

(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2018-7850
(P2018-7850A)

(43) 公開日 平成30年1月18日(2018.1.18)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
A61B	8/14	(2006.01)	A61B	8/14		4C601		
H04R	1/06	(2006.01)	H04R	1/06	330	5D019		
H01L	21/822	(2006.01)	H01L	27/04	E	5F038		
H01L	27/04	(2006.01)						

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2016-139048 (P2016-139048)
(22) 出願日 平成28年7月14日 (2016.7.14)

(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 山下 尚昭
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

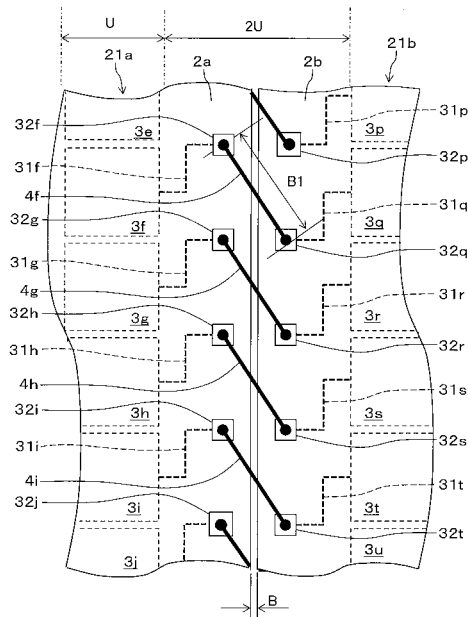
(54) 【発明の名称】 半導体センサチップ、半導体センサチップアレイ、および超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】 超音波探触子のセンシング面積を大きくして高精細化する。

【解決手段】 超音波診断装置は、駆動電極3e~3jなどが矩形形状のCMUT素子部21にグリッド状に配列されたCMUTチップ2aと、駆動電極3p~3uなどが矩形形状のCMUT素子部21にグリッド状に配列され、CMUTチップ2aに隣接し、かつ駆動電極3p~3uに隣接するCMUTチップ2aの駆動電極3e~3jとの間がそれぞれボンディングワイヤ4f~4iなどで電氣的に接続されたCMUTチップ2bとを含んで構成される超音波探触子を備える。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

センサセルが素子部に配列された第 1 の半導体センサチップと、
センサセルが素子部に配列され、前記第 1 の半導体センサチップに隣接し、かつ当該センサセルに隣接する前記第 1 の半導体センサチップのセンサセルとの間がそれぞれボンディングワイヤで電氣的に接続された第 2 の半導体センサチップと、
を含んで構成される超音波探触子を備える、
ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

前記ボンディングワイヤは、前記第 1、第 2 の半導体センサチップが隣接する辺に対して、斜め方向に配線されている、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

10

【請求項 3】

前記ボンディングワイヤは、前記第 1、第 2 の半導体センサチップの配列方向に対して、斜め方向に配線されている、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記第 1 の半導体センサチップのパッドに対して、当該パッドと電氣的に接続される前記第 2 の半導体センサチップのパッドは、前記第 1、第 2 の半導体センサチップが隣接する辺の斜め方向に配置されている、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

20

【請求項 5】

前記第 1 の半導体センサチップのパッドに対して、当該パッドと電氣的に接続される前記第 2 の半導体センサチップのパッドは、前記第 1、第 2 の半導体センサチップが隣接する辺の直角方向に配置されている、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記第 1 の半導体センサチップの各センサセルに対して、当該センサセルのパッドは、前記第 1、第 2 の半導体センサチップが隣接する辺の斜め方向に配置されている、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

30

【請求項 7】

前記第 2 の半導体センサチップの各センサセルに対して当該センサセルのパッドは、前記第 1、第 2 の半導体センサチップが隣接する辺の斜め方向に配置されている、
ことを特徴とする請求項 6 に記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

センサセルが矩形内にグリッド状に配列された素子部と、
前記素子部の一辺に位置する各前記センサセルに電氣的に接続され、前記センサセルの配列方向に対して斜めに位置するパッドと、
を含んで構成される半導体センサチップ。

【請求項 9】

バックングと、
前記バックング上に配列した複数の請求項 7 に記載の半導体センサチップと、
前記半導体センサチップのうち隣接する列のセンサセルに接続されるパッド同士を電氣的に接続するワイヤボンディングと、
を備えることを特徴とする半導体センサチップアレイ。

40

【請求項 10】

複数の前記半導体センサチップは、一列に配置されている、
ことを特徴とする請求項 9 に記載の半導体センサチップアレイ。

【請求項 11】

複数の前記半導体センサチップは、グリッド状に配置されている、

50

ことを特徴とする請求項 9 に記載の半導体センサチップアレイ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体センサ、半導体センサチップアレイおよびそれを用いた超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波素子は、給電配線や信号配線を素子から外部に接続して、これら配線を介して電気信号を伝達している。

特許文献 1 の要約書には、「cMUTアレイをパッケージングするための方法の実施形態により、cMUTアレイの側面上に導入される同一パッケージ基板上で、複数のcMUTアレイをパッケージングすることが可能になる。パッケージ基板は、cMUTアレイを外部装置とのインタフェースとなるI/Oパッドに接続するために、導電層を成膜するように上に開口がパターン化される、誘電体層である。補助的なシステム構成要素を、cMUTアレイとともにパッケージングすることができる。複数のcMUTアレイ、および任意選択的に複数の補助的なシステム構成要素は、バッチ製造のためのより大きな支持構造体によって、適所に保持することができる。支持構造体は、安価な材料を使用して、任意の寸法に作製することができる。」と記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特表 2011 523544 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

C MUT (Capacitive Micro-machined Ultrasonic Transducer) チップは、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。C MUT チップは、半導体製造技術と MEMS (Micro Electro Mechanical System) 技術とを適用して作製される。この C MUT チップは、半導体製造技術により素子をグリッド状に一括して形成できるため、グリッド状に配列した多数の素子を半導体ウエハから切り出して、1つのチップとしてパッケージングされる。

一方、超音波センサとしては、大面積を高精細にセンシングするニーズがある。例えば、人の手を模擬した触覚センサやタッチセンサ、大面積を一度に検出できる超音波探傷子、人や動物の医療診断に使う超音波診断装置用プローブなどである。また、半導体センサは、CMOSセンサ (Complementary Metal Oxide Semiconductor sensor) など光学センサとして、ビデオカメラやデジタルカメラに利用されている。このような半導体センサは、センシング部を大面積にすることにより、高精細化 (高画質化) を実現可能である。

【0005】

半導体製造技術では、ウエハプロセス中の異物や、フォトリソグラフィ不良により、チップの歩留まりが低下する。これらの異物や不良は、製造ライン特有のものであり、チップの面積が大きくなってウエハ当たりのチップ取得数が減るほど歩留まりは低下する。経済性を考慮してチップ取得における歩留まりを所定値以上にしようとすると、半導体センサの面積は制約される。

そこで、チップ取得における歩留まりを所定値以上としつつ、半導体センサの面積を大きくするためには、小さな半導体チップを複数並べることが有効となる。その際に、複数の半導体チップを電氣的に接続する方法が問題となる。

