

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第4519259号  
(P4519259)

(45) 発行日 平成22年8月4日 (2010.8.4)

(24) 登録日 平成22年5月28日 (2010.5.28)

(51) Int.Cl.	F I
HO 4 R 17/00 (2006.01)	HO 4 R 17/00 3 3 2 B
A 6 1 B 8/00 (2006.01)	HO 4 R 17/00 3 3 0 H
GO 1 N 29/24 (2006.01)	A 6 1 B 8/00
HO 4 R 31/00 (2006.01)	GO 1 N 29/24 5 0 2
	HO 4 R 31/00 3 3 0

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2000-118572 (P2000-118572)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成12年4月19日 (2000.4.19)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2001-309493 (P2001-309493A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成13年11月2日 (2001.11.2)	(74) 代理人	100058479
審査請求日	平成19年4月9日 (2007.4.9)		弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100084618
			弁理士 村松 貞男
		(74) 代理人	100092196
			弁理士 橋本 良郎
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100070437
			弁理士 河井 将次

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) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の圧電振動子が一次元的に配列された一次元振動子ユニットを前記配列方向とは異なる方向に沿って並設することで、複数の圧電振動子が二次元的に配列された二次元超音波プローブであって、

前記一次元振動子ユニットは、

所定のピッチで形成された複数の信号ラインと、前記所定のピッチで形成された複数のアース接続パッドと、を第1の面に有する複数のフレキシブルプリント基板であって、前記複数のアース接続パッドは、前記複数の圧電振動子が配列される前記プリント基板の一辺の端部に沿って前記所定ピッチで形成されている複数のフレキシブルプリント基板と、

それぞれが信号電極とアース電極とを有する複数の圧電振動子であって、前記信号電極と前記信号ラインとを接続させ、前記アース電極と前記アース接続パッドとを接続させて、前記プリント基板の前記第1の面上の一辺に沿って一次元に配列された複数の圧電振動子と、

前記複数の圧電振動子が配列される前記プリント基板の前記一辺の側において、前記各アース接続パッドと接続された共通電極と、を具備すること、

を特徴とする二次元アレイプローブ。

【請求項 2】

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並設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 3】**

前記圧電振動子は、内部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 4】**

前記圧電振動子は、内部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 5】**

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が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 6】**

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 5 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 2 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

10

20

30

40

50

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）形態をとっている。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０．５ｍｍ以下の微細ピッチで配列する必要がある。この場合、２ｃｍ角程度の面積から引き出す配線は、２０００ｃｍ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。

10

【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、バッキ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。

20

【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。

30

【００１２】

請求項１に記載の発明は、複数の圧電振動子が一次的に配列された一次元振動子ユニットを前記配列方向とは異なる方向に沿って並設することで、複数の圧電振動子が二次元的に配列された二次元超音波プローブであって、前記一次元振動子ユニットは、所定のピッチで形成された複数の信号ラインと、前記所定のピッチで形成された複数のアース接続パッドと、を第１の面に有する複数のフレキシブルプリント基板であって、前記複数のアース接続パッドは、前記複数の圧電振動子が配列される前記プリント基板の一辺の端部に沿って前記所定ピッチで形成されている複数のフレキシブルプリント基板と、それぞれが信号電極とアース電極とを有する複数の圧電振動子であって、前記信号電極と前記信号ラインとを接続させ、前記アース電極と前記アース接続パッドとを接続させて、前記プリント基板の前記第１の面上の一辺に沿って一次元に配列された複数の圧電振動子と、前記複数の圧電振動子が配列される前記プリント基板の前記一辺の側において、前記各アース接続パッドと接続された共通電極と、を具備すること、を特徴とする二次元アレイプローブである。

40

請求項５に記載の発明は、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

50

音波プローブ製造方法である。

【 0 0 2 5 】

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。

【 0 0 2 6 】

【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。

【 0 0 2 7 】

( 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 1 0 の斜視図を示している。

【 0 0 2 8 】

図 1 に示すように、二次元アレイ超音波プローブ 1 0 は、アース電極 1 1 0 と信号電極 1 1 1 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 1 1、一方の面に信号ライン 1 5 1、アース接続パッド 1 5 2、信号接続パッド 1 5 3 が形成され(図 2 参照)、圧電振動子 1 1 配列の列間ギャップに並設されたプリント基板 1 5、各プリント基板 1 5 を挟持するバックング材 1 7 を具備している。

