

(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2019-16934

(P2019-16934A)

(43) 公開日 平成31年1月31日(2019.1.31)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04R 31/00 (2006.01)	H04R 31/00 330	4C601
A61B 8/14 (2006.01)	A61B 8/14	5D019
H04R 17/00 (2006.01)	H04R 17/00 332B	
H01L 41/08 (2006.01)	H01L 41/08 Z	
H01L 41/311 (2013.01)	H01L 41/311	
審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 17 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2017-133827 (P2017-133827)
 (22) 出願日 平成29年7月7日(2017.7.7)

(71) 出願人 000001270
 コニカミノルタ株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
 (74) 代理人 100105050
 弁理士 鷺田 公一
 (74) 代理人 100155620
 弁理士 木曾 孝
 (72) 発明者 中山 雄太
 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
 ニカミノルタ株式会社内
 Fターム(参考) 4C601 EE14 GB06
 5D019 AA26 BB03 BB19 EE06 FF04
 HH01

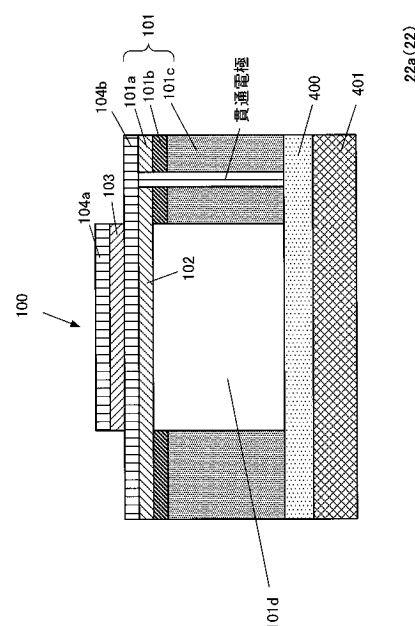
(54) 【発明の名称】 MEMSトランスデューサーの製造方法、MEMSトランスデューサー、超音波探触子、および超音波診断装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】MEMS基板と電子回路基板とを高精度かつ低コストで接続することができるMEMSトランスデューサーの製造方法、MEMSトランスデューサー、超音波探触子、および超音波診断装置を提供する。

【解決手段】MEMS技術を用いて、一方の面に圧電材料層103を形成した後、他方の面から開口部101dを形成して複数のダイヤフラム22aを基板上に形成した基板101(本発明のMEMS基板に対応)を製造する工程と、複数のダイヤフラム22aのうちの少なくとも1つを位置合わせ用ダイヤフラムとして用いて、基板101と信号検出回路400が形成された基板401(本発明の電子回路基板に対応)との位置合わせを行う工程と、基板101と基板401とを貼り合わせる工程と、を有する。

【選択図】図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

MEMS トランスデューサーの製造方法であって、

MEMS 技術を用いて、基板の一方の面に圧電材料層を形成した後、他方の面から開口部を形成して複数のダイアフラムを前記基板上に形成した MEMS 基板を製造する工程と、

前記複数のダイアフラムのうちの少なくとも 1 つを位置合わせ用ダイアフラムとして用いて、前記 MEMS 基板と電子回路基板との位置合わせを行う工程と、

前記 MEMS 基板と前記電子回路基板とを貼り合わせる工程と、

を有する MEMS トランスデューサーの製造方法。

10

【請求項 2】

前記 MEMS トランスデューサーは p M U T (Piezoelectric Micromachined Ultrasonic Transducer) である、

請求項 1 に記載の MEMS トランスデューサーの製造方法。

【請求項 3】

前記電子回路基板には、前記ダイアフラムにおける超音波送受信のための送受信信号を検出する信号検出回路が形成される、

請求項 1 または 2 に記載の MEMS トランスデューサーの製造方法。

【請求項 4】

前記複数のダイアフラムは、超音波の送受信に用いられるチャンネルを構成する第 1 のダイアフラムと、超音波の送受信には用いられない第 2 のダイアフラムと、を含み、

前記位置合わせ用ダイアフラムは、前記第 2 のダイアフラムのうちの少なくとも 1 つである、

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の MEMS トランスデューサーの製造方法。

20

【請求項 5】

前記位置合わせ用ダイアフラムを破壊除去して観察窓を生成する工程をさらに有し、

前記 MEMS 基板と前記電子回路基板との位置合わせを行う工程において、前記観察窓と、あらかじめ前記電子回路基板に設けられた位置合わせ用構成物と、に基づいて前記位置合わせを行う、

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の MEMS トランスデューサーの製造方法。

30

【請求項 6】

前記位置合わせ用ダイアフラム上の前記圧電材料層を除去する工程をさらに有し、

前記 MEMS 基板と前記電子回路基板とを貼り合わせる工程において、前記圧電材料層を除去した前記位置合わせ用ダイアフラムを透過する赤外線を用いて、前記位置合わせ用ダイアフラムと、あらかじめ前記電子回路基板に設けられた位置合わせ用構成物と、に基づいて前記位置合わせを行う、

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の MEMS トランスデューサーの製造方法。

【請求項 7】

前記 MEMS 基板を製造する工程において、前記 MEMS 基板を個片化するためのスクライプライン上に前記位置合わせ用ダイアフラムを形成する工程をさらに有し、

前記 MEMS と前記電子回路基板とを貼り合わせる工程において、前記位置合わせ用ダイアフラムと、あらかじめ前記電子回路基板に設けられた位置合わせ用構成物と、に基づいて前記位置合わせを行う、

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の MEMS トランスデューサーの製造方法。

40

【請求項 8】

MEMS 技術を用いて、基板の一方の面に圧電材料層を形成した後他方の面から開口部を形成して複数のダイアフラムを形成し、前記複数のダイアフラムの一部を超音波の送受信に用いられるチャンネルを構成する第 1 のダイアフラムとし、前記複数のダイアフラムの他の一部を超音波の送受信には用いられない第 2 のダイアフラムとして、前記第 2 のダイアフラムの少なくとも 1 つを破壊除去して観察窓を生成した MEMS 基板と、

50

電子回路基板と、を有し、

前記観察窓を用いて前記MEMS基板と電子回路基板との位置合わせを行い、前記MEMS基板と前記電子回路基板とを貼り合わせた、

MEMSトランスデューサー。

【請求項 9】

MEMS技術を用いて、基板の一方の面に圧電材料層を形成した後他方の面から開口部を形成して複数のダイアフラムを形成し、前記複数のダイアフラムの一部を超音波の送受信に用いられるチャンネルを構成する第1のダイアフラムとし、前記複数のダイアフラムの他の一部を超音波の送受信には用いられない第2のダイアフラムとして、前記第2のダイアフラムの少なくとも1つの前記圧電材料層を除去して位置合わせ用ダイアフラムを生成したMEMS基板と、

