

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6617536号
(P6617536)

(45) 発行日 令和1年12月11日(2019.12.11)

(24) 登録日 令和1年11月22日(2019.11.22)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/00

請求項の数 6 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2015-234291 (P2015-234291)
 (22) 出願日 平成27年11月30日 (2015.11.30)
 (65) 公開番号 特開2017-99566 (P2017-99566A)
 (43) 公開日 平成29年6月8日 (2017.6.8)
 審査請求日 平成30年10月11日 (2018.10.11)

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区新宿四丁目1番6号
 (74) 代理人 110000637
 特許業務法人樹之下知的財産事務所
 (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 後藤 順也

(56) 参考文献 特開2011-255024 (JP, A)
 米国特許出願公開第2012/0146458 (US, A1)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】圧電デバイス、圧電モジュール及び電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第一面及び前記第一面とは反対側の第二面を有し、前記第一面に設けられた凹状開口部、及び前記凹状開口部を囲う支持部を有する素子基板と、

前記凹状開口部の前記第二面に設けられた圧電体と、

前記圧電体に接続され、前記圧電体から前記支持部の前記第二面に引き出された複数の接続電極と、

前記素子基板の前記第二面側に接合される補強板と、

前記補強板の前記支持部に対向する位置に設けられ、前記補強板を厚み方向に貫通し、前記複数の接続電極のそれぞれに対して接続される複数の貫通電極と、を備え、

前記凹状開口部及び前記圧電体により素子部が構成され、

前記素子部は、前記第一面及び前記第二面の法線方向から見た平面視において、第一方向及び前記第一方向に交差する第二方向に沿ってアレイ状に配置され、

前記接続電極は、前記圧電体から前記第一方向に沿って引き出された第一接続電極と、前記圧電体から前記第二方向に沿って引き出された第二接続電極と、を備える

ことを特徴とする圧電デバイス。

【請求項 2】

第一面及び前記第一面とは反対側の第二面を有し、前記第一面に設けられた凹状開口部、及び前記凹状開口部を囲う支持部を有する素子基板と、

前記凹状開口部の前記第二面に設けられた圧電体と、

10

20

前記圧電体に接続され、前記圧電体から前記支持部の前記第二面に引き出された複数の接続電極と、

前記素子基板の前記第二面側に接合される補強板と、

前記補強板の前記支持部に対向する位置に設けられ、前記補強板を厚み方向に貫通し、前記複数の接続電極のそれぞれに対して接続される複数の貫通電極と、を備え、

前記凹状開口部及び前記圧電体により素子部が構成され、

前記素子部は、前記第一面及び前記第二面の法線方向から見た平面視において、第一方向及び前記第一方向に交差する第二方向に沿ってアレイ状に配置され、

前記接続電極は、前記圧電体の前記第一方向の一端側に引き出された第三接続電極と、

前記圧電体の前記第一方向の他端に引き出された第四接続電極と、を備え、

前記第三接続電極は、前記第二方向の一端側に位置し、前記第四接続電極は、前記第二方向の他端側に位置する

ことを特徴とする圧電デバイス。

【請求項 3】

第一面及び前記第一面とは反対側の第二面を有し、前記第一面に設けられた凹状開口部、及び前記凹状開口部を囲う支持部を有する素子基板と、

前記凹状開口部の前記第二面に設けられた圧電体と、

前記圧電体に接続され、前記圧電体から前記支持部の前記第二面に引き出された複数の接続電極と、

前記素子基板の前記第二面側に接合される補強板と、

前記補強板の前記支持部に対向する位置に設けられ、前記補強板を厚み方向に貫通し、前記複数の接続電極のそれぞれに対して接続される複数の貫通電極と、を備え、

前記凹状開口部及び前記圧電体により素子部が構成され、

前記素子部は、前記第一面及び前記第二面の法線方向から見た平面視において、第一方向及び前記第一方向に交差する第二方向に沿ってアレイ状に配置され、

複数の前記素子部のうちの第一の素子部に接続される前記接続電極は、前記圧電体から前記第一方向に沿って引き出され、

前記第一の素子部に隣り合う第二の素子部に接続される前記接続電極は、前記圧電体から前記第二方向に沿って引き出される

ことを特徴とする圧電デバイス。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の圧電デバイスと、

前記貫通電極のそれぞれに対して独立して信号を入出力する入出力回路と、を備える

ことを特徴とする圧電モジュール。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の圧電デバイスと、

前記貫通電極のそれぞれに対して独立して信号を入出力する入出力回路と、

前記圧電体を制御する制御部と、を備える

ことを特徴とする電子機器。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の電子機器において、

前記制御部は、前記圧電体を駆動させて超音波を送信させる超音波送信処理、及び前記素子部で超音波を受信する超音波受信処理を実施し、前記超音波の送受信タイミングに基づいて被測定物を測定する

ことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電デバイス、圧電モジュール及び電子機器に関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【0002】

従来、センサー基板上に実装される複数の超音波トランスデューサーを備えた超音波センサーが知られている（例えば、特許文献1）。

上記特許文献1に記載の超音波センサーは、例えば、センサー基板上に4つの超音波トランスデューサーが、X軸及びY軸に沿って均等間隔に配置されたマトリクス状の二次元アレイ構造を備える。しかしながら、このような二次元アレイ構造においては、各超音波トランスデューサーに接続される配線が複雑化するという課題がある。

【0003】

上記課題を解決するため、貫通電極を用いた超音波探触子が知られている（例えば、特許文献2）。 10

上記特許文献2に記載の超音波探触子は、バイアス電圧に応じて電気機械結合係数又は感度が変化する複数の振動要素を有し、各振動要素は、基板と、基板上に設けられた第1の膜体と、第1の膜体内に設けられた下部電極と、第1の膜体上に設けられる枠体と、枠体上に設けられる第2の膜体と、第2の膜体内に設けられた上部電極とを備える。また、枠体には、開口が設けられ、この開口により第1の膜体と第2の膜体との間に内部空間（真空）が形成される。このcMUTチップは、下部電極と上部電極との間にパルス電圧を印加することで、内部空間に面する第2の膜体を振動させ、基板と反対側に超音波を送信する。

そして、cMUTチップの上部電極及び下部電極のそれぞれに対応して、基板を貫通するスルーホール、すなわち、貫通電極が設けられ、当該貫通電極が基板を介してフレキシブル基板上に設けられた信号パターンに接続されている。このような構成により、配線の簡略化が図られている。 20

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献1】特開2012-152319号公報

【特許文献2】国際公開第2009/139400号

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

ところで、上記特許文献2に記載の超音波探触子では、貫通電極により配線簡略化が図れているものの、基板に貫通電極を設けるため、当該素子基板の強度が低下し、破損しやすくなる。これに対し、補強板（封止板）を設けて強化する構成も考えられるが、上記のようなcMUTチップでは、第2の膜体側を振動させて超音波を出力する構成なので、当該第2の膜体側に補強板を設けることができない。よって、補強板を設ける場合、基板の第1及び第2の膜体とは反対側に設ける必要がある。この場合、結局、補強板と基板の双方に貫通電極を設けることになり、強度が不十分であるという課題がある。 30

【0006】

本発明は、適切な強度を備える圧電デバイス、圧電モジュール及び電子機器を提供することを目的とする。 40

【課題を解決するための手段】**【0007】**

本発明の一適用例の圧電デバイスは、第一面及び前記第一面とは反対側の第二面を有し、前記第一面に設けられた凹状開口部、及び前記凹状開口部を囲う支持部を有する素子基板と、前記凹状開口部の前記第二面に設けられた圧電体と、前記圧電体に接続され、前記圧電体から前記支持部の前記第二面に引き出された複数の接続電極と、前記素子基板の前記第二面側に接合される補強板と、前記補強板の前記支持部に対向する位置に設けられ、前記補強板を厚み方向に貫通し、前記複数の接続電極のそれぞれに対して接続される複数の貫通電極と、を備えることを特徴とする。 50

