

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5900107号
(P5900107)

(45) 発行日 平成28年4月6日 (2016.4.6)

(24) 登録日 平成28年3月18日 (2016.3.18)

(51) Int.Cl.

F I

HO 4 R 17/00 (2006.01)

HO 4 R 17/00 3 3 2 B

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

A 6 1 B 8/00

請求項の数 14 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2012-78673 (P2012-78673)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成24年3月30日 (2012.3.30)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2013-211604 (P2013-211604A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成25年10月10日 (2013.10.10)	(74) 代理人	100090479
審査請求日	平成27年3月26日 (2015.3.26)		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	中村 友亮
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(72) 発明者	鶴野 次郎
			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チップおよびプローブ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】

開口がアレイ状に配置された基板と、
前記基板の第1面に設けられ、前記基板の厚み方向から見た平面視において前記開口と重なる位置に設けられた超音波トランスデューサー素子と、
前記基板の前記第1面とは反対側の前記基板の第2面に設けられた補強部材と、を備え、
前記補強部材は、前記基板の前記第2面と接する面において当該面の面内の第1の方向に並べて配置され、前記開口を含む前記基板の内部空間および前記基板の外部空間を連通する直線状溝部を有し、
前記直線状溝部の間隔が前記第1の方向に沿った前記開口の開口幅よりも小さいことを特徴とする超音波トランスデューサー素子チップ。

【請求項 2】

請求項1に記載の超音波トランスデューサー素子チップにおいて、前記補強部材は、アレイ状に配置された前記開口の間の前記基板の仕切り壁部に少なくとも1カ所の接合域で接合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チップ。

【請求項 3】

請求項1または2に記載の超音波トランスデューサー素子チップにおいて、前記基板の厚み方向からの平面視で、1本の前記直線状溝部ごとに、1列の前記開口を順番に横切って次々に開口同士を連通し、列端の前記開口から前記基板の輪郭の外側の空間に連通する

ことを特徴とする超音波トランスデューサー素子チップ。

【請求項 4】

請求項 1 または 2 に記載の超音波トランスデューサー素子チップにおいて、前記基板の厚み方向からの平面視で、複数本の前記直線状溝部の組み合わせで、1 列の前記開口を順番に横切って次々に開口同士を連通し、列端の前記開口から前記基板の輪郭の外側の空間に連通することを特徴とする超音波トランスデューサー素子チップ。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 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チップにおいて、前記直線状溝部の前記第 1 方向に並ぶ間隔は前記開口の前記第 1 の方向の開口幅の 3 分の 1 以上であって 2 分の 1 よりも小さいことを特徴とする超音波トランスデューサー素子チップ。

10

【請求項 6】

請求項 1 ～ 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チップにおいて、前記基板の厚み方向からの平面視で、前記開口の輪郭は矩形に形成され、前記直線状溝部は前記矩形の短辺方向に前記開口を横切ることを特徴とする超音波トランスデューサー素子チップ。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 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チップにおいて、前記基板の厚み方向からの平面視で、前記開口の輪郭は矩形に形成され、前記直線状溝部は前記矩形の長辺方向に前記開口を横切ることを特徴とする超音波トランスデューサー素子チップ。

20

【請求項 8】

請求項 1 ～ 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チップにおいて、前記基板の厚み方向からの平面視で、前記開口は一定のピッチで前記第 1 の方向に配列され、前記直線状溝部は前記第 1 の方向に等ピッチで並べられることを特徴とする超音波トランスデューサー素子チップ。

【請求項 9】

請求項 1 ～ 8 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チップと、前記超音波トランスデューサー素子チップを支持する筐体とを備えることを特徴とするプローブ。

30

【請求項 10】

請求項 9 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 11】

請求項 9 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 12】

請求項 1 ～ 8 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チップと、
前記超音波トランスデューサー素子チップを支持する筐体とを備え、
前記筐体がプローブ本体に着脱可能であることを特徴とするプローブヘッド。

40

【請求項 13】

基板上にアレイ状に配置された開口の第 1 の方向の開口幅よりも小さい間隔で並べられた直線状溝部を備えた表面を有する補強部材を保持する工程と、

個々の前記開口に超音波トランスデューサー素子が設けられる前記基板の第 1 面と反対側の前記基板の第 2 面および前記補強部材の前記表面を重ね合わせる工程とを含むことを特徴とする超音波トランスデューサー素子チップの製造方法。

【請求項 14】

第 1 面に振動膜を有し、前記第 1 面とは反対側の第 2 面に開口がアレイ状に設けられた基板と、

50

前記振動膜に設けられ、前記基板の厚み方向から見た平面視において前記開口と重なる超音波トランスデューサー素子と、

前記第２面に設けられ、前記平面視において前記開口を覆う補強部材と、を備え、
前記補強部材は、前記第２面と接する面において第１の方向に並べて配置され、前記開口を含む前記基板の内部空間および前記基板の外部空間を連通する直線状溝部を有し、

前記直線状溝部の間隔が前記第１の方向に沿った前記開口の開口幅よりも小さいことを特徴とする超音波トランスデューサー素子チップ。

【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チップ、および、それを利用したプローブ、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断装置等に関する。

【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基板を備える。基板には複数の開口が形成される。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。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開２０１１－８２６２４号公報

【特許文献２】特開２０１１－７７９１８号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

基板に開口が形成されると、基板の強度は低下する。基板の厚み方向の力に対して強度が不足する。超音波トランスデューサー素子チップが被検体に押し付けられると、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、薄型で、かつ、基板の厚み方向の押圧に耐える強度を有する超音波トランスデューサー素子チップ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、開口がアレイ状に配置された基板と、前記基板の第１面において個々の前記開口に設けられる超音波トランスデューサー素子と、前記基板の前記第１面とは反対側の前記基板の第２面に固定されて前記基板を補強する補強部材と、を備え、前記補強部材は、前記基板の前記第２面に固定される面において、当該面の面内の第１の方向に、前記基板の前記第２面における前記開口の前記第１の方向の開口幅よりも小さい間隔で並べて配置され、前記開口の内部空間および前記基板の外部空間を相互に連通する直線状溝部を有する超音波トランスデューサー素子チップに関する。

