

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

WO2009/011089

発行日 平成22年9月16日 (2010. 9. 16)

(43) 国際公開日 平成21年1月22日 (2009. 1. 22)

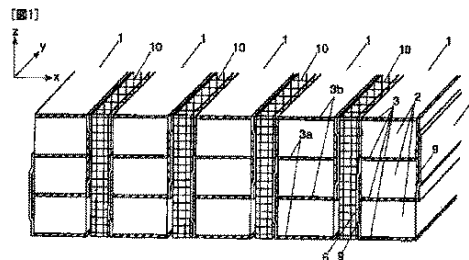
(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H04R 17/00 (2006.01)	H04R 17/00 332B	2G047
A61B 8/00 (2006.01)	H04R 17/00 330E	4C601
G01N 29/24 (2006.01)	H04R 17/00 330H	5D019
	A61B 8/00	
	G01N 29/24 502	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 28 頁)		

出願番号 特願2009-523526 (P2009-523526)	(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
(21) 国際出願番号 PCT/JP2008/001595	(74) 代理人 100093067 弁理士 二瓶 正敬
(22) 国際出願日 平成20年6月20日 (2008. 6. 20)	(72) 発明者 佐藤 利春 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
(31) 優先権主張番号 特願2007-187917 (P2007-187917)	Fターム(参考) 2G047 CA01 EA04 EA05 GB02 GB17 GB21 GB32 4C601 EE02 EE03 GB04 GB06 GB15 GB19 GB41 GB42 5D019 AA02 AA26 BB14 BB18 BB19 BB28 FF04 FF05
(32) 優先日 平成19年7月19日 (2007. 7. 19)	
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波探触子とこれを用いた超音波診断装置および超音波探傷装置

(57) 【要約】

圧電振動子の正確な配列と電極層間の導通状態を確保した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技術が開示され、その技術によれば圧電体層2と電極層3が交互に所定数積層されて作られた積層体であって積層方向に沿った略平坦な両側面を有するもの前記両側面の外側にそれぞれ所定の前記電極層3同士を接続する側面電極6を設けて構成された圧電振動子1を前記積層方向と直交する方向に複数配列し、隣接する前記圧電振動子1の前記側面電極6が形成された前記側面同士の間所定の厚みの間隔保持材10を介在させた。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電体層と電極層が交互に所定数積層されて作られた積層体であって積層方向に沿った略平坦な両側面を有するものの前記両側面の外側にそれぞれ所定の前記電極層同士を接続する側面電極を設けて構成された圧電振動子を前記積層方向と直交する方向に複数配列し、隣接する前記圧電振動子の前記側面電極が形成された前記側面同士の間所定の厚みの間隔保持材を介在させた超音波探触子。

【請求項 2】

隣接する前記圧電振動子の前記側面電極が前記間隔保持材に対して対称となるように前記圧電振動子に設けら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。 10

【請求項 3】

前記圧電振動子間にそれぞれ介在する前記間隔保持材の少なくとも 1 つが導電性を有する材料で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】

前記間隔保持材の前記積層方向の高さが前記圧電振動子の側面の高さよりも低く構成した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。

【請求項 5】

前記間隔保持材が両面テープであ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。

【請求項 6】

圧電体層と電極層が交互に所定数積層されて作られた積層体であって積層方向に沿った略平坦な両側面を有するものの前記両側面の外側にそれぞれ所定の前記電極層同士を接続する側面電極を設けて構成された圧電振動子を前記積層方向と直交する方向に複数配列し、隣接する前記圧電振動子の少なくとも一方の前記圧電振動子の前記側面電極上に間隔保持層が形成されている超音波探触子。 20

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 つに記載の超音波探触子と、前記超音波探触子と電氣的に接続された超音波診断装置本体とを含む超音波診断装置。

【請求項 8】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 つに記載の超音波探触子と、前記超音波探触子と電氣的に接続された超音波探傷装置本体とを含む超音波探傷装置。 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、非破壊検査などの産業用分野で利用される超音波探触子と、超音波探触子を用いた超音波診断装置及び超音波探傷装置に関する。

【背景技術】

【0002】

細長い短冊状の複数の圧電振動子を一次元配列させたアレイ型超音波探触子が超音波診断装置などに広く用いられている。超音波探触子の高感度化を図るために、短冊状の圧電振動子に積層圧電セラミクスを用いる構成が従来知られている。積層圧電セラミクスを用いる場合、その積層数を n とすると同一周波数を単層で実現した場合に比べて、駆動電圧一定とすると電界が n 倍かかるため、送信される音圧も n 倍に向上する。 40

【0003】

図 1 2 A 及び図 1 2 B は従来知られている超音波探触子の概略図を示す。図 1 2 A は超音波探触子の斜視図、図 1 2 B はその断面図をそれぞれ示す。圧電振動子 1 は 2 層の圧電体層 2 および 3 層の電極層を交互に積層した積層体として構成される。2 層の圧電体層 2 は分極軸が対向しており、3 層の電極層のうち、上下層がグランド電極層 3 b、中央層がシグナル電極層 3 a となり、それぞれアース取出電極 4 と信号リード線 5 に電氣的に接続されている。 50

【0004】

グランド電極層3bは側面に回し込んだ側面電極6と電氣的に接続されて圧電振動子1下面まで導かれ、アース取出電極4と例えば半田付けや導電性接着剤などにより電氣的に接続されている。同様に中央のシグナル電極層3aも側面電極6を通じて圧電振動子1下面に導かれ、信号リード線5と接続されている。圧電振動子1上部には超音波を効率よく送受信するための音響整合層7が形成され、圧電振動子1下部には圧電振動子配列を保持しかつ、圧電振動子1下部に放射される超音波を吸収減衰させるための背面材8がある。

【0005】

一次元アレイ配列形成には、例えばダイシングソーなどの分割加工装置を用いる。分割加工装置によって音響整合層7から背面材8に到達する分割溝を形成することで細長い短冊状の圧電振動子1をアレイ状に形成する(例えば下記の特許文献1参照)。

【0006】

アレイ状に分割されたことで、側面電極6の幅は狭くなり、加工の影響で導通状態が不安定になったり、断線の可能性もあり確実な導通状態を確保する必要がある。分割後の短冊状の圧電振動子1を事前に作成し、長手方向の側面を使って側面電極6を形成する方法が考えられるが、短冊状の圧電振動子1を配列させる工程が必要となり、配列の乱れが懸念される。

【0007】

また、1次元配列アレイだけではなく2次元配列アレイにおいても、積層圧電セラミクスを採用する構成が従来知られている。1次元配列アレイよりも圧電振動子1の大きさが小さくなる2次元配列アレイでは積層圧電セラミクスを採用することで、圧電振動子1の電氣的なインピーダンスを下げる効果があり有益である。

【0008】

図13A及び図13Bは従来知られている2次元配列アレイ超音波探触子の概略図を示す。図13Aは圧電振動子の構造を示す概略図、図13Bは複数の圧電振動子配列した概略図をそれぞれ示す。圧電振動子1は3層の圧電体層2および4層の電極層3が交互に積層した積層体として構成されている。この場合、4層の電極層3のうち、上から1層目と3層目がグランド電極層3b、2層目と最下層の4層目がシグナル電極層3aとなる。

【0009】

1次元配列アレイの圧電振動子と同様に細長い短冊状の圧電振動子1(図13A)を事前に作成し、長手方向の広い2つの側面上において、その側面上で電氣的に接続させたくない電極層3(例えば上から1層目と3層目のグランド電極層3bを接続させたい場合には、2層目のシグナル電極層3a)の端面部分に所定の幅の絶縁層9を設けて、その上から側面電極6を形成することで2層のグランド電極層3bあるいは2層のシグナル電極層3aを電氣的に接続させる。

【0010】

側面電極6を施した複数の細長い短冊状の圧電振動子1を、図13Bに示すようにx方向に所定の間隔で整列させた後に、隣接する圧電振動子1間の隙間10を接着剤などの樹脂を用いて充填し固定させた後に、短冊状の圧電振動子1の長手方向に直交する方向、図13Bにおいてはx方向に延びる分割溝11を、例えばダイシングソーなどの分割加工装置を用いてy方向に複数形成し、同様に充填固定することで、2次元の圧電振動子配列を形成する(例えば、下記の特許文献2参照)。

【0011】

また、超音波診断装置などで一般的に用いる周波数数MHzの超音波探触子は、短冊状の圧電振動子1の幅は数十から数百 μm 程度であり、圧電振動子1と圧電振動子1の間隔10は数十 μm であり、2次元配列アレイでも同様の寸法となる。

【0012】

図13Bに示した従来の2次元配列アレイの場合に、細長い短冊状の圧電振動子1を所定の隙間10にて整列させる工程で、数百 μm 幅の圧電振動子1を数十 μm の隙間10で配列させることが作業的に困難であり、さらに配列後に素子配列を維持した状態で隙間10

に接着剤等充填する作業も難しく、作業時に素子がわずかに動いて位置ずれしてしまう可能性もある。

【特許文献1】特開平1-174199号公報

【特許文献2】特開平11-299779号公報

【0013】

しかしながら、前記従来の構成では素子配列の乱れは、形成する超音波ビームの乱れを招き、分解能の低下や超音波断層画像の画質低下を招いてしまう可能性があり、配列の乱れが激しい場合は隣接素子間が接触してしまい、電気的な短絡や構造的なクロストークの原因にも成りかねないという課題を有していた。

【発明の開示】

10

【0014】

本発明は、前記従来の問題を解決するためになされたもので、側面電極を介した電極層間の導通状態の確保と、正確な圧電振動子配列を簡便に実現できる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ものである。

【0015】

本発明の超音波探触子は、圧電体層と電極層が交互に所定数積層されて作られた積層体であって積層方向に沿った略平坦な両側面を有するものの前記両側面の外側にそれぞれ所定の前記電極層同士を接続する側面電極を設けて構成された圧電振動子を前記積層方向と直交する方向に複数配列し、隣接する前記圧電振動子の前記側面電極が形成された前記側面同士の間在所定の厚みの間隔保持材を介在させた構成を有している。

