

(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2019-193093

(P2019-193093A)

(43) 公開日 令和1年10月31日(2019.10.31)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
<b>H04R</b>	<b>1/06</b>	<b>(2006.01)</b>	H04R	1/06	330	2G047
<b>G01N</b>	<b>29/24</b>	<b>(2006.01)</b>	G01N	29/24		4C601
<b>G01N</b>	<b>29/06</b>	<b>(2006.01)</b>	G01N	29/06		5D019
<b>H04R</b>	<b>19/00</b>	<b>(2006.01)</b>	H04R	19/00	330	
<b>A61B</b>	<b>8/14</b>	<b>(2006.01)</b>	A61B	8/14		

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2018-83490 (P2018-83490)  
 (22) 出願日 平成30年4月24日 (2018.4.24)

(71) 出願人 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号  
 (74) 代理人 110001807  
 特許業務法人磯野国際特許商標事務所  
 (72) 発明者 吉村 保廣  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内  
 (72) 発明者 佐光 暁史  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内  
 (72) 発明者 佐藤 雅洋  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

最終頁に続く

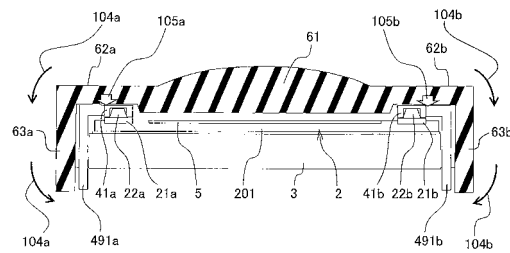
(54) 【発明の名称】 超音波送受信素子とこれを備える超音波検査装置、スマートフォン、およびタブレット

(57) 【要約】

【課題】 基板の浮き上がりと接続時の割れを抑制して、機械的および電氣的な接続信頼性を高めた超音波送受信素子とこれを備える超音波検査装置、スマートフォン、およびタブレットを提供する。

【解決手段】 本発明の超音波探触子1は、振動子5と、振動子5が設けられる基台201と、振動子5に接続される基台導線部251、252と、基台導線部251、252を介して振動子5に信号を供給するパンプ電極部21a、21b、22a、22bと、パンプ電極部21a、21b、22a、22bと嵌合するパッド部41a、41bと、パッド部41a、41bにパンプ電極部21a、21b、22a、22bに向かう力105a、105bが印加されるように設けられる音響レンズ6とを有している。

【選択図】 図6B



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

振動子と、  
前記振動子が設けられる基台と、  
前記振動子に接続される基台導線部と、  
前記基台導線部を介して前記振動子に信号を供給するパンプ電極部と、  
前記パンプ電極部と嵌合するパッド部と、  
前記パッド部に前記パンプ電極部に向かう力が印加されるように設けられる音響レンズとを  
有していることを特徴とする超音波探触子。

10

**【請求項 2】**

音響レンズと、  
振動子と、  
前記振動子が設けられる基台と、  
前記振動子に接続される基台導線部と、  
前記基台導線部を介して前記振動子に信号を供給するパンプ電極部と、  
前記パンプ電極部が圧入されるパッド部とを  
有していることを特徴とする超音波探触子。

**【請求項 3】**

請求項 1 または請求項 2 記載の超音波探触子において、  
前記パッド部が設けられるフレキシブル基板を有している  
ことを特徴とする超音波探触子。

20

**【請求項 4】**

音響レンズと、  
振動子と、  
前記振動子が設けられる基台と、  
前記振動子に接続される基台導線部と、  
前記基台導線部を介して前記振動子に信号を供給するパンプ電極部と、  
前記パンプ電極部と対向して接続されるパッド部と、  
前記パッド部または前記パンプ電極部が設けられるフレキシブル基板とを  
有していることを特徴とする超音波探触子。

30

**【請求項 5】**

請求項 1、請求項 2、または請求項 4 記載の超音波探触子において、  
前記音響レンズの曲面部の周囲に設けられている腕部の初期形状が、前記音響レンズの  
内面方向に傾斜または湾曲させて形成されている  
ことを特徴とする超音波探触子。

**【請求項 6】**

請求項 1、請求項 2、または請求項 4 記載の超音波探触子において、  
前記音響レンズの曲面部の周囲に設けられている腕部の内側に、弾性板が設けられてい  
る  
ことを特徴とする超音波探触子。

40

**【請求項 7】**

請求項 3 または請求項 4 記載の超音波探触子において、  
前記フレキシブル基板の初期形状は、前記パッド部が設けられている部分が前記パンプ  
電極部の側に向けて 90 度未満の鋭角で折り曲げられている  
ことを特徴とする超音波探触子。

**【請求項 8】**

請求項 3 または請求項 4 記載の超音波探触子において、  
前記フレキシブル基板の前記パッド部が前記フレキシブル基板の延在面よりも外側に形  
成されている

50

ことを特徴とする超音波探触子。

【請求項 9】

請求項 1 または請求項 2 記載の超音波探触子において、  
フレキシブル基板に前記パンプ電極部が形成され、前記振動子が形成された前記基台の  
側に前記パッド部である孔付きパッドが形成されている  
ことを特徴とする超音波探触子。

【請求項 10】

請求項 1、請求項 2、または請求項 4 記載の超音波探触子において、  
ダミーパッドとダミーパンプを有し、  
前記ダミーパッドと前記ダミーパンプとが嵌合されている  
ことを特徴とする超音波探触子。

10

【請求項 11】

請求項 1、請求項 2、または請求項 4 記載の超音波探触子において、  
前記パッド部における前記パンプ電極部が圧入される孔の上面形状が長孔である  
ことを特徴とする超音波探触子。

【請求項 12】

請求項 1、請求項 2、または請求項 4 記載の超音波探触子において、  
前記パッド部における前記パンプ電極部が圧入される孔の上面形状は、複数の円弧が形  
成されている  
ことを特徴とする超音波探触子。

20

【請求項 13】

超音波の送信機能と、被検体から反射した超音波の受信機能と、前記受信機能からの受  
信信号を画像に変換する画像形成部と、前記画像を表示する表示部とを備え、  
請求項 1、請求項 2、または請求項 4 記載の前記超音波探触子を備えている  
ことを特徴とする超音波検査装置。

【請求項 14】

超音波の送信機能と、被検体から反射した超音波の受信機能と、前記受信機能からの受  
信信号を画像に変換する画像形成部と、前記画像を表示する表示部とを備え、  
請求項 1、請求項 2、または請求項 4 記載の前記超音波探触子を備えている  
ことを特徴とするスマートフォン。

30

【請求項 15】

超音波の送信機能と、被検体から反射した超音波の受信機能と、前記受信機能からの受  
信信号を画像に変換する画像形成部と、前記画像を表示する表示部とを備え、  
請求項 1、請求項 2、または請求項 4 記載の前記超音波探触子を備えている  
ことを特徴とするタブレット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波送受信素子とこれを備える超音波検査装置、スマートフォン、および  
タブレットに関する。

40

【背景技術】

【0002】

従来、超音波センサに対するニーズは、例えば、人の手を模擬した触覚センサやタッチ  
センサ、構造材料の内部欠陥を検出する超音波探傷子、および人や動物の医療検査に使用  
する超音波検査装置用プローブなどがある。

超音波センシングデバイスには、超音波素子から発信する超音波の送信信号や超音波素  
子が受信した受信信号を、超音波素子外部の信号処理回路等に伝送するために配線が設け  
られている。

【0003】

半導体基板を用いた超音波センサとしては、 piezo 素子を用いた P M U T (Piezoelect

50

ric Micro-machined Ultrasonic Transducer) や、半導体技術を応用した静電容量性超音波トランスデューサのCMUT (Capacitive Micro-machined Ultrasonic Transducer) がある。PMUTとCMUTはいずれもダイヤフラムが振動することにより超音波を発生させるデバイスであるが、駆動方式が異なる。

【0004】

PMUTは圧電効果をもつ piezo 素子による駆動であり、CMUTは空間を介して平行に設置された電極にかかる静電力で電極膜を駆動する静電容量方式である。PMUTとCMUTで駆動力の発生方式は異なるものの、ダイヤフラムの駆動で信号を送受信するために接続される配線は、素子の超音波送受信面または裏面からとなる。

【0005】

超音波の送受信面から外部へ接続する配線方式としては、素子に隣接して配置されるフレキシブル基板の電極パッドと素子の電極パッドとをワイヤボンドで接続する方法がある。また、素子の電極パッドをフレキシブル基板の電極パッドに対面させて接合する方法がある。外部に接続する配線を裏面から引き出す場合は、素子を形成した基板を貫通する貫通電極を形成し、貫通電極をフレキシブル基板などに接続する構造となる。

【0006】

静電容量型トランスデューサの配線引き出しについて、特許文献1がある。

特許文献1の実施形態2には、「チップ上の電極と、フレキシブル配線基板の配線層が露出した電極部分是对向するように配置されている。パンプは、フレキシブル配線基板の配線層が露出した部分に形成されており、チップ上の電極とは電氣的に接続されている。パンプには、半田パンプや金パンプなどを用いることができ、パンプと電極間の接続は、半導体の実装で用いられるフリップチップ実装の技術を用いることで容易に実現することができる。」と記載されている。

【0007】

さらに、実施形態6には、「音響レンズをチップに押し当てて貼り付けた際、音響レンズをCMUTや電極のない面(特にチップの四隅の領域)で広く支えることができるため、接着層の薄化やレンズ自体の変形の発生を少なくすることができる。そのため、音響レンズをCMUT配置面に対して平行に貼り付けることが容易になり、音響レンズの変形や接着層の厚さムラを低減することができる。」と記載されている。