【０００７】

こうした超音波トランスデューサー素子チップでは超音波トランスデューサー素子は薄型に形成されることができる。超音波トランスデューサー素子は薄型の基板に形成されることができる。補強部材が基板に固定されても、超音波トランスデューサー素子チップは薄型に形成されることができる。加えて、基板の第２面には補強部材が固定されることから、基板の厚み方向に基板の強度は補強されることができる。開口の内部空間は基板、超音波トランスデューサー素子および補強部材で囲まれる。直線状溝部は開口の内部空間と基板の外部空間とを相互に接続する。こうして個々の開口の内部空間と内部空間の外側との間で通気は確保されることができる。第１の方向の開口幅よりも小さい間隔で直線状溝

10

20

30

40

50

部が並べて配置されれば、基板と補強部材との間で相対的に位置ずれが生じて、少なくとも1本の直線状溝部は開口に接続されることができる。個々の開口は必ず開口の外側との間で通気を確保することができる。開口の内部空間は密閉されない。開口の内部空間は周囲の圧力変動に容易に追従することができる。こうして超音波トランスデューサー素子の破損は確実に回避されることができる。仮に開口の内部空間が気密に密閉されてしまうと、圧力変動に起因して超音波トランスデューサー素子の破損が懸念されてしまう。

【0008】

(2) 前記補強部材は、アレイ状に配置された前記開口の間の前記基板の仕切り壁部に少なくとも1カ所の接合域で接合されることができる。仕切り壁部が補強部材に接合されると、仕切り壁部の動きは補強部材で拘束される。したがって、仕切り壁部の振動は防止されることができる。その結果、超音波トランスデューサー素子同士のクロストークは防止されることができる。しかも、こうして仕切り壁部の動きが拘束されると、超音波トランスデューサー素子の超音波振動に対して仕切り壁部の振動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ではクリアな振動モードの超音波振動が得られる。こうして仕切り壁部の振動が回避されると、超音波振動の振幅の低下も抑制されることができる。

10

【0009】

(3) 超音波トランスデューサー素子チップは、前記基板の厚み方向からの平面視で、1本の前記直線状溝部ごとに、1列の前記開口を順番に横切って次々に開口同士を連通し、列端の前記開口から前記基板の輪郭の外側の空間に連通することができる。こうして1

20

【0010】

(4) 超音波トランスデューサー素子チップは、1本の前記直線状溝部に代えて、前記基板の厚み方向からの平面視で、複数本の前記直線状溝部の組み合わせで、1列の前記開口を順番に横切って次々に開口同士を連通し、列端の前記開口から前記基板の輪郭の外側の空間に連通することができる。こうして1列の開口で全て通気は確保されることができる。

【0011】

(5) 前記直線状溝部の前記第1の方向に並ぶ間隔は前記開口の前記第1の方向の開口幅の3分の1以上であって2分の1よりも小さくてもよい。こうした間隔で直線状溝部が並べられれば、2本の直線状溝部が開口の輪郭線を横切ることができる。したがって、開口では、たとえ一方の直線状溝部で目詰まりが生じて、他方の直線状溝部で開口の外側との間で通気が確保されることができる。

30

【0012】

(6) 前記基板の厚み方向からの平面視で、前記開口の輪郭は矩形に形成され、前記直線状溝部は前記矩形の短辺方向に前記開口を横切ることができる。こうして矩形の長辺方向に直線状溝部同士の間隔が設定されると、矩形の短辺方向に直線状溝部同士の間隔が設定される場合に比べて平行線同士で大きな間隔が確保されることができる。したがって、少ない本数で直線状溝部は形成されれば済む。加工の効率化は達成されることができる。

【0013】

40

(7) 前記基板の厚み方向からの平面視で、前記開口の輪郭は矩形に形成され、前記直線状溝部は前記矩形の長辺方向に前記開口を横切ることができる。矩形の短辺ではアスペクト比に起因して開口の輪郭の壁は変形しづらい。直線状溝部の形成に基づき重ね合わせの範囲が狭められても、壁は比較的の高い剛性を維持することができる。したがって、壁の振動は抑制されることができる。

【0014】

(8) 前記基板の厚み方向からの平面視で、前記開口は一定のピッチで前記第1の方向に配列され、前記直線状溝部は前記第1の方向に等ピッチで並べられることができる。直線状溝部の形成にあたって、等ピッチさえ確保されれば、直線状溝部と補強部材との相対的位置は自由に設定されることができる。補強部材の加工にあたって補強部材の位置決め

50

精度は緩められることができる。補強部材の加工は簡易化されることができる。

【0015】

(9) 超音波トランスデューサー素子チップ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チップと、前記超音波トランスデューサー素子チップを支持する筐体とを備えることができる。

【0016】

(10) 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。

【0017】

(11) 同様に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。

【0018】

(12) 超音波トランスデューサー素子チップ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チップと、前記超音波トランスデューサー素子チップを支持する筐体とを備えることができる。

【0019】

(13) 超音波トランスデューサー素子チップの製造にあたって特定の製造方法は提供されることができる。ここでは、超音波トランスデューサー素子チップの製造方法は、基板上にアレイ状に配置された開口の第1の方向の開口幅よりも小さい間隔で並べられた直線状溝部を備えた表面を有する補強部材を保持する工程と、個々の前記開口に超音波トランスデューサー素子が設けられる前記基板の第1面と反対側の前記基板の第2面および前記補強部材の前記表面を重ね合わせる工程とを含むことができる。

【0020】

こうして直線状溝部の間隔が設定されると、基板と補強部材との間で相対的に位置ずれが生じて、少なくとも1本の直線状溝部は開口に連通することができる。加えて、基板および補強部材が大気中またはその他の気体雰囲気下で相互に重ね合わせられる場合でも、比較的簡単に重ね合わせは実現されることができる。その一方で、基板の第2面が均一な平面に重ね合わせられると、個々の開口内に補強部材の平面で気体が押し詰められる。大気圧では開口内の空間の体積よりも大きい体積の気体が開口内に留まろうとする。開口の封鎖と同時に、基板および補強部材の隙間から余分な気体が逃げないと、基板および補強部材の張り合わせは実現されることができない。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【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】超音波トランスデューサー素子チップの拡大平面図である。

【図4】図3の4-4線に沿った断面図である。

【図5】溝を示す補強板の平面図である。

【図6】図5の拡大部分平面図である。

【図7】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8】シリコンウエハー上に形成された可撓膜および下部電極を概略的に示す部分拡大垂直断面図である。

【図9】下部電極上に形成された圧電体膜および上部電極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補強板用のウエハーを概略的に示す

