

(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2005-210245

(P2005-210245A)

(43) 公開日 平成17年8月4日(2005.8.4)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H04R 17/00	H04R 17/00 332A	2G047
A61B 8/00	H04R 17/00 330H	4C601
G01N 29/24	A61B 8/00	5D019
	G01N 29/24 502	

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2004-12587 (P2004-12587)	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成16年1月21日 (2004.1.21)	(74) 代理人	100109900 弁理士 堀口 浩
		(74) 代理人	100083161 弁理士 外川 英明
		(72) 発明者	細野 靖晴 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
		(72) 発明者	逸見 和弘 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

最終頁に続く

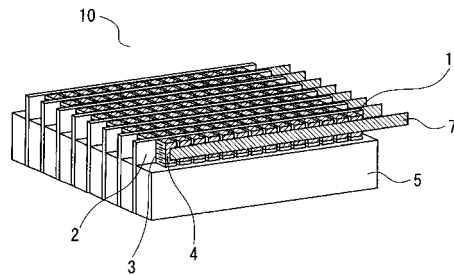
(54) 【発明の名称】 超音波プローブ

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、積層圧電素子を微細ピッチに配列した、高い感度と高い信頼性を有する2次元アレイ超音波プローブを得ることを目的とする。

【解決手段】 本発明は、プリント基板と、プリント基板上に所定のピッチで形成される複数の配線ラインと、配線ラインの端部に夫々の第1側面が対応して接するよう一列に配置される複数の積層圧電素子と、一列に配置される複数の積層圧電素子の、第1側面とは反対側の第2側面を共通接続する導電性薄板と、プリント基板上に配線ラインを覆うよう形成されるバックング材とを備えるユニットが、所定のピッチで並設されて形成され、積層圧電素子の第1側面及び第2側面が導電性を有するとともに、積層圧電素子は、複数の圧電体と複数の内部電極とが交互に積層され、かつ複数の内部電極が交互に第1側面または第2側面の一方に接続されていることを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プリント基板と、

前記プリント基板上に所定のピッチで形成される複数の配線ラインと、

前記プリント基板上の前記配線ラインの端部に夫々の第 1 側面が対応して接するよう一列に配置される複数の積層圧電素子と、

前記一列に配置される複数の積層圧電素子の、前記第 1 側面とは反対側の第 2 側面を共通接続する導電性薄板と、

前記プリント基板上に前記配線ラインを覆うよう形成されるバッキング材と

を備えるユニットが、所定のピッチで並設されて形成され、

前記積層圧電素子の前記第 1 側面及び前記第 2 側面が導電性を有するとともに、前記積層圧電素子は、複数の圧電体と複数の内部電極とが交互に積層され、かつ前記複数の内部電極が交互に前記第 1 側面または前記第 2 側面の一方に接続されている

ことを特徴とする超音波プローブ。

10

【請求項 2】

前記積層圧電素子の最外層が、前記最外層以外の各圧電体の厚みよりも薄い厚みを有する圧電体からなることを特徴とする請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 3】

前記ユニットは、前記プリント基板同士が対向し前記積層圧電素子の前記第 2 側面同士が対向するよう設けられ、前記積層圧電素子の前記第 2 側面同士が対向する側では、対向するユニットで前記導電性薄板を共通とすることを特徴とする請求項 1 記載の超音波プローブ。

20

【請求項 4】

前記導電性薄板は、厚みが $20\ \mu\text{m}$ 以下の Au、Cr、Cu 及び Ni からなる群より選ばれる少なくとも 1 種であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 記載の超音波プローブ。

【請求項 5】

前記導電性薄板は、PET フィルム上に、厚みが $20\ \mu\text{m}$ 以下の Au、Cr、Cu 及び Ni からなる群より選ばれる少なくとも 1 種からなる導電層が形成されており、前記導電層により前記積層圧電素子の前記第 2 側面が接続されることを特徴とする請求項 1 乃至 3 記載の超音波プローブ。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断装置や超音波探傷装置等に用いられる超音波プローブに関し、特に圧電素子をマトリックス状に配列した 2 次元アレイ超音波プローブに関する。

【背景技術】

【0002】

超音波プローブは圧電体を用いて超音波を対象物に向けて照射し、その対象物における音響インピーダンスの異なる界面からの反射波を受信することにより、対象物の内部状態を画像化するために用いられる。このような超音波プローブが採用された超音波画像装置には、例えば、人体内部を検査するための医用診断装置および金属溶接内部の探傷を目的とする検査装置などが挙げられる。

