

(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2016-72862

(P2016-72862A)

(43) 公開日 平成28年5月9日(2016.5.9)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
H04R 17/00	(2006.01)	H04R 17/00	330H	2G047
A61B 8/14	(2006.01)	A61B 8/14		4C601
G01N 29/24	(2006.01)	G01N 29/24		5D019

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2014-201934 (P2014-201934)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成26年9月30日 (2014. 9. 30)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
		(74) 代理人	100090479
			弁理士 井上 一
		(74) 代理人	100104710
			弁理士 竹腰 昇
		(74) 代理人	100124682
			弁理士 黒田 泰
		(72) 発明者	山田 昌佳
			長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内
		(72) 発明者	松田 洋史
			長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

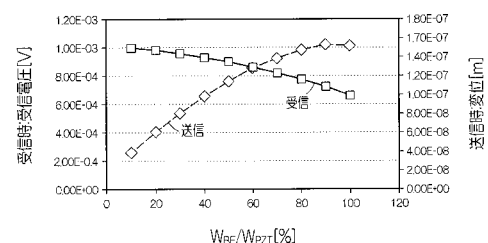
(54) 【発明の名称】 超音波センサー並びにプローブおよび電子機器

(57) 【要約】

【課題】下電極の幅の調整に応じて、受信時の生成電圧を十分に確保することができる超音波センサーを提供する。

【解決手段】超音波センサーは、振動板と、振動板に積層されて、振動板の表面に沿って第 1 方向に長さ L を有し、振動板の表面に沿って第 1 方向に直交する第 2 方向に長さ L 以下の幅 W_{be} を有する下電極と、下電極に積層されて、第 2 方向に幅 W_{pz} を有する圧電体と、圧電体に積層される上電極とを備える。下電極の幅 W_{be} と圧電体の幅 W_{pz} との比 W_{be}/W_{pz} は 0.1 以上 0.8 以下である。

【選択図】 図 1 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

振動板と、

前記振動板に積層されて、前記振動板の表面に沿って第 1 方向に長さ L を有し、前記振動板の表面に沿って前記第 1 方向に直交する第 2 方向に前記長さ L 以下の幅 W_{be} を有する下電極と、

前記下電極に積層されて、前記第 2 方向に幅 W_{pz} を有する圧電体と、

前記圧電体に積層される上電極と、を備え、

下電極の幅 W_{be} と圧電体の幅 W_{pz} との比 W_{be} / W_{pz} は 0.1 以上 0.8 以下であることを特徴とする超音波センサー。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波センサーにおいて、前記比 W_{be} / W_{pz} は 0.5 以下であることを特徴とする超音波センサー。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の超音波センサーにおいて、前記振動板の表面に直交する平面視で前記圧電体の輪郭から前記第 2 方向に前記振動板の輪郭までの距離は前記振動板の幅の 0.02 倍以上 0.3 倍以下であることを特徴とする超音波センサー。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の超音波センサーにおいて、前記第 1 方向に前記上電極は前記圧電体よりも小さい面積を有することを特徴とする超音波センサー。

20

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の超音波センサーにおいて、前記振動板の前記第 2 方向の幅 W_{cav} と第 1 方向の長さ L_{cav} とのアスペクト比 L_{cav} / W_{cav} は 1 以上 2 以下であることを特徴とする超音波センサー。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の超音波センサーにおいて、前記振動板の表面に直交する平面視で前記上電極と前記下電極との重なり面積は、前記平面視で輪郭で規定される前記振動板の面積に対して 1% 以上 20% 以下の範囲であることを特徴とする超音波センサー。

【請求項 7】

30

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の超音波センサーにおいて、前記振動板の輪郭は円形、六角形および楕円のいずれかであることを特徴とする超音波センサー。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の超音波センサーと、前記超音波センサーを支持する筐体とを備えることを特徴とするプローブ。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の超音波センサーと、前記超音波センサーに接続されて、前記超音波センサーの出力を処理する処理装置とを備えることを特徴とする電子機器。

【請求項 10】

40

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の超音波センサーと、前記超音波センサーの出力から生成される画像を表示する表示装置とを備えることを特徴とする超音波画像装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、超音波センサー、並びに、それを利用したプローブ、電子機器および超音波画像装置等に関する。

【背景技術】**【0002】**

例えば超音波診断装置に用いられる超音波デバイスは一般に知られる。超音波デバイス

50

は振動板を備える。振動板には下電極が積層される。下電極には圧電体が積層される。圧電体には上電極が積層される。圧電体は下電極の輪郭よりも外側に広がって上電極と下電極との短絡を防止する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2000-183413号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1は変位素子を開示する。変位素子は振動板上に積層される圧電素子を備える。振動板の幅に対して圧電素子の幅の比率が特定される。こうして駆動電圧に対して変位の最適化が提案される。しかしながら、特許文献1では、振動板の変位の際に出力される電位は言及されない。また、圧電体厚膜の幅と電極の幅とは一致する。したがって、圧電体膜厚に対して下電極の幅の影響は全く考察されていない。

【0005】

本発明の少なくとも1つの態様によれば、下電極の幅の調整に応じて、受信時の生成電圧を十分に確保することができる超音波センサーは提供されることができる。

【課題を解決するための手段】

【0006】

(1) 本発明の一態様は、振動板と、前記振動板に積層されて、前記振動板の表面に沿って第1方向に長さLを有し、前記振動板の表面に沿って前記第1方向に直交する第2方向に前記長さL以下の幅W_{be}を有する下電極と、前記下電極に積層されて、前記第2方向に幅W_{pz}を有する圧電体と、前記圧電体に積層される上電極と、を備え、下電極の幅W_{be}と圧電体の幅W_{pz}との比W_{be}/W_{pz}は0.1以上0.8以下である超音波センサーに関する。

【0007】

振動板に超音波が作用すると、振動板は振動する。振動板の振動に応じて圧電体に歪みが生成される。圧電体の歪みは電圧を生成する。生成された電圧は下電極および上電極から取り出される。こうして超音波は検出される。下電極の幅W_{be}と圧電体の幅W_{pz}との比W_{be}/W_{pz}が0.1以上0.8以下に設定されるので、受信時の生成電圧が十分に確保されることができる。その一方で、比W_{be}/W_{pz}が0.1を下回ると、下電極の電気抵抗が増大してしまう。比W_{be}/W_{pz}が0.8を上回ると、場合によって電圧が最大電圧値の60%を割ってしまい、生成電圧は使用域から逸脱する。

【0008】

(2) 前記比W_{be}/W_{pz}は0.5以下であればよい。条件が変化しても、良好な生成電圧は得られる。

【0009】

(3) 前記振動板の表面に直交する平面視で前記圧電体の輪郭から前記第2方向に前記振動板の輪郭までの距離は前記振動板の幅の0.02倍以上0.3倍以下であればよい。十分な受信感度は得られる。

【0010】

(4) 前記第1方向に前記上電極は前記圧電体よりも小さい面積を有してもよい。圧電体は下電極に対して上電極の短絡を防止する。

【0011】

(5) 前記振動板の前記第2方向の幅W_{cav}と第1方向の長さL_{cav}とのアスペクト比L_{cav}/W_{cav}は1以上2以下であればよい。アスペクト比に拘わらず十分に受信感度は得られる。

【0012】

(6) 前記振動板の表面に直交する平面視で前記上電極と前記下電極との重なり面積

10

20

30

40

50

は、前記平面視で輪郭で規定される前記振動板の面積に対して 1 % 以上 2 0 % 以下の範囲であればよい。こうした設定によれば、受信感度は高められる。

【 0 0 1 3 】

(7) 前記振動板の輪郭は円形、六角形および楕円のいずれかであってもよい。振動板の形状に拘わらず十分に受信感度は得られる。

【 0 0 1 4 】

(8) 超音波センサーはプローブに組み込まれて利用されることができる。プローブは、超音波センサーと、前記超音波センサーを支持する筐体とを備えることができる。

【 0 0 1 5 】

(9) 超音波センサーは電子機器に組み込まれて利用されることができる。電子機器は、超音波センサーと、前記超音波センサーに接続されて、前記超音波センサーの出力を処理する処理部とを備えることができる。

10

【 0 0 1 6 】

(1 0) 超音波センサーは超音波画像装置に組み込まれて利用されることができる。超音波画像装置は、超音波センサーと、前記超音波センサーに接続されて、前記超音波センサーの出力を処理し、画像を生成する処理部と、前記画像を表示する表示装置とを備えることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

