

(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2013-123150

(P2013-123150A)

(43) 公開日 平成25年6月20日(2013.6.20)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4R 17/00 (2006.01)	HO4R 17/00 332A	4C601
A61B 8/00 (2006.01)	A61B 8/00	5D019
HO1L 41/09 (2006.01)	HO4R 17/00 330H	
HO1L 41/187 (2006.01)	HO1L 41/08 C	
HO1L 41/18 (2006.01)	HO1L 41/18 101D	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2011-271023 (P2011-271023)	(71) 出願人	000001270 コニカミノルタ株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
(22) 出願日	平成23年12月12日 (2011.12.12)	(74) 代理人	100067828 弁理士 小谷 悦司
		(74) 代理人	100115381 弁理士 小谷 昌崇
		(74) 代理人	100111453 弁理士 櫻井 智
		(72) 発明者	鮫島 幸一 東京都日野市さくら町1番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内
		(72) 発明者	松尾 隆 東京都日野市さくら町1番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内 最終頁に続く

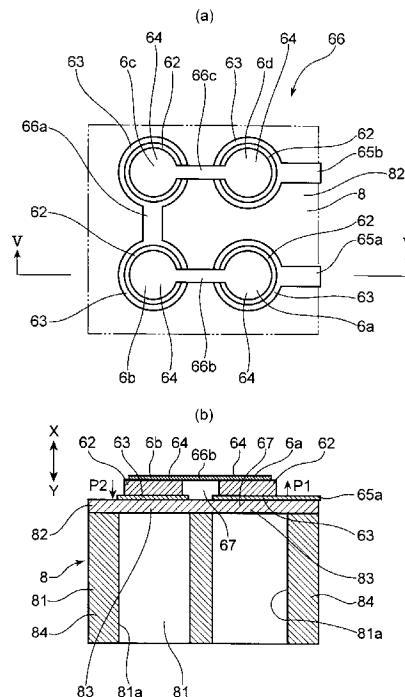
(54) 【発明の名称】 圧電デバイスおよび超音波探触子

(57) 【要約】

【課題】本発明は、大きな検出電圧を得ることができ、しかも、接続不良を起こすおそれの少ない圧電デバイスおよび超音波探触子の提供を目的とする。

【解決手段】本発明の超音波探触子における圧電デバイスとしての超音波送受信部は、基板8の薄肉領域83と、圧電部材62と、圧電部材62の後面と前面とにそれぞれに配設され第1電極63及び第2電極64とを有する円形状のダイヤフラムかなる圧電セル6a~6dを複数、備えている。又、圧電セル6a~6dは、4つで1つの単素子66を構成しており、それらの4つの圧電セル6a~6dは、接続元と接続先とは分極方向が逆であって、第1電極63同士及び第2電極64同士を互いに接続することで直列接続されている。

【選択図】 図5



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

板状の圧電部材と、前記圧電部材の厚さ方向の一方面に配設された複数の第 1 電極と、前記圧電部材の厚さ方向の他方面に配設され前記複数の第 1 電極とそれぞれ対となる複数の第 2 電極とを備え、前記一对の第 1 および第 2 電極とその間にある前記圧電部材とを有するものから 1 個の圧電セルが構成される圧電デバイスであって、

前記複数の圧電セルは、接続元と接続先とは分極方向が逆であって、前記第 1 電極同士又は前記第 2 電極同士を互いに接続することで直列接続されていることを特徴とする圧電デバイス。

## 【請求項 2】

厚さが他の領域より薄い複数の薄肉領域を持つ基板を備え、前記複数の圧電セルは、それぞれ、前記基板の各薄肉領域に形成され、前記複数の圧電セルの圧電部材は、互いに分割され、前記第 1 電極は、前記基板に接合するように配設され、前記第 2 電極同士を互いに接続した第 2 電極間接続部は、空中配線であることを特徴とする請求項 1 記載の圧電デバイス。

## 【請求項 3】

厚さが他の領域より薄い複数の薄肉領域を持つ基板を備え、前記複数の圧電セルは、それぞれ、前記基板の各薄肉領域に形成され、前記複数の圧電セルの圧電部材は、互いに分割され、前記圧電部材同士の間、絶縁材料からなる絶縁部材が配設され、前記第 1 電極は、前記基板に接合するように配設され、前記第 2 電極同士を接続した第 2 電極間接続部は、前記基板と当該電極間接続部との間に前記絶縁部材が介在するようにして配設されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の圧電デバイス。

## 【請求項 4】

厚さが他の領域より薄い複数の薄肉領域を持つ基板を備え、前記複数の圧電セルは、それぞれ、前記基板の各薄肉領域に形成され、前記複数の圧電セルの圧電部材は、互いに接合され、前記第 1 電極は、前記基板に接合するように配設され、前記第 2 電極同士を接続した第 2 電極間接続部は、前記基板と当該電極間接続部との間に前記圧電部材が介在するようにして配設されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の圧電デバイス。

## 【請求項 5】

前記薄肉領域は、前記他の領域に全周が囲まれるようにして形成され、前記複数の圧電セルは、それぞれ、前記薄肉領域に形成されてダイヤフラムを構成していることを特徴とする請求項 2 ~ 4 の何れか一項に記載の圧電デバイス。

## 【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 の何れかに記載の圧電デバイスを備える超音波探触子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、圧電デバイスおよび超音波探触子に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

超音波診断装置は、非侵襲で内部組織の観察ができ、又、リアルタイムで観察ができるといった特徴を有するため、診断への応用場面が益々増加している。この超音波診断装置の超音波として、例えば基板に P Z T などの圧電部材を形成したユニモルフ構造の圧電セルを太鼓状に振動させて超音波の送受信を行なう p M U T (Piezoelectric Micromachine d Ultrasonic Transducer) が知られている。

10

20

30

40

50

## 【0003】

このようなpMUTの超音波探触子は、バルクPZTをダイシングにより分割したものに比し、周波数帯域を広くすることができ、微細化して高解像度とすることができるとともに、3次元画像を取得するための圧電セル(振動子)の2次元配列化に適しており、また、小型薄型化が可能であるために超音波内視鏡への応用に適している等の利点を有する。このようなpMUTの超音波探触子において、1次元配列の振動子では、取得できる画像が断層画像であるため、操作による偽陰性の危険性があることから、操作者(医師、超音波診断技師)の熟練度が要求される。このような課題を軽減するため、3次元画像を取得できる2次元配列の超音波探触子のニーズは高い。

## 【0004】

又、pMUTセルは、厚さ数ミクロンの薄膜PZTの厚さ方向の両面に電極を配置する構成にすると、低い電圧で大きな電界強度を印加可能となり、低い電圧で大きな音圧を得ることができる。ところが受信時には、電極間隔が小さいことから、応力に対して得られる電圧が小さい。超音波診断においては、安全性のため体内に入れられる超音波の強度は規定されているため、受信感度を送信音圧で補うことはできない。従って、高画質の画像を得るためには、所定の受信感度を確保する必要がある。この課題を補うために、複数の圧電セルを直列接続することで、数倍の電圧感度を得ることが可能となり、送信感度(単位電圧当たりの音圧値)は低下するが電圧を上げることで対応が可能である。

## 【0005】

このような圧電セル間を直列接続するものとして、例えば特許文献1に加速度センサが提案されている。このものは、例えば図11に示すように薄板状の圧電部材101と前記圧電部材101の厚さ方向の一方面である下面に配設された第1電極(下部電極)102及び前記厚さ方向の他方面である上面に配設された第2電極(上部電極)103とを、基板104に設けた薄肉領域に配設することによって複数の圧電セル100を備えたものとし、又、各圧電セル100の第2電極103と第1電極102とを、絶縁層(TEOS)105を介して、圧電部材101の上面から側面を伝わせるようにした電極間接続部103aにより接続することにより、複数の圧電セル100を互いに直列接続したものである。このようにして圧電セル100を互いに直列接続することで、圧電部材101の歪みに対して大きな検出電圧を得ることができるようにしている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0006】

