

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4593375号  
(P4593375)

(45) 発行日 平成22年12月8日(2010.12.8)

(24) 登録日 平成22年9月24日(2010.9.24)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>HO4R</b>	<b>17/00</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4R	17/00	332B
<b>A61B</b>	<b>8/00</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4R	17/00	330J
<b>GO1N</b>	<b>29/24</b>	<b>(2006.01)</b>	A61B	8/00	
<b>HO4R</b>	<b>31/00</b>	<b>(2006.01)</b>	GO1N	29/24	502
			HO4R	31/00	330

請求項の数 16 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2005-168033 (P2005-168033)  
 (22) 出願日 平成17年6月8日(2005.6.8)  
 (65) 公開番号 特開2006-345148 (P2006-345148A)  
 (43) 公開日 平成18年12月21日(2006.12.21)  
 審査請求日 平成20年5月29日(2008.5.29)

(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 100101454  
 弁理士 山田 卓二  
 (74) 代理人 100111224  
 弁理士 田代 攻治  
 (72) 発明者 佐藤 利春  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下  
 電器産業株式会社内

審査官 大野 弘

(56) 参考文献 特開平08-186896 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波探触子とその製造方法、及び超音波診断装置並びに超音波探傷装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検物の表面に押し当てて超音波の送受信を行う超音波探触子を製造する方法であって、音響整合層が接合される側の共通電極層の表面上に当該表面の高さを計測するための高さ計測部を設け、前記音響整合層の接合後に前記高さ計測部の高さを計測し、当該計測結果を基に各圧電体に対応して音響整合層を分割する分割手段の切り込み深さを制御することを特徴とする製造方法。

【請求項2】

前記共通電極層が接合される側の圧電体の電極層表面上、または前記音響整合層と前記圧電体の間に第2の音響整合層が設けられている場合には前記音響整合層が接合される側にある当該第2の音響整合層の表面上に、当該圧電体の電極層表面の高さまたは当該第2の音響整合層の表面の高さを計測する第2の高さ計測部をさらに設け、前記音響整合層の接着後に前記第2の高さ計測部の高さをさらに計測し、前記高さ計測部及び当該第2の高さ計測部の双方における計測結果を基に各圧電体に対応して音響整合層を分割する分割手段の切り込み深さを制御することを特徴とする、請求項1に記載の製造方法。

【請求項3】

前記音響整合層または共通電極層が接合される前に前記全ての高さ計測部にマスキング材を取り付け、前記計測をする直前に当該マスキングを取り除くことを特徴とする、請求項1または請求項2に記載の製造方法。

【請求項4】

被検物との間で超音波を送受信する複数の圧電体と、前記圧電体の被検物側に設けられる共通電極層と、前記共通電極層の被検物側に設けられる音響整合層とを備える超音波探触子を製造する方法であって、

前記複数の圧電体の被検物側にある電極層の表面に前記共通電極層を接合し、

前記複数の圧電体の配列方向に沿う前記共通電極層の被検物側面上の少なくとも1つの軸のいずれか一方または双方の端部に第1の高さ計測部を設け、

前記共通電極層の被検物側の面上で前記第1の高さ計測部に干渉しない位置に前記音響整合層を接合し、

前記音響整合層の接合後に前記第1の高さ計測部の高さを計測し、

前記計測結果に基づいて、前記各圧電体に対応して前記音響整合層を分割する分割手段の切り込み深さを制御する、各ステップを含むことを特徴とする製造方法。

10

【請求項5】

前記音響整合層と前記圧電体の間に第2の音響整合層が設けられ、前記共通電極層を接合するステップにおいて、当該共通電極層が前記第2の音響整合層の被検物側の表面に接合されることを特徴とする、請求項4に記載の製造方法。

【請求項6】

前記第1の高さ計測部を形成するステップに加え、前記第1の高さ計測部に対応して前記圧電体の電極層の表面上に第2の高さ計測部を設けるステップをさらに備え、

前記第1の高さ計測部の高さを計測するステップにおいて、前記第1及び第2の双方の高さ計測部の高さを計測し、

20

前記分割手段の切り込み深さを制御するステップにおいて、前記第1及び第2の双方の高さ計測部における計測結果に基づいて当該切り込み深さを制御することを特徴とする、請求項4に記載の製造方法。

【請求項7】

前記第1の高さ計測部を形成するステップに加え、前記第1の高さ計測部に対応して前記第2の音響整合層の被検物側の表面上に第2の高さ計測部を設けるステップをさらに備え、

前記第1の高さ計測部の高さを計測するステップにおいて、前記第1及び第2の双方の高さ計測部の高さを計測し、

前記分割手段の切り込み深さを制御するステップにおいて、前記第1及び第2の双方の高さ計測部における計測結果に基づいて当該切り込み深さを制御することを特徴とする、請求項5に記載の製造方法。

30

【請求項8】

前記音響整合層を接合するステップの前に前記高さ計測部にマスキング材を取り付けるステップをさらに含み、

前記高さを計測するステップの前に前記マスキング材を取り除くステップをさらに含むことを特徴とする、請求項4から請求項7のいずれか一に記載の製造方法。

【請求項9】

前記計測部の高さを測定するステップにおいて、前記音響整合層を分割するための分割手段を用いて高さを測定することを特徴とする、請求項4から請求項8のいずれか一に記載の製造方法。

40

【請求項10】

前記音響整合層を分割するステップにおいて、被検物側から前記音響整合層に切り込んで音響整合層を分割する際の分割手段の切り込み深さが、前記高さを計測するステップで得られた前記第1の高さ計測部の高さにはほぼ等しいことを特徴とする、請求項4から請求項9のいずれか一に記載の製造方法。

【請求項11】

前記音響整合層を分割するステップにおいて、被検物側から前記音響整合層に切り込んで音響整合層を分割する際の分割手段の切り込み深さが、前記高さを計測するステップで得られた前記第1の高さ計測部の高さよりも深く、前記第2の高さ計測部の高さよりも浅

50

いことを特徴とする、請求項 6 から請求項 9 のいずれか一に記載の製造方法。

【請求項 1 2】

前記超音波探触子が 2 次元アレイに形成され、前記複数の圧電体が配列される直交する 2 方向に沿う前記共通電極層の被検物側面上の 2 軸の各軸いずれか一方または双方の端部に第 1 の高さ計測部が設けられていることを特徴とする、請求項 4 から請求項 1 1 のいずれか一に記載の製造方法。

