

(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2009-296055

(P2009-296055A)

(43) 公開日 平成21年12月17日(2009.12.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H04R 17/00 (2006.01)</b>	H04R 17/00 330K	4C601
<b>A61B 8/00 (2006.01)</b>	A61B 8/00	5D019
	H04R 17/00 332A	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2008-144895 (P2008-144895)	(71) 出願人	303000420 コニカミノルタエムジー株式会社 東京都日野市さくら町1番地
(22) 出願日	平成20年6月2日(2008.6.2)	(74) 代理人	100067828 弁理士 小谷 悦司
		(74) 代理人	100115381 弁理士 小谷 昌崇
		(74) 代理人	100111453 弁理士 櫻井 智
		(72) 発明者	西尾 昌二 東京都日野市さくら町1番地 コニカミノ ルタエムジー株式会社内
		(72) 発明者	羽生 武 東京都日野市さくら町1番地 コニカミノ ルタエムジー株式会社内

最終頁に続く

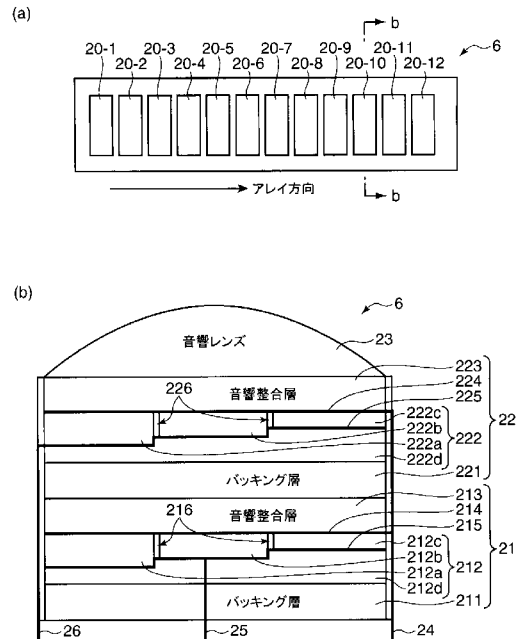
(54) 【発明の名称】 超音波探触子およびそれをを用いる超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】超音波診断装置に使用される超音波探触子において、単体使用で広帯域化する。

【解決手段】アレイ状に配列された複数の圧電素子20から成る超音波送受信子6において、各圧電素子20を送信層21の上に受信層22を積層して構成し、さらに送信用の圧電素子層212および受信用の圧電素子層222を、相互に異なる複数の厚さ部分212a, 212b, 212c; 222a, 222b, 222cで構成する。したがって、各厚さ部分を共通の電極214, 215; 224, 225で振動させても、共振周波数は厚さに反比例して調整され、複数の基本波を同時に送信でき、或いは基本波に高次調波を同時に受信できるようになる。これによって、単体の超音波探触子で、使用周波数帯域を広帯域化することができ、該超音波探触子の交換または切替えを伴うことなく、浅部から深部まで鮮明な画像を得ることができるのと同時に、高次調波断層画像も得ることができる。

【選択図】図4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

超音波送受信子から被検体内に超音波を送信し、前記超音波に基づいて被検体から来た超音波を前記超音波送受信子で受信し、その受信信号に基づいて前記被検体の断層画像を再構成して表示する超音波診断装置に使用される超音波探触子において、

前記超音波送受信子は、アレイ状に配列された複数の圧電素子から成り、

前記各圧電素子は、送信層の上に受信層が積層されて成り、それぞれの層は、相互に異なる複数の厚さ部分を有することを特徴とする超音波探触子。

## 【請求項 2】

前記送信層はセラミック圧電層から成り、前記受信層は有機圧電層から成ることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探触子。 10

## 【請求項 3】

前記セラミック圧電層の材料は P Z T またはチタン酸バリウムであり、前記有機圧電層は鍛造された弗化ビニリデンと 3 弗化エチレンとの共重合体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】

前記送信層および受信層は 3 つの厚さ部分から成り、それぞれの共振周波数が、3 ~ 6 MHz、6 ~ 12 MHz および 12 ~ 25 MHz から選択され、或いは 7 ~ 12 MHz、12 ~ 16 MHz および 16 MHz ~ 25 MHz から選択されることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子。 20

## 【請求項 5】

前記請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子を用い、前記受信信号に基づいて前記被検体の断層画像を再構成する画像処理部は、前記各圧電素子における受信層で受信された信号を選別して、単独または加算或いは減算した断層画像を再構成して表示することを特徴とする超音波診断装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、超音波診断装置に使用される超音波探触子（プローブ）およびそれを用いる超音波診断装置に関する。 30

## 【背景技術】

## 【0002】

前記超音波診断装置は、超音波パルス反射法により、体表から生体内の軟組織の断層像を無侵襲に得る医療用画像機器である。この超音波診断装置は、他の医療用画像機器に比べ、小型で安価、X 線などの被爆がなく安全性が高い、ドップラー効果を応用して血流イメージングが可能等、多くの特長を有し、循環器系（心臓の冠動脈）、消化器系（胃腸）、内科系（肝臓、膵臓、脾臓）、泌尿科系（腎臓、膀胱）、および産婦人科系などで広く利用されている。

## 【0003】

このような医療用超音波診断装置に使用される超音波探触子は、高感度、高解像度の超音波の送受信を行うために、圧電振動子の圧電効果が一般的に利用される。さらに、画像の分解能や高精細さ、或いは、スペckルノイズの低減、アーチファクトの低減等には、前記圧電振動子の広帯域化が有用であり、そのような特性をもつ圧電振動子が望まれていた。そこで、広帯域な画像が得られるとして、特許文献 1 によるシリコンマイクロマシーニング技術を用いてシリコン半導体基板を加工した超音波トランスデューサ（Micromachined Ultrasonic Transducer（以下、c M U T と称する））が注目を集めている。しかしながら、この従来技術は、複雑なアレイ製作を M E M S（Micro Electro-Mechanical System：超小型電気・機械システム）技術で達成できるものの、送受信感度が低いという問題点があった。同様に、圧電振動子として、前記 c M U T のようなセラミックに対して、ポリマーは受信帯域がさらに広いという特徴を有するものの、感度が低いという欠点を有 40 50

しているので、この克服の技術が求められているが、良い方法が見つかっていなかった。

【 0 0 0 4 】

一方、高調波信号を用いた組織ハーモニックイメージング ( T H I ) 診断は、従来の B モード診断では得られない鮮明な診断像が得られることから、標準的な診断モダリティとなりつつある。前記ハーモニックイメージングは、基本波に比較して、サイドロープレベルが小さいことで、S / N が良く、コントラスト分解能が良くなること、周波数が高くなることでビーム幅が細くなり横方向分解能が良くなること、近距離では音圧が小さく、さらに音圧の変動が少ないので多重反射が起こらないこと、焦点以遠の減衰は基本波並みであり、高調波の超音波は基本波の超音波に比べ深速度を大きく取れること、という多くの利点を有している。

10

【 0 0 0 5 】

そこで、前記ハーモニックイメージング用のアレイ型超音波探触子の具体的な構造として、アレイを構成する各振動子エレメントが広帯域一体型の圧電振動子が用いられている。その広帯域特性の低周波側の領域で基本波送信を行い、高周波側の領域で高調波受信を行う方法が一般的に利用されている。このような状況下において、ハーモニック感度の向上を図る技術として特許文献 2 に記載されたものが知られている。これは、微細な柱状のセラミック圧電素子をエポキシ樹脂のような有機化合物で固めた振動子を超音波送受信素子として使用し、各柱状セラミックを縦振動を行なわせることによって、前記ハーモニック感度の向上を図ったものである。