【0008】

このように、特許文献1には、静電容量型トランスデューサの配線引き出し部の構造に関する技術が開示されている。

また、半導体チップ間の配線接続部の構造について、特許文献2がある。

【0009】

特許文献2の要約書には、「[課題] 複数の異なる半導体チップ間を貫通電極を用いて最短の配線長で三次元的に接続し、低ノイズな高速動作を可能とする方法を提供する。[解決手段] 異なる上下の半導体チップの中間に上下チップ間を接続するためのインターポーザチップを配した三次元チップ積層構造において、デバイス側(表層側)外部電極部に相当する裏面位置に、ドライエッチングにより表層電極に達するまでの孔を形成し、孔の側壁及び裏面側周囲に金属製のメッキ膜を施し、前記金属製のメッキ膜が施された貫通電極内部に、上段側に積層される別の半導体チップの金属製パンプを圧接によって変形注入させ、半導体チップ内に形成された貫通電極内部に前記金属製パンプを幾何学的にかしめて電氣的に接続させる。」と記載されている。

【0010】

すなわち、特許文献2には、半導体チップ間の電氣的接続方法に関して記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2015-128270号公報(図2、段落0021、図6-1、段

10

20

30

40

50

落 0 0 4 1 等)

【特許文献 2】特開 2 0 0 6 - 2 1 0 7 4 5 号公報 ( 図 1、要約書等 )

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 2 】

しかしながら、特許文献 1 に記載された技術には、次のような課題がある。

特許文献 1 に記載の静電容量型トランスデューサのチップ上の電極とフレキシブル配線基板との接続方式では、チップ上の電極に形成された bumps を介してフレキシブル配線基板と接続しているが、接続には加熱が必要である。半田 bumps の場合、例えば 200 前後の加熱が必要となる。

10

【 0 0 1 3 】

一方、チップはバッキング材等の上に搭載され、バッキング材の機能として、チップの裏面方向に放射される不要な超音波を減衰する機能が必要なため、樹脂コンポジット材料などが使用される。樹脂コンポジット材料の耐熱温度は、例えば 200 程度のため、半田 bumps での接合には低温化の課題がある。さらに、接合温度を低温にした場合には接合強度が低く、また電氣的な接続抵抗も大きくなり、接続信頼性が低下するという課題がある。

【 0 0 1 4 】

さらに、音響レンズをチップに押し当てて貼り付けることが記載されているが、音響レンズの貼り付け部の構造などの押し当てた際のフレキシブル基板の浮き上がり等に関しての記載がない。

20

【 0 0 1 5 】

また、特許文献 2 に記載された技術には、次のような課題がある。

特許文献 2 に記載の半導体チップの積層方法では、チップに貫通孔を形成し、その孔に金属製メッキを施し、この金属製メッキを施した孔に金属製 bumps を形成したチップを幾何学的にかしめて電氣的に接続しているが、半導体チップの素材は脆性材料のシリコンである。そのため、かしめに必要な加圧力が高い場合は、孔を形成したチップに割れが発生するおそれがあり、信頼性が低下するという課題がある。

【 0 0 1 6 】

本発明は上記実状に鑑み創案されたものであり、基板の浮き上がりと接続時の割れを抑制して、機械的および電氣的な接続信頼性を高めた超音波送受信素子とこれを備える超音波検査装置、スマートフォン、およびタブレットの提供を目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 7 】

前記課題を解決するため、第 1 の本発明の超音波探触子は、振動子と、前記振動子が設けられる基台と、前記振動子に接続される基台導線部と、前記基台導線部を介して前記振動子に信号を供給する bumps 電極部と、前記 bumps 電極部と嵌合するパッド部と、前記パッド部に前記 bumps 電極部に向かう力が印加されるように設けられる音響レンズとを有している。

【 0 0 1 8 】

第 2 の本発明の超音波探触子は、音響レンズと、振動子と、前記振動子が設けられる基台と、前記振動子に接続される基台導線部と、前記基台導線部を介して前記振動子に信号を供給する bumps 電極部と、前記 bumps 電極部が圧入されるパッド部とを有している。

40

【 0 0 1 9 】

第 3 の本発明の超音波探触子は、音響レンズと、振動子と、前記振動子が設けられる基台と、前記振動子に接続される基台導線部と、前記基台導線部を介して前記振動子に信号を供給する bumps 電極部と、前記 bumps 電極部と対向して接続されるパッド部と、前記パッド部または前記 bumps 電極部が設けられるフレキシブル基板とを有している。

【 0 0 2 0 】

第 4 の本発明の超音波検査装置は、超音波の送信機能と、被検体から反射した超音波の

50

受信機能と、前記受信機能からの受信信号を画像に変換する画像形成部と、前記画像を表示する表示部とを備え、第 1、第 2、または第 4 の何れか一つの本発明の前記超音波探触子を備えている。

【 0 0 2 1 】

第 5 の本発明のスマートフォンは、超音波の送信機能と、被検体から反射した超音波の受信機能と、前記受信機能からの受信信号を画像に変換する画像形成部と、前記画像を表示する表示部とを備え、第 1、第 2、または第 4 の何れか一つの前記超音波探触子を備えている。

【 0 0 2 2 】

第 6 の本発明のタブレットは、超音波の送信機能と、被検体から反射した超音波の受信機能と、前記受信機能からの受信信号を画像に変換する画像形成部と、前記画像を表示する表示部とを備え、第 1、第 2、または第 4 の何れか一つの前記超音波探触子を備えている

10

【 発明の効果 】

【 0 0 2 3 】

本発明によれば、基板の浮き上がりと接続時の割れを抑制して、機械的および電気的な接続信頼性を高めた超音波送受信素子とこれを備える超音波検査装置、スマートフォン、およびタブレットを提供できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 4 】

20

【 図 1 】本発明に係る実施形態の超音波探触子と超音波検査装置の使用状態を示す模式的な外観図。

【 図 2 】実施形態の超音波探触子と超音波検査装置の構成を示すブロック図。

【 図 3 】超音波探触子の概略構成を示す分解斜視図。

【 図 4 】第 1 実施形態の図 3 で示す超音波探触子の I - I の部分断面を示す概略図。

【 図 5 A 】第 1 実施形態の他例における音響レンズを接着するときの状態を示す要部断面図。

【 図 5 B 】第 1 実施形態の他例における加圧治具で荷重を印加した状態を示す断面図。

【 図 5 C 】第 1 実施形態の他例における音響レンズ搭載状況の一例を示す図。

【 図 6 A 】第 2 実施形態の音響レンズの搭載状況を示す図 3 の I - I の部分断面相当概略図。

30

【 図 6 B 】音響レンズを C M U T チップとフレキシブル基板の一体品に接着固定した状態を示す図。

【 図 7 A 】第 3 実施形態の音響レンズの構造を示す概略断面図。

【 図 7 B 】音響レンズの内面を下方から見た図。

【 図 8 A 】第 4 実施形態におけるフレキシブル基板の搭載状況を示す概略図。

【 図 8 B 】第 4 実施形態におけるフレキシブル基板の搭載状況を示す概略図。

【 図 9 A 】第 5 実施形態の C M U T チップの接続部とフレキシブル基板の孔付きパッドを嵌合する前の断面図。

【 図 9 B 】第 5 実施形態のフレキシブル基板の孔付きパッドと C M U T チップのバンプが嵌合した断面図。

40

【 図 9 C 】第 5 実施形態のバンプの外径が孔付きパッドの内径よりもかなり大きい場合を示す断面図。

【 図 1 0 A 】第 5 実施形態のフレキシブル基板の孔付きパッドの形状を示す概略図。

【 図 1 0 B 】第 5 実施形態のフレキシブル基板の孔付きパッドの形状を示す概略図。

【 図 1 0 C 】第 5 実施形態のフレキシブル基板の孔付きパッドの形状を示す概略図。

【 図 1 1 】第 6 実施形態におけるフレキシブル基板の孔付きパッド近傍部の拡大図。

【 図 1 2 】第 7 実施形態におけるフレキシブル基板のバンプ電極と C M U T チップのパッドの形状を示す一部拡大断面図。

【 図 1 3 A 】第 8 実施形態の C M U T チップの上面図の一例を示す図。

50

【図 1 3 B】第 8 実施形態のフレキシブル基板を加えた図 1 3 A の III - III 断面の一例を示す図。

【図 1 4】第 9 実施形態における超音波探触子をスマートフォンに接続して被検体の超音波検査を行う構成の外観模式図。

【図 1 5】第 1 0 実施形態の超音波探触子をタブレット端末に接続して被検体の超音波検査を行う構成の外観図。

【図 1 6 A】第 1 1 実施形態のフレキシブル基板に形成した孔付きパッドを形成するための工程を示す断面図。

【図 1 6 B】第 1 1 実施形態のフレキシブル基板に形成した孔付きパッドを形成するための工程を示す断面図。

【図 1 6 C】第 1 1 実施形態のフレキシブル基板に形成した孔付きパッドを形成するための工程を示す断面図。

【図 1 6 D】第 1 1 実施形態のフレキシブル基板に形成した孔付きパッドを形成するための工程を示す断面図。

【図 1 6 E】第 1 1 実施形態のフレキシブル基板に形成した孔付きパッドを形成するための工程を示す断面図。

【図 1 6 F】第 1 1 実施形態のフレキシブル基板に形成した孔付きパッドを形成するための工程を示す断面図。

【図 1 7 A】第 1 2 実施形態の図 1 1 に示した孔付きパッドの形成工程を示す図。

【図 1 7 B】第 1 2 実施形態の図 1 1 に示した孔付きパッドの形成工程を示す図。

【図 1 7 C】第 1 2 実施形態の図 1 1 に示した孔付きパッドの形成工程を示す図。

【図 1 7 D】第 1 2 実施形態の図 1 1 に示した孔付きパッドの形成工程を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、本発明の実施形態について、適宜図面を参照しながら詳細に説明する。

本発明は、超音波送受信素子とそれを用いた計測装置に係り、特に検査画像を撮像する超音波探触子およびそれを用いた超音波検査装置に関する。

図 1 に、本発明を具体的に適用した例を示す。

【0026】

図 1 は、本発明の実施形態に係る超音波探触子 1 と超音波検査装置 8 の使用状態を示す模式的な外観図である。図 1 には、超音波探触子 1 で被検体 9 を超音波検査している様子を示している。

