

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5461769号
(P5461769)

(45) 発行日 平成26年4月2日(2014.4.2)

(24) 登録日 平成26年1月24日(2014.1.24)

(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 0 H

H 0 4 R 17/00 3 3 2 B

請求項の数 15 (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2007-244215 (P2007-244215)
 (22) 出願日 平成19年9月20日 (2007.9.20)
 (65) 公開番号 特開2009-72370 (P2009-72370A)
 (43) 公開日 平成21年4月9日 (2009.4.9)
 審査請求日 平成22年8月18日 (2010.8.18)
 審判番号 不服2012-18674 (P2012-18674/J1)
 審判請求日 平成24年9月25日 (2012.9.25)

(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
 (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
 (74) 代理人 110000866
 特許業務法人三澤特許事務所
 (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 本社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波トランスデューサ、超音波プローブおよび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】

超音波の照射方向側の前面および該前面の反対側となる背面に対応して前面電極と背面電極とを有し、各々が列状に複数配置される第1および第2の圧電素子と、

これら第1および第2の圧電素子列の間に配置される第1プリント基板と、

前記第1プリント基板の表面側に形成され、前記第1の圧電素子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接続される複数の第1電極リードと、

前記第1プリント基板の裏面側に形成され、前記第2の圧電素子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接続される複数の第2電極リードとを備え、

前記第1のプリント基板を挟んで配置された前記第1および第2の圧電素子の組み合わせを含んで構成されるユニットが、複数重なるように配列されて、該第1の圧電素子の列と第2の圧電素子の列とが交互に並び2次元状に配列され、

前記第1プリント基板における第1電極リードおよび第2電極リードのそれぞれには、対応する前記第1の圧電素子および第2の圧電素子それぞれの前記前面電極および前記背面電極のうち、同種の電極のみが接続されること、

を特徴とする超音波トランスデューサ。

【請求項2】

前記第1プリント基板の表面と向かい合う前記第1の圧電素子側の一側面と前記第1の電極リードとの間に設けられた導電性の薄膜を介して、該第1プリント基板における該第

1 電極リードと、該第 1 の圧電素子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、

前記第 1 プリント基板の裏面と向かい合う前記第 2 の圧電素子側の一側面と前記第 2 の電極リードとの間に設けられた導電性の薄膜を介して、該第 1 プリント基板における該第 2 電極リードと、該第 2 の圧電素子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 1 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 3】

前記前面電極または背面電極のうち、前記第 1 電極リードとは導通されない方の電極それぞれを第 1 アース電極とし、前記各第 1 の圧電素子における前記一側面と反対側となる他の側面それぞれの面上において、導電性の薄膜により該第 1 アース電極のそれぞれを連結した第 1 アースリードを形成し、

前記前面電極または背面電極のうち、前記第 2 電極リードとは導通されない方の電極それぞれを第 2 アース電極とし、前記各第 2 の圧電素子における前記一側面と反対側となる他の側面それぞれの面上において、導電性の薄膜により該第 2 アース電極のそれぞれを連結した第 2 アースリードを形成すること、

を特徴とする請求項 1 または 2 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 4】

前記 ユニット における、前記前面、前記背面、前記一側面および前記他の側面と直交する側面に、前記第 1 アースリードを伸延させ、連結する連結部を形成し、

前記ユニットにおける、前記前面、前記背面、前記一側面および前記他の側面と直交する側面に、前記第 2 アースリードを伸延させ、連結する連結部を形成したこと、

を特徴とする請求項 3 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 5】

複数の前記ユニットの間には、該ユニット同士を結合させるとともに絶縁するスペーサが設けられていること、

を特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 つに記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 6】

前記第 1 および第 2 の圧電素子のそれぞれは、前記前面から前記背面の方向に複数の圧電素子が積層されて構成され、該積層される該複数の圧電素子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、

前記複数の圧電素子それぞれの間に形成される前記内部電極は、該複数の圧電素子の 1 つおきに一方を前面電極と同種の内部前面電極とし、他方を背面電極と同種の内部背面電極とすること、

を特徴とする請求項 3 ~ 5 のいずれか 1 つに記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 7】

裏面には、前記複数の第 1 の圧電素子それぞれの前記一側面と反対側となる他の側面が列状に配置され、かつ該裏面においてそれぞれの前記第 1 の圧電素子の前記第 1 電極リードとは導通されない他方の前記前面電極または前記背面電極と直接にまたは間接に接続される複数の第 3 の電極リードと、

表面には、前記複数の第 2 の圧電素子それぞれの前記一側面と反対側となる他の側面が列状に配置され、かつ該表面上においてそれぞれの前記第 2 の圧電素子の前記第 2 電極リードとは導通されない他方の前記前面電極または前記背面電極と直接にまたは間接に接続される複数の第 4 の電極リードとを有する第 2 プリント基板を備えたこと、

を特徴とする請求項 1 または 2 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 8】

前記第 2 プリント基板の裏面と向かい合う前記第 1 の圧電素子の他の側面と前記第 3 の電極リードとの間に設けられた導電性の薄膜を介して、該第 2 プリント基板における該第 3 電極リードと、該第 1 の圧電素子における前記他方の前記前面電極または前記背面電極とが接続され、

10

20

30

40

50

前記第 2 プリント基板の表面と向かい合う前記第 2 の圧電素子の他の側面と前記第 4 の電極リードとの間に設けられた導電性の薄膜を介して、該第 2 プリント基板における該第 4 電極リードと、該第 2 の圧電素子における前記他方の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 9】

前記第 1 および第 2 の圧電素子のそれぞれは、前記前面から前記背面の方向に複数の圧電素子が積層されて構成され、該積層される該複数の圧電素子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、

前記複数の圧電素子それぞれの間に形成される前記内部電極は、該複数の圧電素子の 1 つおきに一方を前面電極と同種の内部前面電極とし、他方を背面電極と同種の内部背面電極とすること、

を特徴とする請求項 8 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 10】

前記第 1 の圧電素子および前記第 2 の圧電素子の前記一側面上および他の側面上には、各電極リードと接続されない各電極を絶縁するための溝が形成され、該溝には絶縁樹脂が充填されていること、

を特徴とする請求項 7 ~ 9 のいずれか 1 つに記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 11】

前記溝は、前記一側面または前記他の側面のいずれか一方の面において、前記前面電極が形成される前記前面側の端部および前記内部前面電極が形成される圧電素子間の境界上に形成され、かつ該一方の面と反対側となる他方の面において前記背面電極が形成される前記背面側の端部および前記内部背面電極が形成される圧電素子間の境界上に形成されること

を特徴とする請求項 10 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 12】

前記列状に配列された第 1 の圧電素子それぞれの間、および前記列状に配列された第 2 の圧電素子それぞれの間には電気絶縁樹脂が設けられること、

を特徴とする請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 つに記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 13】

前記積層圧電体を構成する前記複数の圧電素子のうち、前記背面側の圧電素子は、隣接する該背面側の圧電素子と連結されて複数個ずつにまとめられ、かつ該複数個ずつに共通の背面電極を有し、1 チャンネルとして駆動されること

を特徴とする請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 つに記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 14】

超音波トランスデューサを備えて構成される超音波プローブであって、

超音波の照射方向側の前面および該前面の反対側となる背面に対応して前面電極と背面電極とを有し、各々が列状に複数配置される第 1 および第 2 の圧電素子と、

これら第 1 および第 2 の圧電素子列の間に配置される第 1 プリント基板と、

前記第 1 プリント基板の表面側に形成され、前記第 1 の圧電素子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接続される複数の第 1 電極リードと、

前記第 1 プリント基板の裏面側に形成され、前記第 2 の圧電素子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接続される複数の第 2 電極リードとを備え、

前記第 1 のプリント基板を挟んで配置された前記第 1 および第 2 の圧電素子の組み合わせを含んで構成されるユニットが、複数重なるように配列されて、該第 1 の圧電素子の列と第 2 の圧電素子の列とが交互に並び 2 次元状に配列されること、

を特徴とする超音波プローブ。

【請求項 15】

超音波の照射方向側の前面および該前面の反対側となる背面に対応して前面電極と背面

10

20

30

40

50

電極とを有する第 1 の圧電素子および第 2 の圧電素子と、第 1 プリント基板と、第 2 プリント基板とを備えた超音波トランスデューサの製造方法であって、

前記第 1 の圧電素子を第 1 プリント基板の一面に列状に複数配置することにより、該第 1 の圧電素子の前面電極または背面電極と該一面に設けられた第 1 電極リードとを接続し、かつ第 2 の圧電素子を該第 1 プリント基板の他の面に列状に複数配置することにより、該第 2 の圧電素子の前面電極および背面電極のうち該第 1 電極リードと接続された電極と同種の電極を、該他の面に設けられた第 2 電極リードと接続して構成されるユニットを生成し、

両面に電極リードがそれぞれ設けられた第 2 プリント基板を挟むようにして、複数の前記ユニットを積層することにより、隣り合うユニットにおける前記第 1 の圧電素子と前記第 2 の圧電素子とが該第 2 プリント基板を介して接続され、かつ該第 2 プリント基板における電極リードに、該第 1 の圧電素子および該第 2 の圧電素子それぞれの前記前面電極および前記背面電極のうち、同種の電極が接続される

こと、

を特徴とする超音波トランスデューサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は超音波プローブの技術に関し、特に超音波プローブに用いられる超音波トランスデューサおよびその製造方法に関する。

【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】

従来から、超音波診断装置の超音波プローブに用いられる超音波トランスデューサとして、その圧電素子をアレイ状に配列した 1 次元アレイの超音波トランスデューサが使用されている。この 1 次元アレイの超音波トランスデューサは一般に、送受信超音波ビームの高速な走査や高速なフォーカス点の変更を可能とする電子走査法と呼ばれる方法で使用されている。高速な超音波ビームの走査や高速なフォーカス点の変更によってリアルタイムに 2 次元画像を提供することができる。

【0004】

ところで近年においては、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法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。

【0005】

ただし、これら 3 次元の超音波画像の収集にかかる方法のうち、1 次元アレイの超音波トランスデューサを用いた超音波プローブを使用する方法においては、画像データ収集に多くの時間を要し、リアルタイムに 3 次元画像を表示することが困難である。一方、電子走査法の 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、2 次元的に圧電素子を配列することにより、超音波ビームの全方位的なフォーカシングを可能とする。さらに 1 次元アレイの超音波トランスデューサの場合と比較して高速な 3 次元走査を実現して画像データの収集速度を速めることが可能となる。

【 0 0 0 6 】

しかしその反面、２次元アレイの超音波トランスデューサは圧電素子の素子数の増大（例えば、１０倍～１００倍）をとめない、さらに送受信回路数の増加や、接続リード数やケーブル数の大幅な増加につながる。また、結果として、超音波プローブにおける圧電素子（圧電体）と、送受信回路、超音波診断装置本体および超音波診断装置本体間に存在する中継回路等との接続は極めて複雑かつ困難となってしまう。

【 0 0 0 7 】

この問題に対しては、圧電素子配列に対応する基板を積層し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、中継回路等となる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し、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。

10

【 0 0 0 8 】

【特許文献１】特開２００１－２９２４９６号公報

【 0 0 0 9 】

ここで、３次元画像の収集可能な２次元アレイの超音波トランスデューサによる超音波プローブの例として、従来の超音波トランスデューサすなわち圧電素子をマトリックス状に多数配列した超音波トランスデューサを備えた超音波プローブを示す。ここで、図１２は、従来の超音波トランスデューサ３００の構成を示す概略斜視図である。

20

【 0 0 1 0 】

図１２に示すように、超音波トランスデューサ３００は、被検体と圧電素子３０４との音響インピーダンスの整合をとる音響整合層３０１と、圧電効果を得るため、アース接続されて各圧電素子３０４に接続されるアース電極３０２と、被検体に対し超音波の送受信を行う圧電素子（圧電体）３０４、アース電極３０２との間に圧電素子３０４を駆動するための電気信号を送って超音波パルスを送波させ、被検体から超音波を受波し、変換した電気信号を出力する信号電極３０６と、圧電素子３０４からバックリング材３０８方向に放射される超音波パルスを反対方向に反射させるバックリング材３０８（負荷材相）と、信号電極３０６と後段電子回路とを接続する図示しない電極リードとをプリント基板３０９上に備えて構成されている。

30

【 0 0 1 1 】

圧電素子（圧電体）３０４は、２成分系あるいは３成分系の圧電セラミックス等から成る圧電素子であり、プリント基板３０９等に２次元マトリックス状に配列されている。この圧電素子３０４が、走査制御されることにより超音波の全方位的なフォーカシングと高速な３次元走査が可能となる。

【 0 0 1 2 】

また、超音波トランスデューサ３００は、超音波プローブを使用した際における被検体側（前方）の先端に位置する音響レンズから後段電子回路側へ向かって、音響整合層３０１、圧電素子３０４、バックリング材３０８の順に隣接して配置される。また、音響整合層３０１と圧電素子３０４との間（前面）において音響整合層３０１および圧電素子３０４と接するようにアース電極３０２が設けられる。また、圧電素子３０４とバックリング材３０８との間（背面）において圧電素子３０４およびバックリング材３０８と接するように信号電極３０６が設けられる。また、プリント基板３０９の内部には、圧電素子３０４の配列面と直交する方向に形成され、電極リード（図示せず）を引き出し可能とする経路が形成されている。

40

【 0 0 1 3 】

このように従来の超音波トランスデューサにおいては、１枚のプリント基板３０９に対し１列の圧電素子３０４が配列されていた。さらにこの１次元アレイの超音波トランスデューサユニットを配列したプリント基板３０９が、音響レンズの向きを合わせるように積

50

層されて２次元アレイの超音波トランスデューサ３００を構成していた。

【００１４】

なお、パルスインバージョン映像法を用いるような場合は、各圧電素子の両極に印加される電気信号である高周波パルスの極性を変更して印加できる回路構成を形成しなければならない。この回路構成では、超音波トランスデューサにおける圧電素子の前面に形成される電極と、当該圧電素子の背面に形成される電極とを、各圧電素子ごとに区別して接続する必要が生じる。したがって、これらの電極から引き出される電極リードの配線パターンをそれに応じて独立したパターンとなるように形成する必要がある。

【００１５】

なお、このパルスインバージョン映像法とは、例えば被検体に圧電素子の両電極にかかる超音波パルスを１８０度位相をずらして（極性を変更して）２回送信し、２つのエコー信号を加算して高調波成分のみを抽出して画像化するものである。より詳しくは、圧電素子の両極（前面電極及び背面電極）毎にパルスを接続し、交互に動作させることでバイポーラパルスを出力するものであり、この交互動作を２回の送信で順序を逆転させることで、１回目の送信と２回目の送信とで正負の対称性がよい波形のバイポーラパルスに応じた超音波パルスを出力することができ、結果として、高調波イメージング画像を向上させることができる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１６】

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して、電極リードとＩＣとの接続構造を容易化するものであるが、当該接続部分は大型化してしまうおそれがある。また、電極リードが中継基板に至るまでの配線については１列ごとに配列された圧電素子を配置するプリント基板の枚数分だけ中継基板と接続しなければならず、超音波トランスデューサと中継基板との接続構造が複雑となるおそれがある。

