

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-219774

(P2010-219774A)

(43) 公開日 平成22年9月30日(2010.9.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04R 17/00 (2006.01)	H04R 17/00 330H	4C601
A61B 8/00 (2006.01)	A61B 8/00	5D019
	H04R 17/00 332	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 39 頁)

(21) 出願番号	特願2009-63172 (P2009-63172)	(71) 出願人	000003078
(22) 出願日	平成21年3月16日 (2009.3.16)		株式会社東芝
			東京都港区芝浦一丁目1番1号
		(71) 出願人	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
		(71) 出願人	594164531
			東芝医用システムエンジニアリング株式会
			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	四方 浩之
			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
			最終頁に続く

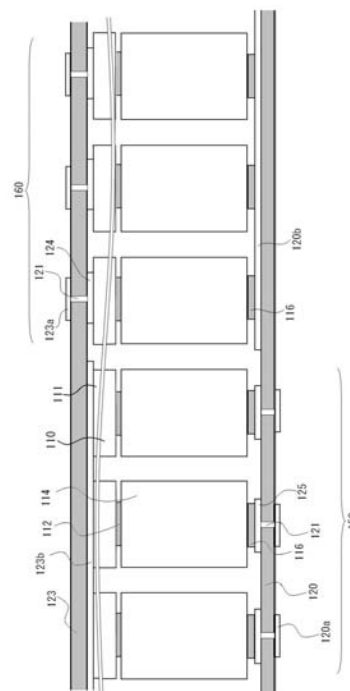
(54) 【発明の名称】 超音波トランスデューサ、超音波プローブおよび超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】超音波トランスデューサにおける圧電素子の数が増加しても超音波診断装置本体との接続が困難となる事態を回避するとともに、超音波トランスデューサの超音波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。

【解決手段】超音波振動子の前面に配置される前面側基板は、複数の超音波振動子のうちの一部である第1振動子群の前面電極それぞれを共通に接続するとともに、第1振動子群の他の第2振動子群の前面電極それぞれに対応する位置に個別に電極パッドが形成され、かつ超音波振動子の背面側に配置される背面側基板は、第2振動子群の背面電極それぞれを共通に接続するとともに、第1振動子群の背面電極それぞれに対応する位置に個別に電極パッドが形成されている。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波の放射方向側の前面および該前面の反対側の面である背面において、それぞれ前面電極および背面電極が設けられ、圧電性を有する複数の超音波振動子と、

前記複数の超音波振動子の前記前面側に配置され、かつ該複数の超音波振動子のうちの一部である第 1 振動子群の前記前面電極それぞれを共通に接続する信号引出し線を有するとともに、該第 1 振動子群の他の第 2 振動子群の前記前面電極それぞれに対応する位置に個別に電極パッドが形成された前面側基板と、

前記複数の超音波振動子の前記背面側に配置され、かつ前記第 2 振動子群の前記背面電極それぞれを共通に接続する信号引出し線を有するとともに、前記第 1 振動子群の前記背面電極それぞれに対応する位置に個別に電極パッドが形成された背面側基板と、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】

前記前面側基板および前記背面側基板における前記信号引出し線は、前記超音波振動子の前記前面電極または前記背面電極からそれぞれ独立に引き出される独立配線パターンと、該前面電極または前記背面電極を共通に接続する共通配線パターンとがあり、

前記第 1 振動子群の前記前面電極は、前記前面側基板の前記共通配線パターンによって共通に接続され、

前記第 2 振動子群の前記背面電極は、前記背面側基板の前記共通配線パターンによって共通に接続され、

前記第 1 振動子群の前記前面電極に接続された前記共通配線パターンと、前記第 2 振動子群の前記背面電極に接続された前記共通配線パターンとは、前記超音波振動子の配列における縁部のさらに外側において導通されていること、

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】

前記前面側基板および前記背面側基板には、それぞれの前記超音波振動子側の面に共通配線パターンが形成されるとともに、反対側の面にそれぞれ前記独立配線パターンが形成されており、かつ該独立配線パターンと、前記超音波振動子の前記前面電極または前記背面電極とを接続する導電孔が設けられており、

前記前面側基板における前記超音波振動子側の面の前記共通配線パターンには、前記第 1 振動子群の電極のみが接続されており、さらに前記反対側の面の独立配線パターンには、前記第 2 振動子群の電極のみが、前記導電孔を介して接続されており、

前記背面側基板における前記超音波振動子側の面の前記共通配線パターンには、前記第 2 振動子群の電極のみが接続されており、さらに前記反対側の面の独立配線パターンには、前記第 1 振動子群の電極のみが、前記導電孔を介して接続されていること、

を特徴とする請求項 2 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 4】

前記前面側基板および前記背面側基板には、それぞれの前記超音波振動子側の面に共通配線パターンが形成されるとともに、反対側の面にそれぞれ前記独立配線パターンが形成されており、かつ該独立配線パターンと、前記超音波振動子の前記前面電極または前記背面電極とを接続する導電孔が設けられており、

前記前面側基板における前記超音波振動子側の面の前記共通配線パターンには、前記第 2 振動子群の電極のみが接続されており、さらに前記反対側の面の独立配線パターンには、前記第 1 振動子群の電極のみが、前記導電孔を介して接続されており、

前記背面側基板における前記超音波振動子側の面の前記共通配線パターンには、前記第 1 振動子群の電極のみが接続されており、さらに前記反対側の面の独立配線パターンには、前記第 2 振動子群の電極のみが、前記導電孔を介して接続されていること、

を特徴とする請求項 2 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 5】

前記独立配線パターンはそれぞれ、前記前面側基板および前記背面側基板における前記反対側の面における前記導電孔の端部の間のスペースおよび、前記共通配線パターンが形成された領域の反対側のスペースを通して通されていること、

を特徴とする請求項 3 または 4 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 6】

前記超音波振動子は、略矩形状かつ 2 次元的に配列されており、

前記独立配線パターンおよび前記共通配線パターンは、一方が前記超音波振動子の配列の周縁の一辺の少なくとも外側まで引き出されるとともに、他方が該一辺に対する対辺の少なくとも外側まで引き出されており、

前記前面側基板の前記反対側の面において、2 次元配列された前記超音波振動子のうち、前記第 2 振動子群かつ前記周縁側に配置された該超音波振動子の前記前面電極と接続された前記独立配線パターンは、前記導電孔の端部の間のスペースを通して、前記第 2 振動子群かつ前記 2 次元配列の中央側に配置された該超音波振動子の前記前面電極と接続された前記独立配線パターンは、前記共通配線パターンの反対側のスペースを通して通されており、

前記背面側基板の前記反対側の面において、2 次元配列された前記超音波振動子のうち、前記第 2 振動子群かつ前記周縁側に配置された該超音波振動子の前記背面電極と接続された前記独立配線パターンは、前記導電孔の端部の間のスペースを通して、前記第 1 振動子群かつ前記 2 次元配列の中央側に配置された該超音波振動子の前記前面電極と接続された前記独立配線パターンは、前記共通配線パターンの反対側のスペースを通して通されていること、

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 7】

前記前面側基板および前記背面側基板は、可撓性を有する樹脂フィルムによって構成されていること、

を特徴とする請求項 2 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 8】

前記第 1 振動子群における前記超音波振動子それぞれの分極方向と、前記第 2 振動子群における前記超音波振動子それぞれの分極方向とが逆であること、

を特徴とする請求項 3 または 4 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 9】

前記第 1 振動子群の前記超音波振動子と、前記第 2 振動子群の前記超音波振動子とは、それぞれ逆位相の電気信号により駆動されること、

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】

前記超音波振動子は、略矩形状かつ 2 次元的に配列されており、

前記前面側基板および前記背面側基板における前記独立配線パターンおよび前記共通配線パターンは、前記複数の超音波振動子の配列の周縁部に向かって四方へ引き出されること、

を特徴とする請求項 2 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 11】

前記 2 次元配列された超音波振動子には、駆動されない無効振動子と駆動される有効振動子があり、該有効振動子の配列がなす形状の輪郭は、略楕円形、円形または八角形であること、

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】

超音波の放射方向側の前面および該前面の反対側の面である背面において、それぞれ前面電極および背面電極が設けられた複数の超音波振動子を有する超音波トランスデューサが内部に設けられた超音波プローブであって、

前記複数の超音波振動子の前記前面側に配置され、かつ該複数の超音波振動子のうちの一部である第 1 振動子群の前記前面電極それぞれを共通に接続する信号引出し線を有する

10

20

30

40

50

とともに、該第 1 振動子群の他の第 2 振動子群の前記前面電極それぞれに対応する位置に個別に電極パッドが形成された前面側基板と、

前記複数の超音波振動子の前記背面側に配置され、かつ前記第 2 振動子群の前記背面電極それぞれを共通に接続する信号引出し線を有するとともに、前記第 1 振動子群の前記背面電極それぞれに対応する位置に個別に電極パッドが形成された背面側基板と、を有する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。

【請求項 13】

前記超音波トランスデューサにおける前記第 1 振動子群における前記超音波振動子それぞれの分極方向と、前記第 2 振動子群における前記振動子それぞれの分極方向とが逆であり、

前記第 1 振動子群との間で送受信する電気信号と、前記第 2 振動子群との間で送受信する電気信号とが、逆位相となるような送受信回路をさらに備えたこと、

を特徴とする請求項 12 に記載の超音波プローブ。

【請求項 14】

超音波の放射方向側の前面および該前面の反対側の面である背面において、それぞれ前面電極および背面電極が設けられた複数の超音波振動子を有する超音波トランスデューサと、該超音波トランスデューサが内部に設けられた超音波プローブと、該超音波プローブとの間で電気信号の送受信を行う本体部と、を有する超音波診断装置であって、

前記超音波トランスデューサが、

前記複数の超音波振動子の前記前面側に配置され、かつ該複数の超音波振動子のうちの一部である第 1 振動子群の前記前面電極それぞれを共通に接続する信号引出し線を有するとともに、該第 1 振動子群の他の第 2 振動子群の前記前面電極それぞれに対応する位置に個別に電極パッドが形成された前面側基板と、

前記複数の超音波振動子の前記背面側に配置され、かつ前記第 2 振動子群の前記背面電極それぞれを共通に接続する信号引出し線を有するとともに、前記第 1 振動子群の前記背面電極それぞれに対応する位置に個別に電極パッドが形成された背面側基板と、を備え、

さらに前記本体部が、前記超音波プローブの前記超音波トランスデューサにおける、前記配線パターン、前記前面電極および前記背面電極を介し、前記第 1 振動子群の前記超音波振動子と前記第 2 振動子群の前記超音波振動子との間で、逆位相の電気信号を送信し、かつ該第 1 振動子群の前記超音波振動子または該第 2 振動子群の前記超音波振動子から受信した電気信号の位相を反転する送受信回路を備えたこと、

を特徴とする超音波診断装置。

【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設けら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の、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、または超音波振動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

10

20

30

40

50

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】

このような超音波プローブの一例として、その把持部の内部において電気信号の送受信を行う電子回路が内蔵されているものがある。この超音波プローブ内に配置された電子回路は、超音波トランスデューサにおける超音波振動子それぞれに接続されており、超音波診断装置本体からの制御信号に基づき、送信パルスを発生させて超音波振動子それぞれに送信する。また当該電子回路では、超音波トランスデューサが変換した電気信号に束ね処理等を施した後、超音波診断装置本体に送信する。超音波プローブの他の例としては、接

10

【０００５】

ここで、上述した従来の超音波プローブおよび超音波プローブに設けられた超音波トランスデューサの一例を図９～図１４を用いて説明する。図９～図１４は、超音波プローブに設けられた従来の超音波トランスデューサ、電子回路およびこれらを接続する配線基板を示す概略図である。

【０００６】

図９に示すように超音波トランスデューサ３００は、超音波振動子３１４が２次元状に配列されている。また当該超音波振動子３１４それぞれに対応して、第１音響整合層３１０がそれぞれ隣接して配置される。さらに第１音響整合層３１０における超音波振動子３１４側の面と反対側に第２音響整合層３１１が配置される。つまり、超音波トランスデューサ３００では図９に示すように超音波振動子３１４、第１音響整合層３１０および第２音響整合層３１１が順に積層されるように配置される。また図９に示すように、２次元配列された超音波振動子３１４における第１音響整合層３１０側と反対側の面（以下、「背面」という）には、複数の超音波振動子３１４全体に対し、吸音性を有する１のバックング材３１８が設けられている。このように超音波トランスデューサ３００は、バックング材３１８、超音波振動子３１４、第１音響整合層３１０、第２音響整合層３１１の順に積層され、当該積層方向に超音波が放射される。

20

30

【０００７】

また、図９に示すように超音波トランスデューサ３００における、超音波振動子３１４と第１音響整合層３１０と境界面（以下、「前面」という）には、グランド電極３１２が形成される。また、超音波振動子３１４とバックング材３１８との境界面（背面）に信号電極３１６が設けられる。このグランド電極３１２と信号電極３１６とを異極の電極とすることにより、１つの超音波振動子３１４が異極の電極に挟まれることになり、電子回路からの電気信号により当該超音波振動子の駆動が可能となる。

【０００８】

このような従来の超音波トランスデューサ３００においては、グランド電極３１２と送受信回路との接続を、図１０に示すようにフレキシブル配線板（Flexible Printed Circuits / FPC）３２２に形成された配線パターン（不図示）によって行う。すなわち、超音波振動子３１４のグランド電極３１２に隣接した第１音響整合層３１０、第２音響整合層３１１は、導電性を有している。これらを介して当該グランド電極３１２とフレキシブル配線板３２２の配線パターンとが接続され、かつこれらの配線パターンは共通接続されて電子回路に導かれる。

40

【０００９】

他方、当該超音波トランスデューサ３００における信号電極３１６と送受信回路とは、図１１に示すようにフレキシブル配線板３２０に形成された配線パターン３２１によって接続される。しかしながら、２次元アレイの超音波トランスデューサでは、超音波振動子が２次元的に配列されることにより、１次元アレイの超音波トランスデューサと比較して

50

超音波振動子の素子数の増大（例えば、１０倍～１００倍）をともになってしまう。この超音波振動子数の増大によって、配線パターンの数も大幅に増加している。

【００１０】

例えば図１１に示すように、超音波トランスデューサ３００においては、超音波振動子３１４の信号電極３１６それぞれと、配線パターン３２１とを接続するために、フレキシブル配線板３２０に接続パッド３２１ａを形成する。したがって、フレキシブル配線板３２０における各超音波振動子３１４との接続面では、２次元配列された多数の超音波振動子３１４の数分、接続パッド３２１ａが形成される。しかし、多数の接続パッド３２１ａの間において、さらに超音波振動子３１４の数分、配線パターン３２１を形成しなければならない（図１１参照）。このような構成では、配線パターン３２１および接続パッド３２１ａのピッチが非常に密となり、実現が非常に困難である。このような従来の超音波トランスデューサの例としては、特許文献１がある。

10

【００１１】

そこで、図９～図１１に示すような従来の超音波トランスデューサ３００では、バッキング材３１８と超音波振動子３１４との間にフレキシブル配線板３２０を配置して、その配線パターン３２１により後段の送受信回路まで接続する構成を実現するために、超音波振動子３１４の２次元アレイ全体を複数のモジュール（超音波振動子群）に分割し、モジュールごとにフレキシブル配線板３２０、３２２を設けている。

【００１２】

すなわち、図１２に示すように所定数単位の超音波振動子３１４を一纏めのモジュールとし、そのモジュールを２次元状に配列して超音波トランスデューサ３００を形成する。この図１２に示すように超音波振動子３１４群からなる１モジュール毎にフレキシブル配線板３２０を割り当てることにより、１モジュールに割り当てられる配線パターン３２１の数を、減らしている。このように構成することにより、モジュールそれぞれに応じて配置された中継基板３３０上の送受信回路３３２、３３４と、超音波振動子３１４の信号電極３１６との接続が可能となる。

20

【００１３】

この図１２に示すような超音波トランスデューサ３００においては、各モジュール間においてそれぞれのフレキシブル配線板３２０、３２２が介在する。例えば図１２に示す超音波振動子３１４モジュール間には、相互のフレキシブル配線板３２０、３２２が合わせて４枚介在している。したがってモジュール内の各超音波振動子３１４間のピッチＬ１（図１２参照）に比較して、隣接する超音波振動子３１４モジュール間のピッチＬ２が長くなってしまふ。すなわち、モジュールの端に配置された素子と、当該素子に隣接する他のモジュールの端の素子とが、その間に介在するフレキシブル配線板３２０、３２２の厚さや配置間隔の分だけ離れてしまふ。

