

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A) (11)特許出願公開番号

特開2001 - 309493

(P2001 - 309493A)

(43)公開日 平成13年11月2日(2001.11.2)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード* (参考)
H 0 4 R 17/00	330	H 0 4 R 17/00	330 H 2 G 0 4 7
	332		332 B 4 C 3 0 1
A 6 1 B 8/00		A 6 1 B 8/00	5 D 0 1 9
G 0 1 N 29/24	502	G 0 1 N 29/24	502
H 0 4 R 31/00	330	H 0 4 R 31/00	330
審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 12数)			

(21)出願番号 特願2000 - 118572(P2000 - 118572)

(22)出願日 平成12年4月19日(2000.4.19)

(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

(72)発明者 橋本 新一

栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会社
東芝那須工場内

(72)発明者 手塚 智

栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会社
東芝那須工場内

(74)代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外 6 名)

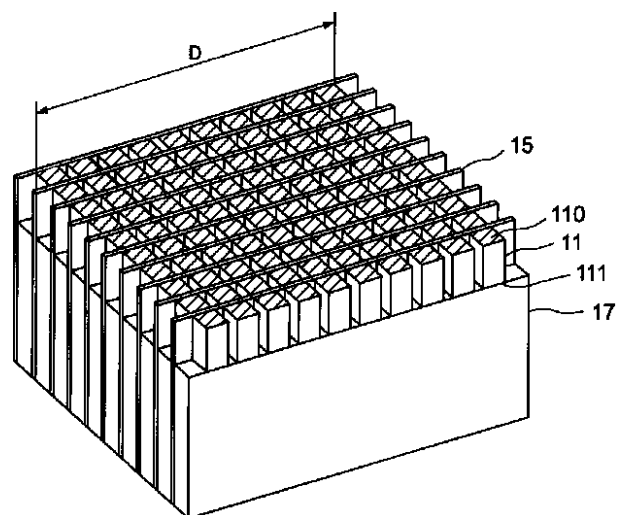
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 2次元アレイ超音波プローブ及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 製造性が高く比較的容易に実現でき、高感度且つ素子間クロストークの小さい2次元アレイ超音波プローブ及び当該プローブの製造方を提供する。

【解決手段】 2次元アレイ超音波プローブに於いて、マトリックス状に配列した素子の各列間隔に各振動子から信号リード及びアースを引き出すためのプリント基板を配置した構造を有し、プリント基板上に1列相当の振動子アレイを実装した後、振動子を実装したプリント基板を行方向に配列して2次元アレイトランスデューサを構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】複数の圧電振動子を二次元的に配列した二次元超音波プローブであって、

前記圧電振動子の二次元的配列は、前記圧電振動子に設けられた信号電極から電気配線を引き出す複数の信号ラインが一方の面に形成されたプリント基板であって、所定数の圧電振動子が一端に沿って同ピッチで実装したプリント基板を所定のピッチで並設して形成されていることを特徴とする二次元アレイ超音波プローブ。

【請求項 2】前記各圧電振動子は、前記プリント基板と向かい合う面に第 1 の接続手段を有し、前記信号電極と前記各信号ラインとは、当該第 1 の接続手段を介して接続されることを特徴とする請求項 1 記載の二次元アレイ超音波プローブ。

【請求項 3】前記各圧電振動子は、前記プリント基板と向かい合う面に第 2 の接続手段を有し、前記各プリント基板は、前記各圧電振動子が有する各アース電極から電気配線を引き出す複数のアースラインを有し、

前記各アース電極と前記各アースラインとは、当該第 2 の接続手段を介して接続されることを特徴とする請求項 1 記載の二次元アレイ超音波プローブ。

【請求項 4】前記各アースラインは、前記各プリント基板の他方の面に形成されていることを特徴とする請求項 3 記載の二次元アレイ超音波プローブ。

【請求項 5】前記各プリント基板は、バッキング材によって挟持されていることを特徴とする請求項 1 記載の二次元アレイ超音波プローブ。

【請求項 6】前記圧電振動子は、内部電極電極を有する積層圧電体であって、当該積層の方向を被検体への超音波照射方向に合わせて前記プリント基板に実装されていること、

を特徴とする請求項 1 記載の二次元アレイ超音波プローブ。

【請求項 7】前記圧電振動子は、内部電極電極を有する積層圧電体であって、当該積層の方向を前記超音波照射方向と略直行する方向に合わせて前記プリント基板に実装されていること、

を特徴とする請求項 1 記載の二次元アレイ超音波プローブ。

【請求項 8】一方の面に所定ピッチの各信号ラインが形成されたプリント基板上に、前記信号ラインと圧電振動子が有する信号電極とを対応させて当該基板の一端に沿って複数の圧電振動子を実装する工程と、バッキング材に形成された所定ピッチの溝に圧電振動子を実装された前記プリント基板を配列することで、圧電振動子が二次元的に配列された超音波照射面を形成する工程と、

を具備することを特徴とする二次元アレイ超音波プローブ製造方法。

*【請求項 9】一方の面に所定ピッチの各信号ラインが形成されたプリント基板上に、前記信号ラインと圧電振動子が有する信号電極とを対応させて当該基板の一端に沿って複数の圧電振動子を実装する工程と、圧電振動子を実装された前記プリント基板をバッキング材を介して所定のピッチで並設し固定することで、圧電振動子が二次元的に配列された超音波照射面を形成する工程と、

を具備することを特徴とする二次元アレイ超音波プローブ製造方法。

【請求項 10】前記複数の圧電振動子をプリント基板上に実装する工程は、板状圧電振動子を、前記信号ラインと当該板状圧電振動子が有する信号電極とを対応させて当該基板の一端に沿って実装する工程と、前記板状圧電素子を機械加工によって所定のピッチで分割し、複数の圧電振動子を形成する工程と、

からなることを特徴とする請求項 8 又は 9 記載の二次元アレイ超音波プローブ製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】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探触子に関し、特に圧電振動子をマトリックス状に配列した二次元アレイプローブに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、超音波診断装置に使用する超音波プローブは、短冊状（細長い直方体状）の圧電素子をアレイ状に配列した 1 次元のアレイプローブが使用されている。これは、超音波の走査方式において、電子走査法と呼ばれる方法が一般的に使用されているためである。電子走査法とは、アレイ状の超音波振動子それぞれに遅延時間を与え、送信パルスや受信信号のフォーカスをかける方法である。この方法は、送受信超音波ビームの高速な走査や高速なフォーカス点変更を可能とし、現在超音波走査方式の主流となっている。