【0006】

本発明は、相互に接続可能な半導体センサチップ、センシング面積を大きくして高精細化した半導体センサチップアレイ、および超音波診断装置を提供することを課題とする。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記した課題を解決するため、本発明の超音波診断装置は、センサセルが素子部に配列された第1の半導体センサチップと、センサセルが素子部に配列され、前記第1の半導体センサチップに隣接し、かつ当該センサセルに隣接する前記第1の半導体センサチップのセンサセルとの間がそれぞれボンディングワイヤで電氣的に接続された第2の半導体センサチップと、を含んで構成される超音波探触子を備える。

その他の手段については、発明を実施するための形態のなかで説明する。

【発明の効果】

【0008】

10

本発明によれば、相互に接続可能な半導体センサチップ、センシング面積を大きくして高精細化した半導体センサチップアレイ、および超音波診断装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】超音波診断装置と超音波探触子の構成を示すブロック図である。

【図2】超音波診断装置と超音波探触子の外観図である。

【図3】超音波探触子の概略構成を示す図である。

【図4】5列で配列したCMUTチップ近傍の斜視図である。

【図5】超音波探触子の製造方法を示すフローチャートである。

【図6】第1の実施形態におけるCMUTチップが隣接する部分の上面図である。

20

【図7】第1の実施形態のCMUTチップが隣接する部分を拡大した上面図である。

【図8】第2の実施形態におけるCMUTチップが隣接する部分の上面図である。

【図9】第2の実施形態のCMUTチップが隣接する部分を拡大した上面図である。

【図10】第3の実施形態のCMUTチップが隣接する部分を拡大した上面図である。

【図11】第4の実施形態におけるCMUTチップが隣接する部分の上面図である。

【図12】第4の実施形態のCMUTチップが隣接する部分を拡大した上面図である。

【図13】第5の実施形態のCMUTチップが隣接する部分を拡大した断面図である。

【図14】第6の実施形態のCMUTチップが隣接する部分を拡大した断面図である。

【図15】第7の実施形態の、2行5列で格子状に配列したCMUTチップ近傍の斜視図である。

30

【図16】第8の実施形態の、3行5列で格子状に配列したCMUTチップ近傍の斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以降、本発明を実施するための形態を、各図を参照して詳細に説明する。

図1は、超音波診断装置8と超音波探触子1の構成を示すブロック図である。

【0011】

超音波診断装置8は、被検体9内に超音波を送信し受診して得られたエコー信号を用いて診断部位の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を構成して表示するものである。具体的には、超音波診断装置8は、超音波送受信部82と、超音波画像形成部83と、表示部85と、制御部84と、コントロールパネル81とを備えて構成される。超音波送受信部82には、超音波探触子1が電氣的に接続されている。

40

【0012】

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診するものである。超音波探触子1には、CMUTチップが搭載される。CMUTチップとは、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。

【0013】

超音波送受信部82は、被検体9に送信する超音波信号を発生するためのパルス状の電気信号を発生するものである。超音波送受信部82は、発生させた電気信号を超音波探触

50

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などであってもよい。

【 0 0 1 4 】

超音波画像形成部 8 3 は、受信信号から 2 次元超音波画像、3 次元超音波画像あるいは各種ドプラ画像を形成するものである。超音波画像形成部 8 3 は、具体的には例えば CPU (Central Processing Unit) 等により構成される。

【 0 0 1 5 】

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ものである。また、表示部 8 5 には、後記するコントロールパネル 8 1 によって入力された情報や、その他診断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る。

10

【 0 0 1 6 】

制御部 8 4 は、後記する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を制御するものである。制御部 8 4 は、具体的には例えば CPU 等により構成される。

【 0 0 1 7 】

コントロールパネル 8 1 は、作業者が被検体 9 に対して所望の診断を行えるように、任意の情報が作業者によって入力されるものである。そして、この入力された情報に基づいて、制御部 8 4 が各手段を制御する。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、タッチパネル等により構成される。

20

【 0 0 1 8 】

図 2 は、超音波診断装置 8 と超音波探触子 1 の外観図である。

超音波診断装置 8 と超音波探触子 1 とを被検体 9 に具体的に適用した様子を示している。

オペレータは、コントロールパネル 8 1 によって診断条件を入力し、超音波探触子 1 を用いて人体である被検体 9 を走査する。

超音波探触子 1 は、ケーブル等を介して超音波診断装置 8 に電氣的に接続されて、超音波信号を人体である被検体 9 に送信し、この被検体 9 からエコーとして反射された超音波信号を受信する。受信した超音波信号は、超音波診断装置 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。これにより、被検体 9 の内部を可視化して診断することができる。

30

【 0 0 1 9 】

図 3 は、超音波探触子 1 の概略構成を示す図である。

図 3 に示すように超音波探触子 1 は、バックング 1 1 の先端に複数の CMUT チップ 2 を備えている。CMUT チップ 2 は、音響レンズ 7 5 を介して被検体 9 に超音波を照射するとともに、被検体 9 から反射された超音波を受信するものである。この点についての詳細は後記する。CMUT チップ 2 は、コネクタ 7 2 に接続される配線を有するフレキシブル基板 7 1 に対して、ボンディングワイヤ 6 で接続されている。コネクタ 7 2 は、回路基板 7 3 と接続している。そして、回路基板 7 3 上の接続端子 7 4 は、超音波診断装置 8 (図 1 参照) と接続する。

40

【 0 0 2 0 】

超音波診断装置 8 (図 2 参照) は、CMUT チップ 2 に電気信号を与えて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ものである。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 方向にフォーカスするためのシリコン樹脂の音響レンズ 7 5 を備えている。CMUT チップ 2 は、音響レンズ 7 5 を経て、人体等の被検体 9 に超音波を送受信する。

【 0 0 2 1 】

図 4 は、5 列で配列した CMUT チップ 2 a ~ 2 e 近傍の斜視図である。

超音波探触子 1 の複数の CMUT チップ 2 a ~ 2 e の近傍の構成を詳細に説明する。5 列の CMUT チップ 2 a ~ 2 e は、バックング 1 1 の上に一列に配置されて、バックング

50

11に接着されている。この接着には、例えばシート状接着剤などが使用される。CMUTチップ2a~2eは、内部に矩形のCMUT素子部21a~21eをそれぞれ含んでいる。これらCMUT素子部21a~21eは、センサセルとして機能する駆動電極がグリッド状に配置されている。CMUTチップ2a~2eには、CMUT素子部21a~21eの外側に、このCMUTチップ2aの外部との接続のためにパッド(図3参照)が備えられている。

【0022】

CMUTチップ2aのパッドは、列方向に隣接するCMUTチップ2bのパッド(図3参照)との間が、ボンディングワイヤ4で電氣的に接続されている。CMUTチップ2bのパッドは、列方向に隣接するCMUTチップ2cのパッドとの間が、ボンディングワイヤ4で電氣的に接続されている。CMUTチップ2cのパッドは、列方向に隣接するCMUTチップ2dのパッドとの間が、ボンディングワイヤ4で電氣的に接続されている。CMUTチップ2dのパッドは、列方向に隣接するCMUTチップ2eのパッドとの間が、ボンディングワイヤ4で電氣的に接続されている。

