

(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2008-307117

(P2008-307117A)

(43) 公開日 平成20年12月25日(2008.12.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/00 (2006.01)	A 6 1 B 8/00	4 C 6 0 1
H 0 4 R 17/00 (2006.01)	H 0 4 R 17/00 3 3 0 K	5 D 0 1 9
	H 0 4 R 17/00 3 3 0 G	
	H 0 4 R 17/00 3 3 2 A	
	H 0 4 R 17/00 3 3 0 J	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2007-155451 (P2007-155451)
 (22) 出願日 平成19年6月12日 (2007.6.12)

(71) 出願人 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 100105050
 弁理士 鷺田 公一
 (72) 発明者 斉藤 孝悦
 愛媛県東温市南方2131番地1 パナソ
 ニック四国エレクトロニクス株式会社内
 Fターム(参考) 4C601 BB02 BB03 BB06 EE01 EE03
 EE10 GB04 GB06 GB26 GB41
 GB44 GB45
 5D019 AA07 BB19 FF04 GG02

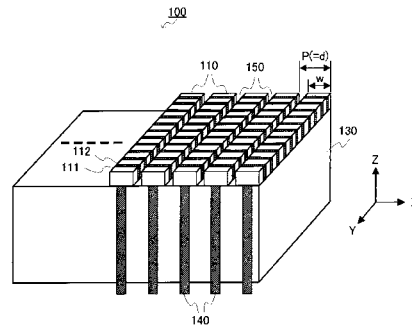
(54) 【発明の名称】 超音波探触子

(57) 【要約】

【課題】高感度で高分解能の超音波画像を得ることができるとともに、容易に作成することができ、信頼性も向上することができる超音波探触子を提供する。

【解決手段】1チャンネル内の圧電素子110の配列方向(X方向)の間隔dを、X方向の幅振動モードの周波数が使用周波数領域(Z方向の厚み縦振動モード)の中心周波数の2分の1(1/2)以下になるように設定して、X方向の幅振動モードの周波数を使用周波数領域から低周波数領域側に外す。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

厚さ方向の両面に電極が形成され、厚さ方向と直交する所定の一方に複数配列された圧電素子を有する超音波探触子において、

前記圧電素子は、前記圧電素子の配列方向および厚さ方向とそれぞれ直交する所定の一方に圧電体と高分子材料を交互に配列して構成された複合圧電体であり、

前記圧電素子は、前記配列方向の間隔が、前記圧電体の前記配列方向の幅振動モードの周波数が使用周波数領域の中心周波数の2分の1以下になるように設定されている、

超音波探触子。

【請求項 2】

前記圧電素子は、各チャンネル内で前記配列方向に分割されていない場合、各チャンネルに対応する前記圧電素子の配列間隔が、前記圧電体の前記配列方向の幅振動モードの周波数が使用周波数領域の中心周波数の2分の1以下になるように設定されている、

請求項 1 記載の超音波探触子。

【請求項 3】

前記圧電素子は、2 - 2 型複合圧電体である、請求項 2 記載の超音波探触子。

【請求項 4】

前記圧電素子は、各チャンネル内で前記配列方向に分割されている場合、各チャンネル内の前記圧電素子の配列間隔が、前記圧電体の前記配列方向の幅振動モードの周波数が使用周波数領域の中心周波数の2分の1以下になるように設定されている、

請求項 1 記載の超音波探触子。

【請求項 5】

前記圧電素子は、1 - 3 型複合圧電体である、請求項 4 記載の超音波探触子。

【請求項 6】

前記圧電素子の一方の面上に設けられた1層以上の音響整合層、をさらに有し、

前記音響整合層は、各チャンネルの領域内で一部または全部が前記配列方向に複数分割されている、

請求項 1 から請求項 5 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】

【技術分野】

【0001】

本発明は、生体などの被検体に当接させて超音波を送信および受信することにより、被検体の診断情報を得るために使用される超音波探触子に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、超音波を人間や動物などの生体の被検体に照射し、被検体内で反射されたエコーを検出して生体内組織の断層像などをモニタに表示することにより、被検体の診断に必要な情報を提供する。このとき、超音波診断装置では、被検体内への超音波の送信と、被検体内からの反射エコーの受信のために、超音波探触子を使用される。

【0003】

図 7 は、従来の超音波探触子の構成の一例を示す部分概略斜視図である。

【0004】

図 7 に示す超音波探触子 10 は、被検体（図示せず）との間で超音波を送受信するべく、所定の一方（X 方向）に配列された複数の圧電素子 11 と、圧電素子 11 の被検体側（同図の上方）の表面（以下、本明細書において被検体側の表面を「前面」という）に設けられた1層以上（同図では2層）の音響整合層 12（12 a、12 b）と、圧電素子 11 の被検体側とは反対側（同図の下方）の表面（以下、本明細書において被検体側とは反対側の表面を「背面」という）に設けられた信号用電気端子 13 と、信号用電気端子 13 の背面に設けられた背面負荷材 14 と、圧電素子 11 と第 1 の音響整合層 12 a との間に装

10

20

30

40

50

着された接地用電気端子（図示せず）とを有する。

【0005】

圧電素子11は、例えば、圧電体11aと高分子材料11bを複合した複合圧電体によって形成される。圧電体11aは、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛）系などの圧電セラミックスや、PZN-PT、PMN-PT系などの圧電単結晶などをその素材としている。この複合圧電体は、配列方向（X方向）と直交する所定の方向（Y方向）に圧電体11aと高分子材料11bを交互に配列して形成されている。また、この複合圧電体（圧電素子11）は、配列方向（X方向）においても、隣接する複合圧電体との関係で圧電体11aが分割され、この分割溝15に高分子材料（図示せず）を設けて圧電体11aと高分子材料を交互に配列して形成されている。圧電素子11の前面および背面には電極（図示せず）がそれぞれ形成されている。信号用電気端子13および接地用電気端子を介して、これらの電極と圧電素子11との間で電気信号の送受信が行われる。すなわち、圧電素子11は、加えられた電圧を超音波に変換して被検体内に送信し、また、被検体内で反射したエコーを受信して電気信号に変換する。このため、少なくとも信号用電気端子13は、チャンネルを単位に設けられている。ここで、1チャンネルとは、同一の電気信号にて駆動し（超音波の送信）、同一の電気信号として情報を収集する（超音波の受信）単位をいう。

