリンパス光学工業株式会社内
		(72) 発明者	水口 徹
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
			オリンパス光学工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波振動子

(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の背面側にアクリルニトリルブタジエンゴム(NBR)、エチレンプロピレンターポリマ(EPDM)、及び少なくとも無機微粉末を含有する混合物から成り、

硬度がJISK6253に準拠したAスケールで80～100度(JIS-AHS)、
周波数に依存する単位距離あたりの音エネルギーの減衰量が5MHzの周波数において
10[dB/mm]以上、

吸水率が2.5%以下(JISK6253及びJISK7209に準拠)、

音響インピーダンスが $1 \times 10^6 \sim 7 \times 10^6$ [kg/(m²・s)]、

の特性を有する合成ゴムをバッキング材として設けたことを特徴とする体腔内用超音波振動子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は体腔内等で使用され、超音波診断等に好適な超音波振動子に関する。

【従来の技術】

食道、胃、十二指腸や大腸等の消化管や尿道、膀胱や尿管等の尿路器管に、専用のスコップを挿入し、管腔内表面組織の分光学的診断と周辺臓器や組織の超音波診断に供しうる機械走査式超音波内視鏡は、その先端部に超音波の送受信を司る超音波振動子を実装してい

る。

【0002】

同振動子は、その周囲を音響媒体で充填し、超音波を透過する樹脂で形成された外装キャップで覆われている。超音波振動子を囲む音響媒体は、振動子によって発生した超音波を生体に効率良く伝播させるもので、流動パラフィンやブタンジオール等、電気的絶縁性の高い炭化水素系のオイルが一般的な材質である。

【0003】

然し乍ら、これら絶縁オイルでは音響的な減衰値が高く、特に高画質な画像を供し得る高い周波数の超音波内視鏡では、音響媒体での超音波信号の減衰が発生し、良好な画像が得られない。

10

【0004】

こうした場合、前記音響媒体として、音響減衰の低い水や水にある種の添加物を加えた水溶液（以下、単に水溶液）を用いることもある。

【0005】

水溶液の場合、前記振動子と長時間の接触があると、振動子の特性の劣化が徐々に進行することが知られており、臨床適用（超音波内視鏡検査）毎に水溶液を注入し、検査終了後に水溶液を除去する等の工夫が施される。

【0006】

然し乍ら、前述の通り体腔内に挿入する超音波内視鏡では、こうした検査前後での水溶液の出し入れは、その構造上煩雑となる。

20

【0007】

そこで、高周波特性の振動子を実装する超音波内視鏡では、振動子に耐水性の高い樹脂等の薄膜コーティング（以下、防水コーティング）を実施していた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

前記防水コーティングを実施した場合でも、水溶液中に前記振動子を長時間浸漬した場合、振動子の性能劣化を完全に抑制することは出来ない。

【0009】

本性能劣化の支配的要因は、水溶液が長時間の浸漬により、防水コーティングを通過して振動子内部に侵入、同振動子を構成するバックング材に到達し、同バックング材の膨潤や特性の変質にあることが、種々の検討により判明した。

30

【0010】

（発明の目的）

本発明は上述した点に鑑みてなされたもので、耐水性の高いバックング材を備えた超音波振動子及び体腔内用超音波振動子を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明の体腔内用超音波振動子は、超音波を送受信する圧電素子の背面側にアクリルニトリルブタジエンゴム（NBR）、エチレンプロピレンターポリマ（EPDM）、及び少なくとも無機微粉末を含有する混合物から成り、硬度がJISK6253に準拠したAスケールで80～100度（JIS-AHS）、周波数に依存する単位距離あたりの音エネルギーの減衰量が5MHzの周波数において10[dB/mm]以上、吸水率が2.5%以下（JISK6253及びJISK7209に準拠）、音響インピーダンスが $1 \times 10^6 \sim 7 \times 10^6$ [kg/(m²・s)]、の特性を有する合成ゴムをバックング材として設けたことを特徴とする。