20

【0016】

この構成により、電極層間の側面電極を介した導通状態を安定確保することができ、圧電特性が安定かつ良好で感度劣化の少ない圧電振動子を有するとともに、圧電振動子を所望の配列間隔で正確に配列させることが簡便にでき、さらに配列後の位置ずれを防ぐこともできるため、クロストークを抑え良好な超音波ビーム形成が可能である超音波探触子を提供することができる。

【0017】

また、本発明の超音波探触子は、隣接する前記圧電振動子の前記側面電極が前記間隔保持材に対して対称となるように前記圧電振動子に設けられている構成を有している。

30

【0018】

この構成により、圧電振動子を所望の間隔でより正確に配列させることが簡便にでき、さらに配列後の位置ずれを防ぐこともできるため、クロストークを抑え良好な超音波ビーム形成が可能である超音波探触子を提供することができる。

【0019】

また、本発明の超音波探触子は、前記圧電振動子間にそれぞれ介在する前記間隔保持材の少なくとも1つが導電性を有する材料で構成されることを特徴とする。

【0020】

この構成により、間隔保持材を挟む2つの側面電極の電気的接続を、別の手段を用いることなく簡便かつ確実に実現することができるとともに、圧電振動子を所望の間隔でより正確に配列させることが簡便にでき、さらに配列後の位置ずれを防ぐこともできるため、クロストークを抑え良好な超音波ビーム形成が可能である超音波探触子を提供する。

40

【0021】

また、本発明の超音波探触子は、前記間隔保持材の前記積層方向の高さが前記圧電振動子の側面の高さよりも低くした構成を有している。

【0022】

この構成により、圧電振動子を所望の配列間隔で正確に配列させることが簡便にでき、さらに配列後の位置ずれを防ぐこともでき、クロストークを抑え良好な超音波ビーム形成が可能であると同時に、例えば音響整合層や背面材などを圧電振動子の上下面に設ける場合に圧電振動子の上下面との面接触がより確実になるため、感度が高く周波数帯域特性が広い良好な特性を有する超音波探触子を提供することができる。

50

【0023】

さらに、本発明の超音波探触子は、前記間隔保持材が両面テープである構成を有している。

【0024】

この構成により、圧電振動子を所望の配列間隔で正確に配列させることができ、より簡便にでき、さらに配列後の位置ずれを防ぐこともできるため、クロストークを抑え良好な超音波ビーム形成が可能である超音波探触子を提供することができる。

【0025】

また、本発明の超音波探触子は、圧電体層と電極層が交互に所定数積層されて作られた積層体であって積層方向に沿った略平坦な両側面を有するものの前記両側面の外側にそれぞれ所定の前記電極層同士を接続する側面電極を設けて構成された圧電振動子を前記積層方向と直交する方向に複数配列し、隣接する前記圧電振動子の少なくとも一方の前記圧電振動子の前記側面電極上に間隔保持層が形成されている構成を有している。

10

【0026】

この構成により、電極層間の側面電極を介した導通状態を安定確保することができ、圧電特性が安定かつ良好で感度劣化の少ない圧電振動子を有するとともに、圧電振動子を所望の配列間隔で正確に配列させることが簡便にでき、さらに配列後の位置ずれを防ぐこともできるため、クロストークを抑え良好な超音波ビーム形成が可能である超音波探触子を提供することができる。

【0027】

また、本発明の超音波診断装置は、上述した本発明の超音波探触子と、前記超音波探触子と電気的に接続された超音波診断装置本体とを含むことを特徴とする。

20

【0028】

この構成により、本発明に係る超音波探触子の長所を活かし、精度の高い超音波診断を行うことができる。

【0029】

さらに、本発明の超音波探傷装置は、上述した本発明の超音波探触子と、前記超音波探触子と電気的に接続された超音波探傷装置本体とを含むことを特徴とする。

【0030】

この構成により、本発明に係る超音波探触子の長所を活かし、精度の高い非破壊検査を行うことができる。

30

【0031】

本発明に係る超音波探触子は、圧電体層と電極層が交互に所定数積層されて作られた積層体であって積層方向に沿った略平坦な両側面を有するものの前記両側面の外側にそれぞれ所定の前記電極層同士を接続する側面電極を設けて構成された圧電振動子を前記積層方向と直交する方向に複数配列し、隣接する前記圧電振動子の前記側面電極が形成された前記側面同士の間隙に所定の厚みの間隔保持材を介在させたことにより、電極層間の側面電極を介した導通状態を安定確保することができ、圧電特性が安定かつ良好で感度劣化の少ない圧電振動子を有するとともに、圧電振動子を所望の配列間隔で正確に配列させることが簡便にでき、さらに配列後の位置ずれを防ぐこともできるため、クロストークを抑え良好な超音波ビーム形成が可能である。

40

【0032】

また、本発明に係る超音波探触子は、圧電体層と電極層が交互に所定数積層されて作られた積層体であって積層方向に沿った略平坦な両側面を有するものの前記両側面の外側にそれぞれ所定の前記電極層同士を接続する側面電極を設けて構成された圧電振動子を前記積層方向と直交する方向に複数配列し、隣接する前記圧電振動子の少なくとも一方の前記圧電振動子の前記側面電極上に間隔保持層が形成されていることにより、電極層間の側面電極を介した導通状態を安定確保することができ、圧電特性が安定かつ良好で感度劣化の少ない圧電振動子を有するとともに、圧電振動子を所望の配列間隔で正確に配列させることが簡便にでき、さらに配列後の位置ずれを防ぐこともできるため、クロストークを抑え

50

良好な超音波ビーム形成が可能である。

【0033】

また、本発明に係る超音波診断装置は、上述した超音波探触子を使用しているため、より正確な診断をすることが可能となる。

【0034】

さらに、本発明に係る超音波探傷装置は、上述した超音波探触子を使用しているため、より正確な非破壊検査をすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明の第一の実施の形態に係る超音波探触子を構成する圧電振動子配列の概略図 10

【図2】本発明の第一の実施の形態に係る超音波探触子を構成する別の圧電振動子配列の概略図

【図3】本発明の第一の実施の形態に係る超音波探触子を構成する更に別の圧電振動子配列の概略図

【図4】本発明の第一の実施の形態に係る超音波探触子を構成するさらに別の圧電振動子配列の概略図

【図5】本発明の第一の実施の形態に係る超音波探触子を構成する圧電振動子の2次元配列を示す概略図

【図6】本発明の第二の実施の形態に係る超音波探触子を構成する圧電振動子配列の概略図 20

【図7】本発明の第二の実施の形態に係る超音波探触子を構成する別の圧電振動子配列の概略図

【図8】本発明の第二の実施の形態に係る超音波探触子を構成する圧電振動子の2次元配列を示す概略図

【図9】本発明の第一および第二の実施の形態に係る超音波探触子を構成する別の圧電振動子の断面図

【図10】本発明の第三の実施の形態に係る超音波診断装置の一例を示す概略図

【図11】本発明の第四の実施の形態に係る超音波探傷装置の一例を示す概略図

【図12A】従来知られている超音波探触子の斜視図 30

【図12B】従来知られている超音波探触子の断面図

【図13A】従来知られている2次元配列アレイ超音波探触子の圧電振動子の概略図

【図13B】従来知られている2次元配列アレイ超音波探触子の概略図

【発明を実施するための最良の形態】

【0036】

以下、本発明の実施の形態に係る超音波探触子について、図面を用いて説明する。

【0037】

<第一の実施の形態>

本発明の第一の実施の形態に係る超音波探触子を構成する圧電振動子配列の概略図を図1に示す。図1では圧電振動子1が積層方向と直行する方向であるx方向に5つ並んだ場合について示しているが、その数は2以上であればいくつであっても構わない。 40

【0038】

圧電振動子1は、3層の圧電体層2および4層の電極層3が交互に積層した積層体として構成される。図1では、4層の電極層3のうち、上から1層目と3層目がグランド電極層3b、2層目と最下層の4層目がシグナル電極層3aとなる。3層の圧電体層2と4層の電極層3を積層した細長い短冊状の圧電振動子を事前に作成し、長手方向（図1のy方向）に沿う広い2つの略平坦な側面上において、例えば1層目と3層目のグランド電極層3bを電氣的に接続させる場合には、2層目のシグナル電極層3aの端面に相当する、電氣的に接続させたくない電極層3の端面に所定の幅の絶縁層9を設けて、その上に側面電極6を形成して2層のグランド電極層3bあるいは2層のシグナル電極層3aを電氣的に接続 50

させる。

【0039】

絶縁層9は、例えばエポキシ系やポリイミド系の有機系の材料をスクリーン印刷したり、ディスペンス装置などを用いて塗布することで形成したり、あるいはアルミナなどの無機絶縁材料をスパッタリングなどの真空薄膜形成法を用いることで形成する。

【0040】

側面電極6は、例えば金などの金属材料を同じくスパッタリングなどを用いることで作成できる。このように、圧電振動子1の長手方向(図1のy方向)に沿う広い2つの略平坦な側面上に側面電極6を形成し、2層のグランド電極層3bあるいは2層のシグナル電極層3aを電氣的に接続することによって、それ以外の幅の狭い2つの側面(図1のx方向に沿う面)に側面電極6を形成する場合と比較して、2つの電極層3の電氣的な接続に寄与する側面電極6の幅は広くなり、側面電極6全幅にわたる破損や剥離が起こらない限り、部分的な破損や剥離であれば2つの電極層3間の導通が十分に確保でき、圧電特性が安定かつ良好で感度劣化の少ない圧電振動子1となる。

10

【0041】

ただし、この側面電極6を形成した積層構造の圧電振動子1を用いてアレイ型の超音波探触子を構成する場合には、圧電振動子1の配列方向に垂直な側面に側面電極6が存在する構成となるため、例えばダイシングソーなどを用いて1枚の板状積層体を分割して圧電振動子配列を形成しようとした場合、分割するための溝を形成した結果出現する側面に対して絶縁層9と側面電極6を形成しなければならず、工法的にも作業的にも困難である。