【0003】上述の電子走査方式により、1 次元のアレイプローブでは、圧電素子の配列方向に超音波の電子フォーカスを行ったり超音波ビームの走査を行ったりすることが可能である。しかしながら、配列方向と直交する方向（すなわち前記超音波走査面と直交する方向）には、音響レンズによるフォーカスのみである。従って、ダイナミックにフォーカス点を変更することは不可能である、また、超音波ビームの走査に於いても、従来の超音波プローブでは圧電振動子配列が 1 次元配列となっているため、超音波走査は 2 次元的（同一平面内）にしか行うことが出来ない。

【0004】近年において、振動子（超音波素子）をマトリックス状に配列し、超音波ビームのフォーカス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 次元的に行うことで、3 次元で超音波画像収集、表示を行うシステムの検討が進んできている。

【0005】このようなシステムの実現には、2 次元的に振動子を配列した 2 次元アレイ超音波プローブが必要となる。超音波の全方位的なフォーカシングと高速な 3 次元走査を実現するためには、2 次元アレイ超音波プローブは必須の構成要素となるからである。

【0006】一般的に、2 次元アレイプローブの素子配列は、既に述べたように $m \times n$ の行列（マトリックス）形状をとっている。上述した 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 以上の素子数を 0.5 mm 以下の微細ピッチで配列する必要がある。この場合、2 cm 角程度の面積から引き出す配線は、2000ch 以上である。

【0007】一方、2 次元アレイプローブの実現手段、構成は多数提案されている。例えば、特開昭 59-152800 では、次のような 2 次元アレイプローブ製造方法を開示している。

【0008】まず、1 次元アレイプローブと同様に圧電素子の表、裏面にそれぞれアース板とフレキシブルプリント基板（FPC）を接続し、バックング材や音響整合層等を形成する。そして、アース板と FPC をそれぞれ折り曲げる。その後、ダイシングにより素子分割してアレイ素子を形成し、振動子両側面から信号リードとアースを引き出した形状の 1 次元アレイトランスデューサを作成する。この 1 次元アレイトランスデューサを複数張り合わせることで、2 次元アレイ超音波プローブを製造するものである。

【0009】その他、電極引き出し端子を 2 次元（マトリックス）状に配列したリード引き出し、基板上に圧電振動子板を接続し、引き出し端子上に各素子が形成されるよう圧電振動子板をマトリックス状に分割して 2 次元アレイ素子を形成した構造の 2 次元アレイ超音波プローブも多数提案されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の方法では、多素子かつ微細ピッチの 2 次元アレイプローブを高い生産性や低コストで実現することは困難である。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、製造性が高く比較的容易に実現でき、高感度且つ素子間クロストークの小さい 2 次元アレイ超音波プローブ及び当該プローブの製造方を提供することを目的としている。

【0012】本発明の第 1 の視点は、複数の圧電振動子を二次元的に配列した二次元超音波プローブであって、前記圧電振動子の二次元的配列は、前記圧電振動子に設けられた信号電極から電気配線を引き出す複数の信号ラ

インが一方の面に形成されたプリント基板であって、所定数の圧電振動子が一端に沿って同ピッチで実装したプリント基板を所定のピッチで並設して形成されていることを特徴とするものである。

【0013】第 1 の視点によれば、二次元的に配列された圧電振動子の配列間ギャップ部に信号電極との電気配線を引き出すためのプリント基板を配置し、振動子側面の電極接続部とプリント基板上の電極接続部を接続して各列毎に圧電振動子の信号電極からの信号ラインを取り出す構造を有する二次元超音波プローブを提供できる。

【0014】本発明の第 2 の視点は、第 1 の視点に係る 2 次元アレイ超音波プローブにおいて、前記各圧電振動子は、前記プリント基板と向かい合う面に第 1 の接続手段を有し、前記信号電極と前記各信号ラインとは、当該第 1 の接続手段を介して接続されることを特徴とするものである。

【0015】本発明の第 3 の視点は、第 1 の視点に係る 2 次元アレイ超音波プローブにおいて、前記各圧電振動子は、前記プリント基板と向かい合う面に第 1 の接続手段を有し、前記信号電極と前記各信号ラインとは、当該第 1 の接続手段を介して接続されることを特徴とするものである。

【0016】本発明の第 4 の視点は、第 3 の視点に係る 2 次元アレイ超音波プローブにおいて、前記各アースラインは、前記各プリント基板の他方の面に形成されていることを特徴とするものである。

【0017】本発明の第 5 の視点は、第 1 の視点に係る 2 次元アレイ超音波プローブにおいて、前記各プリント基板は、バックング材によって挟持されていることを特徴とするものである。

【0018】本発明の第 6 の視点は、第 1 の視点に係る 2 次元アレイ超音波プローブにおいて、前記圧電振動子は、内部電極電極を有する積層圧電体であって、当該積層の方向を被検体への超音波照射方向に合わせて前記プリント基板に実装されていることを特徴とするものである。

【0019】本発明の第 7 の視点は、第 1 の視点に係る 2 次元アレイ超音波プローブにおいて、前記圧電振動子は、内部電極電極を有する積層圧電体であって、当該積層の方向を前記超音波照射方向と略直行する方向に合わせて前記プリント基板に実装されていることを特徴とするものである。

【0020】本発明は、二次元アレイ超音波プローブの製造方法に関する技術的思想の創作でもある。その内容は、第 8、第 9、第 10 の視点による。

【0021】本発明の第 8 の視点は、一方の面に所定ピッチの各信号ラインが形成されたプリント基板上に、前記信号ラインと圧電振動子が有する信号電極とを対応させて当該基板の一端に沿って複数の圧電振動子を実装する工程と、バックング材に形成された所定ピッチの溝に

圧電振動子を実装された前記プリント基板を配列することで、圧電振動子が二次元的に配列された超音波照射面を形成する工程と、を具備することを特徴とする二次元アレイ超音波プローブ製造方法である。

【0022】本発明の第9の視点は、一方の面に所定ピッチの各信号ラインが形成されたプリント基板上に、前記信号ラインと圧電振動子が有する信号電極とを対応させて当該基板の一端に沿って複数の圧電振動子を実装する工程と、圧電振動子を実装された前記プリント基板をバックング材を介して所定のピッチで並設し固定することで、圧電振動子が二次元的に配列された超音波照射面を形成する工程と、を具備することを特徴とする二次元アレイ超音波プローブ製造方法である。