【請求項 1 3】

前記超音波探触子が 2 次元アレイに形成され、前記複数の圧電体が配列される直交する 2 方向に沿う前記共通電極層の被検物側面上の 2 軸の各軸いずれか一方または双方の端部に第 1 の高さ計測部を設け、前記第 1 の高さ計測部に対応した位置に前記第 2 の高さ計測部を設けることを特徴とする、請求項 6 から請求項 1 1 のいずれか一に記載の製造方法。

10

【請求項 1 4】

被検物等との間で超音波を送受信する複数の圧電体と、  
前記圧電体の被検物側に設けられる共通電極層と、  
前記共通電極層の被検物側に設けられる音響整合層とを備える超音波探触子であって、  
請求項 1 から請求項 1 3 のいずれか一に記載の製造方法により製造されることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 1 5】

被検物との間に超音波を送受信する超音波探触子と、  
前記超音波探触子との間に電氣的に接続され、前記超音波探触子に駆動信号を送信し、  
前記超音波探触子からの電気信号を処理して診断結果を出力する診断装置本体とから構成される超音波診断装置において、  
前記超音波探触子が、請求項 1 4 に記載の超音波探触子であることを特徴とする超音波診断装置。

20

【請求項 1 6】

被検物との間に超音波を送受信する超音波探触子と、  
前記超音波探触子との間に電氣的に接続され、前記超音波探触子に駆動信号を送信し、  
前記超音波探触子からの電気信号を処理して被検物の欠陥に関する情報を出力する探傷装置本体とから構成される超音波探傷装置において、  
前記超音波探触子が、請求項 1 4 に記載の超音波探触子であることを特徴とする超音波探傷装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、診断、治療などの医療分野や、非破壊検査などの工業分野で利用される超音波探触子とその製造方法、及び当該超音波探触子を用いた超音波診断装置並びに超音波探傷装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置、超音波探傷装置は、超音波を被検体や被検物（以下、この両者を併せて「被検物」という。）内に発信し、特定の部位で反射されるエコー信号を検出してその状況をモニタに表示し、被検物の診断、欠陥検出に必要な情報を提供する。この際、超音波診断装置及び超音波探傷装置は、超音波の送信と、反射されるエコー信号の受信のために超音波探触子を使用している。

40

【0003】

図 7 は、このような超音波探触子の一例を示している。図において、超音波探触子 1 0 は、超音波を送受信する複数個配列された圧電体 1 1 と、圧電体 1 1 の被検物側の前面（図の上方）に設けられる 2 層からなる音響整合層 1 2（1 2 a、1 2 b）と、音響整合層 1 2 の被検物側の表面に設けられる音響レンズ 1 3 と、圧電体 1 1 に対して音響整合層 1 2 の反対側となる背面に設けられる保持部材 1 4 とから構成されている。圧電体 1 1 の前

50

面・背面には、それぞれ図示しない電極層が配置され、圧電体 1 1 との間で電気信号の送受信を行う。

【 0 0 0 4 】

この内、圧電体 1 1 は、P Z T 系などの圧電セラミック、単結晶、あるいは前記材料と高分子を複合した複合圧電体などによって形成され、電圧を超音波に変換して被検物内に送信し、あるいは被検物内で反射したエコーを電気信号に変換して受信する。図示の例では、X 方向に沿って複数の圧電体 1 1 が配列されている。このような圧電体 1 1 の複数個配列は、電子的に超音波を走査して偏向あるいは集束することができ、いわゆる電子走査を可能とする。

【 0 0 0 5 】

音響整合層 1 2 は、超音波を効率よく被検物内に送受信するために設けられ、例えばエポキシ樹脂などの有機材料やガラス、グラファイトなどの無機材料などから構成される。図示の例では 2 層の音響整合層 1 2 a、1 2 b が設けられているが、これは 1 層であっても 3 層以上であってもよい。圧電体 1 1 (電極を含む) とこれに対応した音響整合層 1 2 は圧電振動子を構成する。

【 0 0 0 6 】

音響レンズ 1 3 は、診断画像の分解能を高めるために超音波ビームを絞る役割を果たす。図示の例では Y 方向に沿って凸状となるかまぼこ型に形成され、Y 方向に超音波ビームを絞る。音響レンズ 1 3 はオプション要素であり、必要に応じて設けられる。

【 0 0 0 7 】

また、保持部材 1 4 は、超音波探触子の構成要素である例えばフェライトゴムなどから成り、複数の圧電体 1 1 の配列を保持する。また、圧電体 1 1 の下面から放射される不要な超音波を吸収減衰させるための保持部材であってもよく、例えば仮固着テープや仮止め剤など作成工程中に一時的に圧電体 1 1 を保持しておくものであっても良い。なお、本明細書では、図 7 の X 方向を「走査方向」、Y 方向を「スライス方向」、Z 方向を「(圧電体の) 厚さ方向」とも呼ぶこともある。

【 0 0 0 8 】

図 7 に示すような、圧電体 1 1 を走査方向 1 列に配列した 1 次元アレイの超音波探触子 1 0 に対し、近年では走査方向に直交するスライス方向にも圧電体 1 1 を配列した 2 次元アレイ超音波探触子が見られる。この 2 次元アレイ超音波探触子を利用し、前記走査方向に加えてスライス方向にもダイナミックフォーカスなどの手法を用いることで超音波画像の画質を向上させたり、あるいは電子的な制御によって超音波ビームを 3 次元に走査し 3 次元超音波画像を作成したりする装置が開発されている。

【 0 0 0 9 】

2 次元アレイ超音波探触子において所望の超音波ビームを形成し、それを 3 次元に走査するには、各圧電振動子が個別に振動することが重要となる。そのため、各圧電振動子を個別に駆動するための個別の信号線と接続する駆動電極が、圧電振動子ごとに分割して設けられている。しかしながら、この駆動電極に対応して設けられる接地電極については、同じように圧電振動子ごとに分割して個別に接地線まで取り回すことはスペース的に極めて困難である。このため、分割することなく共通電極として圧電体 1 1 と音響整合層 1 2 の間に設けることが一般的である。

【 0 0 1 0 】

図 7 に示す超音波探触子 1 0 では、音響整合層 1 2 が複数の圧電体 1 1 に対して一体に形成されているが、例えばダイシングソーなどの分割手段を用いて音響整合層 1 2 を各圧電体 1 1 に対応して分割することが知られている(例えば、特許文献 1 参照。)。音響整合層 1 2 をこのように分割することで隣接する圧電振動子間での音響的な結合を遮断し、超音波探触子の指向性を広くする効果を狙ったものである。しかしながら、このように音響整合層 1 2 を分割しようとする、上述したように圧電体 1 1 と音響整合層 1 2 の境界に配置される接地電極までも同時に分割してしまうリスクが生じる。