【特許文献1】神田健介、他2名、“JST新技術説明会”、[生体活動モニタリング用センサデバイス及びシステム]、2010年12月16日、インターネット<:URL: <http://jstshingi.jp/abst/p/10/1050/hyogo4.pdf>>

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

しかしながら、例えば電極を成膜によって形成する場合、圧電部材101の上面に較べて側面や上面と側面との境界角部には、電極材料が付き難く、側面に電極間接続部103aを形成し難い。そのため、圧電部材101の側面や境界角部で接続不良を起こすおそれがある。また、その場合において、接続不良を防止するために電極を厚くすると圧電セル100が変形し難くなる等、性能に影響を及ぼすおそれがあるという問題点がある。

## 【0008】

又、第1電極を第2電極に接続するためのスペースが必要であり、圧電セル同士のピッチを小さくすることができず、単位面積当たりの検出感度が低下するという問題点もある。

## 【0009】

本発明は、大きな検出電圧を得ることができ、しかも、接続不良を起こすおそれの少な

10

20

30

40

50

い圧電デバイスおよび超音波探触子の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の一態様に係る圧電デバイスは、板状の圧電部材と、前記圧電部材の厚さ方向の一方面に配設された複数の第1電極と、前記圧電部材の厚さ方向の他方面に配設され前記複数の第1電極とそれぞれ対となる複数の第2電極とを備え、前記一对の第1および第2電極とその間にある前記圧電部材とを有するものから1個の圧電セルが構成される圧電デバイスであって、前記複数の圧電セルは、接続元と接続先とは分極方向が逆であって、前記第1電極同士又は前記第2電極同士を互いに接続することで直列接続されていることを特徴とする。

10

【0011】

この構成によれば、複数の圧電セルが直列接続されているため、圧電セルが受けた負荷に対して高い電圧が得られ、高感度なものにできる。

【0012】

又、その際、圧電部材の厚さ方向の一方面に配設された第1電極同士を接続し、又は、前記圧電部材の厚さ方向の他方面に配設された第2電極同士を接続するため、例えば第2電極同士を接続する電極間接続部を圧電部材の他方面と同じ平面上に形成して圧電部材同士に跨がるようにして第2電極同士を接続でき、従来のように圧電部材の他方面となる上面から側面を伝わせるようにして形成しなくてもよいものにできる。これにより、電極を成膜によって形成し難い圧電部材の側面等に形成せずに済みその側面で接続不良を起こすおそれの少ないものにできる。

20

【0013】

又、電極間接続部を、圧電部材の上面から側面を伝わせるようにして圧電部材同士間に形成しなくてもよいため、隣接する圧電セル同士のピッチ間隔を、絶縁破壊しない程度に小さくでき、圧電セルのピッチ間隔を小さくでき、単位面積当たりの検出感度を向上できる。

【0014】

他の一態様では、前記圧電デバイスにおいて、厚さが他の領域より薄い複数の薄肉領域を持つ基板を備え、前記複数の圧電セルは、それぞれ、前記基板の各薄肉領域に形成され、前記複数の圧電セルの圧電部材は、互いに分割され、即ち、前記圧電部材は、前記複数の一对の第1および第2電極間に配置された複数から構成され、前記第1電極は、前記基板に接合するように配設され、前記第2電極同士を互いに接続した第2電極間接続部は、空中配線であることを特徴とする。

30

【0015】

この構成によれば、第2電極間接続部は空中配線であるため、各圧電セルが撓み変形する際に、第2電極間接続部がその変形の抵抗になるおそれの少ないものにでき、各圧電セルを円滑に撓み変形させることができる。

【0016】

他の一態様では、前記圧電デバイスにおいて、厚さが他の領域より薄い複数の薄肉領域を持つ基板を備え、前記複数の圧電セルは、それぞれ、前記基板の各薄肉領域に形成され、前記複数の圧電セルの圧電部材は、互いに分割され、前記圧電部材同士の間、絶縁材料からなる絶縁部材が配設され、前記第1電極は、前記基板に接合するように配設され、前記第2電極同士を接続した第2電極間接続部は、前記基板と当該第2電極間接続部との間に前記絶縁部材が介在するようにして配設されていることを特徴とする。

40

【0017】

この構成によれば、絶縁部材が基板と第2電極間接続部との間に介在するため、各圧電セルの撓み変形に際して、第2電極同士を接続した第2電極間接続部が絶縁部材によって過度の力を受けずに済み、第2電極間接続部が破壊するおそれの少ないものにできる。

【0018】

他の一態様では、前記圧電デバイスにおいて、厚さが他の領域より薄い複数の薄肉領域

50

を持つ基板を備え、前記複数の圧電セルは、それぞれ、前記基板の各薄肉領域に形成され、前記複数の圧電セルの圧電部材は、互いに接合され、前記第1電極は、前記基板に接合するように配設され、前記第2電極同士を接続した第2電極間接続部は、前記基板と当該第2電極間接続部との間に前記圧電部材が介在するようにして配設されていることを特徴とする。

【0019】

この構成によれば、圧電部材が基板と第2電極間接続部との間に介在するため、各圧電セルの撓み変形に際して、第2電極同士を接続した第2電極間接続部が圧電部材によって過度の力を受けずに済み、第2電極間接続部が破壊するおそれの少ないものにできる。

【0020】

又、製造に際しては、絶縁部材を不要にでき、製作容易なものにできるとともに、低コストで製作できる。

【0021】

他の一態様では、前記圧電デバイスにおいて、前記薄肉領域は、前記他の領域に全周が囲まれるようにして形成され、前記複数の圧電セルは、それぞれ、前記薄肉領域に形成されてダイヤフラムを構成していることを特徴とする。

【0022】

この構成によれば、送受信感度を高めることができ、超音波探触子に適したものにできる。

【0023】

又、本発明の超音波探触子は、上述の何れかに記載の圧電デバイスを備える。

【0024】

この構成によれば、受信感度を高めることができ、高画質な画像を撮ることができる超音波探触子にできる。

【発明の効果】

【0025】

本発明の圧電デバイスおよび超音波探触子は、大きな検出電圧を得ることができ、しかも、接続不良を起こすおそれの少ないものである。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の第1実施形態の超音波探触子を有する超音波診断装置の外観構成を示す図である。

【図2】第1実施形態の超音波探触子を有する超音波診断装置の電気的な構成を示すブロック図である。

【図3】第1実施形態の超音波診断装置における超音波探触子の構成を示す断面図である。

【図4】第1実施形態の超音波探触子における超音波送受信部の背面図である。

【図5】(a)は、第1実施形態の超音波探触子における超音波送受信部の要部を拡大した正面図、(b)は、図5(a)のV-V線断面図である。

【図6】第1実施形態の超音波探触子における超音波送受信部の変形例の一例の背面図である。

【図7】図6の変形例の要部を拡大した正面図である。

【図8】(a)は、第2実施形態の超音波送受信部の要部を拡大した正面図、(b)は、図8(a)のV I I I - V I I I線断面図である。

【図9】本発明の圧電デバイスを備えたセンサーの一実施の形態の概略の斜視図である。

【図10】図9のセンサーの要部の拡大断面図である。

【図11】従来例の要部の拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明を実施するための形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。図

10

20

30

40

50

1 は、本発明の第 1 実施形態の超音波探触子を有する超音波診断装置の外観構成を示す図である。図 2 は、第 1 実施形態の超音波探触子を有する超音波診断装置の電気的な構成を示すブロック図である。図 3 は、第 1 実施形態の超音波探触子の構成を示す断面図である。

