

(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2007-151561

(P2007-151561A)

(43) 公開日 平成19年6月21日(2007.6.21)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/12 (2006.01)	A 6 1 B 8/12	2 G 0 4 7
G 0 1 N 29/24 (2006.01)	G 0 1 N 29/24 5 O 2	4 C 6 0 1
H 0 4 R 17/00 (2006.01)	H 0 4 R 17/00 3 3 O G	5 D 0 1 9
	H 0 4 R 17/00 3 3 2 Y	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2004-301572 (P2004-301572)	(71) 出願人	000000376
(22) 出願日	平成16年10月15日 (2004.10.15)		オリンパス株式会社
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
		(74) 代理人	100074099
			弁理士 大菅 義之
		(72) 発明者	今橋 拓也
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
			リンパス株式会社内
		(72) 発明者	水沼 明子
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
			リンパス株式会社内
		(72) 発明者	沢田 之彦
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
			リンパス株式会社内
			最終頁に続く

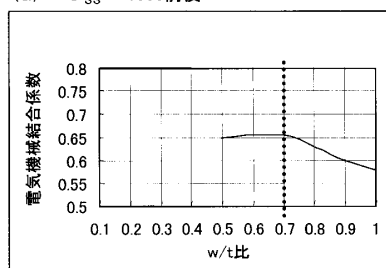
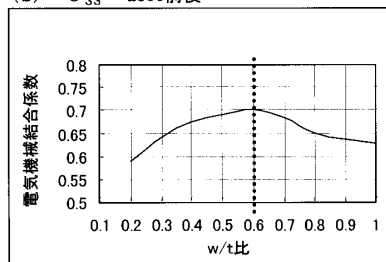
(54) 【発明の名称】 超音波探触子

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、電気機械変換効率が高く、不要な振動モードの発生を抑えた最適な形状を有しており、かつ、工程難易度を低下させ、信頼性を向上させた超音波探触子を提供する。

【解決手段】 超音波を送受する複数の圧電振動子を備える超音波探触子において、前記圧電振動子は比誘電率が2500以上であり、該圧電振動子の横巾wと厚みtの比率w/t比が0.6以下で、かつ、隣接する該圧電振動子間の間隔を前記超音波の波長以下とすることにより、上記課題の解決を図る。

【選択図】 図6

(a) $\epsilon_{33}^S = 1500$ 前後(b) $\epsilon_{33}^S = 2500$ 前後

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波を送受する複数の圧電振動子を備える超音波探触子において、

前記圧電振動子は比誘電率が 2500 以上であり、該圧電振動子の横巾 w と厚み t の比 w/t が 0.6 以下で、かつ、隣接する該圧電振動子間の間隔を前記超音波の波長以下とすることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波探触子を備える超音波内視鏡。

【請求項 3】

超音波を送受する圧電振動子が複数円筒状に等間隔で配列され、該円筒形の外周の半径は 10 mm 以下の電子ラジアル型超音波探触子であって、

前記圧電振動子は比誘電率が 2500 以上であり、該圧電振動子の横巾 w と厚み t の比率 w/t が 0.6 以下で、かつ、隣接する該圧電振動子間の間隔を前記超音波の波長以下とすることを特徴とする電子ラジアル型超音波探触子。

【請求項 4】

前記隣接する圧電振動子間の間隔と前記圧電振動子の横巾 w との比率が略 1 : 2 であることを特徴とする請求項 3 に記載の電子ラジアル型超音波探触子。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の電子ラジアル型超音波探触子を備える超音波内視鏡。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、生体の体腔内から超音波の送受信を行い超音波断層像を得る超音波探触子に関する。

【背景技術】

【0002】

電子走査式の超音波振動子は内視鏡の体腔内への挿入部先端に設けられ、これを用いることにより、体腔内のガスや骨の影響なしに良好な画質で消化管壁や膵胆等の深部臓器を明瞭に描出することができる。これら電子走査式の超音波振動子は数十個以上の圧電振動子が配列された構成となっている。

30

【0003】

図 7 は、圧電振動子の概念図である。圧電振動子 101 は、一般的に幅 w 、厚さ t で表される直方体をしており、図中の上面及び下面（厚み方向）に形成された電極（不図示）に電圧を印加すると、厚み方向に振動して、超音波を発生させる。

【0004】

このような超音波振動子において、圧電振動子の w/t 比は、0.8 以下で電気機械変換効率がよく、隣接する圧電振動子間の間隔 a は、狭いほど画質がよいことが開示されている（例えば、特許文献 1。）。そのため、従来は、圧電振動子間の間隔 a を極力小さくしながら、 w/t 比を 0.8 以下になるように超音波探触子の設計が行われてきた。