40

【0003】

なかでも、医療機器においては、X 線と比較して人体に悪影響を与えずに体内部を観察できることから、超音波診断法が広く普及している。この超音波診断法に用いられる超音波診断装置には、多数の圧電セラミックからなる圧電素子をもつ超音波プローブが超音波送受信器として用いられている。この圧電素子を持つ超音波プローブとしては、体内部を断層的に画像形成して診断するために、超小型の圧電素子を多数配置してなる走査型の超音波プローブが用いられている。

50

【0004】

このような走査型の超音波プローブの中で、圧電素子を1次元に配列した構造においては、圧電素子が配列する方向で使用する素子数を選択することによって、焦点位置を超音波プローブヘッドの近傍から遠くまで任意に設定できる。しかしながら、超音波走査可能な範囲は、圧電素子の配列方向に限られる。また、超音波送受信面内で圧電素子の配列方向と直交する方向では、焦点位置の調整は音響レンズによるフォーカスのみであることから、ダイナミックに焦点位置を変更することは不可能である。

【0005】

近年、圧電素子を2次元マトリックス状に配列し、超音波ビームの焦点位置を全方位的にダイナミックフォーカスし、更に超音波ビームの走査も3次元的に高速に行うことで、3次元の超音波画像情報を収集し、表示を行うシステムの検討が進んできている。このようなシステムの実現には、2次元的に圧電素子を配列した2次元アレイ超音波プローブが必要となる。

10

【0006】

一般的に、2次元アレイ超音波プローブの圧電素子配列は、 $m \times n$ の行列(マトリックス)状形態をとっている。上述の3次元的なダイナミックフォーカスや3次元的なビーム走査を十分に行うためには、 m 、 n それぞれ約50以上の素子を $400 \mu\text{m}$ 程度以下の微細ピッチで配列する必要がある。特に心臓の観察に用いる場合には、肋骨の間から超音波ビームを入射する必要があり、超音波プローブヘッドの大きさは 20mm 角程度以下とすることが好ましい。この場合、 20mm 角程度の面積から引き出す配線は 2500ch 以上となる。このような2次元アレイプローブ構造では、限られた面積内に、いかに圧電素子を小型化して、配線を高密度に行うかが、高性能化のキーポイントである。さらに、高密度に配列することと同時に、2次元アレイ状に配列された個々の圧電素子について、圧電素子自身に不良が無くかつ電氣的接続に不良がない、すなわち、超音波プローブを構成する個々の圧電素子に不良がないことが重要となる。他方、圧電体を積層した積層圧電素子を用いることにより、超音波プローブの性能向上が可能であることが知られている。

20

【0007】

これらの観点に基づいた2次元アレイプローブの構成、実現手段が提案されている。例えば、積層圧電素子の1つの側面から信号線とアース線を取り出せるように、積層圧電素子側面に露出している各電極を選択的にパターン化して、フレキシブル基板上に形成された信号線とアース線とにそれぞれを接続して1列分のアレイ素子群を形成することが提案されている(例えば、特許文献1参照)。そして、このようにして準備した1列分の積層圧電素子を配列したフレキシブル基板をさらに行方向に積層することによって2次元アレイ超音波プローブを実現する構造としている。

30

【特許文献1】特開2000-138400公報(第3-8頁、第8図)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながらこのような従来の構造では、多素子且つ微細ピッチの2次元アレイ超音波プローブを高い信頼性で実現することが困難である。つまり、上述の構造では積層した圧電素子の1つの側面内に信号線とアース線の2本を形成する必要があるため、圧電素子の側面幅を狭くすること、すなわち圧電素子自体を微細化することが難しい。圧電素子の微細化がなされなければ約 20mm 角のヘッド面積内に十分な数の圧電素子を配列することが困難となる。

40

【0009】

また、上述の構造において圧電素子の微細化を進めるためには、圧電素子上あるいはフレキシブル基板上に形成される信号線とアース線の距離を近づけていくか、あるいは信号線とアース線の線幅を細くしていく必要がある。一方で、より高い送受信感度を得るためには2次元アレイ超音波プローブの駆動電圧を上昇させれば良いが、信号線とアース線の距離が著しく近い場合、両線間で短絡してしまい、駆動電圧に制限が生じる。さらに、一

50

一般的に一体焼成型の積層圧電素子の内部電極は数 μm の厚みであるので、信号線とアース線の線幅が細くなった場合、内部電極と信号線、内部電極とアース線の接点は点接触となる。このような微小領域の点接触では接続の歩留まりが低い。歩留まりよく2次元アレイ超音波プローブを作製できた場合にも、接触抵抗が増大して診断画像に影響が生じるだけでなく、使用中に素子の断線不良が発生することが懸念される。

【0010】

以上述べたように、従来は、積層圧電素子を微細ピッチに配列した、高い感度と高い信頼性を有する2次元アレイ超音波プローブを得ることが出来なかった。

【0011】

本発明はこのような問題に鑑み、積層圧電素子を微細ピッチに配列した、高い感度と高い信頼性を有する2次元アレイ超音波プローブを得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