#### 【0028】

この実施形態における超音波診断装置 5 は、図 1 に示すように、図略の生体等の被検体に対して超音波（第 1 超音波信号）を送信すると共に、この第 1 超音波信号に基づく被検体内から来た超音波（第 2 超音波信号）を受信する超音波探触子 2 と、超音波探触子 2 とケーブル 3 を介して接続され、超音波探触子 2 へケーブル 3 を介して電気信号の送信信号を送信することによって超音波探触子 2 に被検体に対して第 1 超音波信号を送信させると共に、超音波探触子 2 で受信された被検体内から来た第 2 超音波信号に応じて超音波探触子 2 で生成された電気信号の受信信号に基づいて被検体内の内部状態を超音波画像として画像化する超音波診断装置本体 1 とを備えて構成される。

10

#### 【0029】

この第 1 超音波信号に基づく被検体内から来た超音波は、被検体内における音響インピーダンスの不整合によって被検体内で第 1 超音波信号が反射した反射波（エコー）だけでなく、例えば微小気泡（マイクロバブル）等の超音波造影剤（コントラスト剤）が用いられている場合には、第 1 超音波信号に基づいて超音波造影剤の微小気泡で生成される超音波もある。超音波造影剤では、超音波の照射を受けると、超音波造影剤の微小気泡は、共振もしくは共鳴し、さらに一定の閾値以上の音圧では崩壊、消失する。超音波造影剤では、微小気泡の共振によって、あるいは微小気泡の崩壊、消失によって、超音波が生じている。

20

#### 【0030】

超音波診断装置本体 1 は、例えば、図 2 に示すように、操作入力部 1 1 と、送信部 1 2 と、受信部 1 3 と、画像処理部 1 4 と、表示部 1 5 と、制御部 1 6 とを備えて構成されている。

#### 【0031】

操作入力部 1 1 は、例えば、診断開始等を指示するコマンドや被検体の個人情報等のデータを入力するための装置であり、例えば、複数の入力スイッチを備えた操作パネルやキーボード等である。

30

#### 【0032】

送信部 1 2 は、例えば制御部 1 6 からの制御信号を超音波探触子 2 に送信する。受信部 1 3 は、例えば超音波探触子 2 から送られてくる受信信号を受信して画像処理部 1 4 へ出力する。

#### 【0033】

画像処理部 1 4 は、制御部 1 6 の制御に従って、受信部 1 3 で受信された、第 1 超音波信号に基づく被検体内から来た第 2 超音波信号における所定の周波数成分に基づいて被検体内の内部状態を表す画像（超音波画像）を形成する回路である。前記所定の周波数成分は、例えば、基本波成分、ならびに、例えば 2 次高調波成分、3 次高調波成分および 4 次高調波成分等の高調波成分を挙げることができる。画像処理部 1 4 は、複数の周波数成分を用いて超音波画像を形成するように構成されてもよい。画像処理部 1 4 は、例えば、受信部 1 3 の出力に基づいて被検体の超音波画像を生成する DSP（Digital Signal Processor）、および、表示部 1 5 に超音波画像を表示すべく、前記 DSP で処理された信号をデジタル信号からアナログ信号へ変換するデジタル - アナログ変換回路（DAC 回路）等を備えて構成される。前記 DSP は、例えば、B モード処理回路、ドブラ処理回路およびカラーモード処理回路等を備え、いわゆる B モード画像、ドブラ画像およびカラーモード画像の生成が可能とされている。

40

#### 【0034】

表示部 1 5 は、制御部 1 6 の制御に従って、画像処理部 1 4 で生成された被検体の超音波画像を表示する装置である。表示部 1 5 は、例えば、CRT ディスプレイ、LCD（液

50

晶ディスプレイ)、有機ELディスプレイおよびプラズマディスプレイ等の表示装置やプリンタ等の印刷装置等である。

【0035】

制御部16は、例えば、マイクロプロセッサ、記憶素子およびその周辺回路等を備えて構成され、これら超音波探触子2、操作入力部11、送信部12、受信部13、画像処理部14および表示部15を当該機能に応じてそれぞれ制御することによって超音波診断装置5の全体制御を行う回路である。

【0036】

超音波探触子(超音波プローブ、トランスデューサ)2は、図3に示すように探触子本体4と、探触子本体4に設けられ超音波の送受信を行なう超音波送受信部(圧電デバイス)5とを備えている。尚、図3のX方向を前方側、Y方向を後方側として説明する。後述の図5(b)、図8(b)において同じである。

10

【0037】

探触子本体4は、前端に設けられた被覆層41と、後端側に設けられた信号処理回路部42と、被覆層41と信号処理回路部42との間に配設されたバッキング材層43とを備えている。

【0038】

被覆層41は、診断に際して、例えば被検体としての生体と当接し、その当接に際し不快感を与えることがないものであって、人体との音響整合をとるために音響インピーダンスが人体に近いシリコンゴム等から形成されている。

20

【0039】

バッキング材層43は、超音波送受信部5に発生する不要振動を減衰する等の役割を果たす。

【0040】

信号処理回路部42は、ケーブル3を介して超音波診断装置5と接続されているとともに、超音波送信用のパルス信号の生成、或いは、受信パルス信号の処理などを行なう。

【0041】

詳しくは、制御部16の制御に従って、上記送信部12から送られてくる電気信号の送信信号を供給して超音波送受信部5に第1超音波信号を発生させる。例えば、高電圧のパルスを生成する高圧パルス発生器等を備えて構成される。この信号処理回路部42で生成された駆動信号は、後述の複数の圧電セル6(図5参照)それぞれに対し適宜に遅延時間を個別に設定した、パルス状の複数の信号であり、圧電セル6のそれぞれに供給される。この複数の駆動信号によっては、各圧電セル6から放射された超音波の位相が特定方向(特定方位)(あるいは、特定の送信フォーカス点)において一致し、その特定方向にメインビームを形成した送信ビームの第1超音波信号を発生する。

30

【0042】

又、信号処理回路部42は、制御部16の制御に従って、超音波送受信部5から電気信号の受信信号を受信し処理する。そして、送信時の送信ビームの形成と同様に、受信時においても整相加算することによって受信ビームが形成されてよい。すなわち、圧電セル6それぞれから出力される複数の出力信号に対し適宜に遅延時間を個別に設定し、これら遅延された複数の出力信号を加算することによって、各出力信号の位相が特定方向(特定方位、あるいは、特定の受信フォーカス点)において一致し、その特定方向にメインビームが形成される。このような場合において、例えば、前記増幅器で増幅された各出力信号が入力される受信ビームフォーマ等も備えてよい。尚、この信号処理回路部42は、超音波診断装置本体1に設けるようにしてもよく、適宜変更できる。

40

【0043】

超音波送受信部5は、探触子本体4の被覆層41とバッキング材層43との間に配設されている。この実施形態の超音波送受信部5は、図4及び図5に示すように基板8と、基板8に形成された複数の圧電セル6a~6dとを備えている。

【0044】

50

基板 8 は、第 1 基板 8 1 と、第 1 基板 8 1 の前面全体に配設された第 2 基板 8 2 とを備えている。

【0045】

第 1 基板 8 1 は、この実施形態では、シリコン製の板状体から構成されている。この第 1 基板 8 1 には、図 4 に示すように、左右方向及び上下方向に配列された複数の円形状の貫通孔 8 1 a が設けられている。各貫通孔 8 1 a は、図 5 に示すように第 1 基板 8 1 の前面から後面に貫通するようにして形成されている。

