

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 ピッチで配列された複数の振動子と、
絶縁性を有する基板と、前記第 1 ピッチで前記基板の表面に配列され前記複数の振動子にそれぞれ電気接続される複数の第 1 導電性パッドと、前記第 1 ピッチより短い第 2 ピッチで前記基板の背面に配列され前記複数の第 1 導電性パッドにそれぞれ電気接続される複数の第 2 導電性パッドと、を有する配線基板と、
前記複数の第 2 導電性パッドに電気接続される複数の電気回路と、
を具備する超音波プローブ。

【請求項 2】

前記配線基板は、前記複数の電気回路との電気接続に供される複数の接続区域と、前記複数の電気回路との電気接続に供されない非接続区域とを前記背面上に有する、請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 3】

前記複数の接続区域は、前記複数の電気回路と同一の第 3 ピッチで前記背面上に配列される、請求項 2 記載の超音波プローブ。

【請求項 4】

前記複数の接続区域の各々は、前記第 2 ピッチで配列された前記第 2 導電性パッドを有する、請求項 3 記載の超音波プローブ。

【請求項 5】

前記配線基板には、第 1 方向に沿って所定間隔おきに配列された複数の電気回路列が電気接続され、

前記複数の電気回路列の各々は、前記複数の電気回路のうちの、前記第 1 方向に略直交する第 2 方向に沿って一列に配列された複数の電気回路から構成され、

前記所定間隔は、前記第 1 方向に沿う前記非接続区域の幅と略同一である、

請求項 3 記載の超音波プローブ。

【請求項 6】

前記配線基板は、前記複数の振動子により形成される超音波放射面が前記第 1 方向と前記第 2 方向とに略直交する第 3 方向に隆起又は陥没するように折り曲げられている、請求項 5 記載の超音波プローブ。

【請求項 7】

前記複数の電気回路の各々は、所定間隔おきに前記配線基板に電気接続される、請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 8】

前記配線基板は、プリント配線を有する、請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 9】

前記配線基板は、柔軟性を有する、請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 10】

前記複数の電気回路の各々は、半導体基板に複数の電子部品が集積された集積回路である、請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 11】

前記複数の第 1 導電性パッドと前記複数の第 2 導電性パッドとは、前記基板内において配線によりそれぞれ接続される、請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 12】

振動子ブロックを形成し、

複数の第 1 面を有する複数の回路であって、前記複数の第 1 面の各々は、複数の端子を有する複数の電気回路を形成し、

第 2 面と複数の接続区域が設けられた第 3 面とを有する基板であって、前記第 2 面は、少なくとも 1 方向に沿って第 1 ピッチで配列された複数の第 1 導電性パッドを有し、前記複数の接続区域の各々は、前記少なくとも 1 方向に沿って前記第 1 ピッチよりも短い第 2

10

20

30

40

50

ピッチで配列された複数の第 2 導電性パッドを有する配線基板を形成し、

前記振動子ブロックと前記第 2 面とを向かい合わせ、且つ前記複数の第 1 面と前記複数の接続区域とをそれぞれ向かい合わせて、前記振動子ブロックと前記複数の電気回路と前記配線基板とを電気接続し、

前記複数の第 2 導電体と同数の振動子を形成するために、前記振動子ブロックを前記少なくとも 1 方向に沿って前記第 1 ピッチで切断する、

ことを具備する超音波プローブの製造方法。

【請求項 1 3】

前記複数の接続区域のうちの前記少なくとも 1 方向に沿って隣り合う 2 つの接続区域間の間隔は、略同一幅を有し、

前記複数の電気回路は、前記少なくとも 1 方向に沿って前記第 3 面上に前記略同一幅をあけて配置され、

前記第 2 面及び前記第 3 面の垂直方向に前記配線基板を折り曲げる、

請求項 1 2 記載の超音波プローブの製造方法。

【請求項 1 4】

振動子ブロックを第 1 ピッチで切断することにより形成された複数の振動子と、

前記複数の振動子に向かい合わされる第 1 面と前記第 1 面の反対側の第 2 面とを有する配線基板であって、前記第 1 面には、前記複数の振動子にそれぞれ電気接続され前記第 1 ピッチで配列された複数の第 1 導電性パッドが形成され、前記第 2 面には、複数の接続区域が設けられ、前記複数の接続区域の各々には、前記第 1 ピッチよりも短い第 2 ピッチで配列された複数の第 2 導電性パッドが形成される配線基板と、

前記複数の第 2 導電性パッドとそれぞれ電気接続される複数の端子が形成された複数の電気回路と、

を具備する超音波プローブ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断装置や超音波探傷装置に用いられる超音波プローブ及び超音波プローブの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置や超音波探傷装置等に用いられる超音波プローブがある。超音波プローブの応用として、2次元アレイ構造を有する2次元アレイプローブがある。2次元アレイプローブは、2次元状に配列された複数の振動子を有する。2次元アレイ構造を実現するためには、各振動子から信号リードを引き出すことが重要である。例えば、特許文献1には、振動子配列に対応する基板を振動子背面に配置して振動子背面の信号リードをフレキシブルプリント配線板(FPC:flexible printed circuit)と接合することによって、信号リードを引き出す構造が開示されている。また、特許文献2と特許文献3とには、2次元状に配列された振動子の背面にFPCを配置し、振動子背面の信号リードをFPCに接合することにより、振動子リードを引き出す構造が開示されている。特許文献4には、FPCの代わりに集積回路(IC:integrated circuit)を振動子背面に配置した構造が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2001—27451号公報

【特許文献2】米国特許第5311095号明細書

【特許文献3】米国特許第5267221号明細書

【特許文献4】米国特許第6551248号明細書

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年、例えば特許文献4に示すように、複数の振動子とIC等の電気回路とを電気接続し、電極リード引き出しと電気信号処理とを行なう2次元アレイプローブが考案されている。一般的に、開口径（振動子の数）が大きくなるに従って、振動子群の歩留まりが劣化し、コストが上昇する傾向にある。また、振動子群背面にFPCの代わりにICを配置する場合、振動子群とICとの接続面の面積が大きくなる。その際、対向する両面が平坦でない場合、電氣的な接続不良が発生し、超音波プローブの歩留まりが劣化してしまう。また開口径の増大に伴って、ICの面積を大きくしなければならない。このため、IC自体の歩留まりが劣化し、コストが上昇してしまう。これら理由により、大開口径を有する超音波プローブを実現することは、大変困難となっている。

