

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6442821号  
(P6442821)

(45) 発行日 平成30年12月26日(2018.12.26)

(24) 登録日 平成30年12月7日(2018.12.7)

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

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2013-203476 (P2013-203476)  
 (22) 出願日 平成25年9月30日(2013.9.30)  
 (65) 公開番号 特開2015-66202 (P2015-66202A)  
 (43) 公開日 平成27年4月13日(2015.4.13)  
 審査請求日 平成28年8月30日(2016.8.30)

(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 100116665  
 弁理士 渡辺 和昭  
 (74) 代理人 100179475  
 弁理士 仲井 智至  
 (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  
 (72) 発明者 鈴木 博則  
 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】 超音波デバイス及び電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

仕切り壁と、前記仕切り壁により仕切られ、アレイ状に配置された複数の開口と、を有する本体と、

前記開口を覆うように前記本体に積層され、前記開口と重なる部分が振動する可撓膜と

、  
前記可撓膜上に積層された第1導電膜と、

前記第1導電膜上に積層された圧電体膜と、

前記圧電体膜上に積層された第2導電膜と、

前記本体の厚み方向からの平面視において前記可撓膜上に固着された部分と、前記平面視において前記第1導電膜及び前記第2導電膜のうち前記圧電体膜と重ならない領域上に固着された部分と、を有する補強体と、を備え、

前記平面視において前記開口と重なる部分の前記可撓膜、前記第1導電膜、前記圧電体膜及び前記第2導電膜により超音波トランスデューサー素子が構成され、

前記仕切り壁は、前記平面視において前記圧電体膜と重ならない位置に設けられ、

前記補強体は、

前記平面視において相互に交差する第1方向および第2方向に沿う交差部を有し、

前記平面視において前記仕切り壁と重なる位置に設けられ、

前記仕切り壁よりもヤング率が高い、超音波デバイス。

【請求項2】

10

20

請求項 1 に記載の超音波デバイスにおいて、

前記補強体は、前記仕切り壁と協働で、前記仕切り壁単体の断面二次モーメントよりも大きい断面二次モーメントを有する複合体を形成する、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、

前記第 1 方向および前記第 2 方向の交差角は 90 度である、超音波デバイス。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の超音波デバイスにおいて、

前記補強体は、1 つの信号線に共通に接続される前記超音波トランスデューサー素子群ごとに前記第 2 方向において分離されて配置されている複数の前記交差部を有する、超音波デバイス。

10

【請求項 5】

請求項 4 に記載の超音波デバイスにおいて、

前記補強体は、

前記平面視において前記複数の前記交差部の間の領域に位置する第 1 直線部と、

前記第 2 方向に沿って延設されている補助補強体部と、を有する、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、

前記補強体は、1 つの信号線に共通に接続される前記超音波トランスデューサー素子群ごとに前記第 1 方向において分離されて配置されている複数の前記交差部を有する、超音波デバイス。

20

【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、を備える電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波デバイス、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。

30

【背景技術】

【0002】

超音波デバイスは一般に知られる。例えば、特許文献 1 に記載の超音波デバイスでは基体は複数の開口を有する。開口はアレイ状に配置される。開口ごとに超音波トランスデューサー素子が配置される。個々に超音波トランスデューサー素子は振動膜を有する。振動膜上に圧電体および電極が形成される。振動膜の超音波振動に応じて超音波は発信される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

40

【特許文献 1】特開 2005 - 51688 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 235795 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

振動膜の超音波振動時に超音波のクロストークが引き起こされる。振動膜の超音波振動は基体を伝って隣接する振動膜に伝播する。こうしたクロストークの防止にあたって、例えば特許文献 2 では圧電体が分断される。しかしながら、特許文献 1 に記載の超音波デバイスで振動膜相互の間が分断されると、振動膜の支持強度は著しく弱ってしまう。支持強度を確保しようとするれば、超音波トランスデューサー素子の高密度化は難しい。

50

## 【0005】

本発明の少なくとも1つの態様によれば、超音波トランスデューサー素子の高密度化を実現しつつ基体の強度を大きくすることで良好にクロストークを防止することができる超音波デバイス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、アレイ状に配置された複数の開口を有する基体と、前記開口ごとに配置されて、個々に振動膜を有する複数の超音波トランスデューサー素子と、前記基体の厚み方向からの平面視において、隣り合う前記振動膜の間の領域で前記基体に対して固着されて、前記基体よりも大きいヤング率を有する補強体とを備える超音波デバイス

10

## 【0007】

超音波の送信にあたって超音波トランスデューサー素子の振動膜は超音波振動する。超音波振動に応じて超音波信号が発信される。このとき、個々の開口ごとに基体は開口を囲む枠体を形成する。枠体に補強体が重ねられて複合体を形成する。複合体の曲げ剛性は枠体単体の曲げ剛性を上回る。枠体の剛性は高められる。振動膜の超音波振動時に枠体のぶれは抑制される。こうして1つの振動膜の超音波振動時に超音波のクロストークは防止される。その結果、超音波トランスデューサー素子は高密度に配置されることができる。その一方で、枠体の剛性が低いと、振動膜の超音波振動時に枠体が歪んでしまい、1つの振動膜から隣接する振動膜に向かって超音波のクロストークが引き起こされてしまう。

20

## 【0008】

(2) 前記補強体は、前記基体と協働で、前記基体単体の断面二次モーメントよりも大きい断面二次モーメントを有する複合体を形成することができる。曲げ剛性はヤング率と断面二次モーメントとの積で特定される。複合体の断面二次モーメントが基体単体の断面二次モーメントよりも大きければ、曲げ剛性は高められる。補強体は効果的に曲げ剛性を補強することができる。

## 【0009】

(3) 前記補強体は、前記平面視において相互に交差する第1方向および第2方向に沿う交差部を有することができる。補強体同士が交差することで補強体の剛性は高められる。基体の曲げ剛性はさらに高められる。

