

(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2019-130235

(P2019-130235A)

(43) 公開日 令和1年8月8日(2019.8.8)

(51) Int.Cl.

A61B 8/12 (2006.01)

F1

A61B 8/12

テーマコード (参考)

4C601

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2018-17357 (P2018-17357)
 (22) 出願日 平成30年2月2日 (2018.2.2)

(71) 出願人 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都八王子市石川町2951番地
 (74) 代理人 110002147
 特許業務法人酒井国際特許事務所
 (72) 発明者 吉田 暁
 東京都八王子市石川町2951番地 オリ
 ンパス株式会社内
 Fターム(参考) 4C601 BB06 BB22 EE21 FE02 FE07
 GB04 GB33

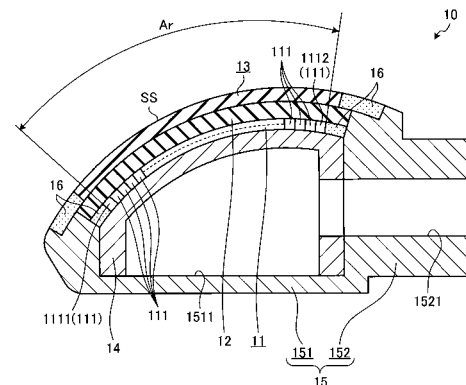
(54) 【発明の名称】 超音波振動子及び超音波内視鏡

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】走査面が損傷しても自己修復により修理を不要とし、利便性の向上を図ることができる超音波振動子及び超音波内視鏡を提供する。

【解決手段】超音波振動子10は、入力した電気信号に応じて超音波をそれぞれ出射するとともに外部から入射した超音波を電気信号にそれぞれ変換する複数の圧電素子111と、超音波を送受信する走査面SSの材料が自己修復性材料で構成された外表面とを備える。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

入力した電気信号に応じて超音波をそれぞれ出射するとともに外部から入射した超音波を電気信号にそれぞれ変換する複数の圧電素子と、
超音波を送受信する走査面の材料が自己修復性材料で構成された外表面と、
を備えることを特徴とする超音波振動子。

【請求項 2】

前記複数の圧電素子から出射された超音波を外部に放射するとともに、外部から入射した超音波を前記複数の圧電素子に伝達する音響レンズをさらに備え、
前記音響レンズは、
前記走査面を構成するとともに、自己修復性材料で構成されている
ことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波振動子。

10

【請求項 3】

前記複数の圧電素子及び前記音響レンズを保持する保持部材をさらに備え、
前記保持部材には、
前記音響レンズに接触する接触部が設けられ、
前記接触部は、
自己修復性材料で構成され、前記音響レンズに接合する
ことを特徴とする請求項 2 に記載の超音波振動子。

20

【請求項 4】

前記自己修復性材料は、
ディールス・アルダー反応によってフラン・マレイミド間で架橋構造が形成される熱可塑性エラストマーを含み、
前記架橋構造は、
温度に応じて、架橋及び脱架橋を可逆的に進行する
ことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波振動子。

【請求項 5】

前記自己修復性材料は、
ひも状の高分子が多数の輪分子を貫通した構造を有するポリロタキサンを含み、
前記輪分子同士は、
架橋及び脱架橋を可逆的に進行する
ことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波振動子。

30

【請求項 6】

被検体内に挿入される挿入部を備え、当該挿入部の先端に超音波振動子が設けられた超音波内視鏡であって、
前記超音波振動子は、
請求項 1 に記載の超音波振動子である
ことを特徴とする超音波内視鏡。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

40

【0001】

本発明は、超音波振動子及び超音波内視鏡に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、入力した電気信号に応じて超音波をそれぞれ出射するとともに外部から入射した超音波を電気信号にそれぞれ変換する複数の圧電素子を備えた超音波振動子が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

特許文献 1 に記載の超音波振動子（超音波プローブ）では、当該超音波振動子の外表面のうち、超音波を送受信する走査面は、音響レンズで構成されている。ここで、当該音響レンズは、シリコーン樹脂（ゴム）等の柔軟な樹脂やエラストマーで構成されることが一

50

般的である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2017-012436号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、シリコン樹脂は、比較的柔軟な材料である。このため、超音波振動子の外表面を構成する音響レンズ（走査面）は、強度が弱く、切り傷等の損傷を受け易い。そして、走査面が損傷を受けた状態で使用した場合には、当該損傷した部分に汚物が付着し易くなるとともに、適切な超音波画像を得ることもできない、という問題がある。一方、音響特性に影響を与えないで、走査面の損傷部分のみを修復することは困難である。このため、走査面が損傷を受けた場合には、超音波振動子そのものを交換することになり、修理に長い時間を要してしまう、という問題がある。

10

そこで、利便性の向上を図るために、走査面が損傷しても自己修復により修理を不要とする技術、あるいは、走査面が損傷した場合に容易に修理することができる技術が要望されている。

【0005】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、利便性の向上を図ることができる超音波振動子及び超音波内視鏡を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る超音波振動子は、入力した電気信号に応じて超音波をそれぞれ出射するとともに外部から入射した超音波を電気信号にそれぞれ変換する複数の圧電素子と、超音波を送受信する走査面の材料が自己修復性材料で構成された外表面と、を備えることを特徴とする。

【0007】

また、本発明に係る超音波振動子では、上記発明において、前記複数の圧電素子から出射された超音波を外部に放射するとともに、外部から入射した超音波を前記複数の圧電素子に伝達する音響レンズをさらに備え、前記音響レンズは、前記走査面を構成するとともに、自己修復性材料で構成されていることを特徴とする。

