

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5491717号
(P5491717)

(45) 発行日 平成26年5月14日(2014.5.14)

(24) 登録日 平成26年3月7日(2014.3.7)

(51) Int.Cl.		F I			
A 6 1 B	8/00	(2006.01)	A 6 1 B	8/00	
H 0 4 R	17/00	(2006.01)	H 0 4 R	17/00	3 3 2 B
			H 0 4 R	17/00	3 3 0 H

請求項の数 12 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2008-273021 (P2008-273021)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成20年10月23日(2008.10.23)	(73) 特許権者	594164542 東芝メディカルシステムズ株式会社 栃木県大田原市下石上1385番地
(65) 公開番号	特開2010-99245 (P2010-99245A)	(74) 代理人	110000866 特許業務法人三澤特許事務所
(43) 公開日	平成22年5月6日(2010.5.6)	(72) 発明者	手塚 智 栃木県大田原市下石上1385番地 東芝 メディカルシステムズ株式会社内
審査請求日	平成23年10月12日(2011.10.12)	審査官	樋口 宗彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波トランスデューサ、超音波プローブ、超音波トランスデューサの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

超音波の放射方向側の前面及び該前面の反対側の面である背面にそれぞれ電極が設けられ、前記放射方向と直交する方向に2次元的に配列された複数の圧電体と、

少なくとも前記圧電体に印加される電気信号を送信する電子回路が設けられた基板と、前記電子回路と導通されるとともに、前記圧電体の前面および背面に直交する側面に配置されることにより、少なくともいずれか一方の前記電極と導通された、可撓性を有する線状の配線リードと、を備えたこと

を特徴とする超音波トランスデューサ。

【請求項2】

前記配線リードは、断面が略円形または多角形である線材によって構成されること、を特徴とする請求項1に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項3】

前記側面には導電性の薄膜が形成され、該側面における導電性の薄膜を介して前記配線リードと前記圧電体における前記電極とが接続されること、

を特徴とする請求項1に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項4】

前記側面において、前記前面に設けられた前記電極側の端縁から、前記背面に設けられた電極側の端縁へ向かって形成された凹溝が設けられ、前記配線リードは該凹溝に沿い、かつ該電極から前記電子回路の方向へ向かうように該凹溝に収容されること、

10

20

を特徴とする請求項 1 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 5】

前記凹溝の深さより、前記配線リードの断面の幅が短いこと、
を特徴とする請求項 4 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 6】

前記圧電体を並列に配置した 1 列分の圧電体配列を絶縁シートを介して前記放射方向と直交する方向に積み重ねることにより、前記圧電体の 2 次元配列を形成すること、
を特徴とする請求項 1 または 4 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 7】

超音波放射方向側の前面には前面電極が、反対側の背面には背面電極が形成され、かつ該前面および該背面と直交する第 1 の側面における該前面電極側の端縁から当該背面電極側の端縁へ向かって形成された第 1 の凹溝を有し、かつ第 1 の側面と反対側の第 2 の側面において該前面電極側の端縁から当該背面電極側の端縁へ向かって形成された第 2 の凹溝を有し、かつ前記放射方向と直交する方向に 2 次元的に配置された複数の圧電体と、

前記圧電体に印加する電気信号を送信し、該圧電体からの電気信号を処理する電子回路が形成され、前記背面側において 2 次元的に配置された圧電体配列の 1 列分ごとに配置された基板と、

前記電子回路と導通され、かつ前記圧電体の第 1 の凹溝に收容されて該圧電体それぞれの前記前面電極または背面電極の一方と直接にまたは間接に結合されることにより、少なくともともいづれか一方の電極と導通され、かつ可撓性を有するとともに線状をなす第 1 電極リードと、

前記圧電体の前記第 2 の凹溝に収納され、かつ該第 2 の圧電体それぞれの前記前面電極または背面電極のうち前記第 1 電極リードと結合されていない方の電極と直接にまたは間接に結合されることにより、導通され、かつ可撓性を有するとともに線状をなす複数の第 2 電極リードとを備えたこと、

を特徴とする超音波トランスデューサ。

【請求項 8】

前記圧電体それぞれは、前記前面から前記背面の方向に複数の圧電体が積層されて構成され、かつ該積層される該複数の圧電体それぞれの間には内部電極が形成される積層圧電体であり、

前記第 1 電極リードおよび前記第 2 電極リードのうち少なくともともいづれか一方は、前記内部電極と導通されること、

を特徴とする請求項 7 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 9】

2 次元配列された前記圧電体のうち 1 列分の圧電体の前記第 1 の凹溝に収納された第 1 電極リードそれぞれには、前記前面電極および前記背面電極のうち、同種の電極のみが結合されること、

を特徴とする請求項 7 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 10】

前記第 1 の凹溝および前記第 2 の凹溝には導電性の薄膜が形成され、該第 1 の凹溝における導電性の薄膜を介して前記第 1 電極リードと前記圧電体における前記前面電極または前記背面電極とが接続されるとともに、該第 2 の凹溝における導電性の薄膜を介して前記第 2 電極リードと前記圧電体における前記前面電極または前記背面電極とが接続されること、

を特徴とする請求項 7 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 11】

電極を有する複数の圧電体と、前記圧電体に印加される電気信号を送信する電子回路と、
を有する超音波トランスデューサの製造方法であって、

可撓性を有するとともに線状をなし、前記電子回路と前記圧電体の電極とを接続する配線リードを、前記電子回路に接続する工程と、

10

20

30

40

50

前記圧電体それぞれの側面に前記電子回路に接続された前記配線リードを配置し、当該側面に露出した前記電極と前記配線リードを接続する工程と、

前記側面に前記配線リードが配置された前記圧電体それぞれを、並列に配置して圧電体の列を、同じ方向に超音波の放射方向と直交する方向に積み重ねる工程と、を備えたこと、

を特徴とする超音波トランスデューサの製造方法。

【請求項 1 2】

超音波放射方向側の前面には前面電極が、反対側の背面には背面電極が形成され、かつ該前面および該背面と直交する第 1 の側面における該前面電極側の端縁から当該背面電極側の端縁へ向かって形成された第 1 の凹溝を有し、かつ第 1 の側面と反対側の第 2 の側面において該前面電極側の端縁から当該背面電極側の端縁へ向かって形成された第 2 の凹溝を有し、かつ前記放射方向と直交する方向に 2 次的に配置された複数の圧電体と、

前記圧電体に印加する電気信号を送信し、該圧電体からの電気信号を処理する電子回路が形成され、前記圧電体の配列に応じ前記背面側において列ごとに配置された基板と、

前記電子回路と導通され、かつ前記圧電体の第 1 の凹溝に収納されて該圧電体それぞれの前記前面電極または背面電極の一方と直接にまたは間接に結合されることにより、少なくともいずれか一方の電極と導通され、かつ可撓性を有するとともに線状をなす第 1 電極リードと、

前記圧電体の前記第 2 の凹溝に収納され、かつ該第 2 の圧電体それぞれの前記前面電極または背面電極のうち前記第 1 電極リードと結合されていない方の電極と直接にまたは間接に結合されることにより、導通され、かつ可撓性を有するとともに線状をなす複数の第 2 電極リードと、

が設けられた超音波トランスデューサを備えたこと、

を特徴と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に用いられる超音波プローブに関し、特に当該超音波プローブに内蔵される超音波トランスデューサの技術に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、超音波プローブにより被検体の所望の診断部位の情報を取得するため、その部位に超音波を送波（送信）し、音響インピーダンスの異なる被検体内の組織境界から反射波を受信する。このようにして、超音波プローブにより超音波を走査して、被検体の体内組織の情報を得て画像化することにより診断を行うものである。この超音波プローブは、被検体等に超音波を送波し、反射波を受波するために、超音波トランスデューサを有している。

【0003】

近年においては、超音波プローブにおける 1 次元アレイの超音波トランスデューサを回転、揺動して用いる方法、または圧電素子をマトリックス状に配列した 2 次元アレイの超音波トランスデューサを用いた電子走査式の超音波プローブによって、3 次元で超音波画像収集、表示を行うシステムの検討が進んできている。3 次元の超音波画像は、2 次元画像において見逃されやすい部位の診断に有用であり、また、診断や計測に適した断層像を得ることができ、診断精度の向上が期待できる。

【0004】

ただし、電子走査式の 2 次元アレイの超音波トランスデューサを使用する方法においては、圧電素子が 2 次的に配列されることにより、圧電素子の素子数の増大（例えば、10 倍～100 倍）をともになってしまう。圧電素子と超音波診断装置本体との間は、電気信号の処理、圧電素子に対しての電気信号の送受信等を行う中継基板を介して接続されており、この圧電素子数の増大によって、当該中継基板と圧電素子との電氣的な接続を行う電

10

20

30

40

50

極リード数は大幅に増加する。

【 0 0 0 5 】

この電極リード数の大幅な増加は、超音波プローブにおける圧電素子（圧電体）と、中継基板における送受信回路および超音波診断装置本体等との接続構造の複雑化を招く。接続構造が複雑化すると2次元アレイの超音波トランスデューサの実現を困難とするおそれが生じる。よって、2次元アレイ上に配列された圧電素子と後段の回路との接続、例えば電極リードと中継基板との接続構造や、圧電素子と電極リードとの接続構造を複雑化せずに、2次元アレイの超音波トランスデューサの実現を可能とする構成が必要となる。

【 0 0 0 6 】

この問題を解消するための各圧電素子と電極リードの接続構造の例として、例えば、圧電素子配列に対応する基板を積み重ねて電極リードの引き出しを構成する構造を採用し、微細な圧電素子配列に対応する電極リードのピッチ幅が、リード中継基板の各層に形成されたパターン配線によって拡大され、中継回路となるIC基板接続側に整列して引き出される構造が提案されている（例えば、特許文献1）。この構造によれば、超音波プローブにおける2次元アレイ状に配列された超音波トランスデューサの信号電極から、多数の電極リードを引き出すことが可能で、かつ圧電素子の音響特性の維持、IC等の実装等を容易に実現することができる。

【 0 0 0 7 】

しかしながら特許文献1に記載の超音波プローブは、信号電極等から引き出された電極リードのピッチを、超音波トランスデューサに接続した中継基板のパターン配線によって拡大するため、中継基板と超音波トランスデューサとの接続部分が大型化してしまうおそれがある。

【 0 0 0 8 】

そこで発明者等は、中継基板との接続構造の大型化を防止するとともに、上記超音波トランスデューサのように多数の電極リードを引き出し可能で、かつ圧電素子の音響特性の維持、IC等の実装を容易に実現することが可能な超音波トランスデューサを提案する。この超音波トランスデューサの構造の例を図9に示す。図9（A）は、2次元アレイの超音波トランスデューサ300を側方から見た状態を示す概略斜視図である。図9（B）は、図9（A）超音波トランスデューサ300を構成する分割前の超音波トランスデューサユニット300aの構成を示す概略分解斜視図である。

【 0 0 0 9 】

図9（A）に示すように、超音波トランスデューサ300における、プリント基板330の表裏面には2次元アレイの1列分の積層圧電体（圧電素子）314, 324が並列に配置される。さらに、積層圧電体314, 324の一面（以下、「前面」とする）には、音響整合層310, 320が隣接して配置されて、当該積層圧電体314, 324と同じように並列配置される。また、積層圧電体314, 324における音響整合層310, 320側と反対側の面（以下、「背面」とする）には、バッキング材（負荷材相）318, 328が隣接して配置されて、当該積層圧電体と同じように並列配置される。このプリント基板330の表面および裏面には導電性の電極リードとして配線パターン331が並列に形成されている。

【 0 0 1 0 】

また図9（A）、（B）に示すように、音響整合層と各積層圧電体（314、324）との間には、当該積層圧電体の各面に露出されるように形成された前面電極312、322が配設される。この前面電極312、322の反対側、つまりバッキング材と積層圧電体との間には、当該各面に露出されるように形成された背面電極316、326が配設される。さらに積層された圧電素子それぞれの間には、第1内部電極312a、322aおよび第2内部電極316a、326aが形成される。

【 0 0 1 1 】

またこの前面電極312、322および第1内部電極312a、322aは、共に同種（正極または負極）の電極となるように構成されている。同様に背面電極316、326

10

20

30

40

50

および第2内部電極316a、326aも共に同種の電極、かつ前面電極、第1内部電極と異なる電極となるように構成されている。このように構成することにより、1つの圧電素子が異極の電極に挟まれることになり、電気信号により当該圧電素子の駆動が可能となる。

【0012】

また図9(A)、(B)に示すように、導電性を有する金属薄膜370によって、プリント基板330と、当該プリント基板330の両面に配設された各積層圧電体(314、324)とが、スパッタ、蒸着など種々の方法で接着される。つまり、この金属薄膜370を用いることによって前面電極312、322等の各電極とプリント基板330側の各配線パターン331(電極リード)との電気的な接続を強化するとともに、各積層圧電体とプリント基板330および配線パターン331との接着を行う。