10

【0023】

図5は、超音波探触子1の製造方法を示すフローチャートである。製造機器(不図示)が、この製造方法を実施する。

先ず製造機器は、バックング11上に一列にCMUTチップ2a~2eを配置し(ステップS10)、CMUTチップ2a~2e相互の位置合わせを行う(ステップS11)。製造機器は、バックング11にフレキシブル基板71を貼り付ける(ステップS12)と、隣接するCMUTチップ2同士をワイヤボンディングする(ステップS13)。製造機器は更に、フレキシブル基板71とCMUTチップ2a~2eとをワイヤボンディングする(ステップS14)。これにより、図3に示したような超音波探触子1の一部が構成される。

20

【0024】

《第1の実施形態》

図6は、第1の実施形態におけるCMUTチップ2a, 2bが隣接する部分の上面図である。

図6に示した上面図は、列方向に隣接しているCMUTチップ2a, 2bとパッド32、およびボンディングワイヤ4の関係を示している。CMUTチップ2aは矩形であり、内側にCMUT素子部21aを備え、その周辺部に外部との電気接続のためのパッド32が配置されている。各パッド32は、クランク状の内部配線31でCMUT素子部21aと電氣的に接続される。クランク状の内部配線31は、CMUTチップ2aの各辺に対して斜めに配線されており、対向する辺同士で点対称である。

30

換言すると、個々のCMUTチップ2は、複数のセンサセルが電氣的に接続されて構成される信号の読み出しラインを有する。その読み出しラインに含まれるセンサセル(駆動電極3)のなかで両端に位置するセンサセルからCMUTチップ2の外部への配線が、読み出しラインの延びる概略方向に対して所定の角度を成すように設けられる。なお、所定の角度を成す配線は、直線である必要はなく、図6に示されるように読み出しラインの方向に対して斜め上方へクランク状に配線されていてもよい。

40

このように各CMUTチップ2を配列して、同じ列の駆動電極に接続されたパッド32同士を接続することにより、広い範囲を一度にセンシングすることができる。更に、各CMUTチップ2をグリッド状に配置して、同じ列の駆動電極に接続されたパッド32同士を接続し、同じ行の駆動電極に接続されたパッド32同士を接続する。これにより、超音波探触子1は、広い範囲を一度にセンシング可能となる。

【0025】

なお、図6、図8、図11では、内部配線31を明瞭に示す為に実線で示しているが、この内部配線31は上面には露出しておらず、絶縁体で被覆されているため、外部からは視認できない。よって図7、図9、図10、図12では、この内部配線31を破線で示している。

50

【0026】

CMUTチップ2 bも、CMUTチップ2 aと同様に構成される、CMUTチップ2 aと、これに隣接するCMUTチップ2 bのパッド3 2同士が、ボンディングワイヤ4で接続されている。この接続について、後記する図7で詳細に説明する。

【0027】

図7は、第1の実施形態のCMUTチップ2 a, 2 bが隣接する部分Aを拡大した図である。

CMUTチップ2 aには、メンブレン(図示せず)を駆動するための駆動電極3 e ~ 3 jなどが、CMUT素子部2 1 aの内部に形成されている。以下、各駆動電極3 e ~ 3 jなどを特に区別しないときには、単に駆動電極3と記載する。CMUT素子部2 1 aの内部には、不図示の駆動電極3がグリッド状に配列されている。

同様にCMUTチップ2 bには、メンブレンを駆動するための駆動電極3 p ~ 3 uなどが、CMUT素子部2 1 bの内部に形成されている。

【0028】

CMUTチップ2 aの駆動電極3 fは、内部配線3 1 fでパッド3 2 fに接続される。このパッド3 2 fは、紙面の上下位置が駆動電極3 fとこれに隣接する駆動電極3 eとの間に配置され、かつ駆動電極3 e ~ 3 iなどで構成されるCMUT素子部2 1 aの外部(紙面右側)に配置されている。他の駆動電極3 g ~ 3 iも、同様に各内部配線3 1 g ~ 3 1 iで各パッド3 2 g ~ 3 2 iに接続され、同様に配置される。以下、各内部配線3 1 g ~ 3 1 iなどを特に区別しないときには、単に内部配線3 1と記載する。

【0029】

CMUTチップ2 bの駆動電極3 qは、内部配線3 1 qでパッド3 2 qに接続される。このパッド3 2 qは、紙面の上下位置が駆動電極3 qとこれに隣接する駆動電極3 rとの間に配置され、かつ駆動電極3 p ~ 3 uなどで構成されるCMUT素子部2 1 bの外部(図の左側)に配置されている。他の駆動電極3 p, 3 r ~ 3 tも、同様に各内部配線3 1 p, 3 1 r ~ 3 1 tで各パッド3 2 p, 3 2 r ~ 3 2 tに接続され、同様に配置される。

【0030】

駆動電極3 fと、これに隣接する駆動電極3 qとを電氣的に接続するため、パッド3 2 fとパッド3 2 qとがボンディングワイヤ4 fで接続される。他の駆動電極3 g ~ 3 iと、それぞれに隣接する駆動電極3 r ~ 3 tとを電氣的に接続するため、パッド3 2 g ~ 3 2 iとパッド3 2 r ~ 3 2 tとが、それぞれボンディングワイヤ4 g ~ 4 iで接続される。以下、ボンディングワイヤ4 g ~ 4 iなどを特に区別しないときには、単にボンディングワイヤ4と記載する。

【0031】

パッド3 2 fは、駆動電極3 fに対して紙面上側にずれており、パッド3 2 qは駆動電極3 qに対して紙面下側にずれている。すなわち、パッド3 2 fとパッド3 2 qとは斜めに配置されている。そのため、チップ間隔Bを狭くしても、ボンディングワイヤ4 fの長さB 1を確保でき、ワイヤボンディング方式で接続することができる。

他のパッド3 2 g ~ 3 2 jの位置も、各駆動電極3 g ~ 3 jに対して紙面上側にずれており、パッド3 2 p, 3 2 r ~ 3 2 tの位置も、各駆動電極3 p, 3 r ~ 3 tに対して紙面下側にずれている。

【0032】

CMUTチップ2 aとCMUTチップ2 bとのチップ間隔Bは、超音波画像を繋ぎ合わせて形成する上では狭い方が好ましい。パッド3 2 fは、駆動電極3 fに対して斜め右上方向に配置し、内部配線3 1 fで接続している。またパッド3 2 qは、駆動電極3 qに対して斜め左下方向に配置し、内部配線3 1 qで接続している。これにより、駆動電極3 fと駆動電極3 qとを、紙面の上下位置をずれることなく配置した際に、ボンディングワイヤ4 fの長さB 1を確保でき、ワイヤボンディング方式で接続することができる。

【0033】

また、超音波画像を繋ぎ合わせて形成する上では、CMUTチップ2 aの駆動電極3 f

と、CMUTチップ2bの駆動電極3qとの距離は、駆動電極3の幅Uの整数倍であることが望ましい。第1の実施形態では、図7に示したように、CMUTチップ2aの駆動電極3fと、CMUTチップ2bの駆動電極3qとの距離は、幅Uの2倍となっている。このときCMUTチップ2a, 2bは、チップ間隔Bだけ離れて配置されている。

