

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6078994号
(P6078994)

(45) 発行日 平成29年2月15日(2017.2.15)

(24) 登録日 平成29年1月27日(2017.1.27)

(51) Int.Cl.

A61B 8/14 (2006.01)
H04R 17/00 (2006.01)

F 1

A61B 8/14
H04R 17/00 332Y

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2012-133670 (P2012-133670)
 (22) 出願日 平成24年6月13日 (2012.6.13)
 (65) 公開番号 特開2013-255692 (P2013-255692A)
 (43) 公開日 平成25年12月26日 (2013.12.26)
 審査請求日 平成27年6月11日 (2015.6.11)

(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 大西 康憲
 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 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】超音波トランスデューサー素子ユニットおよびプローブおよびプローブヘッド並びに電子機器および超音波診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の開口が設けられた基板と、
 前記基板の一つの主表面において、前記基板の厚み方向の平面視で前記複数の開口と重なる位置に設けられ、かつ前記一つの主表面から垂直方向に第1高さを有する複数の超音波トランスデューサー素子と、

前記基板の前記一つの主表面において、前記平面視で前記複数の開口と重ならない位置に配置され、前記垂直方向に第1高さよりも大きい第2高さを有する突出部と、
 を備え、

前記複数の開口は、前記超音波トランスデューサー素子から出射される超音波ビームが走査される走査方向に並ぶ開口の列が複数列配置されたものであり、前記突出部は、前記超音波トランスデューサー素子の間に配置されて、前記走査方向に沿って延びる壁部を備えることを特徴とする超音波トランスデューサー素子ユニット。

【請求項 2】

複数の開口が設けられた基板と、
 前記基板の一つの主表面において、前記基板の厚み方向の平面視で前記複数の開口と重なる位置に設けられ、かつ前記一つの主表面から垂直方向に第1高さを有する複数の超音波トランスデューサー素子と、

前記基板の前記一つの主表面において、前記平面視で前記複数の開口と重ならない位置に配置され、前記垂直方向に第1高さよりも大きい第2高さを有する格子状の突出部と、

10

20

を備え、

前記突出部は、前記超音波トランスデューサー素子から出射される超音波ビームが走査される走査方向において前記突出部を挟んで隣り合う2つの前記超音波トランスデューサー素子に臨む側の2つの側面の各々が、前記一つの主表面から遠ざかるにつれて前記平面視で前記超音波トランスデューサー素子から遠ざかる方向に傾く面であることを特徴とする超音波トランスデューサー素子ユニット。

【請求項3】

複数の開口が設けられた基板と、

前記基板の一つの主表面において、前記基板の厚み方向の平面視で前記複数の開口と重なる位置に設けられ、かつ前記一つの主表面から垂直方向に第1高さを有する複数の超音波トランスデューサー素子と、

前記基板の前記一つの主表面において、前記平面視で前記複数の開口と重ならない位置に配置され、前記垂直方向に第1高さよりも大きい第2高さを有する突出部と、
を備え、

前記突出部は、前記平面視で前記超音波トランスデューサー素子の間に格子点状に配置される複数の突起を備えることを特徴とする超音波トランスデューサー素子ユニット。

【請求項4】

請求項1乃至3のいずれか1項に記載の超音波トランスデューサー素子ユニットにおいて、前記超音波トランスデューサー素子を被覆し、前記一つの主表面の垂直方向において前記第2高さの位置に表面を有する保護膜を備えることを特徴とする超音波トランスデューサー素子ユニット。

【請求項5】

請求項1乃至3のいずれか1項に記載の超音波トランスデューサー素子ユニットにおいて、前記超音波トランスデューサー素子を被覆し、前記一つの主表面の垂直方向において前記第2高さよりも大きい第3高さの位置に表面を有する保護膜を備えることを特徴とする超音波トランスデューサー素子ユニット。

【請求項6】

請求項1乃至5のいずれか1項に記載の超音波トランスデューサー素子ユニットにおいて、前記超音波トランスデューサー素子は、送信時および受信時に選択されて駆動されることを特徴とする超音波トランスデューサー素子ユニット。

【請求項7】

請求項1乃至6のいずれか1項に記載の超音波トランスデューサー素子ユニットと、前記超音波トランスデューサー素子ユニット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8】

請求項7に記載のプローブと、前記プローブに接続されて、前記超音波トランスデューサー素子の出力を処理する処理回路とを備えることを特徴とする電子機器。

【請求項9】

請求項7に記載のプローブと、前記プローブに接続されて、前記超音波トランスデューサー素子の出力を処理し、画像を生成する処理回路と、前記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診断装置。

【請求項10】

請求項1乃至6のいずれか1項に記載の超音波トランスデューサー素子ユニットと、前記超音波トランスデューサー素子ユニットを支持する筐体とを備えることを特徴とするプローブヘッド。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波トランスデューサー素子ユニット、および、それを利用したプローブおよびプローブヘッド、並びに、そういうプローブを利用した電子機器および超音波診

10

20

30

40

50

断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば特許文献1に開示されるように、超音波トランステューサー素子チップは1枚の基板を備える。基板にはアレイ状に開口が形成される。個々の開口に超音波トランステューサー素子が設けられる。超音波トランステューサー素子は振動膜を備える。振動膜は基板の表面から開口を塞ぐ。個々の超音波トランステューサー素子ごとに振動膜の振動に応じて超音波が生成される。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0003】

【特許文献1】特開2010-147658号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

振動の励起にあたって振動膜の表面には圧電素子が形成される。圧電素子は基板の表面から突出する。したがって、超音波診断装置のプローブのように基板の表面が対象物（ここでは人体）に押し当てられる際に圧電素子は対象物からの反力を受け止める。そのまま振動膜に対象物の反力が作用してしまう。振動膜すなわち超音波トランステューサー素子が破損することがあった。

20

【0005】

本発明の少なくとも1つの態様によれば、超音波トランステューサー素子の破損のリスクを低減する超音波トランステューサー素子ユニットを提供することができる。

【課題を解決するための手段】

【0006】

(1) 本発明の一態様は、開口がアレイ状に配置された基板と、前記基板の一つの主表面において、個々の前記開口に設けられ、かつ前記一つの主表面から垂直方向に第1高さを有する超音波トランステューサー素子と、前記基板の前記一つの主表面において、前記基板の厚み方向からの平面視で前記超音波トランステューサー素子と重ならない位置に配置され、前記垂直方向に第1高さよりも大きい第2高さを有する突出部と、を備える超音波トランステューサー素子ユニットに関する。ここで、基板の主表面は板の表面に相当し側面から区別される。