10

【0006】

複合圧電体は、高分子材料として音響インピーダンスが小さい材料を使用することにより、音響インピーダンスを圧電体（例えば、圧電セラミックス）よりも小さくすることができ、圧電セラミックス単体で構成した場合よりも、音響インピーダンスを生体などの被検体の音響インピーダンスに近づけることができる。このため、インピーダンスの不整合が少なくなり、超音波の送受信の効率が向上する。このため、複合圧電体は、有用な材料として超音波探触子に広く用いられている。複合圧電体には、1チャンネルにおける圧電体の連結形態と高分子材料の連結形態とから、いわゆる1-3型連結構造を有する1-3型複合圧電体と呼ばれるものと、いわゆる2-2型連結構造を有する2-2型複合圧電体と呼ばれるものがある。図7に示す圧電素子11は、いわゆる1-3型複合圧電体である。この1-3型複合圧電体は、生体とのインピーダンスの整合がとりやすいため、また、圧電体11aについて電気機械結合係数が最も高くなる幅/厚さの比を得やすいため、主に用いられている（例えば、特許文献1参照）。

20

30

【0007】

また、図7の例では、X方向に配列された圧電素子11間に等間隔の溝15が設けられている。圧電素子11の材料、例えば、PZT系の圧電セラミックスは、使用する厚み縦振動モード以外にも、不必要な幅振動モードが発生し、この幅振動モードは周波数特性などに悪影響を及ぼす。このため、従来は、圧電体11aの電気機械結合係数が最も高くなる形状を考慮して、幅振動モードの周波数が使用周波数領域から高周波数領域側に外れるように、圧電素子11の配列ピッチd（圧電素子11の幅wと溝15の幅との和）を設定している。すなわち、圧電素子11の配列ピッチ（つまり、圧電素子11の幅や溝15の幅）は、通常、狭くなるように構成されている。なお、図中の「P」は、1チャンネルのピッチを示している。

40

【0008】

なお、本明細書では、図中のX方向を「（圧電素子の）配列方向」、Y方向を「（圧電素子の）長さ方向」または「（複合圧電体を構成する圧電体の）幅方向」、Z方向を「（圧電素子の）厚さ方向」とも呼ぶものとする。X、Y、Zの各方向は、互いに直交している。

【特許文献1】特開2006-51105号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

電子走査型の超音波診断装置は、圧電素子を複数の群にして個々の圧電素子群に一定の

50

遅延時間を与えて駆動し、各圧電素子群から被検体内への超音波の送信と、被検体内からの反射エコーの受信とを行う。このように遅延時間を与えることによって超音波ビームが収束または拡散され、広い視野幅でかつ高分解能の超音波画像を得ることができる。

【0010】

複数の圧電素子群に一定の遅延時間を与えて超音波画像を得るシステムは、一般的なシステムとして既に知られている。超音波探触子として、そのような高分解能の超音波画像を得るために重要なこととして、高感度化と広帯域化がある。

【0011】

まず、超音波探触子を高感度化するための1つの方策として、圧電素子に用いられる圧電体の材料として比誘電率が大きい材料を用いる構成がある。これにより、複数の圧電素子の個々の面積が小さいことに起因して電気的なインピーダンスが高くなることによる感度低下を防止することができる。しかしながら、複合圧電体では、圧電体のほかに比誘電率が著しく小さい高分子材料を用いているため、感度の低下が顕著である。特に、図7に示す構造のように、圧電体の体積比率が小さくなる傾向が高い1-3型複合圧電体では、当該方策による高感度化は困難である。

10

【0012】

また、図7に示すように複合圧電体を用いた超音波探触子において、広帯域化を図るための1つの方策として、複合圧電体の音響インピーダンスを被検体に近づけることにより、具体的には、音響インピーダンスが小さい高分子材料の体積比率を高めることにより、音響的な整合を取りやすくする構成を挙げることができる。しかしながら、この構成においては、比誘電率が小さい高分子材料の体積比率を高めることになるため、上記の高感度化とは相反する特性になる。すなわち、図7に示す構造では、感度を上げると広帯域化が困難になり、また、広帯域化を実現しようとする感度を向上できないという結果になる。このように高感度化と広帯域化が相反するのは、高感度化には比誘電率が大きい材料を用いることが好ましく、広帯域化には比誘電率が小さい高分子材料の体積比率を高めることが好ましいからである。

20

【0013】

一方、高分解能化を図るための方策としては、周波数を高周波化する構成がある。しかしながら、周波数を高周波化すると、これに反比例して圧電素子の厚さは薄くなる。そして、圧電素子の幅と厚さの比によって電気機械結合係数が大きく変化するため、厚さの変化に対応して幅も狭くする必要がある。したがって、周波数を高周波化して高分解能化を実現しようとする、圧電素子の配列方向(X方向)の間隔が狭くなり、また、使用する複合圧電体を構成する圧電体の間隔(Y方向)も狭くなる。このため、圧電素子の配列ピッチが狭くなりがちな図7に示す構造では、高周波化によってますますその作成が困難になってくるといえる問題がある。また、作成が困難になると、各圧電素子の周波数特性や感度特性にばらつきが生じて信頼性または品質の低下のおそれがあるという問題もある。

30

【0014】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、高感度で高分解能の超音波画像を得ることができるとともに、容易に作成することができ、信頼性も向上することができる超音波探触子を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明の超音波探触子は、厚さ方向の両面に電極が形成され、厚さ方向と直交する所定の一方に複数配列された圧電素子を有する超音波探触子において、前記圧電素子は、前記圧電素子の配列方向および厚さ方向とそれぞれ直交する所定の一方に圧電体と高分子材料を交互に配列して構成された複合圧電体であり、前記圧電素子は、前記配列方向の間隔が、前記圧電体の前記配列方向の幅振動モードの周波数が使用周波数領域の中心周波数の2分の1以下になるように設定されている、構成を採る。

【発明の効果】

【0016】

50

本発明によれば、高感度で高分解能の超音波画像を得ることができるとともに、容易に作成することができ、信頼性も向上することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0018】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1に係る超音波探触子の構成を示す部分概略斜視図である。図2は、図1に示す超音波探触子の圧電素子のY-Z平面に沿う断面図である。

【0019】

図1および図2に示す超音波探触子100は、所定の一方向(X方向)に配列された複数の圧電素子110と、各圧電素子110に対してその厚さ方向(Z方向)の両面(背面と前面)に形成された電極120と、必要に応じて圧電素子110の背面に設けられる背面負荷材130と、各圧電素子110の両面に形成された電極120のうち背面側の電極121に挿着された信号用電気端子140とを有する。各圧電素子110の背面に形成された電極121は、信号用電極であり、各圧電素子110の前面に形成された電極122は、接地用電極である。また、図示しないが、超音波探触子100は、必要に応じて、圧電素子110の前面(より正確には、接地用電極122の前面)に1層以上の音響整合層を設けたり、あるいは、さらにその音響整合層の前面に音響レンズを装着したりしてもよい。これらの構成要素のそれぞれの機能は、従来の超音波探触子を構成する要素が持つ機能と同様である。