【 0 0 1 1 】

誤って接地電極を完全に分割してしまった場合、当然ながら分割した接地電極に対応する圧電振動子が駆動できなくなる。完全に分割しないまでも、不完全な接続状態に陥った場合においても安定した駆動信号が供給できなくなり、超音波ビーム形成や超音波ビーム走査などの超音波探触子の性能を劣化させる原因となる。このような事態に対処するため、従来技術では、接地電極を分割することなく、共通接地を損なわない製造方法の提案がなされている（例えば、特許文献2参照）。

#### 【0012】

図8(a)～(c)は、前記特許文献2に開示された超音波探触子の製造手順を示している。図8(c)に示す超音波探触子は、圧電体11の音響放射面上に音響整合層12を設けた圧電振動子20から構成され、圧電体11と音響整合層12の間に接地用の共通電極層16を形成している。また、圧電体11の上下両面には、例えば焼付け銀や金スパッタ、金メッキなどの導電性材料からなる電極層17a、17bが各々設けられており、上側の電極層17aが共通電極層16と、下側の電極層17bは図示しない駆動用電気端子とそれぞれ接続され、これらは図示しない超音波診断装置あるいは超音波探傷装置の本体側につながっている。

10

#### 【0013】

特許文献2に開示された製造手順によれば、まず図8(a)において、音響整合層12の一方の表面に共通電極層16が形成される。この共通電極層16は、隣接する圧電振動子20相互間の間隙となる部分が他の部分よりも厚く形成されている。次に、図8(b)において、圧電体11を音響整合層12に接着する。この際、共通電極層16の厚い部分と薄い部分のパターンが圧電体11の配列を反映したものであることから、共通電極層16の薄くなっている部分に圧電体11の一方の電極層17aを埋め込むようにして加圧接着する。

20

#### 【0014】

次に図8(c)において、音響整合層12を上からダイシングソーなどの分割手段で切断し、音響整合層12を各圧電体11に対応した複数の音響整合層12に分割することで圧電振動子20の配列が形成される。この際、分割する溝の幅を共通電極層16の厚い部分の幅よりも狭くして、分割する位置を共通電極層16の厚い部分の中央に設定する。こうすることによって、ダイシングソーを共通電極層16の前記厚い部分まで追い込んで切断することができ、音響整合層12を確実に分割できると共に、共通電極層16を切らずに残した共通接地電極16として形成することができる。このようにして分割された後の2次元アレイ超音波探触子22の概要は、図9に示される。

30

【特許文献1】特開平9 238399号公報

【特許文献2】特開2002-186617号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0015】

しかしながら、上述した従来技術による超音波探触子の製造方法には未だ改善の余地があった。まず、不均一厚さの共通電極層16を作るために余分な工数が必要とされている。共通電極層16は、箔状の薄板、あるいは音響整合層12への金や銀の蒸着、スパッタリング、あるいは銀の焼き付けなどにより形成される。この際、共通電極層16に対して図8(a)に示すような厚さの変化を設ける場合、薄板状の共通電極層16を研磨などの追加工により部分的に板厚を薄くするか、あるいは蒸着やスパッタリングの際にパターン化したマスキングを使用して部分的に厚さの薄い部分を設けるなどの手間が必要とされる。

40

#### 【0016】

また、圧電体11をこの共通電極層16に接合する際、圧電体11をパターン化された薄い部分に正確に位置合わせした上で接着する必要があるが、2次元(1次元の場合も同様)に展開する多数の微細な圧電体11の配列すべてを、このように正確に位置合わせするには困難を伴う。僅かでも圧電体11に位置ずれが生じて共通電極層16の厚い部分に

50

これが重ってしまうと接合不良の原因となり、電極層 17a と共通電極層 16 との導通不良や圧電振動子 20 の破損の可能性も生ずるものとなる。

【0017】

さらには、たとえ圧電体 11 を全て所定の位置に正確に接合し得たとしても、ダイシングソーによる音響整合層 12 の切断時に、共通電極層 16 の厚い部分の中央に正しくダイシングソーの切り込みを入れ、しかも所定の深さまで正確に切り込むことが極めて重要となるが、このためには分割手段の精緻な位置制御が必要となる。切り込み位置が少しでもずれた場合には隣接する圧電体間をつなぐ共通電極層 16 の部分が切断され、あるいは切り込みが過剰であっても同様に切断の危険があり、逆に切り込みが少なすぎれば音響整合層 12 の分割が不十分となる。各構成要素のばらつきなどを考慮して確実な音響整合層 12 の分割をしようとするれば、いきおい切り込み量が過剰となり易く、共通電極層 16 を切断するリスクが高まる。

10

【0018】

以上より、本発明は上述したような従来技術にある問題を解決するためになされたもので、圧電体の正確な位置合わせを必要とせず、簡便な方法で音響整合層のみを確実に分割し、共通電極を形成することができる超音波探触子の製造方法と、その製造方法によって作成された性能劣化の恐れのない超音波探触子、およびその超音波探触子を用いた超音波診断装置および超音波探傷装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0019】

本発明は、音響整合層が接合される共通電極層の表面上に当該表面の高さを計測するための高さ計測部を設け、前記音響整合層の接合後に前記高さ計測部の高さを計測し、当該計測結果を基に各圧電体に対応して音響整合層を分割する分割手段の切り込み深さを制御することによって上述した問題を解消するもので、具体的には以下の内容を含む。

20

【0020】

すなわち、本発明にかかる 1 つの態様は、被検物の表面に押し当てて超音波の送受信を行う超音波探触子を製造する方法であって、音響整合層が接合される側の共通電極層の表面上に当該表面の高さを計測するための高さ計測部を設け、前記音響整合層の接合後に前記高さ計測部の高さを計測し、当該計測結果を基に各圧電体に対応して音響整合層を分割する分割手段の切り込み深さを制御することを特徴とする製造方法に関する。

30

【0021】

前記共通電極層が接合される側の圧電体の電極層表面上、または前記音響整合層と前記圧電体の間に第 2 の音響整合層が設けられている場合には前記音響整合層が接合される側にある当該第 2 の音響整合層の表面上に、当該圧電体の電極層表面の高さまたは当該第 2 の音響整合層の表面の高さを計測する第 2 の高さ計測部をさらに設け、前記音響整合層の接着後に前記第 2 の高さ計測部の高さをさらに計測し、前記高さ計測部及び当該第 2 の高さ計測部の双方における計測結果を基に各圧電体に対応して音響整合層を分割する分割手段の切り込み深さを制御することができる。