40

【0005】

図 8 は、従来における超音波探触子の一例（その 1）を示す。図 8 (a) は超音波探触子の斜視図であり、図 8 (b) は断面図である。超音波探触子は、同図において、対向する上下面に電極層が形成された圧電振動子 123、圧電振動子 123 の下面に設けられた音響整合層 124（第 1 音響整合層 124 a、第 2 音響整合層 124 b）、圧電振動子 123 の下面に形成された電極を GND に接続するための GND 導電部 125、ダイシングソー（精密裁断機）等によって切り込みが入れられ複数の圧電振動子に分割するためのダイシング溝 126、圧電振動子 123 の下面の電極に接続される配線 131、及び背面負荷材 130 から構成される。このとき、溝 126 で切り分けられた音響整合層及び圧電振動子等の一对を超音波振動子エレメントという。

50

【 0 0 0 6 】

図 9 は、従来における超音波探触子の一例（その 2）を示す。図 9（a）は超音波探触子の斜視図であり、図 9（b）は断面図である。図 9 は、図 8 と異なり、1つの配線 1 3 1 に 2 つの圧電振動子 1 2 3（1 2 3 a, 1 2 3 b）及び音響整合層 1 2 4（1 2 4 a, 1 2 4 b）が設けられ、1振動子エレメントは、複数（同図では 2 つ）の振動子サブエレメントから構成されている。このようにサブエレメント化することにより超音波探触子の超音波の送受信特性（例えば感度）を向上することができる。

【 0 0 0 7 】

ここで、従来の超音波探触子の設計手法を以下に挙げる。

1) 観察対象物のサイズ L_0 から、超音波探触子の有効開口幅 L を定める ($L_0 < L$) 10

【 0 0 0 8 】

2) 超音波観測装置の最大駆動チャンネル数 N と有効開口幅 L から、圧電振動子の配列ピッチ p を求める (L / N)。

3) w / t 比 0.8 以下の圧電振動子が、配列ピッチ p に収まる個数 n を求める。図 8 で言えば、振動子エレメントの個数が n 個となり、図 9 で言えばサブエレメントの個数が 2 倍の $2n$ 個になる。

【 0 0 0 9 】

このように、圧電振動子の数を複数にすることで、有効な w / t 比が得られるように設計していた。また、場合によっては、 L を微小修正し、有効な w / t 比を得ていた。 20

しかし、体腔内用の超音波探触子のように、寸法上の制約が厳しい場合、以下の問題が生じる。

【 0 0 1 0 】

問題 1) 2 つ以上のサブエレメントで構成される素子への配線が困難であること。

図 9 に示すように、1つの配線に複数のサブエレメントを接続すると、接続面積が小さくなり、配線パターンも微小になるため、加工組立後に洗滌などによる熱的、機械的負荷が加わった時、配線パターンの残留応力によって生じるサブエレメントが受ける負荷の影響が大きくなり、破損の危険性が増大する等の理由から信頼性が低下する。もちろん、加工時の難易度も上がる。

【 0 0 1 1 】

逆に、複数エレメントへの配線を避けてサブエレメントに分割しない場合（図 8 参照）、圧電振動子のアスペクト比が 0.8 以上と大きくなり、変換効率の悪化による感度の低下や、不要振動モードの発生による周波数特性の悪化が生じる。ここで、通常ならば、 L の変更となるが、体腔内超音波探触子の場合、以下の問題がある。

【 0 0 1 2 】

問題 2) L を変更できないこと。

円環状超音波探触子の場合では、体腔内用探触子には、光学観察機能など生体に安全に挿入する上で不可欠な機能を装備しており、直径を小さくすることは、機能の削減に直結し、採用できない。一方、直径を太くすることは、生体への挿入性、患者への苦痛の増大といった観点から採用できない。 40

【特許文献 1】特公昭 56 - 17026 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 3 】

上記の課題に鑑み、本発明は、電気機械変換効率が高く、不要な振動モードの発生を抑えた最適な形状を有しており、かつ、工程難易度を低下させ、信頼性を向上させた超音波探触子を提供する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

上記課題は、特許請求の範囲の請求項 1 に記載の発明によれば、超音波を送受する複数 50

の圧電振動子を備える超音波探触子において、前記圧電振動子は比誘電率が2500以上であり、該圧電振動子の横巾 w と厚み t の比 w/t が0.6以下で、かつ、隣接する該圧電振動子間の間隔を前記超音波の波長以下とすることを特徴とする超音波探触子を提供することによって達成できる。