【0020】

圧電素子110は、圧電体111と高分子材料112を複合した複合圧電体によって形成されている。この複合圧電体は、圧電素子110の構造として、それぞれ短冊状に形成された圧電体111と高分子材料112とがY方向に交互に配置されている。圧電体111は、例えば、PZT系のような圧電セラミックスや、PZN-PT、PMN-PT系のような圧電単結晶などを用いて形成されている。また、高分子材料112は、例えば、エポキシ樹脂やウレタン樹脂、シリコンゴムなどである。

【0021】

信号用電極121および接地用電極122は、例えば、金や銀のメッキ、蒸着、もしくはスパッタリング、または銀の焼き付けなどによって、圧電素子110の背面および前面にそれぞれ形成されている。

【0022】

信号用電気端子140は、例えば、ポリイミドなどの高分子材料によって構成された絶縁性フィルムに銅などの金属膜を被着して形成されている。信号用電気端子140は、圧電素子110の背面に形成された信号用電極121に挿着(接続)されている。信号用電気端子140は、チャンネルを単位に設けられている。一方、図示しないが、圧電素子110の前面に形成された接地用電極122には、接地用電気端子が接続されている。接地用電気端子は、信号用電気端子140と同様に形成されている。信号用電気端子140および接地用電気端子を介して、圧電素子110とこの両面に形成された電極120(信号用電極121、接地用電極122)との間で電気信号の送受信が行われる。すなわち、圧電素子140は、1チャンネルを単位として、加えられた電圧を超音波に変換して被検体内に送信し、また、被検体内で反射したエコーを受信して電気信号に変換する。ここで、1チャンネルとは、上記のように、同一の電気信号にて駆動し(超音波の送信)、同一の電気信号として情報を収集する(超音波の受信)単位をいう。

【0023】

圧電素子110の背面に形成された信号用電極121は、信号用電気端子140を介して、また、圧電素子110の前面に形成された接地用電極122は、上記接地用電気端子を介して、それぞれケーブル(図示せず)の一端に電氣的に接続される。これらのケーブルのそれぞれの他端は、例えば、コネクタなどを介して、超音波診断装置(図示せず)の

10

20

30

40

50

本体部に接続される。これによって、超音波診断装置の本体部で作られる規則正しいパルス電圧をチャンネル単位で圧電素子 110 に印加して超音波を送信し、また、受信した超音波の反射エコーを電気信号に変換して超音波診断装置の本体部に送信する。

【0024】

上記のように、複合圧電体は、高分子材料として音響インピーダンスが小さい材料を使用することにより、音響インピーダンスを圧電体（例えば、圧電セラミックス）よりも小さくすることができ、圧電セラミックス単体で構成した場合よりも、音響インピーダンスを生体などの被検体の音響インピーダンスに近づけることができる。このため、インピーダンスの不整合が少なくなり、超音波の送受信の効率が向上する。このため、複合圧電体は、有用な材料として超音波探触子に広く用いられている。

10

【0025】

また、上記のように、複合圧電体には、1チャンネルにおける圧電体の連結形態と高分子材料の連結形態とから、いわゆる1-3型連結構造を有する1-3型複合圧電体と呼ばれるものと、いわゆる2-2型連結構造を有する2-2型複合圧電体と呼ばれるものがある。いずれの複合圧電体においても、有効な連結構造体として、それぞれ短冊状に形成された複数の圧電体をそれぞれZ方向に向けた状態でY方向に列状に配置するとともに、X方向に複数列配置し、その周囲を高分子材料で取り囲んだ（充填した）構造を有する。このうち、1チャンネルを単位として、圧電体についてはZ方向のみの1方向につながりがあり、X、Y方向にはつながりがなく、また、高分子材料についてはX、Y、Zの3方向につながりがある連結構造体がある。いわゆる1-3型連結構造を有する1-3型複合圧電体である。また、1チャンネルを単位として、圧電体についてはX方向とZ方向の2方向につながりがあり、また、高分子材料についても同様にX方向とZ方向の2方向につながりがある連結構造体がある。いわゆる2-2型連結構造を有する2-2型複合圧電体である。圧電体としては、上記のように、例えば、PZT系の圧電セラミックスやPMN-PT系の圧電単結晶などが用いられる。このとき、圧電体の形状を、X、Y方向に対してZ方向が厚い形状（柱状）またはX方向に対してY方向が薄い形状もしくはZ方向が厚い形状にすると、最も電気機械結合係数が高くなり、高感度化および周波数の広帯域化が可能になる。これが、圧電体をこのような形状にしてその間隙に高分子材料を設けた構成の2-2型および1-3型の連結構造を有する複合圧電体を用いる理由である。

20

【0026】

本実施の形態では、圧電素子110は、図1および図2に示すように、信号用電気端子140の配列方向（つまり、当該圧電素子110の配列方向）であるX方向と直交するY方向に、PZT系の圧電セラミックスやPMN-PT系の圧電単結晶などの圧電体111と、エポキシ樹脂やウレタン樹脂、シリコンゴムなどの高分子材料112とを交互に配列した2-2型連結構造を有する2-2型複合圧電体である。この構造において、X方向に配列された圧電素子110間には等間隔の溝（以下「分割溝」という）150が設けられている。図示しないが、分割溝150には、高分子材料112と同じ材料が充填されている。圧電素子110は、信号用電気端子140の配列方向でもあるX方向について、信号用電気端子140の配列間隔に対応する1チャンネルの間隔（ピッチ）Pで相互に物理的かつ電気的に分割されている。本実施の形態では、複合圧電体として2-2型複合圧電体を用いるため、1チャンネル内の圧電素子110は分割しない構成である。よって、この場合、1チャンネルのピッチPは、圧電素子110の配列ピッチdと等しく、圧電素子110のX方向の幅wと分割溝150の幅との和である。

30

40

【0027】

上記のように、圧電素子110を構成する圧電体111の材料、例えば、PZT系の圧電セラミックスやPMN-PT系の圧電単結晶などは、使用する厚み縦振動モード（Z方向）以外にも、不必要な幅振動モード（X方向、Y方向）が発生し、この幅振動モードは超音波探触子100の周波数特性などに悪影響を及ぼす。このため、本実施の形態では、圧電体111の形状として圧電体111の電気機械結合係数が最も高くなる形状を維持しつつ、圧電体111の幅振動モードの周波数が超音波探触子100の使用周波数領域から

50

外れるように、具体的には、少なくとも X 方向の幅振動モードの周波数が使用周波数領域の低周波数領域側に外れるように（後述する図 3 参照）、圧電素子 1 1 0 の配列ピッチ d （圧電素子 1 1 0 の幅 w と分割溝 1 5 0 の幅との和）を設定している。

