

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4519330号
(P4519330)

(45) 発行日 平成22年8月4日 (2010.8.4)

(24) 登録日 平成22年5月28日 (2010.5.28)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 R 17/00 (2006.01)

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

G O 1 S 7/521 (2006.01)

H O 4 R 17/00 3 3 O J

A 6 1 B 8/00

G O 1 S 7/52 A

H O 4 R 17/00 3 3 O K

H O 4 R 17/00 3 3 2

請求項の数 5 (全 17 頁)

(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)
 (65) 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)
 審査請求日 平成19年11月29日 (2007.11.29)

(73) 特許権者 000005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100093067
 弁理士 二瓶 正敬
 (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

審査官 大野 弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波探触子

(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超音波探触子。

【請求項 2】

前記音響整合層は、金属粉又は金属の酸化物の少なくともいずれか一方と有機高分子とで構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波探触子。

【請求項 3】

前記音響整合層は、前記金属粉又は金属の酸化物の少なくともいずれか一方と前記有機高分子との重量比が中心部より端部にいくにしたがって前記金属粉又は金属の酸化物の少なくともいずれか一方の重量比が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 2 に記載の超音波探触子。

【請求項 4】

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 1 から 3 のいずれか 1 つに記載の超音波探触子。

10

20

【請求項 5】

前記圧電素子は、複数個配列し、前記圧電素子の配列方向に対して直交する方向において、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 から 4 のいずれか 1 つに記載の超音波探触子。

【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】

10

【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。

20

【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)は減衰が大きいため、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。

30

【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。

40

【0017】

【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。

【0018】

50

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。

10

【0021】

また、本発明の超音波探触子は、前記圧電素子は、複数個配列し、前記圧電素子の配列方向に対して直交する方向において、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。

【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。

【0025】

20

【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。

30

【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くことになり、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】

40

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

50

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】

10

20

30

40

50

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、 $0 - 0, 1 - 0, \dots, 3 - 2, 3 - 3$ 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。

10

【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 $PZT - 5H$ 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29MRayl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10MRayl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3MRaylに近づいていく。また複合圧電体は機械的品質係数 Q_m も小さくなるために広帯域化が可能になる。

20

【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7MRayl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10MRayl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15MRayl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25MRayl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。

30

【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。

40

【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

50

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。

【 0 0 4 7 】

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。

【 0 0 4 8 】

図 4 (a) において、圧電素子 1 は圧電体 1 1 と有機高分子 1 2 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 1 1 と有機高分子 1 2 のいずれか一方または双方の幅を変えて、圧電体 1 1 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。

10

【 0 0 4 9 】

また、図 4 (b) においては、圧電素子 1 は圧電体 1 1 として粉体を用いて有機高分子 1 2 に混入させた所謂 0 - 3 型の複合圧電体であり、有機高分子 1 2 に含まれる圧電体 1 1 の分量を変えて、図 4 (a) と同様に圧電体 1 1 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。

20

【 0 0 5 0 】

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。

【 0 0 5 1 】

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。

30

【 0 0 5 2 】

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。

【 0 0 5 3 】

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。

40

【 0 0 5 4 】

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 1 3 を接着若しくは流し込みなどにより設ける。背面負荷材 1 3 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

50

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。

【 0 0 5 5 】

背面負荷材 1 3 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 1 3 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 1 3 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 1 3 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 25 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 1 3 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 1 3 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。

10

【 0 0 5 6 】

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。

20

【 0 0 5 7 】

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 1 3 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。

30

【 0 0 5 8 】

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。

【 0 0 5 9 】

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。

【 0 0 6 0 】

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 $25 \text{ MRayl} \sim 30 \text{ MRayl}$ 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。

40

【 0 0 6 1 】

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

50

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 M R a y l であり、被検体の音響インピーダンス 1 . 5 4 M R a y l 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 1 4 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。

10

【 0 0 6 2 】

具体的な実施の形態について以下に説明する。

【 0 0 6 3 】

圧電素子 1 として、中心部 3 の音響インピーダンスが 7 M R a y l で中心周波数が 7 M H z、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 2 7 M R a y l になるように設定する。また端部 4 の中心周波数が 2 M H z と設定する。この時、音響整合層 1 4 を 1 層設ける場合は、従来から知られている、音響整合層 1 4 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。