10

【0005】

本発明の目的は、2次元状に配列された複数の振動子と電気回路とが電気接続される超音波プローブ及び超音波プローブの製造方法において、超音波プローブの歩留りの向上を実現することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第1局面に係る超音波プローブは、第1ピッチで配列された複数の振動子と、絶縁性を有する基板と、前記第1ピッチで前記基板の表面に配列され前記複数の振動子にそれぞれ電気接続される複数の第1導電性パッドと、前記第1ピッチより短い第2ピッチで前記基板の背面に配列され前記複数の第1導電性パッドにそれぞれ電気接続される複数の第2導電性パッドと、を有する配線基板と、前記複数の第2導電性パッドに電気接続される複数の電気回路と、を具備する。

20

【0007】

本発明の第2局面に係る超音波プローブの製造方法は、振動子ブロックを形成し、複数の第1面を有する複数の回路であって、前記複数の第1面の各々は、複数の端子を有する複数の電気回路を形成し、第2面と複数の接続区域が設けられた第3面とを有する基板であって、前記第2面は、少なくとも1方向に沿って第1ピッチで配列された複数の第1導電性パッドを有し、前記複数の接続区域の各々は、前記少なくとも1方向に沿って前記第1ピッチよりも短い第2ピッチで配列された複数の第2導電性パッドを有する配線基板を形成し、前記振動子ブロックと前記第2面とを向かい合わせ、且つ前記複数の第1面と前記複数の接続区域とをそれぞれ向かい合わせて、前記振動子ブロックと前記複数の電気回路と前記配線基板とを電気接続し、前記複数の第2導電体と同数の振動子を形成するために、前記振動子ブロックを前記少なくとも1方向に沿って前記第1ピッチで切断する、ことを具備する。

30

【0008】

本発明の第3局面に係る超音波プローブは、振動子ブロックを第1ピッチで切断することにより形成された複数の振動子と、前記複数の振動子に向かい合わされる第1面と前記第1面の反対側の第2面とを有する配線基板であって、前記第1面には、前記複数の振動子にそれぞれ電気接続され前記第1ピッチで配列された複数の第1導電性パッドが形成され、前記第2面には、複数の接続区域が設けられ、前記複数の接続区域の各々には、前記第1ピッチよりも短い第2ピッチで配列された複数の第2導電性パッドが形成される配線基板と、前記複数の第2導電性パッドとそれぞれ電気接続される複数の端子が形成された複数の電気回路と、を具備する。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、2次元状に配列された複数の振動子と電気回路とが電気接続される超音波プローブ及び超音波プローブの製造方法において、超音波プローブの歩留りの向上が実現する。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 0 】

【図 1】本発明の実施形態に係る超音波プローブの分解斜視図。

【図 2】図 1 の縦方向から見た超音波プローブの断面図。

【図 3】図 2 の I C 層を高さ方向に沿って上から見た平面図。

【図 4】図 2 の F P C を高さ方向に沿って下から見た平面図。

【図 5】図 2 の F P C を縦方向から見た拡大図。

【図 6】図 2 の F P C を高さ方向に沿って上から見た拡大平面図。

【図 7】図 2 の F P C を高さ方向に沿って下から見た拡大平面図。

【図 8】図 2 の超音波プローブの製造過程の流れを示す図。

【図 9】本実施形態の変形例 1 に係る超音波プローブの I C 層を高さ方向に沿って上から見た平面図。 10

【図 10】本実施形態の変形例 2 に係る超音波プローブを縦方向から見た断面図。

【図 11】図 8 の超音波プローブの製造過程の流れを示す図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態に係る超音波プローブと超音波プローブの製造方法と説明する。

【 0 0 1 2 】

図 1 は、本発明の実施形態に係る超音波プローブ 1 の分解斜視図である。図 2 は、図 1 の縦方向から見た超音波プローブ 1 の断面図である。図 1 と図 2 とに示すように、本実施形態に係る超音波プローブ 1 は、大開口径の振動子層 10 を有している。振動子層 10 の表面には、音響整合層 20 が接合されている。振動子層 10 の背面には、背面音響層 30 が接合されている。背面音響層 30 の背面には、フレキシブルプリント配線板 40（以下、F P C と呼ぶことにする）が接合されている。F P C 40 の背面には、I C 層 50 が接合されている。図 2 に示すように、I C 層 50 の背面には、振動子層 10、音響整合層 20、背面音響層 30、F P C 40、及び I C 層 50 を支持するための土台 60 が接合されている。このように超音波プローブ 1 は、音響整合層 20、振動子層 10、背面音響層 30、F P C 40、及び I C 層 50 が高さ方向に沿って積層された積層構造を有している。 20

【 0 0 1 3 】

振動子層 10 は、超音波診断装置（図示せず）から I C 層 50 を介して供給された駆動信号（電気信号）を受けて超音波を発生し、被検体により反射された超音波を受けてエコー信号（電気信号）を生成する。生成されたエコー信号は、I C 50 を介して超音波診断装置に供給される。振動子層 10 は、縦方向と横方向とに沿って 2 次元状に配列される複数の振動子 11 を有している。振動子 11 は、横方向に沿って配列ピッチ P Y 1 で配列される。縦方向に沿う振動子 11 の配列ピッチは、横方向に沿う配列ピッチ P Y 1 と同一でも異なっても構わない。以下、説明を具体的に行うため、横方向に沿う振動子 11 の配列ピッチと縦方向に沿う振動子 11 の配列ピッチとは略同一であるとする。また、横方向に沿う振動子 11 の幅と縦方向に沿う振動子 11 の幅も略同一であるとする。 30

【 0 0 1 4 】

各振動子 11 は、高さ方向に沿って分極される圧電体 13、圧電体 13 の背面に形成される信号電極 15、及び圧電体 13 の表面に形成されるアース電極 17 を有する。圧電体 17 は、例えば、2 成分系或いは 3 成分系の圧電セラミックや圧電単結晶により形成される。信号電極 15 とアース電極 17 とは、例えば、銀や金等による金属メッキやスパッタリングにより形成される。 40

【 0 0 1 5 】

音響整合層 20 は、被検体の音響インピーダンスと振動子層 10 の音響インピーダンスとの違いに起因する超音波の反射を抑える。音響整合層 20 は、縦方向と横方向とに沿って 2 次元状に配列される複数の音響整合素子 21 を有している。音響整合素子 21 の背面は、振動子の表面に接合されている。すなわち音響整合素子 21 は、振動子 11 と略同一の配列ピッチ（横方向に関しては配列ピッチ P 1）で配列される。音響整合素子 21 は、 50