30

【００１４】

しかし、超音波振動子３１４間のピッチが大きくなればなるほどサイドローブによるアーチファクトの影響が大きくなり、超音波画像の信頼性に問題が生じるおそれがある。さらに、超音波振動子３１４間にフレキシブル配線板３２０、３２２が複数介在すると、モジュール相互の位置精度が悪化するおそれがある。結果としてパルスの遅延制御に影響して超音波ビームの収束・偏向の精度が悪化してしまう場合がある。また、超音波トランスデューサの製造工程において、超音波振動子モジュールを形成する工程が増え、煩雑であるとともに、コストアップを招来してしまふ。またフレキシブル配線板３２０、３２２の増加によって、超音波プローブの大型化にもつながるおそれがある。

40

【００１５】

そこで、この図９～図１１や、図１２に示すような超音波トランスデューサ３００に対し、バッキング材内に電極リードを埋設し、当該バッキング材内の超音波放射方向側と反対側の面に電極リードを露出させる構成の超音波トランスデューサが提案されている（例えば特許文献２）。このような超音波トランスデューサにおける超音波振動子の電極と超音波診断装置との接続構成を図１３を参照して説明する。図１３は、従来の超音波トラン

50

スデューサの構成を示す概略断面図である。

【 0 0 1 6 】

図 1 3 に示す超音波トランスデューサ 3 0 0 は、バッキング材 3 1 8 の内部において、超音波振動子 3 1 4 の信号電極 3 1 6 と接続された例えば針状の電極リード 3 2 5 が埋設されている。この電極リード 3 2 5 は、バッキング材 3 1 8 における超音波振動子 3 1 4 との境界面から、バッキング材 3 1 8 内を通過して反対側の端面まで到達し、当該端面に露出される。またバッキング材 3 1 8 の当該端面に隣接して電子回路 3 3 6 が配置される。さらにこの電子回路 3 3 6 とバッキング材 3 1 8 の端面に露出した電極リード 3 2 5 の端部とを導電接着し、電子回路 3 3 6 と電極リード 3 2 5 とを接続することにより、信号電極 3 1 6 と電子回路 3 3 6 とを導通させることが可能となる。

10

【 0 0 1 7 】

図 1 3 に示す超音波トランスデューサ 3 0 0 では、2次元配列された多数の超音波振動子 3 1 4 からの信号を電子回路 3 3 6 によって束ね処理を行ってから、超音波診断装置本体側へ伝送する。したがって、図 1 3 における超音波トランスデューサ 3 0 0 は、図 1 2 の超音波トランスデューサのように超音波振動子 3 1 4 のモジュールを形成することなく、フレキシブル配線板 3 2 0 上に形成する配線パターンのピッチが極端に密になってしまう事態を防止している。

【 0 0 1 8 】

しかし、図 1 3 に示す超音波トランスデューサ 3 0 0 においては電極リード 3 2 5 をバッキング材 3 1 8 内に埋設させることによって以下の問題が生じうる。すなわち、バッキング材 3 1 8 は、超音波振動子 3 1 4 の音響制動のために設けられるものであり、バッキング材 3 1 8 本来の音響特性に影響しないように電極リード 3 2 5 を埋設させる作業は困難である。また実現したとしてもその製造工程は煩雑である。

20

【 0 0 1 9 】

また、各電極リード 3 2 5 間のクロストークを回避しなければならないが、電極リード 3 2 5 それぞれは、超音波振動子 3 1 4 の配列ピッチとほぼ等間隔に形成されるものであるため、クロストーク回避のために電極リード 3 2 5 相互の間隔を確保することは困難である。さらに、バッキング材 3 1 8 は、超音波振動子 3 1 4 の音響制動のためにある程度の長さを有するように構成されるものであるが、バッキング材 3 1 8 に埋設される電極リード 3 2 5 の長さが長くなると、クロストークが生じてしまうおそれがある。また、電極リード 3 2 5 の両端を、バッキング材 3 1 8 における各端面から露出させるように処理する工程は非常に煩雑である。

30

【 0 0 2 0 】

そこで、この図 9 ~ 図 1 3 に示すような超音波トランスデューサ 3 0 0 に対し、超音波振動子の各電極と、送受信回路とを接続する配線手段として、多層 F P C を用い、スルーホール間の配線数を増す構成の超音波トランスデューサが提案されている。すなわち、この超音波トランスデューサにおける多層 F P C は、導電層を複数有しており、各導電層において超音波振動子の信号電極と送受信回路との接続を行っている。またこの多層 F P C の各層間は、スルーホールまたはビアホールによって接続される。このような構成の F P C によれば、各層における超音波振動子と送受信回路との配線パターンのピッチが狭くなりすぎず、配線に関する困難性が解消される。

40

【 0 0 2 1 】

しかし、上述のような超音波トランスデューサにおいては、多層 F P C を用いることによって以下の問題が生じうる。すなわち第 1 に、多層 F P C を用いることにより F P C の厚さが増すことになる。F P C の配線パターンは超音波振動子の電極に接続されるものであるため、超音波振動子とバッキング材との間に配置されるか、超音波振動子と音響整合層との間に配置されるか、または音響整合層と音響レンズとの間に配置されるものである。したがって、F P C の厚さが増すことにより、F P C と、超音波振動子、バッキング材や音響整合層等との間で音響インピーダンスのギャップの影響が大きくなり、超音波の送受信に支障をきたすおそれがある。また第 2 に、多層 F P C においては、可撓性が低く曲

50

げにくくなるおそれがある。この場合、超音波トランスデューサ自体の製造が煩雑となつてしまい、製造コストの増加を招くおそれがある。さらに、FPCの曲げにくさにより超音波プローブのヘッドサイズの増大を招くおそれがある。

【0022】

上述した図9、図12、図13に示すような超音波トランスデューサの他、従来、超音波振動子314の背面に直接、電子回路327を配置、接続する構成の超音波トランスデューサが提案されている（例えば、図14、特許文献3参照）。図14に示すように、この超音波トランスデューサ300は、超音波振動子314における信号電極316の背面側に電子回路327を隣接して配置するとともに、当該電子回路327とバッキング材318との間にフレキシブル配線板320が配置される構造となっている。この超音波トランスデューサ300では、各超音波振動子314ごとの信号電極316と電子回路327が接続されており、電子回路327は多数の信号を束ねる処理を行う。当該処理された信号は、電子回路327のさらに背面に配置されたフレキシブル配線板320を介して伝送される。したがって図14に示すような超音波トランスデューサ300では、バッキング材318内に電極リードを埋設する必要もなく、かつ超音波振動子314直下で信号路数を減ずる処理を行うので、電気信号の伝送についての配線に関する困難性が解消される。

【0023】

図14に示すような従来の超音波トランスデューサ300においては、電子回路327が、その前面側に接続された信号電極316から入力を受け、背面側に接続されたフレキシブル配線板320の配線パターンに出力する。このため、電子回路327には前面側および背面側の両面において接続をとる電極が必要となる。超音波トランスデューサ300においてこのような電子回路327を実現するための半導体プロセスとして、例えばシリコン貫通電極（TSV/Through Silicon Via）がある。

【0024】

ここで、図14に示すような超音波トランスデューサ300においては、超音波振動子314とバッキング材318の間に電子回路327配置される。この電子回路327は半導体物質（シリコン等）によって構成されているものである。この半導体物質は、音響インピーダンス等、音響特性の点で超音波振動子314、バッキング材318と適合しないおそれがある。例えば、シリコンの音響インピーダンス（acoustic characteristic impedance）Zは、19.5MRayl程度である。これに対し、一般的なPZT系圧電材料による超音波振動子314の音響インピーダンスは35MRayl程度であり、大きな差がある。このような場合、界面での反射率が大きく、反射による影響を及ぼしてしまう。結果、超音波トランスデューサによる超音波の送受信に支障をきたすおそれがある。

【0025】

したがって、図14のような超音波トランスデューサ300においては、電子回路327における前面側から背面側へ向かう方向における長さを極力短く、つまり厚さを薄くすることにより、超音波の送受信に対する電子回路327の音響特性の影響を可能な限り低減させ、生成される超音波画像に支障をきたす事態を回避しなければならない。

【0026】

しかし、電子回路327による音響的な影響を少なくするとともに、信号電極316とフレキシブル配線板320の配線パターンとの接続をするシリコン貫通電極を実現することは、当該電子回路327の厚さの点で困難である。すなわち、電子回路327による音響的な影響を低減させるために肉薄に形成すると、シリコン貫通電極を用いることが困難となり、電子回路327の両面の接続を取ることが困難となる。他方、電子回路327においてシリコン貫通電極を用いることを前提とすると、厚さが増加するので電子回路327による音響的な影響により、超音波の送受信に支障をきたすおそれがある。

【0027】

またシリコン貫通電極を用いず、電子回路327からワイヤボンディング等によって、フレキシブル配線板320との接続を行うことも可能であるが、このような構成では電子

10

20

30

40

50

回路 3 2 7 およびフレキシブル配線板 3 2 0 の双方にボンディングパッドが必要となり、さらに電子回路 3 2 7 からのボンディングワイヤが形成されるので、超音波トランスデューサ 3 0 0 のサイズが増大する。結果として超音波プローブのサイズ増大を招来する。

【 0 0 2 8 】

また、超音波振動子における一定のチャンネル数のみを送受信回路と接続することにより超音波振動子の電極と送受信回路とを接続する配線リードの数を制限する技術（スパースアレイ、スパース法）も提案されている（例えば、特許文献 4）。この超音波トランスデューサによると、2 次元的に配列された多数の超音波振動子の中に、あらかじめ定められた有効振動子とその他の無効振動子とがあり、無効振動子を除外して超音波の送受波を行わせる。例えば、2 次元的に配列された超音波振動子に対し、背面電極を分散して形成する。配列された全ての超音波振動子のうち、この背面電極が形成された超音波振動子が有効振動子となり、その他の部分は無効振動子とされる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 2 9 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 3 4 2 3 3 7 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 2 - 2 7 5 9 3 号公報

【特許文献 3】特表 2 0 0 7 - 5 1 5 2 6 8 号公報

【特許文献 4】特表 2 0 0 4 - 7 3 0 9 号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 3 0 】

超音波振動子の 2 次元配列における有効振動子パターンは、所定の分散条件（一定密度、一定線密度）に従って決定されるが、場合によっては偏りのない反射波を得にくいことがある。したがって、試行錯誤によって異なる有効振動子パターンで検証を実行し、最終的に最も良好な有効振動子パターンが定められる。

【 0 0 3 1 】

しかしながら、スパースアレイによる超音波トランスデューサでは全超音波振動子配列の面積に対して、超音波送受信を行いうる有効振動子の面積が少ないために、音場や感度に悪影響を与え、分解能が低下するといった課題を有している。

30

【 0 0 3 2 】

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超音波振動子の数が増加しても、超音波診断装置本体と超音波振動子との接続が困難となる事態を回避するとともに、超音波トランスデューサの超音波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】

【 0 0 3 3 】

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および該前面の反対側の面である背面において、それぞれ前面電極および背面電極が設けられ、圧電性を有する複数の超音波振動子と、前記複数の超音波振動子の前記前面側に配置され、かつ該複数の超音波振動子のうちの一部である第 1 振動子群の前記前面電極それぞれを共通に接続する信号引出し線を有するとともに、該第 1 振動子群の他の第 2 振動子群の前記前面電極それぞれに対応する位置に個別に電極パッドが形成された前面側基板と、前記複数の超音波振動子の前記背面側に配置され、かつ前記第 2 振動子群の前記背面電極それぞれを共通に接続する信号引出し線を有するとともに、前記第 1 振動子群の前記背面電極それぞれに対応する位置に個別に電極パッドが形成された背面側基板と、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。

40

また、上記の問題を解決するための請求項 1 2 に記載の発明は、超音波の放射方向側の前面および該前面の反対側の面である背面において、それぞれ前面電極および背面電極が設けられた複数の超音波振動子を有する超音波トランスデューサが内部に設けられた超音

50

波プローブであって、前記複数の超音波振動子の前記前面側に配置され、かつ該複数の超音波振動子のうちの一部である第1振動子群の前記前面電極それぞれを共通に接続する信号引出し線を有するとともに、該第1振動子群の他の第2振動子群の前記前面電極それぞれに対応する位置に個別に電極パッドが形成された前面側基板と、前記複数の超音波振動子の前記背面側に配置され、かつ前記第2振動子群の前記背面電極それぞれを共通に接続する信号引出し線を有するとともに、前記第1振動子群の前記背面電極それぞれに対応する位置に個別に電極パッドが形成された背面側基板と、を有する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】

【0034】

請求項1および12に記載の発明によれば、超音波プローブの超音波トランスデューサにおいて、複数の超音波振動子のうちの一部である第1振動子群と、当該第1振動子群の他の第2振動子群とで、共通接続される電極が前面側と背面側とに分かれている。したがって、前面側基板においては、第1振動子群における電極それぞれが共通接続されているので、第2振動子群における各超音波振動子の電極をそれぞれ別個独立に接続したとしても、配線スペースが確保されているため、配線が困難となる事態を回避することが可能である。同様に、背面側基板においても、第1振動子群における各超音波振動子の電極をそれぞれ別個独立に接続したとしても、配線が困難となる事態を回避することが可能である。結果として、超音波トランスデューサにおける超音波振動子の数が増加しても、超音波診断装置本体と超音波振動子との接続が容易となるとともに、超音波トランスデューサの超音波の送受信を確実にを行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】この発明の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。

【図2】図1における超音波トランスデューサの概略断面図である。

【図3】この発明の実施形態にかかる超音波トランスデューサにおいて、第1振動子群および第2振動子群における前面電極と前面側基板との接続構造および背面電極と背面側基板との接続構造とを示す、図2の概略部分拡大図である。

【図4】(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の背面側基板における超音波振動子側の面の配線パターンを概念的に示す概略図である。(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の背面側基板におけるバッキング材側の面の配線パターンを概念的に示す概略図である。

【図5】(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の前面側基板における超音波振動子側の面の配線パターンを概念的に示す概略図である。(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の前面側基板における被検体側の面の配線パターンを概念的に示す概略図である。

【図6】この発明の実施形態にかかる超音波プローブと超音波診断装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図7】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サブアレイの分布を概念的に示す概略図である。

【図8】(A)～(D)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の前面側基板および背面側基板における図7のX1方向に引き出された配線パターンを概念的に示す概略図である。

【図9】超音波プローブに設けられた従来の超音波トランスデューサおよび、当該超音波トランスデューサと電子回路とを接続する配線基板を示す概略斜視図である。

【図10】超音波プローブに設けられた従来の超音波トランスデューサおよび、当該超音波トランスデューサと電子回路とを接続する配線基板を示す概略斜視図である。

【図11】超音波プローブに設けられた従来の超音波トランスデューサにおけるバッキング材と、配線基板および配線パターンとを示す概略斜視図である。

10

20

30

40

50

【図１２】超音波プローブに設けられた従来の超音波トランスデューサ、電子回路およびこれらを接続する配線基板を示す概略断面図である。

【図１３】超音波プローブに設けられた従来の超音波トランスデューサ、電子回路、これらを接続する配線リードおよび配線基板を示す概略断面図である。

【図１４】超音波プローブに設けられた従来の超音波トランスデューサ、電子回路およびこれらを接続する配線基板を示す概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００３６】

[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、超音波プローブおよび超音波診断装置につき、図１～８を参照して説明する。

【００３７】

(超音波トランスデューサの概略構成)

図１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２は、図１における超音波トランスデューサ１００の概略断面図である。以下、本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。なお、各図に示される超音波トランスデューサ１００において超音波振動子１１４の配列数が異なるが、当該各図における当該配列数は概念上示されるものであり、実際と異なるものである。また、図１においては前面側基板１２３の図示を省略している。

【００３８】

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、超音波振動子１１４に隣接して第１音響整合層１１０が設けられる。さらに第１音響整合層１１０における超音波振動子１１４側と反対側の面に隣接して第２音響整合層１１１が設けられる。また、超音波振動子１１４における第１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、かつこのバッキング材１１８と超音波振動子１１４との間には、背面側基板１２０が設けられている。