40

【0012】

【発明の実施の形態】

図1ないし図3を参照して本発明の実施の形態を具体的に説明する。図1は超音波診断装置の全体構成を示し、図2は超音波内視鏡の先端側に設けた1実施の形態の超音波振動子の構造を示し、図3は図2のA-A断面図を示す。

50

【 0 0 1 3 】

図 1 に示すように超音波診断装置 1 は体腔内等に挿入され、被検体に超音波の送受を行う超音波内視鏡 2 と、この超音波内視鏡 2 が着脱自在に接続され、超音波内視鏡 2 の先端部に内装した超音波振動子 3 を形成する圧電素子 4 (図 2 参照) に対する信号処理等を行い、超音波断層像をモニタ 5 に表示する超音波観測装置 6 とから構成される。

【 0 0 1 4 】

超音波内視鏡 2 は体腔内に挿入される可撓性を有する細長の挿入部 1 1 と、この挿入部 1 1 の後端に設けられた操作部 1 2 と、この操作部 1 2 から延出されたケーブル部 1 3 と、このケーブル部 1 3 の端部に設けられたコネクタ 1 4 とを有し、このコネクタ 1 4 は超音波観測装置 6 に着脱自在で接続される。

10

【 0 0 1 5 】

この超音波内視鏡 2 の挿入部 1 1 内には例えばフレキシブルシャフト 2 1 が挿通され、このフレキシブルシャフト 2 1 の先端側には硬質シャフト 4 1 を介して超音波振動子 3 が取り付けられている。また、このフレキシブルシャフト 2 1 の後端は操作部 1 2 内に設けたモータ 2 2 に接続され、このモータ 2 2 を回転することにより、フレキシブルシャフト 2 1 と共に、超音波振動子 3 を回転駆動して、超音波振動子 3 を構成する圧電素子 4 により放射される超音波を機械的にラジアル走査できるようにしている。

【 0 0 1 6 】

また、超音波振動子 3 における圧電素子 4 は図 3 に示すように同軸ケーブル 2 3 が接続され、この同軸ケーブル 2 3 はフレキシブルシャフト 2 1 の中空部を通して操作部 1 2 内のスリップリング 2 4 と接続され、このスリップリング 2 4 のステータ側接点に接続されたケーブル 2 5 は超音波観測装置 6 内の送受信を行う送受信部 2 7 に接続される。

20

【 0 0 1 7 】

また、モータ 2 2 及びこのモータ 2 2 の回転角を検出するロータリエンコーダ 2 8 もケーブル 2 5 を介して超音波観測装置 6 内のシステムコントローラ 2 9 と接続される。

【 0 0 1 8 】

システムコントローラ 2 9 はモータ 2 2 の回転制御及び送受信などの制御を行う。送受信部 2 7 は超音波振動子 3 の圧電素子 4 に送信信号 (駆動信号) を印加して、超音波を送信させると共に、被検体側で反射された超音波を圧電素子 4 により受信して電気信号に変換されたエコー信号を増幅などして図示しない A / D 変換器でデジタル信号に変換してシステムコントローラ 2 9 の制御下で一時的にフレームメモリ 3 0 に書き込む。

30

【 0 0 1 9 】

このフレームメモリ 3 0 に書き込まれたエコー信号データはラジアル方向の音線データであり、デジタルスキャンコンバータ (D S C と略記) 3 1 により直交座標系のデータに変換された後、D / A 変換器 3 2 を介してモニタ 5 に出力され、超音波断層像が表示される。

【 0 0 2 0 】

挿入部 1 1 の先端部 3 5 には超音波振動子 3 を収納した外装キャップ 3 6 が固定されている。そして、この外装キャップ 3 6 内部には超音波を少ない減衰で伝達する水溶液等の音響媒体 3 7 が満たされている。

40

【 0 0 2 1 】

なお、先端部 3 5 には光学的な照明窓と、光学的な観察窓とが設けてあり、内視鏡検査を行う光学的観察手段が形成されている。

【 0 0 2 2 】

次に図 2 及び図 3 を参照して、超音波振動子 3 の構造を説明する。

【 0 0 2 3 】

ホルダ 4 2 に接続固定された超音波振動子 3 は、図 2 及び図 3 に示すように円板状の圧電素子 4 と、その一方の面と他方の面とにそれぞれ設けた電極 (図 3 の表示に沿って明確化するため、上部電極及び下部電極ともいう) 4 4 a、4 4 b と、この圧電素子 4 における超音波放射方向 (図 2 で符号 O で示す) の面 (前面或いは上面や機能的に超音波送受面と