【0022】

前記音響接合層または共通電極層が接合される前に、前記全ての高さ計測部にマスキング材を取り付け、前記計測をする直前に当該マスキングを取り除くステップを含むことができる。

40

【0023】

本発明にかかる他の態様は、被検物との間で超音波を送受信する複数の圧電体と、前記圧電体の被検物側に設けられる共通電極層と、前記共通電極層の被検物側に設けられる音響整合層とを備える超音波探触子を製造する方法であって、前記複数の圧電体の被検物側にある電極層の表面に前記共通電極層を接合し、前記複数の圧電体の配列方向に沿う前記共通電極層の被検物側面上の少なくとも 1 つの軸のいずれか一方または双方の端部に第 1 の高さ計測部を設け、前記共通電極層の被検物側の面上で前記第 1 の高さ計測部に干渉しない位置に前記音響整合層を接合し、前記音響整合層の接合後に前記第 1 の高さ計測部の

50

高さを計測し、前記計測結果に基づいて、前記各圧電体に対応して前記音響整合層を分割する分割手段の切り込み深さを制御する、各ステップを含むことを特徴とする製造方法に関する。

【0024】

前記音響整合層と前記圧電体の間に第2の音響整合層が設けられている場合、前記共通電極層を接合するステップでは、当該共通電極層は前記第2の音響整合層の被検体側の表面に接合される。

【0025】

前記第1の高さ計測部を形成するステップに加え、前記第1の高さ計測部に対応して前記圧電体の電極層の表面上に第2の高さ計測部を設けるステップをさらに加えることができ、この場合、前記第1の高さ計測部の高さを計測するステップでは前記第1及び第2の双方の高さ計測部の高さを計測し、前記分割手段の切り込み深さを制御するステップでは、前記第1及び第2の双方の高さ計測部における計測結果に基づいて当該切り込み深さを制御することができる。この際、前記音響整合層と前記圧電体の間に第2の音響整合層が設けられている場合には、前記第2の高さ計測部は前記第2の音響整合層の被検物側の表面上に設けられる。

10

【0026】

前記計測部の高さを測定するステップでは、前記音響整合層を分割するための分割手段を用いて直接高さを測定することができる。

【0027】

前記音響整合層を分割するステップでは、被検物側から前記音響整合層に切り込んで音響整合層を分割する際の分割手段の切り込み深さを前記第1の高さ計測部の高さにほぼ等しくすることができ、また、第2の高さ計測部の高さが計測される場合においては、前記切り込み深さは第1の高さ計測部の高さよりも深く、第2の高さ計測部の高さよりも浅くすることができる。

20

【0028】

前記超音波探触子が2次元アレイに形成されている場合、前記複数の圧電体が配列される直交する2方向に沿う前記共通電極層の被検物側面上の2軸の各軸いずれか一方または双方の端部に第1の高さ計測部が設けられていることが好ましい。また、これら第1の高さ計測部に対応した位置に、前記第2の高さ計測部がさらに形成されることが好ましい。

30

【0029】

本発明にかかる他の態様は、被検物等との間で超音波を送受信する複数の圧電体と、前記圧電体の被検物側に設けられる共通電極層と、前記共通電極層の被検物側に設けられる音響整合層とを備える超音波探触子であって、上述したいずれかの製造方法により製造されることを特徴とする超音波探触子に関する。

【0030】

本発明にかかるさらに他の態様は、前記超音波探触子を利用する超音波診断装置、または超音波探傷装置に関する。

【発明の効果】

【0031】

本発明にかかる超音波探触子の製造方法の実施により、音響整合層を確実に分割することが可能となり、指向性の広い超音波探触子の製造が可能になると共に、誤って共通電極層まで分割することが回避される結果、常に安定した駆動状態ならびに受信状態を維持でき、感度がばらつくなどの特性劣化が生じることのない超音波探触子の製造が可能になる。

40

【0032】

また、本発明にかかる製造方法により製造された超音波探触子は、上述したような特性を備える結果、当該超音波探触子を利用する超音波診断装置、超音波探傷装置では、正確な診断、非破壊検査を実施することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

50

## 【0033】

以下、本発明にかかる第1の実施の形態の超音波探触子の製造方法について、図面を参照して説明する。なお、以下の各説明において、従来技術で説明したものと同一の構成要素に対しては同一の符号を付するものとし、以下では従来技術との相違点を主に説明する。図1(a)~(d)は、本実施の形態にかかる超音波探触子の製造方法を示しており、以下、図面に基づいて本製造方法の各手順を説明する。

## 【0034】

まず、図1(a)において、上下面に電極層17a、17bをそれぞれ形成した圧電体11が、保持部材14に固着されている。図は一方の側面から見ており、1次元アレイの場合は圧電体11がこのような配置となるが、2次元アレイの場合には図面に垂直な方向においても同様にして圧電体11が配列されている。圧電体11の下側の電極層17bには図示しない個別の駆動用電気端子がそれぞれ接続されており、保持部材14内を貫通して超音波診断装置、または超音波探傷装置の本体側につながっている。隣接する圧電体11相互間には一定の間隙(例えば、数十 $\mu\text{m}$ )が設けられ、相互間の音響的な結合、いわゆるクロストークが遮断される。

## 【0035】

複数の圧電体11の上面には共通電極層16が配置され、例えば導電性接着剤などにより固着される。共通電極層16は、例えば銅箔などの金属薄膜とポリイミドなどの樹脂とが一体となった樹脂付き銅箔などからなり、各圧電体11上面にある電極層17aを電氣的に共通接続させている。共通電極層16の厚さは、一般に数十 $\mu\text{m}$ である。圧電体11の配列の両端側に位置する共通電極層16の上面であって、後に高さ測定部とされる部分には、マスキング材18が取り付けられている。このマスキング材18は、例えばポリ四フッ化エチレン・テープやポリイミド・テープなどのテープ類、あるいは後から除去可能な仮止め用接着剤などが使用可能であり、共通電極層16の表面を覆い隠す役割を果たす。図示の例では左右方向の1軸両端に一对のマスキング材18が配置されているが、2次元アレイの場合には図面に垂直な方向の1軸両端にも同様に一对のマスキング材18が配置されることが望ましい。