【0008】

本適用例では、素子基板の第一面に凹状開口部及び支持部が設けられ、当該凹状開口部の第二面に圧電体が設けられている。そして、圧電体に接続された複数の接続電極には、当該素子基板の第二面側に接合された補強板を厚み方向に貫通する複数の貫通電極がそれぞれ接続されている。

このような構成では、複数の貫通電極により、複数の接続電極のそれぞれを個別に制御できる。また、素子基板ではなく、補強板に貫通電極を設ける構成であるので、例えば素子基板に貫通孔や貫通電極を設ける構成に比べて、素子基板の強度が強く、衝撃等による破損を抑制できる。また、補強板に貫通電極を設ける構成となるが、当該補強板は、素子基板に比べて強度が十分に強いので、圧電デバイスの破損を抑制できる。さらに、貫通電極を用いる構成であるので、例えばワイヤボンディング等により接続電極を配線基板に接続する構成に比べて、断線等の不都合も抑制できる。10

【0009】

また、素子基板に設けられた接続電極が貫通電極と電気的に接続されており、その貫通電極が補強板の素子基板とは反対側まで貫通している。この場合、配線基板の所望の位置に半田等により貫通電極の素子基板とは反対側の一端を直接接合する（いわゆる、フェースダウン実装）ことができる。よって、例えば、当該圧電デバイスを超音波デバイスとして用いる場合に、当該圧電デバイスの実装段階における作業工程を簡単にでき、製造効率性を向上させることができる。

これに加え、例えば、素子基板の外周端部まで接続電極を引きまわす必要がなく、配線構成の簡略化を図れる。また、素子基板の外周端部に接続電極と配線基板との接続を行うための端子領域が不要となるので、素子基板の小型化を図れる。20

【0010】

本発明の一適用例の圧電モジュールは、第一面及び前記第一面とは反対側の第二面を有し、前記第一面に設けられた凹状開口部、及び前記凹状開口部を囲う支持部を有する素子基板と、前記各凹状開口部の前記第二面に設けられた圧電体と、前記各圧電体に接続され、前記圧電体から前記支持部の前記第二面に引き出された複数の接続電極と、前記素子基板の前記第二面側に接合される補強板と、前記補強板の前記支持部に対向する位置に設けられ、前記補強板を厚み方向に貫通し、前記複数の接続電極のそれぞれに対して接続される複数の貫通電極と、を備え、前記凹状開口部及び前記圧電体により構成される素子部がアレイ状に配置された圧電素子基板と、前記貫通電極のそれぞれに対して独立して信号を入出力する入出力回路と、を備えることを特徴とする。30

【0011】

本適用例の圧電モジュールは、上記圧電デバイスと同様、素子基板の強度低下を抑制でき、圧電素子基板の強度を強くできる。

これに加え、貫通電極のそれぞれに対して入出力回路から独立して信号が入出力される構成となり、各素子を個別に制御でき、各素子部を高精度に駆動させることができるとなる。

つまり、上記特許文献1に記載したような構成では、複数の素子でCOM（共通電極）が共通となり（互いに結線されており）、SIG（駆動電極）も共通となり、これらの複数の素子を1つの素子群として駆動させる。しかしながら、このような構成では、COMやSIGが共通とされた複数の素子において、信号の入力位置から遠い素子では、信号の電圧降下が発生して、駆動精度が低下してしまう。40

これに対して、本実施形態では、各素子部に対してそれぞれ貫通電極が設けられており、各素子部をそれぞれ独立して駆動させることができ可能となる。よって、上記のような信号の電圧降下が発生せず、各素子部を高精度に駆動させることができる。また、各素子部が独立しているため、2次元アレイ構造として機能させることができる。つまり、素子部毎に超音波の送出制御ができるので、例えば音響レンズ等を用いなくても、超音波の送信方向を制御することができる。

【0012】

本適用例の圧電モジュールにおいて、前記素子部は、前記第一面及び前記第二面の法線

方向から見た平面視において、第一方向及び前記第一方向に交差する第二方向に沿ってアレイ状に配置され、前記接続電極は、前記圧電体から前記第一方向に沿って引き出された第一接続電極と、前記圧電体から前記第二方向に沿って引き出された第二接続電極と、を備えることが好ましい。

本適用例の圧電モジュールでは、第一接続電極が第一方向に沿って引き出され、第二接続電極が第一方向に交差する第二方向に沿って引き出されているので、第一接続電極及び第二接続電極の双方が、同一方向（例えば第一方向のみや、第二方向のみ）に沿ってそれぞれ引き出されている場合に比べて、圧電モジュールにおける素子部を密に配置できる。このため、アレイ間隔を小さくでき、圧電素子基板や圧電モジュールの小型化を促進できる。

10

【0013】

本適用例の圧電モジュールにおいて、前記素子部は、前記第一面及び前記第二面の法線方向から見た平面視において、第一方向及び前記第一方向に交差する第二方向に沿ってアレイ状に配置され、前記接続電極は、前記圧電体の前記第一方向の一端側に引き出された第三接続電極と、前記圧電体の前記第一方向の他端に引き出された第四接続電極と、を備え、前記第三接続電極は、前記第二方向の一端側に位置し、前記第四接続電極は、前記第二方向の他端側に位置することが好ましい。

本適用例の圧電モジュールでは、各素子部の第一方向の一端側でかつ第二方向の一端側に第三接続電極が引き出され、各素子部の第一方向の他端側でかつ第二方向の他端側に第四接続電極が引き出される。例えば、各素子部の中心を通るx y軸を規定した場合に、第一象限に第三接続電極を設ける場合、第三象限に第四接続電極を設ける。なお、各素子部において、第二象限に第三接続電極を設ける場合では、第四象限に第四接続電極を設ければよい。

20

このような構成では、隣り合う素子部において、一方の素子部の第三接続電極と他方の素子部の第四接続電極とを、第二方向沿って並んで配置させることができる。この構成によれば、例えば、隣り合う素子部の各接続電極が第一方向若しくは第二方向に沿って並ぶ場合に比べて、圧電モジュールにおける素子部を密に配置できる。

【0014】

本適用例の圧電モジュールにおいて、前記素子部は、前記第一面及び前記第二面の法線方向から見た平面視において、第一方向及び前記第一方向に交差する第二方向に沿ってアレイ状に配置され、複数の前記素子部のうちの第一の素子部に接続される前記接続電極は、前記圧電体から前記第一方向に沿って引き出され、前記第一の素子部に隣り合う第二の素子部に接続される前記接続電極は、前記圧電体から前記第二方向に沿って引き出されることが好ましい。

30

本適用例の圧電モジュールでは、第一の素子部の接続電極と、第二の素子部の接続電極の引出方向が異なる。よって、第一の素子部の接続電極と、第二の素子部の接続電極とが、第一方向又は第二方向に沿って並ぶことがなく、圧電モジュールにおける素子部を密に配置できる。

【0015】

本発明の一適用例の電子機器は、第一面及び前記第一面とは反対側の第二面を有し、前記第一面に設けられた凹状開口部、及び前記凹状開口部を覆う支持部を有する素子基板と、前記各凹状開口部の前記第二面に設けられた圧電体と、前記各圧電体に接続され、前記圧電体から前記支持部の前記第二面に引き出された複数の接続電極と、前記素子基板の前記第二面側に接合される補強板と、前記補強板の前記支持部に対向する位置に設けられ、前記補強板を厚み方向に貫通し、前記複数の接続電極のそれぞれに対して接続される複数の貫通電極と、を備え、前記凹状開口部及び前記圧電体により構成される素子部がアレイ状に配置された圧電素子基板と、前記貫通電極のそれぞれに対して独立して信号を入出力する入出力回路と、前記圧電体を制御する制御部と、を備えることを特徴とする。

