

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-42714

(P2014-42714A)

(43) 公開日 平成26年3月13日(2014.3.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>A 6 1 B 8/00 (2006.01)</b>	A 6 1 B 8/00	2 G 0 4 7
<b>G 0 1 N 29/30 (2006.01)</b>	G 0 1 N 29/22 5 0 6	4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2012-187465 (P2012-187465)	(71) 出願人	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
			東京都新宿区西新宿2丁目4番1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	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
		Fターム(参考)	2G047 AC13 BA03 BC13 CA01 EA11
			GB02 GB16 GB21 GG33 GJ21
			4C601 EE21 GB04 GB06 GB14 GB40
			HH01 JB40 LL17

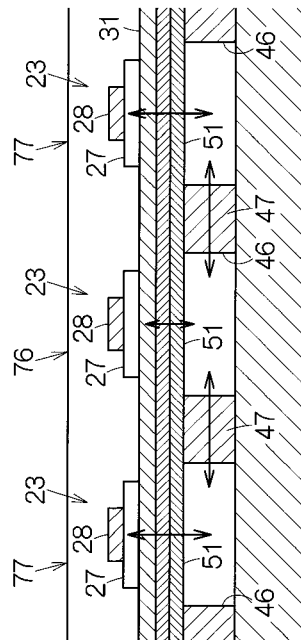
(54) 【発明の名称】 超音波トランスデューサー装置およびプローブ並びに電子機器および超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】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。

【解決手段】基板44は複数の開口46を有する。個々の開口46に振動膜51が形成される。振動膜51には圧電素子24が取り付けられる。圧電素子24は駆動信号の供給に応じて変形する。圧電素子24の変形は振動膜51の変形を引き起こす。振動膜51の変形は隣接する他の圧電素子24で応力を発生させる。他の圧電素子24で起電圧が生成される。こうして他の圧電素子24の感度は測定される。

【選択図】 図7



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

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、  
ことを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

10

**【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、  
制御処理部を備え、  
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 1 または 2 に記載の超音波トランスデューサー装置において、  
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、  
ことを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

20

**【請求項 4】**

請求項 3 に記載の超音波トランスデューサー装置において、  
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 2 ~ 4 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、  
ことを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

30

**【請求項 6】**

請求項 2 ~ 4 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 7】**

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、  
制御処理部を備え、  
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、  
ことを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

40

**【請求項 8】**

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

50

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、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】

10

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、

20

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 9 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 11】

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、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かつ前記第 1 開口より前記第 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、

30

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、

40

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 12】

請求項 11 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 13】

請求項 9 ~ 12 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、

制御処理部を備え、

50

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、ことを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 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、ことを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

【請求項 1 5】

請求項 1 3 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。

10

【請求項 1 6】

請求項 1 ~ 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。

【請求項 1 7】

請求項 1 ~ 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。

20

【請求項 1 8】

請求項 1 ~ 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、ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 1 9】

請求項 1 ~ 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。

30

【請求項 2 0】

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、ことを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

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】

【0 0 0 2】

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

50

ユーザ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ができる。

【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】

10

【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。

【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。

20

【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。

【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】

40

(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。

【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

50

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】

(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することができる。圧電素子の感度は良好に維持されることができる。

10

【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。

【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。

20

【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。

30

【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ことができる。

40

【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。

50

## 【 0 0 1 7 】

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。

## 【 0 0 1 8 】

( 1 0 ) 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。

10

## 【 0 0 1 9 】

( 1 1 ) 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。

20

## 【 0 0 2 0 】

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。

30

## 【 0 0 2 1 】

( 1 2 ) 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。

## 【 0 0 2 2 】

( 1 3 ) 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。

40

## 【 0 0 2 3 】

( 1 4 ) 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。

50

## 【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。

## 【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。

## 【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。

## 【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觀図である。

【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】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

10

20

30

40

50

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。

【図 11】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 12】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 13】図 12 の B - B 線に沿った断面図である。