【図 1】一実施形態に係る電子機器の一具体例すなわち超音波診断装置を概略的に示す外觀図である。

20

【図 2】超音波デバイスの拡大平面図である。

【図 3】図 1 の A - A 線に沿った断面図である。

【図 4】シミュレーションモデルの構成を概略的に示す概念図である。

【図 5】シミュレーションソフトウェア上で構成されたシミュレーションモデルを示す図である。

【図 6】送信時および受信時に x 方向にひずみ ε の分布を示すグラフである。

【図 7】送信時および受信時に x 方向に z 方向変位の分布を示すグラフである。

【図 8】送信時および受信時に y 方向に z 方向変位の分布を示すグラフである。

【図 9】シミュレーションモデルの構成を概略的に示す概念図である。

30

【図 1 0】図 9 の B - B 線に沿った断面図である。

【図 1 1】図 9 の C - C 線に沿った断面図である。

【図 1 2】比 W_{be} / W_{pz} の変化に応じて「送信時の変位」および「受信時の生成電圧」を示すグラフである。

【図 1 3】振動板の幅 W_{cav} が 6 0 [μm] に設定された際にシミュレーションモデルで生成される「受信時の生成電圧」を示すグラフである。

【図 1 4】振動板の幅 W_{cav} が 4 5 [μm] に設定された際にシミュレーションモデルで生成される「受信時の生成電圧」を示すグラフである。

【図 1 5】振動板の幅 W_{cav} が 3 0 [μm] に設定された際にシミュレーションモデルで生成される「受信時の生成電圧」を示すグラフである。

40

【図 1 6】振動板の幅 W_{cav} が 6 0 [μm] に設定された際にシミュレーションモデルで生成される「送信時の変位」を示すグラフである。

【図 1 7】振動板の幅 W_{cav} が 4 5 [μm] に設定された際にシミュレーションモデルで生成される「送信時の変位」を示すグラフである。

【図 1 8】振動板の幅 W_{cav} が 3 0 [μm] に設定された際にシミュレーションモデルで生成される「送信時の変位」を示すグラフである。

【図 1 9】アスペクト比 $L_{cav} / W_{cav} = 1$ のシミュレーションモデルを概略的に示す概念図である。

【図 2 0】アスペクト比 $L_{cav} / W_{cav} = 1$ または 2 のときにシミュレーションモデルで生成される規格化された「受信時の生成電圧」を示すグラフである。

50

【図 2 1】アスペクト比 $L_{cav} / W_{cav} = 1$ または 2 のときにシミュレーションモデルで生成される規格化された「送信時の変位」を示すグラフである。

【図 2 2】円形の輪郭の振動板を有するシミュレーションモデルを概念的に示す概念図である。

【図 2 3】六角形の輪郭の振動板を有するシミュレーションモデルを概念的に示す概念図である。

【図 2 4】楕円形の輪郭の振動板を有するシミュレーションモデルを概念的に示す概念図である。

【図 2 5】比 W_{arm} / W_{cav} の変化に応じて「受信時の生成電圧」を示すグラフである。

【図 2 6】実測に基づき比 W_{arm} / W_{cav} と共振周波数との関係を示すグラフである。

【図 2 7】シミュレーションに基づき比 W_{arm} / W_{cav} と受信時の生成電圧との関係を示すグラフである。

【図 2 8】上電極および下電極の重なり具合を定義するシミュレーションモデルを概念的に示す概念図である。

【図 2 9】シミュレーションに基づき上電極および下電極の重なり具合と受信時の生成電圧との関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、添付図面を参照しつつ本発明の一実施形態を説明する。なお、以下に説明する本実施形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではなく、本実施形態で説明される構成の全てが本発明の解決手段として必須であるとは限らない。

【0019】

(1) 超音波診断装置の全体構成

図 1 は本発明の一実施形態に係る電子機器の一具体例すなわち超音波診断装置（超音波画像装置）11 の構成を概念的に示す。超音波診断装置 11 は装置端末（処理部）12 と超音波プローブ（プローブ）13 とを備える。装置端末 12 と超音波プローブ 13 とはケーブル 14 で相互に接続される。装置端末 12 と超音波プローブ 13 とはケーブル 14 を通じて電気信号をやりとりする。装置端末 12 にはディスプレイパネル（表示装置）15 が組み込まれる。ディスプレイパネル 15 の画面は装置端末 12 の表面で露出する。装置端末 12 では、超音波プローブ 13 で検出された超音波に基づき画像が生成される。画像化された検出結果がディスプレイパネル 15 の画面に表示される。

【0020】

超音波プローブ 13 は筐体 16 を有する。筐体 16 には超音波デバイスユニット DV が嵌め込まれる。超音波デバイスユニット DV は超音波デバイス（超音波センサー）17 を備える。超音波デバイス 17 は音響レンズ 18 を備える。音響レンズ 18 の外表面には部分円筒面 18a が形成される。部分円筒面 18a は平板部 18b で囲まれる。平板部 18b の外周は全周で途切れなく筐体 16 に結合される。こうして平板部 18b は筐体の一部として機能する。音響レンズ 18 は例えばシリコン樹脂から形成される。音響レンズ 18 は生体の音響インピーダンスに近い音響インピーダンスを有する。超音波デバイス 17 は表面から超音波を出力するとともに超音波の反射波を受信する。

【0021】

(2) 超音波デバイスの構造

図 2 は一実施形態に係る超音波デバイス 17 の平面図を概念的に示す。超音波デバイス 17 は基体 21 を備える。基体 21 には素子アレイ 22 が形成される。素子アレイ 22 は超音波トランスデューサー素子（以下「素子」という）23 の配列で構成される。配列は複数行複数列のマトリクスで形成される。その他、配列では千鳥配置が確立されてもよい。千鳥配置では偶数列の素子 23 群は奇数列の素子 23 群に対して行ピッチの 2 分の 1 でずらされればよい。奇数列および偶数列の一方の素子数は他方の素子数に比べて 1 つ少な

10

20

30

40

50

くてもよい。

【 0 0 2 2 】

個々の素子 2 3 は振動板 2 4 を備える。振動板 2 4 の詳細は後述される。図 2 では振動板 2 4 の膜面に直交する方向の平面視（基板の厚み方向からの平面視）で振動板 2 4 の輪郭が点線で描かれる。輪郭の内側は振動板 2 4 の領域内に相当する。輪郭の外側は振動板 2 4 の領域外に相当する。振動板 2 4 上には圧電素子 2 5 が形成される。圧電素子 2 5 では、後述されるように、上電極および下電極の間に圧電体膜が挟まれる。これらは順番に重ねられる。

【 0 0 2 3 】

素子アレイ 2 2 は素子アレイ領域 2 6 を区画する。素子アレイ領域 2 6 の輪郭は、最外周の振動板 2 4 に外接する最小面積の四辺形で形成される。平面視で輪郭の図心 2 7 は素子アレイ 2 2 の中心線 C L に重なる。素子アレイ 2 2 は例えば中心線 C L を対称軸にして線対称に形成されることができる。超音波デバイス 1 7 は 1 枚の超音波トランスデューサー素子チップ（基板）として構成される。

10

【 0 0 2 4 】

基体 2 1 の表面には複数本の第 1 導電体 2 8 が形成される。第 1 導電体 2 8 は配列の列方向に相互に平行に延びる。1 列の素子 2 3 ごとに 1 本の第 1 導電体 2 8 が割り当てられる。1 本の第 1 導電体 2 8 は配列の列方向に並ぶ素子 2 3 に共通に配置される。第 1 導電体 2 8 は個々の素子 2 3 ごとに下電極を形成する。このように第 1 導電体 2 8 は振動板 2 4 の領域内および領域外に配置される。第 1 導電体 2 8 ごとに素子 2 3 の送信列が形成される。第 1 導電体 2 8 には例えばチタン（Ti）、イリジウム（Ir）、白金（Pt）およびチタン（Ti）の積層膜が用いられることができる。ただし、第 1 導電体 2 8 にはその他の導電材が利用されてもよい。

20

【 0 0 2 5 】

基体 2 1 の表面には複数本の第 2 導電体 2 9 が形成される。第 2 導電体 2 9 は配列の列方向に相互に平行に延びる。1 列の素子 2 3 ごとに 1 本の第 2 導電体 2 9 が割り当てられる。1 本の第 2 導電体 2 9 は配列の列方向に並ぶ素子 2 3 に共通に配置される。第 2 導電体 2 9 は個々の素子 2 3 ごとに下電極を形成する。このように第 2 導電体 2 9 は振動板 2 4 の領域内および領域外に配置される。第 2 導電体 2 9 ごとに素子 2 3 の受信列が形成される。送信列には少なくとも 1 列の受信列が組み合わせられる。ここでは、送信列および受信列は列方向に交互に配置される。第 1 導電体 2 8 には例えばチタン（Ti）、イリジウム（Ir）、白金（Pt）およびチタン（Ti）の積層膜が用いられることができる。ただし、第 2 導電体 2 9 にはその他の導電材が利用されてもよい。