【0034】

《第2の実施形態》

図8は、第2の実施形態におけるCMUTチップ2a, 2bが隣接する部分の上面図である。

図8に示した上面図は、隣接しているCMUTチップ2a, 2bとパッド34, 36、およびボンディングワイヤ4の関係を示している。CMUTチップ2aは矩形であり、内側にCMUT素子部21aを備える。CMUTチップ2aは、上辺と右辺に外部との電気接続のためのパッド34が配置され、下辺と左辺に外部との電気接続のためのパッド36が配置されている。各パッド34は、直線状の内部配線33でCMUT素子部21aと電氣的に接続される。各パッド36は、クランクの内部配線35でCMUT素子部21aと電氣的に接続される。クランク状の内部配線35は、CMUTチップ2aの各辺に対して斜めに配線されている。CMUTチップ2bも、CMUTチップ2aと同様に構成されている。

CMUTチップ2aの各パッド34と、これに隣接するCMUTチップ2bのパッド36とが、ボンディングワイヤ4で接続されている。この接続について、後記する図9で詳細に説明する。

【0035】

図9は、第2の実施形態のCMUTチップ2a, 2bが隣接する部分を拡大した上面図である。

図9に示すCMUTチップ2a, 2bを隣接配置したところは、図7に示した第1の実施形態と同じである。第1の実施形態と異なるところは、CMUTチップ2aに備えられているパッド34と、CMUTチップ2bに備えられているパッド36とは、駆動電極3に対して、それぞれ並列に配置されているところである。

【0036】

CMUTチップ2aのパッド34fは、駆動電極3fの横に配置され、CMUTチップ2bのパッド36qは、駆動電極3rの横に配置されている。つまり、パッド34fとパッド36qとは、ずれて斜めに配置されている。しかし、パッド36qと駆動電極3qとが内部配線35qで接続されており、パッド36qとパッド34fとがボンディングワイヤ4fで電氣的に接続される。よって、CMUTチップ2aの駆動電極3fとCMUTチップ2bの駆動電極3qとが電氣的に接続され、連動して駆動される。同様に、CMUTチップ2aの駆動電極3e, 3g~3iとCMUTチップ2bの駆動電極3p, 3r~3tも電氣的に接続され、連動して駆動される。したがって、CMUTチップ2a, 2bの横一列の駆動電極3を、同時に駆動することができる。このとき、各ボンディングワイヤ4e~4iは長さC1であり、ボンディングワイヤ4fの最短長以上を確保できるため、ワイヤボンディング方式で接続することができる。

【0037】

また、超音波画像を繋ぎ合わせて形成する上では、CMUTチップ2aの駆動電極3fと、CMUTチップ2bの駆動電極3qとの距離は、駆動電極3の幅Uの整数倍であることが望ましい。第2の実施形態では、図9に示したように、CMUTチップ2aの駆動電極3fと、CMUTチップ2bの駆動電極3qとの距離は、幅Uの2倍となっている。このときCMUTチップ2a, 2bは、チップ間隔Cだけ離れて配置されている。

【0038】

《第3の実施形態》

図10は、第3の実施形態のCMUTチップ2a, 2bが隣接する部分を拡大した上面図である。

第2の実施形態と同様に、パッド34e~34iは、それぞれ駆動電極3e~3jと並

10

20

30

40

50

列に配置されている。更にパッド34p~34tは、それぞれ駆動電極3p~3tに並列に配置されている。パッド34e~34iと駆動電極3e~3jとが内部配線33e~33iで接続され、パッド34p~34tと駆動電極3p~3tが内部配線33p~33tで接続されている。パッド34e~34iとパッド34p~34tとが、それぞれボンディングワイヤ4e~4iで接続されている。これにより、並列に配置された駆動電極3e~3jと駆動電極3p~3tとを電氣的に接続して連動させることができる。

【0039】

ここで、ボンディングワイヤ4の最短の必要長さ B_1 とチップ間隔との関係を説明する。図7に示した第1の実施形態では、ボンディングワイヤ4の長さ B_1 を最短長以上に設定することにより、チップ間隔 B を設定することができる。

図9に示した第2の実施形態では、ボンディングワイヤ4の長さ D_1 を最短長以上確保するため、CMUTチップ2a, 2bの間隔は、チップ間隔 D となる。ボンディングワイヤ4の長さ B_1 と長さ D_1 とは等しいため、チップ間隔 B よりもチップ間隔 D が長くなる。

好ましくは、第1、第2の実施形態に示したように、斜めのパッドに対してボンディングワイヤ4を斜め接続する方が、隣接するCMUTチップの間隔を小さくすることができる。ただし、パッドからチップ端部までの距離が必要な半導体センサやCMUTチップの場合には、図10に示した第3の実施形態におけるボンディングワイヤ4の接続方法でもよい。

【0040】

また、超音波画像を繋ぎ合わせて形成する上では、CMUTチップ2aの駆動電極3fと、CMUTチップ2bの駆動電極3qとの距離は、駆動電極3の幅 U の整数倍であることが望ましい。第3の実施形態では、図10に示したように、CMUTチップ2aの駆動電極3fと、CMUTチップ2bの駆動電極3qとの距離は、幅 U の3倍となっている。

【0041】

《第4の実施形態》

図11は、第4の実施形態におけるCMUTチップ2a, 2bが隣接する部分の上面図である。

図11に示した上面図は、隣接しているCMUTチップ2a, 2bとパッド32、およびボンディングワイヤ4の関係を示している。CMUTチップ2aは矩形であり、上辺と右辺には外部との電気接続のためにパッド32が配置され、下辺と左辺には外部との電気接続のためにパッド38が配置されている。各パッド32は、クランク状の内部配線31でCMUT素子部21aと電氣的に接続される。各パッド38は、クランク状の内部配線37でCMUT素子部21aと電氣的に接続される。クランク状の内部配線31は、CMUTチップ2aの各辺に対して斜めに配線されている。クランク状の内部配線37は、CMUTチップ2aの各辺に対して、内部配線31より更に斜めに配線されている。CMUTチップ2bも、CMUTチップ2aと同様に構成されている。

CMUTチップ2aの各パッド32と、これに隣接するCMUTチップ2bのパッド38とが、ボンディングワイヤ4で接続されている。この接続について、後記する図12で詳細に説明する。

【0042】

図12は、第4の実施形態のCMUTチップ2a, 2bが隣接する部分を拡大した上面図である。

パッド32f~32iは、駆動電極3f~3iに内部配線31f~31iでそれぞれ接続される。パッド38p~38sは、駆動電極3p~3sに内部配線37p~37sでそれぞれ接続される。これらパッド32f~32iと、パッド38p~38sとは、それぞれボンディングワイヤ4f~4iで電氣的に接続されている。

すなわち、パッド32fは、斜め右下のパッド32pを飛ばして、更に下側のパッド38qに接続されている。パッド32gは、斜め右下のパッド32qを飛ばして、更に下側のパッド38rに接続されている。これは、第1の実施形態のボンディングワイヤ4の長