10

【0013】

図9(A)、(B)に示すように、この金属薄膜370は積層圧電体314、324の側面における背面電極316、326から前面電極312、322までにわたって形成される。したがって、積層圧電体314の側面は、金属薄膜370が形成されたときに、前面電極312および第1内部電極312aまたは、背面電極316および第2内部電極316aのいずれかにのみ接触するように構成されている。このようにすることで、積層圧電体における1つの圧電素子を異極の電極によって挟む構成とすることができる。

【0014】

【特許文献1】特開2001-292496号公報

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

さらに、この超音波トランスデューサ300の配線パターン331における超音波放射方向と反対側の端部は、中継基板の電子回路に接続される。この電子回路は圧電素子に印加する電気信号を送信し、さらに被検体からの反射波に基づく電気信号を受信して各処理を行うものである。

【0016】

また中継基板は、あらかじめ超音波トランスデューサ300における配線パターン331の位置、つまり配線パターンが形成されたプリント基板330の位置に対応して配設される。しかしながら、超音波トランスデューサを生成するにあたり、圧電体の厚さ(超音波の放射方向と直交する方向の長さ)にバラつきが出てしまう場合や、圧電体の側面が平坦にならない場合がある。図9(A)に示すような超音波トランスデューサは、図9(B)に示すような超音波トランスデューサユニット300aを積み重ねて形成されるものであるから、圧電体の厚さのバラつきや、表面の凹凸が発生してしまうと、圧電体を積み重ねたときに、圧電体間に配設されるプリント基板の位置精度が悪くなってしまうおそれがある。

30

【0017】

中継基板が配線パターン331の位置に対応して配設されていることから、プリント基板330の位置精度が悪くなってしまうと、配線パターン331と中継基板における電子回路との接続が困難となってしまうおそれがある。すなわち、プリント基板330の位置精度が悪い場合、中継基板の配置に合わせてプリント基板330をずらし、配線パターン331の端部の位置を、電子回路に接続できるように調整しなければならないが、プリント基板330は超音波トランスデューサユニット300aが積層される段階で一体の超音波トランスデューサ300としてその位置が固定されてしまっているため、プリント基板330をずらしてこのような位置調整を行うことは容易でない。

40

【0018】

特に、プリント基板330はその材料構成により、厚み方向に屈曲させることは可能であるが、当該プリント基板330の平面方向に屈曲させることが困難である。したがって圧電体の積層時においてプリント基板330の位置が、当該プリント基板330の平面方

50

向にずれてしまうと、配線パターン 331 と中継基板の電子回路との接続が困難となってしまう。結果として、圧電素子の駆動が困難となってしまうおそれがあり、結果として超音波画像の生成を困難とし、または支障をきたすおそれが生じていた。

【0019】

この発明は、以上の問題点に鑑みてなされたものであって、その目的は、超音波トランスデューサにおける圧電体に接続された電極リードと、中継基板における電子回路との接続が困難となる事態を回避し、圧電素子への電気信号の送受信を確実に行うことが可能な超音波トランスデューサ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】

【0020】

上記の問題を解決するための請求項 1 に記載の発明は、超音波の放射方向側の前面及び該前面の反対側の面である背面にそれぞれ電極が設けられ、前記放射方向と直交する方向に 2 次元的に配列された複数の圧電体と、少なくとも前記圧電体に印加される電気信号を送信する電子回路が設けられた基板と、前記電子回路と導通されるとともに、前記圧電体の前面および背面に直交する側面に配置されることにより、少なくともいずれか一方の前記電極と導通された、可撓性を有する線状の配線リードと、を備えたことを特徴とする超音波トランスデューサである。

また、上記の問題を解決するための請求項 7 に記載の発明は、超音波放射方向側の前面には前面電極が、反対側の背面には背面電極が形成され、かつ該前面および該背面と直交する第 1 の側面における該前面電極側の端縁から当該背面電極側の端縁へ向かって形成された第 1 の凹溝を有し、かつ第 1 の側面と反対側の第 2 の側面において該前面電極側の端縁から当該背面電極側の端縁へ向かって形成された第 2 の凹溝を有し、かつ前記放射方向と直交する方向に 2 次元的に配置された複数の圧電体と、前記圧電体に印加する電気信号を送信し、該圧電体からの電気信号を処理する電子回路が形成され、前記背面側において 2 次元的に配置された圧電体配列の 1 列分ごとに配置された基板と、前記電子回路と導通され、かつ前記圧電体の第 1 の凹溝に収容されて該圧電体それぞれの前記前面電極または背面電極の一方と直接にまたは間接に結合されることにより、少なくともいずれか一方の電極と導通され、かつ可撓性を有するとともに線状をなす第 1 電極リードと、前記圧電体の前記第 2 の凹溝に収納され、かつ該第 2 の圧電体それぞれの前記前面電極または背面電極のうち前記第 1 電極リードと結合されていない方の電極と直接にまたは間接に結合され、かつ可撓性を有するとともに線状をなす複数の第 2 電極リードとを備えたこと、を特徴とする超音波トランスデューサである。

また、上記の問題を解決するための請求項 11 に記載の発明は、電極を有する複数の圧電体と、前記圧電体に印加される電気信号を送信する電子回路と、を有する超音波トランスデューサの製造方法であって、可撓性を有するとともに線状をなし、前記電子回路と前記圧電体の電極とを接続する配線リードを、前記電子回路に接続する工程と、前記圧電体それぞれの側面に前記電子回路に接続された前記配線リードを配置し、当該側面に露出した前記電極と前記配線リードを接続する工程と、前記側面に前記配線リードが配置された前記圧電体それぞれを、並列に配置して圧電体の列を、同じ方向に超音波の放射方向と直交する方向に積み重ねる工程と、を備えたこと、を特徴とする超音波トランスデューサの製造方法である。

また、上記の問題を解決するための請求項 12 に記載の発明は、超音波放射方向側の前面には前面電極が、反対側の背面には背面電極が形成され、かつ該前面および該背面と直交する第 1 の側面における該前面電極側の端縁から当該背面電極側の端縁へ向かって形成された第 1 の凹溝を有し、かつ第 1 の側面と反対側の第 2 の側面において該前面電極側の端縁から当該背面電極側の端縁へ向かって形成された第 2 の凹溝を有し、かつ前記放射方向と直交する方向に 2 次元的に配置された複数の圧電体と、前記圧電体に印加する電気信号を送信し、該圧電体からの電気信号を処理する電子回路が形成され、前記圧電体の配列に応じ前記背面側において列ごとに配置された基板と、前記電子回路と導通され、かつ前記圧電体の第 1 の凹溝に収納されて該圧電体それぞれの前記前面電極または背面電極の一

10

20

30

40

50

方と直接にまたは間接に結合されることにより、少なくともいずれか一方の電極と導通され、かつ可撓性を有するとともに線状をなす第1電極リードと、前記圧電体の前記第2の凹溝に収納され、かつ該第2の圧電体それぞれの前記前面電極または背面電極のうち前記第1電極リードと結合されていない方の電極と直接にまたは間接に結合されることにより、導通され、かつ可撓性を有するとともに線状をなす複数の第2電極リードとが設けられた超音波トランスデューサを備えたこと、を特徴とする超音波プローブである。

【発明の効果】

【0021】

請求項1, 7, 11および12に記載の発明によれば、超音波プローブにおける超音波トランスデューサにおいて、圧電体の側面に配置され、電極と導通された線状の配線リードを、当該配線リードの端部の位置をその可撓性によって中継基板の電子回路に対応した任意の位置に合わせることができる。したがって、圧電体との間で電気信号の送受信を行う電子回路が形成された中継基板に対応した位置に当該配線リードの端部を接続することが可能となり、結果として圧電体への電気信号の送受信を確実に行うことが可能となる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

[第1実施形態]

以下、この発明の第1実施形態にかかる超音波トランスデューサおよび超音波プローブにつき、図1～4を参照して説明する。

【0024】

20

図1(A)は、この発明の第1実施形態にかかる超音波トランスデューサ100を側方から見た状態を示す概略斜視図である。また、図1(B)は、この発明の第1実施形態にかかる超音波トランスデューサ100を構成する超音波トランスデューサユニット100aの構成を示す概略分解斜視図である。以下、第1実施形態にかかる超音波トランスデューサ100の構成について説明する。

【0025】

(超音波トランスデューサの概略構成)

図1(A)に示すように、この実施形態にかかる超音波トランスデューサ100は、圧電素子が3層に積層された第1積層圧電体114および第2積層圧電体124を有する。また図1(A)に示すように超音波トランスデューサ100では、第1積層圧電体114における圧電素子の積層方向に隣接して音響整合層110が設けられている。また第1積層圧電体114における音響整合層110側と反対側にはバッキング材118(負荷材相)が設けられている。これらの音響整合層110、第1積層圧電体114およびバッキング材118の組み合わせによって圧電体ブロック101が構成される。同様に第2積層圧電体124の積層方向に隣接して音響整合層120が設けられ、音響整合層120の反対側にはバッキング材128が設けられている。この音響整合層120、第2積層圧電体124およびバッキング材128の組み合わせによって圧電体ブロック102を構成する。

30

【0026】

圧電体ブロック101および圧電体ブロック102の側面には、積層圧電体(114, 124)の配列に応じて配線リード131が並列配置される。また、配線リード131が配置された圧電体ブロック101と圧電体ブロック102とは、図1(B)に示すように絶縁シート130を挟んで交互に積み重ねられ、一体の超音波トランスデューサ100として固定されて形成される(図1(A))。この圧電体ブロック101と圧電体ブロック102とは、音響整合層(110, 120)が同じ方向となるように積み重ねられる。以下、本実施形態の超音波トランスデューサ100における各部の構成についてそれぞれ説明する。

40

【0027】

なお、本実施形態にかかる超音波トランスデューサ100は、積層圧電体(114, 124)を有する構成となっているが、本発明の超音波トランスデューサにおいては圧電素子一層の圧電体を用いることも可能である。この場合、超音波トランスデューサ100は

50

後述する前面電極 1 1 2 , 1 2 2 および背面電極 1 1 6 、 1 2 6 のみを有し、各内部電極 1 1 2 a 、 1 1 6 a 、 1 2 2 a 、 1 2 6 a は不要となる。

【 0 0 2 8 】

(積層圧電体における各電極の構成)

図 1 (B) に示すように、第 1 積層圧電体 1 1 4 において、音響整合層 1 1 0 と隣接する前面には前面電極 1 1 2 が設けられる。さらに当該前面に対して反対側となる背面において背面電極 1 1 6 が設けられる。さらに第 1 積層圧電体 1 1 4 において積層される各圧電素子間には内部電極が設けられる。すなわち、3 層に積層された圧電素子のうち、背面側の圧電素子と中間の圧電素子との間には前面電極 1 1 2 に対応した電気信号が印加される第 1 内部電極 1 1 2 a が設けられ、前面側の圧電素子と中間の圧電素子との間には背面電極 1 1 6 に対応した電気信号が印加される第 2 内部電極 1 1 6 a が設けられる。なお、本実施形態にかかる超音波トランスデューサ 1 0 0 は、また、第 1 積層圧電体 1 1 4 および第 2 積層圧電体 1 2 4 の第 1 の側面および第 2 の側面は同一の構造であってもよい。

【 0 0 2 9 】

(積層圧電体における側面の構成)

第 1 積層圧電体 1 1 4 は、前面に直交するとともに背面に直交する第 1 の側面 (図 1 における右側の面) において背面電極 1 1 6 および第 2 内部電極 1 1 6 a のみが露出するように溝 1 1 1 、 1 1 5 が形成される。すなわち、溝 1 1 1 は第 1 積層圧電体 1 1 4 の第 1 の側面における、第 1 積層圧電体 1 1 4 と音響整合層 1 1 0 との境界上 (前面電極 1 1 2 上) に形成される。したがって、当該第 1 の側面においては前面電極 1 1 2 が露出していない状態となる。同様に、溝 1 1 5 は当該第 1 の側面において第 1 積層圧電体 1 1 4 の背面側の圧電素子と中間の圧電素子の境界上 (第 1 内部電極 1 1 2 a 上) において溝 1 1 1 と略平行に形成される。したがって、当該第 1 の側面においては第 1 内部電極 1 1 2 a が露出しない状態となる。

【 0 0 3 0 】

また図 1 (B) に示すように、第 1 積層圧電体 1 1 4 において当該第 1 の側面に対して反対側となる第 2 の側面では、において前面電極 1 1 2 および第 1 内部電極 1 1 2 a が露出するように構成されている。すなわち、第 1 積層圧電体 1 1 4 の第 2 の側面において背面電極 1 1 6 側の端縁に沿って溝 1 1 7 が形成される。さらに第 2 の側面において中間の圧電素子と前面側の圧電素子の境界上 (第 2 内部電極 1 1 6 a 上) に沿って溝 1 1 3 が形成される。したがって、当該第 2 の側面においては背面電極 1 1 6 および第 2 内部電極 1 1 6 a が露出していない状態となる。