30

【 0 0 2 6 】

基体 2 1 の表面には複数本の第 3 導電体 3 1 が形成される。第 3 導電体 3 1 は配列の行方向に相互に平行に延びる。1 行の素子 2 3 ごとに 1 本の第 3 導電体 3 1 が割り当てられる。1 本の第 3 導電体 3 1 は配列の行方向に並ぶ素子 2 3 に共通に接続される。第 3 導電体 3 1 は個々の素子 2 3 ごとに上電極を形成する。第 3 導電体 3 1 の両端は 1 対の引き出し配線 3 2 にそれぞれ接続される。引き出し配線 3 2 は配列の列方向に相互に平行に延びる。したがって、全ての第 3 導電体 3 1 は同一長さを有する。こうしてマトリクス全体の素子 2 3 に共通に上電極は接続される。このように第 3 導電体 3 1 は振動板 2 4 の領域内および領域外に配置される。第 3 導電体 3 1 は例えばイリジウム（Ir）で形成されることができる。ただし、第 3 導電体 3 1 にはその他の導電材が利用されてもよい。

40

【 0 0 2 7 】

列ごとに素子 2 3 の通電は切り替えられる。こうした通電の切り替えに応じてリニアスキャンやセクタスキャンは実現される。1 列の素子 2 3 は同時に超音波を出力することから、1 列の個数すなわち配列の行数は超音波の出力レベルに応じて決定されることができる。行数は例えば 10 ~ 15 行程度に設定されればよい。図中では省略されて 5 行が描かれる。配列の列数はスキャンの範囲の広がりに応じて決定されることができる。列数は例えば 128 列や 256 列に設定されればよい。図中では省略されて 8 列が描かれる。上

50

電極および下電極の役割は入れ替えられてもよい。すなわち、マトリクス全体の素子 2 3 に共通に下電極が接続される一方で、配列の列ごとに共通に上電極が接続されてもよい。

【0028】

基体 2 1 の輪郭は、相互に平行な 1 対の直線で仕切られて対向する第 1 辺 2 1 a および第 2 辺 2 1 b を有する。第 1 辺 2 1 a と素子アレイ 2 2 の輪郭との間に 1 ラインの第 1 端子アレイ 3 3 a が配置される。第 2 辺 2 1 b と素子アレイ 2 2 の輪郭との間に 1 ラインの第 2 端子アレイ 3 3 b が配置される。第 1 端子アレイ 3 3 a は第 1 辺 2 1 a に平行に 1 ラインを形成することができる。第 2 端子アレイ 3 3 b は第 2 辺 2 1 b に平行に 1 ラインを形成することができる。

【0029】

第 1 端子アレイ 3 3 a は 1 対の上電極端子 3 4 並びに第 1 下電極端子 3 5 および第 2 下電極端子 3 6 で構成される。上電極端子 3 4 は第 1 端子アレイ 3 3 a の両端に配置される。上電極端子 3 4 にはそれぞれ引き出し配線 3 2 が接続される。こうして上電極端子 3 4 には全ての素子 2 3 が共通に接続される。上電極端子 3 4 の間に第 1 下電極端子 3 5 および第 2 下電極端子 3 6 が配置される。第 1 下電極端子 3 5 は第 1 導電体 2 8 に接続され、第 2 下電極端子 3 6 は第 2 導電体 2 9 に接続される。こうして第 1 下電極端子 3 5 には個々の送信列ごとに素子 2 3 が接続される。第 2 下電極端子 3 6 には個々の受信列ごとに素子 2 3 が接続される。

【0030】

同様に、第 2 端子アレイ 3 3 b は 1 対の上電極端子 3 7 並びに複数の第 3 下電極端子 3 8 および第 4 下電極端子 3 9 で構成される。上電極端子 3 7 は第 2 端子アレイ 3 3 b の両端に配置される。上電極端子 3 7 にはそれぞれ引き出し配線 3 2 が接続される。こうして上電極端子 3 7 には全ての素子 2 3 が共通に接続される。上電極端子 3 7 の間に第 3 下電極端子 3 8 および第 4 下電極端子 3 9 が配置される。第 3 下電極端子 3 8 は第 1 導電体 2 8 に接続され、第 4 下電極端子 3 9 は第 2 導電体 2 9 に接続される。こうして第 3 下電極端子 3 8 には個々の送信列ごとに素子 2 3 が接続される。第 2 下電極端子 3 6 には個々の受信列ごとに素子 2 3 が接続される。

【0031】

基体 2 1 には第 1 フレキシブルプリント配線板（以下「第 1 配線板」という）4 1 が連結される。第 1 配線板 4 1 は第 1 端子アレイ 3 3 a に覆い被さる。第 1 配線板 4 1 の一端には上電極端子 3 4 並びに第 1 および第 2 下電極端子 3 5、3 6 に個別に対応して導電線すなわち第 1 信号線が形成される。第 1 信号線は上電極端子 3 4 並びに第 1 および第 2 下電極端子 3 5、3 6 に個別に向き合わせられ個別に接合される。

【0032】

同様に、基体 2 1 には第 2 フレキシブルプリント配線板（以下「第 2 配線板」という）4 2 が覆い被さる。第 2 配線板 4 2 は第 2 端子アレイ 3 3 b に覆い被さる。第 2 配線板 4 2 の一端には上電極端子 3 7 並びに第 3 および第 4 下電極端子 3 8、3 9 に個別に対応して導電線すなわち第 2 信号線が形成される。第 2 信号線は上電極端子 3 7 並びに第 3 および第 4 下電極端子 3 8、3 9 に個別に向き合わせられ個別に接合される。

【0033】

振動板 2 4 上では第 3 導電体 3 1 に並列に電極分離膜 4 3 が配置される。電極分離膜 4 3 は第 3 導電体 3 1 の長手方向に帯状に延びる。電極分離膜 4 3 は絶縁性および防湿性を有する。電極分離膜 4 3 は例えばアルミナ (Al_2O_3) や酸化シリコン (SiO_2) といった防湿性絶縁材から形成される。電極分離膜 4 3 は個々の第 3 導電体 3 1 を挟んで第 3 導電体 3 1 の両側に分離して形成される。第 3 導電体 3 1 は振動板 2 4 上で第 1 導電体 2 8 および第 2 導電体 2 9 に交差することから、電極分離膜 4 3 は振動板 2 4 上で第 1 導電体 2 8 および第 2 導電体 2 9 上を横切る。

【0034】

基体 2 1 上で振動板 2 4 の領域外には絶縁膜 4 4 が形成される。絶縁膜 4 4 は第 1 および第 2 導電体 2 8、2 9 の長手方向に帯状に延びる。絶縁膜 4 4 は第 1 および第 2 導電体

10

20

30

40

50

28、29に並列に配置される。絶縁膜44は例えばアルミナや酸化シリコンといった防湿性の絶縁材から形成される。絶縁膜44の素材は電極分離膜43の素材と一致すればよい。絶縁膜44は第3導電体31上を横切る。こうして絶縁膜44は第3導電体31上に形成される。絶縁膜44は電極分離膜43に連続する。絶縁膜44は、第3導電体31を挟んで第3導電体31の両側に配置される電極分離膜43に接続される。

【0035】

図3に示されるように、基体21は基板46および被覆膜47を備える。基板46の表面に一面に被覆膜47が積層される。基板46には個々の素子23ごとに開口部48が形成される。開口部48は基板46に対してアレイ状に配置される。開口部48が配置される領域の輪郭は素子アレイ領域26の輪郭に相当する。隣接する2つの開口部48の間には仕切り壁49が区画される。隣接する開口部48は仕切り壁49で仕切られる。仕切り壁49の壁厚みは開口部48の間隔に相当する。基板46は例えばシリコン基板で形成されればよい。

10

【0036】

被覆膜47は、基板46の表面に積層される酸化シリコン(SiO_2)層51と、酸化シリコン層51の表面に積層される酸化ジルコニウム(ZrO_2)層52とで構成される。開口部48の輪郭に対応して被覆膜47の一部が振動板24を形成する。振動板24は、被覆膜47のうち、開口部48に臨むことから基板46の厚み方向に膜振動することができる部分である。酸化シリコン層51の膜厚は共振周波数に基づき決定されることができる。