20

【 0 0 0 6 】

また、他のハーモニックイメージング用アレイ型超音波探触子の具体的な構造として、特許文献 3 には、送信用圧電振動子と受信用圧電振動子とを別体配置とした送受信分離型探触子が提案されている。

30

【 0 0 0 7 】

さらにまた、特許文献 4 では、基本波を送信し、高調波を含む超音波を受信するのに、第 1 の音響インピーダンスを有する配列された複数の第 1 の圧電素子から成る中心周波数  $f_1$  の超音波の送受信を担う第 1 の圧電層に、第 2 の音響インピーダンスを有する配列された複数の第 2 の圧電素子から成り、前記第 1 の圧電層に重ねられた第 2 の圧電層を設けることが提案されている。すなわち、広い帯域を得る超音波送受信素子にするために、圧電セラミック素子を積層化し、見かけ上のインピーダンスを低下させて駆動回路との電気的な整合条件を良好にし、素子にかかる電界強度を大きくして大きな歪を発生させ、送信感度を向上させることが行われている。

40

【 0 0 0 8 】

前記のような従来の超音波探触子は、使用中心周波数  $f_0$  が予め設定されてしまうので、その周波数によって生体の診断深さが決まってしまう、前記診断深さに自由度がなく、制限を受けるといった問題がある。このため、1 ~ 5 M H z の低周波の探触子は深部を、6 ~ 1 0 M H z の周波数の探触子は中程度の深さを、1 1 ~ 2 5 M H z の高周波の探触子は生体の表面に近い部位を診断するという具合に、探触子を使い分けるのが定法となっていた。そこで、新規な取り組みとして、送信用には P Z T のようなセラミック圧電素子を低周波に使用し、受信用に P V D F のような広帯域の有機圧電素子を高周波に利用する方法が提案された ( 非特許文献 1 , 2 ) 。

40

【特許文献 1】特開平 1 0 - 8 5 2 2 1 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 0 - 3 0 0 5 5 9 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 6 - 1 9 2 0 3 1 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 3 - 3 0 5 0 4 3 号公報

【非特許文献 1】The Journal of the Acoustic Society of America --May 1998 Volume 103, Issue 5, p.3041 「Study of compound structured ultrasonic transducer made of PZT/PVDF」 Moor Joon Kim et. al.

【非特許文献 2】「P Z T / P V D F 多層構造の超音波複合圧電素子の研究」( 中国南京大学音響学研究所の南京大学報 : 数学半年刊 1 9 9 9 年 5 期頁 6 3 6 - 6 3 8 )

50

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0009】

しかしながら、非特許文献1, 2の構成でも、周波数帯域がまだ狭く、依然として、探触子を交換する必要がある。或いは、特開2003-339700号公報のように、探触子内に低周波から高周波までの振動子を組み込み、それぞれの圧電素子および共振用インダクタを切替えスイッチで切替えるという構成が必要になる。このため、操作上不便を強いられるとともに、電子回路を複雑にしてしまう。

## 【0010】

本発明の目的は、単体の超音波探触子で、その使用周波数帯域を低周波から高周波まで広帯域化することができる超音波探触子およびそれを用いる超音波診断装置を提供することである。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0011】

本発明の超音波探触子は、超音波送受信子から被検体内に超音波を送信し、前記超音波に基づいて被検体から来た反射波（エコー）などを前記超音波送受信子で受信し、その受信信号に基づいて前記被検体の断層画像を再構成して表示する超音波診断装置に使用される超音波探触子において、前記超音波送受信子は、アレイ状に配列された複数の圧電素子から成り、前記各圧電素子は、送信層の上に受信層が積層されて成り、それぞれの層は、相互に異なる複数の厚さ部分を有することを特徴とする。

20

## 【0012】

上記の構成によれば、超音波送受信子から被検体内に超音波を送信し、前記超音波に基づいて被検体から来た超音波を前記超音波送受信子で受信し、その受信信号に基づいて前記被検体の断層画像を再構成して表示する超音波診断装置に使用される超音波探触子において、アレイ状に配列されて前記超音波送受信子を構成する複数の各圧電素子を、送信層の上に受信層を積層して構成する。さらに、前記送信層および受信層を、複数の周波数をそれぞれ個別に送信および受信可能となるように、相互に異なる複数の厚さ部分で構成する。

## 【0013】

したがって、各厚さ部分を共通の電極で振動させても、共振周波数は圧電振動方向の厚さに反比例して調整され、半分の厚さで2倍、1/4の厚さで4倍の共振周波数に設定でき、複数の基本波を同時に送信でき、或いは基本波に高次調波を同時に受信できるようになる。これによって、単体の超音波探触子で、その使用周波数帯域を低周波から高周波まで広帯域化することができ、該超音波探触子の交換または切替えを伴うことなく、浅部から深部まで鮮明な画像を得ることができるとともに、高次調波断層画像も同様に得ることができる。

30

## 【0014】

また、本発明の超音波探触子では、前記送信層はセラミック圧電層から成り、前記受信層は有機圧電層から成ることを特徴とする。

## 【0015】

上記の構成によれば、受信層を有機圧電層で構成することで、広帯域化を図ることができる。

40

## 【0016】

好ましくは、前記セラミック圧電層の材料はPZTまたはチタン酸バリウムであり、前記有機圧電層は鍛造された弗化ビニリデンと3弗化エチレンとの共重合体であることを特徴とする。

## 【0017】

また好ましくは、前記送信層および受信層は3つの厚さ部分から成り、それぞれの共振周波数が、3~6MHz、6~12MHzおよび12~25MHzから選択され、或いは7~12MHz、12~16MHzおよび16MHz~25MHzから選択されることを

50

特徴とする。

【0018】

さらにまた、本発明の超音波診断装置は、前記の超音波探触子を用い、前記受信信号に基づいて前記被検体の断層画像を再構成する画像処理部は、前記各圧電素子における受信層で受信された信号を選別して、単独または加算或いは減算した断層画像を再構成して表示することを特徴とする。

【0019】

上記の構成によれば、送受信超音波を広帯域化することができ、浅部から深部まで鮮明な画像を得ることができる超音波診断装置を実現することができる。

【発明の効果】

【0020】

本発明の超音波探触子およびそれを用いる超音波診断装置は、以上のように、アレイ状に配列されて超音波送受信子を構成する複数の各圧電素子を、送信層の上に受信層を積層して構成し、さらに前記送信層および受信層を、複数の周波数をそれぞれ個別に送信および受信可能となるように、相互に異なる複数の厚さ部分で構成する。

【0021】

それゆえ、各厚さ部分を共通の電極で振動させても、共振周波数は圧電振動方向の厚さに反比例して調整され、複数の基本波を同時に送信でき、或いは基本波に高次調波を同時に受信できるようになる。これによって、単体の超音波探触子で、その使用周波数帯域を低周波から高周波まで広帯域化することができ、該超音波探触子の交換または切替えを伴うことなく、浅部から深部まで鮮明な画像を得ることができるとともに、高次調波断層画像も同様に得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明に係る実施の一形態を図面に基づいて説明する。なお、各図において同一の符号を付した構成は、同一の構成であることを示し、その説明を省略する。また、本明細書において、適宜、総称する場合には添え字を省略した参照符号で示し、個別の構成を指す場合には添え字を付した参照符号で示す。

