

(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2009-82385

(P2009-82385A)

(43) 公開日 平成21年4月23日(2009.4.23)

(51) Int.Cl.
A61B 8/00 (2006.01)

F1
A61B 8/00

テーマコード(参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2007-255358 (P2007-255358)
(22) 出願日 平成19年9月28日(2007.9.28)

(71) 出願人 306037311
富士フイルム株式会社
東京都港区西麻布2丁目26番30号
(74) 代理人 100110777
弁理士 宇都宮 正明
(74) 代理人 100100413
弁理士 渡部 温
(72) 発明者 中村 隆
神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地
富士フイルム株式会社内
Fターム(参考) 4C601 BB02 BB03 EE03 GB01 GB04
GB06 GB15 GB41 GB42 GB44

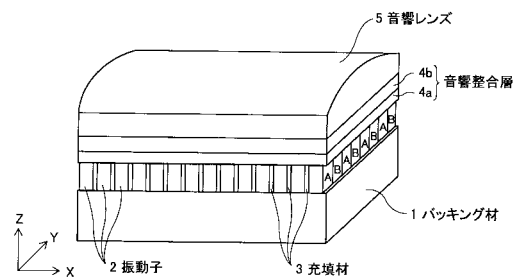
(54) 【発明の名称】 超音波探触子

(57) 【要約】

【課題】 圧電体の動作を阻害することなく、広い周波数帯域において振動子の感度を向上させて、ハーモニック・イメージングにも適応できる広帯域かつ高感度な超音波探触子を提供する。

【解決手段】 この超音波探触子は、超音波を送信及び/又は受信する複数の振動子を含む振動子アレイであって、複数の振動子の各々が、第1の電極と第2の電極との間に並列に配置されて互いに異なる周波数定数を有する複数の圧電体を含む振動子アレイと、振動子アレイの第1の面上に配置された少なくとも1層の音響整合層と、振動子アレイの第1の面と反対側の第2の面上に配置されたバッキング材とを具備する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波を送信及び / 又は受信する複数の振動子を含む振動子アレイであって、前記複数の振動子の各々が、第 1 の電極と第 2 の電極との間に並列に配置されて互いに異なる周波数定数を有する複数の圧電体を含む、前記振動子アレイと、

前記振動子アレイの第 1 の面上に配置された少なくとも 1 層の音響整合層と、
前記振動子アレイの第 1 の面と反対側の第 2 の面上に配置されたバッキング材と、
を具備する超音波探触子。

【請求項 2】

前記少なくとも 1 層の音響整合層上に配置された音響レンズをさらに具備する、請求項 1 記載の超音波探触子。 10

【請求項 3】

前記複数の振動子の各々において、 1×10^{12} cm 以上の比抵抗を有する接着剤又は充填材が前記複数の圧電体間に充填されている、請求項 1 又は 2 記載の超音波探触子。

【請求項 4】

前記複数の圧電体の各々が、圧電単結晶と圧電セラミックとの内のいずれか 1 つを含む、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項記載の超音波探触子。

【請求項 5】

前記複数の圧電体が、複数の異なる周波数特性を有する超音波出力をそれぞれ生じ、前記複数の異なる周波数特性の内隣接する 2 つの周波数特性が交差する周波数において、前記隣接する 2 つの周波数特性の各々における超音波出力がそれぞれのピーク値の 0.5 倍以上である、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項記載の超音波探触子。 20

【請求項 6】

前記複数の圧電体が、複数の異なる比誘電率をそれぞれ有し、比誘電率が小さい方の圧電体が、比誘電率が大きい方の圧電体よりも、前記第 1 及び第 2 の電極との間で大きな接触面を有する、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項記載の超音波探触子。

【請求項 7】

前記複数の振動子の各々が、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に少なくとも 1 つの内部電極層を挟んで交互に積層された複数の第 1 の圧電体と、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に前記少なくとも 1 つの内部電極層を挟んで交互に積層された複数の第 2 の圧電体とを含む、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項記載の超音波探触子。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、医療用や構造物探傷用の超音波診断装置において超音波を送信及び / 又は受信する複数の超音波トランスデューサを含む超音波探触子に関し、特に、広帯域の超音波の送受信に好適な超音波探触子に関する。

【背景技術】

【0002】

医療分野においては、被検体の内部を観察して診断を行うために、様々な撮像技術が開発されている。特に、超音波を送受信することによって被検体の内部情報を取得する超音波撮像は、リアルタイムで画像観察を行うことができる上に、X 線写真や R I (radio isotope) シンチレーションカメラ等の他の医用画像技術と異なり、放射線による被曝がない。そのため、超音波撮像は、安全性の高い撮像技術として、産科領域における胎児診断の他、婦人科系、循環器系、消化器系等を含む幅広い領域において利用されている。 40

【0003】

超音波撮像とは、音響インピーダンスが異なる領域の境界（例えば、構造物の境界）において超音波が反射される性質を利用する画像生成技術である。通常、超音波診断装置（又は、超音波撮像装置、超音波観測装置とも呼ばれる）には、被検体に接触させて用いられる超音波探触子や、被検体の体腔内に挿入して用いられる超音波探触子が備えられてい 50

る。あるいは、被検体内を光学的に観察する内視鏡と体腔内用の超音波探触子とを組み合わせた超音波内視鏡も使用されている。

【0004】

超音波探触子において超音波を送信及び/又は受信する超音波トランスデューサとしては、例えば、圧電体の両端に電極を形成した圧電振動子が用いられる。振動子の電極に電圧を印加すると、圧電体が伸縮して超音波が発生する。さらに、複数の振動子を1次元又は2次元状に配列し、所定の遅延を与えた複数の駆動信号によって駆動することにより、超音波ビームを所望の方向に向けて形成することができる。一方、振動子は、伝播する超音波を受信することによって伸縮し、電気信号を発生する。この電気信号は、超音波の受信信号として用いられる。

