

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5658488号
(P5658488)

(45) 発行日 平成27年1月28日(2015.1.28)

(24) 登録日 平成26年12月5日(2014.12.5)

(51) Int.Cl.	F 1
HO4R 17/00 (2006.01)	HO4R 17/00 330J
A61B 8/00 (2006.01)	A61B 8/00
	HO4R 17/00 332B
	HO4R 17/00 330H

請求項の数 10 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2010-131565 (P2010-131565)
(22) 出願日	平成22年6月9日(2010.6.9)
(65) 公開番号	特開2011-4395 (P2011-4395A)
(43) 公開日	平成23年1月6日(2011.1.6)
審査請求日	平成25年6月5日(2013.6.5)
(31) 優先権主張番号	12/485, 226
(32) 優先日	平成21年6月16日(2009.6.16)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123 45、スケネクタディ、リバーロード、1 番
(74) 代理人	100137545 弁理士 荒川 聰志
(74) 代理人	100105588 弁理士 小倉 博
(74) 代理人	100129779 弁理士 黒川 俊久
(72) 発明者	チャールズ・エドワード・バウムガートナー 一 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカ ユナ、モヘガン・ロード、945番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改善された音響性能を有する超音波トランスデューサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

音響素子のアレイを有する音響層(146)と、
 該音響層(146)に結合されており該音響層の音響インピーダンスよりも高い音響インピーダンスを有するデマッチング層(152)と、
 該デマッチング層(152)に結合されており、複数のビア(166)を有する非導電性の基材(158)及び前記複数のビア(166)に配置された導電性経路を備える複数の伝導性素子(160)を含んでいる介在層(154)であって、前記デマッチング層(152)の前記音響インピーダンスよりも低い音響インピーダンスを有する介在層(154)と、

該介在層(154)に結合されており前記デマッチング層(152)及び前記介在層(154)を通して前記音響素子のアレイ(146)に電気的に接続されている集積回路(156)と
 を備え、

前記導電性経路(160)は、

前記複数のビア(166)の各々を通して延在している導電性の金属相互接続(196)と、

各々の金属相互接続(196)を覆って前記複数のビア(166)の各々の残部に充填された非導電性充填材料(198)と
 を含んでいる、

10

20

超音波トランスデューサ(106)。

【請求項2】

前記音響層(146)の上面に配設された第1のマッチング層(148)と、
前記第1のマッチング層(148)の上面に配設された第二のマッチング層(150)と

前記第二のマッチング層(150)の底面に配置された導電性薄膜(151)と、
を含んでいる、請求項1に記載の超音波トランスデューサ(106)。

【請求項3】

前記基材(158)及び前記導電性経路(160)の各々が、約10MRayl未満の音響インピーダンスを有している、請求項1または2に記載の超音波トランスデューサ(106)。

【請求項4】

前記導電性経路(160)は、前記複数のピア(166)の各々に充填された銀エポキシ(182)を含んでいる、請求項1乃至3のいずれかに記載の超音波トランスデューサ(106)。

【請求項5】

前記非導電性充填材料(198)は、非導電性エポキシ(198)である、請求項1乃至4のいずれかに記載の超音波トランスデューサ(106)。

【請求項6】

前記介在層(154)は、前記基材(158)に埋め込まれて複数の穿孔(178)を形成されて有する金属芯材(176)をさらに含んでおり、

前記複数のピア(166)は、前記複数の穿孔(178)の少なくとも一部を通して延在している、請求項1乃至5のいずれかに記載の超音波トランスデューサ(106)。

【請求項7】

前記介在層(154)は、

前記集積回路(156)を前記音響素子のアレイ(146)に電気的に接続するように構成されており、前記複数のピア(166)を形成されて有する第一の接続領域(252)と、

信号入出力接続、電力及び制御接続、並びに接地及び二重電力接続の少なくとも一つを含むシステム接続に前記集積回路(156)を電気的に接続するように構成されている第二の接続領域(254)とを含んでいる、請求項1乃至5のいずれかに記載の超音波トランスデューサ(106)。

【請求項8】

前記第二の接続領域(254)は、パッド接続、トレース接続、エポキシ充填単層ピア、及びエポキシ充填貫通ピアの少なくとも一つを含んでいる、請求項7に記載の超音波トランスデューサ(106)。

【請求項9】

前記基材(158)に形成された前記複数のピア(166)のピッチが、前記音響素子のアレイ(146)のピッチに合致している、請求項1乃至8のいずれかに記載の超音波トランスデューサ(106)。