実施形態の超音波探触子 1 は、超音波検査するための制御、解析を行う超音波検査装置 8 に接続されている。

【0027】

超音波検査に際して、オペレータ（図示せず）は、まず、コントロールパネル 8 1 によって、被検体 9 に関する検査条件を入力する。そして、オペレータは、把持した超音波探触子 1 を被検体 9 の被検査対象近辺の体表面を走査して検査を行う。

【0028】

超音波探触子 1 は、ケーブル c 等を介して超音波検査装置 8 に電氣的に接続されている。超音波探触子 1 は、超音波検査装置 8 からの制御信号を受信し、超音波信号を被検体 9 に送信する。この際、被検体 9 からエコーとして反射された超音波信号を超音波探触子 1 が受信する。受信した超音波信号（受信信号）は、超音波探触子 1 により超音波検査装置 8 に送信される。受信した超音波信号は、超音波検査装置 8 によって超音波画像に変換されて、表示部 8 5 に表示される。

【0029】

こうして、オペレータは被検体 9 の内部を可視化して検査することができる。

【0030】

図 2 は、実施形態の超音波探触子 1 と超音波検査装置 8 の構成を示すブロック図である。

。

10

20

30

40

50

超音波検査装置 8 は、超音波探触子 1 が被検体 9 の内部に超音波を送信して得られたエコー信号を用いて、被検査対象の検査部位の 2 次元超音波画像、3 次元超音波画像或いは各種ドブラ画像等を作成して表示する。

【0031】

そこで、超音波検査装置 8 は、超音波送受信部 8 2、超音波画像形成部 8 3、制御部 8 4、表示部 8 5、およびコントロールパネル 8 1 を備えて構成されている。

超音波送受信部 8 2 には、超音波探触子 1 が電氣的に接続されている。超音波送受信部 8 2 は超音波探触子 1 に制御信号を送信するとともに、超音波探触子 1 からエコーによる電気信号を受信する。

【0032】

超音波探触子 1 は、被検体 9 に超音波を送信して反射したエコーを受信する役割をもつ。

超音波探触子 1 には、CMUT チップ 2 (図 3、図 4 参照) が搭載されている。CMUT チップ 2 とは、半導体製造技術と MEMS (Micro Electro Mechanical System) 技術とを適用して、薄膜の積層により作製された超音波送受信デバイスである。

【0033】

超音波送受信部 8 2 は、被検体 9 に送信する超音波信号を超音波探触子 1 で発生するためのパルス状の電気信号を発生する。超音波送受信部 8 2 は、発生させた電気信号を超音波探触子 1 に送信する超音波パルス発生部 8 2 1 と、超音波探触子 1 で受診したエコー信号を電気信号に変換する変換部 8 2 2 とを備えている。超音波送受信部 8 2 は、例えば市販されている任意の超音波送受信機等であってもよい。

【0034】

超音波画像形成部 8 3 は、エコー信号から変換された電気信号から 2 次元超音波画像、3 次元超音波画像あるいは各種ドブラ画像等を形成する。超音波画像形成部 8 3 は、具体的には例えば CPU (Central Processing Unit)、マイクロコンピュータ等により構成されている。

【0035】

表示部 8 5 は、超音波画像形成部 8 3 で形成された超音波画像を表示する。また、表示部 8 5 には、コントロールパネル 8 1 によって入力された情報や、その他検査に必要な情報等も併せて表示される。表示部 8 5 は、具体的には例えば LCD (Liquid Crystal Display) やモニタ装置等により構成されている。

【0036】

制御部 8 4 は、コントロールパネル 8 1 で入力される制御情報に基づいて各手段 (1、8 1、8 2、8 3、8 5 等) を制御する。制御部 8 4 は、具体的には例えば CPU、マイクロコンピュータ等により構成されている。

コントロールパネル 8 1 は、オペレータが被検体 9 に対して所望の検査を行えるように、任意の情報がオペレータによって入力される。そして、コントロールパネル 8 1 に入力された情報に基づいて、制御部 8 4 が各手段 (1、8 1、8 2、8 3、8 5 等) を制御する。コントロールパネル 8 1 は、具体的には、例えば押しボタン、静電容量の変化を感知するタッチパネル等により構成されている。

【0037】

図 3 は、超音波探触子 1 の概略構成を示す分解斜視図である。

超音波探触子 1 は、支持材のバッキング材 3 の一面に CMUT チップ 2 を備えている。CMUT チップ 2 の表面には、CMUT チップ 2 から発生した超音波を被検体 9 (図 1 参照) 方向にフォーカスするためのシリコンゴム製の音響レンズ 6 を備えている。

【0038】

CMUT チップ 2 は、音響レンズ 6 を経て、被検体 9 に対して超音波を送受信する。つまり、CMUT チップ 2 は、音響レンズ 6 を介して被検体 9 の被検査対象に超音波を照射する。そして、CMUT チップ 2 は、被検体 9 の被検査対象から反射された超音波を受信する。

10

20

30

40

50

## 【0039】

C M U Tチップ2は、コネクタ91a、91b、91c、91dに接続される導線部材の配線を有するフレキシブル基板4a、4b、4c、4dと電氣的に接続されている。コネクタ91a、91b、91c、91dは回路基板97a、97bと接続されている。なお、図示していないがコネクタ91c、91dに相対する図3の背面位置にもコネクタがある。これにより、C M U Tチップ2、フレキシブル基板4a、4b、4c、4d、および回路基板97a、97bが接続されている。

## 【0040】

そして、回路基板97aに配置された接続端子98は、超音波検査装置8（図2参照）とケーブルcを介して接続されている。

10

C M U Tチップ2には、超音波を発信および受信する素子部5が形成されている。

## 【0041】

以上から、超音波検査装置8（図2参照）は、C M U Tチップ2に電気信号を与えて素子部5のダイヤフラム（図示せず）を振動させるとともに、被検体9からの受波による信号を画像化させる装置である。ここでのダイヤフラムとは、静電気力の作用に応じて変位を生じる膜である。

## 【0042】

<<第1実施形態>>

図4は、第1実施形態の図3で示す超音波探触子1のI-Iの部分断面を示す概略図である。

20

支持材のバックグ材3の上面に接着フィルム701を介してC M U Tチップ2が接着固定されている。C M U Tチップ2はシリコン板201を基台として表面に超音波を送受信する素子部5が一体に形成されている。

## 【0043】

C M U Tチップ2の素子部5の外側に電氣的接続用のパッド21a、21bが形成されている。図示しないが素子部5に形成されているダイヤフラム様（変位を生じる膜）のメンブレン電極とそのメンブレン電極に空間を介して対向する固定電極とが、パッド21a、21bに導電材料で配線されて接続されている。パッド21a、21b上には、それぞれ凸状の bumps 22a、22bが形成され、パッド21a、21bとともに bumps 電極を構成している。

30

## 【0044】

C M U Tチップ2の bumps 電極（21a、22aと21b、22b）にそれぞれ対応してフレキシブル基板4a、4bには、それぞれ孔付きパッド41a、41bが形成されている。フレキシブル基板4a、4bの各孔付きパッド41a、41bは、それぞれ bumps 22a、22bと嵌合され、電氣的および機械的に接続されている。図示しないが、フレキシブル基板4a、4bに形成された導電材料からなる配線と孔付きパッド41a、41bは接続されている。

## 【0045】

本構成により、素子部5から送受信される信号は、C M U Tチップ2に形成された導電材料、C M U Tチップ2のパッド21a、21bおよび bumps 22a、22b、フレキシブル基板4a、4bの孔付きパッド41a、41b、フレキシブル基板4a～4dに形成された導電材料を通して回路基板97a、97b（図3参照）に伝送される。

40

ここで、素子部5を詳細に説明する。

## 【0046】

素子部5は、複数のダイヤフラム（ダイヤフラム様のメンブレン電極）がアレイ状に隣接して配置され、ユニットが形成される。ユニットがさらに複数配列されて素子部5が構成されている。幾つかのユニットを合わせて電極を接続し、ひとつのチャンネルとしている。

## 【0047】

図4に示すように、C M U Tチップ2とフレキシブル基板4a、4bをバックグ材3

50

に搭載した組み立て品（アッセンブリ）の上部に音響レンズ6が接着剤7で接着固定されている。接着剤7は、音響レンズ6と音響インピーダンスが同等で、かつダイヤフラム様のメンブレン電極の振動を妨げない程度の硬さを有するシリコン系樹脂が良い。接着剤7の厚みは超音波の伝達特性の影響を考慮して50 μm以下が良いが、さらに望ましくは20 μm以下が良い。

【0048】

図5A～図5Cは、第1実施形態の他例における音響レンズ搭載状況の一例を示す図である。

【0049】

図5Aは音響レンズ6を接着するときの状態を示す要部断面図である。

音響レンズ6は、中央部に曲面部6cを有し、曲面部6cの周囲に腕部64a、64bを有している。腕部64a、64bはフレキシブル基板435a、435bをそれぞれ外側から覆う。

【0050】

音響レンズ6の設置は下記のように行われる。

パッキング材3の下に台座922を設置する。素子部5を有するCMUTチップ2に接着剤7を塗布した後に、音響レンズ6を載せてその上加圧治具921を設置する。そして、加圧治具921の上方からプレス機等で荷重100を印加する。

【0051】

図5Bは、加圧治具921で荷重100を印加した状態を示す断面図である。

加圧治具921で上から音響レンズ6に荷重100を印加した場合、音響レンズ6の腕部64a、64bが加圧治具921に押されて圧縮され、圧縮変形した圧縮変形部93a、93bが発生する。すなわち、図5Aに示した腕部64a、64bの厚みT1がT2へと薄くなる。

【0052】

図5Cは、荷重100を除去して加圧治具921を外した状態を示している。

圧縮変形部93a、93bには、加圧治具921が外されたため、元に戻ろうとする復元力101a、101bが発生する。音響レンズ6の内面は、接着剤7で固定されているため拘束部102a、102b、102cで拘束されている。腕部64a、64bに生じる復元力101a、101bの内部応力の一部は、フレキシブル基板435a、435bをCMUTチップ2に押し付ける力として働く。