そこで本発明は、プリント基板と、プリント基板上に所定のピッチで形成される複数の配線ラインと、プリント基板上の配線ラインの端部に夫々の第1側面が対応して接するよう一列に配置される複数の積層圧電素子と、一列に配置される複数の積層圧電素子の、第1側面とは反対側の第2側面を共通接続する導電性薄板と、プリント基板上に配線ラインを覆うよう形成されるパッキング材とを備えるユニットが、所定のピッチで並設されて形成され、積層圧電素子の第1側面及び第2側面が導電性を有するとともに、積層圧電素子は、複数の圧電体と複数の内部電極とが交互に積層され、かつ複数の内部電極が交互に第1側面または第2側面の一方に接続されていることを特徴とする超音波プローブを提供する。

【0013】

本発明においては、積層圧電素子の最外層が、最外層以外の各圧電体の厚みよりも薄い厚みを有する圧電体からなっても良い。

【0014】

また本発明においては、ユニットは、プリント基板同士が対向し積層圧電素子の第2側面同士が対向するよう設けられ、積層圧電素子の第2側面同士が対向する側では、対向するユニットで導電性薄板を共通としても良い。

【0015】

また本発明においては、導電性薄板は、厚みが $20\mu\text{m}$ 以下のAu、Cr、Cu及びNiからなる群より選ばれる少なくとも1種であっても良い。

【0016】

また本発明においては、導電性薄板は、PETフィルム上に、厚みが $20\mu\text{m}$ 以下のAu、Cr、Cu及びNiからなる群より選ばれる少なくとも1種からなる導電層が形成されており、導電層により積層圧電素子の第2側面が接続されても良い。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、積層圧電素子を微細ピッチに配列した、高い感度と高い信頼性を有する2次元アレイ超音波プローブを得ることが出来る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の第1実施形態～第3実施形態を図面に従って説明する。なお、以下の説明において、略同一の機能及び構成を有する構成要素については、同一符号を付し、重複説明は必要な場合にのみ行う。

(第1の実施形態)

本発明の第1の実施形態について説明する。図1は、本実施形態に係る2次元アレイ超音波プローブ10の斜視図である。

【0019】

図1に示す2次元アレイ超音波プローブ10は、一列に配列された複数の積層圧電素子

10

20

30

40

50

1と、積層圧電素子1の配列ピッチでパターン化された信号線6(図3(a)参照)とが形成されたフレキシブルプリント基板2と、信号線6を覆うように積層圧電素子1の下面に設けられたバックグ材5と、積層圧電素子1をフレキシブルプリント基板2とは反対側の側面で接続するアース電極板7とを、ユニットとして具備している。このユニットを、積層圧電素子1の列間ギャップで複数並設することにより、積層圧電素子1が2次元マトリクス状に配列された、2次元アレイ超音波プローブとなる。バックグ材5が積層圧電素子1の下面にあるとした場合に、積層圧電素子1の上面は超音波送受信面となり、音響整合層8(図4参照)が設けられる。

【0020】

積層圧電素子1は、図2に示すように、圧電体14と内部電極とが交互に積層され、その側面には信号側電極3(第1側面)とアース側電極4(第2側面)とを有している。内部電極としては第1電極11と第2電極12とがあり、積層された圧電体14の間に第1電極11と第2電極12とが交互に現れるよう設けられる。本実施形態では、積層方向の最外層は、一方が第1電極11で他方が第2電極12となっている。第1電極11群は全て、積層面に垂直な一方の側面で信号側電極3と共通に接続されている。第2電極12群は全て、信号側電極3と対向する側面でアース側電極4と共通に接続されている。第1電極11とアース側電極4とは、電氣的に絶縁されるように、これらの間に絶縁体13が設けられている。また、第2電極12と信号側電極3とは、電氣的に絶縁されるように、これらの間に絶縁体13が設けられている。

10

【0021】

また、積層圧電素子1は、各フレキシブルプリント基板2上に一列に同ピッチで配列されている。信号側電極3は、各積層圧電素子1のフレキシブルプリント基板2と向かい合う側面に形成され、積層圧電素子1のもう一方の側面にはアース側電極4が形成されている。フレキシブルプリント基板2に形成された信号線6は、各積層圧電素子1に対応して信号側電極3と接続されている。アース電極板7は、フレキシブルプリント基板2上に1列に配列された積層圧電素子1のアース側電極4に、共通に接続されている。

20

【0022】

バックグ材5は、積層圧電素子1の下面に設けられており、積層圧電素子1を機械的に支持する。また、バックグ材5は、超音波パルスを短くするために、積層圧電素子1を制動している。なお、バックグ材5の厚さは、2次元アレイ超音波プローブの音響的特性を良好に保つため、使用する超音波周波数の波長に対して十分な厚さ(十分減衰される厚さ)とする。