20

【0037】

振動板24の表面に下電極54、圧電体膜55および上電極56が順番に積層される。圧電体膜55は例えばジルコン酸チタン酸鉛(PZT)で形成されることができる。圧電体膜55にはその他の圧電材料が用いられてもよい。ここで、第1導電体28は下電極54および第1導電膜57を有する。第1導電膜57は下電極54に接続される。第1導電膜57は下電極54に連続する。第1導電膜57の膜厚は下電極54の膜厚よりも大きい。第1導電膜57には第2導電膜58が接続される。第2導電膜58は、第1導電膜57から分岐し圧電体膜55上に延び、上電極56から離隔した位置で途切れる。圧電体膜55の頂上面には、上電極56と第2導電膜58との間に隙間59が形成される。

30

【0038】

図3に示されるように、上電極56と第2導電膜58との間に電極分離膜43は形成される。電極分離膜43は圧電体膜55の頂上面で隙間59を塞ぐ。電極分離膜43は隙間59に充填される。こうして上電極56および第2導電膜58の間で圧電体膜55の表面は電極分離膜43で覆われる。ここでは、第1導電体28の長手方向に電極分離膜43は振動板24の領域内に留まる。電極分離膜43は振動板24の縁に係らない。

【0039】

基体21の表面には音響整合層61が積層される。音響整合層61は素子アレイ22を覆う。音響整合層61の膜厚は振動板24の共振周波数に応じて決定される。音響整合層61には例えばシリコーン樹脂膜が用いられることができる。

40

【0040】

音響整合層61上に音響レンズ18が配置される。音響レンズ18は音響整合層61の表面に密着する。音響レンズ18は音響整合層61の働きで基体21に接着される。音響レンズ18の部分円筒面18aは第3導電体31に平行な母線を有する。部分円筒面18aの曲率は、1筋の第1導電体28に接続される1列の素子23から発信される超音波の焦点位置に応じて決定される。音響レンズ18は例えばシリコーン樹脂から形成される。音響レンズ18は生体の音響インピーダンスに近い音響インピーダンスを有する。

【0041】

基体21の裏面にはバックング材62が固定される。バックング材62の表面に基体21の裏面が重ねられる。バックング材62は超音波デバイス17の裏面で開口部48を開じる。バックング材62はリジッドな基材を備えることができる。ここでは、仕切り壁4

50

9は接合面でバッキング材62に結合される。バッキング材62は個々の仕切り壁49に少なくとも1カ所の接合域で接合される。接合にあたって接着剤は用いられることができる。

【0042】

(3) 超音波診断装置の動作

次に超音波診断装置11の動作を簡単に説明する。超音波の送信にあたって送信列の素子23の圧電素子25にはパルス信号が供給される。パルス信号は第1および第3下電極端子35、38および上電極端子34、37を通じて列ごとに素子23に供給される。個々の素子23では下電極54および上電極56の間で圧電体膜55に電界が作用する。圧電体膜55は超音波の周波数で振動する。圧電体膜55の振動は振動板24に伝わる。こ

10

【0043】

超音波の反射波は受信列の素子23の振動板24を振動させる。振動板24の超音波振動は所望の周波数で圧電体膜55を超音波振動させる。圧電体膜55の圧電効果に応じて圧電素子25から電圧が出力される。個々の素子23では上電極56と下電極54との間で電位が生成される。電位は第2および第4下電極端子36、39および上電極端子34、37から電気信号として出力される。こうして超音波は検出される。

【0044】

超音波の送信および受信は繰り返される。その結果、リニアスキャンやセクタスキャンは実現される。スキャンが完了すると、出力信号のデジタル信号に基づき画像が形成される。形成された画像はディスプレイパネル15の画面に表示される。

20

【0045】

(4) 薄膜型超音波トランスデューサー素子の挙動

本発明者は送信時と受信時とで薄膜型超音波トランスデューサー素子の挙動を観察した。観察にあたって素子23のひずみシミュレーションが実施された。図4に示されるように、素子23に対応してシミュレーションモデル71は構成された。このシミュレーションモデル71では開口部48の輪郭で振動板72は区画された。振動板72は平面視で1辺 = $39.5 \mu\text{m}$ の正方形に形作られた。振動板72上には圧電体膜73が形成された。圧電体膜73の輪郭は平面視で1辺 = $31.5 \mu\text{m}$ の正方形に形作られた。圧電体膜73の形成に先立って振動板72上には下電極74が積層された。圧電体膜73は下電極74上に積層された。圧電体膜73上には上電極75が積層された。上電極75の材料で防湿用の導電膜76(前述の第2導電膜58に相当)は形成された。導電膜76は圧電体膜73を覆った。図5に示されるように、計算処理にあたってシミュレーションモデル71は平面視で均等に4分割された。送信時には上電極75に-15Vの電圧が印加された。受信時には振動板72に垂直方向上方から $1 \times 10^5 [\text{Pa}]$ の圧力が印加された。その際に、上電極75および導電膜76直下のひずみ ε は算出された。

30

【0046】

図6はx方向にひずみ ε の分布を示す。ひずみシミュレーションの結果、送信時と受信時とでシミュレーションモデル71が共通する場合に送信時と受信時とでひずみ ε の分布が全く相違することが確認された。送信時には受信時に比べてひずみ ε の絶対量が著しく大きいことが確認された。送信時には、振動板72の中心から振動板72の縁に向かって離れた位置でひずみ ε のピークが生じた一方で、受信時には振動板72の中心でピークが現れた。受信時には、振動板72の縁から振動板72の中心に向かって徐々にひずみが増大した。送信時には振動板72の中心で収縮するひずみ ε が観察され、振動板72の縁に近い位置で伸張するひずみ ε は観察された。図7はx方向にz方向変位の分布を示す。図8はy方向にz方向変位の分布を示す。いずれの場合も、送信時には受信時に比べてz方向変位の絶対量が著しく大きいことが確認された。送信時と受信時とで薄膜型超音波トランスデューサー素子の最適な構造は相違することが明かされた。

40

【0047】

50

本発明者は受信時に効果的な薄膜型超音波トランスデューサー素子の構造を追求した。素子23の変位シミュレーションが実施された。シミュレーションには有限要素法解析システム *f e m t e t* (登録商標) が用いられた。図9に示されるように、素子23に対応してシミュレーションモデル81は構成された。このシミュレーションモデル81では開口部48の輪郭で振動板82は区画された。振動板82上には圧電体膜83が積層された。圧電体膜83の形成に先立って振動板82上には下電極84が積層された。圧電体膜83は下電極84上に積層された。圧電体膜83上には上電極85が形成された。上電極85の材料で防湿用の導電膜86(前述の第2導電膜58に相当)が形成された。図10に示されるように、導電膜86は部分的に圧電体膜83を覆った。

【0048】

下電極84は振動板82の表面に沿って第1方向D1に長さ L_{be} で延びる。下電極84は振動板82の表面に沿って第1方向D1に直交する第2方向D2に幅 W_{be} を有する。圧電体膜83は第1方向D1に長さ L_{pz} で延びて第2方向D2に幅 W_{pz} を有する。振動板82は第1方向D1に長さ L_{cav} で延びて第2方向D2に幅 W_{cav} を有する。ここでは、振動板82のアスペクト比 L_{cav}/W_{cav} は2に設定された。図11に示されるように、圧電体膜83の輪郭から第2方向D2に振動板82の輪郭まで腕幅 W_{arm} が規定された。

【0049】

計算処理にあたってシミュレーションモデルでは圧電体膜83の幅 W_{pz} は固定された。下電極84の幅 W_{be} を変更することで比 W_{be}/W_{pz} は変更された。「送信時の変位」および「受信時の生成電圧」が算出された。受信時には1[kPa]の圧力が振動板82に垂直方向から印加された。送信時には下電極84に10[V]の電圧が印加された。ここでは、圧電体膜83の幅 W_{pz} および振動板82の幅 W_{cav} の比 W_{pz}/W_{cav} は0.7に固定された。振動板82の幅 W_{cav} は45[μm]で固定された。腕幅 W_{arm} および振動板82の幅 W_{cav} の比 W_{arm}/W_{cav} は0.15で固定された。計算処理の結果、図12に示されるように、受信時には比 W_{be}/W_{pz} が小さくなるほど(下電極84の幅 W_{be} が細くなるほど)生成電圧は増大することが確認された。その一方で、送信時には比 W_{be}/W_{pz} が大きくなるほど変位が増大することが確認された。