【 0 0 2 9 】

圧電振動子 1 1 は、各プリント基板 1 5 の一端に沿って同ピッチ配列されている。各圧電振動子 1 5 のプリント基板 1 5 と向かい合う面には、図 2 ( a ) に示すように、プリント基板 1 1 の信号ライン 1 5 1 と電氣的に接続される電極接続部 1 1 2 が形成されている(図 2 参照)。また、圧電振動子 1 1 は、通常より厚めの信号電極 1 1 1 及びアース電極 1 1 0 を有している。

【 0 0 3 0 】

信号引き出し用プリント基板 1 5 には、2 次元配列した各振動子に対応する信号ライン 1 5 1、信号電極 1 1 1 と接続するための信号接続パッド 1 5 3、アース電極 1 1 0 と接続するためのアース接続パッド 1 5 2 が設けられている。信号接続パッド 1 5 3、アース接続パッド 1 5 2 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 1 5 2 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 1 1 0 の引き出しについては後述する。

【 0 0 3 1 】

バックング材 1 9 は、振動素子 1 6 の背面に設けられており、当該振動素子 1 6 を機械的に支持する。また、バックング材 2 0 は、超音波パルスを短くするために、振動素子 1 6 を制動している。なお、バックング材 2 0 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。

【 0 0 3 2 】

次に、二次元アレイ超音波プローブ 1 0 の製造方法について説明する。

【 0 0 3 3 】

図 2、図 3、図 4 を参照して、二次元アレイ超音波プローブ 1 0 の製造方法を説明する。本製造方法は、複数の圧電振動子 1 1 をプリント基板 1 5 に実装する工程と、プリント基板 1 5 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 1 7 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。

【 0 0 3 4 】

( 1 ) 圧電振動子 1 1 のプリント基板 1 5 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。

10

【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、以下の効果を得ることができる。

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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

50

だけでよい。このように、板状振動子 1 2 を 1 素子サイズに分割して各圧電振動子 1 1 を形成することで、図 3 ( c ) に示すように、圧電振動子 1 1 を所定ピッチで実装したプリント基板 1 5 を得ることができる。

【 0 0 4 6 】

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 1 1 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 1 1 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 1 5 上へ圧電振動子 1 1 の実装を 1 列分の 1 枚の振動子板 1 2 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。

【 0 0 4 7 】

( 2 ) マトリックス状に配列された振動子群の形成

10

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。

【 0 0 4 8 】

図 4 ( a ) に示すように、バックング材 1 7 には、各プリント基板 1 5 を挿入するための溝 1 7 1 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 1 7 における各溝 1 7 1 に、上記 1 列分の振動子を実装したプリント基板 1 5 を挿入し、圧電振動子 1 1 の底面 ( すなわち、信号電極 1 1 1 側の底面 ) とバックング材 1 7 を接着することで圧電振動子 1 1 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。

【 0 0 4 9 】

一般に、バックング材 1 7 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 1 7 1 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 1 5 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。

20

【 0 0 5 0 】

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。

【 0 0 5 1 】

図 5 ( a ) において、プリント基板 1 5 には、1 列分の圧電振動子 1 1 が実装されている。このプリント基板 1 5 に、図 5 ( b ) に示すように、音響バックング材 1 7 を圧電振動子 1 1 の信号電極 1 1 1 側に付加し、接着剤などで固定する。バックング材 1 7 の厚さは、プリント基板 1 5 の厚さとの合計が振動子配列ピッチとなる程度である。

30

【 0 0 5 2 】

図 5 ( b ) に示したプリント基板 1 5 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 1 1 の超音波放射面が概同一面となるよう、また圧電振動子 1 1 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 1 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。

【 0 0 5 3 】

本工程を有する製造方法によれば、従来の 1 次元アレイプロープ構造を積み重ねる場合に比較して圧電振動子 1 1 の位置合わせを容易にすることが出来る。プリント基板 1 5 上に圧電振動子 1 1、バックング材 1 5 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。

