

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6314777号
(P6314777)

(45) 発行日 平成30年4月25日(2018.4.25)

(24) 登録日 平成30年4月6日(2018.4.6)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 R 17/00 (2006.01)

H O 4 R 17/00 3 3 O H

A 6 1 B 8/14 (2006.01)

A 6 1 B 8/14

G O 1 N 29/24 (2006.01)

G O 1 N 29/24

請求項の数 10 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2014-201934 (P2014-201934)
 (22) 出願日 平成26年9月30日(2014.9.30)
 (65) 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)
 審査請求日 平成29年9月13日(2017.9.13)

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区新宿四丁目1番6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) 【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Wbe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Wpz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Wbeと圧電体の幅Wpzとの比Wbe/Wpz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。

【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Wbe/Wpz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。

10

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】

10

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】

20

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。

30

【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】**

40

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】**

50

(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% 以下の範囲であればよい。こうした設定によれば、受信感度は高められる。

【0013】

(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。

【0014】

(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。

【0015】

(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。

【0016】

(10) 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】

【0017】

【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

10

20

30

40

50

観図である。

【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。

10

【図10】図9のB - B線に沿った断面図である。

【図11】図9のC - C線に沿った断面図である。

【図12】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13】振動板の幅 W_{cav} が60 [μm]に設定された際にシミュレーションモデルで生成される「受信時の生成電圧」を示すグラフである。

【図14】振動板の幅 W_{cav} が45 [μm]に設定された際にシミュレーションモデルで生成される「受信時の生成電圧」を示すグラフである。

【図15】振動板の幅 W_{cav} が30 [μm]に設定された際にシミュレーションモデルで生成される「受信時の生成電圧」を示すグラフである。

20

【図16】振動板の幅 W_{cav} が60 [μm]に設定された際にシミュレーションモデルで生成される「送信時の変位」を示すグラフである。

【図17】振動板の幅 W_{cav} が45 [μm]に設定された際にシミュレーションモデルで生成される「送信時の変位」を示すグラフである。

【図18】振動板の幅 W_{cav} が30 [μm]に設定された際にシミュレーションモデルで生成される「送信時の変位」を示すグラフである。

【図19】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20】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。

30

【図21】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22】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略的に示す概念図である。

【図23】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略的に示す概念図である。

【図24】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略的に示す概念図である。

【図25】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。

40

【図26】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27】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28】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略的に示す概念図である。

【図29】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】

50

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の構成を概略的に示す。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。

10

【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。

20

【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の平面図を概略的に示す。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つ少なくてもよい。

30

【0022】

個々の素子23は振動板24を備える。振動板24の詳細は後述される。図2では振動板24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24の輪郭が点線で描かれる。輪郭の内側は振動板24の領域内に相当する。輪郭の外側は振動板24の領域外に相当する。振動板24上には圧電素子25が形成される。圧電素子25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。

【0023】

素子アレイ22は素子アレイ領域26を区画する。素子アレイ領域26の輪郭は、最外周の振動板24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27は素子アレイ22の中心線CLに重なる。素子アレイ22は例えば中心線CL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17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。

40

【0024】

基体21の表面には複数本の第1導電体28が形成される。第1導電体28は配列の列方向に相互に平行に延びる。1列の素子23ごとに1本の第1導電体28が割り当てられる。1本の第1導電体28は配列の列方向に並ぶ素子23に共通に配置される。第1導電体28は個々の素子23ごとに下電極を形成する。このように第1導電体28は振動板24の領域内および領域外に配置される。第1導電体28ごとに素子23の送信列が形成さ

50

れる。第1導電体28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28にはその他の導電材が利用されてもよい。

【0025】

基体21の表面には複数本の第2導電体29が形成される。第2導電体29は配列の列方向に相互に平行に延びる。1列の素子23ごとに1本の第2導電体29が割り当てられる。1本の第2導電体29は配列の列方向に並ぶ素子23に共通に配置される。第2導電体29は個々の素子23ごとに下電極を形成する。このように第2導電体29は振動板24の領域内および領域外に配置される。第2導電体29ごとに素子23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28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29にはその他の導電材が利用されてもよい。

10

【0026】

基体21の表面には複数本の第3導電体31が形成される。第3導電体31は配列の行方向に相互に平行に延びる。1行の素子23ごとに1本の第3導電体31が割り当てられる。1本の第3導電体31は配列の行方向に並ぶ素子23に共通に接続される。第3導電体31は個々の素子23ごとに上電極を形成する。第3導電体31の両端は1対の引き出し配線32にそれぞれ接続される。引き出し配線32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31は同一長さを有する。こうしてマトリクス全体の素子23に共通に上電極は接続される。このように第3導電体31は振動板24の領域内および領域外に配置される。第3導電体31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31にはその他の導電材が利用されてもよい。

20

【0027】

列ごとに素子23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ースキャンは実現される。1列の素子23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23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。

