

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6175780号
(P6175780)

(45) 発行日 平成29年8月9日 (2017.8.9)

(24) 登録日 平成29年7月21日 (2017.7.21)

(51) Int. Cl.

F I

HO 4 R 17/00 (2006.01)

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

BO 6 B 1/06 (2006.01)

HO 4 R 17/00 3 3 O J

HO 4 R 17/00 3 3 2 A

A 6 1 B 8/00

BO 6 B 1/06 Z

請求項の数 10 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2013-12950 (P2013-12950)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成25年1月28日 (2013.1.28)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2014-146885 (P2014-146885A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成26年8月14日 (2014.8.14)	(74) 代理人	100116665
審査請求日	平成28年1月21日 (2016.1.21)		弁理士 渡辺 和昭
		(74) 代理人	100164633
			弁理士 西田 圭介
		(74) 代理人	100179475
			弁理士 仲井 智至
		(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	大石 剛
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波デバイス、超音波プローブ、電子機器および超音波画像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

圧電体を備え、超音波の発信および受信の少なくとも一方を行う超音波素子を有する超音波素子基板と、

前記超音波素子基板の前記超音波素子が形成された面に音響整合層を介して固着され超音波を収束させるレンズ部を有する音響レンズと、

前記超音波素子基板の前記超音波素子が形成された面とは反対の面に固着された支持部材と、

超音波素子基板と前記音響レンズとの間に位置し、前記音響整合層を貫通させる貫通部で隔てられ、互いに対向する第1突出部および第2突出部を有する枠部と、を備え、

前記支持部材は前記超音波素子基板の厚み方向の平面視において前記超音波素子基板より面積が大きく、かつ曲げ剛性が大きく形成され、

前記音響レンズは前記超音波素子基板より曲げ剛性が小さく形成され、

前記第1突出部および前記第2突出部は前記超音波素子基板に固着され、前記音響レンズに接触する

ことを特徴とする超音波デバイス。

【請求項2】

請求項1に記載の超音波デバイスにおいて、

前記超音波素子基板と前記音響レンズとの間に充填された前記音響整合層を備え、

前記音響整合層は前記超音波素子基板と前記音響レンズとに固着している樹脂で形成さ

れていることを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の超音波デバイスにおいて、

前記音響レンズは前記第 1 突出部に接触している第 1 凸部と、前記第 2 突出部に接触している第 2 凸部を有する

ことを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の超音波デバイスにおいて、

前記第 1 凸部および前記第 2 凸部は前記平面視において前記音響レンズの外周部に設けられている

ことを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の超音波デバイスにおいて、

前記超音波素子基板の前記反対の面にて接続するフレキシブル印刷配線基板を備え、

前記フレキシブル印刷配線基板は前記超音波素子基板に電氣的に接続し、前記フレキシブル印刷配線基板の一部は前記支持部材に固着されている

ことを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の超音波デバイスにおいて、

前記支持部材の外縁部の一部に斜面部が設けられ、前記フレキシブル印刷配線基板は前記斜面部に固着されている

ことを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の超音波デバイスにおいて、

前記超音波素子基板は、

開口部が形成されたベース基板と、

前記開口部を覆って形成され膜厚方向に変位可能な振動膜と、

前記振動膜に設けられた圧電体部と、を有し、

前記圧電体部は、

前記振動膜の上に設けられる第 1 電極と、

前記第 1 電極の少なくとも一部を覆って設けられる圧電体層と、

前記圧電体層の少なくとも一部を覆って設けられる第 2 電極と、を有する

ことを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の超音波デバイスと、

前記超音波デバイスを支持する筐体と、を備えることを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の超音波デバイスと、

前記超音波デバイスに接続され、前記超音波デバイスの出力を処理する処理回路と、

を備えることを特徴とする電子機器。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の超音波デバイスと、

前記超音波デバイスに接続され、前記超音波デバイスの出力を処理し画像を生成する処理回路と、

前記画像を表示する表示部と、

を備えることを特徴とする超音波画像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波デバイス、超音波プローブ、電子機器および超音波画像装置に関する

10

20

30

40

50

。

【背景技術】

【0002】

従来から、超音波を受発信する超音波素子が知られ、この超音波素子を用いた超音波デバイスが様々な用途に用いられている。

例えば、特許文献1には、超音波を受発信する超音波振動子（超音波素子）と、超音波を収束させる音響レンズと、超音波振動子と音響レンズとの間に音響整合層とを設けた超音波プローブなどに用いられる超音波デバイスが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0003】

【特許文献1】特開2012-100994号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

このような構造の超音波デバイスでは、超音波が通過する界面での反射を防止するために音響整合層の厚みは所定の厚みで形成される。音響整合層の厚みは超音波を効率よく受発信するために精度の高い厚みが要求されるが、樹脂を用いてこの音響整合層を形成する場合、所望の厚みに音響整合層を形成するのは困難である。

【課題を解決するための手段】

20

【0005】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

【0006】

〔適用例1〕本適用例にかかる超音波デバイスは、圧電体を備え、超音波の発信および受信の少なくとも一方を行う複数の超音波素子を有する超音波素子アレイ基板と、前記超音波素子アレイ基板が固定される凹部と、前記凹部の底部平面の一部が開口されて貫通孔が形成された貫通部と、を有し、前記凹部内に前記超音波素子アレイ基板の素子形成面が前記貫通部に向かって固定される固定枠と、前記固定枠の前記貫通部を覆い前記固定枠と固着され、超音波を収束させるレンズ部を有する音響レンズと、前記超音波素子アレイ基板と前記音響レンズの間に配置され、前記超音波素子アレイ基板と前記音響レンズとを固着する樹脂で形成された音響整合層と、を備え、前記音響レンズと前記固定枠とが接触し、前記音響整合層の厚みが一定に保持されることを特徴とする。

30

【0007】

この構成によれば、固定枠の凹部内に、貫通部を通して超音波素子アレイ基板の素子形成面が露出するように固定される。そして、固定枠の貫通部を覆い音響レンズと固定枠とが接触して固着される。

このことから、超音波素子アレイ基板の表面と音響レンズのレンズ部との距離が規定でき、超音波素子アレイ基板と音響レンズとの間に形成される音響整合層の厚みを一定に保持することができる。そして、音響整合層の厚みを精度よく形成することができるので、効率よく超音波を受発信することができる。

40

【0008】

〔適用例2〕上記適用例にかかる超音波デバイスにおいて、前記音響整合層は前記超音波素子アレイ基板と前記音響レンズとの間に充填され、前記超音波素子アレイ基板と前記音響レンズとに固着している樹脂であることが好ましい。

【0009】

この構成によれば、音響整合層は樹脂で構成され、超音波素子アレイ基板と音響レンズとを樹脂（接着剤）を用いて固着することができる。

このため、超音波素子アレイ基板と音響レンズとを接着するとともに、硬化した樹脂（接着剤）が音響整合層としての機能を果たすことができる。

50

【 0 0 1 0 】

〔適用例 3〕上記適用例にかかる超音波デバイスにおいて、前記固定枠の一部に第 1 突起部が形成され、前記第 1 突起部と前記音響レンズとが接触し、前記超音波素子アレイ基板と前記音響レンズとの間の距離が規定されることが好ましい。