【 0 0 3 1 】

このように、第 1 積層圧電体 1 1 4 の第 1 の側面および第 2 の側面における溝 (1 1 1 , 1 1 3 , 1 1 5 , 1 1 7) は、圧電素子の積層方向の順に電極 1 つ置きに形成される。したがって、これらの側面に配線リード 1 3 1 が配置されたとき、当該側面において溝 (1 1 1 , 1 1 3 , 1 1 5 , 1 1 7) が形成された部分の電極には導通されず、当該側面に露出した電極にのみ導通される。したがって、中継基板 2 0 0 の IC 2 0 5 (図 4 参照) から送信された電気信号は、圧電素子の積層方向の順に電極 1 つ置きに露出された電極にのみ印加されるので、1 つの圧電素子が異極の電極に挟まれることになり、当該電気信号により当該圧電素子の駆動が可能となる。

【 0 0 3 2 】

また、当該第 1 積層圧電体 1 1 4 に対し、第 2 積層圧電体 1 2 4 では、図 1 (B) に示すように第 1 の側面 (図 1 における右側の面) および第 2 の側面 (図 1 における左側の面) において溝が形成される位置が逆になる。つまり、第 2 積層圧電体 1 2 4 の第 2 の側面は、背面電極 1 1 6 および第 2 内部電極 1 1 6 a が露出するように構成され、対する反対側の第 1 の側面においては前面電極 1 1 2 および第 1 内部電極 1 1 2 a が露出するように構成されている。

【 0 0 3 3 】

すなわち、第 2 積層圧電体 1 2 4 の第 2 の側面では前面電極 1 2 2 に隣接した圧電素子

10

20

30

40

50

の端縁に、溝 1 2 1 が設けられる。また第 2 積層圧電体 1 2 4 の第 2 の側面における中間の圧電素子と背面側の圧電素子との境界に溝 1 2 5 が設けられる。さらに第 2 積層圧電体 1 2 4 の第 1 の側面においては、背面電極 1 2 6 側の端縁に溝 1 2 7 が形成され、中間の圧電素子と前面側の圧電素子の境界には溝 1 2 3 が形成される。このように、第 1 積層圧電体 1 1 4 と第 2 積層圧電体 1 2 4 とにおいて側面に露出させる電極 (1 1 2 , 1 2 2 等) の位置を対象とすることによって、同種の電極 (前面電極、背面電極等) に接続されたる配線リード 1 3 1 を、後段の中継基板 2 0 0 における IC 2 0 5 にまとめて接続することが可能となる。

【 0 0 3 4 】

また、第 2 積層圧電体 1 2 4 の第 1 の側面および第 2 の側面における溝も、第 1 積層圧電体 1 1 4 における溝 1 1 1、1 1 5、1 1 3、1 1 7 と同様、圧電素子の積層方向の順に電極 1 つおきに形成される。

【 0 0 3 5 】

また図 1 (B) に示すように、第 1 積層圧電体 1 1 4 および第 2 積層圧電体 1 2 4 における第 1 の側面および第 2 の側面には、金属薄膜 1 7 0 が形成される。この金属薄膜 1 7 0 は、当該第 1 の側面および第 2 の側面に配置される配線リード 1 3 1 を、当該第 1 の側面および第 2 の側面に接着させるとともに、当該第 1 の側面および第 2 の側面に露出された電極と配線リード 1 3 1 との電気的な接続を確実に行うものである。なお、金属薄膜 1 7 0 は本発明における「導電性の薄膜」の一例に該当する。

【 0 0 3 6 】

(配線リード)

本実施形態の超音波トランスデューサ 1 0 0 における、超音波放射方向側の前面および当該前面と反対側となる背面に対して直交する側面には、図 1 (B) に示すように配線リード 1 3 1 が並列にかつ積層圧電体 (1 1 4 , 1 2 4) に対応した位置に配置される。この配線リード 1 3 1 は可撓性を有する線材によって構成される。

【 0 0 3 7 】

例えば、この配線リード 1 3 1 としては、金属のワイヤーまたは金属ワイヤーを撚り合わせた線材を用いることが可能である。さらに可撓性や耐疲労性の観点から、配線リード 1 3 1 として樹脂ワイヤーの表面を金属で被覆した線材または当該線材を複数撚り合わせたものを用いることが可能である。

【 0 0 3 8 】

図 1 (B) に示すように、この配線リード 1 3 1 は、金属薄膜 1 7 0 により第 1 積層圧電体 1 1 4 および第 2 積層圧電体 1 2 4 における第 1 の側面および第 2 の側面において、音響整合層 1 1 0、1 2) からバッキング材 1 1 8、1 2 8 へ向かう方向に沿って配置される。さらに配線リード 1 3 1 の一端側は、少なくとも前面電極 1 1 2、1 2 2 に接するように配置される。さらに配線リード 1 3 1 の他端は超音波トランスデューサ 1 0 0 における超音波放射方向と反対側の端部から中継基板 2 0 0 へ向かって延び、中継基板 2 0 0 の IC 2 0 5 に接続される。

【 0 0 3 9 】

また、圧電体ブロック 1 0 1、圧電体ブロック 1 0 2 間の絶縁シート 1 3 0 と、配線リード 1 3 1 とは部分的に固定される。すなわち、当該配線リード 1 3 1 における、積層圧電体 (1 1 4 , 1 2 4) からバッキング材 1 1 8、1 2 8 中央近傍までの間においては、絶縁シート 1 3 0 と固定されており、これに対して、当該配線リード 1 3 1 における中継基板 2 0 0 側の端部 (後端部) は固定されない。これは、配線リード 1 3 1 における後端部側を任意の位置に移動可能として、当該後端部側を中継基板 2 0 0 における IC 2 0 5 の位置に合わせることを容易にするためである。

【 0 0 4 0 】

なお、本実施形態の超音波トランスデューサ 1 0 0 においては、中継基板 2 0 0 との接続を容易化する観点から、上述のように絶縁シート 1 3 0 と配線リード 1 3 1 とが部分的に固定される。しかし、本発明における超音波トランスデューサはこれに限られない。例

10

20

30

40

50

えば超音波トランスデューサ 100 と中継基板 200 との接続を容易化する観点からは、配線リード 131 が後端部側だけでなく全体として、絶縁シート 130 と固定されない構成を採ることも可能である。ただし、この場合は超音波トランスデューサ 100 における配線リード 131 の位置がずれないように、圧電体ブロック 101 と圧電体ブロック 102 とを確実に固定する必要がある。

【0041】

配線リード 131 をこのように構成することにより、中継基板 200 の IC 205 の位置に対応して、当該配線リード 131 の位置合わせをすることが容易となる。例えば、超音波トランスデューサ 100 における積層圧電体 (114、124) における電極 (112 等) と接続された配線リード 131 の位置精度が確保できない場合においても、配線リード 131 の端部の位置は少なくとも固定されていないので、配線リード 131 の可撓性を利用して、当該配線リード 131 の端部の位置を、中継基板 200 の IC 205 に対応した任意の位置に合わせることができる。したがって、圧電素子と IC 205 との間における電気信号の送受信を確実に行うことが可能となる。なお、本実施形態における超音波トランスデューサ 100 は、配線リード 131 に接続される電子回路および当該電子回路が形成された基板を含まないが、本発明における超音波トランスデューサはこれらの電子回路および基板を含むものである。この電子回路および基板の一例として、次に中継基板 200、IC 205 等について説明する。

10

【0042】

(超音波トランスデューサと IC 基板との接続)

20

次に図 2 を用いて本実施形態にかかる超音波トランスデューサ 100 と中継基板 200 との接続構成の一例について説明する。図 2 は、超音波トランスデューサ 100 の接続方法の一例であり、本実施形態における超音波トランスデューサ 100 と中継基板 200 とを接続する機構および、中継基板 200 上の IC 205 と超音波診断装置本体に接続されるケーブルとを接続する機構を示す概略斜視図である。

【0043】

図 2 に示すように、超音波トランスデューサ 100 の後端 (超音波放射方向と反対側の端部) に中継基板 200 が隣接して配置され、配線リード 131 とは中継基板 200 における IC 205 が接続される。なお、中継基板 200 は本発明における「基板」の一例に該当し、IC 205 は、本発明における「電子回路」の一例に該当する。

30

【0044】

また、図 2 に示すように、中継基板 200 は超音波診断装置本体と電気的に接続を行うケーブル (共に図示せず) を介して接続され、中継基板 200 と当該ケーブルとはケーブル接続基板 210 によって接続される。当該ケーブル接続基板 210 の一端は、中継基板 200 における信号リード (図示せず) が設けられた一端とは反対側の一端に接続されている。

【0045】

コネクタ 211 は、ケーブル接続基板 210 の他端及び前記ケーブルの一端にそれぞれ設けられている。このコネクタ 211 によって、ケーブル接続基板 210 と超音波診断装置本体に接続されるケーブルとが接続される。

40

【0046】

図 2 に示すように、超音波トランスデューサ 100 と超音波診断装置本体との間に設けられた中継基板 200 には IC 205 が形成されており、IC 205 は配線リード 131 と接続されている。この IC 205 は、前面電極 112、122 および第 1 内部電極 112a、122a に同種の電極となる信号を印加し、かつ背面電極 116、126 および第 2 内部電極 116a、126a に同種の電極となる電気信号を印加して、第 1 積層圧電体 114 および第 2 積層圧電体 124 を駆動させる。このようにして IC 205 は超音波トランスデューサ 100 に超音波ビームを送波させる。

【0047】

また IC 205 は、第 1 積層圧電体 114 および第 2 積層圧電体 124 が受波した信号

50

の処理を行う。このような構成により、超音波トランスデューサ100を内蔵する超音波プローブでは、第1積層圧電体114および第2積層圧電体124が受波した反射波を信号に変換し、当該信号を中継基板200上の各IC205に送信し、IC205が受信した当該信号を処理する。さらにIC205はケーブル接続基板210を介して超音波診断装置本体に当該処理した信号を送信する。

【0048】

なお、本実施形態ではIC205を用いているが、ASIC、その他の手段を含む。また、図2における超音波トランスデューサ100、中継基板200、IC205は、本発明における超音波トランスデューサの一実施形態を構成する。また、図2に示すように超音波プローブ220は超音波トランスデューサ100、中継基板200、IC205を含

10

【0049】

(製造工程)

次に、図1、図3および図4を参照して第1実施形態にかかる超音波トランスデューサ100の製造工程について説明する。図3(A)は、この発明の第1実施形態にかかる超音波トランスデューサ100の製造工程において、圧電体ブロック101、102に金属薄膜170が形成される過程を示す概略斜視図である。また、図3(B)は、図3(A)の圧電体ブロック101、102の側面に金属薄膜170が形成された状態を示す概略斜視図である。図3(C)は、図3(B)の圧電体ブロック101、102の側面に溝が形成された状態を示す概略斜視図である。図3(D)は、図3(C)の概略部分拡大図である。また、図4(A)は、圧電体ブロック101、102における第1の側面および第2の側面に配線リード131を配置する過程を示す概略斜視図である。また、図4(B)は、図4(A)における圧電体ブロック101、102を積み重ねた後、分割される前の超音波トランスデューサ100を示す概略斜視図である。

20

【0050】

(ステップ1)

まず圧電素子を3層に積層するとともに当該圧電素子間には内部電極を設け、分割前の積層圧電体(114、124)を形成する。この積層圧電体(114、124)の前面に前面電極112、122を、背面に背面電極116、126を形成する。さらに当該積層圧電体(114、124)に対し、前面に音響整合層110、120を、背面にバッキング材118、128を設けることにより、図3(A)に示すような圧電体ブロック101、102を形成する。この圧電体ブロック101、102は完成時の超音波トランスデューサ100の積層圧電体(114、124)それぞれの厚さ(超音波の放射方向と直交する方向の長さ)と同じ厚さであり、かつ図1(A)に示すような完成時の超音波トランスデューサ100において2次元的に配列される積層圧電体(114、124)の1列分と同じ長さを有する。この長さの方向は圧電素子の積層方向と直交する方向(列方向)である。さらに、図3(B)に示すようにこの圧電体ブロック101、102における積層圧電体(114、124)の前面および背面に対し直交する第1の側面および当該第1の側面の反対側となる第2の側面に対し、金属薄膜170を形成する。なお、この圧電体ブロック101、102は、この後の工程で音響整合層110、120側から列方向に分割される。そして、2次元アレイの超音波トランスデューサ100における1列分の積層圧電体(114、124)が当該分割後の圧電体ブロックを構成する。また、第1の側面および第2の側面に対して金属薄膜170が形成された時点においては、第1の側面においても第2の側面においても金属薄膜170がこれらの側面に露出した各電極すべてに接触している。