## 【0036】

次に図1(b)に移り、共通電極層16の両端にあるマスキング材18の間に音響整合層12が配置され、例えば接着剤を利用して加圧接着される。この加圧接着の際、余分な接着剤が共通電極層16の上面に流れ出ることがある。しかしながら、マスキング材18が配置されているため、接着剤がマスキング材18に付着することはあってもマスキング材18に覆われた共通電極層16の表面部分に接着剤が付着することはない。

## 【0037】

次に、図1(c)において、マスキング材18が除去され、共通電極層16の表面の高さ計測部19が露出する。マスキング材18の作用により、上述したように高さ計測部19には接着剤などの付着がなく、共通電極層16自身の表面が露呈している。この高さ計測部19に高さ確認手段21が当接し、共通電極層16の表面高さが計測される。

## 【0038】

超音波探触子10の製造に当たっては、事前に使用するすべての部材の厚みを測定しておくのが常であり、その測定値から共通電極層16の表面の高さを算出することは不可能ではない。しかしながら、音響整合層12が加圧接着される際、例えば保持部材14が変形するなど超音波探触子10を構成する各層の厚みに変化が生ずることがある。その他にも共通電極層16の厚さのばらつきなど各要素の寸法のばらつきや傾斜などに起因し、実際の高さは上述した各部材の厚さ測定結果に基づいて算出される高さからは外れる可能性が高い。従って加圧接着工程以降の共通電極層16の表面高さを実測し、これを音響整合層12の分割加工に生かすことが有効である。

## 【0039】

その際、あらかじめマスキング材18によって接着剤などの異物の付着を防止し、共通電極層16の表面が計測可能となるよう高さ計測部19を形成しておくことは、正確な高

10

20

30

40

50

さ測定を行う上で重要である。高さ計測部 19 の形成は、マスキング材 18 で保護した表面からマスキング材 18 を除去して露出させるという手法により、製造工数の増加を最小限に抑えつつ、簡便でありながら確実な形成を可能とする。高さ確認手段 21 は、定盤などの予め定められた基準面を基にして較正されたハイトゲージなどを利用することができ、正確な高さ計測が可能である。

#### 【0040】

なお、図 1 (c) では左側の高さ計測部 19 にのみ高さ確認手段 21 を表示しているが、右側に位置する高さ計測部 19 も同様に計測することで共通電極層 16 の傾斜が確認できる点で好ましい。但し、一方の高さ計測部 19 のみの計測結果を用いることであっても従来技術に比べてはるかに正確度を高められる。さらに 2 次元アレイの場合には、これと直交する図面に垂直な方向に設けられた図示しない高さ計測部においても同様に計測することが好ましく、この場合においても 2 箇所計測することがより好ましい。

10

#### 【0041】

次に図 1 (d) において、図 1 (c) の段階で測定した高さに対応して、例えばダイシングソーなどの分割手段の加工高さ(切り込み深さ)を制御し、音響整合層 12 の分割加工を実施する。この際、左右の高さ計測部 19 の間で共通電極層 16 に傾きが認められた場合には、その傾きに応じてダイシングソーの加工位置ごとに補正が加えられる。これは 2 次元アレイにおいて 4 箇所の測定位置での傾きが認められたときも同様である。このような共通電極層 16 の実測値に基づく分割手段の制御により、共通電極層 16 を分割することなく、音響整合層 12 のみを確実に分割することが可能となる。

20

#### 【0042】

加工時におけるダイシングソーなどの分割手段の切り込み深さは、基本的に高さ計測部 19 の計測高さ(左右の傾斜による補正を含む)と一致させることで、音響整合層 12 のみを分割させ、共通電極層 16 を完全に残すことができる。しかしながら、分割手段の加工高さ精度なども考慮した場合、計測した共通電極層 16 の表面高さより若干低く(切り込みを深く)設定し、多少共通電極層 16 に加工筋が入る程度の方が好ましい。これによって、音響整合層 12 のより確実な分割が得られ、隣接する圧電振動子 20 の間での音響的な結合が排除された配列が形成される。

#### 【0043】

図 1 (c) に示す段階において、高さ確認手段 21 の代替として、例えばダイシングソーにおけるダイシングブレードなど、分割手段として実際に用いる加工ツールを使用し、高さ計測部 19 に直接加工ツールを接触させて高さを計測した後、図 1 (d) の分割加工へそのまま移行させることもできる。これにより、高さ計測時における誤差や分割手段の加工高さ精度の影響が排除され、より確実な分割加工が実施できるようになる。

30

#### 【0044】

なお、高さ計測部 19 は、上述した高さ計測目的のみではなく、加工ツールの基準高さを確認したり、加工溝幅を確認するための試し切り部として利用したりすることも可能であり、正確な分割加工を行うために有効利用することができる。

#### 【0045】

本実施の形態では、圧電体 11 の電極層 17 a の表面に共通電極層 16 を設けた構成について説明したが、図 2 (a)、(b) に示すように、音響整合層 12 を 2 層(12 a、12 b)とし、1 層目の音響整合層 12 a の材料に例えばグラファイトのような導電性を有する材料を用いて圧電体 11 上面の電極層 17 a と電気的に接続させながら固着させ、その音響整合層 12 a と被検物側にある他の音響整合層 12 b との間に共通電極層 16 を配置する構成も存在している。この場合にあっても、同様に共通電極層 16 の上面に高さ計測部 19 を形成するようにマスキング材 18 を配置することで、同様の効果を得ることができる。

40

#### 【0046】

本実施の形態における他の態様として、マスキング材 18 を使用せず、他の方策によって高さ計測部 19 を保護することが可能である。マスキング材 18 の利用は、高さ計測部

50

19に異物などが付着し、これによる高さ計測時の障害を回避することを目的としている。中でも、音響整合層12を共通電極層4に接着する際に流れ出る接着剤の付着を防ぐことが主目的である。一般に音響整合層12の接合には熱硬化型の接着剤が利用されるが、これが加熱時に一時的に流動化し、高さ計測部19に流れ出るリスクが存在している。したがって、このような接着材の流動化が回避できればマスキング材18を不要とし得る。

【0047】

このための1つの態様としては、流動化しにくい接着剤の利用がある。具体的には、加熱時においても一定の粘性が確保できる接着材を利用することであり、その外にも、例えばフィルム状に形成された接着材を音響整合層上に配置して利用することでも接着材の流出は防ぎ得る。さらに他の態様としては、共通電極層16の周囲（音響整合層12が接着される位置よりも外側の周囲）に溝または凸状の囲いを設け、接着剤の流出をくい止めることで、前記囲いの外部にある高さ計測部19への接着剤付着を回避することができる。いずれの態様にせよ、高さ計測部19への接着剤のはみ出しが回避されれば、マスキング材18を使用することなく、後は先の態様で説明したものと全く同様にして共通電極層16の高さを計測し、音響整合層12の正確な分割が可能となる。