10

20

30

40

50

さB 1よりも、更にボンディングワイヤ4の長さE 1を大きくしなければならない場合に有効な方法である。

【0043】

また、超音波画像を繋ぎ合わせて形成する上では、CMUTチップ2 aの駆動電極3 fと、CMUTチップ2 bの駆動電極3 qとの距離は、駆動電極3の幅Uの整数倍であることが望ましい。第4の実施形態では、図12に示したように、CMUTチップ2 aの駆動電極3 fと、CMUTチップ2 bの駆動電極3 qとの距離は、幅Uの2倍となっている。このときCMUTチップ2 a, 2 bは、チップ間隔Eだけ離れて配置されている。

【0044】

《第5の実施形態》

図13は、第5の実施形態のCMUTチップ2 a, 2 bが隣接する部分を拡大した断面図である。

この断面図は、隣接しているCMUTチップ2 a, 2 bとパッド3 2、およびボンディングワイヤ4の関係を示している。CMUTチップ2 aは、内側(紙面左側)にCMUT素子部2 1 aを備え、その周辺部(紙面右側)には、電気接続のためのパッド3 2 aが配置されている。パッド3 2 aは、内部配線3 1 aでCMUT素子部2 1 aの駆動電極3と電氣的に接続される。

【0045】

CMUTチップ2 bは、内側(紙面右側)にCMUT素子部2 1 bを備え、その周辺部(紙面右側)には、外部との電気接続用のパッド3 2 bが配置されている。パッド3 2 bは、内部配線3 1 bでCMUT素子部2 1 bの駆動電極3と電氣的に接続される。

CMUTチップ2 aのパッド3 2 aと、これに隣接するCMUTチップ2 bのパッド3 2 bとが、ボンディングワイヤ4で電氣的に接続されている。第5の実施形態のCMUTチップ2 bのパッド3 2 bは、CMUTチップ2 aのパッド3 2 aよりも低い位置に配置されているので、ボンディングワイヤ4の長さを確保することができる。

【0046】

《第6の実施形態》

図14は、第6の実施形態のCMUTチップ2 a, 2 bが隣接する部分を拡大した断面図である。

この断面図は、隣接しているCMUTチップ2 a, 2 bとパッド3 2、およびボンディングワイヤ4の関係を示している。CMUTチップ2 aは、内側(紙面左側)にCMUT素子部2 1 aを備え、その周辺部(紙面右下側)には、電気接続のためのパッド3 2 aが横向きに配置されている。パッド3 2 aは、内部配線3 1 aでCMUT素子部2 1 aの駆動電極3と電氣的に接続される。

【0047】

CMUTチップ2 bは、内側(紙面右側)にCMUT素子部2 1 bを備え、その周辺部(紙面右側)には、外部との電気接続用のパッド3 2 bが横向きに配置されている。パッド3 2 bは、内部配線3 1 bでCMUT素子部2 1 bの駆動電極3と電氣的に接続される。

CMUTチップ2 aと、これに隣接するCMUTチップ2 bのパッド3 2同士が、ボンディングワイヤ4で電氣的に接続されている。第6の実施形態のCMUTチップ2 bのパッド3 2 bは、CMUTチップ2 aのパッド3 2 aよりも高い位置に配置されているので、第6の実施形態と同様に、ボンディングワイヤ4の長さを確保することができる。

【0048】

《第7の実施形態》

図15は、第7の実施形態の、二列で格子状に配列したCMUTチップ2 a ~ 2 j近傍の斜視図である。

CMUTチップ2 a ~ 2 jは、チップ列2 2 aとチップ列2 2 bとで二列に配置されている。チップ列2 2 aを構成するCMUTチップ2 a ~ 2 eと、チップ列2 2 bを構成するCMUTチップ2 f ~ 2 jとは、ボンディングワイヤ6により電氣的に接続されている

10

20

30

40

50

。チップ列 2 2 a 内の C M U T チップ 2 a ~ 2 e のうち隣接するもの同士は、ボンディングワイヤ 4 で電氣的に接続される。またチップ列 2 2 b 内の C M U T チップ 2 f ~ 2 j のうち隣接するもの同士も同様に、ボンディングワイヤ 4 で電氣的に接続される。

【 0 0 4 9 】

つまり、各 C M U T チップ 2 a ~ 2 j は、ボンディングワイヤ 4 およびボンディングワイヤ 6 で電氣的に接続されている。ボンディングワイヤ 4 で接続された一列の駆動電極 3 と、ボンディングワイヤ 6 で接続された一行の駆動電極 3 とは、連動して C M U T のメンブレンを駆動することができる。このように 5 個のチップ列 2 2 a , 2 2 b を二列でグリッド状にアレイ化することにより、図 4 に示した第 1 の実施形態よりも広い面積の超音波送受信面を持つ超音波探触子 1 を提供できる。超音波探触子 1 による診断範囲が広いため、高精細な超音波情報を 1 度で検出することができる。

10

【 0 0 5 0 】

《 第 8 の実施形態 》

図 1 6 は、第 8 の実施形態の、三列で格子状に配列した C M U T チップ 2 a ~ 2 o 近傍の斜視図である。

C M U T チップ 2 a ~ 2 o は、チップ列 2 2 a ~ 2 2 c の三列で格子状に配置されている。チップ列 2 2 a を構成する C M U T チップ 2 a ~ 2 e と、チップ列 2 2 b を構成する C M U T チップ 2 f ~ 2 j とは、ボンディングワイヤ 6 により電氣的に接続されている。チップ列 2 2 b を構成する C M U T チップ 2 f ~ 2 j と、チップ列 2 2 c を構成する C M U T チップ 2 k ~ 2 o とは、ボンディングワイヤ 6 により電氣的に接続されている。

20

このように、チップ列 2 2 a ~ 2 2 c を三列でグリッド状にアレイ化することにより、図 1 5 に示した第 7 の実施形態よりも、更に広い範囲を一度にセンシングすることができる。

【 0 0 5 1 】

(変形例)

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。

30

【 0 0 5 2 】

各実施形態に於いて、制御線や情報線は、説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線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 0 5 3 】

上記した実施形態の超音波探触子 1 は、C M U T チップ 2 を一列、二列、三列に配置しているが、これに制限することなく、任意の列数に配置してもよい。また、図 4、図 1 5、図 1 6 に示した実施形態では、それぞれ 5 個の C M U T チップ 2 を並べて配置しているが、これに限定することなく、任意の個数を配置してもよい。

40

【 0 0 5 4 】

本発明における複数の C M U T チップを一列、または複数列に配置することは、C M U T チップに限定するものではなく、半導体センサチップにおいても有効である。隣接する半導体センサチップ間のパッド同士をボンディングワイヤで接続する場合に、斜め方向のパッドに対して接続すると、ボンディングワイヤの長さを確保することができる。そのため、隣接するチップの間隔を狭めることが可能となり、複数の半導体センサチップの設置面積を低減することができる。

【 0 0 5 5 】

半導体センサチップや C M U T チップは、半導体製造プロセスを使用して製造するが、チップの大きさは、歩留まりに影響する。半導体製造プロセスにおいて、ウエハの任意の