30

40

【0051】

(ステップ2)

図3(B)のように圧電体ブロック101に対し金属薄膜170が形成された後、図3(C)、(D)に示すように、圧電体ブロック101における第1の側面および第2の側面において所定の位置に溝(111、115、113、117)が形成される。すなわち

50

、溝 1 1 1 等それぞれは以下のようにして形成される。第 1 積層圧電体 1 1 4 の第 1 の側面に全ての電極 (1 1 2 , 1 1 6 a , 1 1 2 a , 1 1 6) が露出している状態から、前面電極 1 1 2 が露出している部分、つまり第 1 の側面における音響整合層 1 1 0 と第 1 積層圧電体 1 1 4 との境界を、圧電素子の積層方向と直交する方向に金属薄膜 1 7 0 ごと削り、図 3 (C)、(D) に示すような溝 1 1 1 を形成する。さらに当該第 1 積層圧電体 1 1 4 の第 1 の側面において、背面側の圧電素子と中間の圧電素子との境界部分に溝 1 1 1 と平行な溝 1 1 5 を形成する。これに対し、図 3 (C)、(D) に示すように第 1 積層圧電体 1 1 4 の第 2 の側面 (図 3 (B) における左側の面) ではバッキング材 1 1 8 と第 1 積層圧電体 1 1 4 との境界に、図 3 (C)、(D) に示すような溝 1 1 7 を形成する。さらに当該第 2 の側面では、前面側の圧電素子と中間の圧電素子との境界部分に溝 1 1 7 と平行な溝 1 1 3 が形成される。

10

【 0 0 5 2 】

(ステップ 3)

また、第 2 積層圧電体 1 2 4 においては、第 1 の側面 (図 3 (B) における右側の面) と第 2 の側面における溝の位置が、第 1 積層圧電体 1 1 4 における溝 (1 1 1、1 1 5、1 1 3、1 1 7) と対称な位置となるような溝 (1 2 1、1 2 5、1 2 3、1 2 7) を形成する。すなわち、第 2 積層圧電体 1 2 4 の第 2 の側面では、音響整合層 1 2 0 と第 2 積層圧電体 1 2 4 との境界を、金属薄膜 1 7 0 ごと削り、溝 1 2 1 を形成する。さらに、当該第 2 の側面では、背面側の圧電素子と中間の圧電素子との境界部分に溝 1 2 1 と平行な溝 1 2 5 が形成される。また当該第 2 の側面に対し第 2 積層圧電体 1 2 4 における第 1 の側面においては、バッキング材 1 2 8 と第 2 積層圧電体 1 2 4 との境界を削り、溝 1 2 7 が形成される。さらに当該第 1 の側面では、前面側の圧電素子と中間の圧電素子との境界部分に溝 1 2 7 と平行な溝 1 2 3 が形成される。

20

【 0 0 5 3 】

(ステップ 4)

第 1 積層圧電体 1 1 4 および第 2 積層圧電体 1 2 4 における第 1 の側面および第 2 の側面に対し溝 1 1 1 , 1 2 1 等がそれぞれ形成された後、圧電体ブロック 1 0 1 と、圧電体ブロック 1 0 2 には、図 4 (A) のようにして積層圧電体 (1 1 4 , 1 2 4) に対応する位置に配線リード 1 3 1 がそれぞれ配置される。すなわち、線状の配線リード 1 3 1 の一端側を前面電極 1 1 2 , 1 2 2 に接触するように配置し、かつ他端側を超音波トランスデューサ 1 0 0 の後端側へ配置する。さらに金属薄膜 1 7 0 と配線リード 1 3 1 とをスパッタ、蒸着等の方法により固定する。

30

【 0 0 5 4 】

(ステップ 5)

圧電体ブロック 1 0 1 および圧電体ブロック 1 0 2 に、配線リード 1 3 1 がそれぞれ配置された後、これらはさらに、絶縁シート 1 3 0 を介して積層される。すなわち、圧電体ブロック 1 0 1、1 0 2 に、配線リード 1 3 1 を配置した後、配線リード 1 3 1 における、後端側以外の部分を絶縁シート 1 3 0 と固定する。このようにして圧電体ブロック 1 0 1 と、圧電体ブロック 1 0 2 とが積み重ねられていき、分割前の超音波トランスデューサ 1 0 0 が形成される。

40

【 0 0 5 5 】

(ステップ 6)

超音波トランスデューサ 1 0 0 が形成された後、図 1 (A) に示すように。音響整合層 1 1 0、1 2 0 側から、圧電体ブロック 1 0 1 および圧電体ブロック 1 0 2 の積層方向と平行で、かつ圧電体側面の溝 (1 1 1 等) の方向と直交する方向に超音波トランスデューサ 1 0 0 を分割してバッキング材 1 1 8、1 2 8 まで至る分割溝を形成する。当該分割によってできた分割溝に絶縁樹脂を充填して、図 1 (A) に示すような積層圧電体 (1 1 4 , 1 2 4) を二次元的に配列した超音波トランスデューサ 1 0 0 が形成される。なお、当該分割溝が、バッキング材 1 1 8、1 2 8 まで至るように形成されるのは、圧電体ブロック 1 0 1 , 1 0 2 における積層圧電体 (1 1 4 , 1 2 4) を確実に分割するためである。

50

【 0 0 5 6 】

(ステップ7)

図1(A)に示すような超音波トランスデューサ100が形成されると、当該超音波トランスデューサ100と圧電体ブロック101、102の配列に対応して配置された中継基板200とを接続する。すなわち、圧電体ブロック102、102における積層圧電体114、124における第1の側面および第2の側面のそれぞれから延伸された配線リード131の後端部と中継基板200条に形成されたIC205とを接続することにより、IC205と積層圧電体114、124における各電極(112、126等)との間で電気信号の送受信を可能にする。

【 0 0 5 7 】

なお、本実施形態においては図3(B)に示すように積層圧電体114、124における第1の側面および第2の側面において金属薄膜170が形成された後、所定の位置に溝111等が形成される工程によって製造されるが、本発明にかかる超音波トランスデューサはこの製造工程に限られない。例えば、積層圧電体114、124における第1の側面および第2の側面において所定の位置に溝111等が形成した上で、当該溝それぞれに絶縁樹脂を充填し、その後第1の側面および第2の側面に対し金属薄膜170を形成する工程によることも可能である。

【 0 0 5 8 】

(作用・効果)

以上説明した第1実施形態にかかる超音波トランスデューサ100の作用及び効果について説明する。

【 0 0 5 9 】

上記説明したように第1実施形態の超音波トランスデューサ100では、配線リード131の構成や積層圧電体(114、124)との固定方法により、中継基板200のIC205の位置に対応して、当該配線リード131の位置合わせをすることが容易となる。例えば、超音波トランスデューサ100における積層圧電体(114、124)における電極(112等)と接続された配線リード131の位置精度が確保できない場合においても、配線リード131が可撓性を有し、かつ配線リード131の端部の位置が固定されていないので、当該配線リード131の端部の位置を、中継基板200のIC205に対応した任意の位置に合わせることができる。したがって、圧電素子とIC205との間における電気信号の送受信を確実に行うことが可能となる。

【 0 0 6 0 】

[第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態にかかる超音波トランスデューサ100について図5～図7を参照して説明する。また、図5は、この発明の第2実施形態にかかる超音波トランスデューサ100を構成する超音波トランスデューサユニット100aの構成を示す概略分解斜視図である。

【 0 0 6 1 】

以下、第2実施形態の概要を説明する。第1実施形態において説明したような超音波トランスデューサ100では、圧電体ブロック101と、圧電体ブロック102との間に、配線リード131が介在することになる。また、このような2次元アレイの超音波トランスデューサ100を形成する際には、配線リード131を積層圧電体(114、124)の側面に並列配置した後、当該配線リード131が並列配置された圧電体ブロック101および圧電体ブロック102、つまり1列分の超音波トランスデューサを複数積み重ねることにより超音波トランスデューサ100の2次元配列を形成する工程を経る。

【 0 0 6 2 】

しかしながら、平面状となる圧電体側面の間に介在する配線リード131により、当該配線リード131の厚さの分だけ圧電体ブロック101と、圧電体ブロック102とが密着しない。すなわち、1列分の圧電体ブロック(101、102)を複数積み重ねる際に、圧電体ブロック101と、圧電体ブロック102とを確実に固定することができれば問

10

20

30

40

50

題ないが、固定が弱い場合は、圧電体ブロック101、102同士の位置がずれてしまうおそれがある。また、当該圧電体ブロック(101,102)は配線リード131に対してもずれてしまうおそれがある。

【0063】

このような位置ずれが生じてしまうと、配線リード131と中継基板200におけるIC205との接続が困難となってしまうおそれがある。さらに、この位置ずれにより、超音波トランスデューサ100の各圧電体を駆動したときに、位置がずれた圧電体それぞれから放射される超音波が、超音波トランスデューサ全体から放射される超音波ビームの形状や、超音波の放射方向にずれを生じさせてしまうおそれがある。結果として、超音波診断装置によって生成される超音波画像に支障をきたすおそれもある。

10

【0064】

第2実施形態にかかる超音波トランスデューサ100は、以上の問題点を鑑みてなされたものである。その概要は、圧電体の前面および背面に対し直交する圧電体の第1の側面および第2の側面において、配線リード131が収容される大きさの凹溝119,129が超音波の放射方向に沿って形成された超音波トランスデューサ100である。この超音波トランスデューサ100においては圧電体ブロック101と圧電体ブロック102とを積み重ねた際、圧電体側面の配線リード131が当該凹溝119,129に収容される。

【0065】

つまり、圧電体ブロック101と圧電体ブロック102との間に生じる配線リード131分の隙間が、大幅に低減される。その結果、圧電体ブロック(101,102)同士を密着または近接させることにより、圧電体ブロック101と圧電体ブロック102との位置がずれてしまう事態を防止することが可能となる。さらに配線リード131が当該凹溝119,129に収容されているので、圧電体ブロック101と圧電体ブロック102とがずれるような方向に力が加わっても、当該位置ずれを回避することが可能となる。なおかつこのような位置ずれを防止する結果として、超音波トランスデューサにおける圧電素子配列や配線リード後端側の位置精度が確保され、配線リード131と中継基板200の電子回路(IC205)との接続が困難となってしまう事態を防止することができる。さらに超音波プローブから放射される超音波ビームの形状や放射方向の精度を確保することが可能となる。

20

【0066】

以下、第2実施形態にかかる超音波トランスデューサ100の構成について説明する。

30

【0067】

(超音波トランスデューサ全体構成の概要)

第2実施形態にかかる超音波トランスデューサ100は、第1実施形態と同様に、圧電素子が3層に積層された第1積層圧電体114、第2積層圧電体124を有し、かつ積層圧電体(114,124)の積層方向における前面に音響整合層110、120が設けられ、前面に対し反対側となる背面にバッキング材118、128が設けられている。この音響整合層110、第1積層圧電体114およびバッキング材118は、圧電体ブロック101を構成する。また音響整合層120、第2積層圧電体124およびバッキング材128は、圧電体ブロック102を構成する。さらに当該積層圧電体(114,124)の前面に前面電極112、122が、背面に背面電極116、126が設けられている。また積層圧電体(114,124)における圧電素子間には内部電極(112a、122a、116a、126a)が設けられている。これら超音波トランスデューサ各部の機能、および各部の位置関係については、第1実施形態にかかる超音波トランスデューサと同様であるため、説明を割愛する。

40

【0068】

また図5に示すように、第1実施形態と同じく第2実施形態にかかる超音波トランスデューサ100における圧電体ブロック101および圧電体ブロック102における積層圧電体(114,124)の第1の側面及び第2の側面には、配線リード131がそれぞれ並列配置される。

50

【 0 0 6 9 】

また、図 5 に示すように第 1 積層圧電体 1 1 4 および第 2 積層圧電体 1 2 4 と配線リード 1 3 1 とは金属薄膜 1 7 0 によって接続される。このように圧電体ブロック 1 0 1 , 1 0 2 に対し配線リード 1 3 1 が並列配置され、絶縁シート 1 3 0 を挟んで圧電体ブロック 1 0 1 , 1 0 2 が積層されていくことにより超音波トランスデューサ 1 0 0 が形成される。このように絶縁シート 1 3 0 を介して積層される圧電体ブロック 1 0 1 、 1 0 2 の方向はすべて同じ方向となる。

【 0 0 7 0 】

(積層圧電体における側面の構成)