【００３９】

また図１に示すように、超音波振動子１１４において、第１音響整合層１１０と隣接する前面には前面電極１１２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１１６が設けられる。本実施形態においては、超音波トランスデューサ１００において配列された全ての超音波振動子１１４のうち、一部の超音波振動子１１４においては、前面電極１１２が前面側基板１２３の超音波振動子１１４側の面において共通接続されてグランド電極となる。またこの一部の超音波振動子１１４以外の他の超音波振動子１１４においては、背面電極１１６が背面側基板１２０の超音波振動子１１４側の面において共通接続されてグランド電極となる。この前面電極１１２が共通接続された超音波振動子１１４群を第１振動子群１５０とし、背面電極１１６が共通接続された超音波振動子１１４群を第２振動子群１６０とする。なお、超音波振動子１１４における各電極は、前面側基板１２３、背面側基板１２０における各配線パターン（図３の符号１２０ａ、１２３ｂ等を参照）によって、超音波診断装置本体２００と接続されている。

【００４０】

なお、この超音波トランスデューサ１００における超音波振動子１１４としては、 PZT （チタン酸ジルコン酸鉛／ $Pb(Zr, Ti)O_3$ ）、チタン酸バリウム（ $BaTiO_3$ ）、 $PZNT$ （ $Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O_3 - PbTiO_3$ ）単結晶、 $PMNT$ （ $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3 - PbTiO_3$ ）単結晶等を用いた圧電素子等を用いることが可能である。

【００４１】

また、この超音波トランスデューサ１００における前面側基板１２３および背面側基板１２０としては、可撓性を有する樹脂フィルムをベースとし、両面（前面および背面）に独立配線パターン１２０ａ、共通配線パターン１２０ｂ、独立配線パターン１２３ａ、共

10

20

30

40

50

通配線パターン１２３ｂが形成されたフレキシブルプリント基板（ＦＰＣ／Ｆｌｅｘｉｂ
ｌｅ　Ｐｒｉｎｔｅｄ　Ｃｉｒｃｕｉｔｓ）を用いることが可能である。また、この実施
形態における背面側基板１２０は、本発明にかかる「基板」の一例に該当する。また、こ
の実施形態における独立配線パターン１２０ａ、１２３ａ、共通配線パターン１２０ｂ、
１２３ｂは、本発明にかかる「信号引き出し線」の一例に該当する。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。

【００４２】

（超音波振動子と配線基板の接続）

次に、本実施形態にかかる超音波トランスデューサ１００における超音波振動子１１４
の前面電極１１２と前面側基板１２３の接続構造および、超音波振動子１１４の背面電極
１１６と背面側基板１２０との接続構造について、図１～図３を参照して説明する。図３
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１００において、第１振動子群
１５０および第２振動子群１６０における超音波振動子１１４の前面電極１１２と前面側
基板１２３との接続構造、および背面電極１１６と背面側基板１２０との接続構造とを示
す、図２の概略部分拡大図である。

【００４３】

図１および図２に示すように超音波トランスデューサ１００における超音波振動子１１
４の背面に隣接して背面側基板１２０が設けられる。これに対し、超音波振動子１１４の
前面側には、第２音響整合層１１１の前面に隣接して前面側基板１２３が設けられる。し
たがって、前面側基板１２３の各配線パターンは、第１音響整合層１１０および第２音響
整合層１１１を通して前面電極１１２と接続される。つまり、前面側基板１２３の各配線
パターン１２３ａ、１２３ｂと前面電極１１２とを導通させなければならない。このため
、第１音響整合層１１０および第２音響整合層１１１は、導電性を有する材料または、当
該配線パターンと前面電極１１２とを接続するリード等を有する構成となる。音響整合層
（１１０，１１１）に用いる導電性を有する材料としては、例えばカーボンを含んだ材料
を用いることが可能である。

【００４４】

なお前面側基板１２３は、必ずしも上記位置に配置される必要はなく、第１音響整合層
１１０と超音波振動子１１４との間に配置することも可能である。ただし本実施形態のよ
うに第２音響整合層１１１のさらに前面側に前面側基板１２３を配置することにより、超
音波振動子１１４と音響整合層（１１０，１１１）との間に余分な構造体が介在しないの
で、前面側基板１２３の存在による音響的な影響を低減させる事が可能である。また、本
実施形態における超音波トランスデューサ１００では、音響整合層（１１０，１１１）を
２層有しているものであるが、これに限らず１層の音響整合層とすることも可能である。
ただし、前面側基板１２３をポリイミド等によって構成する場合は、本実施形態のような
２層の音響整合層（１１０，１１１）を用いることが音響整合の点で好適である。

【００４５】

またこれらの前面側基板１２３には、図３に示すような独立配線パターン１２３ａ、共
通配線パターン１２３ｂが、また背面側基板１２０には、独立配線パターン１２０ａ、共
通配線パターン１２０ｂが、以下のように形成される。

【００４６】

すなわち図３に示すように、独立配線パターン１２３ａは、前面側基板１２３における
超音波放射方向側（被検体側）の面（前面）に形成され、また共通配線パターン１２３ｂ
は、前面側基板１２３の超音波振動子１１４側の面（背面）に形成される。また独立配線
パターン１２０ａは、背面側基板１２０のバッキング材１１８側の面（背面）に形成され
、共通配線パターン１２０ｂは、背面側基板１２０の超音波振動子１１４側の面（前面）
に形成される。

【００４７】

また図３に示すように、前面側基板１２３における背面には、第２振動子群１６０にお
ける各超音波振動子１１４の前面電極１１２と導通された接続パッド１２４が設けられて

10

20

30

40

50

いる。この接続パッド 1 2 4 は、前面側基板 1 2 3 において、当該前面側基板 1 2 3 を挟んで独立配線パターン 1 2 3 a の反対側であって、第 2 振動子群 1 6 0 の超音波振動子 1 1 4 それぞれの配列に対応して、前面側基板 1 2 3 の背面に配列されて形成される。同様に、接続パッド 1 2 5 は、背面側基板 1 2 0 において、当該背面側基板 1 2 0 を挟んで独立配線パターン 1 2 0 a の反対側であって、かつ第 1 振動子群 1 5 0 の超音波振動子 1 1 4 それぞれの配列に対応して、背面側基板 1 2 0 の前面に配列されて形成される。したがって、前面側基板 1 2 3 が第 2 音響整合層 1 1 1 の音響レンズ（不図示）側の面に取り付けられたときに、前面電極 1 1 2 と前面側基板 1 2 3 の接続パッド 1 2 4 とが音響整合層（1 1 0, 1 1 1）を介して接続され、さらに背面側基板 1 2 0 が超音波振動子 1 1 4 の背面に取り付けられたときに、背面電極 1 1 6 と背面側基板 1 2 0 の接続パッド 1 2 5 とが接続される。なお、本実施形態にかかる接続パッド 1 2 4, 1 2 5 は、本発明にかかる「電極パッド」の一例に該当する。

【0048】

また図 3 に示すように、前面側基板 1 2 3、背面側基板 1 2 0 の前面、背面間の導通、すなわち接続パッド 1 2 4 と独立配線パターン 1 2 3 a の導通、および接続パッド 1 2 5 と独立配線パターン 1 2 0 a の間の導通は、貫通電極（電極孔）1 2 1 によってなされる。この貫通電極 1 2 1 を、スルーホールまたは、ビアホール等として構成することが可能である。また貫通電極 1 2 1 の接続パッド 1 2 4、1 2 5 と反対側の端部においては独立配線パターン 1 2 3 a、1 2 0 a と貫通電極 1 2 1 それぞれとを接続するパッド（不図示）が形成されている。なお、本実施形態にかかる貫通電極 1 2 1 は、本発明にかかる「導電孔」の一例に該当する。

【0049】

また図 3 に示すように独立配線パターン 1 2 3 a、1 2 0 a の端部は、貫通電極 1 2 1 におけるパッド（不図示）と接続されている。また共通配線パターン 1 2 3 b は、前面側基板 1 2 3 における、第 1 振動子群 1 5 0 である超音波振動子 1 1 4 側の部分に形成され、前面電極 1 1 2 を共通接続する。同様に共通配線パターン 1 2 0 b は、背面側基板 1 2 0 における、第 2 振動子群 1 6 0 である超音波振動子 1 1 4 側の部分に形成され、背面電極 1 1 6 を共通接続する。第 1 振動子群 1 5 0 および第 2 振動子群 1 6 0 の位置については、次に述べる。

【0050】

（超音波振動子の配列および配線パターン）

次に、第 1 実施形態にかかる超音波トランスデューサ 1 0 0 における前面側基板 1 2 3 および背面側基板 1 2 0 の各配線パターン（1 2 0 a、1 2 0 b、1 2 3 a、1 2 3 b）について、図 1 ~ 図 5 を参照して説明する。図 4（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 1 0 0 の背面側基板 1 2 0 における超音波振動子 1 1 4 側の面（背面）の共通配線パターン 1 2 0 b を概念的に示す概略図である。図 4（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 1 0 0 の背面側基板 1 2 0 における、バッキング材 1 1 8 側の面（前面）の独立配線パターン 1 2 0 a を概念的に示す概略図である。図 5（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 1 0 0 の前面側基板 1 2 3 における超音波振動子 1 1 4 側の面（背面）の共通配線パターン 1 2 3 b を概念的に示す概略図である。図 5（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 1 0 0 の前面側基板 1 2 3 における被検体側の面（前面）の独立配線パターン 1 2 3 a を概念的に示す概略図である。

【0051】

なお、図 4・図 5 においては説明の便宜上、基板上の各配線パターンだけでなく超音波振動子 1 1 4 の配列状態を一部、示している。また、図 4・図 5 に示す超音波振動子 1 1 4 および第 1 振動子群 1 5 0、第 2 振動子群 1 6 0 の配列は、一例であり、配列数、配列の形状等をその他の構成とすることも可能である。

【0052】

本実施形態における超音波トランスデューサ 1 0 0 では、配列された全ての超音波振動

子 1 1 4 のうち、第 1 振動子群 1 5 0 における超音波振動子 1 1 4 の前面電極 1 1 2 は、それぞれ前面側基板 1 2 3 の背面において、共通配線パターン 1 2 3 b により共通接続されてグランド電極となる。また第 2 振動子群 1 6 0 における超音波振動子 1 1 4 の背面電極 1 1 6 は、それぞれ背面側基板 1 2 0 の前面において共通配線パターン 1 2 0 b によって共通接続されてグランド電極となる。さらに、これら前面側基板 1 2 3 と背面側基板 1 2 0 における共通配線パターン 1 2 3 b および共通配線パターン 1 2 0 b (グランド線) は、2 次元配列された超音波振動子 1 1 4 の 2 次元配列の端縁側 (外側) に引き出される。

【 0 0 5 3 】

例えば超音波振動子 1 1 4 の 2 次元配列において、超音波振動子 1 1 4 が行方向に M 個、列方向に N 個配列された複数のブロックに分割されたサブアレイ 1 2 6 が形成されているものとする。また図 4 (A) および図 5 (A) に示すように、このサブアレイ 1 2 6 は、個々の超音波振動子 1 1 4 の電極と共通配線パターン 1 2 0 b または共通配線パターン 1 2 3 b との接続によって、超音波振動子 1 1 4 の 2 次元配列における行方向において、交互に第 1 振動子群 1 5 0、第 2 振動子群 1 6 0 として区分される。この行方向とは、各基板において、超音波振動子アレイからその外側へ各配線パターンが引き出される方向 (図 4 および図 5 (A) の矢印方向)) と略直交する方向である。

【 0 0 5 4 】

すなわち図 4 (A) に示すように、背面側基板 1 2 0 の前面の共通配線パターン 1 2 0 b は、行方向においてサブアレイ 1 2 6 一つおきに、そのサブアレイ 1 2 6 に属する超音波振動子 1 1 4 の背面電極 1 1 6 を共通接続するように形成される。このようにして背面側基板 1 2 0 の共通配線パターン 1 2 0 b が、当該共通配線パターン 1 2 0 b と接続されたサブアレイ 1 2 6 を、第 2 振動子群 1 6 0 として定める。

【 0 0 5 5 】

また図 5 (A) に示すように、前面側基板 1 2 3 の背面の共通配線パターン 1 2 3 b は、当該背面において背面側基板 1 2 0 の共通配線パターン 1 2 0 b に接続されていないサブアレイ 1 2 6 に属する超音波振動子 1 1 4 の前面電極 1 1 2 を共通接続するように形成される。したがって、共通配線パターン 1 2 3 b も行方向においてサブアレイ 1 つおきに形成されるものである。このようにして前面側基板 1 2 3 の共通配線パターン 1 2 3 b が、当該共通配線パターン 1 2 3 b と接続されたサブアレイ 1 2 6 を、第 1 振動子群 1 5 0 として定める。また共通配線パターン 1 2 0 b に接続されていない第 1 振動子群 1 5 0 における超音波振動子 1 1 4 の背面電極 1 1 6 は、グランド線である独立配線パターン 1 2 0 a が形成された背面側基板 1 2 0 の背面に引き出される。同様に共通配線パターン 1 2 3 b に接続されない第 2 振動子群 1 6 0 の前面電極 1 1 2 は、独立配線パターン 1 2 3 a が形成された前面側基板 1 2 3 の前面に引き出される。以下、各基板 (1 2 0、1 2 3) における各面ごとの構成の具体的な内容を説明する。

【 0 0 5 6 】

《 背面側基板の前面 》

例えば背面側基板 1 2 0 の前面では図 4 (A) に示すように、行方向においてサブアレイ 1 2 6 一つおきに共通配線パターン 1 2 0 b が形成されるとともに、この共通配線パターン 1 2 0 b は、列方向 (配線引き出し方向) に 2 列並んだサブアレイ 1 2 6 が一連となつて、超音波振動子 1 1 4 の端縁 (本発明にかかる「一辺」、「対辺」の一例に該当する) に向かって引き出されるように形成される。この共通配線パターン 1 2 0 b に接続されたサブアレイ 1 2 6 は第 2 振動子群 1 6 0 となる。したがって、共通配線パターン 1 2 0 b によって、1 列目、2 列目のサブアレイ 1 2 6 は、第 1 振動子群 1 5 0、第 2 振動子群 1 6 0 の順となる。

【 0 0 5 7 】

また 1 列目、2 列目のサブアレイ 1 2 6 に接続される共通配線パターン 1 2 0 b に対し、3 列目・4 列目のサブアレイ 1 2 6 に接続される共通配線パターン 1 2 0 b は、図 4 (A) に示すように、サブアレイ 1 2 6 の 1 ブロックずれた位置に形成される。つまり、1

列目、2列目のサブアレイ126と、3列目・4列目のサブアレイ126とは、振動子群(150、160)の配列順序が逆となり、第2振動子群160、第1振動子群150の順となるように共通配線パターン120bが形成される。

【0058】

したがって、この例における背面側基板120の背面側の共通配線パターン120bは、図4(A)に示すように、1列目と2列目の隣接するサブアレイ126、つまり列方向に隣接する第2振動子群160の各背面電極116を共通接続し、2次元配列の縁部側(図における上方)へ引き出す構成である。同様に、3列目と4列目の列方向に隣接するサブアレイ127つまり第2振動子群160の各背面電極116が共通接続され、2次元配列の反対側の端縁へ(図における下方)引き出される。つまり、この1・2列目の第2振動子群160の各背面電極116に接続された共通配線パターン120bの引き出し方向と、3・4列目の第2振動子群160の各背面電極116に接続された共通配線パターン120bの引き出し方向とは、それぞれ反対の方向である。また、これらの背面側基板120前面における共通配線パターン120bは、第2振動子群160と重なり合う領域にのみ形成される。

10

【0059】

この縁部に引き出された共通配線パターン120bは、背面側基板120を介してさらに電子回路180(図6参照)側へ引き出される(図2参照)。また、背面側基板120の前面における、第1振動子群150と重なり合う領域には、上述のように当該第2振動子群160の超音波振動子114それぞれの配列に対応して、接続パッド124が設けら

20

【0060】

《前面側基板の背面》

図5(A)に示すように、前面側基板123における背面側では、第1振動子群150と重なり合う部分にのみ、共通配線パターン123bが設けられている。この共通配線パターン123bは、第1振動子群150における超音波振動子114の前面電極112を共通接続している。また、前面側基板の背面における第2振動子群160と重なり合う領域には、当該第2振動子群160の超音波振動子114それぞれの配列に対応して接続パッド125が設けられている。すなわち、図5(A)に示すような前面側基板123の背面の共通配線パターン120bの形成される位置と、図4(A)に示すような前面側基板123の前面における共通配線パターン123bの形成される位置とは、超音波振動子114を挟んで逆となる。上記説明した超音波トランスデューサ100の例であれば、背面側基板120の前面における共通配線パターン120bは、当該前面と第2振動子群160とが対向する位置に形成されるものであったが、これに対し前面側基板123の背面の共通配線パターン123bは、当該背面と第1振動子群150とが対向する位置に形成されるものである。