10

20

30

40

50

部分拡大垂直断面図である。

【図１２】シリコンウエハーと補強板用のウエハーとの重ね合わせにあたって開口と溝との位置関係を概略的に示す部分拡大平面図である。

【図１３】他の実施形態に係る超音波トランスデューサー素子チップを概略的に示す部分拡大平面図である。

【図１４】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チップを概略的に示す部分拡大平面図である。

【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。

【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チップ（以下「素子チップ」という）１７が収容される。素子チップ１７の表面は筐体１６の表面で露出することができる。素子チップ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、素子チップ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は素子チップ１７の平面図を概略的に示す。素子チップ１７は基板２１を備える。基板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は圧電素子部を備える。圧電素子部は下部電極２４、上部電極２５および圧電体膜２６で構成される。個々の素子２３ごとに下部電極２４および上部電極２５の間に圧電体膜２６が挟み込まれる。

【００２６】

下部電極２４は複数本の第１導電体２４ａを有する。第１導電体２４ａ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２４ａが割り当てられる。１本の第１導電体２４ａは配列の行方向に並ぶ素子２３の圧電体膜２６に共通に配置される。第１導電体２４ａの両端は１対の引き出し配線２７にそれぞれ接続される。引き出し配線２７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２４ａは同一長さを有する。こうしてマトリクス全体の素子２３に共通に下部電極２４は接続される。

【００２７】

上部電極２５は複数本の第２導電体２５ａを有する。第２導電体２５ａ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２５ａが割り当てられる。１本の第２導電体２５ａは配列の列方向に並ぶ素子２３の圧電体膜２６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

10

20

30

40

50

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。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。さらにまた、下部電極２４および上部電極２５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に共通に上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に下部電極が接

10

【００２８】

基板２１の輪郭は、相互に平行な１対の直線２９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。素子アレイ２２の輪郭と基板２１の外縁との間に広がる周縁領域３１には、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、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対の下部電極端子３３および複数の上部電極端子３４で構成される。同様に、第２端子アレイ３２ｂは１対の下部電極端子３５および複数の上部電極端子３６で構成される。１本の引き出し配線２７の両端にそれぞれ下部電極端子３３、３５は接続される。引き出し配線２７および下部電極端子３３、３５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２５ａの両端にそれぞれ上部電極端子３４、３６は接続される。第２導電体２５ａおよび上部電極端子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。ここでは、基板２１の輪郭は矩形に形成される。基板２１の輪郭は正方形であってもよく台形であ

20

【００２９】

基板２１には第１フレキシブルプリント基板（以下「第１フレキ」という）３７が連結される。第１フレキ３７は第１端子アレイ３２ａに覆い被さる。第１フレキ３７の一端には下部電極端子３３および上部電極端子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は下部電極端子３３および上部電極端子３４に個別に向き合わせられ個別に接合される。同様に、基板２１には第２フレキシブルプリント基板（以下「第２フレキ」という）４１が覆い被さる。第２フレキ４１は第２端子アレイ３２ｂに覆い被さる。第２フレキ４１の第１端４１ａには下部電極端子３５および上部電極端子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は下部電極端子３５および上部電極端子３６に個別に向き合わせられ個別に接合される。

30

【００３０】

図４に示されるように、個々の素子２３は振動膜４３を有する。振動膜４３の構築にあたって基板２１の基体４４には個々の素子２３ごとに開口４５が形成される。開口４５は基体４４に対してアレイ状に配置される。基体４４の表面には可撓膜４６が一面に形成される。可撓膜４６は、基体４４の表面に積層される酸化シリコン（ SiO_2 ）層４７と、酸化シリコン層４７の表面に積層される酸化ジルコニウム（ ZrO_2 ）層４８とで構成される。可撓膜４６は開口４５に接する。こうして開口４５の輪郭に対応して可撓膜４６の一部が振動膜４３として機能する。酸化シリコン層４７の膜厚は共振周波数に基づき決定されることができる。

40

【００３１】

振動膜４３の表面に下部電極２４、圧電体膜２６および上部電極２５が順番に積層される。下部電極２４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２６は例えばジルコン酸チ

50

タン酸鉛（PZT）で形成されることができる。上部電極 25 は例えばイリジウム（Ir）で形成されることができる。下部電極 24 および上部電極 25 にはその他の導電材が利用されてもよく、圧電体膜 26 にはその他の圧電材料が用いられてもよい。ここでは、上部電極 25 の下で圧電体膜 26 は完全に下部電極 24 を覆う。圧電体膜 26 の働きで上部電極 25 と下部電極 24 との間で短絡は回避されることができる。

【0032】

基板 21 の表面には保護膜 49 が積層される。保護膜 49 は例えば全面にわたって基板 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 32 a、32 b、第 1 および第 2 フレキ 37、41 は保護膜 49 で覆われる。保護膜 49 には例えばシリコン樹脂膜が用いられることができる。保護膜 49 は、素子アレイ 22 の構造や、第 1 端子アレイ 32 a および第 1 フレキ 37 の接合、第 2 端子アレイ 32 b および第 2 フレキ 41 の接合を保護する。

【0033】

隣接する開口 45 同士の間には仕切り壁 51 が区画される。開口 45 同士は仕切り壁 51 で仕切られる。仕切り壁 51 の壁厚み t は開口 45 の空間同士の間隔に相当する。仕切り壁 51 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 t は壁面同士の距離に相当する。すなわち、壁厚み t は壁面に直交して壁面同士の間挟まれる垂線の長さで規定されることができる。仕切り壁 51 の壁高さ H は開口 45 の深さに相当する。開口 45 の深さは基体 44 の厚みに相当する。したがって、仕切り壁 51 の壁高さ H は基体 44 の厚み方向に規定される壁面の長さで規定されることができる。基体 44 は均一な厚みを有することから、仕切り壁 51 は全長にわたって一定の壁高さ H を有することができる。仕切り壁 51 の壁厚み t が縮小されれば、振動膜 43 の配置密度は高められる。素子チップ 17 の小型化に寄与することができる。壁厚み t に比べて仕切り壁 51 の壁高さ H が大きければ、素子チップ 17 の曲げ剛性は高められることができる。こうして開口 45 同士の間隔は開口 45 の深さよりも小さく設定される。