次に、図 5 を用いて第 2 実施形態にかかる第 1 積層圧電体 1 1 4 、第 2 積層圧電体 1 2 4 およびバッキング材 1 1 8 、 1 2 8 の側面の構成について説明する。図 5 に示すように、第 2 実施形態にかかる超音波トランスデューサ 1 0 0 の第 1 積層圧電体 1 1 4 には、前面および背面に直交し、かつ配線リード 1 3 1 が配置される第 1 の側面には、凹形状の凹溝 1 1 9 が設けられている。

【 0 0 7 1 】

この凹溝 1 1 9 は、圧電体ブロック 1 0 1 において第 1 積層圧電体 1 1 4 の当該第 1 の側面における前面電極 1 1 2 から背面電極 1 1 6 を通過して、バッキング材 1 2 8 における後段電子回路側 (中継基板 2 0 0 側) まで至る。また凹溝 1 1 9 の幅 (第 1 積層圧電体 1 1 4 の圧電素子の積層方向と直交する方向の長さ) は、配線リード 1 3 1 の幅とほぼ同じ長さか、または配線リード 1 3 1 の幅よりやや長くなるように形成される。このように凹溝 1 1 9 を構成することにより、第 1 積層圧電体 1 1 4 上に配線リード 1 3 1 を配置する際、当該配線リード 1 3 1 が当該凹溝 1 1 9 に収容される。

【 0 0 7 2 】

また、この凹溝 1 1 9 の深さ (第 1 積層圧電体 1 1 4 の第 1 の側面から、凹溝 1 1 9 底面までの長さ) は、配線リード 1 3 1 の幅 (または径) より長く形成されることが望ましい。これは絶縁シート 1 3 0 を挟んで圧電体ブロック 1 0 1 と圧電体ブロック 1 0 2 とを積層する際に、超音波トランスデューサ 1 0 0 全体に対する、配線リード 1 3 1 、第 1 積層圧電体 1 1 4 および第 2 積層圧電体 1 2 4 の位置がずれないようにするためである。このように凹溝 1 1 9 を構成することで、配線リード 1 3 1 の位置精度および積層圧電体 (1 1 4 , 1 2 4) の位置精度を確保することができる。なお、図 7 (A) の見方によっては、配線リード 1 3 1 の幅 (または径) が、凹溝 1 1 9 , 1 2 9 の深さより高いように示されているが、実際には、配線リード 1 3 1 の方が短い方が好ましい。また、他の観点から、配線リード 1 3 1 を凹溝 1 1 9 , 1 2 9 の深さより若干高く形成し、圧電体ブロック同士を積み重ね固定することにより、配線リード 1 3 1 と圧電体側面の電極 (1 1 2 等) とをより密着させて、接続を強固にすることも可能である。

【 0 0 7 3 】

また、この凹溝 1 1 9 の形状は、配線リード 1 3 1 の形状に対応した形状となるように構成することが望ましい。すなわちこのように構成することで、圧電体ブロック 1 0 1 と圧電体ブロック 1 0 2 を積層する際に生じやすくなる、圧電素子の積層方向と直交する方向の積層圧電体の位置ずれを防止することが可能となる。

【 0 0 7 4 】

また、第 1 積層圧電体 1 1 4 の第 1 の側面と同様に、第 2 の側面においても凹溝 1 1 9 が設けられる (不図示) 。さらに図 5 に示すように、圧電体ブロック 1 0 2 における第 2 積層圧電体 1 2 4 の第 1 の側面および第 2 の側面においても、第 1 積層圧電体 1 1 4 の凹溝 1 1 9 と同様に、バッキング材 1 2 8 まで至るように形成された、凹溝 1 2 9 が形成される。これらの凹溝 1 1 9 , 1 2 9 は、本発明における「第 1 の凹溝」、「第 2 の凹溝」の一例に該当する。

【 0 0 7 5 】

なお、第 2 実施形態にかかる超音波トランスデューサにおいても第 1 積層圧電体 1 1 4 および第 2 積層圧電体 1 2 4 の側面における、金属薄膜 1 7 0 と各電極の絶縁処理を、第

10

20

30

40

50

1 実施形態と同様に構成することも可能である。ただしこの場合、各凹溝 119 の深さは、溝 111、113、115、117 の深さより、浅く形成される。さらに各凹溝 129 の深さは、溝 121、123、125、127 の深さより、浅く形成される。凹溝 119、129 の方が深い場合、金属薄膜 170 が、絶縁しようとする積層圧電体 (114、124) の各電極に対して接触してしまうからである。

【0076】

(製造工程)

次に、図 5 ~ 図 7 を用いて本実施形態における超音波トランスデューサ 100 の製造工程の概略について説明する。図 6 (A) は、この発明の第 2 実施形態にかかる超音波トランスデューサ 100 の製造工程において、圧電体ブロック 101、102 に凹溝 119、129 や金属薄膜 170 が形成される前の状態を示す概略斜視図である。図 6 (B) は、図 6 (A) の圧電体ブロック 101、102 に対し凹溝 119、129 が形成され、金属薄膜 170 が形成される過程を示す概略斜視図である。図 6 (C) は、図 6 (A)、(B) の工程を経て、圧電体ブロック 101、102 に金属薄膜 170 が形成された状態を示す概略斜視図である。図 6 (D) は、図 6 (C) の概略部分拡大図である。図 7 (A) は、この発明の第 2 実施形態にかかる超音波トランスデューサ 100 の製造工程において、金属薄膜 170 が形成された積層圧電体 (114、124) に配線リード 131 が配置される過程を示す概略斜視図である。図 7 (B) は、図 7 (A) における圧電体ブロック 101 および圧電体ブロック 102 を積み重ねた後、分割される前の超音波トランスデューサ 100 を示す概略斜視図である。

【0077】

なお、圧電体ブロック 101、102 を形成するまでの工程は、第 1 実施形態にかかる超音波トランスデューサの製造工程と同一であるため、説明を割愛する。

【0078】

(ステップ 10)

図 6 (B) に示すように、まず図 6 (A) のような凹溝 119、129 が形成される前の圧電体ブロック 101、102 の第 1 の側面および第 2 の側面に対し、前面電極 112、122 が形成されている部分から、パッキング材 118、128 における積層圧電体 (114、124) との境界部分と反対側の端部まで、凹溝 119、129 を形成する。またこの凹溝 119、129 は積層圧電体 (114、124) における圧電素子の積層方向とほぼ同じ方向に形成される。

【0079】

(ステップ 11)

次に、図 6 (B) に示すように凹溝 119、129 が形成された圧電体ブロック 101、102 における積層圧電体 (114、124) の第 1 の側面および第 2 の側面に対し、金属薄膜 170 を形成する。なお、この圧電体ブロック 101、102 は、この後の工程で分割され、2 次元アレイの超音波トランスデューサ 100 における 1 列分の積層圧電体 (114、124) を構成するものである。

【0080】

(ステップ 12)

第 1 積層圧電体 114 および第 2 積層圧電体 124 における第 1 の側面および第 2 の側面に対し金属薄膜 170 がそれぞれ形成された後、図 7 (A) に示すように第 1 積層圧電体 114、第 2 積層圧電体 124 の第 1 の側面および第 2 の側面における凹溝 119、129 に配線リード 131 を配置し、各電極 (112、122 等) と配線リード 131 とを金属薄膜 170 により固定するとともに導通させる。

【0081】

(ステップ 13)

第 1 積層圧電体 114 および第 2 積層圧電体 124 における第 1 の側面及び第 2 の側面に配線リード 131 が配置されると、第 1 実施形態と同様に、絶縁シート 130 を挟んでこれらを積層する。このようにして図 7 (B) に示すような分割前の超音波トランスデューサ 100 を示す概略斜視図である。

ーサ 100 が形成される。

【0082】

(ステップ 14)

超音波トランスデューサ 100 が形成された後、図 1 (A) に示すように、音響整合層 110、120 側から、超音波トランスデューサユニット 100a の積層方向と平行で、かつ圧電体側面の溝 111 等の方向と直交する方向に超音波トランスデューサ 100 を分割する。当該分割によってできた分割溝に絶縁樹脂を充填して、図 1 (A) に示す超音波トランスデューサ 100 が形成される。

【0083】

なお、第 2 実施形態における超音波トランスデューサ 100 と中継基板 200 との接続は、第 1 実施形態にかかる超音波トランスデューサと同様であるため、説明を割愛する。

10

【0084】

(作用・効果)

以上説明した第 2 実施形態にかかる超音波トランスデューサ 100 およびそれを用いた超音波プローブ (不図示) の作用及び効果について説明する。

【0085】

第 2 実施形態にかかる超音波トランスデューサ 100 およびそれを用いた超音波プローブ 220 は、積層圧電体 (114, 124) の前面および背面に直交する第 1 の側面および第 2 の側面から、バッキング材 118、128 に連続して形成される凹溝 119、129 を備えている。この凹溝 119、129 は、第 1 の側面における前面電極側の端縁から圧電素子の積層方向と同じ方向に形成され、かつ当該前面電極 112、122 側端縁から背面電極 116、126 を経由してバッキング材 118、128 における後段電子回路 (IC 205) 側まで延伸するように形成される。さらにこの凹溝 119、129 の深さは、配線リード 131 とほぼ同じ幅 (または径) かやや大きい幅となるように形成される。

20

【0086】

したがって、積層圧電体 (114, 124) の側面に配線リード 131 を配置すると、当該凹溝 119、129 に配線リード 131 が収容される。すなわち、圧電体ブロック 101、102 間の間隙を大幅に低減させることができる。その結果、圧電体ブロック 101、102 における側面同士を密着または近接させることが可能となり、圧電体ブロック 101、102 同士の位置がずれてしまう事態を防止することが可能となる。

30

【0087】

さらに、配線リード 131 が凹溝 119、129 に収容されているので、圧電体ブロック 101、102 を積層する際、圧電体ブロック同士がずれるような方向に力が加わっても、当該位置ずれを回避することが可能となる。なおかつこのような位置ずれを防止する結果として、超音波トランスデューサ 100 における圧電素子配列の位置精度や配線リード 131 の位置精度が確保され、配線リード 131 と中継基板 200 の IC 205 との接続が困難となってしまう事態を防止することができる。さらに超音波プローブから放射される超音波ビームの形状や放射方向の精度を確保することが可能となる。

【0088】

また、以上説明した本実施形態の超音波トランスデューサ 100 は、圧電体ブロック 101、102 間の間隙を大幅に低減させることができるため、積層厚さを薄くすることができ、超音波トランスデューサ 100 および当該超音波トランスデューサを有する超音波プローブの小型化を図ることが可能となる。

40

【0089】

[第 3 実施形態]

次に、本発明の第 3 実施形態にかかる超音波トランスデューサ 100 について図 8 を参照して説明する。また、図 8 は、この発明の第 3 実施形態にかかる超音波トランスデューサ 100 の構成を示す概略分解斜視図である。

【0090】

第 3 実施形態にかかる超音波トランスデューサ 100 は第 1 実施形態および第 2 実施形

50

態と異なった製造工程により製造される。また、配線リード131の構成が異なる場合がある。超音波トランスデューサ100におけるその他の各部の構成は第1実施形態および第2実施形態と同様である。以下、第3実施形態について説明する。

【0091】

(製造工程)

第3実施形態にかかる超音波トランスデューサ100の製造工程は次の通りである。なお、圧電体ブロック101、102を形成する工程は、第1実施形態にかかる超音波トランスデューサの製造工程と同一であるため、説明を割愛する。

【0092】

図8に示すように、本実施形態にかかる超音波トランスデューサ100の製造工程においては、積層圧電体(114, 124)における第1の側面および第2の側面に対して配線リード131を配置する前に、配線リード131それぞれの一端を中継基板200のIC205に接続する。

10

【0093】

次に、積層圧電体(114, 124)における第1の側面および第2の側面に対し、スパッタ、蒸着等の方法により金属薄膜170を設ける。

【0094】

次に、当該金属薄膜170が形成された当該第1の側面及び第2の側面に対し、一端がIC205に接続された配線リード131を、積層圧電体(114, 124)における第1の側面および第2の側面に配置し、金属薄膜170により、積層圧電体(114, 124)における第1の側面および第2の側面と配線リード131を接着する。この接着により、当該第1の側面および第2の側面と配線リード131が固定され、かつ当該第1の側面および第2の側面に露出した電極(112, 122等)と配線リード131が導通される。

20

【0095】

第1積層圧電体114および第2積層圧電体124における第1の側面及び第2の側面に配線リード131が配置されると、第1実施形態と同様に、絶縁シート130を挟んでこれらを積層する。このようにして分割前の超音波トランスデューサ100が形成され、さらに、図1(A)に示すように、音響整合層110、120側から、分割溝を形成し、絶縁樹脂を充填して、図1(A)に示すような超音波トランスデューサ100が形成される。