40

【 0 0 5 4 】

( 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。

【 0 0 5 5 】

図 6 ( a ) に示すように、各圧電振動子 1 1 間の配列ギャップに素子間充填樹脂 2 1 を充填する。

50

## 【 0 0 5 6 】

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 1 1 のアース電極 1 1 0 を露出させ、蒸着や導電性ペースト等により共通電極 2 3 の形成を行う。さらに、共通電極 2 3 に、信号ラインの引き出しとは別個に引き出しリード 2 4 を設ける。

## 【 0 0 5 7 】

共通電極 2 3 及び引き出しリード 2 4 形成後、図 6 ( c ) に示すように、共通電極 2 3 上に音響整合層 2 6 を形成する。また、必要に応じて音響整合層 2 6 の素子分割や、音響整合層 2 6 上に音響レンズ、音響カプリング材等を設ける。

## 【 0 0 5 8 】

最後に、図示していないが、バッキング材背面を研磨、切削しプリント基板 1 5 の信号ライン 1 5 1 の端面を露出させ、この端子から信号引き出しを行う。

10

## 【 0 0 5 9 】

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 1 5 上に 1 つ 1 つの圧電振動子 1 1 を実装して信号引き出しを行い、振動子 1 1 を実装した当該プリント基板 1 5 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。

## 【 0 0 6 0 】

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 1 0 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。

20

## 【 0 0 6 1 】

次に、二次元アレイ超音波プローブ 1 0 の変形例について説明する。

## 【 0 0 6 2 】

図 7 は、二次元アレイ超音波プローブ 1 0 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 1 5 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 1 6 に圧電振動子 1 1 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。

## 【 0 0 6 3 】

図 7 ( a ) 、 ( b ) に示す様に、第 2 のプリント基板 1 6 の A 面には、一の圧電振動子 1 1 に対応した各信号ライン 1 6 1 、圧電振動子 1 1 の信号電極 1 1 1 と接続するための信号接続パッド 1 6 3 、圧電振動子 1 1 のアース電極 1 1 0 と接続するためのアース接続パッド 1 6 2 が設けられている。また、信号接続パッド 1 6 3 は、信号ライン 1 6 1 に接続されている。一方、第 2 のプリント基板 1 6 の B 面には、一の圧電振動子 1 1 に対応したアースライン 1 6 5 が設けられている。このアースライン 1 6 5 と、A 面のアース電極 1 1 0 とは、スルーホール 1 6 4 を介して接続されている。なお、それぞれの接続パッド 1 6 2 、 1 6 3 の表面には、圧電振動子 1 1 の実装のため、半田層 1 6 6 を設けておく。

30

## 【 0 0 6 4 】

上記構成を有する第 2 のプリント基板 1 6 により、圧電振動子 1 1 毎に、電気信号用配線は信号ライン 1 6 1 によって、アース接続用配線はアースライン 1 6 5 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 1 6 への複数の圧電振動子 1 1 の実装・各配線の引き出しについて説明する。

40

## 【 0 0 6 5 】

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 1 1 を各電極 1 1 0 、 1 1 1 とプリント基板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 1 1 0 及び信号電極 1 1 1 において、第 2 のプリント基板 1 6 側の側面 ( 図 7 ( b ) 中各電極 1 1 0 、 1 1 1 の引き出し線参照 ) を接続部として使用する。

## 【 0 0 6 6 】

50

各圧電振動子 1 1 の各信号電極 1 1 0、1 1 1 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 1 1 0、1 1 1 の第 2 のプリント基板 1 6 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 1 1 側面に電極接続部を設けてもよい。

【0067】

他の圧電振動子 1 1 についても同様に配列し、一列分の圧電素振動子 1 1 が配列された第 2 のプリント基板 1 6 を得る。

【0068】

続いて実行される各工程は、共通電極 2 3、引き出しリード 2 4 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 1 6 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 2 3、引き出しリード 2 4 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 1 6 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 1 1 から信号ライン 1 6 1 とアースライン 1 6 5 を隣接させて引き出すことが可能となり、c h 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 k 3 3 型の積層圧電振動子を使用する。k 3 3 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 3 0、被検体からの反射波を受波する受波用積層圧電振動子 3 2、超音波送受波には使用しない未使用素子 (ダミー素子) 3 4 が示してある。送波用積層圧電振動子 3 0 及び受波用積層圧電振動子 3 2 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 k 3 3 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 3 0 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 3 2 の積層数は比較的少層、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 3 0 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 3 0 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 3 0 は、振動子の積層間に設けられた内部電極 3 0 0、内部電極 3 0 0 と接続され振動子側面に形成された電極連結部 3 0 1、3 0 2、信号電極 3 0 4、アース電極 3 0 3 を有している。また、送波用積層圧電振動子 3 0 側面 (プリント基板側の側面) においては、信号電極 3 0 4、アース電極 3 0 3 それぞれの側面を信号ライン 1 6 1 とアースライン 1 6 5 との接続部として使用する。