10

電子回路基板と、を有し、

前記位置合わせ用ダイアフラムを透過する赤外線を用いて、前記MEMS基板と電子回路基板との位置合わせを行い、前記MEMS基板と前記電子回路基板とを貼り合わせた、

MEMSトランスデューサー。

【請求項 10】

請求項8または9に記載のMEMSトランスデューサーを備えた、
超音波探触子。

【請求項 11】

請求項8または9に記載のMEMSトランスデューサーを備えた超音波探触子から得られた超音波受信信号を用いて超音波診断画像を生成する、
超音波診断装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波の送受信に用いられるMEMSトランスデューサーの製造方法、MEMSトランスデューサー、超音波探触子、および超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、半導体製造技術を用いたMEMS (Micro Electro Mechanical System) 技術により製造されるMEMSデバイスが普及している。MEMSデバイスは、センサーやトランスデューサー等に用いられる。

30

【0003】

例えば超音波を生成するトランスデューサー (超音波トランスデューサー) として、例えばシリコン等の基板 (基材層) にPZT等の圧電薄膜 (駆動層) を形成したユニモルフ構造のダイアフラム (可動膜) を太鼓状に振動させて超音波の送受信を行うpMUT (Piezoelectric Micromachined Ultrasonic Transducer) がある。

【0004】

pMUTは、例えばバルクPZTをダイシング等により分割した圧電素子と比較して、周波数帯域を広くすることができること、より微細化が可能であるため高解像度が望めること、3次元画像を生成するための圧電素子の2次元アレイ化に適していること、小型化および薄型化が可能であること、等の様々な特徴を有する。

40

【0005】

MEMS技術を用いた半導体製造方法として、例えば特許文献1から3に開示された技術がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第5108100号公報

50

【特許文献2】特許第5450396号公報

【特許文献3】特開2006-202918号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

このようなpMUTは、ダイアフラムが形成された基板(MEMS基板)と、ダイアフラムにおける超音波送受信のための送受信信号を検出する信号検出回路(例えばCMOS回路)が形成された基板(電子回路基板)、インターポザー、フレキシブル配線板等の接続用配線とが貼り合わされて製造される。

【0008】

ここで、MEMS基板と電子回路基板とを同時に形成する、すなわち、例えば信号検出回路が形成された電子回路基板上にMEMS基板を形成することでpMUTを製造しようとすると、以下のような不利益が生じる。すなわち、MEMS基板に良好な圧電薄膜(例えばPZT)を成膜するためには高温アニールが必要であるため、高温により信号検出回路がダメージを受けてしまうことがある。また、電子回路基板の信号検出回路上にMEMS基板を形成する場合、MEMS基板と同じサイズの信号検出回路を用意する必要があるが、これは信号検出回路の歩留まり上不利となる。異常のことから、MEMS基板と電子回路基板とは別々に作成されて貼り合わされることが望ましい。

【0009】

MEMS基板と電子回路基板とを別々に作成して貼り合わせる場合、超音波診断装置の高画質化・高解像度化のためには、貼り合わせる際の位置合わせ(アライメント)を高精度で行う必要がある。しかしながら、位置合わせを高精度で行うためには例えば機械的精度の高い位置合わせ専用設備や、位置合わせ用の追加加工が必要となり、多大なコストがかかる。さらに、貼り合わせの際に接続面を直接観察できないことから精度が低い、という問題があった。このため、超音波トランスデューサーのように高密度かつ多ピン接続が必要である場合、接続エラーが生じる恐れがあった。

【0010】

また、超音波診断装置による超音波診断時に、観測部位毎に超音波探触子(例えば、リニア型、コンベックス型、セクタ型等)を使い分けるのと同様に、あらかじめ大きさ、形状がそれぞれ異なるMEMS基板を複数用意し、観測対象に合わせて使い分けることが要望されている。これに対し、電子回路基板側はコスト面から、可能な限り共通の回路を使うことが好ましい。このような事情から、主にMEMS基板側が位置合わせ手段を有していることが望ましい。

【0011】

以上のことから、MEMS基板と電子回路基板とを高精度かつ低コストで接続することができる技術が要望されている。

【0012】

本発明は、MEMS基板と電子回路基板とを高精度かつ低コストで接続することができるMEMSトランスデューサーの製造方法、MEMSトランスデューサー、超音波探触子、および超音波診断装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明のMEMSトランスデューサーの製造方法は、MEMS技術を用いて、基板の一方の面に圧電材料層を形成した後、他方の面から開口部を形成して複数のダイアフラムを前記基板上に形成したMEMS基板を製造する工程と、前記複数のダイアフラムのうちの少なくとも1つを位置合わせ用ダイアフラムとして用いて、前記MEMS基板と電子回路基板との位置合わせを行う工程と、前記MEMS基板と前記電子回路基板とを貼り合わせる工程と、を有する。

【0014】

本発明のMEMSトランスデューサーは、MEMS技術を用いて、基板の一方の面に圧

10

20

30

40

50

電材料層を形成した後他方の面から開口部を形成して複数のダイアフラムを形成し、前記複数のダイアフラムの一部を超音波の送受信に用いられるチャンネルを構成する第１のダイアフラムとし、前記複数のダイアフラムの他の一部を超音波の送受信には用いられない第２のダイアフラムとして、前記第２のダイアフラムの少なくとも１つを破壊除去して観察窓を生成したＭＥＭＳ基板と、電子回路基板と、を有し、前記観察窓を用いて前記ＭＥＭＳ基板と電子回路基板との位置合わせを行い、前記ＭＥＭＳ基板と前記電子回路基板とを貼り合わせたものである。

【００１５】

本発明のＭＥＭＳトランスデューサーは、ＭＥＭＳ技術を用いて、基板の一方の面に圧電材料層を形成した後他方の面から開口部を形成して複数のダイアフラムを形成し、前記複数のダイアフラムの一部を超音波の送受信に用いられるチャンネルを構成する第１のダイアフラムとし、前記複数のダイアフラムの他の一部を超音波の送受信には用いられない第２のダイアフラムとして、前記第２のダイアフラムの少なくとも１つの前記圧電材料層を除去して位置合わせ用ダイアフラムを生成したＭＥＭＳ基板と、電子回路基板と、を有し、前記位置合わせ用ダイアフラムを透過する赤外線を用いて、前記ＭＥＭＳ基板と電子回路基板との位置合わせを行い、前記ＭＥＭＳ基板と前記電子回路基板とを貼り合わせたものである。

10

【００１６】

本発明の超音波探触子は、上記のＭＥＭＳトランスデューサーを備えたものである。

【００１７】

20

本発明の超音波診断装置は、上記のＭＥＭＳトランスデューサーを備えた超音波探触子から得られた超音波受信信号を用いて超音波診断画像を生成する。

【発明の効果】

【００１８】

本発明によれば、ＭＥＭＳ基板と電子回路基板とを高精度かつ低コストで接続することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１９】