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

20

【 0 0 6 4 】

ここで、 Z_{ml} は音響整合層 1 4 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。

【 0 0 6 5 】

上式から本発明の実施の形態の音響整合層 1 4 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 7 M R a y l、被検体の音響インピーダンス 1 . 5 4 M R a y l 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 1 4 の音響インピーダンスは、

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

30

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 1 4 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 1 4 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 . 2 8 M R a y l 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 1 4 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 . 4 5 M R a y l の最大の値となるように変化させる構成にする。音響整合層 1 4 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 3 M R a y l であり圧電素子 1 の中心部 3 に相当する音響整合層 1 4 として使用できる。

40

【 0 0 6 6 】

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 1 0 0 %、2 0 0 %、3 0 0 %、4 0 0 % 充填するとそれぞれの音響インピーダンスは 4 . 3 6 M R a y l、5 . 4 6 M R a y l、6 . 3 6 M R a y l、7 . 2 M R a y l 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

50

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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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。

50

【 0 0 7 6 】

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 $25 \text{ MRayl} \sim 30 \text{ MRayl}$ 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。

【 0 0 7 7 】

10

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。

【 0 0 7 8 】

20

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 14 a と、第 1 の音響整合層 14 a 上に第 2 の音響整合層 14 b を設ける。音響整合層 14 a、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 14 b 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 14 b 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。

【 0 0 7 9 】

30

具体的な実施の形態について以下に説明する。

【 0 0 8 0 】

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 に行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。

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

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

【 0 0 8 1 】

40

ここで、 Z_{m11} は第 1 の音響整合層 14 a 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 14 b の音響インピーダンスである。

【 0 0 8 2 】

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 14 a, 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 7 MRayl 、被検体の音響インピーダンス 1.54 MRayl 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 14 a 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 14 b 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 14

50

aの音響インピーダンスは、 $2.7^{4/7} \times 1.54^{3/7} = 7.91 \text{ MRayl}$ また、第2の音響整合層14bの音響インピーダンスは $2.7^{1/7} \times 1.54^{6/7} = 2.31 \text{ MRayl}$ となる。

【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 3.66 MRayl 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 1.91 MRayl 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 7.91 MRayl 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 2.31 MRayl となるように変化する構成にする。

10

【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 1.54 MRayl 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。

20

【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 3 MRayl 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 3.65 MRayl 、 4.36 MRayl 、 5.46 MRayl 、 6.36 MRayl 、 7.2 MRayl 、 7.9 MRayl 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 3.66 MRayl 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 3.65 MRayl ）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 7.94 MRayl の材料を設ければよい。

30

40

【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 7 MHz 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 2.35 km/s であり、これから4分の1波長の厚みを算出すると、 0.08 mm となる。また圧電素子1の端部4の中心周波数は 2 MHz であり、端部4に相当する第1の音響整合層14aとしては、エ

50

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 2.1 km/s であり、これから 4 分の 1 波長の厚みを算出すると、 0.263 mm 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 3 MRayl 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 1.54 MRayl 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 RU37)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、 2.3 MRayl 、 1.9 MRayl 、 1.6 MRayl 、 1.46 MRayl 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 3.66 MRayl 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 1.6 MRayl) 充填したものを設け、そして徐々に端部 4 に行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 2.31 MRayl 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 7 MHz 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 1.86 km/s であり、これから 4 分の 1 波長の厚みを算出すると、 0.066 mm となる。また圧電素子 1 の端部 4 の中心周波数は 2 MHz 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 2.3 km/s であり、これから 4 分の 1 波長の厚みを算出すると、 0.288 mm 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。

【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。

【 0 0 9 4 】

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。

【 0 0 9 5 】

なお、本発明の第 6 の実施の形態では、音響整合層 1 4 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。

【 0 0 9 6 】

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 1 4 a、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。

