

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6089499号
(P6089499)

(45) 発行日 平成29年3月8日(2017.3.8)

(24) 登録日 平成29年2月17日(2017.2.17)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 8/14 (2006.01) A 6 1 B 8/14

請求項の数 15 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2012-187465 (P2012-187465)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成24年8月28日 (2012. 8. 28)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2014-42714 (P2014-42714A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成26年3月13日 (2014. 3. 13)	(74) 代理人	100090479
審査請求日	平成27年8月25日 (2015. 8. 25)		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	西脇 学
			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	富永 昌彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波トランスデューサー装置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】

第1開口、第2開口を有する基板と、
前記基板に設けられた振動膜と、
前記振動膜上であって、前記基板の厚み方向の平面視において前記第1開口に重なる位置に設けられた第1圧電素子と、
前記振動膜上であって、前記基板の厚み方向の平面視において前記第2開口に重なる位置に設けられた第2圧電素子と、
前記第1圧電素子に駆動信号を入力する入力部と、
前記第1圧電素子に前記駆動信号が入力されている期間に、前記駆動信号が入力されていない前記第2圧電素子の振動を検出する検出部と、
前記駆動信号が入力されていない前記第2圧電素子の振動を検出した検出結果に基づき前記第1圧電素子の感度を判別する制御処理部と、を備える、
ことを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

【請求項2】

請求項1に記載の超音波トランスデューサー装置において、
前記第1圧電素子と前記第2圧電素子とが隣接している、ことを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

【請求項3】

請求項2に記載の超音波トランスデューサー装置において、

10

20

前記基板に設けられた第3開口と、

前記基板の厚み方向の平面視において前記第3開口に重なる位置に設けられ、かつ、前記第2圧電素子に隣接し、前記第1圧電素子とは反対側に設けられた第3圧電素子と、を備え、

前記検出部は、前記第1圧電素子および前記第3圧電素子に前記駆動信号が入力されている期間に、前記第2圧電素子の振動を検出する、ことを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

【請求項4】

請求項1～3のいずれか1項に記載の超音波トランスデューサー装置において、

前記制御処理部は、前記駆動信号を入力しない前記第2圧電素子の感度が所定値以下と判別されると、前記駆動信号を入力しない前記第2圧電素子に分極用電圧を供給する、ことを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

【請求項5】

請求項1～3のいずれか1項に記載の超音波トランスデューサー装置において、

前記制御処理部は、前記駆動信号を入力しない前記第2圧電素子の感度が所定値以下と判別されると、感度が前記所定値以下を示す通知信号を出力する、ことを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

【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装置において、

前記基板は、前記第1開口と前記第2開口とに挟まれた部分である隔壁部を有し、
前記隔壁部は、前記基板の厚み方向の平面視における前記第1開口と前記第2開口との間の距離の最小値より前記基板の厚み方向の厚みが大きい形状を有する、
ことを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

【請求項7】

第1開口と、第2開口と、マトリクス状またはライン状に配置される複数の開口と、を有し、前記第1開口および前記第2開口が、前記複数の開口が配置される領域の輪郭の外側に配置されている基板と、

前記基板に設けられた振動膜と、

前記振動膜上であって、前記基板の厚み方向の平面視において前記第1開口に重なる位置に設けられ、感度検出モード時に選択される第1圧電素子と、

前記振動膜上であって、前記基板の厚み方向の平面視において前記第2開口に重なる位置に設けられ、前記感度検出モード時に選択される第2圧電素子と、

前記振動膜上であって、前記基板の厚み方向の平面視において前記複数の開口に重なる位置に設けられ、超音波診断モード時に選択される圧電素子群と、

前記第1圧電素子に駆動信号を入力する入力部と、

前記第1圧電素子に前記駆動信号が入力されている期間に、前記駆動信号が入力されていない前記第2圧電素子の振動を検出する検出部と、を備える、
ことを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

【請求項8】

請求項7に記載の超音波トランスデューサー装置において、

前記基板に設けられた第3開口と、

前記基板の厚み方向の平面視において前記第3開口に重なる位置に設けられ、かつ、前記第2圧電素子に隣接し、前記第1圧電素子とは反対側に設けられた第3圧電素子と、を備え、

前記検出部は、前記第1圧電素子および前記第3圧電素子に前記駆動信号が入力されている期間に、前記第2圧電素子の振動を検出する、
ことを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

【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装置において、

前記第1開口および前記第2開口は同一の形状に形成され、前記第1圧電素子および前

10

20

30

40

50

記第2圧電素子は同一の構造に形成されている、
ことを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

【請求項10】

請求項3または8に記載の超音波トランスデューサー装置において、
前記基板の厚み方向の平面視で前記第3圧電素子は前記第2圧電素子よりも大きい面積
を有する、

ことを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

【請求項11】

請求項1～10のいずれか1項に記載の超音波トランスデューサー装置と、前記超音波
トランスデューサー装置を支持する筐体とを備える、

10

ことを特徴とするプローブ。

【請求項12】

請求項1～10のいずれか1項に記載の超音波トランスデューサー装置と、前記超音波
トランスデューサー装置に接続されて、前記超音波トランスデューサー装置の出力を処理
する処理部とを備える、

ことを特徴とする電子機器。

【請求項13】

請求項1～10のいずれか1項に記載の超音波トランスデューサー装置と、前記超音波
トランスデューサー装置に接続されて、前記超音波トランスデューサー装置の出力を処理
し、画像を生成する処理部と、前記画像を表示する表示装置と、を備える、

20

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項14】

請求項1～10のいずれか1項に記載の超音波トランスデューサー装置と、

前記超音波トランスデューサー装置を支持する筐体と、を備える、

ことを特徴とするプローブヘッド。

【請求項15】

隔壁部によって区画された複数の開口を有する基板と、

前記開口を塞ぐ振動膜と、

前記振動膜上であって前記開口ごとに設けられる圧電素子と、

複数の前記圧電素子うちの一部の圧電素子に駆動信号を入力する入力部と、

30

前記一部の圧電素子に前記駆動信号が入力されている期間に、前記駆動信号が入力され
ていない前記他の一部の圧電素子の振動を検出する検出部と、

前記他の一部の圧電素子の振動を検出した検出結果に基づき前記一部の圧電素子の感度
を判別する制御処理部と、を備え、

前記駆動信号が前記一部の圧電素子に入力されることで振動する前記振動膜の振動が前
記隔壁部を変形させて前記駆動信号が入力されていない前記他の一部の圧電素子を振動さ
せる、ことを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明は、超音波トランスデューサー装置、並びに、それを利用したプローブ、電子機
器および超音波診断装置等に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波トランスデューサー装置は1枚の基板を備えることができる。基板には開口が形
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。振動膜には圧電素
子を取り付けられる。圧電素子の働きで個々の超音波トランスデューサー素子ごとに振動
膜の振動が引き起こされる。振動膜の振動に応じて超音波が生成される。こうした超音波
トランスデューサー装置では圧電素子の圧電体膜は薄く形成されることことができる。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-302445号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に開示されるように、圧電体膜には分極が確立される。圧電体膜が薄く形成されると、相対的に抗電圧が低いので、電磁ノイズや温度などの外乱により分極量は低下しやすい。分極量は時間の経過とともに低下することが懸念される。分極の低下は感度の低下となり、感度の低下は測定の精度の悪化に繋がる。しかしながら、超音波トランスデューサー装置とは別の装置例えば校正装置を用いることなしに、圧電素子の感度は検出されることはできなかった。