30

【0008】

また、本発明に係る超音波振動子では、上記発明において、前記複数の圧電素子及び前記音響レンズを保持する保持部材をさらに備え、前記保持部材には、前記音響レンズに接触する接触部が設けられ、前記接触部は、自己修復性材料で構成され、前記音響レンズに接合することを特徴とする。

【0009】

また、本発明に係る超音波振動子では、上記発明において、前記自己修復性材料は、ディールス・アルダー反応によってフラン・マレイミド間で架橋構造が形成される熱可塑性エラストマーを含み、前記架橋構造は、温度に応じて、架橋及び脱架橋を可逆的に進行することを特徴とする。

40

【0010】

また、本発明に係る超音波振動子では、上記発明において、前記自己修復性材料は、ひも状の高分子が多数の輪分子を貫通した構造を有するポリロタキサンを含み、前記輪分子同士は、架橋及び脱架橋を可逆的に進行することを特徴とする。

【0011】

また、本発明に係る超音波内視鏡は、被検体内に挿入される挿入部を備え、当該挿入部の先端に超音波振動子が設けられた超音波内視鏡であって、前記超音波振動子は、上述した超音波振動子であることを特徴とする。

50

【発明の効果】

【0012】

本発明に係る超音波振動子及び超音波内視鏡によれば、利便性の向上を図ることができる、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は、本実施の形態1に係る内視鏡システムを示す図である。

【図2】図2は、挿入部の先端を示す斜視図である。

【図3】図3は、超音波振動子を示す断面図である。

【図4】図4は、音響レンズを構成する自己修復性材料の特性を説明する図である。

10

【図5】図5は、本実施の形態2に係る音響レンズを構成する自己修復性材料の特性を説明する図である。

【図6】図6は、本実施の形態2に係る音響レンズを構成する自己修復性材料の特性を説明する図である。

【図7】図7は、本実施の形態3に係る超音波振動子を示す図である。

【図8】図8は、本実施の形態3に係る超音波振動子を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下に、図面を参照して、本発明を実施するための形態（以下、実施の形態）について説明する。なお、以下に説明する実施の形態によって本発明が限定されるものではない。さらに、図面の記載において、同一の部分には同一の符号を付している。

20

【0015】

（実施の形態1）

〔内視鏡システムの概略構成〕

図1は、本実施の形態1に係る内視鏡システム1を示す図である。

内視鏡システム1は、超音波内視鏡を用いて人等の被検体内の超音波診断及び処置を行うシステムである。この内視鏡システム1は、図1に示すように、超音波内視鏡2と、超音波観測装置3と、内視鏡観察装置4と、表示装置5とを備える。

超音波内視鏡2は、一部を被検体内に挿入可能とし、被検体内の体壁に向けて超音波パルス（音響パルス）を送信するとともに被検体にて反射された超音波エコーを受信してエコー信号を出力する機能、及び被検体内を撮像して画像信号を出力する機能を有する。

30

なお、超音波内視鏡2の詳細な構成については、後述する。

【0016】

超音波観測装置3は、超音波ケーブル31（図1）を介して超音波内視鏡2に電氣的に接続し、超音波ケーブル31を介して超音波内視鏡2にパルス信号を出力するとともに超音波内視鏡2からエコー信号を入力する。そして、超音波観測装置3では、当該エコー信号に所定の処理を施して超音波画像を生成する。

内視鏡観察装置4には、超音波内視鏡2の後述する内視鏡用コネクタ9（図1）が着脱自在に接続される。この内視鏡観察装置4は、図1に示すように、ビデオプロセッサ41と、光源装置42とを備える。

40

ビデオプロセッサ41は、内視鏡用コネクタ9を介して超音波内視鏡2からの画像信号を入力する。そして、ビデオプロセッサ41は、当該画像信号に所定の処理を施して内視鏡画像を生成する。

光源装置42は、内視鏡用コネクタ9を介して被検体内を照明する照明光を超音波内視鏡2に供給する。

表示装置5は、液晶、有機EL（Electro Luminescence）、CRT（Cathode Ray Tube）、または、プロジェクタを用いて構成され、超音波観測装置3にて生成された超音波画像や、内視鏡観察装置4にて生成された内視鏡画像等を表示する。

【0017】

〔超音波内視鏡の構成〕

50

次に、超音波内視鏡 2 の構成について説明する。

超音波内視鏡 2 は、図 1 に示すように、挿入部 6 と、操作部 7 と、ユニバーサルコード 8 と、内視鏡用コネクタ 9 とを備える。

図 2 は、挿入部 6 の先端を示す斜視図である。

なお、以下では、挿入部 6 の構成を説明するにあたって、挿入部 6 の先端側（被検体内への挿入方向の先端側）を「先端側」とのみ記載し、挿入部 6 の基端側（挿入部 6 の先端から離間する側）を「基端側」とのみ記載する。

挿入部 6 は、被検体内に挿入される部分である。この挿入部 6 は、図 1 または図 2 に示すように、先端側に設けられた超音波振動子 10 と、超音波振動子 10 の基端側に連結された硬性部材 61 と、硬性部材 61 の基端側に連結され湾曲可能とする湾曲部 62 と、湾曲部 62 の基端側に連結され可撓性を有する可撓管 63（図 1）とを備える。

10

なお、挿入部 6、操作部 7、ユニバーサルコード 8、及び内視鏡用コネクタ 9 の内部には、光源装置 42 から供給された照明光を伝送するライトガイド（図示略）、上述したパルス信号やエコー信号を伝送する振動子ケーブル（図示略）、及び画像信号を伝送する信号ケーブル（図示略）が引き回されているとともに、流体を流通させるための管路（図示略）が設けられている。

【0018】

ここで、硬性部材 61 は、樹脂材料等から構成された硬質部材であり、挿入軸 Ax（図 2）に沿って延在する略円柱形状を有する。なお、挿入軸 Ax は、挿入部 6 の延在方向に沿う軸である。

