

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002 - 209292

(P2002 - 209292A)

(43)公開日 平成14年7月26日(2002.7.26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード [*] (参考)
H 0 4 R 1/20	330	H 0 4 R 1/20	2 G 0 4 7
A 6 1 B 8/00		A 6 1 B 8/00	4 C 3 0 1
G 0 1 N 29/24		G 0 1 N 29/24	5 D 0 1 9
G 0 1 S 7/521		H 0 4 R 17/00	5 J 0 8 3
H 0 1 L 41/09		330 J	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 13数) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001 - 3731(P2001 - 3731)

(22)出願日 平成13年1月11日(2001.1.11)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 斉藤 孝悦

神奈川県横浜市港北区綱島東4丁目3番1号

松下通信工業株式会社内

(74)代理人 100059959

弁理士 中村 稔 (外 9 名)

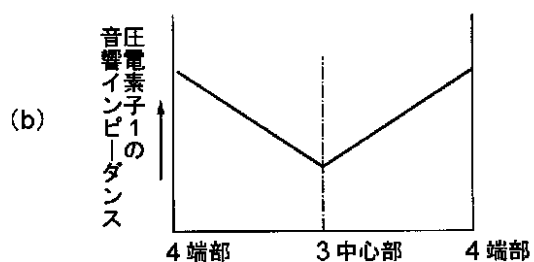
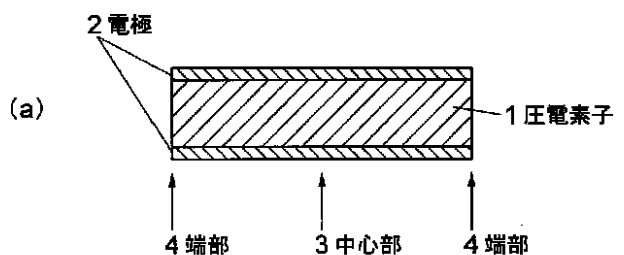
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波探触子

(57)【要約】

【課題】 広帯域化、高分解能化することのできる超音波探触子を提供すること。

【解決手段】 圧電素子1の中心部3の音響インピーダンスが小さく、端部4にいくにしたがって音響インピーダンスが大きくなるように構成して、端部4の周波数比帯域より中心部3の周波数比帯域が大きくなるような超音波探触子の構成にしているため、広帯域の周波数特性と、超音波ビームを深い領域まで絞れるために分解能の高い超音波探触子を提供することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 超音波を送受信する圧電素子を備えた超音波探触子において、

前記圧電素子は、その音響インピーダンスが中心部より端部にいくにしたがって大きくなるように構成されていることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 2】 前記圧電素子は、圧電セラミックと有機高分子の複合圧電体で構成され、前記圧電セラミックの体積比が中心部より端部にいくにしたがって大きくなるように構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探触子。

【請求項 3】 前記複合圧電体は、1 - 3 型、2 - 2 型または 0 - 3 型であることを特徴とする請求項 2 記載の超音波探触子。

【請求項 4】 前記圧電素子は、その周波数が中心部より端部にいくにしたがって低くなるような厚みを有することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 記載の超音波探触子。

【請求項 5】 前記圧電素子は、その厚みが中心より端部にいくにしたがって厚くなるような形状を有することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 記載の超音波探触子。

【請求項 6】 超音波を送受信する圧電素子の音響インピーダンスが中心部より端部にいくにしたがって大きくなる構成を有する超音波探触子において、前記圧電素子は、超音波を被検体に放射する面と反対の面に一定の音響インピーダンスを有する背面負荷材を有することを特徴とする超音波探触子。

【請求項 7】 前記圧電素子は、超音波を被検体に放射する面に少なくとも 1 層以上の音響整合層を有し、前記音響整合層の音響インピーダンスが、その中心部より端部にいくにしたがって大きくなるように構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 記載の超音波探触子。

【請求項 8】 前記音響整合層は 2 層であって、被検体側に設けられた層の音響インピーダンスは、中心付近では被検体の音響インピーダンスに近い値を有し、端部にいくにしたがって被検体の音響インピーダンスより大きな値を有することを特徴とする請求項 6 または請求項 7 記載の超音波探触子。

【請求項 9】 超音波を送受信する圧電素子の音響インピーダンスが中央部より端部にいくにしたがって大きくなるように構成された超音波探触子において、前記圧電素子は、超音波を被検体側に放射する側に 3 層の音響整合層を有し、被検体側に最も近い層は、その厚みが中心付近で約 4 分の 1 波長であり、端部にいくにしたがって薄くなり、最端部ではほぼ 0 になるように構成されたことを特徴とする超音波探触子。

【請求項 10】 超音波を送受信する圧電素子の音響インピーダンスが中央部より端部にいくにしたがって大き

くなるように構成された超音波探触子において、前記圧電素子は、超音波を被検体側に放射する側に 3 層の音響整合層を有し、被検体側に最も近い層は、厚みが中心付近で約 4 分の 1 波長であり、端部にいくにしたがって薄くなり、最周辺ではほぼ 0 になるようにし、前記被検体側に最も近い層の音響インピーダンスがその中心付近で 1.8 MRayl であり、周辺にいくにしたがって徐々に小さくなり、最端部では被検体の音響インピーダンスと同じ値になるように構成されたことを特徴とする超音波探触子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、水中用超音波センサや超音波診断装置などに用いる超音波探触子に関する。

【0002】

【従来の技術】超音波探触子は、魚群探知器や生体を対象とした超音波診断装置などに用いられている。これらの超音波探触子は周波数の広帯域化、高分解能化のための構成が検討されている。従来の超音波探触子としては、特開平 7 - 107595 号公報に記載されたものが知られている。図 8 に、従来の超音波探触子の構成を示す。図 8 において、複数個配列した圧電素子 21 は、超音波を送受信するための素子であり、複数に配列する方向と直行する方向の圧電素子 21 の厚みは、中心付近では薄く端部に行くにしたがって厚くなるように不均一、または曲面形状にしている。圧電素子 21 の一方の面に設けた背面負荷材 22 は、圧電素子 21 から送信した不要な超音波を減衰させ、且つ圧電素子 21 を機械的に保持する機能を有している。圧電素子 21 の厚みを不均一にすることにより、超音波ビームの焦点深度を長くし、且つ広帯域の周波数特性が得られて分解能を向上させるという特徴がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の超音波探触子の構成においては、生体のような減衰媒体の被検体を対象にするには、以下のような問題がある。圧電素子 21 の中心付近は厚みが薄いため高い周波数成分の超音波が送受信され、端部にいくにしたがって厚くなるので低い周波数成分の超音波が送受信されることになる。また、中央部の圧電素子と、端部の圧電素子とでは、厚みが異なるが、音響インピーダンスが同一であるため、図 9 に示すように、周波数比帯域は中央部から端部まで理論的に略同一である。これを減衰(周波数に比例)のある生体のような被検体に超音波を送信すると高い周波数(圧電素子 21 の中心付近)は減衰が大きいので、深いところでの超音波信号がなくなる。一方、低い周波数(圧電素子 21 の端部)は、高い周波数より減衰が少ないため、深いところまで超音波を送信することができる。したがって、超音波探触子に近い、つまり浅い

ところでは圧電素子 21 全体からの超音波を送信及び受信できるが、深くなるにしたがって高い周波数の減衰が大きくなり圧電素子 21 の中心付近からの超音波が送信できなくなり、端部付近の低い超音波成分のみになる。このことは超音波のサイドローブを冗長する現象となり、分解能を低下させるという問題がある。