【0034】

基体 44 の裏面には補強板（補強部材）52 が固定される。補強板 52 の表面に基体 44 の裏面が重ねられる。補強板 52 は素子チップ 17 の裏面で開口 45 を閉じる。補強板 52 はリジッドな基材を備えることができる。補強板 52 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 44 の板厚は例えば $100\ \mu\text{m}$ 程度に設定され、補強板 52 の板厚は例えば $100 \sim 150\ \mu\text{m}$ 程度に設定される。ここでは、仕切り壁 51 は補強板 52 に結合される。補強板 52 は個々の仕切り壁 51 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。

【0035】

補強板 52 の表面には直線状の溝（直線状溝部）53 が形成される。溝 53 は補強板 52 の表面を複数の平面 54 に分割する。複数の平面 54 は 1 つの仮想平面 HP 内で広がる。その仮想平面 HP 内で基体 44 の裏面は広がる。仕切り壁 51 は平面 54 に接合される。溝 53 は仮想平面 HP から窪む。溝 53 の断面形状は四角形であってもよく三角形であってもよく半円形その他の形状であってもよい。

【0036】

図 5 に示されるように、開口 45 は第 1 方向 $D1$ に列を形成する。開口 45 の輪郭形状の図心 $45c$ は第 1 方向 $D1$ の 1 直線 56 上で等ピッチに配置される。開口 45 の輪郭 45 a は 1 つの形状の複写で象られることから、同一形状の開口 45 が一定のピッチで繰り返し配置される。開口 45 の輪郭 45 a は例えば四角形に規定される。具体的には矩形に形成される。矩形の長辺は第 1 方向 $D1$ に合わせ込まれる。こうして開口 45 は矩形の輪郭 45 a を有することから、仕切り壁 51 は全長にわたって一定の壁厚み t を有することができる。このとき、仕切り壁 51 の接合域は長辺の中央位置を含む領域であればよい。特に、仕切り壁 51 の接合域は長辺の全長を含む領域であればよい。仕切り壁 51 は長辺の全長にわたって開口 45 同士の間の全面で補強板 52 に面接合されることができる。さらに、仕切り壁 51 の接合域は四角形の各辺に少なくとも 1 カ所ずつ配置されることがで

10

20

30

40

50

きる。仕切り壁 5 1 の接合域は四角形を途切れなく囲むことができる。仕切り壁 5 1 は四角形の全周にわたって開口 4 5 同士の間の全面で補強板 5 2 に面接合されることができる。

【 0 0 3 7 】

溝 5 3 は一定の間隔 L で相互に平行に第 1 方向 D 1 に並べられる。溝 5 3 は第 1 方向 D 1 に交差する第 2 方向 D 2 に延びる。溝 5 3 の両端は補強板 5 2 の端面 5 7 a、5 7 b で開口する。1 本の溝 5 3 は 1 列（ここでは 1 行）の開口 4 5 の輪郭 4 5 a を順番に横切る。個々の開口 4 5 には少なくとも 1 本の溝 5 3 が接続される。ここでは、第 2 方向 D 2 は第 1 方向 D 1 に直交する。したがって、溝 5 3 は矩形の短辺方向に開口 4 5 の輪郭 4 5 a を横切る。

10

【 0 0 3 8 】

図 6 に示されるように、平面 5 4 同士の間で溝 5 3 は基体 4 4 と補強板 5 2 との間で通路 5 8 a、5 8 b を形成する。こうして溝 5 3 内の空間は開口 4 5 の内部空間に連通する。通路 5 8 a、5 8 b は開口 4 5 の内部空間と基板 2 1 の外部空間との間で通気を確保する。基板 2 1 の表面に直交する方向すなわち基板 2 1 の厚み方向から見た平面視で、1 本の溝 5 3 は 1 列（ここでは 1 行）の開口 4 5 の輪郭 4 5 a を順番に横切ることから、次々に開口 4 5 同士は通路 5 8 a で接続される。溝 5 3 の両端は補強板 5 2 の端面 5 7 a、5 7 b で開口する。こうして列端の開口 4 5 から基板 2 1 の輪郭の外側に通路 5 8 b は開放される。

【 0 0 3 9 】

20

溝 5 3 の間隔 L は開口 4 5 の開口幅 S よりも小さく設定される。開口幅 S は、溝 5 3 の並び方向すなわち第 1 方向 D 1 に開口 4 5 を横切る線分のうち最大の長さのもので規定される。言い換えると、開口幅 S は、開口 4 5 の輪郭 4 5 a に外接する平行線 5 9 同士の間隔に相当する。開口 4 5 ごとに開口 4 5 の輪郭 4 5 a に外接する平行線 5 9 は特定される。平行線 5 9 は第 2 方向 D 2 に延びる。仮に開口 4 5 ごとに開口幅 S が相互に相違する場合には、開口幅 S の最小値よりも小さい間隔 L で溝 5 3 は並べられればよい。ここでは、溝 5 3 の間隔 L は、開口 4 5 の開口幅 S の 3 分の 1 以上であって 2 分の 1 よりも小さく設定される。

【 0 0 4 0 】

(2) 超音波診断装置の回路構成

30

図 7 に示されるように、集積回路はマルチプレクサー 6 1 および送受信回路 6 2 を備える。マルチプレクサー 6 1 は素子チップ 1 7 側のポート群 6 1 a と送受信回路 6 2 側のポート群 6 1 b とを備える。素子チップ 1 7 側のポート群 6 1 a には第 1 配線 5 4 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 6 1 a は素子アレイ 2 2 に繋がる。ここでは、送受信回路 6 2 側のポート群 6 1 b には集積回路チップ 5 5 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 6 1 はケーブル 1 4 側のポートと素子チップ 1 7 側のポートとの間で相互接続を管理する。

【 0 0 4 1 】

送受信回路 6 2 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 2 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 6 1 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 4 3 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（LPF）6 9 およびアナログデジタル変換器（ADC）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。

40

【 0 0 4 2 】

送受信回路 6 2 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

50

動 / 受信回路 7 2 に接続される。駆動 / 受信回路 7 2 はスキヤ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 はスキヤ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 6 1 に接続される。マルチプレクサー 6 1 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。

【 0 0 4 3 】

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 (CPU) 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。

10

【 0 0 4 4 】

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 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 4 5 】

(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 6 1 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 6 1 は制御信号の指示に従ってポート群 6 1 b のポートにポート群 6 1 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下部電極端子 3 3、3 5 および上部電極端子 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 4 3 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は発せられる。