20

この硬性部材 61 において、先端側の外周面には、先端に向かうにしたがって当該硬性部材 61 を先細形状とする傾斜面 611 が形成されている。

そして、硬性部材 61 には、図 2 に示すように、基端から先端まで貫通した取付用孔（図示略）、基端から傾斜面 611 までそれぞれ貫通した照明用孔 612、撮像用孔 613、送気送水用孔 614、及び処置具チャンネル 615 等が形成されている。

上述した取付用孔（図示略）は、超音波振動子 10 が取り付けられる孔である。そして、当該取付用孔の内部には、上述した振動子ケーブル（図示略）が挿通されている。

【0019】

照明用孔 612 の内部には、上述したライトガイド（図示略）の出射端側と、当該ライトガイドの出射端から出射された照明光を被検体内に照射する照明レンズ 616（図 2）とが配設されている。

30

撮像用孔 613 の内部には、被検体内に照射され、当該被検体内で反射された光（被写体像）を集光する対物光学系 617（図 2）、及び当該対物光学系 617 にて集光された被写体像を撮像する撮像素子（図示略）が配設されている。そして、当該撮像素子にて撮像された画像信号は、上述した信号ケーブル（図示略）を介して内視鏡観察装置 4（ビデオプロセッサ 41）に伝送される。

本実施の形態 1 では、上述したように照明用孔 612 及び撮像用孔 613 は、傾斜面 611 に形成されている。このため、本実施の形態 1 に係る超音波内視鏡 2 は、挿入軸 Ax に対して鋭角で交差する方向を観察する斜視タイプの内視鏡として構成されている。

【0020】

40

送気送水用孔 614 は、上述した管路（図示略）の一部を構成し、撮像用孔 613 に向けて送気または送水し、対物光学系 617 の外面を洗浄するための孔である。

処置具チャンネル 615 は、挿入部 6 の内部に挿通された穿刺針等の処置具（図示略）を外部に突出させる通路である。

【0021】

操作部 7 は、挿入部 6 の基端側に連結され、医師等から各種操作を受け付ける部分である。この操作部 7 は、図 1 に示すように、湾曲部 62 を湾曲操作するための湾曲ノブ 71 と、各種操作を行うための複数の操作部材 72 とを備える。

また、操作部 7 には、湾曲部 62 及び可撓管 63 の内部に設けられたチューブ（図示略）を介して処置具チャンネル 615 に連通し、当該チューブに処置具（図示略）を挿通す

50

るための処置具挿入口 73 (図 1) が設けられている。

【0022】

ユニバーサルコード 8 は、操作部 7 から延在し、上述したライトガイド (図示略)、上述した振動子ケーブル (図示略)、上述した信号ケーブル (図示略)、及び上述した管路 (図示略) の一部を構成するチューブ (図示略) が配設されたコードである。

内視鏡用コネクタ 9 は、ユニバーサルコード 8 の端部に設けられている。そして、内視鏡用コネクタ 9 は、超音波ケーブル 31 が接続されるとともに、内視鏡観察装置 4 に挿し込まれることでビデオプロセッサ 41 及び光源装置 42 に接続する。

【0023】

〔超音波振動子の構成〕

次に、超音波振動子 10 の構成について説明する。

図 3 は、超音波振動子 10 を示す断面図である。具体的に、図 3 は、挿入軸 Ax を含み、走査面 SS に直交する平面にて超音波振動子 10 を切断した断面図である。

超音波振動子 10 は、コンベックス型の超音波振動子であり、外部 (図 3 中、上方側) に向けて凸となる円筒面状の走査面 SS を有する。なお、走査面 SS は、超音波振動子 10 の外表面の一部を構成する。

なお、以下では、超音波振動子 10 の構成を説明するにあたって、円筒面状の走査面 SS の周方向を「周方向」とのみ記載し、円筒面状の走査面 SS における円筒軸に沿う方向 (図 3 中、紙面に直交する方向) を「幅方向」と記載する。

そして、超音波振動子 10 は、走査面 SS の法線で構成される断面視扇状の超音波送受領域 Ar (図 3) 内で周方向に沿って超音波を走査 (送受信) する。

この超音波振動子 10 は、図 3 に示すように、振動部 11 と、音響整合層 12 と、音響レンズ 13 と、パッキング材 14 と、保持部材 15 とを備える。

【0024】

振動部 11 は、図 3 に示すように、複数の圧電素子 111 で構成されている。

複数の圧電素子 111 は、幅方向に沿って直線状に延在する長尺状の直方体でそれぞれ構成され、図 3 に示すように、周方向に沿って規則的に配列されている。また、圧電素子 111 の外面には、具体的な図示は省略したが、一对の電極が形成されている。そして、圧電素子 111 は、上述した振動子ケーブル (図示略) 及び一对の電極 (図示略) を介して入力したパルス信号 (本発明に係る電気信号に相当) を超音波パルスに変換して被検体に送信する。また、圧電素子 111 は、被検体で反射された超音波エコーを電圧変化で表現する電氣的なエコー信号 (本発明に係る電気信号に相当) に変換し、上述した一对の電極 (図示略) を介して上述した振動子ケーブル (図示略) に出力する。

すなわち、超音波送受領域 Ar において、周方向の一端の位置は、複数の圧電素子 111 のうち周方向の一端に位置する圧電素子 1111 (図 3) の位置に相当する。また、周方向の他端の位置は、複数の圧電素子 111 のうち周方向の他端に位置する圧電素子 1112 (図 3) の位置に相当する。