【0046】

第 2 基板 8 2 は、この実施形態では、絶縁性の物質、例えば二酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) 或いは窒化シリコン ( $\text{SiN}$ ) から構成され、第 1 基板 8 1 よりも厚さの薄い薄板状 (この実施形態では、 $2\ \mu\text{m}$  程度の厚さ) のものから構成されている。

10

【0047】

そして、この第 2 基板 8 2 は、図 5 (b) に示すように第 1 基板 8 1 の前面の全体に積層されるようにして貫通孔 8 1 a 夫々を前方側から覆うように配設されている。これにより、基板 8 は、貫通孔 8 1 a の前方側に第 2 基板 8 2 により形成された円形状の薄肉領域 8 3 と、その薄肉領域 8 3 の全周を囲むようにして第 1 基板 8 1 及び第 2 基板 8 2 とにより形成され上記薄肉領域 8 3 よりも厚さの厚い厚肉領域 8 4 とから構成されている。

【0048】

圧電セルは、上記各薄肉領域 8 3 に形成されている。この実施形態では、図 4 に示すように第 1 圧電セル 6 a ~ 第 4 圧電セル 6 d の 4 つ (2 点鎖線で囲んだ 4 つ) で 1 つの単素子 6 6 が構成され、そして、このようにして構成される単素子 6 6 が複数、左右上下に 2 次元的に配列されている。これらの単素子 6 6 は、夫々、同一構成を採っている。以下に、1 つの単素子 6 6 について、図 4、図 5 に基いて説明する。

20

【0049】

4 つの第 1 圧電セル 6 a ~ 第 4 圧電セル 6 d は、夫々、上述の薄肉領域 8 3 を構成した第 2 基板 8 2 と、薄板円形状の圧電部材 6 2 と、圧電部材 6 2 の後面 (一方向) に配設され第 2 基板 8 2 の前面に接合された円形状の第 1 電極 6 3 と、圧電部材 6 2 の前面 (他方向) に配設され上記第 1 電極 6 3 とで一对をなす円形状の第 2 電極 6 4 とから構成されており、これらにより、第 1 圧電セル 6 a ~ 第 4 圧電セル 6 d は、夫々、ダイヤフラムを構成している。

30

【0050】

圧電部材 6 2 は、圧電材料から構成されている。この実施形態では、圧電部材 6 2 は、PZT から構成されている。尚、圧電部材 6 2 は、PZT から構成されるものに限らず、例えば圧電部材を、水晶、ニオブ酸リチウム ( $\text{LiNbO}_3$ )、ニオブ酸タンタル酸カリウム [ $\text{K}(\text{Ta}, \text{Nb})\text{O}_3$ ]、チタン酸バリウム ( $\text{BaTiO}_3$ )、タンタル酸リチウム ( $\text{LiTaO}_3$ )、チタン酸ストロンチウム ( $\text{SrTiO}_3$ )、PZN - PT および PMN - PT 等から構成することもでき、適宜変更できる。

【0051】

又、この実施形態の圧電部材 6 2 は、第 1 基板 8 1 の貫通孔 8 1 a と同程度の大きさで、厚さが  $2\ \mu\text{m}$  程度の円板状のものから構成されている。

40

【0052】

又、この実施形態では、第 1 圧電セル 6 a の圧電部材 6 2 は、分極方向 P 1 が前方向きとなるように設定され、第 2 圧電セル 6 b の圧電部材 6 2 は、分極方向 P 2 が上記第 1 圧電セル 6 a の圧電部材 6 2 の分極方向 P 1 とは逆向きの後方向きとなるように設定されている。又、第 3 圧電セル 6 c の圧電部材 6 2 は、分極方向 (図示せず) が上記第 2 圧電セル 6 b の圧電部材 6 2 の分極方向 P 2 と逆向き (第 1 圧電セル 6 a の圧電部材 6 2 の分極方向 P 1 と同じ向き) の前方向きとなるように設定され、第 4 圧電セル 6 d の圧電部材 6 2 は、分極方向が上記第 3 圧電セル 6 c の圧電部材 6 2 の分極方向とは逆向き (第 2 圧電セル 6 a の圧電部材 6 2 の分極方向 P 2 と同じ向き) の後方向きとなるように設定されている。

50

## 【0053】

第1電極63と第2電極64とは、金又は白金等から構成されている。第1圧電セル6aの第1電極63は、第1引き出し部65aに接続されて引き出されている。又、第4圧電セル6dの第1電極63は、第2引き出し部65bに接続されて引き出されている。

## 【0054】

又、第2圧電セル6bの第1電極63と第3圧電セル6cの第1電極63とは、図5(a)に示すように第1電極間接続部66aにより接続されている。

## 【0055】

一方、第1圧電セル6aの第2電極64と第2圧電セル6bの第2電極64とは、第2電極間接続部66bにより接続されている。又、第3圧電セル6cの第2電極64と第4圧電セル6dの第2電極64とは、第2電極間接続部66cにより接続されている。

10

## 【0056】

又、第2電極64同士を接続した上記第2電極間接続部66b、66cは、図5(b)に示すように第2基板82から前方側に所定距離を持ってその第2基板82と略平行に延ばされて空中配線とされている。従って、第2電極間接続部66b、66cと第2基板82との間に、空間部67が形成されており、第2電極間接続部66b、66cは、第2基板82及び圧電部材62の側面と非接触とされている。

## 【0057】

そして、この状態で、第1圧電セル6a～第4圧電セル6dに順次に直列接続された状態になっており、第1引き出し部65aと第2引き出し部65bとに給電されると、第1引き出し部65aと第2引き出し部65bとの間に電圧が印加されるようになっている。

20

## 【0058】

又、この実施形態では、複数の素子66は、上記第1引き出し部65aの夫々から延設された素子接続配線(図示せず)によって独立に接続されている。

## 【0059】

このように構成される超音波送受信部5は、この実施形態では、次のようにして形成されている。

## 【0060】

基板8として、 $\text{SiO}_2$ 酸化膜(厚さ $2\mu\text{m}$ )が両面に付いたSi基板(厚さ $200\mu\text{m}$ )を用いる。このSi基板が第1基板81を構成し、前面側の $\text{SiO}_2$ 酸化膜が第2基板82を構成する。

30

## 【0061】

後面の $\text{SiO}_2$ 上にレジストを塗布し、露光、現像を行い、貫通孔81a用のレジストパターンを得る。そして、レジストをマスクパターンとして、 $\text{SiO}_2$ 層を反応性イオンエッチング(RIE)装置でドライエッチング( $\text{CHF}_3$ ガス)し、レジストで保護されていない $\text{SiO}_2$ 層を除去しておく。

## 【0062】

次に、 $\text{SiO}_2$ 酸化膜が付いている前面にチタン(厚さ $20\text{nm}$ )、白金(厚さ $100\text{nm}$ )をスパッタで成膜する。チタンは密着層で、白金が第1電極63、第1電極間接続部66a、第1引き出し部65a及び第2引き出し部65bとなるものである。

40

## 【0063】

その後、その白金上にPZT(チタン酸ジルコン酸鉛)からなる圧電部材62をスパッタで $600$ 度の温度で成膜する(厚さ $2\mu\text{m}$ )。成膜した膜は圧電特性が得られるペロブスカイト層の(111)に配向している。

## 【0064】

そして、その圧電部材62の前面にウェットエッチングでパターンニングするためのレジストパターンを形成する。そして、フッ硝酸で圧電部材62をウェットエッチングして、パターンを形成する。

## 【0065】

その後、レジストを塗布し、露光、現像を行い、チタン、白金のエッチングを、上記レ

50

ジストをマスクにして行うようにして、第1電極63、第1電極間接続部66a、第1引き出し部65a及び第2引き出し部65bのパターニングを行う。

【0066】

次に、絶縁部材としての樹脂材をスプレーコーターにより凹凸面とならないよう均一に充填塗布する。そして、アッシング装置により圧電部材62の表面が出るまで樹脂材の表面を除去、もしくは圧電部材62の表面が出るようマスク、露光、現像する。