50

もいう)に設けた円板状の音響整合層45と、この音響整合層45の上面に設けられ、放射される超音波を収束させるための(例えば光学的な平凹レンズ形状の)音響レンズ46と、圧電素子4の超音波放射方向Oと反対側の背面に設けられ、超音波を減衰させるためのバッキング材47とからなり、上部電極44aと下部電極44bには同軸ケーブル23のグラウンド線23bと信号線23aとが接続される。

【0024】

上記音響整合層45の厚さは圧電素子4で発生する超音波の中心周波数の波長をとした場合、その1/4、つまり / 4に設定している。また、この音響整合層45は、例えば圧電素子4と音響媒体37との音響インピーダンスの間の値を持つ材質で形成されている。

10

【0025】

また、図2及び図3に示すように(外装キャップ36内部の)超音波振動子3はホルダ42等も含めてパリレン等による表面保護コーティング膜48でその表面が保護されている。

【0026】

なお、外装キャップ36における少なくとも超音波振動子3と対向する部分は、例えばポリエチレンの樹脂等のように超音波を透過する材質で形成され、超音波を送受する音響窓を形成している。

【0027】

本実施の形態では、圧電素子4における超音波送受面の反対側の背面に設けられるバッキング材47として、アクリルニトリルブタジエンゴム(NBR)、エチレンプロピレンターポリマ(EPDM)をベースにして少なくとも無機系の微粉末(金属粉末、ガラス粉末等)の充填剤を混合した合成ゴムにより形成したことが特徴となっている。

20

【0028】

このバッキング材47では、充填剤の量を可変することにより硬度、音響インピーダンス、音波吸収係数を従来のフェライト入りバッキング材(硬度(JIS-AHS)94、5MHzにおける超音波吸収係数15[dB/mm]、音響インピーダンス 5.7×10^6 [kg/(m²・s)])と同等にすることができた。

【0029】

この場合、アクリルニトリルブタジエンゴム(NBR)、エチレンプロピレンターポリマ(EPDM)をベースにして少なくとも無機系の微粉末(金属粉末、ガラス粉末等)の充填剤を混合した混合物からなり、硬度がJISK6253に準拠したAスケールで80~100度(JIS-AHS)、超音波吸収係数が例えば5MHzで10[dB/mm]以上の合成ゴムをバッキング材47としても従来例よりも機械的な強度を大きくでき、また耐水性を改善等でき、減衰の低い水溶液からなる音響媒体37中で使用しても感度、周波数帯域等の超音波性能の経時的な劣化を少なくでき、安定した特性の超音波振動子3を実現できる。

30

【0030】

前記バッキング材47として吸水率が2.5%以下(JISK6258及びJISK7209に準拠)で音響インピーダンス $1 \times 10^6 \sim 7 \times 10^6$ [kg/(m²・s)]の特性にした場合にも感度、周波数帯域等の超音波特性を劣化を低減できる。

40

充填剤の金属粉末としてはタングステン等を採用しても良い。最近の超音波診断のアプリケーションにオープンガントリーMRI(核磁気共鳴装置)下での術中超音波検査もあり、それらに供し得る超音波振動子も開発されている。こうした超音波振動子に実装されるバッキング材ではフェライト等、磁性体の粉末を充填すると、MRI画像に診断の妨げとなるアーチファクトを生じる可能性が高い。この場合、MRI画像に影響を与えないようにするため、超音波振動子3におけるバッキング材47を構成する充填剤に非磁性かつ非導電性の金属酸化物(タングステン酸化物等)を用いても良い。