【００１７】

また、図１２に記載の超音波プローブでは、２次元アレイ構造の超音波トランスデューサにおいて、圧電素子を積層した積層圧電体を、あらかじめ電極リードの配線ラインが形成されたプリント基板に並設して構成しているが、２次元アレイ構造の超音波トランスデューサ１列分につき１枚のプリント基板を要し、プリント基板の枚数が多くなり、中継基板等の回路への接続が困難となり、または複雑な構造となるおそれがある。また、接続構造の大型化を招来し、１枚のプリント基板において前面電極と背面電極とが混在してしまうおそれがあり、その結果、後段電子回路が複雑化するおそれがある。

【００１８】

これに加え、上述のパルスインバージョン映像法のように、圧電素子の超音波放射面側に形成される前面電極から引き出される前面電極リードと前面電極に対向して形成される背面電極から引き出される背面電極リードを圧電素子チャンネル毎にそれぞれ独立して引き出し、前面電極リードと背面電極リードとを異なる電子回路に連結する構成も用いられるようになっている。

【００１９】

この場合は、圧電素子の両端を駆動するための電子回路（パルス回路）が必要となり、さらに圧電体前面に形成する前面電極と、背面に形成する背面電極とを区別して接続する必要が生じる場合もある。

【００２０】

このパルスインバージョン映像法を用いることを前提とする場合、上述した従来の超音波プローブによっては後段の接続回路との接続構造が複雑化し、前面電極や背面電極を回路ごとに区別して接続することが困難となるといったように超音波トランスデューサの機能は制約を受ける。その制約によっては、パルスインバージョン映像法の実現が困難となるおそれがある。また、当該接続構造を単純化すると、超音波トランスデューサと後段の

10

20

30

40

50

接続回路との接続部分の大型化または超音波トランスデューサを含む超音波プローブの製造工程の複雑化を招来してしまう。

【 0 0 2 1 】

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と接続される電子回路との接続構造を単純化し、超音波トランスデューサと電子回路との接続を容易にするとともに、超音波トランスデューサに対して送受信する電気信号の処理を容易にすることが可能となる超音波トランスデューサおよびその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 2 】

上記の課題を解決するための本発明は、超音波の照射方向側の前面および該前面の反対側となる背面に対応して前面電極と背面電極とを有し、各々が列状に複数配置される第1および第2の圧電素子と、これら第1および第2の圧電素子列の間に配置される第1プリント基板と、前記第1プリント基板の表面側に形成され、前記第1の圧電素子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接続される複数の第1電極リードと、前記第1プリント基板の裏面側に形成され、前記第2の圧電素子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接続される複数の第2電極リードとを備え、前記第1のプリント基板を挟んで配置された前記第1および第2の圧電素子の組み合わせを含んで構成されるユニットが、複数重なるように配列されて、該第1の圧電素子の列と第2の圧電素子の列とが交互に並び2次元状に配列され、前記第1プリント基板における第1電極リードおよび第2電極リードのそれぞれには、対応する前記第1の圧電素子および第2の圧電素子それぞれの前記前面電極および前記背面電極のうち、同種の電極のみが接続されること、を特徴とする超音波トランスデューサである。

また、上記の課題を解決するための本発明は、超音波トランスデューサを備えて構成される超音波プローブであって、超音波の照射方向側の前面および該前面の反対側となる背面に対応して前面電極と背面電極とを有し、各々が列状に複数配置される第1および第2の圧電素子と、これら第1および第2の圧電素子列の間に配置される第1プリント基板と、前記第1プリント基板の表面側に形成され、前記第1の圧電素子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接続される複数の第1電極リードと、前記第1プリント基板の裏面側に形成され、前記第2の圧電素子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接続される複数の第2電極リードとを備え、前記第1のプリント基板を挟んで配置された前記第1および第2の圧電素子の組み合わせを含んで構成されるユニットが、複数重なるように配列されて、該第1の圧電素子の列と第2の圧電素子の列とが交互に並び2次元状に配列されること、を特徴とする。

また、上記の課題を解決するための本発明は、超音波の照射方向側の前面および該前面の反対側となる背面に対応して前面電極と背面電極とを有する第1および第2の圧電素子と、第1プリント基板と、第2プリント基板とを備えた超音波トランスデューサの製造方法であって、前記第1の圧電素子を第1プリント基板の一面に列状に複数配置することにより、該第1の圧電素子の前面電極または背面電極と該一面に設けられた第1電極リードとを接続し、かつ第2の圧電素子を該第1プリント基板の他の面に列状に複数配置することにより、該第2の圧電素子の前面電極および背面電極のうち該第1電極リードと接続された電極と同種の電極を、該他の面に設けられた第2電極リードと接続して構成されるユニットを生成し、両面に電極リードがそれぞれ設けられた第2プリント基板を挟むようにして、複数の前記ユニットを積層することにより、隣り合うユニットにおける前記第1の圧電素子と前記第2の圧電素子とが該第2プリント基板を介して接続され、かつ該第2プリント基板における電極リードに、該第1の圧電素子および該第2の圧電素子それぞれの前記前面電極および前記背面電極のうち、同種の電極が接続されること、を特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 2 3 】

この発明によれば、超音波トランスデューサを備えた超音波プローブにおいて、第1プ

10

20

30

40

50

プリント基板の表面に第１の電極リードを形成し、その裏面に第２の電極リードを形成し、第１の電極リードに第１の圧電素子の電極が結合され、第２の電極リードに第２の圧電素子の電極が結合された超音波トランスデューサユニットを複数配列する構成を採ることができるので、２次元アレイの超音波トランスデューサの２列分の圧電素子を１枚のプリント基板で配線することができる。したがって、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後段電子回路との接続構造を単純化することが可能となる。

【００２４】

また、前面電極からも圧電素子ごとに独立して電極リードを引き出す構成であっても、前面電極に接続される電極リードと背面電極に接続される電極リードとを異なる電子回路に連結することができる。したがって、後段の電子回路の実装上における効率を向上させることが可能である。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【００２５】

以下、この発明の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、図面を参照して説明する。

【００２６】

[第１の実施形態]

図１は、この発明の第１の実施形態にかかる超音波トランスデューサ１００を示す概略斜視図である。また、図２はこの発明の第１の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およびスペーサ８０を示す概略斜視図である。図３は、この発明の第１の実施形態にかかる超音波トランスデューサユニット１００aを構成するプリント基板３０、電極リード３１と第１の積層圧電体１４および第２の積層圧電体２４の結合関係を示す概略構成図である。図４は、この発明の第１の実施形態にかかる超音波トランスデューサにおける超音波トランスデューサ１００とＩＣ基板４０とを接続する機構を説明するための概略斜視図である。以下、第１の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。

20

【００２７】

(第１実施形態にかかる超音波トランスデューサ１００の概略構成)

図１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、複数の超音波トランスデューサユニット１００aを積層して構成されている。この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は、音響整合層１０・２０（または図示しない音響レンズ）を、超音波を被検体に照射する方向（以下、「図１におけるＸ方向」または単に「Ｘ方向」という）に合わせて配列される。また、超音波トランスデューサ１００を構成する各超音波トランスデューサユニット１００aそれぞれの間には、超音波トランスデューサ１００間の電気絶縁および接着のためのスペーサ８０が設けられている。

30

【００２８】

また、この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は、図２に示すように、プリント基板３０の表面に、音響整合層１０、第１の積層圧電体（圧電素子）１４、およびバッキング材１８（負荷材相）等を具備し、また、プリント基板３０の裏面に、音響整合層２０、第２の積層圧電体（圧電素子）２４、およびバッキング材２８（負荷材相）等を具備して構成される。したがって、プリント基板３０の表面および裏面に形成される音響整合層１０・２０、第１の積層圧電体１４・第２の積層圧電体２４、バッキング材１８・２８は、ほぼ同一の構造となる。また、プリント基板３０の表裏に形成される積層圧電体は、プリント基板３０と対向する方向と直交する方向から見ると表裏対称となる。

40

【００２９】

この超音波トランスデューサユニット１００aは、図３に示すように導電性の電極リード３１（本発明における「第１電極リード」、「第２電極リード」の一例に該当する）が設けられたプリント基板３０の両面に対し、列状に第１の積層圧電体１４・第２の積層圧

50

電体 2 4 が配列されて構成される。この超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a が、同じ方向（図 1 の X 方向）に複数積層されることによって、2 次元アレイの超音波トランスデューサ 1 0 0 が形成される。なお、ここでいう音響整合層 1 0 ・ 2 0、第 1 の積層圧電体 1 4 ・ 第 2 の積層圧電体 2 4 およびバッキング材 1 8 ・ 2 8 は、従来の超音波トランスデューサ 3 0 0（図 1 2）に用いられていた音響整合層 3 0 1、圧電素子 3 0 4 およびバッキング材 3 0 8 と同様の役割を果たすものである。

【 0 0 3 0 】

また図 1 に示すように、第 1 の積層圧電体 1 4（この発明における「第 1 の圧電素子」の一例に該当する）および第 2 の積層圧電体 2 4（この発明における「第 2 の圧電素子」の一例に該当する）は、複数の圧電素子が図 1 における X 方向に積層されて構成されている。

10

【 0 0 3 1 】

一方の第 1 の積層圧電体 1 4 は積層方向と直交する面に前面電極 1 2 ・ 背面電極 1 6 を備え、他方の第 2 の積層圧電体 2 4 は積層方向と直交する面に前面電極 2 2 ・ 背面電極 2 6 を備えている。また、第 1 の積層圧電体 1 4 における積層された圧電素子間には内部前面電極 1 2 a ・ 内部背面電極 1 6 a を、第 2 の積層圧電体 2 4 における圧電素子間には内部前面電極 2 2 a ・ 内部背面電極 2 6 a を備えている。また、これらの電極は、プリント基板 3 0 の電極リード 3 1 と結合され、さらに、この電極リード 3 1 を介して後段の電子回路（例えば図 4 の IC 基板 4 0 等）と接続される。

【 0 0 3 2 】

20

また、図 4 に示すようにプリント基板 3 0 を介して超音波トランスデューサ 1 0 0 と接続される IC 基板 4 0 は、超音波トランスデューサ 1 0 0 との間で超音波ビームの送波・受波にかかる電気信号の送受信処理を行う。また、IC 基板 4 0 は、ケーブル接続基板 5 0 およびコネクタ 6 2 を介して超音波診断装置本体と接続されているケーブル（不図示）と接続される。

【 0 0 3 3 】

なお、本実施形態においては、第 1 の積層圧電体 1 4 および第 2 の積層圧電体 2 4 を構成する圧電素子が 3 層積層されているが、本発明はこの実施形態に限られず、3 層以上複数層積層してもよい。また、本発明は積層圧電体を用いずに単層の圧電素子を用いてもよい。

30

【 0 0 3 4 】

（第 1 の実施形態にかかる超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a の構成）

次に図 2 ～ 5 を用いて、この発明の第 1 の実施形態にかかる超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a について説明する。図 5 は、この発明の第 1 の実施形態にかかる超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a がスペーサ 8 0 を介して組み合わされた状態を示す概略斜視図である。

【 0 0 3 5 】

図 2 および図 3 に示すように、超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a は、電極リード 3 1 が複数設けられたプリント基板 3 0 を備え、このプリント基板 3 0 の両面に 1 列の積層圧電体を配列して形成される。

40

【 0 0 3 6 】

すなわち、プリント基板 3 0 の一面には、第 1 の積層圧電体 1 4 が列状（図 1 における Y 方向）に配列される。この第 1 の積層圧電体 1 4 の超音波ビームの照射方向側の面（以下、「前面」という）に隣接して音響整合層 1 0 が配列され、第 1 の積層圧電体 1 4 の前面と反対側の面（以下、「背面」という）に隣接してバッキング材 1 8 が配置される。また、音響整合層 1 0 と第 1 の積層圧電体 1 4 との間には前面電極 1 2 形成され、第 1 の積層圧電体 1 4 とバッキング材 1 8 との間には背面電極 1 6 が形成される。また、第 1 の積層圧電体 1 4 の内部には、内部前面電極 1 2 a ・ 内部背面電極 1 6 a が形成される。これらの電極の配置については後述する。

【 0 0 3 7 】

50

これらの前面電極 1 2、背面電極 1 6、内部背面電極 1 6 a、内部前面電極 1 2 a は、各第 1 の積層圧電体 1 4 のそれぞれに対し独立に、かつ第 1 の積層圧電体 1 4 を構成する各圧電素子に接して設けられる。また、前面電極 1 2、背面電極 1 6 は、超音波ビームを照射するための電力印加を行い、被検体から受波した超音波に基づく電気信号を出力する。内部前面電極 1 2 a は前面電極 1 2 と同様に、内部背面電極 1 6 a は背面電極と同様に作用する。

【 0 0 3 8 】

一方、第 1 の積層圧電体 1 4 が配列されるプリント基板 3 0 の一面と反対側となる他面には、第 1 の積層圧電体 1 4 側と同様に、音響整合層 2 0、前面電極 2 2、第 2 の積層圧電体 2 4、背面電極 2 6、パッキング材 2 8 が順に列状に配置される。また、第 2 の積層圧電体 2 4 を構成する各圧電素子間には、内部前面電極 2 2 a・内部背面電極 2 6 a が形成される。

10

【 0 0 3 9 】

また、第 1 の積層圧電体 1 4 と第 2 の積層圧電体 2 4 は、図 1 ~ 3 に示すように複数の圧電素子が積層されて構成されている（本実施形態においては 3 段階に積層されている）。第 1 の積層圧電体 1 4 における背面側の圧電素子と中間の圧電素子との間には内部前面電極 1 2 a が形成され、中間の圧電素子と前面側の圧電素子との間には、内部背面電極 1 6 a が形成される。同じく、第 2 の積層圧電体 2 4 における背面側の圧電素子と中間の圧電素子との間には内部前面電極 2 2 a が形成され、中間の圧電素子と前面側の圧電素子との間には、内部背面電極 2 6 a が形成される。

20

【 0 0 4 0 】

また、図 3 に示すようにプリント基板 3 0 の表面および裏面には、第 1 の積層圧電体 1 4 および第 2 の積層圧電体 2 4 の配列に合わせたピッチで、電極リード 3 1 が形成される。この電極リード 3 1 は被検体に超音波を送波するための制御信号を送信するとともに、被検体から受信したエコー信号を電子回路（IC、ASIC 等）に伝送するためのものである。

【 0 0 4 1 】

当該電極リード 3 1 は、プリント基板 3 0 において圧電体が配置される位置から後段の電子回路（IC 基板 4 0 等）側の他端まで伸延する。また、この電極リード 3 1 における第 1 の積層圧電体 1 4 や第 2 の積層圧電体 2 4 に対して結合される部分（隣接する面）は、第 1 の積層圧電体 1 4 や第 2 の積層圧電体 2 4 に対して隣接する面の形状に合わせて形成される。また、電極リード 3 1 は、例えばプリント基板 3 0 に形成された電気絶縁フィルム上に配線パターン化された銅箔を配置し、電極リード 3 1 としての配線パターンを露出させることによって形成される。このように電極リード 3 1 を積層圧電体の隣接面の形状に合わせることで、電極リード 3 1 の幅と積層圧電体（1 2・2 4）から露出する各電極の幅とがほぼ同じとなり、電極リード 3 1 との結合部分をより大きくし、的確な結合を確保することが可能となる（図 3 参照）。

