

(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2008-200300

(P2008-200300A)

(43) 公開日 平成20年9月4日(2008.9.4)

|                                |                       |             |
|--------------------------------|-----------------------|-------------|
| (51) Int.Cl.                   | F I                   | テーマコード (参考) |
| <b>A 6 1 B</b> 8/00 (2006.01)  | A 6 1 B 8/00          | 4 C 6 0 1   |
| <b>H 0 4 R</b> 17/00 (2006.01) | H 0 4 R 17/00 3 3 2 B | 5 D 0 1 9   |

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2007-40133 (P2007-40133)  
 (22) 出願日 平成19年2月21日 (2007.2.21)

(71) 出願人 306037311  
 富士フイルム株式会社  
 東京都港区西麻布2丁目26番30号  
 (74) 代理人 100110777  
 弁理士 宇都宮 正明  
 (74) 代理人 100100413  
 弁理士 渡部 温  
 (72) 発明者 大澤 敦  
 神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地  
 富士フイルム株式会社内  
 Fターム(参考) 4C601 BB03 EE14 GB06 GB30 GB41  
 5D019 BB02 BB17 FF04

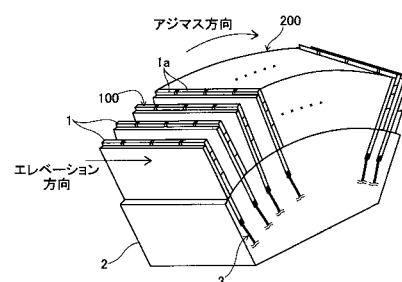
(54) 【発明の名称】 超音波用探触子

## (57) 【要約】

【課題】比較的簡単に製造が可能であって、所望の超音波放射面を有する超音波用探触子を提供する。

【解決手段】この超音波用探触子は、複数の支持体であって、超音波用探触子の複数の信号線が形成された面を主面としたときに、主面の法線が互いに異なる方向を向くように配列された複数の支持体と、複数群の超音波トランスデューサであって、各群における複数の超音波トランスデューサが、側面に形成された複数の電極を有し、複数の電極が、それぞれの支持体の主面に形成された複数の信号線にそれぞれ接合されている、複数群の超音波トランスデューサとを具備する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

超音波放射面を有する超音波用探触子において、

複数の支持体であって、前記超音波用探触子の複数の信号線が形成された面を主面としたときに、前記主面の法線が互いに異なる方向を向くように配列された前記複数の支持体と、

複数群の超音波トランスデューサであって、各群における複数の超音波トランスデューサが、側面に形成された複数の電極を有し、前記複数の電極が、それぞれの支持体の主面に形成された複数の信号線にそれぞれ接合されている、前記複数群の超音波トランスデューサと、

を具備する前記超音波用探触子。

**【請求項 2】**

曲面状の超音波放射面を有する請求項 1 記載の超音波用探触子。

**【請求項 3】**

前記複数の支持体の各々の主面において、前記複数の超音波トランスデューサが、それぞれの超音波放射面が略同一方向を向くように配列されている、請求項 1 又は 2 記載の超音波用探触子。

**【請求項 4】**

前記複数の支持体の各々の主面において、前記複数の超音波トランスデューサが、それぞれの超音波放射面が互いに異なる方向を向くように配列されている、請求項 1 又は 2 記載の超音波用探触子。

**【請求項 5】**

前記複数の超音波トランスデューサの各々が、複数の圧電体層と、前記複数の圧電体層に反対向きの電界を交互に印加する複数の電極層とを有する積層型圧電振動子である、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項記載の超音波用探触子。

**【請求項 6】**

前記複数の支持体が、シリコンと、酸化シリコンと、炭化シリコンと、ガラスエポキシと、ポリイミドと、アルミナと、ジルコニアとの内の少なくとも 1 つを含む材料によって形成されている、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項記載の超音波用探触子。

**【請求項 7】**

前記複数の支持体の各々が、集積回路が形成されたシリコンチップを含む、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項記載の超音波用探触子。

**【請求項 8】**

前記複数の支持体の各々に、前記複数の超音波トランスデューサを選択的に入出力端子に接続するためのマルチプレクサが形成されている、請求項 7 記載の超音波用探触子。

**【請求項 9】**

前記複数の支持体の各々に、前記複数の超音波トランスデューサから出力される電気信号をそれぞれ増幅する複数の増幅回路と、前記複数の増幅回路の出力信号をデジタル信号にそれぞれ変換する複数の A / D 変換器と、前記複数の A / D 変換器から出力されるパラレルのデジタル信号をシリアルなデジタル信号に変換するパラレル / シリアル変換回路とがさらに形成されている、請求項 8 記載の超音波用探触子。

**【請求項 10】**

前記複数の支持体を保持する保持部材をさらに具備する請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項記載の超音波用探触子。

**【請求項 11】**

前記複数の支持体にそれぞれ接合された複数の保持部材をさらに具備し、

前記複数群の超音波トランスデューサアレイが、前記複数の保持部材を互いに接合することにより配列されている、請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項記載の超音波用探触子。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】**

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 1 】

本発明は、被検体について体腔外走査又は体腔内走査を行う際に用いられる超音波用探触子に関する。

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 2 】

医療分野においては、被検体の内部を観察して診断を行うために、様々な撮像技術が開発されている。特に、超音波を送受信することによって被検体の内部情報を取得する超音波撮像は、リアルタイムで画像観察を行うことができる上に、X線写真やR I (radio isotope) シンチレーションカメラ等の他の医用画像技術と異なり、放射線による被曝がない。そのため、超音波撮像は、安全性の高い撮像技術として、産科領域における胎児診断の他、婦人科系、循環器系、消化器系等を含む幅広い領域において利用されている。

10

## 【 0 0 0 3 】

超音波撮像とは、音響インピーダンスが異なる領域の境界（例えば、構造物の境界）において超音波が反射される性質を利用する画像生成技術である。通常、超音波撮像装置（又は、超音波診断装置、超音波観測装置とも呼ばれる）には、被検体に当接して用いられる超音波用探触子や、被検体の体腔内に挿入して用いられる超音波用探触子が備えられている。或いは、被検体内を光学的に観察する内視鏡と体腔内用の超音波用探触子とが組み合わせられた超音波内視鏡が備えられている場合もある。このような超音波用探触子や超音波内視鏡（以下において、超音波用探触子等という）から人体等の被検体内に向けて超音波ビームを送信し、超音波用探触子等を用いて被検体内において生じた超音波エコーを受信することにより、超音波画像情報を取得する。この超音波画像情報に基づいて、超音波エコーが生じた反射点や反射強度を求めることにより、被検体内に存在する構造物（例えば、内臓や病変組織等）の輪郭が抽出される。

20

## 【 0 0 0 4 】

一般的な超音波用探触子においては、超音波を送受信する超音波トランスデューサとして、P Z T（チタン酸ジルコン酸鉛：Pb(lead) zirconate titanate）に代表される圧電セラミックや、P V D F（ポリフッ化ビニリデン：polyvinylidene difluoride）に代表される高分子圧電素子等の圧電性を有する材料（圧電体）の両端に電極を形成した振動子（圧電振動子）によって構成される。そのような振動子の電極に、パルス状又は連続波の電気信号を送って電圧を印加すると、圧電体が伸縮する。この伸縮によって、それぞれの振動子からパルス状又は連続波の超音波が発生し、これらの超音波の合成によって超音波ビームが形成される。また、それぞれの振動子は、伝搬する超音波を受信することによって伸縮し、電気信号を発生する。これらの電気信号は、超音波の検出信号として出力される。このような超音波トランスデューサを複数配列し、それらを順次駆動することにより、それぞれの超音波トランスデューサから送信された超音波の合成によって超音波ビームが形成され、被検体が電子的に走査される。