10

【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装置とは別の装置を用いることなしに圧電素子の感度を検出することができる。

【課題を解決するための手段】

【0006】

(1)本発明の一態様は、複数の開口を有する基板と、前記開口を塞ぐ振動膜と、前記振動膜上であって前記開口ごとに設けられる圧電素子と、前記圧電素子のうちの一部の圧電素子に駆動信号を入力する入力部と、前記圧電素子のうちの一部の圧電素子に前記駆動信号が入力されている期間に、前記圧電素子のうちの前記駆動信号が入力されていない圧電素子の振動を検出する検出部と、を備える、超音波トランスデューサー装置に関する。

20

【0007】

一部の圧電素子は駆動信号の供給に応じて変形する。圧電素子の変形は対応する振動膜の変形を引き起こす。振動膜の変形に応じて基板は変形する。基板の変形は別の振動膜の変形を引き起こす。別の振動膜の変形は、駆動信号が入力されていない圧電素子でも応力を発生させる。駆動信号が入力されていない圧電素子で起電圧が生成される。こうした起電圧が検出されることで、超音波トランスデューサー装置とは別の装置例えば校正装置を用いることなしに、圧電素子の感度は検出されることができる。

30

【0008】

(2)超音波トランスデューサー装置は制御処理部を備えることができる。前記制御処理部は、前記駆動信号が入力されていない前記圧電素子の振動を検出した検出結果に基づき前記圧電素子の感度を判別することができる。こうして感度の良否は判別されることができる。

【0009】

(3)超音波トランスデューサー装置では、前記複数の開口が前記基板の厚み方向の平面視においてマトリクス状またはライン状に配置され、前記検出部は、前記駆動信号が入力されていない前記圧電素子のうちの前記駆動信号が入力されている前記一部の圧電素子に隣接している圧電素子の振動を検出することができる。こうして駆動信号が入力されている一部の圧電素子は駆動信号が入力されていない圧電素子に確実に変形を引き起こすことができる。

40

【0010】

(4)前記検出部は、前記駆動信号が入力されていない前記圧電素子のうちの前記駆動信号が入力されている二つの前記圧電素子の間に位置しかつ前記二つの圧電素子に隣接している圧電素子の振動を検出することができる。こうして駆動信号が入力されていない圧電素子には両側から変形力が加わる。したがって、一度の駆動信号の供給で圧電素子の応力は増大することができる。圧電素子の起電圧は増大する。その結果、感度の検出の精度は高められることができる。

【0011】

50

(5) 前記制御処理部は、前記駆動信号を入力しない前記圧電素子の感度が所定値以下と判別されると、前記駆動信号を入力しない前記圧電素子に分極用電圧を供給することができる。使用に先立って圧電素子には分極が確立される。分極量は時間の経過とともに低下する。その結果、圧電素子の感度は低下していく。したがって、圧電素子の感度が所定値以下に低下した際に圧電素子に分極用電圧が供給されれば、圧電素子では再び十分な分極が確立されることができる。圧電素子の感度は良好に維持されることができる。

【0012】

(6) 前記制御処理部は、前記駆動信号を入力しない前記圧電素子の感度が所定値以下と判別されると、感度が前記所定値以下を示す通知信号を出力することができる。圧電素子の感度低下は制御処理部から外部に通知されることができる。こうした通知に基づきユーザーは圧電素子の感度低下を知ることができる。

10

【0013】

(7) 超音波トランスデューサー装置は制御処理部を備えることができる。前記制御処理部は、前記駆動信号が入力されていない前記圧電素子の振動を検出した検出結果に基づき通知信号を出力することができる。こうして検出結果は制御処理部から外部に通知されることができる。こうした通知に基づきユーザーは圧電素子の感度低下を判断することができる。

【0014】

(8) 本発明の他の態様は、第1の開口、第2の開口、および、前記第1の開口と前記第2の開口とに挟まれた部分である隔壁部を有する基板と、前記第1の開口および前記第2の開口を塞ぐ振動膜と、前記基板の厚み方向の平面視において前記第1の開口に重なる位置を含んで前記振動膜上に設けられた第1の圧電素子と、前記基板の厚み方向の平面視において前記第2の開口に重なる位置を含んで前記振動膜上に設けられた第2の圧電素子と、前記第1の圧電素子に駆動信号を入力する入力部と、前記第1の圧電素子に前記駆動信号が入力されている期間に、前記駆動信号が入力されていない前記第2の圧電素子の振動を検出する検出部と、を備え、前記隔壁部は、前記基板の厚み方向の平面視における前記第1の開口と前記第2の開口との間の距離の最小値より前記基板の厚み方向の厚みが大きい形状を有する超音波トランスデューサー装置に関する。

20

【0015】

第1の圧電素子は駆動信号の供給に応じて変形する。第1の圧電素子の変形は第1の開口に重なる振動膜の変形を引き起こす。振動膜の変形に応じて隔壁部は変形する。隔壁部の変形は第2の開口に重なる振動膜の変形を引き起こす。第2の開口に重なる振動膜の変形は第2の圧電素子で応力を発生させる。駆動信号が入力されていない第2の圧電素子で起電圧が生成される。こうした起電圧が検出されることで、超音波トランスデューサー装置とは別の装置例えば校正装置を用いることなしに、第2の圧電素子の感度は検出されることができる。

30

【0016】

(9) 本発明のさらに他の態様は、マトリクス状またはライン状に配置される複数の第1開口、および、前記複数の第1開口が配置される領域の輪郭の外側に配置される第2開口を有する基板と、前記第1開口および前記第2開口を塞ぐ振動膜と、前記基板の厚み方向の平面視において前記複数の第1開口ごとに前記振動膜上に設けられた第1圧電素子と、前記基板の厚み方向の平面視において前記第2開口に重なる位置を含んで前記振動膜上に設けられた第2圧電素子と、前記第1圧電素子に駆動信号を入力する入力部と、前記第1圧電素子に前記駆動信号が入力されている期間に、前記駆動信号が入力されていない前記第2圧電素子の振動を検出する検出部と、を備える超音波トランスデューサー装置に関する。

40

【0017】

第1圧電素子は駆動信号の供給に応じて変形する。第1圧電素子の変形は第1開口に重なる振動膜の変形を引き起こす。振動膜の変形に応じて基板は変形する。基板の変形は第2開口に重なる振動膜の変形を引き起こす。第2開口に重なる振動膜の変形は第2圧電素

50

子で応力を発生させる。駆動信号が入力されていない第2圧電素子で起電圧が生成される。こうした起電圧が検出されることで、超音波トランスデューサー装置とは別の装置例えば校正装置を用いることなしに、第2圧電素子の感度は検出されることができる。

【0018】

(10) 超音波トランスデューサー装置では、前記第1開口および前記第2開口は同一の形状に形成されることができ、前記第1圧電素子および前記第2圧電素子は同一の構造に形成されることができる。こうして第2圧電素子の特性は第1圧電素子の特性に関連づけられることができる。第2圧電素子の特性は第1圧電素子の特性を高い精度で反映することができる。