例えば、導電性材料や絶縁性材料からなる音響整合材により形成される。なお、図 1 や図 2 には、音響整合層 20 が 1 層のみ図示されているが、本実施形態はこれに限定されない。例えば、2 層、3 層、あるいはそれ以上の音響整合層 20 が振動子層 10 上に配置されていてもよい。なお典型的には、音響整合層 20 の表面には、図示しない生体接触層が接合されている。生体接触層は、生体に近い音響インピーダンスを有するシリコンゴム等を素材としたレンズである。

【0016】

背面音響層（バッキング材）30 は、縦方向と横方向とに沿って 2 次元状に配列される複数の背面音響素子 31 を有している。背面音響素子 31 の表面は、振動子 11 の背面、すなわち信号電極 15 にそれぞれ接合されている。すなわち背面音響素子 31 は、振動子 11 と略同一の配列ピッチ（横方向に関しては配列ピッチ $PY1$ ）で配列される。

10

【0017】

背面音響素子 31 は、例えば、絶縁性材料又は導電性材料等の音響制動材により形成される。背面音響素子 31 が絶縁性材料により形成される場合、振動子 11 と FPC40 との電気接続のために、典型的には、各背面音響素子 31 に信号電極 15 と FPC40 とを結ぶ導線 33（以下、信号リードと呼ぶことにする）が埋設されている。一方、背面音響素子 31 が導電性材料により形成される場合、振動子 11 と FPC40 とは、この背面音響素子 31 を介して電気接続される。従って、背面音響素子 31 が導電性材料により形成される場合、背面音響素子 31 に信号リード 33 が埋設される必要はない。以下、説明を具体的に行なうため背面音響素子 31 は、絶縁性材料により形成させるものとする。すなわち、振動子 11 と FPC40 とは背面音響素子 31 に埋設された信号リード 33 を介して電気接続される。

20

【0018】

IC 層 50 は、横方向と縦方向とに沿って土台 60 上に配列された複数の IC51 を有する。IC51 は、剛性を有する半導体基板に複数の電子部品が集積された電気回路である。IC51 の大きさは、特に限定されない。しかしながら、好適には、IC51 自体の製造歩留まりを良好なものとするため、小面積の方が良い。換言すれば、IC51 自体の製造歩留まりが標準的な IC の製造歩留まりに比して悪化してしまうほど、IC51 の面積を大きくする必要はない。

【0019】

図 3 は、IC 層 50 を高さ方向に沿って上から見た平面図である。IC51 は、振動子 11 との間で電気信号を送受信する。IC51 は、横方向に沿って間隔 GYI をあけて配列ピッチ $PY3$ で土台 60 上に配列され、縦方向に沿って間隔 GTI をあけて配列ピッチ $PT3$ で土台 60 上に配列されている。間隔 GYI と間隔 GTI 、配列ピッチ $PY3$ と配列ピッチ $PT3$ は、同一であっても異なっても構わないが、以下の説明を具体的に行うため、略同一であるとする。

30

【0020】

ここで、IC51 間の隙間についてより詳細に説明するために、IC 列 55 について考える。IC 列 55 は、縦方向に沿って間隔 GTI をあけて一列に配列された複数の IC51 から構成される。複数の IC 列 55 は、FPC40 の背面に間隔 GYI をあけて配列され、FPC40 と電気接続されている。横方向に沿って隣り合う IC 列 55 間の隙間（IC51 間の隙間）は、縦方向に沿って整列されている。なお IC 列 55 は、横方向に沿って一列に配列された複数の IC51 から構成されるとしてもよい。この場合、縦方向に沿って隣り合う IC 列 55 間の隙間は、縦方向に沿って整列されている。すなわち、IC51 は、横方向に沿って幅 GYI 、縦方向に沿って幅 GTI をそれぞれ有する格子状の隙間をあけて配置され、IC51 間の隙間は、横方向と縦方向とに沿って整列されている。換言すれば、隣り合う IC51 間の隙間は、整列方向（横方向と縦方向との両方）に沿って直線形状を有する。

40

【0021】

各 IC51 は、その表面に複数の電気端子を有する。電気端子 53 は、導電性材料で形

50

成される。電気端子 5 3 は、配列ピッチ P T 1 よりも狭い配列ピッチ P T 2 で配列される。また、第 1 接続部 5 3 は、縦方向に沿って配列 P T 1 (縦方向に沿う振動子 1 1 の配列ピッチ) よりも狭い配列ピッチ P T 2 で配列される。なお、配列ピッチ P Y 2 と配列ピッチ P T 2 とは、同一であっても異なっても構わないが、以下の説明を具体的に行うため、略同一であるとする。

【0022】

F P C 4 0 は、配線がプリントされた柔軟性を有する絶縁性基板 4 1 を有する。絶縁性基板 4 1 の表面は、複数の振動子 1 1 側を向き、複数の振動子 1 1 との電気接続に供される。絶縁性基板 4 1 の背面は、表面の反対側に位置し、複数の I C 5 1 側を向き、複数の I C 5 1 との電気接続に供される。

10

【0023】

F P C 4 0 は、その表面に、複数の振動子 1 1 それぞれ電気接続される複数のパッド 4 2 を有する。パッド 4 2 は、F P C 4 0 の表面に形成され、導電性材料を有する電気パッド (以下、上側電気パッドと呼ぶことにする) である。F P C 4 0 上の上側電気パッド 4 2 の総数は、振動子層 1 0 に含まれる振動子 1 1 の総数と同一である。上側電気パッド 4 2 は、振動子 1 1 と略同一の配列ピッチ P T 1 で配列される。上側電気パッド 4 2 上には、パンプ 4 3 が設けられる。パンプ 4 3 は、背面音響素子 3 1 の背面において、信号電極 1 5 から延びる信号リード 3 3 と接合されている。上側電気パッド 4 2 と振動子 1 1 とが同一の配列ピッチで配列されることにより、上側電気パッド 4 2 と振動子 1 1 とがパンプ 4 3 を介して一対でパンプ接続される。上側電気パッド 4 2 と振動子 1 1 とがパンプ接続されることで、F P C 4 0 と複数の振動子 1 1 とが電気接続される。