30

## 【 0 0 0 5 】

ところで、超音波用探触子には、複数の超音波トランスデューサの配列に応じて、1次元アレイプロブ、2次元アレイプロブ、アニュラ（円環状）アレイプロブ等があり、また、走査方法に応じて、リニアスキャンタイプ、セクタスキャンタイプ、コンベックスキャンタイプ、ラジアルスキャンタイプ等の様々な種類がある。

40

## 【 0 0 0 6 】

その内でも特に、複数の超音波トランスデューサが2次元状に配置された2次元アレイプロブが注目されている。2次元アレイプロブを用いることにより、それ自体を移動させることなく、超音波ビームによって被検体を2次元的に走査することができ、被検体の深さ方向（超音波の進行方向）を含む3次元的な超音波画像情報を取得できるからである。それにより、被検体の所望の断面を表す画像を構成したり、被検体の立体画像（3次元画像）を構成すること（ボリュームイメージング）が可能になる。

## 【 0 0 0 7 】

超音波撮像により3次元画像を生成できれば、様々な医療分野において非常に有用な診

50

断を行うことが可能になる。例えば、産科においては、胎児の発生や成長等をリアルタイムに動画で観察する胎児診断を行うことができる。具体的には、脳の体積変化や脊椎の成長を継続的に観察することにより、胎児の異常等を早期に発見して対応することが可能になる。或いは、3次元の超音波画像を参照しながら、体腔内において胎児の治療を行うことも試みられている。また、循環器科においては、3次元の超音波画像に基づいて心臓の体積変化等を観察することにより、心疾患を発見することが可能になる。このような需要は、特に欧米において多い。さらに、泌尿器科領域においても、3次元の超音波画像に対する関心は高い。

#### 【0008】

しかしながら、1次元アレイに比較して、2次元アレイを作製する際の技術的課題は非常に大きい。第1に、超音波トランスデューサの配列を2次元化することにより、超音波トランスデューサの数は劇的に増加する。そのため、各超音波トランスデューサから電氣的に配線を引き出すことが困難になる。第2に、超音波トランスデューサの数と共に、シールド線の数が増加するので、超音波用探触子と超音波診断装置本体とを接続するケーブルが太くなる。それにより、超音波用探触子の取り扱いが困難になる。また、体腔内観察用の超音波用探触子においてケーブルの径が太いのは、致命的な欠点と言える。

10

#### 【0009】

関連する技術として、特許文献1には、2次元アレイプローブの電極取り出し構造が開示されている。即ち、特許文献1においては、信号線をバッキング材中に通し、その信号線の一端である信号電極を振動素子の配列面と平行に電極パターンとして2次元配列した2次元トランスデューサと、当該信号電極の電極パターンと同様の電極パターンを形成した中継基板と、当該中継基板と垂直に連結するIC基板とを接続することにより、2次元アレイプローブを構成している。

20

#### 【0010】

しかしながら、このような配線の引き出し方法によれば、アドレス電極の接続が不確実になるおそれがある。そのため、例えば、1000個～4000個にも及ぶ超音波トランスデューサの各々を電気配線に確実に接続することは、極めて困難である。

#### 【0011】

特許文献2には、2次元マトリックス状に配列された振動子を有する超音波探触子において、振動子の各素子に接続され、信号を送受信する電気回路を、振動子の素子に対応する間隔を持ってベースフィルム上に1次元状に配列された信号線によって構成すると共に、信号線の振動子素子への接続探触子のベースフィルム部分を音響吸音材によりサンドイッチ状に挟んで接着することにより2次元配列型超音波探触子を構成することが開示されている。即ち、特許文献2においては、各々に複数の信号線が形成されたベースフィルム（フレキシブル・パターン・サーキット）と音響吸音材（バッキング材）とを交互に接合することにより、複数の信号線の端部を、2次元マトリックス状の振動子の配列に合わせて2次元状に配置している。

30

#### 【0012】

しかしながら、特許文献2においても、各振動子と信号線との接続の不確実性は残る。また、特許文献2に開示された超音波探触子の作製方法によれば、超音波放射面が平面になるように超音波トランスデューサが配置されるので、例えば、胸部観察に用いられる平面型アレイ（セクタスキャンアレイ）を作製することはできる。しかしながら、全体的に凸面状の超音波放射面を有するコンベックスアレイ（例えば、胎児観察に用いられる）を作成することはできない。

40

#### 【0013】

特許文献3には、2次元アレイ超音波プローブにおいて、マトリックス状に配列した素子の各列間隔に各振動子から信号リード及びアースを引き出すためのプリント基板を配置した構造を有し、プリント基板上に1列相当の振動子アレイを実装した後、振動子を実装したプリント基板を行方向に配列して2次元アレイトランスデューサを構成することが開示されている。

50

## 【 0 0 1 4 】

また、特許文献 4 には、プリント基板と、プリント基板上に所定のピッチで形成される複数の配列ラインと、配列ラインの端部にそれぞれの第 1 側面が対応して接するように一列に配置される複数の積層圧電素子と、一列に配置される複数の積層圧電素子の、第 1 の側面とは反対側の第 2 の側面を共通接続する導電性薄板と、プリント基板上に配線ラインを覆うように形成されるバッキング材とを備えるユニットが、所定のピッチで並設されて形成され、積層型圧電素子の第 1 側面及び第 2 側面が導電性を有すると共に、積層圧電素子は、複数の圧電体と複数の内部電極層とが交互に積層され、かつ複数の内部電極が交互に第 1 側面又は第 2 の側面の一方に接続されている。

## 【 0 0 1 5 】

特許文献 3 及び 4 においては、複数の配線ラインをフレキシブル・プリント基板に並べて形成し、複数の超音波トランスデューサを、その側面（超音波放射面と直交する面）においてそれらの配線ラインにそれぞれ接続することによりユニットを作製する。そして、そのようなユニットを複数個重ねることにより、2 次元アレイを作製している。このような作製方法によれば、各超音波トランスデューサを信号線に確実に接続することができる。しかしながら、やはり、2 次元アレイの超音波放射面を曲面にすることはできない。

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 2 9 2 4 9 6 号公報（第 1 頁）

【特許文献 2】特開 2 0 0 0 - 2 1 4 1 4 4 号公報（第 1 頁）

【特許文献 3】特開 2 0 0 1 - 3 0 9 4 9 3 号公報（第 1 頁）

【特許文献 4】特開 2 0 0 5 - 2 1 0 2 4 5 号公報（第 1 頁）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 1 6 】

そこで、上記の点に鑑み、本発明は、比較的簡単に製造が可能であって、所望の超音波放射面を有する超音波用探触子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】

## 【 0 0 1 7 】

上記課題を解決するため、本発明の 1 つの観点に係る超音波用探触子は、超音波放射面を有する超音波用探触子において、複数の支持体であって、超音波用探触子の複数の信号線が形成された面を主面としたときに、主面の法線が互いに異なる方向を向くように配列された複数の支持体と、複数群の超音波トランスデューサであって、各群における複数の超音波トランスデューサが、側面に形成された複数の電極を有し、複数の電極が、それぞれの支持体の主面に形成された複数の信号線にそれぞれ接合されている、複数群の超音波トランスデューサとを具備する。

【発明の効果】

## 【 0 0 1 8 】

本発明によれば、複数の超音波トランスデューサが接合されている支持体を、法線が互いに異なる方向を向くように配列することにより、所望の超音波放射面を有する超音波用探触子を比較的簡単に製造することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 1 9 】