30

【0061】

また、図5(A)では1列目と2列目の列方向に隣接するサブアレイ126つまり隣接する第1振動子群150の各前面電極112を共通接続し、2次元配列の端縁(図における上方)へ引き出す構成である。同様に、共通配線パターン123bは、3列目と4列目の隣接する第1振動子群150の各前面電極112を共通接続し、2次元配列の反対側の端縁へ(図における下方)引き出す。したがって図5(A)に示す前面側基板123の背面においても、図4(A)に示すような背面側基板120における前面と同様に、この1・2列目のサブアレイ126を共通接続した共通配線パターン123bの引き出し方向と、3・4列目の共通配線パターン123bの引き出し方向とは、それぞれ反対の方向となる。

40

【0062】

また、前面側基板123において超音波振動子114の2次元配列の縁部に引き出された共通配線パターン123bも、共通配線パターン120bと同様に、前面側基板123を介してさらに電子回路180(図6参照)側へ引き出される。さらに図2に示すように

50

、超音波トランスデューサ 100 は、前面側基板 123 の背面の端部において背面側基板 120 の前面と接続された導電接続部 130 が設けられている。また図 2 に示すように、共通配線パターン 123b が形成された前面側基板 123 背面と、共通配線パターン 120b が形成された背面側基板 120 前面とは、対向するように配置されている（図 2 参照）。したがって、共通配線パターン 123b は、導電接続部 130 を介して共通配線パターン 120b とまとめて配線することが可能である。

【0063】

《背面側基板の背面》

上述したように背面側基板 120 前面の接続パッド 125 と、背面の独立配線パターン 120a とは、貫通電極 121 によって導通されている（図 3）。つまり第 1 振動子群 150 における超音波振動子 114 の背面電極 116 それぞれから個別に独立配線パターン 120a が引き出され、電子回路 180 へ導かれる。この背面側基板 120 の前面における独立配線パターン 120a それぞれの配線スペースは、次のようになる。

10

【0064】

まず超音波振動子 114 の 2 次元配列における端縁側のサブアレイ 126 から引き出される独立配線パターン 120a は、超音波振動子 114 の 2 次元配列の端縁に向かって略直線状に直接引き出される。すなわち、その配線スペースは、第 1 振動子群 150 と背面側基板 120 が重なり合う部分であり、背面側基板 120 の背面に露出した貫通電極 121 端部のパッド（不図示）の間を通して形成される。図 4（B）の例であれば、図中矢印方向が示すように、1 列目・4 列目（図の最上方及び最下方）の第 1 振動子群 150 の超音波振動子 114 に接続されている独立配線パターン 120a は、当該超音波振動子 114 との重複部分（貫通電極 121 のパッド間）を配線スペースとし、図上方または図下方の 2 次元配列の端縁へ引き出される。

20

【0065】

この超音波振動子 114 の 2 次元配列における縁部側のサブアレイ 126 から引き出された独立配線パターン 120a に対し、当該配列における中央側のサブアレイ 126 から引き出される独立配線パターン 120a の配線スペースは、第 2 振動子群 160 と背面側基板 120 が重なり合う部分である。つまり、当該中央側のサブアレイ 126 における、背面側基板 120 の背面の貫通電極 121 端部のパッド（不図示）から引き出される独立配線パターン 120a は、一旦、貫通電極 121 が露出していない第 2 振動子群 160 と重なり合う部分側、つまり共通配線パターン 120b が形成された領域の反対側へ引き出される。この独立配線パターン 120a は、さらに第 2 振動子群 160 と重なり合う部分を配線スペースとし、超音波振動子 114 の 2 次元配列の端縁側へ引き出される。図 4（B）の例であれば、図中矢印方向が示すように、2・3 列目（図の略中央）のサブアレイ 126 に接続されている独立配線パターン 120a は、列方向に一旦引き出されてから、第 2 振動子群 160 との重複部分を介して、間接的に図上方または下方の 2 次元配列縁部へ引き出される。

30

【0066】

以上説明した本実施形態の超音波トランスデューサ 100 によれば、超音波振動子 114 の 2 次元配列において、当該配列における略中央側に配列された超音波振動子 114 群から独立配線パターン 120a を個別に引き出すために、背面側基板 120 の背面における貫通電極 121 のパッドが露出していない空き領域を利用するように構成されている。したがって、超音波振動子 114 の 2 次元配列の縁部側のサブアレイ 126 における超音波振動子 114 の配線スペースと、中央側の超音波振動子 114 の配線スペースとがそれぞれ別の領域となっており、背面側基板 120 における背面の配線スペースに余裕を持たせることが可能となる。

40

【0067】

例えば超音波振動子 114 の 2 次元配列が 48 行×32 列であり、本実施形態のように、当該列方向の一方と、反対側の他方の 2 方向に向かって独立配線パターン 120a 等を引き出すことを前提に（図 2・4 参照）全配列を列方向に等しく 2 分割すると、48 行×

50

1 6 列の超音波振動子 1 1 4 のサブアレイ 1 2 6 群が 2 つできる。つまりこの 4 8 行 × 1 6 列の超音波振動子 1 1 4 のサブアレイ 1 2 6 群それぞれから独立配線パターン 1 2 0 a を個別に引き出すことが少なくとも必要となる。

【0068】

ここで、一例としてこの超音波振動子 1 1 4 の配列ピッチを、0.4 mm × 0.4 mm 程度とし、かつ貫通電極 1 2 1 のパッド径 ϕ を 0.1 mm 程度とすると、当該パッド間のギャップは約 0.3 mm となる。また独立配線パターン 1 2 0 a、1 2 3 a が約 40 μ m であるものとする。この場合、貫通電極 1 2 1 のパッド間のギャップ約 0.3 mm には、7 本のパターンを通すことができる。したがってこの例において、2 次元配列端縁側の超音波振動子 1 1 4 ブロックの 1 ブロック（サブアレイ 1 2 6）を、8 行 × 8 列の 64 素子とすれば、まず 2 次元配列の最も端縁にある 1 列目（または 8 列目）の超音波振動子 1 1 4 それぞれから直接、独立配線パターン（約 48 μ m）を 2 次元配列の外側に引き出し、かつ基板における貫通電極 1 2 1 のパッド間に、残りの 7 列分の超音波振動子 1 1 4 のパターン通すことにより、6 ブロック、つまり 48 行 × 8 列の独立配線パターン（1 2 0 a、1 2 3 a）の引き出しが可能である。

10

【0069】

次に、2 次元配列の中央側の超音波振動子 1 1 4 ブロックの 1 ブロック（サブアレイ 1 2 6）も、8 行 × 8 列の 64 素子とする。この超音波振動子 1 1 4 ブロックの 8 行目（または 1 行目）の超音波振動子 1 1 4 から一旦、貫通電極 1 2 1 のパッド（不図示）が無い空き領域に、独立配線パターン 1 2 0 a、1 2 3 a を引き出す。その後、当該独立配線パターン 1 2 0 a、1 2 3 a を引き出した方向と直交する方向、すなわち 2 次元配列の外側に引き出す。このようにして、2 次元配列の中央側の 6 ブロック、つまり 48 行 × 8 列の独立配線パターンの引出が可能である。また、当該領域にはパッドが形成されていない分、2 次元配列の縁部側の超音波振動子 1 1 4 ブロック配線の引き出しより、さらに容易である。

20

【0070】

以上説明したように、本実施形態における超音波トランスデューサ 100 においては、上記の例、すなわち 48 列 × 32 行の超音波振動子 1 1 4 の配列を 2 方向に引き出す構成、かつ縁部側の 48 行 × 8 列の超音波振動子 1 1 4 と、中央部側の 48 行 × 8 列の超音波振動子 1 1 4 との配線スペースを分散させる構成によって、全 1536 素子からの配線の引き出しを可能としている。

30

【0071】

《前面側基板の前面》

第 2 振動子群 160 における超音波振動子 1 1 4 の前面電極 1 1 2 それぞれは、前面側基板 123 背面の接続パッド 124 および貫通電極 1 2 1 を介して、個別に前面の独立配線パターン 1 2 3 a に接続されている（図 3）。図 5（B）の例であれば、図中矢印方向が示すように、1 列目・4 列目（図の最上方及び最下方）のサブアレイ 1 2 6 に接続されている独立配線パターン 1 2 3 a は、第 2 振動子群 160 との重複部分における貫通電極 1 2 1 のパッド間を配線スペースとし、図上方または図下方の 2 次元配列の端縁へ略直線的に引き出される。

40

【0072】

この縁部側のサブアレイ 1 2 6 から引き出された独立配線パターン 1 2 3 a に対し、中央側のサブアレイ 1 2 6 における、前面側基板 123 の前面の貫通電極 1 2 1 端部のパッドから引き出される独立配線パターン 1 2 3 a は、一旦、貫通電極 1 2 1 が露出していない第 1 振動子群 150 と重なり合う部分側、つまり共通配線パターン 1 2 3 b が形成された領域の反対側へ引き出され、かつ当該部分を配線スペースとし、超音波振動子 1 1 4 の 2 次元配列の縁部側へ引き出される。図 5（B）の例であれば、図中矢印方向が示すように、2・3 列目（図の略中央）のサブアレイ 1 2 6 に接続されている独立配線パターン 1 2 3 a は、第 1 振動子群 150 との重複部分を介して、間接的に図上方または下方の 2 次元配列端縁へ引き出される。

50

【0073】

以上説明した本実施形態の超音波トランスデューサ100の前面側基板123の構成によれば、背面側基板120と同様、超音波振動子114の2次元配列における略中央側に配列された超音波振動子114群から独立配線パターン123aを個別に引き出すため、前面側基板123の前面における貫通電極121が露出していない空き領域を利用するように構成されている。したがって、超音波振動子114の2次元配列の端縁側のサブアレイ126における超音波振動子114の配線スペースと、中央側の超音波振動子114の配線スペースとがそれぞれ別の領域となっており、前面側基板123における前面の配線スペースに余裕を持たせることが可能となる。

【0074】

10

(制御構成)

次に、本発明の実施形態にかかる超音波プローブを含む超音波診断装置の制御構成の概略について図6を参照して説明する。図6は、この発明の実施形態にかかる超音波診断装置の制御構成の概略を示す概略ブロック図である。

【0075】

図6に示すように超音波プローブ170は、超音波トランスデューサ100および電子回路180を有するとともに、超音波診断装置本体200と接続されている。超音波診断装置本体200は、主制御部210、送信部220、受信部221、Bモード信号処理部230、ドプラ信号処理部231、表示部240、操作部250を有している。以下、超音波診断装置本体200における各部の処理について説明する。なお電子回路180は、例えば背面側基板120等に直接実装されるか、異方性導電フィルム(ACF/Anisotropic Conductive Film)等により接続された基板上に実装される。

20

【0076】

送信部220は、電圧回路や所定のレート周波数のレートパルスを繰り返し発生するパルサ回路を有する。また送信部220は、このレートパルスを超音波プローブ170に送信する。このレートパルスは、超音波トランスデューサ100の超音波振動子114によって放射される超音波を発生するためのものである。また超音波診断装置本体200の送信部220から超音波プローブ170へのレートパルスの送信は、ケーブル、コネクタ等を介して行われる。

30

【0077】

超音波プローブ170は、超音波診断装置本体200から受けたレートパルスを受け、電子回路180が超音波トランスデューサ100の超音波振動子114における各電極に当該レートパルスに基づく電圧を印加し、超音波振動子114がそれぞれ励起され、超音波ビームを放射する。ここで、本実施形態にかかる超音波トランスデューサ100では、超音波振動子114が第1振動子群150であるか、第2振動子群160であるかによって、超音波振動子114における前面電極112、背面電極116と、前面側基板123、背面側基板120との接続構造が逆となるように構成されている。すなわち、超音波振動子114の2次元配列における位置によって、信号電極・グランド電極が超音波振動子114における第1音響整合層110側に位置するか、バッキング材118側に位置するか異なる。したがって、第1振動子群150における超音波振動子114と第2振動子群160における超音波振動子114とは、電圧が印加されて励起されるときに分極方向が互いに逆となる。

40

【0078】

このような構成の超音波トランスデューサ100では、第1振動子群150および第2振動子群160の超音波振動子114を同じ電圧波形で駆動した場合、生じる超音波が逆位相となってしまう。したがって、超音波トランスデューサ100における超音波振動子114の素子配列、ピッチが均一であった場合、特に第1振動子群150と第2振動子群160の境界部分で隣接する超音波振動子114同士で、発生する超音波を打ち消しあってしまう。また、被検体からの反射波の受信の時ににおいても、同じ音圧の反射波を受信す

50

ると、分極方向が逆であることにより、超音波振動子 1 1 4 が発生する電圧の波形が反転してしまう。このような問題が生じてしまうと、超音波の送受信による超音波画像の生成に支障をきたすおそれがある。

【 0 0 7 9 】

上述の問題を解消するために、本実施形態における超音波トランスデューサ 1 0 0 は、次のような構成となっている。すなわち、超音波プローブ 1 7 0 における電子回路 1 8 0 は、超音波診断装置本体 2 0 0 からレートパルスを受けると、第 1 振動子群 1 5 0、第 2 振動子群 1 6 0 のいずれか一方に属する超音波振動子 1 1 4 に対し、逆位相の電圧を印加するように構成されている。つまり、本実施形態の第 1 振動子群 1 5 0 における超音波振動子 1 1 4 と第 2 振動子群 1 6 0 における超音波振動子 1 1 4 とが、逆位相の電気信号で駆動されるものである。

10

【 0 0 8 0 】

したがって、第 1 振動子群 1 5 0 の超音波振動子 1 1 4 と第 2 振動子群 1 6 0 の超音波振動子 1 1 4 との分極方向が逆であっても、いずれか一方に逆位相の電圧を印加しているので、第 1 振動子群 1 5 0 における超音波振動子 1 1 4 から発生する超音波と、第 2 振動子群 1 6 0 における超音波振動子 1 1 4 から発生する超音波の波形が反転してしまうおそれを回避することが可能となる。結果として、第 1 振動子群 1 5 0 と第 2 振動子群 1 6 0 との境界部分で隣接する超音波振動子 1 1 4 同士で、発生する超音波を打ち消しあう事態を回避することにより、超音波の送受信を確実に行って超音波画像の生成に支障をきたすおそれを防止することが可能となる。

20

【 0 0 8 1 】

また超音波振動子 1 1 4 が被検体からの反射波を受けて電圧を発生すると、さらに電子回路 1 8 0 は、分極方向が逆である第 1 振動子群 1 5 0 からの信号と、第 2 振動子群 1 6 0 におけるからの信号とのいずれか一方に対し、波形を反転させる処理を行う。電子回路 1 8 0 は、被検体からの反射波に基づく信号に当該処理を行った後、超音波プローブ 1 7 0 のコネクタ、ケーブル等を介し超音波診断装置本体 2 0 0 に当該信号を送信する。

【 0 0 8 2 】

すなわち、本実施形態における超音波トランスデューサ 1 0 0 では、反射波によって第 1 振動子群 1 5 0 における超音波振動子 1 1 4 と第 2 振動子群 1 6 0 における超音波振動子 1 1 4 とが励起されたとき、分極方向が互いに逆となる。したがって、第 1 振動子群 1 5 0 における超音波振動子 1 1 4 と第 2 振動子群 1 6 0 における超音波振動子 1 1 4 とで、発生する電圧波形が互いに逆位相となってしまうが、電子回路 1 8 0 がいずれか一方の波形を反転させる処理を行うので、超音波診断装置本体 2 0 0 における信号処理や超音波画像の生成支障をきたすおそれを回避することが可能となる。

30

【 0 0 8 3 】

また超音波トランスデューサ 1 0 0 における全ての超音波振動子 1 1 4 による 2 次元配列全体が、 $M \times N$ 個の複数ブロック（サブアレイ）に分割される構成である場合、電子回路 1 8 0 は、スイッチ回路として、超音波の送受信制御を行うように構成することが可能である。この場合、電子回路 1 8 0 は、被検体からの検出信号に加算処理を行うことにより、各超音波振動子 1 1 4 からの多数の信号路数を減縮するので、超音波プローブ 1 7 0 と超音波診断装置本体 2 0 0 との接続が容易となる。

