

(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.

F I

A 6 1 B 8/14 (2006.01)
H 0 4 R 17/00 (2006.01)A 6 1 B 8/14
H 0 4 R 17/00 3 3 2 Y

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、そういった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、超音波トランスデ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デューサー素子が設けられる。超音波トランスデ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デ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】

【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是对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デューサー素子が破損することがあった。

【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破損のリスクを低減する超音波トランスデ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、前記基板の厚み方向からの平面視で前記超音波トランスデ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デ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。

【0007】

超音波トランスデューサー素子ユニットでは超音波トランスデ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デ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デ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。超音波トランスデ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】

(2) 超音波トランスデューサー素子ユニットは、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デ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デ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

10

20

30

40

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。

【 0 0 2 1 】

基体 2 1 の表面には複数本の第 1 導電体 2 8 が形成される。第 1 導電体 2 8 は配列の行方向に相互に平行に延びる。1 行の素子 2 3 ごとに 1 本の第 1 導電体 2 8 が割り当てられる。1 本の第 1 導電体 2 8 は配列の行方向に並ぶ素子 2 3 の圧電体膜 2 7 に共通に接続される。第 1 導電体 2 8 は個々の素子 2 3 ごとに上部電極 2 5 を形成する。第 1 導電体 2 8 の両端は 1 対の引き出し配線 2 9 にそれぞれ接続される。引き出し配線 2 9 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 2 8 は同一長さを有する。こうしてマトリクス全体の素子 2 3 に共通に上部電極 2 5 は接続される。

【 0 0 2 2 】

基体 2 1 の表面には複数本の第 2 導電体 3 1 が形成される。第 2 導電体 3 1 は配列の列方向に相互に平行に延びる。1 列の素子 2 3 ごとに 1 本の第 2 導電体 3 1 が割り当てられる。1 本の第 2 導電体 3 1 は配列の列方向に並ぶ素子 2 3 の圧電体膜 2 7 に共通に配置される。列ごとに素子 2 3 の通電は切り替えられる。こうした通電の切り替えに応じて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 2 3 は同時に超音波を出力することから、1 列の個数すなわち配列の行数は超音波の出力レベルに応じて決定されることができる。行数は例えば 1 0 ~ 1 5 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されることができる。列数は例えば 1 2 8 列や 2 5 6 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 2 3 群は奇数列の素子 2 3 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。さらにまた、上部電極 2 5 および下部電極 2 6 の役割は入れ替えられてもよい。すなわち、マトリクス全体の素子 2 3 に共通に下部電極が接続される一方で、配列の列ごとに共通に素子 2 3 に上部電極が接続されてもよい。

【 0 0 2 3 】

基体 2 1 の輪郭は、相互に平行な 1 対の直線で仕切られて対向する第 1 辺 2 1 a および第 2 辺 2 1 b を有する。第 1 辺 2 1 a と素子アレイ 2 2 の輪郭との間に 1 ラインの第 1 端子アレイ 3 2 a が配置される。第 2 辺 2 1 b と素子アレイ 2 2 の輪郭との間に 1 ラインの第 2 端子アレイ 3 2 b が配置される。第 1 端子アレイ 3 2 a は第 1 辺 2 1 a に平行に 1 ラインを形成することができる。第 2 端子アレイ 3 2 b は第 2 辺 2 1 b に平行に 1 ラインを形成することができる。第 1 端子アレイ 3 2 a は 1 対の上部電極端子 3 3 および複数の下部電極端子 3 4 で構成される。同様に、第 2 端子アレイ 3 2 b は 1 対の上部電極端子 3 5 および複数の下部電極端子 3 6 で構成される。1 本の引き出し配線 2 9 の両端にそれぞれ上部電極端子 3 3、3 5 は接続される。引き出し配線 2 9 および上部電極端子 3 3、3 5 は素子アレイ 2 2 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 3 1 の両端にそれぞれ下部電極端子 3 4、3 6 は接続される。第 2 導電体 3 1 および下部電極端子 3 4、3 6 は素子アレイ 2 2 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 2 1 の輪郭は矩形に形成される。基体 2 1 の輪郭は正方形であってもよく台形であってもよい。