40

【0016】

本適用例の電子機器では、上記圧電デバイスと同様、素子基板の強度低下を抑制でき、

50

圧電素子基板の強度を強くでき、上記圧電モジュールと同様、貫通電極のそれぞれに対し入出力回路から独立して信号が入出力される構成となり、各素子を個別に制御でき、各素子部を高精度に駆動できる。このように、素子部を高精度に駆動させることで、電子機器における各種処理（例えば、超音波の送出や受信、圧力の検出や、圧力の付与等）を高精度に実施できる。

【0017】

本発明の電子機器において、前記制御部は、前記圧電体を駆動させて超音波を送信させる超音波送信処理、及び前記素子部で超音波を受信する超音波受信処理を実施し、前記超音波の送受信タイミングに基づいて被測定物を測定することが好ましい。

本適用例では、制御部は、素子部を制御することで、超音波の送受信処理を実施し、送受信タイミングに基づいて被測定物に対する測定（超音波測定）を実施する。本適用例では、上述のように、各素子部での超音波送信処理や超音波受信処理を高精度に実施することができる、超音波測定における測定精度の向上を図れる。

10

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】第一実施形態の超音波測定装置の概略構成を示す斜視図。

【図2】第一実施形態の超音波測定装置の概略構成を示すブロック図。

【図3】第一実施形態の超音波プローブにおける超音波センサーの概略構成を示す平面図。

【図4】第一実施形態の超音波センサーの素子基板の一部を拡大して示す平面図。

20

【図5】第一実施形態における超音波センサーの一部の断面図。

【図6】第二実施形態における超音波測定装置の超音波センサーの素子基板の一部を拡大して示す平面図。

【図7】第三実施形態における超音波測定装置の超音波センサーの素子基板の一部を拡大して示す平面図。

【図8】第四実施形態における超音波測定装置の超音波センサーの素子基板の一部を拡大して示す平面図。

【図9】他の実施形態における電子機器の一例を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0019】

30

[第一実施形態]

以下、本発明に係る第一実施形態の電子機器としての超音波測定装置について、図面に基づいて説明する。

【0020】

[超音波測定装置1の構成]

図1は、本実施形態の超音波測定装置1の概略構成を示す斜視図である。

本実施形態の超音波測定装置1は、図1に示すように、超音波プローブ2と、超音波プローブ2にケーブル3を介して電気的に接続された制御装置10と、を備えている。

この超音波測定装置1は、超音波プローブ2を生体（例えば人体）の表面に当接させ、超音波プローブ2から生体内に超音波を送出する。また、生体内の器官にて反射された超音波を超音波プローブ2にて受信し、その受信信号に基づいて、例えば生体内の内部断層画像を取得したり、生体内の器官の状態（例えば血圧及び血流等）を測定したりする。

40

【0021】

[制御装置10の構成]

図2は、超音波測定装置1の概略構成を示すブロック図である。

制御装置10は、図2に示すように、例えば、操作部11と、表示部12と、記憶部13と、演算部14と、を備えて構成されている。この制御装置10は、例えば、タブレット端末やスマートフォン、パソコンコンピューター等の端末装置を用いてもよく、超音波プローブ2を操作するための専用端末装置であってもよい。

操作部11は、ユーザーが超音波測定装置1を操作するためのUI（user interface）

50

であり、例えば表示部 1 2 上に設けられたタッチパネルや、操作ボタン、キーボード、マウス等により構成することができる。

表示部 1 2 は、例えば液晶ディスプレイ等により構成され、画像を表示させる。

記憶部 1 3 は、超音波測定装置 1 を制御するための各種プログラムや各種データを記憶する。

演算部 1 4 は、例えば C P U (Central Processing Unit) 等の演算回路や、メモリー等の記憶回路により構成されている。そして、演算部 1 4 は、記憶部 1 3 に記憶された各種プログラムを読み込み実行することで、超音波プローブ 2 の送信回路 2 3 4 に対して送信信号の生成及び出力処理の制御を行い、受信回路 2 3 5 に対して受信信号の周波数設定やゲイン設定などの制御を行う。

10

【 0 0 2 2 】

[超音波プローブ 2 の構成]

図 3 は、超音波プローブ 2 における超音波センサー 2 4 の概略構成を示す平面図である。

超音波プローブ 2 は、図 1 ~ 図 3 に示すように、筐体 2 1 と、筐体 2 1 内部に設けられた超音波デバイス 2 2 と、超音波デバイス 2 2 を制御するためのドライバ回路等が設けられた配線基板 2 3 と、を備えている。なお、超音波デバイス 2 2 と、配線基板 2 3 とにより超音波センサー 2 4 が構成され、当該超音波センサー 2 4 は、本発明の超音波モジュールを構成する。

【 0 0 2 3 】

20

[筐体 2 1 の構成]

筐体 2 1 は、図 1 に示すように、平面視矩形状の箱状に形成され、厚み方向に直交する一面（センサー面 2 1 A ）には、センサー窓 2 1 B が設けられており、超音波デバイス 2 2 の一部が露出している。また、筐体 2 1 の一部（図 1 に示す例では側面）には、ケーブル 3 の通過孔 2 1 C が設けられ、ケーブル 3 は、通過孔 2 1 C から筐体 2 1 の内部の配線基板 2 3 に接続されている。また、ケーブル 3 と通過孔 2 1 C との隙間は、例えば樹脂材等が充填されることで、防水性が確保されている。

なお、本実施形態では、図 3 に示すように、ケーブル 3 を用いて、超音波プローブ 2 と制御装置 1 0 とが接続される構成例を示すが、これに限定されず、例えば超音波プローブ 2 と制御装置 1 0 とが無線通信により接続されていてもよく、超音波プローブ 2 内に制御装置 1 0 の各種構成が設けられていてもよい。

30

【 0 0 2 4 】

超音波デバイス 2 2 は、上述したように、配線基板 2 3 とともに、超音波センサー 2 4 を構成する。この超音波デバイス 2 2 は、図 2 及び図 3 に示すように、複数の超音波トランスデューサー 5 1 （図 4 参照）がアレイ状に配置された超音波トランスデューサーアレイ 5 0 を備える。

なお、超音波デバイス 2 2 の詳しい構成については、後述する。

【 0 0 2 5 】

[配線基板 2 3 の構成]

配線基板 2 3 は、図 2 及び図 3 に示すように、配線端子部 2 3 1 、接合部材 2 3 2 （図 5 参照）、選択回路 2 3 3 、送信回路 2 3 4 、受信回路 2 3 5 、及びコネクタ部 2 3 6 を備えている。これらのうち、選択回路 2 3 3 、送信回路 2 3 4 、受信回路 2 3 5 、及びコネクタ部 2 3 6 は、超音波デバイス 2 2 を駆動させるためのドライバ回路等、すなわち、集積回路 I C （図 5 参照）を構成する。この集積回路 I C は、本発明の入出力回路に相当する。

40

配線端子部 2 3 1 は、配線基板 2 3 上に複数配置され、上記集積回路 I C とそれぞれ電気的に接続されている。これら複数の配線端子部 2 3 1 のそれぞれは、接合部材 2 3 2 を介して超音波トランスデューサー 5 1 、より具体的には、後述する第一貫通電極 4 2 3 及び第二貫通電極 4 2 4 に接続されている。

選択回路 2 3 3 は、制御装置 1 0 の制御に基づいて、超音波デバイス 2 2 と送信回路 2

50

34とを接続する送信接続、及び超音波デバイス22と受信回路235とを接続する受信接続を切り替える。

送信回路234は、制御装置10の制御により送信接続に切り替えられた際に、選択回路233を介して超音波デバイス22に超音波を発信させる旨の送信信号を出力する。

【0026】

受信回路235は、制御装置10の制御により受信接続に切り替えられた際に、選択回路233を介して超音波デバイス22から入力された受信信号を制御装置10に出力する。受信回路235は、例えば低雑音増幅回路、電圧制御アンテネーター、プログラマブルゲインアンプ、ローパスフィルター、A/Dコンバーター等を含んで構成されており、受信信号のデジタル信号への変換、ノイズ成分の除去、所望信号レベルへの増幅等の各信号処理を実施した後、処理後の受信信号を制御装置10に出力する。
10