20

【 0 0 4 6 】

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 6 1 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 4 3 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。

30

【 0 0 4 7 】

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 6 1 はポートの接続関係を変更する。その結果、ラインスキヤンやセクタスキヤンは実現される。スキヤンが完了すると、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 8 】

素子チップ 1 7 では素子 2 3 は薄型に形成されることができる。素子 2 3 は薄型の基板 2 1 に形成されることができる。補強板 5 2 が基板 2 1 に固定されても、素子チップ 1 7 は薄型に形成されることができる。同時に、補強板 5 2 は基板 2 1 の強度を補強する。特に、仕切り壁 5 1 で壁厚 t が壁高さ H よりも小さいことから、断面係数の関係で仕切り壁 5 1 では基板 2 1 の厚み方向に十分な剛性が確保されることができる。基板 2 1 の厚み方向の力は仕切り壁 5 1 を伝って補強板 5 2 で支持されることができる。こうして素子チップ 1 7 は基板 2 1 の厚み方向に十分な強度を有することができる。基板 2 1 の板厚が例えば $100\ \mu\text{m}$ 程度に設定されても、補強板 5 2 は基板 2 1 の破損を防止することができる。その一方で、バルク型の超音波トランスデューサー素子で素子アレイが構成される場合には、基板の板厚は数 mm 程度に設定される。たとえ補強板 5 2 が接合されても、素子チップ 1 7 の厚みは、バルク型の超音波トランスデューサー素子で素子アレイが構成される場合に比べて確実に縮小されることができる。加えて、振動膜 4 3 の音響インピーダンス

40

50

スはバルク型の超音波トランスデューサー素子に比べて人体のそれに近いことから、素子チップ17ではバルク型の超音波トランスデューサー素子に比べて音響インピーダンスの整合層が省略されることができる。こういった整合層の省略は素子チップ17の薄型化にさらに寄与することができる。

【0049】

補強板52は個々の仕切り壁51に少なくとも1カ所の接合域で接合される。仕切り壁51が補強板52に接合されると、仕切り壁51の動きは補強板52で拘束される。したがって、仕切り壁51の振動は防止されることができる。その結果、素子23同士のクロストークは防止されることができる。しかも、こうして仕切り壁51の動きが拘束されると、素子23の超音波振動に対して仕切り壁51の振動の作用は回避されることができる。素子23ではクリアな振動モードの超音波振動が得られる。こうして仕切り壁51の振動が回避されると、超音波振動の振幅の低下も抑制されることができる。その一方で、仕切り壁51が動くと、振動膜43の上下振動モードよりも低い周波数の歪んだ振動モードが現れる。しかも、仕切り壁51が動く分だけ振動膜43の運動エネルギーが減少し振動の振幅が低下してしまう。

【0050】

開口45内の空間は基板21、可撓膜46（振動膜43）および補強板52で囲まれる。基板21の厚み方向から見た平面視で溝53は開口45の輪郭線45aを横切る。こうして個々の開口45の内部空間は基板21の外部空間との間で通気を確保することができる。その結果、開口45の内部空間は大気空間に繋がる。開口45の内部空間では圧力上昇は回避されることができる。振動膜43の破損は防止されることができる。ここで、外部空間は、基板21、可撓膜46および補強板52で内部空間から隔てられる空間であって内部空間に比べて著しく大きな空間を意味する。

【0051】

素子チップ17では溝53の間隔Lは開口45の開口幅Sよりも小さく設定される。したがって、基板21と補強板52との間で相対的に位置ずれが生じて、少なくとも1本の溝53は開口45の輪郭線45aに接続されることができる。個々の開口45は必ず開口45の外側との間で通気を確保することができる。加えて、溝53の間隔Lは開口幅Sの3分の1以上であって2分の1よりも小さく設定されることから、個々の開口45ごとに少なくとも2本の溝53が開口45の輪郭線45aに接続されることができる。したがって、個々の開口45では、たとえ一方の溝53で目詰まりが生じて、他方の溝53で開口45の外側との間で通気が確保されることができる。しかも、4本を超えて溝53が輪郭線45aを横切ることは回避されることから、仕切り壁51の接合強度の低下は抑制されることができる。ここでは、溝53の幅は仕切り壁51の壁厚みtよりも小さく設定されることが望まれる。こうすれば、第1方向D1に隣接する開口45同士の間には溝53が配置されても、仕切り壁51と補強板52との間で十分な大きさの接合面積が確保されることができる。仕切り壁51の接合強度の低下は抑制されることができる。

【0052】

仕切り壁51の接合域は長辺の中央位置を含む領域であることができる。仕切り壁51のうち振動振幅の大きい部位が補強板52に接合される。その結果、仕切り壁51の振動は効果的に防止されることができる。しかも、仕切り壁51の接合域は長辺の全長を含む領域であることができる。こうして長辺の全長にわたって仕切り壁51が補強板52に接合されれば、仕切り壁51の振動は確実に防止されることができる。さらに、仕切り壁51は長辺の全長にわたって開口45同士の間で全面で面接合されることができる。こうして長辺の全長にわたって開口45同士の間で全面で仕切り壁51が補強板52に面接合されれば、仕切り壁51の振動は確実に防止されることができる。

【0053】

仕切り壁51の接合域は四角形の各辺に少なくとも1カ所ずつ配置されればよい。こうして四角形の各辺で仕切り壁51が補強板52に接合されれば、仕切り壁51の振動は確実に防止されることができる。しかも、仕切り壁51の接合域は四角形を途切れなく囲む

10

20

30

40

50

ことができる。こうして四角形の全域で仕切り壁 5 1 が補強板 5 2 に接合されれば、仕切り壁 5 1 の振動は確実に防止されることができる。その上、仕切り壁 5 1 は四角形の全周にわたって開口 4 5 同士の間の全面で面接合されることができる。こうして四角形の全周にわたって開口 4 5 同士の間で全面で仕切り壁 5 1 が補強板 5 2 に面接合されれば、仕切り壁 5 1 の振動は確実に防止されることができる。

【 0 0 5 4 】

素子チップ 1 7 では、行方向に隣接する開口 4 5 同士では開口 4 5 内の空間は通路 5 8 a で相互に連通される。そして、列端の開口 4 5 から基板 2 1 の輪郭の外側に通路 5 8 b は開放される。1 本の溝 5 3 で通路 5 8 a、5 8 b は形成される。こうして 1 本の溝 5 3 で 1 列の開口 4 5 全ての通気は確保されることができる。