【0023】

図1は実施形態における超音波探触子1を備える超音波診断装置Sの外観構成を示す図である。超音波診断装置Sは、図略の生体等の被検体に対して前記超音波探触子1から超音波を送信し、前記被検体内で反射された超音波（エコー）を前記超音波探触子1で受信し、その受信信号に基づいて、診断装置本体2が前記被検体の断層画像を再構成し、表示部3に表示する。

【0024】

図2は、前記診断装置本体2の一構成例を示すブロック図である。この診断装置本体2は、送信回路11、増幅回路12、受信回路13、制御回路（画像処理部）14、DSP（デジタル信号処理部）15、アナログ/デジタル変換器16、デジタル/アナログ変換器17および前記表示装置3を備えて構成される。送信回路11は前記超音波探触子1に電気信号を供給して超音波を発生させ、前記超音波探触子1が受信したエコー信号は増幅回路12で増幅された後、受信回路13に入力される。前記送信回路11は周波数 $f_0$ の基本波信号を送信するが、後述する広帯域の超音波探触子1によって、受信されるエコー信号は、前記基本波信号に、たとえば2次から6次までの高次調波信号を含んだ信号となる。前記増幅回路12は、それらの信号を増幅可能であり、増幅された信号は、受信回路13において、適宜検波、濾波されるとともに、この受信回路13は、後述する各アレイからの受信信号の遅延タイミングを制御して整相加算することで超音波ビームの偏向を行う。受信回路13からの出力は、アナログ/デジタル変換器16でデジタル信号に変換されてDSP15に入力される。

【0025】

画像処理部である前記DSP15は、Bモード処理回路、ドプラ処理回路およびカラー

10

20

30

40

50

モード処理回路等を備えている。前記受信回路 13 から出力されたデータは、この DSP 15 内のいずれかの処理回路にて所定の処理が施される。前記 B モード処理回路は、エコーの振幅情報の映像化を行い、エコー信号から B モード超音波ラスタデータを生成する。前記ドプラ処理回路は、ドプラ偏移周波数成分を抽出し、更に（高速フーリエ変換）FFT 処理等を施すことで、血流情報を有するデータを生成する。同様に前記カラーモード処理回路は、動いている血流情報の映像化を行い、カラー超音波ラスタデータを生成する。血流情報には、速度、分散、パワー等の情報があり、2 値化情報として得られる。

#### 【0026】

前記 DSP 15 は、DSC 処理回路を備えており、この DSC 処理回路は、FPD（平面表示器（表示装置 3））に信号を走査して画像形成するもので、映像化処理機能を備え、直交座標系で表される画像を得るために、超音波ラスタデータを直交座標で表されるデータに変換する。たとえば、前記 B モード処理回路から出力されたデータに対して DSC 処理が施されると、被検体の組織形状を 2 次元情報として表す断層像データが生成される。また、DSC は、断層像データをレイキャスティング法などでリサンプリング処理することで、ボクセルデータ（3 次元の格子点データ）を生成することも可能である。DSP 15 内のボリュームレンダリング処理回路は、前記ボクセルデータに対してボリュームレンダリング処理などを行って 3 次元画像データを生成するなどの各種画像処理を行う。こうして得られた 2 次元断層像や 3 次元画像などは、前記表示装置 3 で表示される。

#### 【0027】

図 3 は、本発明の実施の一形態に係る超音波探触子 1 の断面図である。この超音波探触子 1 は、大略的に、電源供給や診断用の画像を表示したり印字出力したりする前記診断装置本体 2 から延びる同軸ケーブル 4 の先端に取付けられ、掌大の筐体 5 内に、超音波送受信子 6 に、その駆動回路基板 7, 8 が収納されて成る。

#### 【0028】

前記筐体 5 において、前記同軸ケーブル 4 が引込まれた側とは反対側には開口 9 が形成されており、その開口 9 から前記超音波送受信子 6 が被検体に臨む。前記駆動回路基板 7, 8 には、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）や FPGA（Field Programmable Gate Array）等が実装されており、前記診断装置本体 2 からの駆動信号にตอบสนองして前記超音波送受信子 6 から被検体内に超音波を送信し、前記被検体内で反射された超音波が前記超音波送受信子 6 で受信されて得られた受信信号を適宜処理して、前記診断装置本体 2 へ出力し、前記受信信号に基づく画像を表示させる。

#### 【0029】

前記超音波送受信子 6 は、様々な態様に構成することが可能であるが、図 4（a）で示すように、複数（図 4（a）の例では 12 個）の圧電素子 20-1, 20-2, …, 20-12 がアレイ状（図 4（a）の例では 1 次元アレイ状）に配列されて構成される。図 4（a）は前記超音波送受信子 6 の正面図であり、図 4（b）は図 4（a）の切断面線 b-b から見た断面図である。上述のように構成される超音波送受信子 6 において、注目すべきは、本実施の形態では、各圧電素子 20 が、送信層 21 上に、受信層 22 および音響レンズ 23 が積層された積層型の圧電素子から成ることである。各圧電素子 20 は、クロストーク等の相互干渉を低減するために、互いに所定の隙間（溝、間隙、ギャップ）を空けて基板上に配置される。さらに相互干渉を低減するために、超音波を吸収する超音波吸収材がこの隙間に充填されることが好ましい。その超音波吸収材としては、ポリイミド樹脂やエポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂等を用いることができる。

#### 【0030】

前記送信層 21 および受信層 22 は、大略的に、音響制動部材（バッキング層）211, 221、圧電素子層 212, 222 および音響整合層 213, 223 がそれぞれ積層されて構成されている。前記圧電素子層 212, 222 の一方の面（図 4（b）の例では上方の被検体側）には接地電極 214, 224 が形成され、共に接地線（アース線）24 に接続されている。これに対して、前記圧電素子層 212, 222 の他方の面（図 4（b）の例では下方の被検体とは反対側）には信号電極 215, 225 が形成され、それぞれ送

10

20

30

40

50

信信号線 25 および受信信号線 26 に接続されている。

【0031】

前記音響制動部材 211, 221 は、超音波を吸収する材料から構成され、それぞれ圧電素子層 212 から放射される送信超音波を吸収し、また圧電素子層 222 を通過した受信超音波を吸収する。なお、送信層 21 と受信層 22 との間に音響制動部材 221 を設けると、送信超音波を減衰させてしまうが、送信超音波のエネルギーに対して、受信超音波の後方散乱のエネルギーは、100分の1～1000分の1程度であるので、この後方散乱のエネルギーを吸収できる程度の厚さや材料（充填剤の量、粒子径、粒子形態、充填勾配）を選択して、送信超音波を過度に遮断しなければよい。

【0032】

送信側の圧電素子層 212 には、たとえば無機圧電材料が用いられる。その無機圧電材料の中でも、電気エネルギーを超音波振動エネルギーに変換する変換効率の高いセラミック圧電材料が好ましく、しかも近年は鉛を含まないものが推奨され、いわゆる PZT、水晶、ニオブ酸リチウム ( $\text{LiNbO}_3$ )、ニオブ酸タンタル酸カリウム ( $\text{K}(\text{Ta}, \text{Nb})\text{O}_3$ )、チタン酸バリウム ( $\text{BaTiO}_3$ )、タンタル酸リチウム ( $\text{LiTaO}_3$ ) およびチタン酸ストロンチウム ( $\text{SrTiO}_3$ ) 等を好適に用いることができる。或いは、酸化ニオブ ( $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ) と水酸化カリウム ( $\text{KOH}$ ) とを用い、150～200 に加熱する水熱合成法によって、 $\text{KNbO}_3$  の高品質粉末を得る技術が提案されており（たとえば特開 2004-284889 号公報参照）、このような材料も採用可能である。この系統は、化学式で  $(\text{K}, \text{Li}, \text{Na})(\text{Nb}, \text{Ta})\text{O}_3$  と表される。これらの音響インピーダンスは、20～50 (Mrals) の範囲にあり、比較的高い音響インピーダンスを持ち、好適である。