【図１】超音波トランスデューサーを有する超音波診断装置の外観構成を示す図

【図２】超音波診断装置の電氣的な構成例を示すブロック図

30

【図３】超音波探触子の構成について説明するための図

【図４】ダイアフラムについて説明するための基板の平面図

【図５】ｐＭＵＴエレメントを構成する１つのダイアフラムの断面図

【図６】超音波を送受信するチャンネルを構成するチャンネルダイアフラムと、ダミーダイアフラムとを説明するための図

【図７Ａ】位置合わせ用ダイアフラムについて説明するための図

【図７Ｂ】アライメントマークについて説明するための基板の平面図

【図８】位置合わせ方法１について説明するための図

【図９】赤外光を用いる場合の位置合わせ方法３について説明するための図

【図１０】スクライブラインＳＬ上に位置合わせ用ダイアフラムを設けた場合について説明するための図

40

【発明を実施するための形態】

【００２０】

以下、本発明の実施の形態に係る超音波振動子について、図面を参照して説明する。ただし、発明の範囲は図示した例に限定されない。なお、以下の説明において、同一の機能および構成を有するものについては、同一の符号を付し、その説明を省略する。

【００２１】

図１は、本実施の形態に係るＭＥＭＳトランスデューサーの一例としての超音波トランスデューサーを有する超音波診断装置の外観構成を示す図である。図２は、本実施の形態に係る超音波診断装置の電氣的な構成例を示すブロック図である。

50

【 0 0 2 2 】

超音波診断装置 1 は、超音波診断装置本体 1 0 と、超音波探触子 2 0 と、ケーブル 3 0 とを有する構成を採る。

【 0 0 2 3 】

超音波探触子 2 0 は、被検体である人体（図示せず）に対して超音波信号を送信し、人体で反射された超音波信号を受信する。超音波探触子 2 0 には、超音波トランスデューサーである複数の p M U T セル（後述）が配列されている。

【 0 0 2 4 】

超音波診断装置本体 1 0 は、ケーブル 3 0 を介して超音波探触子 2 0 と接続され、超音波探触子 2 0 へケーブル 3 0 を介して電気信号の送信信号を送信することによって超音波探触子 2 0 に対して超音波信号を送信させる。また、超音波診断装置本体 1 0 は、超音波探触子 2 0 が受信した超音波信号に基づいて超音波探触子 2 0 において生成された電気信号を用いて、人体の内部状態を超音波画像として画像化する。

10

【 0 0 2 5 】

具体的には、超音波診断装置本体 1 0 は、操作入力部 1 1 と、送信部 1 2 と、受信部 1 3 と、画像処理部 1 4 と、表示部 1 5 と、制御部 1 6 と、を含む構成を採る。

【 0 0 2 6 】

操作入力部 1 1 は、例えば、診断開始等を指示するコマンドまたは被検体に関する情報を入力する。操作入力部 1 1 は、例えば、複数の入力スイッチを備えた操作パネルまたはキーボード等である。

20

【 0 0 2 7 】

送信部 1 2 は、ケーブル 3 0 を介して、制御部 1 6 から受け取る制御信号を超音波探触子 2 0 へ送信する。すなわち、送信部 1 2 は、超音波探触子 2 0 を駆動させて、被検体への超音波信号を送信する。

【 0 0 2 8 】

受信部 1 3 は、超音波探触子 2 0 からケーブル 3 0 を介して送信される受信信号を受信する。すなわち、受信部 1 3 は、超音波探触子 2 0 を駆動させて、送信した超音波信号に対する被検体からの超音波信号を受信する。そして、受信部 1 3 は、受信した超音波信号を画像処理部 1 4 へ出力する。

【 0 0 2 9 】

30

画像処理部 1 4 は、制御部 1 6 の指示に従って、受信部 1 3 から受け取る超音波信号を用いて被検体内の内部状態を表す超音波診断用の画像（超音波画像）を生成する。

【 0 0 3 0 】

表示部 1 5 は、制御部 1 6 の指示に従って、画像処理部 1 4 において生成された超音波画像を表示する。

【 0 0 3 1 】

制御部 1 6 は、操作入力部 1 1、送信部 1 2、受信部 1 3、画像処理部 1 4、表示部 1 5 をそれぞれの機能に応じて制御することによって、超音波診断装置 1 の全体制御を行う。

【 0 0 3 2 】

40

[超音波探触子について]

図 3 は、超音波探触子 2 0 の構成について説明するための図である。超音波探触子 2 0 は、保護層 2 1 と、超音波送受信トランスデューサーとしての p M U T エlement 2 2 と、バックング材 2 3 と、信号処理回路 2 4 とを備えている。なお、p M U T エlement 2 2 の詳細については後述する。

【 0 0 3 3 】

保護層 2 1 は、p M U T エlement 2 2 を保護するものである。この保護層 2 1 は、人体に接触させる際に不快感を与えることがなく、音響インピーダンスが比較的人体に近い、比較的柔軟なシリコンゴム等で形成されている。

【 0 0 3 4 】

50

バッキング材 23 は、p M U T エレメント 22 で発生する不要振動を減衰するとともに、p M U T エレメント 22 と信号処理回路 24 とを電氣的に接続するための貫通配線を形成する。また、バッキング材 23 は、P M U T エレメント 22 で発生する熱を信号処理回路 24 からケーブル 30 に伝熱・拡散して保護層 21 の人体接触面の温度上昇を防ぐ役割を担う。信号処理回路 24 は、超音波送信用のパルス信号の生成や、受信パルス信号の処理等を行う回路であり、ケーブル 30 を介して超音波診断装置本体 10 に接続されている。

【0035】

[p M U T エレメントについて]

p M U T エレメント 22 は、半導体微細加工技術 (M E M S : Micro Electro Mechanical Systems 技術) を用いて製造されている。p M U T エレメント 22 は、複数の振動子としてのダイアフラム 22 a が 2 次元 (あるいは 1 次元) に配置された基板 101 と、ダイアフラム 22 a の信号を検出する信号検出回路 400 が設けられた基板 401 (後述の図 5 参照) と、が互いに貼り合わされて構成されている。図 4 は、ダイアフラム 22 a について説明するための基板 101 の平面図である。各ダイアフラム 22 a は、振動によって超音波の発信、受信を行う。図 4 において、点線で囲まれた区画 (図 4 の領域 E) が 1 つのセルに対応する。

【0036】

図 5 は、p M U T エレメント 22 を構成する 1 つのダイアフラム 22 a の断面図である。ダイアフラム 22 a は、圧電素子 100 で構成されており、開口部 101 d を有する基板 101 と、振動板 102 と、圧電材料層 103 と、電極 104 a、104 b とを備えている。