【0025】

ここで、圧電素子 111 は、PMN - PT 単結晶、PMN - PZT 単結晶、PZN - PT 単結晶、PIN - PZN - PT 単結晶またはリラクサー系材料を用いて形成される。

なお、PMN - PT 単結晶は、マグネシウム・ニオブ酸鉛及びチタン酸鉛の固溶体の略称である。PMN - PZT 単結晶は、マグネシウム・ニオブ酸鉛及びチタン酸ジルコン酸鉛の固溶体の略称である。PZN - PT 単結晶は、亜鉛・ニオブ酸鉛及びチタン酸鉛の固溶体の略称である。PIN - PZN - PT 単結晶は、インジウム・ニオブ酸鉛、亜鉛・ニオブ酸鉛及びチタン酸鉛の固溶体の略称である。リラクサー系材料は、圧電定数や誘電率を増加させる目的でリラクサー材料である鉛系複合ペロブスカイトをチタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) に添加した三成分系圧電材料の総称である。鉛系複合ペロブスカイトは、 $Pb(B_1, B_2)O_3$ で表され、 B_1 はマグネシウム、亜鉛、インジウムまたはスカンジウムのいずれかであり、 B_2 はニオブ、タンタルまたはタングステンのいずれかである。これらの材料は、優れた圧電効果を有している。このため、小型化しても電氣的なインピ

10

20

30

40

50

ーダンスの値を低くすることができ、上述した一対の電極（図示略）との間のインピーダンスマッチングの観点から好ましい。

【0026】

音響整合層12は、図3に示すように、周方向に沿って延在し、振動部11に対して超音波振動子10の外表面側（図3中、上方側）に積層されている。そして、音響整合層12は、振動部11（圧電素子111）と被検体との間で音（超音波）を効率よく透過させるために、当該振動部11と被検体との間の音響インピーダンスをマッチングさせる。

【0027】

音響レンズ13は、図3に示すように、接着剤（図示略）による接着力や、レンズ材そのものを注型した際の密着力にて音響整合層12に対して超音波振動子10の外表面側に固定される。すなわち、音響レンズ13において、図3中、上方側の面は、走査面SSとなる。この走査面SSは、周方向に沿って延在した断面視円弧形状を有するとともに、幅方向に沿って延在した断面視円弧形状を有し、外部に向けて突出した凸形状を有する。そして、音響レンズ13は、振動部11から送信され、音響整合層12を介した超音波パルス収束させる。また、音響レンズ13は、被検体で反射された超音波エコーを音響整合層12に伝達する。

ここで、音響レンズ13の材料は、自己修復性材料にて構成されている。なお、当該自己修復性材料の詳細については、後述する。

【0028】

バッキング材14は、図3に示すように、音響整合層12との間で振動部11を挟むように設けられ、圧電素子111の動作によって生じる不要な超音波振動を減衰させる部材である。このバッキング材14は、減衰率の大きい材料、例えば、アルミナ、ジルコニア、タングステン等のフィラーを分散させたエポキシ樹脂や、上述したフィラーを分散したゴムを用いて形成される。

【0029】

保持部材15は、図3に示すように、保持部151と、取付部152とを備える。

保持部151は、振動部11、音響整合層12、音響レンズ13、及びバッキング材14が一体化されたユニットを保持する部分である。この保持部151には、図3に示すように、当該ユニットを保持しつつ、音響レンズ13の走査面SSを外部に露出させる凹部1511が形成されている。そして、凹部1511と当該ユニットとの隙間には、接着剤16（図3）が充填される。

取付部152は、保持部151の基端に一体形成され、硬性部材61における上述した取付用孔（図示略）に挿入され、当該硬性部材61に取り付けられる部分である。この取付部152には、図3に示すように、基端から凹部1511まで貫通し、上述した振動子ケーブル（図示略）が挿通される挿通孔1521が形成されている。

【0030】

〔音響レンズを構成する自己修復性材料について〕

次に、音響レンズ13を構成する自己修復性材料について説明する。

図4は、音響レンズ13を構成する自己修復性材料の特性を説明する図である。

本実施の形態1では、音響レンズ13を構成する自己修復性材料として、図4に示すように、ディールス・アルダー（Diels-Alder）反応によってフランF - マレイミドM間で架橋構造CLが形成される熱可塑性エラストマーTEを採用している。

ここで、当該熱可塑性エラストマーTEとしては、「1,1'-(methylenedi-1,4-phenylene)bismaleimide-furfuryl glycidyl ether-Jeffamine4000」を例示することができる。

【0031】

熱可塑性エラストマーTEでは、架橋構造CLは、温度に応じて、架橋（図4（b））及び脱架橋（図4（a））を可逆的に進行する。

具体的に、音響レンズ13の走査面SSが損傷（切り傷等）した場合を想定する。

この場合には、当該損傷した位置では、架橋構造CLは、脱架橋の状態となる。当該音響レンズ13を例えば80 程度に加熱し、当該温度で放置すると、当該損傷により脱架

10

20

30

40

50

橋の状態となった架橋構造C L以外の架橋構造C Lもレトロ・ディールス・アルダー (Retro-Diels-Alder) 反応により、脱架橋の状態となる。このため、熱可塑性エラストマーTE (フランF及びマレイミドM) は、流動性を示す。そして、当該音響レンズ13の温度を25 程度まで徐々に冷却していくと、脱架橋の状態であったフランF及びマレイミドMは、ディールス・アルダー反応により架橋の状態となる。その結果、当該損傷が修復されていく。

【0032】

なお、本発明に係る熱可塑性エラストマーTEは、材料の配合量 (例えば、フランFの配合量) を変更することで、下記(1)～(8)の条件を満足することが好ましい。

(1) 一般的な内視鏡の洗浄、消毒、滅菌処理での耐性を有すること。

(2) 音響インピーダンスが $1.0 \sim 2.0 \text{ MRayl}$ 程度 ($1.0 \times 10^6 \sim 2.0 \times 10^6 \text{ kg/(m}^2 \cdot \text{s)}$ 程度) であること。