【0067】

次に、その圧電部材62の前面上にスパッタでクロム(Cr)と金(Au)を0.2µmの厚さで成膜する。クロムは密着層で、金が第2電極64及び第2電極間接続部66b、66cとなるものである。そして、その前面上にレジストを塗布し、露光、現像を行い、クロムと金のエッチングを上記レジストをマスクにして行うようにして、第2電極64及び第2電極間接続部66b、66cのパターニングを行う。

10

【0068】

次に、第1基板81の後面のSiO<sub>2</sub>酸化膜のパターンをマスクに第1基板81をICPEッチング装置のポッシュプロセスで深堀加工して直径50µmの貫通孔81aを左右上下に形成する。これにより、直径50µmのダイヤフラムからなり第1電極間接続部66a及び第2電極間接続部66b、66cを介して接続された4つの第1圧電セル6a~第4圧電セル6dで構成された単素子66が複数、左右上下に2次元的に配列したものを得ることができる。

【0069】

又、前面側の樹脂をアッシングにより除去する。これにより、第2電極間接続部66b、66cは、空中配線となる。

20

【0070】

又、第1引き出し部65aと第2引き出し部65bと間に、数V/µm以上の電界がかかるように電圧を印加することにより、第1圧電セル6aの圧電部材62の分極方向P1を前方向きに、第2圧電セル6bの圧電部材62の分極方向P2を後方向きに、又、第3圧電セル6cの圧電部材62の分極方向を前方向きに、第4圧電セル6dの圧電部材62の分極方向を後方向きにする。

【0071】

以上により、直列接続された4つの第1圧電セル6a~第4圧電セル6dからなる単素子66を、複数、形成できる。

30

【0072】

尚、上記実施形態では、圧電部材62間の樹脂材は除去したが、除去せずに樹脂材を有したのものとしてもよい。樹脂材を配設しておけば、各圧電セルの撓み変形に際して、第2電極64同士を接続した第2電極間接続部66b、66cが樹脂材によって過度の力を受けずに済み、第2電極間接続部66b、66cが破壊するおそれの少ないものにできる。

【0073】

この樹脂材としては、エポキシ樹脂、アクリル樹脂やポリイミド樹脂といった感光性樹脂、フッ素樹脂、ポリカーボネート樹脂、合成ゴム等の圧電部材62よりヤング率が小さく、且つ電氣的に絶縁特性を有する材料であり、樹脂材は圧電部材62と同じ厚さで形成される。

40

【0074】

以上のように構成された超音波探触子を有する超音波診断装置Sで診断する場合、例えば、操作入力部11から診断開始の指示が入力されると、制御部16の制御に従い、信号処理回路部42で超音波送信用のパルス信号が生成される。

【0075】

この生成されたパルス信号は、超音波送受信部5の複数(4つ)の圧電セル6a~6dからなる単素子66ごとに所定の遅延時間でパルス電圧を、第1引き出し部65aと第2引き出し部65bとの間に印加して、圧電部材62の厚さ方向に電界を生じさせる。

【0076】

50

この電界により、各圧電セル 6 a ~ 6 d の圧電部材 6 2 が歪み、その歪により、各圧電セル 6 a ~ 6 d は、厚さ方向である前後方向の前方側に太鼓状に撓み変形する。その際、第 2 電極 6 4 同士を接続した第 2 電極間接続部 6 6 b、6 6 c が空中配線とされているため、その第 2 電極間接続部 6 6 b、6 6 c が、各圧電セル 6 が撓み変形する際の変形抵抗になるおそれの少ないものにでき、各圧電セル 6 を円滑に撓み変形させ得るものにできる。

【 0 0 7 7 】

そして、各圧電セル 6 a ~ 6 d が撓み変形し、その共振特性（共振周波数と減衰特性）に応じた振動が加振され、パルス状の超音波が生体内へ発信される。アレイの各単素子 6 6 の位相を所定量ずらすことで、超音波ビームをフォーカシング、ステアリング（方向制御）し、必要領域を 3 次元状に走査する。生体内では、超音波は減衰しながら伝わり、音響インピーダンスの差が生じている部位で反射が起こり、超音波探触子 2 へ帰還する。

10

【 0 0 7 8 】

戻った超音波により各圧電セル 6 a ~ 6 d は振動し、それに伴う圧電部材 6 2 の歪みに応じて第 1 電極 6 3 及び第 2 電極 6 4 に電荷が発生する。その際、1つの単素子 6 6 を構成した 4 つの圧電セル 6 a ~ 6 d が直列接続されているため、高い電圧が得られ、高感度なものにできる。

【 0 0 7 9 】

そして、信号処理回路部 4 2 で処理され、画像処理部 1 4 へ出力され、画像処理部 1 4 は、制御部 1 6 の制御によって、受信された受信信号に基いて、送信から受信までの時間により被検体までの距離が、素子間の時間差により被検体の方向が、夫々検出され、被検体の超音波画像を生成する。さらに、画像処理部 1 4 では、フィルタ法によって受信信号から高調波成分が抽出され、この抽出された高調波成分に基いてハーモニックイメージング技術を用いて被検体内部の内部状態の超音波画像が生成される。また例えば、画像処理部 1 4 では、位相反転法（パルスインバージョン法）によって受信信号から高調波成分が抽出され、この抽出された高調波成分に基いてハーモニックイメージング技術を用いて被検体内部の内部状態の超音波画像が生成される。そして、表示部 1 5 は、制御部 1 6 の制御によって、画像処理部 1 4 で生成された被検体の超音波画像を表示する。

20

【 0 0 8 0 】

尚、上記第 1 実施形態では、4 つの圧電セルで 1 つの単素子を構成したが、1 つの単素子を構成する圧電セルの数は、2 以上であればよく、特に限定されない。

30

【 0 0 8 1 】

例えば、図 6 に示すように、第 1 圧電セル 2 0 6 a ~ 第 1 0 圧電セル 2 0 6 j の 1 0 個（図 6 で 2 点鎖線で囲んだ 1 0 個）で 1 つの単素子 6 6 を構成し、このようにして構成される単素子 6 6 が複数、左右に 1 次元的に配列されたものとしてもよい。

【 0 0 8 2 】

詳しくは、第 1 圧電セル 2 0 6 a ~ 第 1 0 圧電セル 2 0 6 j の圧電部材 2 6 2 の分極方向が、第 1 圧電セル 2 0 6 a ~ 第 1 0 圧電セル 2 0 6 j にかけて交互に前方向きと後方向きとの逆向きになるように設定する。

【 0 0 8 3 】

そして、図 7 に示すように第 2 圧電セル 2 0 6 b と第 3 圧電セル 2 0 6 c、第 4 圧電セル 2 0 6 d と第 5 圧電セル 2 0 6 e、第 6 圧電セル 2 0 6 f と第 7 圧電セル 2 0 6 g、第 8 圧電セル 2 0 6 h と第 9 圧電セル 2 0 6 i の第 1 電極 2 6 3 同士が、第 1 電極間接続部 6 6 b ~ 2 6 6 d により接続する。

40

【 0 0 8 4 】

一方、第 1 圧電セル 2 0 6 a と第 2 圧電セル 2 0 6 b、第 3 圧電セル 2 0 6 c と第 4 圧電セル 2 0 6 d、第 5 圧電セル 2 0 6 e と第 6 圧電セル 2 0 6 f、第 7 圧電セル 2 0 6 g と第 1 0 圧電セル 2 0 6 j の第 2 電極 2 6 4 同士が、第 2 電極間接続部 2 6 6 e ~ 2 6 6 i により接続されている。