20

【0042】

そこで、予め絶縁層9と側面電極6を形成した細長い短冊状の圧電振動子1を所望の配列間隔で並べてアレイ型の超音波探触子を形成する方法が考えられる。

【0043】

図1では、圧電振動子1と圧電振動子1の間に一定の間隔を形成するために決められた厚みの間隔保持材10が配置されている。圧電振動子1を配列する作業時に圧電振動子と間隔保持材10を交互に配列していくか、あるいは圧電振動子1の側面に間隔保持材10を予め配置したものを作成しておき、その作成したものを配列することで常に間隔保持材10の厚みで規定される間隔を保持して圧電振動子を整列させることができる。

30

【0044】

このときに好ましくは、図2(本発明の第一の実施の形態に係る超音波探触子を構成する別の圧電振動子配列の概略図)に示すように、圧電振動子1の高さT1よりも間隔保持材10の高さT2を低くして、圧電振動子1の上下に間隔保持材10がはみ出さないようにする。

【0045】

こうすることで圧電振動子の上下に、例えば音響整合層や背面材を配置する際に、間隔保持材10に邪魔されることなく圧電振動子の上下面との面接触がより確実になり、感度が高く周波数帯域特性が広い良好な特性を実現することができる。間隔保持材10としては、隣接する側面電極6が電氣的に短絡しないように絶縁性を有している必要があり、また数十 μ m程度の薄くて均一な厚みが必要であるため、例えばポリエステルフィルムやポリイミドフィルムのようなフィルム材がよい。

40

【0046】

さらに好ましくは、例えばポリエステルフィルムのようなフィルム材を基材とし、例えばアクリル系粘着材を前記基材の両面に設けた構成や、例えば基材はなくてアクリル系粘着材のみで構成されるような両面テープが適している。両面テープを用いることで、配列時あるいは配列後の接着剤による固着や配列した圧電振動子の両端から配列方向に力を加え続けるような機械的な拘束状態の維持など別の手段を用いなくても、圧電振動子1の間に間隔保持材10である両面テープを配置してしまえば両面の粘着性により圧電振動子1の配列状態を保持することができるため、精度良い圧電振動子1配列が作成できると同時に作業性にも優れる。

50

【0047】

また、図3に本発明の第一の実施の形態に係る超音波探触子を構成する圧電振動子配列の別の概略図を示す。図1との相違点は、隣接する圧電振動子1側面の側面電極6の位置関係である。

【0048】

図1では、すべての圧電振動子1で、向かって左下と右上の位置に側面電極6が配置された状態で配列を形成している。図3では、圧電振動子1の側面電極6が、一つおきにその位置が異なるように配置されており、最も左端の圧電振動子1は、向かって左下と右上に側面電極6があり、左から2つめの圧電振動子1は、向かって左上と右下に側面電極6がある。

10

【0049】

この配置にすることで、隣接する圧電振動子1の側面電極6が間隔保持材10を挟んで対向するようになる。間隔保持材10の中心から見て左右対称な状態になり、対向した側面電極6の間で間隔保持材10を挟みこむことによって、間隔の寸法精度を維持することに有利である。

【0050】

なお、図3において、間隔保持材10を挟んで対向している側面電極6は、両方ともグラウンド電極に接続している、あるいはシグナル電極に接続している電気的に共通な側面電極6同士である。そこで図4（本発明の第一の実施の形態に係る超音波探触子を構成するさらに別の圧電振動子配列の概略図）に示すように、グラウンド電極に接続している側面電極6の間に介在する間隔保持材10aを導電性を有する材料とすることで強固なグラウンド接続を確保することができ、S/Nが良化し超音波探触子の性能向上に寄与する。

20

【0051】

また、隣接する2つの圧電振動子1を同時に駆動して用いる超音波探触子であれば、間隔保持材10すべてを導電性を有する材料で構成することで間隔保持材10に間隔保持と電極接続の2つの役割を持たせ、別の手段を用いることなく、2つの圧電振動子1間の確実なシグナル電極及びグラウンド電極の接続が可能となる。

【0052】

なお、図1から図4では圧電振動子1が1次元配列した超音波探触子の場合について説明したが、図5のように、1次元配列した圧電振動子1を配列方向に垂直なx方向に延びる分割溝11を形成して圧電振動子1を分割することによって2次元配列を形成することができる。分割溝11には、例えばエポキシ樹脂などを充填する場合もある。このように圧電振動子1を1次元に配列した後に分割することで作成した圧電振動子1の2次元配列を有する超音波探触子であっても、本発明を逸脱するものではない。

30

【0053】

<第二の実施の形態>

図6に本発明の第二の実施の形態に係る超音波探触子を構成する圧電振動子配列の概略図を示す。略平坦な側面に絶縁層および側面電極を配置した圧電振動子であることは、第一の実施の形態と同様であり、説明を省略する。

【0054】

図6では、絶縁層および側面電極を配置した側面の上に、例えばポリイミドやエポキシなどの有機絶縁材料をスクリーン印刷あるいは塗布したり、あるいはアルミナなどの無機絶縁材料をスパッタリングなどの真空薄膜形成法を用いることで、均一な厚みの間隔保持層を形成する。間隔保持層を設けた圧電振動子をもそのまま配列することによって、間隔保持層の厚みで決められる所望の間隔で圧電振動子1を正確に配列することができる。また、間隔保持層は絶縁層や側面電極を被覆保護する機能も有するため、側面電極を介した電極層間の導通状態の確保に対してより有利な構成となる。

40

【0055】

なお、図6では圧電振動子の側面電極を設けた2つの側面ともに間隔保持層を形成した場合について説明した。2つの側面の側面電極6ともに被服保護するという効果を考える

50

と有利であるが、図7に示すように一方の側面側だけに間隔保持層を形成しても配列間隔を保持するためには十分であり、この構成であっても構わない。

【0056】

また、第一の実施の形態に係る超音波探触子と同様に、図8に示すように、分割溝11で圧電振動子1の1次元配列を分割することで2次元配列を有する超音波探触子でも、本発明の効果は変わらず、本発明を逸脱するものではない。

【0057】

なお、第一の実施の形態および第二の実施の形態で説明した圧電振動子1は、電氣的に接続したくない電極層3の端面に絶縁層9を形成した上に側面電極6を形成した構成について説明したが、図9に示すように、接続したくない電極層3の端面が圧電振動子1側面に露出しないように、電極層3を予め形成することで、絶縁層9を形成することなく、側面電極6を形成することが可能であり、この構成の圧電振動子1を用いたとしても、本発明を逸脱するものではない。

10

【0058】

さらに、第一の実施の形態および第二の実施の形態では、3つの圧電体層2と4つの電極層3からなる積層構造の圧電振動子1の場合について説明したが、圧電体層2と電極層3の数については限定されるものではなく幾つであってもかまわない。

また、第一の実施の形態および第二の実施の形態で説明した間隔保持材10のy方向の長さおよび圧電振動子1を分割した場合のy方向に必要な個数は、x方向に隣接する圧電振動子1と圧電振動子1が一定の間隔が確保できればよく、例えば1つの圧電振動子1のy方向の両端部分に短い長さの間隔保持材10を2つ配置して、圧電振動子1の両端部分で一定の間隔を確保する構成であってもよいし、あるいは短い間隔保持材10を、圧電振動子1のy方向の両端と中央部に配置し3箇所ですべて一定の間隔を確保するような構成であっても本発明を逸脱しない。

20

【0059】

<第三の実施の形態>

次に、本発明に係る超音波診断装置の一例を示す概略図を図10に示す。

【0060】

図10に示す超音波診断装置は、超音波診断装置本体13と、これと電氣的に接続された超音波探触子14とを備えており、超音波探触子14は、第一の実施の形態および第二の実施の形態に係る超音波探触子の構成を備えている。

30

【0061】

上述した構成の超音波診断装置の動作について説明する。まず、操作者が、超音波探触子14の超音波送受信面を被検者15の体表面に当てる。この状態で、超音波診断装置本体13から超音波探触子14に電気信号(駆動信号)が送信される。

【0062】

駆動信号は、超音波探触子14内の圧電振動子において超音波に変換されて、被検者15に送波される。この超音波は被検者15の体内で反射され、反射波の一部が超音波探触子14内の圧電振動子で受波され、電気信号(受信信号)に変換されて、超音波診断装置本体14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13にて信号処理され、例えば断層画像としてCRTなどの表示装置に出力される。

40

【0063】

上述した超音波診断装置において、超音波探触子14としては、第一の実施の形態および第二の実施の形態で説明したような本発明の超音波探触子を使用される。このような超音波診断装置によれば、第一の実施の形態および第二の実施の形態で示した超音波探触子の長所を活かし、精度の高い超音波診断を行うことができる。

【0064】

<第四の実施の形態>

次に、本発明に係る超音波探傷装置の一例を示す概略図を図11に示す。

【0065】

50

図11に示す超音波探傷装置は、超音波探傷装置本体16と、これと電氣的に接続された超音波探触子14とを備えており、超音波探触子14は、第一の実施の形態および第二の実施の形態に係る超音波探触子の構成を備えている。

【0066】

上述した構成の超音波探傷装置の動作について説明する。まず、操作者が、超音波探触子14の超音波送受信面を被検物17の表面に当てる。この状態で、超音波探傷装置本体16から超音波探触子14に電気信号(駆動信号)が送信される。駆動信号は、超音波探触子14内の圧電振動子において超音波に変換されて、被検物17に送波される。

【0067】

この超音波は被検物17の内部の傷や欠陥で反射され、反射波の一部が超音波探触子14内の圧電振動子で受波され、電気信号(受信信号)に変換されて、超音波探傷装置本体16に入力される。入力された受信信号は、超音波探傷装置本体16にて信号処理され、例えば断層画像としてCRTなどに表示される。

【0068】

上述した超音波探傷装置において、超音波探触子14としては、第一の実施の形態および第二の実施の形態で説明したような本発明の超音波探触子を使用される。このような超音波探傷装置によれば、第一の実施の形態および第二の実施の形態で示した超音波探触子の長所を活かし、精度の高い非破壊検査を行うことができる。