【0023】第8又は第9の視点によれば、二次元的に配列された圧電振動子の配列間ギャップ部に信号電極との電気配線を引き出すためのプリント基板を配置し、振動子側面の電極接続部とプリント基板上の電極接続部を接続して各列毎に圧電振動子の信号電極からの信号ラインを取り出す構造を有する二次元超音波プローブを提供できる。

【0024】本発明の第10の視点は、第8又は第9に係る二次元アレイ超音波プローブ製造方法において、前記複数の圧電振動子をプリント基板上に実装する工程は、板状圧電振動子を、前記信号ラインと当該板状圧電振動子が有する信号電極とを対応させて当該基板の一端に沿って実装する工程と、前記板状圧電素子を機械加工によって所定のピッチで分割し、複数の圧電振動子を形成する工程と、からなることを特徴とするものである。

【0025】本発明に係る実施の形態には種々の段階の発明が含まれており、開示される複数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。例えば、実施の形態に示される全構成要素から幾つかの構成要件が省略されることで発明が抽出された場合、その抽出された発明を実施する場合には省略部分が周知慣用技術で適宜補われるものである。

【0026】

【発明の実施の形態】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。

【0027】(第1の実施形態)図1は、本発明に係る二次元アレイ超音波プローブ10の斜視図を示している。

【0028】図1に示すように、二次元アレイ超音波プローブ10は、アース電極110と信号電極111とを有し、マトリックス状に配列された複数の圧電振動子11、一方の面に信号ライン151、アース接続パッド152、信号接続パッド153が形成され(図2参照)、圧電振動子11配列の列間ギャップに並設されたプリン

ト基板15、各プリント基板15を挟持するバックング材17を具備している。

【0029】圧電振動子11は、各プリント基板15の一端に沿って同ピッチ配列されている。各圧電振動子15のプリント基板15と向かい合う面には、図2(a)に示すように、プリント基板11の信号ライン151と電氣的に接続される電極接続部112が形成されている(図2参照)。また、圧電振動子11は、通常より厚めの信号電極111及びアース電極110を有している。

【0030】信号引き出し用プリント基板15には、2次元配列した各振動子に対応する信号ライン151、信号電極111と接続するための信号接続パッド153、アース電極110と接続するためのアース接続パッド152が設けられている。信号接続パッド153、アース接続パッド152の表面には、半田層が設けられている。なお、アース接続パッド152は振動子保持のためのものである。アース接続のためのアース電極110の引き出しについては後述する。

【0031】バックング材19は、振動素子16の背面に設けられており、当該振動素子16を機械的に支持する。また、バックング材20は、超音波パルスを短くするために、振動素子16を制動している。なお、バックング材20の厚さは、トランスデューサ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)にとるものとする。

【0032】次に、二次元アレイ超音波プローブ10の製造方法について説明する。

【0033】図2、図3、図4を参照して、二次元アレイ超音波プローブ10の製造方法を説明する。本製造方法は、複数の圧電振動子11をプリント基板15に実装する工程と、プリント基板15を所定のピッチで並設してマトリックス状の振動子群を形成する工程と、アース電極引き出し配線、音響整合層等を形成する工程とに分けることができる。以下、各工程ごとに説明を行う。なお、バックング材17は、二次元状の超音波照射面を形成する工程において装備される。

【0034】(1)圧電振動子11のプリント基板15への実装

まず、図2(a)に示すように、予め1素子形状に加工された圧電振動子11を、プリント基板15上に配列する。このとき、信号接続パッド153及びアース接続パッド152には予め半田ペーストを塗布おく。そして、各電極接続部112と、信号接続パッド153及びアース接続パッド152とが対応するように合わせて配列する。なお、電極接続部112は、アース電極110及び信号電極111のプリント基板15側面に設けられている。しかし、十分な広さ・大きさがあれば、アース電極110及び信号電極111のプリント基板15側面をそのまま電極接続部112として使用してもよい。

【0035】図2(b)に示すように、続く圧電振動子

11についても同様に配列する。その結果、図2(c)に示すように、圧電素振動子11が一端に沿って同ピッチ配列されているプリント基板15を得る。この図2(c)に示すプリント基板15は、同様の方法により所定数製造される。

【0036】次に、プリント基板15ごとに半田リフロー炉に入れて各接続パッドの半田ペースト及び半田層を溶融させ、アース電極110及び信号電極111と各接続パッド152, 153とを接続させる。

【0037】本工程を有する製造方法によれば、以下の効果を達成することができる。

【0038】圧電振動子11は、振動方向に長い微細な棒状振動子となっている。従って、長手面をプリント基板15の表面に向けて載せることで、安定して実装することが可能である。

【0039】また、各電極接続部112と信号接続パッド153及びアース接続パッド152とが対向するように載せた後半田を溶融して接続している。従って、半田の表面張力によるセルフアライメント効果により位置合わせを行うことが可能であり、振動子は接続パッドの配列ピッチと同ピッチで配列させることができる。

【0040】さらに、圧電振動子11のプリント基板15への実装は、0.3mm×0.3mm×0.6mmサイズの汎用電子部品をプリント基板状に実装する公知の技術によって実現される。当該技術的によれば、上述したサイズに限らず、更に小さいサイズの圧電振動子であっても、配列して実装することが可能である。

【0041】次に、圧電振動子11をプリント基板15へ実装する他の方法について、図3(a)～(c)を参照して説明する。

【0042】図3(a)において、板状振動子12は、2次元アレイの1列分の幅(図1に示すD)を有する圧電振動子であり、圧電振動子11と同様にアース電極110、信号電極111を有している。

【0043】この板状振動子12をプリント基板15上に配列する。このとき、振動子の電極接続部112がプリント基板15側に向くように、先に述べた方法と同様にアース電極110、信号電極111と各接続パッド152, 153とが対応するように配列する。

【0044】次いで、プリント基板15ごとに半田リフロー炉に入れて各接続パッドの半田ペースト及び半田層を溶融させ、アース電極110及び信号電極111と各接続パッド152, 153とを接続させる。

【0045】接続した板状振動子12は、図3(b)に示すように、ダイシングソー等の機械加工で1素子に分割する(分割溝32により素子分離する)。このとき、プリント基板15上の信号ライン151は、1素子毎に対応したピッチで設けておけば、圧電振動子のみ分割するだけでよい。このように、板状振動子12を1素子サイズに分割して各圧電振動子11を形成することで、図