【 0 0 9 7 】

【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

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

14 a 第 1 の音響整合層

10

20

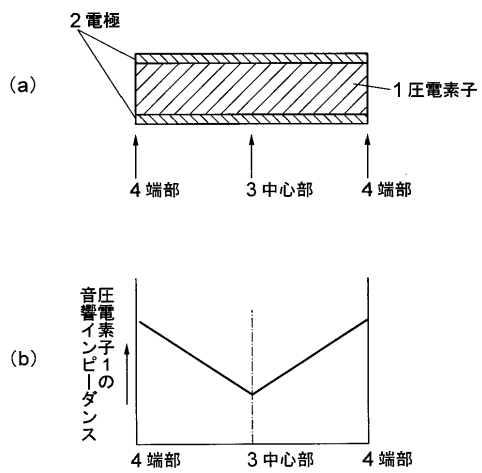
30

40

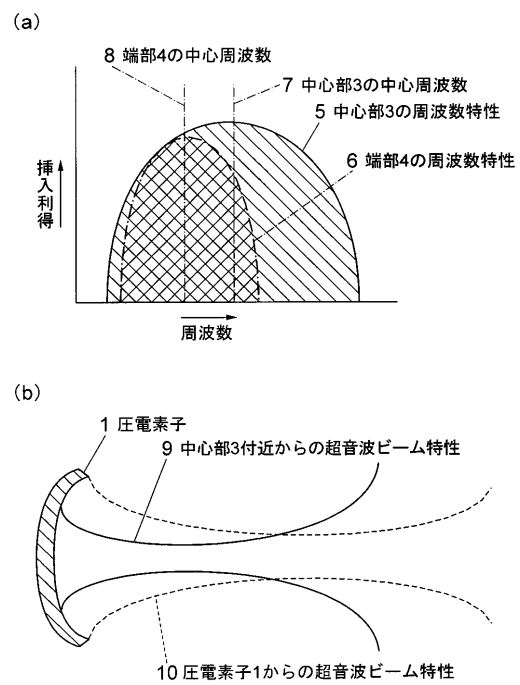
50

1 4 b 第 2 の音響整合層

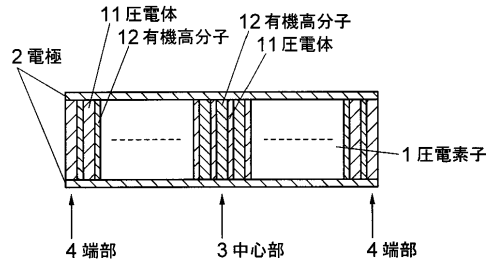
【図 1】



【図 2】

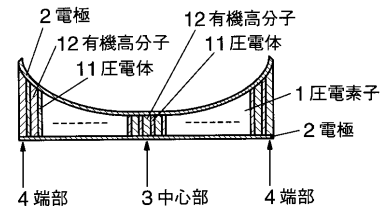


【図 3】

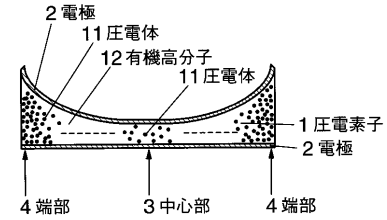


【図 4】

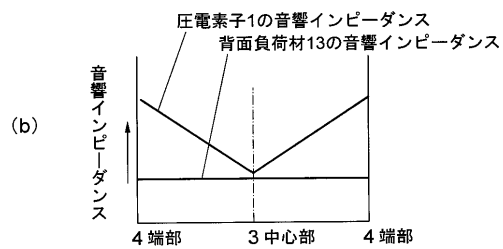
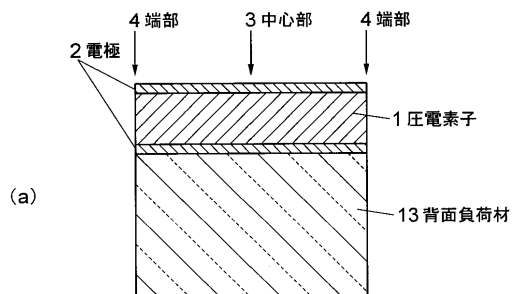
(a)