20

【0024】

図 4 は、F P C 4 0 を下から見た平面図である。図 4 に示すように、F P C 4 0 の背面には、複数の接続区域 Z 1 と非接続区域 Z 2 とが設けられている。複数の接続区域 Z 1 は、F P C 4 0 の背面のうちの、複数の I C 5 1 との電気接続に供される区域である。非接続区域 Z 2 は、F P C 4 0 の背面のうちの、複数の接続区域 Z 1 以外の区域である。すなわち非接続区域 Z 2 は、複数の I C 5 1 との電気接続に供されない区域である。接続区域 Z 1 は、横方向に沿って I C 5 1 と略同一の配列ピッチ P Y 3 で配列され、縦方向に沿って I C 5 1 と略同一の配列ピッチ P T 3 で配列されている。

【0025】

30

各接続区域 Z 1 には、2 次元状に配列された複数のパッド 4 4 が形成されている。パッド 4 4 は、F P C 4 0 の背面に形成され、導電性材料を有する電気パッド (以下、下側電気パッドと呼ぶことにする) である。F P C 4 0 に含まれる下側電気パッド 4 4 の総数は、振動子層 1 0 に含まれる振動子 1 1 の総数と同一であり、I C 層 5 0 に含まれる電気端子 5 3 の総数とも同一である。下側電気パッド 4 4 は、横方向に沿って電気端子 5 3 と同一の配列ピッチ P Y 2 で配列され、縦方向に沿って電気端子 5 3 と同一の配列ピッチ P T 2 で配列されている。下側電気パッド 4 4 上には、パンプ 4 5 が設けられる。パンプ 4 5 には、電気端子 5 3 が接合されている。下側電気パッド 4 4 と電気端子 5 3 とが同一の配列ピッチで配列されることにより、下側電気パッド 4 4 と電気端子 5 3 とが一対でパンプ接続される。下側電気パッド 4 4 と電気端子 5 3 とがパンプ接続されることにより、F P C 5 0 と複数の I C 5 1 とが電気接続される。

40

【0026】

F P C 4 0 上の上側電気パッド 4 2 と下側電気パッド 4 4 とは、F P C 4 0 内において一対で電気接続される。ここで上側電気パッド 4 2 と下側電気パッド 4 4 との電気接続を図 5、図 6、及び図 7 を参照しながら詳細に説明する。図 5 は、縦方向から見た F P C 4 0 の拡大図である。図 6 は、高さ方向に沿って上から見た F P C 4 0 の拡大平面図である。図 7 は、高さ方向に沿って下から見た F P C 4 0 の拡大平面図である。図 5、図 6、及び図 7 に示すように、F P C 4 0 の配線基板 4 1 の表面には、上側電極パッド 4 2 とプリント配線 4 6 とが一体にプリントされている。上側電極パッド 4 2 にはパンプ 4 3 が形成される。上側電極パッド 4 2 とパンプ 4 3 とは、横方向に沿って配列ピッチ P Y 1 で配

50

列される。F P C 4 0 の配線基板 4 1 の背面には、下側電極パッド 4 4 がプリントされている。下側電極パッド 4 4 にはバンプ 4 5 が形成される。下側電極パッド 4 4 とバンプ 4 5 とは、横方向に沿って配列ピッチ P Y 2 で配列される。また、配線基板 4 1 には、配線基板 4 1 を垂直に貫通する貫通配線 4 7 が形成されている。貫通配線 4 7 は、プリント配線 4 6 と下側電気パッド 4 4 とに接触するように配置される。典型的には、貫通配線 4 7 は、配線基板 4 1 を垂直に貫通するように形成された貫通孔を導電性材料で充填することにより形成される。貫通配線 4 7 は、横方向に沿って下側電極パッド 4 4 と同一の配列ピッチ P Y 2 で配列される。このように上側電極パッド 4 2 と下側電極パッド 4 4 とは、プリント配線 4 6 と貫通配線 4 7 とを介して一対一で電気接続される。

【 0 0 2 7 】

上記構成により複数の振動子 1 1 と複数の I C 5 1 とが F P C 4 0 を介して電気接続される。

【 0 0 2 8 】

次に超音波プローブ 1 の製造方法について説明する。図 8 は、超音波プローブ 1 の製造過程の流れを示す図である。図 8 に示すように、まず振動子ブロック、F P C 4 0、及び複数の I C 5 1 をそれぞれ形成する（ステップ S A 1）。振動子ブロックは、平板状の背面音響材料板と圧電材料板と音響整合材料板とが接着された積層体である。圧電材料板の表面と背面とには、スパッタリングやメッキ等により電極が形成されている。各 I C 5 1 の一面（表面）には、F P C 4 0 と電気接続するための電気端子 5 3 が配列ピッチ P Y 2 で形成される。各 I C 5 1 は、それ自体の製造歩留まり、且つ F P C 4 0 との接合歩留まりが良好な大きさに形成される。F P C 4 0 表面には、複数の振動子 1 1 とそれぞれ電気接続するための複数の上側電気パッド 4 2 が所定の配列ピッチ P Y 1 で形成される。F P C 4 0 の背面であって I C 5 1 が電気接続される区域は、接続区域 Z 1 に設定される。接続区域 Z 1 の位置や大きさ、形状、配列ピッチ、配置間隔は、電気接続される I C 5 1 の配置位置や大きさ、形状、配列ピッチ、配置間隔に一致するように設定される。各接続区域 Z 1 には、電気端子 5 3 と同じ配列ピッチ P Y 2 で下側電気パッド 4 4 が形成される。下側電気パッド 4 4 と上側電気パッド 4 2 とは、F P C 4 0 上の配線を介して 1 対 1 で電気接続される。

【 0 0 2 9 】

次に振動子ブロック、F P C 4 0、及び複数の I C 5 1 を電気接続する（ステップ S A 2）。具体的には、振動子ブロックの背面音響材料板側の面と F P C 4 0 の表面とを向かい合わせ、複数の I C 5 1 の表面と複数の接続区域とを向かい合わせる。そして電気端子 5 3 と下側電気パッド 4 4 とが一対一で電気接続されるように、電気端子 5 3 と下側電気パッド 4 4 とがバンプ 4 5 を介してバンプ接続される。バンプ接続後、振動子ブロックと F P C 4 0 との隙間、及び F P C 4 0 と複数の I C 5 1 との隙間に樹脂が充填され接着される。