【0037】

基板 101 は、例えば S i 層 101 a、S i O₂ 層 101 b、S i 層 101 c が積層されて形成された S O I (Silicon on Insulator) 基板である。基板 101 は、本発明の M E M S 基板の一例である。振動板 102 は、例えば基板 101 の下面側から S i 層 101 c および S i O₂ 層 101 b をエッチング等により除去して設けられた開口部 101 d によって形成される。すなわち、振動板 102 は、S i 層 101 a および開口部 101 d によって構成される薄板構造である。

【0038】

圧電材料層 103 は、例えば P Z T (チタン酸ジルコン酸鉛) の薄膜で構成されており、電界印加によって振動板 102 を振動させるべく、振動板 102 に対して開口部 101 d とは反対側に形成されている。圧電材料層 103 には、例えば断面形状がほぼ正八角形のセル形状がパターンニング形成されている。なお、圧電材料層 103 の断面形状は、正八角形以外の形状、例えば円形状や、正八角形以外の多角形の形状等であってもよい。

【0039】

電極 104 a は、圧電材料層 103 の上面側の電極であり、共通電極である。一方、電極 104 b は、圧電材料層 103 の下面側の電極であり、図 5 に示すように貫通電極等を介して基板 101 の下側に引き出される。

【0040】

引き出された電極 104 b は、基板 401 に設けられた信号検出回路 400 に電氣的に接続される。信号検出回路 400 は、例えばダイアフラム 22 a の信号検出用の C M O S 回路である。基板 401 は、本発明の電子回路基板の一例である。信号検出回路 400 は、信号処理回路 24 と電氣的に接続されている。

【0041】

各ダイアフラム 22 a は、実効的な音響インピーダンスが、生体の音響インピーダンスに整合するように設計されることで、超音波を効率よく生体へ伝えることができる。具体的には、ダイアフラム 22 a の剛性が最適化されればよく、さらに好適には、共振周波数、送信特性 (感度、周波数帯域)、受信特性 (感度、周波数帯域) 等に応じて、振動板 102 の材料および厚さ、圧電材料層 103 の厚さ、ダイアフラム 22 a の直径、電極 10

10

20

30

40

50

4 a、1 0 4 bの間隔等を適宜最適化すればよい。

【0 0 4 2】

[p M U T エレメント 2 2 の製造方法]

次に、このような構造を有する p M U T エレメント 2 2 の製造方法について説明する。

【0 0 4 3】

まず、2枚の S i 層 1 0 1 a、1 0 1 c の間に S i O₂ 層 1 0 1 b を積層した積層構造を有する S O I ウエハを基板 1 0 1 として用意し、その一方のシリコン板状体に、チタン、金、白金等をスパッタ等により製膜して電極 1 0 4 b を形成する。

【0 0 4 4】

また、電極 1 0 4 b 上に、スパッタ法またはゾルゲン法等により P Z T を成膜して圧電材料層 1 0 3 を形成する。さらに、圧電材料層 1 0 3 に、金、白金等をスパッタ等により製膜して電極 1 0 4 a を形成する。

【0 0 4 5】

次に、電極 1 0 4 a、圧電材料層 1 0 3、電極 1 0 4 b を、順次、パターニングによってほぼ正八角状のセル形状に形成するとともに、板状体における振動板 1 0 2 に対応する位置に、基板 1 0 1 の振動板 1 0 2 および圧電材料層 1 0 3 とは反対側の面から開口部 1 0 1 d をエッチング等によって形成する。このセル形状の 1 つ 1 つがダイアフラム 2 2 a に対応する。

【0 0 4 6】

これにより、電極 1 0 4 a と、圧電材料層 1 0 3 と、電極 1 0 4 b と、基板 1 0 1 の一部とであるシリコンの板状体と、が積層されて、下面側が開口された複数の振動板 1 0 2 が形成される。

【0 0 4 7】

そして、圧電材料層 1 0 3 の下側の電極 1 0 4 b は、基板 1 0 1 内を貫通電極により引き出される。

【0 0 4 8】

このように複数のダイアフラム 2 2 a が形成された基板 1 0 1 は、あらかじめ信号検出回路 (C M O S 回路) 4 0 0 が基板上に形成された基板 4 0 1 と位置合わせされた後、貼り合わされる。貼り合わせの方法については、例えば A C F (Anisotropic Conductive F i l m) やはんだバンプ等のフリップチップ技術等を用いればよい。このとき、各電極は信号検出回路 4 0 0 に接続される。この位置合わせ方法の詳細については後述する。

【0 0 4 9】

このように、p M U T エレメント 2 2 のダイアフラム 2 2 a は、S O I 基板である基板 1 0 1 の一方の面に圧電材料層 1 0 3 を形成した後、他方の面からエッチングを行って設けられた開口部 1 0 1 d により振動板 1 0 2 を形成して製造される。

【0 0 5 0】

なお、上記説明した方法によって基板 1 0 1 上に複数のダイアフラム 2 2 a を形成する際に、基板 1 0 1 である S O I ウエハの端部付近では、エッチング液が中央部付近よりも比較的多く流れ込むことによってエッチングレートが部分的に速くなることがある。その場合、基板 1 0 1 の中央部付近と端部付近とで形成されるダイアフラム 2 2 a の特性にばらつきが生じることがある。

【0 0 5 1】

ダイアフラム 2 2 a の特性にばらつきが生じると、超音波の送受信を好適に行うことが困難となる。このような事態を回避するため、本実施の形態では、製造した複数のダイアフラム 2 2 a のうち、一部をダミーダイアフラムとして超音波の送受信に使用しないようにしている。

【0 0 5 2】

図 6 は、超音波を送受信するチャンネルを構成するチャンネルダイアフラム 2 2 a C と、ダミーダイアフラム 2 2 a D とを説明するための図である。図 6 に示す例では、2 次元的に配置されたダイアフラム 2 2 a のうち、最端部から所定数の列および行 (図 6 では 2

10

20

30

40

50

列、２行のセルずつ）のダイアフラム２２aをダミーダイアフラム２２aDとし、それより内側のダイアフラム２２aがチャンネルダイアフラム２２aCとした例を示している。なお、図６において、実線が基板１０１の端部に対応している。

【００５３】

チャンネルダイアフラム２２aCとダミーダイアフラム２２aDとの間に製造方法の差異はなく、構造も設計段階では同じである。図６に示す例では、製造段階（エッチング時）において特性にばらつきが生じる位置、例えば端部付近に設けられたダイアフラム２２aがダミーダイアフラム２２aDとされている。ダミーダイアフラム２２aDは、超音波の送受信には使用されず、信号検出回路４００との接続がなされない。具体的には、例えば、ダミーダイアフラム２２aDにおいては、上記説明した電極１０４bからの貫通電極が設けられないように構成されればよい。