3(c)に示すように、圧電振動子11を所定ピッチで実装したプリント基板15を得ることができる。

【0046】本工程を有する製造方法によれば、上述した効果に加えて、圧電振動子11の実装作業を少なくすることが可能であり、また、圧電振動子11の配列ピッチをより高精度にすることが出来る。プリント基板15上へ圧電振動子11の実装を1列分の1枚の振動子板12で行い、その後切断により1素子毎に分割するからである。

【0047】(2)マトリックス状に配列された振動子群の形成

次に、図4(a)、図4(b)を参照して、マトリックス状の振動子群を形成する工程について説明する。

【0048】図4(a)に示すように、バックング材17には、各プリント基板15を挿入するための溝171が予め必要基板枚数分設けられている。このバックング材17における各溝171に、上記1列分の振動子を実装したプリント基板15を挿入し、圧電振動子11の底面(すなわち、信号電極111側の底面)とバックング材17を接着することで圧電振動子11をマトリックス状に配列してなる振動子群を得ることが出来る。

【0049】一般に、バックング材17はゴム等をその材料としており、加工性に優れている。従って、溝171は、任意のピッチで(例えば、更に細かいピッチで)形成することが可能である。すなわち、本工程を有する製造方法によれば、更に小さいサイズの圧電振動子を配列して実装したプリント基板15であっても、並設してマトリックス状の振動子群を形成することができる。

【0050】次に、マトリックス状の振動子群を形成する他の方法について、図5(a)～(c)を参照して説明する。

【0051】図5(a)において、プリント基板15には、1列分の圧電振動子11が実装されている。このプリント基板15に、図5(b)に示すように、音響バックング材17を圧電振動子11の信号電極111側に付加し、接着剤などで固定する。バックング材17の厚さは、プリント基板15の厚さとの合計が振動子配列ピッチとなる程度である。

【0052】図5(b)に示したプリント基板15を、図5(c)に示すように2次元アレイトランスデューサの行分以上積み重ねて2次元アレイ化する。このとき圧電振動子11の超音波放射面が概同一面となるよう、また圧電振動子11の行、列がマトリックス状に配置す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11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。

【0053】本工程を有する製造方法によれば、従来の1次元アレイプローブ構造を積み重ねる場合に比較して圧電振動子11の位置合わせを容易にすることが出来る。プリント基板15上に圧電振動子11、バックング

材15を実装した板状ユニットを積み重ねる構成だからである。

【0054】(3)アース電極引き出し配線、音響整合層等の形成

次に、図6(a)~(c)を参照して、アース電極引き出し配線、音響整合層等の形成について説明する。

【0055】図6(a)に示すように、各圧電振動子11間の配列ギャップに素子間充填樹脂21を充填する。

【0056】その後、図6(b)に示すように、研磨などにより各圧電振動子11のアース電極110を露出させ、蒸着や導電性ペースト等により共通電極23の形成を行う。さらに、共通電極23に、信号ラインの引き出しとは別個に引き出しリード24を設ける。

【0057】共通電極23及び引き出しリード24形成後、図6(c)に示すように、共通電極23上に音響整合層26を形成する。また、必要に応じて音響整合層26の素子分割や、音響整合層26上に音響レンズ、音響カプリング材等を設ける。

【0058】最後に、図示していないが、バックング材背面を研磨、切削しプリント基板15の信号ライン151の端面を露出させ、この端子から信号引き出しを行う。

【0059】以上、本製造方法によれば、2次元アレイプローブの素子数が増大し、個々の振動子サイズが小さくなった場合であっても、2次元アレイプローブの製造を容易に行うことができる。プリント基板15上に1つ1つの圧電振動子11を実装して信号引き出しを行い、振動子11を実装した当該プリント基板15を並設して2次元アレイ化するからである。その結果、生産性が高く、低コストで、高感度且つ素子間クロストークの小さい2次元アレイ超音波プローブを提供することができる。

【0060】なお、上記製造方法の説明において、工程によっては複数の方法について言及した。当然ながら、二次元アレイ超音波プローブ10は、すべての組み合わせに対応した製造方法のうち、いずれの方法によっても得ることができる。

【0061】次に、二次元アレイ超音波プローブ10の変形例について説明する。

【0062】図7は、二次元アレイ超音波プローブ10の変形例について説明するための図である。図7(a)は、プリント基板15とは異なる信号引き出し形態を実現する第2のプリント基板16に圧電振動子11を実装した斜視図を示している。図7(b)は、図7(a)のC-Cに沿った断面図を示している。

【0063】図7(a)、(b)に示す様に、第2のプリント基板16のA面には、一の圧電振動子11に対応した各信号ライン161、圧電振動子11の信号電極111と接続するための信号接続パッド163、圧電振動子11のアース電極110と接続するためのアース接続

パッド162が設けられている。また、信号接続パッド163は、信号ライン161に接続されている。一方、第2のプリント基板16のB面には、一の圧電振動子11に対応したアースライン165が設けられている。このアースライン165と、A面のアース電極110とは、スルーホール164を介して接続されている。なお、それぞれの接続パッド162、163の表面には、圧電振動子11の実装のため、半田層166を設けておく。

【0064】上記構成を有する第2のプリント基板16により、圧電振動子11毎に、電気信号用配線は信号ライン161によって、アース接続用配線はアースライン165によって引き出すことができる。以下、この第2のプリント基板16への複数の圧電振動子11の実装・各配線の引き出しについて説明する。

【0065】まず、図7(a)に示すように、予め1素子の大きさに加工された各圧電振動子11を各電極110、111とプリント基板16上の各接続パッドを接続して振動子の実装を行い、1列の振動子アレイを構成する。このとき、アース電極110及び信号電極111において、第2のプリント基板16側の側面(図7(b)中各電極110、111の引き出し線参照)を接続部として使用する。

【0066】各圧電振動子11の各信号電極110、111厚さは、上述した通り通常より厚めになっている。しかし、各電極の110、111の第2のプリント基板16側の側面のみでは良好に接続できない場合、新たに圧電振動子11側面に電極接続部を設けてもよい。