30

【0007】

超音波トランステューサー素子ユニットでは超音波トランステューサー素子の高さよりも高い位置に突出部は先端を規定する。したがって、基板の主表面が対象物に押し当てられる際に突出部は超音波トランステューサー素子よりも先に対象物からの反力を受け止めることができる。突出部は対象物からの反力を支持する。こうして超音波トランステューサー素子に対して外力の作用は回避されることができる。超音波トランステューサー素子の破損のリスクは確実に低減されることができる。

【0008】

40

(2) 超音波トランステューサー素子ユニットは、前記超音波トランステューサー素子を被覆し、前記一つの主表面からの垂直方向において前記第2高さの位置に表面を有する保護膜を備えることができる。基板の主表面が対象物に押し当てられる際に突出部は対象物からの反力を支持する。保護膜に対して対象物からの反力の作用は抑制されることができる。保護膜の変形は防止されることができる。

【0009】

(3) 前記突出部の前記超音波トランステューサー素子に臨む側の側面は前記一つの主表面から遠ざかるにつれて前記平面視で前記超音波トランステューサー素子から遠ざかる方向に傾く面であることができる。超音波トランステューサー素子は超音波ビームを放射する。超音波トランステューサー素子は例えば特定の回転軸回りで超音波ビームを走査す

50

ることができる。基板の主表面の垂直方向に対して超音波ビームが傾斜すると、超音波ビームは基板の主表面から遠ざかるにつれて基板の表面に平行な方向に超音波トランスデューサー素子から遠ざかる。したがって、前述のように突出部の側面が基板の主表面から遠ざかるにつれて超音波トランスデューサー素子から遠ざかれば、突出部の断面は基端に近づくにつれて増大することから、突出部と超音波ビームとの間で干渉を回避しつつ突出部の強度は高められることができる。

【0010】

(4) 前記アレイ状に配置された開口は、所定の方向に並ぶ開口の列が複数列配置されたものであり、前記突出部は、前記超音波トランスデューサー素子の間に配置されて、前記所定の方向に沿って延びる壁部を備えることができる。超音波トランスデューサー素子は超音波ビームを放射する。超音波トランスデューサー素子は例えば特定の回転軸回りで超音波ビームを走査することができる。このとき、壁部が超音波トランスデューサー素子の列に沿って1筋の空間を形成すれば、突出部と超音波ビームとの干渉は回避されることができる。超音波トランスデューサー素子の行と行との間に突出部は配置される必要はなく、その結果、超音波トランスデューサー素子の行と行との間隔は狭められることができる。超音波トランスデューサー素子の密度は高められることができる。

10

【0011】

(5) 前記突出部は、前記平面視で前記超音波トランスデューサー素子の間に格子点状に配置される複数の突起を備えることができる。超音波トランスデューサー素子は超音波ビームを放射する。超音波トランスデューサー素子は例えば特定の回転軸回りで超音波ビームを走査することができる。このとき、突起が超音波ビームの走査の方向に平行に配置されれば、突出部と超音波ビームとの干渉は回避されることができる。超音波トランスデューサー素子の行と行との間隔は狭められることができる。超音波トランスデューサー素子の密度は高められることができる。

20

【0012】

(6) 超音波トランスデューサー素子ユニット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、超音波トランスデューサー素子ユニットと、前記超音波トランスデューサー素子ユニットを支持する筐体とを備えることができる。

【0013】

(7) プローブ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、プローブと、前記プローブに接続されて、前記超音波トランスデューサー素子の出力を処理する処理回路とを備えることができる。

30

【0014】

(8) プローブは超音波診断装置に組み込まれて利用されることができる。超音波診断装置は、プローブと、前記プローブに接続されて、前記超音波トランスデューサー素子の出力を処理し、画像を生成する処理回路と、前記画像を表示する表示装置とを備えることができる。

【0015】

(9) 超音波トランスデューサー素子ユニットはプローブヘッドに組み込まれて利用されることができる。プローブヘッドは、超音波トランスデューサー素子ユニットと、前記超音波トランスデューサー素子ユニットを支持する筐体とを備えることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【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4のB-B線に沿った超音波トランスデューサー素子の拡大断面図である。

50

【図6】超音波診断装置の回路構成を概略的に示すブロック図である。

【図7】図5に対応し、超音波ビームの揺動を概略的に示す超音波トランスデューサー素子の拡大断面図である。

【図8】シリコンウエハー上に形成された可撓膜および第2導電体を概略的に示す部分拡大垂直断面図である。

【図9】第2導電体上に形成された圧電体膜および第1導電膜を概略的に示す部分拡大垂直断面図である。

【図10】シリコンウエハーを覆う導電材のべた膜を概略的に示す部分拡大垂直断面図である。

【図11】シリコンウエハーに形成された開口および格子体を概略的に示す部分拡大垂直断面図である。

【図12】図5に対応し、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部分断面図である。

【図13】図5に対応し、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部分断面図である。

【図14】図3に対応し、第4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15】図3に対応し、第5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。

【発明を実施するための形態】

【0017】

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。

【0018】

(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11の構成を概略的に示す。超音波診断装置11は装置端末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、後述されるように、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。

【0019】

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。

【0020】

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。個々の素子23は圧電素子部24を備える。圧電素子部24は上部電極25、下部電極26および圧電体膜27で構成される。個々の素子23ごとに上部電極25および下部電極26の間に圧電体膜27が挟み込まれる。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して構成される。

10

20

30

40

50

【0021】

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は配列の行方向に並ぶ素子23の圧電体膜27に共通に接続される。第1導電体28は個々の素子23ごとに上部電極25を形成する。第1導電体28の両端は1対の引き出し配線29にそれぞれ接続される。引き出し配線29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1導電体28は同一長さを有する。こうしてマトリクス全体の素子23に共通に上部電極25は接続される。