30

【0028】

基体21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21aおよび第2辺21bを有する。第1辺21aと素子アレイ22の輪郭との間に1ラインの第1端子アレイ33aが配置される。第2辺21bと素子アレイ22の輪郭との間に1ラインの第2端子アレイ33bが配置される。第1端子アレイ33aは第1辺21a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33bは第2辺21b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33aは1対の上電極端子34並びに第1下電極端子35および第2下電極端子36で構成される。上電極端子34は第1端子アレイ33aの両端に配置される。上電極端子34にはそれぞれ引き出し配線32が接続される。こうして上電極端子34には全ての素子23が共通に接続される。上電極端子34の間に第1下電極端子35および第2下電極端子36が配置される。第1下電極端子35は第1導電体28に接続され、第2下電極端子36は第2導電体29に接続される。こうして第1下電極端子35には個々の送信列ごとに素子23が接続される。第2下電極端子36には個々の受信列ごとに素子23が接続される。

40

【0030】

同様に、第2端子アレイ33bは1対の上電極端子37並びに複数の第3下電極端子3

50

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。

【 0 0 3 1 】

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。

【 0 0 3 2 】

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。

【 0 0 3 3 】

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。

【 0 0 3 4 】

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 2 8、2 9 に並列に配置される。絶縁膜 4 4 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 4 4 の素材は電極分離膜 4 3 の素材と一致すればよい。絶縁膜 4 4 は第 3 導電体 3 1 上を横切る。こうして絶縁膜 4 4 は第 3 導電体 3 1 上に形成される。絶縁膜 4 4 は電極分離膜 4 3 に連続する。絶縁膜 4 4 は、第 3 導電体 3 1 を挟んで第 3 導電体 3 1 の両側に配置される電極分離膜 4 3 に接続される。

【 0 0 3 5 】

図 3 に示されるように、基体 2 1 は基板 4 6 および被覆膜 4 7 を備える。基板 4 6 の表面に一面に被覆膜 4 7 が積層される。基板 4 6 には個々の素子 2 3 ごとに開口部 4 8 が形成される。開口部 4 8 は基板 4 6 に対してアレイ状に配置される。開口部 4 8 が配置される領域の輪郭は素子アレイ領域 2 6 の輪郭に相当する。隣接する 2 つの開口部 4 8 の間には仕切り壁 4 9 が区画される。隣接する開口部 4 8 は仕切り壁 4 9 で仕切られる。仕切り壁 4 9 の壁厚みは開口部 4 8 の間隔に相当する。基板 4 6 は例えばシリコン基板で形成されればよい。

【 0 0 3 6 】

被覆膜 4 7 は、基板 4 6 の表面に積層される酸化シリコン（ SiO_2 ）層 5 1 と、酸化シリコン層 5 1 の表面に積層される酸化ジルコニウム（ ZrO_2 ）層 5 2 とで構成される。開口部 4 8 の輪郭に対応して被覆膜 4 7 の一部が振動板 2 4 を形成する。振動板 2 4 は、被覆膜 4 7 のうち、開口部 4 8 に臨むことから基板 4 6 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 5 1 の膜厚は共振周波数に基づき決定されることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

振動板 2 4 の表面に下電極 5 4、圧電体膜 5 5 および上電極 5 6 が順番に積層される。圧電体膜 5 5 は例えばジルコン酸チタン酸鉛 (P Z T) で形成されることができる。圧電体膜 5 5 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 2 8 は下電極 5 4 および第 1 導電膜 5 7 を有する。第 1 導電膜 5 7 は下電極 5 4 に接続される。第 1 導電膜 5 7 は下電極 5 4 に連続する。第 1 導電膜 5 7 の膜厚は下電極 5 4 の膜厚よりも大きい。第 1 導電膜 5 7 には第 2 導電膜 5 8 が接続される。第 2 導電膜 5 8 は、第 1 導電膜 5 7 から分岐し圧電体膜 5 5 上に延び、上電極 5 6 から離隔した位置で途切れる。圧電体膜 5 5 の頂上面には、上電極 5 6 と第 2 導電膜 5 8 との間に隙間 5 9 が形成される。

【 0 0 3 8 】

10

図 3 に示されるように、上電極 5 6 と第 2 導電膜 5 8 との間に電極分離膜 4 3 は形成される。電極分離膜 4 3 は圧電体膜 5 5 の頂上面で隙間 5 9 を塞ぐ。電極分離膜 4 3 は隙間 5 9 に充填される。こうして上電極 5 6 および第 2 導電膜 5 8 の間で圧電体膜 5 5 の表面は電極分離膜 4 3 で覆われる。ここでは、第 1 導電体 2 8 の長手方向に電極分離膜 4 3 は振動板 2 4 の領域内に留まる。電極分離膜 4 3 は振動板 2 4 の縁に係らない。

【 0 0 3 9 】

基体 2 1 の表面には音響整合層 6 1 が積層される。音響整合層 6 1 は素子アレイ 2 2 を覆う。音響整合層 6 1 の膜厚は振動板 2 4 の共振周波数に応じて決定される。音響整合層 6 1 には例えばシリコン樹脂膜が用いられることができる。

【 0 0 4 0 】

20

音響整合層 6 1 上に音響レンズ 1 8 が配置される。音響レンズ 1 8 は音響整合層 6 1 の表面に密着する。音響レンズ 1 8 は音響整合層 6 1 の働きで基体 2 1 に接着される。音響レンズ 1 8 の部分円筒面 1 8 a は第 3 導電体 3 1 に平行な母線を有する。部分円筒面 1 8 a の曲率は、1 筋の第 1 導電体 2 8 に接続される 1 列の素子 2 3 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 1 8 は例えばシリコン樹脂から形成される。音響レンズ 1 8 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。