10

【0005】

近年においては、ハーモニック・イメージング等の手法の有用性をさらに引き出すために、超音波診断装置に対して広帯域化が要望されており、超音波探触子において、振動子の周波数特性をいかにして広帯域化するかが課題となっている。

【0006】

関連する技術として、特許文献1には、ハーモニック・イメージングに適応する広帯域の周波数特性及び高感度特性を有し、超音波画像のスライス厚を均一にし、サイドローブを低減することを目的とした超音波プローブが開示されている。この超音波プローブは、複数の圧電体が走査方向に配列された圧電体層が電極を介して複数積層された圧電振動子部を有し、複数の圧電体層の内少なくとも1層の圧電体層を構成する圧電体が、圧電材料部と非圧電材料部とが混在する複合圧電体からなることを特徴としている。

20

【0007】

これにより、非圧電材料部と圧電体層とが積層された領域においては、圧電材料部と圧電体層とが積層された領域におけるよりも、高い周波数の感度が高くなる。しかしながら、非圧電材料部は電界が印加されても伸縮しないので、非圧電材料部と圧電材料部との間でずれ応力が発生し、亀裂が生じるおそれもある。

【特許文献1】特開2006-320415号公報(第1-2頁、図1)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

そこで、上記の点に鑑み、本発明は、圧電体の動作を阻害することなく、広い周波数帯域において振動子の感度を向上させて、ハーモニック・イメージングにも適応できる広帯域かつ高感度な超音波探触子を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するため、本発明の1つの観点に係る超音波探触子は、超音波を送信及び/又は受信する複数の振動子を含む振動子アレイであって、複数の振動子の各々が、第1の電極と第2の電極との間に並列に配置されて互いに異なる周波数定数を有する複数の圧電体を含む振動子アレイと、振動子アレイの第1の面上に配置された少なくとも1層の音響整合層と、振動子アレイの第1の面と反対側の第2の面上に配置されたバッキング材とを具備する。

40

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、各々の振動子が、第1の電極と第2の電極との間に並列に配置されて互いに異なる周波数定数を有する複数の圧電体を含むことにより、圧電体の動作を阻害することなく、広い周波数帯域において振動子の感度を向上させて、ハーモニック・イメージングにも適応できる広帯域かつ高感度な超音波探触子を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明を実施するための最良の形態について、図面を参照しながら詳しく説明す

50

る。なお、同一の構成要素には同一の参照番号を付して、説明を省略する。

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る超音波探触子の内部構造を模式的に示す斜視図である。この超音波探触子は、被検体に当接して体腔外走査を行う際に、又は、被検体の体腔内に挿入して体腔内走査を行う際に用いられる。

【 0 0 1 2 】

図 1 に示すように、超音波探触子は、バッキング材 1 と、バッキング材 1 上に配置された複数の超音波トランスデューサ（圧電振動子）2 と、振動子間における干渉を低減し、振動子の横方向の振動を抑えて振動子が縦方向のみに振動するようにするために、複数の振動子 2 の間や周囲に充填されたエポキシ樹脂等の充填材 3 と、振動子 2 上に設けられた少なくとも 1 層の音響整合層（図 1 においては、2 層の音響整合層 4 a 及び 4 b を示す）と、必要に応じて音響整合層上に設けられる音響レンズ 5 とを有している。本実施形態においては、アジマス方向（X 軸方向）に並べられた複数の振動子 2 が、1 次元振動子アレイを構成している。

10

【 0 0 1 3 】

図 2 は、本発明の第 1 の実施形態に係る超音波探触子において用いられる振動子を示す側面図である。各々の振動子 2 は、バッキング材 1（図 1）上に配置された個別電極 2 a と、個別電極 2 a 上に並列に配置された 2 種類の圧電体 A 及び B を含む圧電体層 2 b と、圧電体層 2 b 上に配置された共通電極 2 c とを含んでいる。なお、圧電体 A 及び B の分極方向は、Z 軸方向である。

【 0 0 1 4 】

圧電体層 2 b において、エレベーション方向（Y 軸方向）に隣接する 2 つの圧電体 A 及び B の間には、接着剤又はエポキシ樹脂等の充填材を含む絶縁体 2 d が充填されている。絶縁体 2 d は、高絶縁性を有しており、比抵抗が 1×10^{12} c m 以上であることが望ましい。これによって、個別電極 2 a と共通電極 2 c との間の電氣的絶縁が保たれる。また、絶縁体 2 d のショア硬度 D は、65 よりも小さいことが望ましい。

20

【 0 0 1 5 】

通常、複数の振動子の共通電極 2 c は、接地電位（GND）に共通接続される。また、複数の振動子の個別電極 2 a は、例えば、バッキング材 1 の前面及び背面に配置される 2 枚の FPC（フレキシブルプリント基板）に形成されたプリント配線を介してケーブル（シールドケーブル）に接続され、さらに、ケーブルを介して超音波診断装置本体内の電子回路に接続される。

30

【 0 0 1 6 】

振動子 2 は、超音波診断装置本体から供給される駆動信号に基づいて超音波を発生する。また、振動子 2 は、被検体から伝播する超音波エコーを受信することにより、電気信号を発生する。この電気信号は超音波診断装置本体に出力され、超音波エコーの受信信号として処理される。

【 0 0 1 7 】

再び図 1 を参照すると、振動子 2 の前面に配置された音響整合層 4 a 及び 4 b は、例えば、超音波を伝播し易いパイレックス（登録商標）ガラスや金属粉入りエポキシ樹脂等によって形成されており、生体である被検体と振動子 2 との間の音響インピーダンスのマッチングを図っている。これにより、振動子 2 から送信される超音波が効率良く被検体中に伝播する。