40

【 0 0 8 4 】

受信部 2 2 1 は、アンプ回路、A / D 変換器、加算器等を有している。受信部 2 2 1 は超音波プローブ 1 7 0 における電子回路 1 8 0 が処理した、被検体からの反射波に基づく信号を受ける。さらに受信部 2 2 1 は、当該信号を増幅して、デジタル変換処理を行う。さらに受信部 2 2 1 は、デジタル化した検出信号を一端メモリに記憶させる。その後、受信部 2 2 1 はこの検出信号に、所定の深さからの超音波反射波を集束するための集束用遅延時間と、超音波反射波の受信指向性を順次変更して被検体を走査するための偏向用遅延時間が与えられる。さらにこのようなビームフォーミングされた出力に対し、整相加算（所定の方向から得られた受信信号を、位相を合わせた上で加算処理がなされる。

50

【 0 0 8 5 】

Bモード信号処理部230は、受信部221から上記加算処理済みの信号を受け、対数増幅、)包絡線検波処理などを施す。その後、Bモード信号処理部230は、当該処理済みの信号を主制御部210に送信する。

【 0 0 8 6 】

ドブラ信号処理部231は、受信部221から上記加算処理済みの信号を受け、速度情報を周波数解析し、ドブラ効果による血流や組織、造影剤エコー成分を抽出し、平均速度、分散、パワー等の血流情報を多点について求める。ドブラ信号処理部231は求めた血流情報のデータを主制御部210に送信する。

【 0 0 8 7 】

主制御部210は、図示しないスキャンコンバータ、シネメモリ、画像合成部などを有して構成される。また主制御部210は、Bモード信号処理部230からのデータを所定のビデオフォーマットに変換し、表示可能な超音波画像データを生成する。また、ドブラ信号処理部231からの血流情報のデータを基に平均速度画像、分散画像、パワー画像、またはこれらの組み合わせ画像を生成する。また、主制御部210は、これらの画像データをシネメモリに記憶させる。当該記憶された画像データ等を連続表示することにより超音波動画像を表示する制御を行うことも可能である。また主制御部210は、これらの画像データ等を、種々のパラメータの文字情報・目盛り等とともに合成し、表示部240に表示させる制御を行う。また主制御部210は、あらかじめ記憶された制御プログラムや、操作部250の操作等に基づき、超音波診断装置における各部の制御を実行する。

【 0 0 8 8 】

なお、本実施形態における超音波プローブ170では、送信部220からのレートパルスに基づき、電子回路180から第1振動子群150における超音波振動子114と第2振動子群160における超音波振動子114とのいずれか一方に対し、逆位相の電圧を印加するように構成されている。しかし、本発明にかかる超音波トランスデューサ100および超音波プローブ170を有する超音波診断装置はこれに限定されず、例えば、電子回路180が超音波振動子114の分極方向を局所的に反転させるように構成されていてもよい。例えば超音波トランスデューサ100の製造工程において、格子状の超音波振動子114分割加工を行い、前面側基板123および背面側基板120を、超音波振動子114群に接続した後、前面側基板123および背面側基板120の信号線露出部を介して直

【 0 0 8 9 】

この構成によれば、第1振動子群150における超音波振動子114と第2振動子群160における超音波振動子114とが発生する超音波が同位相となり、かつ反射波を受けて発生する電圧も同位相となるので超音波画像の生成に支障を来す事態を回避することが可能となる。また、これらのうちいずれかの処理を行う電子回路180自体を、超音波プローブ170側でなく超音波診断装置本体200側に設けることも可能である。

【 0 0 9 0 】

また、超音波プローブ170に、超音波診断装置本体200における送信部220、受信部221の少なくともいずれか一方を設ける構成を採ることも可能である。さらに、超音波診断装置本体200における送信部220、受信部221が第1振動子群150、第2振動子群160のいずれか一方に属する超音波振動子114に対し、逆位相の電圧を印加するように構成してもよい。

【 0 0 9 1 】

(作用・効果)

以上説明した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 9 2 】

上記説明したように実施形態の超音波トランスデューサ100では、前面側基板123および背面側基板120のいずれか一方に、信号電極と接続される独立配線パターン12

10

20

30

40

50

0 a、1 2 3 aを集中させないように、第1振動子群1 5 0と第2振動子群1 6 0とに分散させている。なおかつ、超音波トランスデューサ1 0 0では、超音波振動子1 1 4の2次元配列において、当該配列における略中央側に配列された超音波振動子1 1 4群から独立配線パターン1 2 0 a、1 2 3 aを個別に引き出すために、背面側基板1 2 0の背面における貫通電極1 2 1が露出していない空き領域を利用するように構成されている。

【0 0 9 3】

したがって、超音波振動子1 1 4の2次元配列の縁部側のサブアレイ1 2 6、1 2 6における、超音波振動子1 1 4の信号電極となる電極に接続された独立配線パターン1 2 0 a、1 2 3 a等の配線スペースと、中央側の配線スペースとがそれぞれ別の領域となっている。これによって背面側基板1 2 0における背面の配線スペースに余裕を持たせることが可能となる。結果として、超音波トランスデューサ1 0 0において膨大な数の超音波振動子1 1 4が存在する場合であっても、配線が困難とならず2次元配列の超音波トランスデューサ1 0 0を実現することが可能となる。

【0 0 9 4】

また超音波振動子1 1 4からの信号路数を減らすために、電子回路1 8 0を直接、超音波トランスデューサ1 0 0に実装する必要がないので、超音波トランスデューサの仕様ごとに専用IC (ASIC)を開発する必要が無い。また1つの電子回路の規模(面積等)を抑え、複数のICを用いて超音波トランスデューサ1 0 0の全素子の処理を行うことが可能である。したがって、開発コストや製造コスト、製品コスト等が低減される。

【0 0 9 5】

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1 0 0は、配線の引き出し構造として、超音波振動子1 1 4それぞれ、または超音波振動子1 1 4ブロックの間に、配線引き出し用の基板を複数挟む構成をとる必要がないので、サイドローブが生じる問題を回避することが可能となる。

【0 0 9 6】

また、仮に本実施形態の超音波トランスデューサ1 0 0の2次元配列において、超音波振動子1 1 4の間引き(スパースアレイ)を行う場合であっても、電子回路1 1 9と接続されていない無効振動子の比率を大幅に少なくすることが可能である。また、超音波振動子1 1 4の配列数が膨大となった場合、図9において説明したような従来のモジュール分割が必要となる場合がある。しかし、この場合であっても分割すべきモジュール数を低減することが可能である。

【0 0 9 7】

[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1 0 0および超音波トランスデューサ1 0 0が設けられた超音波プローブ1 7 0について図7および図8を参照して説明する。図7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1 0 0のサブアレイ1 2 6等の分布を概念的に示す概略図である。なお、第2実施形態については、第1実施形態と異なる部分のみ説明し、その他重複する部分については説明を割愛する。

【0 0 9 8】

(超音波振動子配列)

第2実施形態にかかる超音波トランスデューサ1 0 0は、略矩形状配列かつ2次元配列の超音波振動子1 1 4のうち、図7に示すように超音波を発生する有効振動子、すなわち信号線とグランド線とに接続されている超音波振動子1 1 4が、当該配列の中央を中心として略円形に配列されている。また、図7のX 1 ~ X 4のように4方向に配線を引き出すように構成されている。また、2次元配列の超音波トランスデューサ1 0 0における有効振動子以外の四隅の超音波振動子1 1 4およびサブアレイ1 2 7の間のわずかな超音波振動子1 1 4(図7における白抜きの超音波振動子1 1 4)については、その前面側および背面側の双方が共通接続されてグランド電極となる。

【0 0 9 9】

このような構成によればセクタスキャンの場合、矩形の２次元配列に比べてサイドローブを低減させることが可能となる。さらに電子回路１８０と接続する超音波振動子１１４の数を少なくし、配線を簡便にすることが可能となる。なお、この有効振動子の配列形状は、図７に示すような略円形に限らず、略楕円形や、四隅を直線状に切欠いた八角形であっても同様の効果を得ることが可能である。

【０１００】

（配線パターン）

次に図８（Ａ）～（Ｄ）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の前面側基板１２３および背面側基板１２０における図７のＸ１方向に引き出された独立配線パターン１２３ａ、１２０ａを概念的に示す概略図である。このうち図８（Ａ）は、前面側基板１２３の背面の配線領域を示しており、図８（Ｂ）は、前面側基板１２３の前面の配線領域を示しており、図８（Ｃ）は、背面側基板１２０の前面の配線領域を示しており、図８（Ｄ）は、前面側基板１２３の前面の配線領域を示している。

【０１０１】

図７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１００における超音波振動子１１４における有効振動子は、略円形状に配列されており、無効振動子を含めた全体の配列は矩形状である。このような配列の場合において、独立配線パターン１２０ａ、１２０ｂ、１２３ａ、１２３ｂを４方向に引き出すには、例えば図７のような構成を採ることが可能である。すなわち、２次元配列された超音波振動子１１４全体を、矩形の超音波振動子１１４の配列の端縁である１辺を底辺とし、当該２次元配列の中央を頂点とする略二等辺三角形を形成するように４分割し、分割された各ブロックごとに当該底辺（アレイの端縁）に向かい各配線パターンを引き出すように構成される。以下、図８（Ａ）～（Ｄ）を参照して各基板の各面における各配線パターンについて説明する。

【０１０２】

《前面側基板の背面》

図８（Ａ）に示すように前面側基板１２３における背面側において、第２振動子群１６５と重なり合わない部分がグランド配線領域１９０となる。このグランド配線領域１９０における共通配線パターン１２３ｂ（例えばベタグランド）は、第１振動子群１５５における超音波振動子１１４の前面電極１１２を共通接続し、超音波振動子１１４の２次元配列の端縁の外側へ配線を引き出している。また、前面側基板１２３の背面における第２振動子群１６５と重なり合う領域には、当該第２振動子群１６５の超音波振動子１１４それぞれの配列に対応して接続パッド１２５が設けられている。

【０１０３】

また上述したように、第２実施形態にかかる超音波トランスデューサ１００では、全ての超音波振動子１１４を当該矩形の全配列の端縁を底辺とする略二等辺三角形で４分割するものである。この略二等辺三角形において、第１振動子群１５５、第２振動子群１６５を振り分けるためには、例えば図８（Ａ）に示すように、第１振動子群１５５の一部および第２振動子群１６５の一部の双方が共に、底辺（アレイの端縁）と隣接するように配列される構成を採ることが可能である。このように構成することで、前面側基板１２３の背面および背面側基板１２０の前面のいずれにおいても、配線が容易となる。つまり第１振動子群１５５の一部または第２振動子群１６５の一部のいずれかが底辺と隣接しない場合、前面側基板１２３の背面および背面側基板１２０の前面のいずれか一方がグランド配線の引き出しが困難となるおそれがあるためである。

【０１０４】

《前面側基板の前面》

図８（Ｂ）に示すように前面側基板１２３の背面の接続パッド１２４も、貫通電極１２１によって、前面の独立配線パターン１２３ａと接続され、各超音波振動子１１４の前面電極１１２から個別に配線が引き出されている。また図８（Ｂ）に示すように、２次元配列の端縁と隣接した第２振動子群１６５の超音波振動子１１４からは、独立配線パターン１２３ａがそのまま当該端縁方向に直接引き出される。また２次元配列の端縁と隣接して

いない第2振動子群165の超音波振動子114からは、独立配線パターン123aを一旦、第2振動子群165と重なり合わない部分、例えば貫通電極121のパッドが無い第1振動子群155と重なり合う部分や無効振動子の部分等(図中の)に引き出されてから、アレイの端縁に向かって引き出される。

【0105】

《背面側基板の前面》

図8(C)に示すように、背面側基板120の前面におけるグランド配線領域190は、前面側基板の背面と逆の位置になる。これは第1実施形態と同様である。

【0106】

《背面側基板の背面》

図8(D)に示すように背面側基板120の背面における独立配線パターン120aの配線スペースは、前面側基板の前面と逆の位置になる。これも第1実施形態と同様である。また図8(D)に示すように、背面側基板120の背面における独立配線パターン120aは全て、一旦、第1振動子群155と重なり合わない部分、例えば貫通電極121のパッドが無い第2振動子群165と重なり合う部分や、無効振動子部分を介して端縁方向に引き出される。

【0107】

第2実施形態における超音波トランスデューサ100においても、超音波振動子114の前面電極112を、グランド電極と信号電極とに分散させ、背面電極116もグランド電極と信号電極とに分散させることにより、信号電極となる電極に接続された独立配線パターン120a、123a等の配線スペースに余裕を持たせることが可能となる。結果として、超音波トランスデューサ100において膨大な数の超音波振動子114が存在する場合であっても、配線が困難とならず2次元配列の超音波トランスデューサ100を実現することが可能となる。

【符号の説明】

【0108】

- 100 超音波トランスデューサ
- 110 第1音響整合層
- 111 第2音響整合層
- 112 前面電極
- 114 超音波振動子
- 116 背面電極
- 118 バッキング材
- 120 背面側基板
- 120a、123a 独立配線パターン
- 120b、123b 共通配線パターン
- 121 貫通電極
- 123 前面側基板
- 124、125 接続パッド
- 126、127 サブアレイ
- 130 導電接続部
- 150、155 第1振動子群
- 160、165 第2振動子群
- 170 超音波プローブ
- 180 電子回路
- 190 グランド配線領域
- 200 超音波診断装置本体
- 210 主制御部
- 220 送信部
- 221 受信部