【 0 0 4 1 】

基体 2 1 の裏面にはバックング材 6 2 が固定される。バックング材 6 2 の表面に基体 2 1 の裏面が重ねられる。バックング材 6 2 は超音波デバイス 1 7 の裏面で開口部 4 8 を閉じる。バックング材 6 2 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 9 は接合面でバックング材 6 2 に結合される。バックング材 6 2 は個々の仕切り壁 4 9 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。

30

【 0 0 4 2 】

(3) 超音波診断装置の動作

次に超音波診断装置 1 1 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 2 3 の圧電素子 2 5 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 3 5、3 8 および上電極端子 3 4、3 7 を通じて列ごとに素子 2 3 に供給される。個々の素子 2 3 では下電極 5 4 および上電極 5 6 の間で圧電体膜 5 5 に電界が作用する。圧電体膜 5 5 は超音波の周波数で振動する。圧電体膜 5 5 の振動は振動板 2 4 に伝わる。こうして振動板 2 4 は超音波振動する。その結果、被検体 (例えば人体の内部) に向けて所望の超音波ビームは発せられる。

40

【 0 0 4 3 】

超音波の反射波は受信列の素子 2 3 の振動板 2 4 を振動させる。振動板 2 4 の超音波振動は所望の周波数で圧電体膜 5 5 を超音波振動させる。圧電体膜 5 5 の圧電効果に応じて圧電素子 2 5 から電圧が出力される。個々の素子 2 3 では上電極 5 6 と下電極 5 4 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 3 6、3 9 および上電極端子 3 4、3 7 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。

【 0 0 4 4 】

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

50

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。

【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 μm 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 μm 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 -15 V 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 1×10^5 [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。

【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。

【0047】

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 femtet (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

10

20

30

40

50

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。

【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 $W_{pz} - 8$ [μm])で設定され

た。振動板 8 2 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 2 5 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。

【0054】

本発明者は腕幅 W_{arm} および振動板 8 2 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 8 2 のアスペクト比 L_{cav}/W_{cav} は 10 に設定された。振動板 8 2 の幅 W_{cav} は一定に維持された。図 2 6 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 2 7 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。

【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 2 8 に示されるように、本発明者はシミュレーションモデル 9 1 に基づき振動板 9 2 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 9 3 および下電極 9 4 に挟まれた円形の輪郭の部分圧電体（以下「交差部」という）9 5 が規定された。交差部 9 5 の直径がパラメーターとして利用された。交差部 9 5 の中心は振動板 9 2 の重心に重ねられた。振動板 9 2 の輪郭の各辺の大きさは $39.5 \mu m$ に設定された。図 2 9 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 9 5 の面積 S_{ele} が振動板 9 2 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。

【0056】

今回の検証では振動板の酸化シリコン層 5 1 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 5 5 の膜厚は $1350 nm$ に設定されたものの、膜厚 $500 nm$ 以上 $3000 nm$ 以下の範囲で有効な効果は得られる。下電極 7 4、8 4、9 4 の膜厚は $150 nm$ に設定されたものの、膜厚 $50 nm$ 以上 $500 nm$ 以下の範囲で有効な効果は得られる。上電極 7 5、8 5、9 3 の膜厚は $50 nm$ に設定されたものの、膜厚 $10 nm$ 以上 $100 nm$ 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 1 1、超音波プローブ 1 3、超音波デバイス 1 7 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。

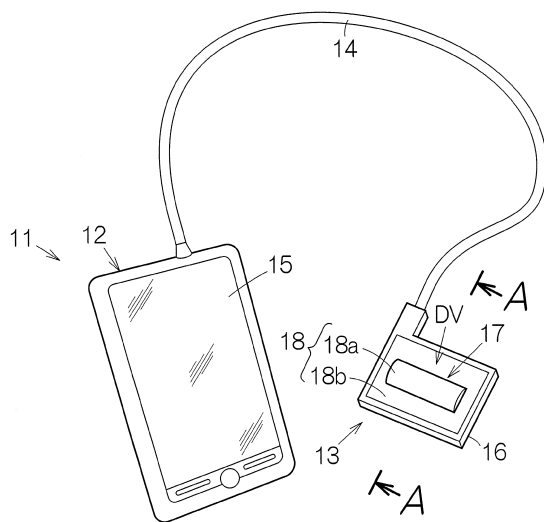
【符号の説明】

【0058】

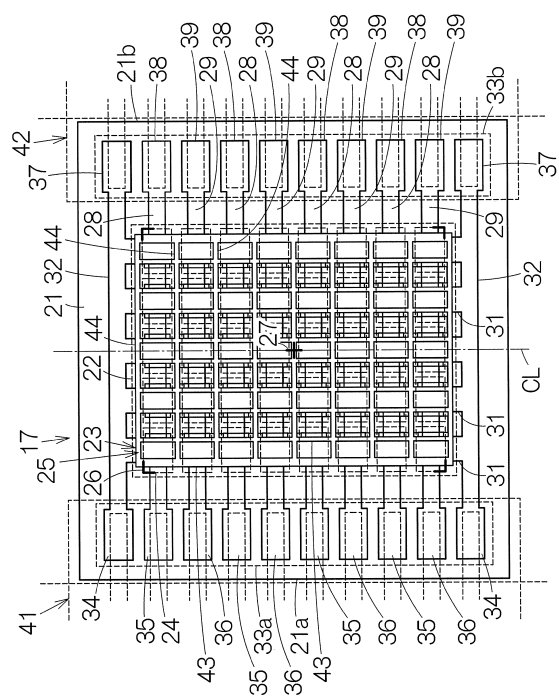
1 1 電子機器としての超音波画像装置（超音波診断装置）、1 2 処理部（装置端末）、1 3 プローブ（超音波プローブ）、1 5 表示装置（ディスプレイパネル）、1 6 筐体、1 7 超音波センサー（超音波デバイス）、2 4 振動板、5 4 下電極、5 5 圧電体（圧電体膜）、5 6 上電極、7 2 振動板、7 3 圧電体（圧電体膜）、7 4