音響レンズ13の音響インピーダンスは、生体(水)の音響インピーダンスと音響整合層12の音響インピーダンスとの間の値、若しくは生体(水)と同じ値となることが理想である。そして、上記(2)の条件を満足すれば、音響レンズ13と被検体(生体)との界面で超音波の反射を小さくすることができる。すなわち、超音波の伝搬効率を向上させることができる。

【0033】

(3) 縦波音速が $900 \sim 1200 \text{ m/s}$ 程度であること。

音響レンズ13では、生体(水)との縦波音速の差で屈折し、レンズ効果を得ることができる。そして、音響レンズ13の形状を生体に接触させ易い凸形状にするためには、水の音速 1500 m/s より遅い必要がある。このため、上記(3)の条件を満足することが好ましい。

(4) 減衰率が $10 \text{ dB/(cm} \cdot \text{MHz)}$ 以下であること。

上記(4)の条件を満足すれば、音響レンズ13を透過した時の超音波減衰を小さくすることができる。すなわち、超音波の伝搬効率を向上させることができる。

(5) 金型での成形や、射出成形で所定の形状を作成することができること、また、その際の収縮率が10%以下であること。

ここで、音響レンズ13の焦点位置精度を高めるためには、曲面部分の曲率半径の精度が重要である。また、金型の形状を精密に転写するためには収縮率が小さい必要がある。そして、上記(5)の条件を満足すれば、音響レンズ13の形状を精度良く作成することができる。

【0034】

(6) 硬度は、ShoreA>50であること。

上記(6)の条件を満足すれば、通常使用時に傷が付いたり引き裂かれたりされない程度の強度を実現することができる。

(7) 厚み 0.15 mm 程度で 4 kV 以上の絶縁性を有すること。

上記(7)の条件を満足すれば、電気的な安全性を確保することができる。

(8) 生体適合性があること。

上記(8)の条件を満足すれば、人体に使用する際の安全性を確保することができる。

【0035】

以上説明した本実施の形態1によれば、以下の効果を奏する。

本実施の形態1に係る超音波振動子10では、音響レンズ13は、当該超音波振動子10の外表面のうち走査面SSを構成するとともに、自己修復性材料で構成されている。

このため、例えば、処置具チャンネル615を介して突出した穿刺針等の処置具により、走査面SSが損傷(切り傷等)した場合であっても、当該損傷を自己修復することができる。すなわち、当該損傷が自己修復されるため、走査面SSに汚物が付着し易くなることなく、適切な超音波画像を継続して得ることができる。また、超音波振動子10そのものを交換する必要がなく、修理に長い時間を要してしまうこともない。

したがって、本実施の形態1に係る超音波振動子10によれば、利便性の向上を図るこ

10

20

30

40

50

とができる。

【 0 0 3 6 】

(実施の形態 2)

次に、本実施の形態 2 について説明する。

以下の説明では、上述した実施の形態 1 と同様の構成には同一符号を付し、その詳細な説明は省略または簡略化する。

本実施の形態 2 では、音響レンズ 1 3 を構成する自己修復性材料として、上述した実施の形態 1 で説明した材料とは異なる材料を用いた点が異なるのみである。

【 0 0 3 7 】

図 5 及び図 6 は、本実施の形態 2 に係る音響レンズ 1 3 を構成する自己修復性材料の特性を説明する図である。

本実施の形態 2 では、音響レンズ 1 3 を構成する自己修復性材料として、図 5 に示したポリロタキサン (超分子ポリマー) S M を採用している。

ポリロタキサン S M は、ひも状の高分子 S M 1 と、多数の輪分子 S M 2 と、一対のストッパー分子 S M 3 とを備える。

ひも状の高分子 S M 1 は、例えば、ポリエチレングリコールで構成されている。

輪分子 S M 2 は、例えば、シクロデキストリンで構成されている。そして、ひも状の高分子 S M 1 は、多数の輪分子 S M 2 を貫通する。

ストッパー分子 S M 3 は、例えば、アダマンタンアミンで構成されている。そして、一対のストッパー分子 S M 3 は、ひも状の高分子 S M 1 の両端に設けられ、輪分子 S M 2 がひも状の高分子 S M 1 から脱落することを防止している。

【 0 0 3 8 】

そして、輪分子 S M 2 は、ひも状の高分子 S M 1 に沿って自由に移動することができるとともに、他のポリロタキサン S M の輪分子 S M 2 との間で、架橋 (図 6 (a)) 及び脱架橋 (図 6 (b)) を可逆的に進行する。

具体的に、音響レンズ 1 3 の走査面 S S が損傷 (切り傷等) した場合は想定する。

この場合には、当該損傷した位置では、架橋の状態であった輪分子 S M 2 同士は、脱架橋の状態となる。そして、当該損傷により分断されたポリロタキサン S M 同士が互いに接触していると、輪分子 S M 2 がひも状の高分子 S M 1 に沿って自由に移動することができるため、脱架橋の状態であった一方のポリロタキサン S M の輪分子 S M 2 と他方のポリロタキサン S M の輪分子 S M 2 とは、架橋の状態となる。その結果、当該損傷が修復されていく。

【 0 0 3 9 】

なお、本発明に係るポリロタキサン S M は、材料の配合量 (例えば、輪分子 S M 2 の配合量) を変更することで、上述した実施の形態 1 で説明した (1) ~ (8) の条件を満足することが好ましい。