【0022】

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31が割り当てられる。1本の第2導電体31は配列の列方向に並ぶ素子23の圧電体膜27に共通に配置される。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ライン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4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5列が描かれる。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つ少なくてよい。さらにまた、上部電極25および下部電極26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に共通に下部電極が接続される一方で、配列の列ごとに共通に素子23に上部電極が接続されてもよい。

10

20

【0023】

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32a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32bが配置される。第1端子アレイ32a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32b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32aは1対の上部電極端子33および複数の下部電極端子34で構成される。同様に、第2端子アレイ32bは1対の上部電極端子35および複数の下部電極端子36で構成される。1本の引き出し配線29の両端にそれぞれ上部電極端子33、35は接続される。引き出し配線29および上部電極端子33、35は素子アレイ22を二等分する垂直面で面对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部電極端子34、36は接続される。第2導電体31および下部電極端子34、36は素子アレイ22を二等分する垂直面で面对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

【0024】

40

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）37が連結される。第1配線板37は第1端子アレイ32aを被覆する。第1配線板37の一端には上部電極端子33および下部電極端子34に個別に対応して導電線すなわち第1信号線38が形成される。第1信号線38は上部電極端子33および下部電極端子34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32bを被覆する。第2配線板41の一端には上部電極端子35および下部電極端子36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は上部電極端子35および下部電極端子36に個別に向き合わせられ個別に接合される。

【0025】

50

基体 2 1 の表面には格子体 4 3 が固定される。格子体 4 3 は、素子アレイ 2 2 の行方向に延びる複数の第 1 長尺片 4 4 と、素子アレイ 2 2 の列方向に延びる複数の第 2 長尺片 4 5 とを備える。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 行の素子 2 3 が配置される。隣接する第 2 長尺片 4 5 の間に 1 列の素子 2 3 が配置される。こうして素子 2 3 と格子体 4 3 との重なりは回避される。

【 0 0 2 6 】

図 4 に示されるように、基体 2 1 は基板 4 7 および可撓膜 4 8 を備える。基板 4 7 の表面に可撓膜 4 8 が一面に形成される。基板 4 7 には個々の素子 2 3 ごとに開口 4 9 が形成される。開口 4 9 は基板 4 7 に対してアレイ状に配置される。隣接する開口 4 9 の間には仕切り壁 5 1 が区画される。個々の開口 4 9 は仕切り壁 5 1 で仕切られる。仕切り壁 5 1 の壁厚みは開口 4 9 の空間の間隔に相当する。仕切り壁 5 1 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ある。

【 0 0 2 7 】

可撓膜 4 8 は、基板 4 7 の表面に積層される酸化シリコン (SiO₂) 層 5 2 と、酸化シリコン層 5 2 の表面に積層される酸化ジルコニウム (ZrO₂) 層 5 3 とで構成される。可撓膜 4 8 は開口 4 9 に接する。こうして開口 4 9 の輪郭に対応して可撓膜 4 8 の一部が振動膜 5 4 を形成する。酸化シリコン層 5 2 の膜厚は共振周波数に基づき決定されることがある。

【 0 0 2 8 】

振動膜 5 4 の表面に第 2 導電体 3 1 、圧電体膜 2 7 および第 1 導電体 2 8 が順番に積層される。第 2 導電体 3 1 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ある。圧電体膜 2 7 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ある。第 1 導電体 2 8 および第 2 導電体 3 1 にはその他の導電材が利用されてもよく、圧電体膜 2 7 にはその他の圧電材料が用いられてもよい。ここでは、第 1 導電体 2 8 の下で圧電体膜 2 7 は完全に第 2 導電体 3 1 を覆う。圧電体膜 2 7 の働きで第 1 導電体 2 8 と第 2 導電体 3 1 との間で短絡は回避されることがある。

【 0 0 2 9 】

格子体 4 3 の固定にあたって接着剤 5 5 が用いられる。接着剤 5 5 は格子体 4 3 と基体 2 1 の表面との間に挟まれる。第 1 長尺片 4 4 および第 2 長尺片 4 5 は基体 2 1 の厚み方向からの平面視で開口 4 9 に重ならない位置に配置される。すなわち、格子体 4 3 は開口 4 9 の輪郭の外側で基体 2 1 の表面に接触する。素子 2 3 の間では格子体 4 3 は仕切り壁 5 1 に結合される。格子体 4 3 は素子 2 3 の第 1 高さ H 1 よりも大きい第 2 高さ H 2 を有する。第 1 高さ H 1 および第 2 高さ H 2 は基板 4 7 の表面 (主表面) から垂直方向に規定される。格子体 4 3 は、隣接する第 1 長尺片 4 4 の間で、かつ、隣接する第 2 長尺片 4 5 の間に直方体の空間 5 6 を区画する。個々の空間 5 6 ごとに素子 2 3 は閉じ込められる。

【 0 0 3 0 】

基体 2 1 の表面には保護膜 5 7 が積層される。保護膜 5 7 は少なくとも個々の空間 5 6 に充填される。保護膜 5 7 は格子体 4 3 の高さ H 2 と同一の高さ H 2 に表面を有する。したがって、保護膜 5 7 は素子 2 3 を被覆する。ここでは、保護膜 5 7 は全面にわたって基体 2 1 の表面を被覆する。その結果、素子アレイ 2 2 だけでなく第 1 および第 2 端子アレイ 3 2 a 、 3 2 b 、第 1 および第 2 配線板 3 7 、 4 1 は保護膜 5 7 で覆われる。保護膜 5 7 には例えばシリコーン樹脂膜が用いられることがある。保護膜 5 7 は、素子アレイ 2 2 の構造や、第 1 端子アレイ 3 2 a および第 1 配線板 3 7 の接合、第 2 端子アレイ 3 2 b および第 2 配線板 4 1 の接合を保護する。