以下、本発明を実施するための最良の形態について、図面を参照しながら詳しく説明する。なお、同一の構成要素には同一の参照番号を付して、説明を省略する。

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る超音波用探触子の外観を示す斜視図である。

図 1 に示すように、本実施形態に係る超音波用探触子は、複数の 1 次元アレイ 1 を含んでいる。各 1 次元アレイ 1 は、エレベーション方向に 1 次元状に並べられた複数（図 1 においては 4 つ）の超音波トランスデューサ 1 a を含んでいる。このような 1 次元アレイ 1 をアジマス方向（走査方向）において放射状となるように配列する。それにより、複数の超音波トランスデューサ 1 a の超音波放射面 1 0 0 によって形成される 2 次元の超音波放射面 2 0 0 が全体として所望の形状（図 1 においては、円柱の側面の一部に相当する曲面

10

20

30

40

50

状)になる。

【0020】

これらの1次元アレイ1は、音響減衰の大きい材料によって形成されたバッキング材(保持部材ともなる)2によって保持されている。バッキング材2の材料としては、例えば、エポキシ等の樹脂材料や天然ゴムに、フェライト、金属、PZT、タングステンカーバイド等の粉末を混入して分散させたものが用いられる。なお、図1には、バッキング材2として、上面が凸となった柱状体が表示されているが、バッキング材2の形状はそのような形状に限定されず、例えば、半円柱や、扇柱であっても良い。

また、各1次元アレイ1には、リード線3が接続されている。

【0021】

図2は、図1に示す1次元アレイ1の構造を示す斜視図である。各1次元アレイ1は、配線11が形成された基板10と、側面(超音波放射面100及びその反対側とは異なる面)において基板10に接合された複数の超音波トランスデューサ1aとを含んでいる。基板10は、複数の超音波トランスデューサ1aを支持する支持体として用いられる。

【0022】

各超音波トランスデューサ1aは、少なくとも、超音波を送受信する振動子(圧電振動子)12及び音響整合層13を含んでおり、音響レンズ14及びバッキング層15をさらに含んでも良い。また、隣接する2つの超音波トランスデューサ1aの間に充填材16を配置しても良い。

【0023】

基板10は、シリコン(Si)や、酸化シリコン( $\text{SiO}_2$ )や、炭化シリコン(SiC)や、ガラスエポキシや、ポリイミドや、アルミナ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )や、ジルコニア等の硬質材料によって形成されており、例えば、 $50\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 程度の厚さを有している。基板10の硬さとしては、基板10の一部をバッキング材2に差し込んだ場合に、バッキング材2(図1)からはみ出た部分が不安定にならない程度、望ましくは、直立できる程度の剛性を有していれば良い。また、基板10としてシリコンチップを用いる場合には、配線11を半導体プロセスによって形成しても良い。この場合には、狭ピッチな配線を短いプロセスで形成できる。

【0024】

配線11は、後述する振動子12に駆動信号を供給すると共に、振動子12から出力される電気信号を伝送する伝送路である。これらの配線11に、図1に示すリード線3が接続される。

【0025】

振動子12は、PZT(チタン酸ジルコン酸鉛)に代表される圧電セラミックや、PVD(ポリフッ化ビニリデン)に代表される高分子圧電素子等の圧電体12aと、その両側に形成された電極12b及び12cとを含んでいる。これらの電極12b及び12cに、パルス状又は連続波の電気信号を送って電圧を印加すると、圧電体が伸縮し、この伸縮によって、それぞれの振動子からパルス状又は連続波の超音波が発生する。

【0026】

音響整合層13は、例えば、超音波を伝播し易いパイレックス(登録商標)ガラスや金属粉入りエポキシ樹脂等によって形成されており、振動子12の超音波放射面100側に配置されることにより、生体である被検体と超音波トランスデューサ12との間の音響インピーダンスの不整合を解消する。これにより、超音波トランスデューサから送信された超音波が、効率良く被検体中に伝播する。なお、図2には、1層の音響整合層13が表示されているが、必要に応じて複数の音響整合層を配置しても良い。

【0027】

音響レンズ14は、例えば、シリコーンゴムによって形成されており、複数の超音波トランスデューサ1aから送信され、音響整合層13を伝播した超音波ビームを、被検体内の所定の深度において集束させる。

バッキング層15は、例えば、フェライト粉や金属粉やPZT粉入りのエポキシ樹脂や

10

20

30

40

50

、フェライト粉入りのゴムのように、音響減衰の大きい材料によって形成されており、振動子 1 2 から発生した不要な超音波の減衰を早める。

また、充填材 1 6 は、各超音波トランスデューサ 1 a の位置を安定させると共に、複数の振動子 1 2 の間における干渉を低減している。

【 0 0 2 8 】

このような超音波トランスデューサ 1 a は、振動子 1 2 の電極 1 2 b 及び 1 2 c を、導電性ペースト（図示せず）を用いて配線 1 1 に接合することにより、基板 1 0 に貼り付けられている。導電性ペーストは、例えば、エポキシ樹脂等の樹脂基材に金属粉を混入させた接着剤である。導電性ペーストを用いることにより、配線 1 1 と振動子 1 2 との間の導電性が確保される。また導電性ペーストはある程度の弾性を有しているので、例えば、半田を用いる場合と比較して、振動子 1 2 の伸縮に対する制動を少なくすることができる。

【 0 0 2 9 】

図 3 は、図 1 に示す超音波用探触子の側面を示している。図 3 に示すように、バッキング材 2 には、複数の溝 2 a が形成されており、この溝 2 a に図 2 に示す基板 1 0 を、バッキング層 1 5 の下端まで差し込むことにより、1 次元アレイ 1 が保持されている。また、各 1 次元アレイ 1 に接続されているリード線 3 は、溝 2 a の底部を通してバッキング材 2 の側方に引き出される。

【 0 0 3 0 】

次に、本発明の第 1 の実施形態に係る超音波用探触子の製造方法について説明する。

まず、図 4 に示すように、シリコン（S i）等の硬質材料を基板 1 0 の形状に成形し、複数の振動子 1 2 に接続される共通配線 1 1 a と、各振動子 1 2（図 2）に対応する個別配線 1 1 b とを形成する。配線の形成方法としては、リフトオフ加工のように、一般的に用いられる手法を利用しても良いし、基板としてシリコンチップを用いる場合には、半導体プロセスを利用しても良い。

【 0 0 3 1 】

一方、図 5 に示すように、板状の超音波トランスデューサ部材 2 0 を作製する。即ち、まず、圧電体 2 1 の両側に、蒸着法やスパッタ法のように一般的な方法を用いることにより、電極層 2 2 a 及び 2 2 b を形成する。その際には、電極層 2 2 a 及び 2 2 b を圧電体 2 1 の側面に回り込ませておく（回り込み電極 2 6 a 及び 2 6 b）。そして、一方の電極層 2 2 a 側に音響整合層 2 3 及び音響レンズ 2 4 を配置し、他方の電極層 2 2 b 側にバッキング層 2 5 を配置する。これらの層（音響整合層 2 3、音響レンズ 2 4、及び、バッキング層 2 5）は、成形済みの各部材を、例えば、合成樹脂系の接着剤を用いて接合すれば良い。

【 0 0 3 2 】

次に、図 6 の（a）に示すように、基板 1 0 に形成された共通配線 1 1 a 及び個別配線 1 1 b の内で、超音波トランスデューサ部材 2 0 の回り込み電極 2 6 a 及び 2 6 b（図 5）に接合される部分に、導電性ペースト 2 7 a 及び 2 7 b を配置する。そして、図 6 の（b）に示すように、基板 1 0 の導電性ペースト配置面と、超音波トランスデューサ部材 2 0 の回り込み電極 2 6 a 及び 2 6 b 形成面とを張り合わせる。それにより、図 7 に示すように、基板 1 0 と超音波トランスデューサ部材 2 0 とが一体化される。