30

## 【0010】

(4) 前記第1方向および前記第2方向の交差角は90度であることができる。基体の曲げ剛性は確実に高められる。

## 【0011】

(5) 前記補強体は、前記平面視において前記第1方向に前記超音波トランスデューサー素子のアレイ領域を横切る形状の第1直線部を有することができる。こうしてアレイの領域全体で基体の剛性は高められる。

## 【0012】

(6) 前記補強体は、1つの信号線に共通に接続される前記超音波トランスデューサー素子群ごとに前記第2方向において分離されて配置されている複数の前記交差部を有することができる。1つの信号線に共通に接続される超音波トランスデューサー素子群に属する振動膜は駆動信号の供給に応じて同時に振動する。同時に振動する超音波トランスデューサー素子群は1セグメントを形成する。セグメントごとに補強体は途切れることから、補強体を伝ってセグメント相互の間で超音波振動の伝達は防止される。超音波のクロストークは低減される。

40

## 【0013】

(7) 超音波デバイスは、前記平面視において前記複数の前記交差部の間の領域に位置する前記第1直線部と、前記第2方向に沿って延設されている補助補強体部とを有する補強体を備えることができる。補強体が分断されても、分断された領域は補助補強体部で補強される。補強体の分断に拘わらず補助補強体部の働きで剛性は確保される。

50

## 【0014】

(8) 前記補強体は、前記平面視において前記第2方向に前記超音波トランスデューサー素子のアレイ領域を横切る形状の第2直線部を有することができる。こうしてアレイ領域全体で基体の剛性は高められる。

## 【0015】

(9) 前記補強体は、1つの信号線に共通に接続される前記超音波トランスデューサー素子群ごとに前記第1方向において分離されて配置されている複数の前記交差部を有することができる。1つの信号線に共通に接続される超音波トランスデューサー素子群に属する振動膜は駆動信号の供給に応じて同時に振動する。同時に振動する超音波トランスデューサー素子群は1セグメントを形成する。セグメントごとに補強体は途切れることから、補強体を伝ってセグメント相互の間で超音波振動の伝達は防止される。超音波のクロストークは低減される。セグメントはアレイ状に配置される。

10

## 【0016】

(10) 前記補強体は絶縁材料から形成され、前記超音波デバイスは、複数の前記超音波トランスデューサー素子に共通に第1方向に延びる第1導電膜と、前記超音波トランスデューサー素子ごとに前記第1導電膜上に形成される圧電体膜と、複数の前記超音波トランスデューサー素子に共通に第2方向に延びる第2導電膜と、前記補強体から連続しつつ、前記圧電体膜上で前記第2導電膜から前記第1導電膜を隔てる絶縁膜とを備えることができる。第1導電膜および第2導電膜は圧電体膜上で相互に離隔される。圧電体膜の表面には第1導電膜と第2導電膜との間に圧電体膜に接する空間が形成される。空間は絶縁膜で占められる。絶縁膜は空間への水分の進入を防止する。その結果、超音波デバイスが水分に曝されても、第1導電膜と第2導電膜との間で電氣的短絡は回避されること

20

## 【0017】

(11) 前記第1導電膜は、隣り合う前記第2導電膜相互の間で前記第2導電膜の膜厚よりも大きい膜厚を有することができる。第1導電膜には十分な膜厚が確保されることから、配線抵抗の増加は回避されること

## 【0018】

(12) 超音波デバイスはプローブに組み込まれて利用されることができる。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。

30

## 【0019】

(13) 超音波デバイスは電子機器に組み込まれて利用されることができる。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。

## 【0020】

(14) 超音波デバイス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。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ること

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【0021】

【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トランスデューサー素子ユニット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】図3のB-B線に沿った一部拡大断面図である。

【図6】図3の部分拡大図に相当し、第2実施形態に係る超音波トランスデューサー素子ユニットの拡大一部平面図である。

50

【図7】図3の部分拡大図に相当し、第2実施形態の変形例に係る超音波トランスデューサー素子ユニットの拡大一部平面図である。

【図8】図4の部分拡大図に相当し、第3実施形態に係る超音波トランスデューサー素子ユニットの拡大一部断面図である。

【図9】超音波トランスデューサー素子ユニットの製造方法であって、圧電体膜の形成工程を概略的に示す図である。

【図10】超音波トランスデューサー素子ユニットの製造方法であって、素材膜の形成工程を概略的に示す図である。

【図11】超音波トランスデューサー素子ユニットの製造方法であって、第2導電膜の形成工程を概略的に示す図である。

【図12】超音波トランスデューサー素子ユニットの製造方法であって、補強体の形成工程を概略的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

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。

【0023】

(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。

【0024】

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内には超音波トランスデューサー素子ユニット(以下「素子ユニット」という)17が収容される。素子ユニット(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。素子ユニット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、素子ユニット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。

【0025】

図3は第1実施形態に係る素子ユニット17の平面図を概略的に示す。素子ユニット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。

【0026】

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。輪郭の内側は振動膜24の領域内に相当する。輪郭の外側は振動膜24の領域外に相当する。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。素子ユニット17は1枚の超音波トランスデューサー素子チップと

10

20

30

40

50

して構成される。

【0027】

基体21の表面には複数本の第1導電膜29が形成される。第1導電膜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導電膜29が割り当てられる。1本の第1導電膜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導電膜29は個々の素子23ごとに下電極27を形成する。このように第1導電膜29は振動膜24の領域内および領域外に配置される。第1導電膜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導電膜29にはその他の導電材が利用されてもよい。

【0028】

基体21の表面には複数本の第2導電膜31が形成される。第2導電膜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導電膜31が割り当てられる。1本の第2導電膜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導電膜31は個々の素子23ごとに上電極26を形成する。第2導電膜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導電膜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。このように第2導電膜31は振動膜24の内側領域および外側領域に配置される。第2導電膜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導電膜31にはその他の導電材が利用されてもよい。

【0029】

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。

【0030】

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導電膜31の両端にそれぞれ下電極端子35、37は接続される。第2導電膜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。