【0067】他の圧電振動子11についても同様に配列し、一列分の圧電素振動子11が配列された第2のプリント基板16を得る。

【0068】続いて実行される各工程は、共通電極23、引き出しリード24の形成を不要とする以外は、上述した内容と同様である。

【0069】なお、第2のプリント基板16を使用した二次元アレイ超音波プローブは、上記(1)、(2)、(3)で説明したいずれの製造方法によっても、製造することが可能である。この場合、言うまでもないが、いずれの方法で製造したとしても、共通電極23、引き出しリード24の形成工程は必要ではない。

【0070】従って、第2のプリント基板16を使用した二次元アレイ超音波プローブによれば、2次元アレイの各振動子11から信号ライン161とアースライン165を隣接させて引き出すことが可能となり、ch間クロストークの低い構造を実現することが出来る。

【0071】(第2の実施形態)第2の実施例では、マトリックス状に配列した圧電振動子全てを使用せず、一部の振動子のみを使用するスパースアレイ型2次元アレイプローブの場合であって、送信と受信で使用振動子を使い分ける例を示す。当該第2の実施例は、本発明の特

徴を更に明確に示すものである。

【0072】第2の実施例では、圧電振動子にk33型の積層圧電振動子を使用する。k33は電気機械結合係数であり、電圧の印可方向と振動方向とが等しく、且つ、積層圧電振動子の長手方向の振動モードである場合を意味する。

【0073】図8には、被検体に対して超音波を送波する送波用積層圧電振動子30、被検体からの反射波を受波する受波用積層圧電振動子32、超音波送受波には使用しない未使用素子（ダミー素子）34が示してある。送波用積層圧電振動子30及び受波用積層圧電振動子32は、主要振動方向（厚み振動方向）と圧電体の積層方向とが等しいk33の振動モードを利用した圧電体である。なお、送波用積層圧電振動子30の積層数は比較的多層であり、より受波用積層圧電振動子32の積層数は比較的小層、或いは単層となっている。これは、送波用振動子の場合、低電圧でより高い音圧の超音波を送波できるようにし、受波用振動子の場合では受波信号の伝達効率向上のため、振動子のインピーダンスを受波回路系に適したものとするためである。

【0074】本第2の実施例において使用される積層圧電振動子について、送波用積層圧電振動子30を例に更に詳しく説明する。

【0075】図9は、送波用積層圧電振動子30の斜視図を示している。

【0076】図9において、送波用積層圧電振動子30は、振動子の積層間に設けられた内部電極300、内部電極300と接続され振動子側面に形成された電極連結部301、302、信号電極304、アース電極303を有している。また、送波用積層圧電振動子30側面（プリント基板側の側面）においては、信号電極304、アース電極303それぞれの側面を信号ライン161とアースライン165との接続部として使用する。

【0077】次に、送波用積層圧電振動子30、受波用積層圧電振動子32、未使用素子34の第2のプリント基板16への実装について説明する。

【0078】まず、図8に示すように、信号電極304側面がプリント基板16の信号接続パッド163と、アース電極303側面がアース接続パッド162と、それぞれ対向する形で各積層圧電振動子を配列する。図8では、三種の積層圧電振動子を非周期的に配列した例を示している。

【0079】次に、第2のプリント基板16ごとに半田リフロー炉に入れて各接続パッドの半田ペースト及び半田層を溶融させ、アース電極303及び信号電極304と各接続パッド162、163とを接続させる。その結果、送波用積層圧電振動子30、受波用積層圧電振動子32、ダミー素子34を実装した第2のプリント基板16が得られる。

【0080】各振動子を実装した第2のプリント基板1

6を得た後、続いて実行される各工程は、第1の実施例で述べた通りであるから、その説明は省略する。

【0081】また、未使用素子34としてダミー素子を実装したが、使用しない送受波積層圧電振動子を実装しても問題ない。

【0082】以上述べた2次元アレイトランスデューサは、振動子に積層圧電体を使用し、且つ送波用圧電振動子と受波用圧電振動子とで異なる積層数の積層圧電体を使用する構成としている。そして、第2のプリント基板16に各振動子を実装する形体で振動子からのリード引き出しを行っているため、振動子が積層圧電体のような複雑且つ微細な構造であっても単層の振動子と同様にリード引き出しを行うことが出来る。更に、個々の素子毎に実装する製造法により、送信素子と受信素子を異なる特性の素子で構成することも可能となり、送信素子には送信効率の高くなるよう積層数が多い振動子を用い、受信素子には受信系の電気回路に合わせた比較的小層数の少ない（含む単層）振動子を用いることで超音波の送受信効率を高めたトランスデューサ構成が可能となる。

【0083】（第3の実施形態）第3の実施例では、圧電振動子にk31型の積層圧電振動子を使用する。k31は、圧電振動子の長手方向の振動モードで、且つ振動方向と電圧の印可方向とが直交する振動モードを意味する。

【0084】図10は、k31型の積層圧電振動子32を示している。このk31型の積層圧電振動子32では、超音波の照射面と圧電素子積層方向とが直交している。従って、振動子32において、信号電極321はプリント基板15と向き合う側面に、アース電極322はその反対の側面に設置されている。また、振動子32において、超音波照射側の側面には、アース電極322とプリント基板16上のパッドとを連結するための連結電極323が、その反対側の側面には信号電極321とプリント基板16上のパッドとを連結するための連結電極324が形成されている。連結電極323のプリント基板側端部には接続部326を設けている。

【0085】このk31型の積層圧電振動子32のプリント基板15への実装は、信号電極321とプリント基板の信号接続パッド153、接続部326とアース接続パッド151とをそれぞれ対向させて実装する。実装方法やその後の製造法、構成等は、第1の実施例と同様である。

【0086】以上述べた構成によっても、第1の実施形態と同様の効果が可能である。また、k31タイプの積層圧電振動子の積層数を変更することで、第2の実施形態と同様の効果を得ることも可能である。なお、更にk31タイプの積層圧電体を用いた場合、k33タイプよりも製造が容易であり、2次元アレイトランスデューサの製造歩留りを向上させることが可能である。