30

【0023】

音響整合層8は、図4に示すように、必要に応じて積層圧電素子1の上面に設けることができる。音響整合層8の音響インピーダンスは、超音波の人体への伝播がスムーズに行えるように、圧電体14の音響インピーダンスと人体の音響インピーダンスとの間の値に設定することとする。複数の音響整合層8を形成する場合には圧電体10側から人体に向かって音響インピーダンスの値が徐々に近づくように設定する。

【0024】

本実施形態に係る構造とすることにより、信号線6とアース電極板7が積層圧電素子1の異なる2つの側面において夫々信号側電極3やアース側電極4と接続するため、積層圧電素子1の側面の面積全体を信号線6あるいはアース電極板7の接続面として利用でき、接続の信頼性が顕著に向上する。そのため、積層圧電素子1の配列ピッチを微細化したり、積層圧電素子1自体を微細化する場合にも接続の信頼性が高い。さらにアース電極板7を共通化することにより放熱がスムーズになされるため、駆動電圧を上昇させることが可能となりより高い感度を得ることができる。

40

【0025】

次に、本実施形態の2次元アレイ超音波プローブ10の製造方法について、図3(a)、(b)、(c)、及び(d)を参照して詳細に説明する。

【0026】

50

本実施形態の製造方法は、積層圧電素子 1 を形成する工程と、複数の積層圧電素子 1 をフレキシブルプリント基板 2 に実装し、音響整合層 8、バッキング材 5、アース電極の引き出し配線となるアース電極板 7 を形成する工程と、フレキシブルプリント基板 2 を所定のピッチで並設してマトリクス状の積層圧電素子 1 群を形成する工程とに分けることができる。以下、工程毎に説明を行う。

(1) 短冊状積層圧電素子 20 の作製

まず、図 3 (a) に示すような、1 列分の積層圧電素子 1 がつながった、短冊状積層圧電素子 20 の作製方法について説明する。

【0027】

ジルコン・チタン酸鉛を主体とする材料から成る厚さ 100 μm の圧電体と、銀・パラジウム合金からなる厚さ 2 μm の内部電極（これは後に第 1 電極 11 及び第 2 電極 12 となる）をグリーンシート法で交互に積層した後、圧電体と内部電極の積層体を一体焼成して平板状積層体を得る。このようにして得た平板状の積層体をダイシングにより例えば 300 μm 程度の幅で切断することで複数個の短冊状積層体を得られる。切り出す振動子の幅は最終的に必要な振動子幅より広めに設定する。

【0028】

次に短冊状積層体の内部電極を一層おきに接続する。まず、内部電極が露出した面のうち、後に電極を形成する広いほうの側面に、一層おきの内部電極に沿ってダイシングにより溝を形成する。その後、溝を形成した面にエポキシ系接着剤 13 を塗布し溝を充填する。さらに溝を形成した面を研磨して所定の溝深さに調整する。次に反対の面についても同一の工程を施し絶縁材料 13 を形成する。この際、絶縁材料 13 は、図 2 に示すように前記 2 面で互い違いに現れるように形成する。その後、スパッタ等によって絶縁材料 13 を形成した面の一方に信号側電極 3 を他方の面にアース側電極 4 を形成して短冊状積層圧電素子を得る。これにより、第 1 電極 11 は信号側電極 3 にのみ接続されアース側電極 4 とは絶縁され、第 2 電極 12 はアース側電極 4 にのみ接続され信号側電極 3 とは絶縁される。

(2) 積層圧電体振動子 1 のフレキシブルプリント基板 2 への実装

図 3 (a) に示すように、短冊状積層圧電素子 20 の信号側電極 3 の形成された側面をフレキシブルプリント基板 2 上に設けられた信号線 6 の終端部に接着接続する。この際、接着にはエポキシ系接着剤を使用してもよいし、エポキシ系接着剤に金属フィラーを混合させたものを使用しても良い。エポキシ系接着剤を使用した場合でも、これらの電極表面には微細な凹凸が存在するため、圧着することによって余剰接着剤は押し出されて部分的に金属同士が接する点ができる。そして、接着剤が残った領域は接着力に寄与し、金属同士が接した領域はお互いが接して電氣的な接続に寄与することとなる。また、前記信号線 6 の終端部、つまり信号側電極 3 と接続する部分は、積層圧電素子 1 の配列ピッチで分割してあってもよいし、あるいは終端部は共通電極からなっていて、後の短冊状積層圧電素子 20 を分割する工程で一緒に分割しても良い。