【0053】

押し付ける力は、CMUTチップ2のパッド電極（21a、22aと21b、22b）とフレキシブル基板4a、4bの孔付きパッド41a、41bとの嵌合部を強化する作用となる。これにより、フレキシブル基板435a、435bのCMUTチップ2からの浮き上がりが防止され、CMUTチップ2とフレキシブル基板435a、435bとの電気的および機械的な接合信頼性が向上する。

【0054】

一方、音響レンズ6の腕部64a、64bがCMUTチップ2のバンプ22a、22bとフレキシブル基板435a、435bの孔付きパッド41a、41bとの接続部を押圧する。この押圧により、フレキシブル基板435a、435bのCMUTチップ2からの浮き上がりを防止する作用効果を奏する。

【0055】

そのため、フレキシブル基板435a、435bの孔付きパッド41a、41bの代わりに、孔の無い平坦なパッドでも、フレキシブル基板435a、435bの押圧効果が発生し、フレキシブル基板435a、435bのCMUTチップ2からの浮き上がりを防止できる。

【0056】

上記構成によれば、半導体センサチップ、特にCMUTチップ2を外部の回路等に接続するための方法、すなわち、CMUTチップ2のパッド21a、21bとフレキシブル配

10

20

30

40

50

線基板 4 a、4 b のパッド 2 1 a、2 1 b ( 2 2 a、2 2 b ) との接続部において、フレキシブル基板 4 3 5 a、4 3 5 b の浮き上がりを抑制できる。

【 0 0 5 7 】

さらに、フレキシブル配線基板 4 3 5 a、4 3 5 b が使用されるので、CMUTチップ 2 のパッド 2 1 a、2 1 b とフレキシブル配線基板 4 3 5 a、4 3 5 b のパッド 2 1 a、2 1 b ( 2 2 a、2 2 b ) との接続時の割れを防止して、機械的および電氣的な接続信頼性を高めたセンサデバイス ( 超音波探触子 1 ) を提供できる。また、超音波探触子 1 を用いた計測装置、特に、超音波検査装置 8 を提供できる。

【 0 0 5 8 】

<< 第 2 実施形態 >>

図 6 A は、第 2 実施形態の音響レンズ 6 1 の搭載状況を示す図 3 の I - I の部分断面相当概略図である。

第 2 実施形態は、音響レンズ 6 1 に力を加えることなく、音響レンズ 6 1 の形状により CMUTチップ 2 とフレキシブル基板 4 9 1 a、4 9 1 b との接続を強化したものである。

【 0 0 5 9 】

第 2 実施形態の音響レンズ 6 1 は、フレキシブル基板 4 9 1 a、4 9 1 b の側面を覆う形状の腕部 6 2 a と杵部 6 3 a および腕部 6 2 b と杵部 6 3 b を有している。

第 2 実施形態では、音響レンズ 6 1 の腕部 6 2 a、6 2 b を予め CMUTチップ 2 の接着面の方向に傾けた形状に成型しておく。そのため、腕部 6 2 a、6 2 b にそれぞれ連続する杵部 6 3 a、6 3 b も、音響レンズ 6 1 の内面 6 1 n の側の方向に傾いている。すなわち、杵部 6 3 a と杵部 6 3 b との間隔 s 1 がフレキシブル基板 4 9 1 a の側面とフレキシブル基板 4 9 1 b の側面との間隔 s 2 よりも狭くなっている。

【 0 0 6 0 】

これに代替して、杵部 6 3 a、6 3 b とフレキシブル基板 4 9 1 a、4 9 1 b の側面との幅関係が同様であれば、杵部 6 3 a、6 3 b を音響レンズ 6 1 の内面 6 1 n 方向に傾けた形状に成型しても良い。また、腕部 6 2 a、6 2 b の傾斜した形状の成型や、杵部 6 3 a、6 3 b の傾斜した形状の成型は、傾斜に代わって外面に対して凸形状に湾曲させた形状、つまり凸形状に曲率をもつ形状で成型してもよい。

【 0 0 6 1 】

図 6 B は、音響レンズ 6 1 を CMUTチップ 2 とフレキシブル基板 4 9 1 a、4 9 1 b の一体品に接着固定した状態を示している。

音響レンズ 6 1 は、上述の構成により、フレキシブル基板 4 9 1 a、4 9 1 b を各々内側に押すような復元力 1 0 4 a、1 0 4 b を発生する。復元力 1 0 4 a、1 0 4 b により、フレキシブル基板 4 9 1 a、4 9 1 b を CMUTチップ 2 の側に押し付ける押圧力 1 0 5 a、1 0 5 b が発生する。したがって、CMUTチップ 2 のパンプ 2 2 a、2 2 b とフレキシブル基板 4 9 1 a、4 9 1 b の孔付きパッド 4 1 a、4 1 b との接合部が外れにくくなり、フレキシブル基板 4 9 1 a、4 9 1 b の CMUTチップ 2 からの浮き上がりが抑制される。

【 0 0 6 2 】

そのため、超音波探触子 1 ( 図 1、図 3 参照 ) の電氣的および機械的な接合信頼性が向上する。

【 0 0 6 3 】

<< 第 3 実施形態 >>

図 7 A は、第 3 実施形態の音響レンズ 6 1 0 の構造を示す概略断面図である。図 7 B は音響レンズ 6 1 0 の内面を下方から見た図である。

第 3 実施形態の音響レンズ 6 1 0 は、弾性板 6 4 a、6 4 b を用いて、CMUTチップ 2 のパンプ 2 2 a、2 2 b とフレキシブル基板 4 9 1 a、4 9 1 b の孔付きパッド 4 1 a、4 1 b との嵌合を強固にしたものである。

【 0 0 6 4 】

第3実施形態では、音響レンズ610の腕部62aおよび杵部63aの内側に弾性板64aが設けられ、腕部62bおよび杵部63bの内側に弾性板64bが設けられる。弾性板64a、64bは、CMUTチップ2との接着側に傾斜させた形状をもつ。

【0065】

前述のように、音響レンズ610をCMUTチップ2とフレキシブル基板491a、491bの組み立て体（アッセンブリ）に接着固定したときに、弾性板64a、64bの復元力 $f_1$ 、 $f_2$ でフレキシブル基板491a、491bをCMUTチップ2に押し付ける。

【0066】

これにより、CMUTチップ2のバンプ22a、22bとフレキシブル基板491a、491bの孔付きパッド41a、41bとの嵌合が強固にできる。そのため、超音波探触子1（図1、図3参照）の電氣的接続信頼性が向上する。

10

【0067】

なお、弾性板64a、64bは、音響レンズ610の接着後に復元力が発生するならば、湾曲させた形状や一部に曲率をもつ形状でも良い。

【0068】

図7Bでは、弾性板641が一体品の場合を示している。しかし、弾性板641は一体品でなく分割品でも良い。

弾性板64a、64b、641は、音響レンズ610を成型するときに、音響レンズ610と一体となるように成型（インサート成型）することができる。また、弾性板64a、64b、641と音響レンズ610を別部材として製作し、接着により一体にすることができる。或いは、弾性板64a、64b、641をCMUTチップ2とフレキシブル基板491a、491bの組み立て体（アッセンブリ）に貼り付けて、フレキシブル基板491a、491bの押し付け力を発生させた後に、音響レンズ610を搭載する組み立て方法もある。なお、弾性板64a、64b、641の材質は鉄合金や銅合金、ステンレスなど弾性変形する材料である。

20

【0069】

弾性板64a、64b、641は、Crなどのデポジション膜でも良く、高い内部応力によって、フレキシブル基板491a、491bへの押し付け力を発生させることができる。

30

上記構成により、フレキシブル基板491a、491bのCMUTチップ2からの浮き上がりを防止できる。そのため、超音波探触子1（図1、図3参照）の電氣的および機械的な接合信頼性が向上する。

【0070】

<< 第4実施形態 >>

図8A、図8Bは、第4実施形態におけるフレキシブル基板42a、42bの搭載状況を示す概略図である。

【0071】

図8Aに示すように、第4実施形態のフレキシブル基板42a、42bの孔付きパッド部41a、41bは、CMUTチップ2のバンプ22a、22bの方向に90度よりも鋭角で折り曲げられている。

40

加圧治具923で荷重106をフレキシブル基板42a、42bに印加し（図8Aの矢印11）、フレキシブル基板42a、42bの孔付きパッド41a、41bをバンプ22a、22bに嵌合させる。この際、固定治具95a、95bでフレキシブル基板42a、42bが移動しないように抑えている（図8Aの矢印12）。

【0072】

固定治具95a、95bを除去すると、図8Bに示すように、フレキシブル基板42a、42bの図8Aの状態に戻ろうとする復元力107a、107bが働く。復元力107a、107bにより、孔付きパッド41a、41bがCMUTチップ2のバンプ22a、22bに押し付けられる押圧力108a、108bが発生する。それによって、フレキシブ

50

ル基板 4 2 a、4 2 b の C M U T チップ 2 からの浮き上がりが抑制され、フレキシブル基板 4 2 a、4 2 b の孔付きパッド 4 1 a、4 1 b と C M U T チップ 2 のバンブ 2 2 a、2 2 b との接続が強化される。

【 0 0 7 3 】

従って、C M U T チップ 2 とフレキシブル基板 4 2 a、4 2 b との電気的および機械的な接合信頼性が向上する。

【 0 0 7 4 】

< < 第 5 実施形態 > >

図 9 A ~ 図 9 C は、第 5 実施形態の第 1 から第 4 の実施形態における C M U T チップ 2 のバンブ 2 4 とフレキシブル基板 4 3 の孔付きパッド 4 4 との接続状況を示す拡大図である。

10

第 5 実施形態は、C M U T チップ 2 のバンブ 2 4 をフレキシブル基板 4 3 の孔付きパッド 4 4 に嵌入または圧入する構成である。

【 0 0 7 5 】

図 9 A は、第 5 実施形態の C M U T チップ 2 の接続部のバンブ 2 4 とフレキシブル基板 4 3 の孔付きパッド 4 4 を嵌合する前の断面図を示している。