【0033】

一方、受信側の圧電素子 222 としても、送信の電気エネルギーを振動に変換する効率の高いセラミック圧電素子が好ましく、代表的には、鉛、ジルコニウム、チタン原子を含む PZT 素子が挙げられるが、鉛を含まないチタン酸バリウム、ニオブ酸リチウム、ニオブ酸カリウムなども挙げることができる。また、前記  $\text{KNbO}_3$  を用いることもできる。

【0034】

さらに、受信用圧電素子として、上記セラミック材料を使用する代わりに、PVDF のような有機圧電素子を使用することができる。有機圧電素子は、音響インピーダンスが低いので、前記音響整合層 223 を設けなくてもよいという利点を有する。前記 PVDF としては、トリ弗化エチレンを 25 モル%、弗化ビニリデンを 75 モル% 含有する共重合体が好ましく、有機の圧電素子として高い圧電特性が得られ、広帯域でもある。また、前記 PVDF の代わりに、受信側の圧電素子 222 に使用する好ましい態様の 1 つとして、ポリ尿素を挙げることができる。ポリ尿素用のポリマーとして、一般式として  $(-\text{NH}-\text{R}-\text{CO}-)_n$  の構造を示すことができるが、ここで R が任意の置換基で置換されてもよく、アルキレン基、フェニレン基、2 価のヘテロ環基、ヘテロ環基を含んでいてもよい。ポリ尿素は尿素誘導体とその他のモノマーとの共重合体であってもよい。好ましいポリ尿素として、4, 4'-ジアミノジフェニルメタン (MDA) と、4, 4'-ジフェニルメタンジイソシアナート (MDI) を使用する芳香族ポリ尿素を挙げることができる。

【0035】

そして、それらの送信用圧電素子層 212 と受信用圧電素子層 222 との間に少なくとも 1 層の音響整合層 213 を設ける。該音響整合層 213 の音響インピーダンスは、送信用圧電素子層 212 の音響インピーダンスと受信用圧電素子層 222 の音響インピーダンスの間のインピーダンスが好ましい。上述のように送信用にセラミックの圧電素子層 222 を使用すると音響インピーダンスが 20～50 (Mrals) の範囲になり、有機の圧電素子層 212 は 2～10 (Mrals) の音響インピーダンスとなる。したがって、前記音響整合層 213 の音響インピーダンスは、2～30 (Mrals) の範囲が好ましい。すなわち、送信用圧電素子層 212 の音響インピーダンスを  $Z_t$ 、受信用圧電素子層 222 の音響インピーダンス  $Z_r$  とすると、音響整合層 213 の音響インピーダンス

10

20

30

40

50

$Z_i$ との関係は、 $Z_t < Z_i < Z_r$ の関係になるのが好ましい。そして、前記音響整合層213をn層にする場合には、送信側から受信にかけての音響インピーダンスを $Z_{i1}$ ,  $Z_{i2}$ ,  $Z_{i3}$ , ...,  $Z_{in}$ とすると、 $Z_{i1} < Z_{i2} < Z_{i3} < \dots < Z_{in}$ のような関係になることが好ましい。前記音響整合層213は、この関係で多ければ多い程整合が取れるが、性能と生産性から、2~3層程度が好ましい。2層の場合、 $2 < Z_{i2} < 7$ 、 $10 < Z_{i1} < 30$ の範囲が好ましい。これらの値より小さい場合や大きい場合は、音響インピーダンスの整合が取りにくくなる。音響インピーダンスの整合には、デジレ(Desilets)のKLMモデルやドール(Doll)の計算式を適用してもよい。

#### 【0036】

前記音響整合層213として、前記の音響インピーダンスを実現する樹脂素材には、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、シリコン樹脂、ポリオレフィン樹脂、シクロオレフィン樹脂、ポリエスエル樹脂、およびポリビニルブチラール樹脂が好ましい。前記エポキシ樹脂としては、ビスフェノールAとエピクロルヒドリンとの共重合体が最も好ましい。前記エポキシ樹脂の硬化剤としては、種々のポリアミンや酸無水物が使用される。前記ポリイミド樹脂としては、ピフェニルテトラカルボン酸二無水(BPDA)とジアミンとの縮重合によるものが好ましい。前記シリコン樹脂としては、シロキサン結合したオルガノポリシロキサンが好ましく、オルガノ基の選択によって好適な構造を選択することができる。このような樹脂のなかに、各種添加物、たとえばタングステン粒子、タンタル粒子、銅粒子、アルミニウム粒子、銀粒子、白金粒子などを添加することによって、音響インピーダンスを調節することができる。特にタングステン粒子をビスフェノール型のエポキシ樹脂に添加することで、本発明の音響整合層213に必要な音響インピーダンス2~50(Mrals)を得ることができる。

#### 【0037】

また、もう1つの音響整合層として、本実施の形態では、超音波探触子1の頭部(受信用の圧電素子222と音響レンズ23との間に音響整合層223を設けている。この音響整合層223は、空気の音響インピーダンスと受信用の圧電素子222の音響インピーダンスとの間になるように設定するのが好ましい。この音響整合層223の材質としては、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、ポリイミド樹脂、ポリビニルブチラール樹脂等が好ましい。これらの樹脂の音響インピーダンスは2~5であり、音響インピーダンスを調節するために、シリカ粒子、硝子粒子、金属粒子(タングステン、亜鉛、アルミニウム、錫、銀、白金、金等)を添加してもよい。ここで、受信用の圧電素子層222に有機の圧電素子を使用する場合には、前述のように該有機の圧電素子は音響インピーダンスが低いので、この音響整合層223は、無くてもよい。また、この音響整合層223は、前述の音響整合層213と同様に、1層に限らず、複数層から構成されてもよい。さらにまた、音響レンズ23には、この音響整合層223の樹脂と同じ樹脂を使用してもよく、樹脂に添加する添加物の量を適宜調節して、所望の音響インピーダンスを得ることができる。

#### 【0038】

上述のように構成される超音波送受信子6において、さらに注目すべきは、本実施の形態では、前記送信層22の圧電素子層212および受信層22の圧電素子層222が、図4(b)で示されるように、相互に異なる複数(図4(b)では3つ)の厚さ部分212a, 212b, 212c; 222a, 222b, 222cから構成されていることである。ここで、前記圧電素子層212, 222の共振周波数は、圧電振動方向、すなわち該圧電素子層212, 222の厚み方向の厚さに反比例して調整され、半分の厚さで2倍、1/4の厚さで4倍の共振周波数に設定できる。したがって、各厚さ部分212a, 212b, 212c; 222a, 222b, 222cを共通の電極214, 215; 224, 225で振動させても、複数の周波数をそれぞれ個別に送信および受信可能となる。