【0048】

次に、本発明にかかる第2の実施の形態の超音波探触子の製造方法につき、図面を参照して説明する。図3(a)、(b)は、本実施の形態にかかる超音波探触子の製造方法を示しており、両図はそれぞれ図1(b)、(c)に示す段階の手順に対応している。

【0049】

図3(a)において、超音波探触子10の基本的構成は先の実施の形態と同様であり、一对の電極層17(17a、17b)を配した圧電体11が保持部材14上に配列され、圧電体11の上には共通電極層16が接合されてさらにその上に音響整合層12が載置されている。本実施の形態では、マスキング材18が共通電極層16の上に取り付けられることに加え、共通電極層16が接合される圧電体11表面の電極層17aの上にマスキング材18aが取り付けられている。この状態で音響整合層12が加圧され、例えば導電性接着剤を用いて共通電極層16上に接着される。

【0050】

次に、図3(b)において、全てのマスキング材18、18aが除去され、共通電極層16の表面上に第1の高さ計測部19が、圧電体11の電極層17a表面上に第2の高さ計測部19aがそれぞれ露出する。マスキング材18、18aの作用により、接着時に流れ出た接着剤は、マスキング材18、18aに付着することはあってもその下にある共通電極層16および圧電体11の電極層17aに付着することはなく、共通電極層16及び電極層17aの各表面自身が露呈している。

【0051】

この電極層17a表面及び共通電極層16の表面に形成された第1及び第2の高さ計測部19、19aの高さが、図3(b)に示すように例えばハイトゲージなどの高さ計測手段21を用いて計測される。続いて、計測された高さを基に、例えばダイシングソーなどの分割加工装置の加工高さ(切り込み深さ)を設定して音響整合層12を分割し、圧電振動子20の配列を形成する。図3(b)では、高さ計測手段21による計測を左側のみに表示しているが、図の右側においても同様に計測することが好ましい。

【0052】

共通電極層16単体での厚さを事前に測定しておくことにより、例えば共通電極層4の第1の高さ計測部19における高さが把握されれば、第2の高さ計測部19aの高さも換算可能ではある。しかしながら、接着工程の段階で共通電極層16が加熱、加圧され、また、共通電極層16の厚さのばらつきもあって、事前の測定値がそのまま使用できるとは限らない。特に音響整合層12を分割した後、さらに深く分割手段を切り込んで共通電極層16にも部分的に切り込みを入れるような場合には、電極層17a側にある第2の高さ計測部19aの高さを計測しておくことがその切り込みの限界を知る上で有用である。

【0053】

10

20

30

40

50

共通電極層 16 が一体に連結されることによる隣接振動子 20 間の音響的な結合を抑え、指向性を改善するためには、音響整合層 12 のみならず、共通電極層 16 の接続部分も極力薄くしておく方が好ましい。特に共通電極層 16 としてポリイミドなどの樹脂と一体となった樹脂付き銅箔などが用いられる場合、銅箔部分のみを残して樹脂部分を分割することがより好ましい。このような場合、共通電極層 16 の高さに加えて圧電体 11 の電極 17b の高さも計測しておけば、計測した 2 つの高さの間で分割手段の最適な切り込み量を任意選択することが可能となり、共通電極層 16 の切断を回避しつつ圧電振動子 20 相互間のクロストークを最小とする超音波探触子 10 を得ることができる。

#### 【0054】

左右 2 箇所、さらには 2 次元アレイであればこれと直交する方向の 2 箇所での高さ測定をすることで、測定部の傾きによる補正が可能となってより高精度の高さ制御が可能となることは、先の実施の形態と同様である。

#### 【0055】

なお、図 4 (a)、(b) に示すように、本実施の形態においても音響整合層 12 を 2 層 (12a、12b) にする構成である場合、1 層目の音響整合層 12a の上面と共通電極層 16 表面との双方に第 1 及び第 2 の高さ計測部 19、19a を形成するようマスキング材 18、18a を配置することができる。

#### 【0056】

以上、本発明にかかる各実施の形態の超音波探触子の製造方法について説明してきたが、これらの製造方法で作成した超音波探触子は、音響整合層の分割が確実に広い指向性が得られ、かつ共通電極層の接続状態が良好で常に確実な導通が確保できる。このため、安定した駆動状態ならびに受信状態が維持されて感度がばらつくなどの特性劣化が生じることなく、安定した特性を維持することができる。本発明は、上述した各実施の形態にかかる製造方法により製造された超音波探触子をも包含している。当該超音波探触子によれば、音響整合層が確実に分割されており、さらに分割を共通電極層まで切り込んでいる場合には、各共通電極層の切り込み深さが均一に形成されるという特徴を有する。

#### 【0057】

また、本超音波探触子によれば、高さ計測部が、音響整合層のない、あるいは少なくとも音響整合層の 1 層は存在しない箇所となり、信号の送受信に最も関係のない圧電体の最外周部分位置している。したがって、音響的あるいは電気的なクロストークが発生して最外周部分の圧電体が駆動されてしまうようなことがたったとしても、高さ計測部が形成されていることによって不要な音の発生が抑制される、という効果が得られる。

#### 【0058】

本発明はさらに、本発明にかかる製造方法により製造された超音波探触子を使用する超音波診断装置、及び超音波探傷装置をも包含している。図 5 は、超音波診断装置の概要を示している。図において、超音波診断装置 50 は、各実施の形態で説明した超音波探触子 10 が診断装置本体 30 とケーブル 25 を介して電氣的に接続されている。超音波探触子 10 は被検物 15 の表面に当てられ、診断装置本体 30 から超音波探触子 10 に電圧パルスの駆動信号が送られる。この駆動信号は、超音波探触子 10 の電極 17 (図 1 参照) を介して圧電体 11 に伝えられ、超音波に変換される。被検物 15 に送波された超音波は体内で反射され、反射エコーの一部が圧電体 11 で受信される。ここで反射波は電気信号に変換され、超音波診断装置本体 30 に入力される。入力された受信信号は、超音波診断装置本体 30 にて信号処理され、例えば断層画像として CRT などの表示装置 35 に出力される。