【0004】本発明は、上記従来の問題を解決するもので、広帯域の周波数特性をもち、超音波ビームを深い領域まで絞ることができる分解能の高い超音波探触子を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の超音波探触子は、超音波を送受信する圧電素子を備えた超音波探触子において、圧電素子は、その音響インピーダンスが中心部より端部にいくにしたがって大きくなるような構成を有している。

【0006】この構成により、端部の周波数比帯域より中央付近の周波数比帯域が広がるので、広帯域の周波数特性と、超音波ビームを深い領域まで絞れるために分解能の高い超音波像を得ることができる。

【0007】また、本発明の超音波探触子は、圧電素子が圧電セラミックと有機高分子の複合圧電体で構成され、その圧電セラミックの体積比が中心部より端部にいくにしたがって大きくなるような構成を有する。

【0008】この構成により、圧電素子の音響インピーダンスを変えることができるので、広帯域の周波数特性と、超音波ビームを深い領域まで絞れるために分解能の高い超音波像を得ることができる。

【0009】また、本発明の超音波探触子は、複合圧電体が 1 - 3 型、2 - 2 型または 0 - 3 型である構成を有している。

【0010】この構成により、圧電素子の音響インピーダンスを変えることができるので、広帯域の周波数特性と、超音波ビームを深い領域まで絞れるために分解能の高い超音波像を得ることができる。

【0011】また、本発明の超音波探触子は、圧電素子とその周波数が中心部より端部にいくにしたがって低くなるような厚みを有する。

【0012】この構成により、より容易に端部の周波数比帯域より中央付近の周波数比帯域が広がるので、広帯域の周波数特性と、超音波ビームを深い領域まで絞れるために分解能の高い超音波像を得ることができる。

【0013】また、本発明の超音波探触子は、圧電素子とその厚みが中心より端部にいくにしたがって厚くなるような形状を有する。

【0014】この構成により、より容易に端部の周波数比帯域より中央付近の周波数比帯域が広がるので、広帯域の周波数特性と、超音波ビームを深い領域まで絞れるために分解能の高い超音波像を得ることができる。

【0015】また、本発明の超音波探触子は、超音波を

送受信する圧電素子の音響インピーダンスが中心部より端部にいくにしたがって大きくなる構成を有する超音波探触子において、圧電素子は、超音波を被検体に放射する面と反対の面に一定の音響インピーダンスを有する。

【0016】この構成により、背面負荷材と圧電素子との音響インピーダンス比により、さらなる広帯域の周波数特性と、超音波ビームを深い領域まで絞れるために分解能の高い超音波像を得ることができる。

【0017】また、本発明の超音波探触子は、圧電素子が超音波を被検体に放射する面に少なくとも 1 層以上の音響整合層を有し、音響整合層の音響インピーダンスが、その中心部より端部にいくにしたがって大きくなるように構成されている。

【0018】この構成により、中心部の周波数帯域内に端部の周波数帯域が抱合されるので、広帯域の周波数特性と、超音波ビームを深い領域まで絞れるために分解能の高い超音波像を得ることができる。

【0019】また、本発明の超音波探触子は、音響整合層が 2 層であって、被検体側に設けられた層の音響インピーダンスは、中心付近では被検体の音響インピーダンスに近い値を有し、端部にいくにしたがって被検体の音響インピーダンスより大きな値を有する。

【0020】この構成により、中心部の周波数帯域内に端部の周波数帯域が抱合されるので、広帯域の周波数特性と、超音波ビームを深い領域まで絞れるために分解能の高い超音波像を得ることができる。

【0021】また、本発明の超音波探触子は、超音波を送受信する圧電素子の音響インピーダンスが中央部より端部にいくにしたがって大きくなるように構成された超音波探触子において、圧電素子は、超音波を被検体側に放射する側に 3 層の音響整合層を有し、被検体側に最も近い層は、その厚みが中心付近で約 4 分の 1 波長であり、端部にいくにしたがって薄くなり、最端部ではほぼ 0 になるように構成される。

【0022】この構成により、中心部の周波数帯域内に端部の周波数帯域が抱合されるので、広帯域の周波数特性と、超音波ビームを深い領域まで絞れるために分解能の高い超音波像を得ることができる。

【0023】また、本発明の超音波探触子は、超音波を送受信する圧電素子の音響インピーダンスが中央部より端部にいくにしたがって大きくなるように構成された超音波探触子において、圧電素子は、超音波を被検体側に放射する側に 3 層の音響整合層を有し、被検体側に最も近い層は、厚みが中心付近で約 4 分の 1 波長であり、端部にいくにしたがって薄くなり、最周辺ではほぼ 0 になるようにし、前記被検体側に最も近い層の音響インピーダンスがその中心付近で $1.8MRayl$ であり、周辺にいくにしたがって徐々に小さくなり、最端部では被検体の音響インピーダンスと同じ値になるように構成されたことを特徴とする超音波探触子。

【0024】この構成により、中心部の周波数帯域内に端部の周波数帯域が抱合されるので、広帯域の周波数特性と、超音波ビームを深い領域まで絞れるために分解能の高い超音波像を得ることができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第1の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。

【0026】本発明の第1の実施の形態の超音波探触子を図1(a)に、またその音響インピーダンス特性を図1(b)に示す。

【0027】図1(a)において、圧電素子1は超音波を送受信する機能を有するものであって、圧電素子1の両面に、金や銀をスパッタリング、あるいは銀を焼き付け等を行うことにより電極2を設けている。この電極2に電圧を印加することにより圧電素子1が機械振動し、厚みに対応した周波数の超音波を発生する。

【0028】本発明は、図1(b)に示すように、圧電素子1の中心の音響インピーダンスが小さく、端部にいくにしたがって音響インピーダンスが大きくなるような構成にする。生体を被検体にした場合には、被検体の音響インピーダンスは約1.54MRaylである。これに対して通常圧電素子1として使用されるのは圧電セラミックスなどであり、この圧電セラミックスの音響インピーダンスは25~30MRaylであるため被検体との差は大きい。圧電素子1の音響インピーダンスを低くすることは、被検体である生体の音響インピーダンスに近づけることになり、被検体との音響的な整合が取れるようになり、周波数の広帯域化を図ることができる。

【0029】圧電素子1の中心部3の音響インピーダンスを小さくすると、つまり被検体との音響的な整合が取れやすくなるため周波数帯域が広くなり、逆に端部4に行くにしたがって圧電素子1の音響インピーダンスを大きくすると、つまり被検体との音響的な整合が取れにくくなり周波数帯域が狭くなっていくことになる。このような構成にすることにより圧電素子1の中心部3の周波数帯域内に、端部4の周波数帯域が抱合されることになる。

【0030】本発明の第1の実施の形態の圧電素子1としてはPZTなどに代表されるような圧電セラミックスと有機高分子を複合したいわゆる複合圧電体を用いる。圧電セラミックスと有機高分子の体積比率を変えることにより、圧電素子1の音響インピーダンスを変化させることができる。圧電素子1の中心部3を小さい音響インピーダンスにするには、有機高分子の体積比率を大きくすることにより実現でき、また、端部4に行くにしたがって有機高分子の体積比率を小さくしていくことにより音響インピーダンスを端部4に行くにしたがって大きくすることができる。

【0031】以上のように構成された超音波探触子について、図2を用いてその動作を説明する。まず図2(a)

は、図1の圧電素子1の中心部3から送信する周波数特性5と端部4から送信する周波数特性6を表わしている。圧電素子1の中心部3から送信する周波数特性5は、端部4から送信する周波数特性6を包含する特性を有し、その中心周波数7は、端部4から送信する周波数特性6の中心周波数8より高い値となるように設定する。