10

【 0 0 5 5 】

しかも、溝 5 3 は基板 2 1 の厚み方向からの平面視で矩形の短辺方向に開口 4 5 を横切る。こうして矩形の長辺方向に溝 5 3 同士の間隔 L が設定されると、矩形の短辺方向に溝 5 3 同士の間隔が設定される場合に比べて平行線 5 6 同士で大きな間隔が確保されることができる。したがって、少ない本数で溝 5 3 は形成されれば済む。加工の効率化は達成されることができる。

【 0 0 5 6 】

加えて、溝 5 3 は第 1 方向 D 1 に等ピッチで並べられる。溝 5 3 の形成にあたって、等ピッチさえ確保されれば、溝 5 3 と補強板 5 2 との相対的位置は自由に設定されることができる。補強板 5 2 の加工にあたって補強板 5 2 の位置決め精度は緩められることができる。補強板 5 2 の加工は簡易化されることができる。

20

【 0 0 5 7 】

(4) 超音波トランスデューサー素子チップの製造方法

図 8 に示されるように、シリコンウエハー (基板) 7 8 の表面で個々の素子チップ 1 7 ごとに下部電極 2 4、引き出し配線 2 7 および下部電極端子 3 3、3 5 が形成される (図 7 以降では図示されず)。下部電極 2 4、引き出し配線 2 7 および下部電極端子 3 3、3 5 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ウム膜 8 1 が相次いで形成される。酸化ジルコニウム膜 8 1 の表面には導電膜が形成される。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される。フォトリソグラフィ技術に基づき導電膜から下部電極 2 4、引き出し配線 2 7 および下部電極端子 3 3、3 5 は成形される。

30

【 0 0 5 8 】

図 9 に示されるように、下部電極 2 4 の表面で個々の素子 2 3 ごとに圧電体膜 2 6 および上部電極 2 5 が形成される。圧電体膜 2 6 および上部電極 2 5 の形成にあたってシリコンウエハー 7 8 の表面には圧電材料膜および導電膜が成膜される。圧電材料膜は P Z T 膜から構成される。導電膜はイリジウム膜から構成される。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膜から圧電体膜 2 6 および上部電極 2 5 が成形される。

【 0 0 5 9 】

続いて、図 1 0 に示されるように、シリコンウエハー 7 8 の表面に導電膜 8 2 が成膜される。導電膜 8 2 は個々の素子チップ 1 7 内で列ごとに上部電極 2 5 を相互に接続する。そして、フォトリソグラフィ技術に基づき導電膜 8 2 から上部電極 2 5、上部電極端子 3 4、3 6 が成形される。

40

【 0 0 6 0 】

その後、図 1 1 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 5 が形成される。開口 4 5 の形成にあたってエッチング処理が施される。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 4 3 は区画される。開口 4 5 の形成後、シリコンウエハー 7 8 の裏面に補強板用のウエハー (補強部材) 8 3 の表面が重ね合わせられる。重ね合わせに先立ってウエハー 8 3 はハンドリング機構やステージ上に保持される。ウエハー 8 3 には例えば

50

ジッドな絶縁性基板が用いられることができる。絶縁性基板にはシリコンウエハーが用いられることができる。接合にあたって例えば接着剤が用いられることができる。接合後、シリコンウエハー 78 から個々の素子チップ 17 は切り出される。

【0061】

接合に先立って補強板用のウエハー 83 の表面には直線状の溝 84 が形成される。溝 84 は相互に平行に等間隔で延びる。溝 84 の少なくとも一端はウエハー 83 の端面で開放される。溝 84 は、開口 45 の開口幅 S よりも小さい間隔 L で並べられる。こうして溝 84 の間隔 L が設定されると、シリコンウエハー 78 と補強板用のウエハー 83 との間で相対的に位置ずれが生じて、少なくとも 1 本の溝 84 は開口 45 の輪郭線 45a を横切ることができる。例えば図 12 に示されるように、シリコンウエハー 78 に対して補強板用のウエハー 83 が第 1 方向 D1 にずれて溝 84a が開口 45 同士の間位置しても、2 つの開口 45 にはそれぞれ少なくとも 1 本の溝 84b が配置されることができる。シリコンウエハー 78 から個々の素子チップ 17 が切り出された際に、溝 84 は補強板 52 の溝 53 を提供する。

10

【0062】

こうして溝 84 が形成されると、シリコンウエハー 78 およびウエハー 83 が大気中またはその他の気体雰囲気下で相互に重ね合わせられる場合でも、比較的簡単に重ね合わせは実現されることができる。その一方で、シリコンウエハー 78 の裏面が均一な平面に重ね合わせられると、個々の開口 45 内に補強板用のウエハーの平面で気体が押し詰められる。大気圧では開口 45 内の空間の体積よりも大きい体積の気体が開口 45 内に留まろうとする。開口 45 の封鎖と同時に、シリコンウエハー 78 および補強板用のウエハーの隙間から余分な気体が逃げないと、シリコンウエハー 78 および補強板用のウエハーの張り合わせは実現されることができない。

20

【0063】

(5) 他の実施形態に係る超音波トランスデューサー素子チップ

図 13 は他の実施形態に係る超音波トランスデューサー素子チップ 17a を概略的に示す。この素子チップ 17a では 1 本 1 本の溝 85 は局所的に第 2 方向 D2 に延びる。こうした局所的な溝 85 がいくつかの開口 45 同士の間で通路 58a、58b を形成する。複数本の溝 85 の組み合わせで、基板 21 の厚み方向からの平面視で 1 列の開口 45 を順番に横切って次々に開口 45 同士を接続する一連の通路 58a、58b が形成される。こうして通路 58a、58b の組み合わせで 1 列の開口 45 全ての通気は確保されることができる。溝 85 は溝 53 と同様に構成されることができる。その他の構成は素子チップ 17 と同様に構成されることができる。図中、素子チップ 17 と均等な構成や構造には同一の参照符号が付される。