【請求項10】

前記介在層(154)の反対側で前記集積回路(156)の背面に結合された損失性バッキング層(163)をさらに含んでいる請求項1乃至9のいずれかに記載の超音波トランスデューサ(106)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は一般的には、超音波トランスデューサに関し、さらに具体的には、音波スペクトラルの内部のアーティファクトを減少させることにより超音波トランスデューサの音響性

10

20

30

40

50

能を改善する方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波トランスデューサ（すなわち超音波プローブ）は医用撮像に応用されており、患者に音響プローブを押圧してプローブが超音波を送受波する。すると、受信されたエネルギーが患者の体内組織の画像化を容易にすることができます。例えば、トランスデューサを用いて患者の心臓を撮像することができる。経食道検査装置、腹腔鏡検査装置及び心内検査装置等のような体内型装置での利用を可能にするために、超音波トランスデューサの寸法を最小にすることが益々望ましくなっている。かかる応用は要求が非常に厳しく、極く小型でありながら多量の情報を収集し得るトランスデューサ・パッケージが必要とされる

10

。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

超音波トランスデューサは典型的には、一次元又は二次元（2D）アレイに配列された多数の音響積層体を有している。各々の音響積層体がトランスデューサの内部の素子に対応しており、トランスデューサは、2Dアレイに配列された数千個等のように多数の音響積層体を内部に有し得る。2D音響アレイを有する超音波トランスデューサの占める空間及び電気キャパシタンスを最小にするためには、送受信ビームフォーミングに必要な電子回路に音響素子を直接接合することが好ましい。2D音響アレイ素子を関連するビームフォーミング電子回路に取り付ける単純な方法は、はんだ球、金スタッフ・バンプ及びめっきポスト等のような従来の方法を用いてこれら二つの構成要素を直接接着することである。しかしながら、この接続方法ではアレイからの音波エネルギーが電子回路の内部にまで伝播し、音波スペクトルの内部にアーティファクトが生じて最終的に医用診断画像の画質を低下させる。すなわち、電子的構成要素は典型的にはシリコン・ウェーハを用いて製造されるため、比較的低い音響減衰を有する。従って、音響アレイ（2Dアレイ等）がシリコン基材に直接取り付けられると、送信時に発生される音波エネルギーの幾つかがシリコン基材の内部まで伝播する。この音波エネルギーはシリコン基材の内部で最小損失で反響し、音響アレイに帰投して長いリングダウン（ring-down）アーティファクト及び他の音響アーティファクトを招き得る。これらのアーティファクトは、医用診断撮像に有用とされるもののような音波画像の画質を低下させる。

20

【0004】

音響アーティファクトは、音響アレイとシリコン電子回路との間に高音響インピーダンス層（すなわち「デマッチング（整合分離）層」）を配置することにより減少させることができる。かかるデマッチング層を音響アレイの背面側に用いると、デマッチング層の裏面の層（すなわちビームフォーミング電子回路）のインピーダンスを変化させ、従ってインピーダンス差を増大させることにより、これらのアーティファクトを大幅に減少させることは周知である。しかしながら、高インピーダンスのデマッチング層自体は、好ましい画質を提供するのに十分なだけこれらのアーティファクトを減少させる訳ではない。すなわち、デマッチング層をシリコン（ビームフォーミング電子回路のシリコン基材等）に取り付けてもシリコン自体がかなり高い音響インピーダンス及び低い音響損失を有するので、デマッチング層の音響アーティファクトを減少させる能力は相対的に顕著でない。このように、最適な音響撮像を提供するためには改善された音響構造が必要である。

30

【0005】

従って、音響アーティファクトを減少させる改善された音響性能を有する超音波トランスデューサを設計することが望ましい。さらに、かかる超音波トランスデューサの体内型超音波プローブとしての利用を可能にするように最小寸法を保つことが望ましい。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、音波スペクトルの内部のアーティファクトを減少させることにより超音波ト

50

ランスデューサの音響性能を改善する方法及び装置に関するものである。この装置は、トランスデューサ素子のアレイをビームフォーミング電子回路パッケージに結合する介在(interposer)層を含んでいる。

【0007】

本発明の一観点によれば、超音波トランスデューサが、音響素子のアレイを有する音響層と、音響層に結合されており音響層の音響インピーダンスよりも高い音響インピーダンスを有するデマッチング層と、デマッチング層に結合されており基材及び複数の伝導性素子を含む介在層とを含んでおり、介在層はデマッチング層の音響インピーダンスよりも低い音響インピーダンスを有する。この超音波トランスデューサはまた、介在層に結合されておりデマッチング層及び介在層を通して音響素子のアレイに電気的に接続されている集積回路を含んでいる。