40

【 0 0 1 8 】

音響レンズ 5 は、例えば、シリコーンゴムによって形成されており、超音波トランスデューサアレイ 1 2 から送信され、音響整合層 4 a 及び 4 b を伝播した超音波ビームを、被検体内の所定の深度において集束させる。

【 0 0 1 9 】

図 2 に示す振動子において、圧電体 A 及び B は、互いに異なる周波数定数 N を有している。周波数定数 N は、次式（1）に示すように、圧電体の共振周波数 f_R （Hz）と圧電体の伝播方向の長さ L（m）との積によって表される。周波数定数 N の単位は、 $m \cdot Hz$

50

である。

$$N = f_R \times L \quad \dots (1)$$

周波数定数は、圧電体の振動モードによって表現が異なり、棒状の圧電体の長手方向の振動モードにおける周波数定数は N^3 と表現される。

【0020】

圧電体 A 及び B に関するその他の条件としては、比誘電率 ϵ_{33} 及び等価圧電定数 d_{33} が、圧電体 A と圧電体 B との間で近い値を取ることが望ましい。比誘電率 ϵ_{33} は、振動子の駆動効率に影響し、等価圧電定数 d_{33} は、振動子の送受信感度に影響するからである。

【0021】

図 3 は、図 2 に示す振動子において第 1 組の圧電体を用いた第 1 の実施例の周波数特性を示す図である。第 1 の実施例においては、圧電体 A として、Ba(Ti, Zr)O₃ (CeraComp 社製) が用いられ、圧電体 B として C-91H (富士セラミックス社製) が用いられる。圧電体 A は、実線で示す第 1 の周波数特性を有する超音波出力を生じ、圧電体 B は、破線で示す第 2 の周波数特性を有する超音波出力を生じる。第 1 の周波数特性と第 2 の周波数特性とが交差する周波数において、圧電体 A 及び B の超音波出力は、それぞれのピーク値の 0.9 倍程度である。

【0022】

一般に、1つの振動子に含まれている複数の圧電体が複数の異なる周波数特性を有する超音波出力をそれぞれ生じる場合において、振動子の周波数特性が複数のピークを持たないためには、複数の異なる周波数特性の中で隣接する 2 つの周波数特性が交差する周波数において、隣接する 2 つの周波数特性の各々における超音波出力がそれぞれのピーク値の 0.5 倍以上となるように、複数の圧電体の材料を設定することが望ましい。

【0023】

圧電体 A 及び B の周波数特性において、次式 (2) に従って、周波数帯域幅 BW (%) が求められる。

$$BW(\%) = 100 \times (f_H - f_L) / f_C \quad \dots (2)$$

ここで、周波数 f_L 及び f_H は、音圧がピーク値から 6 dB 減衰する 2 つの周波数であり ($f_L < f_H$)、周波数 f_C は、次式 (3) によって表されるように、周波数 f_L と周波数 f_H との中心周波数である。

$$f_C = (f_L + f_H) / 2 \quad \dots (3)$$

【0024】

第 1 の実施例によれば、圧電体層 2b を圧電体 A のみで形成した場合の周波数帯域幅が約 70% であり、圧電体層 2b を圧電体 B のみで形成した場合の周波数帯域幅が約 70% であるのに対し、圧電体層 2b を圧電体 A 及び B で形成した場合の周波数帯域幅は約 85% となり、広帯域化が実現されている。なお、受信時における周波数帯域も、送信時における周波数帯域と同様に広帯域化される。

【0025】

図 4 は、図 2 に示す振動子において第 2 組の圧電体を用いた第 2 の実施例の周波数特性を示す図である。第 2 の実施例においては、圧電体 A として、PMN-PT (MICROFINE 社製) が用いられ、圧電体 B として C-213 (富士セラミックス社製) が用いられる。圧電体 A は、実線で示す第 1 の周波数特性を有する超音波出力を生じ、圧電体 B は、破線で示す第 2 の周波数特性を有する超音波出力を生じる。第 1 の周波数特性と第 2 の周波数特性とが交差する周波数において、圧電体 A 及び B の超音波出力は、それぞれのピーク値の 0.6 倍程度である。

【0026】

第 2 の実施例によれば、圧電体層 2b を圧電体 A のみで形成した場合の周波数帯域幅が約 100% であり、圧電体層 2b を圧電体 B のみで形成した場合の周波数帯域幅が約 60% であるのに対し、圧電体層 2b を圧電体 A 及び B で形成した場合の周波数帯域幅は約 120% となり、広帯域化が実現されている。なお、受信時における周波数帯域も、送信時

10

20

30

40

50

における周波数帯域と同様に広帯域化される。

【0027】

図5は、本発明の各実施形態において使用することができる圧電材料の性能を示す表である。図5においては、それぞれの圧電材料について、材料のタイプ、組成、周波数定数 N_{33} 、電気機械結合係数 k_{33} 、比誘電率 ϵ_{33} 、及び、等価圧電定数 d_{33} が示されている。これらの内から、上記のように適切な圧電材料の組合せが選択されて、圧電体A及びBとして使用される。

【0028】

ここで、圧電体A及びBの比誘電率 ϵ_{33} の値が異なる場合には、圧電体Aの部分における静電容量と圧電体Bの部分における静電容量とに差が生じてしまう。静電容量は、振動子の駆動効率に影響するので、静電容量を均一にするために、圧電体A及びBの比誘電率 ϵ_{33} の値に応じて圧電体A及びBのサイズが異なるようにしても良い。