コネクタ部236は、送信回路234、受信回路235に接続されている。また、コネクタ部236にはケーブル3が接続されており、上述したように、このケーブル3は、筐体21の通過孔21Cから引き出されて制御装置10に接続されている。

【0027】

[超音波デバイス22の構成]

図4は、本実施形態の超音波プローブ2の素子基板41の一部を拡大して示す平面図であり、図5は、図4における素子基板41の一部をB-B線切断した素子基板41(超音波センサー24)の断面図である。

超音波センサー24を構成する超音波デバイス22は、図3及び図4に示すように、素子基板41と、封止板42と、音響整合層43(図5参照)と、により構成されている。
20

なお、封止板42は、本発明の補強板に相当する。

【0028】

(素子基板41の構成)

素子基板41は、図5に示すように、基板本体部411と、当該基板本体部411に積層された振動膜412と、振動膜412に積層された圧電素子413を備えている。ここで、素子基板41において、封止板42に対向する背面41Aは本発明における第二面となり、背面41Aとは反対側で超音波の送受信方向となる作動面41Bが本発明における第一面となる。また、振動膜412及び圧電素子413により、本発明の超音波トランスデューサー51が構成されている。
30

そして、図4に示すように、素子基板41を厚み方向から見た平面視において、素子基板41の中心領域には、複数の超音波トランスデューサー51がアレイ状に配置された超音波トランスデューサーアレイ50が設けられている。この超音波トランスデューサーアレイ50が設けられる領域を、以降、アレイ領域Ar1(図3参照)と称する。

【0029】

基板本体部411は、例えばSi等の半導体基板である。この基板本体部411のアレイ領域Ar1内には、各々の超音波トランスデューサー51に対応した開口部411Aが設けられている。また、各開口部411Aは、基板本体部411の背面41A側に設けられた振動膜412により閉塞されている。

振動膜412は、例えばSiO₂や、SiO₂及びZrO₂の積層体等より構成され、基板本体部411の背面41A側全体を覆って設けられている。この振動膜412の厚み寸法は、基板本体部411に対して十分小さい厚み寸法となる。基板本体部411をSiにより構成し、振動膜412をSiO₂により構成する場合、例えば基板本体部411の背面41A側を酸化処理することで、所望の厚み寸法の振動膜412を容易に形成することが可能となる。また、この場合、SiO₂の振動膜412をエッティングストップとして基板本体部411をエッティング処理することで、容易に上記開口部411Aを形成することが可能となる。
40

なお、開口部411Aと、振動膜412のうち当該開口部411Aを閉塞する領域とにより、本発明の凹状開口部が構成される。また、素子基板41のうち、開口部411Aが設けられていない部分は、平面視において、開口部411Aを囲う支持部411Bとなる
50

。

【0030】

また、各開口部 411A を閉塞する振動膜 412 上には、図 5 に示すように、それぞれ独立した下部電極 414、圧電膜 415、及び上部電極 416 の積層体である圧電素子 413 が設けられている。なお、この圧電素子 413 は、本発明の圧電体に相当する。また、これら振動膜 412 及び圧電素子 413 により、超音波トランスデューサー 51 が構成され、当該超音波トランスデューサーは、本発明における素子部に相当する。

このような超音波トランスデューサー 51 では、それぞれの下部電極 414 及び上部電極 416 の間に所定周波数の矩形波電圧が印加されることで、開口部 411A の開口領域内の振動膜 412 を振動させて超音波が送出することができる。また、対象物から反射された超音波により振動膜 412 が振動されると、圧電膜 415 の上下で電位差が発生する。したがって、下部電極 414 及び上部電極 416 間に発生する上記電位差を検出することで、受信した超音波を検出することが可能となる。

また、下部電極 414 は、それぞれの圧電素子 413 ごとにそれぞれ独立して設けられており、上部電極 416 は、上記下部電極 414 と同様に、それぞれの圧電素子 413 ごとにそれぞれ独立して設けられている。

なお、下部電極 414 のそれぞれには、後述する第一貫通電極 423 が電気的に接続され、上部電極 416 のそれぞれには、後述する第二貫通電極 424 が電気的に接続される。

。

【0031】

また、本実施形態では、図 4 に示すように、上記のような超音波トランスデューサー 51 が、素子基板 41 のアレイ領域 Ar1 内に、X 方向（第一方向）、及び X 方向に直交する Y 方向（第二方向）に沿って複数配置されている。

具体的に、超音波トランスデューサー 51 を構成する圧電素子 413 は、図 4 に示すように、圧電膜 415 と重なる下部電極 414 の -X 側の端辺における -Y 側端部から、-X 側に向かって、下部接続電極 414A（本発明の第三接続電極に相当）が引き出されている。また、圧電膜 415 と重なる上部電極 416 の +X 側の端辺における +Y 側から、+X 側に向かって、上部接続電極 416A（本発明の第四接続電極に相当）が引き出されている。すなわち、圧電素子 413 を Y 方向に沿って見た場合に、X 方向に沿って隣り合う 2 つの圧電素子 413 の間で、-X 側に位置する圧電素子 413 の上部電極 416 と、+X 側に位置する圧電素子 413 の下部電極 414 とは、重なって配置されている。

このような構成により、例えば、圧電素子 413 の -X 側の端辺の中央部から -X 側に向かって下部接続電極 414A を引き出し、+X 側の端辺の中央部から +X 側に向かって上部接続電極 416A を引き出す場合（Y 方向に沿って見た際に、下部電極 414 と上部電極 416 とが重ならない）に比べて、圧電素子 413 の配置を密にできる。

【0032】

(封止板 42 の構成)

封止板 42 は、厚み方向から見た際の平面形状が例えば素子基板 41 と同形状に形成され、シリコン基板等の半導体基板や、絶縁体基板により構成される。なお、封止板 42 の材質や厚みは、超音波トランスデューサー 51 の周波数特性に影響を及ぼすため、超音波トランスデューサー 51 にて送受信する超音波の中心周波数に基づいて設定することが好みしい。

【0033】

そして、この封止板 42 は、素子基板 41 のアレイ領域 Ar1 に対向するアレイ対向領域 Ar3（図 3 参照）には、素子基板 41 の開口部 411A に対応した複数の凹溝 421 が形成されている。これにより、振動膜 412 のうち、超音波トランスデューサー 51 により振動される領域（開口部 411A 内）では、素子基板 41 との間に所定寸法のギャップ 421A が設けられることになり、振動膜 412 の振動が阻害されない。また、1 つの超音波トランスデューサー 51 からの背面波が他の隣接する超音波トランスデューサー 51 に入射される不都合（クロストーク）を抑制することができる。

10

20

30

40

50

なお、基板本体部 4 1 1 の開口部 4 1 1 A 以外の領域（支持部 4 1 1 B；図 5 参照）と封止板 4 2 の凹溝 4 2 1 以外の領域とが当接又は接合されていてもよい。

【0034】

また、振動膜 4 1 2 が振動すると、開口部 4 1 1 A 側（作動面 4 1 B 側）の他、封止板 4 2 側（背面 4 1 A 側）にも背面波として超音波が放出される。この背面波は、封止板 4 2 により反射され、再びギャップ 4 2 1 A を介して振動膜 4 1 2 側に放出される。この際、反射背面波と、振動膜 4 1 2 から作動面 4 1 B 側に放出される超音波との位相がずれると、超音波が減衰する。したがって、本実施形態では、ギャップ 4 2 1 A における音響的な距離が、超音波の波長 の 4 分の 1 ($\lambda / 4$) の奇数倍となるように、各凹溝 4 2 1 の溝深さが設定されている。言い換えれば、超音波トランスデューサー 5 1 から発せられる超音波の波長 を考慮して、素子基板 4 1 や封止板 4 2 の各部の厚み寸法が設定される。10