【0050】

本発明者は複数通りで振動板82の幅 W_{cav} を変化させ同様に検証を繰り返した。図13には振動板82の幅 W_{cav} が60[μm]に設定された際にシミュレーションモデル81で生成される「受信時の生成電圧」が示される。図14には振動板82の幅 W_{cav} が45[μm]に設定された際にシミュレーションモデル81で生成される「受信時の生成電圧」が示される。図15には振動板82の幅 W_{cav} が30[μm]に設定された際にシミュレーションモデル81で生成される「受信時の生成電圧」が示される。いずれの場合でも、腕幅 W_{arm} および振動板82の幅 W_{cav} の比 W_{arm}/W_{cav} は複数通り(0.35、0.25、0.15、0.05)で変更された。同様に、図16には振動板82の幅 W_{cav} が60[μm]に設定された際にシミュレーションモデル81で生成される「送信時の変位」が示される。図17には振動板82の幅 W_{cav} が45[μm]に設定された際にシミュレーションモデル81で生成される「送信時の変位」が示される。図18には振動板82の幅 W_{cav} が30[μm]に設定された際にシミュレーションモデル81で生成される「送信時の変位」が示される。

【0051】

前述のように、振動板82に超音波が作用すると、振動板82は振動する。振動板82の振動に応じて圧電体膜83に歪みが生成される。圧電体膜83の歪みは電圧を生成する。生成された電圧は下電極84および上電極85から取り出される。こうして超音波は検出される。下電極84の幅 W_{be} と圧電体膜83の幅 W_{pz} との比 W_{be}/W_{pz} が0.1以上0.8以下に設定されれば、受信時の生成電圧が十分に確保されることができる。その一方で、比 W_{be}/W_{pz} が0.1を下回ると、下電極84の電気抵抗が増大してし

10

20

30

40

50

まう。比 W_{be}/W_{pz} が 0.8 を上回ると、場合によって電圧が最大電圧値の 60% を割ってしまい、生成電圧は使用域から逸脱する。特に、受信時には比 W_{arm}/W_{cav} が 0.35 に設定されると、比 W_{be}/W_{pz} の変化に拘わらず生成電圧の変化は小さく、比 W_{arm}/W_{cav} が縮小するほど比 W_{be}/W_{pz} の変化に応じて生成電圧の変化は大きい。比 W_{be}/W_{pz} が 0.5 以下であれば、比 W_{arm}/W_{cav} の変化に拘わらず比 $W_{arm}/W_{cav} = 0.35$ よりも大きい受信電圧は確保される。したがって、比 W_{be}/W_{pz} は 0.5 以下であれば、条件が変化しても、良好な生成電圧は得られることが理解される。

【0052】

本発明者は振動板 82 の平面形状を変化させ同様に検証を実施した。図 19 に示されるように、本発明者はシミュレーションモデル 81 に基づき振動板 82 のアスペクト比 L_{cav}/W_{cav} を 1 に設定した。図 20 に示されるように、受信時にはアスペクト比 1 でもアスペクト比 2 でも同様な傾向が観察された。同様に、図 21 に示されるように、送信時でもアスペクト比 1 およびアスペクト比 2 で同様な傾向が観察された。図 22 ~ 図 24 に示されるように、振動板 82 の輪郭形状が円形、六角形または楕円に変更されても、同様な傾向が観察された。

10

【0053】

次に本発明者は腕幅 W_{arm} および振動板 82 の幅 W_{cav} の比 W_{arm}/W_{cav} を変化させ同様に検証を実施した。振動板 82 のアスペクト比 L_{cav}/W_{cav} は 2 に設定された。下電極 84 の幅 W_{be} は (圧電体膜 83 の幅 $W_{pz} - 8 [\mu m]$) で設定された。振動板 82 の幅 W_{cav} は、共振周波数を一定に維持するように比 W_{arm}/W_{cav} の値ごとに設定された。そうしなければ、腕幅 W_{arm} が短くなるにつれて共振周波数が高くなり、受信時の生成電圧を平等に比較できない。計算処理の結果、図 25 に示されるように、共振周波数の高低に拘わらず比 $W_{arm}/W_{cav} = 0.15$ 程度で生成電圧のピーク値が観察された。最大生成電圧の 0.8 倍を使用範囲と定義すると、比 W_{arm}/W_{cav} が 0.02 以上 0.3 以下に設定されると、受信特性の向上が期待できることが理解される。

20

【0054】

本発明者は腕幅 W_{arm} および振動板 82 の幅 W_{cav} の比 W_{arm}/W_{cav} に応じて受信感度を実測した。振動板 82 のアスペクト比 L_{cav}/W_{cav} は 10 に設定された。振動板 82 の幅 W_{cav} は一定に維持された。図 26 に示されるように、腕幅 W_{arm} が短くなるにつれて共振周波数は高くなる傾向にあった。実測の結果、比 W_{arm}/W_{cav} の 0.1 ~ 0.2 程度で生成電圧のピーク値が観察された。同様に、本発明者はシミュレーションを実施した。図 27 に示されるように、比 W_{arm}/W_{cav} の 0.2 ~ 0.3 程度で生成電圧のピーク値が観察された。

30

【0055】

次に本発明者は振動板の表面に直交する平面視で上電極と下電極との重なり具合を変化させて同様に検証を実施した。図 28 に示されるように、本発明者はシミュレーションモデル 91 に基づき振動板 92 のアスペクト比 L_{cav}/W_{cav} を 1 に設定した。重なり具合の設定にあたって上電極 93 および下電極 94 に挟まれた円形の輪郭の部分圧電体 (以下「交差部」という) 95 が規定された。交差部 95 の直径がパラメーターとして利用された。交差部 95 の中心は振動板 92 の重心に重ねられた。振動板 92 の輪郭の各辺の大きさは $39.5 \mu m$ に設定された。図 29 に示されるように、規格化された受信感度の 0.9 倍以上を使用範囲と定義すると、交差部 95 の面積 S_{ele} が振動板 92 の面積 S_{cav} に対して 1% 以上 20% 以下であれば、高い受信感度が得られることが理解される。ただし、本検証では各辺の大きさが $39.5 \mu m$ に設定されたものの、各辺の大きさが $20 \mu m$ 以上 $100 \mu m$ の範囲内であれば、同様な結果が得られる。

40

【0056】

今回の検証では振動板の酸化シリコン層 51 は膜厚 $1070 nm$ に設定されたものの、膜厚 $1000 nm$ 以上 $5000 nm$ 以下の範囲で有効な効果は得られる。圧電体膜 55 の

50

膜厚は1350nmに設定されたものの、膜厚500nm以上3000nm以下の範囲で有効な効果は得られる。下電極74、84、94の膜厚は150nmに設定されたものの、膜厚50nm以上500nm以下の範囲で有効な効果は得られる。上電極75、85、93の膜厚は50nmに設定されたものの、膜厚10nm以上100nm以下の範囲で有効な効果は得られる。

【0057】

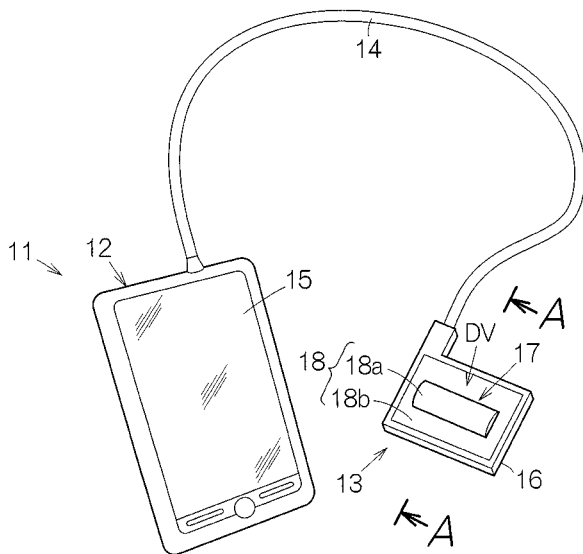
なお、上記のように本実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるであろう。したがって、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれる。例えば、明細書または図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語とともに記載された用語は、明細書または図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えられることができる。また、超音波診断装置11、超音波プローブ13、超音波デバイス17等の構成および動作も本実施形態で説明したものに限定されず、種々の変形が可能である。