【0031】

充填剤の金属粉末としてはタングステン等を採用しても良い。最近の超音波診断のアプリ

50

ケーションにオープンガントリーMRI（核磁気共鳴装置）下での術中超音波検査もあり、それらに供し得る超音波振動子も開発されている。こうした超音波振動子に実装されるバッキング材ではフェライト等、磁性体の粉末を充填すると、MRI画像に診断の妨げとなるアーチファクトを生じる可能性が高い。この場合、MRI画像に影響を与えないようにするため、超音波振動子3におけるバッキング材47を構成する充填剤に非磁性かつ非導電性の金属酸化物（タンゲステン酸化物等）を用いても良い。

【0032】

次に本実施の形態の形態の作用を説明する。

【0033】

図1の超音波内視鏡2を生体内に挿入し、先端部35に設けた観察手段による光学的な検査の他に、音響的な検査を行うことが必要な場合には、検査しようとする部位表面に外装キャップ36を接触させる。

10

【0034】

送受信部27からパルス状の送信信号が超音波振動子3の圧電素子4に印加され、この圧電素子4により超音波が励振されて音響レンズ46で集束されて、送信される。

【0035】

この超音波は音響媒体37を伝搬し、さらに圧電素子4に対向する（外装キャップ36における）音響窓部分を透過してこの音響窓部分に接触する生体側に出射される。

【0036】

この場合、生体の音響インピーダンスは 1.5×10^6 [kg/(m²・s)]程度であり、この音響窓部分の音響インピーダンスも生体の値に近いので、その外面と生体との接触面での超音波の反射波を小さくできる。

20

【0037】

生体側に送信された超音波は生体側における音響インピーダンスが変化する部分で反射される。

【0038】

その反射超音波は送信とは逆の経路をたどり、圧電素子4で受信されて電気信号、つまりエコー信号に変換され、送受信部27で検波及び増幅された後、A/D変換されてフレームメモリ30に各音線データ（超音波データ）が順次格納される。

【0039】

30

音線データはDSC31で直交座標系の音線データに変換され、D/A変換器32でアナログの映像信号に変換され、図示しない同期信号と共に、モニタ5に出力され、モニタ5の表示面に超音波断層像が表示される。

【0040】

本実施の形態では超音波内視鏡2の先端部の外装キャップ36内部にその周囲が水等の音響媒体37が充満された状態で超音波振動子3が収納され、この超音波振動子3における超音波を発生する圧電素子4の超音波送受面と反対側の背面には、超音波を減衰させるバッキング材47として、耐水性が良好で、かつ音波吸収係数が高い材質で形成しているので、経時的な変化が少ない、つまり従来例に比べて超音波特性の経時的劣化を低減できる。

40

【0041】

次にJIS7209に準拠した吸水率試験（48時間、例えば55℃の蒸留水に浸漬後の質量変化率）を本実施の形態のバッキング材47及び比較のため従来のフェライト入りバッキング材で実施した結果を以下の表に示す。

【0042】

【表】

(48時間、55℃の蒸留水に浸漬)

バックング材	吸水率	音響インピーダンス [kg/(m ² ・s)]	音波吸収係数 [dB/mm] (5MHz)
本実施の形態の バックング材	0.5%	5.7×10^{-6}	17.2
フェライト入り バックング	4.9%	5.7×10^{-6}	15.0

10

表に示したように本実施の形態の主要部となるバックング材47を用いた超音波振動子3は従来のフェライト入りバックングを用いた超音波振動子に比べ大幅に耐水性が改善され、超音波特性の経時的劣化が少なくなった。

【0043】

また音響インピーダンスは充填剤を減らすことで 1×10^{-6} [kg/(m²・s)]まで小さくすることができた。

【0044】

上記音響インピーダンスの小さなバックング材47と音響整合層とを最適化することで、高感度の超音波振動子にすることができる。

20

【0045】

なお、本発明は音響媒体として、超音波に対する減衰が少ない水溶液の場合に限らず、超音波に対する減衰が少ない油の場合にも適用できる。

【0046】

[付記]