【0069】

本実施の形態では2次元配列アレイを有して説明した。本発明は2次元アレイにとらわれ

10

20

【産業上の利用可能性】

【0070】

本発明に係る超音波探触子は、圧電体層と電極層が交互に所定数積層されて作られた積層体であって積層方向に沿った略平坦な両側面を有するものの前記両側面の外側にそれぞれ所定の前記電極層同士を接続する側面電極を設けて構成された圧電振動子を前記積層方向と直交する方向に複数配列し、隣接する前記圧電振動子の前記側面電極が形成された前記側面同士の間

30

【0071】

に所定の厚みの間隔保持材を介在させたことにより、電極層間の側面電極を介した導通状態を安定確保することができ、圧電特性が安定かつ良好で感度劣化の少ない圧電振動子を有するとともに、圧電振動子を所望の配列間隔で正確に配列させることが簡便にでき、さらに配列後の位置ずれを防ぐこともできるため、クロストークを抑え良好な超音波ビーム形成が可能となる。

40

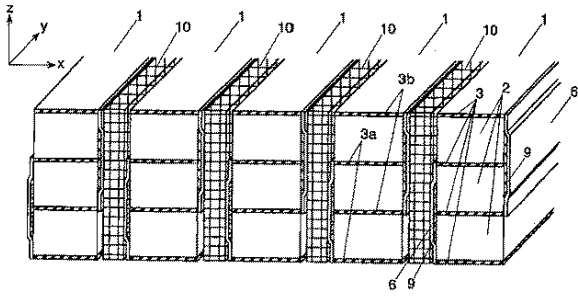
【0072】

さらに本発明に係る超音波探触子は、圧電体層と電極層が交互に所定数積層されて作られた積層体であって積層方向に沿った略平坦な両側面を有するものの前記両側面の外側にそれぞれ所定の前記電極層同士を接続する側面電極を設けて構成された圧電振動子を前記積層方向と直交する方向に複数配列し、隣接する前記圧電振動子の少なくとも一方の前記圧電振動子の前記側面電極上に間隔保持層が形成されていることにより、電極層間の側面電極を介した導通状態を安定確保することができ、圧電特性が安定かつ良好で感度劣化の少ない圧電振動子を有するとともに、圧電振動子を所望の配列間隔で正確に配列させることが簡便にでき、さらに配列後の位置ずれを防ぐこともできるため、クロストークを抑え良好な超音波ビーム形成が可能である。

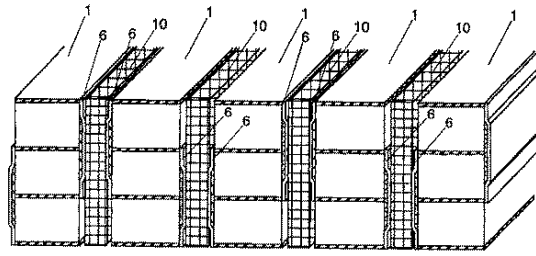
【0072】

この超音波探触子を使用した超音波診断装置は、正確な超音波診断を可能とする効果を有し、診断、治療などの医療分野に有用であり、また、この超音波探触子を使用した超音波探傷装置は、非破壊検査などの産業用分野で有用である。

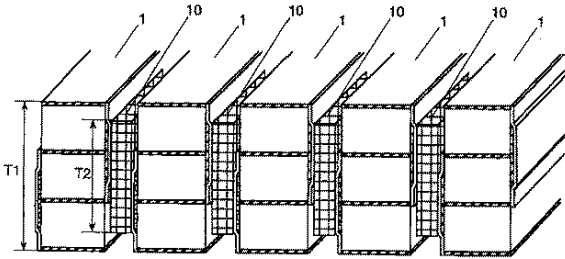
【図 1】



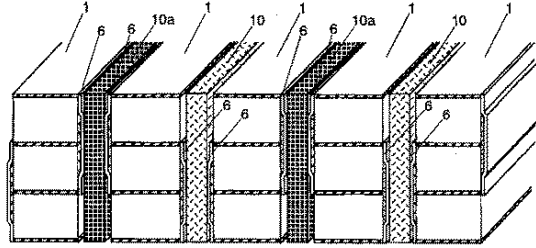
【図 3】



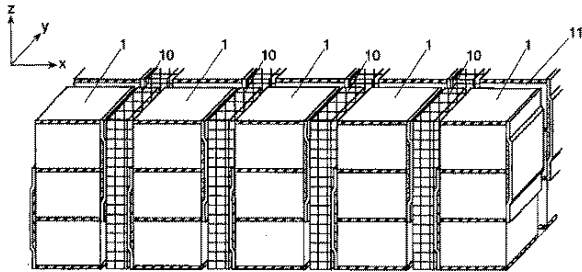
【図 2】



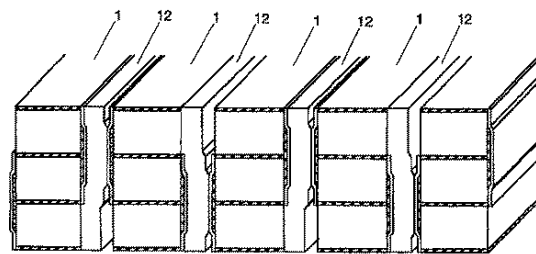
【図 4】



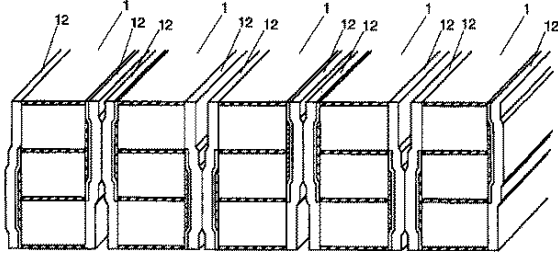
【図 5】



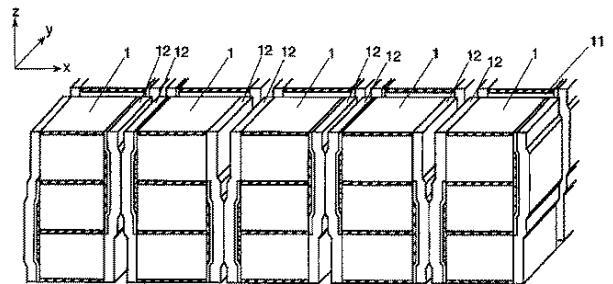
【図 7】



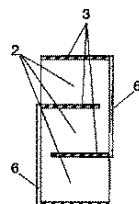
【図 6】



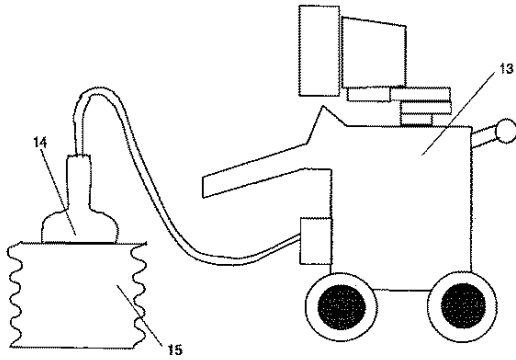
【図 8】



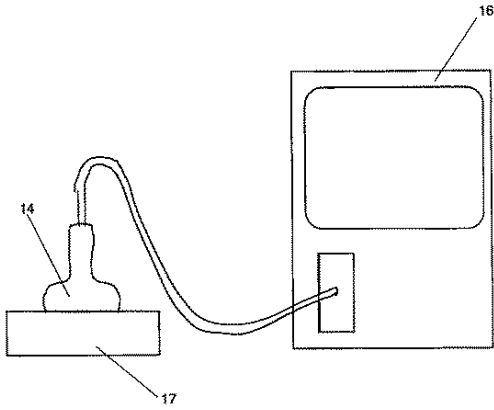
【図 9】



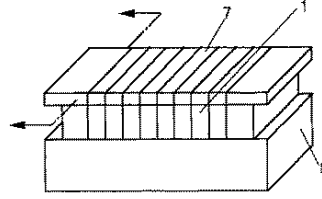
【図 1 0】



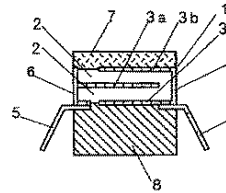
【図 1 1】



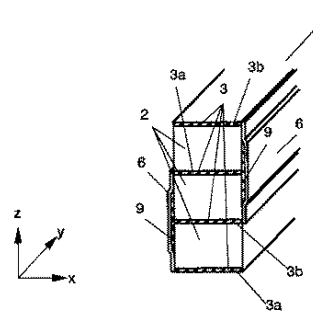
【図 1 2 A】



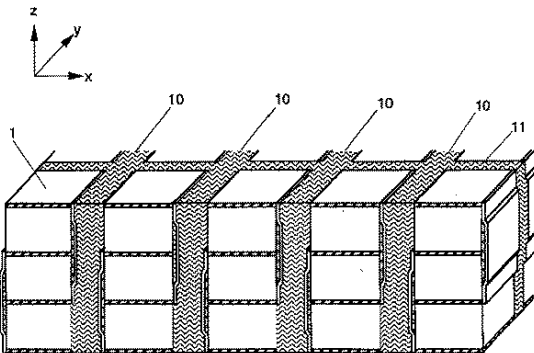
【図 1 2 B】



【図 1 3 A】



【図 1 3 B】



【手続補正書】

【提出日】平成22年1月7日(2010.1.7)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

圧電体層と電極層が交互に所定数積層されて作られた積層体であって積層方向に沿った略平坦な両側面を有するもの前記両側面の外側にそれぞれ所定の前記電極層同士を接続する側面電極を設けて構成された圧電振動子を前記積層方向と直交する方向に複数配列し、隣接する前記圧電振動子の前記側面電極が形成された前記側面同士の間所定の厚みの間隔保持材を介在させた超音波探触子。

【請求項2】

隣接する前記圧電振動子の前記側面電極が前記間隔保持材に対して対称となるように前記圧電振動子に設けら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】

前記圧電振動子間にそれぞれ介在する前記間隔保持材の少なくとも1つが導電性を有する材料で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】

前記間隔保持材の前記積層方向の高さが前記圧電振動子の側面の高さよりも低く構成した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。

