

(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2015-97733

(P2015-97733A)

(43) 公開日 平成27年5月28日(2015.5.28)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)		
A61B	8/00	(2006.01)	A61B 8/00	2G047	
H04R	17/00	(2006.01)	H04R 17/00	332A	4C601
H04R	1/34	(2006.01)	H04R 1/34	330A	5D019
G01N	29/24	(2006.01)	G01N 29/24	502	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2013-240276 (P2013-240276)
 (22) 出願日 平成25年11月20日 (2013.11.20)

(71) 出願人 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
 (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 清瀬 摂内
 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 EA07 GB02 GB17
 GB22 GB25 GB30 GB32 GB35
 GB38

最終頁に続く

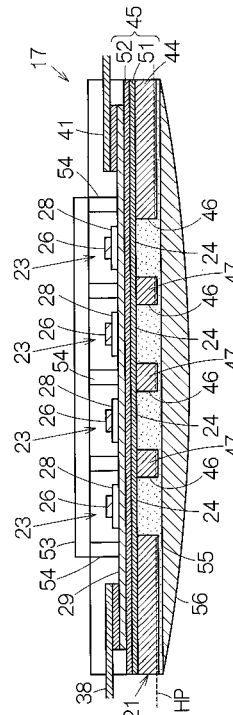
(54) 【発明の名称】 超音波デバイスおよびその製造方法並びに電子機器および超音波画像装置

(57) 【要約】

【課題】隣接する振動膜の間でクロストークを効果的に防止することができる超音波デバイスは提供される。

【解決手段】基板44は複数の開口46を区画する。隣接する開口46は仕切り壁47で仕切られる。開口46は個々に振動膜24で塞がれる。振動膜24上には圧電素子が形成される。開口46内に音響整合層55が配置される。音響整合層55に音響レンズ56が接合される。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 開口および第 2 開口と、前記第 1 開口および前記第 2 開口を仕切る壁部と、を有する基板と、

前記第 1 開口および前記第 2 開口のそれぞれを塞ぐ第 1 振動膜および第 2 振動膜と、

前記第 1 振動膜および前記第 2 振動膜のそれぞれの前記基板とは反対側の面上に形成された第 1 圧電素子および第 2 圧電素子と、

前記第 1 振動膜および前記第 2 振動膜に接するように前記第 1 開口内および前記第 2 開口内に配置される音響整合層と、

を備えることを特徴とする超音波デバイス。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波デバイスにおいて、前記第 1 開口は複数であって列状に配列され、前記第 2 開口は複数であって前記第 1 開口の配列に並列な列状に配列されることを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の超音波デバイスにおいて、前記壁部は、前記基板の厚み方向に関して第 1 高さの第 1 壁部と、第 1 高さよりも高い第 2 高さの第 2 壁部とを有することを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の超音波デバイスにおいて、前記第 2 壁部に接して前記音響整合層に結合される音響レンズをさらに備えることを特徴とする超音波デバイス。

20

【請求項 5】

請求項 3 または 4 に記載の超音波デバイスにおいて、前記音響レンズと前記第 1 壁部との間には前記音響整合層が配置されることを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の超音波デバイスにおいて、前記基板の厚み方向からの平面視において前記第 1 開口および前記第 2 開口を連続して囲み、前記基板の厚み方向に関して前記壁部よりも高い外枠を備えることを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の超音波デバイスにおいて、前記第 1 振動膜は第 1 共振周波数を有し、前記第 2 振動膜は前記第 1 共振周波数とは相違する第 2 共振周波数を有することを特徴とする超音波デバイス。

30

【請求項 8】

請求項 7 に記載の超音波デバイスにおいて、前記音響整合層は前記第 1 開口および前記第 2 開口で等しい厚みを有することを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 9】

請求項 7 に記載の超音波デバイスにおいて、前記音響整合層は前記第 1 開口および前記第 2 開口で異なる厚みを有することを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の超音波デバイスと、前記超音波デバイスを支持する筐体とを備えることを特徴とするプローブ。

40

【請求項 11】

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の超音波デバイスと、前記超音波デバイスに接続されて、前記超音波デバイス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 12】

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の超音波デバイスと、前記超音波デバイス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。

【請求項 13】

第 1 面に膜材を有する基板の前記膜材の表面に第 1 圧電素子および第 2 圧電素子を形成

50

する工程と、

前記第1面の裏側の第2面から前記基板に、相互に壁部で仕切られる第1開口および第2開口を形成し、前記第1圧電素子を支持する第1振動膜、および、前記第2圧電素子を支持する第2振動膜を前記膜材に形成する工程と、

前記第1開口および前記第2開口に音響整合層の素材の流動体を流し込む工程と、

流し込まれた前記流動体に音響レンズを被せ、前記流動体を硬化させて前記音響レンズを接着する工程と、

を備えることを特徴とする超音波デバイスの製造方法。

【請求項14】

請求項13に記載の超音波デバイスの製造方法において、前記壁部は、前記基板の厚み方向に関して第1高さの第1壁部と、第1高さよりも高い第2高さの第2壁部とを有することを特徴とする超音波デバイスの製造方法。

10

【請求項15】

請求項13または14に記載の超音波デバイスの製造方法において、前記第1開口および前記第2開口の形成にあたって、前記膜材の平らな前記表面から第1膜厚の前記第1振動膜、および、第2膜厚の前記第2振動膜を形成することを特徴とする超音波デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、超音波デバイスおよびその製造方法、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】

薄膜の振動膜を利用した超音波デバイスは一般に知られる。例えば特許文献1に記載されるように、シリコン酸化物やシリコン窒化物の振動膜の表面に圧電素子は形成される。振動膜の表面には圧電素子を囲む構造体が配置される。振動膜の裏面が対象物に向き合わせられる。したがって、振動膜の裏面から超音波は発信される。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0003】

【特許文献1】特表2010-539442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では圧電素子の形成にあたって振動膜の裏面は基板の表面に支持される。圧電素子の形成後、基板はエッチングで除去される。振動膜の裏面は平らな面で形成される。振動膜と対象物との間に音響整合層や音響結合材が介在すると、隣接する振動膜の間でクロストークが生じてしまう。