10

【0029】

図6は、本発明の第1の実施形態に係る超音波探触子において用いられる振動子の第1の変形例を示す側面図である。第1の変形例においては、圧電体Aとして、比誘電率 ϵ_{33} が1670であるBa(Ti,Zr)O₃(Ceramcomp社製)が用いられ、圧電体Bとして、比誘電率 ϵ_{33} が4430であるC-91H(富士セラミックス社製)が用いられる。

【0030】

圧電体A及びBの比誘電率 ϵ_{33} の比が約1:2.7であるので、エレベーション方向(Y軸方向)における圧電体A及びBの長さの比が約2.7:1とされている。アジマス方向(X軸方向)における圧電体A及びBの幅は同一である。これにより、圧電体Aと個別電極2aとの間の接触面積が、圧電体Bと個別電極2aとの間の接触面積の約2.7倍となり、圧電体Aと共通電極2cとの間の接触面積が、圧電体Bと共通電極2cとの間の接触面積の約2.7倍となるので、圧電体Aの部分における静電容量と圧電体Bの部分における静電容量とが均一になって駆動効率が均一化される。

20

【0031】

一般には、1つの振動子に含まれている複数の圧電体が複数の異なる比誘電率をそれぞれ有する場合において、複数の圧電体の電極接触面積を必ずしも比誘電率 ϵ_{33} の比に合わせて決定する必要はなく、比誘電率 ϵ_{33} が小さい方の圧電体の電極接触面積を、比誘電率 ϵ_{33} が大きい方の圧電体の電極接触面積よりも大きくすれば、それなりの効果が得られる。さらに、送受信感度に影響する圧電定数 d_{33} を考慮して、圧電体のサイズを決定することが望ましい。

30

【0032】

図7は、本発明の第1の実施形態に係る超音波探触子において用いられる振動子の第2の変形例を示す側面図である。第2の変形例においては、3種類の圧電体A~Cが用いられる。振動子2は、パッキング材1(図1)上に配置された個別電極2aと、個別電極2a上に並列に配置された3種類の圧電体A~Cを含む圧電体層2bと、圧電体層2b上に配置された共通電極2cとを含んでいる。圧電体層2bにおいて、エレベーション方向(Y軸方向)に隣接する2つの圧電体の間には、絶縁体2dが充填されている。さらに、4種類以上の圧電体を用いるようにしても良い。

40

【0033】

次に、図2に示す振動子の製造方法について説明する。

図8は、図2に示す振動子の製造方法を説明するための図である。

まず、図8の(a)に示すように、周波数定数の異なる圧電体A及びBの各々をスライス片に加工し、それらを交互に配列して、接着剤又はエポキシ樹脂等の充填材(絶縁体2d)を用いて接着することにより、圧電体層2bが形成される。ここで、圧電体A及びBの長さ L_A 及び L_B (Y軸方向)は、例えば、0.30mmであり、圧電体A及びBの厚さ t (Z軸方向)は、例えば、0.60mmである。

【0034】

50

次に、図 8 の (b) に示すように、圧電体層 2 b の下面及び上面に、個別電極 2 a 及び共通電極 2 c がそれぞれ形成される。次に、ダイシングソーを用いて、個別電極 2 a 及び共通電極 2 c が形成された圧電体層 2 b を、一点鎖線に沿って所定の幅で切断することにより、図 8 の (c) に示すような振動子が完成する。圧電体層 2 b の幅 W (X 軸方向) は、例えば、0 . 2 0 mm である。

【 0 0 3 5 】

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。第 2 の実施形態に係る超音波探触子は、第 1 の実施形態に係る超音波探触子の 1 次元振動子アレイにおいて、積層型の振動子を用いたものである。その他の点に関しては、第 1 の実施形態と同様である。

【 0 0 3 6 】

図 9 は、本発明の第 1 の実施形態と第 2 の実施形態とにおける振動子の構造を比較して示す図である。第 1 の実施形態においては、図 9 の (a) に示すように、振動子が、個別電極 2 a と共通電極 2 c との間に並列に配置された 2 種類の圧電体 A 及び B を含んでいる。

【 0 0 3 7 】

一方、第 2 の実施形態においては、図 9 の (b) に示すように、振動子が、下部電極層 2 e と上部電極層 2 h との間に内部電極層 2 f 及び 2 g を挟んで交互に積層された複数の圧電体 A と、下部電極層 2 e と上部電極層 2 h との間に内部電極層 2 f 及び 2 g を挟んで交互に積層された複数の圧電体 B と、絶縁膜 2 i と、第 1 の側面電極 2 j と、第 2 の側面電極 (図示せず) とを含んでおり、積層構造を有している。

【 0 0 3 8 】

ここで、下部電極層 2 e は、第 1 の側面電極 2 j に接続されていると共に、第 2 の側面電極から絶縁されている。上部電極層 2 h は、第 2 の側面電極に接続されていると共に、第 1 の側面電極 2 j から絶縁されている。また、内部電極層 2 f は、第 2 の側面電極に接続されていると共に、絶縁膜 2 i によって第 1 の側面電極 2 j から絶縁されている。一方、内部電極層 2 g は、第 1 の側面電極 2 j に接続されていると共に、絶縁膜 2 i によって第 2 の側面電極から絶縁されている。複数の電極をこのように形成することにより、3 層の圧電体に電界を印加するための 3 組の電極が並列に接続される。なお、圧電体の層数は、3 層に限られず、2 層又は 4 層以上としても良い。