C M U T チップ 2 には、素子部 5 ( 図 3 参照 ) とパッド 2 3 とを接続する導線部材の内部配線 2 5 が形成されている。C M U T チップ 2 のパッド 2 3 の上にバンブ 2 4 が形成され、バンブ 2 4 は内部配線 2 5 を介して所定の各素子 ( メンブレン電極 ) ( 図示せず ) と接続されている。

20

【 0 0 7 6 】

一方、C M U T チップ 2 が電気的に接続されるフレキシブル基板 4 3 には、孔付きパッド 4 4 が形成されており、孔付きパッド 4 4 には配線 4 5 が接続されている。配線 4 5 は、フレキシブル基板 4 3 のコネクタを介して回路基板 9 7 a、9 7 b に接続されている ( 図 3 参照 ) 。フレキシブル基板 4 3 の裏面にはシールド配線 4 6 が形成されている。C M U T チップ 2 のバンブ 2 4 の外径の最大部  $D b$  は、フレキシブル基板 4 3 の孔付きパッドの内径  $D f$  よりも大きく ( $D b > D f$ )、バンブ 2 4 との嵌合時にそれぞれの側面が摺動する程度の寸法が好ましい。

【 0 0 7 7 】

図 9 B は、第 5 実施形態のフレキシブル基板 4 3 の孔付きパッド 4 4 と C M U T チップ 2 のバンブ 2 4 1 が嵌合した断面図を示している。

30

フレキシブル基板 4 3 の孔付きパッド 4 4 は、C M U T チップ 2 のバンブ 2 4 1 よりも径が小さく形成されている。

【 0 0 7 8 】

そのため、C M U T チップ 2 のバンブ 2 4 1 は、フレキシブル基板 4 3 の孔付きパッド 4 4 に圧入され、塑性変形している。この際、C M U T チップ 2 のバンブ 2 4 1 の外周とフレキシブル基板 4 3 の孔付きパッド 4 4 の内周が摺動面 2 7 で摺動する。

【 0 0 7 9 】

摺動により、バンブ 2 4 1 や、孔付きパッド 4 4 の表面酸化膜が削り取られて、バンブ 2 4 1 と孔付きパッド 4 4 との十分な電気的接続が得られ、されに機械的強度も増す。

40

従って、C M U T チップ 2 のバンブ 2 4 1 とフレキシブル基板 4 3 の孔付きパッド 4 4 との接続信頼性が向上する。

【 0 0 8 0 】

図 9 A、図 9 B に示すように、バンブ 2 4 ( 2 4 1 ) と孔付きパッド 4 4 とが圧入されて嵌合するため、ワイヤボンディングや半田を用いた接続のように加熱する必要がない。そのため、バッキング材や接着シート等必要部材の耐熱温度が低くても適用可能であり、材料選択においては、超音波の音響特性に好ましい材料を選定できる。

【 0 0 8 1 】

フレキシブル基板 4 3 の配線 4 5 は、孔付きパッド 4 4 とメッキ等で同時に形成することができる。

50

## 【 0 0 8 2 】

図 9 C は、第 5 実施形態の bumps 2 4 2 の外径 D が、孔付きパッド 4 4 の内径よりかなり大きい場合を示している。

フレキシブル基板 4 3 は、ポリイミド等の樹脂であるため、フレキシブル基板 4 3 に形成される孔付きパッド 4 4 の孔が押し広げられても弾性変形する。そのため、フレキシブル基板 4 3 に割れやクラックなどが発生せず、CMUT チップ 2 の bumps 2 4 2 とフレキシブル基板 4 3 の孔付きパッド 4 4 との電気的および機械的な接合信頼性が向上する。

## 【 0 0 8 3 】

上記第 1 ~ 第 5 実施形態に反して、孔付きパッド 4 4 が形成される基材が半導体のシリコン等の脆性材料の場合は、孔付きパッド 4 4 の孔が押し広げられることによって、クラックが発生することがある。

これに対して、第 1 ~ 第 5 実施形態の CMUT チップ 2、バンキング材 3、フレキシブル基板 4 a ~ 4 3 からなる組み立て体 ( 図 3 ~ 図 6 B、図 8 A ~ 図 9 B 参照 ) において、環境温度が変化した場合、CMUT チップ 2 の基材であるシリコンの熱膨張率 ( 約 2 . 6 ppm / ) とフレキシブル基板 4 a ~ 4 3 の熱膨張率 ( 約 1 0 ~ 3 0 ppm / ) が異なっているため、熱応力が発生する。

## 【 0 0 8 4 】

しかし、フレキシブル基板 4 a ~ 4 3 のヤング率は約 3 ~ 1 0 GPa と、CMUT チップ 2 の基材のシリコンのヤング率 ( 約 1 9 0 GPa ) よりかなり小さく柔軟に変形し易い。そのため、CMUT チップ 2 の bumps 2 2 a、2 2 b、2 4 と、フレキシブル基板 4 a ~ 4 3 の孔付きパッド 4 1 a、4 1 b、4 4 との嵌合部を引き剥がすほどの力は発生しない。そのため、フレキシブル基板 4 a ~ 4 3 の CMUT チップ 2 からの浮き上がりを防止して、CMUT チップ 2 の bumps 2 2 a、2 2 b、2 4 とフレキシブル基板 4 a ~ 4 3 の孔付きパッド 4 1 a、4 1 b、4 4 との電気的および機械的な接合信頼性が向上する。

## 【 0 0 8 5 】

図 9 A ~ 図 9 C で示すように、bumps 2 4 ( 2 4 1、2 4 2 ) と孔付きパッド 4 4 を圧入して嵌合させる工程において、バンキング材 3 や接着剤シート、接着剤 7 ( 図 4 ~ 図 5 C ) などの構成材料の耐熱温度以下で加熱することも、嵌合時の CMUT チップ 2 の bumps 2 4 の変形やフレキシブル基板 4 3 の孔付きパッド 4 4 の変形が容易となる。

## 【 0 0 8 6 】

従って、CMUT チップ 2 の bumps 2 4 とフレキシブル基板 4 3 の孔付きパッド 4 4 との電気的および機械的な接合が良好となる。また、bumps 2 4 と孔付きパッド 4 4 を嵌合させるときに超音波を印加することにより、摺動面が接合し易くなる。

## 【 0 0 8 7 】

図 9 A において、bumps 2 4 の径 D b が、例えば 1 0 0 μm の場合、bumps 2 4 の高さ D h は、その 0 . 5 ~ 2 倍となる 5 0 μm ~ 2 0 0 μm が好ましい。フレキシブル基板 4 4 の厚み t 1 は、素子部 5 ( 図 3、図 4 参照 ) の超音波送受信面からのせり出しが少ない方が、音響レンズ 6 の厚みを薄くできるため好ましい。例えば、フレキシブル基板 4 4 の厚みを 1 5 μm とした場合、前記の bumps 2 4 の径 D b と高さ D h の関係から bumps 高さは 1 5 μm、bumps 径は 7 . 5 ~ 3 0 μm となるように設定すれば良い。

## 【 0 0 8 8 】

さらに、フレキシブル基板 4 3 と CMUT チップ 2 との隙間にアンダーフィルのような樹脂材料を充填しても良い。その場合は、充填した樹脂材料が素子部 5 へぬれ広がらないようにする。

## 【 0 0 8 9 】

図 1 0 A ~ 図 1 0 C は、第 5 実施形態のフレキシブル基板 4 3 0 1 ~ 4 3 0 3 の孔付きパッド 4 3 4 ~ 4 3 6 の形状を示す概略図である。

## 【 0 0 9 0 】

図 1 0 A ~ 図 1 0 C には、一例として、2 個の孔付きパッド 4 3 4 ~ 4 3 6 を示している。

10

20

30

40

50

## 【0091】

図10Aは、第5実施形態のフレキシブル基板4301の孔付きパッド434の孔437が円形の場合である。孔437はレーザードリル等で形成する。

## 【0092】

図10Bは、第5実施形態のフレキシブル基板4302の孔付きパッド435の孔438が長丸孔の場合である。孔438に嵌入されるCMUTチップ2のバンプ22aを二点鎖線で示す。

孔付きパッド435の孔438においてもレーザードリルで形成できる。

## 【0093】

フレキシブル基板4302の孔付きパッド435の孔438が長丸孔なので、その長手方向にCMUTチップ2のバンプ22aがずれても圧入できる。なお、孔438は長丸孔以外の長孔でもよい。

## 【0094】

図10Cは、第5実施形態のフレキシブル基板4303の孔付きパッド436の孔439が複数の円弧e1～e4から形成されている異型の場合である。CMUTチップ2のバンプ22aを二点鎖線で示す。

孔439は、例えばレーザースポットを4箇所重ね合わせて形成できる。

## 【0095】

孔付きパッド436の孔439が複数の円弧e1～e4から形成されているので、二方向にCMUTチップ2のバンプ22aが多少ずれても圧入できる。

## 【0096】

図10Bと図10Cに示した孔438、439の形状の場合、CMUTチップ2のバンプ22aを圧入して嵌合した後もバンプ22aと孔438、439とに隙間ができる。そのため、バンプ22aが挿入された孔438、439の内部が閉塞せず、結露が抑制される効果がある。

また、バンプ22aと孔438、439の嵌合部に樹脂等を充填する場合も、バンプ22aと孔438、439との間に隙間(図10B、図10C参照)を設けておけば、樹脂が孔438、439の内部に侵入して、より強固な固定が可能となる。

## 【0097】

<<第6実施形態>>

図11は、第6実施形態におけるフレキシブル基板431の孔付きパッド441近傍部の拡大図である。

第6実施形態は、フレキシブル基板431の表面に、孔付きパッド441が形成されており、フレキシブル基板431には孔がないことが特徴である。

## 【0098】

孔付きパッド441には配線451が接続されている。フレキシブル基板431の裏面には、絶縁を担うシールド461が形成されている。

フレキシブル基板431に孔を開ける工程が省略できるため、製造コストが低減される。ただし、孔付きパッド441の厚みt2の分、フレキシブル基板431の嵌合部の厚みは増加する。