【 0 0 3 1 】

図 5 に示されるように、振動膜 5 4 の輪郭から格子体 4 3 の第 2 長尺片 4 5 までの距離

10

20

30

40

50

D と、振動膜 5 4 の表面から格子体 4 3 の頂上面までの距離 L (ここでは保護膜 5 7 の膜厚)との間には次式が成立する。

【数 1】

$$D = L \cdot \tan \theta \quad \cdots (1)$$

ここで、角度 θ は、格子体 4 3 の第 2 長尺片 4 5 に最も近い振動膜 5 4 の縁で規定される垂直面から傾斜角を特定する。角度 θ は超音波ビームの揺動角に相当する。例えば保護膜 5 7 の音速が 800 m / s であって、保護膜 5 7 が接触する生体 (対象物) の音速が 1600 m / s とすると、角度 θ は 16 度以上に設定されることができる。保護膜 5 7 の膜厚は超音波周波数の波長の 4 分の 1 に設定されることができる。その結果、保護膜 5 7 は音響整合層として機能することができる。距離 D は、格子体 4 3 の第 2 長尺片 4 5 に最も近い振動膜 5 4 の縁で規定される垂直面と、第 2 長尺片 4 5 の上端との間で規定されることが可能である。

10

【0032】

(2) 超音波診断装置の回路構成

図 6 に示されるように、超音波診断装置 1 1 は素子ユニット 1 7 に電気的に接続される集積回路チップ 5 8 を備える。集積回路チップ 5 8 はマルチプレクサー 5 9 および送受信回路 6 1 を備える。マルチプレクサー 5 9 は素子ユニット 1 7 側のポート群 5 9 a と送受信回路 6 1 側のポート群 5 9 b とを備える。素子ユニット 1 7 側のポート群 5 9 a には配線 6 2 経由で第 1 信号線 3 8 および第 2 信号線 4 2 が接続される。こうしてポート群 5 9 a は素子アレイ 2 2 に繋がる。ここでは、送受信回路 6 1 側のポート群 5 9 b には集積回路チップ 5 8 内の規定数の信号線 6 3 が接続される。規定数はスキャンにあたって同時に出力される素子 2 3 の列数に相当する。マルチプレクサー 5 9 はケーブル 1 4 側のポートと素子ユニット 1 7 側のポートとの間で相互接続を管理する。

20

【0033】

送受信回路 6 1 は規定数の切り替えスイッチ 6 4 を備える。個々の切り替えスイッチ 6 4 はそれぞれ個別に対応の信号線 6 3 に接続される。送受信回路 6 1 は個々の切り替えスイッチ 6 4 ごとに送信経路 6 5 および受信経路 6 6 を備える。切り替えスイッチ 6 4 には送信経路 6 5 と受信経路 6 6 とが並列に接続される。切り替えスイッチ 6 4 はマルチプレクサー 5 9 に選択的に送信経路 6 5 または受信経路 6 6 を接続する。送信経路 6 5 にはパルサー 6 7 が組み込まれる。パルサー 6 7 は振動膜 5 4 の共振周波数に応じた周波数でパルス信号を出力する。受信経路 6 6 にはアンプ 6 8 、ローパスフィルター (L P F) 6 9 およびアナログデジタル変換器 (A D C) 7 1 が組み込まれる。個々の素子 2 3 の検出信号は増幅されてデジタル信号に変換される。

30

【0034】

送受信回路 6 1 は駆動 / 受信回路 7 2 を備える。送信経路 6 5 および受信経路 6 6 は駆動 / 受信回路 7 2 に接続される。駆動 / 受信回路 7 2 はスキャンの形態に応じて同時にパルサー 6 7 を制御する。駆動 / 受信回路 7 2 はスキャンの形態に応じて検出信号のデジタル信号を受信する。駆動 / 受信回路 7 2 は制御線 7 3 でマルチプレクサー 5 9 に接続される。マルチプレクサー 5 9 は駆動 / 受信回路 7 2 から供給される制御信号に基づき相互接続の管理を実施する。

40

【0035】

装置端末 1 2 には処理回路 7 4 が組み込まれる。処理回路 7 4 は例えば中央演算処理装置 (C P U) やメモリーを備えることができる。超音波診断装置 1 1 の全体動作は処理回路 7 4 の処理に従って制御される。ユーザーから入力される指示に応じて処理回路 7 4 は駆動 / 受信回路 7 2 を制御する。処理回路 7 4 は素子 2 3 の検出信号に応じて画像を生成する。画像は描画データで特定される。

【0036】

装置端末 1 2 には描画回路 7 5 が組み込まれる。描画回路 7 5 は処理回路 7 4 に接続される。描画回路 7 5 にはディスプレイパネル 1 5 が接続される。描画回路 7 5 は処理回路

50

7 4 で生成された描画データに応じて駆動信号を生成する。駆動信号はディスプレイパネル 1 5 に送り込まれる。その結果、ディスプレイパネル 1 5 に画像が映し出される。

【 0 0 3 7 】

(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。処理回路 7 4 は駆動 / 受信回路 7 2 に超音波の送信および受信を指示する。駆動 / 受信回路 7 2 はマルチプレクサー 5 9 に制御信号を供給するとともに個々のパルサー 6 7 に駆動信号を供給する。パルサー 6 7 は駆動信号の供給に応じてパルス信号を出力する。マルチプレクサー 5 9 は制御信号の指示に従ってポート群 5 9 b のポートにポート群 5 9 a のポートを接続する。パルス信号はポートの選択に応じて上部電極端子 3 3 、 3 5 および下部電極端子 3 4 、 3 6 を通じて列ごとに素子 2 3 に供給される。パルス信号の供給に応じて振動膜 5 4 は振動する。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。

【 0 0 3 8 】

超音波の送信後、切り替えスイッチ 6 4 は切り替えられる。マルチプレクサー 5 9 はポートの接続関係を維持する。切り替えスイッチ 6 4 は送信経路 6 5 および信号線 6 3 の接続に代えて受信経路 6 6 および信号線 6 3 の接続を確立する。超音波の反射波は振動膜 5 4 を振動させる。その結果、素子 2 3 から検出信号が出力される。検出信号はデジタル信号に変換されて駆動 / 受信回路 7 2 に送り込まれる。

【 0 0 3 9 】

超音波の送信および受信は繰り返される。繰り返しにあたってマルチプレクサー 5 9 はポートの接続関係を変更する。その結果、ライン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、処理回路 7 4 は検出信号のデジタル信号に基づき画像を形成する。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 0 】