#### 【0039】

以下に図5を用い、図4(b)を参考にしながら、前記超音波送受信子6の製造方法の一例を説明する。図4(b)に示すように、この送受信分離型の超音波送受信子6は、送

10

20

30

40

50

信用の圧電素子層 2 1 2 と受信用の圧電素子層 2 2 2 とを音響整合層 2 1 3 を挟んで積層した構造になっている。そこで、送信用の圧電素子層 2 1 2 と受信用の圧電素子層 2 2 2 とを別途に製作する。

#### 【 0 0 4 0 】

先ず送信用の圧電素子層 2 1 2 は、圧電薄板を電極層 2 1 4 , 2 1 5 で挟み込んだ構造を成している。このような構造は、たとえば圧電セラミックグリーンシートを目的の発振周波数に応じて、すなわち各厚さ部分 2 1 2 a , 2 1 2 b , 2 1 2 c の厚さに応じた枚数を積層した後、銀ペースト等によって電極層 2 1 4 , 2 1 5 を印刷形成したものを焼成することによって作成することができる。或いは、最も厚い厚さ部分 2 1 2 a に合わせた枚数を積層して焼結し、さらに残余の厚さ部分 2 1 2 b , 2 1 2 c を切削した後（図 5 は切削を示している）、銀ペースト等によって電極層 2 1 4 , 2 1 5 を印刷形成したものを焼成することによって作成することができる。焼結後の最終厚さを所期の精度で管理できる場合には、電極を貼付ける工程を考えると、積層が望ましい。すなわち、基本は積層で、切削は微調整程度とするのが望ましい。

10

#### 【 0 0 4 1 】

たとえば、厚み方向の周波数定数が  $2000 \text{ MHz} \cdot \text{m}$  の P Z T のグリーンシートでは、 $4 \text{ MHz}$  の周波数を発振するには  $500 \mu\text{m}$ 、 $8 \text{ MHz}$  で  $250 \mu\text{m}$ 、 $16 \text{ MHz}$  では  $125 \mu\text{m}$  となる。このように、圧電材料の周波数定数から求めた最適な共振周波数の厚さ（前記焼結後の最終厚さ）を求めて、圧電素子層 2 1 2 の厚さを設定できる。そして、送信用の圧電素子層 2 1 2 として、低周波から高周波までを発信できるためには、多くの周波数の超音波を発信可能であることが望まれるが、少なくとも前記 3 つの厚さ部分 2 1 2 a , 2 1 2 b , 2 1 2 c を設けることが好ましい。具体的には、各厚さ部分 2 1 2 a , 2 1 2 b , 2 1 2 c の共振周波数が、 $3 \sim 6 \text{ MHz}$ 、 $6 \sim 12 \text{ MHz}$  および  $12 \sim 25 \text{ MHz}$  となるように設定され（前記の  $4 \text{ MHz}$ 、 $8 \text{ MHz}$ 、 $16 \text{ MHz}$  の周波数は、これらの範囲の中央値である。）、或いは  $7 \sim 12 \text{ MHz}$ 、 $12 \sim 16 \text{ MHz}$  および  $16 \text{ MHz} \sim 25 \text{ MHz}$  となるように設定される。これは、 $3 \sim 6 \text{ MHz}$  は断層深部（ $10 \sim 20 \text{ cm}$ ）を、 $7 \sim 11 \text{ MHz}$  は中程度（ $3 \sim 10 \text{ cm}$ ）、 $12 \sim 25$  は浅部断層（ $0.1 \text{ mm} \sim 3$ ）に適した超音波周波数であるからである。

20

#### 【 0 0 4 2 】

なお、受信用の圧電素子層 2 2 2 の共振周波数は、送信基本周波数の等倍から 10 倍以内で任意に選択されればよく、整数倍が好ましく、偶数倍でも奇数倍でもよく、奇数と偶数との組み合わせでもよい。また、各共振周波数は、オーバーラップしていることが好ましい。

30

#### 【 0 0 4 3 】

また、前記圧電セラミックグリーンシートの積層の際、或いは切削の際に、各厚さ部分 2 1 2 a , 2 1 2 b , 2 1 2 c 間に溝 2 1 6 が形成されるように、隙間を開けて積層、或いは切削を行うことで、前記各厚さ部分 2 1 2 a , 2 1 2 b , 2 1 2 c の共振周波数を厳密に設定することができる。前記溝 2 1 6 は、電極層 2 1 4 , 2 1 5 の形成前に、エポキシ樹脂等で硬化する。電極層 2 1 4 , 2 1 5 の形成の後、前記各厚さ部分 2 1 2 a , 2 1 2 b , 2 1 2 c による段差を解消するために、誘電体層 2 1 2 d が塗布され、さらに送信信号線 2 5 および接地線（アース線）2 4 の引出しが行われる。前記誘電体層 2 1 2 d には、一般的に使用されるエポキシ樹脂、アクリレート樹脂、オレフィン樹脂、ウレタン樹脂などから選択して使用することができ、中でもエポキシ樹脂が、性能、コスト、製造等の面から好ましい。さらにその後、前記の材料から成る音響整合層 2 1 3 および音響制動部材 2 1 1 が貼付けられて、送信層 2 1 が完成する。

40

#### 【 0 0 4 4 】

一方、受信用の圧電素子層 2 2 2 は、 $\text{P}(\text{VDF} - \text{TrFE})$  や  $\text{P}(\text{VDF} - \text{TeFE})$  などの有機圧電素子の周波数定数から厚さを求め、その厚さになるように塗設や延伸を行うことで作成される。前記 VDF はフッ化ビニリデンを、TrFE は 3 フッ化エチレンを、TeFE はテトラフルオロエチレンを示し、前記  $\text{P}(\text{VDF} - \text{TrFE})$  と  $\text{P}(\text{VDF} - \text{TeFE})$  の

50

F - T e F E ) とは、フッ化ビニリデンと、それぞれ 3 フッ化エチレンとの或いはテトラフルオロエチレンとの共重合体を示す。延伸は 1 軸と 2 軸とがあり、多軸 ( 2 軸 ) 延伸としては、鍛造が好ましく適用される。鍛造は、ハンマーや圧着器等で叩いて、前記各厚さ部分 2 2 2 a , 2 2 2 b , 2 2 2 c に対応した圧力 P 1 , P 2 , P 3 を加え、有機薄膜内部の空隙をつぶし、結晶を微細化し、結晶の方向を整えて強度を高めるとともに、圧電素子層 2 2 2 の形状に成形することで行われる。たとえば、5 k P a ~ 1 G P a の範囲の圧力を加えることが好ましい。それは、この圧力以下では、薄膜内部の結晶や分子の配列の制御が充分でなく、圧電性能が向上せず、これ以上の圧力では、膜が破壊されてしまうためである。そして、このように構成した圧電素子層 2 2 2 に電極 2 2 4 , 2 2 5 が形成され、それぞれ送信信号線 2 5 および受信信号線 2 6 に接続されている。さらに、音響整合層 2 2 3 および音響制動部材 2 2 1 が貼付けられて、受信層 2 2 が完成する。

10

## 【 0 0 4 5 】

その後、前記送信層 2 1 と受信層 2 2 と音響レンズ 2 3 とが貼り合せられて、超音波送受信子 6 が完成する。前記送信層 2 1 と受信層 2 2 との接合には、汎用の接着剤を使用してもよいが、圧電素子層 2 2 2 を挟む電極 2 2 4 , 2 2 5 電極と前記圧電素子層 2 2 2 との界面の接着強度が不足して剥離し易いので、有機結合材を使用するのが好ましい。好ましい有機結合材として以下のものを挙げるができる。