50

箇所不良が発生することがある。複数の不良がウエ八面内に点在している場合、チップの面積が大きく、1枚のウエ八からのチップ取れ数の総量が少ないと、不良率も増大する。例えば、8インチのウエ八から100チップとれる場合に、不良が5箇所点在した場合、残りの95チップが良品で、良品率は、95%となる。一方、8インチウエ八から500チップ取れる場合、不良が5箇所であれば、495チップが良品となり、良品率は99%となる。したがって、チップサイズの小さい方が、歩留まりは向上する。

【0056】

また、本発明のように小さいチップを並べるメリットについて説明する。半導体プロセスで製造したウエ八は、成膜した膜の特性や膜厚により面内において分布が発生する。CMOSセンサでは、検出感度がウエ八面内からの切り出し位置によって異なることがある。CMUTチップでは、上下2つの電極に挟まれた空洞の高さにおいて、ウエ八面内のばらつきがある。CMUTの場合、上下の電極は、駆動電極と固定電極に対応し、直流電圧を印加して、駆動電極側のメンブレンを撓ませる。この状態で交流電圧を印加して、駆動電極側のメンブレンを振動させて超音波を発生させる。そのため空洞の高さは、CMUT素子の特性に重要である。したがって、空洞の高さは、上下の電極の静電容量で測定できる。空洞の高さは更に、電圧をスイープ印加したときの静電容量の最大値でも評価することができる。そのため静電容量を測定して、各CMUTチップのばらつきを測定し、静電容量特性の近いCMUTチップを選定して配列することにより、更に均一な特性を有するCMUTチップアレイを提供できる。

【0057】

CMOSセンサやCMUTチップのウエ八面内ばらつきにより、各チップの特性が異なる場合がある。このような場合には、本発明の複数のチップを並べて接続する方法を使えば、特性の近いチップを選別して配置するとよい。これにより、ひとつのセンサとして安定した特性を提供できる。また、上記のばらつきは、ウエ八面内ばらつきに特定するものではなく、各ウエ八のバッチごとや、ロットごとであっても適用できる。

【0058】

さらに、本発明を適用することにより、駆動周波数特性のことなるCMUTチップを並列して配置し、同時に異なる周波数の超音波送受信が可能となり、2波長診断などに適用できる。

【0059】

また、本発明によると、小さいチップを並べることにより、大きいチップの代替えができるため、半導体センサチップやCMUTチップを用いた計測器や超音波探触子の歩留まりを向上することができる。

【符号の説明】

【0060】

- 1 超音波探触子
- 11 バッキング
- 2, 2a~2o CMUTチップ
- 21, 21a~21e CMUT素子部
- 22a~22c チップ列
- 3, 3e~3j, 3p~3u 駆動電極 (センサセル)
- 32, 34, 36, 38 パッド
- 31, 33, 35, 37 内部配線
- 4, 6 ボンディングワイヤ
- 71 フレキシブル基板
- 72 コネクタ
- 73 回路基板
- 74 接続端子
- 75 音響レンズ
- 8 超音波診断装置

10

20

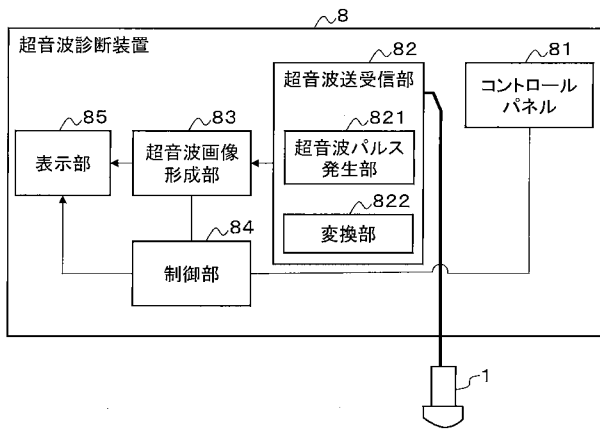
30

40

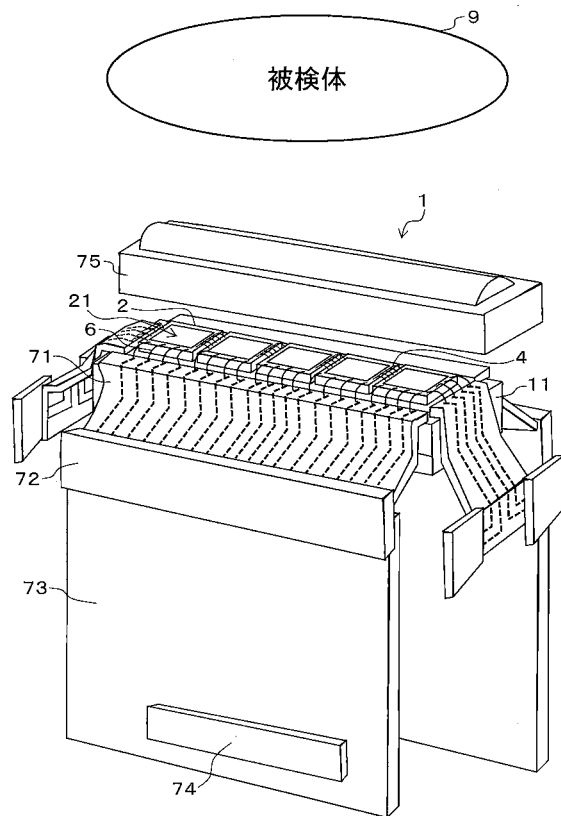
50

- 8 1 コントロールパネル
- 8 2 超音波送受信部
- 8 2 1 超音波パルス発生部
- 8 2 2 変換部
- 8 3 超音波画像形成部
- 8 4 制御部
- 8 5 表示部
- 9 被検体