【0015】

上記課題は、特許請求の範囲の請求項2に記載の発明によれば、請求項1に記載の超音波探触子を備える超音波内視鏡を提供することによって達成できる。

上記課題は、特許請求の範囲の請求項3に記載の発明によれば、超音波を送受する圧電振動子が複数円筒状に等間隔で配列され、該円筒形の外周の半径は10mm以下の電子ラジアル型超音波探触子であって、前記圧電振動子は比誘電率が2500以上であり、該圧電振動子の横巾 w と厚み t の比率 w/t 比が0.6以下で、かつ、隣接する該圧電振動子間の間隔を前記超音波の波長以下とすることを特徴とする電子ラジアル型超音波探触子を提供することによって達成できる。

10

【0016】

上記課題は、特許請求の範囲の請求項4に記載の発明によれば、前記隣接する圧電振動子間の間隔と前記圧電振動子の横巾 w との比率が略1:2であることを特徴とする請求項3に記載の電子ラジアル型超音波探触子を提供することによって達成できる。

【0017】

上記課題は、特許請求の範囲の請求項5に記載の発明によれば、請求項3に記載の電子ラジアル型超音波探触子を備える超音波内視鏡を提供することによって達成できる。

20

【発明の効果】

【0018】

本発明を用いることにより、必要な音響特性を維持したまま、配線作業の容易化と、配線本数の削減による信頼性向上（故障可能性の削減）が達成できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

図1は、本実施形態における超音波内視鏡の外観構成を示す。超音波内視鏡1は、細長の挿入部2の基端に操作部6を備えている。この操作部6の側部からは、図示しない光源装置に接続される一端にスコープコネクタ8を有するユニバーサルコード7が延出している。さらに、スコープコネクタ8は図示しない超音波観測装置にケーブルを介して接続される。

30

【0020】

挿入部2は、先端側から順に先端部3、湾曲自在な湾曲部4、可撓性を有する可撓管部5を連設して構成されている。操作部6には湾曲操作ノブ6aが設けられており、この湾曲操作ノブ6aを操作することによって湾曲部4を湾曲させられるようになっている。

【0021】

図2は、図1の超音波内視鏡1の先端部3の拡大図である。先端部3には、超音波探触子10が設けられ、湾曲部4と超音波探触子10の間には斜面部12が設けられている。超音波探触子10は、音響レンズ11を形成した材質で被覆されている。斜面部12には、観察部位に照明光を照射する照明光学部を構成する照明レンズカバー13、観察部位の光学像を捉える観察光学部を構成する観察用レンズカバー14、処置具が突出する開口である鉗子出口15が設けてある。内視鏡の直径が最大でも20mmであるので、内視鏡に搭載する超音波探触子10の外周の半径の大きさは10mm以下にする必要がある。

40

【0022】

図3は、超音波振動子の製造過程における超音波振動子を構成する構造体の斜視図を示す。同図において、超音波振動子を形成するに際し、まず配線用基板20、導電体21、電極22（22a, 22b）、圧電振動子23、音響整合層24（第1音響整合層24a, 第2音響整合層24b）、GND導電部25、溝26から構成される構造体Aを作製する。それでは、構造体Aの作製について説明する。

【0023】

50

まず、第 2 音響整合層 2 4 b を形成した後に、第 1 音響整合層 2 4 a を形成する。次に、例えばダイシングソー（精密裁断機）を用いて、第 1 音響整合層 2 4 a に溝を形成し、その溝に導電性樹脂を注型し、GND 導電部 2 5 を形成する。次に、対向する両面に電極層 2 2 a, 2 2 b を形成した圧電振動子 2 3 を接合する。次に、圧電振動子 2 3 に隣接させて配線用基板 2 0 を取り付け。配線用基板 2 0 の表面には、電極層 2 0 a が形成されている。そして、電極 2 0 a と電極 2 2 a を電氣的に導通させるための導電体 2 1 を取り付け。

【0024】

ダイシングソーを用いて、上記で形成した構造体 A に切り込みを入れ、数十 μm 幅の溝（ダイシング溝）2 6 を複数形成する。この溝幅は、20 ~ 50 μm であるのが好ましい。このとき、第 2 音響整合層 2 4 b のみが完全に切断されずに数十 μm 切れ残るように構造体 A に切り込みを入れるようにする。

【0025】

その後は、コンベックスタイプまたはラジアルタイプ等の超音波振動子の種類に応じた加工がなされる。例えば、図 2 の場合では、この超音波探触子は電子ラジアル型超音波探触子であるので、構造体 A の両側面 X 1 及び X 2 を向かい合わせるようにして円筒形状にする。