【 0 0 3 9 】

このような積層型圧電振動子においては、対向する電極の面積が単層型圧電振動子よりも増加するので、電氣的インピーダンスが低下する。従って、同じサイズの単層型圧電振動子と比較して、印加される電圧に対して効率良く動作する。具体的には、圧電体層を N 層とすると、圧電体層の数は単層型圧電振動子の N 倍となり、各圧電体層の厚さは単層型圧電振動子の 1 / N 倍となるので、振動子の電氣インピーダンスは 1 / N² 倍となる。従って、圧電体層の積層数を増減させることにより、振動子の電氣的インピーダンスを調整できるので、駆動回路又は信号ケーブルとの電氣的インピーダンスマッチングを図り易くなり、感度を向上させることができる。

【 0 0 4 0 】

次に、本発明の第 3 の実施形態について説明する。第 3 の実施形態に係る超音波探触子は、第 1 の実施形態に係る超音波探触子の 1 次元振動子アレイの替わりに、2 次元振動子アレイを用いたものである。その他の点に関しては、第 1 の実施形態と同様である。

【 0 0 4 1 】

図 1 0 は、本発明の第 3 の実施形態に係る超音波探触子の内部構造を模式的に示す平面図である。図 1 0 においては、圧電体の配列を示すために、共通電極と、音響整合層と、音響レンズとが省略されている。この超音波探触子は、被検体に当接して体腔外走査を行う際に、又は、被検体の体腔内に挿入して体腔内走査を行う際に用いられる。

【 0 0 4 2 】

図 1 0 に示すように、超音波探触子は、パッキング材 1 と、パッキング材 1 上に配置された複数の超音波トランスデューサ (圧電振動子) 6 と、複数の振動子 6 の間や周囲に充

10

20

30

40

50

填されたエポキシ樹脂等の充填材 3 とを有している。さらに、図 1 に示すのと同様に、超音波探触子は、振動子 6 上に設けられた少なくとも 1 層の音響整合層と、必要に応じて音響整合層上に設けられる音響レンズとを有している。本実施形態においては、X 軸方向及び Y 軸方向に並べられた複数の振動子 6 が、2 次元振動子アレイを構成している。

【0043】

図 11 は、本発明の第 3 の実施形態に係る超音波探触子において用いられる振動子の構造を示す斜視図である。振動子 6 は、バッキング材 1 (図 10) 上に配置された個別電極 6 a と、個別電極 6 a 上に並列に配置された 2 種類の圧電体 A 及び B を含む圧電体層 6 b と、圧電体層 6 b 上に配置された共通電極 6 c とを含んでいる。圧電体層 6 b において、隣接する複数の圧電体の間には、接着剤又はエポキシ樹脂等の充填材を含む絶縁体 6 d が充填されている。

10

【0044】

圧電体 A 及び B としては、第 1 の実施形態において説明したものと同一ものを用いることができる。なお、圧電体 A 及び B の分極方向は Z 軸方向である。また、絶縁体 6 d は、高絶縁性を有しており、比抵抗が 1×10^{12} cm 以上であることが望ましい。これによって、個別電極 6 a と共通電極 6 c との間の電氣的絶縁が保たれる。また、絶縁体 6 d のショア硬度 D は、65 よりも小さいことが望ましい。

【0045】

通常、複数の振動子の共通電極 6 c は、接地電位 (GND) に共通接続される。また、複数の振動子の個別電極 6 a は、例えば、バッキング材 1 の内部に配置された引出し線を介してケーブル (シールドケーブル) に接続され、さらに、ケーブルを介して超音波診断装置本体内の電子回路に接続される。

20

【0046】

振動子 6 は、超音波診断装置本体から供給される駆動信号に基づいて超音波を発生する。また、振動子 6 は、被検体から伝播する超音波エコーを受信することにより、電気信号を発生する。この電気信号は超音波診断装置本体に出力され、超音波エコーの受信信号として処理される。

【0047】

圧電体 A 及び B の比誘電率 33 の値が異なる場合には、圧電体 A の部分における静電容量と圧電体 B の部分における静電容量とを均一にするために、圧電体 A 及び B の比誘電率 33 の値に応じて圧電体 A 及び B のサイズが異なるようにしても良い。さらに、送受信感度に影響する圧電定数 d_{33} を考慮して、圧電体 A 及び B のサイズを決定することが望ましい。また、3 種類以上の圧電体を用いるようにしても良い。

30

【0048】

次に、図 11 に示す振動子の製造方法について説明する。

図 12 は、図 11 に示す振動子の製造方法を説明するための図である。

まず、図 8 の (a) に示すように、周波数定数の異なる板状の圧電体 A 及び B の各々を、LIGA (Lithographie Galvanoformung Abformung) プロセス又はダイシングソーを用いて加工することにより、複数の角柱が 2 次元状に配置された構造物が作製される。角柱の底面における一辺の長さ L_c (X 軸方向及び Y 軸方向) は、例えば、 $50 \mu\text{m}$ である。

40

【0049】

次に、加工された圧電体 A と圧電体 B とを向かい合わせて、圧電体 A の角柱と圧電体 B の角柱とを噛み合わせ、接着剤又はエポキシ樹脂等の充填材 (絶縁体 6 d) を隙間に充填して固定することにより、図 12 の (b) に示すような複合圧電材料が形成される。ダイシング等によって、複合圧電材料の一部を切り出すことにより、図 11 に示すような振動子が完成する。

【0050】

図 13 は、本発明の第 3 の実施形態に係る超音波探触子において用いられる振動子の変形例を示す平面図であり、図 14 は、図 13 に示す振動子の側面図である。圧電体の配列

50

を示すために、図 1 3 においては、共通電極 7 c が省略されており、図 1 4 においては、絶縁体 7 d が省略されている。

【 0 0 5 1 】

振動子 7 は、パッキング材 1 (図 1 0) 上に配置された個別電極 7 a と、個別電極 7 a 上に並列に配置されたファイバー状の 2 種類の圧電体 A 及び B を含む圧電体層 7 b と、圧電体層 7 b 上に配置された共通電極 7 c とを含んでいる。圧電体層 7 b において、隣接する複数の圧電体の間及び周囲には、接着剤又はエポキシ樹脂等の充填材を含む絶縁体 7 d が充填されている。