【0031】

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

10

20

30

40

50

わせられ個別に接合される。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 1 が覆い被さる。第 2 配線板 4 1 は第 2 端子アレイ 3 3 b に覆い被さる。第 2 配線板 4 1 の一端には上電極端子 3 6 および下電極端子 3 7 に個別に対応して導電線すなわち第 2 信号線 4 2 が形成される。第 2 信号線 4 2 は上電極端子 3 6 および下電極端子 3 7 に個別に向き合わせられ個別に接合される。

#### 【0032】

基体 2 1 の表面には格子状の補強体 4 3 が固定される。補強体 4 3 は基体 2 1 の表面に重ねられる。補強体 4 3 は、素子アレイ 2 2 の列方向（第 1 方向）に延びる複数の第 1 長尺片（第 1 直線部）4 4 と、素子アレイ 2 2 の行方向（第 2 方向）に延びる複数の第 2 長尺片（第 2 直線部）4 5 とを備える。個々の第 1 長尺片 4 4 は列方向に完全に素子アレイ 2 2 の領域を横切る形状を有する。個々の第 2 長尺片は行方向に完全に素子アレイ 2 2 の領域を横切る形状を有する。第 1 長尺片 4 4 と第 2 長尺片 4 5 とは 90 度の交差角で相互に交差して交差部を形成する。第 1 長尺片 4 4 は相互に平行に配列される。第 2 長尺片 4 5 は相互に平行に配列される。第 1 長尺片 4 4 および第 2 長尺片 4 5 は基体 2 1 の表面に平行な方向に素子 2 3 からずれた位置に配置される。隣接する第 1 長尺片 4 4 の間に 1 列の素子 2 3 が配置される。隣接する第 2 長尺片 4 5 の間に 1 行の素子 2 3 が配置される。補強体 4 3 は例えばアルミナ（ $Al_2O_3$ ）や酸化ジルコニウム（ $ZrO_2$ ）といった絶縁材から形成される。アルミナや酸化ジルコニウムはシリコンや酸化シリコンよりも大きいヤング率を有する。補強体 4 3 は例えばフォトリソグラフィ技術で形成されればよい。

#### 【0033】

図 4 に示されるように、基体 2 1 は本体 4 6 および可撓膜 4 7 を備える。本体 4 6 の表面に可撓膜 4 7 が一面に形成される。本体 4 6 は例えばシリコン（Si）から形成される。本体 4 6 には個々の素子 2 3 ごとに開口 4 8 が形成される。開口 4 8 は本体 4 6 に対してアレイ状に配置される。開口 4 8 が配置される領域の輪郭は素子アレイ 2 2 の輪郭に相当する。隣接する 2 つの開口 4 8 の間には仕切り壁 4 9 が区画される。隣接する開口 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 4 8 の間隔に相当する。仕切り壁 4 9 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。

#### 【0034】

可撓膜 4 7 は、本体 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。可撓膜 4 7 は開口 4 8 に接する。こうして開口 4 8 の輪郭に対応して可撓膜 4 7 の一部が振動膜 2 4 を形成する。振動膜 2 4 は、可撓膜 4 7 のうち、開口 4 8 に臨むことから本体 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。

#### 【0035】

仕切り壁 4 9 上で可撓膜 4 7 の表面に補強体 4 3（第 2 長尺片 4 5）は重ねられる。梁として機能する仕切り壁 4 9 に第 2 長尺片 4 5 が重ねられて複合体を形成する。重ね合わせに応じて複合体は基体 2 1 単体の断面二次モーメントよりも大きい断面二次モーメントを有することができる。ここでは、複合体では基体 2 1 の表面に直交する方向に曲げ剛性が高められる。

#### 【0036】

振動膜 2 4 の表面に第 1 導電膜 2 9、圧電体膜 2 8 および第 2 導電膜 3 1 が順番に積層される。圧電体膜 2 8 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 2 8 にはその他の圧電材料が用いられてもよい。圧電体膜 2 8 は下電極 2 7 の少なくとも一部および振動膜 2 4 の一部を覆う。上電極 2 6 は圧電体膜 2 8 の少なくとも一部を覆う。ここでは、第 2 導電膜 3 1 の下で圧電体膜 2 8 は完全に第 1 導電膜 2 9 の表面を覆う。圧電体膜 2 8 の働きで第 1 導電膜 2 9 と第 2 導電膜 3 1 との間で短絡は回避されることができる。

## 【0037】

基体21の表面には音響整合層54が積層される。音響整合層54は例えば全面にわたって基体21の表面に覆い被さる。その結果、素子アレイ22や第1および第2端子アレイ33a、33b、第1および第2配線板38、41は音響整合層54で覆われる。音響整合層54は素子23の表面に密着する。音響整合層54には例えばシリコン樹脂膜が用いられることができる。音響整合層54は、素子アレイ22の構造や、第1端子アレイ33aおよび第1配線板38の接合、第2端子アレイ33bおよび第2配線板41の接合を保護する。

## 【0038】

音響整合層54上には音響レンズ55が積層される。音響レンズ55は音響整合層54の表面に密着する。音響レンズ55の外表面は部分円筒面で形成される。部分円筒面は第2導電膜31に平行な母線を有する。部分円筒面の曲率は、1筋の第1導電膜29に接続される1行の素子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55は例えばシリコン樹脂から形成される。

10

## 【0039】

基体21の裏面には補強板56が固定される。補強板56の表面に基体21の裏面が重ねられる。補強板56は素子ユニット17の裏面で開口48を閉じる。補強板56はリジッドな基材を備えることができる。補強板56は例えばシリコン基板から形成されることができる。基体21の板厚は例えば100μm程度に設定され、補強板56の板厚は例えば100~150μm程度に設定される。ここでは、仕切り壁49は補強板56に結合される。補強板56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。

20

## 【0040】

図5に示されるように、圧電体膜28は第1導電膜29に覆い被さる。圧電体膜28は第1導電膜29の縁から外側に広がる範囲で振動膜24の表面に接触する。圧電体膜28は第1導電膜29と第2導電膜31とを相互に完全に分離する。第1導電膜29と第2導電膜31との短絡は回避される。