下電極、7 5 上電極、7 6 導電膜、8 2 振動板、8 3 圧電体（圧電体膜）、8
4 下電極、8 5 上電極、D 1 第1方向、D 2 第2方向。

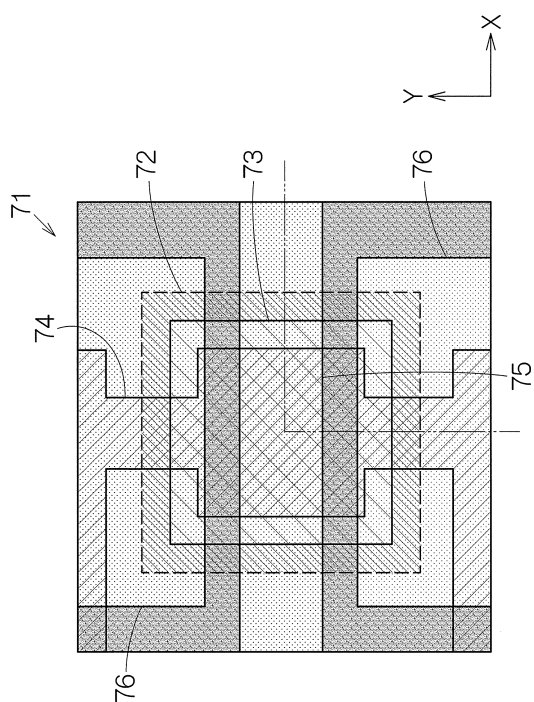
【図 1】



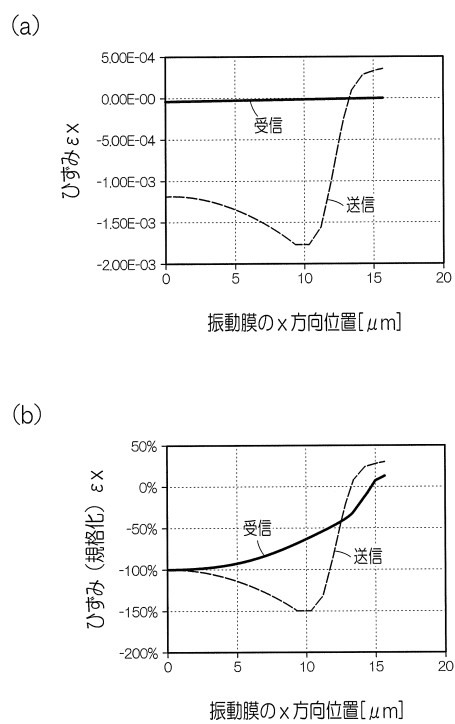
【図 2】



【圖 4】

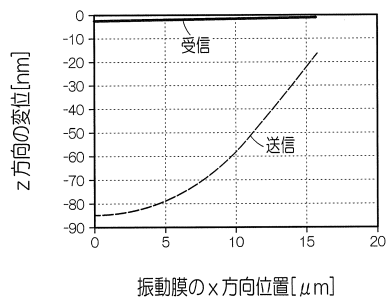


【 図 6 】

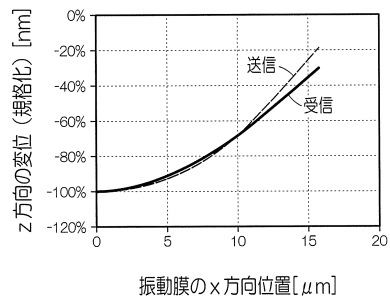


【図 7】

(a)

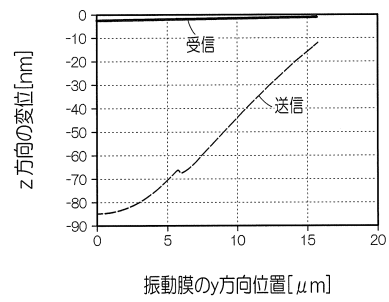


(b)