【0028】

なお、上記のように、X 方向において、圧電素子の間隔（ピッチ）は、厳密には圧電素子の幅と溝の幅との和であるが、圧電素子の間隔（ピッチ）と圧電素子の幅とは実際上ほぼ対応関係にあるため、ここでは、「間隔」は、広義の意味において、「幅」を含むものと定義する。

【0029】

以下、図 3 を用いてさらに説明する。なお、図 3 は、使用周波数領域と幅振動モードとの関係を示す図である。

10

【0030】

圧電素子 1 1 0 を構成する圧電体 1 1 1 の形状を圧電体 1 1 1 の電気機械結合係数が最も高くなる形状にした場合、圧電体 1 1 1（圧電セラミックスまたは圧電単結晶）の X 方向の幅振動モードの電気機械結合係数は、無視できないレベル、例えば、0.4 前後となる。超音波探触子 1 0 0 が必要とする厚み縦振動モードによる周波数特性は、例えば、-6 dB のレベルを有する。このレベルで周波数比帯域（帯域幅 $F /$ 中心周波数 F_0 ）は、通常、100% 以下である。したがって、X 方向の幅振動モードの周波数を中心周波数 F_0 に対して 2 分の 1（ $1/2$ ）またはそれ未満、つまり、2 分の 1（ $1/2$ ）以下の周波数領域に設定すると、図 3 に示すように、X 方向の幅振動モードの周波数を、使用する厚み縦振動モードの周波数領域から低周波数領域側に除外することができ、幅振動モードの悪影響を除外することができる。

20

【0031】

なお、従来は、上記のように、不必要な幅振動モードを除外するために、図 7 に示すように、1 チャンネルの間隔 P を複数に分割して（圧電素子 1 1 の配列ピッチ d ）、幅振動モードの周波数を使用周波数領域から高周波数領域側に除外する構成（図 3 参照）を採っていた。

【0032】

一方、Y 方向に配列された圧電体 1 1 1 の Y 方向の幅振動モードの周波数は、使用する厚み縦振動モードの周波数領域から低周波数領域側または高周波数領域側のどちらに外れるようにしてもよい。ただし、変換効率の向上の見地からは、圧電体 1 1 1 の形状を圧電体 1 1 1 の電気機械結合係数が高くなる形状にする、つまり、Y 方向の幅振動モードの周波数を使用周波数領域から高周波数領域側に外すように圧電体 1 1 1 の Y 方向の間隔（または幅）を狭くするのが望ましい。

30

【0033】

例えば、超音波探触子 1 0 0 の中心周波数 F_0 を 20 MHz とし、また、図 1 および図 2 に示すように、圧電素子 1 1 0 として、圧電体 1 1 1 に PZT-5H の圧電セラミックス、高分子材料 1 1 2 にエポキシ樹脂をそれぞれ用いた 2-2 型複合圧電体を用いた場合、圧電体 1 1 1 の圧電セラミックスを含む圧電素子 1 1 0 は、X 方向に信号用電気端子 1 4 0 の配列間隔に対応して 1 チャンネルごとに分割する。このとき、分割する 1 チャンネルの間隔（ピッチ） P は、圧電体 1 1 1 である圧電セラミックスの X 方向の幅振動モードの周波数が、Z 方向の厚み縦振動モードで使用する中心周波数の 2 分の 1（ $1/2$ ）またはそれ未満、つまり、 $10 (= 20 \times 1/2)$ MHz 以下の周波数になるように設定する。PZT-5H の圧電セラミックスの幅振動モードに対応する周波数定数（周波数 \times 幅）は、約 1420 Hz \cdot m であるため、10 MHz に相当する幅（チャンネルの間隔 P 、より正確には圧電素子 1 1 0 の幅 w ）は、約 0.142 mm となる。したがって、1 チャンネルの間隔 P が約 0.142 mm 以上の値であれば、圧電体 1 1 1 である圧電セラミックスの X 方向の幅振動モードの周波数を使用周波数領域から除外することができる。

40

【0034】

一方、この場合において、圧電体 1 1 1 の Y 方向の幅振動モードの周波数は、望ましく

50

は、上記のように、使用周波数領域から高周波数領域側に除外させるように、中心周波数の2倍以上、つまり、 $40 (= 20 \times 2)$ MHz以上の周波数にすればよい。例えば、圧電体111のY方向の幅振動モードの周波数を40 MHzにするためには、圧電体111のY方向の幅(間隔)は、約0.036 mmに設定すればよい。

【0035】

このように、本実施の形態によれば、圧電素子としていわゆる2-2型複合圧電体を用いて、1チャンネルに対応する圧電素子110の配列間隔d(またはX方向の幅w)を、X方向の幅振動モードの周波数が使用周波数領域(Z方向の厚み縦振動モード)の中心周波数の2分の1($1/2$)以下になるように設定したため、X方向の幅振動モードの周波数を使用周波数領域から低周波数領域側に外すことができ(図3参照)、高感度で高分解能の超音波画像を得ることができるとともに、作成の容易性と信頼性の向上を図ることができる。

10

【0036】

より具体的には、上記の構成により、X方向の幅振動モードの周波数を使用周波数領域から低周波数領域側に外すことができるため、周波数特性などに対する幅振動モードの悪影響を除去することができる。また、一般に、圧電素子の比誘電率は電気インピーダンスと反比例し、圧電素子の実効面積(電気信号を印加して圧電素子が振動して超音波を送信または受信する面積)も電気インピーダンスと反比例するため、特に圧電素子を複合圧電体で構成した場合には、圧電素子を複数配列した電子走査型の超音波トランスデューサは、電気インピーダンスが高くなり、ケーブルまたは超音波診断装置本体との間でインピーダンスの不整合が生じる。しかし、上記の構成により、1チャンネル内の圧電素子は分割しないため、圧電素子の実効面積を低下させることがなくなり、ケーブルまたは超音波診断装置本体との間で電氣的なインピーダンスの整合をとりやすくなる。このため、高感度化と複合圧電体による広帯域化とが共に実現可能になり、高分解能の超音波画像を得ることができる。また、上記の構成により、圧電素子(複合圧電体)の分割を少なくすることができるため、圧電素子のX方向の間隔(または幅)の寸法の微細化を抑制することができ、超音波探触子を容易に作成することができる。また、作成が容易になることで、各圧電素子周波数特性や感度特性のばらつきを低減して均一で安定した特性を得ることができ、高い信頼性または品質の超音波探触子を提供することができる。