【 0 0 1 1 】

この構成によれば、音響レンズが接触する固定枠の一部に第 1 突起部が形成されている。

このため、第 1 突起部にて音響レンズを受けることになり、固定面での傾きなどを生ずることなく音響レンズを精度よく固定枠に固定することができる。

【 0 0 1 2 】

10

〔適用例 4〕上記適用例にかかる超音波デバイスにおいて、前記音響レンズの一部に第 2 突起部が形成され、前記第 2 突起部と前記固定枠とが接触し、前記超音波素子アレイ基板と前記音響レンズとの間の距離が規定されることが好ましい。

【 0 0 1 3 】

この構成によれば、固定枠と接触する音響レンズの一部に第 2 突起部が形成されている。

このため、第 2 突起部で固定枠を受けることになり、固定面での傾きなどを生ずることなく音響レンズを精度よく固定枠に固定することができる。

【 0 0 1 4 】

〔適用例 5〕上記適用例にかかる超音波デバイスにおいて、前記超音波素子アレイ基板の前記素子形成面とは反対の面にバックプレートが固定され、前記固定枠の前記凹部に前記バックプレートを覆って樹脂が充填されていることが好ましい。

20

【 0 0 1 5 】

この構成によれば、超音波素子アレイ基板の素子形成面とは反対の面にバックプレートが固定され、固定枠の凹部に樹脂が充填されている。

このため、超音波素子アレイ基板およびバックプレートを固定枠内に確実に固定することができる。

【 0 0 1 6 】

〔適用例 6〕上記適用例にかかる超音波デバイスにおいて、前記超音波素子アレイ基板は、複数の開口部がアレイ状に配置されたベース基板と、前記開口部を覆って形成され膜厚方向に変位可能な振動膜と、前記振動膜に設けられた圧電体部と、を有し、前記圧電体部は、前記振動膜の上に設けられる第 1 電極と、前記第 1 電極の少なくとも一部を覆って設けられる圧電体層と、前記圧電体層の少なくとも一部を覆って設けられる第 2 電極と、を有することが好ましい。

30

【 0 0 1 7 】

この構成によれば、超音波素子アレイ基板は、複数の開口部がアレイ状に配置されたベース基板と、開口部を覆って形成され膜厚方向に変位可能な振動膜と、振動膜に設けられた圧電体部と、を有し、圧電体部は、振動膜の上に第 1 電極、圧電体層、第 2 電極が積層して構成されている。

このような構成の超音波素子アレイ基板は小型化が可能であり、超音波デバイスの小型化を図ることができる。

40

【 0 0 1 8 】

〔適用例 7〕本適用例にかかる超音波プローブは、上記適用例のいずれかに記載の超音波デバイスと、前記超音波デバイスを支持する筐体と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

この構成によれば、上記の超音波デバイスと、この超音波デバイスを支持する筐体と、を備えている。

本適用例の超音波プローブは、音響整合層の厚みを適正に設定でき、効率よい超音波の受発信を行う超音波デバイスを備えており、精度の高い超音波プローブを提供できる。

【 0 0 2 0 】

50

〔適用例 8〕本適用例にかかる電子機器は、前記超音波デバイスに接続され、前記超音波デバイスの出力を処理する処理回路と、を備えることを特徴とする。

【0021】

この構成によれば、上記の超音波デバイスと、超音波デバイスの出力を処理する処理回路と、を備えている。

本適用例の電子機器は、音響整合層の厚みを適正に設定でき、効率よい超音波の受発信を行う超音波デバイスを備えており、精度の高い電子機器を提供できる。

【0022】

〔適用例 9〕本適用例にかかる超音波画像装置は、前記超音波デバイスに接続され、前記超音波デバイスの出力を処理し画像を生成する処理回路と、前記画像を表示する表示部と、を備えることを特徴とする。

10

【0023】

この構成によれば、上記の超音波デバイスと、超音波デバイスの出力を処理し画像を生成する処理回路と、画像を表示する表示部と、を備えている。

本適用例の超音波画像装置は、音響整合層の厚みを適正に設定でき、効率よい超音波の受発信を行う超音波デバイスを備えており、精度の高い超音波画像装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図 1】第 1 実施形態の超音波画像装置の構成を示す概略外観図。

【図 2】第 1 実施形態に係る超音波プローブの部分断面図。

20

【図 3】第 1 実施形態に係る超音波プローブのヘッド部の拡大断面図。

【図 4】第 1 実施形態の超音波画像装置の制御ブロック図。

【図 5】第 1 実施形態に係る超音波デバイスの平面図。

【図 6】第 1 実施形態に係る超音波デバイスの断面図。

【図 7】第 1 実施形態に係る超音波デバイスの断面図。

【図 8】第 1 実施形態に係る超音波デバイスの音響レンズおよび音響整合層を除去した平面図。

【図 9】第 1 実施形態に係る超音波デバイスの固定枠の構成を示す説明図。

【図 10】第 1 実施形態に係る超音波デバイスの音響レンズの構成を示す説明図。

【図 11】第 1 実施形態に係る超音波素子の概略構成を示す平面図。

30

【図 12】第 1 実施形態に係る超音波素子の概略構成を示す断面図。

【図 13】第 1 実施形態に係る超音波素子アレイ基板の概略構成を示す概念図。

【図 14】第 1 実施形態に係る超音波デバイスの変形例を示す断面図。

【図 15】第 1 実施形態に係る超音波デバイスの変形例を示す断面図。

【図 16】第 2 実施形態に係る超音波デバイスの断面図。

【図 17】第 2 実施形態に係る固定枠の平面図。

【図 18】第 3 実施形態に係る超音波デバイスの構成を示す断面図。

【図 19】第 3 実施形態に係る音響レンズの平面図。

【図 20】他の超音波画像装置の構成を示す概略外観図。

【発明を実施するための形態】

40

【0025】

以下、本発明を具体化した実施形態について図面に従って説明する。なお、以下の説明に用いる各図面では、各部材を認識可能な大きさとするため、各部材の寸法の割合を適宜変更している。

（第 1 実施形態）

【0026】

本実施形態では電子機器の一例として、例えば人体の内部を検査する超音波画像装置について説明する。

（1）超音波画像装置の全体構成

図 1 は本実施形態の超音波画像装置の概略外観図である。図 2 は超音波プローブの部分

50

断面図であり、図 3 は超音波プローブのヘッド部の拡大断面図である。

【 0 0 2 7 】

図 1 に示すように、超音波画像装置 1 0 0 は装置本体 1 1 0 と超音波プローブ 1 3 0 とを備える。装置本体 1 1 0 と超音波プローブ 1 3 0 とはケーブル 1 2 0 で接続され、装置本体 1 1 0 と超音波プローブ 1 3 0 の間でケーブル 1 2 0 を通じて電気信号のやり取りをすることができる。

そして、装置本体 1 1 0 には表示部 1 1 2 としてディスプレイパネルなどが組み込まれている。本実施形態では表示部 1 1 2 はタッチパネル型のディスプレイであり、ユーザーインターフェイス部（UI 部）を兼ねている。

装置本体 1 1 0 では、超音波プローブ 1 3 0 で検出された超音波に基づき画像が生成され、画像化された検出結果が表示部 1 1 2 の画面に表示される。

超音波プローブ 1 3 0 は、直方体状の筐体 1 3 2 を備え、筐体 1 3 2 の長手方向の一端にケーブル 1 2 0 が接続されている。そして、その反対側に超音波の受発信を行うヘッド部 1 3 4 を有している。

なお、本実施形態の超音波画像装置 1 0 0 は、装置本体 1 1 0 と超音波プローブ 1 3 0 とをケーブル 1 2 0 で接続する形態であるが、ケーブル 1 2 0 を用いず、無線により装置本体 1 1 0 と超音波プローブ 1 3 0 との間で信号のやり取りを行う形態であっても良い。