10

【００５４】

このように、同様の製造方法によって製造された複数のダイアフラム２２aのうち、一部を超音波の送受信に用いられないダミーダイアフラム２２aDとすることにより、超音波送受信トランスデューサーとしてのpMUTエレメント２２の特性を好適とすることができる。なお、図６に示す例では、端部付近に設けられたダイアフラム２２aをダミーダイアフラム２２aDとしたが、本発明はこれには限定されず、他の位置に設けられたダイアフラム２２aをダミーダイアフラム２２aDとしてもよい。

【００５５】

[位置合わせ方法]

20

上記製造方法により複数のダイアフラム２２aが形成された基板１０１は、信号検出回路４００が形成された基板４０１と位置合わせされた後、互いに貼り合わされる。以下では、基板１０１と基板４０１との位置合わせ方法について説明する。

【００５６】

<方法１>

図７Aは位置合わせ用ダイアフラムについて説明するための図であり、図７Bはアライメントマーク４０２について説明するための基板４０１の平面図である。図７Bにおいて、基板４０１上に形成されている信号検出回路４００については図示を省略している。

【００５７】

図７Aに示すように、複数個設けられたダミーダイアフラム２２aDのうち、少なくとも１つのダイアフラムが、位置合わせ用に用いられる。以下では、位置合わせ用に用いられるダミーダイアフラム２２aDを位置合わせ用ダイアフラム２２aPと称する。なお、図７Aでは、図６と同様に、基板１０１の端部付近の所定数の列および行のダイアフラム２２aをダミーダイアフラム２２aDとした場合について示している。

30

【００５８】

方法１においては、位置合わせ用ダイアフラム２２aPを構成する振動板１０２、圧電材料層１０３および電極１０４a、１０４bは破碎および除去され、観察窓OWが生成される。この破碎および除去は、例えば基板１０１と基板４０１との位置合わせが行われる直前に実行される。位置合わせ用ダイアフラム２２aPの破碎および除去は、例えば直径がダミーダイアフラム２２aDより小さい棒等によって、位置合わせ用ダイアフラム２２aPを構成する振動板１０２、圧電材料層１０３および電極１０４a、１０４bが破碎され、除去されることにより実行されればよい。すなわち、方法１において、観察窓OWは、他のダイアフラム２２aと同様の大きさおよび形状を備えた単なる穴である。なお、振動板１０２、圧電材料層１０３および電極１０４a、１０４bはそれぞれ数μm程度の薄膜であるため、位置合わせ用ダイアフラム２２aPの破碎は、上記棒等で軽く触れるだけで容易に行うことができる。

40

【００５９】

図７Bに示すように、基板４０１における、基板１０１の観察窓OWと対応する位置には、アライメントマーク４０２が設けられている。アライメントマーク４０２は、本発明の位置合わせ用構成物の一例である。

50

【 0 0 6 0 】

さらに、図 7 A に示すように、基板 1 0 1 上には、図 7 B に示す基板 4 0 1 上に設けられたアライメントマーク 4 0 2 と同じ形状・同じ向きのアライメントマーク 1 0 5 があらかじめ設けられている。なお、アライメントマーク 1 0 5 , 4 0 2 の形成方法としては、例えばスパッタや蒸着、パターン印刷等の方法が用いられる。

【 0 0 6 1 】

そして、例えば光学認識装置（図示せず）等によって、上述した構成を有する基板 1 0 1 および基板 4 0 1 の位置合わせおよび貼り合わせが行われる。具体的には、図 8 に示すように、基板 4 0 1 の上側に基板 1 0 1 を重ねておき、光学認識装置のカメラが観察窓 O W を通して基板 4 0 1 に設けられたアライメントマーク 4 0 2 が好適に観測される位置まで基板 1 0 1 または基板 4 0 1 を移動させる。図 8 は、位置合わせ方法 1 について説明するための図であり、位置合わせ用ダイアフラム 2 2 a P の位置における基板 1 0 1 と基板 4 0 1 の断面図である。なお、図 8 では、説明のため、位置合わせ用ダイアフラム 2 2 a P 以外のダイアフラム 2 2 a については図示を省略している。

【 0 0 6 2 】

ここで、光学認識装置は、観察窓 O W を通して認識されるアライメントマーク 4 0 2 の形状および向きと、基板 1 0 1 上に設けられたアライメントマーク 1 0 5 の形状および向きがパターンマッチングにより一致するまで基板 1 0 1 または基板 4 0 1 を移動させる。これにより、基板 1 0 1 と基板 4 0 1 との正確な位置合わせを行うことができる。

【 0 0 6 3 】

なお、観察窓 O W およびアライメントマーク 4 0 2 の数および位置については本実施の形態では特に限定しないが、基板同士の位置合わせを行うという観点から、少なくとも基板 1 0 1 および基板 4 0 1 上にそれぞれ 2 つ以上の観察窓 O W とアライメントマーク 4 0 2 とが設けられることが望ましい。より好適には、観察窓 O W とアライメントマーク 4 0 2 とは、基板 1 0 1 および基板 4 0 1 の中心を挟んで基板 1 0 1 および基板 4 0 1 の両端部に存在するダミーダイアフラム 2 2 a D に対応する位置に設けられることが望ましい。さらに好適には、観察窓 O W とアライメントマーク 4 0 2 とは、中心を通る複数の線のうち、互いに直角な 2 つの線上に存在する 4 つのダミーダイアフラム 2 2 a D に対応する位置に設けられてもよい。

【 0 0 6 4 】

< 方法 2 >

上記説明した方法 1 では、パターンマッチング用のアライメントマーク 1 0 5 が基板 1 0 1 上に設けられていたが、以下説明する方法 2 では、基板 1 0 1 上にアライメントマーク 1 0 5 を設けない場合について説明する。

【 0 0 6 5 】

まず、あらかじめ基板 1 0 1 と基板 4 0 1 との位置合わせが完了したものをを用いて、位置が合っている場合に観察窓 O W を通して認識されるアライメントマーク 4 0 2 の形状（以下、第 1 形状と称する）を光学認識装置にあらかじめ記憶させておく。そして、実際に基板 1 0 1 と基板 4 0 1 との位置合わせを行う場合には、光学認識装置は、観察窓 O W を通して認識されるアライメントマーク 4 0 2 の形状が、あらかじめ記憶した第 1 形状と一致するまで、基板 1 0 1 または基板 4 0 1 を移動させる。これにより、基板 1 0 1 と基板 4 0 1 との正確な位置合わせを行うことができる。

【 0 0 6 6 】

なお、上記第 1 形状として、アライメントマーク 4 0 2 の形状だけでなく、観察窓 O W の内壁面形状と、観察窓 O W を通して認識されるアライメントマーク 4 0 2 の形状と、を合わせて光学認識装置にあらかじめ記憶させるようにしてもよい。