30

【0096】

本実施形態における超音波トランスデューサ100の製造方法によれば、圧電体ブロック101および圧電体ブロック102を積層する前に、あらかじめ配線リード131とIC205を接続し、その後積層圧電体(114, 124)における第1の側面および第2の側面に配線リード131が配置される。したがって、超音波トランスデューサ100の製造工程において、圧電体ブロック101および圧電体ブロック102の積層時に位置精度が確保できない場合でも、配線リード131と中継基板200のIC205との接続が困難となる事態が生じないので、当該接続工程が容易であり、当該接続を確実に行うことが可能である。

40

【0097】

なお、本実施形態においてはあらかじめ配線リード131とIC205を接続するので、当該接続が困難となる事態を考慮しなくてよい。その結果、配線リード131が可撓性を有していなくてもよく、さらに配線リード131の後端部が絶縁シート130と固定されていてもよい。

【0098】

また、本実施形態においては積層圧電体(114, 124)における第1の側面および第2の側面に配線リード131を配置しているが、本発明はこれに限られず、図9に示すような配線パターン331が形成されたプリント基板330を用いてもよい。すなわち中継基板200におけるIC205と、配線パターン331をあらかじめ接続してからプリ

50

ント基板 330 の表裏面に圧電体ブロック 101, 102 を配置する構成であってもよい。

【図面の簡単な説明】

【0099】

【図1】(A)この発明の第1実施形態にかかる超音波トランスデューサを側方から見た状態を示す概略斜視図である。(B)この発明の第1実施形態にかかる超音波トランスデューサを構成する超音波トランスデューサユニットの構成を示す概略分解斜視図である

【図2】超音波トランスデューサの接続方法の一例であり、本実施形態における超音波トランスデューサと中継基板とを接続する機構および、中継基板上のICと超音波診断装置本体に接続されるケーブルとを接続する機構を示す概略斜視図である。

【図3】(A)この発明の第1実施形態にかかる超音波トランスデューサの製造工程において、圧電体ブロックに金属薄膜が形成される過程を示す概略斜視図である。(B)図3(A)の圧電体ブロックの側面に金属薄膜が形成された状態を示す概略斜視図である。

(C)図3(B)の圧電体ブロックの側面に溝が形成された状態を示す概略斜視図である。(D)図3(C)の概略部分拡大図である。(A)図2(B)の圧電体ブロックがプリント基板に配置される過程を示す概略斜視図である。(B)図3(A)における超音波トランスデューサユニットを積み重ねた後、分割される前の超音波トランスデューサを示す概略斜視図である。

【図4】(A)圧電体ブロックの側面に配線リードを配置する過程を示す概略斜視図である。(B)図4(A)における圧電体ブロックを積み重ねた後、分割される前の超音波トランスデューサを示す概略斜視図である。

【図5】この発明の第2実施形態にかかる超音波トランスデューサを構成する超音波トランスデューサユニットの構成を示す概略分解斜視図である。

【図6】(A)この発明の第2実施形態にかかる超音波トランスデューサの製造工程において、圧電体ブロックに凹溝や金属薄膜が形成される前の状態を示す概略斜視図である。

(B)図6(A)の圧電体ブロックに対し凹溝が形成され、金属薄膜が形成される過程を示す概略斜視図である。(C)図6(A)、(B)の工程を経て、圧電体ブロックに金属薄膜が形成された状態を示す概略斜視図である。(D)図6(C)の概略部分拡大図である。

【図7】(A)この発明の第2実施形態にかかる超音波トランスデューサの製造工程において、金属薄膜が形成された積層圧電体に配線リードが配置される過程を示す概略斜視図である。(B)図7(A)における圧電体ブロックを積み重ねた後、分割される前の超音波トランスデューサを示す概略斜視図である。

【図8】この発明の第3実施形態にかかる超音波トランスデューサの構成を示す概略分解斜視図である。

【図9】(A)2次元アレイの超音波トランスデューサを側方から見た状態を示す概略斜視図である。(B)図9(A)の超音波トランスデューサを構成する分割前の超音波トランスデューサユニットの構成を示す概略分解斜視図である。

【符号の説明】

【0100】

- 100 超音波トランスデューサ
- 100a 超音波トランスデューサユニット
- 101、102 圧電体ブロック
- 110、120 音響整合層
- 111、113、115、117、121、123、125、127 溝
- 112、122 前面電極
- 112a、122a 第1内部電極
- 114 第1積層圧電体
- 124 第2積層圧電体
- 116、126 背面電極

10

20

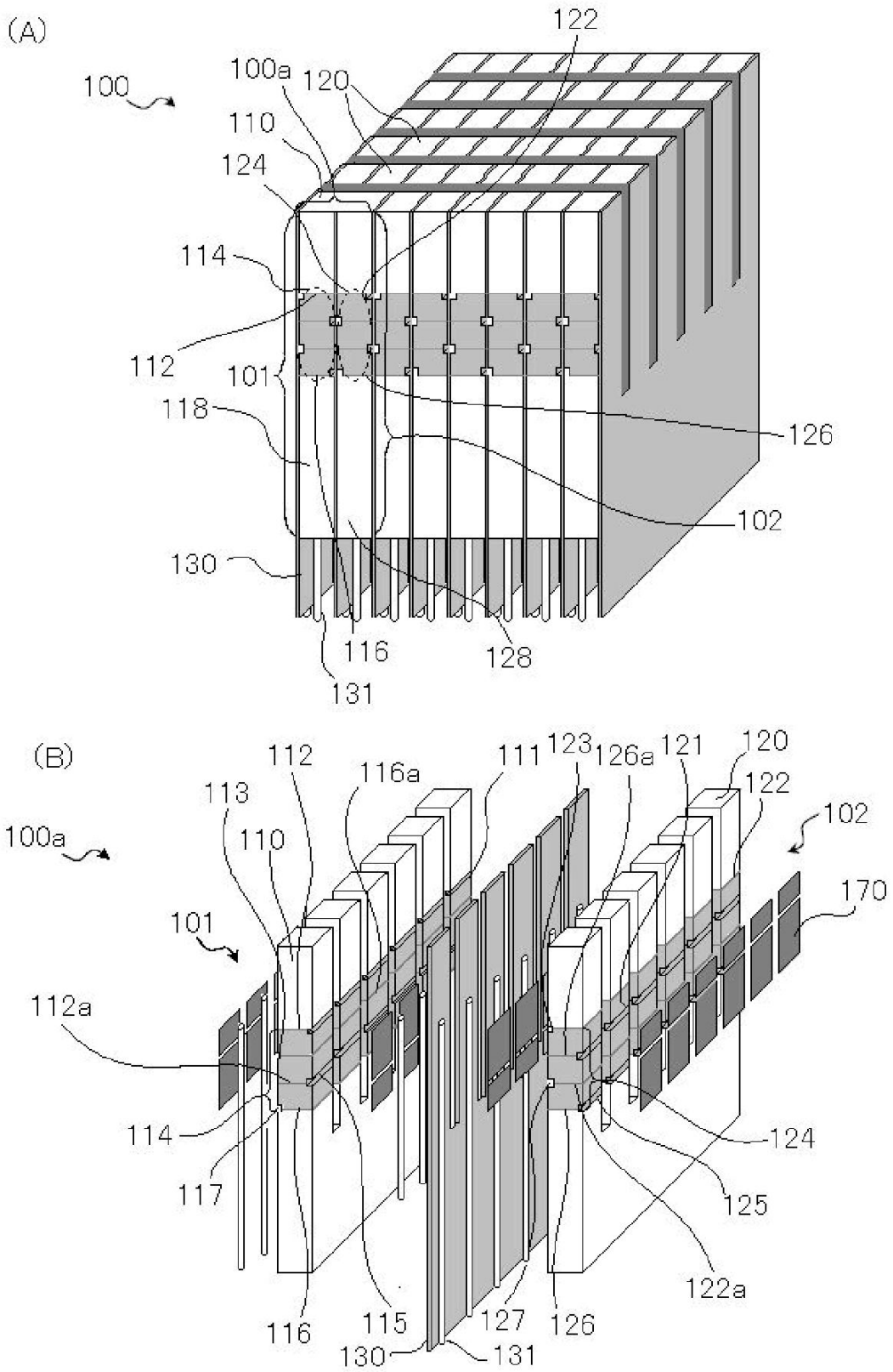
30

40

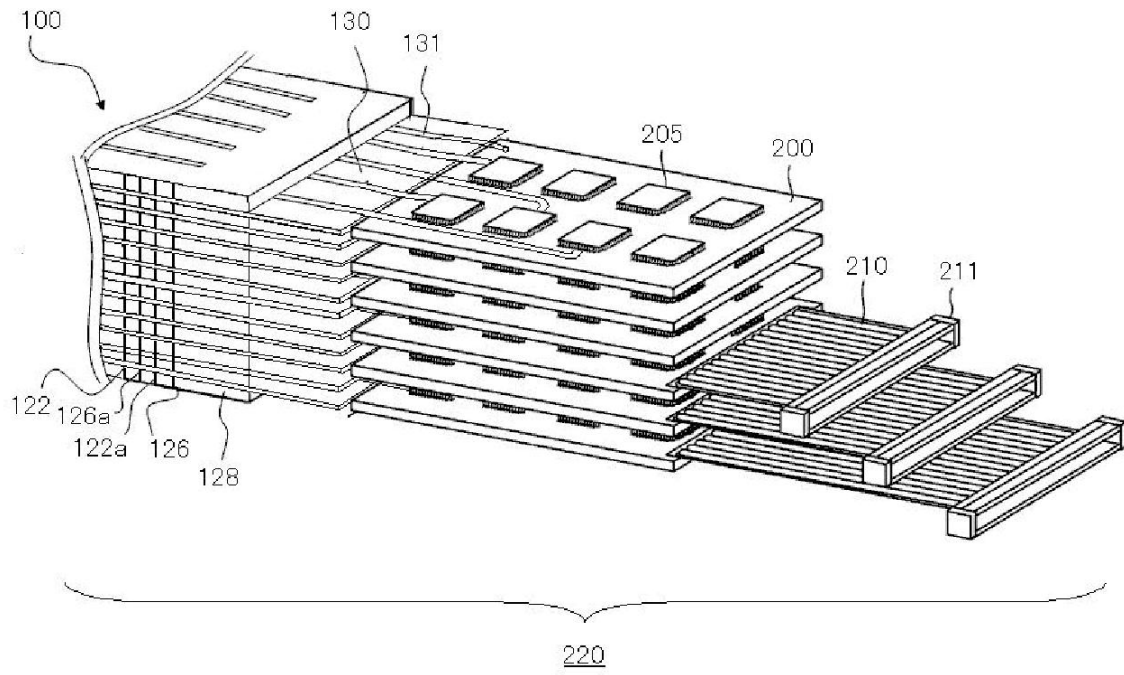
50

- 1 1 6 a、1 2 6 a 第 2 内部電極
- 1 1 8、1 2 8 バックリング材
- 1 1 9、1 2 9 凹溝
- 1 3 0 絶縁シート
- 1 3 1 配線リード
- 1 7 0 金属薄膜
- 2 0 0 中継基板
- 2 1 0 ケーブル接続基板
- 2 1 1 コネクタ
- 2 2 0 超音波プローブ