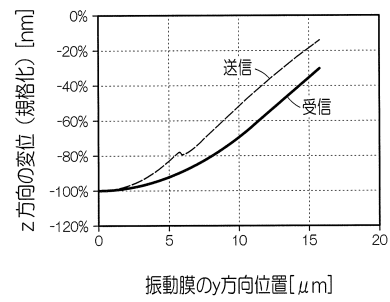


【図 8】

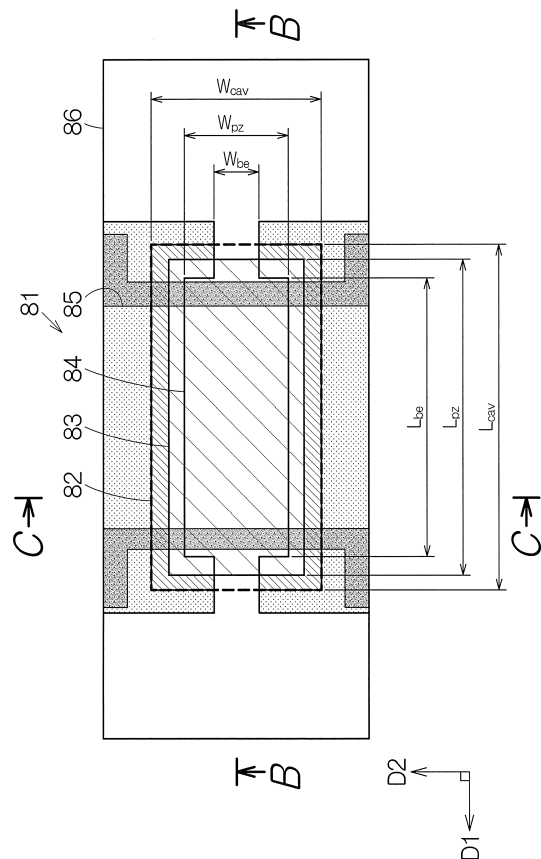
(a)



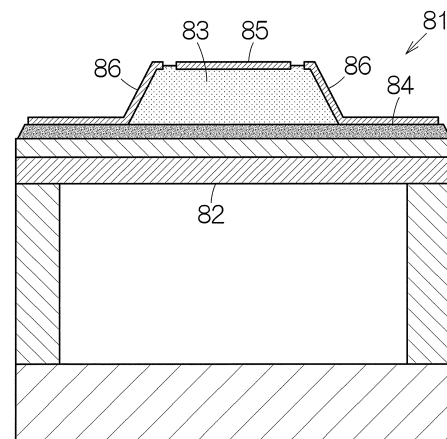
(b)