【 0 0 2 4 】

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）3 7 が連結される。第 1 配線板 3 7 は第 1 端子アレイ 3 2 a を被覆する。第 1 配線板 3 7 の一端には上部電極端子 3 3 および下部電極端子 3 4 に個別に対応して導電線すなわち第 1 信号線 3 8 が形成される。第 1 信号線 3 8 は上部電極端子 3 3 および下部電極端子 3 4 に個別に向き合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 2 b を被覆する。第 2 配線板 4 1 の一端には上部電極端子 3 5 および下部電極端子 3 6 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 は上部電極端子 3 5 および下部電極端子 3 6 に個別に向き合わせられ個別に接合される。

【 0 0 2 5 】

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できる。

【 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 (SiO_2) 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 (ZrO_2) 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できる。

【 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できる。圧電体膜 2 7 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。第 1 導電体 2 8 は例えばイリジウム (Ir) で形成されることができる。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できる。

【 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できる。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54の表面から格子体43の頂上面までの距離L（ここでは保護膜57の膜厚）との間には次式が成立する。

【数1】

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

ここで、角度 θ は、格子体43の第2長尺片45に最も近い振動膜54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57の音速が800m/sであって、保護膜57が接触する生体（対象物）の音速が1600m/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57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57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43の第2長尺片45に最も近い振動膜54の縁で規定される垂直面と、第2長尺片45の上端との間で規定されることができる。

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11は素子ユニット17に電氣的に接続される集積回路チップ58を備える。集積回路チップ58はマルチプレクサー59および送受信回路61を備える。マルチプレクサー59は素子ユニット17側のポート群59aと送受信回路61側のポート群59bとを備える。素子ユニット17側のポート群59aには配線62経由で第1信号線38および第2信号線42が接続される。こうしてポート群59aは素子アレイ22に繋がる。ここでは、送受信回路61側のポート群59bには集積回路チップ58内の規定数の信号線63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23の列数に相当する。マルチプレクサー59はケーブル14側のポートと素子ユニット17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61は規定数の切り替えスイッチ64を備える。個々の切り替えスイッチ64はそれぞれ個別に対応の信号線63に接続される。送受信回路61は個々の切り替えスイッチ64ごとに送信経路65および受信経路66を備える。切り替えスイッチ64には送信経路65と受信経路66とが並列に接続される。切り替えスイッチ64はマルチプレクサー59に選択的に送信経路65または受信経路66を接続する。送信経路65にはパルスー67が組み込まれる。パルスー67は振動膜54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66にはアンプ68、ローパスフィルター(LPF)69およびアナログデジタル変換器(ADC)71が組み込まれる。個々の素子23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61は駆動/受信回路72を備える。送信経路65および受信経路66は駆動/受信回路72に接続される。駆動/受信回路72はスキャンの形態に応じて同時にパルスー67を制御する。駆動/受信回路72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72は制御線73でマルチプレクサー59に接続される。マルチプレクサー59は駆動/受信回路72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12には処理回路74が組み込まれる。処理回路74は例えば中央演算処理装置(CPU)やメモリーを備えることができる。超音波診断装置11の全体動作は処理回路74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74は駆動/受信回路72を制御する。処理回路74は素子23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12には描画回路75が組み込まれる。描画回路75は処理回路74に接続される。描画回路75にはディスプレイパネル15が接続される。描画回路75は処理回路

50

74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15に送り込まれる。その結果、ディスプレイパネル15に画像が映し出される。

【0037】

(3) 超音波診断装置の動作

次に超音波診断装置11の動作を簡単に説明する。処理回路74は駆動/受信回路72に超音波の送信および受信を指示する。駆動/受信回路72はマルチプレクサー59に制御信号を供給するとともに個々のパルサー67に駆動信号を供給する。パルサー67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59は制御信号の指示に従ってポート群59bのポートにポート群59a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33、35および下部電極端子34、36を通じて列ごとに素子23に供給される。パルス信号の供給に応じて振動膜54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。

【0038】

超音波の送信後、切り替えスイッチ64は切り替えられる。マルチプレクサー59はポートの接続関係を維持する。切り替えスイッチ64は送信経路65および信号線63の接続に代えて受信経路66および信号線63の接続を確立する。超音波の反射波は振動膜54を振動させる。その結果、素子23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72に送り込まれる。

【0039】

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59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スキャンは実現される。スキャンが完了すると、処理回路74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15の画面に表示される。

【0040】

素子ユニット17では素子23の高さH1よりも高い位置に格子体43は上面を規定する。したがって、基体21の表面が対象物に押し当てられる際に格子体43は素子23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43は対象物からの反力を支持する。こうして素子23に対して外力の作用は回避されることができる。素子23の破損は確実に防止されることができる。しかも、保護膜57の表面は格子体43の上面に面一に形成されることから、保護膜57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57の変形は防止されることができる。