【 0 0 4 0 】

以上説明した本実施の形態 2 のように音響レンズ 1 3 を構成する自己修復性材料としてポリロタキサン S M を採用した場合であっても、上述した実施の形態 1 と同様の効果を奏する。

【 0 0 4 1 】

(実施の形態 3)

次に、本実施の形態 3 について説明する。

以下の説明では、上述した実施の形態 1 と同様の構成には同一符号を付し、その詳細な説明は省略または簡略化する。

図 7 及び図 8 は、本実施の形態 3 に係る超音波振動子 1 0 A を示す図である。具体的に、図 7 及び図 8 は、図 2 に対応した図である。

本実施の形態 3 に係る超音波振動子 1 0 A では、上述した実施の形態 1 で説明した超音波振動子 1 0 に対して、保持部材 1 5 とは異なる材料で構成された保持部材 1 5 A を採用した点が異なる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 2 】

具体的に、保持部材 1 5 A は、音響レンズ 1 3 と同様に、自己修復性材料である熱可塑性エラストマー T E で構成されている。なお、保持部材 1 5 A は、熱可塑性エラストマー T E の材料の配合量（例えば、フラン F の配合量）を変更することで、音響レンズ 1 3 よりも硬度を高く設定することが好ましい。また、保持部材 1 5 A は、上述した実施の形態 1 で説明した保持部材 1 5 と同様に、保持部 1 5 1 と、取付部 1 5 2 とを備える。

ここで、保持部 1 5 1 において、凹部 1 5 1 1 の開口部分 1 5 1 2（図 7）は、音響レンズ 1 3 の外縁形状と略同一の形状を有する。当該開口部分 1 5 1 2 は、本発明に係る接触部に相当する。そして、音響レンズ 1 3 は、開口部分 1 5 1 2 に嵌合された状態で、例えば 8 0 程度に加熱され、さらに 2 5 程度に冷却される。これにより、音響レンズ 1 3 の外縁部分と開口部分 1 5 1 2 とは、ディールス・アルダー反応によってフラン F - マレイミド M 間で架橋構造 C L が形成されることで、互いに接合される。なお、図 7 では、当該接合箇所を破線で示している。すなわち、本実施の形態 3 に係る音響レンズ 1 3 は、音響整合層 1 2 に対して固定されておらず、保持部材 1 5 A に対して固定されている。

10

【 0 0 4 3 】

また、超音波振動子 1 0 A の使用により、音響レンズ 1 3 の走査面 S S が自己修復不能に損傷した場合には、図 7 の破線に沿って当該音響レンズ 1 3 を剥ぎ取り（図 8）、新たな音響レンズ 1 3 を開口部分 1 5 1 2 に嵌合する。そして、新たな音響レンズ 1 3 は、上記同様に例えば 8 0 程度に加熱され、さらに 2 5 程度に冷却され、ディールス・アルダー反応によってフラン F - マレイミド M 間で架橋構造 C L が形成されることで、開口部分 1 5 1 2 に対して接合される。

20

【 0 0 4 4 】

以上説明した本実施の形態 3 によれば、上述した実施の形態 1 と同様の効果の他、以下の効果を奏する。

本実施の形態 3 に係る超音波振動子 1 0 A では、保持部材 1 5 A は、自己修復性材料で構成され、音響レンズ 1 3 に接合する。このため、走査面 S S が自己修復不能に損傷した場合であっても、音響レンズ 1 3 のみを容易に交換することができる。

【 0 0 4 5 】

（その他の実施形態）

ここまで、本発明を実施するための形態を説明してきたが、本発明は上述した実施の形態 1 ~ 3 によってのみ限定されるべきものではない。

30

上述した実施の形態 1 ~ 3 では、超音波振動子 1 0 , 1 0 A は、コンベックス型の超音波振動子で構成されていたが、これに限らず、ラジアル型の超音波振動子で構成しても構わない。

上述した実施の形態 1 ~ 3 では、内視鏡システム 1 は、超音波画像を生成する機能、及び内視鏡画像を生成する機能の双方を有していたが、これに限らず、超音波画像を生成する機能のみを有する構成としても構わない。

上述した実施の形態 1 ~ 3 において、内視鏡システム 1 は、医療分野に限らず、工業分野において、機械構造物等の被検体の内部を観察する内視鏡システムとしても構わない。

上述した実施の形態 1 ~ 3 では、超音波内視鏡 2 は、挿入軸 A x に対して鋭角で交差する方向を観察する斜視タイプの内視鏡で構成されていたが、これに限らず、挿入軸 A x に対して直角に交差する方向を観察する側視タイプの内視鏡として構成しても構わない。

40

【 0 0 4 6 】

上述した実施の形態 1 ~ 3 では、超音波振動子 1 0 , 1 0 A の外表面のうち、超音波を送受信する走査面 S S は、音響レンズ 1 3 で構成されていたが、これに限らない。例えば、音響レンズ 1 3 をシリコン樹脂等で構成し、当該音響レンズ 1 3 の外表面側の面に、走査面 S S を構成する上述した実施の形態 1 , 2 で説明した自己修復性材料からなる保護部（コーティング層）を設けても構わない。また、例えば、音響レンズ 1 3 を省略し、音響整合層 1 2 の外表面側の面に、走査面 S S を構成する上述した実施の形態 1 , 2 で説明した自己修復性材料からなる保護部（コーティング層）を設けても構わない。さらに、例

50

えば、音響レンズ 1 3 及び音響整合層 1 2 を省略し、振動部 1 1 の外表面側の面に、走査面 S S を構成する上述した実施の形態 1 , 2 で説明した自己修復性材料からなる保護部（コーティング層）を設けても構わない。

なお、音響レンズ 1 3 をシリコン樹脂等で構成し、当該音響レンズ 1 3 の外表面側の面に当該保護部（コーティング層）を設けた場合には、当該保護部は、下記（ 9 ）～（ 1 1 ）の条件を満足することが好ましい。