【 0 0 3 3 】

ここで、導電性ペースト 2 7 a 及び 2 7 b は、振動子 1 2（図 2）の伸縮に対する制動を少なくするために、厚めに配置することが望ましい。例えば、導電性ペースト 2 7 a 及び 2 7 b の厚さを  $10\ \mu\text{m}$  ～  $20\ \mu\text{m}$  程度とすれば、振動子 1 2 を振動させることは可能であり、 $30\ \mu\text{m}$  ～  $50\ \mu\text{m}$  程度あれば十分である。

【 0 0 3 4 】

次に、図 8 の（a）に示すように、超音波トランスデューサ部材 2 0 をダイシングすることにより、複数の超音波トランスデューサ 1 a に分割する。その際には、図 8 の（b）に示すように、配線 1 1 a を切断しないように、配線 1 1 a の手前（なるべく、導電性ペースト 2 7 a の途中まで）の深さでダイシングを止める。そして、図 9 の（a）及び（b

）に示すように、ダイシングによって形成された溝 20 a に合成樹脂系の充填材 16 を配置する。それにより、1次元アレイ 1 が完成する。

さらに、次に、図 9 の (a) に示すように、共通配線 11 a にアース引き出し線 28 a を半田により接続し、各個別配線 11 b にアドレス引き出し線 28 b を半田により接続する。

#### 【0035】

また、複数の 1次元アレイ 1 を保持するためのバッキング材 2 を別途作製しておく。即ち、図 10 に示すように、フェライト粉等を分散させた樹脂材料等の上面 2 b を、1つの方向（アジマス方向）において湾曲するように形成し、さらに、1次元アレイ 1 を差し込むための溝 2 a を形成する。溝 2 a の深さは、基板 10 の差込部分（図 2 に示す基板 10 の下端からバッキング層 15 の下端までの長さ）よりも若干深くなるようにする。1次元アレイ 1 のアース引き出し線 28 a 及びアドレス引き出し線 28 b を配置するスペースを確保するためである。

#### 【0036】

次に、図 11 に示すように、バッキング材 2 の溝 2 a に、1次元アレイ 1 を差し込む。その際には、溝 2 a に接着剤を配置して、基板 10 を固定することが望ましい。さらに、アース引き出し線 28 a 及びアドレス引き出し線 28 b を、溝 2 a の底部からバッキング材 2 の側方に引き出す。それにより、図 1 に示す超音波用探触子が完成する。

#### 【0037】

以上説明したように、本実施形態によれば、所望の形状の超音波放射面を有する 2次元超音波用探触子を、容易に製造することができる。

なお、本実施形態においては、図 8 に示すように、超音波トランスデューサ部材 20 を基板 10 に張り合わせた後で、超音波トランスデューサ 1 a に分割した。しかしながら、所望の幅に予めカットされた複数の超音波トランスデューサ 1 a を、基板 10 に所望の間隔で配列しても良い。

#### 【0038】

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。

第 2 の実施形態においては、図 2 に示す基板 10 に集積回路が形成される点で第 1 の実施形態と異なっており、その他の点に関しては第 1 の実施形態と同様である。

#### 【0039】

図 12 は、本発明の第 2 の実施形態に係る超音波用探触子において用いられる基板を示す平面図である。本実施形態においては、基板 10 として、シリコンチップ等の半導体基板が用いられる。基板 10 の回路形成領域 10 a には、複数の MOSFET（金属酸化物半導体電界効果トランジスタ、以下、単に「トランジスタ」という）を含む集積回路が形成されている。また、基板 10 上には、共通配線 11 a と、個別配線 11 b と、入出力端子 11 c とが形成されている。

#### 【0040】

図 13 は、図 12 に示す一点鎖線 XIII-XIII における回路形成領域の一部の断面を示す断面図である。図 13 に示すように、P 型の基板 10 内には、N ウエル 101 と P ウエル 102 とが形成されている。一方、基板 10 上には、ゲート絶縁膜 103 を介して、ゲート電極 104 及び 105 が形成されている。ゲート電極 104 の両側の N ウエル 101 内には、ソース又はドレインとなる P 型の不純物拡散領域 106 及び 107 が形成されており、これらにより P チャネルトランジスタ QP が構成される。また、ゲート電極 105 の両側の P ウエル 102 内には、ソース又はドレインとなる N 型の不純物拡散領域 108 及び 109 が形成されており、これらにより N チャネルトランジスタ QN が構成される。さらに、基板 10 上には、層間絶縁膜 110 が形成されており、層間絶縁膜 110 に設けられたスルーホールを介して、トランジスタ QP 及び QN のソース又はドレインに、個別配線 11 b が接続されている。なお、層間絶縁膜と配線層とを複数組形成することにより、多層配線を実現するようにしても良い。

#### 【0041】

図 1 4 は、図 1 2 に示す回路形成領域に形成される第 1 の回路例を示す回路図である。第 1 の回路例においては、4 個の振動子 1 2 1 ~ 1 2 4 にマルチプレクサ 1 3 0 が接続されることにより、これらの振動子 1 2 1 ~ 1 2 4 の内の 1 つ又は複数が選択的に入出力端子 1 1 c に接続される。

【 0 0 4 2 】

マルチプレクサ 1 3 0 は、P チャネルトランジスタ Q P 1 及び N チャネルトランジスタ Q N 1 によって構成される第 1 のアナログスイッチと、P チャネルトランジスタ Q P 2 及び N チャネルトランジスタ Q N 2 によって構成される第 2 のアナログスイッチと、P チャネルトランジスタ Q P 3 及び N チャネルトランジスタ Q N 3 によって構成される第 3 のアナログスイッチと、P チャネルトランジスタ Q P 4 及び N チャネルトランジスタ Q N 4 によって構成される第 4 のアナログスイッチと、それぞれのアナログスイッチに供給される制御信号を反転するインバータ I N V 1 ~ I N V 4 とを含んでいる。

10

【 0 0 4 3 】

また、マルチプレクサ 1 3 0 を制御するために、制御回路 1 4 0 が設けられている。制御回路 1 4 0 は、超音波用探触子の外部から無線又は有線によって供給されるタイミング信号に従って、それぞれのアナログスイッチを制御するための制御信号を生成する。

【 0 0 4 4 】

図 1 5 は、図 1 2 に示す回路形成領域に形成される第 2 の回路例を示す回路図である。第 2 の回路例においては、図 1 4 に示す第 1 の回路例に対して、4 個の振動子 1 2 1 ~ 1 2 4 から出力される電気信号をそれぞれ増幅するプリアンプ 1 5 1 ~ 1 5 4 と、プリアンプ 1 5 1 ~ 1 5 4 の出力信号をデジタル信号に変換する A / D 変換器 1 6 1 ~ 1 6 4 と、A / D 変換器 1 6 1 ~ 1 6 4 から出力されるパラレルデータをシリアルデータに変換して入出力端子 1 1 c に供給するパラレル / シリアル変換回路 1 7 0 とが追加されている。パラレル / シリアル変換回路 1 7 0 は、パラレル / シリアル変換回路 1 7 0 自らが発生するクロック信号、又は、超音波用探触子の外部から無線又は有線によって供給されるクロック信号に同期して動作する。

20

【 0 0 4 5 】

第 2 の回路例においては、超音波の受信時において、4 個の振動子 1 2 1 ~ 1 2 4 から出力される電気信号をシリアルデータとして入出力端子 1 1 c に供給すると共に、超音波の送信時において、入出力端子 1 1 c に供給される駆動信号を 4 個の振動子 1 2 1 ~ 1 2 4 の内の 1 つ又は複数に印加することができる。

30

【 0 0 4 6 】

本実施形態によれば、微細な配線を低コスト且つ簡単なプロセスで形成することができる。それにより、複数の超音波トランスデューサ 1 a を狭ピッチで配置することが可能になる。従って、1 次元アレイ、又は、複数の 1 次元アレイが配列された 2 次元アレイを含む超音波用探触子を、低コストで小型化することが可能になる。