【 0 0 3 0 】

次に振動子ブロックを電気パッド 4 2 と同一の配列ピッチ P Y 1 でダイシングブレードによりダイシングし、複数の振動子 1 1、複数の音響整合素子 2 1、及び複数の背面音響素子 3 1 を形成する（ステップ S A 3）。この際、ダイシング位置が上側電気パッド 4 2 間に位置するようにダイシング（切断）される。

【 0 0 3 1 】

ダイシング後、複数の I C 5 1 の背面を土台 6 0 に接合する（ステップ S A 4）。土台 6 0 に接合後、振動子 1 1 間の溝に樹脂等を充填することで、超音波プローブ 1 が完成される。

【 0 0 3 2 】

上記の超音波プローブ 1 及び超音波プローブ 1 の製造方法によれば以下の効果が得られる。上述のように超音波プローブ 1 は、複数の振動子 1 1 と複数の I C 5 1 との間に F P C 4 0 を配置し、F P C 4 0 を介して複数の振動子 1 1 と複数の I C 5 1 とを電気接続している。複数の I C 5 1 を F P C 4 0 に接合可能にするため、F P C 4 0 背面の下側電気

10

20

30

40

50

パッド４４の配列は、ＩＣ５１の配列に応じて設定されている。これにより、大開口径の振動子層１０を実現するために、大面積のＩＣの代わりに、複数の小面積のＩＣ５１をＦＰＣ４０に接合することができる。ＩＣ５１が小面積であるため、ＩＣ５１が歪むことなく、ＩＣ５１の製造歩留を向上させることができる。またこれに伴い、ＩＣ５１の表面とＦＰＣ４０の背面とが平坦でない場合に生じる電氣的な接続不良の発生を低減することもできる。従って、本実施形態は、従来に比してＩＣ５１とＦＰＣ４０との電気接続における歩留まりを向上させることができる。

【００３３】

かくして本実施形態によれば、２次元状に配列された複数の振動子と電気回路とが電気接続される超音波プローブ及び超音波プローブの製造方法において、超音波プローブの歩留りの向上を実現することが可能となる。また、歩留まりの向上に伴って超音波プローブの製造コストを低減することが可能となる。

10

【００３４】

なお、本実施形態においては、ＩＣ５１と振動子１１とを電気接続するために、ＩＣ５１とＦＰＣ４０とをバンプ接続するとしたが、本実施形態はこれに限定されない。すなわち、ＩＣ５１と振動子１１とが電気接続されるのならば、ＩＣ５１とＦＰＣ４０とを既存のどの方法により接合してもよい。

【００３５】

また、本実施形態においては、電気回路としてＩＣ５１を搭載しているが、本実施形態はこれに限定されない。例えば、ＩＣ５１の代わりに、複数の電子部品を混載し、且つ配線基板との電気接続部分にＢＧＡ（ball grid array）構造を有する電気回路ユニットを搭載してもよい。

20

【００３６】

さらに、本実施形態においては、超音波プローブ１として３層構造を採用したが、本実施形態はこれに限定されない。例えば、ＦＰＣ４０の対向面に電気接続のための電気端子を有する構成であれば良い。

【００３７】

また、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。

30

【００３８】

（変形例１）

本実施形態においては、ＦＰＣ４０に電気接続されるＩＣ５１の大きさや形状は同一であるとした。しかしながら、本実施形態はこれに限定されない。本実施形態においてＩＣ５１の大きさや形状は、同一でなくてもよい。以下、変形例１において、ＩＣ５１の大きさが同一でない超音波プローブ及びその製造方法について説明する。なお以下の説明において、本実施形態と略同一の機能を有する構成要素については、同一符号を付し、必要な場合にのみ重複説明する。

【００３９】

図９は、変形例１に係るＩＣ層５００を高さ方向に沿って上から見た平面図である。図９に示すように、ＩＣ層５１０は、複数の形状や大きさを有する複数のＩＣ５１０を有している。大きさや形状の違いに伴って、個々のＩＣ５１０には、異なる数の電気端子５３が形成されている。ＦＰＣ４０の背面には、複数のＩＣ５１０にそれぞれ対応する複数の接続区域が設けられている。接続区域の位置や大きさ、形状、配列ピッチ、配置間隔は、電気接続されるＩＣ５１の配置位置や大きさ、形状、配列ピッチ、配置間隔に一致するように設定される。また、各接続区域には、対向するＩＣ５１０上の電気端子５３とバンプ接続するための複数の下側電気パッド４４が形成されている。下側電気パッド４４の個数や配列ピッチは、対向するＩＣ５１０上の電気端子５３の個数や配列ピッチと同一に設定される。これにより、大きさや形状の異なる複数のＩＣ５１０とＦＰＣ４０とが電気接続可能となり、ひいては、複数のＩＣ５１０と複数の振動子１１とを電気接続することができる。

40

50

【 0 0 4 0 】

なお変形例 1 に係る超音波プローブは、I C 5 1 0 と接続区域との形状や大きさが異なるだけで、図 8 と同様の製造過程をふまえて製造可能である。従って変形例 1 に係る超音波プローブの製造方法についての説明は省略する。

【 0 0 4 1 】

上記構成により変形例 1 に係る超音波プローブは、異なる大きさや形状を有する複数の I C 5 1 0 と F P C 4 0 とが電気接続可能な構造を有する。従って変形例 1 においては、F P C 4 0 に電気接続される個々の I C 5 1 0 の形状や大きさ等を統一する必要がない。かくして変形例 1 によれば、I C 5 1 0 の大きさや形状に依らず大開口径を有する超音波プローブ及びその製造方法を実現することができる。

10

【 0 0 4 2 】

(変形例 2)

以下、本実施形態の変形例 2 に係る超音波プローブとその製造方法とについて説明する。なお以下の説明において、本実施形態と略同一の機能を有する構成要素については、同一符号を付し、必要な場合にのみ重複説明する。