20

【0037】

要するに、従来は、上記のように、圧電体11aの電気機械結合係数が最も高くなる形状を考慮して、幅振動モードの周波数が使用周波数領域から高周波数領域側に外れるように、圧電素子(または圧電体)を各チャンネル(信号用電気端子13)内でX方向に多数分割した構成にしているため、分割後の間隔が狭くなる傾向があり、作成が困難であるという作成上の問題があった。さらに、各チャンネル内で分割を行うため、各チャンネルに占める圧電体11aの割合が小さくなり、その結果、電氣的なインピーダンスがさらに高くなってしまい、接続するケーブルまたは超音波診断装置本体との間でインピーダンスの不整合が顕著になり、感度が低下したり雑音が入りやすいなどの課題があった。これに対し、本実施の形態では、圧電素子としていわゆる2-2型複合圧電体を用いて、各チャンネル(信号用電気端子140)内で圧電体111を含む圧電素子110を分割しない構成

30

40

【0038】

なお、本実施の形態では、簡単化のため、音響整合層や音響レンズは図示していないが、もちろん、本発明はこれに限定されない。圧電素子110の前面上に1層以上の音響整合層を設けた構成、あるいは、さらにその上に音響レンズを設けた構成であっても同様の効果を得ることができる。

50

【 0 0 3 9 】

(実施の形態 2)

実施の形態 1 では、圧電素子としていわゆる 2 - 2 型複合圧電体を用いた場合について説明したが、実施の形態 2 では、圧電素子としていわゆる 1 - 3 型複合圧電体を用いた場合について説明する。

【 0 0 4 0 】

図 4 は、本発明の実施の形態 2 に係る超音波探触子の構成を示す部分概略斜視図である。なお、この超音波探触子は、図 1 および図 2 に示す実施の形態 1 に対応する超音波探触子と同様の基本的構成を有しており、同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。

10

【 0 0 4 1 】

実施の形態 1 では、信号用電気端子 1 4 0 の配列間隔に対応する 1 チャンネルの間隔 (ピッチ) P を、X 方向の幅振動モードの周波数が使用周波数領域 (厚み縦振動モード) の中心周波数の 2 分の 1 ($1/2$) 以下になるように設定する構成を有する。これに対し、本実施の形態では、信号用電気端子 1 4 0 a の配列間隔に対応する 1 チャンネルの間隔 (ピッチ) P が、X 方向の幅振動モードの周波数が使用周波数領域 (厚み縦振動モード) の中心周波数の 2 分の 1 ($1/2$) 以下の周波数の整数倍となるように設定されている場合において、1 チャンネル内の圧電素子を、X 方向の幅振動モードの周波数が使用周波数領域 (厚み縦振動モード) の中心周波数の 2 分の 1 ($1/2$) 以下になるような間隔で、複数に分割する構成を有する。

20

【 0 0 4 2 】

すなわち、図 4 に示す超音波探触子 2 0 0 は、X 方向に配列された複数の圧電素子 2 1 0 が、信号用電気端子 1 4 0 a の配列間隔に対応する 1 チャンネルの間隔 (ピッチ) P 内において複数列に分割された構成を有する。換言すれば、超音波探触子 2 0 0 は、圧電素子としていわゆる 1 - 3 型複合圧電体を用いた構成を有する。この構造において、X 方向に配列された圧電素子 2 1 0 間には等間隔の分割溝 2 2 0 が設けられている。図示しないが、分割溝 2 2 0 には、高分子材料 1 1 2 と同じ材料が充填されている。圧電素子 2 1 0 は、信号用電気端子 1 4 0 a の配列方向でもある X 方向について、信号用電気端子 1 4 0 a の配列間隔に対応する 1 チャンネルの間隔 (ピッチ) P で相互に物理的かつ電氣的に分割されているが、同一チャンネル内では物理的に分割されているものの電氣的には分割されていない。よって、この場合、1 チャンネルのピッチ P は、圧電素子 1 1 0 の配列ピッチ d の整数倍 (分割数倍) であり、圧電素子 1 1 0 の配列ピッチ d は、圧電素子 2 1 0 の X 方向の幅 w と分割溝 2 2 0 の幅との和である。

30

【 0 0 4 3 】

本実施の形態では、不要な幅振動モードによる周波数特性などへの悪影響を回避するために、圧電体 1 1 1 の形状として圧電体 1 1 1 の電気機械結合係数が最も高くなる形状を維持しつつ、圧電体 1 1 1 の幅振動モードの周波数が超音波探触子 2 0 0 の使用周波数領域から外れるように、具体的には、少なくとも X 方向の幅振動モードの周波数が使用周波数領域の低周波数領域側に外れるように (図 3 参照)、同一チャンネル内で分割された圧電素子 2 1 0 の配列ピッチ d (圧電素子 2 1 0 の幅 w と分割溝 2 2 0 の幅との和) を設定している。具体的には、X 方向の幅振動モードの周波数を使用周波数領域の低周波数領域側に外すために、信号用電気端子 1 4 0 a に対応する 1 チャンネル内で、圧電素子を、X 方向の幅振動モードの周波数が使用する中心周波数の 2 分の 1 ($1/2$) 以下になるような間隔で、複数に分割している。

40

【 0 0 4 4 】

すなわち、実施の形態 1 では、1 チャンネルの間隔 (ピッチ) P が、X 方向の幅振動モードの周波数が中心周波数の 2 分の 1 ($1/2$) 以下になるような間隔に設定されているのに対し、本実施の形態では、1 チャンネル内の分割後の圧電素子 2 1 0 の配列間隔 (ピッチ) d が、X 方向の幅振動モードの周波数が中心周波数の 2 分の 1 ($1/2$) 以下になるような間隔に設定されている。

50

【 0 0 4 5 】

例えば、超音波探触子 2 0 0 の中心周波数 F_0 を 2 0 M H z とし、圧電素子 2 1 0 とし、圧電体 1 1 1 に P Z T - 5 H の圧電セラミックス、高分子材料 1 1 2 にエポキシ樹脂をそれぞれ用いた場合を考える。このとき、実施の形態 1 におけるように 2 - 2 型複合圧電体を用い、X 方向に信号用電気端子の配列に対応して各チャンネルの間隔 P を 0 . 2 9 m m とし、圧電素子の幅もほぼ同じとした場合、P Z T - 5 H の圧電セラミックスの幅振動モードの周波数定数（周波数 \times 幅）は約 1 4 2 0 H z \cdot m であるため、間隔 P （= 0 . 2 9 m m）に対応する幅振動モードの周波数は約 4 . 9 M H z である。この周波数は中心周波数（= 2 0 M H z）の 2 分の 1（ $1 / 2$ ）以下であり、使用周波数領域から外れているため、問題はない。しかし、指向特性を広くするためには、同一チャンネル内で圧電素子を分割することも必要になる。このとき、間隔 P （= 0 . 2 9 m m）の範囲内で整数倍（例えば、2 倍）の 2 分割を行うと、分割後の圧電素子 2 1 0 の配列ピッチ d （圧電素子 2 1 0 の幅 w もほぼ同じ）は 0 . 1 4 5 m m になるため、この配列ピッチ d （圧電素子 2 1 0 の幅）に対応する幅振動モードの周波数は約 9 . 8 M H z である。この周波数も中心周波数（= 2 0 M H z）の 2 分の 1（ $1 / 2$ ）以下になるため、この場合、1 チャンネル内で圧電素子を 2 分割しても、分割後の圧電素子 2 1 0 の幅振動モードの周波数は使用周波数領域から外れるため、問題ないことになる。