30

【 0 0 4 2 】

ただし、プリント基板 3 0 の構成としてはこの限りではなく、圧電体との電気接続に供する部分のみを露出させ、他の領域を絶縁フィルムなどで被覆することも可能である。また本実施例では両面の配線パターンは独立して形成されているが、スルーホールを形成することによって電気接続することも可能である。また配線パターンを、スルーホールを形成することによってプリント基板 3 0 の片面に集中させることも可能である。

40

【 0 0 4 3 】

また、図 3 に示す実施形態では、このプリント基板 3 0 の両面に形成された電極リード 3 1 と、第 1 の積層圧電体 1 4・第 2 の積層圧電体 2 4 とは、金属薄膜 7 0（本発明における「導電性の薄膜」の一例に該当する）を介し結合される。この金属薄膜 7 0 は、第 1 の積層圧電体 1 4 および第 2 の積層圧電体 2 4 における電極リード 3 1 との結合面とはほぼ同じ形状となる。したがって、電極リード 3 1 と各電極との結合部分をより大きくし、的確に結合させることが可能となる。

50

【 0 0 4 4 】

またこの結合は、蒸着またはスパッタなど種々の方法により行われる。また、金属薄膜 7 0 としては、例えば、CrとAuの 2 層構造を採用してもよい。ただし、本発明における「導電性の薄膜」としての当該金属薄膜 7 0 はこれに限定されず、層数、材料を変更することも可能である。また、金属薄膜 7 0 は電氣的な結合を補強するために形成されるものであり、本発明における超音波トランスデューサでは、金属薄膜を形成しないことも可能である。

【 0 0 4 5 】

このように金属薄膜 7 0 により電氣的に電極リード 3 1 と背面電極 1 6 ・ 2 6 および内部背面電極 1 6 a ・ 2 6 a とが接続され、電極リード 3 1 を介して背面電極 1 6 ・ 2 6 および内部背面電極 1 6 a ・ 2 6 a と I C 基板 4 0 が接続される。この接続構造の詳細については後述する。

10

【 0 0 4 6 】

また、図 2 および図 3 に示すように、第 1 の積層圧電体 1 4 および第 2 の積層圧電体 2 4 における電極リード 3 1 との結合面（本発明における「一側面」の一例に該当する。）と反対側となる面（本発明における「他の側面」の一例に該当する。）には、金属薄膜によるアース接続のためのアースリード 7 1 が形成される。

【 0 0 4 7 】

図 1 ~ 図 3 に示すように、このアースリード 7 1 の長さは、前面電極 1 2 ・ 2 2 との接点を一端とし、他端はバッキング材 1 8 ・ 2 8 の中間部分付近まで伸延する。また、その幅は、前面電極 1 2 ・ 2 2 側においては第 1 の積層圧電体 1 4 ・ 第 2 の積層圧電体 2 4 の幅とほぼ同じであり、バッキング材 1 8 ・ 2 8 側においては、各圧電体から伸延してきたアースリード 7 1 を連結して統合されるので、バッキング材 1 8 ・ 2 8 とほぼ同じ幅となる。

20

【 0 0 4 8 】

したがって、積層圧電体に形成された各電極とアースリード 7 1 の結合面積をより大きくし、結合を的確に行うことが可能になる。また、このアースリード 7 1 は、前面電極 1 2 ・ 2 2 および内部前面電極 1 2 a ・ 2 2 a をアース接続する。なお、本発明においてアースリード 7 1 に結合されるのは前面電極 1 2 ・ 2 2 および内部前面電極 1 2 a ・ 2 2 a に限られない。つまり、アースリード 7 1 に結合される電極を背面電極 1 6 ・ 2 6 および内部背面電極 1 6 a ・ 2 6 a としてもよい。

30

【 0 0 4 9 】

また、図 2 および図 3 に示すように、アースリード 7 1 は、第 1 の積層圧電体 1 4 および第 2 の積層圧電体 2 4 において当該アースリード 7 1 が形成されている側の面から、当該面と直交する超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a の側面まで伸延する。このとき、図 3 に示すように第 1 の積層圧電体 1 4 側のアースリード 7 1 と、第 2 の積層圧電体 2 4 側のアースリード 7 1 は、超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a における同じ側面に伸延される。

【 0 0 5 0 】

本実施形態においては、図 1 に示すように前面電極 1 2 ・ 2 2 および内部前面電極 1 2 a ・ 2 2 a に接続されるアースリード 7 1 を個々に分離せず電氣的に連結して引き出される。また、金属薄膜によるアースリード 7 1 を超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a の一面から伸張して他の面に至る形状とすることによって、アースリード 7 1 の引き出し構造が容易となる。

40

【 0 0 5 1 】

また、図 2 に示す超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a のそれぞれは、スペーサ 8 0 を介して結合される。またこのスペーサ 8 0 は隣り合う各超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a 間の電気絶縁をする。

【 0 0 5 2 】

本実施形態においては、前面電極 1 2 ・ 2 2 、内部背面電極 1 6 a ・ 2 6 a 、内部前面

50

電極 1 2 a・2 2 a、背面電極 1 6・2 6 と後段の電子回路を接続する電極リード 3 1 やアースリード 7 1 として金属薄膜を用いているから積層圧電体を構成する各圧電素子の振動を阻害するおそれがなく、良好な超音波特性を確保することが可能である。また、プリント基板 3 0 上に電極リード 3 1 を形成し、当該電極リード 3 1 上に積層圧電体を形成する構成となっているから、積層される圧電素子間の内部電極と電極リード 3 1 の結合を可能とすることにより、超音波トランスデューサにおける圧電素子として内部電極を有する積層圧電体を採用することが可能である。したがって、2 次元アレイの超音波トランスデューサを採用することにより各圧電素子が微細化しても、電気インピーダンスを低減させ、延いては超音波トランスデューサにおける性能向上が可能となる。

【0053】

10

(第1の積層圧電体および第2の積層圧電体における側面の構造)

次に図6を用いて、超音波トランスデューサユニット100aにおける第1の積層圧電体14および第2の積層圧電体24と、電極リード31、アースリード71の結合にかかる構造について説明する。図6(a)は、この発明の実施形態にかかる第1の積層圧電体14または第2の積層圧電体24を示す概略斜視図である。また、図6(b)は、この発明の実施形態にかかる第1の積層圧電体14における絶縁溝Dの一部を示す概略拡大図である。

【0054】

図6に示すように、第1の積層圧電体14および第2の積層圧電体24における電極リード31と隣接する側面には、絶縁溝Dが形成される。この絶縁溝Dは、図6(b)に示すように、前面電極12・22および内部前面電極12a・22aと、アースリード71(または金属薄膜70)とが接する部分に形成される。また、第1の積層圧電体14および第2の積層圧電体24における絶縁溝Dが形成された面と反対側の面においては、図6(b)に示すように、背面電極16・26および内部背面電極16a・26aと金属薄膜70(またはアースリード71)とが接する部分に形成される。この絶縁溝Dは、第1の積層圧電体14および第2の積層圧電体24における金属薄膜70やアースリード71との接触面において、各電極が形成されている部分のみに対して形成されており、第1の積層圧電体14および第2の積層圧電体24における圧電素子の積層方向と直交する方向(幅方向)に向かって、圧電素子の一端から他端まで伸延している。

20

【0055】

30

また、第1の積層圧電体14および第2の積層圧電体24における絶縁溝Dには金属薄膜70やアースリード71に対して絶縁をするための絶縁樹脂を充填する。これによって、第1の積層圧電体14および第2の積層圧電体24の側面に形成されるアースリード71(または金属薄膜70)に結合される電極は、前面電極12・22および内部前面電極12a・22aのみとなり、他方金属薄膜70(またはアースリード71)に結合される電極は背面電極16・26および内部背面電極16a・26aのみとなる。

【0056】

以上において説明した、本実施形態における超音波トランスデューサユニット100aでは、プリント基板30の表面の電極リード31に結合される電極を、第1の積層圧電体14における背面電極16および積層される圧電素子間の内部背面電極16aのみとする

40

とともに、プリント基板30の裏面の電極リード31に結合される電極を第2の積層圧電体24における背面電極26および積層される圧電素子間の内部背面電極26aのみとしている。

【0057】

つまり、1枚のプリント基板30の表面および裏面において結合される電極を同種の電極とし、同じく第1の積層圧電体14および第2の積層圧電体24の電極リード31の隣接面と反対側となる面において、アースリード71に結合される電極を同種の電極としている。したがって、後段の電子回路との接続において同種の電極に接続されている電極リードおよびアースリードをまとめることができる。これによって後段電子回路との接続を容易にすることが可能である。

50

【 0 0 5 8 】

また、プリント基板 30 の両面に電極リード 31 を露出させて配列し、当該プリント基板 30 上に露出された電極リード 31 に対し、絶縁溝 D が形成された積層圧電体 (1 4 ・ 2 4) の面を結合させ、電極リード 31 に同種の電極のみが電氣的結合されるように構成されている。したがって、超音波トランスデューサ 100 における圧電素子として内部電極を有する積層圧電体を採用することが可能となる。結果、2次元アレイの超音波トランスデューサを採用することにより各圧電素子が微細化しても、電気インピーダンスを低減させることが可能であり、延いては超音波トランスデューサにおける性能向上が可能となる。

【 0 0 5 9 】

10

(アースリードの連結にかかる構造)

次に図 1 および図 5 を用いて、超音波トランスデューサユニット 100 a におけるアースリード 71 の連結にかかる構造について説明する。図 5 は、この発明の実施形態にかかる超音波トランスデューサユニット 100 a がスペーサ 80 を介して組み合わされた状態を示す概略斜視図である。

【 0 0 6 0 】

各超音波トランスデューサユニット 100 a 群 (超音波トランスデューサ 100) は、図 5 に示すようにスペーサ 80 を介して結合されてから、図 1 に示すようにアースリード 71 が伸延される側面に連結バー 90 が形成される。この連結バー 90 により、当該超音波トランスデューサユニット 100 a 群の側面に伸延した各アースリード 71 それぞれを連結させる。当該連結バー 90 の各アースリード 71 の連結によって、積層圧電体チャンネル毎に分離独立した電極リード 31 を有するプリント基板 30 と分離して、アース接続される前面電極 12 ・ 22 および内部前面電極 12 a ・ 22 a を共通化させる。

20

【 0 0 6 1 】

(積層圧電体間の絶縁にかかる構造)

本実施形態においては、図 5 に示すような各超音波トランスデューサユニット 100 a がスペーサ 80 を介して結合され 2 次元アレイ状に配列された状態から、図 1 に示すように、第 1 の積層圧電体 14 および第 2 の積層圧電体 24 それぞれの間に絶縁樹脂 91 を充填する。

【 0 0 6 2 】

30

このように第 1 の積層圧電体 14 および第 2 の積層圧電体 24 それぞれの間に絶縁樹脂 91 を充填することで、積層圧電体間での干渉を防止することができる。

【 0 0 6 3 】

(超音波トランスデューサ 100 と超音波診断装置本体との接続)

次に図 4 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 と超音波診断装置本体との接続構成の一例について説明する。図 4 は、超音波トランスデューサ 100 の接続方法の一例であり、本発明の第 1 の実施形態における超音波トランスデューサ 100 と IC 基板 40 とを接続する機構および、IC 基板 40 上の IC 45 と超音波診断装置本体とを接続する機構を説明するための図である。

【 0 0 6 4 】

40

図 4 に示すように、超音波トランスデューサ 100 と IC 基板 40 とは中継基板 41 を介して接続される。すなわち、超音波トランスデューサユニット 100 a ごとの 1 枚のプリント基板 30 それぞれにおける音響整合層 10 ・ 20 側の一端と反対側の他端が、中継基板 41 に形成された嵌合溝に嵌合されて接続され、当該接続されたプリント基板 30 の両面に配列された複数の電極リード 31 が中継基板 41 を介し、IC 基板 40 上の IC 45 と接続される。

【 0 0 6 5 】

この中継基板 41 は、例えば、超音波トランスデューサ 100 に対向する側の面に中継パッドが電極リード 31 それぞれの位置に応じて配設され、超音波トランスデューサ 100 の電極リード 31 のそれぞれと接続される。このとき超音波トランスデューサ 100 側

50

に電極パッドを設け、電極パッドと中継パッドを接続してもよい。また、中継基板は、樹脂やセラミクスなどからなる平板形状の基板を用いることが望ましい。

【 0 0 6 6 】

また、図示しないが、連結バー 9 0 に連結されたアースリード 7 1 は、例えば不図示の超音波プローブの筐体等を介してアース接続される。

【 0 0 6 7 】

また、図 4 に示すように、I C 基板 4 0 は超音波診断装置本体と電氣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、I C 基板 4 0 と当該ケーブルとはケーブル接続基板 5 0 によって接続される。当該ケーブル接続基板 5 0 としては、例えば柔軟性を備えた F P C が用いられ、その一端は、I C 基板 4 0 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。

10

【 0 0 6 8 】

コネクタ 6 2 は、ケーブル接続基板 5 0 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 6 2 によって、ケーブル接続基板 5 0 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。

【 0 0 6 9 】

図 4 に示すように、超音波トランスデューサ 1 0 0 と超音波診断装置本体との間に設けられた I C 基板 4 0 には I C 4 5 が形成されており、I C 4 5 は中継基板 4 1 などを通して電極リード 3 1 と接続されている。また、I C 4 5 は、超音波トランスデューサ 1 0 0 によって超音波の送波または受波を行うために第 1 の積層圧電体 1 4 および第 2 の積層圧電体 2 4 を駆動させ、第 1 の積層圧電体 1 4 および第 2 の積層圧電体 2 4 が受波した信号の処理を行う。このような構成により、第 1 の積層圧電体 1 4 および第 2 の積層圧電体 2 4 が受波して信号に変換し、I C 基板 4 0 上の各 I C 4 5 に送信され、I C 4 5 によって処理された信号は、ケーブル接続基板 5 0 を介して超音波診断装置本体に送信されることとなる。

20

【 0 0 7 0 】

（作用・効果）

以上説明した本実施形態にかかる超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a による超音波トランスデューサ 1 0 0 の作用及び効果について説明する。

【 0 0 7 1 】

本発明の第 1 の実施形態にかかる超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a によって構成される超音波トランスデューサおよびそれを用いた超音波プローブは、1 枚のプリント基板 3 0 の表面および裏面に積層圧電体の配列に対応した配列で電極リード 3 1 を備え、当該電極リード 3 1 上に第 1 の積層圧電体 1 4 および第 2 の積層圧電体 2 4 を備えて構成されている。

30

【 0 0 7 2 】

したがって、プリント基板 3 0 の表面だけでなく裏面にも電極リード 3 1 が設けられており、1 枚のプリント基板の 1 つの面にのみ圧電素子を配列する構成と比較して、2 列の圧電素子に対し 1 枚の基板で後段電子回路との接続を行うことができ、超音波トランスデューサ 1 0 0 と後段（例えば中継基板 4 1 ）の接続点数を減少させることが可能となる。結果として、プリント基板の枚数を低減させるとともに、超音波トランスデューサと後段電子回路との接続を容易にし、かつ当該接続部分の小型化を図ることができ、2 次元アレイの超音波トランスデューサにおける後段電子回路との接続の煩雑さを解消することができる。