【0035】

また、封止板 4 2 のうち支持部 4 1 1 B に対向する補強部 4 2 2 は、素子基板 4 1 に接合されて、素子基板 4 1 を補強する。この補強部 4 2 2 のうち、各下部接続電極 4 1 4 A 及び、各上部接続電極 4 1 6 A に対向する位置には、それぞれ、貫通孔が設けられ、当該貫通孔には、貫通電極（第一貫通電極 4 2 3、第二貫通電極 4 2 4）が設けられる。

第一貫通電極 4 2 3 は、封止板 4 2 を厚み方向に貫通して下部接続電極 4 1 4 A に接続される。この第一貫通電極 4 2 3 は、複数の下部接続電極 4 1 4 A のそれぞれに対応して設けられている。したがって、各第一貫通電極 4 2 3 から各下部接続電極 4 1 4 A を介し、各下部電極 4 1 4 にそれぞれ独立した信号を入出力することが可能となる。20

同様に、第二貫通電極 4 2 4 は、封止板 4 2 を厚み方向に貫通して、上部接続電極 4 1 6 A に接続される。この第二貫通電極 4 2 4 は、複数の上部接続電極 4 1 6 A のそれぞれに対応して設けられており、各第二貫通電極 4 2 4 から各上部接続電極 4 1 6 A を介して、各上部電極 4 1 6 にそれぞれ独立した信号を入出力することが可能となる。

第一貫通電極 4 2 3 と下部接続電極 4 1 4 A との接続、及び、第二貫通電極 4 2 4 と上部接続電極 4 1 6 A との接続は、例えば半田等の導電性の接合部材（図示省略）を介して接合すればよく、その他、異方性導電性膜（A C F : Anisotropic Conductive Film）や異方性導電性ペースト（A C P : Anisotropic Conductive Paste）を用いた接合であってもよい。A C F や A C P を用いる場合では、例えば、封止板 4 2 の補強部 4 2 2 の素子基板 4 1 に對向する面に、A C F を成膜又はA C P を塗布する。そして、封止板 4 2 を素子基板 4 1 に重ね合せ厚み方向に荷重を印加する。これにより、A C F（又はA C P）の加重印加方向（厚み方向）では、導電性が保持され、荷重印加に直交する方向では絶縁性が保持されることになる。すなわち、第一貫通電極 4 2 3 及び下部接続電極 4 1 4 A が電気的に接続され、第二貫通電極 4 2 4 及び上部接続電極 4 1 6 A が電気的に保持され、かつ、A C F（又はA C P）により、素子基板 4 1 と封止板 4 2 とが接合される。30

【0036】

また、上記各第一貫通電極 4 2 3 及び各第二貫通電極 4 2 4 の他端側（素子基板 4 1 とは反対側）は、例えば半田等の導電性の接合部材 2 3 2 を介して、配線基板 2 3 の配線端子部 2 3 1 に接続される。これらの配線端子部 2 3 1 は、配線基板 2 3 上にそれぞれ独立して形成され、上記集積回路 I C によりそれぞれ独立して制御される。すなわち、本実施形態においては、各第一貫通電極 4 2 3 及び各第二貫通電極 4 2 4 を介して、各超音波トランスデューサー 5 1 のそれを独立して制御できる。換言すると、各超音波トランスデューサー 5 1 の C A V 面（素子基板 4 1 における開口部 4 1 1 A が開口する側の面）から、それぞれのタイミングにて超音波を送信できる。40

この場合、X 方向及びY 方向に直交する方向をZ 方向（素子基板 4 1 の基板面の法線方向（基板厚み方向））として、例えばX 方向に並ぶ超音波トランスデューサー 5 1 からの送信する超音波の送信タイミングを遅延させることで、X Z 平面において、超音波の送信方向を制御することが可能となる。また、例えばY 方向に並ぶ超音波トランスデューサー 5 1 からの送信する超音波の送信タイミングを遅延させることで、Y Z 平面において、超音波の送信方向を制御することが可能となる。すなわち、超音波トランスデューサーアレ50

イ 5 0 を 2 次元アレイとして機能させることができとなり、超音波を任意の方向に送信することができる。このため、本実施形態では、超音波を屈折させて送信方向を所定方向に制御する音響レンズを備えていない。

【 0 0 3 7 】

(音響整合層 4 3 の構成)

音響整合層 4 3 は、図 5 に示すように、素子基板 4 1 の作動面 4 1 B 側に設けられている。具体的には、音響整合層 4 3 は、素子基板 4 1 の開口部 4 1 1 A 内に充填され、かつ、基板本体部 4 1 1 の作動面 4 1 B 側から所定の厚み寸法で形成される。

この音響整合層 4 3 は、超音波トランスデューサー 5 1 から送信された超音波を測定対象である生体に効率よく伝搬させ、また、生体内で反射した超音波を効率よく超音波トランスデューサー 5 1 に伝搬させる。このため、音響整合層 4 3 は、素子基板 4 1 の超音波トランスデューサー 5 1 の音響インピーダンスと、生体の音響インピーダンスとの中間の音響インピーダンスに設定されている。10

【 0 0 3 8 】

[第一実施形態の作用効果]

本実施形態では、基板本体部 4 1 1 に開口部 4 1 1 A が設けられ、基板本体部 4 1 1 の背面 4 1 A 側（第二面側）に開口部 4 1 1 A を閉塞する振動膜 4 1 2 が設けられている。つまり、素子基板 4 1 の作動面 4 1 B（第一面）に、開口部 4 1 1 A 及び振動膜 4 1 2 により構成された凹状開口部が設けられている。また、この凹状開口部の底面である振動膜 4 1 2 の背面 4 1 A 側に圧電素子 4 1 3 が設けられている。圧電素子 4 1 3 の下部電極 4 1 4 に接続された下部接続電極 4 1 4 A、及び上部電極 4 1 6 に接続された上部接続電極 4 1 6 A は、素子基板 4 1 の支持部 4 1 1 B（素子基板 4 1 における開口部 4 1 1 A が設けられる領域以外）に引き出される。そして、これらの下部接続電極 4 1 4 A 及び上部接続電極 4 1 6 A は、素子基板 4 1 の背面 4 1 A 側に接合された封止板 4 2 を厚み方向に貫通する第一貫通電極 4 2 3 及び第二貫通電極 4 2 4 に接続されている。20

このような構成では、第一貫通電極 4 2 3 及び第二貫通電極 4 2 4 から各超音波トランスデューサー 5 1 に信号を入出力することで、各超音波トランスデューサー 5 1 を個別に制御できる。また、素子基板 4 1 ではなく、封止板 4 2 に第一貫通電極 4 2 3 及び第二貫通電極 4 2 4 を設ける構成であるので、素子基板 4 1 に貫通孔を設ける必要がなく、衝撃等による素子基板 4 1 の破損を抑制できる。30

【 0 0 3 9 】

本実施形態では、素子基板 4 1 に設けられた下部電極 4 1 4 及び上部電極 4 1 6 が、下部接続電極 4 1 4 A 及び上部接続電極 4 1 6 A を介して、第一貫通電極 4 2 3 及び第二貫通電極 4 2 4 と電気的に接続されており、これら第一貫通電極 4 2 3 及び第二貫通電極 4 2 4 が封止板 4 2 の素子基板 4 1 とは反対側まで貫通している。

このような構成では、第一貫通電極 4 2 3 や第二貫通電極 4 2 4 が超音波トランスデューサーアレイ 5 0 内に設けられる構成となるので、配線の引き回し等が不要となり、超音波デバイス 2 2 を小型化でき、超音波センサー 2 4 や超音波プローブ 2 の小型化を促進できる。