（ 9 ）音響インピーダンスが $1.0 \sim 2.0 \text{ MRayl}$ 程度（ $1.0 \times 10^6 \sim 2.0 \times 10^6 \text{ kg / (m}^2 \cdot \text{s)}$ ）程度であること。

当該保護部の音響インピーダンスは、音響レンズ 1 3 の音響インピーダンスと生体（水）の音響インピーダンスとの間の値、若しくは生体（水）と同じ値となることが理想である。そして、上記（ 9 ）の条件を満足すれば、音響レンズ 1 3 ～保護部～生体の界面での超音波の反射を小さくすることができる。すなわち、超音波の伝搬効率を向上させることができる。

（ 1 0 ）厚みが均一であること。

上記（ 1 0 ）の条件を満足すれば、音響レンズ 1 3 の屈折効果を阻害しない。

（ 1 1 ）減衰率が音響レンズ 1 3 と合わせて $10 \text{ dB / (cm} \cdot \text{MHz)}$ 以下であること。

上記（ 1 1 ）の上限を満足すれば、超音波伝搬を阻害しない。

【 0 0 4 7 】

上述した実施の形態 1 ～ 3 では、本発明に係る自己修復性材料として、熱可塑性エラストマー T E やポリロタキサン S M を採用していたが、これに限らず、自己修復性材料であれば、その他の材料（例えば、熱可逆性を有する樹脂、接着剤、蠟等）を採用しても構わない。

上述した実施の形態 3 では、保持部材 1 5 A を熱可塑性エラストマー T E で構成していたが、これに限らず、上述した実施の形態 2 と同様に、ポリロタキサン S M で構成しても構わない。また、開口部分 1 5 1 2 のみを熱可塑性エラストマー T E やポリロタキサン S M で構成しても構わない。

【符号の説明】

【 0 0 4 8 】

- 1 内視鏡システム
- 2 超音波内視鏡
- 3 超音波観測装置
- 4 内視鏡観察装置
- 5 表示装置
- 6 挿入部
- 7 操作部
- 8 ユニバーサルコード
- 9 内視鏡用コネクタ
- 1 0 , 1 0 A 超音波振動子
- 1 1 振動部
- 1 2 音響整合層
- 1 3 音響レンズ
- 1 4 バッキング材
- 1 5 , 1 5 A 保持部材
- 3 1 超音波ケーブル
- 4 1 ビデオプロセッサ
- 4 2 光源装置
- 6 1 硬性部材
- 6 2 湾曲部
- 6 3 可撓管
- 7 1 湾曲ノブ

10

20

30

40

50

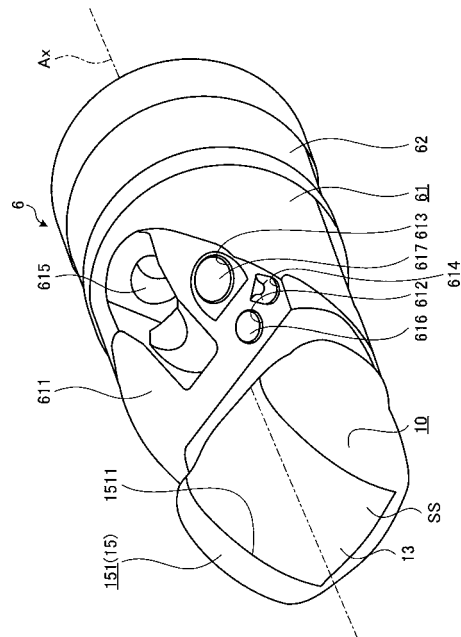
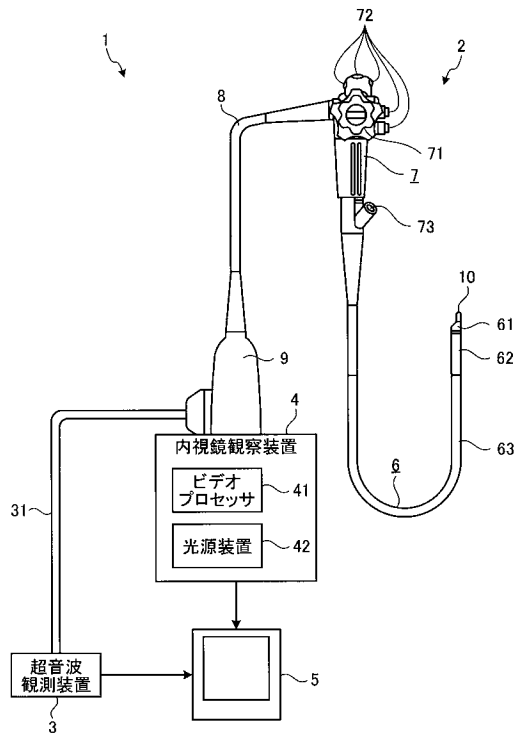
7 2 操作部材
 7 3 処置具挿入口
 1 1 1 , 1 1 1 1 , 1 1 1 2 圧電素子
 1 5 1 保持部
 1 5 2 取付部
 6 1 1 傾斜面
 6 1 2 照明用孔
 6 1 3 撮像用孔
 6 1 4 送気送水用孔
 6 1 5 処置具チャンネル
 6 1 6 照明レンズ
 6 1 7 対物光学系
 1 5 1 1 凹部
 1 5 1 2 開口部分
 1 5 2 1 挿通孔
 A x 挿入軸
 C L 架橋構造
 F フラン
 M マレイミド
 S M ポリロタキサン
 S M 1 ひも状の高分子
 S M 2 輪分子
 S M 3 ストッパー分子
 S S 走査面
 T E 熱可塑性エラストマー