【 0 0 4 3 】

図 1 0 は、縦方向から見た変形例 2 に係る超音波プローブ 1 0 0 の断面図である。図 1 0 に示すように、変形例 2 に係る超音波プローブ 1 0 0 は、複数の振動子 1 1 が形成する超音波放射面が凸形状を有するコンベックスプローブである。具体的には、超音波プローブ 1 0 0 は、音響整合層 2 0 、振動子層 1 0 、背面音響層 3 0 、F P C 4 0 、I C 層 5 0 、及び土台 6 1 を有している。土台 6 1 は、高さ方向に沿って隆起している。土台 6 1 上には I C 5 1 を介して F P C 4 0 が配置されている。F P C 4 0 は、上述のように配線がプリントされた柔軟性を有する配線基板である。F P C 4 0 を土台 6 1 の形状に沿って折り曲げることによって、複数の振動子 1 1 による超音波放射面を凸形状にすることができる。なお、土台 6 1 は、半角柱形状を有しており、縦方向に沿って延びる複数の平面（半角柱の側面）を含んでいる。この平面に I C 5 1 が接合される。また、図 1 0 における土台 6 1 は、縦方向と高さ方向とにより規定される平面内において 3 つの I C 5 1 が接合される構造を有しているが、本変形例 2 はこれに限定されない。例えば、縦方向と高さ方向とにより規定される平面内において 4 つ以上の I C 5 1 が接合されるとしてもよい。

20

【 0 0 4 4 】

以下、F P C 4 0 を折り曲げ可能にするための構造について説明する。F P C 4 0 を折り曲げ可能にするためには、図 3 のように、I C 5 1 間の隙間が少なくとも 1 方向（図 3 においては横方向と縦方向との少なくとも一方）に沿って整列されていなくてはならない。換言すれば、図 9 のように、I C 5 1 間の隙間が横方向と縦方向とのいずれの方向にも整列していない場合、F P C 4 0 を折り曲げることはできない。より具体的には、隣り合う I C 5 1 間の隙間は、整列方向に沿って直線形状を有し、隣り合う I C 5 1 間の幅 G Y I は、整列方向の直交方向に沿って同一でなければならない。この要件を満たすことで、複数の I C 5 1 が電気接続された F P C 4 0 を高さ方向に沿って折り曲げることができる。

30

【 0 0 4 5 】

次に変形例 2 に係る超音波プローブ 1 0 0 の製造方法について説明する。図 1 1 は、超音波プローブ 1 0 0 の製造過程の流れを示す図である。なお図 1 1 のステップ S B 1 からステップ S B 3 は、図 8 のステップ S A 1 からステップ S A 3 と同様であるので説明を省略する。

40

【 0 0 4 6 】

ステップ S B 3 においてダイシングにより複数の振動子 1 1 等が形成された後、高さ方向（すなわち、F P C 4 0 表面及び背面の垂直方向）に沿って F P C 4 0 を折り曲げる。（ステップ S B 4 ）。これにより複数の振動子 1 1 により形成される超音波放射面を凸形状に形成することができる。

【 0 0 4 7 】

50

F P C 4 0 が折り曲げられた後、複数の I C 5 1 を土台 6 1 に接合する（ステップ S B 5）。土台 6 1 の形状は、I C 5 1 の大きさや個数に応じて設計される。例えば、図 1 0 に示すように、横方向に沿って I C 5 1 を 3 つ配列する場合、土台 6 1 には、横方向に沿って 3 つの平面が形成される。I C 5 1 を土台 6 1 に接合後、振動子 1 1 間の溝に樹脂等を充填することで、超音波プローブ 1 0 0 が完成される。

【0048】

なお、変形例 2 において F P C 4 0 は、高さ方向に沿って隆起するように、すなわち超音波放射面が凸形状を有するように、折り曲げられるとした。しかしながら、変形例 2 はこれに限定されない。例えば、F P C 4 0 を高さ方向に沿って陥没するように、すなわち超音波放射面が凹形状を有するように、折り曲げてよい。

10

【0049】

上記の超音波プローブ 1 0 0 とその製造方法とによれば以下の効果が得られる。従来においては、I C と複数の振動子とを電気接続する場合、複数の振動子の背面に F P C を介さないで I C を配置していた。このような従来構造において大開口径を実現する場合、I C を大面積にしなければならなかった。一方、I C は、剛性を有するので、折り曲げることができない。従って従来構造では、平坦でない大開口径の超音波放射面（典型的には、凸形状を有する超音波放射面）を実現することができなかった。

【0050】

変形例 2 においては、平坦でない大開口径の超音波放射面（典型的には、凸形状を有する超音波放射面）を実現するために、配線基板として柔軟性を有する F P C 4 0 を採用し、I C 5 1 間の隙間が整列するように I C 5 1 を F P C 4 0 に電気接続することによって、高さ方向に沿って F P C 4 0 を折り曲げている。これにより、従来構造では実現できなかった、大開口径を有するコンベックスプローブを実現することができる。

20

【0051】

また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0052】

以上本発明によれば、2次元状に配列された複数の振動子と電気回路とが電気接続される超音波プローブ及び超音波プローブの製造方法において、超音波プローブの歩留りの向上を実現することができる。

30

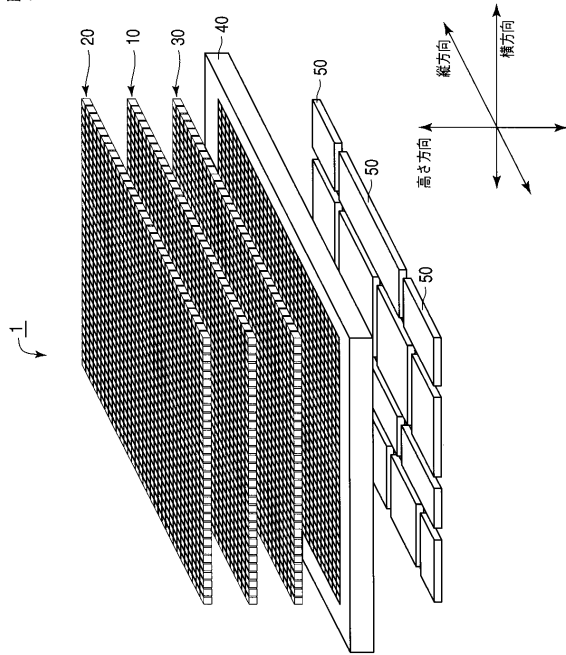
【符号の説明】

【0053】

1 ... 超音波プローブ、1 0 ... 振動子層、1 1 ... 振動子、1 3 ... 圧電体、1 5 ... 信号電極、1 7 ... アース電極、2 0 ... 音響整合層、2 1 ... 音響整合素子、3 0 ... 背面音響層、3 1 ... 背面音響素子、3 3 ... 信号リード、4 0 ... F P C、4 1 ... 配線基板、4 2 ... 上側電気パッド、4 3 ... バンプ、4 4 ... 下側電気パッド、4 5 ... バンプ、5 0 ... I C 層、5 1 ... I C、5 3 ... 電気端子、6 0 ... 土台