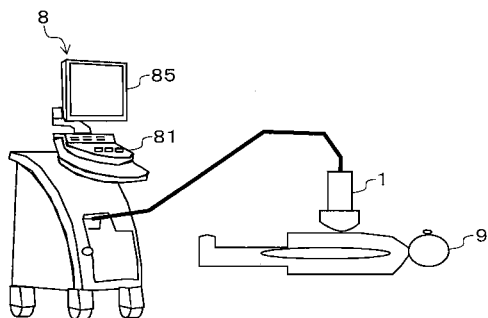
【 図 1 】



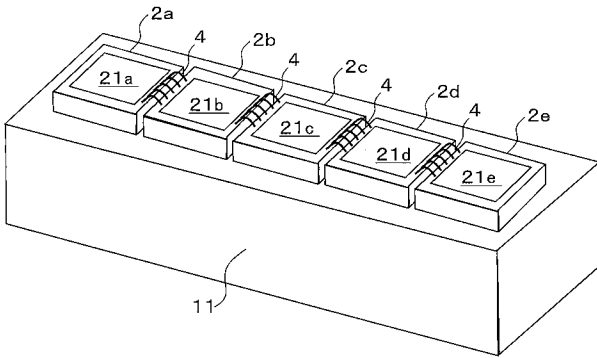
【 図 3 】



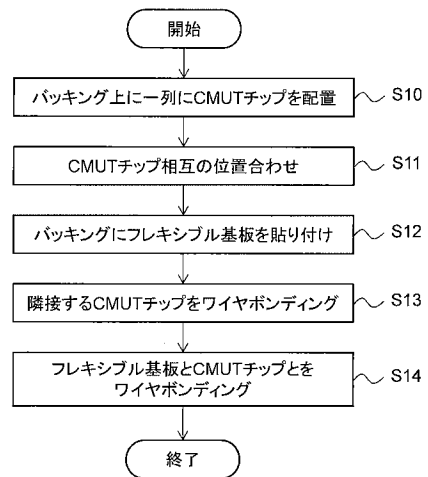
【 図 2 】



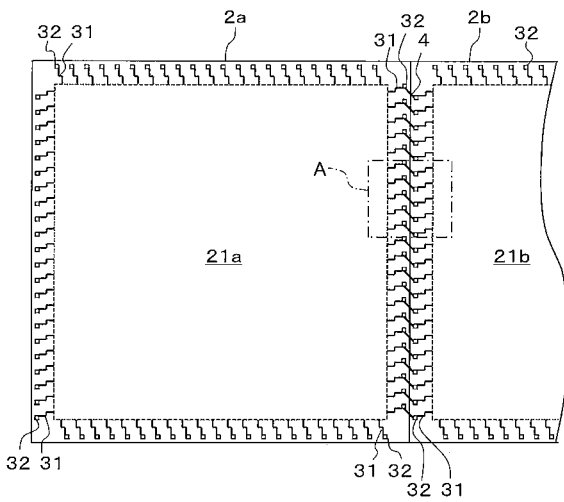
【 図 4 】



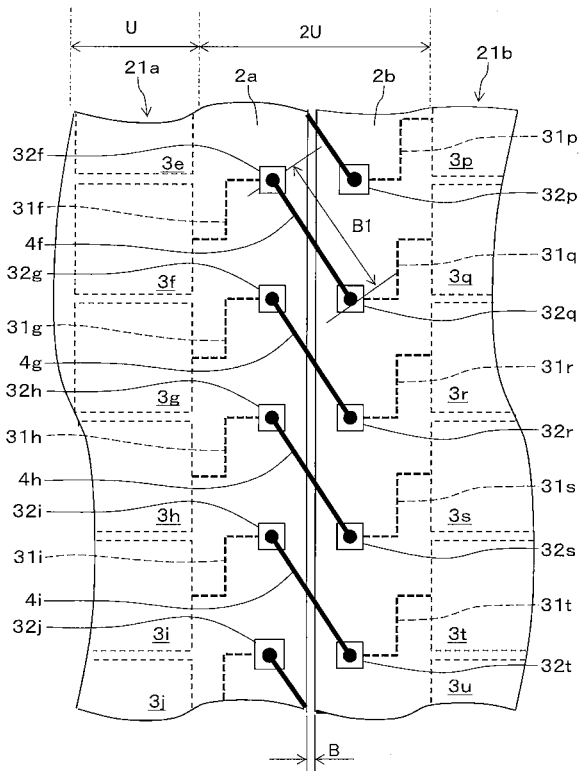
【 図 5 】



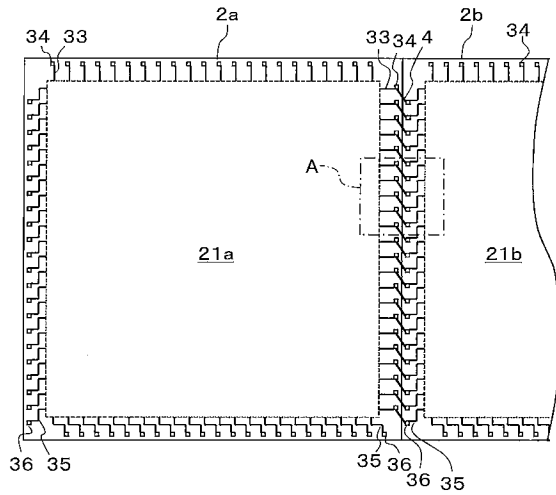
【 図 6 】



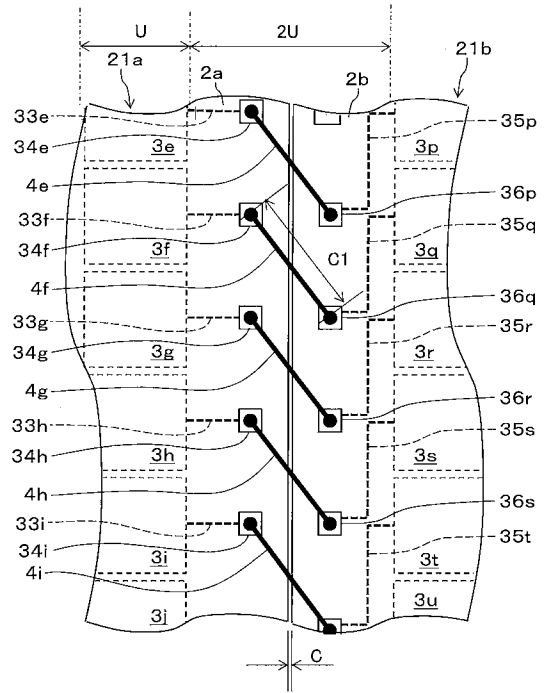
【 図 7 】



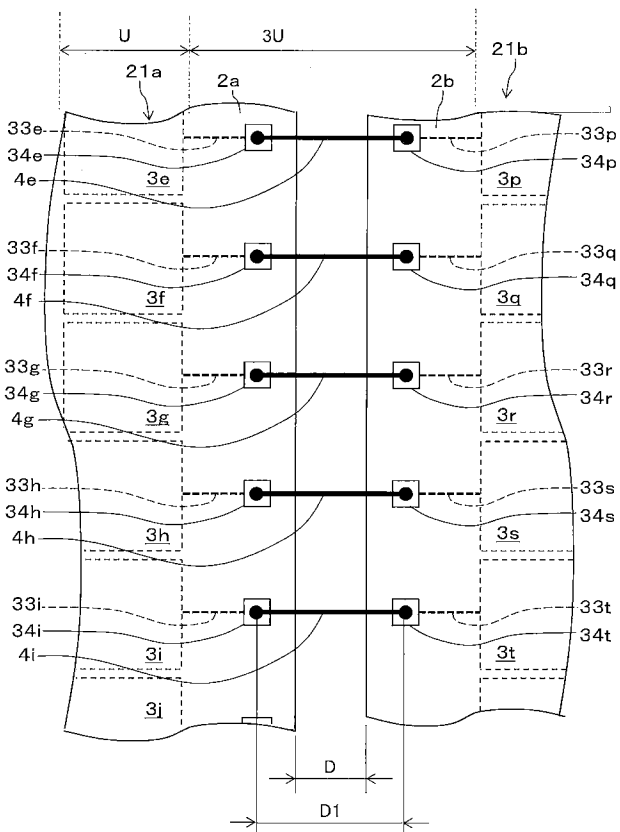
【 図 8 】



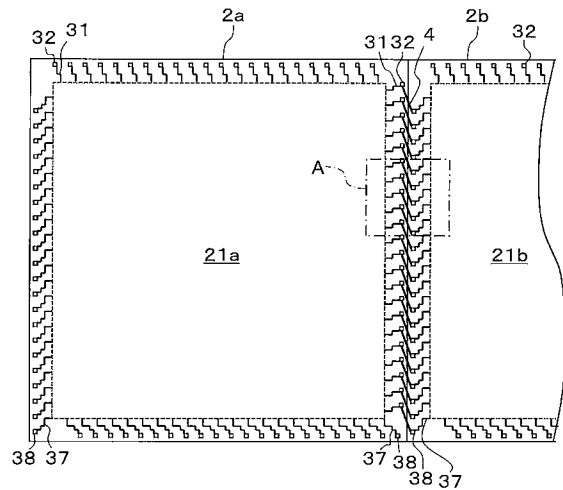
【 図 9 】



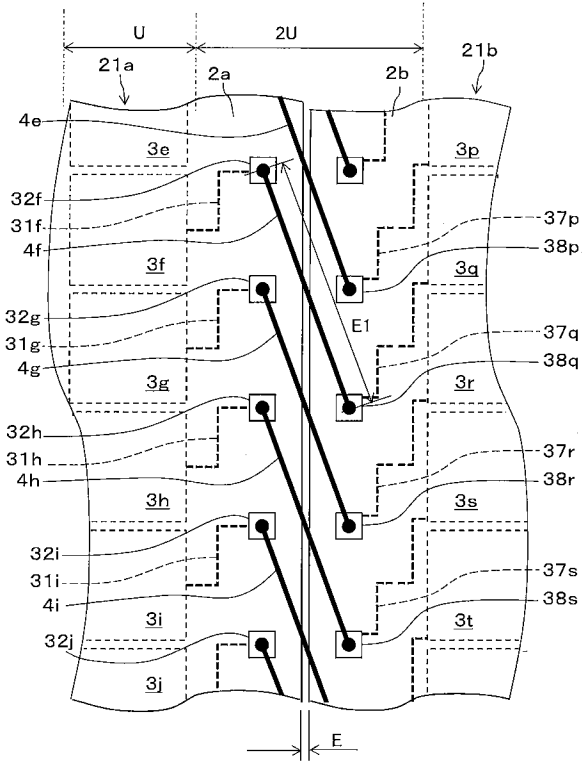
【 図 10 】



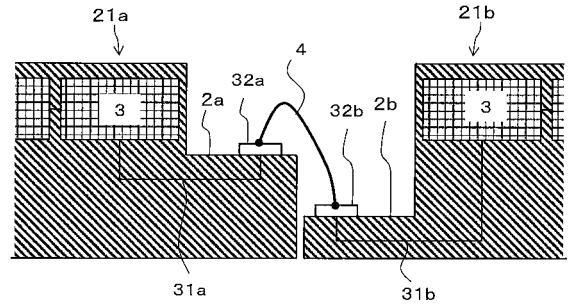
【 図 11 】



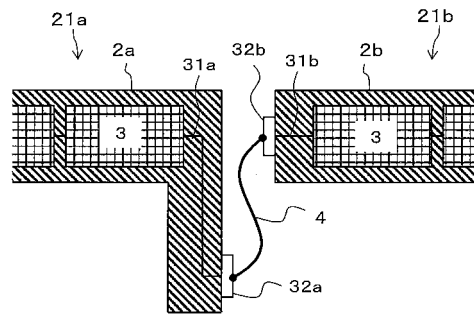
【図 1 2】



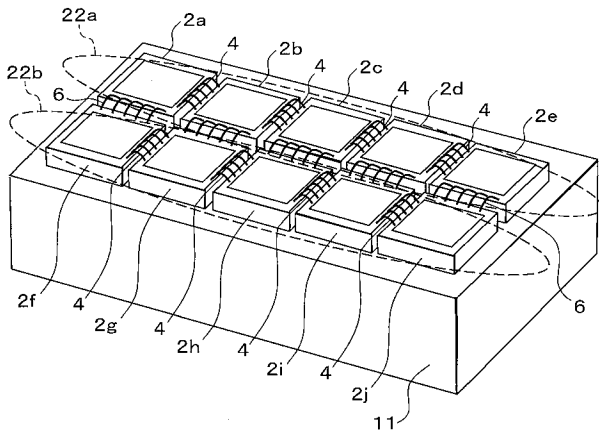
【図 1 3】



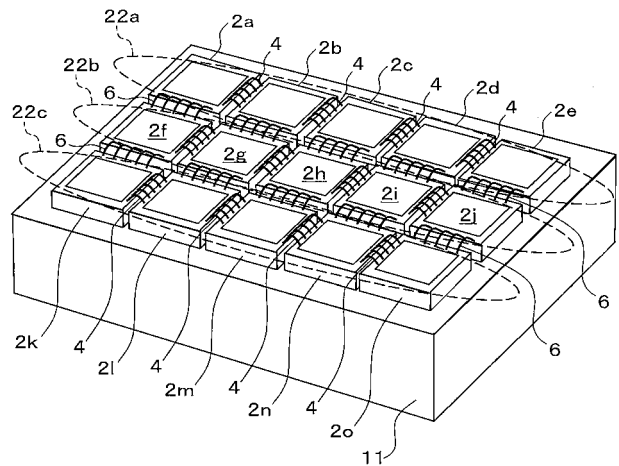
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



フロントページの続き

(72)発明者 永田 達也

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

Fターム(参考) 4C601 GB03 GB14 GB20 GB32 GB41