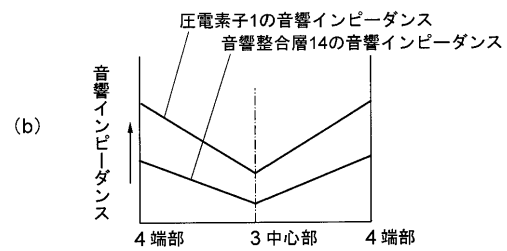
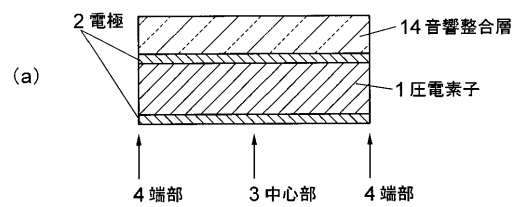
(b)



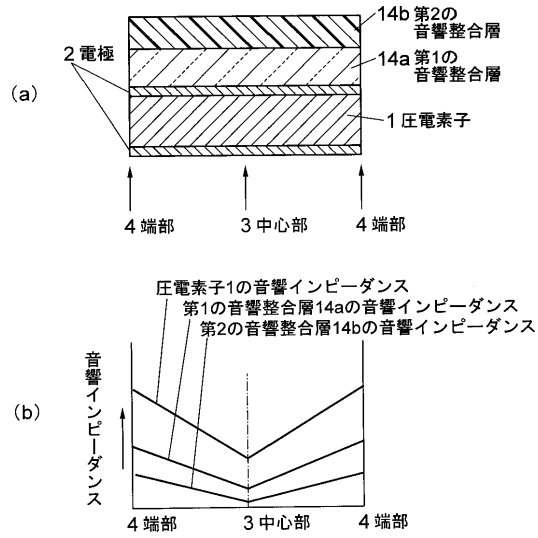
【図 5】



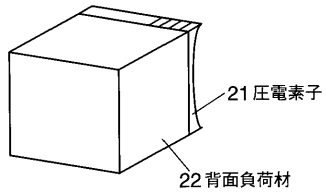
【図 6】



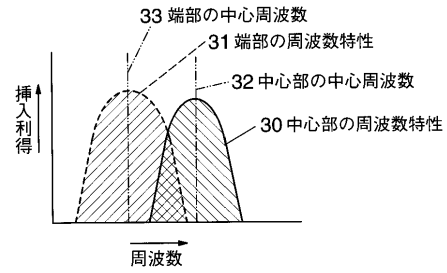
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06-078399(JP,A)
特開平05-183995(JP,A)
国際公開第00/031808(WO,A1)
特開平07-059765(JP,A)
特開平09-065489(JP,A)
特開平07-184296(JP,A)
特表2002-530267(JP,A)
特開平07-298398(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 1/20
A61B 8/00
G01N 29/24
G01S 7/521
H01L 41/08
H01L 41/09
H04R 17/00

专利名称(译)	超音波探触子		
公开(公告)号	JP4519330B2	公开(公告)日	2010-08-04
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		
当前申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	斉藤孝悦		
发明人	斉藤 孝悦		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00 G01S7/521 G01N29/24 H01L41/08 H01L41/09 H04R1/20		
FI分类号	H04R17/00.330.J A61B8/00 G01S7/52.A H04R17/00.330.K H04R17/00.332 G01N29/24 G01S7/521.A H01L41/08.H H01L41/08.U H04R1/20.330		
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 4C601/EE01 4C601/GB01 4C601/GB02 4C601/GB03 4C601/GB04 4C601/GB24 4C601/GB25 4C601/GB32 4C601/GB33 4C601/GB42 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		
审查员(译)	大野 弘		
其他公开文献	JP2002209292A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供具有宽频带特性和高分辨率的超声波探头。解决方案：超声波探头构造使得压电元件1的中心部分3中的声阻抗减小并且朝向其端部4变大，并且中心部分中的频率比带更大因此，超声波探头具有宽带频率特性并且具有高分辨率，因为超声波束会聚得很深。

【 図 1 】