30

【0064】

図 14 は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チップ 17b を概略的に示す。この素子チップ 17b では溝 86 は第 1 方向 D1 すなわち矩形の長辺方向に延びる。したがって、基板 21 の厚み方向からの平面視で、溝 86 は矩形の短辺で開口 45 の輪郭線 45a を横切る。矩形の短辺では断面係数に起因して開口 45 の輪郭 45a の壁すなわち仕切り壁 51 は変形しづらい。溝 86 の形成に基づき接合の範囲が狭められても、仕切り壁 51 は比較的の高い剛性を維持することができる。したがって、仕切り壁 51 の振動(残留振動)は抑制されることができる。その他の構成は素子チップ 17 と同様に構成されることができる。図中、素子チップ 17 と均等な構成や構造には同一の参照符号が付される。

40

【0065】

その他、いずれの実施形態でも、開口 45 の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。その他、溝 53、85、86 は第 1 方向 D1 や第 2 方向 D2 に対して所定の傾斜角で傾斜してもよい。

50

【 0 0 6 6 】

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 や超音波プローブ 1 3、プローブヘッド 1 3 b、素子チップ 1 7、1 7 a、1 7 b、素子 2 3 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 】

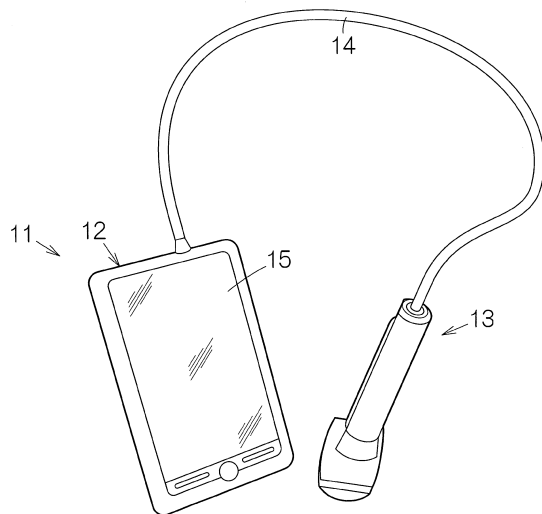
10

【 0 0 6 7 】

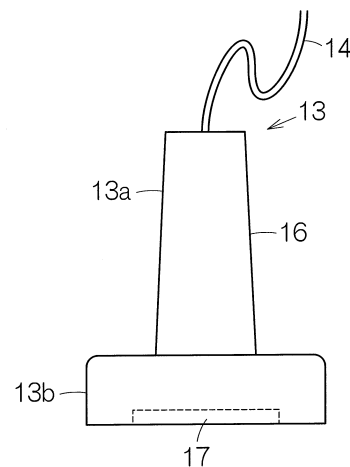
1 1 電子機器（超音波診断装置）、1 3 プローブ（超音波プローブ）、1 3 b プローブヘッド、1 5 表示装置（ディスプレイパネル）、1 6 筐体、1 7 超音波トランスデューサー素子チップ、1 7 a 超音波トランスデューサー素子チップ、1 7 b 超音波トランスデューサー素子チップ、2 1 基板、2 3 超音波トランスデューサー素子、4 5 開口、4 5 a 輪郭、5 2 補強部材（補強板）、5 3 直線状溝部（溝）、5 6 平行線、5 8 a 通路、5 8 b 通路、7 4 処理回路、8 3 補強部材（補強板用のウエハー）、8 4 直線状溝部（溝）、8 5 直線状溝部（溝）、8 6 直線状溝部（溝）、D 1 第 1 の方向（第 1 方向）、D 2 第 2 の方向（第 2 方向）、L （直線状溝部の）間隔、S 開口幅。