【 0 0 5 2 】

圧電体 A 及び B としては、第 1 の実施形態において説明したものと同一ものを用いることができる。なお、圧電体 A 及び B の分極方向は Z 軸方向である。また、絶縁体 7 d は、高絶縁性を有しており、比抵抗が 1×10^{12} cm 以上であることが望ましい。これによって、個別電極 7 a と共通電極 7 c との間の電氣的絶縁が保たれる。また、絶縁体 7 d のショア硬度 D は、65 よりも小さいことが望ましい。

10

【 0 0 5 3 】

圧電体 A 及び B の比誘電率 33 の値が異なる場合には、圧電体 A の部分における静電容量と圧電体 B の部分における静電容量とを均一にするために、圧電体 A 及び B の比誘電率 33 の値に応じて圧電体 A 及び B のサイズや本数が異なるようにしても良い。さらに、送受信感度に影響する圧電定数 d 33 を考慮して、圧電体 A 及び B のサイズや本数を決定することが望ましい。また、3 種類以上の圧電体を用いるようにしても良い。その場合には、PMN - PT とソフト材とハード材とを組み合わせることが有効である。

20

【 0 0 5 4 】

次に、本発明の第 4 の実施形態について説明する。第 4 の実施形態に係る超音波探触子は、第 3 の実施形態に係る超音波探触子の 2 次元振動子アレイにおいて、積層型の圧電振動子を用いたものである。

【 0 0 5 5 】

図 1 5 は、本発明の第 3 の実施形態と第 4 の実施形態とにおける振動子の構造を比較して示す図である。図 1 5 の (a) に示す第 3 の実施形態においては、圧電振動子が、個別電極 6 a と共通電極 6 c との間に並列に配置された 2 種類の圧電体 A 及び B を含んでいる。

30

【 0 0 5 6 】

一方、第 4 の実施形態においては、図 1 5 の (b) に示すように、振動子が、下部電極層 6 e と上部電極層 6 h との間に内部電極層 6 f 及び 6 g を挟んで交互に積層された複数の圧電体 A と、下部電極層 6 e と上部電極層 6 h との間に内部電極層 6 f 及び 6 g を挟んで交互に積層された複数の圧電体 B と、絶縁膜 6 i と、第 1 の側面電極 6 j と、第 2 の側面電極 6 k とを含んでおり、積層構造を有している。

【 0 0 5 7 】

ここで、下部電極層 6 e は、第 2 の側面電極 6 k に接続されていると共に、第 1 の側面電極 6 j から絶縁されている。上部電極層 6 h は、第 1 の側面電極 6 j に接続されていると共に、第 2 の側面電極 6 k から絶縁されている。また、内部電極層 6 f は、第 1 の側面電極 6 j に接続されていると共に、絶縁膜 6 i によって第 2 の側面電極 6 k から絶縁されている。一方、内部電極層 6 g は、第 2 の側面電極 6 k に接続されていると共に、絶縁膜 6 i によって第 1 の側面電極 6 j から絶縁されている。複数の電極をこのように形成することにより、3 層の圧電体に電界を印加するための 3 組の電極が並列に接続される。なお、圧電体の層数は、3 層に限られず、2 層又は 4 層以上としても良い。

40

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 5 8 】

本発明は、医療用や構造物探傷用の超音波診断装置において超音波を送信及び / 又は受信する複数の超音波トランスデューサを含む超音波探触子において利用することが可能である。

50

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る超音波探触子の内部構造を模式的に示す斜視図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る超音波探触子において用いられる振動子を示す側面図である。

【図3】図2に示す振動子において第1組の圧電体を用いた第1の実施例の周波数特性を示す図である。

【図4】図2に示す振動子において第2組の圧電体を用いた第2の実施例の周波数特性を示す図である。

【図5】本発明の各実施形態において使用することができる圧電材料の性能を示す表である。

【図6】本発明の第1の実施形態に係る超音波探触子において用いられる振動子の第1の変形例を示す側面図である。

【図7】本発明の第1の実施形態に係る超音波探触子において用いられる振動子の第2の変形例を示す側面図である。

【図8】図2に示す振動子の製造方法を説明するための図である。

【図9】本発明の第1の実施形態と第2の実施形態とにおける振動子の構造を比較して示す図である。

【図10】本発明の第3の実施形態に係る超音波探触子の内部構造を模式的に示す平面図である。

【図11】本発明の第3の実施形態に係る超音波探触子において用いられる振動子を示す斜視図である。

【図12】図11に示す振動子の製造方法を説明するための図である。

【図13】本発明の第3の実施形態に係る超音波探触子において用いられる振動子の変形例を示す平面図である。

【図14】図13に示す振動子の側面図である。

【図15】本発明の第3の実施形態と第4の実施形態とにおける振動子の構造を比較して示す図である。

【符号の説明】

【0060】

- 1 バッキング材
- 2、6、7 超音波トランスデューサ（圧電振動子）
- 2 a、6 a、7 a 個別電極
- 2 b、6 b、7 b 圧電体
- 2 c、6 c、7 c 共通電極
- 2 d、6 d、7 d 絶縁体
- 2 e、6 e 下部電極層
- 2 f、6 f 内部電極層
- 2 g、6 g 内部電極層
- 2 h、6 h 上部電極層
- 2 i、6 i 絶縁膜
- 2 j、6 j 第1の側面電極
- 6 k 第2の側面電極
- 3 充填材
- 4 a、4 b 音響整合層
- 5 音響レンズ