## 【 0 0 4 6 】

ポリビニルブチラール、ポリオレフィン、ポリシクロオレフィン、ポリアクリレート、ポリアミド、ポリイミド、ポリエステル、ポリスルホン、シリコンおよびその誘導体から成る樹脂等である。ポリビニルブチラールは、化審法の既存化学物質として ( 6 ) - 7 0 8 ( C A S N o . 6 3 1 4 8 - 6 5 - 2 ) を代表例に挙げるができる。ポリアミドは、ポリアミド 6、ポリアミド 6 6、ポリアミド 6 1 0、ポリアミド 6 1 2、ポリアミド M X D 6、ポリアミド 1 1、ポリアミド 1 2、ポリアミド 4 6、メトキシ化ポリアミド ( 既存化学物質 ( 7 ) - 3 8 3 等である。ポリイミドは、N A S A が開発した既存化学物質番号 ( 7 ) - 2 2 1 1 ( C A S N o . 6 1 1 - 7 9 - 0 ) を挙げるができる。シリコンとしては、既存化学物質 ( 7 ) - 4 7 6 , ( 7 ) - 4 7 4 , ( 7 ) - 4 7 7 , ( 7 ) - 4 8 3 , ( 7 ) - 4 8 5 等が挙げられる。エポキシ化合物としては、ポリフェノール型、ポリグリシジルアミン型、アルコール型、エステル型などがあるが、特に脂環式型が好ましく、既存化学物質番号で 3 - 2 4 5 2、3 - 3 4 5 3、4 - 4 7、5 - 1 0 5 2 等

20

30

## 【 0 0 4 7 】

上記の積層製作行程では、送信用の圧電素子層 2 1 2 と受信用の圧電素子層 2 2 2 とを、それぞれセラミックシートと有機薄膜シートとの状態で何れか一方の電極を印刷しておいて、音響整合層 2 1 3 および音響制動部材 2 2 1 を挟んで貼合わせることで合体化しているが、その際に、圧電素子材料の送受信感度特性や駆動あるいは受信回路の入出力インピーダンス等を考慮して各積層構造の厚みや材料を選択して送信用および受信用の圧電層 2 1 , 2 2 を製作することが必要である。したがって、送信用の圧電素子層 2 1 2、音響整合層 2 1 3、音響制動部材 2 2 1 および受信用の圧電素子層 2 2 2 は、それぞれインピーダンスを適宜選択したものとなるのが好ましい。また、送信用の圧電素子層 2 1 2 のみをグリーンシートの積層工法によって焼成製作し、音響整合層 2 1 3、音響制動部材 2 2 1 および受信用圧電素子層 2 2 2 を後から貼合わせて被覆してもよく、前記音響整合層 2 1 3、音響制動部材 2 2 1 および受信用圧電素子層 2 2 2 がフッ化ビニリデン系材料から成る場合には、予め塗布乾燥され、1 軸延伸されて成るシートを重ねて加工したものを使用し、接着させた構造でもよい。特に、フッ化ビニリデン系材料には、予め圧電効果が最大となるように一軸延伸し、分極処理 ( ポーリング処理 ) を掛けたシートを有機結合剤

40

50

を使用して貼合わせた積層型のものが好ましい。

【0048】

前記受信用の圧電素子層222に用いる有機圧電シートとしては、低い引張弾性率を有する高分子圧電膜である前記のP(VDF-TrFE)やP(VDF-TeFE)が特に好ましい。中でも、成膜後の熱処理工程(強誘電-常誘電相転移点と融点との間の温度の熱を印加することで結晶性を高める工程)時の徐冷速度を3 /分程度に早めることによって得られるものや、圧電膜を分極後、100度の温度で数十分(20~30分間)アニーリングを施すことで、弾性率を若干下げたものが好ましい。また、この他にも製造工程中の操作で引張弾性率を低下させたものであれば、どのような方法を用いたものでもよい。

10

【0049】

前記有機圧電シートにおける原料ポリマの分子量に関しては、一般に、高分子では分子量の増加に伴って高分子特有の柔軟性やしなやかさを持ち、低い引張弾性率をもった圧電膜となる。前記P(VDF-TrFE)やP(VDF-TeFE)において、230におけるメルトフローレート(Melt Flow Rate)が0.02g/分以下、より好ましくは、0.01g/分以下である高分子圧電体を使用すると、引張弾性率の低い高分子圧電膜になり、高感度な圧電シートが得られる。

【0050】

一方、P(VDF-TrFE)の場合、共重合比によって厚み方向の電気機械結合定数(圧電効果)が変化するので、たとえばフッ化ビニリデンの共重合比が60~99mol%が好ましいが、セラミック圧電層21と有機圧電層22とを重ねる時に使用する有機結合剤の使用方法にもよるので、その最適値は変化する。最も好ましいフッ化ビニリデンの共重合比の範囲は、85~99mol%である。フッ化ビニリデンを前記85~99mol%にして、パーフルオロアルキルビニルエーテル、パーフルオロアルコキシエチレン、パーフルオロヘキサエチレン等を1~15mol%にしたポリマーは、送信用セラミック圧電素子層212と受信用有機圧電素子層222との組み合わせにおいて、送信基本波を抑制して、高調波受信の感度を高めるので特に好ましい。従来は、テトラフルオロエチレンや3フッ化エチレンがよいとされていたが、本実施の形態の複合素子では、パーフルオロアルキルビニルエーテル(PFA)やパーフルオロアルコキシエチレン(PAE)、パーフルオロヘキサエチレンを使用することが好ましい。

20

30

【0051】

その他の有機圧電素子層222用の高分子として、ポリ尿素樹脂が挙げられる。好ましいポリ尿素としては、下記のa/bの組合せによるポリ尿素を挙げることができる。4,4'-ジアミノジフェニルメタン/3,3'-ジメチルジフェニル-4,4'-ジイソシアナート、4,4'-ジアミノジフェニルメタン/o-ジアニシジンジイソシアナート、4,4'-ジアミノジフェニルメタン/メチレンビス(4-イソシアナート-2-メチルベンゼン)、4,4'-ジアミノジフェニルメタン/4,4'-ジフェニルメタンジイソシアナート(MDI)、4,4'-ジアミノジフェニルメタン/2,4-トルエンジイソシアナート(2,4-TDI)、4,4'-ジアミノジフェニルメタン/2,6-トルエンジイソシアナート(2,6-TDI)、4,4'-ジアミノジフェニルメタン/ビス(4-イソシアナートフェニル)エーテル、4,4'-ジアミノジフェニルメタン/p-フェニレンジイソシアナート、4,4'-ジアミノジフェニルメタン/1,5-ナフタレンジイソシアナート等を挙げることができる。

40

【0052】

高分子膜の製法は、それぞれのモノマーを真空中で蒸発させ、重合させる蒸着重合の方法や予めモノマー同士を重合させたポリマーを適当な溶媒で溶解し、溶媒を蒸発させて薄膜を形成する塗布による方法などが存在する。圧電性はポリマーの重合度、分子量分布、共重合比で変化するので、適宜選択することが好ましい。特に、延伸することで分子を一定方向に配向させるので、2軸延伸や多軸延伸である鍛造が好ましい。鍛造は、薄膜を圧力で多方向に引き延ばすもので、元の薄膜を2倍から6倍の範囲で多軸に延伸することが

50

でき、圧電性の付与には得に好ましい。圧力は、前述のごとく  $5 \text{ kPa} \sim 1 \text{ GPa}$  の範囲で任意に実施することができるので、加温しつつこの方法を採用することは素子の作成が簡便であるというメリットがある。