【0029】

図 3 では図示していないが、短冊状積層圧電素子 20 上面には音響整合層 8 を形成しておいても良い。音響整合層 8 を形成する場合には、酸化物粉末などを混合させ所定の音響インピーダンスに調整したエポキシ系樹脂を、短冊状積層圧電素子 20 の上面に塗布し硬化後に所定の厚みに加工しても良い。あるいはあらかじめ所定の音響インピーダンス、厚みに加工された短冊状の音響整合層 8 をエポキシ系接着剤によって短冊状積層圧電素子 20 の上に接着しても良い。また、音響整合層 8 を積層する場合には、上記作業を繰り返すことで複数の音響整合層 8 が形成可能である。音響整合層 8 の材料は特にエポキシ系樹脂に限ったものではなく、通常使用されている材料が使用可能である。

【0030】

図 3 (b) に示すように、フレキシブルプリント基板 2 上に接続した短冊状積層圧電体振動子 20 を、例えば数十 μm 厚のブレードを用いたダイシングソー等の機械加工で 1 素子毎に分割する。1 素子の大きさは例えば 300 μm 程度とする。音響整合層 8 が形成さ

10

20

30

40

50

れている場合には、両者を分割する。フレキシブルプリント基板 2 上の信号線 6 を共通電極としている場合は、信号線 6 も含め素子分離する。信号線 6 を 1 素子毎に対応したピッチで設けている場合は、信号線 6 まで分割する必要はない。その後、1 列分の積層圧電素子 1 が実装されているフレキシブルプリント基板 2 の、積層圧電素子 1 の下面側に、バックキング材 5 をエポキシ系接着剤などで固定する。バックキング材 5 は一般的な樹脂材料、あるいはゴム材料等を用いることができる。また、バックキング材 5 の厚さ（フレキシブルプリント基板 2 面からの高さ）は、積層圧電素子 1 の厚さと同じ程度とする。

【0031】

図 3 (c) に示すように、バックキング材 5 を形成した後、フレキシブルプリント基板 2 上に配置された 1 列の積層圧電素子 1 の、もう一方の側面のアース側電極 4 に共通のアース電極板 7 を接着接続する。この際、接着にはエポキシ系接着剤を使用してもよいし、エポキシ系接着剤に金属フィラーを混合させたものを使用しても良い。アース電極板 7 は厚みが $20\ \mu\text{m}$ 以下の Au、Cr、Cu 及び Ni からなる群より選ばれる少なくとも 1 種、若しくは、PET フィルム上に厚みが $20\ \mu\text{m}$ 以下の Au、Cr、Cu 及び Ni からなる群より選ばれる少なくとも 1 種を形成したものであることが好ましい。アース電極板 7 に用いる導体の厚みを $20\ \mu\text{m}$ 以下とすると、1 列並んだ積層圧電素子 1 を行方向にスタックしていく際に狭ピッチでスタック出来、好ましい。また、導体の厚みを $20\ \mu\text{m}$ 以下とすると、積層圧電素子 1 の側面に接着されても機械的負荷となりにくく、圧電体の振動が妨げられない。さらに導体の音響インピーダンスは圧電体より大きいため、薄くすることにより音響的負荷にもなり難い。また、アース電極板 7 に用いる導体の材料として、Au、Cr、Cu 及び Ni からなる群より選ばれる少なくとも 1 種を用いると、これらの金属板を積層圧電素子 1 の側面に貼り付けることで、駆動時に発生した熱を効率的に逃がすことが出来る。発熱を抑えることが出来れば投入パワーを増大させることができ、高感度化を実現することが可能となり好ましい。また、アース電極板 7 が、PET フィルム上にこれらの導体を形成したものである場合は、導体を薄く形成した場合でも十分な強度が保持でき断線を防ぐことが出来、好ましい。また、音響インピーダンスの高い金属層を薄くできることにより音響的な負荷を低減でき高感度化に有利である。なお、バックキング材 5 の形成とアース電極板 7 の形成の順序はどちら工程を先に行っても良い。

【0032】

このような工程によって 1 列分の積層圧電素子 1 がフレキシブルプリント基板 2 上に所定のピッチで配置され、各積層圧電素子 1 の一方の側面に接続する信号線 6 と、他方の側面に接続するアース電極板 7 を有する 1 列配置の圧電素子アレイ 21 を得ることが出来る。

(3) 1 列配置の圧電素子アレイの、行方向への積層工程

図 3 (d) に示すように、1 列配置の圧電素子アレイ 21 を、2 次元アレイ超音波プローブの行分積み重ねて 2 次元アレイ化する。このとき積層圧電素子 1 の超音波放射面である音響整合層 8 との接続面が概同一面となるよう、また積層圧電素子 1 の行、列がマトリックス状に配置されるよう、位置合わせして積み重ね接着により固定する。その結果、圧電振動子 1 をマトリックス状に配列してなる振動子群を形成することが出来る。