【 0 0 2 8 】

図 2、図 3 に示すように、超音波プローブ 1 3 0 は、支持部材 3 0 に固定された超音波デバイス 1 が筐体 1 3 2 内に收容されている。超音波デバイス 1 の表面は筐体 1 3 2 のヘッド部 1 3 4 の表面で露出し、ヘッド部 1 3 4 の表面から対象物に対して超音波を出力するとともに、対象物からの超音波の反射波（エコー波）を受信することができる。

【 0 0 2 9 】

図 3 に示すように、超音波プローブ 1 3 0 は、超音波デバイス 1 と筐体 1 3 2 のヘッド部 1 3 4 との間には隙間があり、その隙間にはシリコン系のシール材が充填されたシール部 1 3 6 が設けられている。このシール部 1 3 6 により、超音波プローブ 1 3 0 の筐体 1 3 2 の超音波デバイス 1 に水分などが侵入するのを防止している。

さらに、超音波プローブ 1 3 0 は、超音波デバイス 1 の支持部材 3 0 との間でシールするシール構造を有している。ここでのシール構造は、超音波デバイス 1 の支持部材 3 0 の外周部に貼り付けられた弾性を有する両面テープなどの接着部材 3 5 と、筐体 1 3 2 に貼り付けられた弾性を有する両面テープなどの接着部材 1 3 5 とを押し付ける状態で保持する構造である。

【 0 0 3 0 】

また、このシール構造の一部には超音波デバイス 1 と処理回路とを接続するフレキシブル印刷配線基板（以下、FPC（Flexible Printed Circuits）と呼ぶことがある）60 が介在し、この部分では、FPC 60 を接着部材 3 5、1 3 5 で挟んで押し付けられている。

なお、接着部材 3 5、1 3 5 としては、ポリエチレンまたはウレタンなどの単泡体にアクリル系の接着剤が塗布された両面テープが用いられている。

このように、本実施形態の超音波プローブ 1 3 0 では 2 重のシール構造が採用され、筐体 1 3 2 内に水分などが侵入するのを防止している。

【 0 0 3 1 】

図 4 は超音波画像装置 1 0 0 の制御ブロック図である。

超音波画像装置 1 0 0 は、前述したように装置本体 1 1 0 と超音波プローブ 1 3 0 とを備える。

超音波プローブ 1 3 0 は、超音波デバイス 1 と処理回路 1 5 0 とを備えている。

処理回路 1 5 0 は、選択回路 1 5 2、送信回路 1 5 3、受信回路 1 5 4、制御部 1 5 5 を有する。この処理回路 1 5 0 は、超音波デバイス 1 の送信処理及び受信処理を行う。

送信回路 1 5 3 は、送信期間において、選択回路 1 5 2 を介して超音波デバイス 1 に対して送信信号 VT を出力する。具体的には、送信回路 1 5 3 は、制御部 1 5 5 の制御に基

10

20

30

40

50

づいて送信信号V Tを生成し、選択回路1 5 2に出力する。そして選択回路1 5 2は、制御部1 5 5の制御に基づいて、送信回路1 5 3からの送信信号V Tを出力する。送信信号V Tの周波数及び振幅電圧は、制御部1 5 5により設定することができる。

【0032】

受信回路1 5 4は、超音波デバイス1からの受信信号V Rの受信処理を行う。具体的には、受信回路1 5 4は、受信期間において、選択回路1 5 2を介して超音波デバイス1からの受信信号V Rを受け取り、受信信号の増幅、ゲイン設定、周波数設定、A / D変換（アナログ / デジタル変換）などの受信処理を行う。受信処理の結果は、検出データ（検出情報）として装置本体1 1 0の処理部1 1 6に出力する。受信回路1 5 4は、例えば低雑音増幅器、電圧制御アッテネーター、プログラマブルゲインアンプ、ローパスフィルタ

10

、A / Dコンバーターなどで構成することができる。

制御部1 5 5は、送信回路1 5 3及び受信回路1 5 4を制御する。具体的には、制御部1 5 5は、送信回路1 5 3に対して送信信号V Tの生成及び出力処理の制御を行い、受信回路1 5 4に対して受信信号V Rの周波数設定やゲインなどの制御を行う。

選択回路1 5 2は、制御部1 5 5の制御に基づいて、選択された送信信号V Tを出力する。

【0033】

装置本体1 1 0は、表示部1 1 2、主制御部1 1 5、処理部1 1 6、UI部（ユーザーインターフェイス部）1 1 7、を含む。

主制御部1 1 5は、超音波プローブ1 3 0に対して超音波の送受信制御を行い、処理部1 1 6に対して検出データの画像処理等の制御を行う。

20

処理部1 1 6は、受信回路1 5 4からの検出データを受けて、必要な画像処理や表示用画像データの生成などを行う。

UI部1 1 7は、ユーザーの行う操作（例えばタッチパネル操作など）に基づいて主制御部1 1 5に必要な命令（コマンド）を出力する。

表示部1 1 2は、例えば液晶ディスプレイ等であって、処理部1 1 6からの表示用画像データを表示する。

なお、主制御部1 1 5が行う制御の一部を処理回路1 5 0の制御部1 5 5が行ってもよいし、制御部1 5 5が行う制御の一部を主制御部1 1 5が行ってもよい。

【0034】

30

（2）超音波デバイスの構成

次に、超音波プローブに組み込まれる超音波デバイスの構成について説明する。

図5は超音波デバイスの構成を示す平面図であり、図3における超音波プローブの矢印H方向から見た図に相当する。図6は図5のA - A断線に沿う断面図であり、図7は図5のB - B断線に沿う断面図である。図8は図5の音響レンズおよび音響整合層を除去した平面図である。

【0035】

図5、図6、図7に示すように、超音波デバイス1は、超音波素子アレイ基板2 0、音響整合層4 0、音響レンズ5 0、固定枠7 0を備え、さらに超音波素子アレイ基板2 0と接続され回路との接続を果たすフレキシブル印刷配線基板（以下、F P Cと呼ぶことがある）6 0を備えていても良い。

40

【0036】

超音波素子アレイ基板2 0は複数の超音波素子がアレイ状に配置された基板であり、平面視で長方形の形状をしている。この超音波素子アレイ基板2 0はシリコン基板を用いて形成され、厚みがおよそ1 5 0 μm ~ 2 0 0 μm である。そして、超音波素子アレイ基板2 0の素子形成面とは反対の面に、超音波素子アレイ基板2 0と同じ平面形状に形成されたバックプレート2 2が接着されている。バックプレート2 2は超音波素子アレイ基板2 0の余分な振動を抑える役目を果たし、およそ厚みが5 0 0 μm ~ 6 0 0 μm のシリコン基板が用いられている。このバックプレート2 2はシリコン基板の他に金属板を用いてもよい。さらに、バックプレート2 2として、エポキシ樹脂などの樹脂系の材料に、音響マ

50

ッティング用および超音波減衰用のフィラーを混ぜたものでもよい。このときのバックプレート 22 の厚みは 5 mm 以上であることが好ましい。

なお、場合によりバックプレート 22 を用いずに超音波デバイス 1 を構成してもよい。

超音波素子アレイ基板 20 の詳細については後述する。

バックプレート 22 に固定された超音波素子アレイ基板 20 は、図 7 に示すように接着部材 65 を介して固定枠 70 に固定されている。

【0037】

図 9 に固定枠の構成を示す。図 9 (a) は上平面図、図 9 (b) は同図 (a) の C - C 断面図、図 9 (c) は同図 (a) の D - D 断面図、図 9 (d) は下平面図である。