【 0 0 4 0 】

本実施形態では、第一貫通電極 4 2 3 及び第二貫通電極 4 2 4 のそれぞれに対して集積回路 I C から独立して信号が入出力されると、各圧電素子 4 1 3（各超音波トランスデューサー 5 1 ）を個別に制御できる。また、これらの超音波トランスデューサー 5 1 は、X 方向及び Y 方向に沿って 2 次元アレイ構造に配置されている。このため、各超音波トランスデューサー 5 1 の駆動タイミングを制御することで、任意の方向に超音波を送信でき、音響レンズ等の構成を不要にできる。40

【 0 0 4 1 】

本実施形態では、下部接続電極 4 1 4 A は圧電素子 4 1 3 の - X 側の端辺における - Y 側から - X 側に引き出されている。また、上部接続電極 4 1 6 A は圧電素子 4 1 3 の + X 側の端辺における + Y 側から + X 側に引き出されている。よって、X 方向に隣り合う圧電50

素子 413（超音波トランステューサー 51）において、-X 側に配置される圧電素子 413 の上部接続電極 416A と、+X 側に配置される圧電素子 413 の下部接続電極 414A とが、Y 方向に沿って並んで配置させることができるとなる。このような構成として、超音波トランステューサーアレイ 50 において、超音波トランステューサー 51 を密に配置することができ、超音波トランステューサーアレイ 50 や超音波デバイス 22 をより小型にでき、超音波センサー 24 や超音波プローブ 2 の更なる小型化を促進できる。

【0042】

本実施形態における超音波プローブ 2 は、いわゆる CAV 面から超音波を送出するキャブ面出射方式の超音波プローブであり、圧電素子 413 や、下部接続電極 414A や上部接続電極 416A は、振動膜 412 における超音波射出側とは反対側に配置される。超音波プローブ 2 を用いて生体に対する超音波測定を実施する場合、通常、音響整合層 43 と生体との間に、ジェル等を塗布するが、音響整合層 43 と振動膜 412 との間に、水滴が侵入することがある。しかしながら、上記のように、本実施形態では、圧電素子 413 や、下部接続電極 414A や上部接続電極 416A が、振動膜 412 の背面 41A 側に配置されているため、水滴に触れることがなく、ショートや錆び等の不都合を抑制できる。

【0043】

[第二実施形態]

次に、本発明の第二実施形態について説明する。

本実施形態に係る超音波測定装置は、上記超音波測定装置 1 と略同一の構成を備える他、超音波トランステューサーを構成する圧電素子 413 の構成の一部が異なる点で、超音波測定装置 1 と相違する。

なお、以下の説明では、第一実施形態に係る超音波測定装置 1 と同一若しくは略同一の構成については、同符号を付し、その説明を省略又は簡略化する。

【0044】

図 6 は、本実施形態における超音波測定装置の超音波センサーの素子基板の一部を拡大して示す平面図である。

本実施形態では、図 6 に示すように、上記のような超音波トランステューサー 51B が、素子基板 41 のアレイ領域 Ar1 内に、X 方向（第一方向）、及び X 方向に直交する Y 方向（第二方向）に沿って複数配置されている。

そして、本実施形態では、図 6 において、下部接続電極 414B は、圧電膜 415 と重なる下部電極 414 の -X 側に引き出される。一方、上部接続電極 416B は、圧電膜 415 と重なる上部電極 416 の +Y 側に引き出される。本実施形態においては、下部接続電極 414B は、本発明の第一接続電極に相当し、上部接続電極 416B は、本発明の第二接続電極に相当する。

【0045】

なお、上記例では、下部接続電極 414B を下部電極 414 の -X 側に引き出し、上部接続電極 416B を上部電極 416 の +Y 側に引き出す例を示すが、これに限られない。

例えば、下部接続電極 414B を下部電極 414 の -X 側に引き出し、上部接続電極 416B を上部電極 416 の -Y 側に引き出してもよく、下部接続電極 414B を下部電極 414 の +X 側に引き出し、上部接続電極 416B を上部電極 416 の -Y 側に引き出してもよく、下部接続電極 414B を下部電極 414 の +X 側に引き出し、上部接続電極 416B を上部電極 416 の +Y 側に引き出してもよい。

また、下部接続電極 414B と上部接続電極 416B との引き出し方向を替えてよい。例えば、下部接続電極 414B を下部電極 414 の -Y 側に引き出し、上部接続電極 416B を上部電極 416 の +X 側に引き出してもよく、下部接続電極 414B を下部電極 414 の -Y 側に引き出し、上部接続電極 416B を上部電極 416 の -X 側に引き出してもよく、下部接続電極 414B を下部電極 414 の +Y 側に引き出し、上部接続電極 416B を上部電極 416 の -X 側に引き出してもよく、下部接続電極 414B を下部電極 414 の +Y 側に引き出し、上部接続電極 416B を上部電極 416 の +X 側に引き出してもよい。

10

20

30

40

50

【0046】

[第二実施形態の作用効果]

本実施形態では、超音波トランステューサー51Bを構成する圧電素子413Bは、-X側に引き出された下部接続電極414Bと、+Y側に引き出された上部接続電極416Bとを備える。この場合、X方向及びY方向に沿って圧電素子413Cを配列させた際、X方向に並ぶ圧電素子413B間には、それぞれ、1つの下部接続電極414Bが配置され、Y方向に並ぶ圧電素子413B間には、それぞれ、1つの上部接続電極416Bが配置される。よって、例えば、圧電素子間に複数（例えば2つ）の接続電極が配置される場合に比べ、圧電素子413B（超音波トランステューサー51B）を密に配置することができる。これにより、上記第一実施形態と同様、超音波トランステューサーアレイ50や超音波デバイス22をより小型にでき、超音波センサー24や超音波プローブ2の更なる小型化を促進できる。10

【0047】

[第三実施形態]

次に、本発明の第三実施形態について説明する。

本実施形態に係る超音波測定装置は、上記超音波測定装置1と略同一の構成を備える他、超音波トランステューサーを構成する圧電素子413の構成の一部が異なる点で、超音波測定装置1と相違する。

なお、以下の説明では、第一実施形態に係る超音波測定装置1と同一若しくは略同一の構成については、同符号を付し、その説明を省略又は簡略化する。20

【0048】

図7は、本実施形態における超音波測定装置の超音波センサーの素子基板の一部を拡大して示す平面図である。

本実施形態では、図7に示すように、上記のような超音波トランステューサー51C、51Dが、素子基板41のアレイ領域Ar1内に、X方向（第一方向）、及びX方向に直交するY方向（第二方向）に沿って交互に複数配置されている。

具体的には、図7に示すように、超音波トランステューサー51Cを構成する圧電素子413Cにおいて、下部接続電極414Cは、圧電膜415と重なる下部電極414の-Y側に引き出され、上部接続電極416Cは、圧電膜415と重なる上部電極416の+Y側に引き出される。30

一方、超音波トランステューサー51Dを構成する圧電素子413Dにおいて、下部接続電極414Dは、圧電膜415と重なる下部電極414の-X側に引き出され、上部接続電極416Dは、圧電膜415と重なる上部電極416から+X側に引き出される。本実施形態においては、圧電素子413Dは、本発明の第一の圧電素子に相当し、圧電素子413Cは、本発明の第二の圧電素子に相当する。

【0049】

なお、上記例では、圧電素子413Cにおいて、下部接続電極414Cを-Y側に引き出し、上部接続電極416Cを+Y側に引き出したが、下部接続電極414Cを+Y側に引き出し、上部接続電極416Cを-Y側に引き出してもよい。同様に、圧電素子413Dにおいて、下部接続電極414Dを-X側に引き出し、上部接続電極416Dを+X側に引き出したが、下部接続電極414Dを+X側に引き出し、上部接続電極416Dを-X側に引き出してもよい。40