1. 細長のチューブの先端部における減衰の少ない音響媒体中に超音波振動子を浸漬し、該超音波振動子を構成し、超音波を発生する圧電素子における超音波送受面と反対側の背面に超音波を減衰させるバックング材を設けた超音波探触子において、前記バックング材として、アクリルニトリルブタジエンゴム(NBR)、エチレンプロピレンターポリマ(EPDM)、及び少なくとも無機微粉末を含有する混合物から成り、硬度がJISK6253に準拠したAスケールで80~100度(JIS-AHS)、超音波吸収係数が5MHzの周波数で10dB/mm以上の合成ゴムで形成したことを特徴とする超音波探触子。

30

【0047】

2. 付記1において、前記バックング材は吸水率2.5%以下(JISK6258及びJISK7209に準拠)で音響インピーダンスが $1 \times 10^{-6} \sim 7 \times 10^{-6}$ [kg/(m²・s)]の特性を有する。

【0048】

3. 付記1において、前記超音波振動子はメカニカルに回転駆動される。

40

【0049】

1. 付記1において、前記超音波振動子はコーティング膜で覆われ、前記音響媒体から保護されている。

【0050】

5. 付記1において、前記減衰の少ない音響媒体は、水溶液または超音波減衰の少ない油である。

【0051】

6. 請求項2において、前記体腔内用超音波振動子は、体腔内に挿入可能な細長の挿入部の先端部に形成されている。

50

【 0 0 5 2 】

【 発明の効果 】

本発明によれば圧電素子の背面側にアクリルニトリルブタジエンゴム（NBR）、エチレンプロピレンターポリマ（EPDM）及び少なくとも無機微粉末を含有する混合物から成り、硬度80～100度（JIS-AHS）、超音波吸収係数が5MHzの周波数で10[dB/mm]以上の合成ゴムをバックング材として用いることで超音波振動子が音響媒体（水）内で用いられても耐水性が改善される為、超音波特性（感度、周波数帯域等）の経時的劣化が少なく、安定した性能を持った超音波振動子を提供できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の1実施の形態を備えた超音波診断装置の全体構成を示すブロック図。