【0019】

(11) 本発明のさらに他の態様は、マトリクス状またはライン状に配置される複数の第1開口、前記第1開口が配置される領域の輪郭の外側に配置される第2開口、および、前記複数の第1開口が配置される領域の外側かつ前記第1開口よりも前記第2開口に近い位置に配置される第3開口を有する基板と、前記第1開口、前記第2開口および前記第3開口を塞ぐ振動膜と、前記基板の厚み方向の平面視において前記複数の第1開口ごとに前記振動膜上に設けられた第1圧電素子と、前記基板の厚み方向の平面視において前記第2開口に重なる位置を含んで前記振動膜上に設けられた第2圧電素子と、前記基板の厚み方向の平面視において前記第3開口に重なる位置を含んで前記振動膜上に設けられた第3圧電素子と、前記第3圧電素子に駆動信号を入力する入力部と、前記第3圧電素子に前記駆動信号が入力されている期間に、前記駆動信号が入力されていない前記第2圧電素子の振動を検出する検出部とを備える超音波トランスデューサー装置に関する。

【0020】

第3圧電素子は駆動信号の供給に応じて変形する。第3圧電素子の変形は第3開口の振動膜の変形を引き起こす。振動膜の変形に応じて基板は変形する。基板の変形は第2開口の振動膜の変形を引き起こす。第2開口の振動膜の変形は第2圧電素子で応力を発生させる。駆動信号が入力されていない第2圧電素子で起電圧が生成される。こうした起電圧が検出されることで、超音波トランスデューサー装置とは別の装置例えば校正装置を用いることなしに、第2圧電素子の感度は検出されることができる。一般に、第2圧電素子の特性は第1圧電素子の特性を反映することから、第2圧電素子の感度に基づき第1圧電素子の感度は推定されることができる。

【0021】

(12) 前記基板の厚み方向の平面視で前記第3圧電素子は前記第2圧電素子よりも大きい面積を有することができる。こうして第2圧電素子にはより大きい変形力が加えられることができる。その結果、振動の検出の精度は高められることができる。

【0022】

(13) 超音波トランスデューサー装置は制御処理部を備えることができる。前記制御処理部は、前記駆動信号が入力されていない前記第2圧電素子の振動を検出した検出結果に基づき前記第1圧電素子の感度を判別することができる。こうして感度の良否は判別されることができる。

【0023】

(14) 前記制御処理部は、前記第1圧電素子の感度が所定値以下と判別されると、前記第1圧電素子に分極用電圧を供給することができる。使用に先立って圧電素子には分極が確立される。分極量は時間の経過とともに低下する。その結果、圧電素子の感度は低下していく。したがって、圧電素子の感度が所定値以下に低下した際に圧電素子に分極用電圧が供給されれば、圧電素子では再び十分な分極が確立されることができる。圧電素子の感度は良好に維持されることができる。

【0024】

(15) 前記制御処理部は、前記第1圧電素子の感度が所定値以下と判別されると、感度が前記所定以下を示す通知信号を出力することができる。圧電素子の感度低下は制御処理部から外部に通知されることができる。こうした通知に基づきユーザーは圧電素子の感

10

20

30

40

50

度低下を知ることができる。

【0025】

(16) いずれの超音波トランスデューサー装置も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装置と、前記超音波トランスデューサー装置を支持する筐体とを備えることができる。

【0026】

(17) 超音波トランスデューサー装置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、超音波トランスデューサー装置と、前記超音波トランスデューサー装置に接続されて、前記超音波トランスデューサー装置の出力を処理する処理部とを備えることができる。

10

【0027】

(18) 超音波トランスデューサー装置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、超音波トランスデューサー装置と、前記超音波トランスデューサー装置に接続されて、前記超音波トランスデューサー装置の出力を処理し、画像を生成する処理部と、前記画像を表示する表示装置と、を備えることができる。

【0028】

(19) いずれの超音波トランスデューサー装置も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装置と、前記超音波トランスデューサー装置を支持する筐体とを備えることができる。

【0029】

(20) 本発明のさらに他の態様は、隔壁部によって区画された複数の開口を有する基板と、前記開口を塞ぐ振動膜と、前記振動膜上であって前記開口ごとに設けられる圧電素子と、複数の前記圧電素子うちの一部の圧電素子に駆動信号を入力する入力部と、前記一部の圧電素子に前記駆動信号が入力されている期間に、前記駆動信号が入力されていない前記圧電素子の振動を検出する検出部と、を備え、前記駆動信号が前記一部の圧電素子に入力されることで振動する前記振動膜の振動が前記隔壁部を変形させて前記駆動信号が入力されていない前記圧電素子を振動させる超音波トランスデューサー装置に関する。

20

【0030】

一部の圧電素子は駆動信号の供給に応じて変形する。圧電素子の変形は対応する振動膜の振動を引き起こす。振動膜の振動に応じて隔壁部は変形する。隔壁部の変形は別の振動膜の変形を引き起こす。別の振動膜の変形は、駆動信号が入力されていない圧電素子でも応力を発生させる。駆動信号が入力されていない圧電素子で起電圧が生成される。こうした起電圧が検出されることで、超音波トランスデューサー装置とは別の装置例えば校正装置を用いることなしに、圧電素子の感度は検出されることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0031】

【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

40

【図4】図3のA - A線に沿った断面図である。

【図5】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6】感度検出モードの動作を概略的に示すフローチャートである。

【図7】図4に対応し、感度検出モードの仕組みを概略的に示す拡大断面図である。

【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膜を概略的に示す部分拡大垂直断面図である

50

。【図 1 1】シリコンウエハーに形成された開口および補強板を概略的に示す部分拡大垂直断面図である。

【図 1 2】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平面図である。

【図 1 3】図 1 2 の B - B 線に沿った断面図である。

【図 1 4】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を利用する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 1 5】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平面図である。

10

【図 1 6】他の実施形態に係る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。

【発明を実施するための形態】

【0032】

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。

【0033】

(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 1 1 の構成を概略的に示す。超音波診断装置 1 1 は装置端末 1 2 と超音波プローブ（プローブ）1 3 とを備える。装置端末 1 2 と超音波プローブ 1 3 とはケーブル 1 4 で相互に接続される。装置端末 1 2 と超音波プローブ 1 3 とはケーブル 1 4 を通じて電気信号をやりとりする。装置端末 1 2 にはディスプレイパネル（表示装置）1 5 が組み込まれる。ディスプレイパネル 1 5 の画面は装置端末 1 2 の表面で露出する。装置端末 1 2 では、後述されるように、超音波プローブ 1 3 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 1 5 の画面に表示される。

20

【0034】

図 2 に示されるように、超音波プローブ 1 3 は筐体 1 6 を有する。筐体 1 6 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）1 7 が収容される。素子ユニット 1 7 の表面は筐体 1 6 の表面で露出することができる。素子ユニット 1 7 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 1 3 は、プローブ本体 1 3 a に着脱自在に連結されるプローブヘッド 1 3 b を備えることができる。このとき、素子ユニット 1 7 はプローブヘッド 1 3 b の筐体 1 6 内に組み込まれることができる。

30

【0035】

図 3 は第 1 実施形態に係る素子ユニット 1 7 の平面図を概略的に示す。素子ユニット 1 7 は基体 2 1 を備える。基体 2 1 には素子アレイ 2 2 が形成される。素子アレイ 2 2 は超音波トランスデューサー素子（以下「素子」という）2 3 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 2 3 は圧電素子部 2 4 を備える。圧電素子部 2 4 は上部電極 2 5、下部電極 2 6 および圧電体膜 2 7 で構成される。個々の素子 2 3 ごとに上部電極 2 5 および下部電極 2 6 の間に圧電体膜 2 7 が挟み込まれる。素子ユニット 1 7 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。