【0005】

40

そして、隣接する振動膜の間でクロストークを効果的に防止することができる超音波デバイスが望まれていた。

【課題を解決するための手段】

【0006】

(1)本発明の一態様は、第1開口および第2開口と、前記第1開口および前記第2開口を仕切る壁部と、を有する基板と、前記第1開口および前記第2開口のそれぞれを塞ぐ第1振動膜および第2振動膜と、前記第1振動膜および前記第2振動膜のそれぞれの前記基板とは反対側の面上に形成された第1圧電素子および第2圧電素子と、前記第1振動膜および前記第2振動膜に接するように前記第1開口内および前記第2開口内に配置される音響整合層とを備える超音波デバイスに関する。

50

【0007】

壁部は音響整合層を仕切る。第1振動膜に接する音響整合層と第2振動膜に接する音響整合層とは壁部で分断される。こうして音響整合層を伝搬する超音波のクロストークを防止することができる。

【0008】

(2) 前記第1開口は複数であって列状に配列され、前記第2開口は複数であって前記第1開口の配列に並列な列状に配列されてもよい。この態様によれば列状の第1開口に対応して列状の第1圧電素子には共通に電極を接続することができる。同様に、列状の第2開口に対応して列状の第2圧電素子には共通に電極を接続することができる。こうして列状の第1圧電素子は同時に動作することができ、列状の第2圧電素子は同時に動作することができる。そして第1圧電素子群と第2圧電素子群との間で音響整合層を伝搬する超音波のクロストークを防止することができる。

10

【0009】

(3) 前記壁部は、前記基板の厚み方向に関して第1高さの第1壁部と、第1高さよりも高い第2高さの第2壁部とを有してもよい。こうして第1壁部および第2壁部は個別に機能を担うことができる。

【0010】

(4) 超音波デバイスは、前記第2壁部に接して前記音響整合層に結合される音響レンズをさらに備えてもよい。この態様によれば超音波デバイスの使用にあたって音響整合層には音響レンズが結合される。音響レンズは第1振動膜や第2振動膜から発信される超音波振動を焦点位置に収束することができる。音響レンズは第1振動膜および第2振動膜に対して第2壁部で位置決めされる。こうして音響レンズと第1振動膜および第2振動膜との間で音響整合層の厚みは決定される。第2壁部の高さで音響整合層の厚みを調整することができる。超音波の伝搬に最適な厚みを設定することができる。しかも、音響レンズが被検体に押し当てられても、音響整合層の変形を極力防止することができる。音響整合層の厚みを維持することができる。

20

【0011】

(5) 前記音響レンズと前記第1壁部との間には前記音響整合層が配置されてもよい。この態様によれば音響整合層は音響レンズと第1壁部との接着に寄与する。したがって、壁部の配置に拘わらず音響整合層と音響レンズとの密着面積の減少をできる限り抑制することができる。音響レンズと音響整合層との結合を安定化することができる。

30

【0012】

(6) 超音波デバイスは、前記基板の厚み方向からの平面視において前記第1開口および前記第2開口を連続して囲み、前記基板の厚み方向に関して前記壁部よりも高い外枠を備えてもよい。この態様によれば音響整合層の形成にあたって音響整合層の素材を流動体として第1開口や第2開口に流し込むことができる。また外枠は第1開口や第2開口から溢れる素材を堰き止めることができる。こうして全ての第1開口および第2開口に確実に素材を流し込むことができる。

【0013】

(7) 前記第1振動膜は第1共振周波数を有し、前記第2振動膜は前記第1共振周波数とは相違する第2共振周波数を有してもよい。振動膜は共振周波数の帯域で超音波に対して最大の感度を示す。したがって、振動膜ごとに相違する帯域の超音波を受信できる。こうして発信周波数の高調波成分を検出することができる。あるいは、超音波の受信帯域を拡大することができる。

40

【0014】

(8) 前記音響整合層は前記第1開口および前記第2開口で等しい厚みを有してもよい。一般に、音響整合層の厚みは超音波の波長の4分の1の奇数倍に相当する。したがって、第1共振周波数と第2共振周波数との間に高調波の関係が成立する場合には、第1開口および第2開口で等しい厚みが設定されても音響整合を実現することができる。

【0015】

50

(9) 前記音響整合層は前記第1開口および前記第2開口で異なる厚みを有してもよい。一般に、音響整合層の厚みは超音波の波長の4分の1の奇数倍に相当する。音響整合層の厚みを第1開口および第2開口ごとに最適化することができる。

【0016】

(10) 超音波デバイスはプローブに組み込まれて利用できる。このとき、プローブは、超音波デバイスと、前記超音波デバイスを支持する筐体とを備えればよい。

【0017】

(11) 超音波デバイスは電子機器に組み込まれて利用できる。このとき、電子機器は、超音波デバイスと、前記超音波デバイスに接続されて、前記超音波デバイスの出力を処理する処理装置とを備えればよい。

10

【0018】

(12) 超音波デバイスは超音波画像装置に組み込まれて利用できる。このとき、超音波画像装置は、超音波デバイスと、前記超音波デバイス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ればよい。

【0019】

(13) 本発明の他の態様は、第1面に膜材を有する基板の前記膜材の表面に第1圧電素子および第2圧電素子を形成する工程と、前記第1面の裏側の第2面から前記基板に、相互に壁部で仕切られる第1開口および第2開口を形成し、前記第1圧電素子を支持する第1振動膜、および、前記第2圧電素子を支持する第2振動膜を前記膜材に形成する工程と、前記第1開口および前記第2開口に音響整合層の素材の流動体を流し込む工程と、流し込まれた前記流動体に音響レンズを被せ、前記流動体を硬化させて前記音響レンズを接着する工程とを備える超音波デバイスの製造方法に関する。

20

【0020】

製造された超音波デバイスでは壁部は音響整合層を仕切る。第1振動膜に接する音響整合層と第2振動膜に接する音響整合層とは壁部で分断される。こうして音響整合層を伝搬する超音波のクロストークを防止することができる。音響整合層の形成にあたって素材の流動体が第1開口および第2開口に単純に流し込まれればよく、製造工程は簡素化することができる。音響整合層は確実に第1振動膜および第2振動膜並びに音響レンズに密着する。