素子ユニット 1 7 では素子 2 3 の高さ H 1 よりも高い位置に格子体 4 3 は上面を規定する。したがって、基体 2 1 の表面が対象物に押し当たられる際に格子体 4 3 は素子 2 3 よりも先に対象物からの反力を受け止めることができる。格子体 4 3 は対象物からの反力を支持する。こうして素子 2 3 に対して外力の作用は回避されることができる。素子 2 3 の破損は確実に防止されることができる。しかも、保護膜 5 7 の表面は格子体 4 3 の上面に面一に形成されることから、保護膜 5 7 に対して対象物からの反力の作用は抑制されることができる。保護膜 5 7 の変形は防止されることができる。

【 0 0 4 1 】

図 7 に示されるように、素子ユニット 1 7 では素子 2 3 は超音波ビーム 7 6 を放射する。素子 2 3 は素子アレイ 2 2 の行方向に平行な回転軸回りで超音波ビーム 7 6 を走査することができる。振動膜 5 4 の表面の垂直方向に対して超音波ビーム 7 6 が傾斜すると、振動膜 5 4 の表面から遠ざかるにつれて振動膜 5 4 の表面に平行な方向に超音波ビーム 7 6 は素子 2 3 から遠ざかる。超音波ビーム 7 6 の最大傾斜角に応じて距離 D が設定されれば、格子体 4 3 の第 2 長尺片 4 5 と超音波ビーム 7 6 との干渉は回避されることができる。

【 0 0 4 2 】

(4) 超音波トランスデューサー素子ユニットの製造方法

図 8 に示されるように、シリコンウエハー 7 8 の表面で個々の素子ユニット 1 7 ごとに第 2 導電体 3 1 および下部電極端子 3 4 、 3 6 （図 8 以降では図示されず）を形成する。第 2 導電体 3 1 および下部電極端子 3 4 、 3 6 の形成に先立ってシリコンウエハー 7 8 の表面には酸化シリコン膜 7 9 および酸化ジルコニア膜 8 1 を順に形成する。酸化ジルコニア膜 8 1 の表面には導電膜を形成する。導電膜はチタン、イリジウム、白金およびチタンの積層膜で構成する。フォトリソグラフィ技術に基づき導電膜から第 2 導電体 3 1 および下部電極端子 3 4 、 3 6 を成形する。

【 0 0 4 3 】

図 9 に示されるように、第 2 導電体 3 1 の表面で個々の素子 2 3 ごとに圧電体膜 2 7 および第 1 導電膜 8 2 を形成する。圧電体膜 2 7 および第 1 導電膜 8 2 の形成にあたってシ

10

20

30

40

50

リコンウエハー 7 8 の表面には圧電材料膜および導電材のべた膜を成膜する。圧電材料膜は P Z T 膜で構成する。導電材のべた膜はイリジウム膜で構成する。フォトリソグラフィ技術に基づき個々の素子 2 3 ごとに圧電材料膜および導電材のべた膜から圧電体膜 2 7 および第 1 導電膜 8 2 を成形する。

【 0 0 4 4 】

続いて、図 10 に示されるように、シリコンウエハー 7 8 の表面に導電材のべた膜 8 3 を成膜する。導電材のべた膜 8 3 は個々の第 1 導電膜 8 2 を被覆する。第 1 導電膜 8 2 はべた膜 8 3 で相互に接続する。そして、フォトリソグラフィ技術に基づきべた膜 8 3 から第 2 導電膜を成形する。第 2 導電膜は、第 2 導電体 3 1 に直交する方向に延び、次々と第 2 導電体 3 1 を横切る。第 2 導電膜は素子アレイ 2 2 の行方向にそれぞれの第 1 導電膜 8 2 を接続する。第 2 導電膜は第 1 導電体 2 8 、引き出し配線 2 9 および上部電極端子 3 3 、3 5 を形成する。第 2 導電膜の一部は第 1 導電膜 8 2 に重なって第 1 導電膜 8 2 とともに上部電極 2 5 を形成する。

【 0 0 4 5 】

その後、図 11 に示されるように、シリコンウエハー 7 8 の裏面からアレイ状の開口 4 9 を形成する。開口 4 9 の形成にあたってエッチング処理を施す。酸化シリコン膜 7 9 はエッチングストップ層として機能する。酸化シリコン膜 7 9 および酸化ジルコニウム膜 8 1 に振動膜 5 4 を区画する。開口 4 9 の形成後、シリコンウエハー 7 8 の表面に素子ユニット 1 7 ごとに格子体 4 3 を接着する。格子体 4 3 はシリコンウエハー 7 8 の表面に重ねる。接着後、シリコンウエハー 7 8 から個々の素子ユニット 1 7 を切り出す。

【 0 0 4 6 】

(5) 他の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

図 12 は第 2 実施形態に係る素子ユニット 1 7 a の構造を概略的に示す。第 2 実施形態では格子体 4 3 の第 2 長尺片 4 5 は傾斜面 8 5 の側面（素子 2 3 に臨む側の側面）を有する。傾斜面 8 5 は例えれば平面で形成されることができる。傾斜面 8 5 は、基体 2 1 の表面から垂直方向に遠ざかるにつれて平面視で素子 2 3 から遠ざかる。このとき、傾斜面 8 5 の上端を形成する稜線 8 5 a と、第 2 長尺片 4 5 に最も近い振動膜 5 4 の縁とを結ぶ平面 8 6 の傾斜角（=角度）は前述と同様に [数 1] で決定されることができる。その他の構成は前述と同様である。

【 0 0 4 7 】

素子ユニット 1 7 a では素子 2 3 は超音波ビーム 7 6 を放射する。素子 2 3 は素子アレイ 2 2 の行方向に平行な回転軸回りで超音波ビーム 7 6 を走査することができる。振動膜 5 4 の表面の垂直方向に対して超音波ビーム 7 6 が傾斜すると、振動膜 5 4 の表面から遠ざかるにつれて振動膜 5 4 の表面に平行な方向に超音波ビーム 7 6 は素子 2 3 から遠ざかる。前述のように超音波ビーム 7 6 の最大傾斜角に応じて距離 D が設定されれば、格子体 4 3 の第 2 長尺片 4 5 と超音波ビーム 7 6 との干渉は回避されることができる。ここでは、第 1 実施形態に係る格子体 4 3 に比べて第 2 長尺片 4 5 の壁厚は増大することができる。したがって、格子体 4 3 の強度は高められることができる。