【0026】

図 4 は、本実施形態における構造体 A を示す。図 4 (a) はその斜視図であり、図 4 (b) はその断面図である。図 4 (a) は、上述した図 3 を簡略化した図であり、対向する上下面に電極層 2 2 が形成された圧電振動子 2 3、圧電振動子の下面に設けられた音響整合層 2 4（第 1 音響整合層 2 4 a, 第 2 音響整合層 2 4 b）、圧電振動子 1 の下面に形成された電極 2 2 b を GND に接続するため導電性樹脂で形成された GND 導電部 2 5、ダイシングソー（精密裁断機）等によって切り込みが入れられ複数の圧電振動子に分割するためのダイシング溝 2 6 から構成される。

【0027】

図 4 (b) は、構造体 A の圧電振動子 2 3 の上面の電極 2 2 a に配線 3 1 を接続し、背面負荷材 3 0 を設けた構造体 B の断面図である。図 4 (b) において、分割された各超音波振動子（超音波振動子エレメント）の幅を w 、隣接する振動子エレメント間の間隔を a とする。上述の通り、 a は狭いほど画質がよいので、この振動子エレメントの配列ピッチ a を超音波の波長 λ 以下とするのが好ましい。本実施形態では、 $w : a = 2 : 1$ に設定し、 $w : 100 \mu\text{m}$ 、 $a : 50 \mu\text{m}$ 、そして長さ $l : 5 \text{mm}$ とした。そして、このような間隔で円筒形状に 200 個の振動子エレメントが配列している。

【0028】

さて、上述の通り、 w / t 比は小さいほど電気機械変換効率がよいので望ましい。さらに、接続される観測装置とのマッチングを考慮すると、理想的には、超音波探触子に使用される圧電振動子は、使用する周波数領域でインピーダンスが 50Ω 前後になることが望ましい。そこで、特許文献 1 に記載されている ε_{33}^s : 圧電体のストレイン固定時の誘電率を用いた場合のインピーダンス及び 50Ω になるインピーダンスを算出すると、図 5 に示す結果が得られた。本実施形態で使用する周波数領域としては、 $f = 7.5 \text{MHz}$ とし、インピーダンス Z を $Z = 1 / 2 \pi f C$ より算出した。

【0029】

$\varepsilon_{33}^s = 830$ は、特許文献 1 に記載されている PZT - 5 を用いた場合を示しており、高さ $t = 0.2 [\text{mm}]$ 、幅 $w = 0.1 [\text{mm}]$ 、長さ $l = 10 [\text{mm}]$ より静電容量 $C = 36.7441 [\text{pF}]$ が求まり、この場合、インピーダンス $Z = 577.5$ となる。

【0030】

次に、 $\varepsilon_{33}^s = 2500$ の材料を用いると、高さ $t = 0.2 [\text{mm}]$ 、幅 $w = 0.1 [\text{mm}]$ 、長さ $l = 10 [\text{mm}]$ より静電容量 $C = 110.675 [\text{pF}]$ が求まり、この場合、インピーダンス $Z = 191.7$ となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

また、仮に $\varepsilon_{33}^s = 8000$ の材料を用いたとすると、高さ $t = 0.2$ [mm]、幅 $w = 0.1$ [mm]、長さ $l = 10$ [mm] より静電容量 $C = 354.16$ [pF] が求まり、この場合、インピーダンス $Z = 59.9$ となる。ただし、これは理想的な材料をシミュレーションした場合であり、参考までに示したものである。

【 0 0 3 2 】

ここで、体腔内用超音波探触子に使用される圧電振動子は、上述の通り非常に小型にする必要があるため、特許文献 1 に記載された $\varepsilon_{33}^s = 1000$ 以下の材料では、インピーダンスが非常に大きくなってしまう。一方、圧電材料の誘電率については、離散的な選定しかできない。また、数十 μm オーダでダイシングする必要があるための機械加工性も要求される。 10

【 0 0 3 3 】

このような観点から、本実施形態で採用した材料は、入手可能なもので、かつインピーダンス及び機械加工性を考慮し、その材料の比誘電率 ε_{33}^s は 2500 前後のものを採用するのが好ましいことが分かった。

【 0 0 3 4 】

図 6 は、本実施形態における w/t 比と電気機械結合係数の関係を示す。図 6 (a) は $\varepsilon_{33}^s = 1500$ 前後の材料を用いた場合であり、図 6 (a) は $\varepsilon_{33}^s = 2500$ 前後の材料を用いた場合である。図 6 (a) では、 $w/t = 0.7$ 付近のとき、電気機械結合係数がピークになっている。図 6 (b) では、 $w/t = 0.6$ 付近のとき、電気機械結合係数がピークになっている。これらより、 ε_{33}^s が大きくなるほど、 w/t 比が小さくて電気機械結合係数がピークになることが分かる。 20

【 0 0 3 5 】

w/t 比が 0.8 以下ならば、不要な振動が本来必要な厚み方向への振動に混入しないことが知られているが（特許文献 1 参照）、本実施形態では、 w/t 比が 0.6 であるので、不要な振動が生じない。