【 0 0 4 7 】

また、本実施形態によれば、超音波用探触子に接続されるシールド線の数低減することができる。例えば、超音波トランスデューサが 3 2 行 × 3 2 列に配列された 2 次元アレイを作製する際に、通常は、 $32 \times 32 = 1024$  本のシールド線が必要になる。しかしながら、各 1 次元アレイにマルチプレクサを設けることにより、シールド線の本数が 3 2 本となる。そのため、各 1 次元アレイに接続される 6 ビットの制御線を加えても、配線の本数をトータルで 2 2 4 本（シールド線が 3 2 本、制御線が  $6 \times 32 = 192$  本）に抑えることができる。その結果、超音波用探触子と超音波診断装置本体とを接続するケーブルを細径化することが可能になる。

40

【 0 0 4 8 】

次に、本発明の第 3 の実施形態に係る超音波用探触子及びその製造方法について、図 1 6 を参照しながら説明する。

ここで、先に説明した本発明の第 1 及び第 2 の実施形態においては、1 つのバッキング材 2 に複数の 1 次元アレイ 1（図 1）を差し込むことによって 2 次元アレイを形成した。

50

それに対して、本実施形態においては、各 1 次元アレイにバッキング材（保持部材ともなる）を接合し、複数のバッキング材を組み立てることにより、2 次元アレイを保持することを特徴とする。

#### 【0049】

まず、第 1 の実施形態に係る超音波用探触子の製造方法において、図 4 ～ 図 9 を参照しながら説明したのと同様にして 1 次元アレイ 1 を作製し、リード線 3（図 9 のアース引き出し線 28a 及びアドレス引き出し線 28b）を接続する。一方、図 16 の（a）に示すように、フェライト粉等を分散させた樹脂材料等を、扇形状の底面を有する柱状に成形し、さらに、その一部に切り欠きを設けることにより、バッキング材 4 を作製する。

#### 【0050】

そして、図 16 の（b）に示すように、1 次元アレイ 1 の基板 10 の部分をバッキング材 4 の切り欠き 4a に接着することにより、一体化させる。その際に、リード線 3 は、切り欠き 4a の底部から側方に引き出しておく。このように一体化されたピースを、アジマス方向（図 1）に配置される 1 次元アレイ 1 の数だけ作製しておく。

さらに、図 16 の（c）に示すように、接着剤を用いてバッキング材 4 を接合することにより、複数のピースを組み立てる。それにより、曲面状の超音波放射面を有する 2 次元超音波用探触子が完成する。

#### 【0051】

次に、本発明の第 4 の実施形態に係る超音波用探触子について、図 17 及び図 18 を参照しながら説明する。

本発明の第 1 ～ 第 3 の実施形態に係る超音波用探触子においては、1 つの圧電体の両側に電極層が形成された単層の圧電振動子を用いているが、本実施形態においては、その替わりに、複数の圧電体層を有する積層型圧電振動子を用いることを特徴とする。

#### 【0052】

図 17 は、積層型圧電振動子の構造を示す一部断面斜視図である。この積層型圧電振動子 30 は、複数の圧電体層 31 と、内部電極層 32a 及び 32b と、絶縁膜 33a 及び 33b と、側面電極 34a および 34b と、下部電極 35 と、上部電極 36 とを含んでいる。圧電体層 31 と内部電極層 32a 及び 32b とは、交互に積層されている。

#### 【0053】

絶縁膜 33a は、内部電極層 32a の一方（図の左側）の端部に形成されており、それにより、内部電極層 32a が、側面電極 34a から絶縁されると共に、側面電極 34b に電氣的に接続される。また、絶縁膜 33b は、内部電極層 32b の他方（図の右方）の端部に形成されており、それにより、内部電極層 32b が、側面電極 34b から絶縁されると共に、側面電極 34a に電氣的に接続される。さらに、下部電極層 35 は、側面電極 34a に接続されており、上部電極層 36 は、側面電極 34b に接続されている。

#### 【0054】

積層型圧電振動子の電極をこのように配置することにより、各々が 1 つの圧電体層 31 とその両側に配置された電極（例えば、内部電極層 32a 及び 32b）を含む複数のユニットが、並列に接続される。この積層型圧電振動子の下部電極 35 及び上部電極 36 に電圧を印加すると、複数の圧電体層 31 に、反対向きの電界が交互に印加される。このような積層型圧電振動子は、単層の振動子と比較して、対向する電極の面積を実質的に増加させることが可能なので、電氣的インピーダンスを下げるができる。従って、単層の振動子よりも、印加される電圧に対して効率良く動作する。

#### 【0055】

図 18 に示すように、積層型圧電振動子 30 を基板 10 に貼り付ける際には、導電性ペースト 37 を用いれば良い。ここで、積層型圧電振動子 30 の側面は、絶縁膜 33a 及び 33b の分だけ部分的に隆起しているが、導電性ペースト 37 を厚めに配置することにより、そのような隆起にかかわらず側面電極 34b（又は 34a）や下部電極 35（又は上部電極 36）を、基板 10 の配線 11a 及び 11b に安定して接続することができる。また、積層型圧電振動子 30 の伸縮に対する制動を少なくするためにも、導電性ペースト 3

10

20

30

40

50

7を厚めに配置することが望ましい。

【0056】

次に、本発明の第5の実施形態に係る超音波用探触子について、図19を参照しながら説明する。

図19の(a)に示すように、本実施形態においては、それぞれの超音波放射面100の高さが互いにずれるように、複数の超音波トランスデューサ1aを基板10に配置することにより、1つの超音波トランスデューサアレイ5を作製する。そして、図19の(b)に示すように、このような超音波トランスデューサアレイ5を、上面がアジマス方向において湾曲するように形成されたバッキング材2に配列する。それにより、アジマス方向に加えて、エレベーション方向においても湾曲している超音波放射面210を形成することができ、このような曲面状の超音波放射面210を有する2次元超音波用探触子を用いることにより、被検体内のより広い領域に向けて超音波を送信することが可能になる。

10

【0057】

ここで、図19の(a)においては、複数の超音波放射面100が凸状に並ぶように、複数の超音波トランスデューサ1aを配置したが、複数の超音波放射面100を凹状に並べても良い。この場合には、複数の超音波トランスデューサ1aを同時に駆動することにより、焦点が絞られた超音波ビームを形成することが可能になる。

【0058】

次に、本発明の第6の実施形態に係る超音波用探触子について、図20を参照しながら説明する。

20

本実施形態においては、それぞれの超音波放射面100が互いに異なる方向を向くように、複数の超音波トランスデューサ1aを基板10に放射状に配置する。そして、このような超音波トランスデューサアレイ6を、上面がアジマス方向において湾曲するように形成されたバッキング材2(図19の(b)参照)に配列する。それにより、アジマス方向に加えて、エレベーション方向においても湾曲している超音波放射面を形成することができる。この場合には、エレベーション方向における超音波の送信領域を、図19に示すものよりも、さらに広げることができる。

【0059】

また、本実施形態に係る超音波用探触子の変形例として、図21に示すように、複数の超音波トランスデューサアレイ6(図20)を、互いに平行となるように配列することにより2次元アレイを形成しても良い。この場合には、エレベーション方向のみにおいて湾曲している超音波放射面220を形成することができる。

30

【0060】

次に、本発明の第1～6の実施形態に係る超音波用探触子の変形例について、図22及び図23を参照しながら説明する。

先に説明した第1～第6の実施形態に係る超音波用探触子において、1次元アレイ1や超音波トランスデューサアレイ5及び6を保持するバッキング材の形状を変更することにより、様々な種類の超音波トランスデューサアレイを作製することができる。