【 0 0 4 8 】

(6) さらに他の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

図 13 は第 3 実施形態に係る素子ユニット 1 7 b の構造を概略的に示す。第 3 実施形態では格子体 4 3 の第 2 長尺片 4 5 は保護膜 5 7 の第 3 高さ H 3 よりも低い第 2 高さ H 2 を有する。第 2 高さ H 2 は素子 2 3 の第 1 高さ H 1 よりも高い。ここでは、保護膜 5 7 の膜厚は前述と同様に維持されることから、保護膜 5 7 は音響整合層として機能することができる。格子体 4 3 は素子 2 3 よりも先に対象物からの反力を受け止めることができる。格子体 4 3 は対象物からの反力を支持する。しかも、格子体 4 3 の高さ H 2 は抑えられることから、第 2 長尺片 4 5 と超音波ビーム 7 6 との干渉の回避にあたって第 2 長尺片 4 5 は第 1 実施形態および第 2 実施形態に比べて振動膜 5 4 に近づくことができる。したがって、素子 2 3 の密度は高められることができる。ここでは、第 1 長尺片 4 4 の高さは第 2 長尺片 4 5 に合わせ込まれてもよく保護膜 5 7 の高さに合わせ込まれてもよい。その他の構

10

20

30

40

50

成は前述と同様である。

【0049】

(7) さらに他の実施形態に係る超音波トランステューサー素子ユニット

図14は第4実施形態に係る素子ユニット17cの構造を概略的に示す。第4実施形態では前述の格子体43に代えて基体21の表面に格子体87が固定される。この格子体87は、素子23の列の間に配置されて相互に平行に延びる第1長尺片(壁部)88を備える。ここでは、第1長尺片88は素子23の列の両側にそれぞれ対応して配置される。第1長尺片88は、素子アレイ22の輪郭の外側で行方向に延びる1対の第2長尺片89で相互に結合される。隣接する第1長尺片88の間は1筋の空間で占められる。長尺片88の間に障害物は存在しない。その他の構成は前述と同様である。

10

【0050】

素子ユニット17cでは例えばセクタースキャンの実現にあたって個々の素子23で行方向に延びる回転軸回りで超音波ビームは走査される。格子体87では、第1長尺片88は超音波ビームの走査の方向に平行に配置される。超音波ビームの走査の方向に障害物は存在しない。その結果、格子体87と超音波ビームとの干渉は回避されることができる。行方向に隣接する素子23の間には長尺片が配置されないことから、素子23の行の間隔は狭められることができる。素子23の密度は高められることができる。

【0051】

(8) さらに他の実施形態に係る超音波トランステューサー素子ユニット

図15は第5実施形態に係る素子ユニット17dの構造を概略的に示す。第5実施形態では前述の格子体43に代えて基体21の表面に突起91の集合体92が固定される。突起91の集合体92は、格子点状に配置される複数の突起91を有する。すなわち、個々の集合体92では、突起91は、素子アレイ22の列方向に平行に基体21の表面に規定される仮想平行線93上に並べられて、素子23の列と列との間に配置される。ここでは、集合体92は素子23の列の両側にそれぞれ対応して配置される。突起91は個々の素子23の輪郭線(振動膜54の輪郭線に相当)の外側に配置される。隣接する列方向の集合体92の間は空間で占められる。障害物は存在しない。その他の構成は前述と同様である。

20

【0052】

素子ユニット17dでは例えばセクタースキャンの実現にあたって個々の素子23で行方向に延びる回転軸回りで超音波ビームは走査される。したがって、超音波ビームの走査の方向に障害物は存在しない。その結果、突起91と超音波ビームとの干渉は回避されることがある。行方向に隣接する素子23の間には突起が配置されないことから、素子23の行と行との間隔は狭められることができる。素子23の密度は高められることができる。

30

【0053】

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、プローブヘッド13b、素子ユニット17、17a、17b、17c、17d、素子23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】

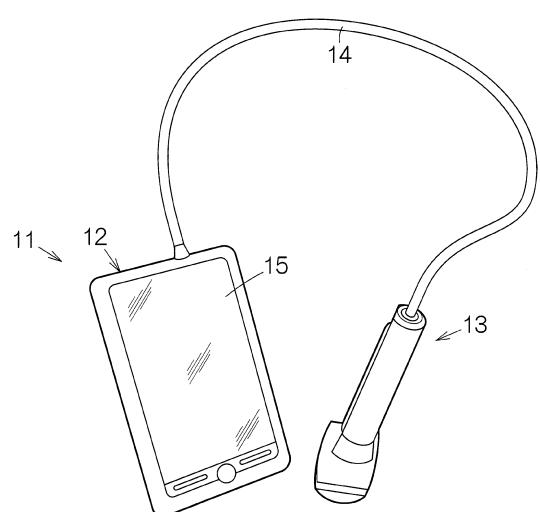
【0054】

11 電子機器としての超音波診断装置、12 装置端末、13 プローブ(超音波プローブ)、13b プローブヘッド、15 表示装置(ディスプレイパネル)、16 筐体、17 超音波トランステューサー素子ユニット、23 超音波トランステューサー素子、43 突出部(格子体)、57 保護膜、85 側面(傾斜面)、87 突出部(格