【0077】

10

20

30

40

50



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 16 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積層数の少ない（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

10

20

30

40

50

とも可能である。なお、更に k 3 1 タイプの積層圧電体を用いた場合、k 3 3 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ー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2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0.5mm以下といった微細なピッチの場合、2cm角程度の面積から2kch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2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2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2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1列分所定ピッチで配列し、当該該圧電振動子が実装された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ていない。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

10

20

30

40

50

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 3 0 の斜視図を示している。

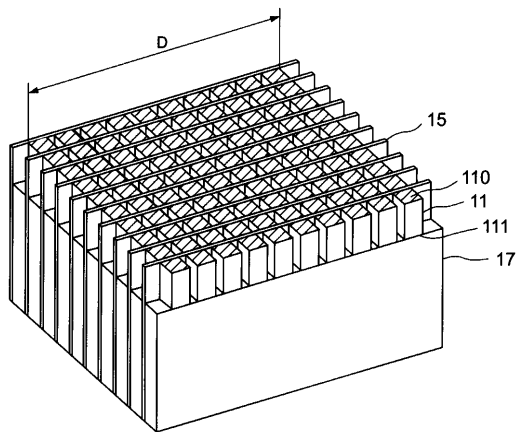
【図 1 0】図 1 0 は、k 3 1 型積層圧電振動子 3 2 の斜視図を示している。

【図 1 1】図 1 1 は、k 3 1 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。

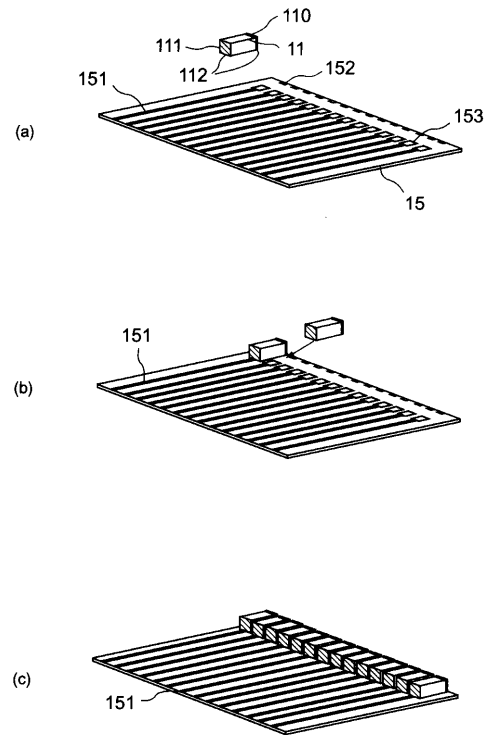
【符号の説明】

1 0 ...二次元アレイ超音波プローブ 1 0	
1 1 ...圧電振動子	
1 2 ...板状振動子	
1 5 ...プリント基板	10
1 6 ...第 2 のプリント基板	
1 7 ...バックング材	
2 1 ...素子間充填樹脂	
2 3 ...共通電極	
2 4 ...引き出しリード	
2 6 ...音響整合層	
3 0 ...受信用積層圧電振動子	
3 2 ...送信用積層圧電振動子	
3 4 ...未使用素子	
1 1 0、3 0 3、3 2 2 ...アース電極	20
1 1 1、3 0 4、3 2 1 ...信号電極	
1 1 2 ...電極接続部	
1 5 1、1 6 1 ...信号ライン	
1 5 2、1 6 2 ...アース接続パッド	
1 5 3、1 6 3 ...信号接続パッド	
1 6 4 ...スルーホール	
1 6 5 ...アースライン	
1 6 6 ...半田層	
1 7 1 ...溝	
3 0 1、3 0 6 ...電極連結部	30
3 0 0、3 2 0 ...内部電極	
3 2 4 ...連結電極	
3 2 6 ...接続部	