【0021】

(14) 前記壁部は、前記基板の厚み方向に関して第1高さの第1壁部と、第1高さよりも高い第2高さの第2壁部とを有してもよい。この態様によれば音響レンズは第2壁部に接触する。音響レンズは第1振動膜および第2振動膜に対して第2壁部で位置決めされる。このとき、音響レンズと第1壁部との間には音響整合層が介在することができる。音響整合層は音響レンズと第1壁部との接着に寄与することができる。

30

【0022】

(15) 前記第1開口および前記第2開口の形成にあたって、前記膜材の平らな前記表面から第1膜厚の前記第1振動膜、および、第2膜厚の前記第2振動膜を形成してもよい。この態様によれば流し込まれた流動体の表面は平らに広がる。したがって、流動体の厚みは、第1振動膜に対応する部位と第2振動膜に対応する部位とで相違する。こうして音響整合層の厚みを制御することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】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観図である。

【図2】超音波プローブの拡大正面図である。

【図3】第1実施形態に係る超音波デバイスの拡大平面図である。

【図4】図3のA-A線に沿った断面図である。

【図5】超音波デバイスの製造方法であって圧電素子を形成する工程までを概略的に示す拡大断面図である。

【図6】超音波デバイスの製造方法であって開口を形成する工程を概略的に示す拡大断面

50

図である。

【図 7】超音波デバイスの製造方法であって音響整合層の素材を流し込む工程を概略的に示す拡大断面図である。

【図 8】超音波デバイスの製造方法であって音響レンズを接着する工程を概略的に示す拡大断面図である。

【図 9】図 4 に対応し、第 2 実施形態に係る超音波デバイスの拡大断面図である。

【図 10】図 4 に対応し、第 3 実施形態に係る超音波デバイスの拡大断面図である。

【図 11】第 4 実施形態に係る超音波デバイスの拡大断面図である。

【図 12】図 11 の B - B 線に沿った部分断面図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0024】

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。

【0025】

(1) 超音波診断装置の全体構成

図 1 は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（処理装置）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。

20

【0026】

図 2 に示されるように、超音波プローブ 13 は筐体 16 を有する。筐体 16 内には超音波デバイス 17 が収容される。超音波デバイス 17 の表面は筐体 16 の表面で露出することができる。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。その他、超音波プローブ 13 は、プローブ本体 13a に着脱自在に連結されるプローブヘッド 13b を備えることができる。このとき、超音波デバイス 17 はプローブヘッド 13b の筐体 16 内に組み込まれることができる。

30

【0027】

(2) 第 1 実施形態に係る超音波デバイスの構成

図 3 は第 1 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。

40

【0028】

個々の素子 23 は振動膜 24 を備える。振動膜 24 の詳細は後述される。図 3 では振動膜 24 の膜面に直交する方向の平面視（基板の厚み方向の平面視）で振動膜 24 の輪郭が点線で描かれる。振動膜 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 26 および下電極 27 の間に圧電体膜 28 が挟まれる。これらは順番に重ねられる。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として構成される。

【0029】

基体 21 の表面には複数本の第 1 導電体 29 が形成される。第 1 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 1 導電体 29 が割り当てられ

50

る。1本の第1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1導電体29は個々の素子23ごとに下電極27を形成する。第1導電体29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29にはその他の導電材が利用されてもよい。

【0030】

基体21の表面には複数本の第2導電体31が形成される。第2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2導電体31が割り当てられる。1本の第2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2導電体31は個々の素子23ごとに上電極26を形成する。第2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2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26は接続される。第2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2導電体31にはその他の導電材が利用されてもよい。

10

【0031】

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26および下電極27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。

20

【0032】

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。第1端子アレイ33aは1対の上電極端子34および複数の下電極端子35で構成される。同様に、第2端子アレイ33bは1対の上電極端子36および複数の下電極端子37で構成される。1本の引き出し配線32の両端にそれぞれ上電極端子34、36は接続される。引き出し配線32および上電極端子34、36は素子アレイ22を二等分する垂直面で対称に形成されればよい。1本の第2導電体31の両端にそれぞれ下電極端子35、37は接続される。第2導電体31および下電極端子35、37は素子アレイ22を二等分する垂直面で対称に形成されればよい。ここでは、基体21の輪郭は矩形に形成される。基体21の輪郭は正方形であってもよく台形であってもよい。

30

【0033】

基体21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)38が連結される。第1配線板38は第1端子アレイ33aに覆い被さる。第1配線板38の一端には上電極端子34および下電極端子35に個別に対応して導電線すなわち第1信号線39が形成される。第1信号線39は上電極端子34および下電極端子35に個別に向き合わせられ個別に接合される。同様に、基体21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)41が覆い被さる。第2配線板41は第2端子アレイ33bに覆い被さる。第2配線板41の一端には上電極端子36および下電極端子37に個別に対応して導電線すなわち第2信号線42が形成される。第2信号線42は上電極端子36および下電極端子37に個別に向き合わせられ個別に接合される。

40

【0034】

50

図4に示されるように、基体21は基板44および可撓膜45を備える。基板44の表面に可撓膜45が一面に形成される。基板44は例えばシリコン(Si)から形成される。基板44には個々の素子23ごとに開口46が形成される。開口46は基板44に対してアレイ状に配置される。開口46が配置される領域の輪郭は素子アレイ22の輪郭に相当する。隣接する2つの開口46の間には仕切り壁47が区画される。隣接する開口46は仕切り壁47で仕切られる。仕切り壁47の壁厚みは開口46の間隔に相当する。仕切り壁47は相互に平行に広がる平面内に2つの壁面を規定する。壁厚みは2つの壁面の距離に相当する。すなわち、壁厚みは壁面に直交して壁面の間に挟まれる垂線の長さで規定されることができる。

【0035】

可撓膜45は、基板44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。可撓膜45は開口46を塞ぐ。こうして開口46の輪郭に対応して可撓膜45の一部が振動膜24を形成する。振動膜24は、可撓膜45のうち、開口46に臨むことから基板44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。