#### 【0059】

また、図 6 には、超音波探傷装置の概要を示している。図において、超音波探傷装置 60 は、探傷装置本体 40 と、ケーブル 25 を介してこれと電氣的に接続された超音波探触子 10 とを備えており、超音波探触子 10 は、各実施の形態にかかる超音波探触子の構成を備えている。ここにおいても同様に、超音波探触子 10 が被検物 15 の表面に当てられ、探傷装置本体 40 から超音波探触子 10 に電気パルスの駆動信号が送信される。この駆

10

20

30

40

50

動信号が超音波に変換されて、被検物 15 に送波され、被検物 15 の内部の傷や欠陥で反射されて反射波の一部が超音波探触子 10 で受波される。これが電気信号（受信信号）に変換されて探傷装置本体 40 に入力される。入力された受信信号は、探傷装置本体 40 にて信号処理され、例えば断層画像として CRT などの表示装置 35 に表示される。

【0060】

このように、各実施の形態で述べた製造方法により製造された超音波探触子を使用することで、超音波の送受信の指向性、安定性が良好であるという長所が発揮され、精度の高い診断ないし非破壊検査を実施することができる。

【0061】

なお、明細書中にも触れているが、本発明にかかる超音波探触子の製造方法は、圧電振動子が一定方向に配列される形式の 1 次元アレイ超音波振動子と、前記一定方向に加えてこれと直交する方向にも圧電振動子が配列される形式の 2 次元アレイ超音波振動子のいずれにも適用が可能である。そして本発明にかかる製造方法により製造される超音波探触子は、この 1 次元アレイ、2 次元アレイの両超音波探触子を包含している。

【産業上の利用可能性】

【0062】

本発明にかかる超音波探触子は、人体などの被検体の超音波診断を行う各種医療分野、さらには材料や構造物などの被検物の内部探傷を目的とした工業分野において利用が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0063】

【図 1】本発明にかかる実施の形態の超音波探触子の製造方法を示す説明図である。

【図 2】図 1 に示す超音波探触子の製造方法の他の態様を示す説明図である。

【図 3】本発明にかかる他の実施の形態の超音波探触子の製造方法を示す説明図である。

【図 4】図 3 に示す超音波探触子の製造方法の他の態様を示す説明図である。

【図 5】本発明にかかる超音波探触子の製造方法により製造された超音波探触子を利用する超音波診断装置を示す概略図である。

【図 6】本発明にかかる超音波探触子の製造方法により製造された超音波探触子を利用する超音波探傷装置を示す概略図である。

【図 7】従来技術による超音波探触子の構成を示す概略斜視図である。

【図 8】従来技術による超音波探触子の製造方法を示す説明図である。

【図 9】図 8 に示す製造方法により製造された 2 次元アレイ超音波探触子を示す斜視図である。

【符号の説明】

【0064】

10 . 超音波探触子、 11 . 圧電体、 12 . 音響整合層、 13 . 音響レンズ、  
14 . 保持部材、 15 . 被検物、 16 . 共通電極層、 17 a、17 b . 電極層、  
18、18 a . マスキング材、 19、19 a . 高さ計測部、 20 . 圧電振動子、 2  
1 . 高さ確認手段、 25 . ケーブル、 30 . 診断装置本体、 35 . 表示装置、 4  
0 . 探傷装置本体、 50 . 超音波診断装置、 60 . 超音波探傷装置。