10

20

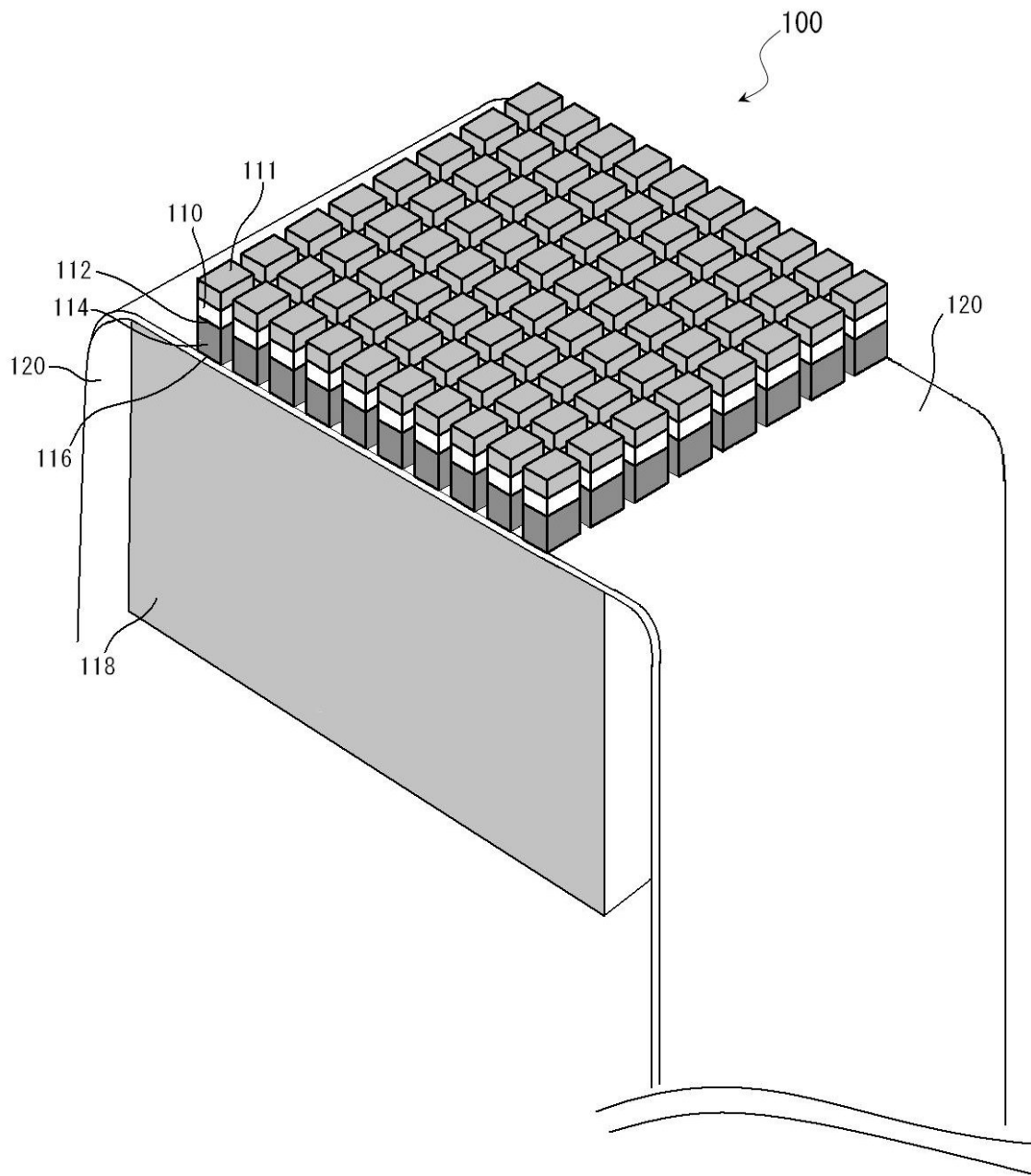
30

40

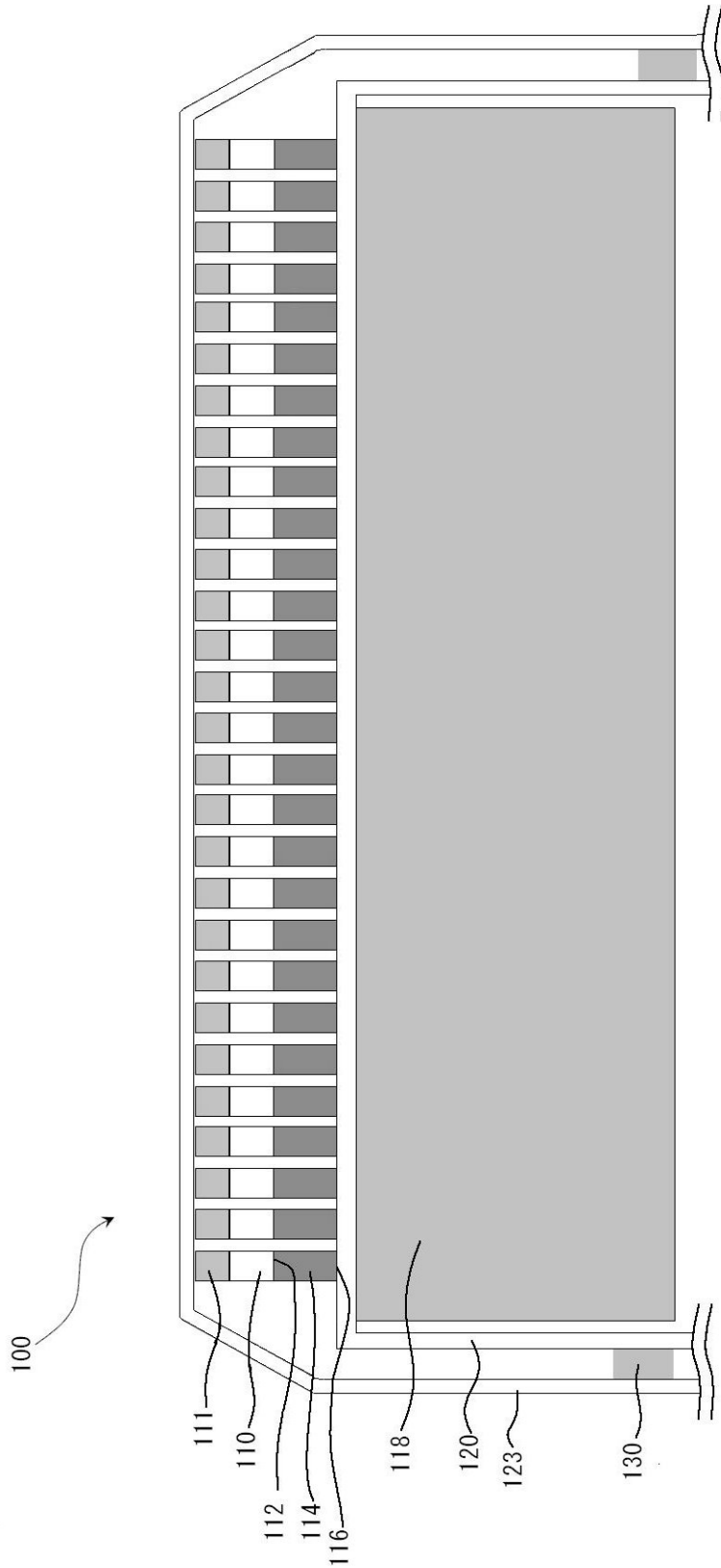
50

2 3 0 B モード信号処理部
2 3 1 ドブラ信号処理部
2 4 0 表示部
2 5 0 操作部

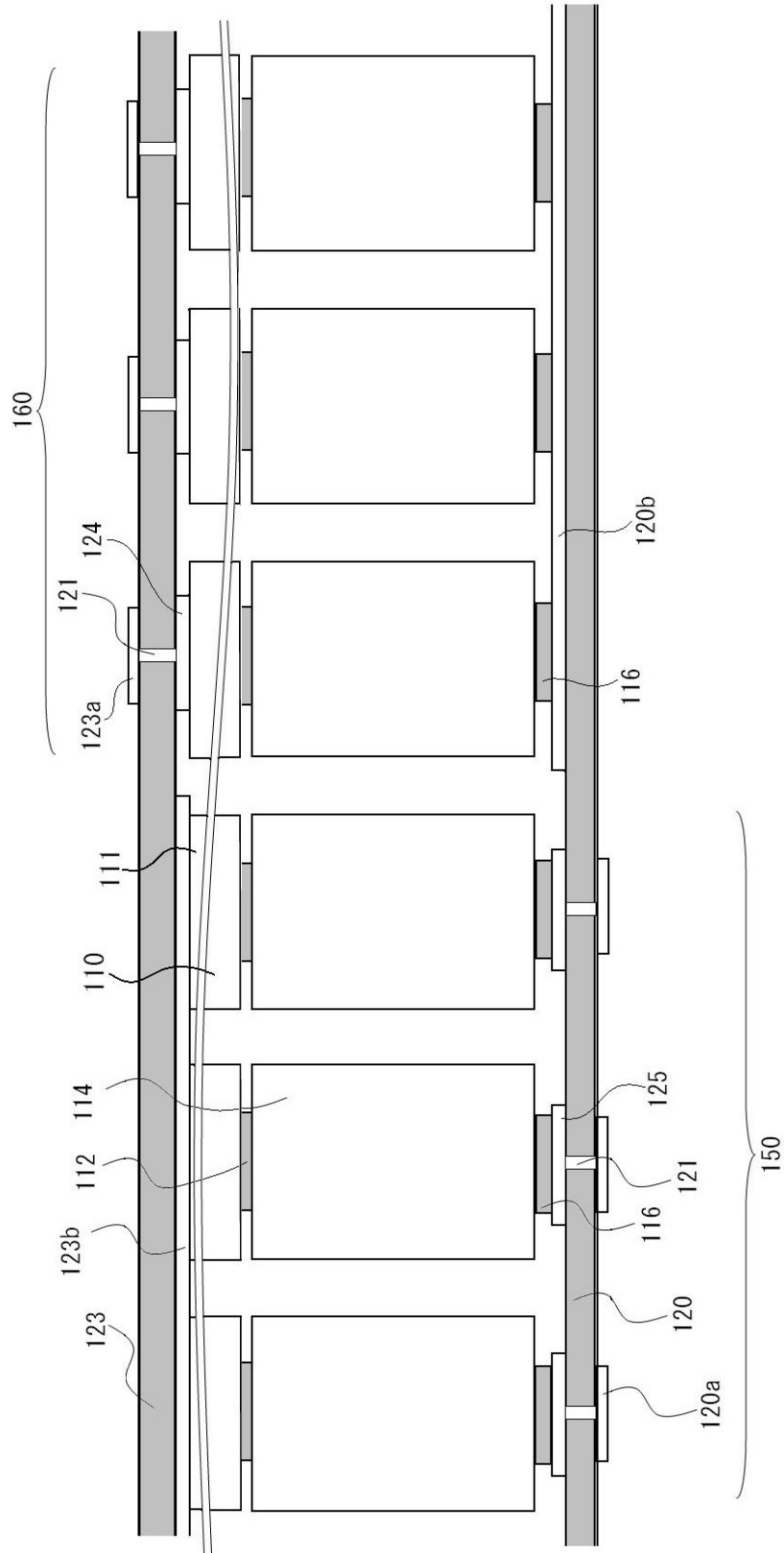
【図 1】



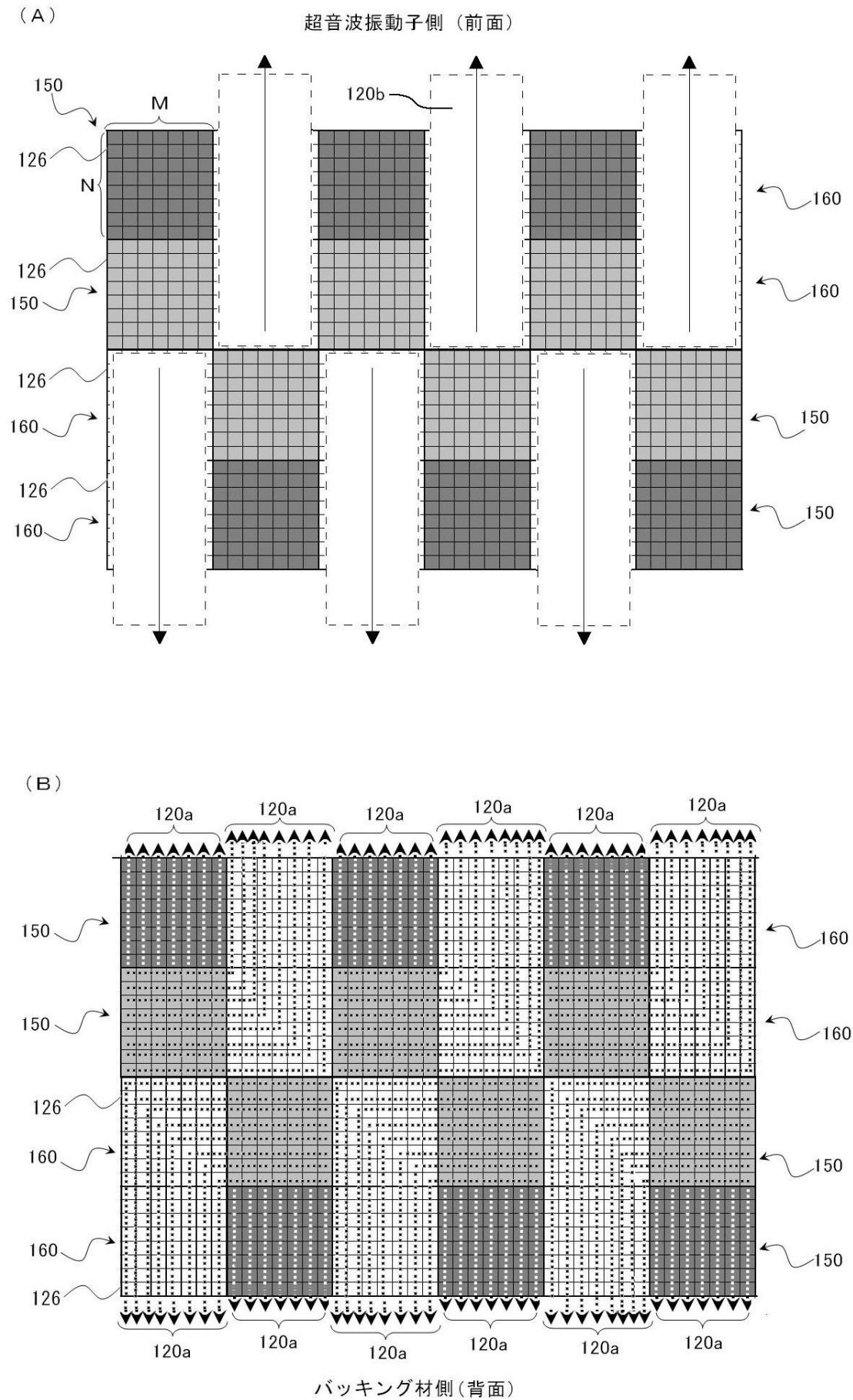
【図 2】



【図 3】

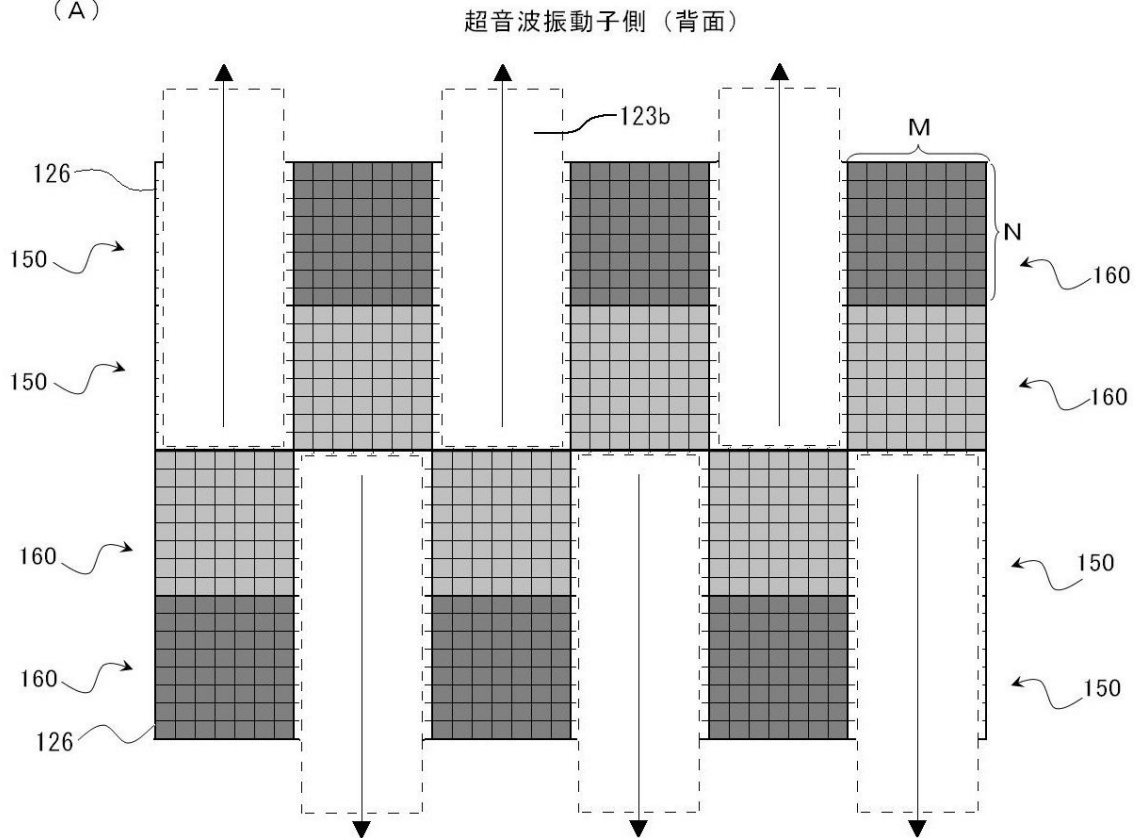


【図 4】

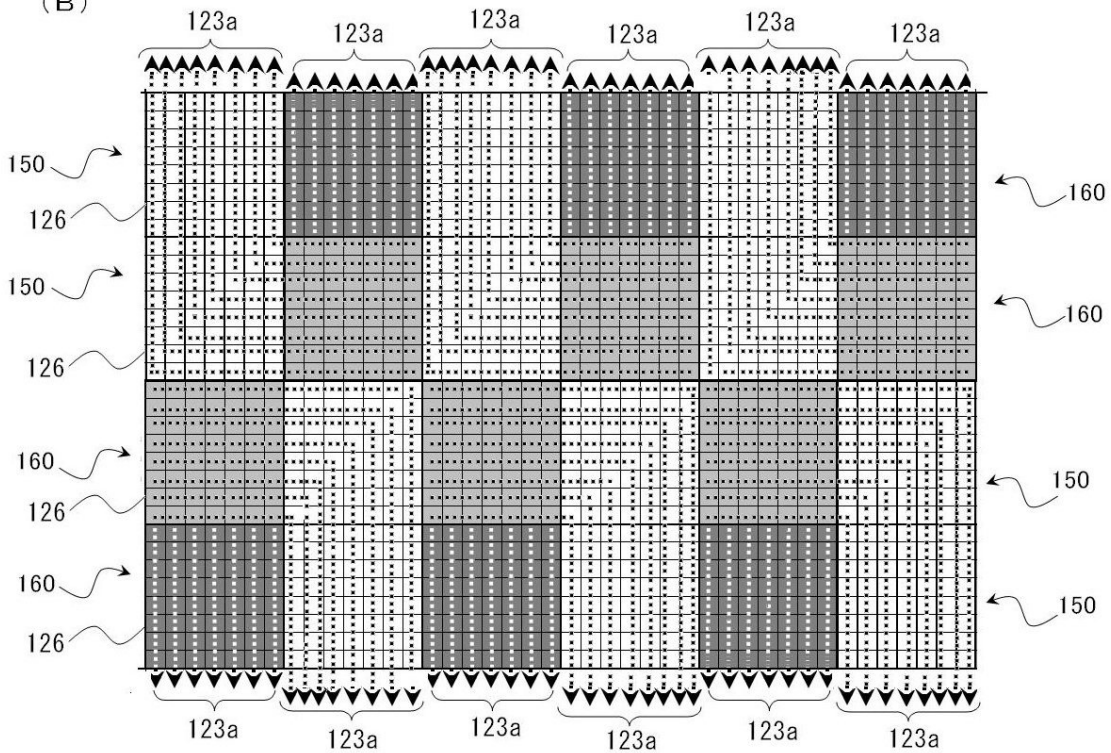


【 図 5 】

(A)