【符号の説明】

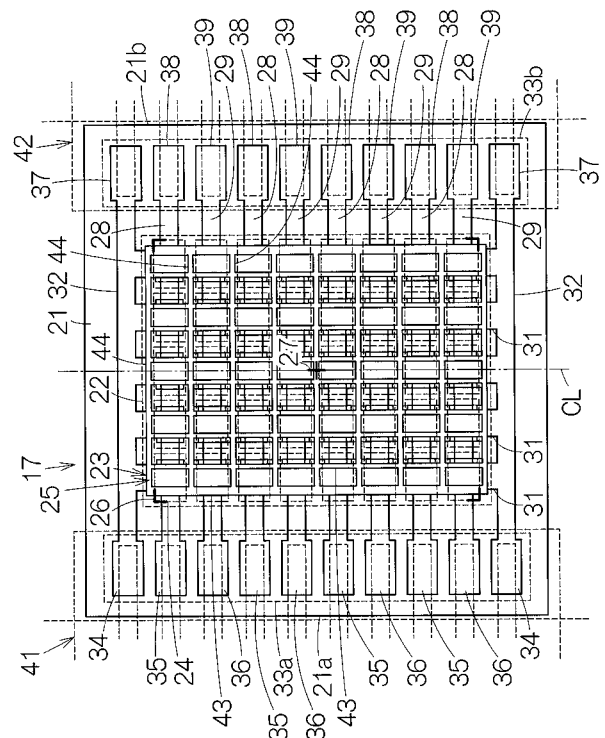
【0058】

11 電子機器としての超音波画像装置（超音波診断装置）、12 処理部（装置端末）、13 プローブ（超音波プローブ）、15 表示装置（ディスプレイパネル）、16 筐体、17 超音波センサー（超音波デバイス）、24 振動板、54 下電極、55 圧電体（圧電体膜）、56 上電極、72 振動板、73 圧電体（圧電体膜）、74 下電極、75 上電極、76 導電膜、82 振動板、83 圧電体（圧電体膜）、84 下電極、85 上電極、D1 第1方向、D2 第2方向。

【図1】

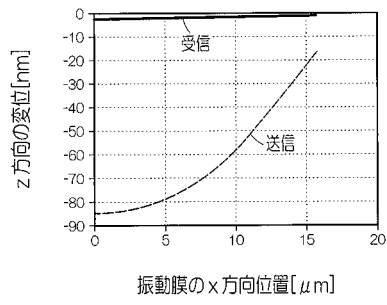


【図2】

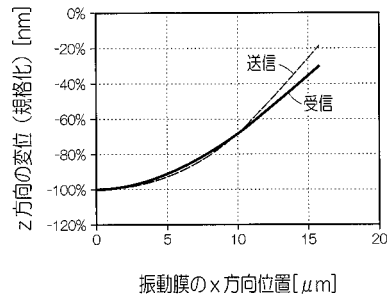


【 図 7 】

(a)

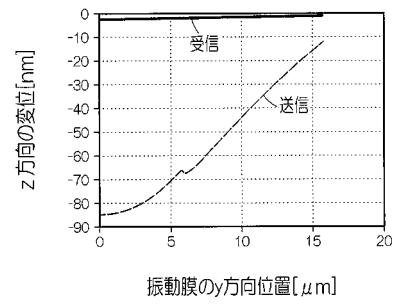


(b)

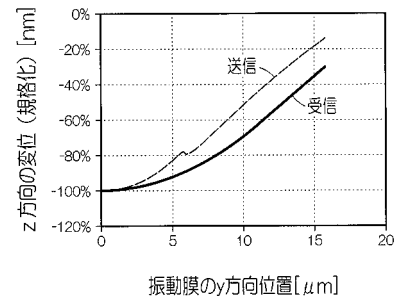


【 図 8 】

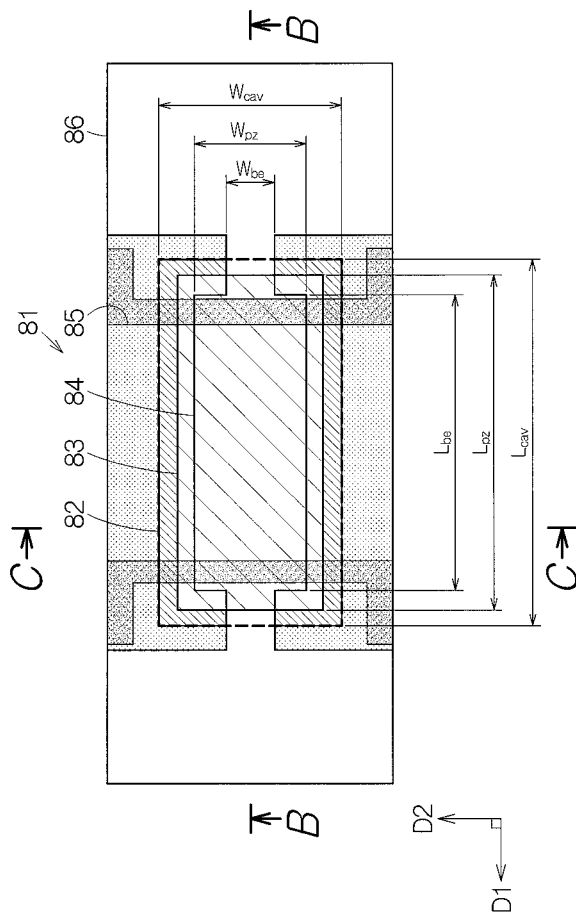
(a)



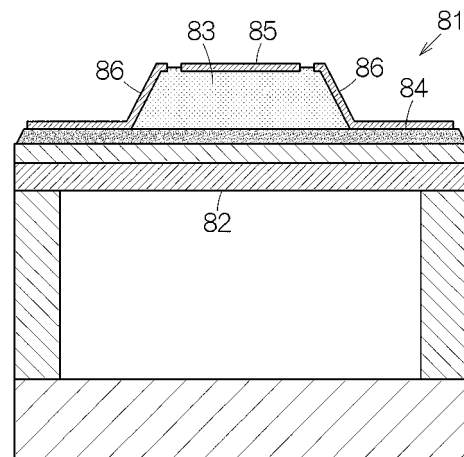
(b)



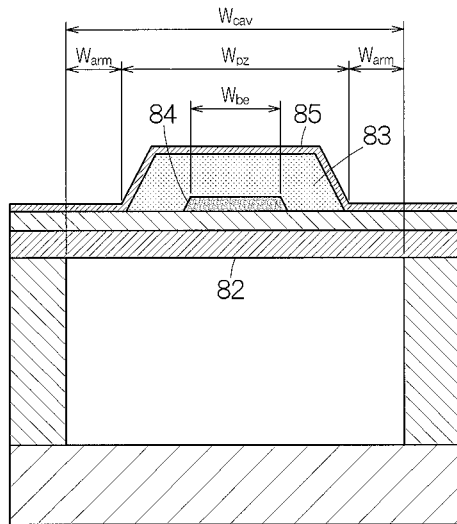
【 図 9 】



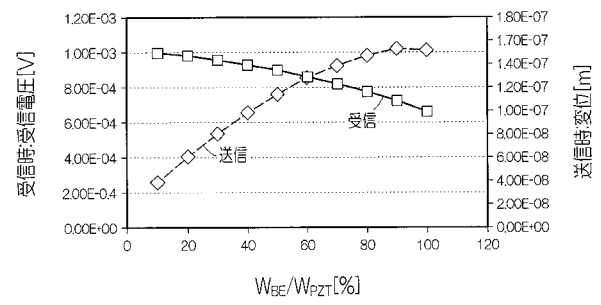
【 図 10 】



【図 1 1】

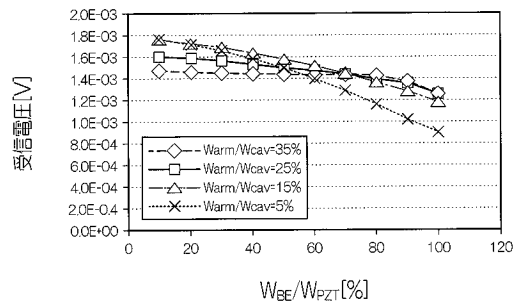


【図 1 2】

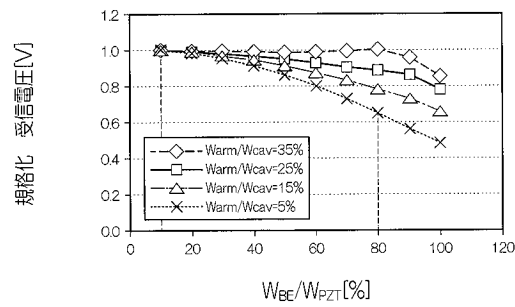


【図 1 3】

(a)

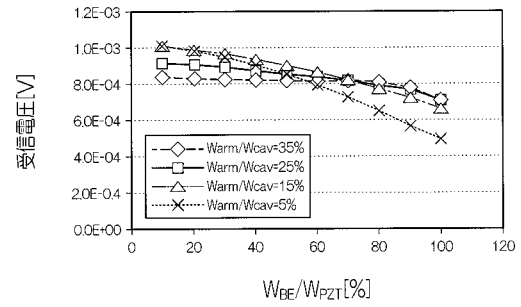


(b)