40

【0036】

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

50

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 3 7 】

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 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 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 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 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。

10

【 0 0 3 8 】

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対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対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。

20

30

【 0 0 3 9 】

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 に覆い被さる。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 に覆い被さる。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。

40

【 0 0 4 0 】

図 4 に示されるように、基体 2 1 は基板 4 4 および可撓膜 4 5 を備える。基板 4 4 の表面に可撓膜 4 5 が一面に形成される。基板 4 4 には個々の素子 2 3 ごとに開口 4 6 が形成される。開口 4 6 は基板 4 4 に対してアレイ状に配置される。開口 4 6 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 6 の間には仕切り壁（隔壁部）4 7 で区画される。隣接する開口 4 6 は仕切り壁 4 7 で仕切られる。仕切り壁 4 7 の壁厚みは開口 4 6 の間隔に相当する。仕切り壁 4 7 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

50

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。

【0041】

可撓膜45は、基板44の表面に積層される酸化シリコン(SiO_2)層48と、酸化シリコン層48の表面に積層される酸化ジルコニウム(ZrO_2)層49とで構成される。可撓膜45は開口46に接する。こうして開口46の輪郭に対応して可撓膜45の一部が振動膜51を形成する。振動膜51は、可撓膜45のうち、開口46に臨むことから基板44の厚み方向に膜振動することができる部分である。酸化シリコン層48の膜厚は共振周波数に基づき決定されることができる。

【0042】

振動膜51の表面に第2導電体31、圧電体膜27および第1導電体28が順番に積層される。第2導電体31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27は例えばジルコニウム酸チタン酸鉛(PZT)で形成されることができる。第1導電体28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28および第2導電体31にはその他の導電材が利用されてもよく、圧電体膜27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28の下で圧電体膜27は完全に第2導電体31を覆う。圧電体膜27の働きで第1導電体28と第2導電体31との間で短絡は回避されることができる。

【0043】

基体21の表面には保護膜53が積層される。保護膜53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32a、32b、第1および第2配線板37、41は保護膜53で覆われる。保護膜53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53は、素子アレイ22の構造や、第1端子アレイ32aおよび第1配線板37の接合、第2端子アレイ32bおよび第2配線板41の接合を保護する。

【0044】

基体21の裏面には補強板54が固定される。補強板54の表面に基体21の裏面が重ねられる。補強板54は素子ユニット17の裏面で開口46を閉じる。補強板54はリジッドな基材を備えることができる。補強板54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100 μm 程度に設定され、補強板54の板厚は例えば100~150 μm 程度に設定される。ここでは、仕切り壁47は補強板54に結合される。補強板54は個々の仕切り壁47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。

【0045】

(2) 超音波診断装置の回路構成

図5に示されるように、超音波診断装置11は素子ユニット17に電気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55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。

【0046】

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にはパルサー67が組み込まれる。パルサー67は振動膜52の共振周波数に応じた周波数でパ

10

20

30

40

50

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 の出力信号は増幅されてデジタル信号に変換される。

【 0 0 4 7 】

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 はスキンの形態に応じて出力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。

10

【 0 0 4 8 】

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 の出力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。

【 0 0 4 9 】

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。

20

【 0 0 5 0 】

(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 は超音波診断モードと感度検出モードとを切り替える。超音波診断モードでは超音波診断装置 1 1 で超音波診断が実施されることができる。感度検出モードでは圧電素子部 2 4 の感度の低下が判定されることができる。処理回路 7 4 が超音波診断モードを選択すると、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 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ビームは発せられる。

30

【 0 0 5 1 】

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 4 3 を振動させる。その結果、素子 2 3 から出力信号が出力される。出力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。

40

【 0 0 5 2 】

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 は出力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 5 3 】

図 6 に示されるように、処理回路 7 4 が感度検出モードを選択すると、処理回路 7 4 はステップ S 1 で特定の 1 列の素子 2 3 群 (以下「対象検出素子列」という) を選択する。ここでは、図 3 に示されるように、複数本の第 2 導電体 3 1 のうち、最も外側に位置する 2 本の第 2 導電体 3 1 以外の 1 本の第 2 導電体 3 1 に接続される素子 2 3 群が対象検出素

50

子列 7 6 として選択されることができる。この選択に応じて駆動 / 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。制御信号では、対象検出素子列 7 6 と、対象検出素子列 7 6 の両側に隣接する 2 列の素子 2 3 群（以下「対象駆動素子列」という）とが特定される。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 の任意のポートに、対象検出素子列 7 6 および対象駆動素子列 7 7 にそれぞれ繋がるポート群 5 9 a のポートを個別に接続する。切り替えスイッチ 6 4 の切り替えに応じて、対象検出素子列 7 6 は受信経路 6 6 に接続され、2 列の対象駆動素子列 7 7 はそれぞれ送信経路 6 5 に接続される。

【 0 0 5 4 】

処理回路 7 4 はステップ S 2 で対象駆動素子列 7 7 に対する駆動信号の供給を指示する。処理回路 7 4 は 2 つのパルサー 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（駆動信号）を出力する。パルス信号は第 1 導電体 2 8 および第 2 導電体 3 1 を通じて対象駆動素子列 7 7 に供給される。こうして対象駆動素子列 7 7 では個々の圧電素子部 2 4 に電圧が印加される。このとき、駆動 / 受信回路 7 2 は、一部の素子 2 3 の圧電素子部 2 4 に駆動信号を入力する入力部として機能する。

10

【 0 0 5 5 】

対象駆動素子列 7 7 では駆動信号の供給に応じて圧電体膜 2 7 は変形する。圧電体膜 2 7 の変形は振動膜 5 1 の変形すなわち振動を引き起こす。図 7 に示されるように、対象駆動素子列 7 7 の振動膜 5 1 の振動に応じて基板 4 4 の仕切り壁 4 7 は振動する。仕切り壁 4 7 の振動は対象検出素子列 7 6 の振動膜 5 1 で振動を引き起こす。この振動に応じて対象検出素子列 7 6 の圧電体膜 2 7 では応力が生成される。応力の生成に応じて圧電体膜 2 7 では起電圧が生成される。起電圧は出力信号として出力される。対象検出素子列 7 6 は対象駆動素子列 7 7 に隣接することから、対象駆動素子列 7 7 の振動膜 5 1 は確実に対象検出素子列 7 6 の振動膜 5 1 の変形を引き起こすことができる。

20

【 0 0 5 6 】

処理回路 7 4 はステップ S 3 で対象検出素子列 7 6 に対する出力信号の受信を指示する。出力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。このとき、駆動 / 受信回路 7 2 は、圧電素子のうちの一部の圧電素子すなわち対象駆動素子列 7 7 の圧電素子部 2 4 に駆動信号が入力されている期間に、圧電素子のうちの一部の駆動信号が入力されていない圧電素子すなわち対象検出素子列 7 6 の圧電素子部 2 4 の振動を検出する検出部として機能する。処理回路 7 4 は出力信号の検出値を特定する。特定された検出値はステップ S 4 で予め決められた閾値に比べられる。閾値は例えば処理回路 7 4 のメモリといった記憶部に予め格納されていればよい。検出値が閾値以上であれば、感度は良好と判断される。感度検出モードは終了する。検出値が閾値を下回れば、処理回路 7 4 は圧電体膜 2 7 の分極量の低下を判別する。圧電素子部 2 4 の感度の低下すなわち「異常」が判断される。こうして「異常」が検出されると、処理回路 7 4 はステップ S 5 で分極処理の実施を指示する。分極処理が実施されると、個々の圧電体膜 2 7 に分極用電圧が供給される。圧電体膜 2 7 では分極用電圧の印加に応じて分極が実現される。