【0050】

[第三実施形態の作用効果]

本実施形態では、超音波トランステューサー51C、51Dのうち、超音波トランステューサー51Cを構成する圧電素子413Cでは、下部接続電極414C及び上部接続電極416CをY方向に沿って引き出し、超音波トランステューサー51Dを構成する圧電素子413Dでは、下部接続電極414D及び上部接続電極416DをX方向に沿って引き出している。そして、超音波トランステューサー51C、51DをX方向及びY方向に對して交互に配置している。このような構成では、X方向に並ぶ圧電素子413C間には50

、それぞれ、1つの下部接続電極414C又は上部接続電極416Cが配置され、Y方向に並ぶ圧電素子413D間には、それぞれ、1つの下部接続電極414D又は上部接続電極416Dが配置される。よって、例えば、圧電素子間に複数（例えば2つ）の接続電極が配置される場合に比べ、圧電素子413C, 413D（超音波トランスデューサー51C, 51D）を密に配置することができる。これにより、上記第一実施形態と同様、超音波トランスデューサーアレイ50や超音波デバイス22をより小型にでき、超音波センサー24や超音波プローブ2の更なる小型化を促進できる。

【0051】

[第四実施形態]

次に、本発明の第四実施形態について説明する。

10

本実施形態に係る超音波測定装置は、上記超音波測定装置1と略同一の構成を備える他、超音波トランスデューサーを構成する圧電素子413の構成の一部が異なる点で、超音波測定装置1と相違する。

なお、以下の説明では、第一実施形態に係る超音波測定装置1と同一若しくは略同一の構成については、同符号を付し、その説明を省略又は簡略化する。

【0052】

図8は、本実施形態における超音波測定装置の超音波センサーの素子基板の一部を拡大して示す平面図である。

本実施形態では、図8に示すように、上記のような超音波トランスデューサー51Gが、素子基板41のアレイ領域Ar1内に、X方向（第一方向）、及びX方向に直交するY方向（第二方向）に沿って複数配置されている。

20

具体的に、超音波トランスデューサー51Gを構成する圧電素子413Gにおいて、下部接続電極414Gは、図8に示すように、-X側に引き出され、上部接続電極416Gは、+X側に引き出されている。

【0053】

[第四実施形態の作用効果]

本実施形態では、超音波トランスデューサー51Gを構成する圧電素子413Gは、圧電膜415に対して、下部電極414は、圧電膜415の-X方向側に位置し、上部電極416は、圧電膜415に対して+X方向側に位置しているので、例えば、上記第一～第三実施形態における圧電素子413, 413B～413Dに比べて、構成を簡易にできる。

30

また、隣り合う圧電素子413Gとの間の距離を大きくできる。例えば、送受信対象の超音波の周波数が低周波数である場合は、開口部411Aの開口径を大きくする必要があり、この場合、隣り合う開口部411Aとの間の距離が短いと、素子基板41の強度が低下する。これに対して、本実施形態では、圧電素子413G間の距離が大きいので、支持部411Bの強度も強くなり、素子基板41の破損を抑制できる。

【0054】

[変形例]

なお、本発明は上述の各実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良、及び各実施形態を適宜組み合わせる等によって得られる構成は本発明に含まれるものである。

40

【0055】

また、圧電素子413として、下部電極414、圧電膜415、上部電極416が厚み方向に積層される積層体により構成される例を示したが、これに限定されない。例えば、圧電素子413の厚み方向に直交する一面側に、一対の電極を互いに対向させて配置する構成などとしてもよい。また、圧電膜の厚み方向に沿った側面で圧電膜を挟み込むように電極を配置してもよい。

【0056】

上記各実施形態では、集積回路ICを配線基板23に設ける構成を例示したが、これに限定されない。例えば、集積回路ICが制御装置10内に設けられ、配線基板23には、

50

各配線端子部 231 からの配線を集約したコネクタ部が設けられる構成としてもよい。この場合、コネクタ部に対してケーブル線を接続し、ケーブル線を介して制御装置 10 の集積回路 I C と超音波プローブ 2 とを接続すればよい。

【0057】

超音波測定装置 1 として、生体の内部断層構造を測定するための構成を例示したが、その他、例えばコンクリート建築物等のコンクリート内部構造を検査するための測定機等として用いることもできる。

また、超音波デバイス 22 を備えた超音波測定装置 1 を例示したが、その他の電子機器に対しても適用できる。例えば、超音波を洗浄対象に対して送出し、線状対象を超音波洗浄する超音波洗浄機等に用いることができる。

10

【0058】

図 9 は、超音波洗浄機の概略構成を示す図である。

図 9 に示す超音波洗浄機 8 は、洗浄槽 81 と、洗浄槽 81 の例えれば底面に設置された超音波モジュール 82 と、を備える。

超音波モジュール 82 は、上記実施形態と同様の超音波デバイス 22 と、超音波デバイス 22 を制御する配線基板 83 とを備えている。すなわち、超音波デバイス 22 は、作動面 41B が洗浄槽 81 の内面に臨む素子基板 41 と、素子基板 41 の背面 41A 側に設けられた封止板 42 とを備え、素子基板 41 の背面 41A 側に、複数の超音波トランスデューサー 51 (図 9 においては図示略) により構成された超音波トランスデューサーアレイ 50 (図 9 においては図示略) と、を備えている。そして、超音波トランスデューサー 51 を構成する圧電素子 413 の上部電極 416 は、封止板 42 に設けられた第一貫通電極 423 に接続され、下部電極 414 は、第二貫通電極 424 に接続される。これら第一貫通電極 423 及び第二貫通電極 424 は、配線基板 83 に設けられた配線端子部 (図示略) に電気的に接続される。

20

このような構成において、配線基板 83 に対して超音波デバイス 22 をフェースダウン実装にて容易に実装することができる。また、素子基板 41 の作動面 41B 側が洗浄槽 81 側に面するので、背面 41A 側に設けられた超音波トランスデューサー 51 や電極線の防水性を高めることができる。

【0059】

上記各実施形態では、素子基板 41 に開口部 411A が設けられる構成としたが、例えば素子基板 41 に開口部 411A が設けられず、超音波トランスデューサー 51 が素子基板 41 自体を振動させることで超音波を送出させ、素子基板 41 の振動により超音波の受信を検出する構成などとしてもよい。

30

【0060】

上記各実施形態では、開口部 411A が設けられた基板本体部 411 の背面 41A 側に振動膜 412 が設けられる構成としたが、これに限定されない。例えば、基板本体部 411 の作動面 41B 側に、各超音波トランスデューサー 51 に対応した複数の凹溝が設けられ、当該凹溝の底面を振動膜とする構成としてもよい。

また、開口部 411A の背面 41A 側に振動膜 412 を設ける構成を例示したが、例えば、開口部 411A の作動面 41B 側に振動膜 412 が設けられ、この振動膜 412 の背面 41A 側に超音波トランスデューサー 51 を構成する圧電素子 413 が設けられる構成としてもよい。

40

【0061】

その他、本発明の実施の際の具体的な構造は、本発明の目的を達成できる範囲で上記各実施形態及び変形例を適宜組み合わせることで構成してもよく、また他の構造などに適宜変更してもよい。

【符号の説明】

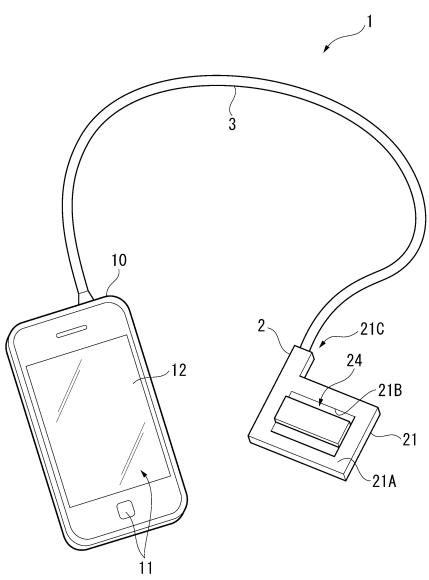
【0062】

1 … 超音波測定装置、2 … 超音波プローブ、8 … 超音波洗浄機 (電子機器)、22 … 超音波デバイス、23 … 配線基板、24 … 超音波センサー (超音波モジュール)、41 … 素