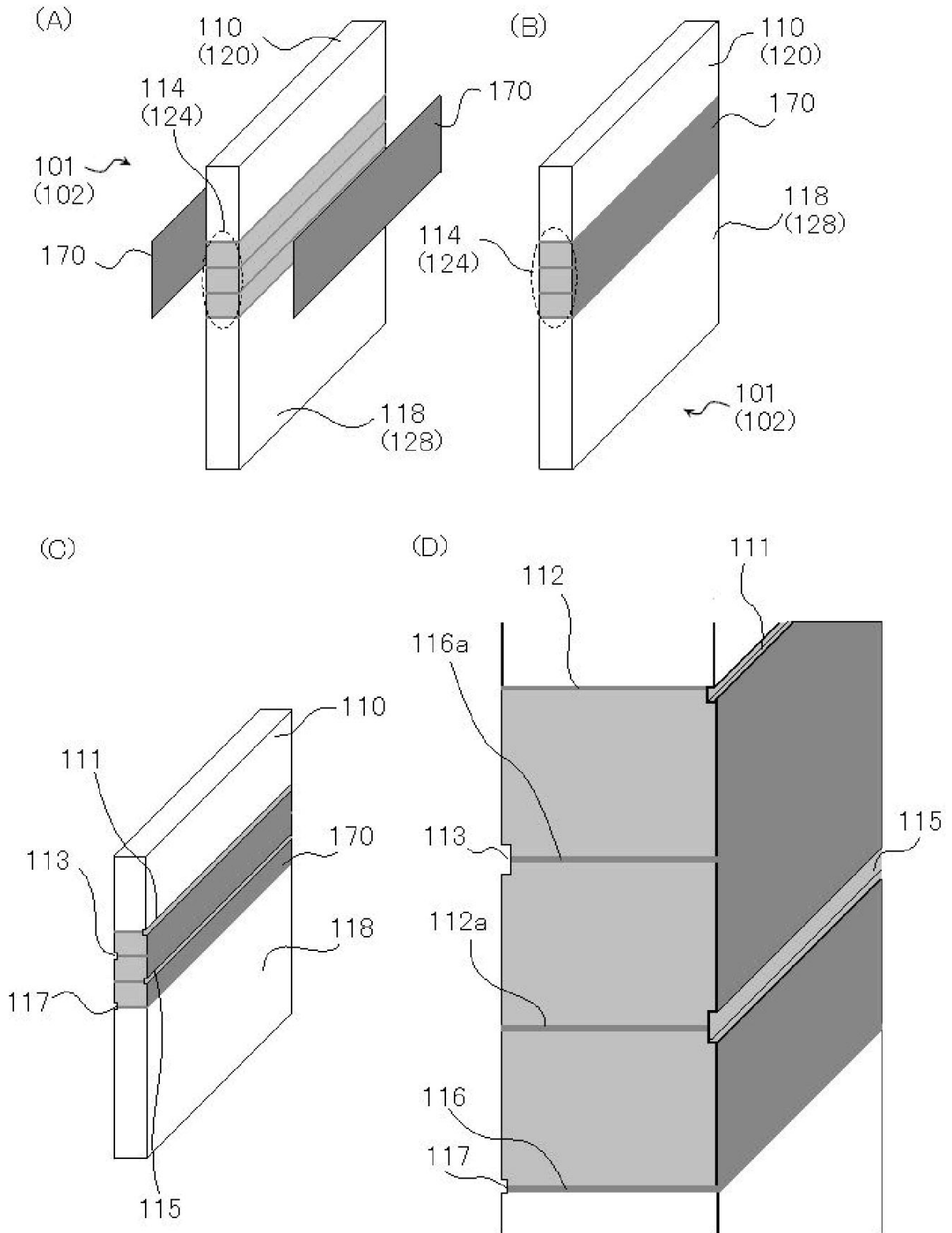
【図1】



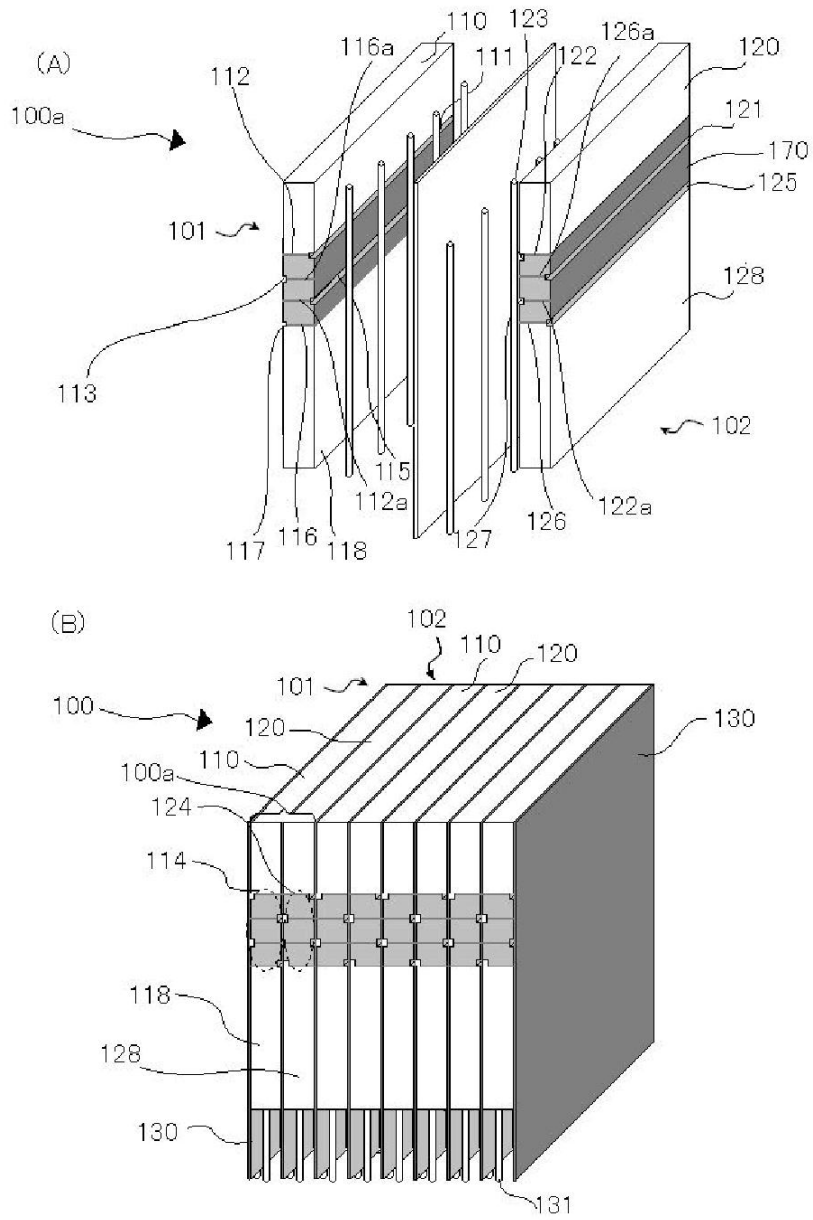
【図2】



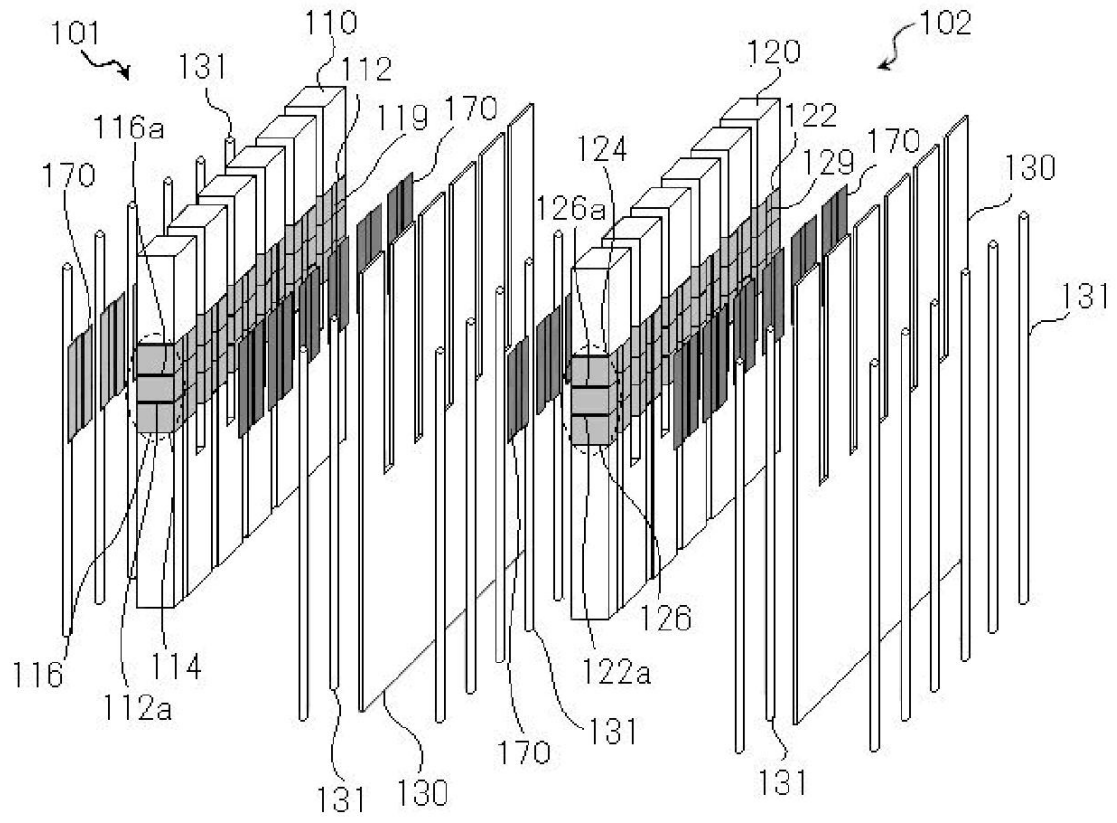
【図3】



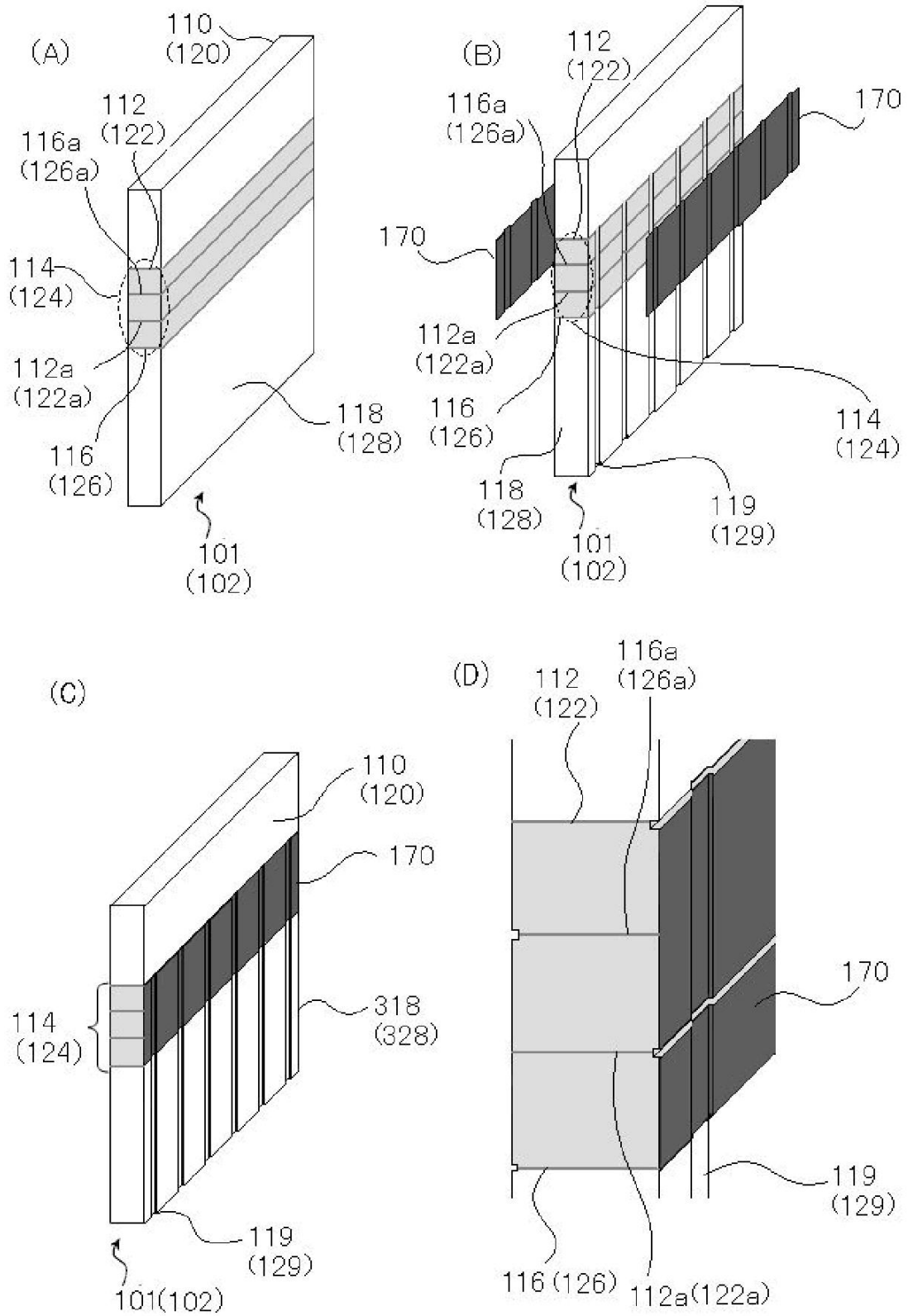
【 図 4 】



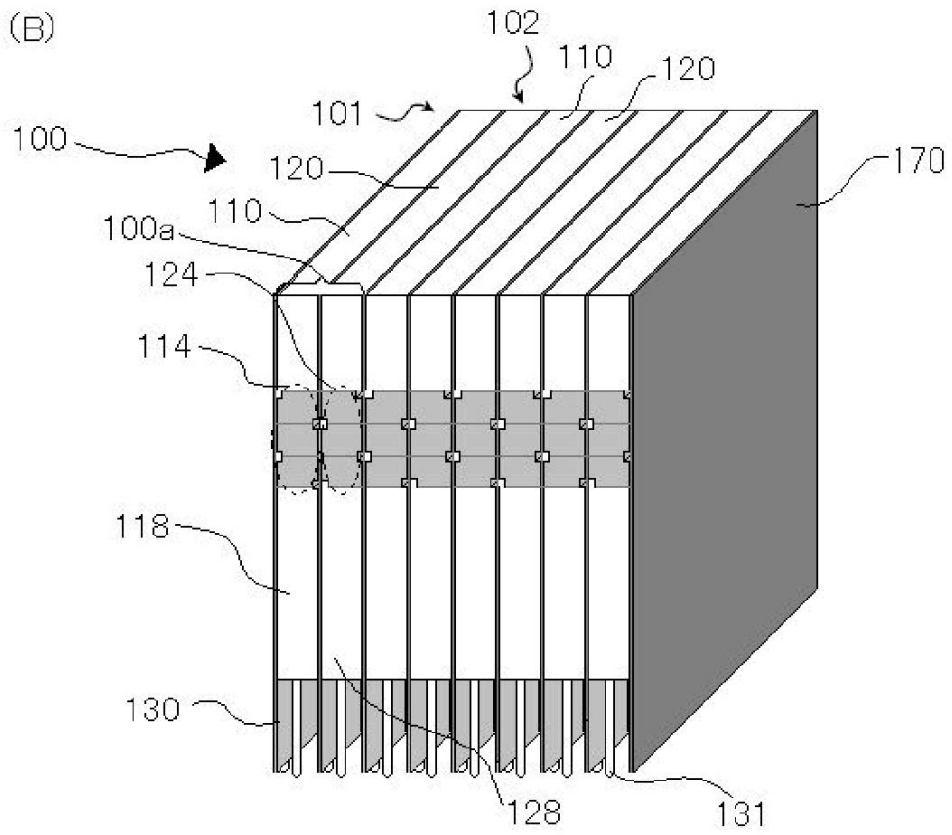
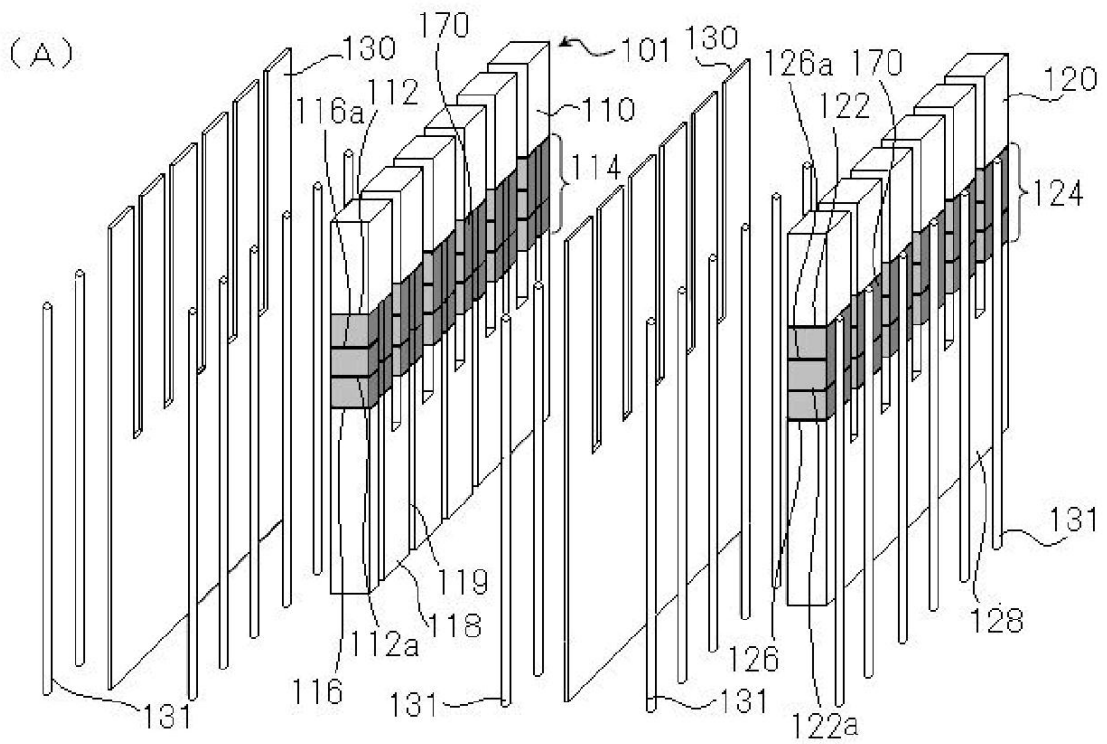
【図5】



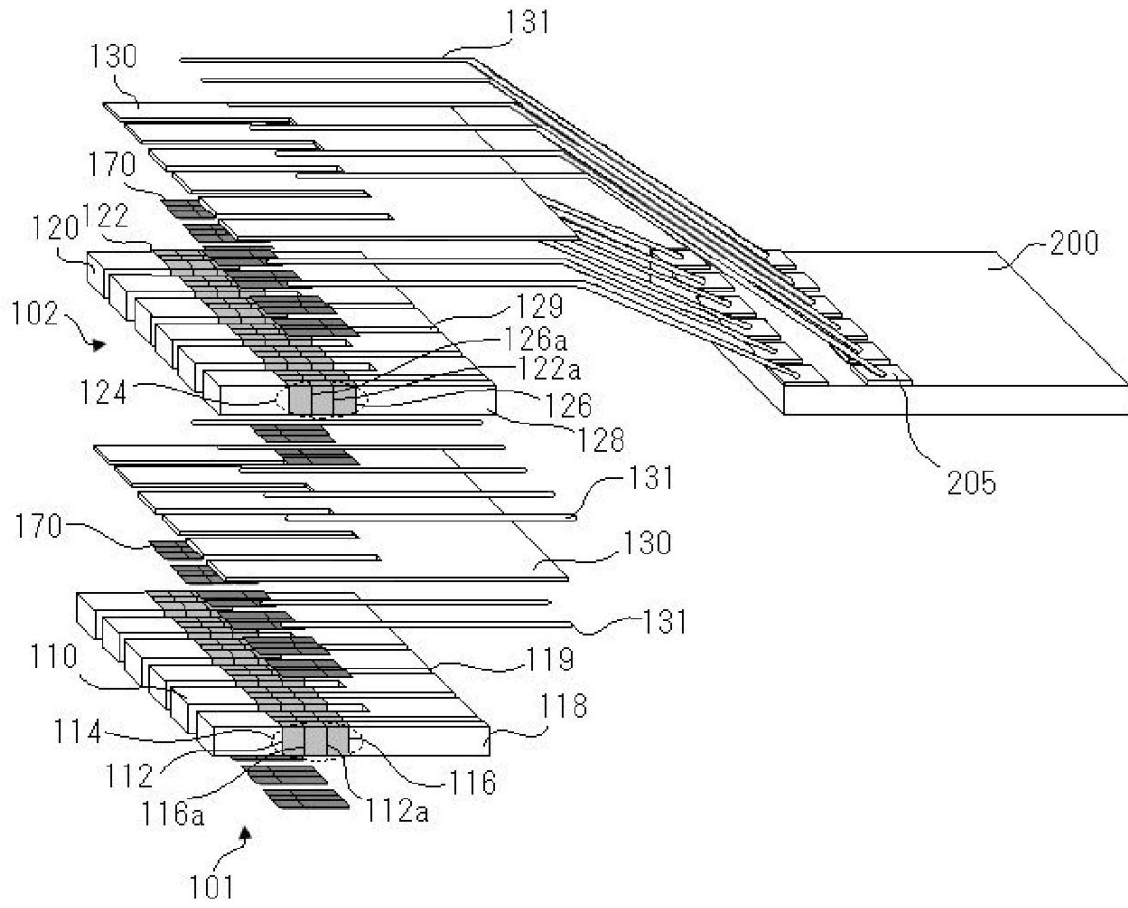
【図6】



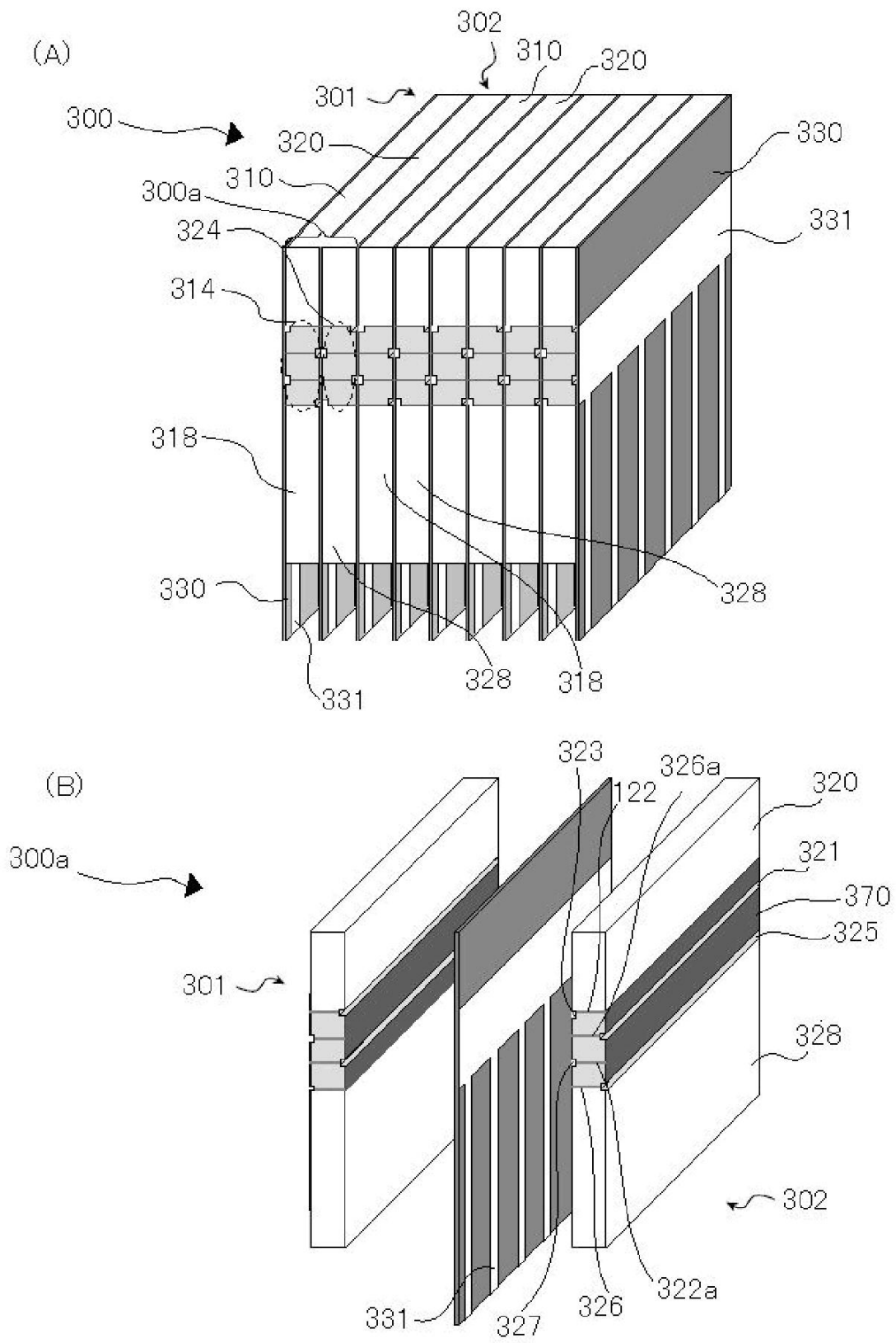
【図7】



【図 8】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-360571(JP,A)
特開2007-201901(JP,A)
特開2005-210245(JP,A)
特開2009-072370(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B8/00-8/15

专利名称(译)	超声换能器，超声探头，超声换能器的制造方法		
公开(公告)号	JP5491717B2	公开(公告)日	2014-05-14
申请号	JP2008273021	申请日	2008-10-23
[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		
当前申请(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 H04R17/00		
FI分类号	A61B8/00 H04R17/00.332.B H04R17/00.330.H		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/BB06 4C601/EE10 4C601/GB06 4C601/GB20 5D019/BB19 5D019/BB25 5D019/BB28 5D019/FF04		
审查员(译)	樋口宗彦		
其他公开文献	JP2010099245A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：为了避免难以连接连接到超声波换能器中的压电体的电极引线和中继板中的电子电路，以及可靠地向压电元件发送和接收电信号的情况。提供了一种超声换能器。解决方案：在超声换能器中，柔性线性引线布置在多个二维布置的压电体的侧表面上，以电连接到压电体的电极，引线连接到电子电路，该电子电路向压电体发送电信号和从压电体接收电信号。 .The