【図 14】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 15】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。

【図 16】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 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。

【0034】

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 13 a に着脱自在に連結されるプローブヘッド 13 b 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 13 b の筐体 16 内に組み込まれることができる。

【0035】

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。

【0036】

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

10

20

30

40

50

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。

#### 【0037】

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、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

#### 【0038】

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対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対称に形成されればよい。ここでは、基体21の輪郭は矩形に形成される。基体21の輪郭は正方形であってもよく台形であってもよい。

30

#### 【0039】

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に覆い被さる。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に覆い被さる。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。

40

#### 【0040】

図4に示されるように、基体21は基板44および可撓膜45を備える。基板44の表面に可撓膜45が一面に形成される。基板44には個々の素子23ごとに開口46が形成される。開口46は基板44に対してアレイ状に配置される。開口46が配置される領域

50

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 が区画される。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 4 5 は、基板 4 4 の表面に積層される酸化シリコン（ $\text{SiO}_2$ ）層 4 8 と、酸化シリコン層 4 8 の表面に積層される酸化ジルコニウム（ $\text{ZrO}_2$ ）層 4 9 とで構成される。可撓膜 4 5 は開口 4 6 に接する。こうして開口 4 6 の輪郭に対応して可撓膜 4 5 の一部が振動膜 5 1 を形成する。振動膜 5 1 は、可撓膜 4 5 のうち、開口 4 6 に臨むことから基板 4 4 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 4 8 の膜厚は共振周波数に基づき決定されることができる。

10

#### 【0042】

振動膜 5 1 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（ $\text{Ti}$ ）、イリジウム（ $\text{Ir}$ ）、白金（ $\text{Pt}$ ）およびチタン（ $\text{Ti}$ ）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（ $\text{PZT}$ ）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（ $\text{Ir}$ ）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。

20

#### 【0043】

基体 2 1 の表面には保護膜 5 3 が積層される。保護膜 5 3 は例えば全面にわたって基体 2 1 の表面に覆い被さる。その結果、素子アレイ 2 2 や第 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 3 で覆われる。保護膜 5 3 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 3 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。

#### 【0044】

基体 2 1 の裏面には補強板 5 4 が固定される。補強板 5 4 の表面に基体 2 1 の裏面が重ねられる。補強板 5 4 は素子ユニット 1 7 の裏面で開口 4 6 を閉じる。補強板 5 4 はリジッドな基材を備えることができる。補強板 5 4 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 2 1 の板厚は例えば  $100\ \mu\text{m}$  程度に設定され、補強板 5 4 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 4 7 は補強板 5 4 に結合される。補強板 5 4 は個々の仕切り壁 4 7 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。

30

#### 【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 1 1 は素子ユニット 1 7 に電氣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 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 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。

40

#### 【0046】

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

50

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 の出力信号は増幅されてデジタル信号に変換される。

【0047】

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 はスキンの形態に応じて同時にパルサー 67 を制御する。駆動/受信回路 72 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 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。

10

【0048】

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。

20

【0049】

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 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。

【0050】

(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 11 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 24 の感度の低下が判定されることができる。処理回路 74 が超音波診断モードを選択すると、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 53 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

【0051】

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 43 を振動させる。その結果、素子 23 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 72 に送り込まれる。

40

【0052】

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 15 の画面に表示される。

【0053】

50

図6に示されるように、処理回路74が感度検出モードを選択すると、処理回路74はステップS1で特定の1列の素子23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31のうち、最も外側に位置する2本の第2導電体31以外の1本の第2導電体31に接続される素子23群が対象検出素子列76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72はマルチプレクサ59に制御信号を供給する。制御信号では、対象検出素子列76と、対象検出素子列76の両側に隣接する2列の素子23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、対象検出素子列76および対象駆動素子列77にそれぞれ繋がるポート群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、対象検出素子列76は受信経路66に接続され、2列の対象駆動素子列77はそれぞれ送信経路65に接続される。