【0036】

振動膜24の表面に第1導電体29、圧電体膜28および第2導電体31が順番に積層される。圧電体膜28は例えばジルコニウム酸チタン酸鉛(PZT)で形成されることができる。圧電体膜28にはその他の圧電材料が用いられてもよい。圧電体膜28は下電極27の少なくとも一部および振動膜24の一部を覆う。上電極26は圧電体膜28の少なくとも一部を覆う。ここでは、第2導電体31の下で圧電体膜28は完全に第1導電体29の表面を覆う。圧電体膜28の働きで第1導電体29と第2導電体31との間で短絡は回避されることができる。

【0037】

基板44の表面では可撓膜45上にバッキング材53が取り付けられる。バッキング材53は可撓膜45の表面との間に空間を形成する。空間内に圧電素子25が配置される。バッキング材53は壁材54で可撓膜45の表面に支持される。壁材54はバッキング材53と可撓膜45の表面との間で間隔を維持する。壁材54は開口46の輪郭の外側で基板44に支持される。

【0038】

基板44では表面の裏側の裏面に音響整合層55が積層される。音響整合層55は基板44の裏面に被さると同時に開口46内に配置される。音響整合層55は開口46内で振動膜24に接する。音響整合層55は振動膜24に隙間なく密着する。音響整合層55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。仕切り壁47の音響インピーダンスは音響整合層55の音響インピーダンスよりも大きい。

【0039】

音響整合層55上には音響レンズ56が積層される。音響レンズ56は音響整合層55の表面に隙間なく密着する。音響レンズ56の外表面は部分円筒面で形成される。部分円筒面は第2導電体31に平行な母線を有する。部分円筒面の曲率は、1筋の第2導電体31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56は例えばシリコーン樹脂から形成される。

【0040】

(2) 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圧電素子25にはパルス信号が供給される。パルス信号は下電極端子35、37および上電極端子34、36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27および上電極26の間で圧電体膜28に電界が作用する。圧電体膜28は超音波で振動する。圧電体膜28の振動は振動膜24に伝わる。こうして振動膜24は超音波振動する。振動膜24の超音波振動は音響整合層55中を伝搬する。超音波振動は音響整合層55から音響

10

20

30

40

50

レンズ 5 6 に伝わって音響レンズ 5 6 から発信される。その結果、対象物（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。

【 0 0 4 1 】

超音波の反射波は音響レンズ 5 6 および音響整合層 5 5 を伝搬して振動膜 2 4 を振動させる。振動膜 2 4 の超音波振動は所望の周波数で圧電体膜 2 8 を超音波振動させる。圧電素子 2 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 2 6 と下電極 2 7 との間で電位が生成される。電位は下電極端子 3 5、3 7 および上電極端子 3 4、3 6 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 2 】

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ー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 1 5 の画面に表示される。

【 0 0 4 3 】

一般に、超音波画像の形成にあたって超音波プローブ 1 3 は被検体に押し当てられる。このとき、被検体と音響レンズ 5 6 との間には流動性の音響結合材が介在する。音響結合材には例えば水が利用されることができる。音響結合材の働きで被検体と音響レンズ 5 6 との間で音響整合が確立され、界面での超音波の反射は防止されることができる。圧電素子 2 5、第 1 導電体 2 9 や第 2 導電体 3 1 といった配線パターンその他は基体 2 1 の表側に配置されることから、圧電素子 2 5 や配線パターンは可撓膜 4 5 で音響結合材から隔てられることができる。こうして圧電素子 2 5 や配線パターンは水分から保護されることができる。したがって、可撓膜 4 5 には防湿性を有する素材が用いられればよい。

【 0 0 4 4 】

超音波の送信にあたって振動膜 2 4 は超音波振動する。超音波振動は音響整合層 5 5 内を伝搬して音響整合層 5 5 の界面から発信される。超音波振動は界面を横切って音響レンズ 5 6 に伝搬する。このとき、隣接する振動膜 2 4 の間では音響整合層 5 5 は仕切り壁 4 7 で仕切られる。個々の振動膜 2 4 に接する音響整合層 5 5 は仕切り壁 4 7 で分断される。音響整合層 5 5 の音響インピーダンスと仕切り壁 4 7 の音響インピーダンスとの差に応じて隣接する音響整合層 5 5 の間で音響的に界面が形成される。界面は超音波振動の伝達を防止する。1 つの振動膜 2 4 の超音波振動時に超音波のクロストークは防止される。仮に仕切り壁 4 7 が形成されずに素子 2 3 相互で音響整合層 5 5 が共通に広がると、1 素子 2 3 から発信される超音波振動は音響整合層 5 5 および音響レンズ 5 6 の界面から反射して他の素子 2 3 の振動膜 2 4 に伝播してしまう。

【 0 0 4 5 】

超音波デバイス 1 7 では 1 列の素子 2 3 群は共通に第 1 導電体 2 9 に接続される。1 列の開口 4 6 に対応して 1 列の圧電素子 2 5 には共通に電極が接続されることができる。こういった開口 4 6 の列が並列に配列される。圧電素子 2 5 は列ごとに同時に動作することができる。少なくとも列同士の間で隣接する開口 4 6 の間に仕切り壁 4 7 が形成されることから、1 列の圧電素子 2 5 群と隣接する列の圧電素子 2 5 群との間で音響整合層 5 5 を伝搬する超音波のクロストークは防止されることができる。

【 0 0 4 6 】

(3) 超音波デバイスの製造方法

次に、超音波デバイス 1 7 の製造方法を簡単に説明する。図 5 に示されるように、基板 6 1 が用意される。基板 6 1 は例えばシリコンから形成される。基板 6 1 の表面には例えば熱処理が施され酸化膜が形成される。基板 6 1 のシリコンは酸化されて酸化シリコンを形成する。酸化膜は均一な膜厚を有する。こうして基板 6 1 から基板 4 4 および酸化シリコン層 5 1 が形成される。酸化シリコン層 5 1 の表面には一面に酸化ジルコニウム層 5 2 が形成される。形成にあたって例えばスパッタリングが用いられる。ジルコニウム膜が均一な膜厚で形成される。ジルコニウム膜には酸化処理が施される。こうして酸化ジルコニウム層 5 2 は均一な膜厚で形成される。酸化シリコン層 5 1 と酸化ジルコニウム層 5 2 との積層で膜材 6 2 は確立される。膜材 6 2 は可撓膜 4 5 に相当する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