## 【0041】

仕切り壁49上で可撓膜47の表面に補強体43(第1長尺片44)は重ねられる。梁として機能する仕切り壁49に第1長尺片44が重ねられて複合体を形成する。重ね合わせに応じて複合体は基体21単体の断面二次モーメントよりも大きい断面二次モーメントを有することができる。ここでは、複合体では基体21の表面に直交する方向に曲げ剛性が高められる。

30

## 【0042】

## (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。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。

40

## 【0043】

超音波の反射波は振動膜24を振動させる。振動膜24の超音波振動は所望の周波数で圧電体膜28を超音波振動させる。圧電素子25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26と下電極27との間で電位が生成される。電位は下電極端子35、37および上電極端子34、36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

50

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】

素子ユニット 17 では個々の開口 48 ごとに仕切り壁 49 は開口 48 を囲む枠体を形成する。枠体に第 1 長尺片 44 や第 2 長尺片 45 が重ねられて複合体を形成する。複合体の曲げ剛性は枠体単体の曲げ剛性を上回る。枠体の剛性は高められる。振動膜 24 の超音波振動時に枠体のぶれは抑制される。こうして 1 つの振動膜 24 の超音波振動時に超音波のクロストークは防止される。枠体の剛性が低いと、振動膜 24 の超音波振動時に枠体が歪んでしまい、1 つの振動膜 24 から隣接する振動膜 24 に向かって超音波のクロストークが引き起こされてしまう。

【0046】

曲げ剛性はヤング率と断面二次モーメントとの積で特定される。前述のように、仕切り壁 49 および補強体 43 で形成される複合体の断面二次モーメントが仕切り壁 49 単体の断面二次モーメントよりも大きければ、曲げ剛性は高められる。補強体 43 は効果的に曲げ剛性を補強することができる。

【0047】

特に、第 1 長尺片 44 および第 2 長尺片 45 は相互に交差する列方向および行方向に延びて相互に交差する。T 字形や十字形に第 1 長尺片 44 および第 2 長尺片 45 が交差することで補強体 43 については複合体の剛性は高められる。こうして基体 21 の曲げ剛性はさらに高められる。さらに、第 1 長尺片 44 および第 2 長尺片 45 の交差角は 90 度に設定されることから、基体 21 の曲げ剛性は均等な方向に確実に高められる。

【0048】

(3) 第 2 実施形態に係る素子ユニット

図 6 は第 2 実施形態に係る素子ユニット 17 a の構成を概略的に示す。この素子ユニット 17 a では 1 セグメント 61 a、61 b ... は複数列の素子 23 群から形成される。図示では 3 筋の第 1 導電膜 29 に共通に接続される素子 23 群で 1 セグメント 61 a、61 b が形成される。1 セグメント 61 a、61 b に属する振動膜 24 は駆動信号の供給に応じて同時に振動する。

【0049】

補強体 62 は、セグメント 61 a、61 b 相互の間で素子アレイ 22 の列方向（第 1 方向）に延びる複数の第 1 長尺片（第 1 直線部）63 と、個々のセグメント 61 a、61 b 内で素子アレイ 22 の行方向（第 2 方向）に延びて列方向に隣接する素子 23 相互の間に配置される複数の第 2 長尺片（第 2 直線部）64 と、個々のセグメント 61 a、61 b 内で素子アレイ 22 の列方向に延びて行方向に隣接する素子 23 相互の間に配置される複数の第 3 長尺片（第 1 直線部）65 とを備える。第 1 長尺片 63 および第 3 長尺片 65 は相互に平行に配置される。第 1 長尺片 63 および第 3 長尺片 65 は一方から他方まで行方向に素子アレイ 22 の領域を横切る形状を有する。補強体 62 は、1 つの信号線に共通に接続される素子 23 群ごとに行方向において分離されて配置されている複数の交差部を有する。第 2 長尺片 64 はセグメント 61 a、61 b ごとに途切れる。セグメント 61 a、61 b の境界線で第 2 長尺片 64 相互の間に空間 66 が形成される。こうして第 2 長尺片 64 は、第 3 長尺片 65 に交差するものの、行方向に第 1 長尺片 63 から空間で隔てられる。こうして補強体 43 は 1 つの信号線に共通に接続される素子 23 群ごとに行方向に分断される。セグメント 61 a、61 b ごとに補強体 43 は途切れることから、補強体 43 を伝ってセグメント 61 a、61 b 相互の間で超音波振動の伝達は防止される。超音波のクロストークは低減される。

【0050】

ここでは、第 1 長尺片 63 は、第 2 長尺片 64 相互の間に形成される空間 66 を突き抜ける。第 2 長尺片 64 の分断で形成される空間 66 に並列に行方向に補助補強体 67 が延びる。補助補強体 67 は補強体 62 と同様に可撓膜 47 の表面に重ねられる。第 1 長尺片 63 は補助補強体 67 に T 字形に交差する。こうして補助補強体 67 は第 1 長尺片 63 に接続される。その結果、第 2 長尺片 64 が分断されても、分断された領域は補助補強体 6

10

20

30

40

50

7で補強される。補強体62の分断に拘わらず補助補強体67の働きで剛性は確保されることが出来る。その他、この第2実施形態に係る素子ユニット17aでは、以上の説明で言及される構成以外の構成は前述の第1実施形態に係る素子ユニット17のそれと同様である。

#### 【0051】

その他、素子ユニット17aでは、例えば図7に示されるように、個々のセグメント61a、61bがさらに小セグメントに細分化されてもよい。ここでは、1つのセグメント61a、61bはそれぞれ3つの小セグメントF、G、Hに分割される。分割にあたって2筋の第2導電膜31ごとに共通にグラウンド線が確立される。こうして2列3行の素子23群ごとに小セグメントF、G、Hが形成される。補強体62は、第1方向において分離されて配置されている複数の交差部を有する。個々の小セグメントF、G、Hに属する振動膜24は駆動信号の供給に応じて同時に振動する。補強体62の第3長尺片65は2行の素子23群ごとに分断される。こうして小セグメントF、G、Hはアレイ状に配置されることが出来る。