#### 【0053】

高分子圧電膜は、分極反転が起こるまでポーリングすることが好ましく、前記分極反転は、ポーリング電場の方向を繰返し反転させて印加することによって得られる。このような分極分布状態の形成を充分に行える回数は温度によって異なり、常温では数万回～数十万回と必要であるが、 $80$  以上の高温では数回～数十回でよい。また、受信用の圧電素子の場合には、該素子の薄膜形成時に、 $1 \text{ mW} \sim 1 \text{ kW/cm}^2$  のコロナ処理を常圧で実施してもよい。

10

#### 【0054】

以下に、本願発明者の実験結果を示す。図4に示す構成の超音波送受信子6を作成し、送信用の圧電素子層212としては、周波数  $4 \text{ MHz}$  の発振が可能な音響インピーダンス  $34 \text{ Mrayls}$  の PZT を使用した。この圧電素子層212を前記3つの厚さ部分212a, 212b, 212cに分割し、半分の厚さの厚さ部分212bは  $8 \text{ MHz}$ 、 $1/4$  の厚さの厚さ部分212cは  $16 \text{ MHz}$  の共振周波数とした。一方、受信用の圧電素子層222としては、トリフ化エチレンが  $25 \text{ mol}\%$  であり、 $75 \text{ mol}\%$  が弗化ビニリデンから成る数平均分子量  $30$  万の共重合体：P(VDF/3FE) を使用した。該 P(VDF/3FE) の音響インピーダンスは  $4.5$  であり、この P(VDF/3FE) を、 $4 \text{ MHz}$ 、 $8 \text{ MHz}$ 、 $16 \text{ MHz}$  の周波数を共振受信できるように、前記3つの厚さ部分222a, 222b, 222cに分割して、振動方向の厚さを鍛造設定した。鍛造はハンマーで、最も厚い厚さ部分222aを  $5 \text{ MPa}$ 、中間の厚さ部分222b部分を  $10 \text{ MPa}$ 、最も薄い厚さ部分222c部分を  $20 \text{ MPa}$  で、温度を  $120$  の一定に保持しながら行った(試料1)。これに対して、比較用として、鍛造なしで、溶媒メチルエチルケトンに溶解して塗布乾燥した薄膜も作成した(試料2)。

20

#### 【0055】

共通に、音響整合層213は、2層型として、ビスフェノールA型エポキシ樹脂に平均粒子径  $3 \mu\text{m}$  のタングステン粉末を分散して、音響インピーダンスが7(受信側に近い)および  $15 \text{ Mray}$  (送信側に近い)に調整した。また、音響整合層223は、添加物なしのシリコン樹脂のみの層を使用した。音響制動部材221にはビスフェノール型エポキシ樹脂に平均粒子径  $5 \mu\text{m}$  のタングステン粉末を添加した P(VDF/3FE) 膜の音響インピーダンスが  $7 \text{ Mray}$  となるように作成し、音響制動部材211は  $37 \text{ Mray}$  となるように作成した。誘電体層212d、222dは、タングステン粉を入れたエポキシ樹脂で封入して構成した。電極層214, 215; 224, 225はアルミニウム蒸着で配線し、接地線24、信号線25, 26を図4の如く配線し、送信回路11および増幅回路12に結線した。圧電素子20は、8個を1次元アレイ状に配列した。

30

#### 【0056】

そして、性能評価は、送信信号として、基本波が  $4 \text{ MHz}$ 、 $8 \text{ MHz}$  および  $16 \text{ MHz}$  で発振されていることを確認し、高次調波として、 $8 \text{ MHz}$  (2倍波)、 $12 \text{ MHz}$  (3倍波)、 $16 \text{ MHz}$  (4倍波)、 $24 \text{ MHz}$  (6倍波)までの受信試験を行った。試料1は試料2に対して、広い周波数域で高い感度 ( $6 \text{ dB}$ ) を得るとともに、 $-6 \text{ dB}$  比帯域で、 $+260\%$  の広帯域が得られることを確認した。また、送信用の圧電素子層212と受信用の圧電素子層222との間に、音響整合層が213あると感度が高く、帯域が広くなった。この音響整合層213の挿入方法として、1層であるよりも、層入れて音響整合することが好ましいことも確認した。

40

#### 【0057】

有機薄膜として P(VDF/3FE) の代わりに、4,4'-ジアミノジフェニルメタン(MDA)と4,4'-ジフェニルメタンジイソシアナート(MDI)を使用する芳香族ポリ尿素を使用した圧電素子も、受信周波数帯域の広がった性能が得られた。その場合、3周波加工のない圧電素子では、帯域幅は  $-6 \text{ dB}$  比帯域で、 $80\%$  であった。

50

## 【0058】

以上のように、本実施の形態の超音波探触子1では、超音波送受信子6を構成する複数の各圧電素子20を、送信層21の上に受信層22を積層して構成するとともに、それらの送信層21および受信層22を、複数の周波数をそれぞれ個別に送信および受信可能となるように、相互に異なる複数の厚さ部分212a, 212b, 212c; 222a, 222b, 222cで構成するので、各厚さ部分212a, 212b, 212c; 222a, 222b, 222cを共通の電極214, 215; 224, 225で振動させても、共振周波数は圧電振動方向の厚さに反比例して調整され、半分の厚さで2倍、1/4の厚さで4倍の共振周波数に設定でき、複数の基本波を同時に送信でき、或いは基本波に高次調波を同時に受信できるようになる。これによって、単体の超音波探触子1で、その使用周波数帯域を低周波から高周波まで広帯域化することができ、該超音波探触子1の交換または切替えを伴うことなく、浅部から深部まで鮮明な画像を得ることができるとともに、高次調波断面画像も同様に得ることができる。

10

## 【0059】

なお、図4(b)で示すように、圧電素子層212, 222の厚さの異なる面に連続して形成される電極層215, 225において、同図の上下に走る段差部分(溝216, 226の延長線上の部分)に対して、側部や音響制動部材211内を引回される配線(受信信号線26、送信信号線25および接地線24)とによって、圧電素子本体(各厚さ部分212a, 212b, 212c; 222a, 222b, 222c)に電界が発生しないように、前記配線が引回されることが望ましい。図4(b)では、図から明らかなように、そのような横方向の電界は、誘電体層212d, 222dに加わるようになっている。

20

## 【図面の簡単な説明】

## 【0060】

【図1】本発明の実施形態における超音波探触子を備える超音波診断装置の外観構成を示す図である。

【図2】前記超音波診断装置における診断装置本体の一構成例を示すブロック図である。

【図3】本発明の実施の一形態に係る超音波探触子の断面図である。

【図4】前記超音波送受信子の構造を説明するための図である。

【図5】前記超音波送受信子の製造方法の一例を説明するための図である。

30

## 【符号の説明】

## 【0061】

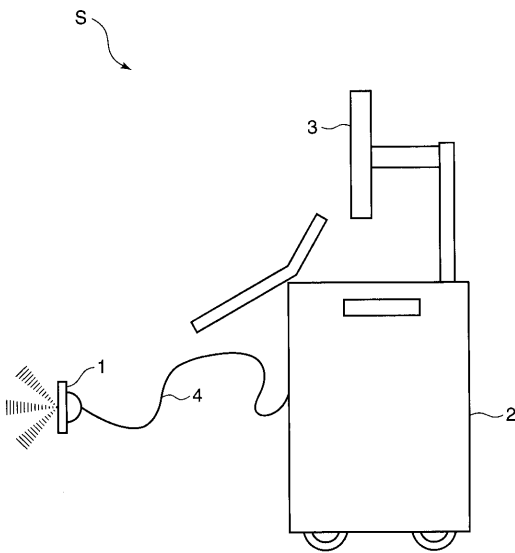
- 1 超音波探触子
- 2 診断装置本体
- 3 表示部
- 4 同軸ケーブル
- 5 筐体
- 6 超音波送受信子
- 7, 8 駆動回路基板
- 11 送信回路
- 12 増幅回路
- 13 受信回路
- 14 制御回路
- 15 DSP
- 16 アナログ/デジタル変換器
- 17 デジタル/アナログ変換器
- 20 圧電素子
- 21 送信層
- 22 受信層
- 23 音響レンズ
- 24 接地線(アース線)