10

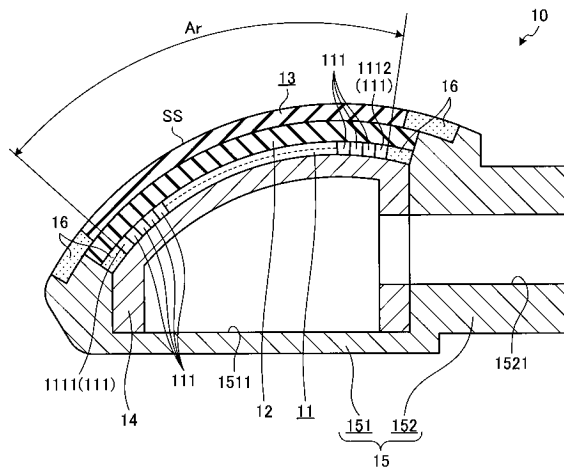
20

【図 1】

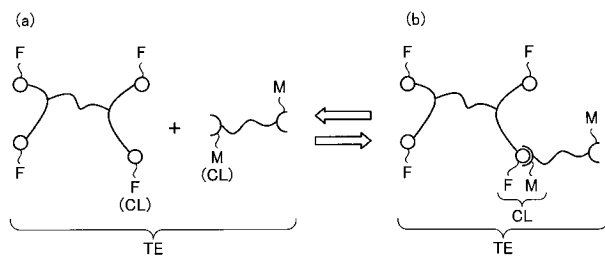
【図 2】



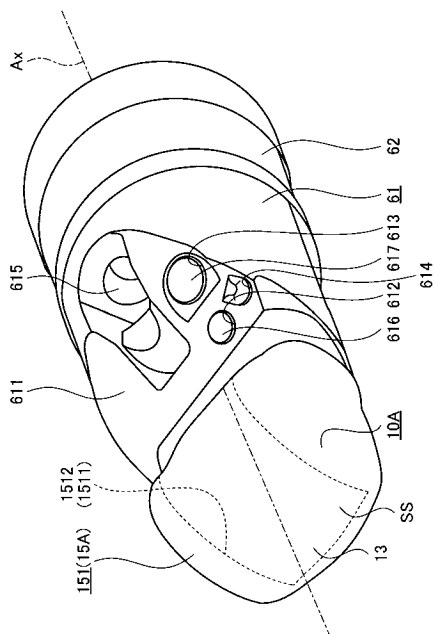
【 図 3 】



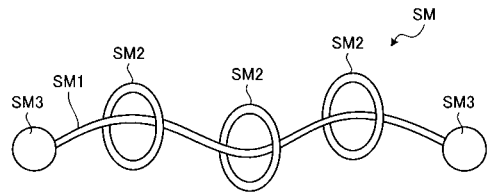
【 図 4 】



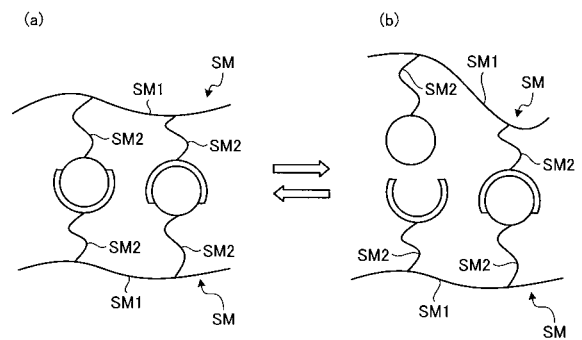
【圖 7】



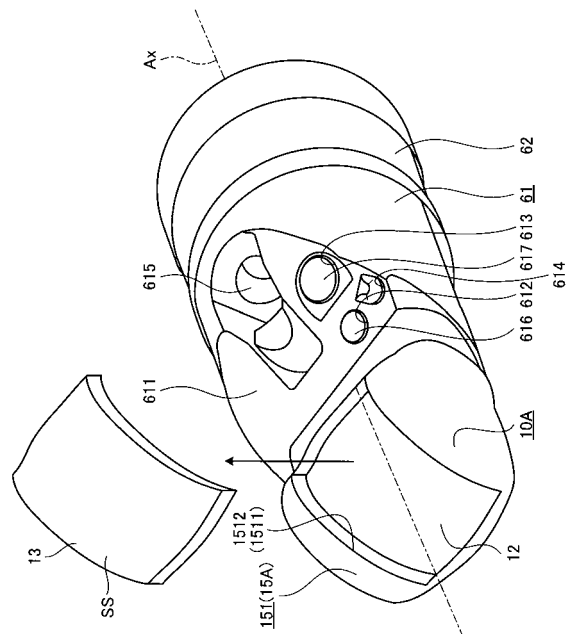
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 8 】



专利名称(译)	超声波振子和超声波内窥镜		
公开(公告)号	JP2019130235A	公开(公告)日	2019-08-08
申请号	JP2018017357	申请日	2018-02-02
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	吉田 晓		
发明人	吉田 晓		
IPC分类号	A61B8/12		
CPC分类号	A61B8/12		
FI分类号	A61B8/12		
F-TERM分类号	4C601/BB06 4C601/BB22 4C601/EE21 4C601/FE02 4C601/FE07 4C601/GB04 4C601/GB33		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供一种超声振动器，其即使在扫描表面被损坏时也能够恢复自身以消除维修的需要，并且可以提高便利性，并且提供一种超声内窥镜。解决方案：超声振动器10包括：分别发射多个压电元件111超声波，其与输入的电信号相对应，并将来自外部的入射超声波分别转换为电信号。图3是由自恢复材料构成的用于发射和接收超声波的扫描表面SS的材料的外表面。