【0087】最後に、従来の二次元アレイ超音波プロ

ブとの比較の観点から、第 1～第 3 の実施形態に係る二次元アレイ超音波プローブの効果について述べる。

【0088】まず、従来の方法によって二次元アレイ超音波プローブを製造する場合、 $m \times n$ 個の電極引き出し部を有する基板上に板状圧電振動子を機械的かつ電氣的に接続した後、この圧電振動子板を $m \times n$ 個に分割して二次元アレイを作る方法が考えられる。例えば、 m 、 n の値が 50 以上といった多数かつ配列ピッチが 0.5 mm 以下といった微細なピッチの場合、2 cm 角程度の面積から 2 kch 以上の配線を引き出す必要が生じる。これは配線基板の多層化や微細パターン化を要求する事となり基板コスト、即ち製造コストを高くする要因となってしまう。また、圧電振動子板を 2 千素子以上に分割する場合、微細なパターンであればあるほど分割は困難となり、素子の飛散による欠落や特性不良等の素子不良発生頻度が増大する結果となる。

【0089】これに対し、第 1～第 3 の実施形態に係る二次元アレイ超音波プローブは、一列分の圧電振動子が実装されたをプリント基板を並設して形成される。そして、各圧電振動子からの信号配線の引き出しは、一のプリント基板に形成された信号ラインによってなされる。従って、配線の引き出しは、従来と比して格段に容易である。その結果、素子不良がなく、高感度且つ素子間ストロークの小さい二次元アレイ超音波プローブを、高い生産性、低コストで実現できる。

【0090】次に、従来の二次元アレイ超音波プローブによって素子の微細化を行った場合には、素子インピーダンスが増大してしまう問題が発生する。すなわち、超音波振動子は圧電材料で構成されており、素子サイズ（面積）を小さくすることで、コンデンサと同様に素子のインピーダンスを増大させてしまう。このインピーダンス増大は、受信超音波により振動子に発生した起電圧を後段の電気回路に伝達する場合に伝達損失が大きくなる要因となり、感度劣化の原因となる。この問題に対して、圧電振動子を積層化し低インピーダンス化する提案がなされている。しかし、従来の二次元アレイ超音波プローブ構造では、マトリックス状に分割する以前に 1 枚の圧電板内に 1 素子毎の積層圧電体構造を組み込む必要があり、微細な電極パターンやスルーホール構造等を高精度且つ高密度に形成する技術等を必要とするため、実現は困難である。

【0091】これに対し、第 2、第 3 の実施形態に係る二次元アレイ超音波プローブは、予め素子形状に加工された積層圧電体を、信号配線を引き出す信号ラインが形成されたプリント基板に一列分所定ピッチで配列し、当該圧電振動子が実装されたをプリント基板を並設して形成される。そして、各圧電振動子からの信号配線の引き出しは、一のプリント基板に形成された信号ラインによってなされる。従って、配線の引き出しは、従来と比して格段に容易である。その結果、圧電振動子に積層圧

電体を使用した場合であっても、高感度の小さい二次元アレイ超音波プローブを、高い生産性、低コストで実現できる。

【0092】従来の $m \times n$ 個の電極引き出し部を有する基板上に板状圧電振動子を機械的かつ電氣的に接続した後、この圧電振動子板を $m \times n$ 個に分割して二次元アレイを製造する場合と比較する。この製造方法では、個々の圧電素子から信号を個々に引き出すことは可能となる。しかし、圧電素子の対向する電極である共通電極（アース側）を個々に引き出すことは困難となってしまう。さらに、この製造方法によれば、共通電極側は各素子に分割後再度共通接続して別個のラインで引き出す構造となる。これは各素子の信号ラインからアースラインを遠ざけてしまうこととなり、信号ライン間のクロストークを増大させる原因となる。

【0093】これに対し、第 1～第 3 の実施形態に係る二次元アレイ超音波プローブでは、圧電振動子を実装するプリント基板に形成されたアースラインによって、各圧電振動子からアース配線を引き出している。従って、アース配線の引き出しは、従来と比して格段に容易であり、信号ライン間のクロストークも少ない。

【0094】次に、従来の方法により 1 列のアレイプローブ構造を作り、それをマトリックス配列となるよう張り合わせて二次元アレイプローブ構造を実現する場合と比較する。この場合、前述したような高度なプリント基板は必要とせず、個々の素子ごとのアース引き出しや積層圧電体の導入も比較的容易であるという特徴がある。しかしながら、素子サイズの微細化が難しいという問題がある。即ち、従来の 1 次元アレイ超音波プローブと同様な構造では、前記 1 次元アレイを積み重ねた配列方向では素子と素子の間にアース電極板とフレキシブルプリント基板がそれぞれ配置されることになる。従って、これらのアース板、FPC は振動子端から折り曲げた構造をとるため素子間を十分に小さくすることが困難となってしまう。また、1 列に形成されたアレイ素子を張り合わせてマトリックス状にする場合、各行、列を揃え且つ表面の高さ位置も含めて高精度に配列させる必要があり、折り曲げたアース板や FPC 等が存在する構造では、実現困難な要因になっている。

【0095】これに対し、第 1～第 3 の実施形態に係る二次元アレイ超音波プローブは、予め素子形状に加工された積層圧電体を、信号配線を引き出す信号ラインが形成されたプリント基板に一列分所定ピッチで配列し、当該圧電振動子が実装されたをプリント基板を並設して形成される。そして、各圧電振動子からの信号配線の引き出しは、一のプリント基板に形成された信号ラインによってなされる。従って、アース配線の為のアース板と信号配線の為の FPC とを個別に設ける必要はない。さらに、FPC 等の折り曲げも必要としない。その結果、高感度且つ素子間ストロークの小さい二次元アレイ

超音波プローブを、容易に実現できる。

【0096】なお、本発明の思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例及び修正例に想到し得るものであり、それら変形例及び修正例についても本発明の範囲に属するものと了解される。

【0097】

【発明の効果】以上本発明によれば、製造性が高く比較的容易に実現でき、高感度且つ素子間クロストークの小さい2次元アレイ超音波プローブ及び当該プローブの製造方を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明に係る二次元アレイ超音波プローブの斜視図を示している。