【請求項5】

前記間隔保持材が両面テープであ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。

【請求項6】

圧電体層と電極層が交互に所定数積層されて作られた積層体であって積層方向に沿った略平坦な両側面を有するもの前記両側面の外側にそれぞれ所定の前記電極層同士を接続する側面電極を設けて構成された圧電振動子を前記積層方向と直交する方向に複数配列し、隣接する前記圧電振動子の少なくとも一方の前記圧電振動子の前記側面電極上に間隔保持層が形成されている超音波探触子。

【請求項7】

請求項1から6のいずれか1つに記載の超音波探触子と、前記超音波探触子と電気的に接続された超音波診断装置本体とを含む超音波診断装置。

【請求項8】

請求項1から6のいずれか1つに記載の超音波探触子と、前記超音波探触子と電気的に接続された超音波探傷装置本体とを含む超音波探傷装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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、非破壊検査などの産業用分野で利用される超音波探触子と、超音波探触子を用いた超音波診断装置及び超音波探傷装置に関する。

【背景技術】

【0002】

細長い短冊状の複数の圧電振動子を一次元配列させたアレイ型超音波探触子が超音波診断装置などに広く用いられている。超音波探触子の高感度化を図るために、短冊状の圧電振動子に積層圧電セラミクスを用いる構成が従来知られている。積層圧電セラミクスを用いる場合、その積層数を n とすると同一周波数を単層で実現した場合に比べて、駆動電圧一定とすると電界が n 倍かかるため、送信される音圧も n 倍に向上する。

【0003】

図12A及び図12Bは従来知られている超音波探触子の概略図を示す。図12Aは超音波探触子の斜視図、図12Bはその断面図をそれぞれ示す。圧電振動子1は2層の圧電体層2および3層の電極層を交互に積層した積層体として構成される。2層の圧電体層2は分極軸が対向しており、3層の電極層のうち、上下層がグランド電極層3b、中央層がシグナル電極層3aとなり、それぞれアース取出電極4と信号リード線5に電氣的に接続されている。

【0004】

グランド電極層3bは側面に回し込んだ側面電極6と電氣的に接続されて圧電振動子1下面まで導かれ、アース取出電極4と例えば半田付けや導電性接着剤などにより電氣的に接続されている。同様に中央のシグナル電極層3aも側面電極6を通じて圧電振動子1下面に導かれ、信号リード線5と接続されている。圧電振動子1上部には超音波を効率よく送受信するための音響整合層7が形成され、圧電振動子1下部には圧電振動子配列を保持しかつ、圧電振動子1下部に放射される超音波を吸収減衰させるための背面材8がある。

【0005】

一次元アレイ配列形成には、例えばダイシングソーなどの分割加工装置を用いる。分割加工装置によって音響整合層7から背面材8に到達する分割溝を形成することで細長い短冊状の圧電振動子1をアレイ状に形成する（例えば下記の特許文献1参照）。

【0006】

アレイ状に分割されたことで、側面電極6の幅は狭くなり、加工の影響で導通状態が不安定になったり、断線の可能性もあり確実な導通状態を確保する必要がある。分割後の短冊状の圧電振動子1を事前に作成し、長手方向の側面に沿って側面電極6を形成する方法が考えられるが、短冊状の圧電振動子1を配列させる工程が必要となり、配列の乱れが懸念される。

【0007】

また、一次元配列アレイだけではなく二次元配列アレイにおいても、積層圧電セラミクスを採用する構成が従来知られている。一次元配列アレイよりも圧電振動子1の大きさが小さくなる二次元配列アレイでは積層圧電セラミクスを採用することで、圧電振動子1の電氣的なインピーダンスを下げる効果があり有益である。

【0008】

図13A及び図13Bは従来知られている二次元配列アレイ超音波探触子の概略図を示す。図13Aは圧電振動子の構造を示す概略図、図13Bは複数の圧電振動子配列した概略図をそれぞれ示す。圧電振動子1は3層の圧電体層2および4層の電極層3が交互に積層した積層体として構成されている。この場合、4層の電極層3のうち、上から1層目と3層目がグランド電極層3b、2層目と最下層の4層目がシグナル電極層3aとなる。

【0009】

一次元配列アレイの圧電振動子と同様に細長い短冊状の圧電振動子1（図13A）を事前に作成し、長手方向の広い2つの側面上において、その側面上で電氣的に接続させたくない電極層3（例えば上から1層目と3層目のグランド電極層3bを接続させたい場合には、2層目のシグナル電極層3a）の端面部分に所定の幅の絶縁層9を設けて、その上から側面電極6を形成することで2層のグランド電極層3bあるいは2層のシグナル電極層3aを電氣的に接続させる。

【0010】

側面電極6を施した複数の細長い短冊状の圧電振動子1を、図13Bに示すように x 方向に所定の間隔で整列させた後に、隣接する圧電振動子1間の隙間10を接着剤などの樹

脂を用いて充填し固定させた後に、短冊状の圧電振動子1の長手方向に直交する方向、図13Bにおいてはx方向に延びる分割溝11を、例えばダイシングソーなどの分割加工装置を用いてy方向に複数形成し、同様に充填固定することで、2次元の圧電振動子配列を形成する(例えば、下記の特許文献2参照)。

【0011】

また、超音波診断装置などで一般的に用いる周波数数MHzの超音波探触子は、短冊状の圧電振動子1の幅は数十から数百 μm 程度であり、圧電振動子1と圧電振動子1の間隔10は数十 μm であり、2次元配列アレイでも同様の寸法となる。

【0012】

図13Bに示した従来の2次元配列アレイの場合に、細長い短冊状の圧電振動子1を所定の隙間10にて整列させる工程で、数百 μm 幅の圧電振動子1を数十 μm の隙間10で配列させることが作業的に困難であり、さらに配列後に素子配列を維持した状態で隙間10に接着剤等充填する作業も難しく、作業時に素子がわずかに動いて位置ずれしてしまう可能性もある。

【特許文献1】特開平1-174199号公報

【特許文献2】特開平11-299779号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかしながら、前記従来の構成では素子配列の乱れは、形成する超音波ビームの乱れを招き、分解能の低下や超音波断層画像の画質低下を招いてしまう可能性があり、配列の乱れが激しい場合は隣接素子間が接触してしまい、電気的な短絡や構造的なクロストークの原因にも成りかねないという課題を有していた。

【0014】

本発明は、前記従来の問題を解決するためになされたもので、側面電極を介した電極層間の導通状態の確保と、正確な圧電振動子配列を簡便に実現できる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ものである。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明の超音波探触子は、圧電体層と電極層が交互に所定数積層されて作られた積層体であって積層方向に沿った略平坦な両側面を有するものの前記両側面の外側にそれぞれ所定の前記電極層同士を接続する側面電極を設けて構成された圧電振動子を前記積層方向と直交する方向に複数配列し、隣接する前記圧電振動子の前記側面電極が形成された前記側面同士の間所定の厚みの間隔保持材を介在させた構成を有している。

【0016】

この構成により、電極層間の側面電極を介した導通状態を安定確保することができ、圧電特性が安定かつ良好で感度劣化の少ない圧電振動子を有するとともに、圧電振動子を所望の配列間隔で正確に配列させることが簡便にでき、さらに配列後の位置ずれを防ぐこともできるため、クロストークを抑え良好な超音波ビーム形成が可能である超音波探触子を提供することができる。

【0017】

また、本発明の超音波探触子は、隣接する前記圧電振動子の前記側面電極が前記間隔保持材に対して対称となるように前記圧電振動子に設けられている構成を有している。

【0018】

この構成により、圧電振動子を所望の間隔でより正確に配列させることが簡便にでき、さらに配列後の位置ずれを防ぐこともできるため、クロストークを抑え良好な超音波ビーム形成が可能である超音波探触子を提供することができる。

【0019】

また、本発明の超音波探触子は、前記圧電振動子間にそれぞれ介在する前記間隔保持材の少なくとも1つが導電性を有する材料で構成されることを特徴とする。

【0020】

この構成により、間隔保持材を挟む2つの側面電極の電氣的接続を、別の手段を用いることなく簡便かつ確実に実現することができるとともに、圧電振動子を所望の間隔でより正確に配列させることが簡便にでき、さらに配列後の位置ずれを防ぐこともできるため、クロストークを抑え良好な超音波ビーム形成が可能である超音波探触子を提供する。

【0021】

また、本発明の超音波探触子は、前記間隔保持材の前記積層方向の高さが前記圧電振動子の側面の高さよりも低くした構成を有している。

【0022】

この構成により、圧電振動子を所望の配列間隔で正確に配列させることが簡便にでき、さらに配列後の位置ずれを防ぐこともでき、クロストークを抑え良好な超音波ビーム形成が可能であると同時に、例えば音響整合層や背面材などを圧電振動子の上下面に設ける場合に圧電振動子の上下面との面接触がより確実になるため、感度が高く周波数帯域特性が広い良好な特性を有する超音波探触子を提供することができる。

【0023】

さらに、本発明の超音波探触子は、前記間隔保持材が両面テープである構成を有している。

【0024】

この構成により、圧電振動子を所望の配列間隔で正確に配列させることが、より簡便にでき、さらに配列後の位置ずれを防ぐこともできるため、クロストークを抑え良好な超音波ビーム形成が可能である超音波探触子を提供することができる。

【0025】

また、本発明の超音波探触子は、圧電体層と電極層が交互に所定数積層されて作られた積層体であって積層方向に沿った略平坦な両側面を有するものの前記両側面の外側にそれぞれ所定の前記電極層同士を接続する側面電極を設けて構成された圧電振動子を前記積層方向と直交する方向に複数配列し、隣接する前記圧電振動子の少なくとも一方の前記圧電振動子の前記側面電極上に間隔保持層が形成されている構成を有している。

【0026】

この構成により、電極層間の側面電極を介した導通状態を安定確保することができ、圧電特性が安定かつ良好で感度劣化の少ない圧電振動子を有するとともに、圧電振動子を所望の配列間隔で正確に配列させることが簡便にでき、さらに配列後の位置ずれを防ぐこともできるため、クロストークを抑え良好な超音波ビーム形成が可能である超音波探触子を提供することができる。