【0008】

本発明のもう一つの観点によれば、超音波トランスデューサを製造する方法が、介在層を設けるステップと、介在層に複数のビアを形成するステップと、ビアの内部に導電性材料を追加するステップと、音響層をデマッチング層に結合するステップとを含んでおり、デマッチング層は、音響層の音響インピーダンスよりも高く介在層の音響インピーダンスよりも高い音響インピーダンスを有する。この方法はまた、介在層をデマッチング層に結合するステップと、ビームフォーミング電子回路パッケージを介在層に結合するステップとを含んでおり、ビームフォーミング電子回路パッケージは、複数の接続パッドを形成されて有し、介在層を経由して音響層に電気的に結合される。

【0009】

本発明のさらにもう一つの観点によれば、侵襲型プローブ用に構成された超音波トランスデューサが、音響素子のアレイを有する音響層と、音響層に結合されており音響層の音響インピーダンスよりも高い音響インピーダンスを有するデマッチング層と、音響層に信号を送り音響層から信号を受けるように構成されており複数の接続パッドを形成されて有するビームフォーミング電子回路とを含んでいる。この超音波トランスデューサはまた、デマッチング層に結合された介在層を含んでおり、介在層はさらに、デマッチング層の音響インピーダンスよりも低い音響インピーダンスを有し複数のビアを形成されて有する非導電性基材と、ビームフォーミング電子回路を音響層に電気的に接続するように構成されており、複数のビアを通して延在する複数の導電性経路を有する第一の接続領域と、ビームフォーミング電子回路を信号入出力接続、電力及び制御接続、並びに接地及び二重電力接続の少なくとも一つを含むシステム接続に電気的に接続するように構成されている第二の接続領域とを含んでいる。

【0010】

他の様々な特徴及び利点は、以下の詳細な説明及び図面から明らかとなろう。

【図面の簡単な説明】

【0011】

図面は、本発明を実施するために現状で思量される好適実施形態を示す。

【図1】超音波システムのブロック図である。

【図2】本発明の一実施形態による超音波データを取得するように構成され得るトランスデューサを有する小型超音波システムの図である。

【図3】本発明の一実施形態による図1の超音波システム用のトランスデューサ・アセンブリの実施形態の一例の遠近図である。

【図4】本発明の一実施形態による観点でのトランスデューサ・アセンブリの介在層の断面図である。

【図5】本発明のもう一つの実施形態による観点でのトランスデューサ・アセンブリの介在層の断面図である。

【図6】本発明のもう一つの実施形態による観点でのトランスデューサ・アセンブリの介在層の断面図である。

【図7】本発明の一実施形態によるトランスデューサ・アセンブリの段階的形成を示す

10

20

30

40

50

連の断面模式図である。

【図8】本発明の一実施形態によるトランスデューサ・アセンブリ、介在層及びビームフォーミング電子回路の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

図1は、超音波トランスデューサ106の内部の素子104（すなわちトランスデューサ素子）のアレイを駆動して体内にパルス型超音波信号を放出する送波器102を含む超音波システム100を示している。素子104の各々が、音響積層体（図3に示す）に対応している。素子104は、例えば一次元又は二次元で配列されていてよい。多様な幾何学的構成を用いることができる。各々の超音波トランスデューサ106は、所定の中心動作周波数及び帯域幅を有している。超音波信号は脂肪組織又は筋組織のような身体の構造から後方散乱されてエコーを発生し、エコーは素子104に帰投する。エコーは受波器108によって受波される。受波されたエコーはビームフォーミング電子回路110を通過し、ビームフォーミング電子回路110はビームフォーミングを実行してRF信号を出力する。次いで、RF信号はRFプロセッサ112を通過する。代替的には、RFプロセッサ112は、RF信号を復調してエコー信号を表わすIQデータ対を形成する複素復調器（図示されていない）を含み得る。次いで、RF信号データ又はIQ信号データをメモリ114に直接送って記憶させることができる。

【0013】

超音波システム100はまた、取得された超音波情報（例えばRF信号データ又はIQデータ対）を処理して、表示器118での表示のために超音波情報のフレームを作成するプロセッサ・モジュール116を含んでいる。プロセッサ・モジュール116は、取得された超音波情報に対し複数の選択可能な超音波モダリティに応じて1又は複数の処理演算を実行するように構成されている。取得された超音波情報を、エコー信号が受信されるのに伴って走査セッション中に実時間で処理して表示することができる。加えて、又は代替的には、超音波情報を走査セッション中にはメモリ114に一時的に記憶させ、次いでオフライン動作として処理して表示してもよい。