10

#### 【0052】

##### (4) 第3実施形態に係る素子ユニット

図8は第3実施形態に係る素子ユニット17bの構成を概略的に示す。この素子ユニット17bでは第2導電膜31の膜厚 $t_s$ は隣接する圧電体膜28の間で増大する。圧電体膜28の間では第2導電膜31の膜厚 $t_s$ は第1導電膜29の膜厚 $t_f$ よりも大きい。そして、圧電体膜28相互の間の第2導電膜31から圧電体膜28上に保護導電膜68が連続する。保護導電膜68は圧電体膜28の側面に被さる。こうして保護導電膜68は例えば湿気から圧電体膜28の側面を保護する。

20

#### 【0053】

圧電体膜28上で第1導電膜29と保護導電膜68との間には圧電体膜28に接する空間71が形成される。空間71は第1導電膜29から保護導電膜68を絶縁する。空間71は絶縁膜72で占められる。したがって、保護導電膜68は絶縁膜72で第1導電膜29から隔てられる。絶縁膜72は補強体43(62)から連続する。すなわち、絶縁膜72は補強体43(62)に一体に形成される。

#### 【0054】

ここでは、補強体43上に分離壁73が形成される。分離壁73は、音響整合層54の音響インピーダンスよりも大きい音響インピーダンスを有する物体であって、音響整合層54のヤング率よりも大きいヤング率を有する固体から構成される。分離壁73は例えば焼き固められたフォトレジスト膜で形成されることが出来る。

30

#### 【0055】

音響レンズ55は1平面内で広がる接合面74を有する。音響レンズ55は接合面74で途切れなく音響整合層54および分離壁73の頂上面75に密着する。分離壁73の頂上面75には音響レンズ55との接合面から凹む窪み76が形成される。窪み76内の空間は接着剤層77で占められる。分離壁73の頂上面75は接着剤層77で音響レンズ55に結合される。接着剤層77は音響整合層54と同じ材質で形成される。

#### 【0056】

超音波の送信にあたって振動膜24は超音波振動する。超音波振動は音響整合層54内を伝達されて音響整合層54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55に伝達される。このとき、隣接する素子23の間には分離壁73が形成される。音響インピーダンスの差に応じて隣接する素子23の間で音響整合層54には界面が形成される。界面は超音波振動の伝達を防止する。その結果、超音波振動する1つの振動膜24から隣接する素子23の振動膜24に向かって超音波振動の伝達は防止される。1つの振動膜24の超音波振動時に超音波のクロストークは防止される。

40

#### 【0057】

分離壁73は、音響整合層54のヤング率よりも大きいヤング率を有する固体で構成される。その結果、音響整合層54の剛性は分離壁73で補強される。厚み方向に音響整合

50

層 5 4 の潰れは防止される。振動膜 2 4 と音響整合層 5 4 の界面との距離は一定に維持される。超音波は効率的に界面から出射されることができる。このとき、音響レンズ 5 5 は接合面 7 4 で音響整合層 5 4 の表面および分離壁 7 3 の頂上面 7 5 に密着する。したがって、音響レンズ 5 5 は分離壁 7 3 で支持される。厚み方向に音響整合層 5 4 の潰れは確実に防止されることができる。

**【 0 0 5 8 】**

音響整合層 5 4 の表面は接着剤の機能を果たす。その結果、音響レンズ 5 5 は音響整合層 5 4 に密着する。密着は維持される。音響整合層 5 4 の表面は分離壁 7 3 で途切れるものの、接着剤層 7 7 の働きで音響レンズ 5 5 は分離壁 7 3 の頂上面 7 5 に密着する。密着は維持される。分離壁 7 3 が形成されても、音響レンズ 5 5 の密着領域の減少は最小限に抑制される。しかも、音響レンズ 5 5 が分離壁 7 3 に接合されると、音響レンズ 5 5 および分離壁 7 3 は構造体を形成することができる。構造体はさらに確実に音響整合層 5 4 の変形を防止することができる。

10

**【 0 0 5 9 】**

分離壁 7 3 の頂上面 7 5 には窪み 7 6 が形成される。窪み 7 6 は接着剤層 7 7 で占められる。音響レンズ 5 5 は接着剤層 7 7 で分離壁 7 3 の頂上面 7 5 に結合される。このとき、音響レンズ 5 5 は分離壁 7 3 の頂上面 7 5 で受け止められる。したがって、音響整合層 5 4 の厚みは分離壁 7 3 の頂上面 7 5 の位置で決定される。分離壁 7 3 の寸法精度に応じて音響整合層 5 4 の厚みは精度よく設定されることができる。しかも、音響レンズ 5 5 の密着領域の減少は最小限に抑制される。

20

**【 0 0 6 0 】**

素子ユニット 1 7 b では接着剤層 7 7 は音響整合層 5 4 と同じ材質で形成される。したがって、後述されるように、接着剤層 7 7 は音響整合層 5 4 と同一の製造工程で形成されることができる。製造工程の複雑化は回避される。製造コストの増加は回避される。

**【 0 0 6 1 】**

次に素子ユニット 1 7 b の製造方法を簡単に説明する。基板 8 1 が用意される。基板 8 1 は例えばシリコンから形成される。基板 8 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。こうして基板 8 1 から本体 4 6 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。酸化ジルコニウム層 5 2 の表面には第 1 導電膜 2 9 が形成される。形成にあたってフォトリソグラフィ技術が用いられればよい。続いて酸化ジルコニウム層 5 2 上で圧電体膜 2 8 が形成される。図 9 に示されるように、形成にあたって同様にフォトリソグラフィ技術が用いられる。圧電体膜 2 8 の素材膜はレジスト膜のパターンに従ってエッチング処理される。このとき、レジスト膜 8 3 から外れた位置で第 1 導電膜 2 9 は表面から削られる。第 1 導電膜 2 9 の膜厚は減少する。こうして第 1 導電膜 2 9 の膜厚は下電極 2 7 の膜厚よりも小さくなる。エッチング処理が終了すると、レジスト膜 8 3 は除去される。