5D019 AA26 DD01 FF04 GG11

5F038 AZ07 BE07 CA06 CA10 EZ07 EZ20

专利名称(译)	半导体传感器芯片，半导体传感器芯片阵列和超声诊断设备		
公开(公告)号	JP2018007850A	公开(公告)日	2018-01-18
申请号	JP2016139048	申请日	2016-07-14
[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 山下尚昭 永田達也		
发明人	吉村 保廣 佐光 暎史 山下 尚昭 永田 達也		
IPC分类号	A61B8/14 H04R1/06 H01L21/822 H01L27/04		
CPC分类号	A61B8/00 B06B1/0292 H01L27/04 H04R1/06 H01L24/20 H01L24/45 H01L25/0655		
FI分类号	A61B8/14 H04R1/06.330 H01L27/04.E A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/GB03 4C601/GB14 4C601/GB20 4C601/GB32 4C601/GB41 5D019/AA26 5D019/DD01 5D019/FF04 5D019/GG11 5F038/AZ07 5F038/BE07 5F038/CA06 5F038/CA10 5F038/EZ07 5F038/EZ20		
其他公开文献	JP6712917B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：增加超声波探头的感应区域以实现高清晰度。一种超声波诊断装置，驱动电极和所述cMUT芯片2A等被排列在网格中CMUT元件21 3E~3J的矩形形状，驱动电极3P~像3U是矩形的CMUT元件部21被排列在网格中，相邻的cMUT芯片2a中，并且驱动电极3P~3U并且CMUT芯片2b分别通过接合线4f至4i等电连接到与CMUT芯片2a相邻的CMUT芯片2a的驱动电极3e至3j。