## 【0099】

<<第7実施形態>>

図12は、第7実施形態におけるフレキシブル基板432のバンプ48電極とCMUTチップ2のパッド26の形状を示す一部拡大断面図である。

第7実施形態は、バンプ48をフレキシブル基板432のパッド47に形成し、CMUTチップ2のパッドに孔付きパッド26を形成した構成である。

## 【0100】

フレキシブル基板432のバンプ48とCMUTチップ2の孔付きパッド26との嵌合状態に関しては、図9A～図9Cで説明した構成を適用でき、作用効果も同様である。

## 【0101】

10

20

30

40

50

## &lt;&lt; 第 8 実施形態 &gt;&gt;

図 1 3 A、図 1 3 B は、第 8 実施形態におけるダミー電極を配置した C M U T チップ 2 である。図 1 3 A は第 8 実施形態の C M U T チップ 2 の上面図の一例を示し、図 1 3 B は第 8 実施形態のフレキシブル基板 4 3 3 (二点鎖線で示す)を加えた図 1 3 A の III - III 断面の一例を示す。

## 【 0 1 0 2 】

第 8 実施形態の C M U T チップ 2 は、ダミー電極を配置し、C M U T チップ 2 とフレキシブル基板 4 3 3 (二点鎖線で示す)との結合を強化したものである。

## 【 0 1 0 3 】

図 1 3 A の C M U T チップ 2 における複数のダイヤフラムアレイ (図示せず) (メンブレン電極と固定電極との列)から構成される素子 5 1 には、内部配線 2 5 1、2 5 2 が接続されている。C M U T チップ 2 のパッド 2 3 1 には、バンプ 2 4 2 が形成され、素子 5 1 と内部配線 2 5 1、2 5 2 で接続されている。C M U T チップ 2 のダミーパッド 2 9 1 には、ダミーバンプ 2 8 が形成されている。

10

## 【 0 1 0 4 】

図 1 3 A の III - III 断面図の図 1 3 B に示すように、素子 5 1 と接続されるパッド 2 3 2 には内部配線 2 5 1 が接続されている。ダミーパッド 2 9 1 には、内部配線が接続されていない。ダミーバンプ 2 8 1 による接続によって、C M U T チップ 2 とフレキシブル基板 4 3 3 の孔付きパッド 4 4 2 との嵌合箇所が増え、接続の機械的強度が増す。これによって、フレキシブル基板 4 3 3 と C M U T チップ 2 との機械的な接続信頼性を向上できる。

20

## 【 0 1 0 5 】

## &lt;&lt; 第 9 実施形態 &gt;&gt;

図 1 4 は、第 9 実施形態における超音波探触子 1 をスマートフォン 1 0 0 1 に接続して被検体 9 の超音波検査を行う構成の外観模式図を示している。

第 9 実施形態は、超音波探触子 1 をスマートフォン 1 0 0 1 に接続した構成である。

## 【 0 1 0 6 】

第 9 実施形態のスマートフォン 1 0 0 1 には、外部接続コネクタ (図示せず)に接続するためのコネクタ 1 0 0 3 が取り付けられている。コネクタ 1 0 0 3 には、超音波探触子 1 に接続されているケーブル 1 0 0 4 の先端が接続される。

30

## 【 0 1 0 7 】

スマートフォン 1 0 0 1 には、超音波探触子 1 から超音波を送信および受信する機能 (送信機能、受信機能)、および超音波探触子 1 で受信した信号を画像に変換し表示する機能 (画像形成部)等を有するアプリケーションソフトウェアがインストールされている。アプリケーションソフトウェアにて、超音波送受信モードを適正に調整し、スマートフォン 1 0 0 1 の画面 1 0 0 1 a で超音波画像を表示させる。

## 【 0 1 0 8 】

また、スマートフォン 1 0 0 1 は、無線または有線の通信を用いて、取得した画像情報を医療検査系クラウドサーバ等に送り、機械学習等の人工知能を用いて、正確な検査や診断をすることが可能である。また、検査等により疾患の所見が得られた場合には、人工知能から治療方法や有効な投薬等の情報を引き出すことができる。

40

## 【 0 1 0 9 】

## &lt;&lt; 第 1 0 実施形態 &gt;&gt;

図 1 5 は、第 1 0 実施形態の超音波探触子 1 をタブレット端末 1 0 0 2 に接続して被検体 9 の超音波検査を行う構成の外観図を示している。

第 1 0 実施形態は、超音波探触子 1 をタブレット端末 1 0 0 2 に接続した構成である。

## 【 0 1 1 0 】

第 1 0 実施形態のタブレット端末 1 0 0 2 の外部接続コネクタ (図示せず)に接続するためのコネクタ 1 0 0 5 が取り付けられている。コネクタ 1 0 0 5 には、超音波探触子 1 に接続されているケーブル 1 0 0 6 の先端が接続される。

50

## 【 0 1 1 1 】

タブレット端末 1 0 0 2 には、超音波探触子 1 から超音波を送信および受信する機能（送信機能、受信機能）、および超音波探触子 1 で受信した信号を画像に変換し（画像形成部）表示する機能等を有するアプリケーションソフトウェアがインストールされている。これにより、タブレット端末 1 0 0 2 の画面 1 0 0 2 a で超音波画像を表示させる。

該アプリケーションソフトや人工知能を用いた検査サポート、クラウドサーバの活用などは第 9 実施形態の図 1 4 に示したスマートフォン 1 0 0 1 を用いた超音波検査と同様である。

## 【 0 1 1 2 】

<< 第 1 1 実施形態 >>

図 1 6 A ~ 図 1 6 F は、第 1 1 実施形態のフレキシブル基板 4 3 に形成した孔付きパッド 4 4（図 9 参照）、（図 4 の孔付きパッド 4 1 a、4 1 b）を形成するための工程を示す断面図である。

第 1 1 実施形態は、フレキシブル基板 4 3 に孔付きパッド 4 4 を形成する工程の一例を示す。

## 【 0 1 1 3 】

以下、孔付きパッド 4 4 を形成する工程を順に説明する。

## 【 0 1 1 4 】

図 1 6 A に示す未加工のフレキシブル基板 4 3 に、図 1 6 B に示すように、レーザー加工機で貫通孔 4 7 1 を形成する。

続いて、図 1 6 C に示すように、貫通孔 4 7 1 を形成したフレキシブル基板 4 3 の片面にフィルム 4 7 2 を張る。

## 【 0 1 1 5 】

続いて、図 1 6 D に示すように、スパッタやめっき法により孔付きパッド 4 4、配線 4 5 を形成し、図 1 6 E に示すように、フィルム 4 7 2 を除去する。

そして、図 1 6 F に示すように、孔付きパッド 4 6 の反対側の面にシールド配線 4 6 等を形成する。

## 【 0 1 1 6 】

<< 第 1 2 実施形態 >>

図 1 7 A ~ 図 1 7 D は、第 1 2 実施形態の図 1 1 に示した孔付きパッド 4 4 1 の形成工程を示す図である。

第 1 2 実施形態は、フレキシブル基板 4 3 1 の孔付きパッド 4 4 1 の形成工程の一例を示す。

## 【 0 1 1 7 】

以下、孔付きパッド 4 4 1 の形成工程を順に説明する。

## 【 0 1 1 8 】

図 1 7 A に示す未加工のフレキシブル基板 4 3 1 に、図 1 7 B に示すように、スパッタやめっき法で孔付きパッド 4 4 1 を形成する。

次に、図 1 7 C に示すように、孔付きパッド 4 4 1 に接続する配線 4 5 1 を同様にスパッタやめっき法で形成する。

## 【 0 1 1 9 】

次に、図 1 7 D に示すように 孔付きパッド 4 4 1 と反対側の面にシールド配線 4 6 1 を形成する。

## 【 0 1 2 0 】

孔付きパッド 4 4 1 を本工程で形成した場合、図 1 6 A ~ 図 1 6 F で示した形成工程、すなわちレーザー穴あけ（図 1 6 B）や、フィルム 4 7 2 の貼り付け（図 1 6 C）の工程が省略できる。そのため、工程削減による製造コストの低減が可能である。

## 【 0 1 2 1 】

ただし、デメリットとしては、孔付きパッド 4 4 1 がフレキシブル基板 4 3 1 の表面から突出しており、接続に寄与する厚みが増加する。そのため、CMUTチップ 2 とフレキ

10

20

30

40

50

シブル基板 4 3 1 との接続部の厚みをできるだけ低減する場合には、図 1 6 A ~ 図 1 6 F で示した工程で形成する孔付きパッド 4 4 の方が好ましい。

【 0 1 2 2 】

以上より、超音波検査装置 8 ( 図 1、図 2 ) が超音波を送信する送信機能 ( 8 2 ) と、被検体 9 から反射した超音波の受信信号を受信する受信機能 ( 8 2 ) と、前記受信信号を画像に変換する画像形成部 ( 8 3 ) と、前記画像を表示する表示部 8 5 とを備え、前記の超音波探触子 1 を備えていることで、説明した作用効果を奏する超音波探触子 1 を有する超音波検査装置 8 を得られる。

【 0 1 2 3 】

従って、超音波センサの外部電極接続部の信頼性を向上した超音波探触子 1 およびこれを備える超音波検査装置 8 を提供できる。

【 0 1 2 4 】

<< その他の実施形態 >>

1 . 各実施形態に於いて、パッドやバンク、配線 ( 導線部材 ) は、説明上必要と考えられるものを示しており、構成上必ずしも全てのパッドやバンク、配線 ( 導線部材 ) を示しているとは限らない。実際には、殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

【 0 1 2 5 】

2 . 実施形態の C M U T チップ 2 に形成したバンクやパッドの数は、図示に制限することなく、超音波素子 1 の大きさや分解能にあわせて、任意の数に配置してもよい。

3 . 本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば上記した実施形態は、本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることも可能である。