【0032】このような特性を有した超音波探触子から送信される超音波ビームは、図2(b)に示すように、凹面形状の圧電素子1の中心部3付近の狭い領域、つまり中心周波数7の高い周波数特性を持つ部分から送信されない超音波ビームは、中心部3付近からの超音波ビーム特性9のようになり、近い距離(浅い部位)に絞られ、これが徐々に端部4の広い領域につまり端部4の中心周波数8の低い周波数特性を持つ部分から送信されることにより超音波ビームの開口は広がり、徐々に遠い距離(深い部位)に超音波ビームが絞られるようになり、圧電素子1全体からの超音波ビーム特性10のようになる。本発明の実施の形態の特徴は、圧電素子1の中心部3の周波数特性5が、端部4の周波数特性6を包含する特性を有していることであり、このことによって、減衰が大きくなる遠い距離(深い部位)においても中心部3の周波数成分は端部4の周波数成分を持っているために、ある深さでの音場の音圧は、従来のように中心部で低下することがなく、分解能劣化の要因となるサイドローブを押さえることができるものである。

【0033】図2(b)の圧電素子1の形状は凹面形状にした場合について説明したが、このほか圧電素子1の被検体側の面の形状が凹面でもう一方の面が平面であるいわゆるプラノコンケーブ形状、または圧電素子1が平面で被検体側にシリコンゴムやプラスチックのような音響レンズを設けても同様の効果が得られる。

【0034】なお、本発明の第1の実施の形態では、圧電素子1単体について説明したが、このほか、圧電素子1の超音波送受信側(被検体側)には、1層以上の音響整合層を設けた構成、または圧電素子1の超音波送受信側(被検体側)と反対側の面には背面負荷材を設けた構成にしても同様の効果が得られる。

【0035】なお、第1の実施の形態では、圧電素子1は単体の場合について説明したが、この他圧電素子1を複数個配列した所謂アレイ型にし、圧電素子1の配列方向に対して直交する方向に用いた場合においても同様の効果が得られる。

【0036】次に、本発明の第2の実施の形態の超音波探触子を図3に示す。

【0037】図3において、圧電素子1は、その中心部3の音響インピーダンスが端部4に行くにしたがって徐々に大きい値となるように構成されている。電極2は圧電素子1の両面に金や銀をスパッタリング、あるいは銀を焼き付け等することにより設けられている。

【0038】圧電素子 1 には、PZT 系などの圧電セラミック、単結晶などの圧電体 11 が 1 次元のつながり(電極間の方向)を有し、有機高分子 12 は 3 次元のつながりを有する所謂 1 - 3 型複合圧電体、または PZT 系などの圧電セラミック、単結晶などの圧電体 11 が 2 次元のつながり(電極の面に直交する面に平行な方向)を有し、有機高分子 12 も 2 次元のつながりを有する所謂 2 - 2 型複合圧電体を用いる。これらの複合圧電体は従来から知られているものである。

【0039】ここで、x - y 型(ただし、x、y = 0、1、2、3)の複合圧電体の分類について説明する。

【0040】ペンシルバニア州立大学の Newnham らが Res. Bull., 13 (1978), pp.525-536 に発表している分類法によれば、彼らはコネクティビティ(connectivity: 接続度あるいは連結性)という概念を導入して、複合材料を分類した。すなわち、複合材料をサイコロ状の集合体としてとらえ、X、Y、Z の 3 軸に分解し、各成分の要素がどのように自己接続しているか(例えば、X、Y、Z 軸に全部自己接続していれば 3、2 軸方向にのみ自己接続していれば 2 とする)により、0 - 0、1 - 0、..... 3 - 2、3 - 3 型と分類した。ただし、圧電性のあるものとそうでないものとの複合の場合、圧電性のあるものを先に書くものとする。

【0041】このような複合圧電対において、PZT 系などの圧電セラミック、単結晶などの圧電体 11 と有機高分子 12 の体積比率を可変することにより音響インピーダンスを変化させることができるものである。例えば、圧電体 11 として PZT - 5 H の圧電セラミック、高分子 12 としてエポキシ樹脂を用いた場合、圧電体 11 の体積比率 100% 近いときの音響インピーダンスは約 29 MRayl となり、この体積比率が小さくなるに従い、ほぼ比例的に音響インピーダンスも小さくなっていき体積比率が約 25% では音響インピーダンスは約 10 MRayl という値になる。体積比率を更に小さくするとエポキシ樹脂の音響インピーダンスの約 3 MRayl に近づいていく。また複合圧電体は機械的品質係数 Qm も小さくなるために広帯域化が可能になる。

【0042】この複合圧電体の特性を利用して圧電素子 1 の中心部 3 から端部 4 までを、圧電体 11 と有機高分子 12 の幅をそれぞれ段階的に変え、または有機高分子 12 中に含まれる圧電体 11 の割合を連続的に変えて、音響インピーダンスを可変にする構成にする。中心部 3 は圧電体 11 の体積比率を約 14% にすることにより音響インピーダンスを約 7 MRayl にし、次に圧電体 11 の体積比率を約 25% にすることにより音響インピーダンスを 10 MRayl にし、次に圧電体 11 の体積比率を約 30% にすることにより音響インピーダンスを 15 MRayl にして数段階に圧電体 11 の体積比率を変えて、端部 4 は、ほぼ圧電体の体積比率が 90% にして音響インピーダンスを 25 MRayl にする。このよう

に 1 - 3 型若しくは 2 - 2 型複合圧電体の体積比率を可変にすることによって圧電体 1 の中心部 3 から端部 4 までの間を音響インピーダンスを変化させることができるので、広帯域の周波数特性と距離方向(深さ方向)での超音波ビームを長い距離(深い距離)で細く絞ることができるために分解能を向上させることができる。

【0043】なお、本発明の第 2 の実施の形態では圧電セラミックの圧電体 11 とエポキシ樹脂の有機高分子 12 を 1 - 3 型または 2 - 2 型複合圧電体の体積比率を可変する構成について説明したが、このほかの圧電体 11、有機高分子 12 の材料を用いた場合でも同様の効果は得られる。

【0044】なお、本発明の第 2 の実施の形態では圧電セラミックの圧電体 11 とエポキシ樹脂の有機高分子 12 を 1 - 3 型若しくは 2 - 2 型複合圧電体の体積比率を可変する構成について説明したが、このほか、圧電体 11 として粉体を用いて有機高分子 12 に混入させる所謂 0 - 3 型を用いた場合でも同様の効果は得られる。

【0045】なお、本発明の実施の形態では、圧電素子 1 のみの形状について説明したが、このほか、圧電素子 1 の超音波送受信側(被検体側)に、1 層以上の音響整合層を設けた構成、または圧電素子 1 の超音波送受信側(被検体側)と反対側の面には背面負荷材を設けた構成にしても同様の効果が得られる。

【0046】なお、本発明の第 2 の実施の形態では、圧電素子 1 が単体の場合について説明したが、このほか、圧電素子 1 を複数個配列した所謂アレイ型にし、圧電素子 1 の配列方向に対して直行する方向に用いた場合においても同様の効果が得られる。

【0047】次に、本発明の第 3 の実施の形態の超音波探触子を図 4 に示す。

【0048】図 4 (a) において、圧電素子 1 は圧電体 11 と有機高分子 12 を 1 - 3 型または 2 - 2 型に接続した複合圧電体であり、圧電体 11 と有機高分子 12 のいずれか一方または双方の幅を変えて、圧電体 11 の体積比率を可変にすることによって、圧電素子 1 の中心部 3 から端部 4 までの間を音響インピーダンスを小さい値から大きい値に可変にしている。しかも圧電素子 1 の厚みは、中心部 3 は薄くして高い周波数成分を持たせ、端部 4 にはいくにしたがって厚みを増加させていき、端部で最も厚くして低い周波数成分を持たせるように構成する。このように、厚みを不均一にすることにより、より容易に圧電素子 1 の中心部 3 は高い周波数特性を、端部 4 は低い周波数特性を得ることができ広帯域化が可能となる。