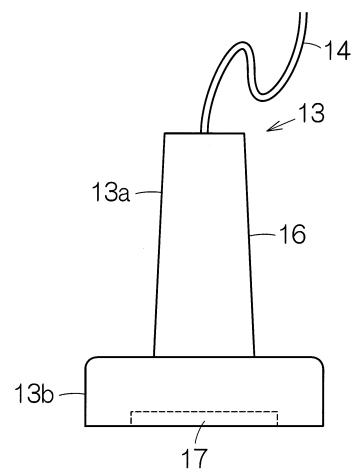
50

子体)、88 壁部(第1長尺片)、91 突出部(突起)、92 集合体、93 仮想平行線、H1 第1高さ、H2 第2高さ。

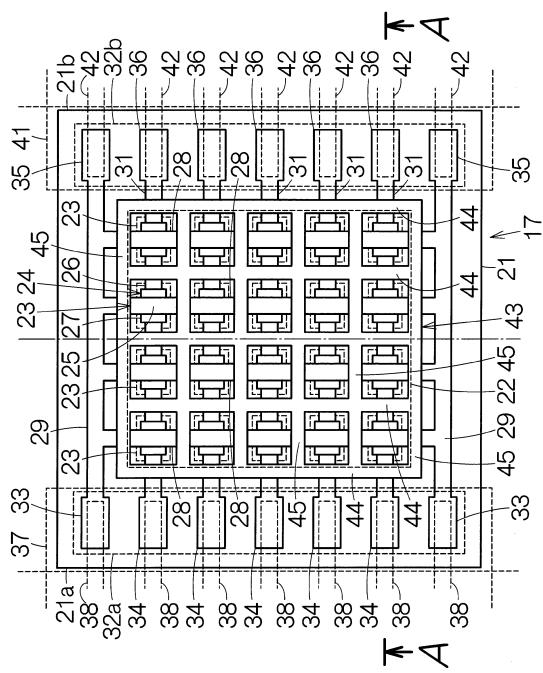
【図1】



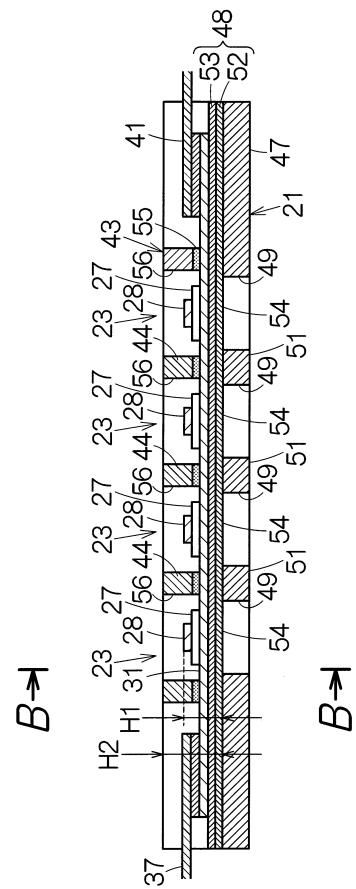
【図2】



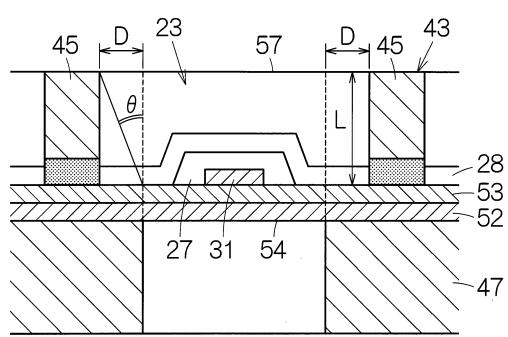
【 四 3 】



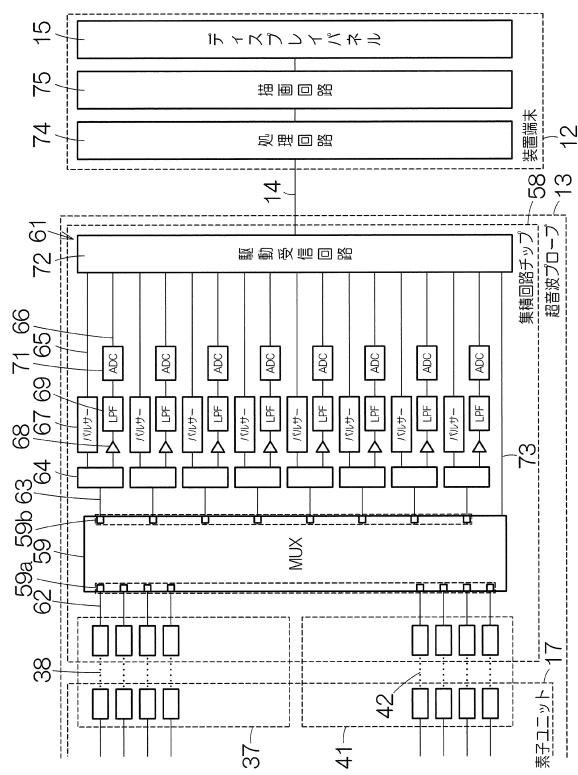
【 図 4 】



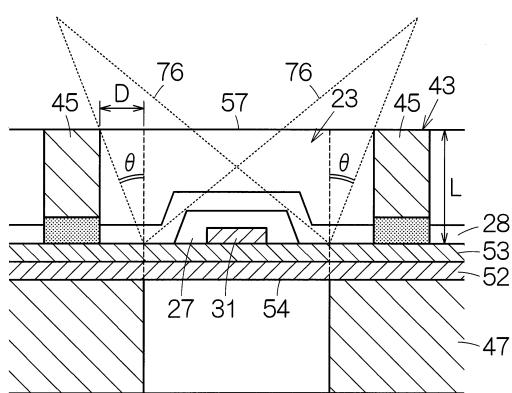
【図5】



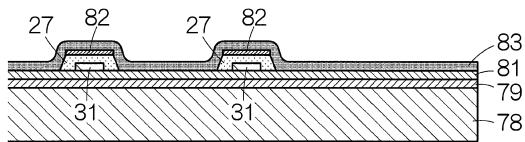
【図6】



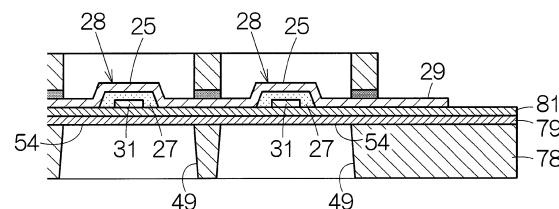
【図7】



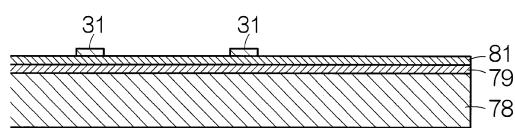
【図10】



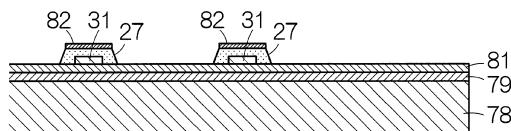
【図11】



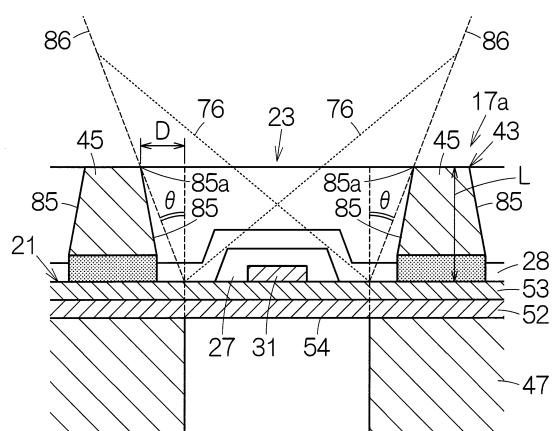
【図8】



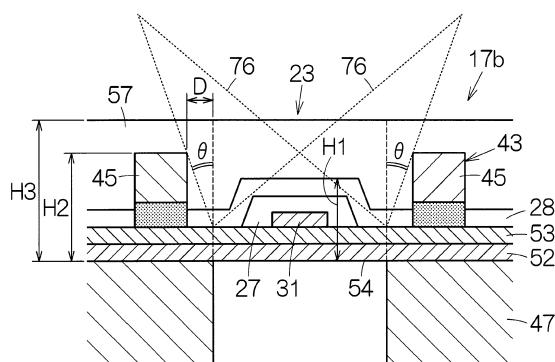
【図9】



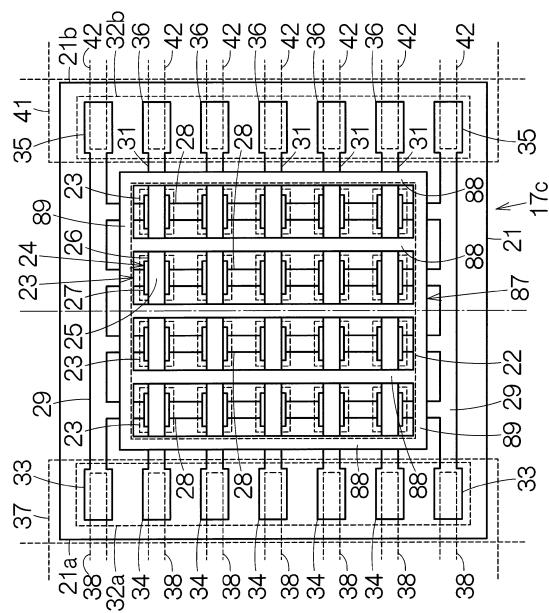
【図12】



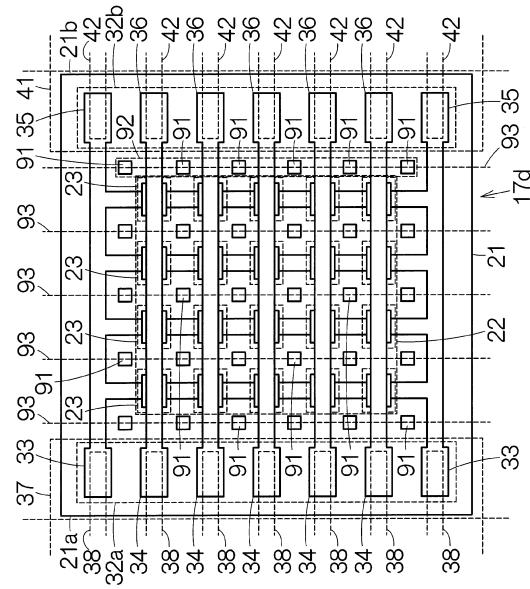
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

審査官 森口 正治

(56)参考文献 特開2011-259274 (JP, A)
特開2010-164331 (JP, A)
特開2012-175507 (JP, A)
特開2011-255024 (JP, A)
特開2011-099675 (JP, A)
特開2012-215533 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 8 / 00 - 8 / 15
H 04 R 17 / 00

专利名称(译)	超声换能器元件单元，探头和探头，电子设备，		
公开(公告)号	JP6078994B2	公开(公告)日	2017-02-15
申请号	JP2012133670	申请日	2012-06-13
[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	大西康憲 清瀬攝内		
发明人	大西 康憲 清瀬 摂内		
IPC分类号	A61B8/14 H04R17/00		
CPC分类号	A61B8/4494 A61B8/4444 A61B8/461 A61B8/462 B06B1/0622		