10

#### 【0054】

処理回路74はステップS2で対象駆動素子列77に対する駆動信号の供給を指示する。処理回路74は2つのパルサー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(駆動信号)を出力する。パルス信号は第1導電体28および第2導電体31を通じて対象駆動素子列77に供給される。こうして対象駆動素子列77では個々の圧電素子部24に電圧が印加される。このとき、駆動/受信回路72は、一部の素子23の圧電素子部24に駆動信号を入力する入力部として機能する。

20

#### 【0055】

対象駆動素子列77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の変形は振動膜51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77の振動膜51の振動に応じて基板44の仕切り壁47は振動する。仕切り壁47の振動は対象検出素子列76の振動膜51で振動を引き起こす。この振動に応じて対象検出素子列76の圧電体膜27では応力が生成される。応力の生成に応じて圧電体膜27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76は対象駆動素子列77に隣接することから、対象駆動素子列77の振動膜51は確実に対象検出素子列76の振動膜51の変形を引き起こすことができる。

30

#### 【0056】

処理回路74はステップS3で対象検出素子列76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72に送り込まれる。このとき、駆動/受信回路72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77の圧電素子部24に駆動信号が入力されている期間に、圧電素子のうち対象検出素子列76の圧電素子部24の振動を検出する検出部として機能する。処理回路74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S4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74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74は圧電体膜27の分極量の低下を判別する。圧電素子部24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74はステップS5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27に分極用電圧が供給される。圧電体膜27では分極用電圧の印加に応じて分極が実現される。

40

40

#### 【0057】

前述のように、素子ユニット17では使用に先立って個々の圧電体膜27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23の感度は低下していく。したがって、素子23の感度の低下が検出された際に圧電体膜27に改めて分極用電圧が供給されれば、圧電体膜27では再び十分な分極が確立されることができる。素子23の感度は良好な状態に戻されることができる。

#### 【0058】

素子ユニット17では超音波診断にあたって素子アレイ22全体の素子23が超音波の

50

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 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。

20

【 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。

30

【 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。

【 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

50

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23ごとに圧電材料膜および導電材の膜から圧電体膜27および第1導電膜82を成形する。

【0065】

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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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

50

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】

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。

10

【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。

【0073】

20

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。

【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の制御回路チップ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。

40

【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。

【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

50

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の変形は振動膜51の変形を引き起こす。第3素子87の振動膜51の変形は第2素子86の振動膜51で変形を引き起こす。この変形に応じて第2素子86の圧電体膜27では応力が生成される。応力の生成に応じて圧電体膜27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。

【0079】

処理回路74は第2素子86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72に送り込まれる。処理回路74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74は圧電体膜27の分極量の低下を認定する。一般に、第2素子86の特性は第1圧電素子23の特性を反映することから、第2素子86の異常に基づき第1素子23の異常は推定されることができる。こうして第2素子86で圧電素子部24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74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

【0080】

ここでは、第2素子86は第1素子23と同一の構造を有する。第2開口94は第1開口46と同一の形状に形成される。振動膜51は同一形状および同一膜厚を有する。圧電素子部24は同一の構造を有する。こうして第2素子86の特性は第1素子23の特性に簡単に関連づけられることができる。第2素子86の特性は第1素子23の特性を高い精度で反映することができる。素子アレイ22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86で特性が特定されれば、全ての第1素子23の特性は推定されることができる。

20

【0081】

圧電素子セット85では検出対象である第2素子86の振動膜51に両側の第3素子87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27の応力は増大することができる。圧電体膜27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87では振動膜51は圧電体膜27の変形を増幅することができる。その結果、第2素子86の圧電体膜27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87の圧電体から第2素子86の圧電体膜27に十分な変形力が加わる限り、第3素子87では振動膜51は省略されることができる。

30

【0082】

圧電素子セット85では第3素子87の圧電素子部24は第2素子86の圧電素子部24よりも大きく形成される。こうして第2素子86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85は素子アレイ22の輪郭の外側に配置されることから、第3素子87の拡大は素子アレイ22内の第1素子23には影響しない。