【 符号の説明 】

【 0 1 2 6 】

- 1 超音波探触子
- 2 C M U T チップ
- 2 1 a、2 1 b、2 3、2 3 1、2 3 2 パッド ( バンク電極部 )
- 2 2 a、2 2 b、2 4、2 4 1、2 4 2、2 4 3 バンク ( バンク電極部 )
- 2 5、2 5 1、2 5 2 内部配線 ( 基台導線部 )
- 2 6 孔付きパッド ( 基台の側に形成されている孔付きパッド )
- 2 8、2 8 1 ダミーバンク
- 2 9、2 9 1 ダミーパッド
- 3 バッキング材 ( 基台 )
- 4 2 a、4 2 b フレキシブル基板 ( パッドが設けられている部分がバンク電極の側に向けて 9 0 度未満の鋭角で折り曲げられているフレキシブル基板 )
- 4 a、4 b、4 c、4 d、4 3、4 3 1、4 3 2、4 3 3 フレキシブル基板
- 4 1 a、4 1 b、4 4、4 4 2、4 4 3 孔付きパッド ( パッド部 )
- 4 4 1 孔付きパッド ( パッド部、フレキシブル基板の延在面よりも外側に形成されているパッド部 )
- 4 5、4 5 1、4 5 2 配線
- 4 7 パッド
- 4 8 バンク ( フレキシブル基板に形成されたバンク電極部 )
- 5 素子部 ( 振動子 )
- 5 1 素子 ( 振動子 )
- 6、6 1 音響レンズ ( 音響レンズ部 )
- 6 2 a、6 2 b 腕部
- 6 4 a、6 4 b 弾性板

10

20

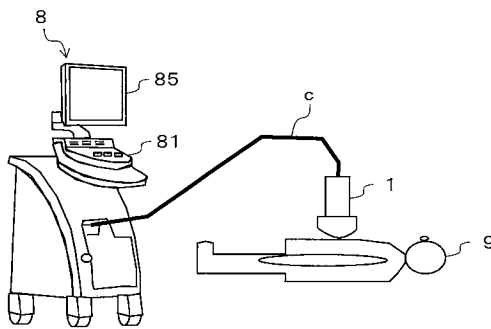
30

40

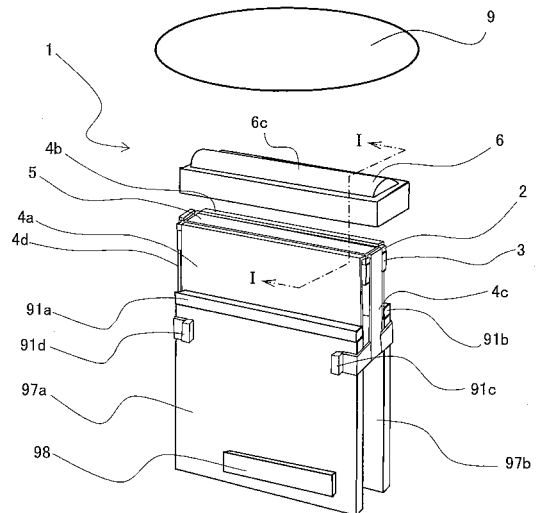
50

- 6 c 曲面部
- 8 超音波検査装置
- 8 2 超音波送受信部 (送信機能、受信機能)
- 8 3 超音波画像形成部 (画像形成部)
- 8 4 制御部
- 8 5 表示部
- 9 被検体
- 9 3 a、9 3 b 圧縮変形部
- 9 5 a、9 5 b 押さえ治具
- 1 0 0、1 0 6 荷重
- 1 0 1 a、1 0 1 b 復元力 (パンプ電極部に向かう力)
- 1 0 5 a、1 0 5 b、1 0 8 a、1 0 8 b 押圧力 (パンプ電極部に向かう力)
- 2 0 1 シリコン板 (基台)
- 1 0 0 1 スマートフォン
- 1 0 0 1 a 画面 (表示部)
- 1 0 0 2 タブレット端末 (タブレット)
- 1 0 0 2 a 画面 (表示部)
- 4 3 8 長丸孔 (長 (丸) 孔)
- 4 3 9 孔 (複数の円弧が形成されているパッド部の孔)