30

【 0 0 5 7 】

前述のように、素子ユニット 1 7 では使用に先立って個々の圧電体膜 2 7 で分極が確立される。分極量は時間の経過とともに低下する。その結果、素子 2 3 の感度は低下していく。したがって、素子 2 3 の感度の低下が検出された際に圧電体膜 2 7 に改めて分極用電圧が供給されれば、圧電体膜 2 7 では再び十分な分極が確立されることができる。素子 2 3 の感度は良好な状態に戻されることができる。

40

【 0 0 5 8 】

素子ユニット 1 7 では超音波診断にあたって素子アレイ 2 2 全体の素子 2 3 が超音波の発信および受信を実施する。個々の素子 2 3 は超音波の送信と受信とで切り替えられる。素子 2 3 は送信時に振動膜 5 1 から超音波ビームを放射する。受信時には、対象物から反射してきた超音波は当該振動膜 5 1 の振動を引き起こす。こうして反射してきた超音波に応じて素子 2 3 から出力信号は出力される。そして、素子アレイ 2 2 中の 3 列の素子 2 3

50

群が感度の判定にあたって利用される。したがって、感度の判定にあたってそれ専用の構造が改めて付加される必要はない。感度の判定は簡単に実現されることができる。

【 0 0 5 9 】

この例では、感度の判定にあたって検出対象である 1 列の素子 2 3 の振動膜 5 1 に両側の 2 列の素子 2 3 から変形力が加えられる。したがって、単純に片側の 1 列の素子 2 3 から変形力が加えられる場合に比べて、一度の駆動信号の供給で検出対象である圧電体膜 2 7 の応力は増大することができる。圧電体膜 2 7 の起電圧は増大する。その結果、判定の精度は高められることができる。素子ユニット 1 7 では各列ごとに全列で感度の判定が実施されることもできる。この場合には、素子アレイ 2 2 の両端の列では検出対象である圧電体膜 2 7 に片側の 1 列の素子 2 3 からのみ変形力が加えられる。その他、素子アレイ 2 2 の両端の列は感度の判定にあたってのみ駆動電圧を受信し超音波診断モードでは利用されなくてもよい。

10

【 0 0 6 0 】

分極量の低下の判別にあたって、ステップ S 4 の検出値および閾値の比較に代えて、出力信号の信号波形の変化率が観察されてもよい。例えば信号レベルの立ち上がりが閾値以上であれば、感度は良好と判断されることができる。信号レベルの立ち上がりが閾値を下回れば、分極量の低下は判別されることができる。信号レベルの立ち上がりは、所定の時間間隔で検出される信号レベルの大きさに基づき特定されることができる。

【 0 0 6 1 】

その他、ステップ S 5 の分極処理に代えて処理回路 7 4 は「異常」の検出に応じて通知信号を生成してもよい。例えば通知信号には感度の低下を表示する画像信号が含まれることができる。こうした画像信号は描画回路 7 5 に送り込まれることができる。感度の低下はディスプレイパネル 1 5 の画面表示でユーザーに通知されることができる。こうしてユーザーは圧電体膜 2 7 の感度低下を知ることができる。こうした通知に応じてプローブヘッド 1 3 b や素子ユニット 1 7 が交換されてもよく外部装置を通じて圧電体膜 2 7 の分極処理が実施されてもよい。

20

【 0 0 6 2 】

通知信号には、前述の画像信号に代えて、起電圧の大きさを示す画像信号が含まれてもよい。起電圧の大きさはディスプレイパネル 1 5 の画面表示でユーザーに提示されることができる。ユーザーは起電圧の大きさに基づき分極量が適正か否かを判断することができる。こうした通知信号の出力にあたって、処理回路 7 4 は、対象駆動素子列 7 7 の圧電素子部 2 4 に駆動信号を入力する駆動期間の積分信号を出力することができる。こうして駆動期間分の出力信号の積分値が取得されることができる。

30

【 0 0 6 3 】

(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 の表面に酸化シリコン膜 7 9 および酸化ジルコニウム膜 8 1 を相次いで形成する。酸化ジルコニウム膜 8 1 の表面に導電膜を形成する。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される。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。

40

【 0 0 6 4 】

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リコンウエハー 7 8 の表面に圧電材料膜および導電材の膜を成膜する。圧電材料膜は P Z T 膜から構成される。導電材の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材の膜から圧電体膜 2 7 および第 1 導電膜 8 2 を成形する。

【 0 0 6 5 】

50

続いて、図10に示されるように、シリコンウエハー78の表面に導電材の膜83を成膜する。導電材の膜83は個々の第1導電膜82に覆い被さる。隣接する第1導電膜82は膜83で相互に接続される。そして、フォトリソグラフィ技術に基づき膜83から第2導電膜を成形する。第2導電膜は、第1導電体31に直交する方向に延び、次々と第1導電体31を横切る。第2導電膜は素子アレイ22の行方向に第1導電膜82を相互に接続する。第2導電膜は第2導電体31、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。

【0066】

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46を形成する。開口46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51は区画される。開口46の形成後、シリコンウエハー78の裏面に補強板用のウエハー84の表面を重ね合わせる。重ね合わせに先立ってウエハー84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84には例えばリ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から個々の素子ユニット17を切り出す。切り出した素子ユニット17で分極処理を実施する。個々の圧電体膜27に分極用電圧が印加される。

【0067】

(5) 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

図12は第2実施形態に係る素子ユニット17aの構造を概略的に示す。第2実施形態では基体21上に前述の素子アレイ22に加えて感度検出モードに専用の圧電素子セット85が形成される。素子アレイ22は前述のように第1素子23の配列で構成される。圧電素子セット85は素子アレイ22の輪郭の外側に配置される。圧電素子セット85は1つの第2素子86および1対の第3素子87を備える。第2素子86は検出専用の素子として機能する。第3素子87は駆動専用の素子として機能する。第2素子86は2つの第3素子87の間に配置される。第2素子86および第3素子87は第1素子23と同様に圧電素子部24を備える。圧電素子部24は上部電極25、圧電体膜27および下部電極26で構成される。第2素子86は第1素子23と同一構造に形成される。

【0068】

基体21の表面には第1補助導電体88が形成される。第1補助導電体88は第2素子86および第3素子87に共通に割り当てられる。第1補助導電体88は第2素子86および第3素子87の圧電体膜27に共通に接続される。第1補助導電体88は個々の素子86、87ごとに上部電極25を形成する。第1補助導電体88の一端は例えば引き出し配線29に接続される。第1補助導電体88は第1導電体28および引き出し配線29と同一の材料から形成されることができる。

【0069】

基体21の表面には第2補助導電体89が形成される。第2補助導電体89は第2素子86の圧電体膜27に接続される。第2補助導電体89は第2素子86の下部電極26を形成する。こうして第2素子86では圧電体膜27に第1補助導電体88および第2補助導電体89から駆動電圧が印加される。第2補助導電体89は第2導電体31と同一の材料から形成されることができる。