【 0 0 3 6 】

また、図 6 (b) は、 $w/t = \text{約 } 0.6$ を頂点として左右に山が下っているグラフとなっているが、0.6 より大きいところでは 0.6 以下に比べ傾きが急になっている。大まかに線対称のグラフとなっているので、0.6 以上でも超音波特性が得られるように見えるが、実際は、製造工程において幅 w を高精度に調整して切り出すことは難しく、幅 w にバラツキが生じる。このバラツキによって w/t 比が設計値と多少異なってくる。このように、 w/t 比の変化が生じると、図 6 (b) のように、傾きが急なところでは電気機械結合定数が大きく変化してしまう。つまり、音響特性への影響は、 w/t 比が 0.6 より大きい場合が、0.6 より小さい場合に比べて、超音波特性の変化が大きい。したがって、 w/t 比を 0.6 以下に調整するのが望ましい。 30

【 0 0 3 7 】

以上より、 w/t 比 0.6 以下ならば、電気機械結合定数も大きく、かつ、不要な振動モードも生じないため、必要な音響特性を維持することができる。また、振動子エレメントのサブエレメント化を図る必要がないため、配線作業が容易になり、かつ配線本数の削減による信頼性向上（故障可能性の削減）が達成できる。 40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 8 】

【図 1】超音波内視鏡の外観構成を示す図である。

【図 2】図 1 の超音波内視鏡 1 の先端部 3 の拡大図である。

【図 3】超音波振動子の製造過程における超音波振動子を構成する構造体の斜視図である。

【図 4】本実施形態における構造体 A を示す図である。

【図 5】本実施形態における ε_{33}^s とインピーダンスとの関係を示す図である。

【図 6】本実施形態における w/t 比と電気機械結合係数の関係を示す図である。 50

【図 7】圧電振動子の概念図である。

【図 8】従来における超音波探触子の一例（その 1）を示す図である。

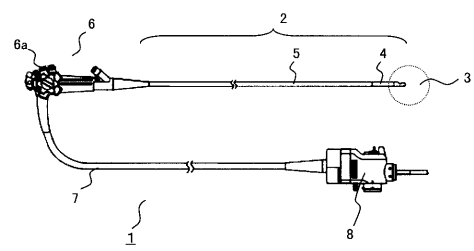
【図 9】従来における超音波探触子の一例（その 2）を示す図である。

【符号の説明】

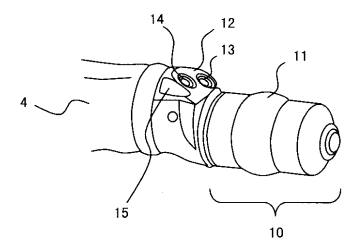
【 0 0 3 9 】

1	超音波内視鏡	
2	挿入部	
3	先端部	
4	湾曲部	
5	可撓管部	10
6	操作部	
6 a	湾曲操作ノブ	
1 0	超音波振動子	
1 1	音響レンズ	
1 2	斜面部	
1 3	照明レンズカバー	
1 4	観察用レンズカバー	
1 5	鉗子出口	
2 0	基板	
2 0 a	電極	20
2 1	導電体	
2 2 (2 2 a , 2 2 b)	電極	
2 3	圧電振動子	
2 4	音響整合層	
2 4 a	第 1 音響整合層	
2 4 b	第 2 音響整合層	
2 5	G N D 導電部	
2 6	ダイシング溝	