【0033】

図 4 に、このような製造方法により製造された 2 次元アレイ超音波プローブの、行方向に並んだ圧電素子アレイの一部を示す。信号線 6 の形成されたフレキシブルプリント基板 2 上に、バックキング材 5、積層圧電素子 1、及び音響整合層 8 がこの順に積層された積層体が、積層圧電素子 1 の信号側電極 3 に信号線 6 が接続するよう設けられている。積層圧電素子 1 のアース側電極 4 には、列方向（紙面垂直方向）で共通としたアース電極板 7 が接続されており、これらを 1 つのユニットとして複数のユニットが同じ向きに行方向に並んだ圧電素子アレイとしている。本実施形態の製造方法によれば、このように、信号線 6 とアース電極板 7 が積層圧電素子 1 の異なる 2 つの側面において夫々信号側電極 3 やアース側電極 4 と接続した構造が容易に得られることが分かる。したがって、積層圧電素子を微細ピッチに配列した、高い感度と高い信頼性を有する 2 次元アレイ超音波プローブを得

10

20

30

40

50

ることが出来る。

(第2の実施形態)

本発明の第2の実施形態について説明する。本実施形態については、第1の実施形態と異なる点のみ説明し、同様の部分については、図示、説明を省略する。

【0034】

図5は、本実施形態に係る2次元アレイ超音波プローブの、積層圧電素子1の斜視図である。

【0035】

図5に示すように、本実施形態の積層圧電素子1は、圧電体14と内部電極とが交互に積層されている。内部電極としては第1電極11と第2電極12とがあり、積層された圧電体14の間に第1電極11と第2電極12とが交互に現れるよう設けられる点は、第1の実施形態と同様である。本実施形態では、積層方向の最外層は、一方が第1電極11の外側に設けられた最外層用圧電体15であり、他方が第2電極12の外側に設けられた最外層用圧電体15である点が、第1の実施形態とは異なる。そして、この双方の最外層に設けられた最外層用圧電体15の厚さは、内部に設けられた圧電体14の厚さよりも薄いものとする。

【0036】

このような積層圧電素子1を作製するには、第1の実施形態の(1)短冊状積層圧電素子20の作製において、圧電体と内部電極をグリーンシート法で積層する際に所望の層数を重ねた後、最外層となる圧電体を上下に重ねる必要がある。このような積層体を一体焼成して平板状積層体を得た後は第1の実施形態と同様にして形成すればよい。

【0037】

第1の実施形態で説明したように、各々の積層圧電素子1は、短冊状積層圧電素子20をダイシングすること等により得られる。ダイシング等で短冊状積層圧電体素子20をアレイ加工するとき、ブレードの入口、出口部分でチップング等が発生した場合、最外層が電極であると、電極面積が減少し素子容量が低下するおそれがあり、素子容量の低下は感度低下に直結する。また、チップングの様子は積層圧電素子毎に異なるため、感度ばらつきを要因にも成り得る。

【0038】

しかしながら、本実施形態では、短冊状積層圧電体素子20の積層方向の最外層は最外層用圧電体15である。このため、ダイシング加工などでチップングを生じた場合にも、チップングが生じるのは最外層用圧電体15であり、この最外層用圧電体15には片面にしか電極が形成されないため、素子の容量には変化が無く、感度の低下およびばらつきを抑止できる。また、超音波送受信面(一方の最外層用圧電体15の形成された面)には音響整合層、その反対側の面にはパッキング材を形成する必要があり、接着の際にはエポキシ系の樹脂が用いられる。エポキシ系樹脂は硬化時あるいは温度変化時に体積収縮するためにこの面に電極などが形成された場合には、電極を引き剥がす力となって働き、断線を招くことがある。しかしながら、本実施形態ではこれらの面に形成されているのは最外層用圧電体15であることによって、断線を抑止できるという効果も得ることが可能である。さらに、最外層用圧電体15は内部の圧電体14と同一材料で厚みは前記圧電体14以下とする。厚みが薄い場合、プローブの感度、比帯域に影響するような音響的付加とはならず、好ましい。また、最外層用圧電体15と内部の圧電体14とを同一材料で作製してもよい。本実施形態の構造を用いることで第1の実施形態に比べて感度ばらつきが約5%改善できる。

(第3の実施形態)