10

【 0 0 4 6 】

また、従来との比較は、次のようになる。例えば、1 チャンネルの間隔 P が 0 . 2 4 m m となった場合を考える。従来は、X 方向の幅振動モードの周波数を使用周波数領域から高周波数領域側に外すため（図 3 参照）、X 方向の幅振動モードの周波数が中心周波数の 2 倍（ $F_0 \times 2$ ）以上になるように 1 チャンネル内の圧電素子の間隔（幅）を狭くする必要がある。よって、この場合、1 チャンネル内の圧電素子の間隔（幅）を 0 . 0 3 m m 以下にする必要があり、結局、1 チャンネルの間隔 P （= 0 . 2 4 m m）を 8 分割以上行う必要がある（分割数は 8 以上）。これに対し、本実施の形態では、X 方向の幅振動モードの周波数を使用周波数領域から低周波数領域側に外すため（図 3 参照）、X 方向の幅振動モードの周波数が中心周波数の 2 分の 1（ $F_0 \times 1 / 2$ ）以下になるような間隔で 1 チャンネル内を分割すればよい。よって、この場合、1 チャンネルの間隔 P （= 0 . 2 4 m m）を 2 分割すれば足り（分割数は 2）、1 チャンネル内の圧電素子の間隔（幅）は 0 . 1 2 m m 以上でよい。これにより、本実施の形態では、従来と同じく 1 - 3 型複合圧電体を用いる場合であっても、1 チャンネル内の圧電素子の分割数を少なくすることができる。これは、作成上の問題として従来対応が困難であった高周波化、つまり、使用周波数領域が 2 0 M H z 以上に高周波化された場合であっても、容易に対応できることを意味している。

20

30

【 0 0 4 7 】

このように、本実施の形態によれば、圧電素子としていわゆる 1 - 3 型複合圧電体を用いて、1 チャンネル内の圧電素子 2 1 0 の配列間隔 d （または X 方向の幅 w ）を、X 方向の幅振動モードの周波数が使用周波数領域（Z 方向の厚み縦振動モード）の中心周波数の 2 分の 1（ $1 / 2$ ）以下になるように設定したため、X 方向の幅振動モードの周波数を使用周波数領域から低周波数領域側に外すことができ（図 3 参照）、高感度で高分解能の超音波画像を得ることができるとともに、作成の容易性と信頼性の向上を図ることができる。

40

【 0 0 4 8 】

より具体的には、上記の構成により、X 方向の幅振動モードの周波数を使用周波数領域から低周波数領域側に外すことができるため、周波数特性などに対する幅振動モードの悪影響を除去することができる。また、上記の構成により、1 チャンネル内の圧電素子の分割数を少なくすることができるため、圧電素子の実効面積を必要以上に低下させることができなくなり、ケーブルまたは超音波診断装置本体との間で電気的なインピーダンスの整合をとりやすくなる。このため、高感度化と複合圧電体による広帯域化とが共に実現可能になり、高分解能の超音波画像を得ることができる。また、圧電素子（複合圧電体）の分割数を少なくすることができることから、圧電素子の X 方向の間隔（または幅）の寸法の微細

50

化を抑制することができ、超音波探触子を容易に作成することができる。また、作成が容易になることで、各圧電素子周波数特性や感度特性のばらつきを低減して均一で安定した特性を得ることができ、高い信頼性または品質の超音波探触子を提供することができる。

【0049】

要するに、従来は、上記のように、圧電体11aの電気機械結合係数が最も高くなる形状を考慮して、幅振動モードの周波数が使用周波数領域から高周波数領域側に外れるように、圧電素子（または圧電体）を各チャンネル（信号用電気端子13）内でX方向に多数分割した構成にしているため、分割後の間隔が狭くなる傾向があり、作成が困難であるという作成上の問題があった。さらに、各チャンネル内で分割を行うため、各チャンネルに占める圧電体11aの割合が小さくなり、その結果、電気的なインピーダンスがさらに高くなってしまい、接続するケーブルまたは超音波診断装置本体との間でインピーダンスの不整合が顕著になり、感度が低下したり雑音が入りやすいなどの課題があった。これに対し、本実施の形態では、圧電素子として従来と同じいわゆる1-3型複合圧電体を使用しつつも、各チャンネル（信号用電気端子140a）内での圧電素子の分割数を少なくする構成にしているため、作成上の問題を解消することができ、また、電気的なインピーダンスが高くなることによる感度の低下をなくすることができる。さらに、X方向の幅振動モードの周波数を使用周波数領域から低周波数領域側に外すように、1チャンネル内で分割後の圧電素子210の配列間隔dを設定するため、使用周波数領域の周波数特性に対する幅振動モードの悪影響をなくすることができ、所望の広帯域周波数特性を安定的に得ることができる。

10

20

【0050】

なお、本実施の形態では、簡単化のため、音響整合層や音響レンズは図示していないが、もちろん、本発明はこれに限定されない。圧電素子210の前面上に1層以上の音響整合層を設けた構成、あるいは、さらにその上に音響レンズを設けた構成であっても同様の効果を得ることができる。

【0051】

（実施の形態3）

実施の形態3は、圧電素子上に1層以上の音響整合層を有する場合である。

【0052】

図5は、本発明の実施の形態3に係る超音波探触子の構成を示す部分概略斜視図である。なお、この超音波探触子は、図1および図2に示す実施の形態1に対応する超音波探触子と同様の基本的構成を有しており、同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を適宜省略する。

30

【0053】

図5に示す超音波探触子300は、所定の一方方向（X方向）に配列された複数の圧電素子110と、各圧電素子110に対してその厚さ方向（Z方向）の両面（背面と前面）に形成された電極120と、必要に応じて圧電素子110の背面に設けられる背面負荷材130と、各圧電素子110の両面に形成された電極120のうち背面側の電極121に挿着された信号用電気端子140とを有する。各圧電素子110の背面に形成された電極121は、信号用電極であり、各圧電素子110の前面に形成された電極122は、接地用電極である。また、圧電素子110の前面（より正確には、接地用電極122の前面）には、1層以上、例えば、2層の音響整合層、つまり、第1の音響整合層310と第2の音響整合層320が設けられている。さらに、図示しないが、必要に応じて、第2の音響整合層320の前面には音響レンズを装着してもよい。これらの構成要素のそれぞれの機能は、従来の超音波探触子を構成する要素が持つ機能と同様である。