【図2】図2(a)、(b)、(c)は、圧電振動子のプリント基板15への実装工程を説明するための図である。

【図3】図3(a)、(b)、(c)は、圧電振動子のプリント基板15への実装工程を説明するための図である。

【図4】図4(a)、(b)、(c)は、マトリックス状の振動子群を形成する工程を説明するための図である。

【図5】図5(a)、(b)、(c)は、マトリックス状の振動子群を形成する工程を説明するための図である。

【図6】図6(a)、(b)、(c)は、アース電極引き出し配線、音響整合層等を形成する工程を説明するための図である。

【図7】図7は、圧電振動子のプリント基板16への実装工程を説明するための図である。

【図8】図8は、送波用積層圧電振動子、受波用積層圧電振動子、未使用素子をプリント基板に実装する方法を説明するための図である。

【図9】図9は、送波用積層圧電振動子30の斜視図を*

*示している。

【図10】図10は、k31型積層圧電振動子32の斜視図を示している。

【図11】図11は、k31型積層圧電振動子をプリント基板に実装する方法を説明するための図である。

【符号の説明】

10...二次元アレイ超音波プローブ10

11...圧電振動子

12...板状振動子

15...プリント基板

16...第2のプリント基板

17...バックング材

21...素子間充填樹脂

23...共通電極

24...引き出しリード

26...音響整合層

30...受信用積層圧電振動子

32...送信用積層圧電振動子

34...未使用素子

110、303、322...アース電極

111、304、321...信号電極

112...電極接続部

151、161...信号ライン

152、162...アース接続パッド

153、163...信号接続パッド

164...スルーホール

165...アースライン

166...半田層

171...溝

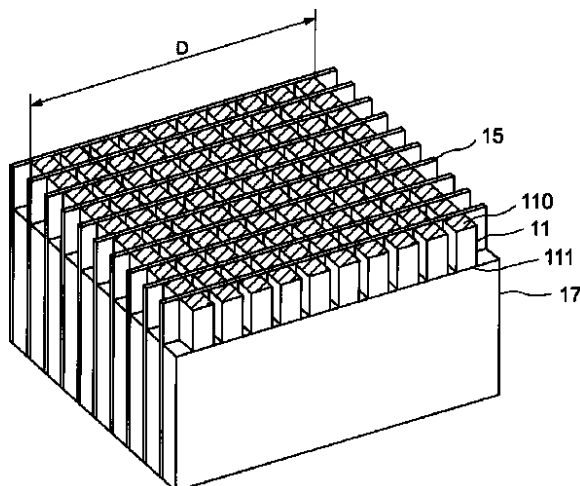
301、306...電極連結部

300、320...内部電極

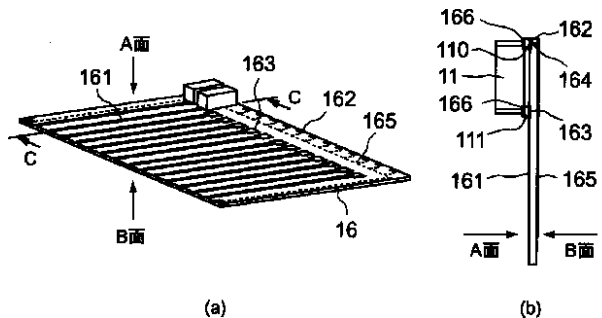
324...連結電極

326...接続部

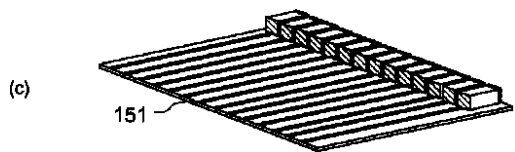
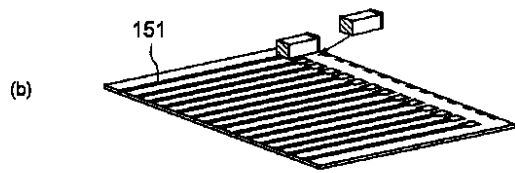
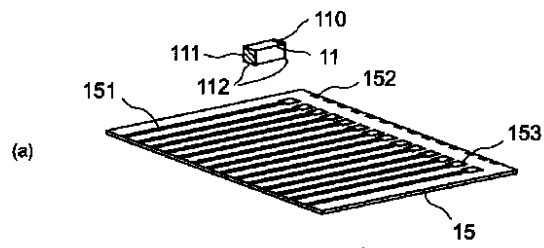
【図1】



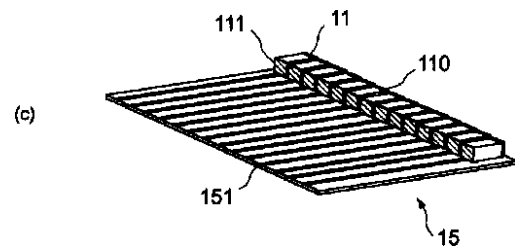
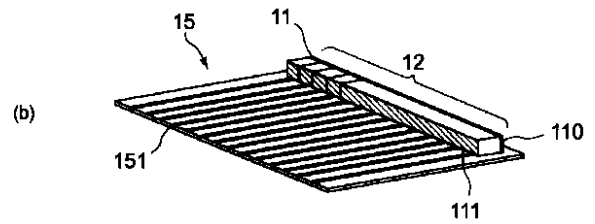
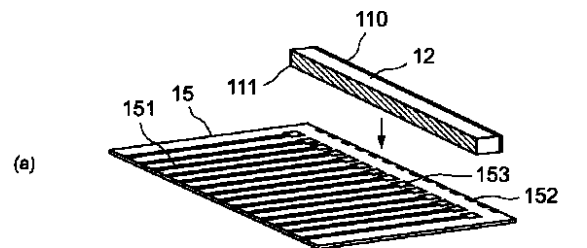
【図7】



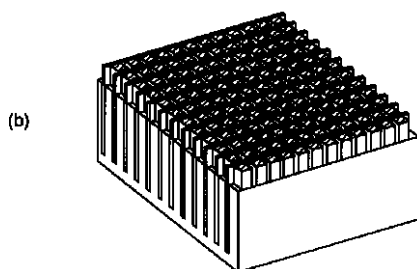
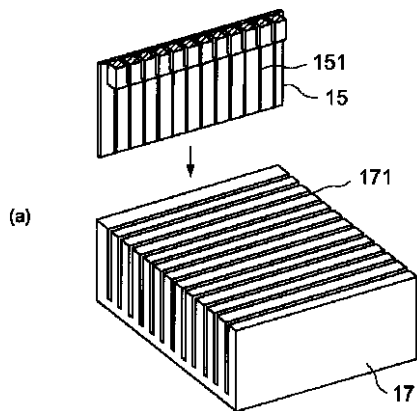
【図2】