【0041】

図7に示されるように、素子ユニット17では素子23は超音波ビーム76を放射する。素子23は素子アレイ22の行方向に平行な回転軸回りで超音波ビーム76を走査することができる。振動膜54の表面の垂直方向に対して超音波ビーム76が傾斜すると、振動膜54の表面から遠ざかるにつれて振動膜54の表面に平行な方向に超音波ビーム76は素子23から遠ざかる。超音波ビーム76の最大傾斜角に応じて距離Dが設定されれば、格子体43の第2長尺片45と超音波ビーム76との干渉は回避されることができる。

【0042】

(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78の表面で個々の素子ユニット17ごとに第2導電体31および下部電極端子34、36(図8以降では図示されず)を形成する。第2導電体31および下部電極端子34、36の形成に先立ってシリコンウエハー78の表面には酸化シリコン膜79および酸化ジルコニウム膜81を順に形成する。酸化ジルコニウム膜81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31および下部電極端子34、36を成形する。

【0043】

図9に示されるように、第2導電体31の表面で個々の素子23ごとに圧電体膜27および第1導電膜82を形成する。圧電体膜27および第1導電膜82の形成にあたってシ

10

20

30

40

50

リコンウエハー 78 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 23 ごとに圧電材料膜および導電材のべた膜から圧電体膜 27 および第 1 導電膜 82 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 78 の表面に導電材のべた膜 83 を成膜する。導電材のべた膜 83 は個々の第 1 導電膜 82 を被覆する。第 1 導電膜 82 はべた膜 83 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 83 から第 2 導電膜を成形する。第 2 導電膜は、第 2 導電体 31 に直交する方向に延び、次々と第 2 導電体 31 を横切る。第 2 導電膜は素子アレイ 22 の行方向にそれぞれの第 1 導電膜 82 を接続する。第 2 導電膜は第 1 導電体 28、引き出し配線 29 および上部電極端子 33、35 を形成する。第 2 導電膜の一部は第 1 導電膜 82 に重なって第 1 導電膜 82 とともに上部電極 25 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 78 の裏面からアレイ状の開口 49 を形成する。開口 49 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 79 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 79 および酸化ジルコニウム膜 81 に振動膜 54 を区画する。開口 49 の形成後、シリコンウエハー 78 の表面に素子ユニット 17 ごとに格子体 43 を接着する。格子体 43 はシリコンウエハー 78 の表面に重ねる。接着後、シリコンウエハー 78 から個々の素子ユニット 17 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 17 a の構造を概略的に示す。第 2 実施形態では格子体 43 の第 2 長尺片 45 は傾斜面 85 の側面（素子 23 に臨む側の側面）を有する。傾斜面 85 は例えば平面で形成されることができる。傾斜面 85 は、基体 21 の表面から垂直方向に遠ざかるにつれて平面視で素子 23 から遠ざかる。このとき、傾斜面 85 の上端を形成する稜線 85 a と、第 2 長尺片 45 に最も近い振動膜 54 の縁とを結ぶ平面 86 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 17 a では素子 23 は超音波ビーム 76 を放射する。素子 23 は素子アレイ 22 の行方向に平行な回転軸回りで超音波ビーム 76 を走査することができる。振動膜 54 の表面の垂直方向に対して超音波ビーム 76 が傾斜すると、振動膜 54 の表面から遠ざかるにつれて振動膜 54 の表面に平行な方向に超音波ビーム 76 は素子 23 から遠ざかる。前述のように超音波ビーム 76 の最大傾斜角に応じて距離 D が設定されれば、格子体 43 の第 2 長尺片 45 と超音波ビーム 76 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 43 に比べて第 2 長尺片 45 の壁厚は増大することができる。したがって、格子体 43 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 17 b の構造を概略的に示す。第 3 実施形態では格子体 43 の第 2 長尺片 45 は保護膜 57 の第 3 高さ H3 よりも低い第 2 高さ H2 を有する。第 2 高さ H2 は素子 23 の第 1 高さ H1 よりも高い。ここでは、保護膜 57 の膜厚は前述と同様に維持されることから、保護膜 57 は音響整合層として機能することができる。格子体 43 は素子 23 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 43 は対象物からの反力を支持する。しかも、格子体 43 の高さ H2 は抑えられることから、第 2 長尺片 45 と超音波ビーム 76 との干渉の回避にあたって第 2 長尺片 45 は第 1 実施形態および第 2 実施形態に比べて振動膜 54 に近づくことができる。したがって、素子 23 の密度は高められることができる。ここでは、第 1 長尺片 44 の高さは第 2 長尺片 45 に合わせ込まれてもよく保護膜 57 の高さに合わせ込まれてもよい。その他の構