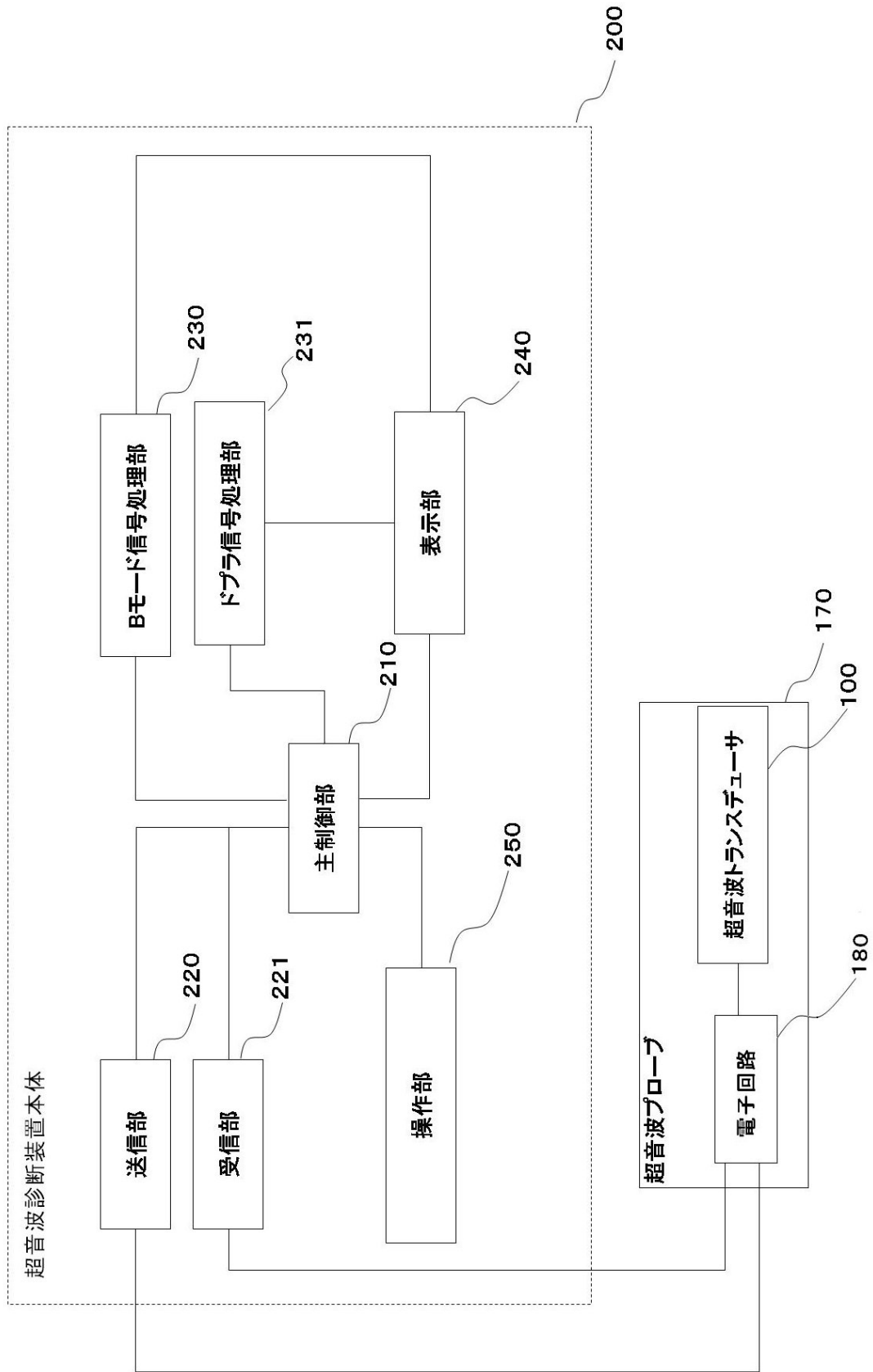


(B)