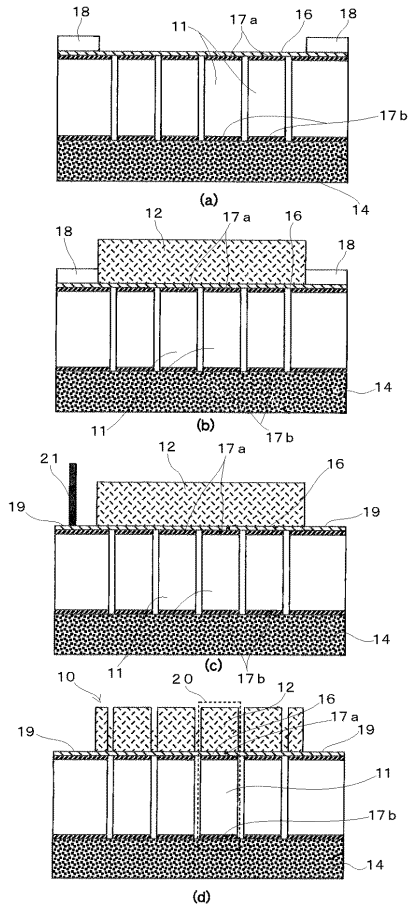
10

20

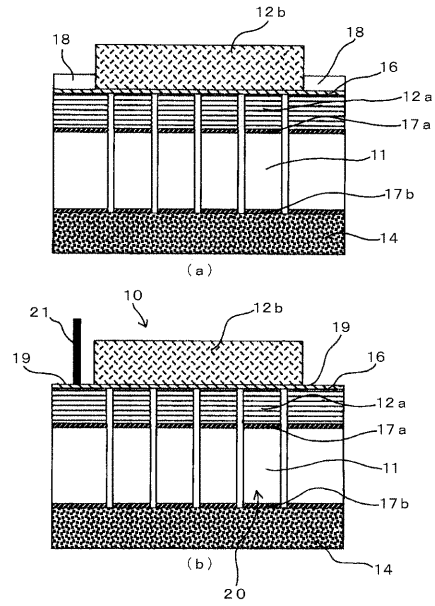
30

40

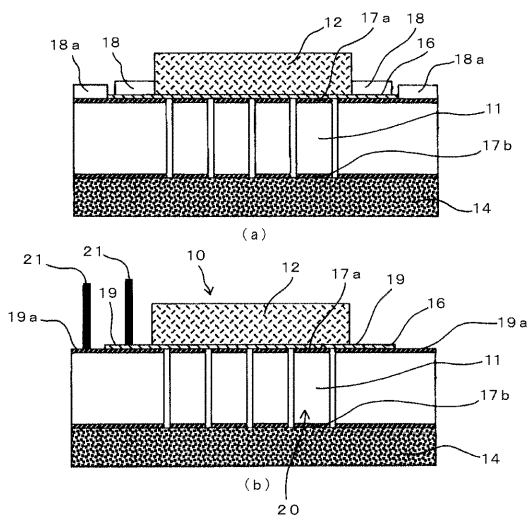
【図1】



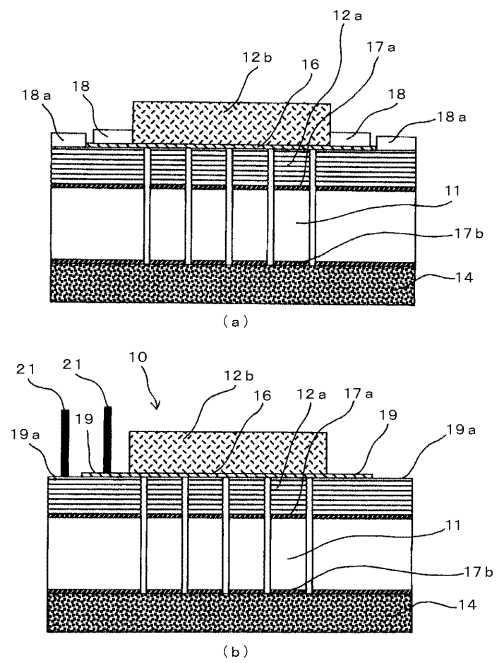
【図2】



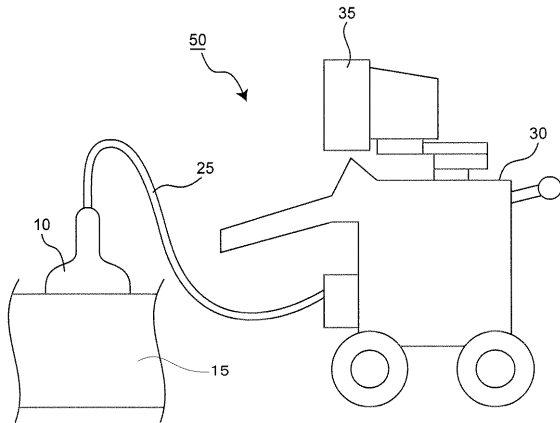
【図3】



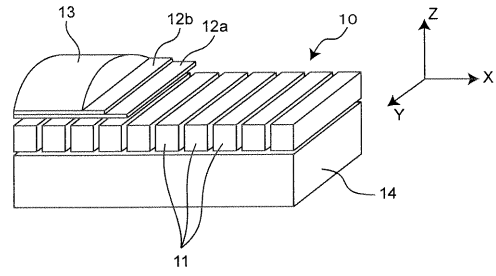
【図4】



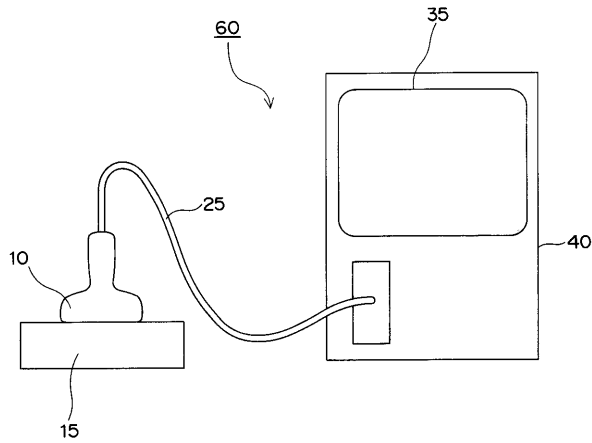
【図5】



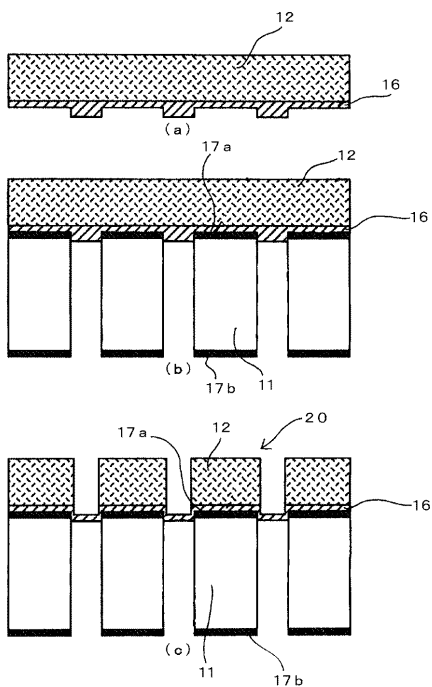
【図7】



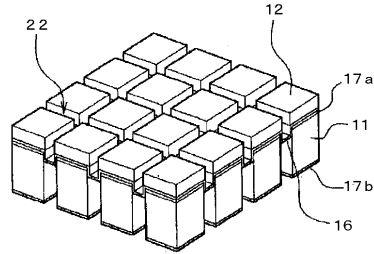
【図6】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 4 R	1 7 / 0 0
A 6 1 B	8 / 0 0
G 0 1 N	2 9 / 2 4
H 0 4 R	3 1 / 0 0

专利名称(译)	超声波探头及其制造方法，超声波诊断装置和超声波探伤装置		
公开(公告)号	<a href="#">JP4593375B2</a>	公开(公告)日	2010-12-08
申请号	JP2005168033	申请日	2005-06-08
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	佐藤利春		
发明人	佐藤 利春		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00 G01N29/24 H04R31/00		
FI分类号	H04R17/00.332.B H04R17/00.330.J A61B8/00 G01N29/24.502 H04R31/00.330		
F-TERM分类号	2G047/CA01 2G047/GB02 2G047/GB13 2G047/GB17 2G047/GB21 2G047/GB28 2G047/GB32 2G047/GB35 4C601/EE09 4C601/EE10 4C601/GA04 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/GB24 4C601/GB41 4C601/GB44 5D019/BB17 5D019/FF04 5D019/GG01		
代理人(译)	山田卓司		
审查员(译)	大野 弘		
其他公开文献	JP2006345148A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种制造超声波探头的方法，该方法能够在不切割公共电极层的情况下仅可靠地分割声匹配层，以及通过该方法制造的超声波探头。解决方案：高度测量单元19形成在公共电极层16的与声匹配层12接合的表面的延伸部上，并且在接合声匹配层12之后测量高度测量单元19的高度。基于测量结果，控制用于划分声匹配层12的划分装置的切割深度。用于测量压电体11或另一个声匹配层16b的表面的高度的第二高度测量值，压电体11或另一个声匹配层16b的表面的延伸部分与公共电极层16结合可以进一步形成部分19a，并且可以基于高度测量部分19和19a的高度测量结果来控制划分装置的切割深度。在粘合层12和公共电极层16粘合之前，优选的是，所有高度测量部分19和19a都由掩模材料18和18a保护。[选图]图1

【图4】