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デ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デ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できる。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られることができる。また、超音波診断装置11、超音波プローブ13、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】

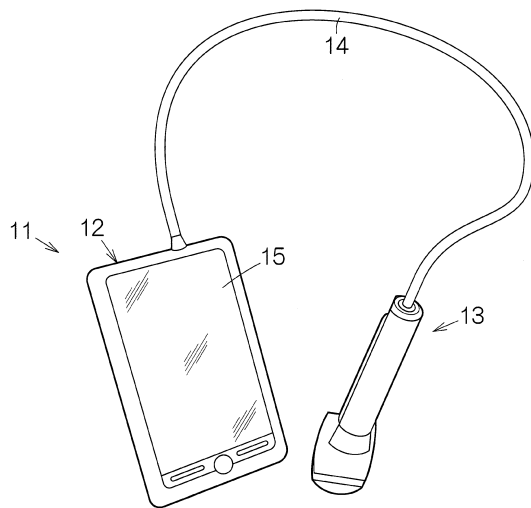
【0054】

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 超音波トランスデューサー素子ユニット、23 超音波トランスデューサー素子、43 突出部(格子体)、57 保護膜、85 側面(傾斜面)、87 突出部(格

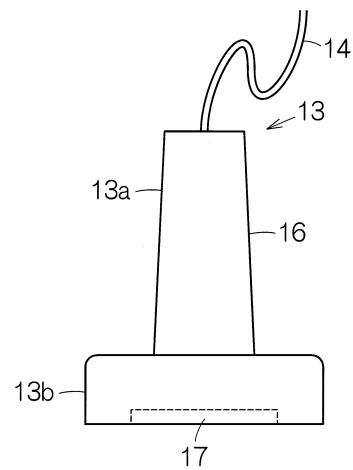
50

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。

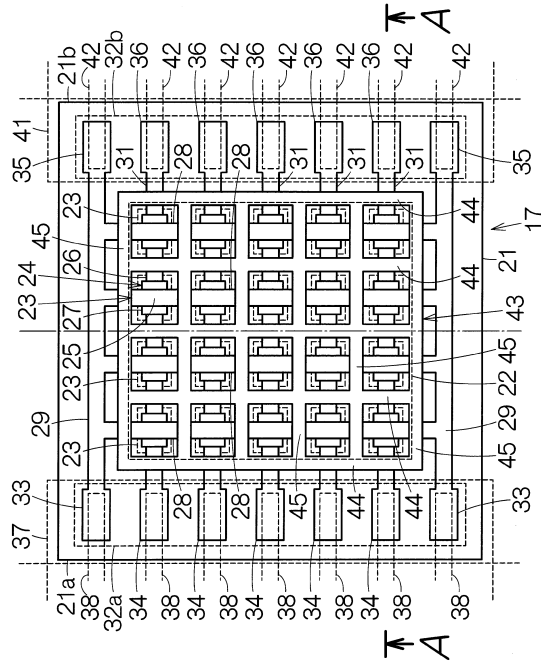
【図1】



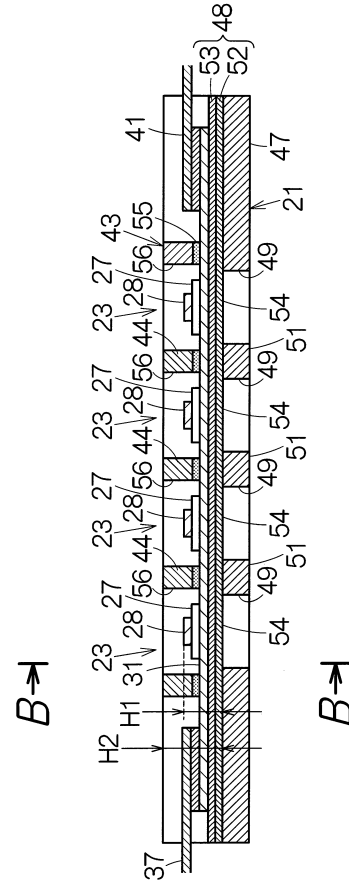
【図2】



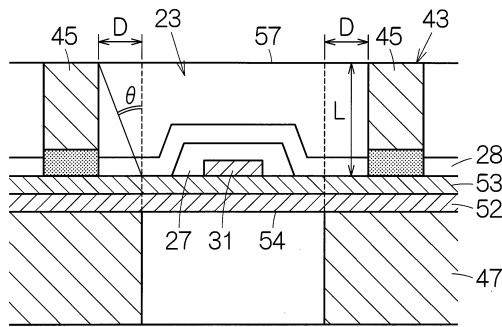
【図 3】