【0070】

基体21の表面には第3補助導電体91が形成される。第3補助導電体91は第3素子87の圧電体膜27に共通に接続される。第3補助導電体91は第3素子87の下部電極26を形成する。こうして第3素子87では圧電体膜27に第1補助導電体88および第3補助導電体91から駆動電圧が印加される。第3補助導電体91は第2導電体31と同一の材料から形成されることができる。

【0071】

10

20

30

40

50

第1端子アレイ32aには第1補助電極端子92および第2補助電極端子93が組み込まれる。第1補助電極端子92は第2補助導電体89に電氣的に接続される。第1補助電極端子92は第2補助導電体89に一体化されることができる。第2補助電極端子93は第3補助導電体91に電氣的に接続される。第2補助電極端子93は第3補助導電体91に一体化されることができる。第1補助電極端子92および第2補助電極端子93は第1配線板37の第1信号線38に個別に接合される。

【0072】

図13に示されるように、基板44には前述の第1開口46に加えて第2開口94および第3開口95が形成される。第2開口94は第2素子86の振動膜51を区画する。第3開口95は第3素子87の振動膜51を区画する。したがって、第2開口94および第3開口95は素子アレイ22の輪郭の外側に配置される。第3開口95は第1開口46よりも第2開口94に近接して配置される。第2開口94上に第2素子86の圧電素子部24は配置される。第3開口95上に第3素子87の圧電素子部24は配置される。こうして第2素子86および第3素子87の圧電素子部24は個々に対応する振動膜51に結合される。

10

【0073】

このとき、第3素子87の圧電素子部24は第1および第2素子23、86の圧電素子部24よりも大きい面積で形成される。具体的には、第2素子86の輪郭の中心軸に直交する方向に第3素子87の圧電素子部24は第2素子86の圧電素子部24の第1幅W1よりも大きい第2幅W2を有する。しかも、第3素子87の圧電素子部24は第3開口95の輪郭の外側まで広がる。すなわち、第3素子87の圧電素子部24は第3開口95を横切って基板44の対岸を接続する。圧電素子部24の大きさは圧電体膜27のうち上部電極25および下部電極26で挟まれる領域で規定されればよい。

20

【0074】

図14に示されるように、第2実施形態に係る素子ユニット17aの利用にあたって超音波診断装置11の集積回路チップ58では前述の上部電極端子33、35および下部電極端子34、36に加えて配線62経由で第1補助電極端子92および第2補助電極端子93がマルチプレクサー59のポート群59aに接続される。処理回路74で感度検出モードが選択されると、マルチプレクサー59の働きで第1補助電極端子92は受信経路66に接続され第2補助電極端子93は送信経路に接続される。その他の構成および動作は前述と同様である。

30

【0075】

処理回路74が超音波診断モードを選択すると、前述と同様に、上部電極端子33、35および下部電極端子34、36を通じて素子アレイ22内の第1素子23に駆動信号は供給される。マルチプレクサー59の働きでラインスキャンやセクタスキャンは実現される。検出信号に応じてディスプレイパネル15の画面に画像が表示される。

【0076】

処理回路74が感度検出モードを選択すると、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。制御信号では第2素子86および第3素子87が特定される。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の任意のポートに、第1補助電極端子92および第2補助電極端子93に繋がるポート群59aのポートを個別に接続する。切り替えスイッチ64の切り替えに応じて、第1補助電極端子92は受信経路66に接続され、第2補助電極端子93は送信経路65に接続される。

40

【0077】

処理回路74は第3素子87に対する駆動信号の供給を指示する。処理回路74はパルサー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(駆動信号)を出力する。パルス信号は第1補助導電体88および第2補助導電体89を通じて第3素子87に供給される。

【0078】

第3素子87では駆動信号の供給に応じて圧電体膜27は変形する。圧電体膜27の変

50

形は振動膜 5 1 の変形を引き起こす。第 3 素子 8 7 の振動膜 5 1 の変形は第 2 素子 8 6 の振動膜 5 1 で変形を引き起こす。この変形に応じて第 2 素子 8 6 の圧電体膜 2 7 では応力が生成される。応力の生成に応じて圧電体膜 2 7 では起電圧が生成される。起電圧は出力信号として出力される。

【 0 0 7 9 】

処理回路 7 4 は第 2 素子 8 6 に対する出力信号の受信を指示する。出力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。処理回路 7 4 は出力信号の検出値を特定する。特定された検出値は予め決められた閾値に比べられる。検出値が閾値以上であれば、感度検出モードは終了する。検出値が閾値を下回れば、処理回路 7 4 は圧電体膜 2 7 の分極量の低下を認定する。一般に、第 2 素子 8 6 の特性は第 1 圧電素子 2 3 の特性を反映することから、第 2 素子 8 6 の異常に基づき第 1 素子 2 3 の異常は推定されることができ。こうして第 2 素子 8 6 で圧電素子部 2 4 の感度の低下すなわち「異常」が判断されると、前述と同様に、処理回路 7 4 は分極処理の実施を指示してもよく通知信号を生成してもよい。

10

【 0 0 8 0 】

ここでは、第 2 素子 8 6 は第 1 素子 2 3 と同一の構造を有する。第 2 開口 9 4 は第 1 開口 4 6 と同一の形状に形成される。振動膜 5 1 は同一形状および同一膜厚を有する。圧電素子部 2 4 は同一の構造を有する。こうして第 2 素子 8 6 の特性は第 1 素子 2 3 の特性に簡単に関連づけられることができる。第 2 素子 8 6 の特性は第 1 素子 2 3 の特性を高い精度で反映することができる。素子アレイ 2 2 内では個々の素子で特性のばらつきは小さいことから、1 つの第 2 素子 8 6 で特性が特定されれば、全ての第 1 素子 2 3 の特性は推定されることができる。

20

【 0 0 8 1 】

圧電素子セット 8 5 では検出対象である第 2 素子 8 6 の振動膜 5 1 に両側の第 3 素子 8 7 から変形力が加えられる。したがって、単純に片側から変形力が加えられる場合に比べて、一度の駆動信号の供給で検出対象である圧電体膜 2 7 の応力は増大することができる。圧電体膜 2 7 の起電圧は増大する。その結果、判定の精度は高められることができる。しかも、第 3 素子 8 7 では振動膜 5 1 は圧電体膜 2 7 の変形を増幅することができる。その結果、第 2 素子 8 6 の圧電体膜 2 7 の変形は増大することができる。判定の精度は一層高められることができる。ただし、第 3 素子 8 7 の圧電体から第 2 素子 8 6 の圧電体膜 2 7 に十分な変形力が加わる限り、第 3 素子 8 7 では振動膜 5 1 は省略されることができる。

30

【 0 0 8 2 】

圧電素子セット 8 5 では第 3 素子 8 7 の圧電素子部 2 4 は第 2 素子 8 6 の圧電素子部 2 4 よりも大きく形成される。こうして第 2 素子 8 6 にはより大きい変形力が加えられることができる。その結果、判定の精度は高められることができる。圧電素子セット 8 5 は素子アレイ 2 2 の輪郭の外側に配置されることから、第 3 素子 8 7 の拡大は素子アレイ 2 2 内の第 1 素子 2 3 には影響しない。

【 0 0 8 3 】

加えて、第 3 素子 8 7 の圧電素子部 2 4 は第 3 開口 9 5 の輪郭の外側まで広がる。第 3 素子 8 7 の変形は直接的に第 2 開口 9 4 の周囲の基板 4 4 すなわち仕切り壁 4 7 に伝達されることができる。したがって、第 3 素子 8 7 の変形が振動膜 5 1 を通じて第 2 開口 9 4 の周囲の基板 4 4 に伝達される場合に比べて、第 3 素子 8 7 の変形は効率的に第 2 素子 8 6 に伝達されることができる。その結果、第 2 素子 8 6 の応力は増大することができる。判定の精度は高められることができる。