その後、膜材 6 2 の表面には圧電素子 2 5 が形成される。例えば、酸化ジルコニウム層 5 2 の表面に一面に導電材の素材層が形成される。形成にあたって例えばスパッタリングが用いられる。素材層は均一な膜厚に形成される。素材層の表面にフォトレジストのパターンが形成される。パターンは第 1 導電体 2 9 の形状を象る。素材層の表面からエッチング処理が施される。その結果、素材層から第 1 導電体 2 9 が形成される。同様に、膜材 6 2 の表面には圧電体膜 2 8 および上電極 2 6 (第 2 導電体 3 1) が形成される。

【 0 0 4 8 】

こうして圧電素子 2 5 のほか、第 1 導電体 2 9 、第 2 導電体 3 1 、上電極端子 3 4 、3 6 および下電極端子 3 5 、3 7 が形成されると、図 6 に示されるように、基板 4 4 には基板 6 1 の裏面 (第 2 面) 6 1 b から開口 4 6 が形成される。形成にあたって基板 4 4 は裏面からエッチング処理に曝される。基板 6 1 の裏面 6 1 b にはフォトレジスト 6 3 のパターンが形成される。パターンは開口 4 6 の輪郭を象る。エッチング処理に応じてフォトレジスト 6 3 の外側で基板 6 1 の裏面 6 1 b が彫り込まれる。このとき、酸化シリコン層 5 1 はエッチングストップ層として機能する。その結果、開口 4 6 で膜材 6 2 に振動膜 2 4 が確立される。

10

【 0 0 4 9 】

その後、図 7 に示されるように、開口 4 6 には音響整合層 5 5 の素材 6 4 の流動体が流し込まれる。素材 6 4 は流動性を有することから、素材 6 4 は開口 4 6 内の空間を満たす。素材 6 4 は振動膜 2 4 に満遍なく接触する。ここでは、素材 6 4 の流動体は基板 6 1 の裏面 6 1 b に一様に広がる。基板 6 1 の裏面 6 1 b で一面に素材 6 4 の平らな表面が広がる。

20

【 0 0 5 0 】

図 8 に示されるように、流し込まれた素材 6 4 の流動体に音響レンズ 5 6 が被せられる。素材 6 4 は流動性を有することから、素材 6 4 は音響レンズ 5 6 に満遍なく接触する。その後、流動体には硬化処理が施される。流動体の硬化に応じて音響整合層 5 5 が確立される。音響レンズ 5 6 は音響整合層 5 5 に接着される。音響整合層 5 5 は確実に振動膜 2 4 および音響レンズ 5 6 に密着する。密着に応じて確実な超音波の伝搬が確立される。

【 0 0 5 1 】

その後、基板 4 4 には第 1 配線板 3 8 および第 2 配線板 4 1 が接合される。第 1 配線板 3 8 および第 2 配線板 4 1 が実装されると、基板 6 1 の表面にバッキング材 5 3 が接合される。こうして超音波デバイス 1 7 は製造される。

30

【 0 0 5 2 】

(4) 第 2 実施形態に係る超音波デバイスの構成

図 9 は第 2 実施形態に係る超音波デバイス 1 7 a の断面図を概略的に示す。超音波デバイス 1 7 a では仕切り壁 4 7 は基板の厚み方向に関して第 1 高さ H 1 の第 1 壁 4 7 a と第 2 高さ H 2 の第 2 壁 4 7 b とを有する。第 2 高さ H 2 は第 1 高さ H 1 よりも高い。第 1 高さ H 1 および第 2 高さ H 2 は可撓膜 4 5 の表面に対して直交方向に酸化シリコン層 5 1 の裏面から測定されればよい。ここでは、第 1 高さ H 1 および第 2 高さ H 2 は基板 4 4 の厚みに相当する。音響レンズ 5 6 は第 2 壁 4 7 b の頂上面に接する。音響レンズ 5 6 と第 1 壁 4 7 a との間には音響整合層 5 5 が配置される。その他、超音波デバイス 1 7 a は第 1 実施形態に係る超音波デバイス 1 7 と同様な構成を有する。

40

【 0 0 5 3 】

超音波デバイス 1 7 a では音響レンズ 5 6 は振動膜 2 4 に対して第 2 壁 4 7 b で位置決めされる。こうして音響レンズ 5 6 と振動膜 2 4 との間で音響整合層 5 5 の厚みは決定される。第 2 壁 4 7 b の高さで音響整合層 5 5 の厚みは調整されることができる。超音波の伝搬に最適な厚みは設定されることができる。しかも、音響レンズ 5 6 が被検体に押し当てられても、音響整合層 5 5 の変形は極力防止されることができる。音響整合層 5 5 の厚みは維持されることができる。

【 0 0 5 4 】

50

前述のように音響整合層 5 5 は音響レンズ 5 6 の接着剤として機能する。音響整合層 5 5 は第 1 壁 4 7 a と音響レンズ 5 6 との間に挟まれることから、音響整合層 5 5 は音響レンズ 5 6 と第 1 壁 4 7 a との接着に寄与する。仕切り壁 4 7 の配置に拘わらず音響整合層 5 5 と音響レンズ 5 6 との密着面積の減少はできる限り抑制されることができる。音響レンズ 5 6 と音響整合層 5 5 との結合は安定化することができる。

【0055】

超音波デバイス 1 7 a の製造では開口 4 6 の形成にあたって基板 6 1 の裏面 6 1 b はエッチング処理に曝される。このとき、第 2 壁 4 7 b に相当する部位でエッチング処理が抑制されれば、第 2 壁 4 7 b の第 2 高さ H 2 は確立されることができる。音響レンズ 5 6 の接着にあたって音響レンズ 5 6 は第 2 壁 4 7 b の頂上面に押し当てられる。第 2 壁 4 7 b は音響レンズ 5 6 を位置決めする。