30

**【 0 0 6 2 】**

続いて酸化ジルコニウム層 5 2 上では第 2 導電膜 3 1 が形成される。第 2 導電膜 3 1 の形成にあたって、図 1 0 に示されるように、酸化ジルコニウム層 5 2 の表面に一面に素材膜 8 4 が形成される。素材膜 8 4 は均一な膜厚を有する。素材膜 8 4 は導電材料から形成される。こうして素材膜 8 4 は少なくとも第 1 導電膜 2 9 および圧電体膜 2 8 の露出面に被さる。第 1 導電膜 2 9 の膜厚は増大する。素材膜 8 4 上には所定のパターンに従ってレジスト膜 8 5 が形成される。レジスト膜 8 5 の形成にあたって例えばフォトリソグラフィ技術が用いられればよい。レジスト膜 8 5 は第 2 導電膜 3 1 の形状を象る。

40

**【 0 0 6 3 】**

図 1 1 に示されるように、素材膜 8 4 には所定のパターンに従ってエッチング処理が施される。レジスト膜 8 5 から外れた位置で素材膜 8 4 は除去されていく。こうして第 2 導電膜 3 1 は素材膜 8 4 から形成される。圧電体膜 2 8 上で上電極 2 6 の輪郭は仕切られる。圧電体膜 2 8 上では上電極 2 6 から隔てられて保護導電膜 6 8 が形成される。素材膜 8 4 には空間 7 1 が形成される。空間 7 1 で保護導電膜 6 8 は上電極 2 6 から分離される。

50

エッチング処理が終了すると、レジスト膜 8 5 は除去される。

【 0 0 6 4 】

続いて酸化ジルコニウム層 5 2 上では補強体 4 3 が形成される。補強体 4 3 の形成にあたって、図 1 2 に示されるように、酸化ジルコニウム層 5 2 の表面に一面に素材膜 8 6 が形成される。素材膜 8 6 は均一な膜厚を有する。素材膜 8 6 は絶縁材料から形成される。素材膜 8 6 は基板 8 1 のヤング率よりも大きいヤング率を有する。素材膜 8 6 は空間 7 1 に充填される。素材膜 8 6 上には所定のパターンに従ってレジスト膜 8 7 が形成される。レジスト膜 8 7 の形成にあたって例えばフォトリソグラフィ技術が用いられればよい。レジスト膜 8 7 は補強体 4 3 の形状を象る。

【 0 0 6 5 】

素材膜 8 6 には所定のパターンに従ってエッチング処理が施される。レジスト膜 8 7 から外れた位置で素材膜 8 6 は除去されていく。こうして補強体 4 3 ( 6 2 ) は素材膜 8 6 から形成される。エッチング処理が終了すると、レジスト膜 8 7 は除去される。その後、基板 8 1 の表面には音響整合層 5 4 が形成される。基板 8 1 の裏面に開口 4 8 が形成される。振動膜 2 4 は確立される。補強板 5 6 が貼り付けられる。こうして素子ユニット 1 7 b は製造される。

【 0 0 6 6 】

本実施形態に係る製造方法によれば、圧電体膜 2 8 の形成にあたってエッチング処理が施される。このとき、圧電体膜 2 8 の周囲では第 1 導電膜 2 9 がエッチング処理に曝される。その結果、第 1 導電膜 2 9 の膜厚は下電極 2 7 に比べて減少する。その後、第 1 導電膜 2 9 には素材膜 8 4 が積層される。こうして第 1 導電膜 2 9 の膜厚は増加する。下電極 2 7 に接続される配線膜には十分な膜厚が確保されることができ、配線抵抗の増加は回避されることができ、したがって、超音波の検出感度は十分に確保されることができ

【 0 0 6 7 】

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、素子ユニット 1 7、1 7 a、1 7 b、素子 2 3、圧電素子 2 5 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 】

【 0 0 6 8 】

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 処理装置 ( 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 7 超音波デバイス ( 超音波トランスデューサー素子ユニット )、1 7 a 超音波デバイス ( 超音波トランスデューサー素子ユニット )、1 7 b 超音波デバイス ( 超音波トランスデューサー素子ユニット )、2 1 基体、2 2 アレイ ( 素子アレイ )、2 3 超音波トランスデューサー素子、2 4 振動膜、2 8 圧電体膜、2 9 信号線 ( 第 1 導電膜 )、3 1 第 2 導電膜、4 3 補強体、4 4 第 1 直線部 ( 第 1 長尺片 )、4 5 第 2 直線部 ( 第 2 長尺片 )、6 3 第 1 直線部 ( 第 1 長尺片 )、6 4 第 2 直線部 ( 第 2 長尺片 )、6 5 第 1 直線部 ( 第 3 長尺片 )、6 7 補助補強体部、7 2 絶縁膜。