40

【0054】

圧電素子110は、圧電体111と高分子材料112を複合した複合圧電体によって形成されている。この複合圧電体は、圧電素子110の構造として、それぞれ短冊状に形成された圧電体111と高分子材料112とがY方向に交互に配置されている。圧電体111は、例えば、PZT系のような圧電セラミックスや、PZN-PT、PMN-PT系の

50

ような圧電単結晶などを用いて形成されている。また、高分子材料 112 は、例えば、エポキシ樹脂やウレタン樹脂、シリコンゴムなどである。信号用電極 121 および接地用電極 122 は、例えば、金や銀のメッキ、蒸着、もしくはスパッタリング、または銀の焼き付けなどによって、圧電素子 110 の背面および前面にそれぞれ形成されている。

【0055】

信号用電気端子 140 は、例えば、ポリイミドなどの高分子材料によって構成された絶縁性フィルムに銅などの金属膜を被着して形成されている。信号用電気端子 140 は、圧電素子 110 の背面に形成された信号用電極 121 に挿着（接続）されている。一方、図示しないが、圧電素子 110 の前面に形成された接地用電極 122 には、接地用電気端子が接続されている。接地用電気端子は、信号用電気端子 140 と同様に形成されている。信号用電気端子 140 および接地用電気端子を介して、圧電素子 110 とこの両面に形成された電極 120（信号用電極 121、接地用電極 122）との間で電気信号の送受信が行われる。

10

【0056】

本実施の形態では、実施の形態 1 の構成、つまり、信号用電気端子 140 の配列方向でもある X 方向について、信号用電気端子 140 の配列間隔に対応する 1 チャンネルの間隔（ピッチ）P で圧電素子を物理的かつ電氣的に分割しつつ、1 チャンネル内の圧電素子は分割しないという構成に加えて、圧電素子 110 の前面に 1 層以上（ここでは 2 層）の音響整合層 310、320 が設けられている。さらに、2 層の音響整合層 310、320 のうち、被検体側に位置する第 2 の音響整合層 320 については、その一部または全部が、1 チャンネルに対応する圧電素子 110 の領域内で、X 方向に複数（ここでは 3 つ）に分割されている。

20

【0057】

電子走査型の超音波診断装置は、複数配列された圧電素子 110 を任意の群にして個々の圧電素子群に、信号用電気端子 140 を介して一定の遅延時間与えて駆動し、各圧電素子群から被検体内に超音波の送信と受信を行う。このように遅延時間を与えることによって超音波ビームが収束または拡散され、広い視野幅でかつ高分解能の超音波画像を得ることができる。これは、一般的なシステムとして既に知られている。

【0058】

超音波探触子として、そのような高分解能の超音波画像を得るために重要なことは、電子的に走査する複数配列された個々の圧電素子群から、音響整合層 310、320、さらには必要に応じて音響レンズを介して被検体に送信される超音波ビームの、特に圧電素子 110 の配列方向つまり X 方向に対する指向性がすぐれていること、つまり、指向性が広いことである。しかしながら、実施の形態 1 の構成に加えて、ただ単に、圧電素子 110 上に、圧電素子 110 と同様に分割された音響整合層を設けただけでは、周波数と分割溝 150 の幅とによって決まる指向特性しか得られない。

30

【0059】

そこで、本実施の形態では、この指向性をさらに広くするため、図 5 に示すように、1 チャンネルに対応する圧電素子 110 の領域内で、被検体側に位置する第 2 の音響整合層 320 の一部または全部を複数に分割することにより、分割しない場合に比べて、被検体に送信される超音波の指向性を広くするようにしている。特に、ここでのポイントは、圧電素子 110 を 1 チャンネル内で分割しない構成にし、かつ、1 チャンネル内で圧電素子を複数に分割した場合と同様の指向特性が得られる構成にしている点である。もし被検体側に位置する第 2 の音響整合層 320 と同様に圧電素子 110 まで 1 チャンネル内で分割してしまうと、実施の形態 1 でも説明したように、圧電素子の間隔が狭くなり、作成が困難であるという作成上の問題、および、各チャンネルに占める圧電体 111 の割合が小さくなり、その結果、電氣的なインピーダンスが高くなって、接続するケーブルまたは超音波診断装置本体との間でインピーダンスの不整合が顕著になり、感度が低下するという問題が生じてしまう。

40

【0060】

50

また、本実施の形態では、実施の形態 1 と同様に、1 チャンネルに対応する圧電素子 1 1 0 の配列間隔 d (または X 方向の幅 w) を、X 方向の幅振動モードの周波数が、超音波探触子 3 0 0 が必要とする厚み縦振動モードの中心周波数の 2 分の 1 ($1/2$) 以下になるように設定して、X 方向の幅振動モードの周波数を使用周波数領域から低周波数領域側に除外して、幅振動モードの悪影響を除外するようにしている。

【0061】

このように、本実施の形態によれば、実施の形態 1 の効果に加えて、音響整合層の一部または全部を 1 チャンネルに対応する圧電素子 1 1 0 の領域内で複数に分割しているため、指向特性を広くすることができ、より一層高分解能の超音波画像を得ることができる。

【0062】

なお、本実施の形態では、被検体側に位置する音響整合層 3 2 0 の一部または全部を複数に分割する場合について説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、図 6 に示すように、被検体側に位置する第 2 の音響整合層 3 2 0 のみならず圧電素子 1 1 0 の面上に設けられた第 1 の音響整合層 3 1 0 a までその一部または全部を複数に分割した場合であっても、同様の効果を得ることができる。

【0063】

また、本実施の形態では、実施の形態 1 の構成に加えて 1 層以上の音響整合層を設けた場合について説明したが、本発明はこれに限定されない。実施の形態 2 の構成に 1 層以上の音響整合層を設けた場合についても、同様の効果を得ることができる。

【0064】

また、本実施の形態では、圧電素子 1 1 0 の面上に 2 層の音響整合層 3 1 0、3 2 0 を設けた場合について説明したが、もちろん、本発明はこれに限定されない。圧電素子の面上に設ける音響整合層の層数は、2 層以外でもよい。

【産業上の利用可能性】

【0065】

本発明に係る超音波探触子は、高感度で高分解能の超音波画像を得ることができるとともに、容易に作成することができ、信頼性も向上することができる超音波探触子として有用であり、人体などの被検体の超音波診断を行う各種医療分野に好適であり、さらには材料や構造物の内部探傷を目的とする工業分野において利用が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0066】