40

【 0 0 8 4 】

(6) 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

図 1 5 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 実施形態では基体 2 1 上に前述の圧電素子セット 8 5 に代えて感度検出モードに専用の単一の第 2 素子 8 6 が基体 2 1 上に形成される。第 2 素子 8 6 は素子アレイ 2 2 の輪郭の外側に配置

50

される。第2素子86は第1素子23と同様に圧電素子部24を備える。第2素子86は第1素子23と同一構造に形成される。第2補助導電体89は第2素子86の圧電体膜27に接続される。第1補助電極端子92は第2補助導電体89に電氣的に接続される。その他の構成および動作は前述と同様である。

【0085】

処理回路74が感度検出モードを選択すると、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。制御信号では第2素子86および第2素子86に最も近い1列の第1素子23群(以下「対象駆動素子列」という)が特定される。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の任意のポートに、対象駆動素子列および第2補助電極端子93に繋がるポート群59aのポートを個別に接続する。切り替えスイッチ64の切り替えに応じて、第1補助電極端子92は受信経路66に接続され、第2補助電極端子93は送信経路65に接続される。

10

【0086】

(7) 他の実施形態に係る超音波診断装置

図16は他の実施形態に係る超音波診断装置11aの回路構成を概略的に示す。超音波診断装置11aでは素子ユニット17、17a、17bに集積回路チップ58aが接続される。素子ユニット17、17a、17bでは素子アレイ22の列ごとに送信用の素子23と受信用の素子23とが割り当てられる。送信用の列と受信用の列とは例えば交互に配置されることができる。集積回路チップ58aでは送信経路65および受信経路66が個別にマルチプレクサー59に接続される。マルチプレクサー59は超音波の送信時には送信用の列ごとに素子23に送信経路65を接続する。マルチプレクサー59は超音波の受信時には受信用の列ごとに素子23に受信経路66を接続する。送信経路65に接続される素子23は超音波の送信を担当する。受信経路66に接続される素子23は超音波の受信を担当する。こうして個々の素子23ごとに超音波の送信および受信が分担されることから、個々の素子23は超音波の送信または受信に特化して調整されることができる。その結果、超音波の受信感度は向上することができる。

20

【0087】

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、11a、超音波プローブ13、プローブヘッド13b、素子ユニット17、17a、素子23、86、87、集積回路チップ58、58a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。

30

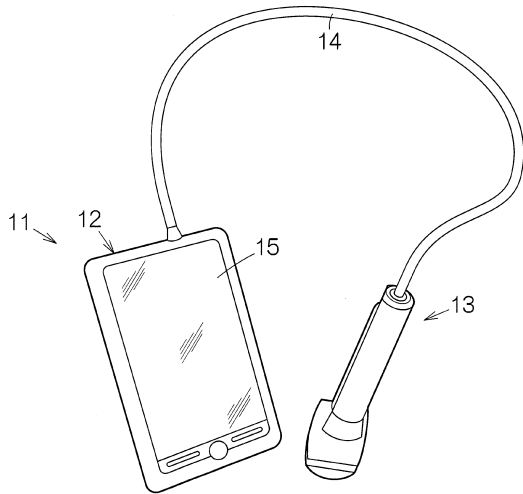
【符号の説明】

【0088】

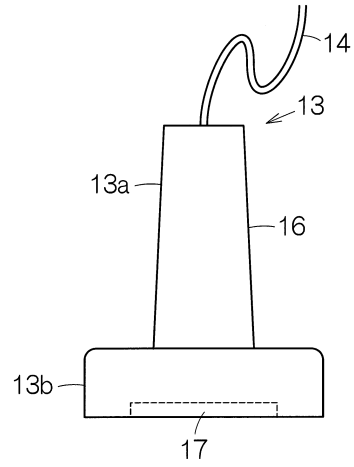
11 電子機器としての超音波診断装置、11a 電子機器としての超音波診断装置、13 プローブ(超音波プローブ)、13b プローブヘッド、15 表示装置(ディスプレイパネル)、16 筐体、17 超音波トランスデューサー装置の一部を構成する超音波トランスデューサー素子ユニット、17a 超音波トランスデューサー装置の一部を構成する超音波トランスデューサー素子ユニット、17b 超音波トランスデューサー装置の一部を構成する超音波トランスデューサー素子ユニット、23 (第1)超音波トランスデューサー素子、24 (第1および第2)圧電素子(圧電素子部)、44 基板、46 (第1)開口、51 振動膜、64 切り替えスイッチ、65 送信経路、66 受信経路、72 入力部および検出部(駆動/受信回路)、74 処理部としての処理回路、94 第2開口、95 第3開口。