FI分类号	A61B8/14 H04R17/00.332.Y A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE10 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/GB21 4C601/GB46 5D019/AA18 5D019/AA20 5D019/BB19 5D019/FF04		
代理人(译)	井上 一 黒田靖		
其他公开文献	JP2013255692A JP2013255692A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

超声波换能器元件单元(17)包括基板(47)，第一超声波换能器元件(23)和突出部。基板(47)包括以阵列图案布置的开口(49)和主表面。第一超声波换能器元件(23)配置在基板(47)的主表面上的开口(49)的第一开口处，并且在从主表面的垂直方向上具有第一高度。突出部在主面上的基板(47)的厚度方向上俯视时与第一超声波换能器元件(23)不重叠，并且在垂直方向上具有比第一高度大的第二高度方向。

(19)日本国特許庁(JP)	(12)特許公報(B2)	(11)特許番号 特許第6078994号 (P6078994)
(45)発行日 平成29年2月15日(2017.2.15)		(24)登録日 平成29年1月27日(2017.1.27)
(51)Int.Cl. A61B 8/14 (2006.01) HO4R 17/00 (2006.01)	F I A61B 8/14 (2006.01) HO4R 17/00 332 Y	
請求項の数 10 (全 16 頁)		
(21)出願番号 特願2012-133670 (P2012-133670)	(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	
(22)出願日 平成24年6月13日(2012.6.13)	(74)代理人 100090476 弁理士 井上 一	
(65)公開番号 特開2013-255692 (P2013-255692A)	(74)代理人 100104710 弁理士 竹籠 昇	
(43)公開日 平成25年12月26日(2013.12.26)	(74)代理人 100124682 弁理士 黒田 泰	
審査請求日 平成27年6月11日(2015.6.11)	(72)発明者 大西 康憲 長野県須坂市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 清瀬 摂内	
	(72)発明者 井上 一 長野県須坂市大和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】超音波トランスデューサー素子ユニットおよびプローブおよびプローブヘッド並びに電子機器および超音波診断装置		