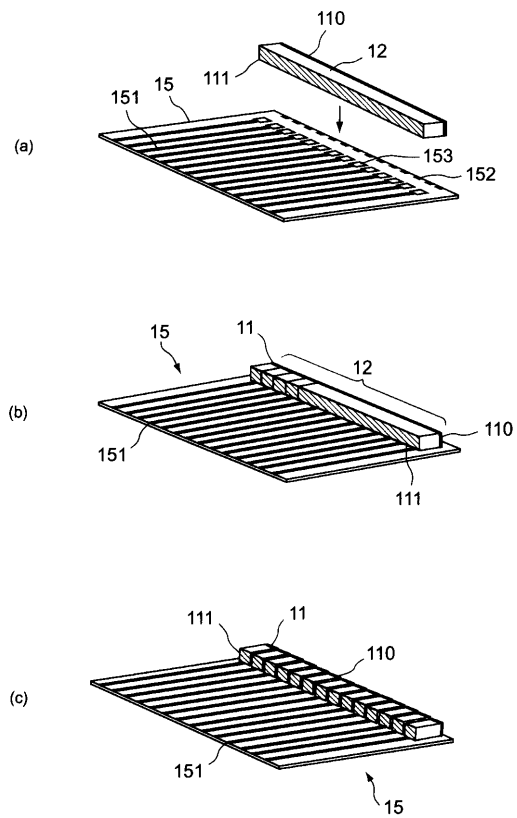
【図 1】



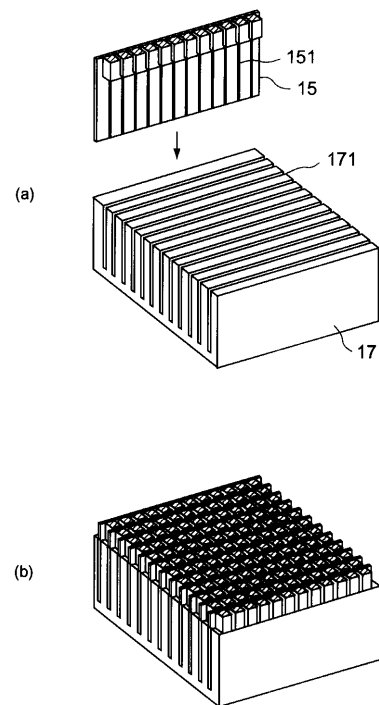
【図 2】



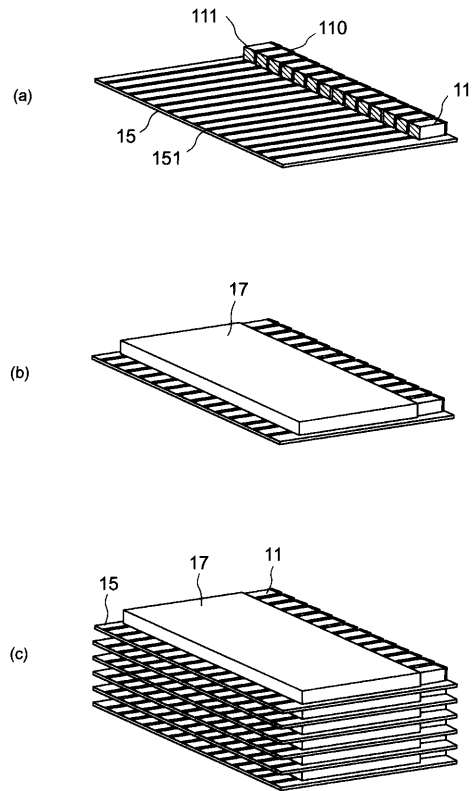
【図 3】



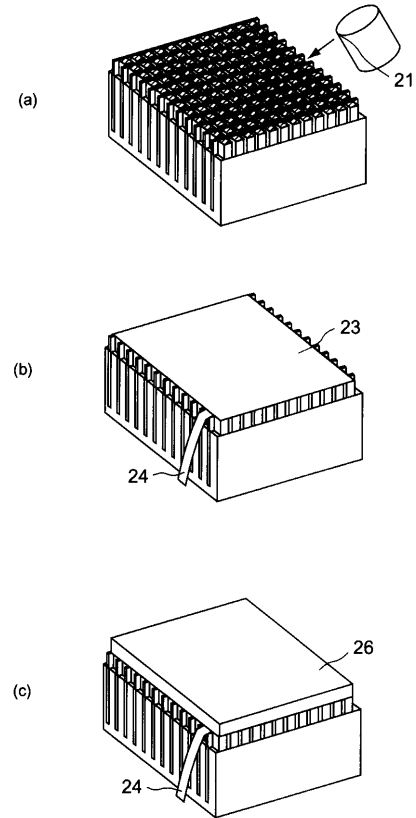
【図 4】



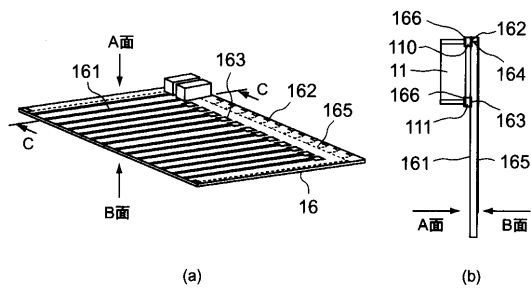
【図 5】



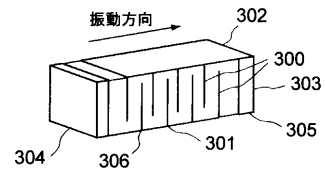
【図 6】



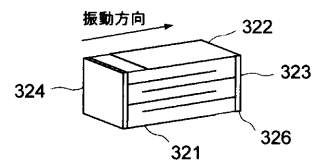
【図 7】



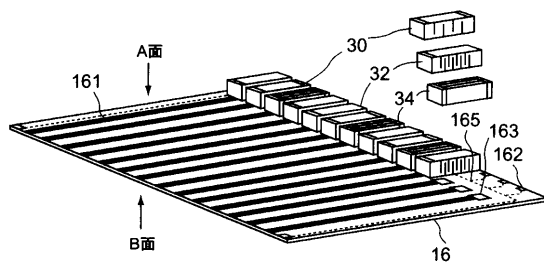
【図 9】



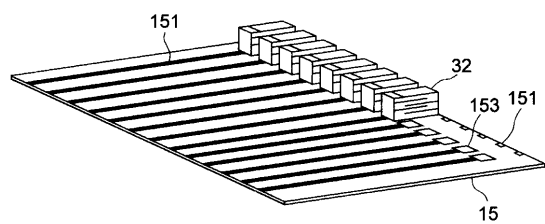
【図 10】



【図 8】



【図 11】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 橋本 新一  
栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 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 1 3 8 5 番の 1 株式会社東芝那須工場内
- (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

審査官 大野 弘

- (56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 1 3 8 4 0 0 ( J P , A )  
特開平 0 5 - 1 0 3 3 9 7 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H04R 17/00  
A61B 8/00  
G01N 29/24  
H04R 31/00