固定枠 70 は、外形が平面視で超音波素子アレイ基板 20 より一回り大きい長方形の形状である。固定枠 70 には一方の面から掘り下げられた凹部 71 を有し、その凹部 71 は底部平面 74 に超音波素子アレイ基板 20 が平面で配置できる大きさに形成されている。

この凹部 71 の平面視における大きさは超音波素子アレイ基板 20 の外形寸法よりも少し大きく形成されるのが好ましい。このようにすれば、超音波素子アレイ基板 20 を凹部 71 内で位置決めすることができ、超音波デバイス 1 の組み立てが容易となる。

【0038】

また、固定枠 70 は底部平面 74 の一部が開口されて貫通孔が形成された貫通部 72 を有している。貫通部 72 は、固定枠 70 の長手方向において底部平面 74 の両端部分を残して開口されている。この残された底部平面 74 が超音波素子アレイ基板 20 を接着固定する固定部となる。そして、この底部平面 74 に超音波素子アレイ基板 20 の素子形成面を固定することで、貫通部 72 から超音波素子アレイ基板 20 の超音波素子が露出するように配置することができる。

【0039】

さらに、固定枠 70 の上平面の短手方向の 2 辺に、上面より掘り下げられた逃げ部 73 が形成されている。この逃げ部 73 は、超音波素子アレイ基板 20 に接続するフレキシブル印刷配線基板 (FPC) 60 が実装しやすいように形成され、フレキシブル印刷配線基板 60 の厚みと同等の寸法 (例えば、120 ~ 150 μ m 程度) で掘り下げられている。

なお、固定枠 70 の材料として、ステンレス鋼などの金属またはアクリル樹脂などを利用することができる。

【0040】

超音波素子アレイ基板 20 の素子形成面には、平面視で対向する長辺に沿って複数の超音波素子に接続される複数の端子 (図示せず) が表出している。図 6、図 8 に示すように、この端子と FPC 60 の端子 (図示せず) とが接続され電氣的接続が果たされている。この両者の接続には異方性導電接着剤、異方性導電フィルムなどが用いられ、熱と圧力をかけることで超音波素子アレイ基板 20 の端子と FPC 60 の端子とを容易に電氣的接続することができる。

なお、超音波素子アレイ基板 20 の端子と外部回路との接続に FPC 60 を用いたが、これに限定されず、他の接続方法として例えばワイヤーボンディングなどの接続方法を用いても良い。

【0041】

そして、図 5、図 6、図 7 に示すように、固定枠 70 の貫通部 72 が形成された側において貫通部 72 を覆い、固定枠 70 に接触して音響レンズ 50 が配置されている。

この音響レンズの構成を図 10 に示す。図 10 (a) は平面図、図 10 (b) は同図 (a) の E - E 断面図、図 10 (c) は同図 (a) の G - G 断面図である。

音響レンズ 50 は平面視で長方形の形状であり、その中央部にレンズ部 51 を備えている。レンズ部 51 は音響レンズ 50 の一方の面に、所定の曲率で厚み方向に凸となるように設けられている。そして、このレンズ部 51 は、後述する超音波素子アレイ基板 20 の多数の超音波素子と対応する範囲をカバーできるように設けられる。また、音響レンズ 50 の他方の面は平坦に形成されている。

この音響レンズ 50 は、超音波素子アレイ基板 20 の超音波素子から発信される超音波

10

20

30

40

50

を効率よく対象物に導き、また、対象物から反射して戻ってくるエコー波を効率よく超音波素子に導く役割を果たす。

この音響レンズ50はシリコン樹脂などの樹脂で形成され、このシリコン樹脂にはシリカなどを添加して比重を変えることで音響インピーダンスを調整することができる。

【0042】

図6、図7に示すように、超音波素子アレイ基板20と音響レンズ50の間には音響整合層40が形成されている。音響整合層40はシリコン系の接着剤が用いられ、接着剤が硬化することで超音波素子アレイ基板20と音響レンズ50とを固着（接着）させ、硬化した接着剤（樹脂）が音響整合層として機能する。この音響整合層40の厚みは利用する超音波の波長として、例えば1/4に設定されている。そして、音響整合層40は超音波素子と音響レンズ50の間の音響インピーダンスの不整合を緩和する役割を果たす。

10

また、音響レンズ50の超音波素子と対向する側に、耐湿性向上のためのポリイミドを熱圧着させた構造であっても良い。

さらに、音響レンズ50の超音波素子と対向する側に、第2の音響整合層を設けた構造であっても良い。

【0043】

ここで、本実施形態の超音波デバイス1において、音響整合層40の厚みT（超音波素子アレイ基板20の素子形成面の表面から音響レンズ50のレンズ部51までの寸法）は、図7に示すように、接着部材65の厚みt1と固定枠70の厚みt2との和（ $T = t1 + t2$ ）で決定される。

20

このように、本実施形態の超音波デバイス1において、音響整合層40の厚みTは固定枠70と音響レンズ50とが接触することで適正に設定でき、その設定は容易である。そして、音響整合層40の厚みを適正に設定できることから、効率よく超音波を受発信することができる。

また、本実施形態の超音波デバイス1は、固定枠70に超音波素子アレイ基板20が固定されているため、落下などの大きな衝撃が加わっても超音波素子アレイ基板20が破損することがなく、超音波デバイス1の耐衝撃性を向上できる。さらに、本実施形態の超音波デバイス1は超音波素子アレイ基板20と音響レンズ50との間に樹脂で形成された音響整合層40が配置され、音響レンズ50からの衝撃力は40にて吸収でき、耐衝撃性を向上させることができる。

30

なお、本実施形態では音響整合層40を流動性のある接着剤を硬化させて利用したが、シート状の材料を用いて音響整合層を構成することもできる。また、本実施形態では音響整合層40を1層で構成したが、多層で音響整合層40を構成しても良い。

【0044】

さらに、固定枠70の凹部71には超音波素子アレイ基板20に固着したバックプレート22を覆う樹脂24が充填されている。この樹脂24は超音波素子アレイ基板20およびバックプレート22を保護して凹部71に固定する役割と、超音波素子アレイ基板20から漏れる振動をバックプレート22とともに用いることで減衰させる役割を果たす。

この樹脂24はバックプレート22と音響インピーダンスの整合性がとれていればどのようなものでもよく、特に材料を限定するものではない。

40

なお、振動の漏れの防止においてバックプレート22で十分に振動を抑制できる場合には樹脂24を用いなくても良い。

【0045】

（3）超音波素子および超音波素子アレイ基板

次に、本実施形態の超音波素子および超音波素子アレイ基板について、薄膜圧電素子で構成した超音波素子を例にとって説明する。

図11は、本実施形態の超音波素子の概略平面図である。図12は、図11のH-H断線に沿った断面を示す概略断面図である。図13は本実施形態の超音波素子アレイ基板の概略構成を示す説明図である。

50

【 0 0 4 6 】

図 1 1、図 1 2 に示すように、超音波素子 1 0 は、ベース基板 1 1 と、ベース基板 1 1 に形成された振動膜（メンブレン）1 3 と、振動膜 1 3 上に設けられた圧電体部 1 8 とを有する。そして圧電体部 1 8 は、第 1 電極 1 4、圧電体層 1 5、第 2 電極 1 6 を有する。