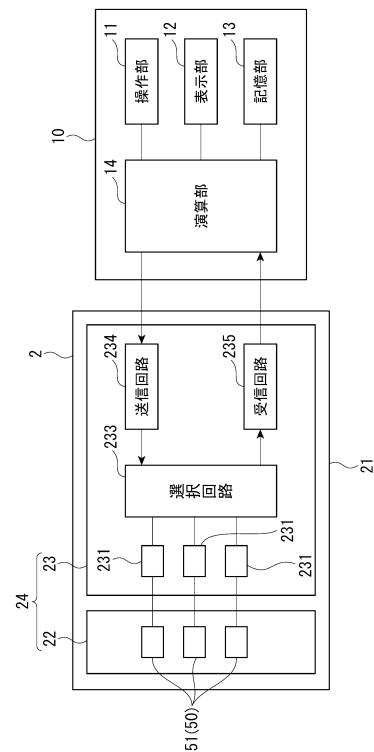
50

子基板、41A…背面（第二面）、41B…作動面（第一面）、42…封止板、50…超音波トランスデューサーアレイ、51…超音波トランスデューサー（素子部）、82…超音波モジュール、83…配線基板、231…配線端子部、232…接合部材、411…基板本体部、411A…開口部（凹状開口部）、411B…支持部、412…振動膜、413…圧電素子（圧電体）、414…下部電極、414A…下部接続電極（接続電極）、415…圧電膜、416…上部電極、416A…上部接続電極（接続電極）、421…凹溝、423…第一貫通電極、424…第二貫通電極。

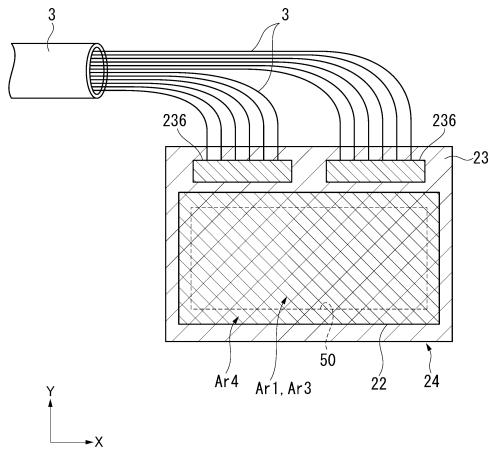
【図1】



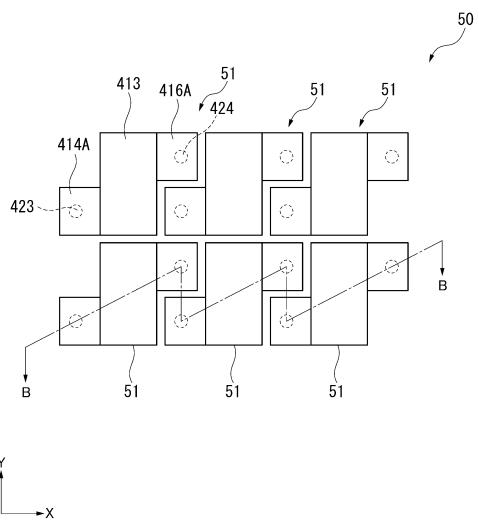
【図2】



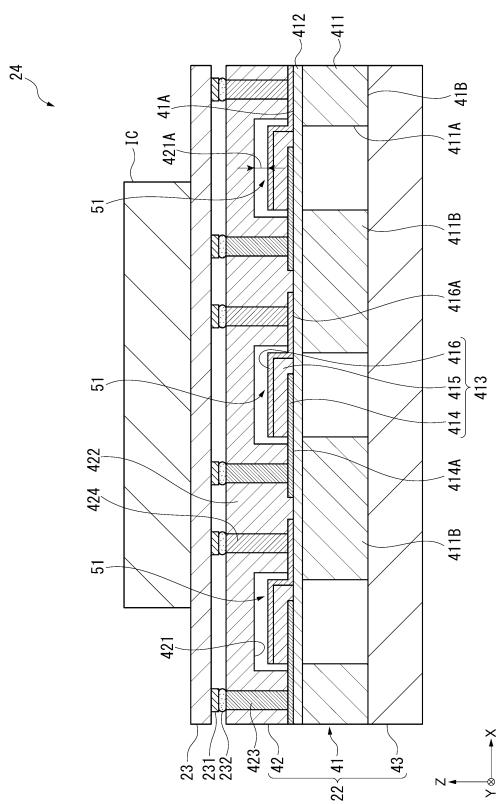
【図3】



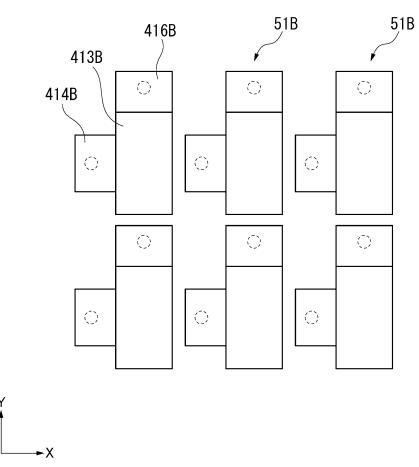
【 四 4 】



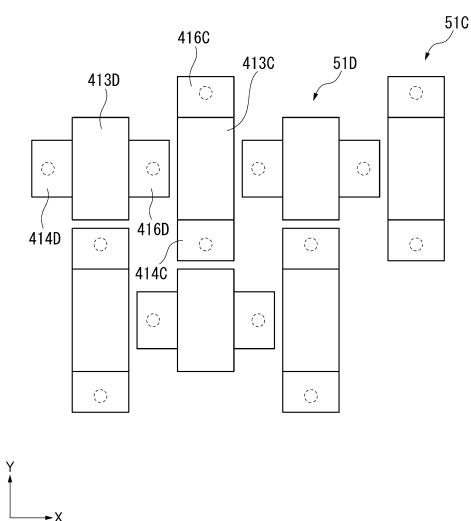
【図5】



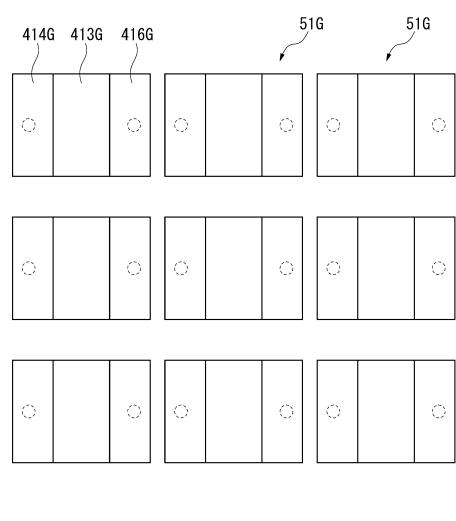
【 四 6 】



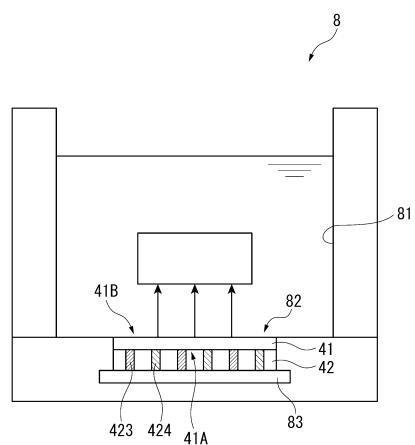
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 8 / 00 - 8 / 15