【0049】また、図 4 (b) においては、圧電素子 1 は圧電体 11 として粉体を用いて有機高分子 12 に混入させた所謂 0 - 3 型の型複合圧電体であり、有機高分子 12 に含まれる圧電体 11 の分量を変えて、図 4 (a) と同様に圧電体 11 の体積比率を変えて、圧電素子 1 の中心

部 3 から端部 4 までの間を音響インピーダンスを小さい値から大きい値に可変にしている。しかも圧電素子 1 の厚みは、中心部 3 は薄くして高い周波数成分を持たせ、端部 4 にいくにしたがって厚みを増加させていき、端部 4 で最も厚くして低い周波数成分を持たせるようにした構成にする。このように、厚みを不均一にすることにより、より容易に圧電素子 1 の中心部 3 は高い周波数特性を、端部 4 は低い周波数特性を得ることができる。

【0050】このような構成にすることにより、広帯域の周波数特性と距離方向(深さ方向)での超音波ビームを長い距離(深い距離)で細く絞ることができるために分解能を向上させることができる。

【0051】なお、本発明の第 3 の実施の形態では、圧電素子 1 の形状は超音波を放射する側を曲面形状にして、もう一方の面は平面のプラノコンケーブ型について説明したが、このほか、圧電素子 1 の両面とも曲面形状にした構成でも、中心部 3 が薄く高い周波数特性が、端部 4 は厚く低い周波数特性が得られるような形状であれば同様の効果が得られる。

【0052】なお、本発明の第 3 の実施の形態では、圧電素子 1 のみの形状について説明したが、このほか、圧電素子 1 の超音波送受信側(被検体側)には、1 層以上の音響整合層を設けた構成、または圧電素子 1 の超音波送受信側(被検体側)と反対側の面には背面負荷材を設けた構成にしても同様の効果が得られる。

【0053】次に、本発明の第 4 の実施の形態の超音波探触子を図 5 (a) に、またその音響インピーダンス特性を図 5 (b) に示す。

【0054】図 5 (a) において、圧電素子 1 は超音波を送受信する機能を有するものであって、圧電素子 1 の両面に、金や銀をスパッタリング、あるいは銀を焼き付け等を行うことにより電極 2 を設けている。この電極 2 に電圧を印加することにより圧電素子 1 が機械振動し、厚みに対応した周波数の超音波を発生する。圧電素子 1 の超音波送受信側(被検体側)と対抗するもう一方の面には、圧電素子 1 を機械的に保持し、且つ不要な超音波信号を減衰させる機能を有する背面負荷材 13 を接着若しくは流し込みなどにより設ける。背面負荷材 13 としては、フェライト、アルミナなどの酸化物の粉体やタングステンなどの金属の粉体をゴム材やエポキシ樹脂、ウレタン樹脂などの材料に混入させたものを用いる。圧電素子 1 として、図 5 (b) に示すように、中心部 3 の音響インピーダンスが小さく端部 4 にいくにしたがって音響インピーダンスが大きくなるような構成にする。

【0055】背面負荷材 13 は、一定の音響インピーダンスの値を有したものをを用いる。また、背面負荷材 13 と圧電素子 1 との音響インピーダンスの比により周波数特性を広帯域化することができる。たとえば、背面負荷材 13 の音響インピーダンスを 7 MRayl とした場合、圧電素子 1 の音響インピーダンスが背面負荷材 13

と同じ 7 MRayl であれば、圧電素子 1 から見たとき、背面負荷材の音響的な負荷が重くなるため、周波数帯域を広くすることができる。一方、圧電素子の音響インピーダンスが 2.5 MRayl の場合には、背面負荷材の音響インピーダンスよりかなり大きいいため背面負荷材 13 の音響的な負荷が軽くなるため、周波数帯域はそれほど広くできないということになる。したがって、本発明の第 4 の実施の形態では圧電素子 1 の中心部 3 の音響インピーダンスは小さくし、端部 4 にいくにしたがって大きくする構成にしているために、均一の音響インピーダンスを有する背面負荷材 13 を設けることによって、圧電素子 1 の中心部 3 は広帯域の周波数特性になり、端部 4 にいくにしたがって中心部 3 より帯域は狭くなっていく特性となる。このような構成にすることにより中心部 3 の周波数帯域内に、端部 4 の周波数帯域が抱合されることになり、広帯域の周波数特性と距離方向(深さ方向)での超音波ビームを長い距離(深い距離)で細く絞ることができるために分解能を向上させることができる。

【0056】なお、本発明の第 4 の実施の形態では、圧電素子 1 は均一の厚みの平板の形状について説明したが、このほか、圧電素子 1 の形状は超音波を放射する側を曲面形状にして、もう一方の面は平面のプラノコンケーブ型、または圧電素子 1 の両面とも曲面形状にした不均一の厚みの形状でも同様の効果が得られる。

【0057】なお、本発明の第 4 の実施の形態では、圧電素子 1 と背面負荷材 13 の構成について説明したが、このほか、圧電素子 1 の超音波送受信側(被検体側)には、1 層以上の音響整合層を設けた構成にしても同様の効果が得られる。さらに、本発明の第 4 の実施の形態では、圧電素子 1 は単体の場合について説明したが、このほか、圧電素子 1 を複数個配列した所謂アレイ型にし、圧電素子 1 の配列方向に対して直行する方向に用いた場合においても同様の効果が得られる。

【0058】次に、本発明の第 5 の実施の形態の超音波探触子を図 6 (a) に、またその音響インピーダンス特性を図 6 (b) に示す。

【0059】図 6 (a) において、圧電素子 1 は超音波を送受信する機能を有するものであって、圧電素子 1 の両面に、金や銀をスパッタリング、あるいは銀を焼き付け等を行うことにより電極 2 を設けている。この電極 2 に電圧を印加することにより圧電素子 1 が機械振動し、厚みに対応した周波数の超音波を発生する。

【0060】本発明は、図 6 (b) に示すように、圧電素子 1 の中心の音響インピーダンスが小さく、端部にいくにしたがって音響インピーダンスが大きくなるような構成にする。生体を被検体にした場合には、被検体の音響インピーダンスは約 1.54 MRayl であり、これに対して通常圧電素子 1 として使用されるのは圧電セラミックスなどであり、この圧電セラミックスの音響インピーダンスは $2.5 \text{ MRayl} \sim 30 \text{ MRayl}$ であり被

検体との差は大きい。この圧電素子1の音響インピーダンスを低くすることは、被検体である生体の音響インピーダンスに近づけることになり、被検体との音響的な整合が取れるようになり、周波数の広帯域化を図ることができる。

【0061】圧電素子1の中心部3の音響インピーダンスを小さくすることは、つまり被検体との音響的な整合が取れやすくなるため周波数帯域が広くなり、これは端部4に行くにしたがって圧電素子1の音響インピーダンスが大きくなるつまり被検体との音響的な整合が取れにくくなり周波数帯域が狭くなっていくことになる。このような構成にすることにより、中心部3の周波数帯域内に、端部4の周波数帯域が抱合されることになる。しかし、圧電素子1の中心部3は音響インピーダンスが最も低く被検体の音響インピーダンスに近いとはいえ精々7MRaylであり、被検体の音響インピーダンス1.54MRaylとの差があり、ましてや圧電素子1の端部4の音響インピーダンスは被検体との差がさらに大きくなり、被検体との音響的な整合が必ずしも満足できるものでない。そこで、この音響的な整合をとることにより、さらに周波数特性の広帯域化および高感度化を図ることができる。音響的な整合をとるために、圧電素子1の被検体側に相当する面の電極2面上に1層以上の音響整合層14を設ける。音響整合層を設ける概念は周知のものであり、基本的には圧電素子1と被検体の音響インピーダンスの間の値の材料を設け、厚みは中心周波数の4分の1波長が基本となっている。