40

【 0 0 7 3 】

また、本実施形態においては図 2 および図 6 に示すように、プリント基板 3 0 の両面の電極リード 3 1 に結合される電極を、同種の電極とする。例えば第 1 の積層圧電体 1 4 および第 2 の積層圧電体 2 4 の背面に形成され、圧電素子を独立に駆動させる背面電極 1 6 ・ 2 6 と、同様の作用を行うための内部背面電極 1 6 a ・ 2 6 a とを電極リード 3 1 に接続させることで、1 枚の I C 基板 4 0 に接続される特定の電極リード 3 1 を集中させて専

50

用の IC 45 として接続することが可能となる。つまり圧電素子の駆動にかかる電極と IC 45 との接続にあたり、ある程度集中して専用 IC 45 に接続することが可能である。そうすれば膨大な数の信号がいくつかにまとまって特定の IC 45 に集中して処理され、信号数の加減などを行うことができ、膨大な数の信号を効率よく処理することが可能となる。

【 0 0 7 4 】

また、本実施形態においては、前面電極 12・22、内部背面電極 16a・26a、内部前面電極 12a・22a、背面電極 16・26 と後段の電子回路を接続する電極リード 31 やアースリード 71 として金属薄膜を用いているから積層圧電体を構成する各圧電素子の振動を阻害するおそれがなく、良好な超音波特性を確保することが可能である。また、プリント基板 30 上に電極リード 31 を形成し、当該電極リード 31 上に積層圧電体を形成する構成となっているから、積層される圧電素子間の内部電極と電極リード 31 の結合を可能とすることにより、超音波トランスデューサに内部電極を有する積層圧電体を採用することが可能である。したがって、2次元アレイの超音波トランスデューサを採用することにより各圧電素子が微細化しても、電気インピーダンスを低減させ、延いては超音波トランスデューサにおける性能向上が可能となる。

【 0 0 7 5 】

[第2の実施形態]

図7～図9は、本発明にかかる超音波トランスデューサの第2の実施形態を示す図であり、図7は、この発明の第2の実施形態にかかる超音波トランスデューサ100を示す概略斜視図である。また、図8はこの発明の第2の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および第2のプリント基板30bを示す概略斜視図である。図9は、この発明の第2の実施形態にかかる超音波トランスデューサユニット100aを構成する第1のプリント基板30a、電極リード31aと第1の積層圧電体14および第2の積層圧電体24と、第2のプリント基板30bおよび電極リード31bとの結合関係を示す概略構成図である。以下、この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。

【 0 0 7 6 】

(第2実施形態にかかる超音波トランスデューサ100の概要構成)

図7に示す第2の実施形態にかかる超音波トランスデューサ100においても、複数の超音波トランスデューサユニット100aが積層されて構成される。また、図8および図9に示すように、この超音波トランスデューサユニット100aにおいても、音響整合層10・20を超音波ビームの照射方向に合わせて、第1のプリント基板30aの表面に音響整合層10、前面電極12、第1の積層圧電体14、背面電極16、バッキング材18が配置され、裏面には音響整合層20、第2の積層圧電体24、バッキング材28が配置される。なお、この第1のプリント基板30aは、第1の実施形態にかかるプリント基板と同様に両面に電極リード31aが複数設けられている。

【 0 0 7 7 】

また、この実施形態にかかる超音波トランスデューサ100の音響整合層10・20、第1の積層圧電体14・第2の積層圧電体24およびバッキング材18・28は、当該各部の作用、第1のプリント基板30aおよび電極リード31aに対して配置される位置や接続手段において前述の第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り説明を割愛する。

【 0 0 7 8 】

また、第2の実施形態にかかる超音波トランスデューサ100における前面電極12・22、内部背面電極16a・26a、内部前面電極12a・22a、背面電極16・26についての構造や配置される位置については、第1の実施形態にかかる超音波トランスデューサと同様に、音響整合層10・20、第1の積層圧電体14・第2の積層圧電体24、バッキング材18・28の間に形成される。さらに、本実施形態の超音波トランスデューサユニット100aは、第1の実施形態の超音波トランスデューサユニット100aと同

様に、背面電極 1 6 ・ 2 6 および内部背面電極 1 6 a ・ 2 6 a が金属薄膜 7 0 a を介して第 1 のプリント基板 3 0 a における電極リード 3 1 a に結合され接続される。

【 0 0 7 9 】

ただし、この発明の第 2 の実施形態にかかる超音波トランスデューサ 1 0 0 においては、第 1 の実施形態と異なり、積層圧電体における第 1 のプリント基板 3 0 a と接着されている面と反対側の面においては、アースリード 7 1 が形成されない。また、超音波トランスデューサ 1 0 0 を構成する各超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a それぞれの間は、スペーサではなく第 2 のプリント基板 3 0 b を介して接着されている。

【 0 0 8 0 】

すなわち、図 8 および図 9 に示すように、当該第 2 のプリント基板 3 0 b と超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a とは、第 1 のプリント基板 3 0 a と同様に、金属薄膜 7 0 b を介して第 1 の積層圧電体 1 4 および第 2 の積層圧電体 2 4 と結合される。また、図 9 に示すように、前面電極 1 2 ・ 2 2 および内部前面電極 1 2 a ・ 2 2 a は、超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a 間に形成された第 2 のプリント基板 3 0 b における電極リード 3 1 b と結合され、接続される。

【 0 0 8 1 】

言い換えると、一方の背面電極 1 6 ・ 2 6 および内部背面電極 1 6 a ・ 2 6 a については、第 1 の実施形態と同様に超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a における第 1 のプリント基板 3 0 a の電極リード 3 1 a によって各積層圧電体の列ごとに引き出され、他方の前面電極 1 2 ・ 2 2 および内部前面電極 1 2 a ・ 2 2 a については、第 1 の実施形態と異なり、超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a それぞれの間に形成された第 2 のプリント基板 3 0 b における電極リード 3 1 b によって、各積層圧電体の列ごとに引き出される。

【 0 0 8 2 】

また、この発明の第 2 の実施形態にかかる超音波トランスデューサ 1 0 0 においても、超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a における第 1 のプリント基板 3 0 a の電極リード 3 1 a が中継基板 4 1 を介して IC 基板 4 0 の IC 4 5 に接続される。さらに、第 2 の実施形態においては、図 4 に例示する第 1 の実施形態にかかる超音波トランスデューサと異なり、中継基板 4 1 に対して第 2 のプリント基板 3 0 b および電極リード 3 1 b も接続される。この第 1 のプリント基板 3 0 a ・ 電極リード 3 1 a および第 2 のプリント基板 3 0 b ・ 電極リード 3 1 b と中継基板 4 1 ・ IC 基板 4 0 との接続構造については、この発明の第 1 実施形態と同じであり説明を割愛する。

【 0 0 8 3 】

したがって、第 2 の実施形態にかかる超音波トランスデューサ 1 0 0 においては、背面電極 1 6 ・ 2 6 および内部背面電極 1 6 a ・ 2 6 a だけでなく、前面電極 1 2 ・ 2 2 および内部前面電極 1 2 a ・ 2 2 a についても分離独立して後段の電子回路（例えば IC 基板 4 0 など）に接続される。また、一方の電極リード 3 1 a は第 1 のプリント基板 3 0 a ごとに、他方の電極リード 3 1 b は、第 2 のプリント基板 3 0 b ごとに、異なる IC 基板 4 0 に接続することが可能である。

【 0 0 8 4 】

（第 2 実施形態にかかる超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a の構成）

次に図 8 および図 9 を用いて、この発明の第 2 の実施形態にかかる超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a について説明する。

【 0 0 8 5 】

図 8 および図 9 に示すように、第 2 の実施形態にかかる超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a は、第 1 の実施形態と同じく、表面および裏面において積層圧電体の配列に対応した複数の電極リード 3 1 a が設けられた第 1 のプリント基板 3 0 a を備え、この第 1 のプリント基板 3 0 a の両面に 1 列の積層圧電体（1 4 ・ 2 4 ）を配列して形成される。

【 0 0 8 6 】

また図 8 に示す超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a は、前述のように、第 1 の実

10

20

30

40

50

施形態にかかる超音波トランスデューサユニット１００aとほぼ同一であり、異なる点は、第１の実施形態にかかるアースリード７１が設けられていた面において、アースリードに替えて、第１の積層圧電体１４および第２の積層圧電体２４上に金属薄膜７０bが形成される（図９）。なお、この金属薄膜７０bは、金属薄膜７０aと同様に第１の実施形態における金属薄膜と同じであり説明を割愛する。

【００８７】

この金属薄膜７０bは、超音波トランスデューサユニット１００a側の面と反対側の面において、図８および図９に示すように第２のプリント基板３０bにおける電極リード３１bに結合され、接続される。つまり、超音波トランスデューサユニット１００aそれぞれの間には、金属薄膜７０bを介して第２のプリント基板３０bが結合され、当該超音波トランスデューサユニット１００aそれぞれは、第２のプリント基板３０bによって接着される。なお、この第２のプリント基板３０bは、第１のプリント基板３０aと同様に、積層圧電体の配列に対応した間隔・配列で電極リード３１bを表面および裏面に備えている。また、当該電極リード３１bについては第１のプリント基板３０aにおける電極リード３１bと同様である。

10

【００８８】

また、第１の積層圧電体１４および第２の積層圧電体２４における内部前面電極１２a・２２a、前面電極１２・２２については、第１の実施形態と異なり、金属薄膜７０bを介して第２のプリント基板３０bにおける電極リード３１bに接続され、電極リード３１bにより独立に引き出される。

20

【００８９】

第２の実施形態においては前面電極１２・２２および内部前面電極１２a・２２aについても第２のプリント基板３０bにおける電極リード３１bおよび中継基板４１を介してＩＣ基板４０のＩＣ４５に接続される。すなわち、第２の実施形態にかかる超音波トランスデューサ１００では、超音波トランスデューサユニット１００aにおける一方の第１のプリント基板３０aの電極リード３１aに、背面電極１６・２６および内部背面電極１６a・２６aが接続される。他方、超音波トランスデューサ１００間に形成される第２のプリント基板３０bの電極リード３１bには、前面電極１２・２２および内部前面電極１２a・２２aが接続される。

【００９０】

30

また、第２の実施形態にかかる前面電極１２・２２、内部背面電極１６a・２６a、内部前面電極１２a・２２aおよび背面電極１６・２６それぞれにはパルスが接続され、極性を変えたバイポーラパルスにより、前面電極１２・２２および内部前面電極１２a・２２aと、背面電極１６・２６および内部背面電極１６a・２６aとを交互に動作させることが可能である。このように交互に動作させることで、極性を変えたバイポーラパルスに応じた超音波ビームを出力することができる。すなわち、被検体に超音波パルスを１８０度位相をずらして２回送信し、２つのエコー信号を加算して高調波成分のみを抽出して画像化することが可能であり、高調波イメージング画像を向上させることができるものである。

【００９１】

40

なお、第１の積層圧電体１４および第２の積層圧電体２４における側面の構造や、積層圧電体間の絶縁にかかる構造（絶縁樹脂９１）は、第１の実施形態にかかる超音波トランスデューサと同様であり説明を割愛する。

【００９２】

また、第２の実施形態にかかるＩＣ基板４０のＩＣ４５は、低電圧用回路および高電圧回路に区別され、いずれか一方が第１のプリント基板３０aの電極リード３１aに接続され、他方は第２のプリント基板３０bの電極リード３１bに接続される。

【００９３】

また、第２の実施形態にかかるＩＣ基板４０と超音波診断装置本体の接続構造については第１の実施形態と同様である。

50

【 0 0 9 4 】

(作用 ・ 効果)

以上説明した本実施形態にかかる超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a による超音波トランスデューサ 1 0 0 の作用及び効果について説明する。

【 0 0 9 5 】

本発明の第 2 の実施形態にかかる超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a によって構成される超音波トランスデューサ 1 0 0 およびそれを用いた超音波プローブにおいては、第 1 のプリント基板 3 0 a の表面および裏面に積層圧電体の配列に対応した配列で電極リード 3 1 a を備え、当該電極リード 3 1 a 上に第 1 の積層圧電体 1 4 および第 2 の積層圧電体 2 4 を備え、当該電極リード 3 1 a には背面電極 1 6 ・ 2 6 および内部背面電極 1 6 a ・ 2 6 a が接続されて構成されている。

10

【 0 0 9 6 】

また、この発明の第 2 の実施形態にかかる超音波トランスデューサ 1 0 0 では、積層される超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a それぞれが隣り合う面において、第 1 の積層圧電体 1 4 および第 2 の積層圧電体 2 4 上に金属薄膜 7 0 b を形成し、かつ当該金属薄膜 7 0 b を介して超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a それぞれを接着するとともに、第 1 の積層圧電体 1 4 および第 2 の積層圧電体 2 4 における前面電極 1 2 ・ 2 2 および内部前面電極 1 2 a ・ 2 2 a が第 2 のプリント基板 3 0 b における電極リード 3 1 b に接続される。また、前面電極 1 2 ・ 2 2 および内部前面電極 1 2 a ・ 2 2 a についても分離独立して後段の電子回路（例えば IC 基板 4 0 など）に接続される構成となっている。

20

【 0 0 9 7 】

すなわち、本実施形態においては、第 1 のプリント基板 3 0 a の電極リード 3 1 a には、背面電極 1 6 ・ 2 6 および内部背面電極 1 6 a ・ 2 6 a のみが接続され、他方、第 2 のプリント基板 3 0 b の電極リード 3 1 b には、前面電極 1 2 ・ 2 2 および内部前面電極 1 2 a ・ 2 2 a のみが接続される。したがって、電極リード 3 1 a ・ 3 1 b は、第 1 のプリント基板 3 0 a ごとに、また第 2 のプリント基板 3 0 b ごとに、異なる IC 基板 4 0 に接続することが可能である。

【 0 0 9 8 】

したがって、プリント基板ごとにまとめて IC 基板 4 0 に接続される特定の電極リード 3 1 を集中させて専用の IC 4 5 として接続することが可能となる。つまり圧電素子の駆動にかかる電極と IC 4 5 との接続にあたり、ある程度集中して専用 IC 4 5 に接続することが可能である。そうすれば膨大な数の信号がいくつかにまとまって特定の IC 4 5 に集中して処理され、信号数の加減などを行うことができ、膨大な数の信号を効率よく処理することが可能となる。

30

【 0 0 9 9 】

また、第 2 の実施形態にかかる IC 基板 4 0 の IC 4 5 は、低電圧用回路および高電圧回路に区別され、いずれか一方が第 1 のプリント基板 3 0 a の電極リード 3 1 a に接続され、他方は第 2 のプリント基板 3 0 b の電極リード 3 1 b に接続されて構成されている。

【 0 1 0 0 】

したがって、本実施形態における超音波トランスデューサ 1 0 0 のように被検体に超音波パルスを 1 8 0 度位相をずらして 2 回送信し、2 つのエコー信号を加算して高調波成分のみを抽出して画像化させるような構成にすることが可能であり、高調波イメージング画像を向上させる構成を実現可能とする。