40

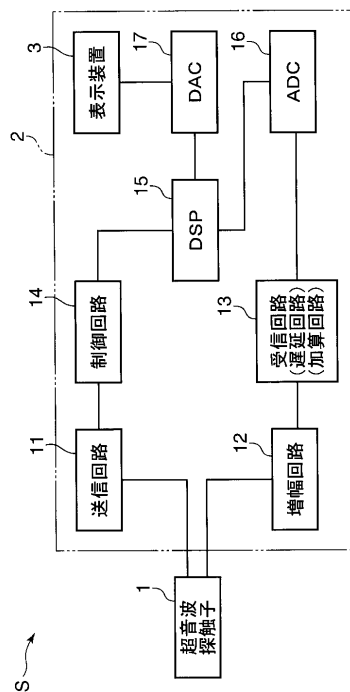
50

- 2 5 送信信号線
- 2 6 受信信号線
- 2 1 1 , 2 2 1 音響制動部材 ( バックینگ層 )
- 2 1 2 , 2 2 2 圧電素子層
- 2 1 2 a , 2 1 2 b , 2 1 2 c ; 2 2 2 a , 2 2 2 b , 2 2 2 c 厚さ部分
- 2 1 3 , 2 2 3 音響整合層
- 2 1 4 , 2 2 4 接地電極
- 2 1 5 , 2 2 5 信号電極
- 2 1 6 , 2 2 6 溝
- S 超音波診断装置

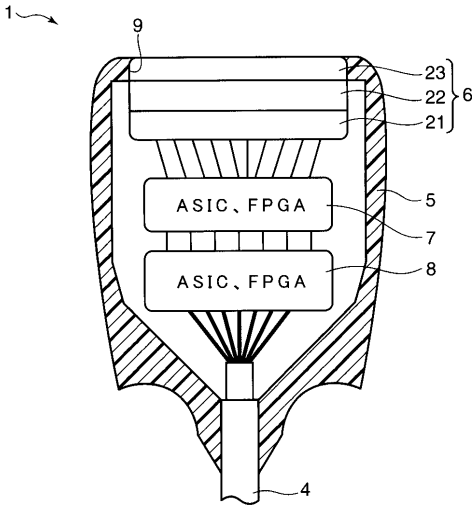
【 図 1 】



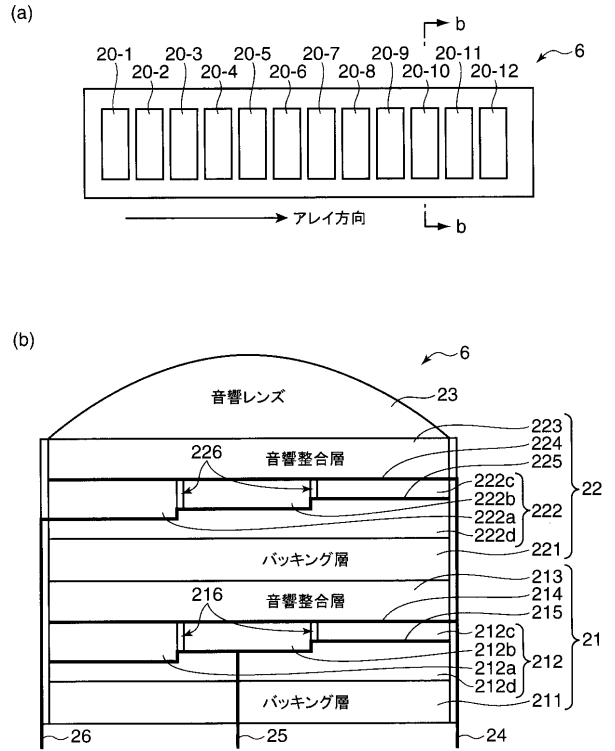
【 図 2 】



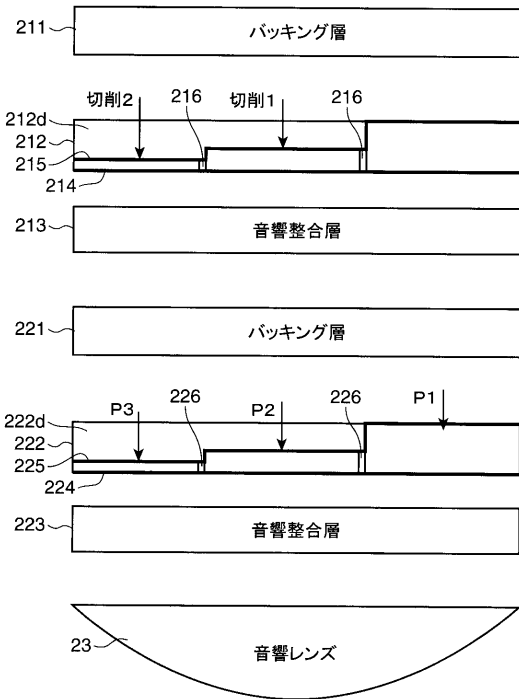
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4C601 DE08 EE01 GB15 GB44 GB45 HH35  
5D019 AA09 BB02 BB04 BB19 FF04 GG01 GG06

专利名称(译)	超声波探头和使用其的超声波诊断装置		
公开(公告)号	<a href="#">JP2009296055A</a>	公开(公告)日	2009-12-17
申请号	JP2008144895	申请日	2008-06-02
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达医疗印刷器材有限公司		
[标]发明人	西尾昌二 羽生武		
发明人	西尾 昌二 羽生 武		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00		
FI分类号	H04R17/00.330.K A61B8/00 H04R17/00.332.A		
F-TERM分类号	4C601/DE08 4C601/EE01 4C601/GB15 4C601/GB44 4C601/GB45 4C601/HH35 5D019/AA09 5D019/BB02 5D019/BB04 5D019/BB19 5D019/FF04 5D019/GG01 5D019/GG06		
代理人(译)	樱井 智		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：制造用于宽带和单体用超声诊断设备的超声波探头。  
 ŽSOLUTION：在包括多个阵列压电元件20的超声波发射器 - 接收器6中，每个压电元件20通过在传输层21上层压接收层22和用于传输的压电元件层212和压电元件来配置接收层222由多个相互不同的厚度部分212a, 212b, 212c构成;222a, 222b和222c。因此，即使各个厚度部分通过公共电极214,215振动;如图224和225所示，谐振频率被调整为与厚度成反比，并且同时发送多个基波或同时接收基波和高次谐波。因此，通过单个超声波探头加宽使用频带，从浅部分到较深部分获得清晰图像，而不伴随超声波探头的更换或转换，并且获得高次谐波断层图像。，以及。Ž