【 0 0 8 5 】

50

このようにして、1つの単素子66を構成した第1圧電セル206a～第10圧電セル206jが直列に接続されたものとする。

【0086】

次に、第2実施形態の超音波探触子について、図8に基いて説明する。この第2実施形態の超音波探触子における超音波送受信部305も、先の第1実施形態のものと同様に、基板308と、基板308の薄肉領域383に形成された複数の圧電セル306a～306dとを備えている。基板308は、先の第1実施形態のものと同構成を採っており、第1基板381と、第2基板382とからなる。

【0087】

圧電セル306a～306dにおける圧電部材362は、互いに接合されている。この実施形態では、圧電部材362は、基板308の第2基板382の前面の略全体に配設されており、4つの圧電部材362全体が接合されている。

10

【0088】

又、各圧電部材362は、基板308の薄肉領域383における中心部に対応する部分に、円形状の圧電部材用孔362aを備えている。

【0089】

圧電セル306a～306dにおける第1電極363は、先の第1実施形態のものと同構成を採っている。圧電セル306a～306dにおける第2電極364も、先の第1実施形態のものと同様に、基板308の各薄肉領域383における各圧電部材362の前面に配設されている。ただし、この第2実施形態における第2電極364は、各圧電部材362の圧電部材用孔362aに対応する部分に円形状の電極用孔364aを備えている。

20

【0090】

又、第2電極364同士を接続した第2電極間接続部366b、366cは、圧電部材362の前面に接合されるようにして配設されている。従って、この第2実施形態では、第2電極間接続部366b、366cと基板308の第2基板382との間に、圧電部材362が配設されている。その他は、先の第1実施形態のものと同構成を採っている。

【0091】

この第2実施形態の超音波送受信部305は、次のようにして形成されている。

【0092】

基板308として、SiO<sub>2</sub>酸化膜(厚さ2μm)が両面に付いたSi基板(厚さ200μm)を用いる。このSi基板が第1基板381を構成し、前面側のSiO<sub>2</sub>酸化膜が第2基板382を構成する。

30

【0093】

後面のSiO<sub>2</sub>上にレジストを塗布し、露光、現像を行い、貫通孔381a用のレジストパターンを得る。そして、レジストをマスクパターンとして、SiO<sub>2</sub>層を反応性イオンエッチング(RIE)装置でドライエッチング(CHF<sub>3</sub>ガス)し、レジストで保護されていないSiO<sub>2</sub>層を除去しておく。

【0094】

次に、SiO<sub>2</sub>酸化膜が付いている前面にチタン(厚さ20nm)、白金(厚さ100nm)をスパッタで成膜する。チタンは密着層で、白金が第1電極363、第1電極間接続部366a、第1引き出し部365a及び第2引き出し部365bとなるものである。

40

【0095】

その後、レジストを塗布し、露光、現像を行い、チタン、白金のエッチングを、上記レジストをマスクにして行うようにして、第1電極363、第1電極間接続部366a、第1引き出し部365a及び第2引き出し部365bのパターニングを行う。

【0096】

次に、その表面(前面)全体にPZT(チタン酸ジルコン酸鉛)からなる圧電部材362をスパッタで600度の温度で成膜する(厚さ2μm)。成膜した膜は圧電特性が得られるペロブスカイト層の(111)に配向している。

【0097】

50

そして、その圧電部材 362 の表面にスパッタでクロム (Cr) と金 (Au) を 0.2  $\mu\text{m}$  の厚さで成膜する。クロムは密着層で、金が第 2 電極 364 及び第 2 電極間接続部 366b、366c となるものである。

【0098】

又、その表面上にレジストを塗布し、露光、現像を行い、クロムと金のエッチングを上記レジストをマスクにして行うようにして、第 2 電極 364 及び第 2 電極間接続部 366b、366c のパターンニングを行う。

【0099】

その後、圧電部材 362 の表面をウェットエッチングでパターンニングするためのレジストパターンを形成する。そして、フッ硝酸で圧電部材 362 をウェットエッチングして、パターンを形成する。

10

【0100】

次に、第 1 基板 381 の後面 (裏面) の  $\text{SiO}_2$  酸化膜のパターンをマスクに第 1 基板 381 を ICP エッチング装置のボッシュプロセスで深堀加工して直径 50  $\mu\text{m}$  の貫通孔 381a を左右上下に形成する。これにより、直径 50  $\mu\text{m}$  のダイヤフラムからなり第 1 電極間接続部 366a 及び第 2 電極間接続部 366b、366c を介して接続された 4 つの第 1 圧電セル 306a ~ 第 4 圧電セル 306d で構成された単素子が複数、左右上下に 2 次元的に配列したものを得ることができる。

【0101】

このように構成された第 2 実施形態においては、第 2 電極 364 同士を接続した第 2 電極間接続部 366b、366c は、その第 2 電極間接続部 366b、366c と第 2 基板 382 との間に圧電部材 362 が介在されるようにして配設されているため、圧電セル 306a ~ 306d の撓み変形に際して第 2 電極間接続部 366b、366c が圧電部材 362 によって過度の力を受けずに済み、第 2 電極間接続部 366b、366c が破壊するおそれの少ないものにできる。

20

【0102】

又、製造に際しては、先の第 1 実施形態のように絶縁部材としての樹脂材を不要にでき、製作容易なものにできるとともに、低コストで製作できる。尚、上記第 2 実施形態では、各圧電部材 362 に圧電部材用孔 362a を形成するとともに、第 2 電極 364 に電極用孔 364a を形成したが、これらの孔を設けないものとしてもよい。ただし、これらの孔を設けたものでは、設けないものに較べて、圧電セル 306a ~ 306d が撓み変形し易くなるので、これらの孔を設けておくのが好ましい。

30

【0103】

尚、上記実施形態では、本発明の圧電デバイスは、超音波探触子の超音波送受信部として使用されたが、超音波探触子に用いられる形態のものに限らず、例えば加速度センサやエネルギーハーベスタ (振動発電デバイス) としても使用できる。

【0104】

以下に、本発明の圧電デバイスを加速度センサ 400 とした一実施形態について、図 9、図 10 に基いて説明する。この加速度センサ 400 は、第 1 基板 481 と第 2 基板 482 とを備えた基板 408 と、第 2 基板 482 上に形成された複数の圧電セル 406a ~ 406j とを備えたものから構成されている。

40

【0105】

第 2 基板 482 は、第 1 基板 481 よりも薄い薄板状のものから構成されている。そして、第 2 基板 482 の基端側は、第 1 基板 481 に支持され、第 2 基板 482 の先端側が基板 408 の薄肉領域を形成している。

【0106】

複数の圧電セル 406a ~ 406j は、矩形状のものから構成され、第 1 基板 481 の長手方向及び幅方向に並列されている。又、第 1 圧電セル 406a ~ 第 10 圧電セル 406j の圧電部材 462 の分極方向 P が、第 1 圧電セル 406a ~ 第 10 圧電セル 406j にかけて交互に逆向きになるように設定されている。

50

## 【0107】

そして、第2圧電セル406bと第3圧電セル406c、第4圧電セル406dと第5圧電セル406e、第6圧電セル406fと第7圧電セル406g、第8圧電セル406hと第9圧電セル406iの第1電極463同士が、第1電極間接続部466a～466dにより接続されている。

## 【0108】

一方、第1圧電セル406aと第4圧電セル406b、第3圧電セル406cと第4圧電セル406d、第5圧電セル406eと第6圧電セル406f、第7圧電セル406gと第10圧電セル406jの第2電極364同士が、第2電極間接続部466e～466hにより接続されている。