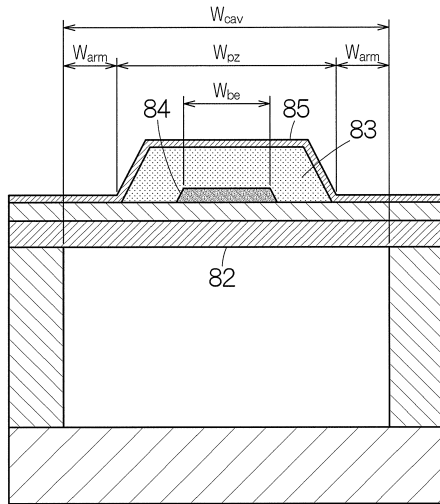
【図 9】



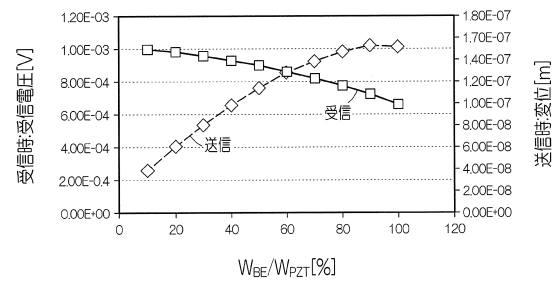
【図 10】



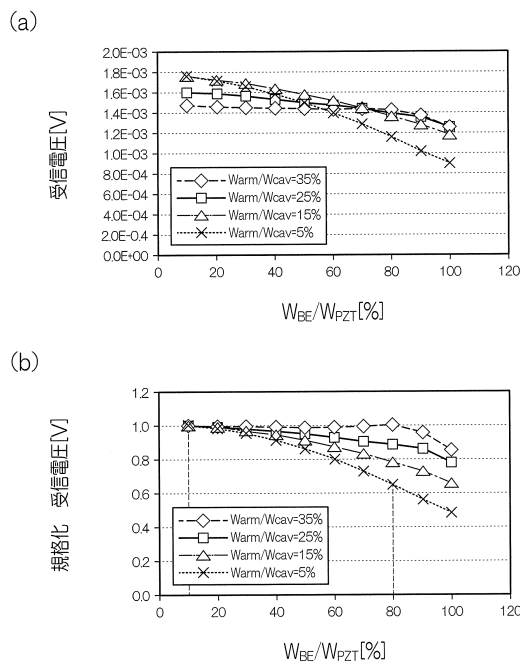
【図 1 1】



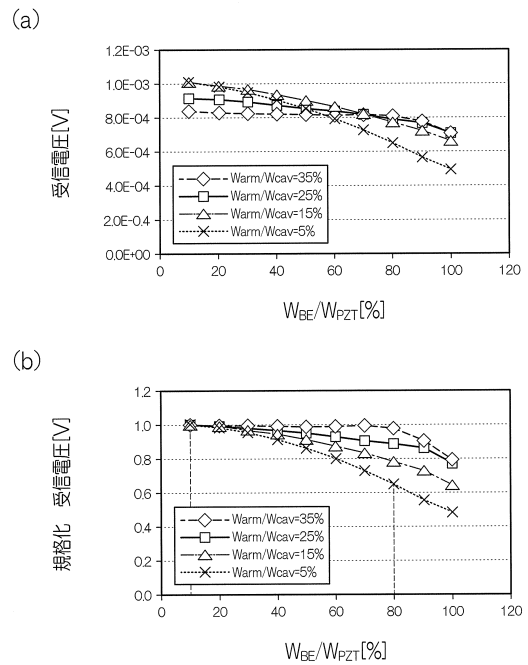
【図 1 2】



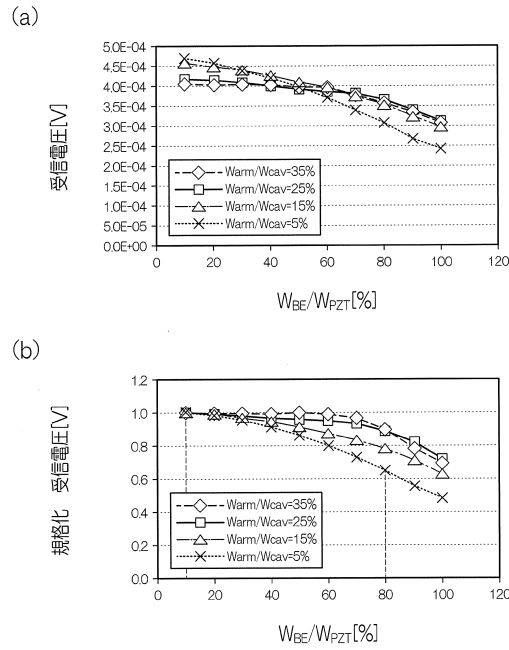
【図 1 3】



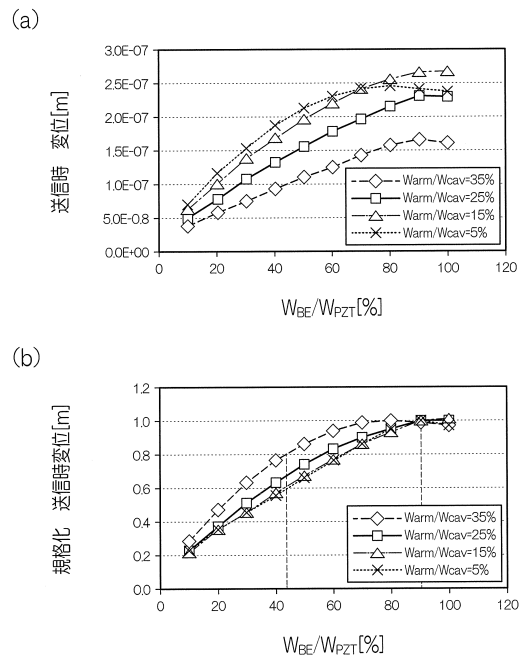
【図 1 4】



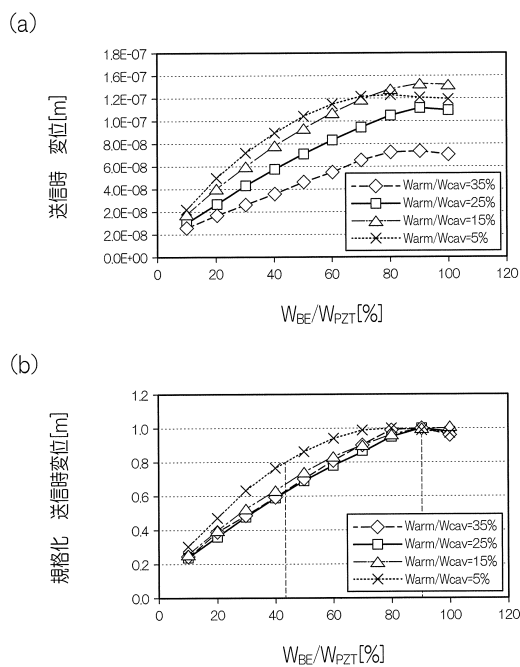
【図 15】



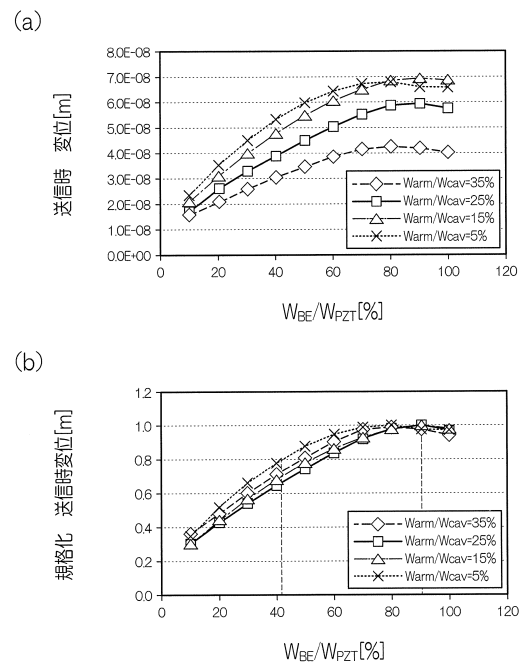