【0027】

また、本発明の超音波診断装置は、上述した本発明の超音波探触子と、前記超音波探触子と電氣的に接続された超音波診断装置本体とを含むことを特徴とする。

【0028】

この構成により、本発明に係る超音波探触子の長所を活かし、精度の高い超音波診断を行うことができる。

【0029】

さらに、本発明の超音波探傷装置は、上述した本発明の超音波探触子と、前記超音波探触子と電氣的に接続された超音波探傷装置本体とを含むことを特徴とする。

【0030】

この構成により、本発明に係る超音波探触子の長所を活かし、精度の高い非破壊検査を行うことができる。

【発明の効果】

【0031】

本発明に係る超音波探触子は、圧電体層と電極層が交互に所定数積層されて作られた積層体であって積層方向に沿った略平坦な両側面を有するものの前記両側面の外側にそれぞれ所定の前記電極層同士を接続する側面電極を設けて構成された圧電振動子を前記積層方

向と直交する方向に複数配列し、隣接する前記圧電振動子の前記側面電極が形成された前記側面同士の間所定の厚みの間隔保持材を介在させたことにより、電極層間の側面電極を介した導通状態を安定確保することができ、圧電特性が安定かつ良好で感度劣化の少ない圧電振動子を有するとともに、圧電振動子を所望の配列間隔で正確に配列させることが簡便にでき、さらに配列後の位置ずれを防ぐこともできるため、クロストークを抑え良好な超音波ビーム形成が可能である。

【0032】

また、本発明に係る超音波探触子は、圧電体層と電極層が交互に所定数積層されて作られた積層体であって積層方向に沿った略平坦な両側面を有するものの前記両側面の外側にそれぞれ所定の前記電極層同士を接続する側面電極を設けて構成された圧電振動子を前記積層方向と直交する方向に複数配列し、隣接する前記圧電振動子の少なくとも一方の前記圧電振動子の前記側面電極上に間隔保持層が形成されていることにより、電極層間の側面電極を介した導通状態を安定確保することができ、圧電特性が安定かつ良好で感度劣化の少ない圧電振動子を有するとともに、圧電振動子を所望の配列間隔で正確に配列させることが簡便にでき、さらに配列後の位置ずれを防ぐこともできるため、クロストークを抑え良好な超音波ビーム形成が可能である。

【0033】

また、本発明に係る超音波診断装置は、上述した超音波探触子を使用しているため、より正確な診断をすることが可能となる。

【0034】

さらに、本発明に係る超音波探傷装置は、上述した超音波探触子を使用しているため、より正確な非破壊検査を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】

【0035】

以下、本発明の実施の形態に係る超音波探触子について、図面を用いて説明する。

【0036】

<第一の実施の形態>

本発明の第一の実施の形態に係る超音波探触子を構成する圧電振動子配列の概略図を図1に示す。図1では圧電振動子1が積層方向と直行する方向であるx方向に5つ並んだ場合について示しているが、その数は2以上であればいくつであっても構わない。

【0037】

圧電振動子1は、3層の圧電体層2および4層の電極層3が交互に積層した積層体として構成される。図1では、4層の電極層3のうち、上から1層目と3層目がグラウンド電極層3b、2層目と最下層の4層目がシグナル電極層3aとなる。3層の圧電体層2と4層の電極層3を積層した細長い短冊状の圧電振動子を事前に作成し、長手方向（図1のy方向）に沿う広い2つの略平坦な側面上において、例えば1層目と3層目のグラウンド電極層3bを電氣的に接続させる場合には、2層目のシグナル電極層3aの端面に相当する、電氣的に接続させたくない電極層3の端面に所定の幅の絶縁層9を設けて、その上に側面電極6を形成して2層のグラウンド電極層3bあるいは2層のシグナル電極層3aを電氣的に接続させる。

【0038】

絶縁層9は、例えばエポキシ系やポリイミド系の有機系の材料をスクリーン印刷したり、ディスペンス装置などを用いて塗布することで形成したり、あるいはアルミナなどの無機絶縁材料をスパッタリングなどの真空薄膜形成法を用いることで形成する。

【0039】

側面電極6は、例えば金などの金属材料を同じくスパッタリングなどを用いることで作成できる。このように、圧電振動子1の長手方向（図1のy方向）に沿う広い2つの略平坦な側面上に側面電極6を形成し、2層のグラウンド電極層3bあるいは2層のシグナル電極層3aを電氣的に接続することによって、それ以外の幅の狭い2つの側面（図1のx方向に沿う面）に側面電極6を形成する場合と比較して、2つの電極層3の電氣的な接続に

寄与する側面電極6の幅は広くなり、側面電極6全幅にわたる破損や剥離が起こらない限り、部分的な破損や剥離であれば2つの電極層3間の導通が十分に確保でき、圧電特性が安定かつ良好で感度劣化の少ない圧電振動子1となる。

【0040】

ただし、この側面電極6を形成した積層構造の圧電振動子1を用いてアレイ型の超音波探触子を構成する場合には、圧電振動子1の配列方向に垂直な側面に側面電極6が存在する構成となるため、例えばダイシングソーなどを用いて1枚の板状積層体を分割して圧電振動子配列を形成しようとした場合、分割するための溝を形成した結果出現する側面に対して絶縁層9と側面電極6を形成しなければならず、工法的にも作業的にも困難である。

【0041】

そこで、予め絶縁層9と側面電極6を形成した細長い短冊状の圧電振動子1を所望の配列間隔で並べてアレイ型の超音波探触子を形成する方法が考えられる。

【0042】

図1では、圧電振動子1と圧電振動子1の間に一定の間隔を形成するために決められた厚みの間隔保持材10が配置されている。圧電振動子1を配列する作業時に圧電振動子と間隔保持材10を交互に配列していくか、あるいは圧電振動子1の側面に間隔保持材10を予め配置したものを作成しておき、その作成したものを配列することで常に間隔保持材10の厚みで規定される間隔を保持して圧電振動子を整列させることができる。

【0043】

このときに好ましくは、図2（本発明の第一の実施の形態に係る超音波探触子を構成する別の圧電振動子配列の概略図）に示すように、圧電振動子1の高さT1よりも間隔保持材10の高さT2を低くして、圧電振動子1の上下に間隔保持材10がはみ出さないようにする。

【0044】

こうすることで圧電振動子の上下に、例えば音響整合層や背面材を配置する際に、間隔保持材10に邪魔されることなく圧電振動子の上下面との面接触がより確実になり、感度が高く周波数帯域特性が広い良好な特性を実現することができる。間隔保持材10としては、隣接する側面電極6が電氣的に短絡しないように絶縁性を有している必要があり、また数十 μm 程度の薄くて均一な厚みが必要であるため、例えばポリエステルフィルムやポリイミドフィルムのようなフィルム材がよい。

【0045】

さらに好ましくは、例えばポリエステルフィルムのようなフィルム材を基材とし、例えばアクリル系粘着材を前記基材の両面に設けた構成や、例えば基材はなくてアクリル系粘着材のみで構成されるような両面テープが適している。両面テープを用いることで、配列時あるいは配列後の接着剤による固着や配列した圧電振動子の両端から配列方向に力を加え続けるような機械的な拘束状態の維持など別の手段を用いなくても、圧電振動子1の間に間隔保持材10である両面テープを配置してしまえば両面の粘着性により圧電振動子1の配列状態を保持することができるため、精度良い圧電振動子1配列が作成できると同時に作業性にも優れる。

【0046】

また、図3に本発明の第一の実施の形態に係る超音波探触子を構成する圧電振動子配列の別の概略図を示す。図1との相違点は、隣接する圧電振動子1側面の側面電極6の位置関係である。

【0047】

図1では、すべての圧電振動子1で、向かって左下と右上の位置に側面電極6が配置された状態で配列を形成している。図3では、圧電振動子1の側面電極6が、一つおきにその位置が異なるように配置されており、最も左端の圧電振動子1は、向かって左下と右上に側面電極6があり、左から2つめの圧電振動子1は、向かって左上と右下に側面電極6がある。

【0048】

この配置にすることで、隣接する圧電振動子1の側面電極6が間隔保持材10を挟んで対向するようになる。間隔保持材10の中心から見て左右対称な状態になり、対向した側面電極6の間で間隔保持材10を挟みこむことによって、間隔の寸法精度を維持することに有利である。

【0049】

なお、図3において、間隔保持材10を挟んで対向している側面電極6は、両方ともグランド電極に接続している、あるいはシグナル電極に接続している電氣的に共通な側面電極6同士である。そこで図4（本発明の第一の実施の形態に係る超音波探触子を構成するさらに別の圧電振動子配列の概略図）に示すように、グランド電極に接続している側面電極6の間に介在する間隔保持材10aを導電性を有する材料とすることで強固なグランド接続を確保することができ、S/Nが良化し超音波探触子の性能向上に寄与する。

【0050】

また、隣接する2つの圧電振動子1を同時に駆動して用いる超音波探触子であれば、間隔保持材10すべてを導電性を有する材料で構成することで間隔保持材10に間隔保持と電極接続の2つの役割を持たせ、別の手段を用いることなく、2つの圧電振動子1間の確実なシグナル電極及びグランド電極の接続が可能となる。

【0051】

なお、図1から図4では圧電振動子1が1次元配列した超音波探触子の場合について説明したが、図5のように、1次元配列した圧電振動子1を配列方向に垂直なx方向に延びる分割溝11を形成して圧電振動子1を分割することによって2次元配列を形成することができる。分割溝11には、例えばエポキシ樹脂などを充填する場合もある。このように圧電振動子1を1次元に配列した後に分割することで作成した圧電振動子1の2次元配列を有する超音波探触子であっても、本発明を逸脱するものではない。

【0052】

<第二の実施の形態>

図6に本発明の第二の実施の形態に係る超音波探触子を構成する圧電振動子配列の概略図を示す。略平坦な側面に絶縁層および側面電極を配置した圧電振動子であることは、第一の実施の形態と同様であり、説明を省略する。