10

## 【0109】

このようにして10個(複数)の第1圧電セル406a～第10圧電セル406jが直列に接続されている。

## 【0110】

そして、第2基板482に外部からの負荷がかかって第2基板482が撓むと、その撓みに応じて第1圧電セル406a～第10圧電セル406jの夫々の圧電部材462が歪む。そして、その歪みに応じて第1圧電セル406a～第10圧電セル406jの夫々の第1電極463及び第2電極464に電荷が発生するようになっている。

## 【0111】

そして、例えば加速度センサ400と接続された図示しない加速度装置の信号処理回路部で処理され、電荷に関するデータに基づいて外部からの負荷を検出する。

20

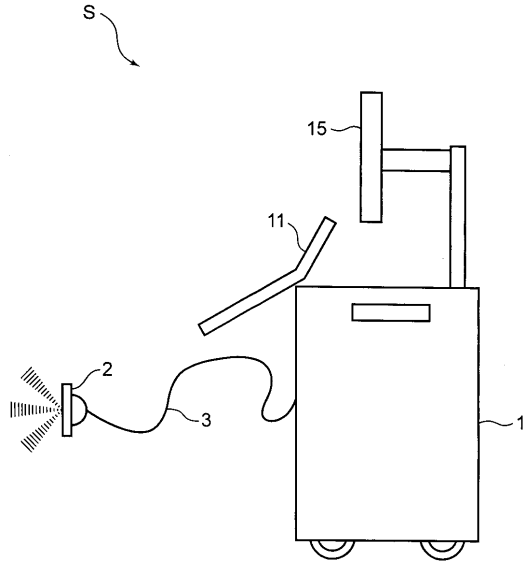
## 【符号の説明】

## 【0112】

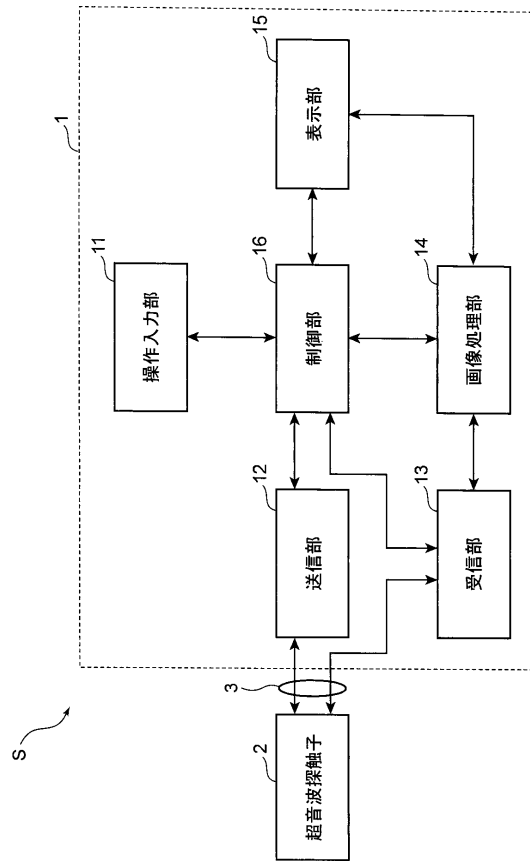
- 1 超音波診断装置本体
- 2 超音波探触子
- 5、305、400 超音波送受信部(圧電デバイス)
- 6a～6d、206a～206j、306a～306d、406a～406j 圧電セル
- 62、262、362、462 圧電部材
- 63、263、363、463 第1電極
- 64、264、364、464 第2電極
- 66a、266a～266d、466a～466d 第1電極間接続部
- 66b、66c、266e～266i、366b、366c、466e～466h 第2電極間接続部
- S 超音波診断装置