【 0 0 4 7 】

超音波素子 1 0 は、シリコンなどのベース基板 1 1 に開口部 1 2 を有し、開口部 1 2 を覆って閉塞する振動膜 1 3 を備えている。

開口部 1 2 は、ベース基板 1 1 の裏面（素子が形成されない面）側から反応性イオンエッチング（R I E）等によりエッチングすることで形成される。

振動膜 1 3 は、例えば SiO_2 層と ZrO_2 層との 2 層構造により構成される。ここで、 SiO_2 層は、ベース基板 1 1 が Si 基板である場合、基板表面を熱酸化処理することで成膜することができる。また、 ZrO_2 層は、 SiO_2 層上に例えばスパッタリングなどの手法により成膜される。ここで、 ZrO_2 層は、後述する圧電体層 1 5 として例えば P Z T を用いる場合に、P Z T を構成する P b が SiO_2 層に拡散することを防止するための層である。また、 ZrO_2 層は、圧電体層の歪みに対する撓み効率を向上させるなどの効果もある。

10

【 0 0 4 8 】

振動膜 1 3 の上には第 1 電極 1 4 が形成され、第 1 電極 1 4 の上に圧電体層 1 5 が形成され、さらに圧電体層 1 5 の上に第 2 電極 1 6 が形成されている。

つまり、第 1 電極 1 4 と第 2 電極 1 6 との間に圧電体層 1 5 が挟まれている構造となり、圧電体部 1 8 を構成している。

20

【 0 0 4 9 】

第 1 電極 1 4 は、金属薄膜で形成され、複数の超音波素子を備える場合、図 1 1 のように素子形成領域の外側へ延長され、隣接する超音波素子に接続される配線であってもよい。

圧電体層 1 5 は、例えば P Z T（ジルコン酸チタン酸鉛）薄膜により形成され、第 1 電極 1 4 の少なくとも一部を覆うように設けられる。なお、圧電体層 1 5 の材料は、P Z T に限定されるものではなく、例えばチタン酸鉛（ PbTiO_3 ）、ジルコン酸鉛（ PbZrO_3 ）、チタン酸鉛ランタン（ $(\text{Pb}, \text{La})\text{TiO}_3$ ）などを用いてもよい。

第 2 電極 1 6 は、金属薄膜で形成され、圧電体層 1 5 の少なくとも一部を覆うように設けられる。この第 2 電極 1 6 は、複数の超音波素子を備える場合、図 1 1 のように素子形成領域の外側へ延長され、隣接する超音波素子に接続される配線であってもよい。

30

また、図 1 2 に示すように、超音波素子 1 0 を覆い、外部からの透湿を防止する防湿層 1 9 が備えられている。この防湿層 1 9 はアルミナなどの材料で形成され、超音波素子 1 0 の全面あるいは一部に設けられている。なお、この防湿層 1 9 は使用する状態や環境により適宜設ければよく、防湿層 1 9 を設けない構造であっても良い。

【 0 0 5 0 】

圧電体層 1 5 は、第 1 電極 1 4 と第 2 電極 1 6 との間、即ち第 1 電極 1 4 と第 2 電極 1 6 との間に電圧が印加されることで、面内方向に伸縮する。従って、圧電体層 1 5 に電圧を印加すると、開口部 1 2 側に凸となる撓みが生じ、振動膜 1 3 を撓ませる。圧電体層 1 5 に交流電圧を印加することで、振動膜 1 3 が膜厚方向に対して振動し、この振動膜 1 3 の振動により超音波が開口部 1 2 から放射される。圧電体層 1 5 に印加される電圧（駆動電圧）は、例えばピークからピークで 1 0 ~ 3 0 V であり、周波数は例えば 1 ~ 1 0 M H z である。

40

【 0 0 5 1 】

超音波素子 1 0 は、出射された超音波が対象物で反射されて戻ってくるエコー波を受信する受信素子としても動作する。エコー波により振動膜 1 3 が振動し、この振動によって圧電体層 1 5 に応力が加わり、第 1 電極 1 4 と第 2 電極 1 6 との間に電圧が発生する。この電圧を受信信号として取り出すことができる。

【 0 0 5 2 】

50

次に、上記の超音波素子 10 をアレイ状に配置した超音波素子アレイ基板について説明する。

図 13 に、本実施形態の超音波素子アレイ基板の構成を示す。

超音波素子アレイ基板 20 は、アレイ状に配置された複数の超音波素子 10、駆動電極線 DL、コモン電極線 CL を含む。

複数の超音波素子 10 は、m 行 n 列のマトリックス状に配置される。本実施形態では第 1 の方向 D1 に沿って 8 行、そして第 1 の方向 D1 に交差する第 2 の方向 D2 に沿って 12 列に配置される。

駆動電極線 DL1 ~ DL12 は、第 1 の方向 D1 に沿って配線される。

【0053】

超音波を出射する送信期間には、前述した処理回路 150 が出力する送信信号 VT1 ~ VT12 が駆動電極線 DL1 ~ DL12 を介して各超音波素子 10 に供給される。また、超音波エコー信号を受信する受信期間には、超音波素子 10 からの受信信号 VR1 ~ VR12 が駆動電極線 DL1 ~ DL12 を介して処理回路 150 に出力される。

コモン電極線 CL1 ~ CL8 は、第 2 の方向 D2 に沿って配線される。

コモン電極線 CL1 ~ CL8 には、コモン電圧 VCOM が供給される。このコモン電圧は一定の直流電圧であればよく、0V すなわちグランド電位（接地電位）でなくてもよい。

【0054】

なお、超音波素子 10 の配置は、図 13 に示す m 行 n 列のマトリックス配置に限定されない。

送信期間では、送信信号電圧とコモン電圧との差の電圧が各超音波素子 10 に印加され、所定の周波数の超音波が放射される。

【0055】

以上のように、本実施形態の超音波画像装置 100 および超音波プローブ 130 は、音響整合層の厚みを適正に設定でき、効率よい超音波の受発信を行う超音波デバイス 1 を備えており、精度の高い超音波画像装置 100 および超音波プローブ 130 を提供できる。

（第 1 実施形態の変形例）

【0056】

次に第 1 実施形態の超音波デバイスの変形例について説明する。

図 14 および図 15 は超音波デバイスの変形例の構成を示す断面図である。本変形例では第 1 実施形態と同様な構成については同符号を付し、説明を省略する。

図 14 に示す超音波デバイス 2 は、音響整合層 40 と音響レンズ 50 との間に、防湿層 66 を有している。

防湿層 66 は外部より透湿する水分が超音波素子アレイ基板 20 に到達することを防止し、超音波デバイス 2 の信頼性を向上させることができる。

防湿層 66 の材質としてはポリフェニレンサルファイド（PPS）などのフィルム材料が用いられるが、この材料に限定されない。

【0057】

図 15 に示す超音波デバイス 3 は、固定枠 70 の音響レンズ 50 と面する部分に段差部 75 が設けられている。段差部 75 は、第 1 実施形態の図 7 で示した、固定枠と音響レンズの接触部分の一部を掘り下げて形成されている。

音響整合層 40 として流動性を有する接着剤を用いた場合、硬化前の接着剤が外にはみ出すおそれがあり、この段差部 75 にてはみ出す接着剤を吸収することができる。また、接着剤に気泡が含まれた際に段差部 75 が気泡の逃げ場となり、音響整合層 40 の有効部分から気泡を分離することができる。