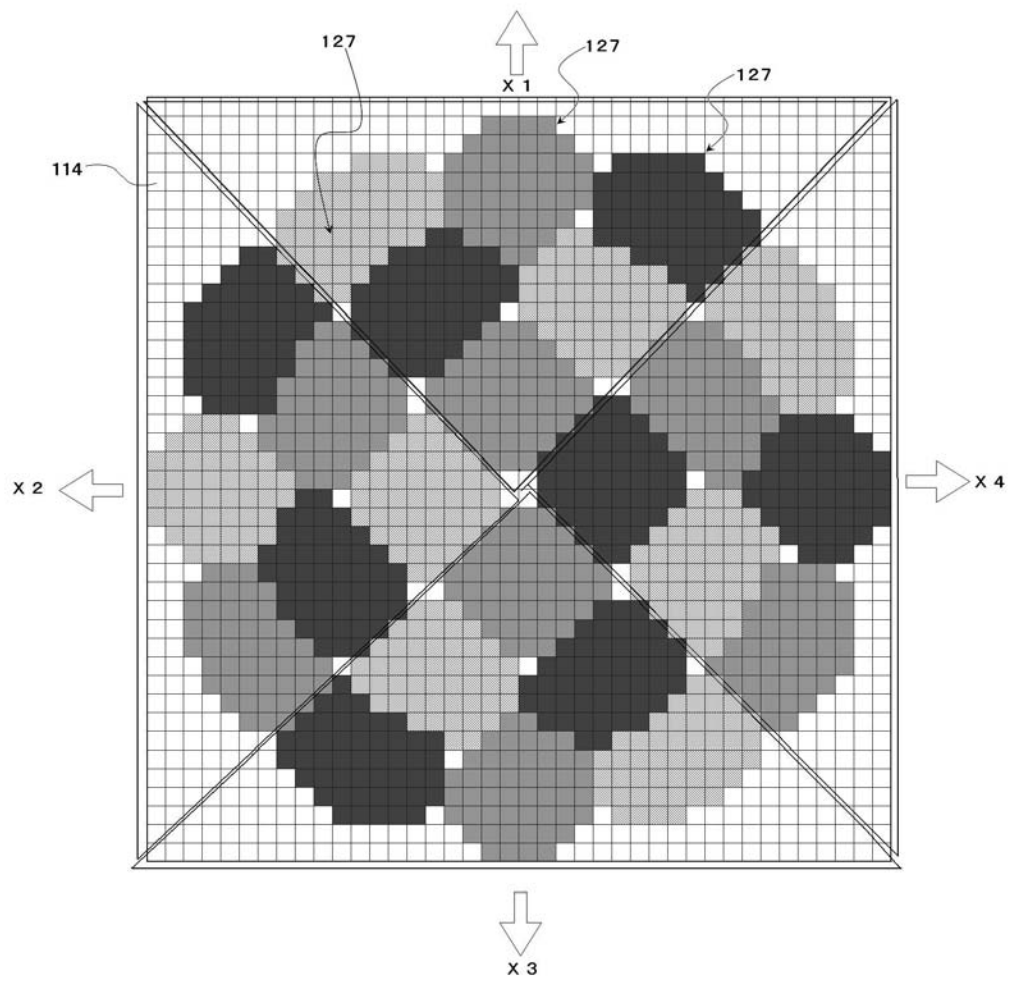


超音波放射方向側（前面）

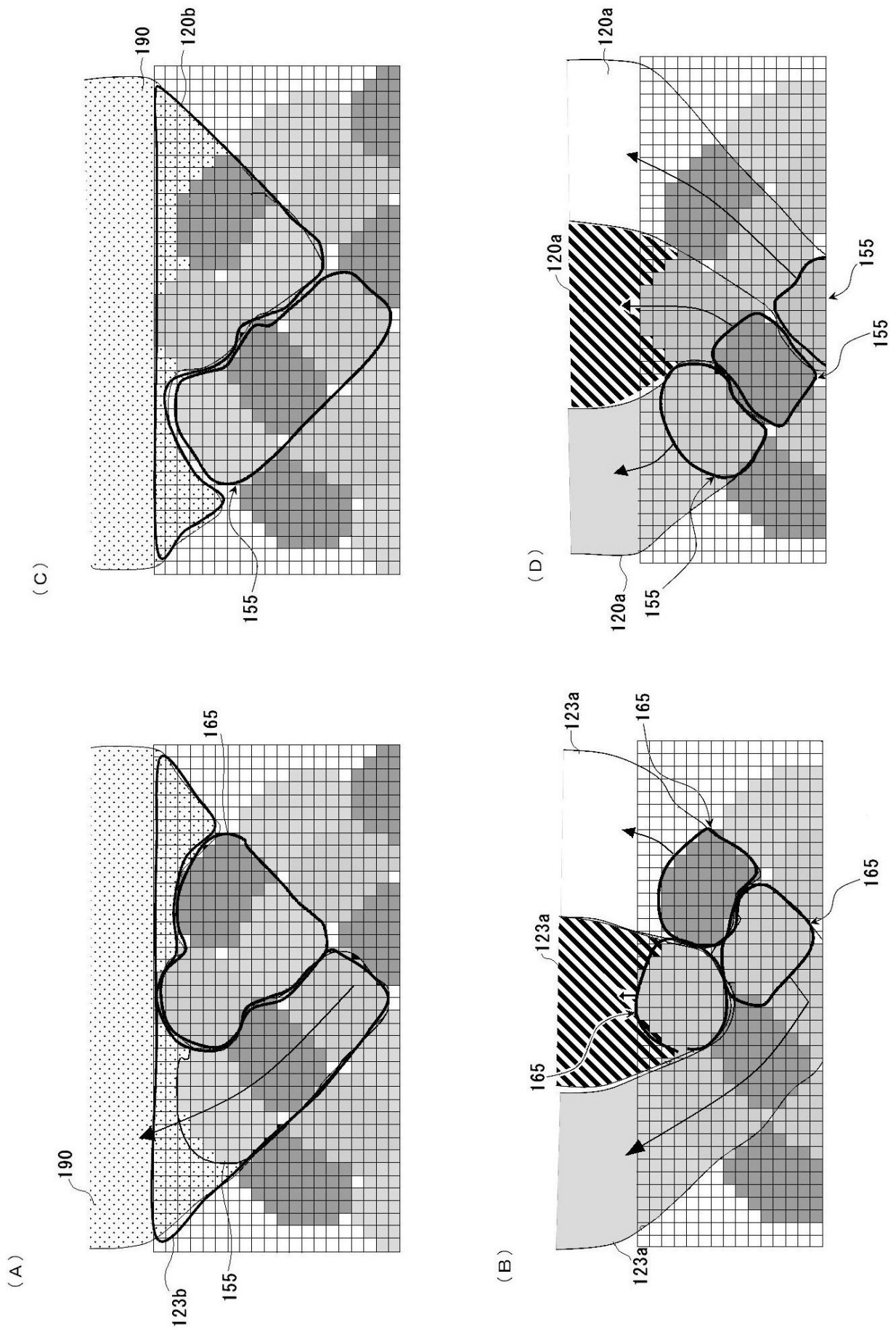
【図 6】



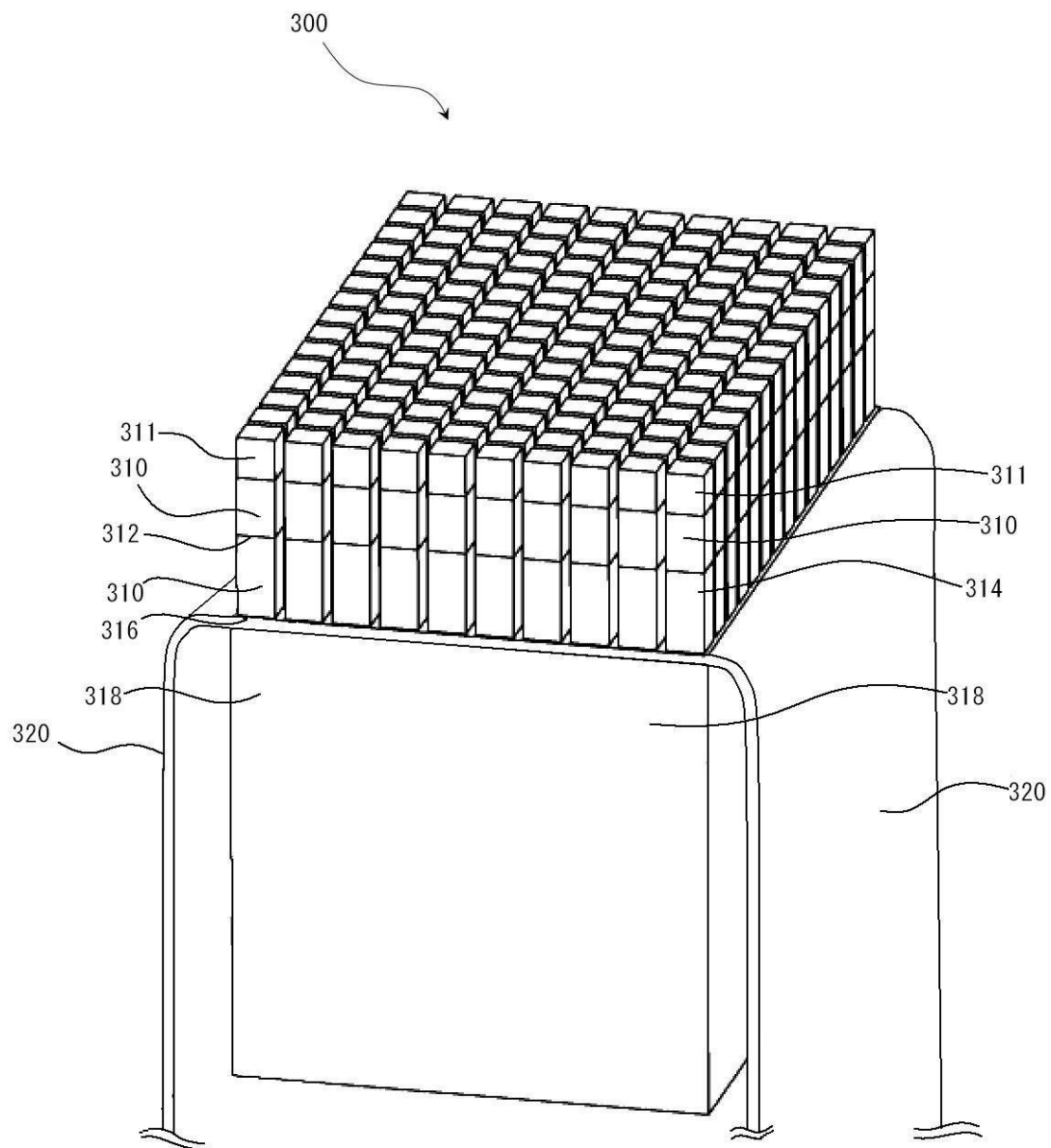
【 図 7 】



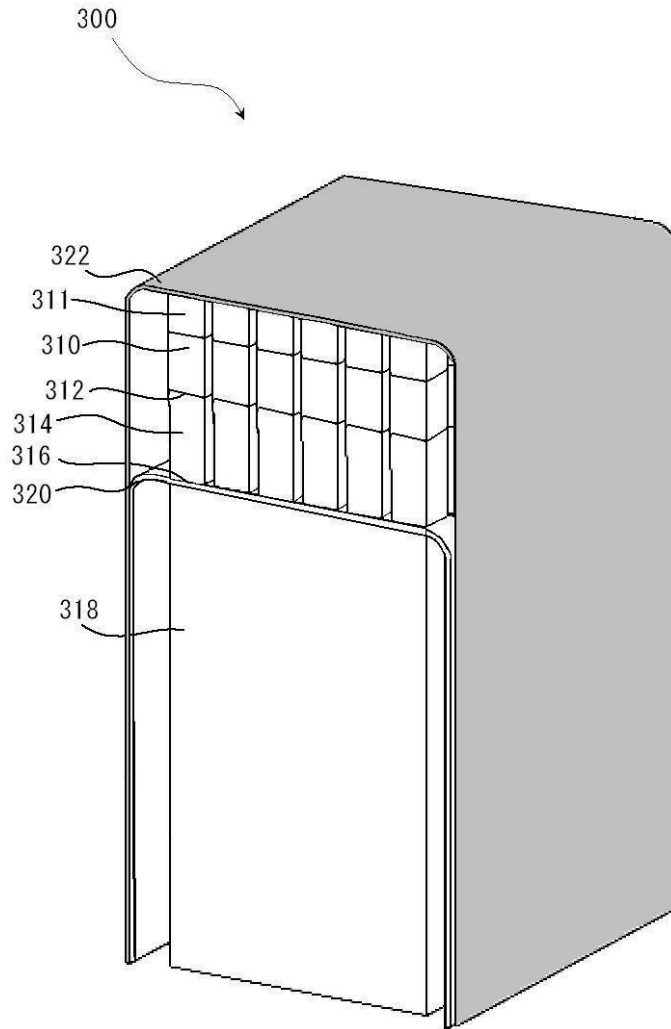
【図 8】



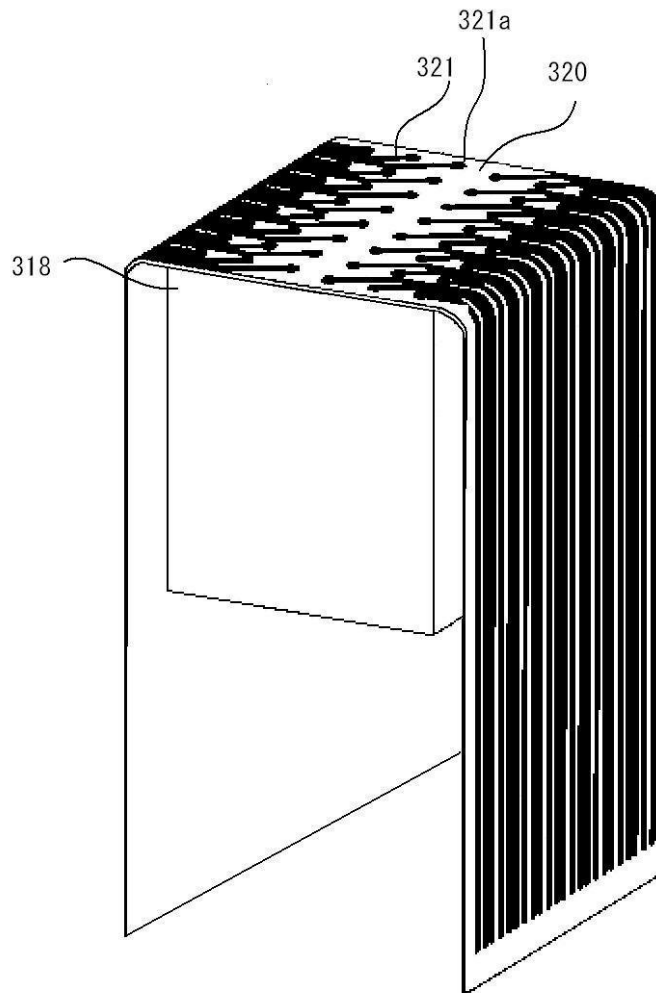
【図 9】



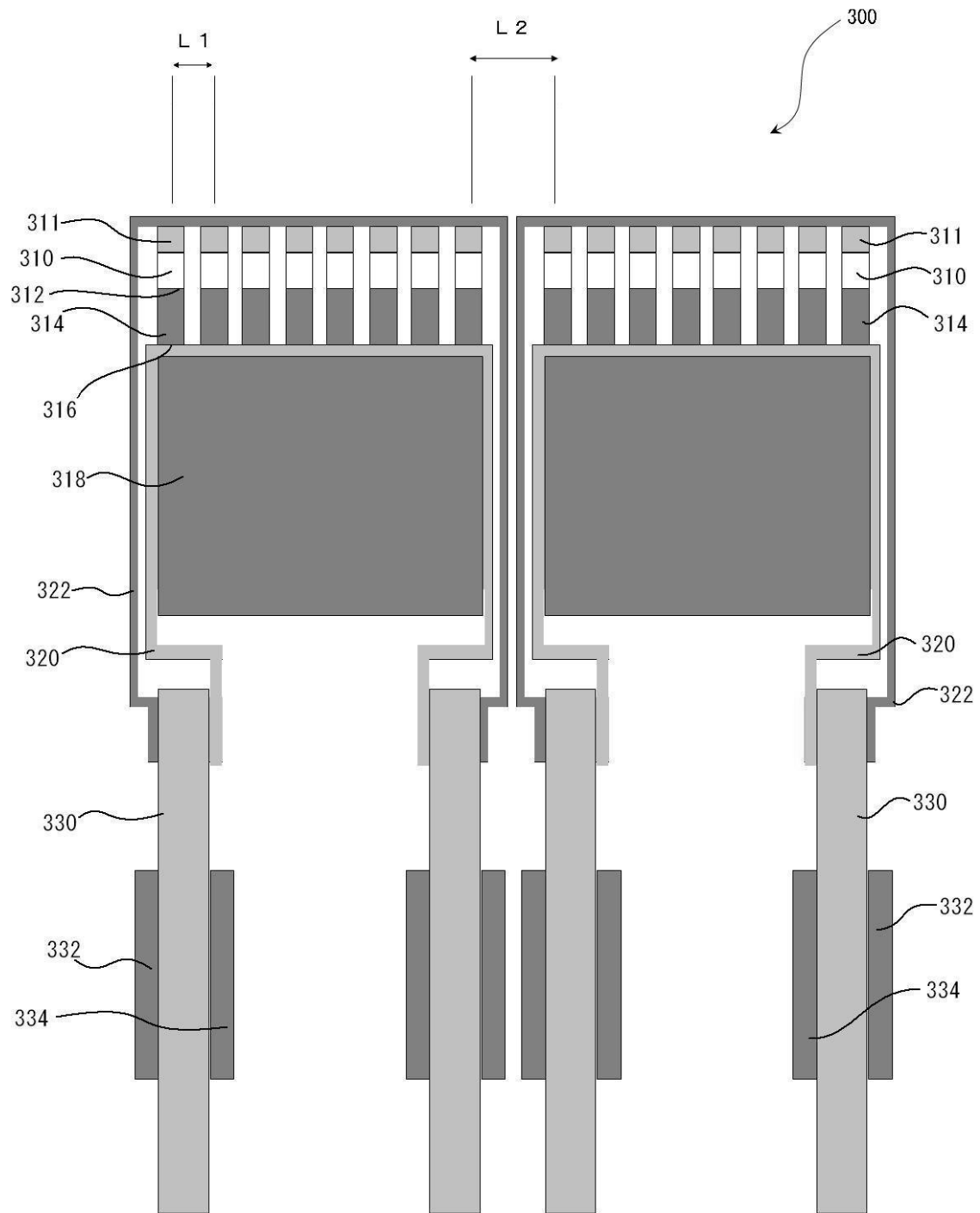
【図 10】



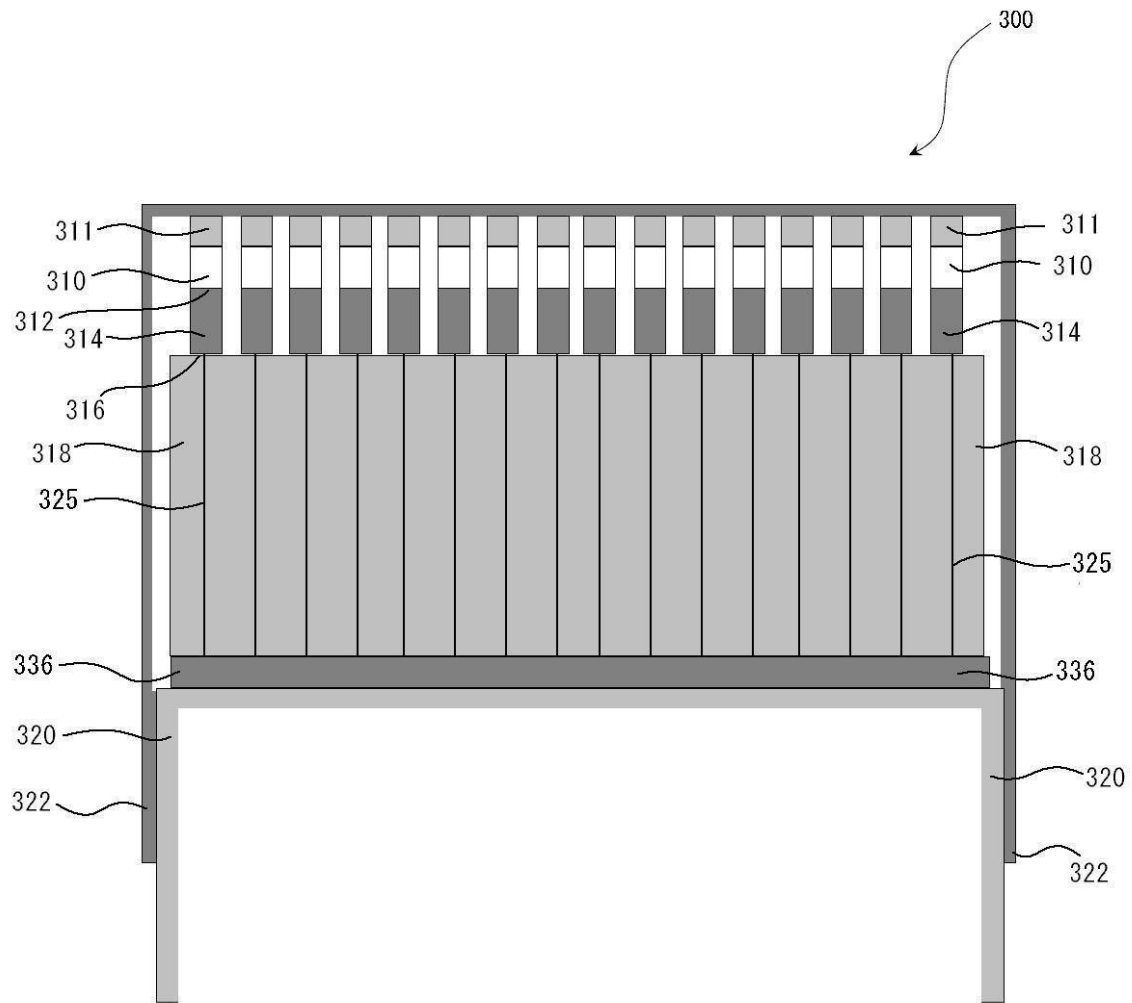
【図 11】



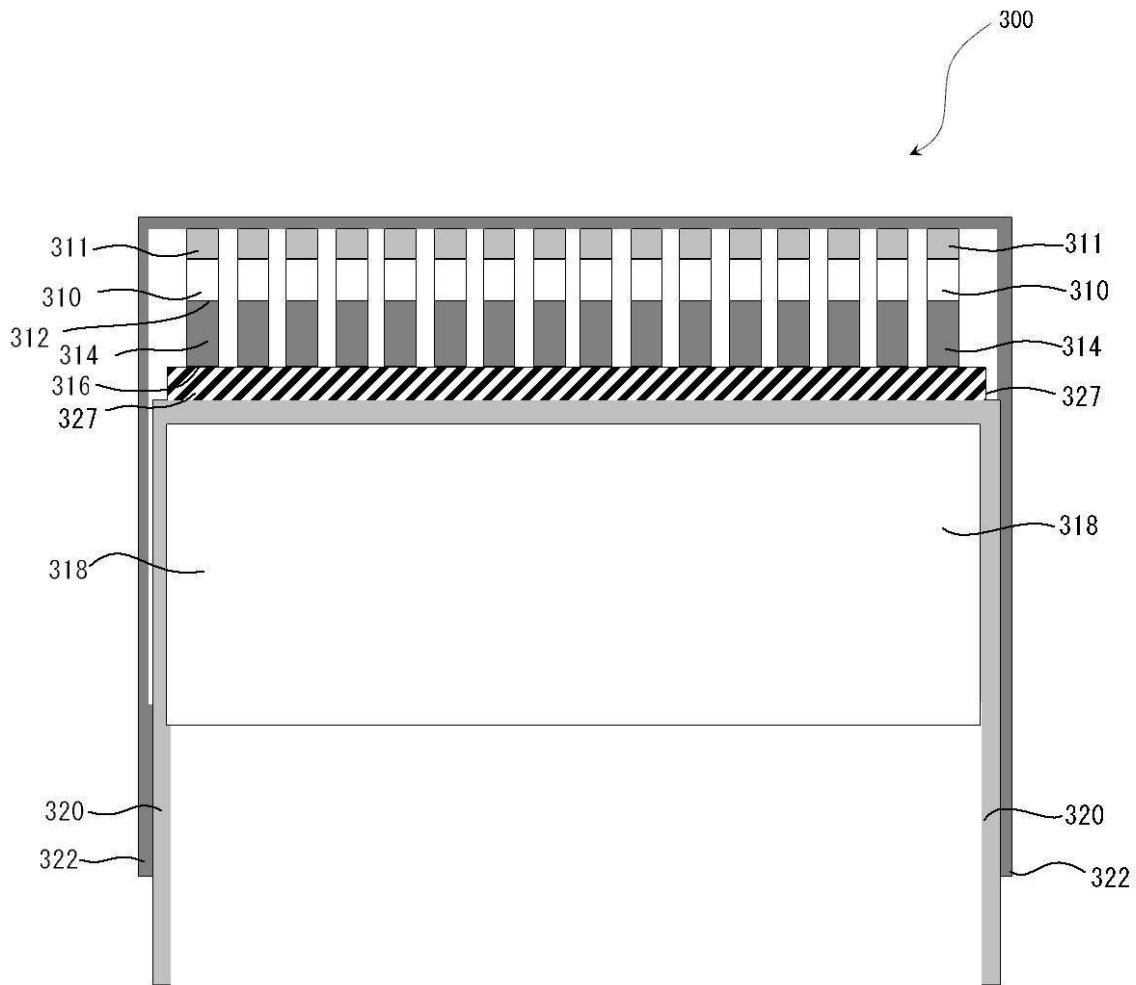
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(72)発明者 武内 俊

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内

(72)発明者 小川 隆士

栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝医用システムエンジニアリング株式会社内

F ターム(参考) 4C601 BB03 BB06 EE14 GB06 GB19 GB20

5D019 AA21 AA25 AA26 BB19 BB28 FF04

专利名称(译)	超声波换能器，超声波探头和超声波诊断装置		
公开(公告)号	JP2010219774A	公开(公告)日	2010-09-30
申请号	JP2009063172	申请日	2009-03-16
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝医疗系统株式会社 东芝医疗系统工		
申请(专利权)人(译)	东芝公司 东芝医疗系统有限公司 东芝医疗系统工程有限公司		
[标]发明人	四方浩之 武内俊 小川隆士		
发明人	四方 浩之 武内 俊 小川 隆士		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00		
FI分类号	H04R17/00.330.H A61B8/00 H04R17/00.332		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/BB06 4C601/EE14 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/GB20 5D019/AA21 5D019/AA25 5D019/AA26 5D019/BB19 5D019/BB28 5D019/FF04		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种超声波换能器，即使在超声波换能器中增加压电元件的数量，也能够避免难以与超声波诊断装置主体连接的情况，并且能够可靠地发送/接收超声波换能器的波。解决方案：待布置在超声波振动器的前表面上的前表面侧基板通常执行作为多个超声波振动器的一部分的第一振动器组的相应前表面电极的连接。电极焊盘分别形成在分别对应于与第一振动器组不同的第二振动器组的前表面电极的位置处。布置在超声波振动器的后表面侧上的后侧基板通常执行第二振动器组的相应后表面电极的连接。电极焊盘分别形成在分别对应于第一振动器组的后表面电极的位置处。 Z