30

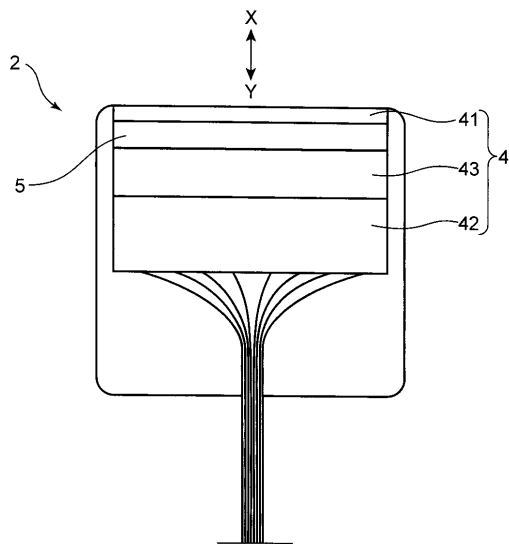
【 図 1 】



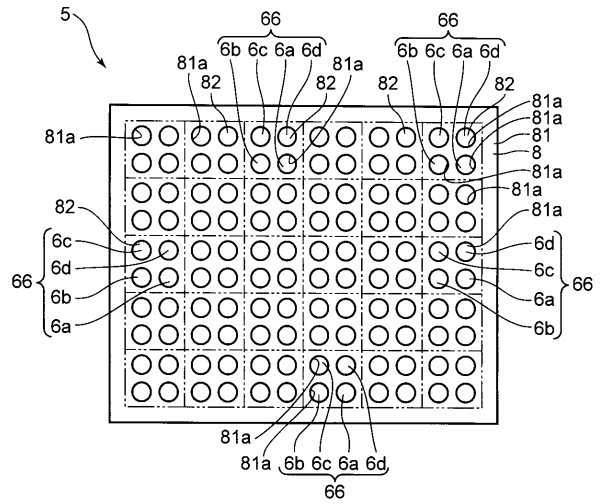
【 図 2 】



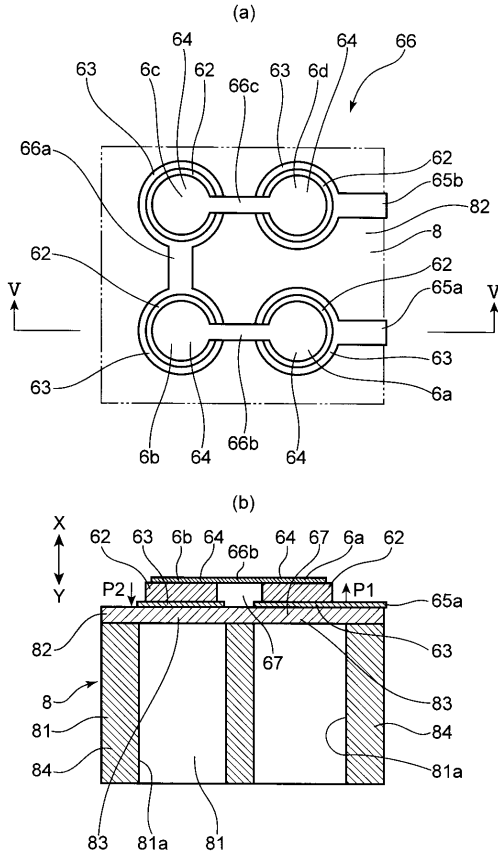
【 図 3 】



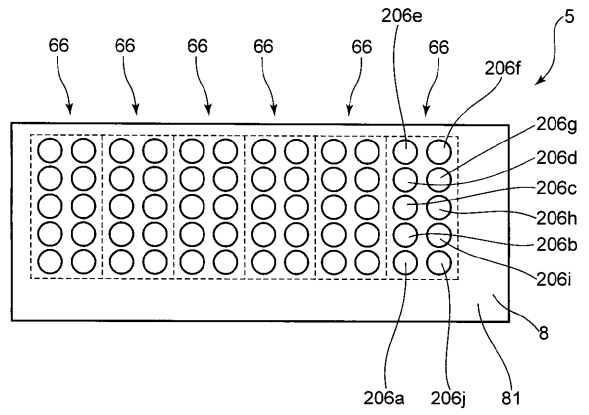
【 図 4 】



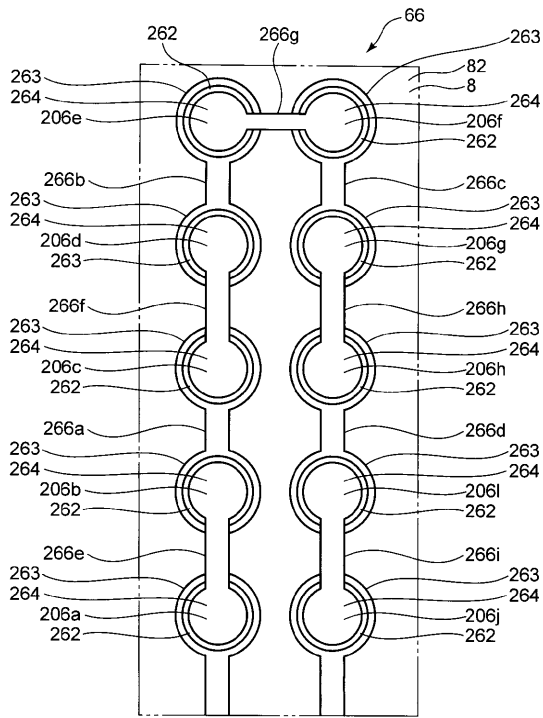
【 図 5 】



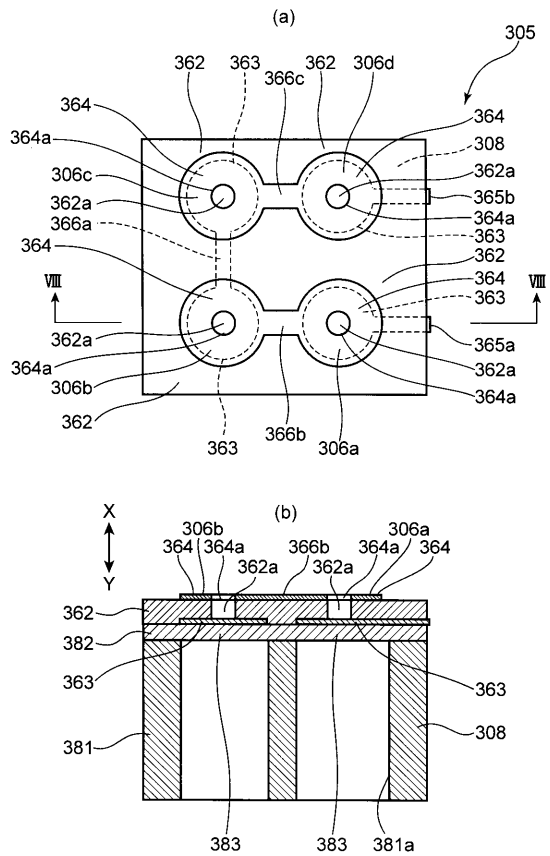
【 図 6 】



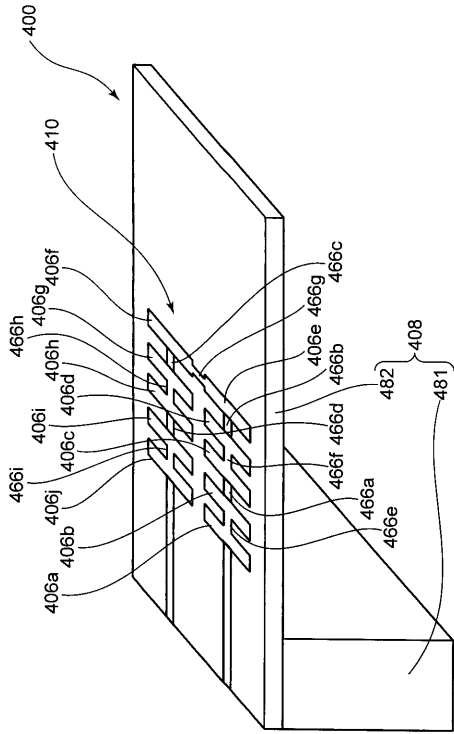
【 図 7 】



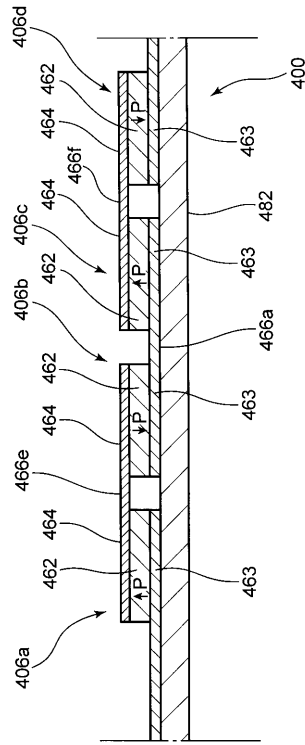
【 図 8 】



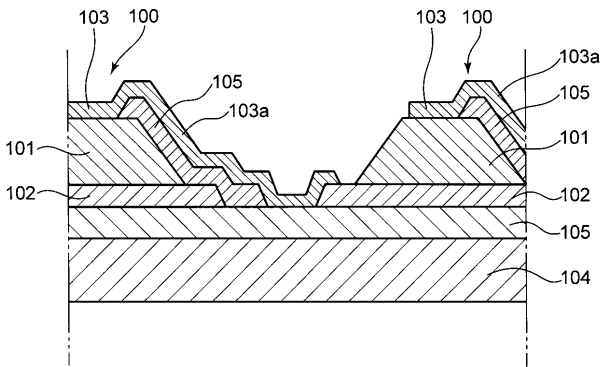
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	H 0 1 L 41/18	1 0 1 A
	H 0 1 L 41/18	1 0 1 B
	H 0 1 L 41/08	L

(72)発明者 浅野 雅己

東京都日野市さくら町1番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内

(72)発明者 東野 楠

東京都日野市さくら町1番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内

Fターム(参考) 4C601 EE03 GB04 GB06 GB19 GB40 GB41 GB44 KK41

5D019 AA21 AA23 BB19 BB25 BB28 FF04

专利名称(译)	压电装置和超声波探头		
公开(公告)号	<a href="#">JP2013123150A</a>	公开(公告)日	2013-06-20
申请号	JP2011271023	申请日	2011-12-12
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达有限公司		
[标]发明人	鯨島幸一 松尾隆 浅野雅己 東野楠		
发明人	鯨島 幸一 松尾 隆 浅野 雅己 東野 楠		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00 H01L41/09 H01L41/187 H01L41/18		
FI分类号	H04R17/00.332.A A61B8/00 H04R17/00.330.H H01L41/08.C H01L41/18.101.D H01L41/18.101.A H01L41/18.101.B H01L41/08.L		
F-TERM分类号	4C601/EE03 4C601/GB04 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/GB40 4C601/GB41 4C601/GB44 4C601/KK41 5D019/AA21 5D019/AA23 5D019/BB19 5D019/BB25 5D019/BB28 5D019/FF04		
代理人(译)	櫻井 智		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够获得大检测电压并且几乎不会引起连接故障的压电装置，并提供一种超声波探头。解决方案：作为超声波探头中的压电装置的超声波发射和接收单元包括：基板8的薄壁区域83；压电构件62；多个压电单元6a至6d由圆形隔膜形成，它们分别设置在压电元件62的背面和正面上，并具有第一电极63和第二电极64。压电单元6a至6d构成一个单独的元件66由四个压电电池组成。四个压电单元6a至6d具有连接原点和具有反向极化方向的连接目的地，并且通过将第一电极63彼此连接并且第二电极64彼此连接而串联连接。