【 0 0 6 7 】

< 方法 3 >

ダイアフラム 2 2 a の構成要素の 1 つである振動板 1 0 2 は、上記したように S i 層で構成された薄板構造である。シリコン薄膜は赤外線透過することが分かっており、光学

10

20

30

40

50

認識装置がアライメントマーク４０２の認識に赤外線を用いることにより、位置合わせ用ダイアフラム２２ａＰを破碎せずに位置合わせを行うことができる。図９は、赤外光を用いる場合の位置合わせ方法３について説明するための図である。

【００６８】

但し、圧電材料層１０３および電極１０４ａ，１０４ｂは赤外線透過の妨げとなるため、位置合わせ工程の前に圧電材料層１０３および電極１０４ａ，１０４ｂをエッチング等により除去しておくことが望ましい。

【００６９】

< 方法４ >

方法４は、チップ切り出し時のスクライブラインを活用する方法である。ＳＯＩ基板である基板１０１には所定のスクライブラインが設けられているが、方法４では、このスクライブライン上に位置合わせ用ダイアフラム２２ａＰを設ける。

【００７０】

図１０は、スクライブラインＳＬ上に位置合わせ用ダイアフラム２２ａＰを設けた場合について説明するための図である。

【００７１】

スクライブラインＳＬ上に位置合わせ用ダイアフラム２２ａＰを設けた場合、方法１と同様に位置合わせ用ダイアフラム２２ａＰの残りを除去して観察窓ＯＷを生成し、光学認識装置が観察窓ＯＷを通して基板４０１上のアライメントマーク４０２の形状を認識することで、基板１０１上に設けられたアライメントマーク１０５とパターンマッチングを行うことで位置合わせを行えばよい。また、除去された位置合わせ用ダイアフラム２２ａＰ（観察窓ＯＷ）の側壁面の形状と、観察窓ＯＷを通して認識されるアライメントマーク４０２の形状と、に基づいて位置合わせが行われるようにしてもよい。また、スクライブ時に基板１０１の側面にアライメントマークを設け、当該アライメントマークを用いて位置合わせを行うようにしてもよい。

【００７２】

< 作用・効果 >

以上説明したように、本発明の実施の形態に係るＭＥＭＳトランスデューサーの製造方法は、ＭＥＭＳ技術を用いて、一方の面に圧電材料層１０３を形成した後、他方の面から開口部１０１ｄを形成して複数のダイアフラム２２ａを基板上に形成した基板１０１（本発明のＭＥＭＳ基板に対応）を製造する工程と、複数のダイアフラム２２ａのうちの少なくとも１つを位置合わせ用ダイアフラム２２ａＰとして用いて、基板１０１と信号検出回路４００が形成された基板４０１（本発明の電子回路基板に対応）との位置合わせを行う工程と、基板１０１と基板４０１とを貼り合わせる工程と、を有する。

【００７３】

このように、本発明の実施の形態に係るＭＥＭＳトランスデューサーの製造方法によれば、基板１０１上に形成した複数のダイアフラム２２ａのうちの一部を位置合わせ用ダイアフラム２２ａＰとして用いて、基板１０１と基板４０１との位置合わせを行う。このため、追加の工程なしで、位置合わせ用の高精度な設備等を用いずに、通常の光学認識装置等を用いて高精度な位置合わせを行うことができる。また、電子回路基板側である基板４０１にではなく、ＭＥＭＳ基板側である基板１０１側に位置合わせのための構成（位置合わせ用ダイアフラム２２ａＰ）が設けられているため、種々の特性を有するＭＥＭＳ基板と電子回路基板とを貼り合わせたＭＥＭＳトランスデューサーを製造する際に、電子回路基板として共通の回路を用いることができるので、コスト面から好適である。以上のことから、ＭＥＭＳ基板である基板１０１と電子回路基板である基板４０１とを高精度かつ低コストで接続することができる。

【００７４】

なお、本発明の実施の形態に係るＭＥＭＳトランスデューサーの製造方法を用いて位置合わせを行った場合、以下のような利点が生じる。基板１０１上にダイアフラム２２ａを形成するとき、上部電極、下部電極（電極１０４ａ，１０４ｂ）および圧電体材料層１０

3への加工は、表面から同じ表面に存在するアライメントマークを使用して加工できるのに対し、開口部101dを形成する際は、裏面から表面のアライメントマークを頼りにバックサイドアライメントを行い、かつ裏面から加工を行う必要があるため、精度によっては圧電材料層103の位置が開口部101dから多少ずれてしまうことがある。本発明の実施の形態に係るMEMSトランスデューサーの製造方法を用いた場合、圧電材料層103の位置が開口部101dから多少ずれてしまったとしても、観察窓OWを通して認識したアライメントマーク402の形状に基づいて位置合わせを行うので、圧電材料層103の位置に関係なく位置合わせを行うことができる。

【0075】

また、本発明の実施の形態に係るMEMSトランスデューサーの製造方法において、複数のダイアフラム22aは、超音波の送受信に用いられるチャンネルを構成するチャンネルダイアフラム22aC（本発明の第1のダイアフラムに対応）と、超音波の送受信には用いられないダミーダイアフラム22aD（本発明の第2のダイアフラムに対応）と、を含み、位置合わせ用ダイアフラム22aPは、ダミーダイアフラム22aDのうちの少なくとも1つである。

10

【0076】

このような構成により、位置合わせ用ダイアフラム22aPは、通常のチャンネルダイアフラム22aCと同じ加工プロセスで同時に形成することができるので高い相対位置精度を確保することができ、かつコストを抑えることができる。

【0077】

また、本発明の実施の形態に係るMEMSトランスデューサーの製造方法は、位置合わせ用ダイアフラム22aPを破壊除去して観察窓OWを生成する工程をさらに有し、基板101と基板401との位置合わせを行う工程において、観察窓OWと、あらかじめ基板401に設けられたアライメントマーク402（本発明の位置合わせ用構成物に対応）と、に基づいて位置合わせを行う。

20

【0078】

あるいは、本発明の実施の形態に係るMEMSトランスデューサーの製造方法は、位置合わせ用ダイアフラム22aP上の圧電材料層103を除去する工程をさらに有し、基板101と基板301とを貼り合わせる工程において、圧電材料層103を除去した位置合わせ用ダイアフラム22aPを透過する赤外線を用いて、位置合わせ用ダイアフラム22aPと、あらかじめ基板401に設けられたアライメントマーク402と、に基づいて位置合わせを行う。

30

【0079】

あるいは、本発明の実施の形態に係るMEMSトランスデューサーの製造方法は、基板101を製造する工程において、基板101を個片化するためのスクライブラインSL上に位置合わせ用ダイアフラム22aPを形成する工程をさらに有し、基板101と基板401とを貼り合わせる工程において、位置合わせ用ダイアフラム22aPと、あらかじめ基板401に設けられたアライメントマーク402と、に基づいて位置合わせを行う。