专利名称(译)	二维阵列超声探头及其制造方法		
公开(公告)号	<a href="#">JP4519259B2</a>	公开(公告)日	2010-08-04
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		
当前申请(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 斉藤史郎		
发明人	橋本 新一 手塚 智 山下 洋八 逸見 和弘 小林 剛史 斉藤 史郎		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00 G01N29/24 H04R31/00		
CPC分类号	G01N29/2437		
FI分类号	H04R17/00.332.B H04R17/00.330.H 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 4C601/EE14 4C601/GB01 4C601/GB03 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/GB41 5D019/AA06 5D019/AA21 5D019/AA26 5D019/BB19 5D019/BB28 5D019/BB29 5D019/EE02 5D019/FF04 5D019/GG06 5D019/GG11 5D019/HH03		
代理人(译)	河野 哲 中村诚		
审查员(译)	大野 弘		
其他公开文献	JP2001309493A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

要解决的问题：提供一种二维阵列超声探头，其制造性能高，可以相对容易地实现，其灵敏度高，并且元件之间的串扰小，并提供探头的制造方法。解决方案：二维阵列超声探头具有这样的结构，其中用于引出信号引线的印刷板以及在布置成矩阵形状的元件的相应列间隔处从各个振荡器接地。相当于一列的振荡器阵列安装在印刷板上，其上安装有振荡器的印刷板沿行方向布置，并且构成二维阵列换能器。