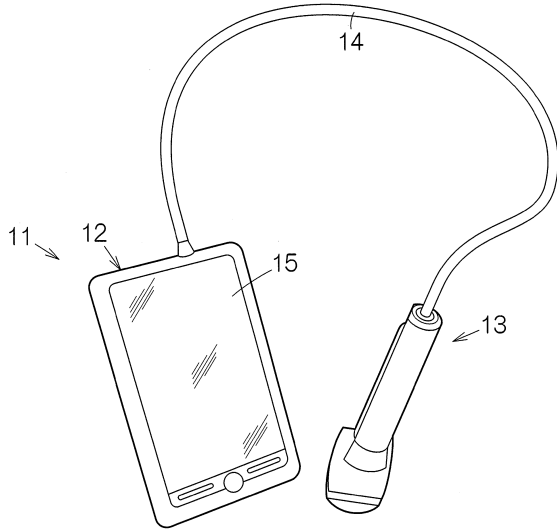
10

20

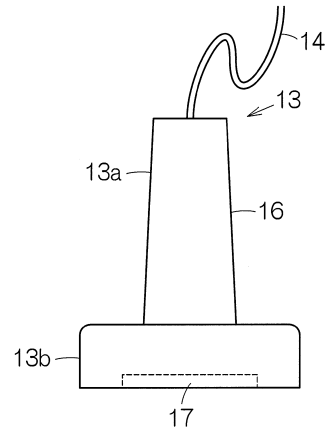
30

40

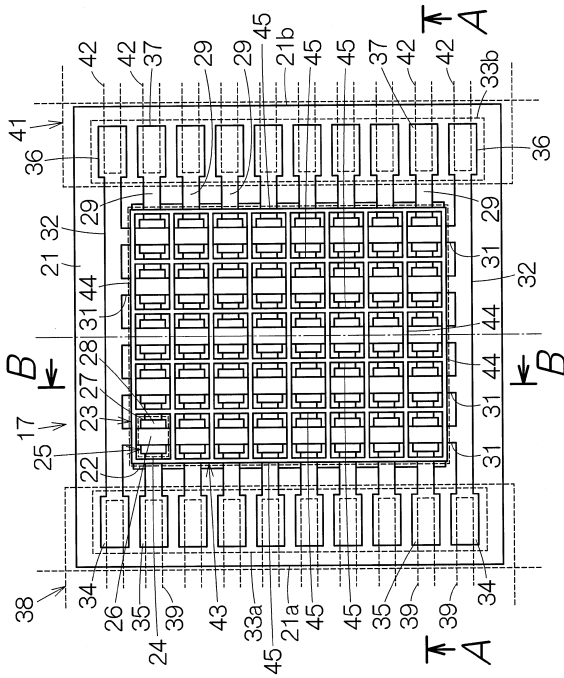
【図1】



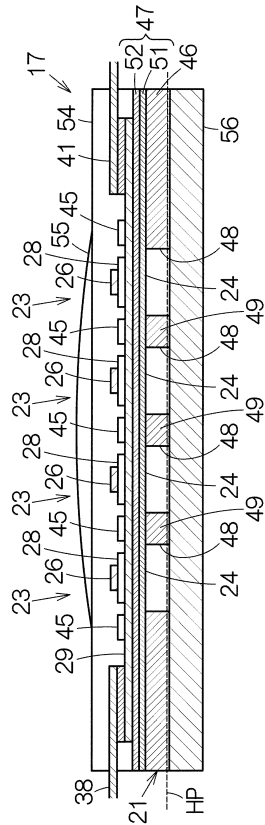
【図2】



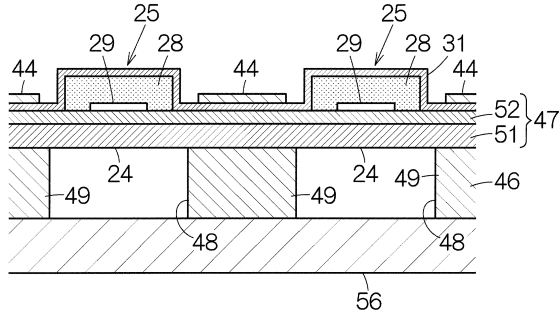
【図3】



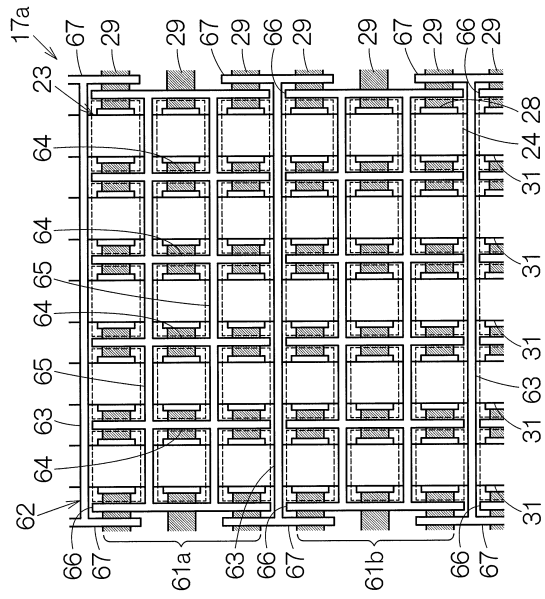
【図4】



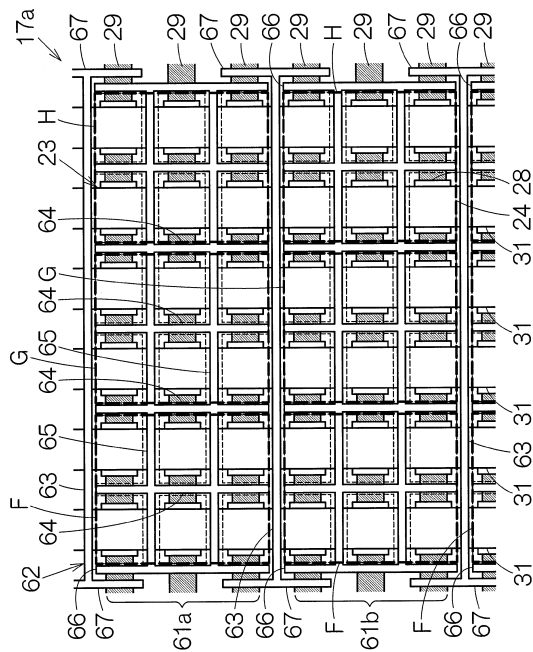
【図5】



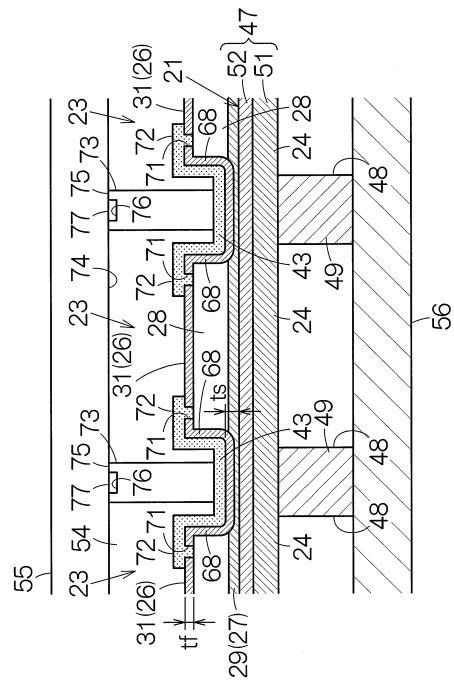
【図6】



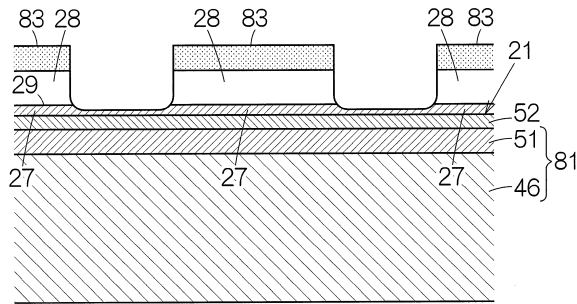
【図7】



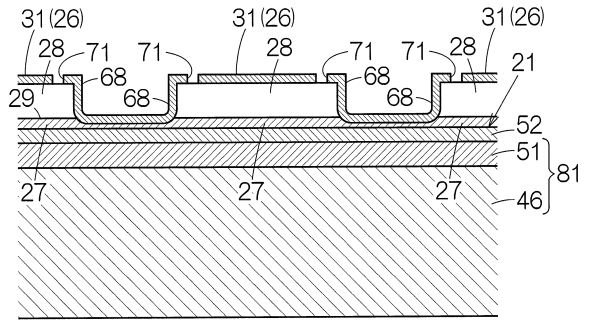
【図8】



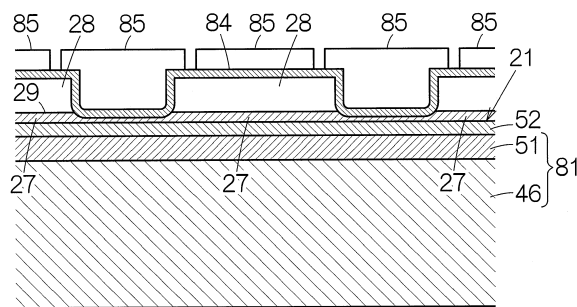
【図9】



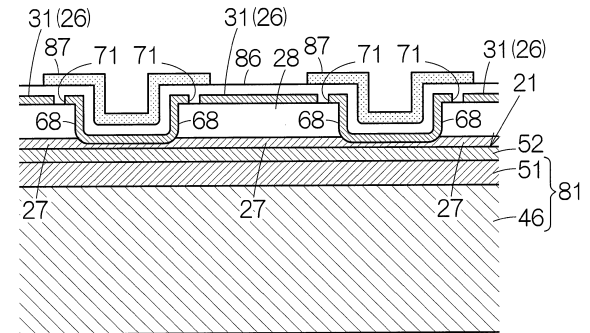
【図11】



【図10】



【図12】



---

フロントページの続き

(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

審査官 関根 裕

(56)参考文献 特開2013-175879(JP,A)  
特開2011-082624(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A61B 8/00 - 8/15  
H04R 17/00

专利名称(译)	超声波装置和电子设备		
公开(公告)号	<a href="#">JP6442821B2</a>	公开(公告)日	2018-12-26
申请号	JP2013203476	申请日	2013-09-30
[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	清瀬 撰内 鈴木 博則 松田 洋史		
发明人	清瀬 撰内 鈴木 博則 松田 洋史		
IPC分类号	A61B8/00 H04R17/00 G01N29/24		
CPC分类号	A61B8/14 A61B8/4427 A61B8/4488 B06B1/0629 H01L27/20 H01L41/081 H01L41/332		
FI分类号	A61B8/00 H04R17/00.332.B G01N29/24 G01N29/24.502 H01L41/047		