10

【 図 2 】 超音波内視鏡の先端に設けた1実施の形態の超音波振動子の構造を示す斜視図。

【 図 3 】 図 2 の A - A 断面図。

【 符号の説明 】

1 ... 超音波診断装置

2 ... 超音波内視鏡

3 ... 超音波振動子

4 ... 圧電素子

5 ... モニタ

6 ... 超音波観測装置

1 1 ... 挿入部

1 2 ... 操作部

1 3 ... ケーブル部

1 4 ... コネクタ

2 1 ... フレキシブルシャフト

2 2 ... モータ

2 3 ... 同軸ケーブル

2 7 ... 送受信部

2 9 ... システムコントローラ

3 1 ... DSC

3 5 ... 先端部

3 6 ... 外装キャップ

3 7 ... 音響媒体

4 2 ... ホルダ

4 4 a、4 4 b ... 電極

4 5 ... 音響整合層

4 6 ... 音響レンズ

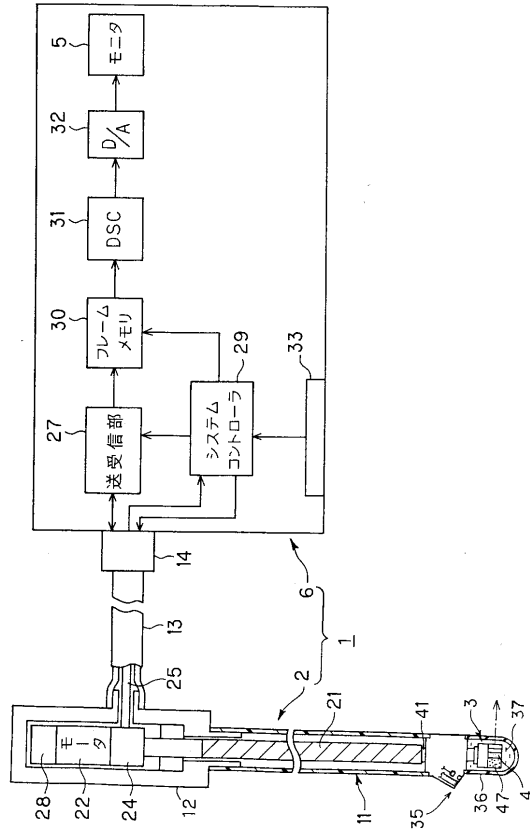
4 7 ... バックング材

4 8 ... コーティング膜

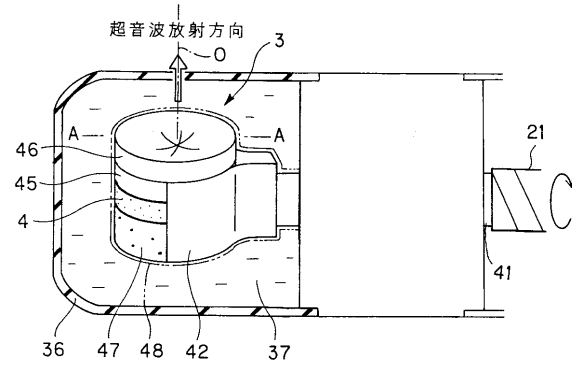
20

30

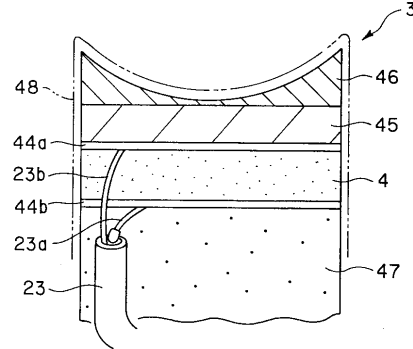
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 波田野 光明
東京都府中市南町3丁目4番4号 有限会社ジーエスケー内

審査官 志摩 兆一郎

(56)参考文献 特開平11-252695(JP,A)
特開2000-165995(JP,A)
特開2000-054274(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 17/00

H04R 1/44

专利名称(译)	超音波振動子		
公开(公告)号	JP4004396B2	公开(公告)日	2007-11-07
申请号	JP2002368893	申请日	2002-12-19
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社 Jiesuke		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司 有限公司Jiesuke		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司 有限公司Jiesuke		
[标]发明人	大村正由 水口徹 波田野光明		
发明人	大村 正由 水口 徹 波田野 光明		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/12 H04R1/44 G01N29/24 G01S7/521 G10K11/00 G10K11/02		
CPC分类号	G10K11/02 G01N29/2456 G01N29/2468 G01N2291/0423 G01S7/521 G10K11/002		
FI分类号	H04R17/00.330.J A61B8/12 H04R1/44.330.E		
F-TERM分类号	4C301/AA02 4C301/BB03 4C301/BB26 4C301/EE12 4C301/FF01 4C301/FF04 4C301/FF14 4C301/GB20 4C301/GB34 4C301/GB39 4C301/GC12 4C601/BB05 4C601/BB09 4C601/BB24 4C601/EE10 4C601/FE01 4C601/GB20 4C601/GB42 4C601/GB47 4C601/GC09 4C601/GC10 5D019/BB12 5D019/FF04 5D019/GG06		
代理人(译)	伊藤 进		
其他公开文献	JP2004201138A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种超声波振动器，该超声波振动器具有高耐水性的背衬材料，并且当用于声学介质时能够减少超声波性能的劣化。填充有诸如水的声学介质（37）的超声换能器（3）容纳在外盖（36）中，并且超声换能器（3）安装在压电元件的前表面上声学匹配层45和声透镜46堆叠，并且在背面，由含有丙烯腈丁二烯橡胶（NBR），乙烯丙烯三元共聚物（EPDM）和无机细粉的混合物制成的适度硬度通过提供由合成橡胶制成的背衬材料47，实现了耐水性优异的超声波换能器3，其具有大的超声波吸收系数，并且实现了超声波性能随时间的极小劣化。 .The

（48時間、55℃の蒸留水に浸漬）

バックング材	吸水率	音響インピーダンス [kg/(m ² ・s)]	音波吸収係数 [dB/mm] (5MHz)
本実施の形態の バックング材	0.5%	5.7×10 ⁴	17.2
フェライト入り バックング	4.9%	5.7×10 ⁴	15.0