40

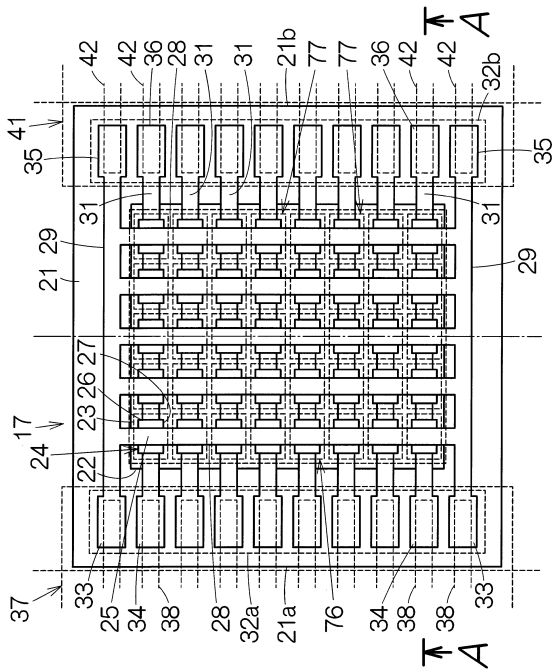
【 図 1 】



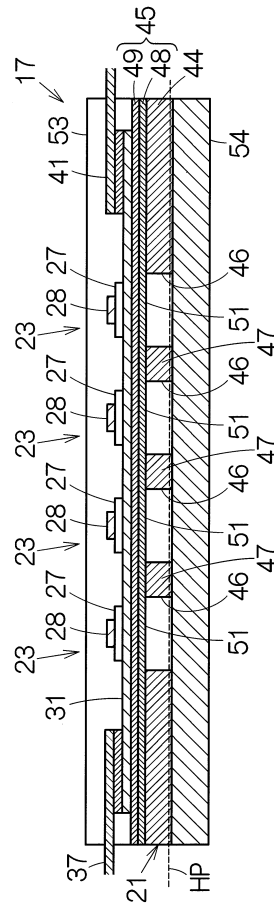
【 図 2 】



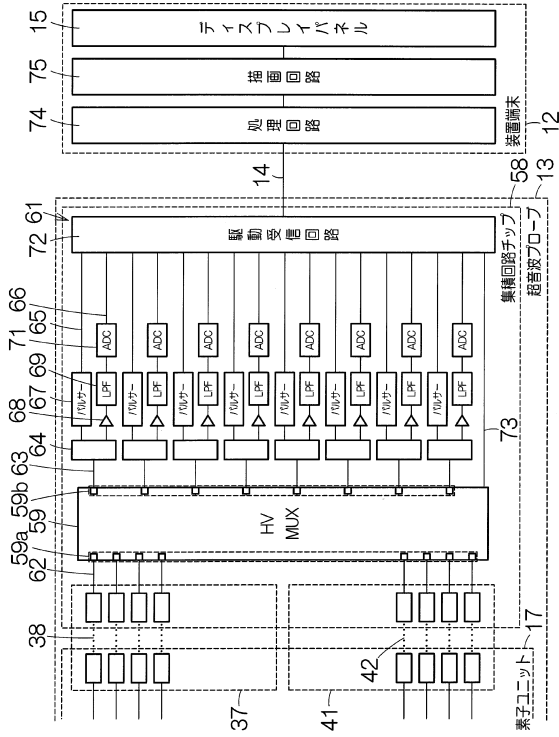
【 図 3 】



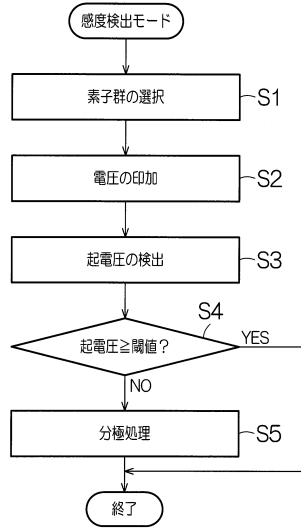
【 図 4 】



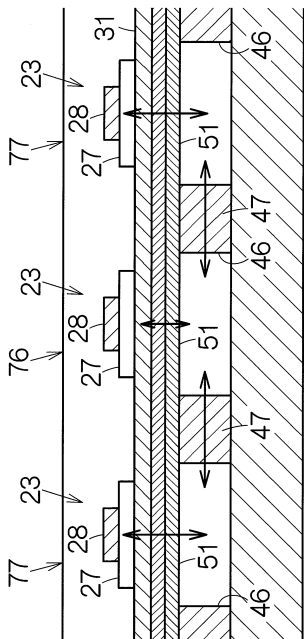
【図5】



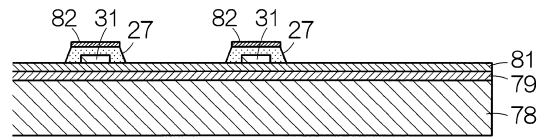
【図6】



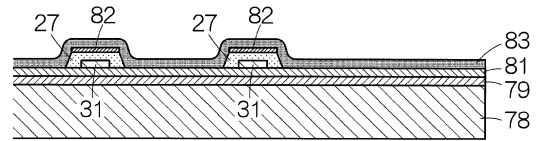
【図7】



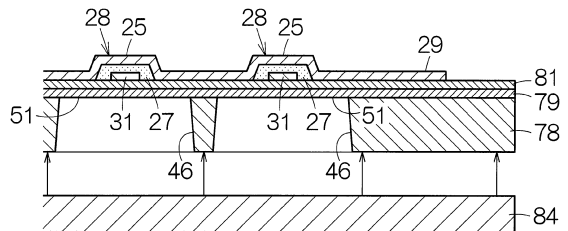
【図9】



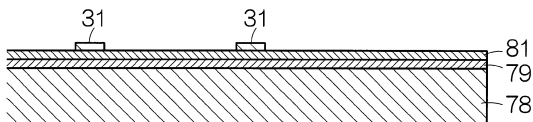
【図10】



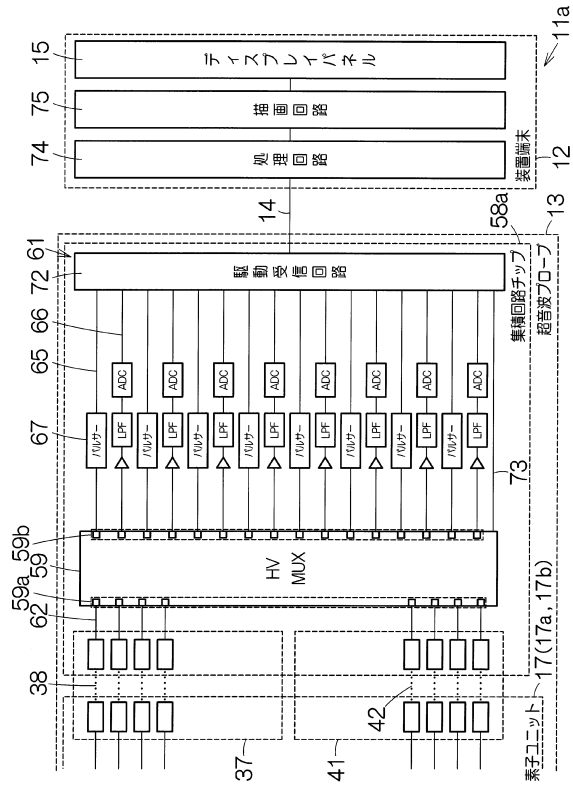
【図11】



【図8】



【図16】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2012-085789(JP,A)
特開2011-124973(JP,A)
特開2009-178262(JP,A)

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

专利名称(译)	超声换能器装置和探头，电子设备，		
公开(公告)号	JP6089499B2	公开(公告)日	2017-03-08
申请号	JP2012187465	申请日	2012-08-28
[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	西脇学		
发明人	西脇学		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/4483 A61B8/4494 B06B1/0215 B06B1/0629 B06B2201/76		
FI分类号	A61B8/14 A61B8/00 G01N29/06 G01N29/22.506 G01N29/24		
F-TERM分类号	2G047/AC13 2G047/BA03 2G047/BC13 2G047/CA01 2G047/EA11 2G047/GB02 2G047/GB16 2G047/GB21 2G047/GG33 2G047/GJ21 4C601/EE21 4C601/GB04 4C601/GB06 4C601/GB14 4C601/GB40 4C601/HH01 4C601/JB40 4C601/LL17		
代理人(译)	井上一 黒田靖		
其他公开文献	JP2014042714A5 JP2014042714A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：在不使用与超声波换能器装置不同的装置的情况下检测压电元件的灵敏度。基板具有多个开口。隔膜51形成在每个开口46中。压电元件24附接到振动膜51。压电元件24根据驱动信号的供应而变形。压电元件24的变形引起振动膜51的变形。隔膜51的变形在相邻的压电元件24中产生应力。由另一个压电元件24产生电动势。以这种方式，测量另一个压电元件24的灵敏度。点域7

(19) 日本国特許庁(JP) (12) 特許公報(B2) (11) 特許番号
特許第6089499号
(P6089499)

(45) 発行日 平成29年3月8日(2017.3.8) (24) 登録日 平成29年2月17日(2017.2.17)

(51) Int. Cl.
A 6 1 B 8 / 1 4 (2006.01) F 1 A 6 1 B 8 / 1 4

請求項の数 15 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2012-187465 (P2012-187465)	(73) 特許権者	000002369 セイコーエプソン株式会社
(22) 出願日	平成24年8月28日(2012.8.28)		
(65) 公開番号	特開2014-42714 (P2014-42714A)		
(43) 公開日	平成26年3月13日(2014.3.13)	(74) 代理人	100090479 弁理士 井上一
審査請求日	平成27年8月25日(2015.8.25)	(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	西脇 学 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	高永 昌彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波トランスデューサー装置およびプローブ並びに電子機器および超音波診断装置