（第 2 実施形態）

【0058】

次に第 2 実施形態の超音波デバイスについて説明する。

図 16 は本実施形態の超音波デバイスの構成を示す断面図である。図 17 は固定枠の構

10

20

30

40

50

成を示し、裏面（超音波素子アレイ基板と接する面）から見た平面図である。

本実施形態は固定枠の構造が第1実施形態と異なり、他は第1実施形態の構成と同様である。このため、第1実施形態と同様な構成については同符号を付し、説明を省略する。

【0059】

図16に示す超音波デバイス4は、固定枠70aの音響レンズ50と接触する部分に複数の第1突起部76が設けられている。第1突起部76は、図17に示すように固定枠70aの長手方向の両側に設けられている。第1突起部76は固定枠70aの上面より少し低い位置に形成され、さらに第1突起部76の周辺は第1突起部76から掘り下げられて段差部77が形成されている。段差部77は音響レンズ50が嵌め込まれ位置決めされる形状に設けられている。

10

このように、固定枠70aの第1突起部76と音響レンズ50とが接触して、音響レンズ50が固定枠70aに固定される。

【0060】

ここで、本実施形態の超音波デバイス4において、音響整合層40の厚み T （超音波素子アレイ基板20の素子形成面の表面から音響レンズ50のレンズ部51までの寸法）は、図16に示すように、接着部材65の厚み t_1 と固定枠の厚み（第1突起部76を含む固定枠の厚み） t_3 との和（ $T = t_1 + t_3$ ）で決定される。

このように、本実施形態の超音波デバイス4において、音響整合層40の厚み T は固定枠70aと音響レンズ50とが接触することで適正に設定でき、その設定は容易である。そして、音響整合層40の厚みを適正に設定できることから、効率よく超音波を受発信することができ

20

る。また、第1突起部76にて音響レンズ50を受けることになり、固定面での傾きなどを生ずることなく音響レンズ50を精度よく固定枠70aに固定することができる。

さらに、固定枠70aの第1突起部76の周辺に段差部77が形成されており、音響整合層40として流動性を有する接着剤を用いた場合、はみ出す接着剤を吸収することができる。また、接着剤に気泡が含まれた際に段差部77が気泡の逃げ場となり、音響整合層40の有効部分から気泡を分離することができる。

（第3実施形態）

【0061】

次に第3実施形態の超音波デバイスについて説明する。

30

図18は本実施形態の超音波デバイスの構成を示す断面図である。図19は音響レンズの構成を示す平面図である。

本実施形態は音響レンズおよび固定枠の構造が第1実施形態と異なり、他は第1実施形態の構成と同様である。このため、第1実施形態と同様な構成については同符号を付し、説明を省略する。

【0062】

図18に示す超音波デバイス5は、音響レンズ50aの固定枠70bと接触する部分に複数の第2突起部52が設けられている。第2突起部52は、図19に示すように音響レンズ50aの長手方向の両側に設けられている。

固定枠70bの第2突起部52と接触する部分は、固定枠70bの上面より少し低い位置に形成されている。また固定枠70bは音響レンズ50aが嵌め込まれ位置決めされるように固定枠70bの上面が掘り下げて形成されている。

40

このように、音響レンズ50aの第2突起部52と固定枠70bとが接触して、音響レンズ50aが固定枠70bに固定される。

【0063】

ここで、本実施形態の超音波デバイス5において、音響整合層40の厚み T （超音波素子アレイ基板20の素子形成面の表面から音響レンズ50aのレンズ部51までの寸法）は、図18に示すように、接着部材65の厚み t_1 と固定枠の厚み t_4 と音響レンズ50aの第2突起部の厚み t_5 との和（ $T = t_1 + t_4 + t_5$ ）で決定される。

このように、本実施形態の超音波デバイス5において、音響整合層40の厚み T は固定

50

枠 70b と音響レンズ 50a とが接触することで適正に設定でき、その設定は容易である。そして、音響整合層 40 の厚みを適正に設定できることから、効率よく超音波を受発信することができる。

また、第 2 突起部 52 にて固定枠 70b を受けることになり、固定面での傾きなどを生ずることなく音響レンズ 50a を精度よく固定枠 70b に固定することができる。

【0064】

次に、上記第 1 実施形態では携帯型の超音波画像装置を示したが、図 20 に、他の実施形態の超音波画像装置の具体的な構成例を示す。

超音波画像装置 101 は据置型の超音波画像装置であり、超音波プローブ 130 を備えている。

10

超音波画像装置 101 は、装置本体（電子機器本体）111、表示用画像データを表示する表示部 113、ユーザーインターフェイス部（UI 部）117、超音波プローブ 130、ケーブル 120 を有している。

このような据置型の超音波画像装置であっても、本発明の効果を奏することができる。

また、本実施形態の超音波画像装置は、生体の脂肪厚み、筋肉厚み、血流、骨密度などの測定に利用することができる。

【0065】

本発明は以上説明した実施形態に限定されるものではなく、本発明の実施の際の具体的な構造および手順は、本発明の目的を達成できる範囲で他の構造などに適宜変更することができる。そして、多くの変形が本発明の技術的思想内で当分野において通常の知識を有するものにより可能である。

20

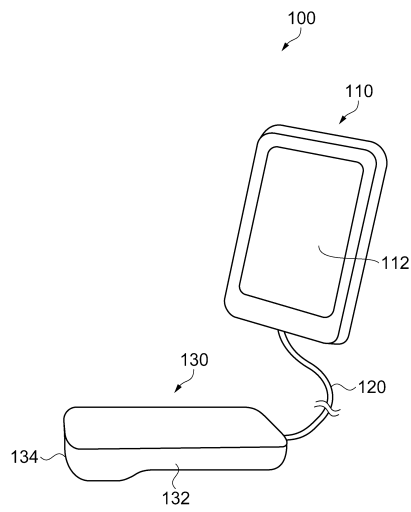
【符号の説明】

【0066】

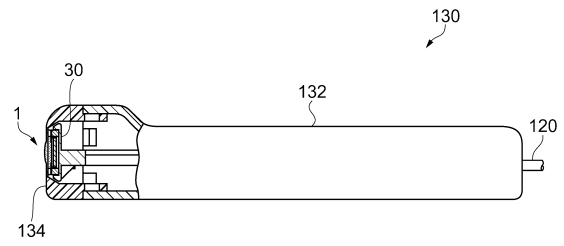
1, 2, 3, 4, 5 ... 超音波デバイス、10 ... 超音波素子、11 ... ベース基板、12 ... 開口部、13 ... 振動膜、14 ... 第 1 電極、15 ... 圧電体層、16 ... 第 2 電極、18 ... 圧電体部、19 ... 防湿層、20 ... 超音波素子アレイ基板、22 ... バックプレート、24 ... 樹脂、30 ... 支持部材、35 ... 接着部材、40 ... 音響整合層、50, 50a ... 音響レンズ、51 ... レンズ部、52 ... 第 2 突起部、60 ... フレキシブル印刷配線基板（FPC）、65 ... 接着部材、66 ... 防湿層、70, 70a, 70b ... 固定枠、71 ... 凹部、72 ... 貫通部、73 ... 逃げ部、74 ... 底部平面、75 ... 段差部、76 ... 第 1 突起部、77 ... 段差部、100, 101 ... 超音波画像装置、110, 111 ... 装置本体（電子機器本体）、112, 113 ... 表示部、115 ... 主制御部、116 ... 処理部、117 ... ユーザーインターフェイス部（UI 部）、120 ... ケーブル、130 ... 超音波プローブ、132 ... 筐体、134 ... ヘッド部、135 ... 接着部材、136 ... シール部、150 ... 処理回路、152 ... 選択回路、153 ... 送信回路、154 ... 受信回路、155 ... 制御部、t1 ... 接着部材の厚み、t2 ... 固定枠の厚み、t3 ... 突起部を含む固定枠の厚み、t4 ... 固定枠の厚み、t5 ... 音響レンズの突起部の厚み、T ... 音響整合層の厚み。