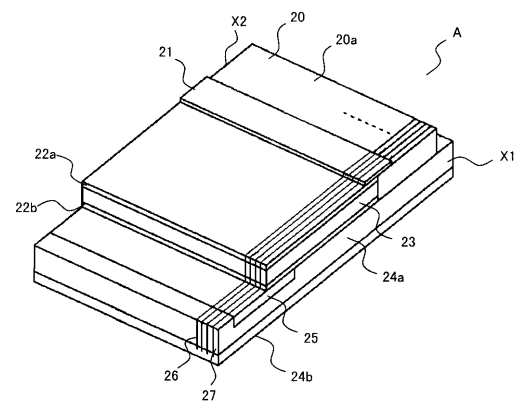
【図 1】



【図 2】



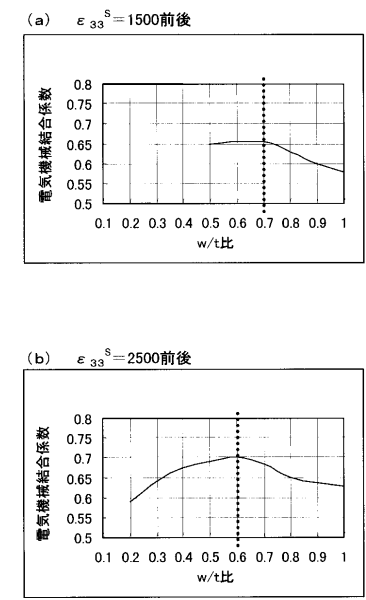
【図 3】



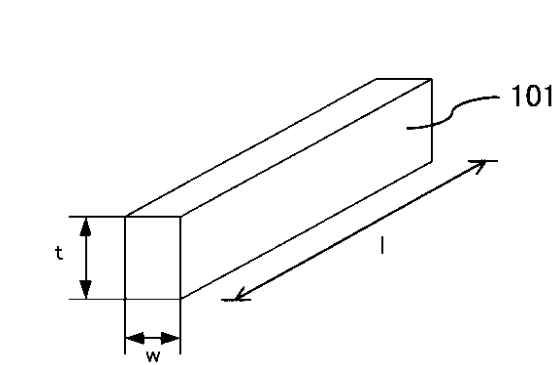
【図 5】

ϵ_{33}^s	t[mm]	w[mm]	l[mm]	C[pF]	Z[ohm]
830	0.2	0.1	10	36.7441	577.5
2500	0.2	0.1	10	110.675	191.7
8000	0.2	0.1	10	354.16	59.9