本発明の第3の実施形態について説明する。本実施形態については、第1の実施形態と異なる点のみ説明し、同様の部分については、図示、説明を省略する。

【0039】

図6は、本実施形態に係る2次元アレイ超音波プローブの、行方向に並んだ圧電素子アレイの一部を示す。この圧電素子アレイは、短冊状積層圧電素子をダイシングして形成し

10

20

30

40

50

た複数の積層圧電素子が列方向（紙面垂直方向）にも並んでおり、２次元アレイ超音波プローブを形成している。

【 0 0 4 0 】

図 6 に示すように、本実施形態の圧電素子アレイは、信号線 6 の形成されたフレキシブルプリント基板 2 上に、バッキング材 5、積層圧電素子 1、及び音響整合層 8 がこの順に積層された積層体が、積層圧電素子 1 の信号側電極 3 に信号線 6 が接続するよう設けられている。そして、積層圧電素子 1 のアース側電極 4 には、列方向（紙面垂直方向）で共通としたアース電極板 1 6 が接続されており、これらを 1 つのユニットとして複数のユニットが行方向に並んだ圧電素子アレイとしている点は第 1 の実施形態と同様である。しかし、このユニットが信号線 6 同士、アース電極板 1 6 同士が対向するよう交互に逆向きに並べられ、対向する 2 つのユニットでアース電極板 1 6 を共通させている点が第 1 の実施形態とは異なる。

10

【 0 0 4 1 】

本実施形態では、2 つのユニットで共通とした 1 つのアース電極板 1 6 を用いていることで、2 つのユニットあたり、1 つのアース電極板 1 6 の分だけ狭ピッチ化が可能となる。その結果、積層圧電素子 1 の配列ピッチを狭くすることができ、２次元アレイ超音波プローブの分解能を向上させることが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 2 】

【 図 1 】本発明の実施形態に係る 2 次元アレイ超音波プローブの斜視図である。

20

【 図 2 】本発明の実施形態に係る積層圧電素子の斜視図である。

【 図 3 】（ a ）, （ b ）, （ c ）, （ d ）とも、本発明の実施形態に係る 2 次元アレイ超音波プローブの製造方法を説明する斜視図である。

【 図 4 】本発明の実施形態に係る圧電素子アレイの一部を示す図である。

【 図 5 】本発明の別の実施形態に係る積層圧電素子の斜視図である。

【 図 6 】本発明の別の実施形態に係る圧電素子アレイの一部を示す図である。

【 符号の説明 】

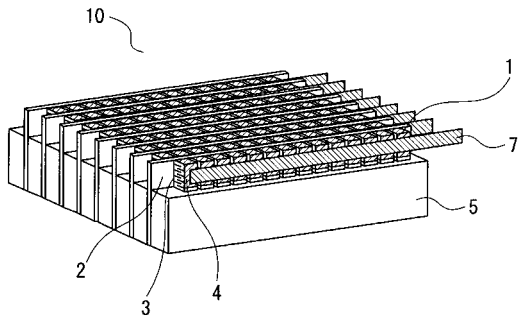
【 0 0 4 3 】

- 1 ... 積層圧電素子
- 2 ... フレキシブルプリント基板
- 3 ... 信号側電極
- 4 ... アース側電極
- 5 ... バッキング材
- 6 ... 信号線
- 7 ... アース電極板
- 8 ... 音響整合層
- 1 0 ... 2 次元アレイ超音波プローブ
- 1 1 ... 第 1 電極
- 1 2 ... 第 2 電極
- 1 3 ... 絶縁材料
- 1 4 ... 圧電体
- 1 5 ... 最外層用圧電体
- 1 6 ... 共通アース電極板
- 2 0 ... 短冊状積層圧電素子
- 2 1 ... 一列配置の圧電素子アレイ