【0062】具体的な実施の形態について以下に説明する。

【0063】圧電素子1として、中心部3の音響インピーダンスが7MRaylで中心周波数が7MHz、中心部3から端部4にいくに従い音響インピーダンスが増加し、端部4では27MRaylになるように設定する。また端部4の中心周波数が2MHzと設定する。この時、音響整合層14を1層設ける場合は、従来から知られている、音響整合層14の望ましい音響インピーダンスは次式から容易に算出できる。

$$Z_{ml} = \sqrt{Z_p \cdot Z_m}$$

【0064】ここで、 Z_{ml} は音響整合層14の音響インピーダンス、 Z_p は圧電素子1の音響インピーダンス、 Z_m は被検体の音響インピーダンスである。

【0065】上式から本発明の実施の形態の音響整合層14の音響インピーダンスを算出する。圧電素子1の中心部3の音響インピーダンス7MRayl、被検体の音響インピーダンス1.54MRaylから、圧電素子1の中心部3に相当する部分の音響整合層14の音響インピーダンスは

$$\sqrt{7 \times 1.54} = 3.28$$

となる。また圧電素子1の端部4に相当する部分の音響

整合層14の音響インピーダンスは、
 $\sqrt{27 \times 1.54} = 6.45$

となる。したがって、音響整合層14は、圧電素子1の中心部3に相当する部分の音響インピーダンスが3.28MRaylで圧電素子1の端部4にいくにしたがって圧電素子1の音響インピーダンスが徐々に大きくなっていくことから、音響整合層14の音響インピーダンスも徐々に大きくなり端部4では、6.45MRaylの最大の値となるように変化する構成にする。音響整合層14の具体的な材料としては、エポキシ樹脂を主体としてその中にタングステンなどの金属粉若しくは酸化タングステン、アルミナ、酸化鉄などの酸化物粉を混入させて作成する。エポキシ樹脂単体での音響インピーダンスは約3MRaylであり圧電素子1の中心部3に相当する音響整合層14として使用できる。

【0066】このエポキシ樹脂に充填材として酸化タングステン粉を重量比で100%、200%、300%、400%充填するとそれぞれの音響インピーダンスは4.36MRayl、5.46MRayl、6.36MRayl、7.2MRaylとなる。このように充填材の重量比を調整することにより音響インピーダンスを容易に変化させることができる。したがって、圧電素子1の中心部3にはエポキシ樹脂の材料を設け、そして徐々に端部4にいくに従い、酸化タングステン粉の充填重量比を大きくしたものを設けて端部4では酸化タングステン粉の充填重量比を約300%にして音響インピーダンスを6.36MRaylの材料を設ければよい。この音響整合層14が圧電素子1の中心部3から端部4まで音響インピーダンスを例えば3～5段階というように段階的に可変にしても、また連続的に可変にしてもよい。

【0067】音響インピーダンスを連続的に可変にした材料の作成方法の一例としては、エポキシ樹脂に酸化タングステン粉を充填して硬化させる前に、遠心分離器などを利用して、中心部には酸化タングステンの量を少なく端部には多く分散するようにすれば作成は可能である。またこの音響整合層14は厚みをほぼ4分の1波長の厚みにすればよい。例えば、圧電素子1の中心部3の中心周波数は7MHzであり、中心部3の音響整合層14のエポキシ樹脂の音速はほぼ2.58km/sであり、これから4分の1波長の厚みを算出すると、0.092mmとなる。また圧電素子1の端部4の中心周波数は2MHzであり、端部4に相当する音響整合層14としては、エポキシ樹脂に酸化タングステンを充填重量比300%充填したものをを用いると、この音速は、ほぼ2.04km/sであり、これから4分の1波長の厚みを算出すると、0.255mmとなる。このようにそれぞれの周波数に対応して音響整合層14の音速から厚みを設定する。

【0068】このような構成にすることにより、中心部3の周波数帯域内に端部4の周波数帯域が抱合されるこ

とになり、広帯域の周波数特性と距離方向(深さ方向)での超音波ビームを長い距離(深い距離)で細く絞ることができるために分解能を向上させることができる。

【0069】なお、本発明の第5の実施の形態では、圧電素子1は均一の厚みの平板の形状について説明したが、このほか、圧電素子1の形状は超音波を放射する側を曲面形状にして、もう一方の面は平面のプラノコンケーブ型または、圧電素子1の両面とも曲面形状にした不均一の厚みの形状でも同様の効果が得られる。また、中心が薄く、高い周波数特性が得られ、端部で厚く、低い周波数特性が得られるような形状であれば、同様の効果が得られる。

【0070】なお、本発明の第5の実施の形態では、圧電素子1のみの形状について説明したが、このほか、圧電素子1の超音波送受信側(被検体側)と反対側の面には背面負荷材を設けた構成にしても同様の効果が得られる。

【0071】なお、本発明の実施の形態では、音響整合層14材料としてエポキシ樹脂を主体とした場合について説明したが、このほか、ウレタン樹脂、ポリイミド樹脂などの高分子材料を用いた場合についても同様の効果が得られる。

【0072】なお、本発明の第5の実施の形態では、音響整合層14として1層の場合について説明したが、このほか、同様の思想で2層以上の音響整合層を設けた場合についても同様の効果が得られる。

【0073】なお、本発明の第5の実施の形態では、圧電素子1および音響整合層14は単体の場合について説明したが、この他圧電素子1を複数個配列した所謂アレイ型にし、圧電素子1の配列方向に対して直行する方向に用いた場合においても同様の効果が得られる。

【0074】次に、本発明の第6の実施の形態の超音波探触子を図7(a)に、またその音響インピーダンス特性を図7(b)に示す。

【0075】図7において、圧電素子1は超音波を送受信する機能を有するものであって、圧電素子1の両面に、金や銀をスパッタリング、あるいは銀を焼き付け等を行うことにより電極2を設けている。この電極2に電圧を印加することにより圧電素子1が機械振動し、厚みに対応した周波数の超音波を発生する。

【0076】圧電素子1として、中心の音響インピーダンスが小さく端部にいくにしたがって音響インピーダンスが大きくなるような構成にする。生体を被検体にした場合には、被検体の音響インピーダンスは約1.54 MRaylであり、これに対して通常圧電素子1として使用されるのは圧電セラミックスなどであり、この圧電セラミックスの音響インピーダンスは25 MRayl ~ 30 MRaylであり被検体との差は大きい。この圧電素子1の音響インピーダンスを低くすることは、被検体である生体の音響インピーダンスに近づけることになり、

被検体との音響的な整合が取れるようになり、周波数の広帯域化を図ることができる。

【0077】圧電素子1の中心部3の音響インピーダンスを小さくすることはつまり被検体との音響的な整合が取れやすくなるため周波数帯域が広くなり、これは端部4に行くにしたがって圧電素子1の音響インピーダンスが大きくなるつまり被検体との音響的な整合が取れにくくなり周波数帯域が狭くなっていくことになる。このような構成にすることにより中心部3の周波数帯域内に、端部4の周波数帯域が抱合されることになる。しかし、圧電素子1の中心部3は音響インピーダンスが最も低く被検体の音響インピーダンスに近いとはいえ精々7 MRaylであり、被検体の音響インピーダンス1.54 MRaylとの差があり、ましてや圧電素子1の端部4の音響インピーダンスは被検体との差がもっと大きくなり、被検体との音響的な整合が必ずしも満足できるものでない。