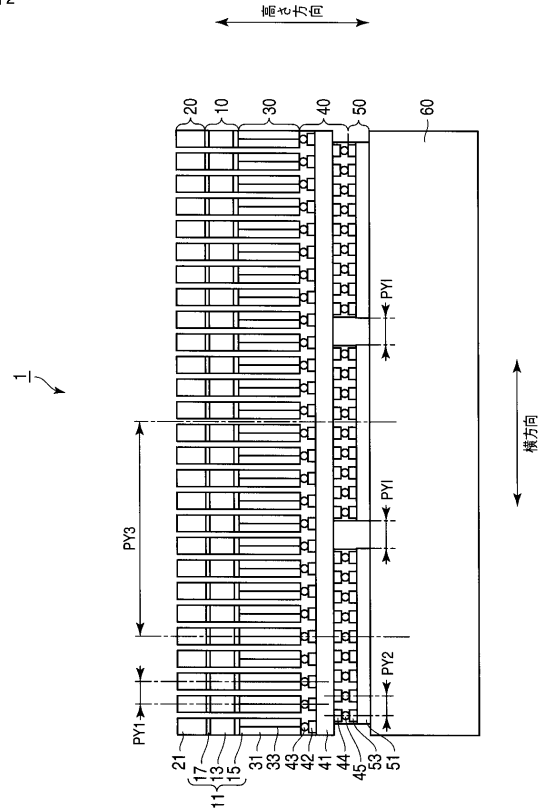
【図 1】

図 1



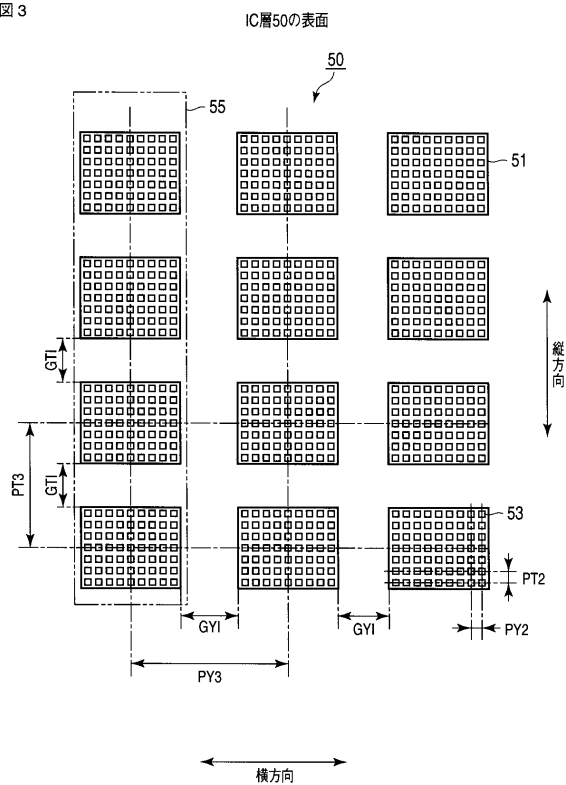
【図 2】

図 2



【図 3】

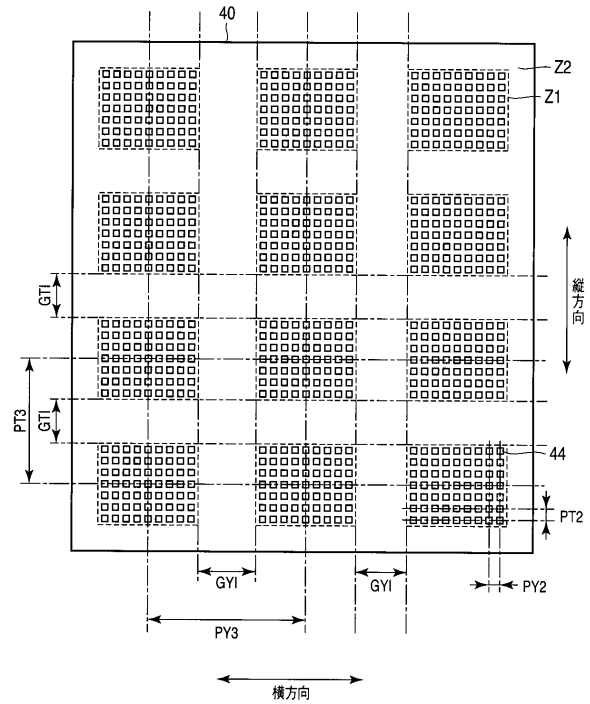
図 3



【図 4】

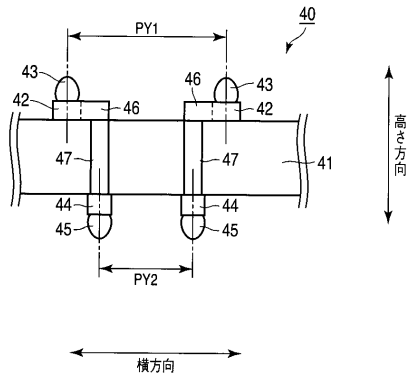
図 4

フレキシブルプリント配線板(FPC)40の背面



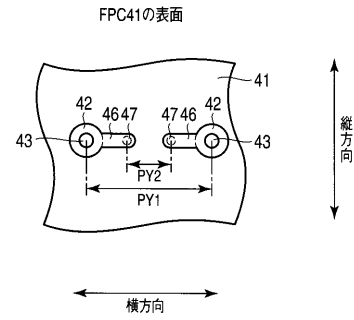
【図 5】

図 5



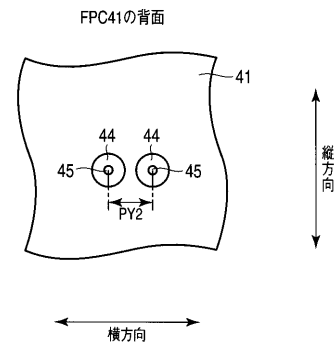
【図 6】

図 6



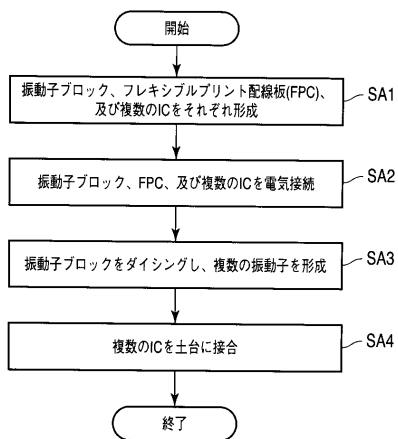
【図 7】

図 7



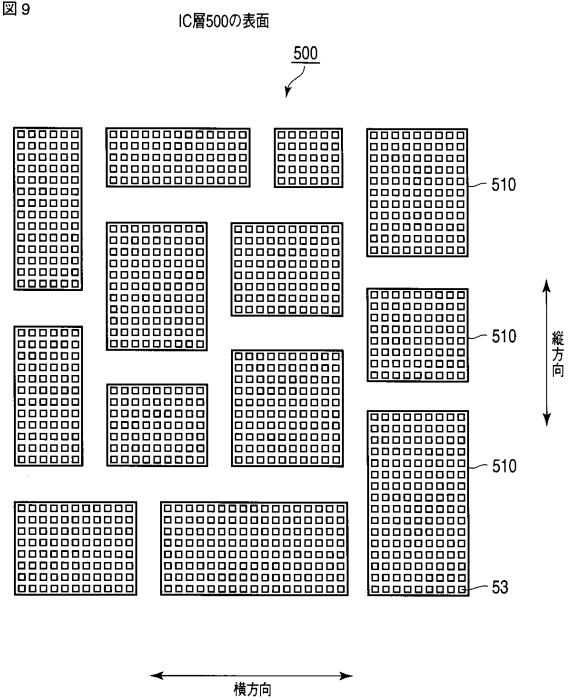
【図 8】

図 8



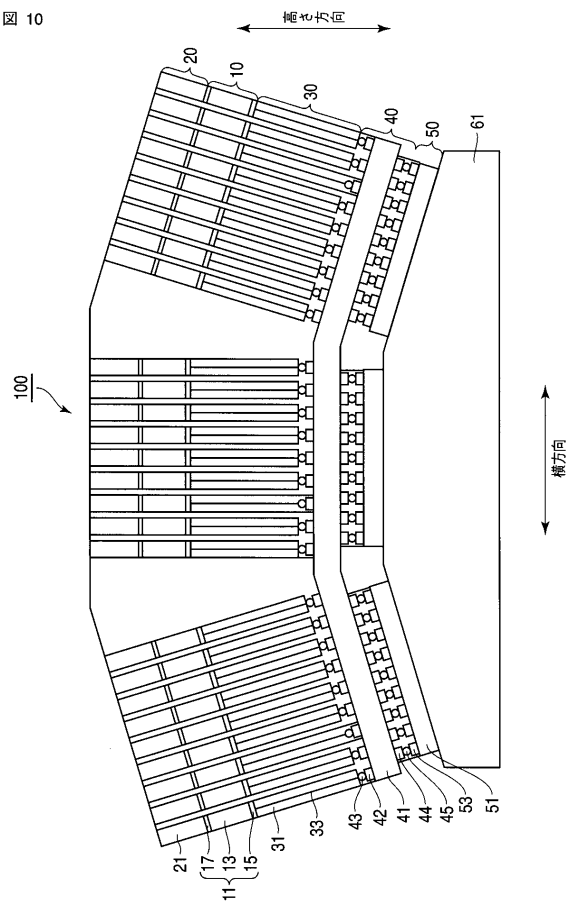
【図 9】

図 9



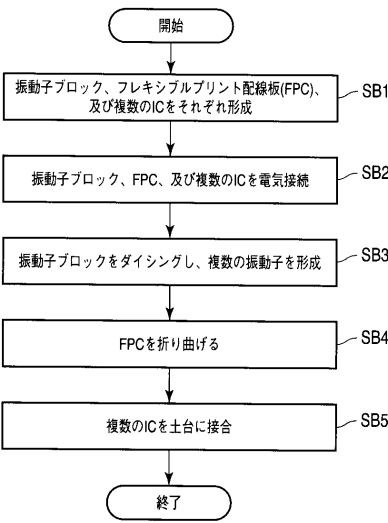
【図 10】

図 10



【図 11】

図 11



フロントページの続き

(74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
(74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
(74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
(74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
(74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
(74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
(74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
(74)代理人 100101812
弁理士 勝村 紘
(74)代理人 100070437
弁理士 河井 将次
(74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
(74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
(74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