F-TERM分类号	2G047/CA01 2G047/EA07 2G047/GA02 2G047/GB02 2G047/GB11 2G047/GB21 2G047/GB28 2G047/GB32 2G047/GB33 2G047/GB35 4C601/EE04 4C601/GA03 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GB26 4C601/GB41 4C601/GB42 4C601/GB44 5D019/BB19 5D019/FF04 5D019/GG11		
代理人(译)	渡边 和明 仲井 智至		
审查员(译)	关根 博		
其他公开文献	JP2015066202A5 JP2015066202A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)	(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 特許公報 (B2)	(11) 特許番号 特許第6442821号 (P6442821)
	(45) 発行日 平成30年12月26日 (2018.12.26)	(24) 登録日 平成30年12月7日 (2018.12.7)	
要解决的问题：通过增加基板的强度同时实现高密度的超声换能器元件，令人满意地防止串扰。解决方案：超声波装置17包括：基体21，具有以阵列布置的多个开口48；多个超声换能器元件23，布置用于每个开口48并且单独地具有振动膜24，并且，增强体45在从基体21的厚度方向俯视时在相邻的振动膜24之间的区域中固定到基体21，并且杨氏模量大于基体21的杨氏模量。对于每个单独的开口48，基体21形成围绕开口48的框架体49。加强体45固定到框架体49上以形成复合体。点域	(51) Int. Cl.	F I	
	A 6 1 B 8 / 0 0 (2006.01) H 0 4 R 1 7 / 0 0 (2006.01) G 0 1 N 2 9 / 2 4 (2006.01)	A 6 1 B 8 / 0 0 H 0 4 R 1 7 / 0 0 G 0 1 N 2 9 / 2 4	3 3 2 B
	(21) 出願番号 特願2013-203476 (P2013-203476)	(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	請求項の数 7 (全 16 頁)
	(22) 出願日 平成25年9月30日 (2013.9.30)	(74) 代理人 100116685 弁理士 渡辺 和昭	
	(65) 公開番号 特開2015-66202 (P2015-66202A)	(74) 代理人 100179475 弁理士 仲井 智至	
	(43) 公開日 平成27年4月13日 (2015.4.13)	(72) 発明者 清瀬 撰内 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	
	審査請求日 平成28年8月30日 (2016.8.30)	(72) 発明者 鈴木 博則 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	