【0080】

このような構成により、追加の工程なしで、位置合わせ用の高精度な設備等を用いずに、通常の光学認識装置等を用いて高精度な位置合わせを行うことができる。このため、MEMS基板である基板101と電子回路基板である基板401とを高精度かつ低コストで接続することができる。

40

【0081】

<変型例>

以上、図面を参照しながら本発明の実施の形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。特許請求の範囲の記載範囲内において、当業者が想到できる各種の変型例または修正例についても、本発明の技術的範囲に含まれる。また、開示の趣旨を逸脱しない範囲において、上記実施の形態における各構成要素を任意に組み合わせてもよい。

【0082】

50

上述した実施の形態においては、MEMSトランスデューサーの一例として、超音波トランスデューサーであるpMUTについて説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、ダイアフラム層上に圧電材料層を配置し、圧電体の力学的変形と電圧との変換機能を利用する各種の圧電モジュール（およびそれを用いた圧電デバイス）に対して広く適用できる。具体的には、例えば、角速度センサー、インクジェットヘッド、微小ミラー駆動素子等に対しても適用してもよい。

【産業上の利用可能性】

【0083】

本発明は、pMUTを用いて超音波を送受信するMEMSトランスデューサーの製造方法に利用することができる。

10

【符号の説明】

【0084】

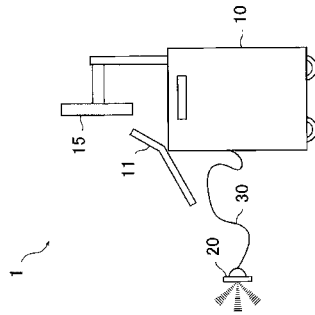
- 1 超音波診断装置
- 10 超音波診断装置本体
- 11 操作入力部
- 12 送信部
- 13 受信部
- 14 画像処理部
- 15 表示部
- 16 制御部
- 20 超音波探触子
- 21 保護層
- 22 pMUTエレメント
- 22a ダイアフラム
- 22aC チャンネルダイアフラム
- 22aD ダミーダイアフラム
- 22aP 位置合わせ用ダイアフラム
- 23 バッキング材
- 24 信号処理回路
- 30 ケーブル
- 100 圧電素子
- 101 基板（MEMS基板）
- 101a Si層
- 101b SiO₂層
- 101c Si層
- 101d 開口部
- 102 振動板
- 103 圧電材料層
- 104a, 104b 電極
- 105 アライメントマーク
- 301 基板
- 400 信号検出回路
- 401 基板（電子回路基板）
- 402 アライメントマーク
- OW 観察窓
- SL スクライブライン