(74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
(74)代理人 100127144
弁理士 市原 卓三
(74)代理人 100141933
弁理士 山下 元

(72)発明者 手塚 智

栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社本社内

F ターム(参考) 2G047 CA01 EA16 GB02 GB17 GB21 GB32

4C601 EE14 GB06 GB19 GB20 GB41

5D019 AA26 BB19 BB28 EE06 FF04 HH01

专利名称(译)	超声波探头及超声波探头的制造方法		
公开(公告)号	JP2011110111A	公开(公告)日	2011-06-09
申请号	JP2009266607	申请日	2009-11-24
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝医疗系统株式会社		
申请(专利权)人(译)	东芝公司 东芝医疗系统有限公司		
[标]发明人	手塚智		
发明人	手塚 智		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/24 H04R17/00 H04R31/00		
FI分类号	A61B8/00 G01N29/24.502 H04R17/00.330.H H04R31/00.330		
F-TERM分类号	2G047/CA01 2G047/EA16 2G047/GB02 2G047/GB17 2G047/GB21 2G047/GB32 4C601/EE14 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GB41 5D019/AA26 5D019/BB19 5D019/BB28 5D019/EE06 5D019/FF04 5D019/HH01		
代理人(译)	河野 哲 中村诚 河野直树 冈田隆 山下 元		
其他公开文献	JP5454890B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：为了实现将二维排列的多个振子和电路电连接的超声波探头中的超声波探头的成品率的提高，以及超声波探头的制造方法。多个振动器11以配置间距PY1配置。FPC 40具有布线板41，上电垫42和下电垫4。布线板41具有面对多个振动器11的表面和与该表面相反的背面。上电垫42以布置间距PY1布置在第一表面上，并且分别电连接到多个振动器11。下电焊盘44以布置间距PY2布置在背面上，并且分别电连接至多个上电焊盘42。阵列间距PY2比阵列间距PY1短。多个IC 51电连接到多个下部电焊盘44。[选择图]图2