【0078】この音響的な整合をとることにより、さらに周波数特性の広帯域化および高感度化を図ることができる。音響的な整合をとるために、圧電素子1の被検体側に相当する面の電極2面上に第1の音響整合層14aと、第1の音響整合層14a上に第2の音響整合層14bを設ける。音響整合層14a、bを設ける概念は周知のものであり、基本的には圧電素子1と被検体の音響インピーダンスの間の値の材料を設け、厚みは中心周波数の4分の1波長が基本となっている。しかし、本発明の実施の形態では、第2の音響整合層14bが第5の実施の形態と違う構成を有している。つまり、圧電素子1の中心部3に相当する第2の音響整合層14bの音響インピーダンスは被検体の音響インピーダンスに近い約1.54 MRaylの値にしていることである。

【0079】具体的な実施の形態について以下に説明する。

【0080】圧電素子1として、中心部3の音響インピーダンスが7 MRaylで中心周波数が7 MHz、中心部3から端部4にいくにしたがい音響インピーダンスが増加し端部4では27 MRaylになるように設定する。また端部4の中心周波数が2 MHzと設定する。この時の音響整合層14を2層設ける場合は、従来から知られている、音響整合層14の望ましい音響インピーダンスは例えば、次式から容易に算出できる。

$$Z_{m11} = Z_p^{4/7} \cdot Z_m^{3/7}$$

$$Z_{m12} = Z_p^{1/7} \cdot Z_m^{6/7}$$

【0081】ここで、 Z_{m11} は第1の音響整合層14aの音響インピーダンス、 Z_p は圧電素子1の音響インピーダンス、 Z_m は被検体の音響インピーダンス、 Z_{m12} は第2の音響整合層14bの音響インピーダンスである。

【0082】上式から本発明の第6の実施の形態の第1および第2の音響整合層14a、bの音響インピーダン

スを算出する。圧電素子1の中心部3の音響インピーダンス7MRayl、被検体の音響インピーダンス1.54MRaylから、圧電素子1の中心部3に相当する部分の第1の音響整合層14aの音響インピーダンスは、 $7^{4/7} \times 1.54^{3/7} = 3.66 \text{MRayl}$ また、第2の音響整合層14bの音響インピーダンスは $7^{1/7} \times 1.54^{6/7} = 1.91 \text{MRayl}$ となる。また圧電素子1の端部4に相当する部分の第1の音響整合層14aの音響インピーダンスは、 $27^{4/7} \times 1.54^{3/7} = 7.91 \text{MRayl}$ また、第2の音響整合層14bの音響イン

【0083】したがって、第1の音響整合層14aの圧電素子1の中心部3に相当する部分の音響インピーダンスは3.66MRaylで、第2の音響整合層14bの圧電素子1の中心部3に相当する部分の音響インピーダンスは1.91MRaylであり、圧電素子1が端部4にいくにしたがって圧電素子1の音響インピーダンスが徐々に大きくなっていくことから第1、2の音響整合層14a、bの音響インピーダンスも徐々に大きくなり、第1の音響整合層14aは圧電素子1の端部4に相当する部分の音響インピーダンスは7.91MRaylで、第2の音響整合層14bの圧電素子1の端部4に相当する部分の音響インピーダンスは2.31MRaylとなるように変化する構成にする。

【0084】ここでは、第1、第2の音響整合層14a、bの音響インピーダンスの算出式は一例であり、このほかの算出式もいくつか開示されており、これらいくつかの算出式の結果では、第1、第2の音響整合層14a、bの音響インピーダンスの値は、プラスマイナス20%ほどのばらつきがあり、前記に示した音響インピーダンスの値はプラスマイナス20%変動した値であってもほぼ目的とした特性が得られる。

【0085】ここで、圧電素子1の中心部3に相当する第2の音響整合層14bの音響インピーダンスは、被検体の音響インピーダンスの1.54MRaylより若干大きい値であるがこの値は被検体の音響インピーダンスと同じ値のもので構成しても、圧電素子1と被検体の音響インピーダンスが近くなっているため、ほとんど周波数特性に差異は出てこない。

【0086】第1の音響整合層14aの具体的な材料としては、エポキシ樹脂を主体としてその中にタングステンなどの金属粉若しくは酸化タングステン、アルミナ、酸化鉄などの酸化物粉を混入させて作成する。エポキシ樹脂単体での音響インピーダンスは約3MRaylであり圧電素子1の中心部3に相当する第1の音響整合層14aとして使用できる。

【0087】このエポキシ樹脂に充填材として酸化タングステン粉を重量比で50%、100%、200%、300%、400%、500%充填するとそれぞれの音響

インピーダンスは3.65MRayl、4.36MRayl、5.46MRayl、6.36MRayl、7.2MRayl、7.9MRaylとなる。このように充填材の充填重量比を調整することにより音響インピーダンスは容易に可変にできる。したがって、圧電素子1の中心部3には前記算出式から算出した音響インピーダンスの値3.66MRaylにはエポキシ樹脂の材料に充填材として酸化タングステン粉を重量比で50%（音響インピーダンス3.65MRayl）充填したものを設け、そして徐々に端部4にいくにしたがい酸化タングステン粉の充填重量比を大きくしたものを設けて、端部4では酸化タングステン粉の充填重量比を約500%にして音響インピーダンスを算出式から算出した値に近い7.94MRaylの材料を設ければよい。

【0088】この第1の音響整合層14aが、圧電素子1の中心部3から端部4まで音響インピーダンスを、例えば3～5段階というように段階的に可変にしても、また連続的に可変にしてもよい。音響インピーダンスを連続的に可変にした材料の作成としては、第5の実施の形態で説明したような遠心分離器などを利用した方法で可能である。また、この第1の音響整合層14aの厚みをほぼ4分の1波長の厚みにすればよい。例えば、圧電素子1の中心部3の中心周波数は7MHzであり、中心部3の第1の音響整合層14aの酸化タングステン粉の充填重量比を約500%とした材料の音速は、ほぼ2.35km/sであり、これから4分の1波長の厚みを算出すると、0.08mmとなる。また圧電素子1の端部4の中心周波数は2MHzであり、端部4に相当するの第1の音響整合層14aとしては、エポキシ樹脂に酸化タングステンを充填重量比500%充填したものをを用いると、この音速は、ほぼ2.1km/sであり、これから4分の1波長の厚みを算出すると、0.263mmとなる。このようにそれぞれの周波数に対応して第1の音響整合層14aの音速から厚みを設定する。

【0089】次に、第2の音響整合層14bの具体的な材料としては、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂を主体としてその中にガラス、高分子などの中空体の粉体を混入させて作成する。またはウレタンゴム、合成ゴムなどを主体としてその中にタングステンなどの金属粉若しくは酸化タングステン、アルミナ、酸化鉄などの酸化物粉を混入させて作成する。エポキシ樹脂、ウレタン樹脂単体での音響インピーダンスは3MRayl前後であり、これに音響インピーダンスを下げるために前記のような中空体を混入させる。また、ウレタンゴム、合成ゴムなどの単体での音響インピーダンスは1.54MRayl前後であり、これは逆に音響インピーダンスを上げるために前記のようなタングステンなどの金属粉若しくは酸化タングステン、アルミナ、酸化鉄などの酸化物粉を混入させる。