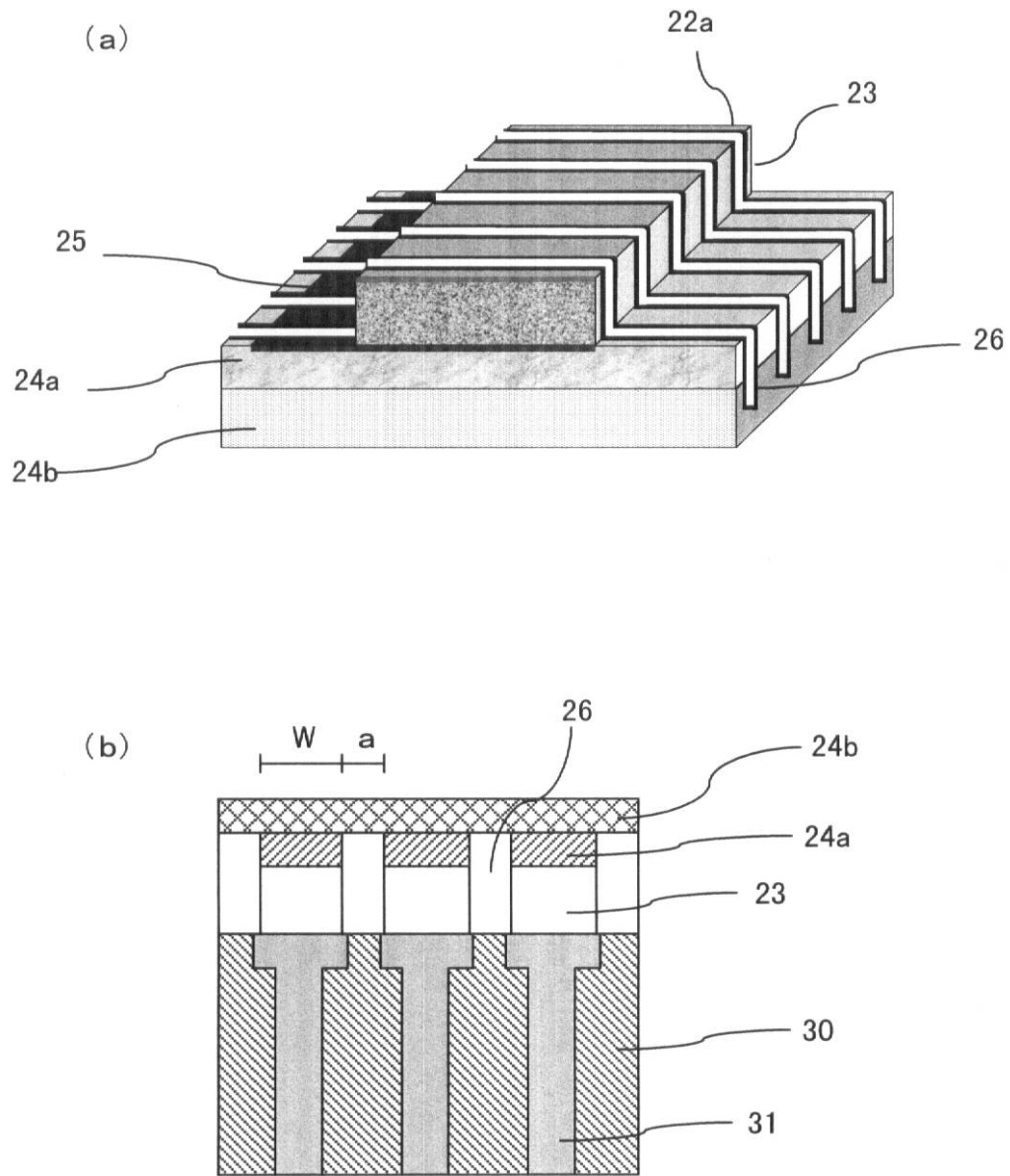
【図 6】



【図 7】

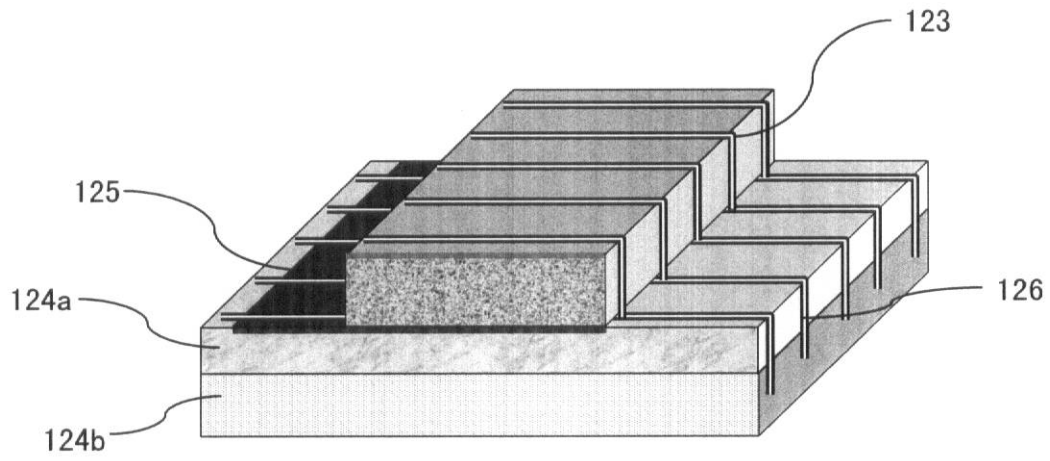


【 図 4 】

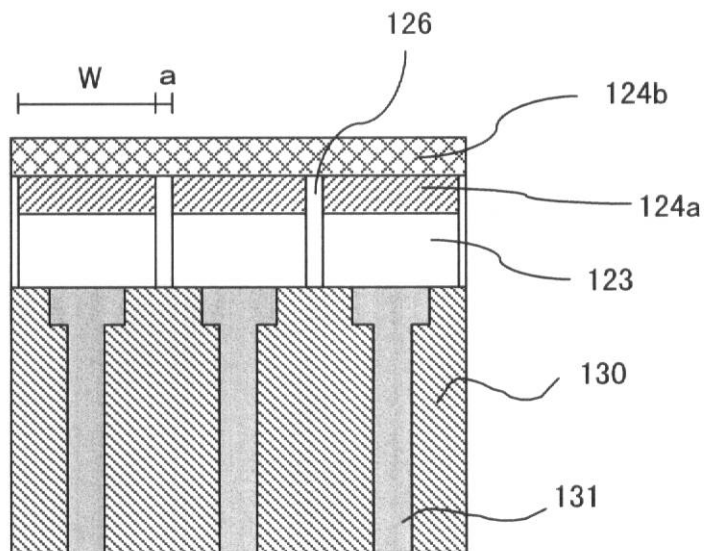


【 図 8 】

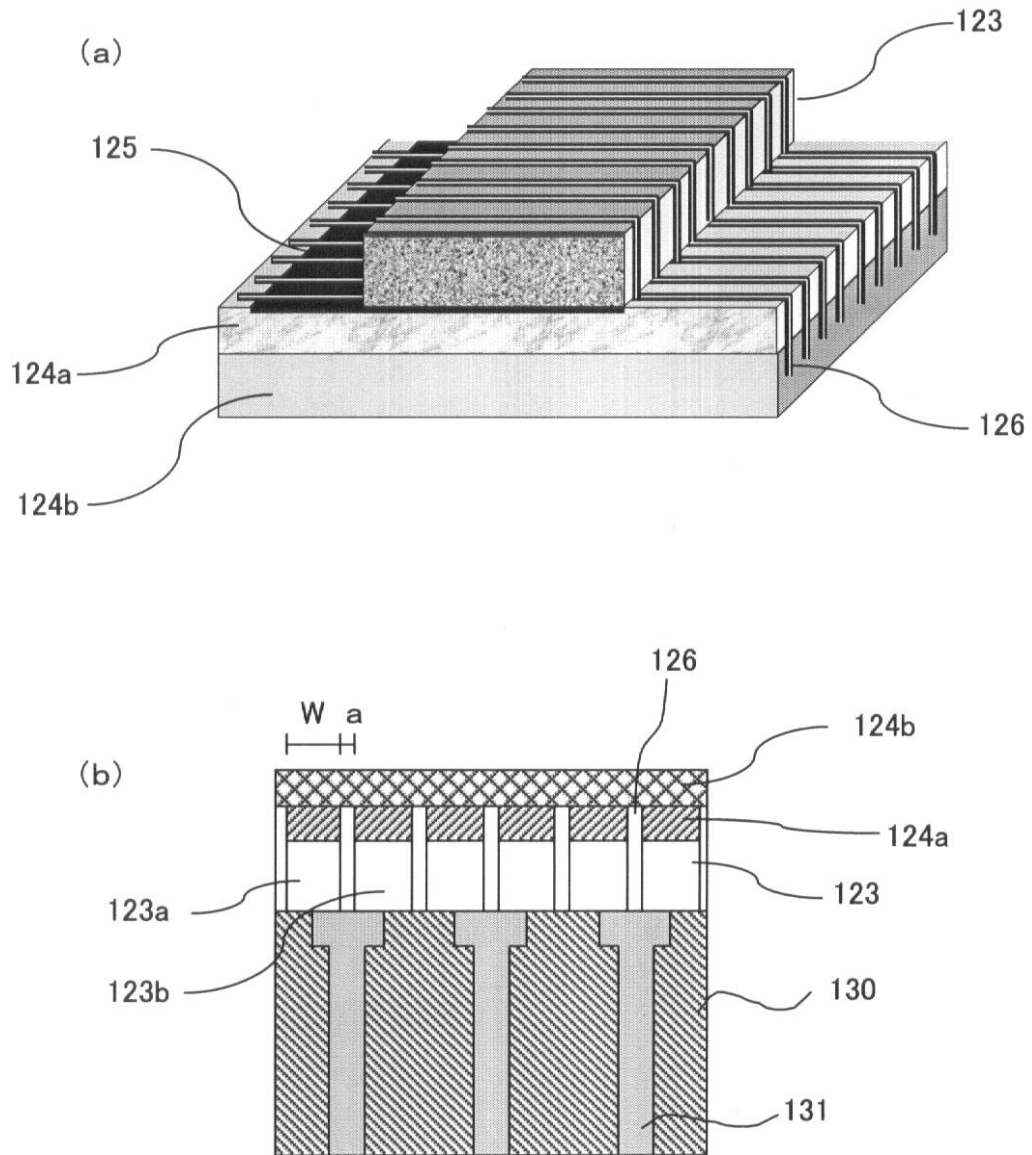
(a)



(b)



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 若林 勝裕

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内

(72)発明者 佐藤 直

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内

F ターム(参考) 2G047 AA12 AC13 BA03 BC13 CA01 DB02 DB05 EA05 EA11 EA16

GB02 GB18

4C601 BB06 BB24 EE03 EE10 EE14 FE02 GB05

5D019 BB10 BB18 FF05

专利名称(译)	超音波探触子		
公开(公告)号	JP2007151561A	公开(公告)日	2007-06-21
申请号	JP2004301572	申请日	2004-10-15
[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	今橋拓也 水沼明子 沢田之彦 若林勝裕 佐藤直		
发明人	今橋 拓也 水沼 明子 沢田 之彦 若林 勝裕 佐藤 直		
IPC分类号	A61B8/12 G01N29/24 H04R17/00		
FI分类号	A61B8/12 G01N29/24.502 H04R17/00.330.G H04R17/00.332.Y		
F-TERM分类号	2G047/AA12 2G047/AC13 2G047/BA03 2G047/BC13 2G047/CA01 2G047/DB02 2G047/DB05 2G047/EA05 2G047/EA11 2G047/EA16 2G047/GB02 2G047/GB18 4C601/BB06 4C601/BB24 4C601/EE03 4C601/EE10 4C601/EE14 4C601/FE02 4C601/GB05 5D019/BB10 5D019/BB18 5D019/FF05		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声波探头，该探头具有高的机电转换效率，并且具有可抑制不必要的振动模式的产生，降低了加工难度并提高了可靠性的最佳形状。提供触角。在包括多个用于发送和接收超声波的压电振动器的超声探头中，压电振动器的相对介电常数为2500或更大，并且压电振动器的宽度 w 与厚度 t 之比。通过将 w/t 比设置为0.6或更小并且将相邻的压电振动器之间的距离设置为超声波的波长或更小来解决上述问题。[选择图]图6