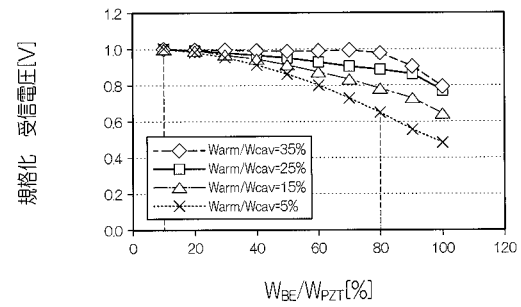


【図 1 4】

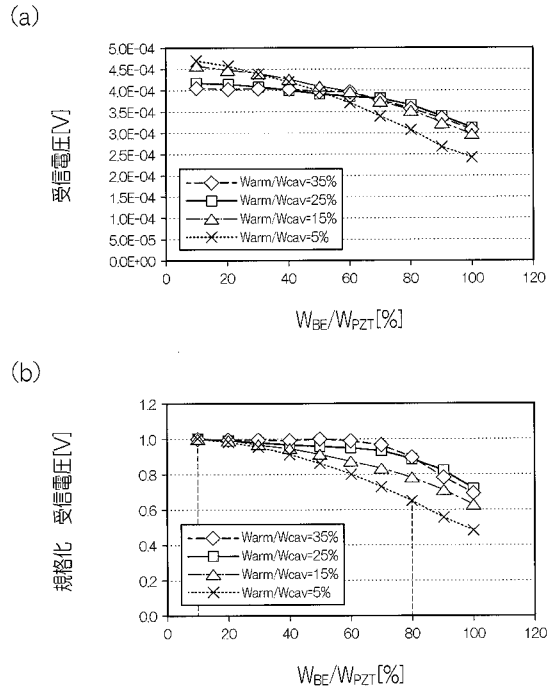
(a)



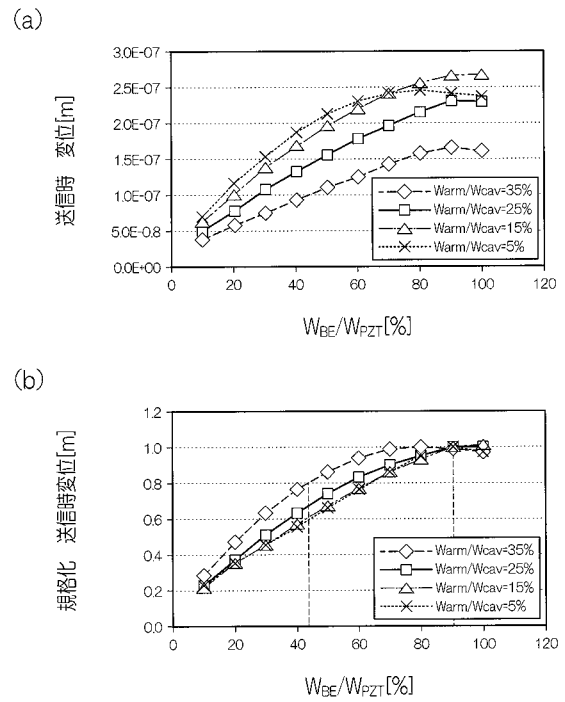
(b)



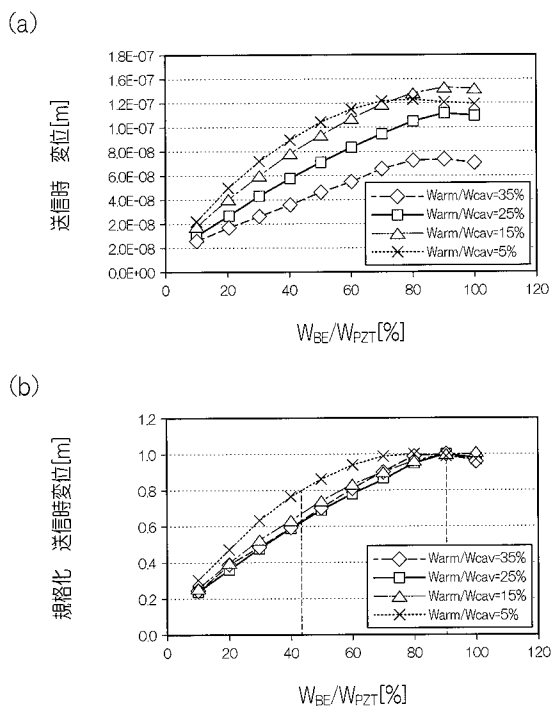
【図 15】



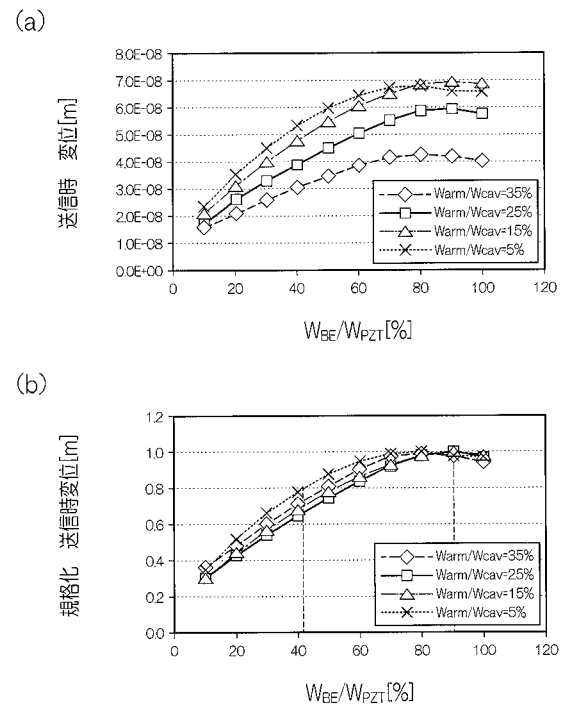
【図 16】



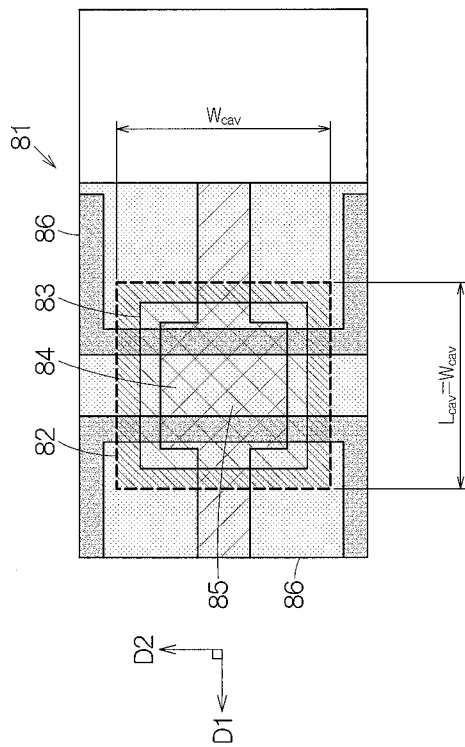
【図 17】



【図 18】

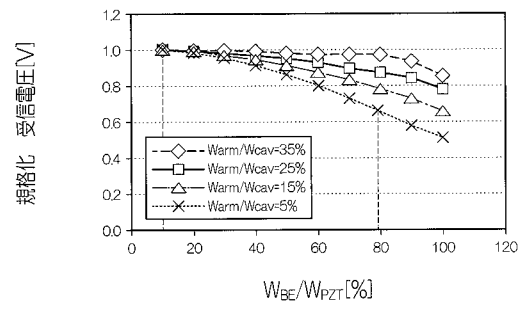


【図 19】

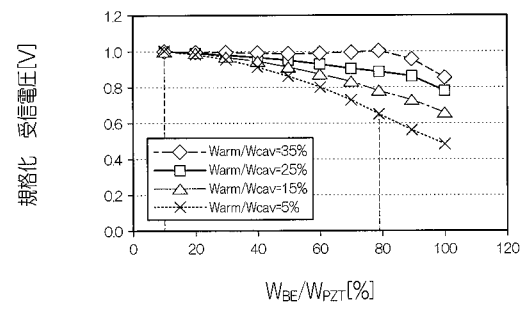


【図 20】

(a)

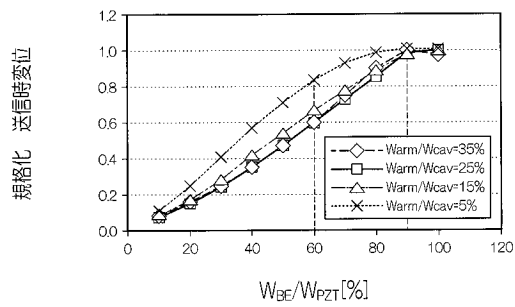


(b)