40

【 0 1 0 1 】

また、本実施形態においては、前面電極 1 2 ・ 2 2、内部背面電極 1 6 a ・ 2 6 a、内部前面電極 1 2 a ・ 2 2 a、背面電極 1 6 ・ 2 6 と後段の電子回路を接続する電極リード 3 1 やアースリード 7 1 として金属薄膜を用いているから積層圧電体を構成する各圧電素子の振動を阻害するおそれがなく、良好な超音波特性を確保することが可能である。また、プリント基板 3 0 上に電極リード 3 1 を形成し、当該電極リード 3 1 上に積層圧電体を形成する構成となっているから、積層される圧電素子間の内部電極と電極リード 3 1 の結

50

合を可能とすることにより、超音波トランスデューサに内部電極を有する積層圧電体を採用することが可能である。したがって、２次元アレイの超音波トランスデューサを採用することにより各圧電素子が微細化しても、電気インピーダンスを低減させ、延いては超音波トランスデューサにおける性能向上が可能となる。

【０１０２】

[第３の実施形態]

図１０および図１１は、本発明の第３の実施形態にかかる超音波トランスデューサ１００を示す図であり、図１０は、この発明の第３の実施形態にかかる超音波トランスデューサユニット１００ａがスペーサ８０を介して組み合わせられた状態を示す概略斜視図である。図１１は、この発明の第３の実施形態にかかる超音波トランスデューサユニット１００
10
aを構成するプリント基板３０、電極リード３１と、第１の積層圧電体１４および第２の積層圧電体２４との結合関係を示す概略構成図である。以下、第３の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。

【０１０３】

(第３実施形態にかかる超音波トランスデューサ１００の概要構成)

図１０に示す第２の実施形態にかかる超音波トランスデューサ１００においても、複数の超音波トランスデューサユニット１００ａが積層されて構成される。また、図１０および図１１に示すように、この超音波トランスデューサユニット１００ａにおいても、音響
20
整合層１０・２０を超音波ビームの照射方向に向けた配列で、プリント基板３０の表面に音響整合層１０、前面電極１２、第１の積層圧電体１４、背面電極１６、バックング材１
8が配置され、裏面には音響整合層２０、第２の積層圧電体２４、バックング材２８が配置される。なお、このプリント基板３０は、第１の実施形態にかかるプリント基板３０と同様に両面に電極リード３１が複数設けられている。

【０１０４】

また、この発明の第３の実施形態にかかる超音波トランスデューサ１００の音響整合層
10・20、第１の積層圧電体１４・第２の積層圧電体２４およびバックング材１８・
28は、プリント基板３０上の配列において前述の第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りその配列についての説明を割愛する。また、音響整合層１０・20
およびバックング材１８・28の作用、接続手段において前述の第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り説明を割愛する。
30

【０１０５】

ただし、第３の実施形態においては、第１の積層圧電体１４および第２の積層圧電体
24の構造および作用、プリント基板３０および当該プリント基板３０上に形成される電
極リード３１の構造、金属薄膜７０およびアースリード７１の構造が異なる。

【０１０６】

第３の実施形態における積層圧電体は、図１０および図１１に示すように、第１の実
施形態にかかる超音波トランスデューサ１００と異なり、積層された圧電素子のうち、１
つの背面電極１６・26側の圧電素子と、当該圧電素子に対する超音波ビームの照射方向
と直交する方向における隣の圧電素子との２つの圧電素子が分割されずに連結されて
いる。さらに、この連結されている２つの圧電素子それぞれの間には、第１の実施形
態と同様にバックング材１８・28に至る積層圧電体を分割する分割溝が形成される。
40

【０１０７】

また、第３の実施形態におけるプリント基板３０は、図１１に示すように、第１の実
施形態にかかる超音波トランスデューサ１００と異なり、１つおきに深さの異なる分
割溝が形成されている。この分割溝は、プリント基板３０の超音波ビームの照射方
向側の端部から反対側に向けて形成される。また、このようにして分割溝が形成さ
れたプリント基板３０の形状は、図１１に示すように、音響整合層１０・20、第１
の積層圧電体１４・第２の積層圧電体２４およびバックング材１８・28との隣接
面の形状に合わせて分割溝が形成されている。同様に電極リード３１も積層圧電
体との隣接部分においては当該積層圧電体の形状に合わせた形状となっている。
50

【 0 1 0 8 】

また先に述べた、本実施形態における積層圧電体の背面電極 1 6 ・ 2 6 側の圧電素子の連結部分においては、電極リード 3 1 も隣の電極リード 3 1 と連結され、超音波ビームの照射方向と反対側の端部に向かって、背面電極 1 6 (または背面電極 2 6) に接続される 2 つの電極リード 3 1 が 1 つにまとめられて伸延される。なお、背面電極 1 6 ・ 2 6 と電極リード 3 1 とは、金属薄膜 7 0 によって結合される。

【 0 1 0 9 】

また、第 3 の実施形態における金属薄膜 7 0 は、第 1 の実施形態と異なり、先に述べた連結した 2 つの圧電素子の形状に合わせて、第 1 の積層圧電体 1 4 ・ 第 2 の積層圧電体 2 4 における背面電極 1 6 ・ 2 6 側の圧電素子と結合される部分までは分割され、連結された圧電素子と結合される部分においては積層圧電体の形状に合わせて連結される。つまり、金属薄膜 7 0 の形状は、連結された隣り合う 2 つの積層圧電体の形状に合わせて形成される。

10

【 0 1 1 0 】

またアースリード 7 1 も第 1 の実施形態と異なり、連結された隣り合う 2 つの積層圧電体におけるプリント基板 3 0 との隣接面の形状に合わせて形成される。つまり、積層圧電体に形成される分割溝のように深さの異なる分割溝が 1 つおきに形成される。

【 0 1 1 1 】

また、図 1 0 に示すように、プリント基板 3 0 、第 1 の積層圧電体 1 4 ・ 第 2 の積層圧電体 2 4 、バッキング材 1 8 ・ 2 8 、金属薄膜 7 0 およびアースリード 7 1 によって形成される、第 3 の実施形態の超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a それぞれの間には、第 1 の実施形態にかかる超音波トランスデューサ 1 0 0 と同様にスペーサ 8 0 が設けられる。このスペーサ 8 0 の構造や作用および超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a との結合については、第 1 の実施形態にかかる超音波トランスデューサ 1 0 0 と同様であり説明を割愛する。

20

【 0 1 1 2 】

また、この発明の第 3 の実施形態にかかる超音波トランスデューサ 1 0 0 においても、超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a におけるプリント基板 3 0 の電極リード 3 1 が中継基板 4 1 を介して IC 基板 4 0 の IC 4 5 に接続される。このプリント基板 3 0 ・ 電極リード 3 1 と、中継基板 4 1 ・ IC 基板 4 0 ・ IC 4 5 との接続構造については、この発明の第 1 実施形態と同じであり説明を割愛する。

30

【 0 1 1 3 】

したがって、第 3 の実施形態にかかる超音波トランスデューサ 1 0 0 は、プリント基板 3 1 の表裏面に形成された複数の電極リード 3 1 の配列間隔に対して、当該配列間隔よりさらに等分割 (2 分割) した間隔を圧電素子の配列間隔としたサブダイス構造となっている。この圧電素子のサブダイス構造により、第 1 の積層圧電体 1 4 および第 2 の積層圧電体 2 4 が超音波ビームの照射方向と直交する方向に振動してしまう不要振動を防止することができ音響特性を向上させることが可能となる。

【 0 1 1 4 】

なお、本実施形態においては積層圧電体が電極リード 3 1 の配列間隔に対して 2 分割されているが、本発明はこれに限定されず 3 分割以上であってもよい。また、本実施形態においては積層圧電体または圧電素子のサブダイス構造として、背面側を連結させる構造 (積層圧電体を分割するが、バッキング材 1 8 に至らない分割溝を形成する構造) となっているが、本発明はこれに限定されず、積層圧電体を分割するすべての分割溝をバッキング材 1 8 に至る溝としつつ、1 つの電極リード 3 1 に対し、当該分割された隣接する複数の積層圧電体を接続し、1 チャンネルとするサブダイス構造であってもよい。

40

【 0 1 1 5 】

(第 3 実施形態にかかる超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a の構成)

次に図 1 0 および図 1 1 を用いて、この発明の第 3 の実施形態にかかる超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a について説明する。

50

【 0 1 1 6 】

図 1 0 および図 1 1 に示すように、第 3 の実施形態にかかる超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a は、第 1 の実施形態と同じく、表面および裏面において積層圧電体の配列に対応する複数の電極リード 3 1 が設けられたプリント基板 3 0 を備え、このプリント基板 3 0 の両面に 1 列分の積層圧電体それぞれを配列して形成される。

【 0 1 1 7 】

ただし、前述のように本実施形態における超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a は、第 1 の実施形態と異なり、第 1 の積層圧電体 1 4 の隣り合う 2 つの積層された圧電素子における背面電極 1 6 側の圧電素子が共通化されており、同じく第 2 の積層圧電体 2 4 の隣り合う 2 つの積層された圧電素子における背面電極 2 6 側の圧電素子が共通化されている。また、当該共通化された圧電素子の背面に形成される背面電極 1 6 ・ 2 6 についても隣り合う 2 つの積層圧電体において共通となっている。

10

【 0 1 1 8 】

つまり図 1 0 および図 1 1 に示すように、音響整合層 1 0 ・ 2 0 および内部前面電極 1 2 a ・ 2 2 a までを分割する分割溝と、音響整合層 1 0 ・ 2 0 からバッキング材 1 8 ・ 2 8 まで至る分割溝が 1 つおきに交互に形成される。

【 0 1 1 9 】

また、前述のように本実施形態における超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a では、第 1 の実施形態と異なり、プリント基板 3 0 に形成される分割溝が、第 1 の積層圧電体 1 4 ・ 第 2 の積層圧電体 2 4 の形状に合わせて、1 列分の当該積層圧電体それぞれを配置したときにバッキング材 1 8 ・ 2 8 に対応する位置まで至る分割溝と、内部背面電極 1 6 a ・ 2 6 a からバッキング材 1 8 ・ 2 8 までの間に対応する位置まで至る分割溝とが 1 つおきに交互に形成される。

20

【 0 1 2 0 】

また、前述のように本実施形態における超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a では、第 1 の実施形態と異なり、積層圧電体の電極と結合される電極リード 3 1 が本実施形態の積層圧電体の形状に合わせ、積層圧電体における背面側の圧電素子と接着する部分において連結され、共通化されている。また、共通化された電極リード 3 1 は、共通化されたまま超音波ビームの照射方向と反対側に向かって伸延する。

【 0 1 2 1 】

また、前述のように本実施形態における超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a では、第 1 の実施形態と異なり、プリント基板 3 0 と積層圧電体の接着にかかる金属薄膜 7 0 が本実施形態の積層圧電体の形状に合わせ、積層圧電体における背面側の圧電素子と接着する部分において連結され、共通化されている。

30

【 0 1 2 2 】

また、本実施形態におけるアースリード 7 1 は、本実施形態の積層圧電体の形状に合わせて、積層圧電体の前面電極 1 2 ・ 2 2 側から、バッキング材 1 8 ・ 2 8 に対応する位置まで至る分割溝と、内部背面電極 1 6 a ・ 2 6 a からバッキング材 1 8 ・ 2 8 までの間に対応する位置まで至る分割溝とが 1 つおきに交互に形成される（図 1 0 ）。

【 0 1 2 3 】

また、本発明の第 3 の実施形態にかかる第 1 の積層圧電体 1 4 ・ 第 2 の積層圧電体 2 4 、プリント基板 3 0 、電極リード 3 1 におけるその他の部分は、第 1 の実施形態と同様であり、説明を割愛する。

40

【 0 1 2 4 】

なお、第 1 の積層圧電体 1 4 および第 2 の積層圧電体 2 4 における側面の構造や、積層圧電体間の絶縁にかかる構造（絶縁樹脂 9 1 ）は、第 1 の実施形態にかかる超音波トランスデューサと同様であり説明を割愛する。

【 0 1 2 5 】

また、第 3 の実施形態にかかる超音波トランスデューサユニット 1 0 0 a と IC 基板 4 0 および IC 4 5 の接続構造は第 1 の実施形態と同様であり、また、IC 基板 4 0 と超音

50

波診断装置本体の接続構造については第１の実施形態と同様である。

【０１２６】

（作用・効果）

以上説明した本実施形態にかかる超音波トランスデューサユニット１００aによ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。

【０１２７】

本発明の第３の実施形態にかかる超音波トランスデューサユニット１００aによって構成される超音波トランスデューサおよびそれを用いた超音波プローブは、１枚のプリント基板３０の表面および裏面に積層圧電体の配列に対応した配列で電極リード３１を備え、当該電極リード３１上に第１の積層圧電体１４および第２の積層圧電体２４を備えて構成

10

【０１２８】

したがって、プリント基板３０の表面だけでなく裏面にも電極リード３１が設けられており、１枚のプリント基板の１つの面にのみ圧電素子を配列する構成と比較して、２列の圧電素子に対し１枚の基板で後段電子回路との接続を行うことができ、超音波トランスデューサ１００と後段電子回路（例えば中継回路）との接続点数を減少させることが可能となる。結果として、プリント基板の枚数を低減させるとともに、超音波トランスデューサと後段電子回路との接続を容易にし、かつ当該接続部分の小型化を図ることができ、２次元アレイの超音波トランスデューサにおける後段電子回路との接続の煩雑さを解消することができる。

20

【０１２９】

また、本実施形態においては、プリント基板３０の両面の電極リード３１に結合される電極を、同種の電極とする。例えば第１の積層圧電体１４および第２の積層圧電体２４の背面に形成され、圧電素子を独立に駆動させる背面電極１６・２６と、同様の作用を行うための内部背面電極１６a・２６aとを電極リード３１に接続させることで、１枚のＩＣ基板４０に接続される特定の電極リード３１を集中させて専用のＩＣ４５として接続することが可能となる。つまり圧電素子の駆動にかかる電極とＩＣ４５との接続にあたり、ある程度集中して専用ＩＣ４５に接続することが可能である。そうすれば膨大な数の信号がいくつかにまとまって特定のＩＣ４５に集中して処理され、信号数の加減などを行うことができ、膨大な数の信号を効率よく処理することが可能となる。

30

【０１３０】

また、本実施形態においては、前面電極１２・２２、内部背面電極１６a・２６a、内部前面電極１２a・２２a、背面電極１６・２６と後段の電子回路を接続する電極リード３１との電気的結合を行う接続媒体や、アースリード７１として金属薄膜を用いているので積層圧電体を構成する各圧電素子の振動を阻害するおそれがなく、良好な超音波特性を確保することが可能である。また、プリント基板３０上に電極リード３１を形成し、当該電極リード３１上に積層圧電体を形成する構成となっているので、積層される圧電素子間の内部電極と電極リード３１の結合を可能とすることにより、超音波トランスデューサにおいて内部電極を有する積層圧電体を採用することが可能である。したがって、２次元アレイの超音波トランスデューサを採用することにより各圧電素子が微細化しても、電気インピーダンスを低減させ、延いては超音波トランスデューサにおける性能向上が可能となる。