【0061】

図22に示すように、円筒状のバッキング材7を形成し、その側面全体を覆うように1次元アレイ1を配列することにより、360°の視野角を有するラジアル型超音波トランスデューサを作製できる。ラジアル型超音波トランスデューサは、例えば、被検体の体腔内を観察するために用いられる超音波用探触子や超音波内視鏡に適用される。この変形例は、特に、マルチプレクサを備える第2の実施形態に係る超音波用探触子に組み合わせることにより、体腔内走査用超音波用探触子等においてアレイの小型化及びケーブルの細径化を図ることができるので、効果的である。

40

【0062】

また、図23に示すように、バッキング材8の上面を凹面状となるように成形し、その面上に1次元アレイ1を配置することにより、送信方向がある程度絞られた超音波ビームを形成するコンケープアレイを作製できる。

50

## 【産業上の利用可能性】

## 【0063】

本発明は、被検体について体腔外走査又は体腔内走査を行う際に用いられる超音波用探触子において利用することが可能である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0064】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る超音波用探触子の構造を示す斜視図である。

【図2】図1に示す1次元アレイの構造を示す斜視図である。

【図3】図1に示す超音波用探触子を示す側面図である。

【図4】配線が形成された基板を示す平面図である。

10

【図5】板状の超音波トランスデューサ部材を示す斜視図である。

【図6】基板と超音波トランスデューサ部材とを接合する工程を説明するための図である。

【図7】基板に接合された超音波トランスデューサ部材を示す模式図である。

【図8】超音波トランスデューサ部材をダイシングする工程を説明するための図である。

【図9】配線が形成された1次元アレイを示す平面図である。

【図10】バッキング材を用意する工程を説明するための図である。

【図11】バッキング材に1次元アレイを配置する工程を説明するための図である。

【図12】本発明の第2の実施形態に係る超音波用探触子において用いられる基板を示す平面図である。

20

【図13】図12に示す一点鎖線XIII-XIIIにおける回路形成領域の一部の断面を示す断面図である。

【図14】図12に示す回路形成領域に形成される第1の回路例を示す回路図である。

【図15】図12に示す回路形成領域に形成される第2の回路例を示す回路図である。

【図16】本発明の第3の実施形態に係る超音波用探触子の製造方法を説明するための図である。

【図17】本発明の第4の実施形態に係る超音波用探触子において用いられる積層型圧電振動子を示す一部断面斜視図である。

【図18】図17に示す積層型圧電振動子を基板に接合する様子を示す模式図である。

【図19】本発明の第5の実施形態に係る超音波用探触子を説明するための図である。

30

【図20】本発明の第6の実施形態に係る超音波用探触子を説明するための図である。

【図21】本発明の第6の実施形態に係る超音波用探触子の変形例を示す斜視図である。

【図22】本発明の第1～第6の実施形態に係る超音波用探触子の第1の変形例を示す図である。

【図23】本発明の第1～第6の実施形態に係る超音波用探触子の第2の変形例を示す図である。

## 【符号の説明】

## 【0065】

1 1次元アレイ

1 a 超音波トランスデューサ

40

2、4、7、8 バッキング材

3 リード線

4 a 切り欠き

5、6 超音波トランスデューサアレイ

10 基板

11 配線

11 a 共通配線

11 b 個別配線

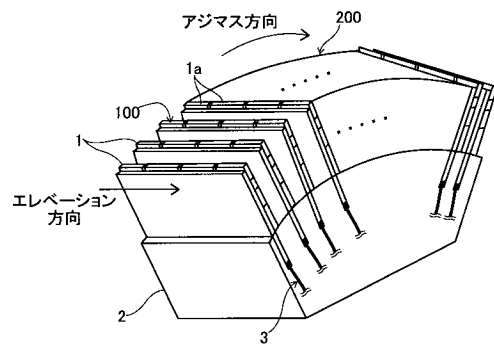
11 c 入出力端子

12、121～124 振動子

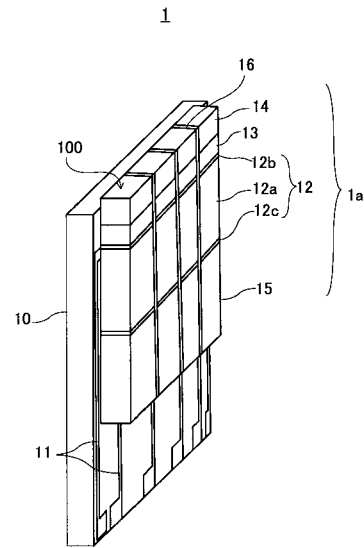
50

|                   |                 |    |
|-------------------|-----------------|----|
| 1 2 a、2 1         | 圧電体             |    |
| 1 2 b、1 2 c       | 電極              |    |
| 1 3、2 2           | 音響整合層           |    |
| 1 4、2 3           | 音響レンズ           |    |
| 1 5、2 4           | バッキング層          |    |
| 1 6               | 充填材             |    |
| 2 0               | 超音波トランスデューサ部材   |    |
| 2 0 a             | 溝               |    |
| 2 2 a、2 2 b       | 電極層             |    |
| 2 6 a、2 6 b       | 回り込み電極          | 10 |
| 2 7 a、2 7 b、3 7   | 導電性ペースト         |    |
| 2 8 a             | アース引き出し線        |    |
| 2 8 b             | アドレス引き出し線       |    |
| 3 0               | 積層型圧電振動子        |    |
| 3 1               | 圧電体層            |    |
| 3 2 a、3 2 b       | 内部電極層           |    |
| 3 3 a、3 3 b       | 絶縁膜             |    |
| 3 4 a、3 4 b       | 側面電極            |    |
| 3 5               | 下部電極            |    |
| 3 6               | 上部電極            | 20 |
| 1 0 0             | 超音波放射面          |    |
| 1 0 1             | Nウエル            |    |
| 1 0 2             | Pウエル            |    |
| 1 0 3             | ゲート絶縁膜          |    |
| 1 0 4、1 0 5       | ゲート電極           |    |
| 1 0 6 ~ 1 0 9     | 不純物拡散領域         |    |
| 1 1 0             | 層間絶縁膜           |    |
| 1 3 0             | マルチプレクサ         |    |
| 1 4 0             | 制御回路            |    |
| 1 5 1 ~ 1 5 4     | プリアンプ           | 30 |
| 1 6 1 ~ 1 6 4     | A / D変換器        |    |
| 1 7 0             | パラレル / シリアル変換回路 |    |
| 2 0 0、2 1 0、2 2 0 | 超音波放射面          |    |
| Q P 1 ~ Q P 4     | Pチャネルトランジスタ     |    |
| Q N 1 ~ Q P 4     | Nチャネルトランジスタ     |    |
| I N V 1 ~ I N V 4 | インバータ           |    |