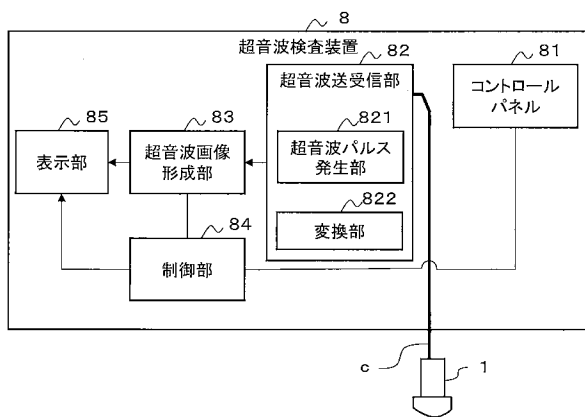
【 図 1 】



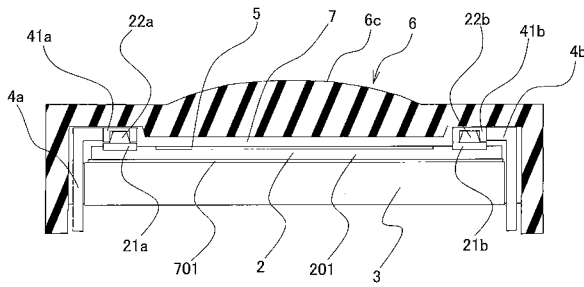
【 図 3 】



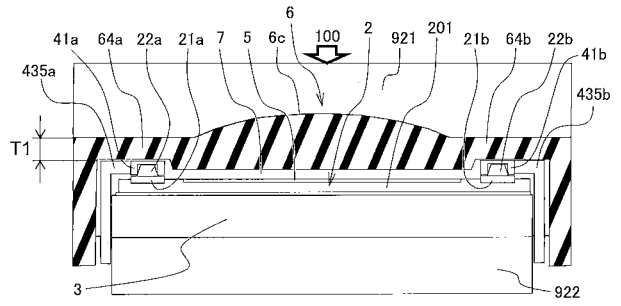
【 図 2 】



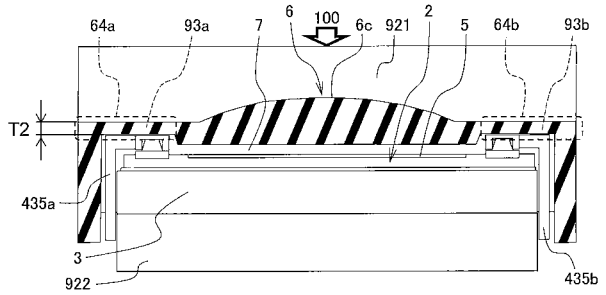
【 図 4 】



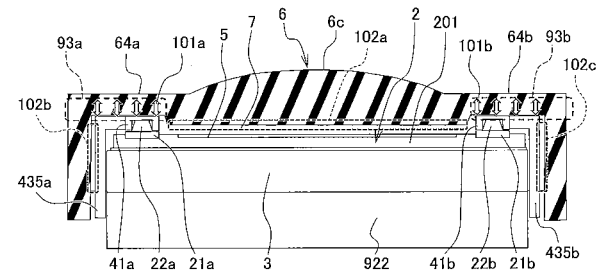
【 図 5 A 】



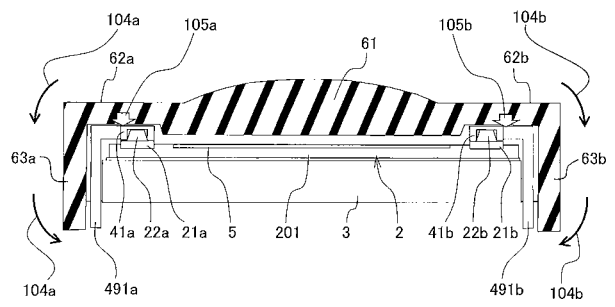
【 図 5 B 】



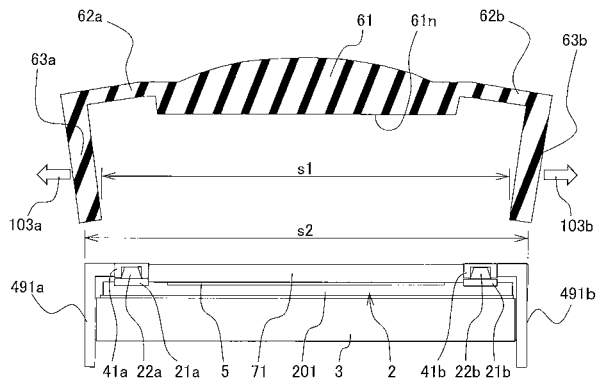
【 図 5 C 】



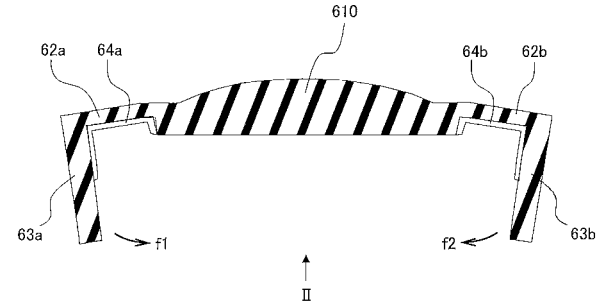
【 図 6 B 】



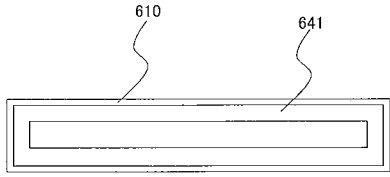
【 図 6 A 】



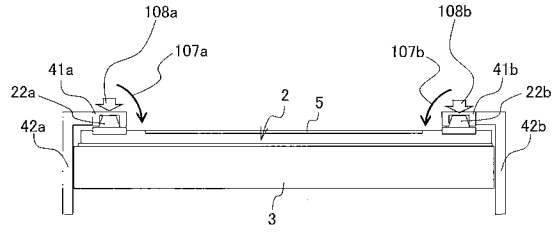
【 図 7 A 】



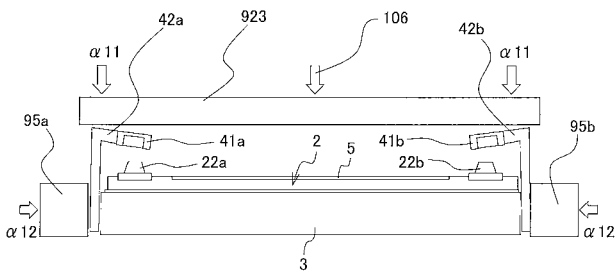
【 図 7 B 】



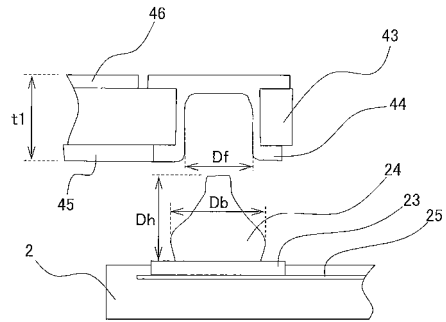
【 図 8 B 】



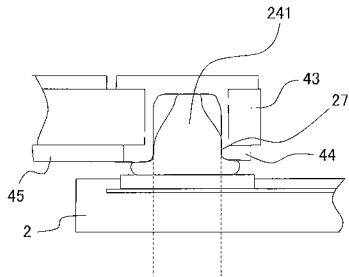
【 図 8 A 】



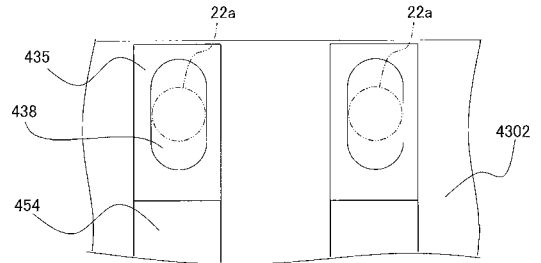
【 図 9 A 】



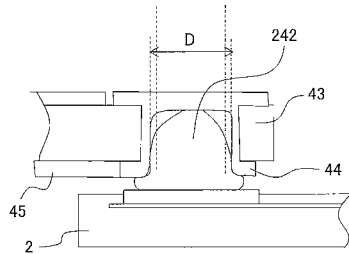
【 図 9 B 】



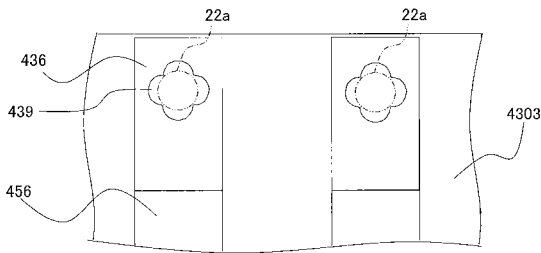
【 図 10 B 】



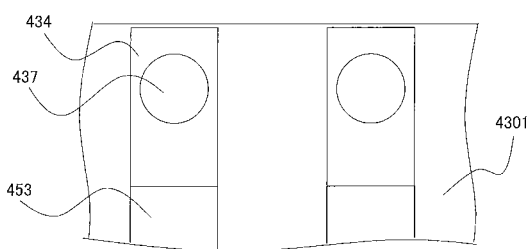
【 図 9 C 】



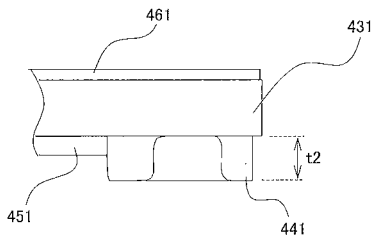
【 図 10 C 】



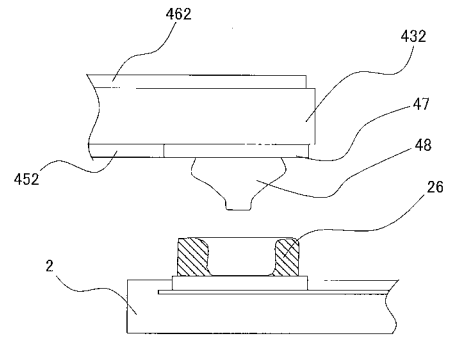
【 図 10 A 】



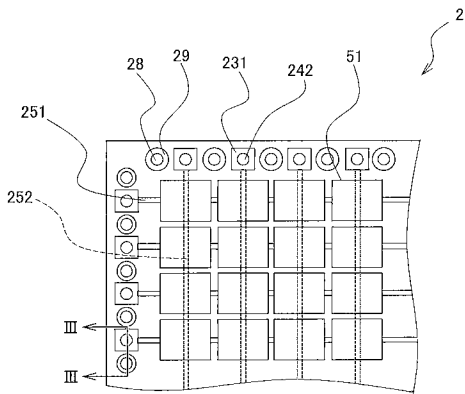
【 図 1 1 】



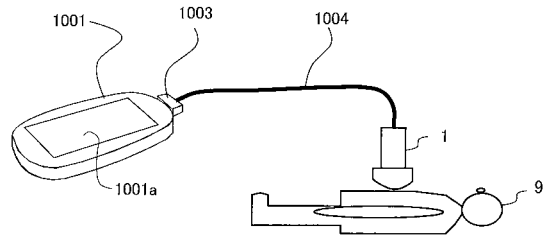
【 図 1 2 】



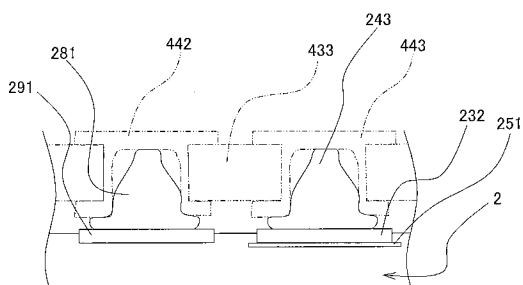
【 図 1 3 A 】



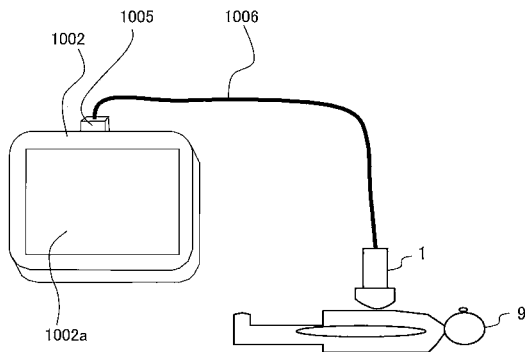
【 図 1 4 】



【 図 1 3 B 】



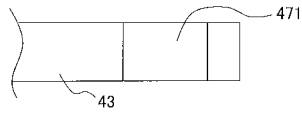
【図 15】



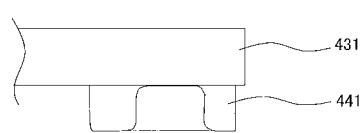
【図 16 A】



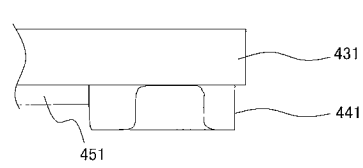
【図 16 B】



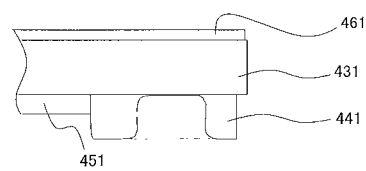
【図 17 B】



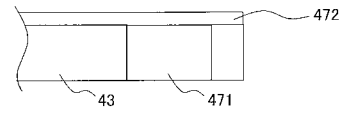
【図 17 C】



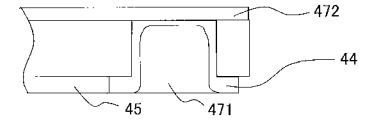
【図 17 D】



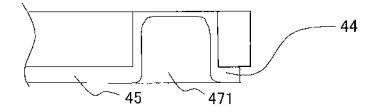
【図 16 C】



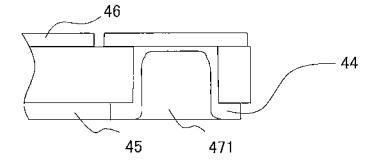
【図 16 D】



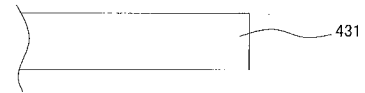
【図 16 E】



【図 16 F】



【図 17 A】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 2G047 AA12 AC13 BA03 BB04 BC13 CA01 EA11 GA03 GB21 GB25  
GB32 GH06  
4C601 EE10 GB19 GB20 GB33 GB34 GB41 LL21 LL26  
5D019 AA18 DD01 FF04 GG03

专利名称(译)	超声波收发元件，超声波检查装置，包括其的智能手机及平板电脑		
公开(公告)号	<a href="#">JP2019193093A</a>	公开(公告)日	2019-10-31
申请号	JP2018083490	申请日	2018-04-24
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	吉村保廣 佐光暎史 佐藤雅洋		
发明人	吉村 保廣 佐光 暎史 佐藤 雅洋		
IPC分类号	H04R1/06 G01N29/24 G01N29/06 H04R19/00 A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/44 A61B8/4427 A61B8/4444 A61B8/4494 G01N29/2406		
FI分类号	H04R1/06.330 G01N29/24 G01N29/06 H04R19/00.330 A61B8/14		
F-TERM分类号	2G047/AA12 2G047/AC13 2G047/BA03 2G047/BB04 2G047/BC13 2G047/CA01 2G047/EA11 2G047/GA03 2G047/GB21 2G047/GB25 2G047/GB32 2G047/GH06 4C601/EE10 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GB33 4C601/GB34 4C601/GB41 4C601/LL21 4C601/LL26 5D019/AA18 5D019/DD01 5D019/FF04 5D019/GG03		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

提供一种超声波发送/接收元件，其通过抑制基板的浮起和连接时的破裂来提高机械和电连接的可靠性，以及一种超声波检查装置，包括该超声波检查装置的智能手机和平板电脑。本发明的振荡器包括：振荡器5；在基座201上设置有振荡器5。连接到振荡器5的基极导体251、252。凸点电极21a，21b，22a，22b，用于通过基极导体251、252向振荡器5提供信号。焊盘41a，41b装配到凸块电极21a，21b，22a，22b；提供一个声透镜6，以使向着凸块电极21a，21b，22a，22b的力105a，105b施加在焊盘41a，41b上。图6B