40

【０１３１】

また、本実施形態における第１の積層圧電体１４および第２の積層圧電体２４は、隣り合う２つの積層された圧電素子のうち、背面側の圧電素子が連結され、背面電極１６・２６が共通化されている。したがって、２次元アレイの超音波トランスデューサにおける圧電素子が微細化されても圧電素子の不要振動（超音波ビームの照射方向と直交する方向の振動）を排除することでき、超音波トランスデューサの超音波特性を向上させることが可能である。

【０１３２】

50

(変形例)

次に、本発明にかかる超音波トランスデューサの変形例について以下に説明する。

【0133】

以上説明した第1の実施形態～第3の実施形態においては、プリント基板30（または第1のプリント基板30a、第2のプリント基板30b）を音響整合層10・20の側面から、バッキング材18・28の側面まで伸長して形成したが、本発明はそれに限定されず、圧電素子側面に形成した金属薄膜70等を介してプリント基板30における電極リード31と電気接続出来ればよい。

【0134】

また、以上説明した各実施形態においては、音響整合層10・20およびバッキング材18・28を1層構造としているが、本発明はこれに限定されず、例えば、音響整合層10・20およびバッキング材18・28の双方またはいずれか一方を多層構造としてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0135】

【図1】この発明の第1の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斜視図。

【図2】この発明の第1の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およびスペーサを示す概略斜視図。

【図3】この発明の第1の実施形態にかかる超音波トランスデューサユニットを構成するプリント基板、電極リードと積層圧電体の結合関係を示す概略構成図。

【図4】この発明の第1の実施形態における超音波トランスデューサとIC基板とを接続する機構および、IC基板上のICと超音波診断装置本体とを接続する機構を説明するための概略斜視図。

【図5】この発明の実施形態にかかる超音波トランスデューサユニットがスペーサを介して組み合わされた状態を示す概略斜視図。

【図6】この発明の実施形態にかかる第1の積層圧電または第2の積層圧電体の分割溝の一部を示す概略拡大図。

【図7】この発明の第2の実施形態にかかる超音波トランスデューサを示す概略斜視図。

【図8】この発明の第2の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および第2のプリント基板を示す概略構成図。

【図9】この発明の第2の実施形態にかかる超音波トランスデューサユニットを構成する第1のプリント基板、電極リードと、第1の積層圧電体および第2の積層圧電体と、第2のプリント基板および電極リードとの結合関係を示す概略構成図。

【図10】この発明の第3の実施形態にかかる超音波トランスデューサユニットがスペーサを介して組み合わされた状態を示す概略斜視図。

【図11】この発明の第3の実施形態にかかる超音波トランスデューサユニットを構成するプリント基板、電極リードと、第1の積層圧電体と第2の積層圧電体との結合関係を示す概略構成図。

【図12】超音波トランスデューサの従来の構成を示す斜視図。

【符号の説明】

【0136】

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

10 音響整合層

12 前面電極

12a 内部前面電極

14 第1の積層圧電体

16 背面電極

16a 内部背面電極

10

20

30

40

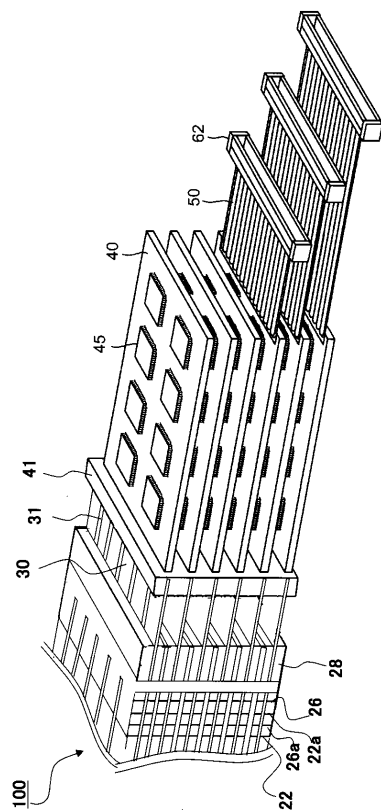
50

- 1 8 バックリング材
- 2 0 音響整合層
- 2 2 前面電極
- 2 2 a 内部前面電極
- 2 4 第 2 の積層圧電体
- 2 6 背面電極
- 2 6 a 内部背面電極
- 2 8 バックリング材
- 3 0 プリント基板
- 3 0 a 第 1 のプリント基板 (第 2 実施形態)
- 3 0 b 第 2 のプリント基板 (第 2 実施形態)
- 3 1 電極リード
- 4 0 I C 基板
- 4 1 中継基板
- 4 5 I C
- 5 0 ケーブル接続基板
- 6 2 コネクタ
- 7 0 金属薄膜
- 7 1 アースリード
- 8 0 スペース
- 9 0 連結バー
- 9 1 絶縁樹脂