10

【0056】

(5) 第 3 実施形態に係る超音波デバイスの構成

図 1 0 は第 3 実施形態に係る超音波デバイス 1 7 b の断面図を概略的に示す。超音波デバイス 1 7 b では基板 4 4 の裏面に全ての開口 4 6 を連続して囲む外枠が形成される。外枠の高さは仕切り壁 4 7 の高さよりも高い。外枠に音響レンズ 5 6 が受け止められる。したがって、外枠は音響レンズ 5 6 を位置決めする。外枠の内側には音響整合層 5 5 が配置される。音響整合層 5 5 は開口 4 6 を満たす。音響整合層 5 5 は音響レンズ 5 6 と仕切り壁 4 7 との接着に寄与する。仕切り壁 4 7 の配置に拘わらず音響整合層 5 5 と音響レンズ 5 6 との密着面積の減少はできる限り抑制されることができる。音響レンズ 5 6 と音響整合層 5 5 との結合は安定化することができる。

20

【0057】

超音波デバイス 1 7 b の製造では開口 4 6 の形成にあたって基板 6 1 の裏面 6 1 b はエッチング処理に曝される。このとき、外枠 6 5 に相当する部位でエッチング処理が抑制されれば、外枠 6 5 の高さは確立されることができる。音響レンズ 5 6 の接着にあたって音響整合層 5 5 の素材は流動体として開口 4 6 に流し込まれる。外枠 6 5 は開口 4 6 から溢れ出る素材を堰き止めることができる。こうして全ての開口 4 6 に確実に素材は流し込まれることができる。音響レンズ 5 6 は外枠 6 5 に押し当てられる。外枠 6 5 は音響レンズ 5 6 を位置決めする。

30

【0058】

(6) 第 4 実施形態に係る超音波デバイスの構成

図 1 1 は第 4 実施形態に係る超音波デバイス 1 7 c の拡大部分平面図である。超音波デバイス 1 7 c の素子アレイ 2 2 は第 1 超音波トランスデューサー素子（以下「第 1 素子」という）7 1 a および第 2 超音波トランスデューサー素子（以下「第 2 素子」という）7 1 b の配列で構成される。ここでは、第 1 素子 7 1 a および第 2 素子 7 1 b は列方向に交互に配置される。ただし、第 1 素子 7 1 a および第 2 素子 7 1 b の配列はこれに限定されるものではない。

【0059】

第 1 素子 7 1 a は第 1 振動膜 7 2 a を備える。第 2 素子 7 1 b は第 2 振動膜 7 2 b を備える。図 1 1 では第 1 振動膜 7 2 a および第 2 振動膜 7 2 b の膜面に直交する方向の平面視（基板の厚み方向の平面視）で第 1 振動膜 7 2 a および第 2 振動膜 7 2 b の輪郭が点線で描かれる。第 1 振動膜 7 2 a 上には第 1 圧電素子 7 3 a が形成される。第 2 振動膜 7 2 b 上には第 2 圧電素子 7 3 b が形成される。第 1 圧電素子 7 3 a では上電極 7 4 および下電極 7 5 の間に圧電体膜 7 6 が挟まれる。これらは順番に重ねられる。同様に、第 2 圧電素子 7 3 b では、上電極 7 7 および下電極 7 8 の間に圧電体膜 7 9 が挟まれる。これらは順番に重ねられる。1 列の第 1 素子 7 1 a および第 2 素子 7 1 b の下電極 7 5、7 8 に共通に第 1 導電体 2 9 が連なる。1 行の第 1 素子 7 1 a または 1 行の第 2 素子 7 1 b ごとに共通に上電極 7 4、7 7 に第 2 導電体 3 1 が連なる。ここでは、第 1 振動膜 7 2 a の大きさ（面積）と第 2 振動膜 7 2 b の大きさ（面積）とは相違する。第 1 振動膜 7 2 a の大きさは第 1 共振周波数に依存する。第 2 振動膜 7 2 b の大きさは第 2 共振周波数に依存する

40

50

。ここでは、第2共振周波数は第1共振周波数の高調波に相当する。ただし、それ以外の周波数の組み合わせが用いられてもよい。

【0060】

図12に示されるように、基板44には個々の第1素子71aに対応して第1開口78aが形成され個々の第2素子71bに対応して第2開口78bが形成される。第1開口78aでは音響整合層55は第1厚みt1を有する。第2開口78bでは音響整合層55は第2厚みt2を有する。第1厚みt1と第2厚みt2とは相違する。第1厚みt1は第1振動膜72aの第1共振周波数に応じて決定される。第2厚みt2は第2振動膜72bの第2共振周波数に応じて決定される。こうして第1振動膜72aおよび第2振動膜72bごとに音響整合層55の厚みt1、t2は最適化される。ここでは、音響整合層55の厚みt1、t2の設定にあたって第1振動膜72aは第1膜厚p1を有し第2振動膜72bは第2膜厚p2を有する。第2膜厚p2は第1膜厚p1よりも大きい。

10

【0061】

超音波デバイス17cの製造では膜材62の形成にあたって基板61の表面に酸化膜が形成される。基板61のシリコンは酸化されて酸化シリコンを形成する。このとき、領域ごとに酸化量が調整されると、酸化膜の膜厚は領域ごとに設定されることができる。こうして第2振動膜72bに相当する領域で酸化膜の膜厚は増大することができる。第1膜厚p1および第2膜厚p2を有する膜材62は形成されることができる。その後、基板61の裏面から第1開口78aおよび第2開口78bが形成されると、第1開口78aおよび第2開口78bでは基板61の裏面から相違する位置で酸化シリコン層51がエッチングストップ層として機能することから、第1開口78aは第1厚みt1に相当する深さに形成され、第2開口78bは第2厚みt2に相当する深さに形成される。第1開口78aおよび第2開口78bに流し込まれた素材64の表面は平らに広がる。したがって、流動体の厚みは、第1振動膜72aに対応する部位と、第2振動膜72bに対応する部位とで相違する。こうして音響整合層55の厚みt1、t2は制御されることができる。

20

【0062】

その一方で、前述の実施形態で示されたように、第1開口78aや第2開口78bで音響整合層55の厚みは等しく設定されてもよい。一般に、音響整合層55の厚みは超音波の波長の4分の1の奇数倍に相当する。したがって、第1共振周波数と第2共振周波数との間に高調波の関係が成立する場合には、第1開口78aおよび第2開口78bで等しい厚みが設定されても音響整合は実現されることができる。

30

【0063】

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、装置端末12や超音波プローブ13、筐体16、ディスプレイパネル15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。