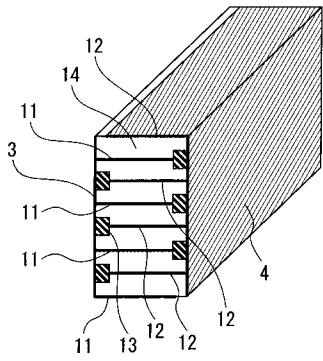
30

40

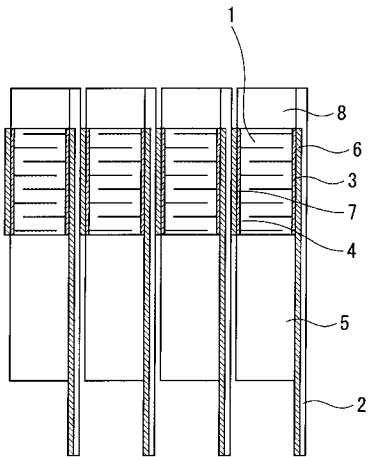
【 図 1 】



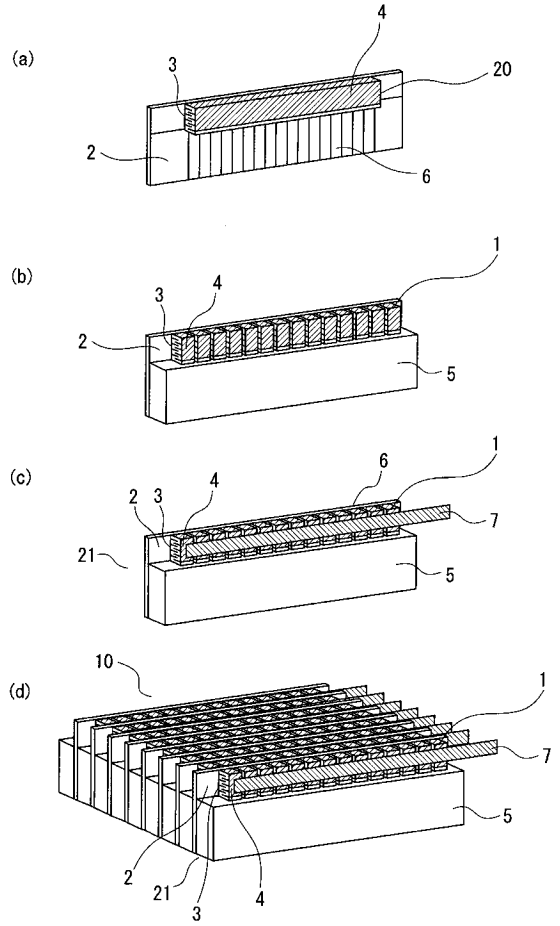
【 図 2 】



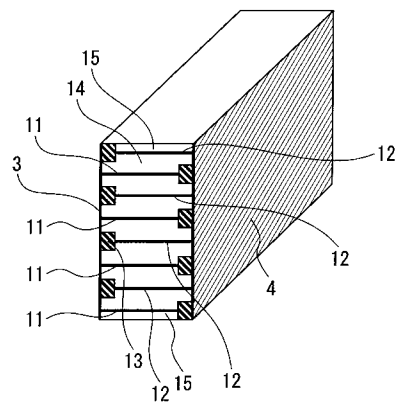
【 図 4 】



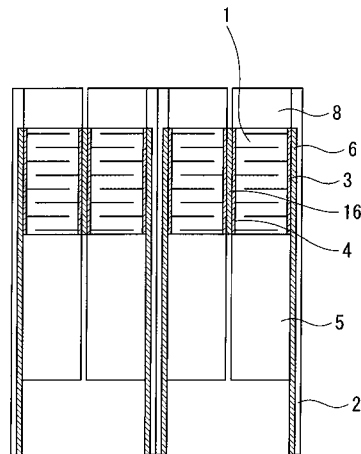
【 図 3 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 山下 洋八

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

Fターム(参考) 2G047 CA01 DB02 DB12 EA05 EA11 GB02 GB17 GB21 GB23 GB32

GB35

4C601 BB03 BB06 EE03 EE10 GB06 GB19 GB20 GB30 GB41 GB44

5D019 AA25 AA26 BB19 BB25 BB28 BB30 FF04

【要約の続き】

专利名称(译)	超声波探头		
公开(公告)号	JP2005210245A	公开(公告)日	2005-08-04
申请号	JP2004012587	申请日	2004-01-21
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝		
申请(专利权)人(译)	东芝公司		
[标]发明人	細野靖晴 逸見和弘 山下洋八		
发明人	細野 靖晴 逸見 和弘 山下 洋八		
IPC分类号	G01N29/24 A61B8/00 H04R17/00		
FI分类号	H04R17/00.332.A H04R17/00.330.H A61B8/00 G01N29/24.502		
F-TERM分类号	2G047/CA01 2G047/DB02 2G047/DB12 2G047/EA05 2G047/EA11 2G047/GB02 2G047/GB17 2G047/GB21 2G047/GB23 2G047/GB32 2G047/GB35 4C601/BB03 4C601/BB06 4C601/EE03 4C601/EE10 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GB30 4C601/GB41 4C601/GB44 5D019/AA25 5D019/AA26 5D019/BB19 5D019/BB25 5D019/BB28 5D019/BB30 5D019/FF04		
代理人(译)	堀口博		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明的一个目的是获得一种二维阵列超声探头，其中层叠的压电元件以细间距布置并且具有高灵敏度和高可靠性。根据本发明，印刷电路板，在印刷电路板上以预定间距形成的多条配线以及配线的第一端以各自的第一侧面彼此接触的方式排列。多个层叠压电元件，成排布置的多个层叠压电元件，以及导电薄板，该导电薄板共同连接与第一侧面相反的第二侧面，并且形成为覆盖印刷电路板上的配线。具有背衬材料的单元以预定的间距平行地形成，层叠压电元件的第一侧面和第二侧面具有导电性，该层叠压电元件是多个压电体并且多个内部电极被交替地层叠，并且多个内部电极被交替地连接到第一侧表面和第二侧表面之一。

[选型图]图1