【0090】ここでは、ウレタン樹脂を主体としてその

中に高分子の中空体の粉体を混入させてものについて説明する。ウレタン樹脂(国際ケミカル社製R U 3 7)に充填材として高分子の中空体を重量比で2.1%、3.5%、4.5%、5%充填すると、それぞれの音響インピーダンスは、2.3MRayl、1.9MRayl、1.6MRayl、1.46MRaylとなる。このように充填材の充填重量比を調整することにより音響インピーダンスは可変にできる。したがって、圧電素子1の中心部3には、前記算出式から算出した音響インピーダンスの値3.66MRaylのエポキシ樹脂の材料に充填材として、高分子の中空体を充填重量比で4.5% (音響インピーダンス1.6MRayl) 充填したものを設け、そして徐々に端部4にいくに従い高分子の中空体の重量比を小さくしたものを設けて、端部4では高分子の中空体を充填重量比を約2.1%充填して音響インピーダンスを算出式から算出した値に近い2.31MRaylの材料を設ければよい。

【0091】この第2の音響整合層14bが圧電素子1の中心部3から端部4まで音響インピーダンスを例えば3~5段階というように段階的に可変にしても、また連続的に可変にしてもよい。音響インピーダンスを連続的に可変にした材料の作成としては、第5の実施の形態で説明したような遠心分離器などを利用した方法で可能である。また、この第2の音響整合層14bも厚みをほぼ4分の1波長の厚みにすればよい。例えば、圧電素子1の中心部3の中心周波数は7MHzであり、中心部3の第2の音響整合層14bの高分子の中空体を充填重量比で4.5%充填した材料の音速はほぼ1.86km/sであり、これから4分の1波長の厚みを算出すると、0.066mmとなる。また圧電素子1の端部4の中心周波数は2MHzであり、端部4に相当する第2の音響整合層14bとしては、ウレタン樹脂に高分子の中空体を充填重量比を約2.1%充填したものをを用いると、この音速は、ほぼ2.3km/sであり、これから4分の1波長の厚みを算出すると、0.288mmとなる。このようにそれぞれの周波数に対応して第2の音響整合層14bの音速から厚みを設定する。

【0092】以上のような第1、第2の音響整合層14a、bの構成にすることにより、圧電素子1の中心部3の周波数帯域内に、端部4の周波数帯域が包含されることになり、広帯域の周波数特性と距離方向(深さ方向)での超音波ビームを長い距離(深い距離)で細く絞ることができるために分解能を向上させることができる。

【0093】なお、本発明の実施の形態では、圧電素子1は均一の厚みの平板の形状について説明したが、このほか、圧電素子1の形状は超音波を放射する側を曲面形状にして、もう一方の面は平面のプラノコンケーブ型または、圧電素子1の両面とも曲面形状にした不均一の厚みの形状でも同様の効果が得られる。

【0094】なお、本発明の第6の実施の形態では、圧

*電素子1のみの形状について説明したが、このほか、圧電素子1の超音波送受信側(被検体側)と反対側の面には背面負荷材を設けた構成にしても同様の効果が得られる。

【0095】なお、本発明の第6の実施の形態では、音響整合層14として2層の場合について説明したが、このほか、同様の思想で3層以上の音響整合層を設けた場合についても同様の効果が得られる。

【0096】なお、本発明の第6の実施の形態では、圧電素子1および音響整合層14a、bは単体の場合について説明したが、この他圧電素子1を複数個配列した所謂アレイ型にし、圧電素子1の配列方向に対して直行する方向に用いた場合においても同様の効果が得られる。

【0097】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、超音波を送受信する圧電素子を備えた超音波探触子において、圧電素子は、その音響インピーダンスが中心部より端部にいくにしたがって大きくなるような構成を有することにより、端部の周波数比帯域より中央付近の周波数比帯域が広がるので、広帯域の周波数特性と、超音波ビームを深い領域まで絞れるために分解能の高い超音波像を得ることができる超音波探触子を提供することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a) 本発明の第1の実施の形態における超音波探触子の概略断面図

(b) 図1(a)に示した超音波探触子の音響インピーダンスの特性図

【図2】本発明の第1の実施の形態における超音波探触子の周波数特性および超音波ビームの特性図

【図3】本発明の第2の実施の形態における超音波探触子の概略断面図

【図4】本発明の第3の実施の形態における超音波探触子の概略断面図

【図5】(a) 本発明の第4の実施の形態における超音波探触子の概略断面図

(b) 図4(a)に示した超音波探触子の音響インピーダンスの特性図

【図6】(a) 本発明の第5の実施の形態における超音波探触子の概略断面図

(b) 図5(a)に示した超音波探触子の音響インピーダンスの特性図

【図7】(a) 本発明の第6の実施の形態における超音波探触子の概略断面図

(b) 図6(a)に示した超音波探触子の音響インピーダンスの特性図

【図8】従来の超音波探触子の斜視図

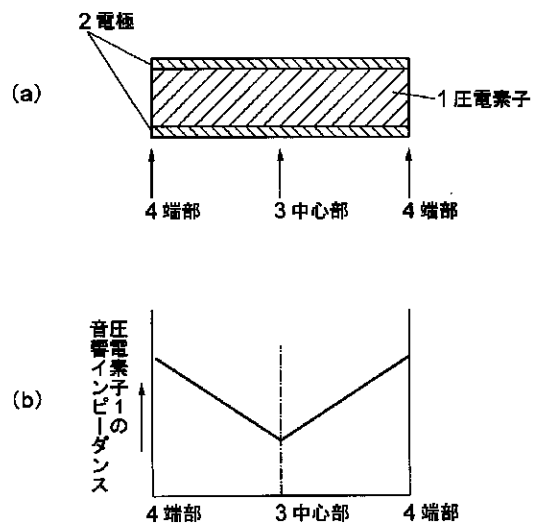
【図9】従来の超音波探触子の周波数特性図

【符号の説明】

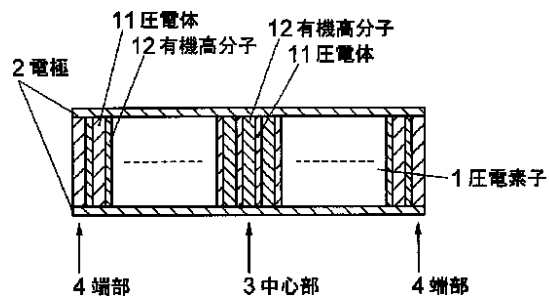
1 圧電素子

- 2 電極
- 3 中心部
- 4 端部
- 5 中心部3の周波数特性
- 6 端部4の周波数特性
- 7 中心部3の中心周波数
- 8 端部4の中心周波数
- 9 中心部3付近からの超音波ビーム特性