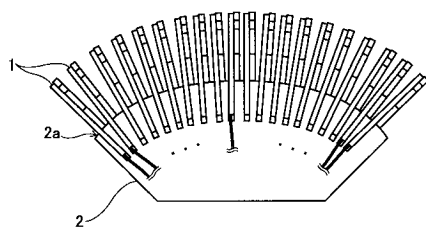
【図 1】



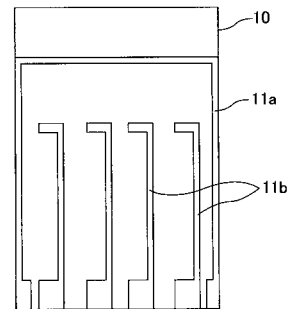
【図 2】



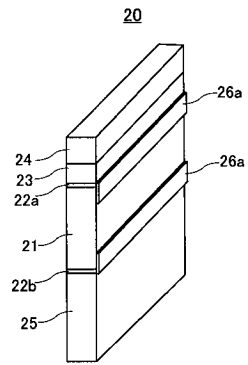
【図 3】



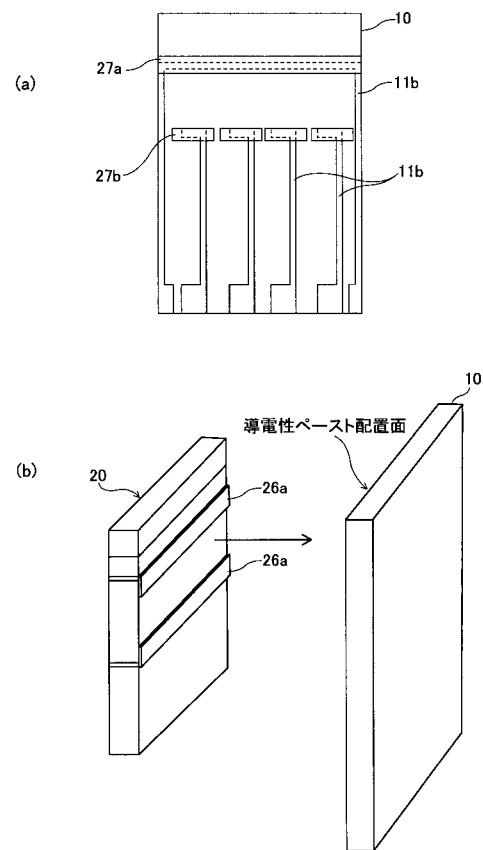
【図 4】



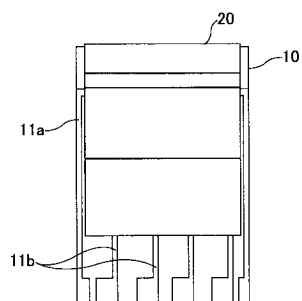
【図 5】



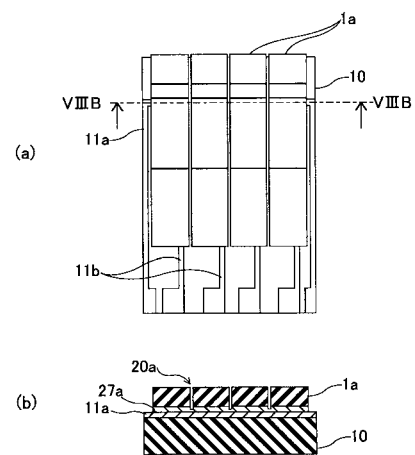
【図 6】



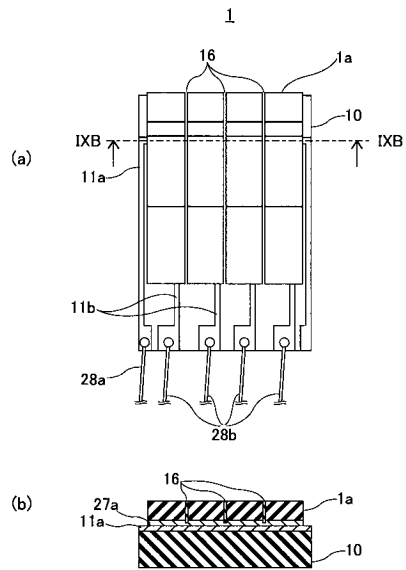
【図 7】



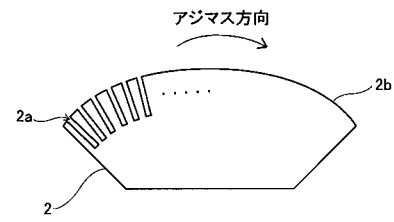
【図 8】



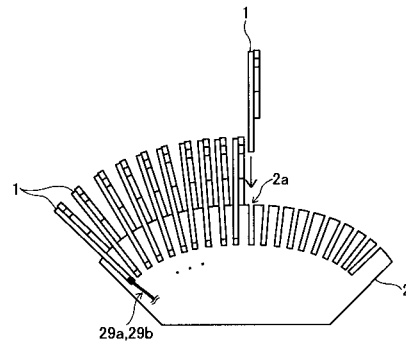
【図 9】



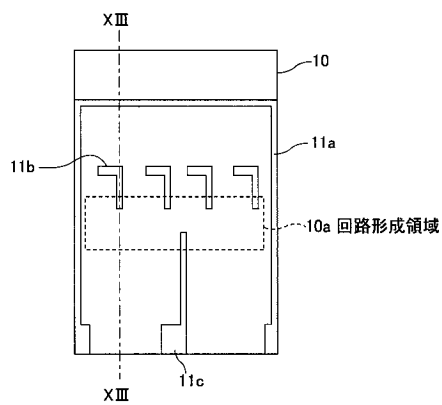
【図 10】



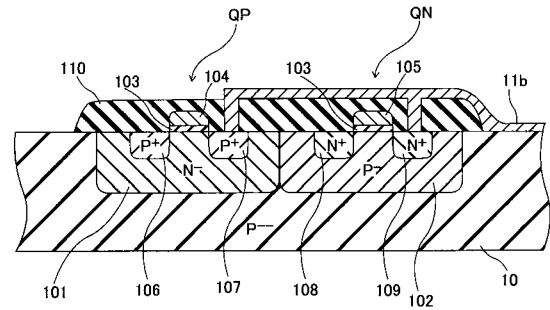
【図 11】



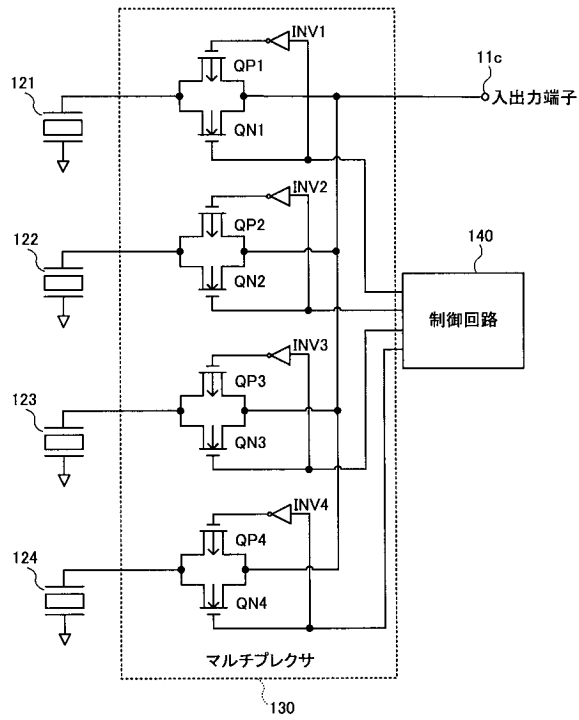
【図 12】



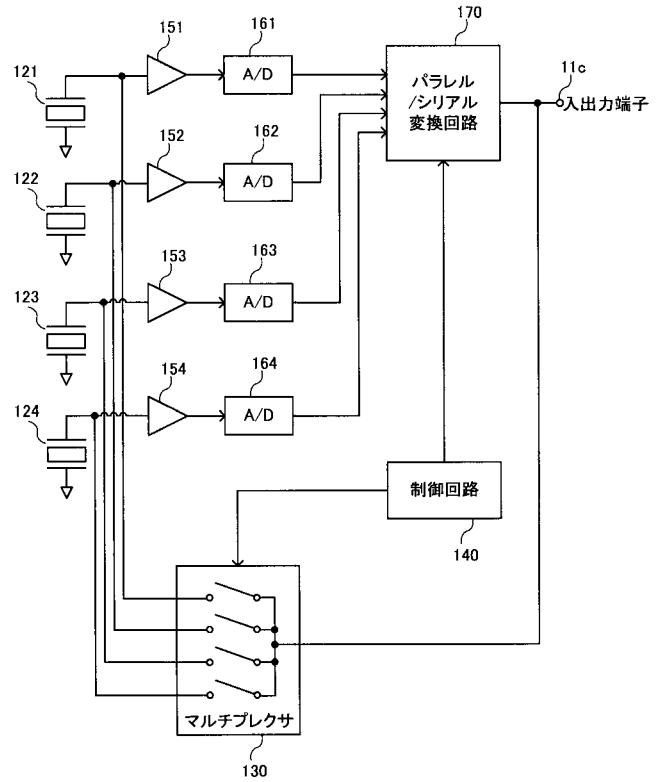
【図 13】



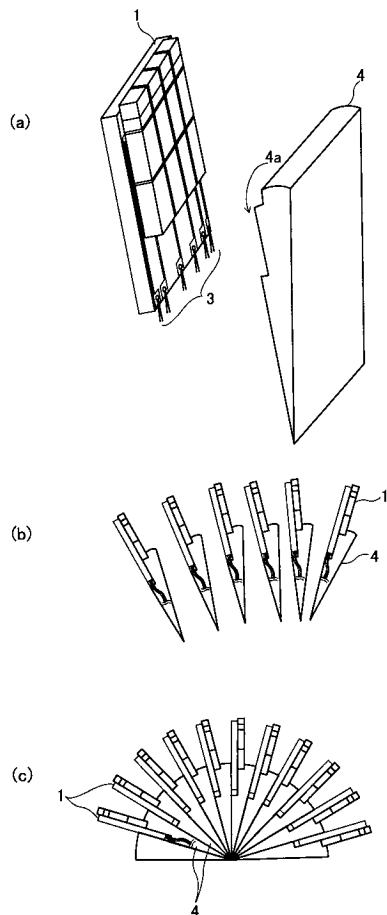
【図 14】



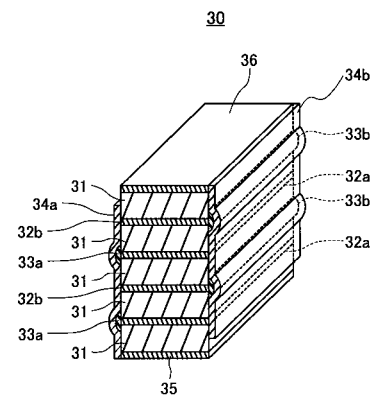
【図 15】



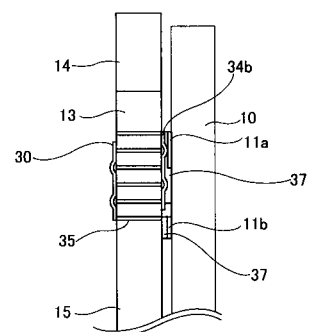
【図 16】



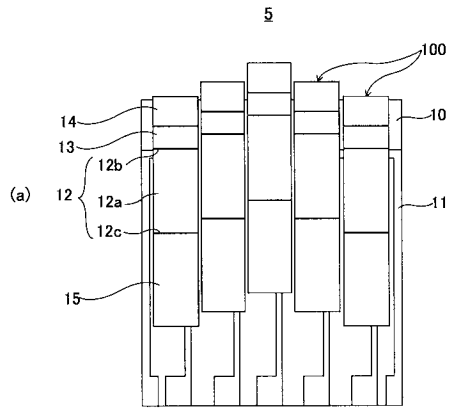
【図 17】



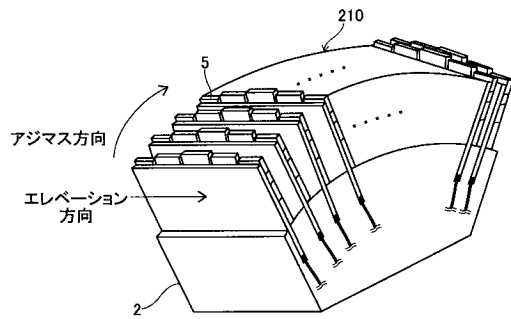
【図 18】



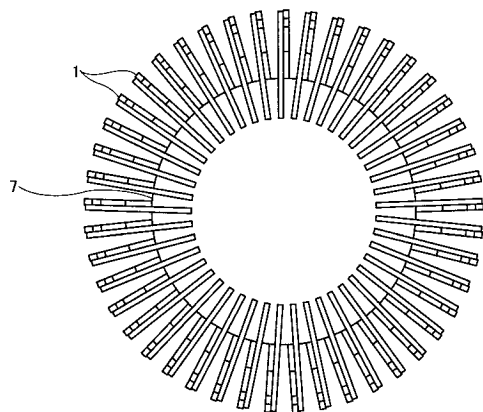
【図 19】



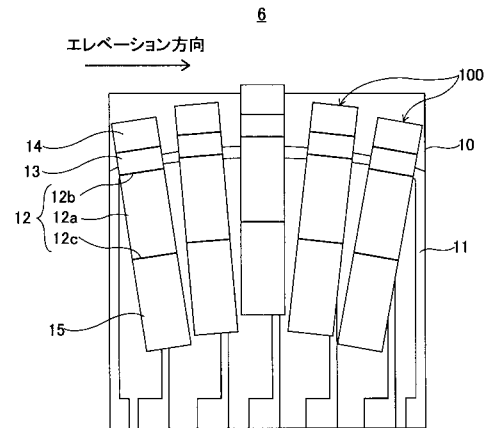
(b)



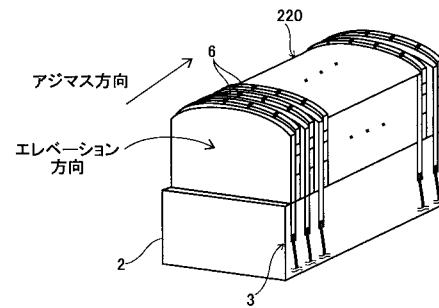
【図 22】



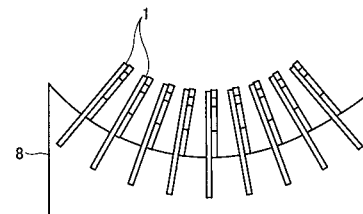
【図 20】



【図 21】



【図 23】



|                |                                                                                         |         |            |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 超音波用探触子                                                                                 |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">JP2008200300A</a>                                                           | 公开(公告)日 | 2008-09-04 |