【0053】

図6では、絶縁層および側面電極を配置した側面の上に、例えばポリイミドやエポキシなどの有機絶縁材料をスクリーン印刷あるいは塗布したり、あるいはアルミナなどの無機絶縁材料をスパッタリングなどの真空薄膜形成法を用いることで、均一な厚みの間隔保持層を形成する。間隔保持層を設けた圧電振動子をそのまま配列することによって、間隔保持層の厚みで決められる所望の間隔で圧電振動子1を正確に配列することができる。また、間隔保持層は絶縁層や側面電極を被覆保護する機能も有するため、側面電極を介した電極層間の導通状態の確保に対してより有利な構成となる。

【0054】

なお、図6では圧電振動子の側面電極を設けた2つの側面ともに間隔保持層を形成した場合について説明した。2つの側面の側面電極6ともに被服保護するという効果を考えると有利であるが、図7に示すように一方の側面側だけに間隔保持層を形成しても配列間隔を保持するためには十分であり、この構成であっても構わない。

【0055】

また、第一の実施の形態に係る超音波探触子と同様に、図8に示すように、分割溝11で圧電振動子1の1次元配列を分割することで2次元配列を有する超音波探触子でも、本発明の効果は変わらず、本発明を逸脱するものではない。

【0056】

なお、第一の実施の形態および第二の実施の形態で説明した圧電振動子1は、電氣的に接続したくない電極層3の端面に絶縁層9を形成した上に側面電極6を形成した構成について説明したが、図9に示すように、接続したくない電極層3の端面が圧電振動子1側面に露出しないように、電極層3を予め形成することで、絶縁層9を形成することなく、側

面電極6を形成することが可能であり、この構成の圧電振動子1を用いたとしても、本発明を逸脱するものではない。

【0057】

さらに、第一の実施の形態および第二の実施の形態では、3つの圧電体層2と4つの電極層3からなる積層構造の圧電振動子1の場合について説明したが、圧電体層2と電極層3の数については限定されるものではなく幾つであってもかまわない。

また、第一の実施の形態および第二の実施の形態で説明した間隔保持材10のy方向の長さおよび圧電振動子1を分割した場合のy方向に必要な個数は、x方向に隣接する圧電振動子1と圧電振動子1が一定の間隔が確保できればよく、例えば1つの圧電振動子1のy方向の両端部分に短い長さの間隔保持材10を2つ配置して、圧電振動子1の両端部分で一定の間隔を確保する構成であってもよいし、あるいは短い間隔保持材10を、圧電振動子1のy方向の両端と中央部に配置し3箇所ですべて一定の間隔を確保するような構成であっても本発明を逸脱しない。

【0058】

<第三の実施の形態>

次に、本発明に係る超音波診断装置の一例を示す概略図を図10に示す。

【0059】

図10に示す超音波診断装置は、超音波診断装置本体13と、これと電氣的に接続された超音波探触子14とを備えており、超音波探触子14は、第一の実施の形態および第二の実施の形態に係る超音波探触子の構成を備えている。

【0060】

上述した構成の超音波診断装置の動作について説明する。まず、操作者が、超音波探触子14の超音波送受信面を被検者15の体表面に当てる。この状態で、超音波診断装置本体13から超音波探触子14に電気信号(駆動信号)が送信される。

【0061】

駆動信号は、超音波探触子14内の圧電振動子において超音波に変換されて、被検者15に送波される。この超音波は被検者15の体内で反射され、反射波の一部が超音波探触子14内の圧電振動子で受波され、電気信号(受信信号)に変換されて、超音波診断装置本体14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13にて信号処理され、例えば断層画像としてCRTなどの表示装置に出力される。

【0062】

上述した超音波診断装置において、超音波探触子14としては、第一の実施の形態および第二の実施の形態で説明したような本発明の超音波探触子を使用される。このような超音波診断装置によれば、第一の実施の形態および第二の実施の形態で示した超音波探触子の長所を活かし、精度の高い超音波診断を行うことができる。

【0063】

<第四の実施の形態>

次に、本発明に係る超音波探傷装置の一例を示す概略図を図11に示す。

【0064】

図11に示す超音波探傷装置は、超音波探傷装置本体16と、これと電氣的に接続された超音波探触子14とを備えており、超音波探触子14は、第一の実施の形態および第二の実施の形態に係る超音波探触子の構成を備えている。

【0065】

上述した構成の超音波探傷装置の動作について説明する。まず、操作者が、超音波探触子14の超音波送受信面を被検物17の表面に当てる。この状態で、超音波探傷装置本体16から超音波探触子14に電気信号(駆動信号)が送信される。駆動信号は、超音波探触子14内の圧電振動子において超音波に変換されて、被検物17に送波される。

【0066】

この超音波は被検物17の内部の傷や欠陥で反射され、反射波の一部が超音波探触子14内の圧電振動子で受波され、電気信号(受信信号)に変換されて、超音波探傷装置本体

16に入力される。入力された受信信号は、超音波探傷装置本体16にて信号処理され、例えば断層画像としてCRTなどに表示される。

【0067】

上述した超音波探傷装置において、超音波探触子14としては、第一の実施の形態および第二の実施の形態で説明したような本発明の超音波探触子を使用される。このような超音波探傷装置によれば、第一の実施の形態および第二の実施の形態で示した超音波探触子の長所を活かし、精度の高い非破壊検査を行うことができる。

【0068】

本実施の形態では2次元配列アレイを持って説明した。本発明は2次元アレイにとらわれることなく、他の形式の超音波探触子においても実施可能である。

【産業上の利用可能性】

【0069】

本発明に係る超音波探触子は、圧電体層と電極層が交互に所定数積層されて作られた積層体であって積層方向に沿った略平坦な両側面を有するものの前記両側面の外側にそれぞれ所定の前記電極層同士を接続する側面電極を設けて構成された圧電振動子を前記積層方向と直交する方向に複数配列し、隣接する前記圧電振動子の前記側面電極が形成された前記側面同士の間在所定の厚みの間隔保持材を介在させたことにより、電極層間の側面電極を介した導通状態を安定確保することができ、圧電特性が安定かつ良好で感度劣化の少ない圧電振動子を有するとともに、圧電振動子を所望の配列間隔で正確に配列させることが簡便にでき、さらに配列後の位置ずれを防ぐこともできるため、クロストークを抑え良好な超音波ビーム形成が可能となる。

【0070】

さらに本発明に係る超音波探触子は、圧電体層と電極層が交互に所定数積層されて作られた積層体であって積層方向に沿った略平坦な両側面を有するものの前記両側面の外側にそれぞれ所定の前記電極層同士を接続する側面電極を設けて構成された圧電振動子を前記積層方向と直交する方向に複数配列し、隣接する前記圧電振動子の少なくとも一方の前記圧電振動子の前記側面電極上に間隔保持層が形成されていることにより、電極層間の側面電極を介した導通状態を安定確保することができ、圧電特性が安定かつ良好で感度劣化の少ない圧電振動子を有するとともに、圧電振動子を所望の配列間隔で正確に配列させることが簡便にでき、さらに配列後の位置ずれを防ぐこともできるため、クロストークを抑え良好な超音波ビーム形成が可能である。

【0071】

この超音波探触子を使用した超音波診断装置は、正確な超音波診断を可能とする効果を有し、診断、治療などの医療分野に有用であり、また、この超音波探触子を使用した超音波探傷装置は、非破壊検査などの産業用分野で有用である。

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図1】本発明の第一の実施の形態に係る超音波探触子を構成する圧電振動子配列の概略図

【図2】本発明の第一の実施の形態に係る超音波探触子を構成する別の圧電振動子配列の概略図

【図3】本発明の第一の実施の形態に係る超音波探触子を構成する更に別の圧電振動子配列の概略図

【図4】本発明の第一の実施の形態に係る超音波探触子を構成するさらに別の圧電振動子配列の概略図

【図5】本発明の第一の実施の形態に係る超音波探触子を構成する圧電振動子の2次元配列を示す概略図

【図6】本発明の第二の実施の形態に係る超音波探触子を構成する圧電振動子配列の概略図

【図7】本発明の第二の実施の形態に係る超音波探触子を構成する別の圧電振動子配列の

概略図

【図 8】 本発明の第二の実施の形態に係る超音波探触子を構成する圧電振動子の 2 次元配列を示す概略図

【図 9】 本発明の第一および第二の実施の形態に係る超音波探触子を構成する別の圧電振動子の断面図

【図 10】 本発明の第三の実施の形態に係る超音波診断装置の一例を示す概略図

【図 11】 本発明の第四の実施の形態に係る超音波探傷装置の一例を示す概略図

【図 12 A】 従来知られている超音波探触子の斜視図

【図 12 B】 従来知られている超音波探触子の断面図

【図 13 A】 従来知られている 2 次元配列アレイ超音波探触子の圧電振動子の概略図

【図 13 B】 従来知られている 2 次元配列アレイ超音波探触子の概略図

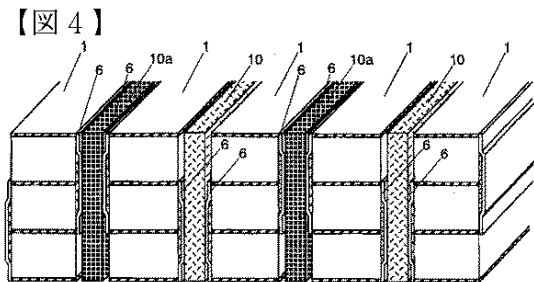
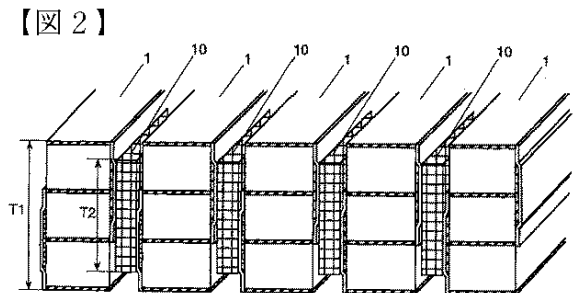
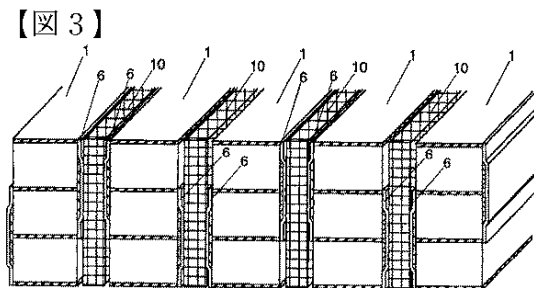
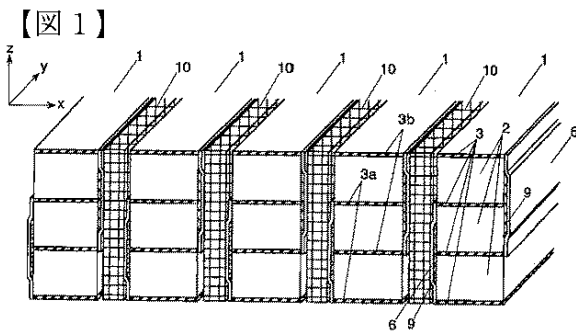
【手続補正 3】