30

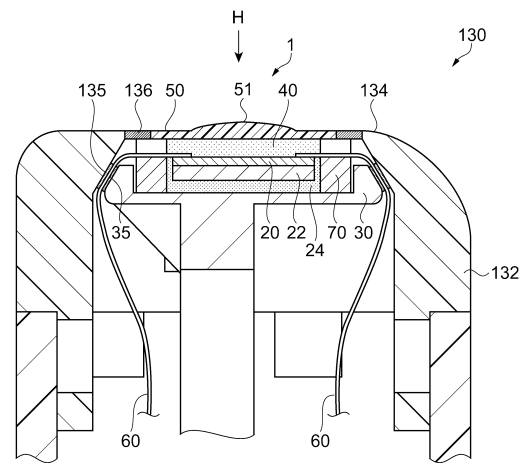
【図 1】



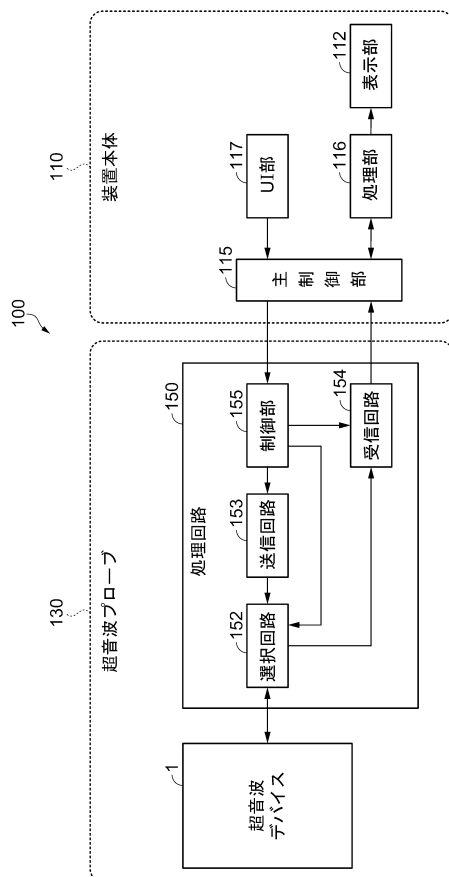
【図 2】



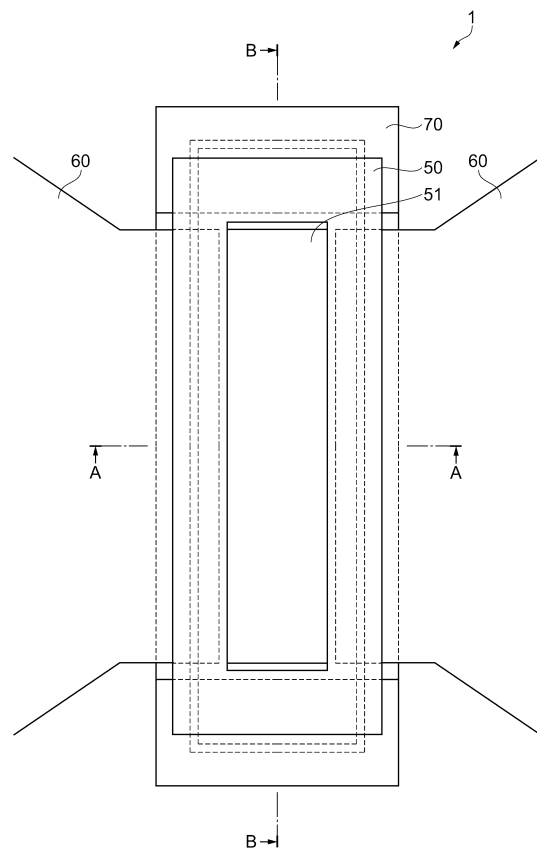
【図 3】



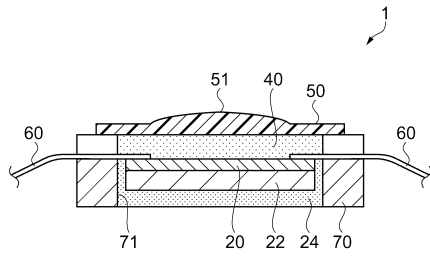
【図 4】



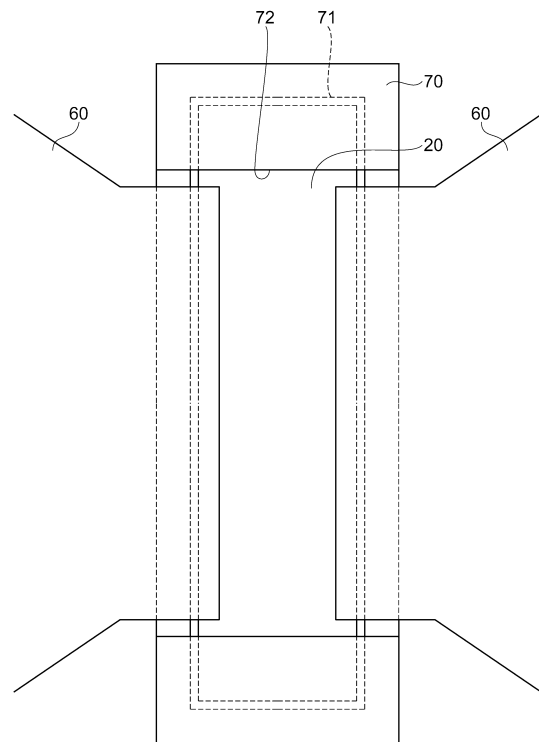
【図 5】



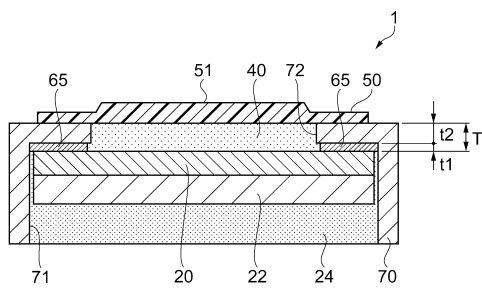
【図 6】



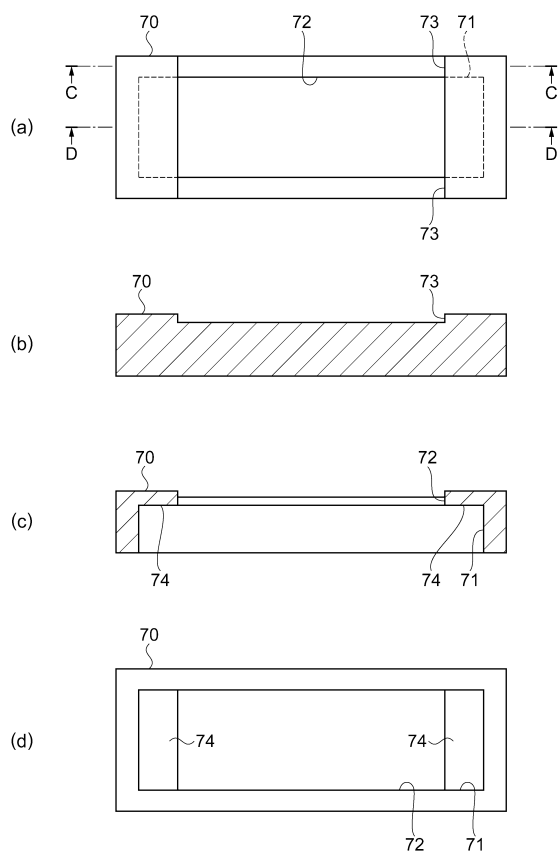
【図 8】



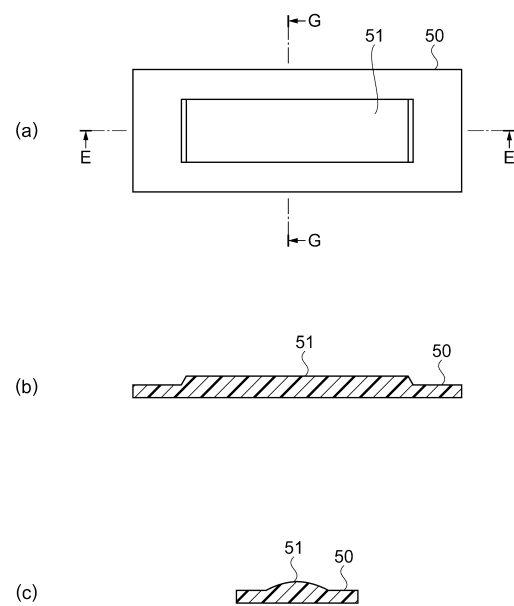
【図 7】



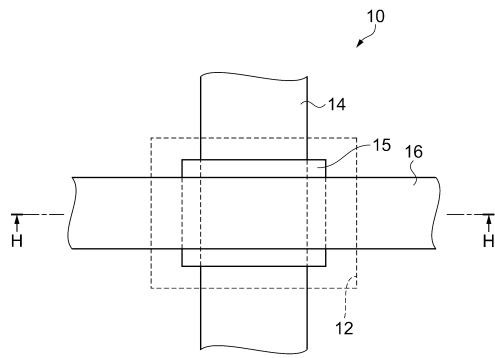
【図 9】



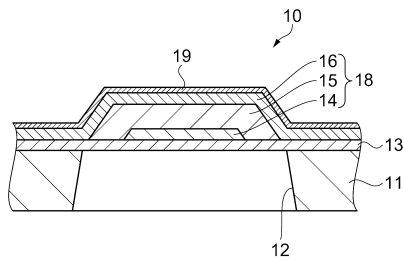
【図 10】



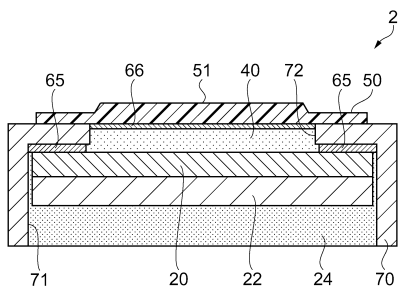
【図 1 1】



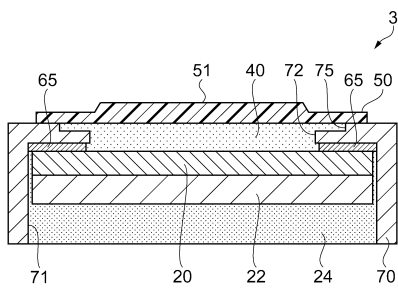