【図 16】



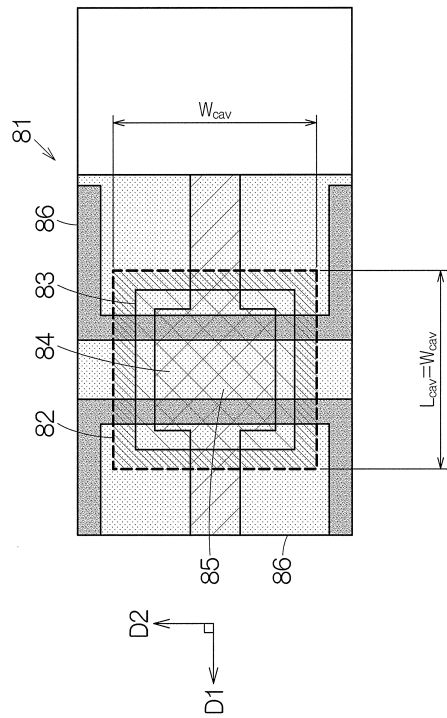
【図 17】



【図 18】

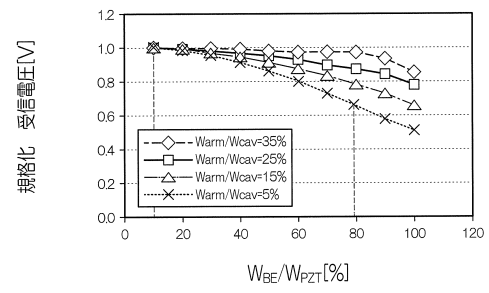


【図 19】

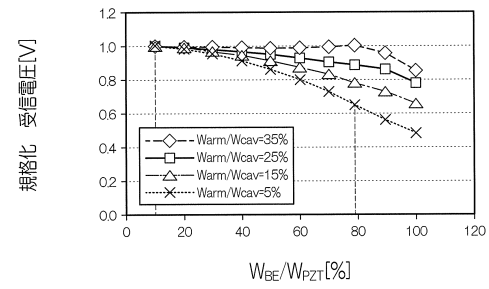


【図 20】

(a)

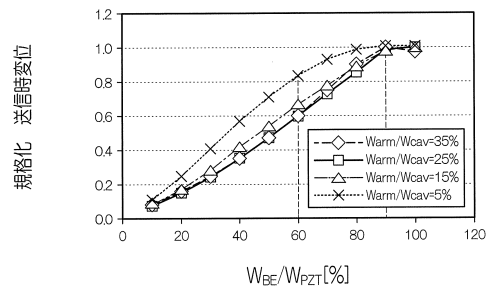


(b)

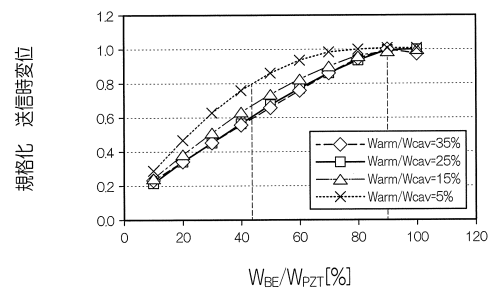


【図 21】

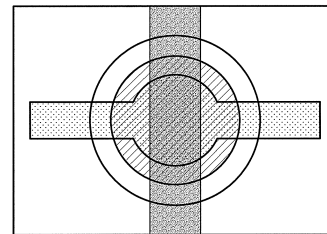
(a)



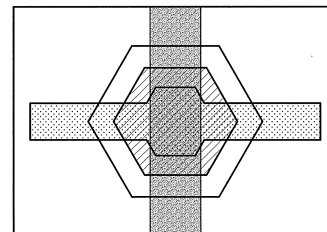
(b)