| 申请号            | JP2007040133                                                                            | 申请日     | 2007-02-21 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 富士胶片株式会社                                                                                |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 富士胶片株式会社                                                                                |         |            |
| [标]发明人         | 大澤 敦                                                                                    |         |            |
| 发明人            | 大澤 敦                                                                                    |         |            |
| IPC分类号         | A61B8/00 H04R17/00                                                                      |         |            |
| CPC分类号         | A61B8/4488 A61B8/12 A61B8/445 A61B8/483 B06B1/0633 G01S15/8909 Y10T29/49005             |         |            |
| FI分类号          | A61B8/00 H04R17/00.332.B                                                                |         |            |
| F-TERM分类号      | 4C601/BB03 4C601/EE14 4C601/GB06 4C601/GB30 4C601/GB41 5D019/BB02 5D019/BB17 5D019/FF04 |         |            |
| 代理人(译)         | 宇都宫正明                                                                                   |         |            |
| 其他公开文献         | JP4909115B2<br>JP2008200300A5                                                           |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>                                                               |         |            |

#### 摘要(译)

要解决的问题：为超声波提供探头，该探头可以相对容易地制造并且具有所需的超声辐射表面。解决方案：用于超声波的探头包括：多个支撑件，其排列成使得当形成用于超声波的探头的多个信号线的表面被定义为时，主表面的法线被转向到彼此不同的方向。主表面；两组或更多组超声换能器，其中各组中的多个超声换能器设置有形成在侧面上的多个电极，并且多个电极分别与形成在主表面上的多个信号连接。相应的支持。Ž