40

【符号の説明】

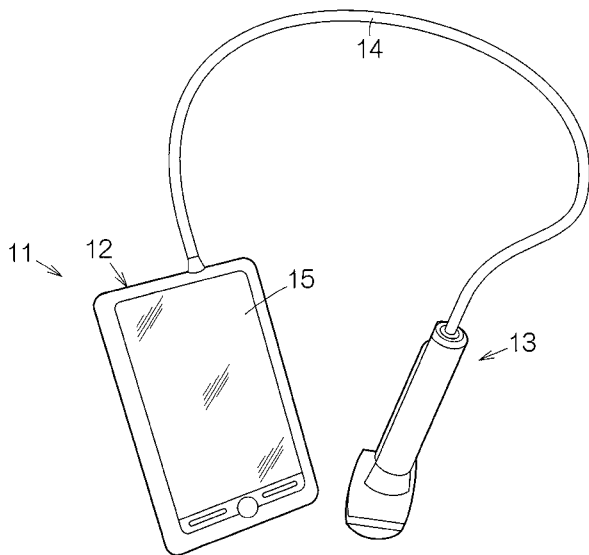
【0064】

11 電子機器としての超音波画像装置（超音波診断装置）、12 処理装置（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 超音波デバイス、17a 超音波デバイス、17b 超音波デバイス、17c 超音波デバイス、24 第1振動膜および第2振動膜（振動膜）、25 第1圧電素子および第2圧電素子（圧電素子）、44 基板、46 第1開口および第2開口（開口）、47 壁部（仕切り壁）、47a 第1壁部（第1壁）、47b 第2壁部（第2壁）、55 音響整合層、56 音響レンズ、61 基板、61b 第2面（裏面）、62 膜材、64 素材、65 外枠、72a 第1振動膜、72b 第2振動膜、73a

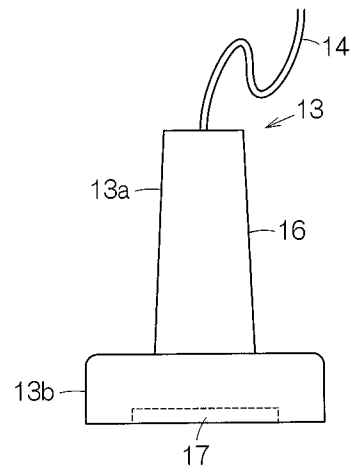
50

第 1 圧電素子、7 3 b 第 2 圧電素子、7 8 a 第 1 開口、7 8 b 第 2 開口、H 1
第 1 高さ、H 2 第 2 高さ、t 1 第 1 厚み、t 2 第 2 厚み、p 1 第 1 膜厚、p 2
第 2 膜厚。