20

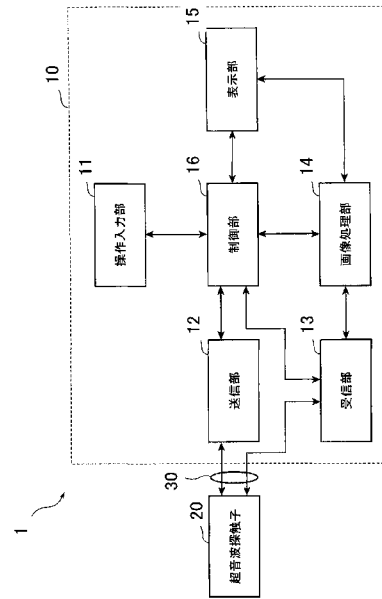
30

40

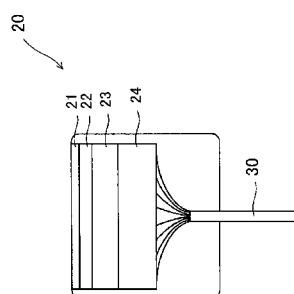
【図 1】



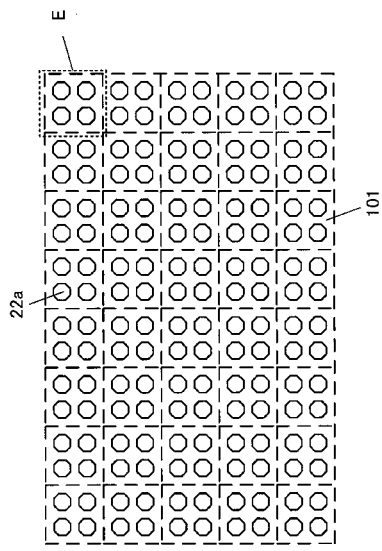
【図 2】



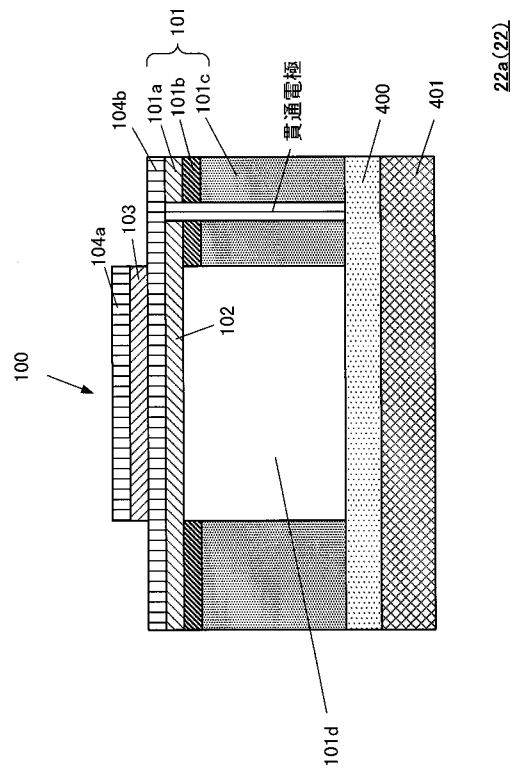
【図 3】



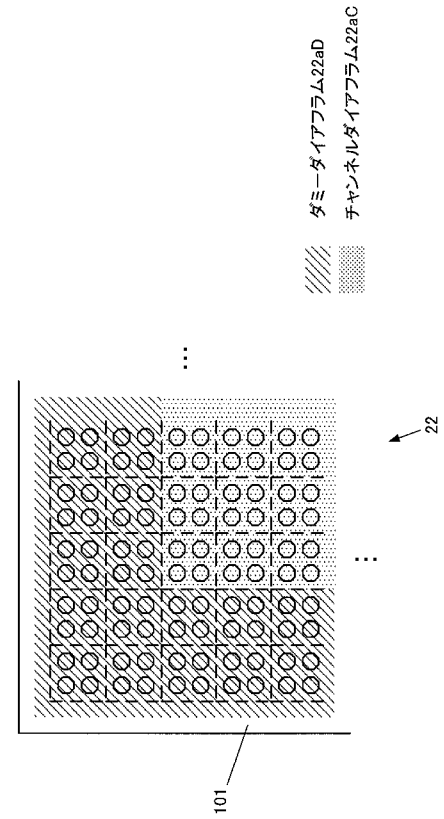
【図 4】



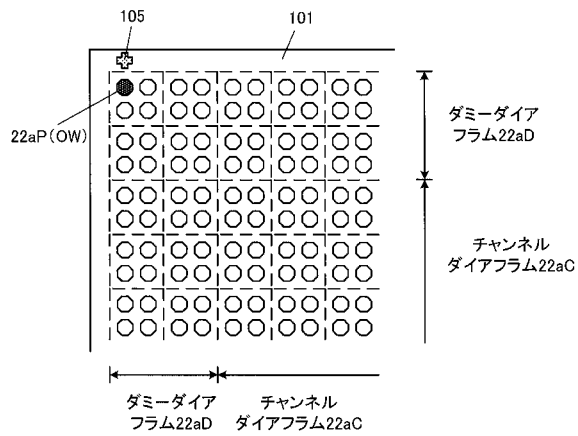
【図 5】



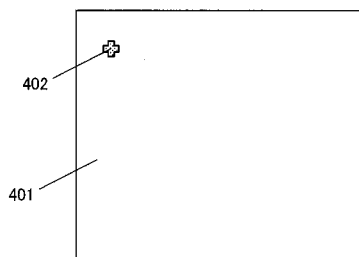
【図 6】



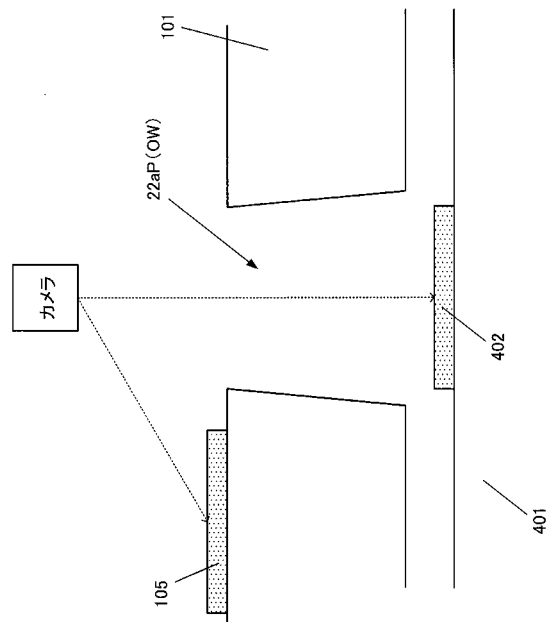
【図 7 A】



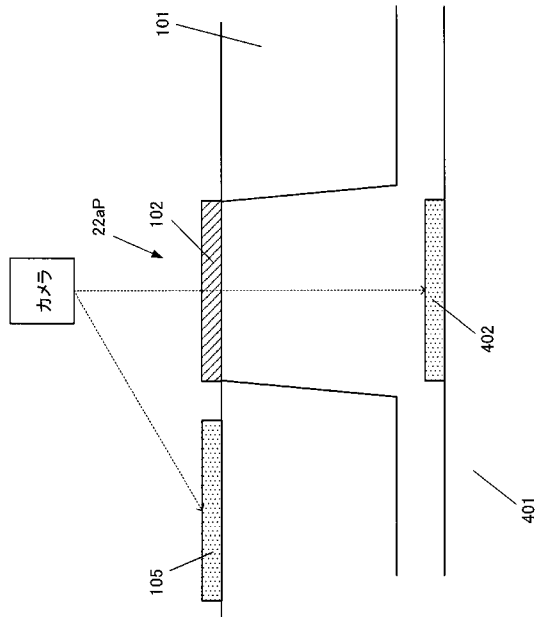
【図 7 B】



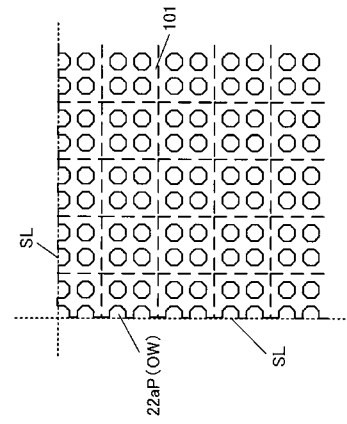
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.			F I		テーマコード (参考)	
H 0 1 L	41/053	(2006.01)	H 0 1 L	41/053		
H 0 1 L	41/09	(2006.01)	H 0 1 L	41/08	J	
H 0 1 L	41/113	(2006.01)	H 0 1 L	41/113		
H 0 1 L	41/187	(2006.01)	H 0 1 L	41/18	1 0 1 D	
H 0 1 L	41/25	(2013.01)	H 0 1 L	41/25		

专利名称(译)	MEMS换能器制造方法，MEMS换能器，超声波探头和超声波诊断装置		
公开(公告)号	JP2019016934A	公开(公告)日	2019-01-31
申请号	JP2017133827	申请日	2017-07-07
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达有限公司		
[标]发明人	中山雄太		
发明人	中山 雄太		
IPC分类号	H04R31/00 A61B8/14 H04R17/00 H01L41/08 H01L41/311 H01L41/053 H01L41/09 H01L41/113 H01L41/187 H01L41/25		
CPC分类号	A61B8/4494 A61B8/4444 A61B8/5207 A61B2562/028 B06B1/0215 B06B1/06 B06B1/0622 B06B1/0666 B06B2201/76 B81B7/007 B81B2201/0271 B81B2203/0127 B81B2207/012 B81B2207/015 B81B2207/096 B81C1/00301 B81C3/004 B81C3/005 B81C2203/03 B81C2203/05 B81C2203/051 B81C2203/057 B81C2203/0792 G01N29/245 H01L23/544 H01L41/042 H01L41/0475 H01L41/0825 H01L41/1876 H01L41/312 H01L2223/54426 H01L2223/54466		
FI分类号	H04R31/00.330 A61B8/14 H04R17/00.332.B H01L41/08.Z H01L41/311 H01L41/053 H01L41/08.J H01L41/113 H01L41/18.101.D H01L41/25		
F-TERM分类号	4C601/EE14 4C601/GB06 5D019/AA26 5D019/BB03 5D019/BB19 5D019/EE06 5D019/FF04 5D019/HH01		
代理人(译)	木曾隆		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种制造MEMS换能器，MEMS换能器，超声探头和超声诊断设备的方法，其能够以高精度和低成本连接MEMS基板和电子电路板。 解决方案：通过MEMS技术在一个表面上形成压电材料层103之后，通过从另一个表面形成开口部分101d，在基板上形成多个隔膜22a的基板101其上形成有基板101和信号检测电路400的基板401（本发明的电子电路基板）并且，将基板101和基板401彼此接合。 点域5