20

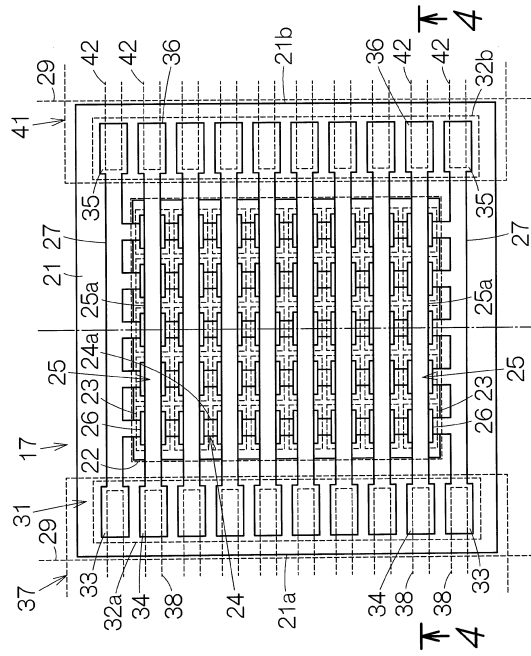
【 図 1 】



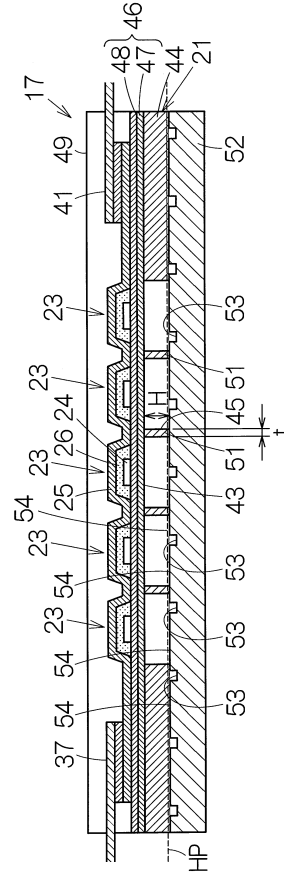
【 図 2 】



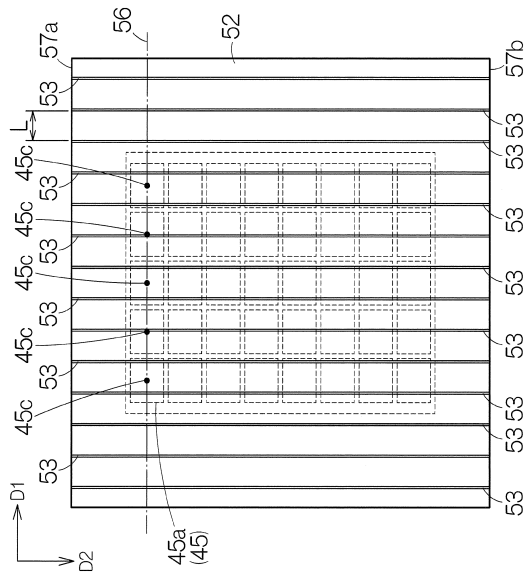
【図 3】



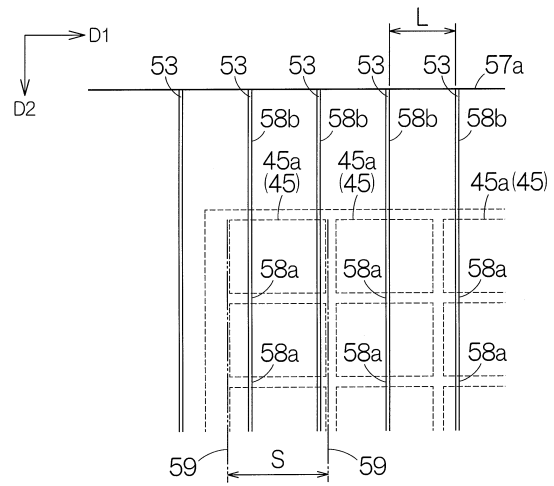
【図 4】



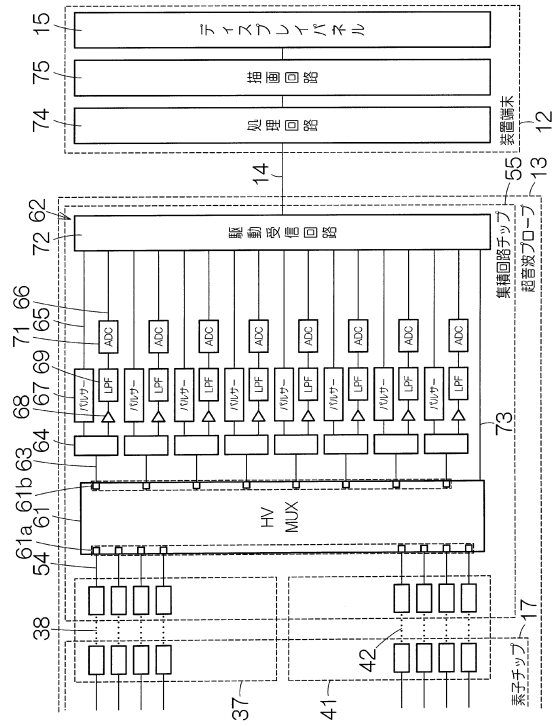
【図 5】



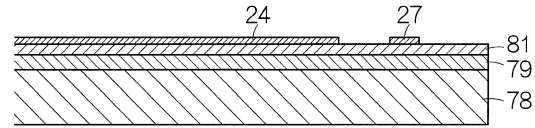
【図 6】



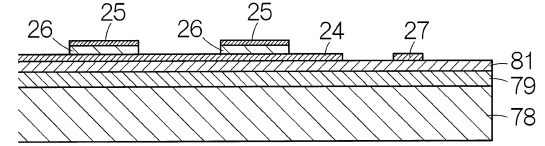
【図 7】



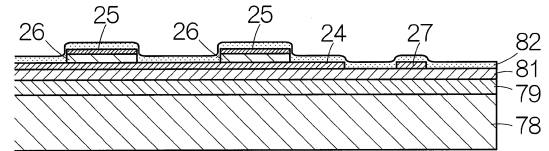
【図 8】



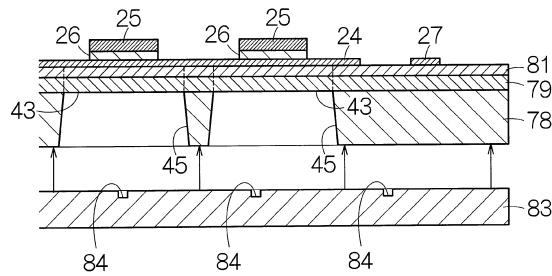
【図 9】



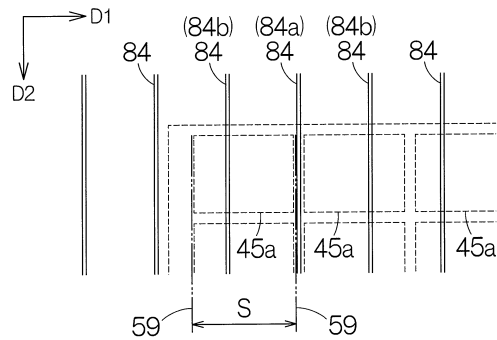
【図 10】



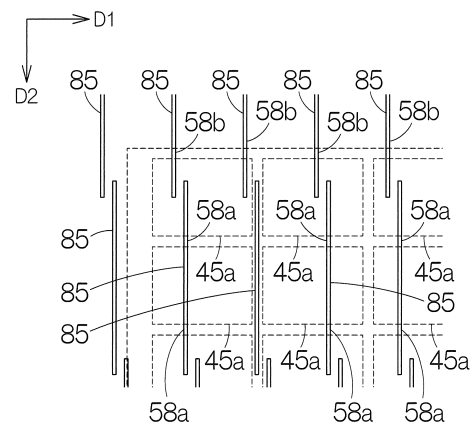
【図 11】



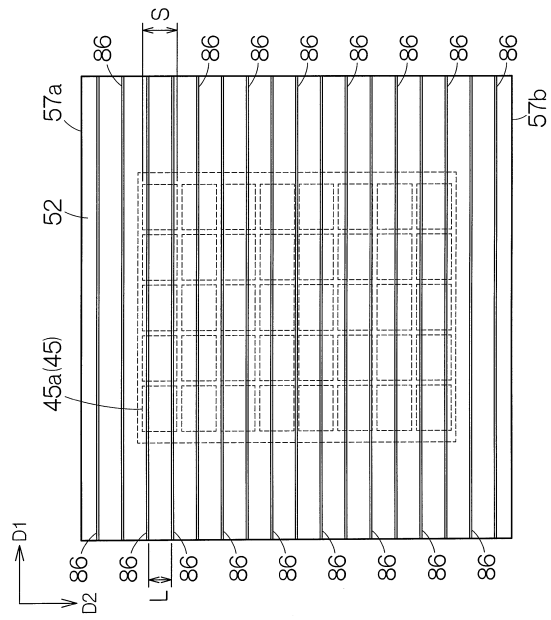
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(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

審査官 下林 義明

(56)参考文献 特開2011-259274(JP,A)

特開2011-259316(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 17/00

A61B 8/00

H01L 41/08