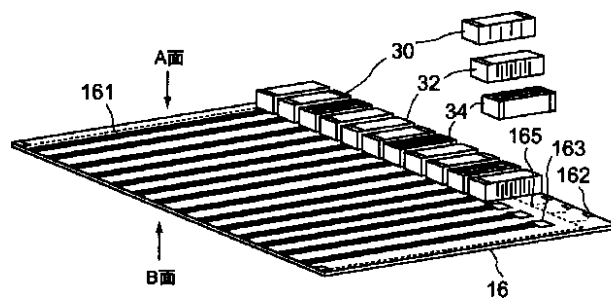
【図3】



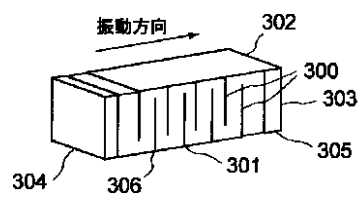
【図4】



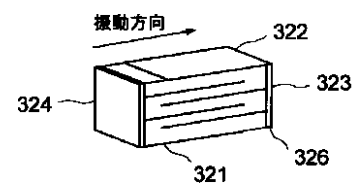
【図8】



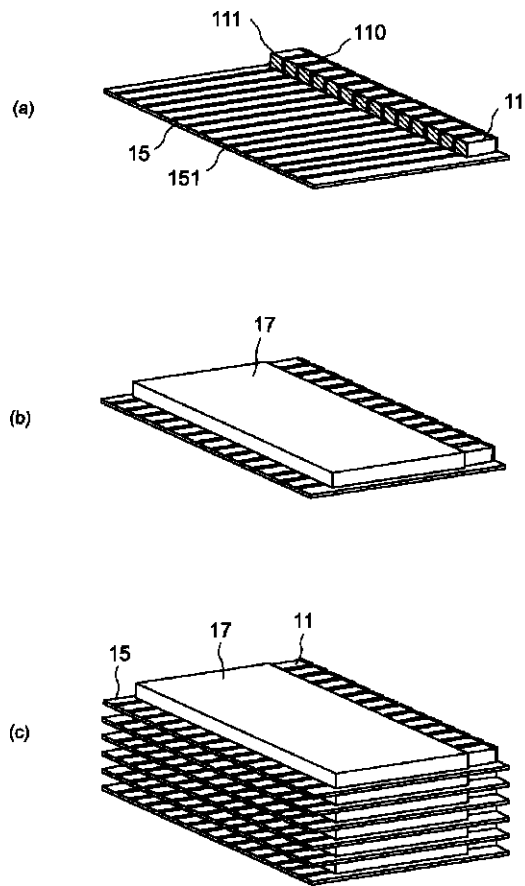
【図9】



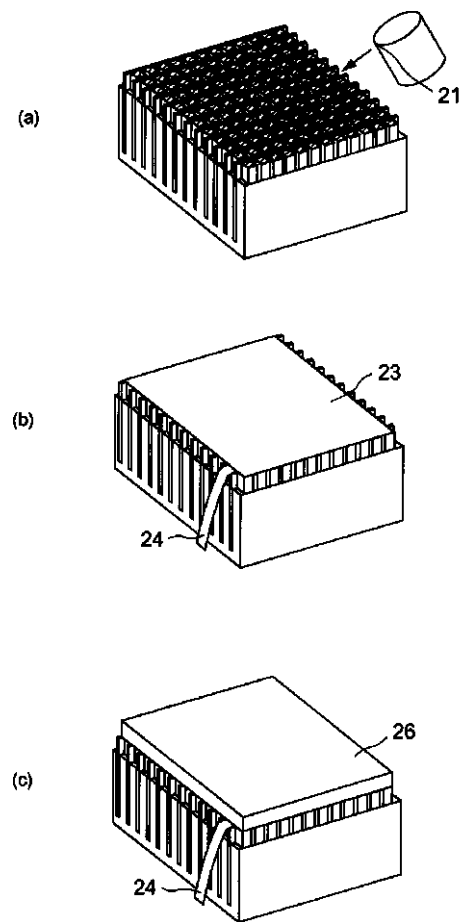
【図10】



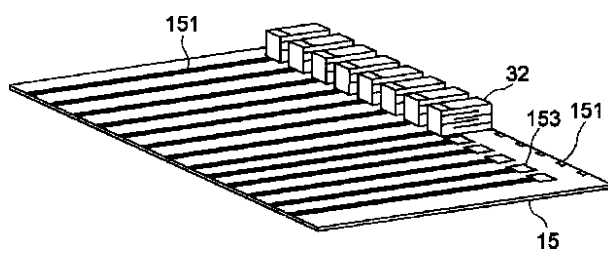
【図5】



【図6】



【図11】



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

(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

(72)発明者 小林 剛史
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 斉藤 史郎
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 EA04 EA05 GB02 GB21
GB23 GB32
4C301 EE17 GB09 GB19 GB33
5D019 AA06 AA21 AA26 BB19 BB28
BB29 EE02 FF04 GG06 GG11
HH03

专利名称(译)	二维阵列超声探头及其制造方法		
公开(公告)号	JP2001309493A	公开(公告)日	2001-11-02
申请号	JP2000118572	申请日	2000-04-19
[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	橋本新一 手塚智 山下洋八 逸見和弘 小林剛史 齊藤史郎		
发明人	橋本 新一 手塚 智 山下 洋八 逸見 和弘 小林 剛史 齊藤 史郎		
IPC分类号	G01N29/24 A61B8/00 H04R17/00 H04R31/00		
CPC分类号	G01N29/2437		
FI分类号	H04R17/00.330.H H04R17/00.332.B A61B8/00 G01N29/24.502 H04R31/00.330 G01N29/24		
F-TERM分类号	2G047/CA01 2G047/EA04 2G047/EA05 2G047/GB02 2G047/GB21 2G047/GB23 2G047/GB32 4C301/EE17 4C301/GB09 4C301/GB19 4C301/GB33 5D019/AA06 5D019/AA21 5D019/AA26 5D019/BB19 5D019/BB28 5D019/BB29 5D019/EE02 5D019/FF04 5D019/GG06 5D019/GG11 5D019/HH03 4C601/EE14 4C601/GB01 4C601/GB03 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/GB41		
其他公开文献	JP4519259B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种具有高可制造性，相对容易实现，高灵敏度和元件之间的串扰小的二维阵列超声探头及其制造方法。二维阵列超声波探头具有这样的结构，其中，以矩阵状排列的元件的各列间隔配置有用于从各振子提取信号线和接地的印刷基板。在安装等效于一列的传感器阵列之后，将安装有传感器的印刷板沿行方向排列以形成二维阵列传感器。