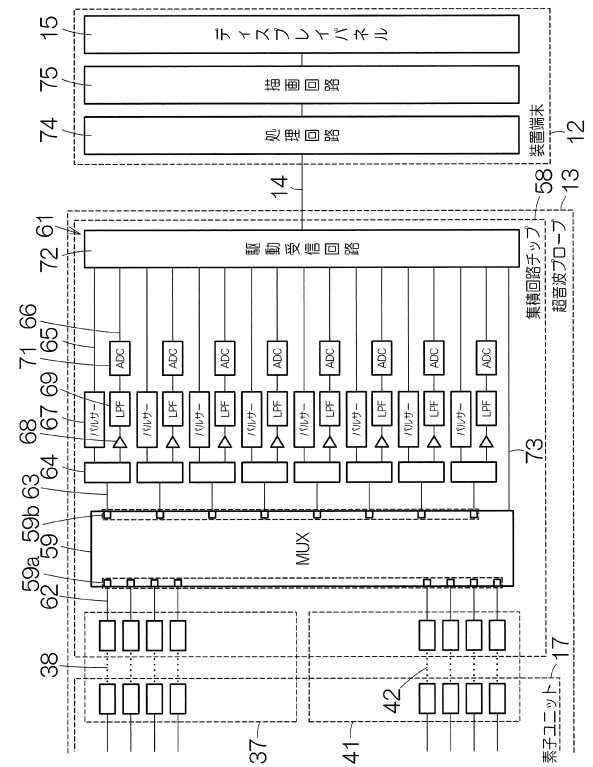
【図 4】



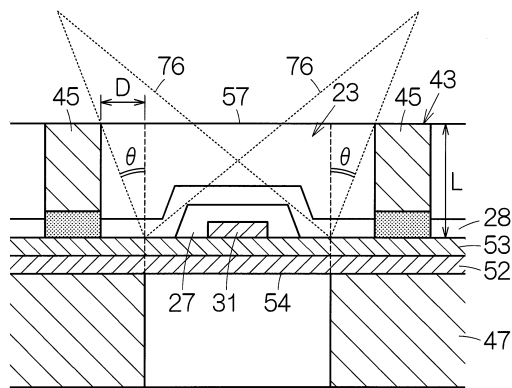
【図 5】



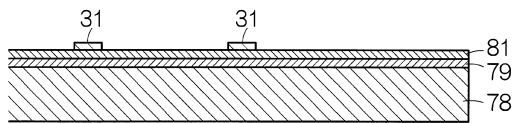
【図 6】



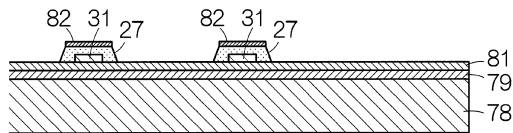
【図 7】



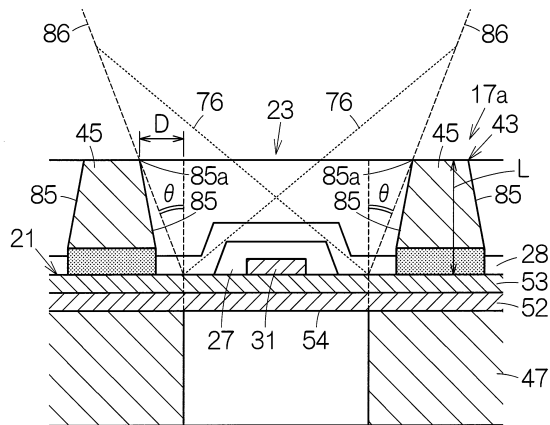
【図 8】



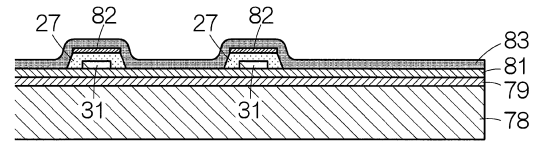
【図 9】



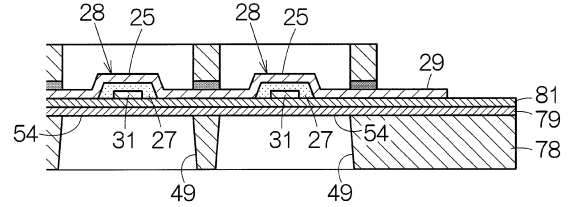
【図 12】



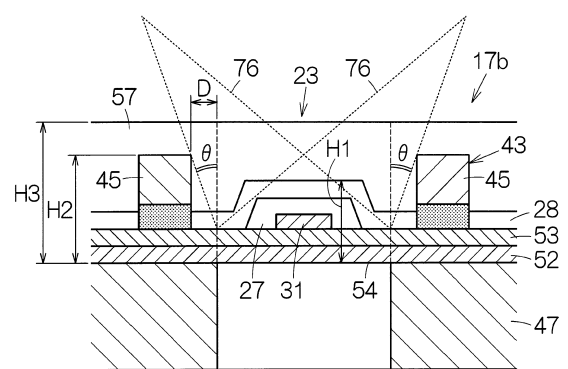
【図 10】



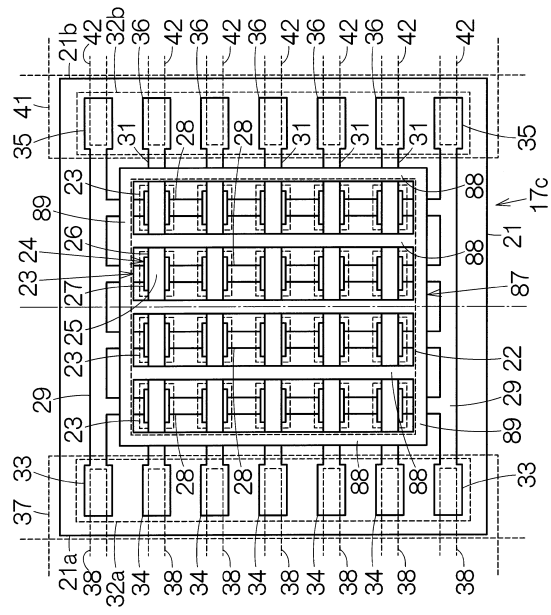
【図 11】



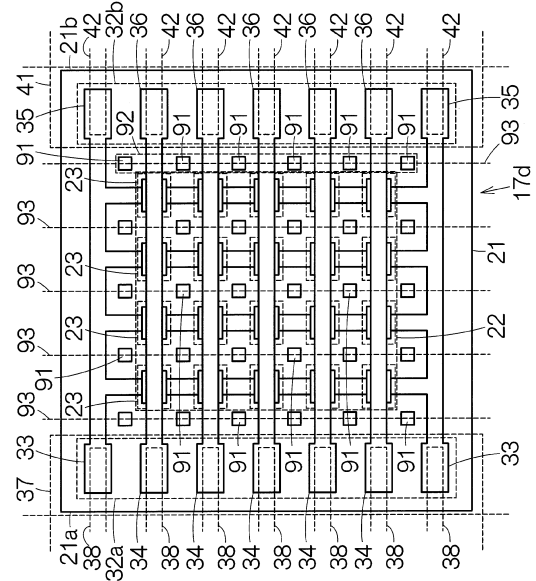
【図 13】



【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 2 0 1 1 - 2 5 9 2 7 4 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 6 4 3 3 1 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 1 7 5 5 0 7 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 2 5 5 0 2 4 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 0 9 9 6 7 5 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 2 1 5 5 3 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
A 6 1 B 8 / 0 0 - 8 / 1 5
H 0 4 R 1 7 / 0 0

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 摂内		
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. A 6 1 B 8 / 1 4 H 0 4 R 1 7 / 0 0	F I A 6 1 B 8 / 1 4 H 0 4 R 1 7 / 0 0 3 3 2 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	
(22) 出願日 平成24年6月13日 (2012. 6. 13)	セイコーエプソン株式会社	
(65) 公開番号 特開2013-255692 (P2013-255692A)	東京都新宿区新宿四丁目 1 番 6 号	
(43) 公開日 平成25年12月26日 (2013. 12. 26)	(74) 代理人 100090479	
審査請求日 平成27年6月11日 (2015. 6. 11)	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		