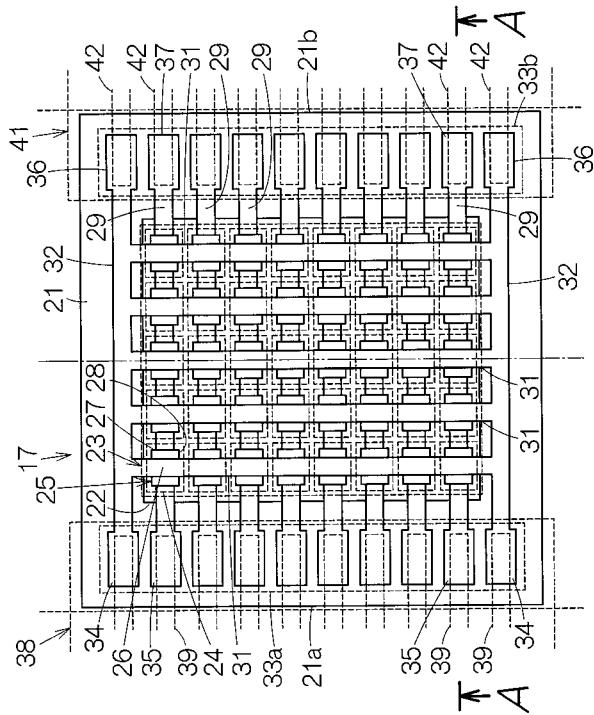
【 図 1 】



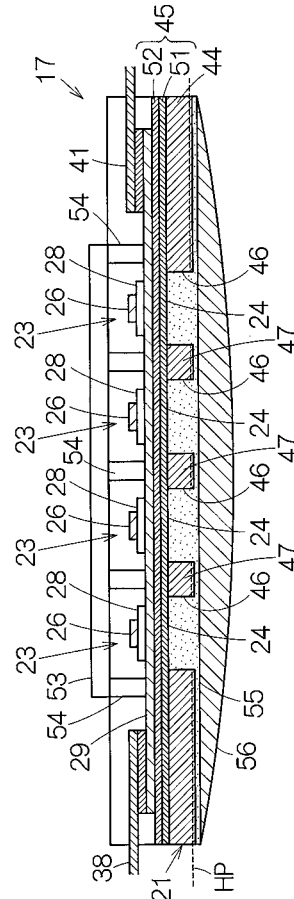
【 図 2 】



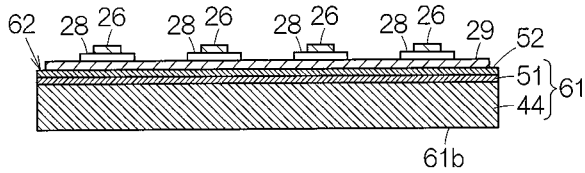
【 図 3 】



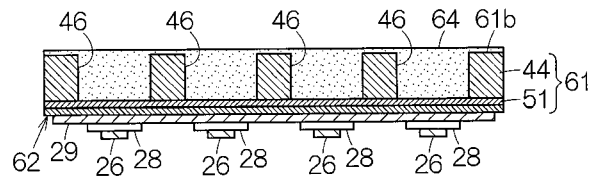
【 図 4 】



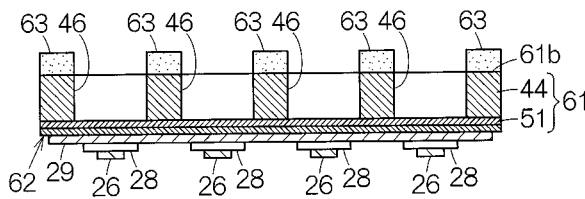
【 図 5 】



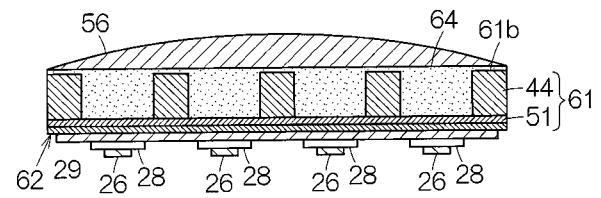
【 図 7 】



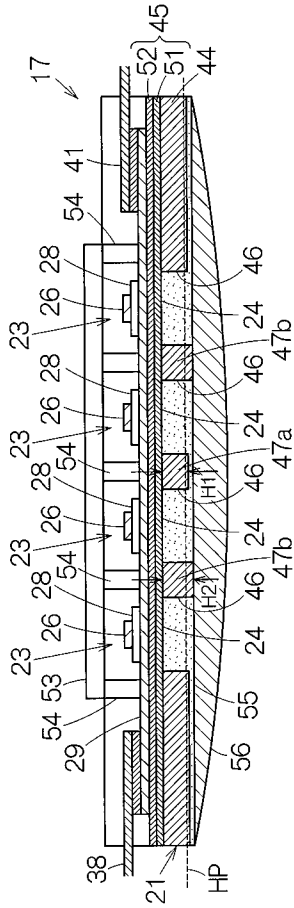
【 図 6 】



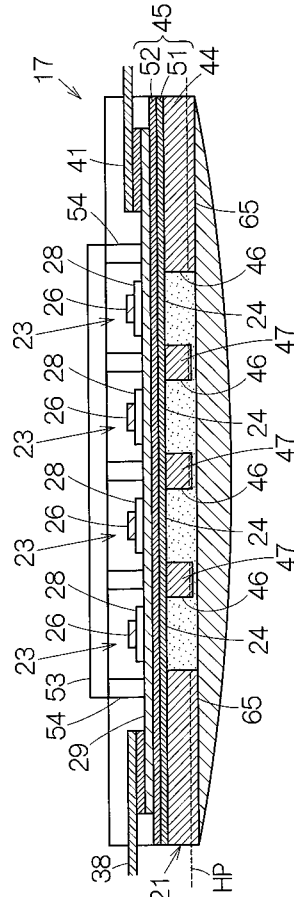
【 図 8 】



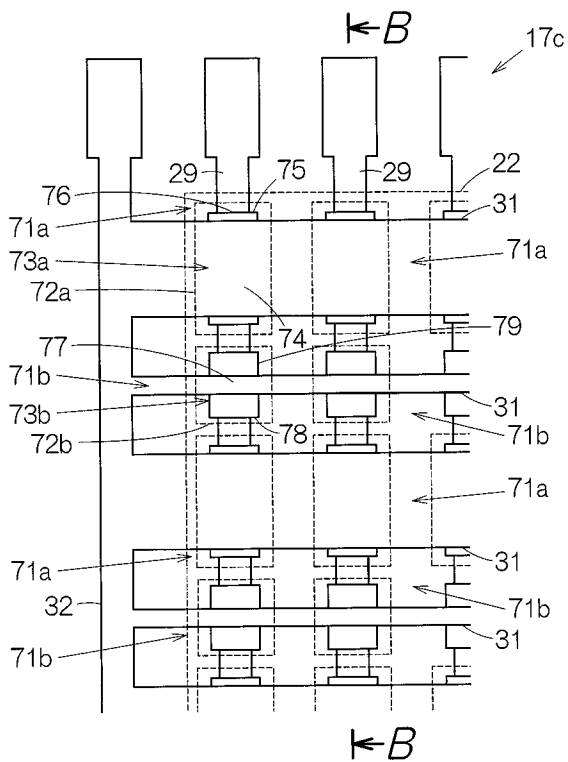
【 図 9 】



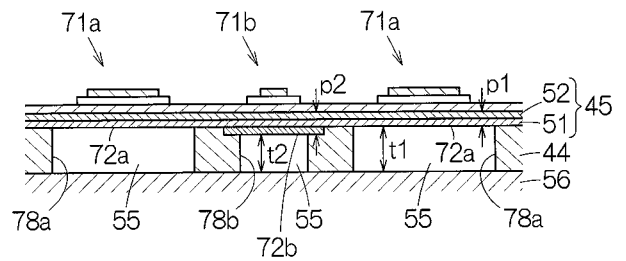
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4C601 DD30 GB06 GB19 GB20 GB25 GB26 GB34 GB41 GB43 GB44
LL26
5D019 AA06 AA22 BB03 BB19 FF04 GG01 GG03 GG05

专利名称(译)	超声波装置及其制造方法，电子设备和超声波成像装置		
公开(公告)号	JP2015097733A	公开(公告)日	2015-05-28
申请号	JP2013240276	申请日	2013-11-20
[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	清瀬 撰内		
发明人	清瀬 撰内		
IPC分类号	A61B8/00 H04R17/00 H04R1/34 G01N29/24		
CPC分类号	H01L41/33 A61B8/4427 A61B8/4483 A61B8/4494 B06B1/064 H01L41/053 Y10T29/42		
FI分类号	A61B8/00 H04R17/00.332.A H04R1/34.330.A G01N29/24.502 G01N29/24 G01N29/32		
F-TERM分类号	2G047/AC13 2G047/BA03 2G047/EA07 2G047/GB02 2G047/GB17 2G047/GB22 2G047/GB25 2G047/GB30 2G047/GB32 2G047/GB35 2G047/GB38 4C601/DD30 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GB25 4C601/GB26 4C601/GB34 4C601/GB41 4C601/GB43 4C601/GB44 4C601/LL26 5D019/AA06 5D019/AA22 5D019/BB03 5D019/BB19 5D019/FF04 5D019/GG01 5D019/GG03 5D019/GG05		
代理人(译)	井上 一 黑田 靖		
其他公开文献	JP2015097733A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供一种能够有效防止相邻的振动膜之间的串扰的超声波装置。基板限定多个开口。相邻的开口46由分隔壁47分隔。开口46被振动膜24分别封闭。压电元件形成在振动膜24上。声匹配层55布置在开口46中。声透镜56结合到声匹配层55。[选择图]图4