【図 1 2】



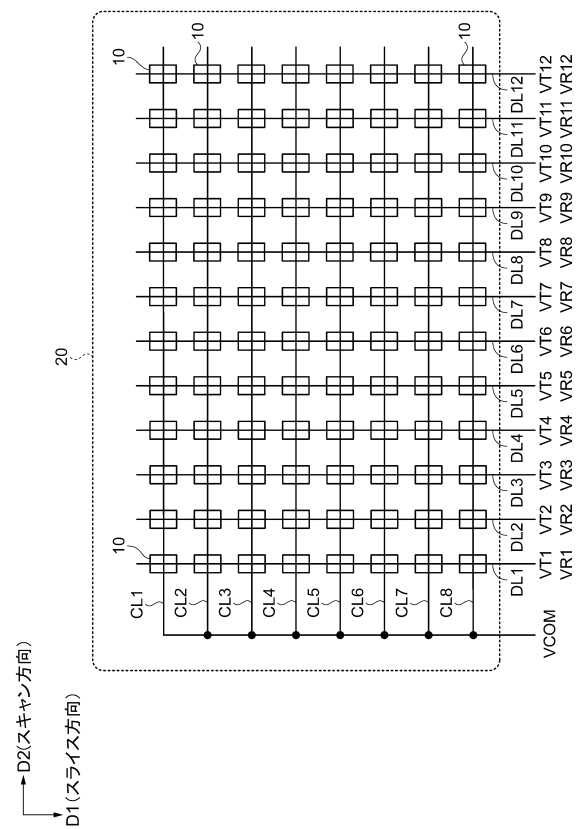
【図 1 4】



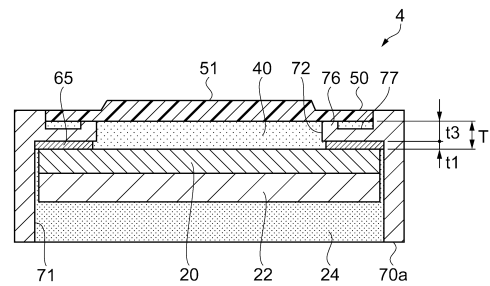
【図 1 5】



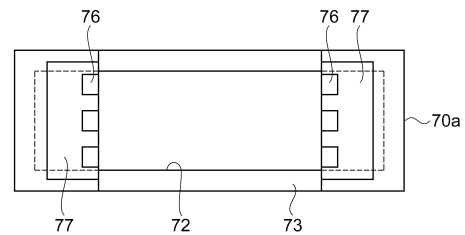
【図 1 3】



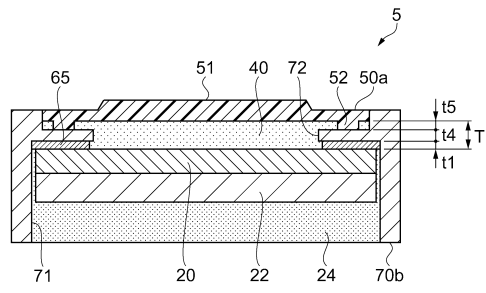
【図 1 6】



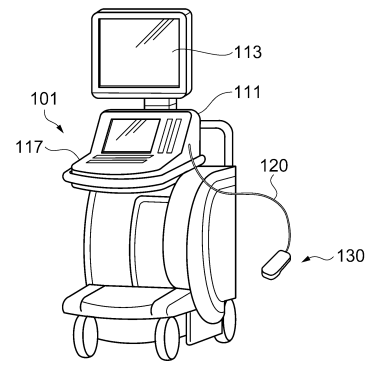
【図 1 7】



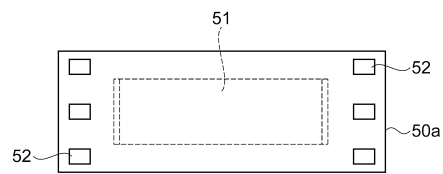
【図 18】



【図 20】



【図 19】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2014-146883(JP,A)
実開平02-141421(JP,U)
特開平06-078398(JP,A)
特開平07-039548(JP,A)
実開昭59-089258(JP,U)
特開2002-271897(JP,A)
国際公開第2012/075129(WO,A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/00
B06B 1/06
H04R 17/00