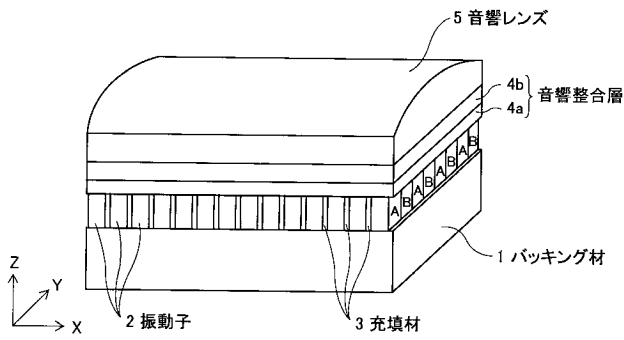
10

20

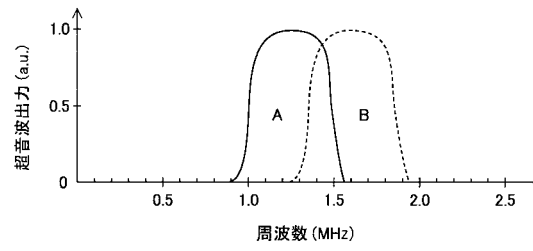
30

40

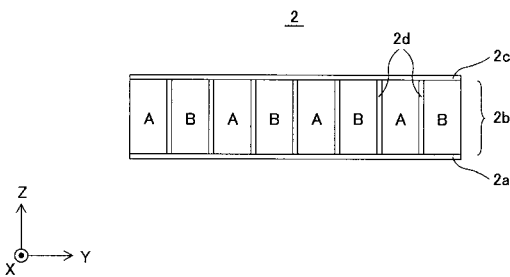
【 図 1 】



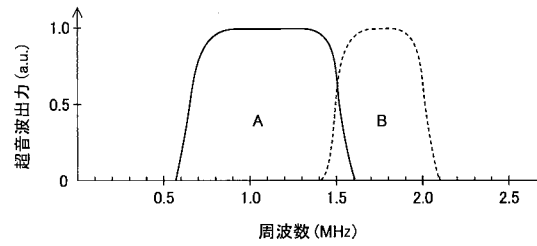
【 図 3 】



【 図 2 】



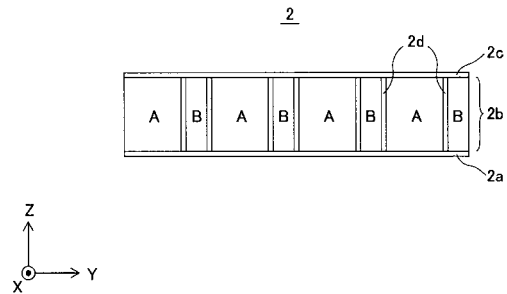
【 図 4 】



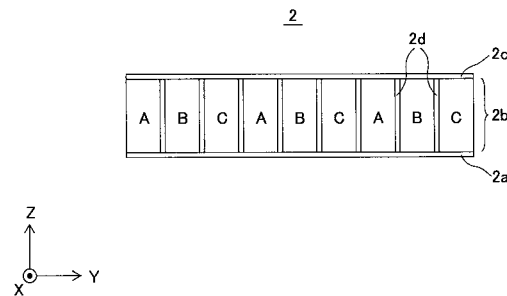
【 図 5 】

圧電材料	タイプ	組成	N33	k33	ε33	d33
Ba(Ti, Zr)O ₃	単結晶材	Ba(Ti _{0.925} Zr _{0.075})O ₃	1050	0.80	1670	655
C-91H	ソフト材・焼結材	35%PNN-26%PZ-39%PT	1350	0.73	4430	610
PMN-PT	単結晶材	Pb(Ni, Nb)O ₃ -PbTiO	724	0.93	6750	2350
C-213	ハード材・焼結材	PZT-Nb-Mn	1540	0.70	1470	310
KNbO ₃	単結晶材	KNbO ₃	1038	0.75	250	95