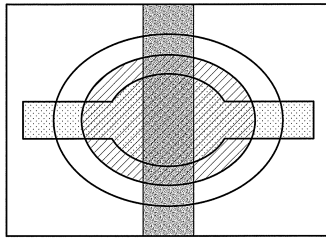
【図 22】



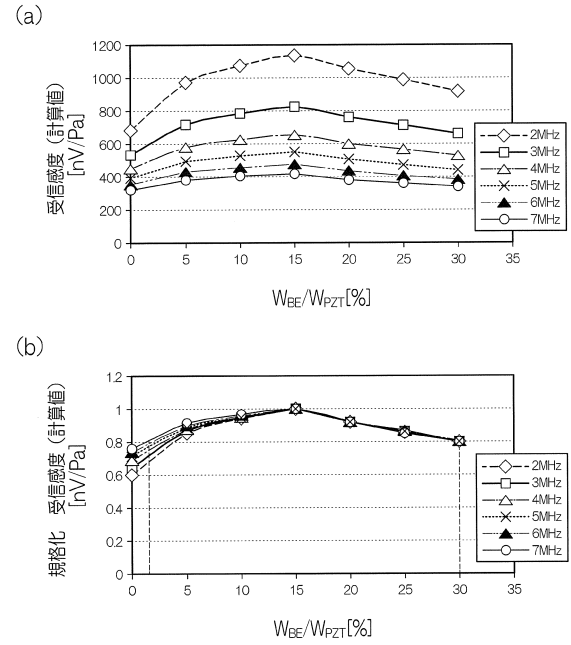
【図 23】



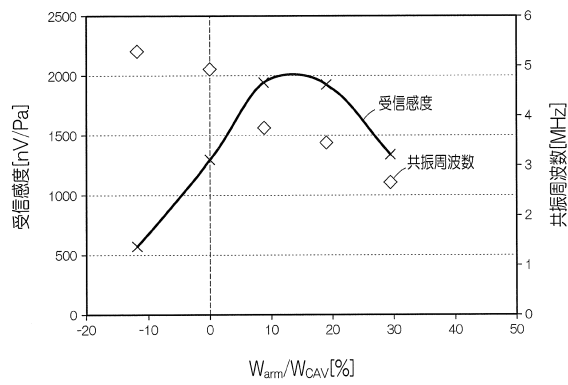
【図 2 4】



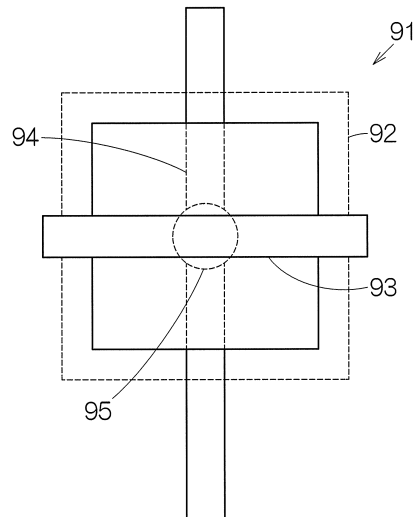
【図 2 5】



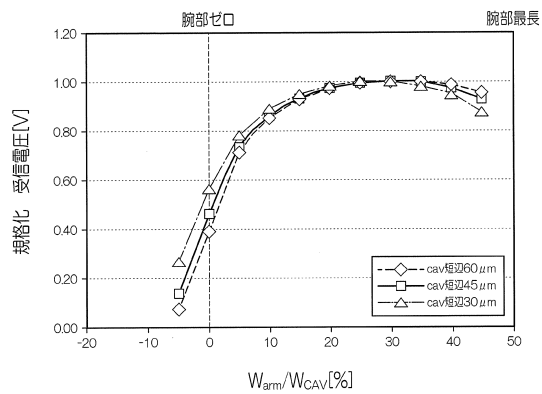
【図 2 6】



【図 2 8】

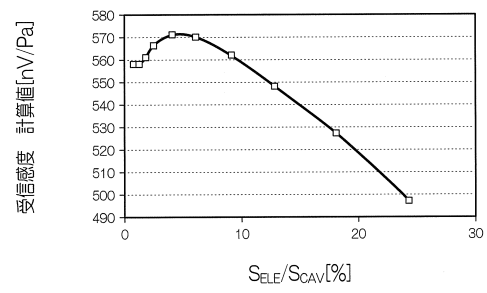


【図 2 7】

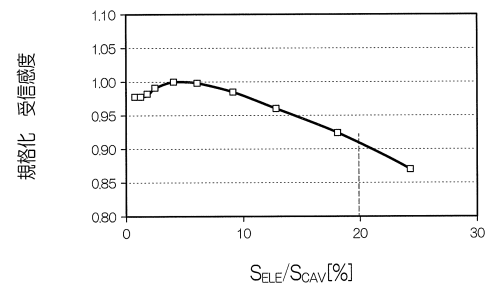


【図 29】

(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

審査官 大石 剛

- (56)参考文献 特開2013-208212(JP,A)
特開2013-046086(JP,A)
特開2004-058668(JP,A)
特開2013-141524(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0176816(US,A1)
特開2004-312611(JP,A)
国際公開第2004/090203(WO,A1)
特開2014-078906(JP,A)
米国特許出願公開第2014/0103781(US,A1)
特開2014-161707(JP,A)
米国特許出願公開第2014/0241112(US,A1)
特開2010-274620(JP,A)
特開2011-223490(JP,A)
米国特許出願公開第2011/0252890(US,A1)
国際公開第2007/123278(WO,A1)
特開2000-183413(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 8/14
G01N 29/24
H04R 17/00

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	JP6314777B2	公开(公告)日	2018-04-25
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		
当前申请(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 宫泽弘		
发明人	山田 昌佳 松田 洋史 中村 友亮 伊藤 浩 宫泽 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 黑田靖		
审查员(译)	大石 刚		
其他公开文献	JP2016072862A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：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而充分确保接收时的发电电压。本发明提供一种超声波传感器，该超声波传感器包括：振动板；压电元件，层压在振动板上，沿振动板的表面在第一方向上具有长度L，并且在沿着振动板的表面的第一方向上具有长度L宽度Wbe小于或等于第二方向上的长度L的下电极和层压在下电极上并具有第二方向上的宽度Wpz的压电体并且在压电体上层叠上部电极。下电极的宽度Wbe与压电体的宽度Wpz之比Wbe / Wpz为0.1以上且0.8以下。

(51) Int. Cl.	F I
H O 4 R 17/00 (2006. 01)	H O 4 R 17/00 3 3 O H
A 6 1 B 8/14 (2006. 01)	A 6 1 B 8/14
G O 1 N 29/24 (2006. 01)	G O 1 N 29/24

請求項の数 10 (全 20 頁)		
(21) 出願番号	特願2014-201934 (P2014-201934)	(73) 特許権者 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
(65) 公開番号	特開2016-72862 (P2016-72862A)	東京都新宿区新宿四丁目 1 番 6 号
(43) 公開日	平成28年5月9日 (2016. 5. 9)	(74) 代理人 100090479
審査請求日	平成29年9月13日 (2017. 9. 13)	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