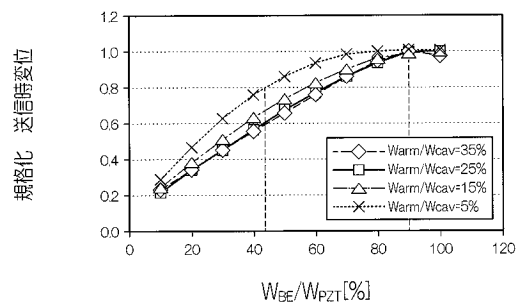


【図 21】

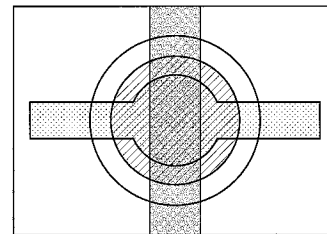
(a)



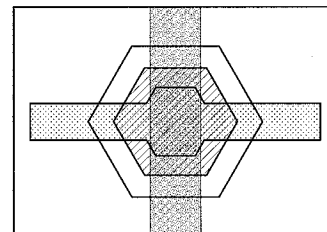
(b)



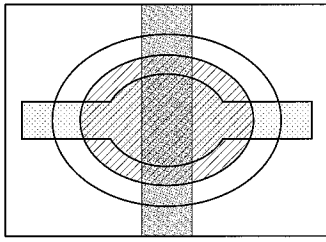
【図 22】



【図 23】

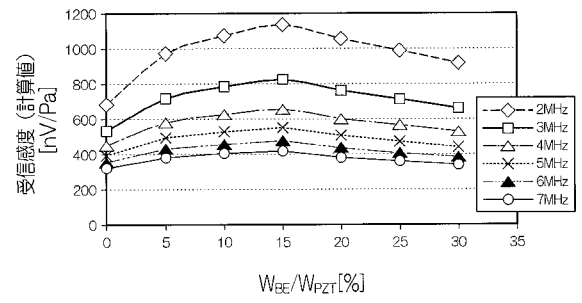


【図 2 4】

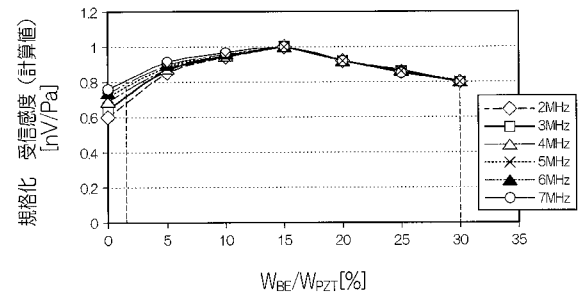


【図 2 5】

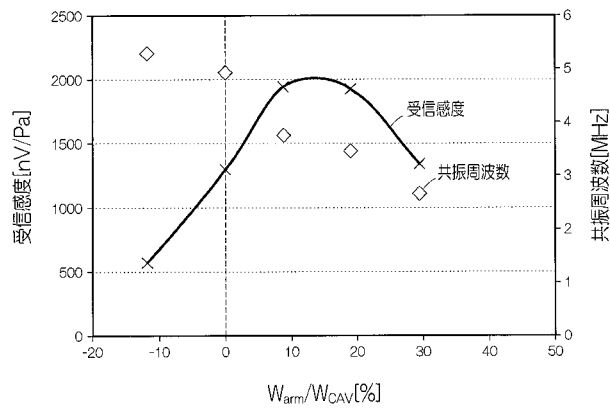
(a)



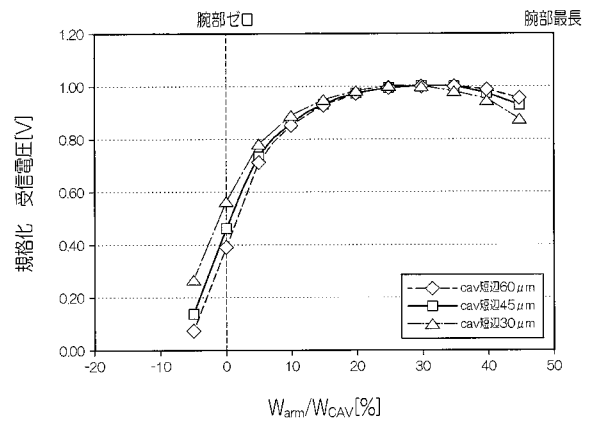
(b)



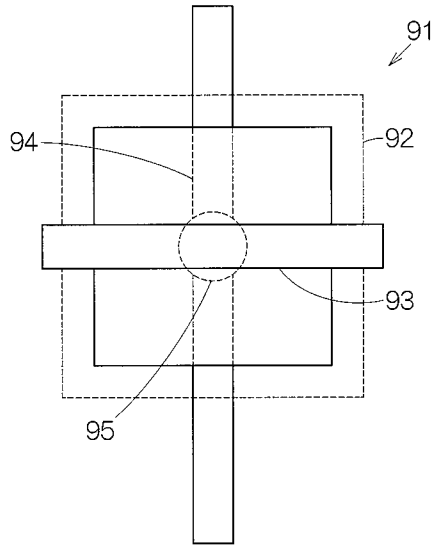
【図 2 6】



【図 2 7】

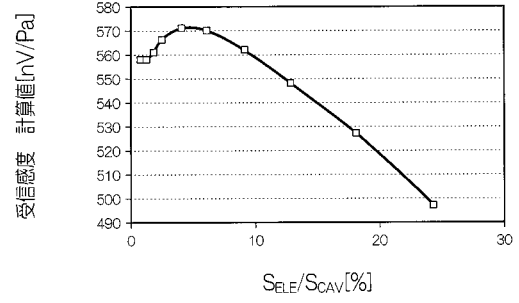


【図 28】

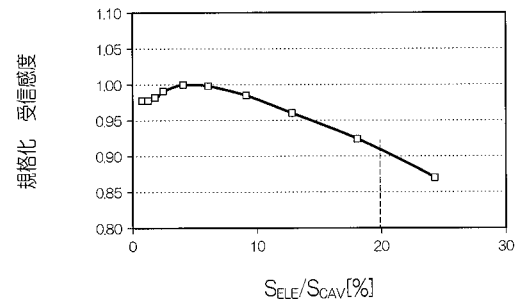


【図 29】

(a)



(b)



フロントページの続き

- (72)発明者 中村 友亮
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 伊藤 浩
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 宮澤 弘
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- F ターム(参考) 2G047 AC13 BA03 BC13 CA01 EA05 GB02 GB17 GB21 GB32
4C601 EE03 GB03 GB14 GB19 GB20 GB41
5D019 BB03 BB25 FF04

专利名称(译)	超声波传感器和探头以及电子设备		
公开(公告)号	JP2016072862A	公开(公告)日	2016-05-09
申请号	JP2014201934	申请日	2014-09-30
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生公司		
[标]发明人	山田昌佳 松田洋史 中村友亮 伊藤浩 宮澤弘		
发明人	山田 昌佳 松田 洋史 中村 友亮 伊藤 浩 宮澤 弘		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/14 G01N29/24		
CPC分类号	A61B8/4427 A61B8/4444 A61B8/4483 A61B8/4488 A61B8/4494 A61B8/462 B06B1/0629 G01N29/0654 G01N29/226 G01N29/2437 G01N2291/02475 G01N2291/106 H01L41/1138		
FI分类号	H04R17/00.330.H A61B8/14 G01N29/24		
F-TERM分类号	2G047/AC13 2G047/BA03 2G047/BC13 2G047/CA01 2G047/EA05 2G047/GB02 2G047/GB17 2G047/GB21 2G047/GB32 4C601/EE03 4C601/GB03 4C601/GB14 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GB41 5D019/BB03 5D019/BB25 5D019/FF04		
代理人(译)	井上 一 黒田靖		
其他公开文献	JP6314777B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)	(21) 出願番号 (22) 出願日	特願2014-201934 (P2014-201934) 平成26年9月30日 (2014. 9. 30)	(71) 出願人 (74) 代理人 (74) 代理人 (74) 代理人 (72) 発明者 (72) 発明者	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号 100090479 弁理士 井上 一 100104710 弁理士 竹腰 昇 100124682 弁理士 黒田 泰 山田 昌佳 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 松田 洋史 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
解决的问题：提供一种超声波传感器，其能够根据下部电极的宽度的调整来充分地确保接收时的产生电压。 超声传感器层叠在隔膜和隔膜上，在第一方向上沿着隔膜的表面具有长度L，并且在隔膜的表面上与第一方向正交。 具有在第二方向上的宽度Wbe小于或等于长度L的下部电极，堆叠在下部电极上并且在第二方向上具有宽度Wpz的压电体以及堆叠在压电体上的上部电极。 下电极的宽度Wbe与压电体的宽度Wpz之间的比Wbe / Wpz为0.1以上且0.8以下。 [选择图]图12				最終頁に続く