【図1】



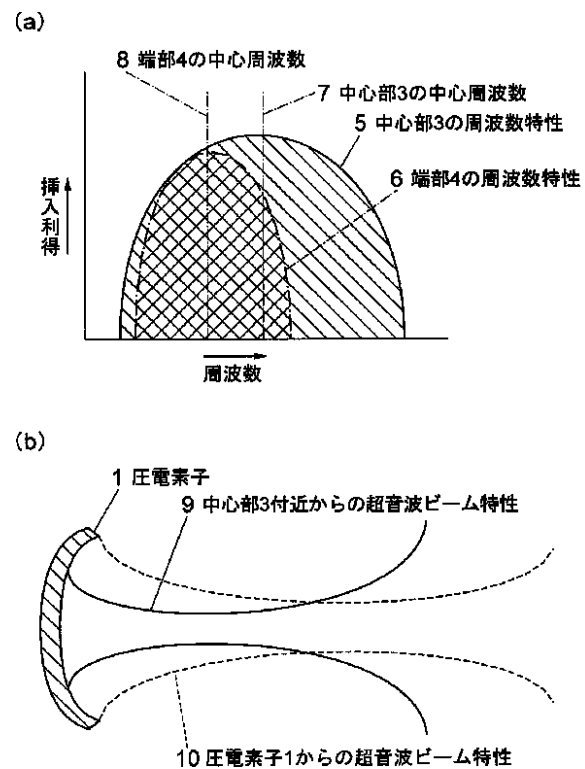
【図3】



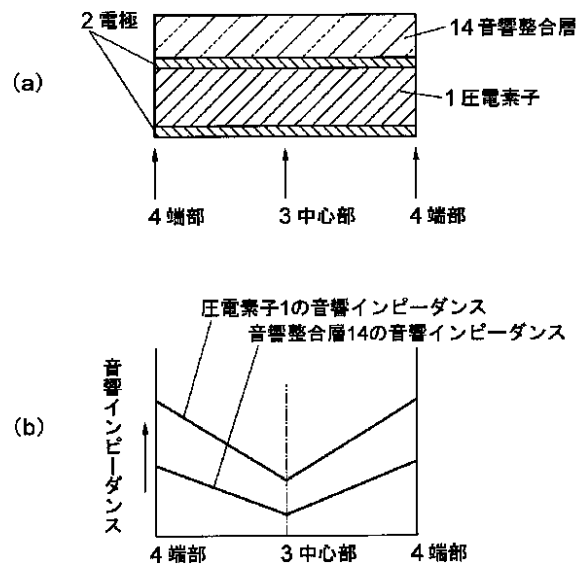
- * 10 圧電素子1からの超音波ビーム特性
- 11 圧電体
- 12 有機高分子
- 13 背面負荷材
- 14 音響整合層
- 14a 第1の音響整合層
- 14b 第2の音響整合層

*

【図2】

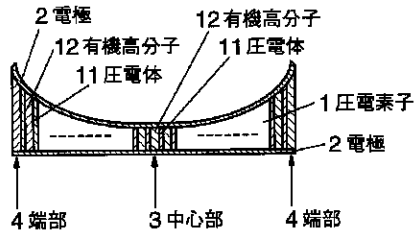


【図6】

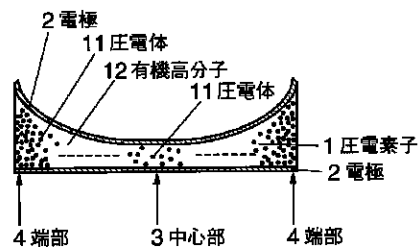


【図4】

(a)

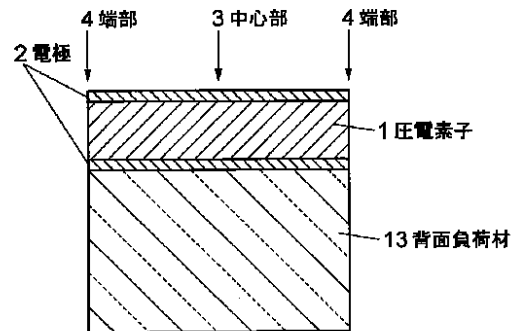


(b)

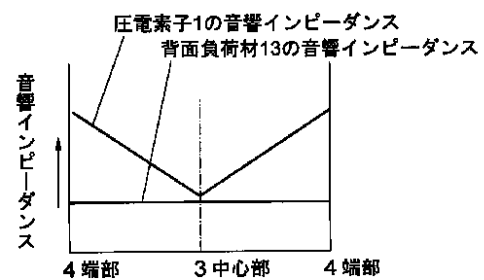


【図5】

(a)

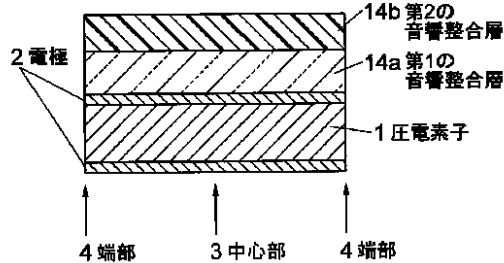


(b)

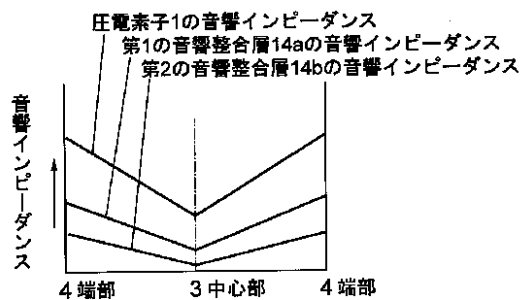


【図7】

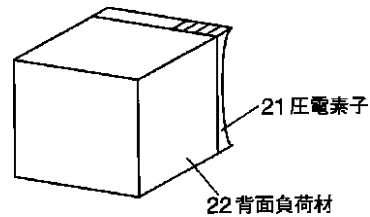
(a)



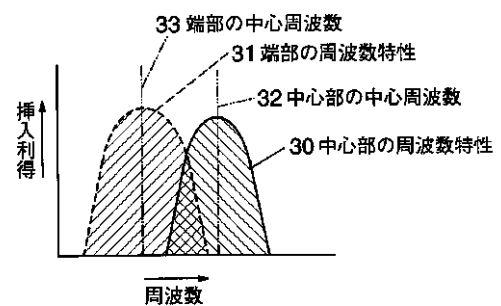
(b)



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷

H 0 1 L 41/08

H 0 4 R 17/00

識別記号

3 3 0

F I

H 0 4 R 17/00

G 0 1 S 7/52

H 0 1 L 41/08

テ-マコード (参考)

3 3 2

A

U

3 3 2

H

F ターム(参考) 2G047 CA01 EA01 GB11 GB25 GB28
GB33
4C301 EE02 GB03 GB21 GB27 GB34
5D019 AA07 AA09 AA22 BB02 BB04
BB11 BB18 FF02 FF04 GG01
5J083 AA02 AB01 AB17 AC28 AC29
CA24 CA50 CB02 CB03 CB04

专利名称(译)	超声波探触子		
公开(公告)号	JP2002209292A	公开(公告)日	2002-07-26
申请号	JP2001003731	申请日	2001-01-11
申请(专利权)人(译)	松下电器产业有限公司		
[标]发明人	齐藤孝悦		
发明人	齐藤 孝悦		
IPC分类号	G01N29/24 A61B8/00 G01S7/521 H01L41/08 H01L41/09 H04R1/20 H04R17/00		
FI分类号	H04R1/20.330 A61B8/00 G01N29/24 H04R17/00.330.K H04R17/00.330.J H04R17/00.332 G01S7/52.A H01L41/08.U H01L41/08.H G01S7/521.A		
F-TERM分类号	2G047/CA01 2G047/EA01 2G047/GB11 2G047/GB25 2G047/GB28 2G047/GB33 4C301/EE02 4C301/GB03 4C301/GB21 4C301/GB27 4C301/GB34 5D019/AA07 5D019/AA09 5D019/AA22 5D019/BB02 5D019/BB04 5D019/BB11 5D019/BB18 5D019/FF02 5D019/FF04 5D019/GG01 5J083/AA02 5J083/AB01 5J083/AB17 5J083/AC28 5J083/AC29 5J083/CA24 5J083/CA50 5J083/CB02 5J083/CB03 5J083/CB04 4C601/EE01 4C601/GB01 4C601/GB02 4C601/GB03 4C601/GB04 4C601/GB24 4C601/GB25 4C601/GB32 4C601/GB33 4C601/GB42		
其他公开文献	JP4519330B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种具有宽带和高分辨率的超声波探头。
 SOLUTION：压电元件1的配置使得中心部分3的声阻抗较小，并且朝向端部4的声阻抗增加，并且中心部分3的频率比频带大于端部4的频带。
 由于超声波探头被构造成较大，因此可以提供具有宽频率特性和高分辨率的超声波探头，因为可以将超声波束缩小到较深的区域。