【図 1】本発明の実施の形態 1 に係る超音波探触子の構成を示す部分概略斜視図

【図 2】図 1 に示す超音波探触子の圧電素子の Y - Z 平面に沿う断面図

【図 3】使用周波数領域と幅振動モードとの関係を示す図

【図 4】本発明の実施の形態 2 に係る超音波探触子の構成を示す部分概略斜視図

【図 5】本発明の実施の形態 3 に係る超音波探触子の構成を示す部分概略斜視図

【図 6】本発明の実施の形態 3 に係る超音波探触子の一変更例を示す部分概略斜視図

【図 7】従来の超音波探触子の構成の一例を示す部分概略斜視図

【符号の説明】

【0067】

1 0 0、2 0 0、3 0 0、3 0 0 a 超音波探触子

1 1 0、2 1 0 圧電素子

1 1 1 圧電体

1 1 2 高分子材料

1 2 0 電極

1 2 1 信号用電極

1 2 2 接地用電極

1 3 0 背面負荷材

1 4 0、1 4 0 a 信号用電気端子

1 5 0、2 2 0 分割溝

10

20

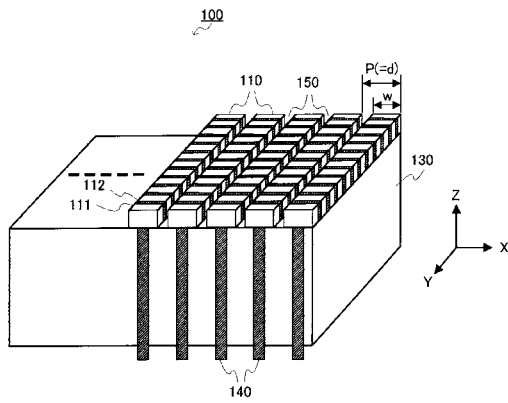
30

40

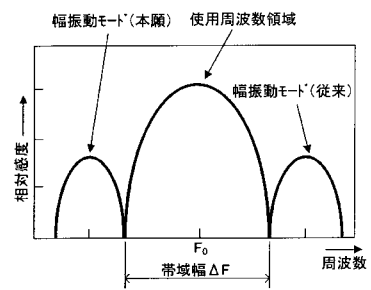
50

3 1 0、3 1 0 a、3 2 0 音響整合層

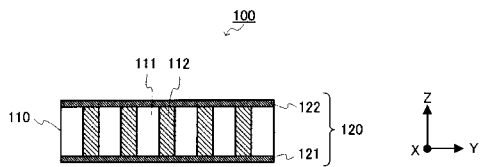
【 図 1 】



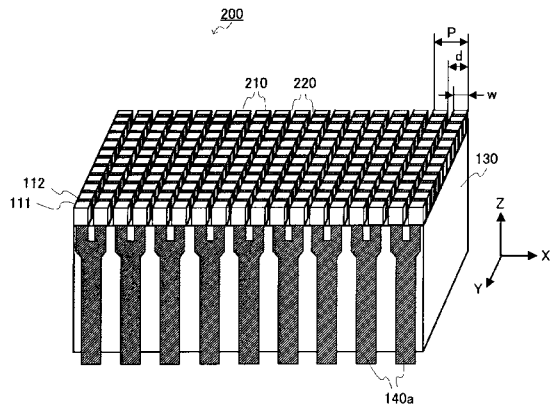
【 図 3 】



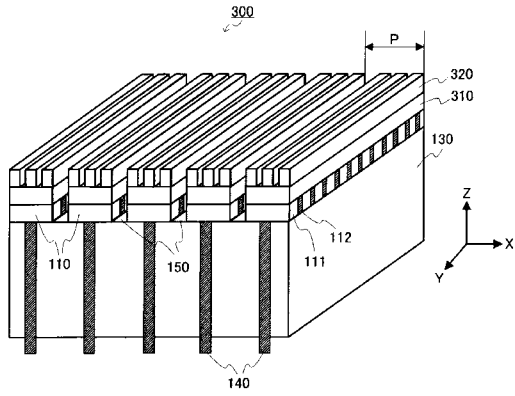
【 図 2 】



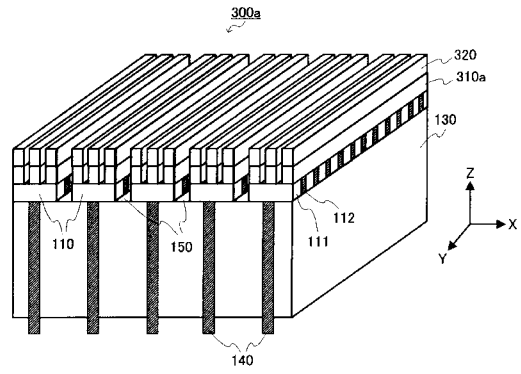
【 図 4 】



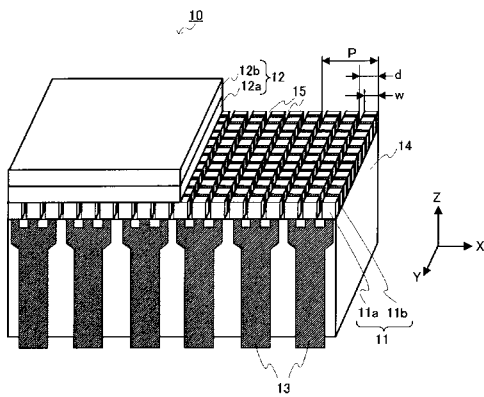
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



专利名称(译)	超声波探触子		
公开(公告)号	JP2008307117A	公开(公告)日	2008-12-25
申请号	JP2007155451	申请日	2007-06-12
申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	齐藤孝悦		
发明人	齐藤 孝悦		
IPC分类号	A61B8/00 H04R17/00		
FI分类号	A61B8/00 H04R17/00.330.K H04R17/00.330.G H04R17/00.332.A H04R17/00.330.J A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB02 4C601/BB03 4C601/BB06 4C601/EE01 4C601/EE03 4C601/EE10 4C601/GB04 4C601/GB06 4C601/GB26 4C601/GB41 4C601/GB44 4C601/GB45 5D019/AA07 5D019/BB19 5D019/FF04 5D019/GG02		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种能够获得具有高灵敏度和高分辨率的超声图像，能够容易地创建并且具有提高的可靠性的超声探头。 SOLUTION：在一个通道中，压电元件110在排列方向（X方向）上的距离d设置为宽度方向振动模式在X方向（Z方向厚度纵向振动模式）的频率范围的中心频率的2分钟。将其设置为1（1/2）或更小，然后从使用的频率范围到低频范围侧，删除X方向上的宽度振动模式的频率。 [选型图]图1