40

【0083】

加えて、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。第3素子87の変形は直接的に第2開口94の周囲の基板44すなわち仕切り壁47に伝達されることができる。したがって、第3素子87の変形が振動膜51を通じて第2開口94の周囲の基板44に伝達される場合に比べて、第3素子87の変形は効率的に第2素子86に伝達されることができる。その結果、第2素子86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。

【0084】

50

## (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15は第3実施形態に係る素子ユニット17bの構造を概略的に示す。第3実施形態では基体21上に前述の圧電素子セット85に代えて感度検出モードに専用の単一の第2素子86が基体21上に形成される。第2素子86は素子アレイ22の輪郭の外側に配置される。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、対処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。

## 【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。

## 【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。

## 【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

10

20

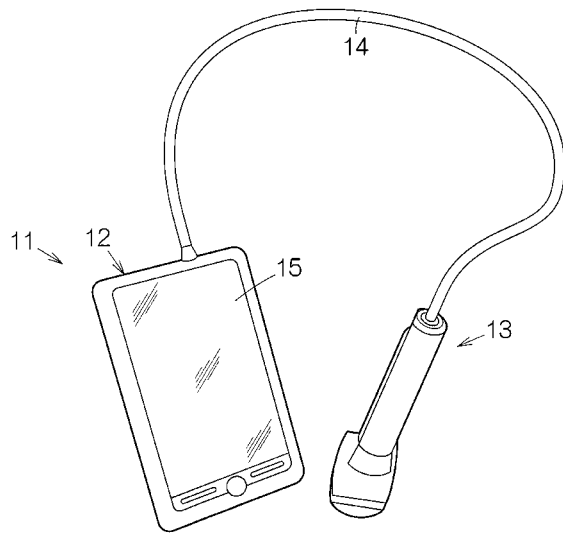
30

40

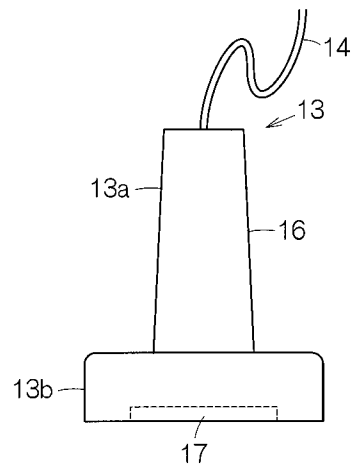
50

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。

【図1】

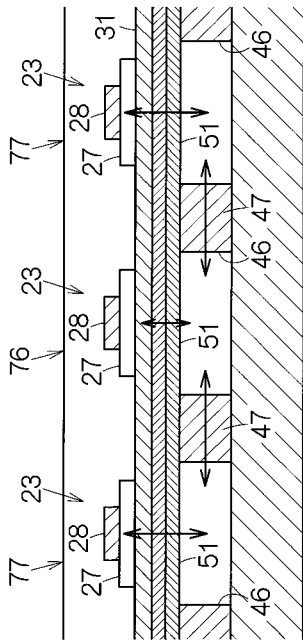


【図2】

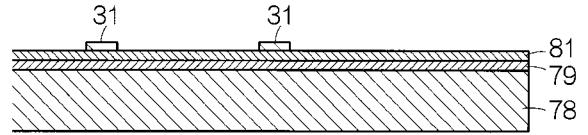




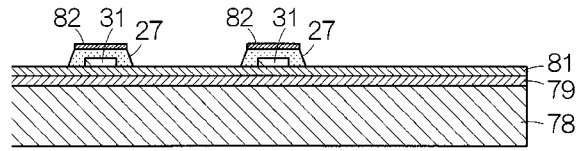
【 図 7 】



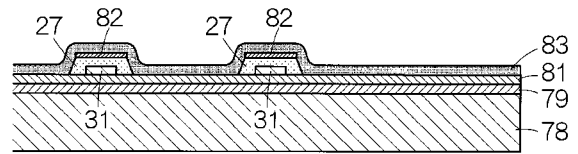
【 図 8 】



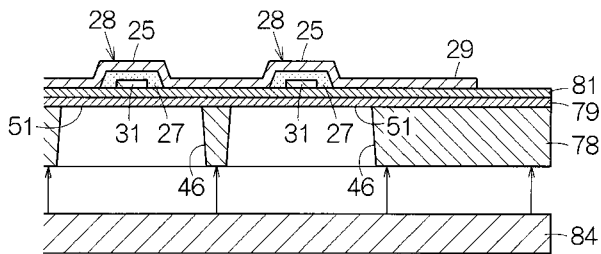
【 図 9 】



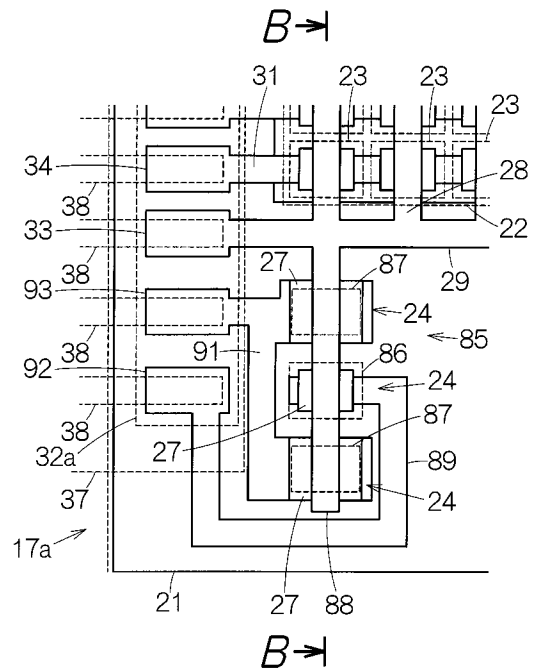
【 図 10 】



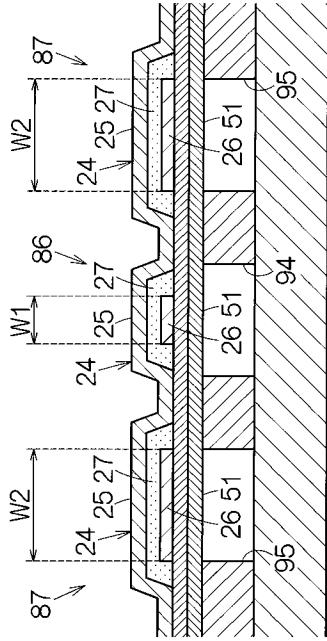
【 図 11 】



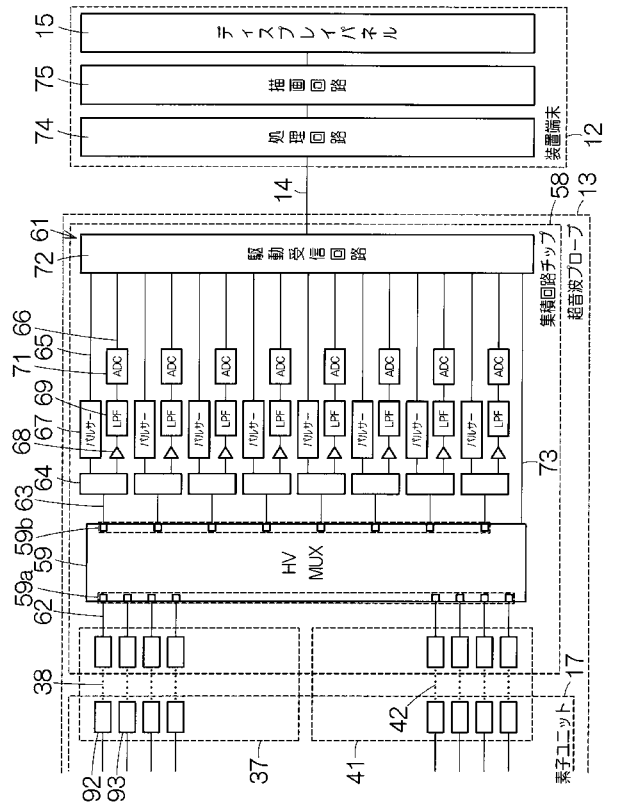
【 図 12 】



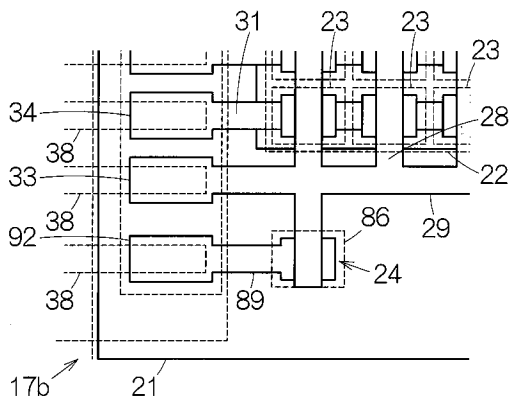
【図 1 3】



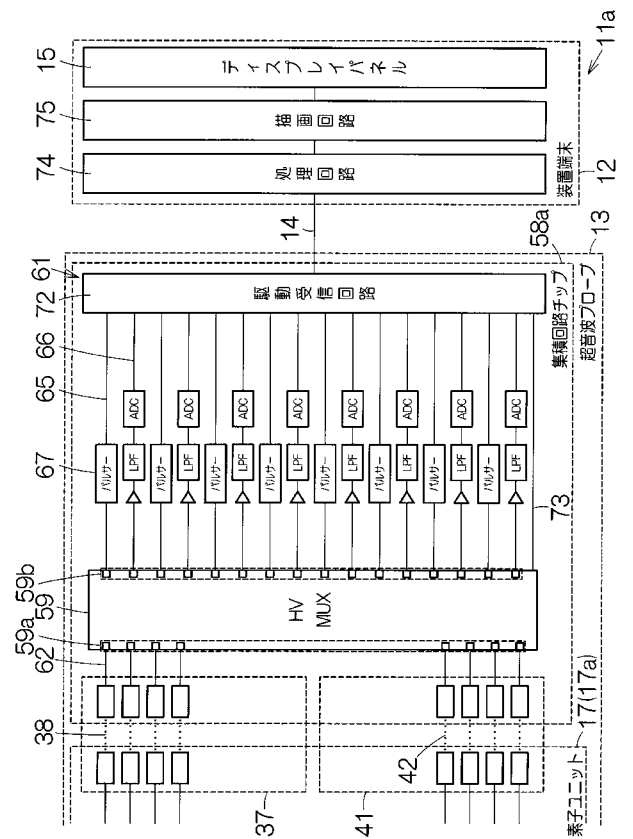
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



专利名称(译)	超声换能器装置和探头，电子设备，		
公开(公告)号	<a href="#">JP2014042714A</a>	公开(公告)日	2014-03-13
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		
[标]发明人	西脇学		
发明人	西脇学		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/30		
CPC分类号	A61B8/4483 A61B8/4494 B06B1/0215 B06B1/0629 B06B2201/76		
FI分类号	A61B8/00 G01N29/22.506 A61B8/14 G01N29/06 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 黑田靖		
其他公开文献	JP2014042714A5 JP6089499B2		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

一种超声波换能器装置，包括基板，振动膜，压电元件，输入部分和检测部分。基板具有多个开口。振动膜设置在每个开口中以覆盖相应的一个开口。压电元件设置在振动膜上的每个开口中。输入部分被配置和布置成将驱动信号输入到压电元件中的压电元件的一部分。检测部分被配置和布置成在压电元件中检测压电元件中未输入驱动信号的振动，同时驱动信号被输入到压电元件中的压电元件的一部分。