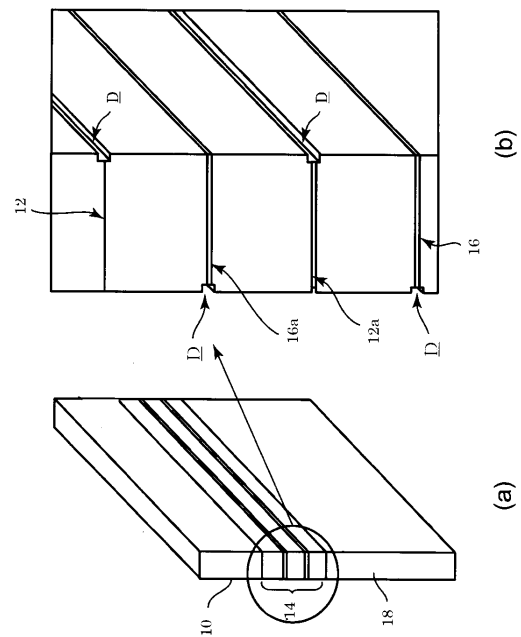
10

20

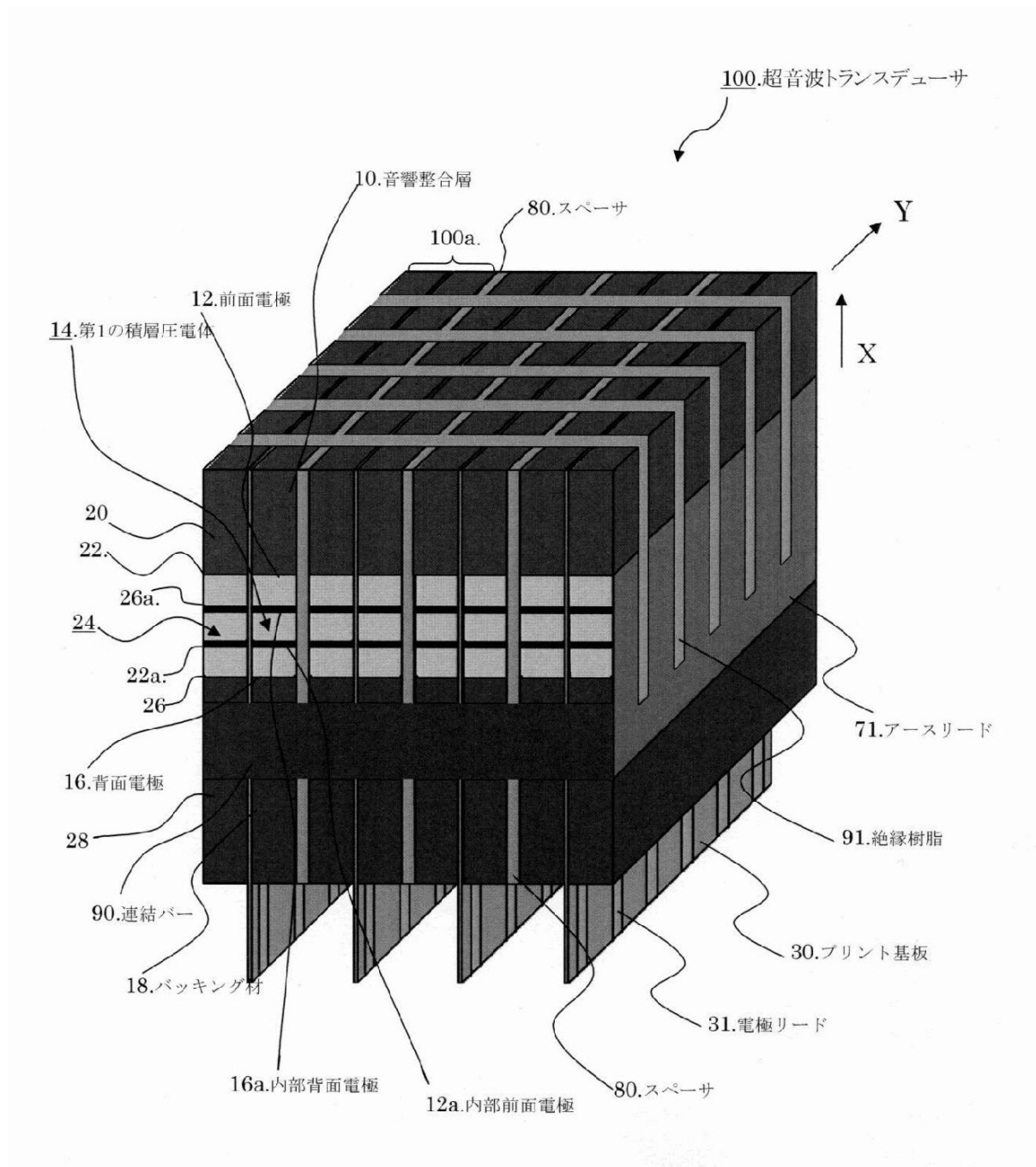
【図 4】



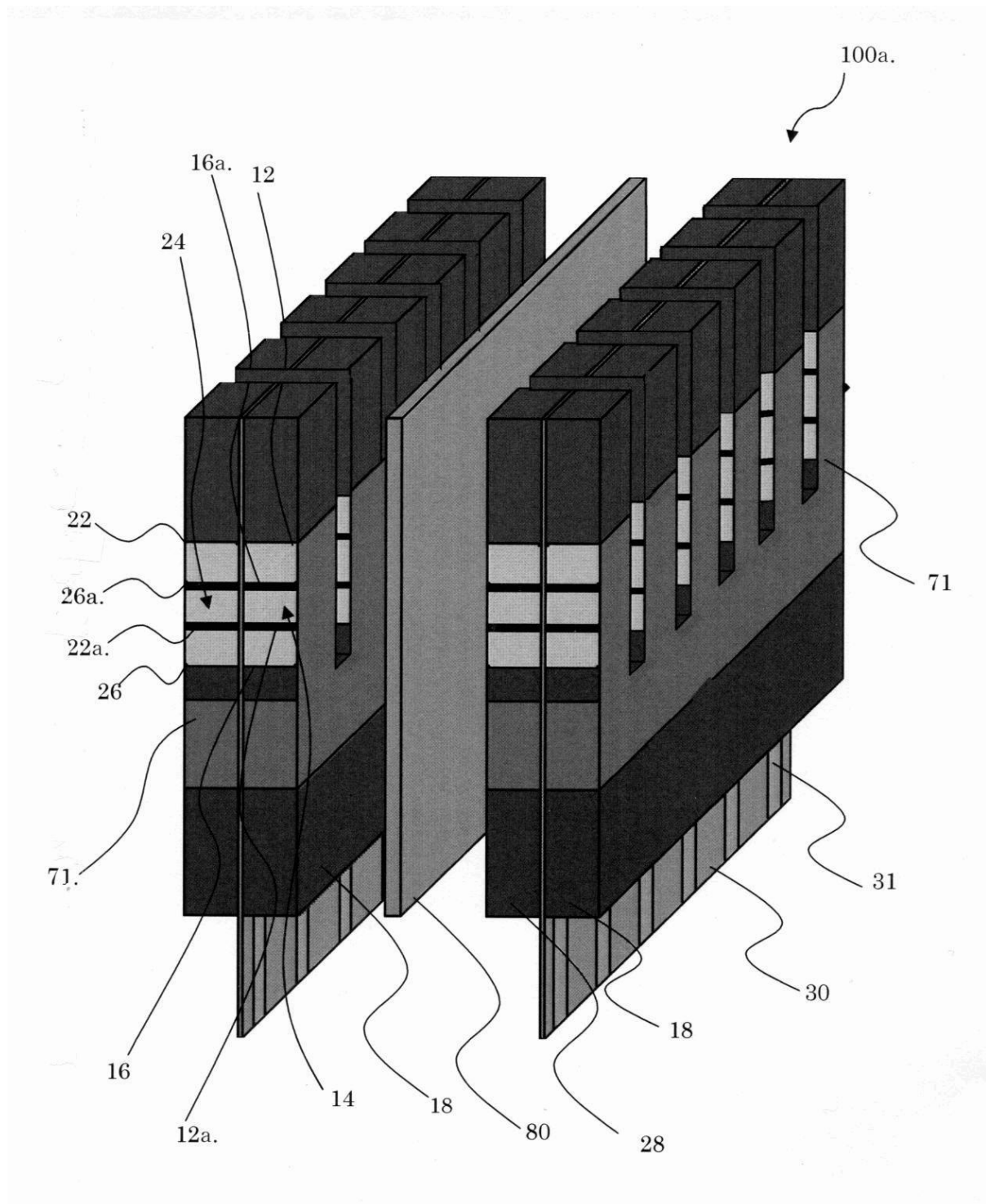
【図 6】



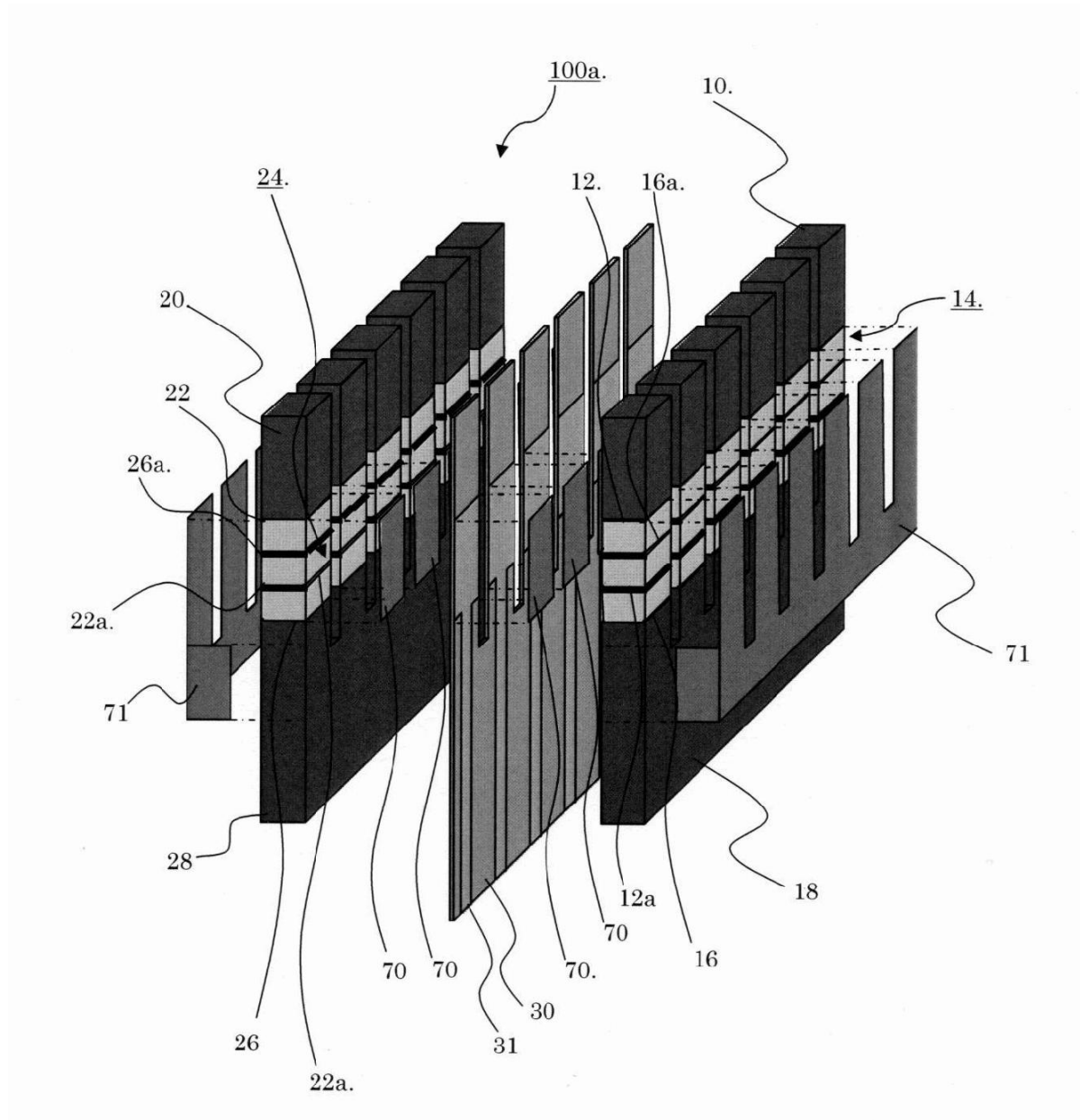
【図 1】



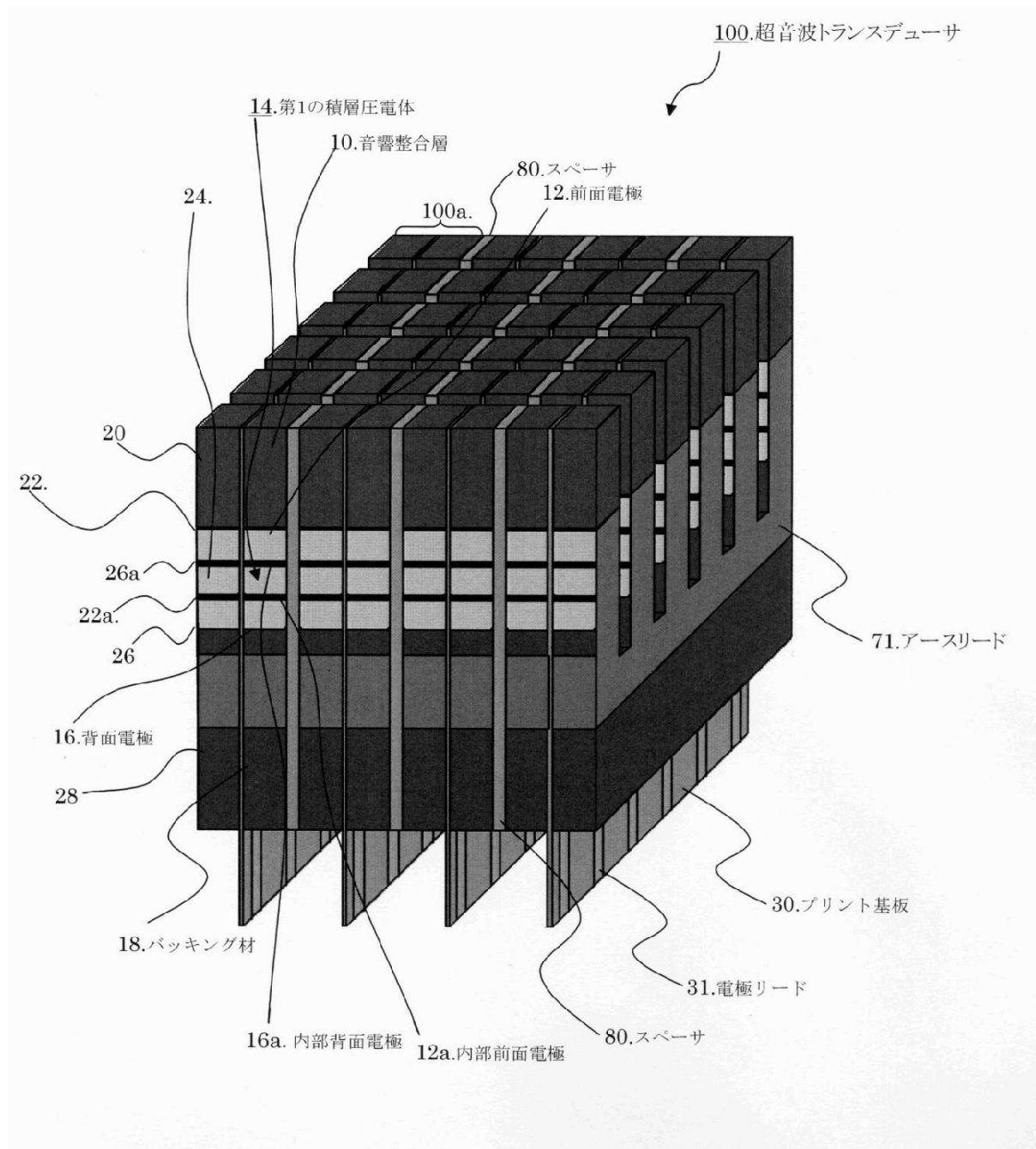
【図 2】



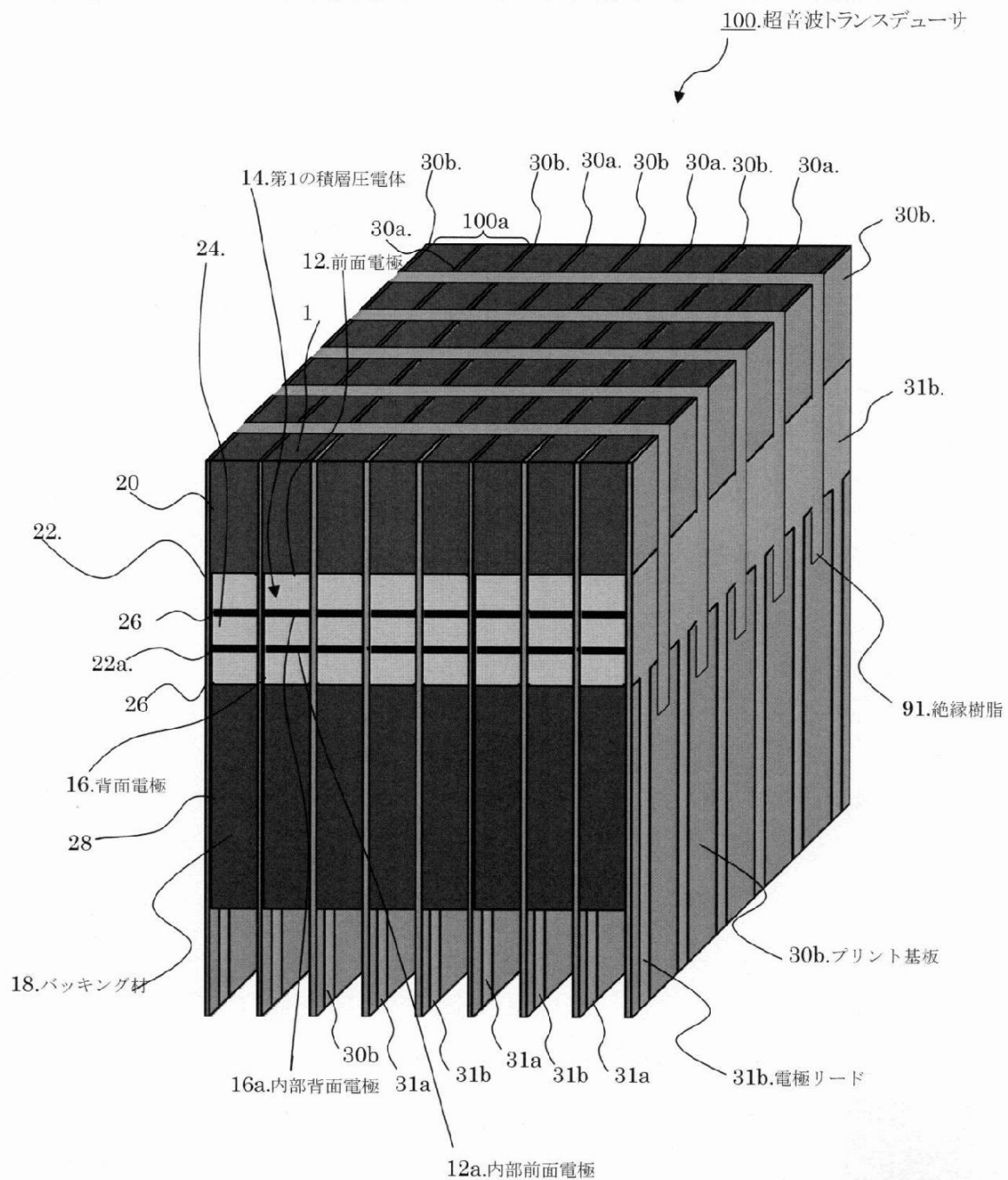
【図 3】



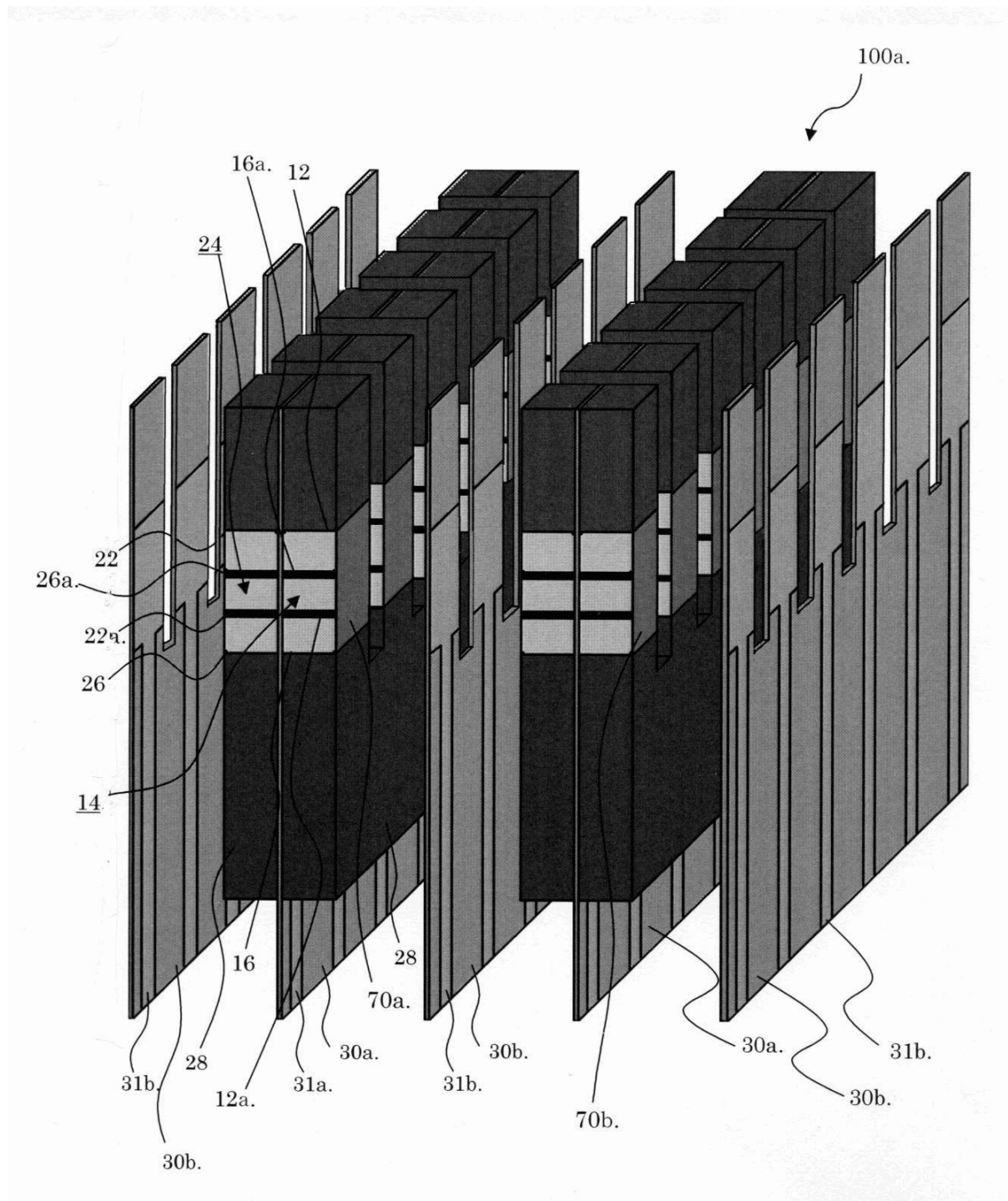
【図5】



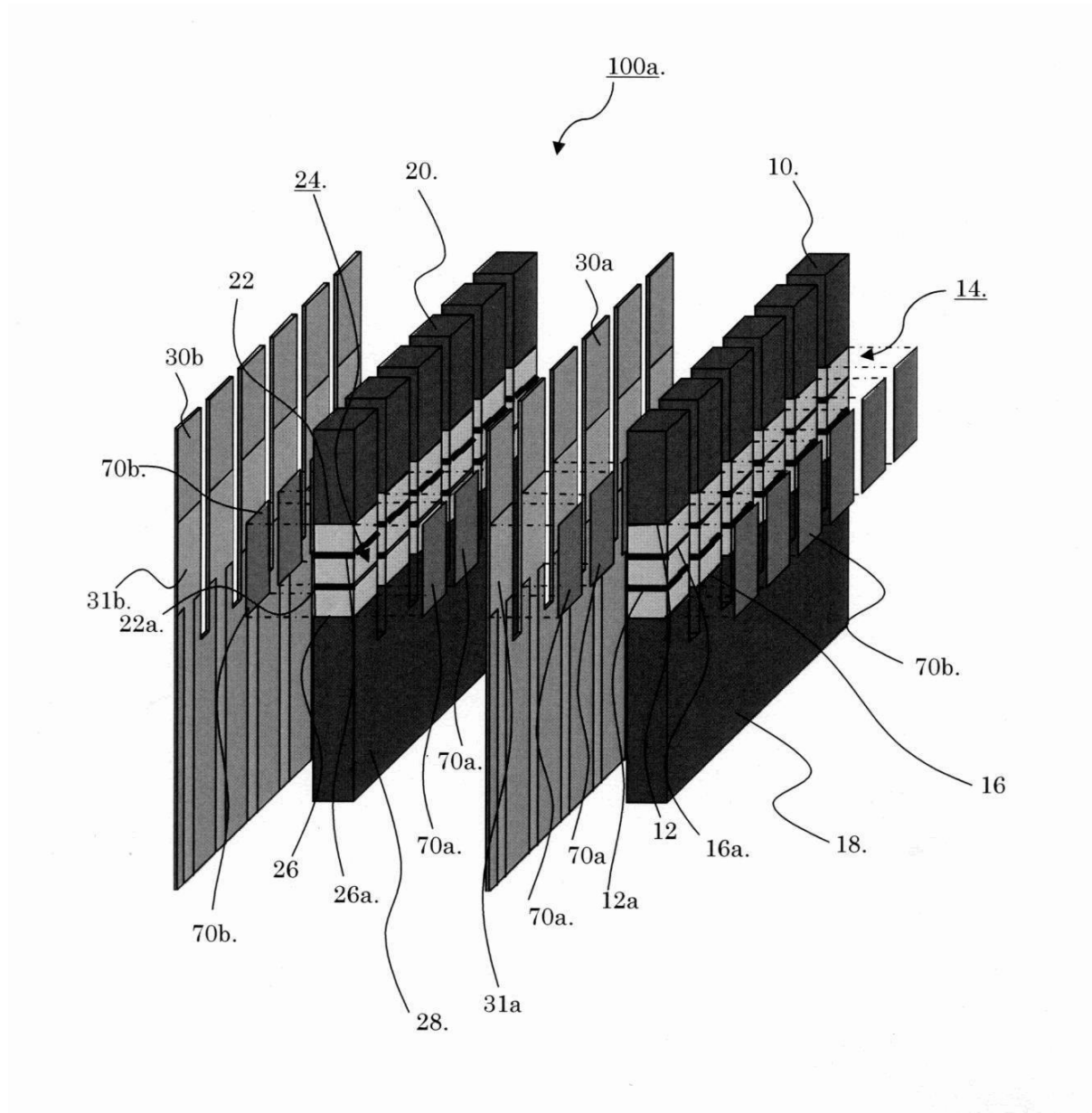
【図7】



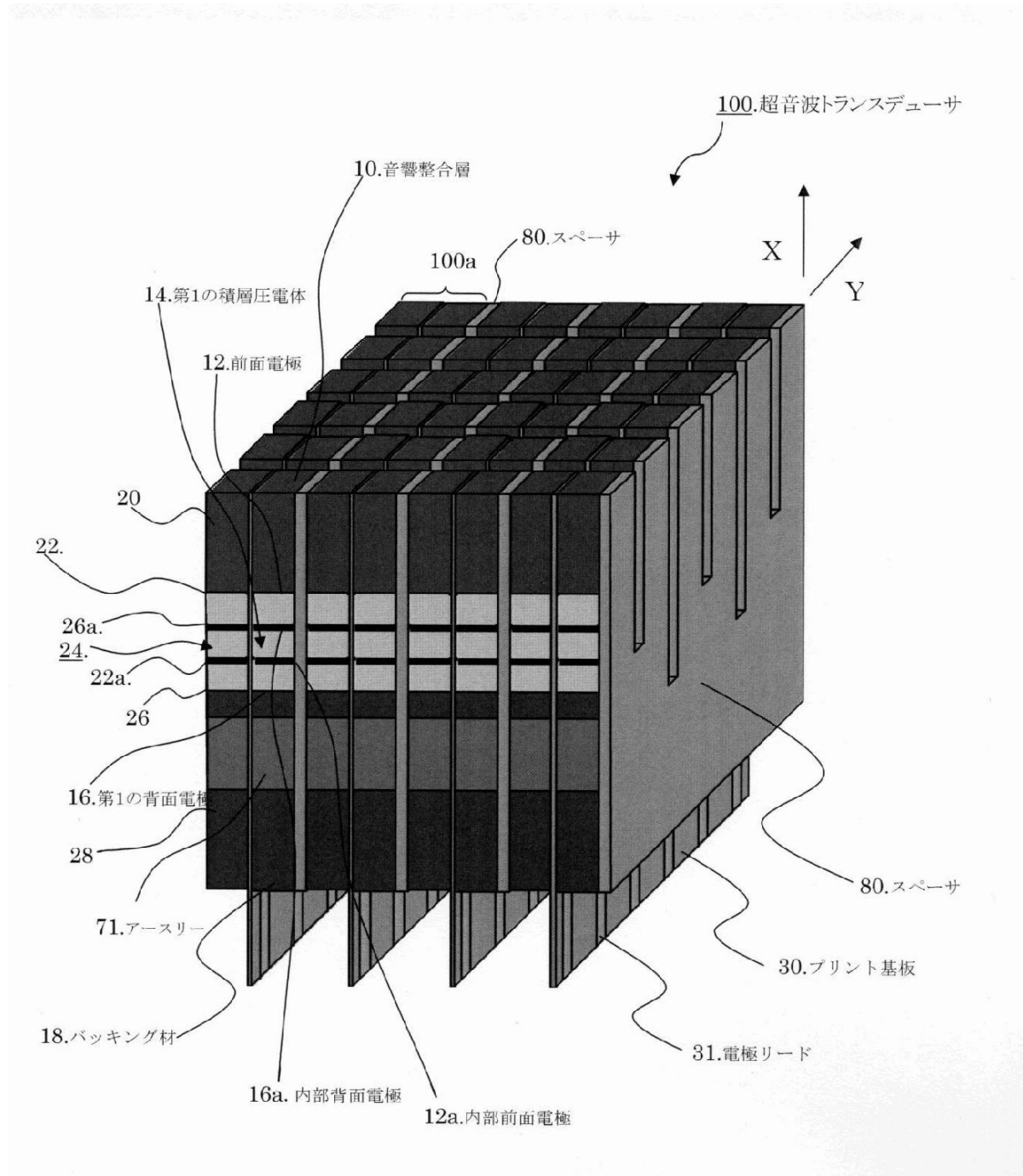
【図 8】



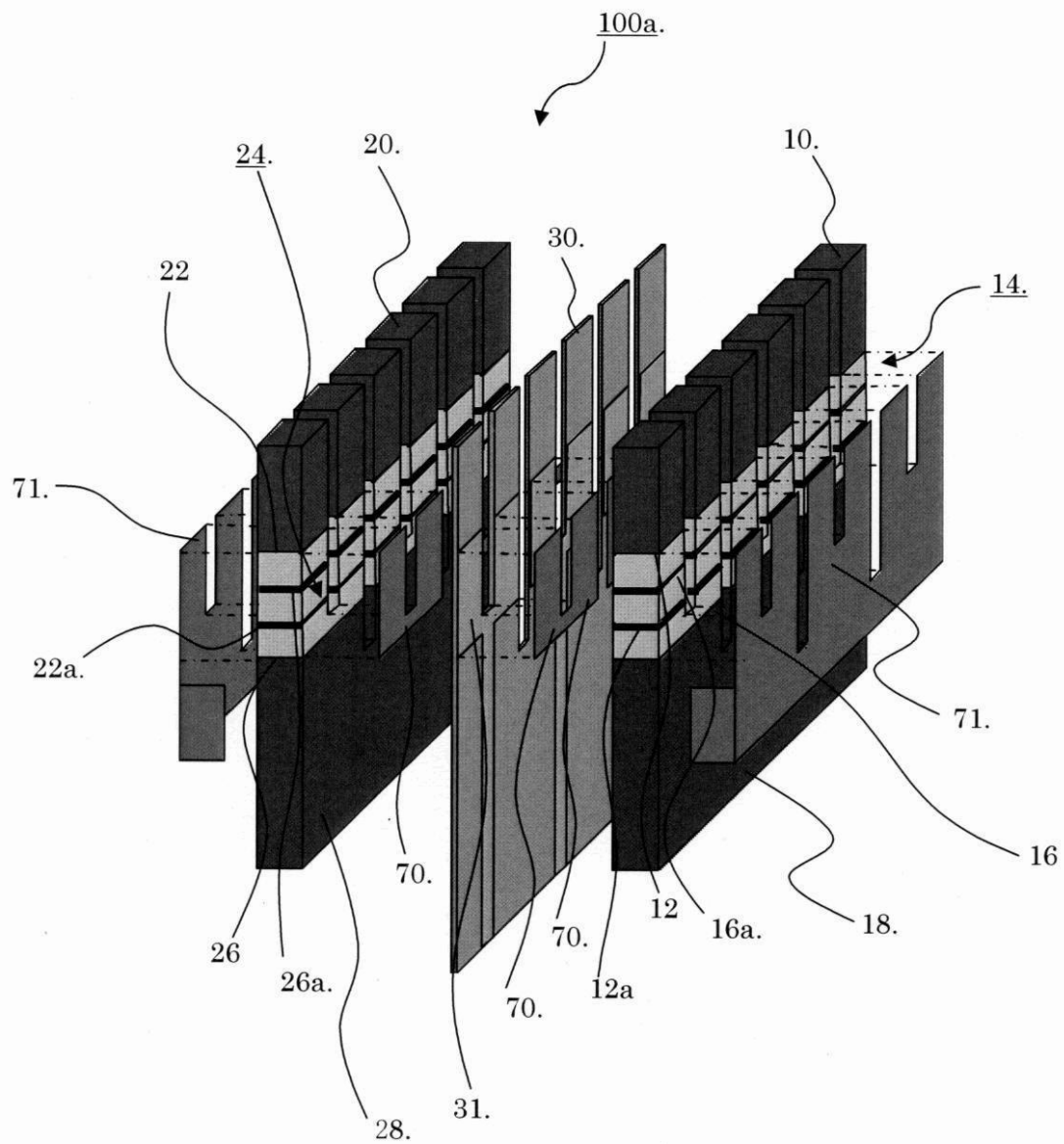
【図 9】



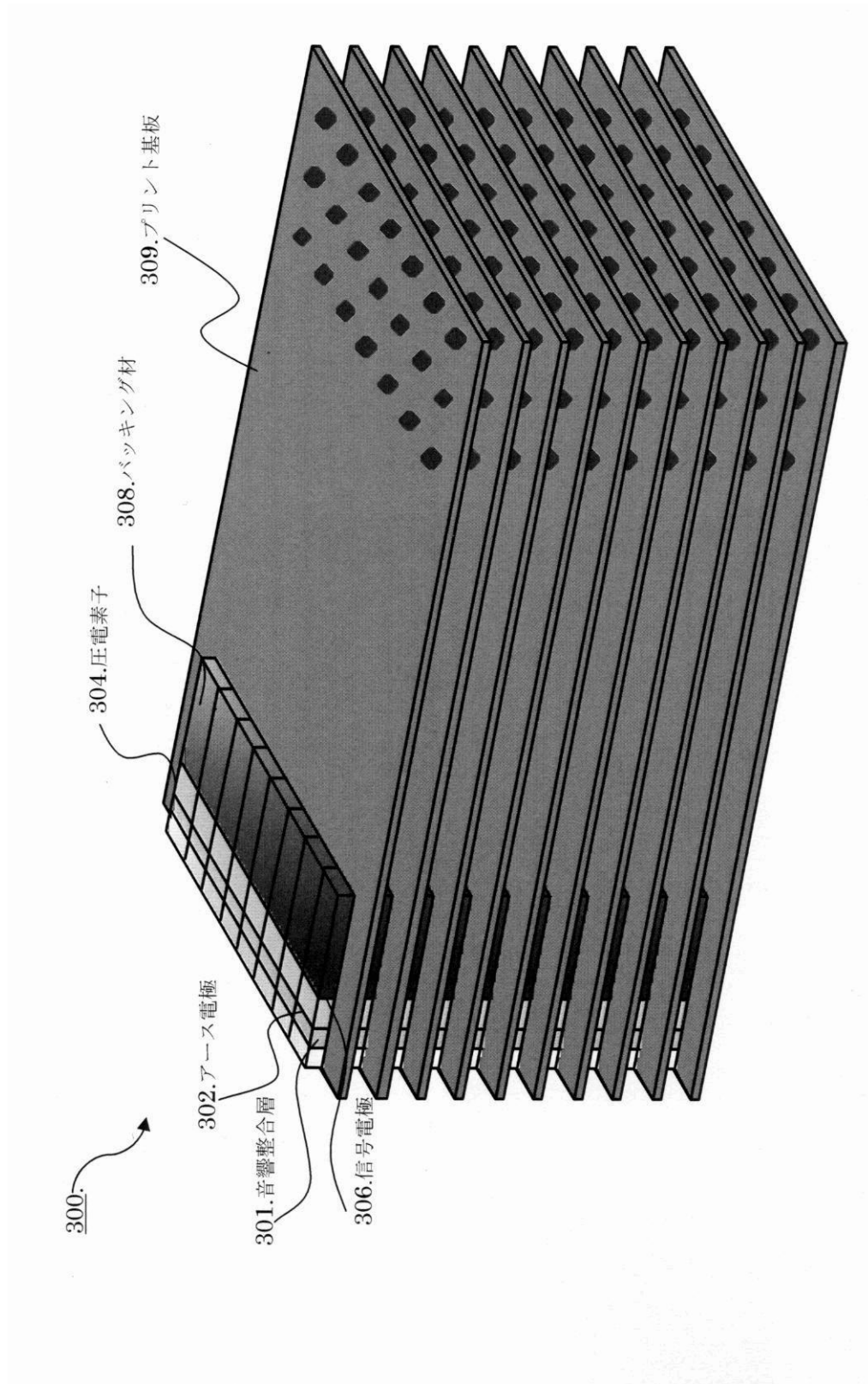
【図10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

合議体

審判長 岡田 孝博

審判官 三崎 仁

審判官 信田 昌男

- (56)参考文献 特開2005-210245(JP,A)
特開2004-112326(JP,A)
特開平 8-186896(JP,A)
特開2000-138400(JP,A)
特開2001-292496(JP,A)
特開2001-309493(JP,A)
特開2002-360571(JP,A)
特表2004-514340(JP,A)
特開2005-277864(JP,A)
特開2006-102135(JP,A)
特開2007-201901(JP,A)
国際公開第01/21072(WO,A1)
特開2000-332313(JP,A)
特開平11-244782(JP,A)
特開平 6-260694(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B8/00

专利名称(译)	超声波换能器，超声波探头，		
公开(公告)号	JP5461769B2	公开(公告)日	2014-04-02
申请号	JP2007244215	申请日	2007-09-20
[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 H04R17/00.330.H H04R17/00.332.B		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/GA02 4C601/GA03 4C601/GB06 4C601/GB15 4C601/GB20 4C601/GB24 4C601/GB30 4C601/GB41 5D019/BB17 5D019/BB25 5D019/FF04		
审查员(译)	冈田孝弘		
助理审查员(译)	仁美咲 筱田正雄		
其他公开文献	JP2009072370A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：便于超声换能器和连接到超声换能器的电子电路之间的连接，并便于处理发送到超声换能器和从超声换能器接收的电信号。第一叠层压电体设置在形成于印刷电路板表面上的电极引线上，并连接到后电极和内部后电极，第一叠层压电体形成在印刷电路板的后表面上第二层叠压电体24设置在电极引线31上并连接到后电极26和内部后电极26a。点域1

【图 4】