【補正対象書類名】 図面

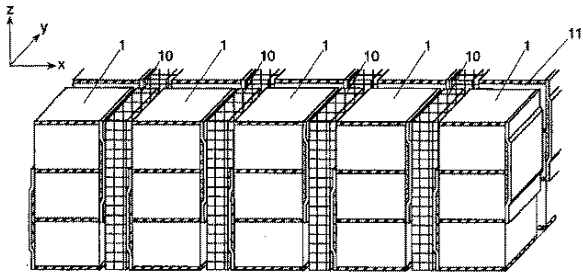
【補正対象項目名】 全図

【補正方法】 変更

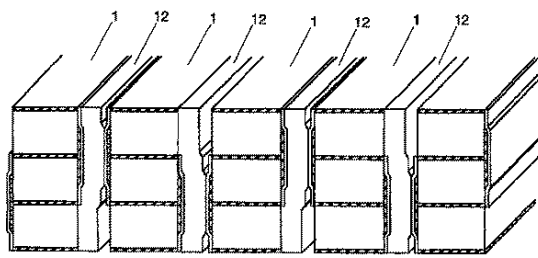
【補正の内容】



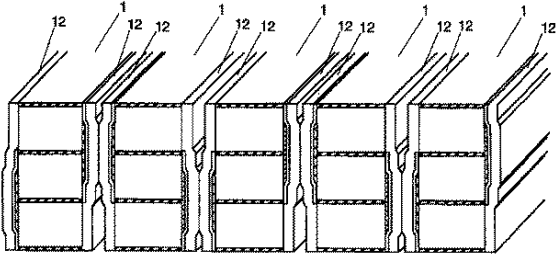
【図 5】



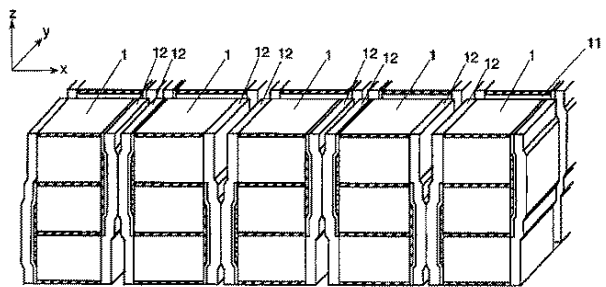
【図 7】



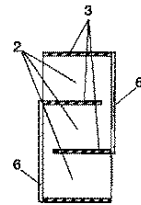
【図 6】



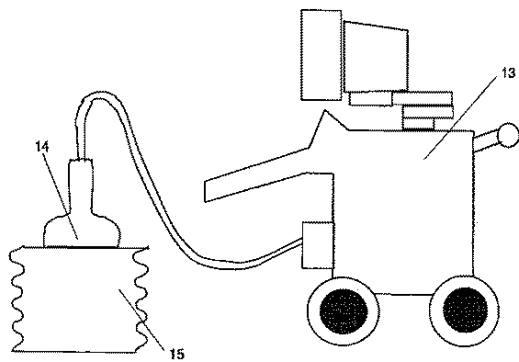
【図 8】



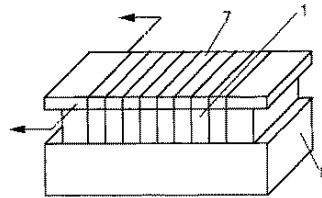
【図 9】



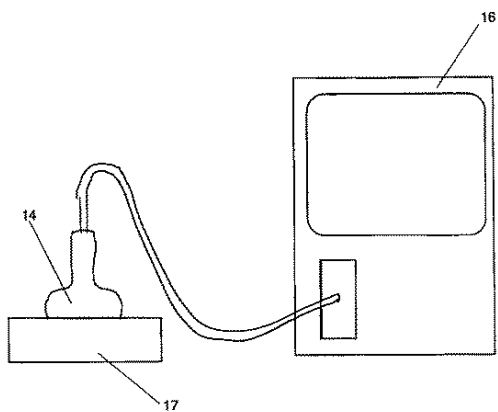
【図 10】



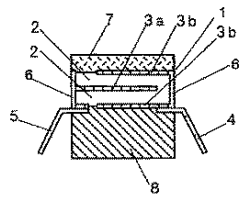
【図 12 A】



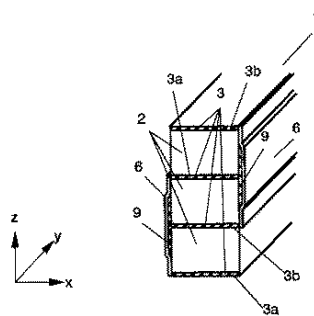
【図 11】



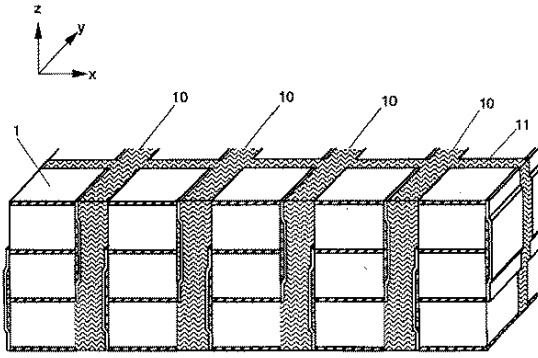
【図 12 B】



【図 13 A】



【図 13 B】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2008/001595
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H04R17/00(2006.01)i, A61B8/00(2006.01)i, G01N29/24(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04R17/00, A61B8/00, G01N29/24		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2008 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-186617 A (Aloka Co., Ltd.), 02 July, 2002 (02.07.02), All pages; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2001-309497 A (Toshiba Corp.), 02 November, 2001 (02.11.01), All pages; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2005-210245 A (Toshiba Corp.), 04 August, 2005 (04.08.05), All pages; all drawings (Family: none)	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 16 September, 2008 (16.09.08)		Date of mailing of the international search report 30 September, 2008 (30.09.08)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/001595

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-309493 A (Toshiba Corp.), 02 November, 2001 (02.11.01), All pages; all drawings & US 2002/0073781 A1	1-8

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 0 8 / 0 0 1 5 9 5									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04R17/00(2006.01)i, A61B8/00(2006.01)i, G01N29/24(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04R17/00, A61B8/00, G01N29/24											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2008年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2008年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2008年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2008年	日本国実用新案登録公報	1996-2008年	日本国登録実用新案公報	1994-2008年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2008年										
日本国実用新案登録公報	1996-2008年										
日本国登録実用新案公報	1994-2008年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号									
A	JP 2002-186617 A (アロカ株式会社) 2002.07.02, 全頁、全図 (ファミリーなし)	1-8									
A	JP 2001-309497 A (株式会社東芝) 2001.11.02, 全頁、全図 (ファミリーなし)	1-8									
A	JP 2005-210245 A (株式会社東芝) 2005.08.04, 全頁、全図 (ファミリーなし)	1-8									
A	JP 2001-309493 A (株式会社東芝) 2001.11.02, 全頁、全図 & US 2002/0073781 A1	1-8									
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。											
* 引用文献のカテゴリー		の日に後に公表された文献									
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの									
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの									
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 16.09.2008		国際調査報告の発送日 30.09.2008									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 志摩 兆一郎	5 Z 8 7 3 3								
		電話番号 03-3581-1101	内線 3541								

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(注) この公表は、国際事務局（W I P O）により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願（日本語実用新案登録出願）の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	超声波探头，超声波诊断装置和使用其的超声波探伤装置		
公开(公告)号	JPWO2009011089A1	公开(公告)日	2010-09-16
申请号	JP2009523526	申请日	2008-06-20
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		
CPC分类号	A61B8/06 A61B8/4494 B06B1/064 G01N29/2437 G01N2291/106		
FI分类号	H04R17/00.332.B H04R17/00.330.E H04R17/00.330.H A61B8/00 G01N29/24.502		
F-TERM分类号	2G047/CA01 2G047/EA04 2G047/EA05 2G047/GB02 2G047/GB17 2G047/GB21 2G047/GB32 4C601/EE02 4C601/EE03 4C601/GB04 4C601/GB06 4C601/GB15 4C601/GB19 4C601/GB41 4C601/GB42 5D019/AA02 5D019/AA26 5D019/BB14 5D019/BB18 5D019/BB19 5D019/BB28 5D019/FF04 5D019/FF05		
优先权	2007187917 2007-07-19 JP		
其他公开文献	JP5328651B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供一种超声换能器，其中保留了压电元件的精确排列和电极层之间的导电状态。提供一种使用了超声波换能器的超声波诊断装置和超声波探伤装置。根据该技术，多个压电元件1是层叠体，其中，预定数目的压电层2和电极层3交替地层叠，尽管其压电体的两个侧面沿层叠方向基本平坦，但是侧面电极6在与层叠方向正交的方向上配置有用于连接规定的电极层3的结构，在与层叠方向正交的方向上配置有规定的厚度的间隔保持部件10，该间隔保持部件10设置在压电体的侧面电极6的侧面之间。形成彼此相邻的元件1。