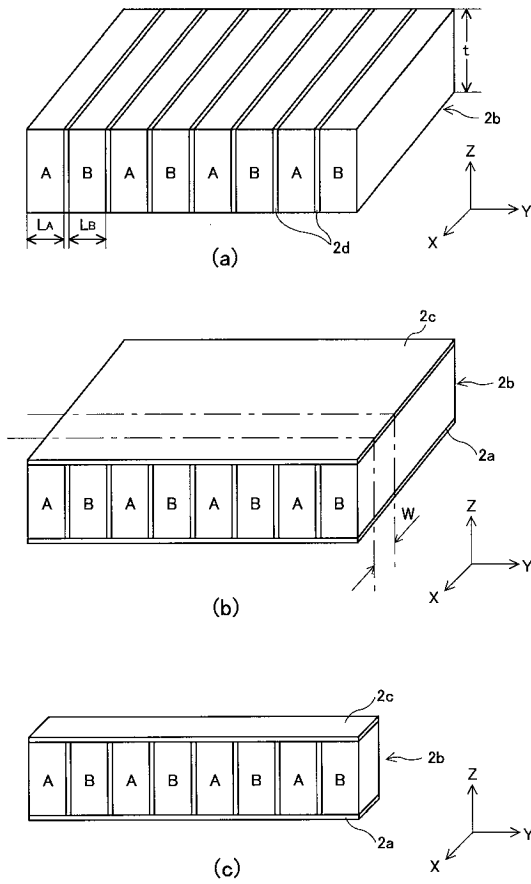
【 図 6 】



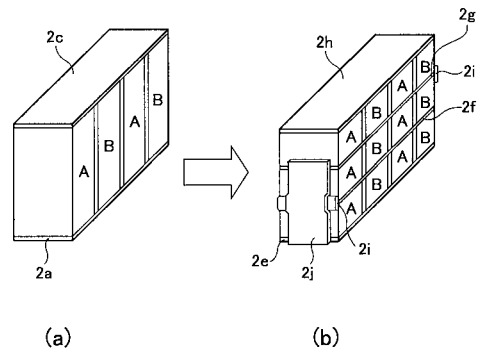
【 図 7 】



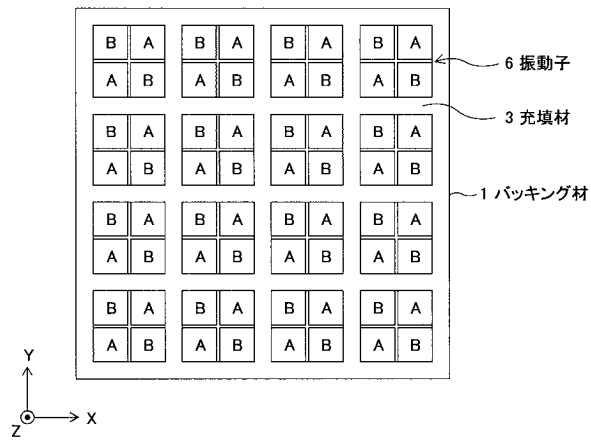
【 図 8 】



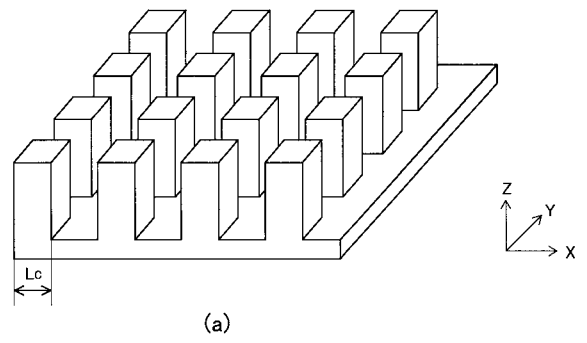
【 図 9 】



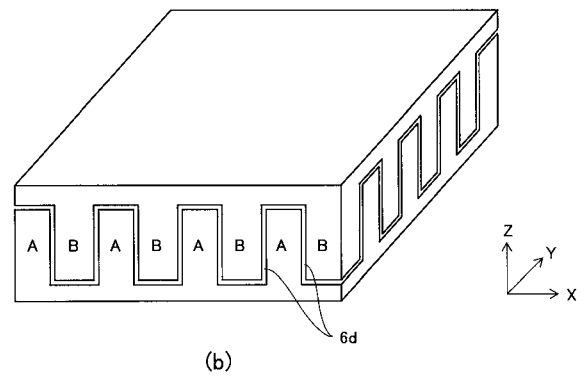
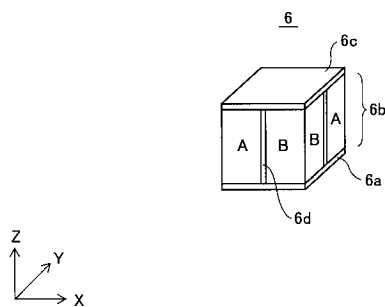
【 図 10 】



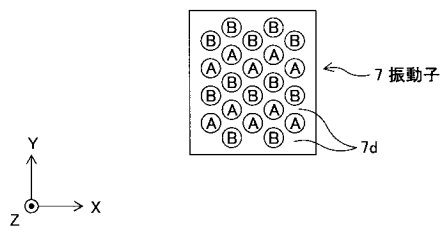
【 図 12 】



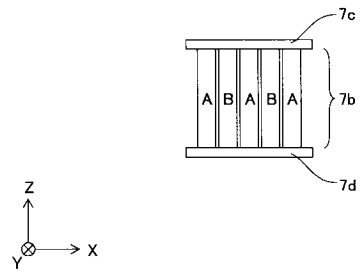
【 図 11 】



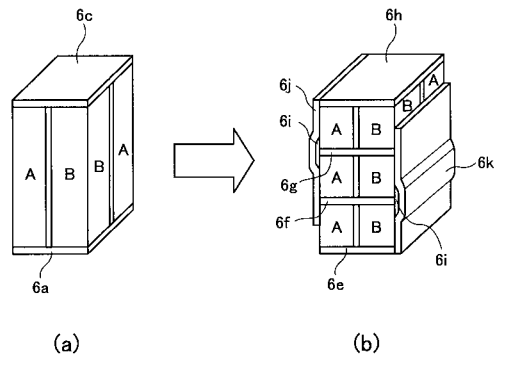
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



专利名称(译)	超声波探触子		
公开(公告)号	JP2009082385A	公开(公告)日	2009-04-23
申请号	JP2007255358	申请日	2007-09-28
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	中村隆		
发明人	中村 隆		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	B06B1/0622		
FI分类号	A61B8/00 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB02 4C601/BB03 4C601/EE03 4C601/GB01 4C601/GB04 4C601/GB06 4C601/GB15 4C601/GB41 4C601/GB42 4C601/GB44		
代理人(译)	宇都宫正明		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明的一个目的是提供一种宽带和高灵敏度超声探头，它可以通过在不抑制压电体操作的情况下提高宽频带中换能器的灵敏度而应用于谐波成像。超声探头是包括多个用于发射和/或接收超声波的换能器的换能器阵列，多个换能器中的每一个包括第一电极和第二电极。一种换能器阵列，包括与电极平行设置并具有相互不同的频率常数的多个压电体，至少一个设置在换能器阵列的第一表面上的声匹配层，以及振动并且背衬材料设置在与子阵列的第一表面相对的第二表面上。[选图]图1