【0014】

プロセッサ・モジュール116は、以下でさらに詳細に説明するように、プロセッサ・モジュール116の動作を制御し得るユーザ・インタフェイス124に接続されている。表示器118は、診断及び解析のために利用者に提供される診断用超音波情報を含む患者情報を提示する1又は複数のモニタを含んでいる。メモリ114及びメモリ122の一方又は両方が超音波データの三次元（3D）データ集合を記憶することができ、かかる3Dデータ集合にアクセスして2D画像及び3D画像を提示する。また、多数の連続した三次元データ集合を経時的に取得して記憶することができ、実時間の3D表示又は4D表示等を提供することができる。これらの画像を、ユーザ・インタフェイス124を用いて修正することができ、また表示器118の表示設定を手動で調節することができる。

【0015】

図2は、3D超音波データを取得するように構成され得るトランスデューサ132を有する3D対応小型超音波システム130を示す。例えば、図1の超音波トランスデューサ106に関して上で述べたように、トランスデューサ132はトランスデューサ素子104の2Dアレイを有し得る。ユーザ・インタフェイス134（一体型表示器136も含み得る）が設けられて、操作者からの指令を受け取る。本書で用いられる「小型」との用語は、超音波システム130がハンド・ヘルド型若しくはハンド・キャリー型の装置であるか、又は人の手、ポケット、ブリーフケース大の鞄若しくは背囊で運搬されるように構成されていることを意味する。例えば、超音波システム130は、典型的なラップトップ型コンピュータの寸法、例えば厚み約2.5インチ、幅約14インチ及び高さ約12インチの寸法を有するハンド・キャリー型装置であってよい。超音波システム130は約10ポンドの重量であってよく、このため操作者によって容易に持ち運び可能である。また、一体型表示器136（例えば内部表示器）が設けられ、医用画像を表示するように構成され

10

20

30

40

50

ている。

【0016】

超音波データは、有線網若しくは無線網140（又は例えばシリアル・ケーブル、パラレル・ケーブル若しくはUSBポートを介した直接接続）を介して外部装置138に送信され得る。幾つかの実施形態では、外部装置138は表示器を有するコンピュータ又はワークステーションであってよい。代替的には、外部装置138は、ハンド・キャリー型超音波システム130から画像データを受け取ることが可能であり、一体型表示器よりも高い分解能を有し得る画像を表示し又は印刷し得るような別個の外部表示器又はプリンタであってもよい。

【0017】

もう一つの例として、超音波システム130は3D対応のポケット・サイズ型超音波システムであってよい。例として述べると、ポケット・サイズ型超音波システムは幅約2インチ、長さ約4インチ、及び厚み約0.5インチで、重量が約3オンス未満であってよい。ポケット・サイズ型超音波システムは、表示器、ユーザ・インターフェイス（すなわちキー・ボード）、及びトランスデューサとの接続のための入出力（I/O）ポートを含み得る（全て図示されていない）。尚、異なる寸法、重量及び消費電力を有する小型超音波システムに関連して様々な実施形態を具現化し得ることを特記する。

【0018】

ここで図3を参照すると、超音波トランスデューサ106（図1）及び/又はトランスデューサ132（図2）に組み入れられるトランスデューサ・アセンブリ142の実施形態の一例の遠近図が本発明の一実施形態に従って示されている。トランスデューサ・アセンブリ142は、所望の素子間隔又はピッチ145による隔設関係に形成されており複数の層を含む音響積層体として形成されているトランスデューサ素子のアレイ144を含むものとして示されている。各々のトランスデューサ素子144には音響層146又は音響素子が含まれており、音響素子のアレイがトランスデューサ・アセンブリ142に設けられている。音響層146は第一の表面及び第二の表面を有し、第二の表面は第一の表面の裏面に位置する。一実施形態では、第一の表面は上面を含み、第二の表面は底面を含み得る。

【0019】

認められるように、音響層146は、音波エネルギーを発生して患者（図示されていない）の体内に送波し、患者から後方散乱音響信号を受波して画像を作成して表示するように構成され得る。音響層146は、当技術分野で公知のように、上面及び底面に電極（図示されていない）を含み得る。音響層146は、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）のような圧電セラミック、圧電複合材料、圧電単結晶又は圧電ポリマーで形成されていてよい。幾つかの実施形態では、音響層146は上述の材料の多数の層を含み得ることが特記され得る。さらに具体的には、一実施形態では、音響層146は同じ材料の多数の層を含んでいてよく、もう一つの実施形態では、音響層146は異なる材料の多数の層を含んでいてよい。

【0020】

図3に示すように、各々のトランスデューサ素子144が、音響層146の第一の表面に配設された少なくとも一つのマッチング（整合）層を含み得る。少なくとも一つのマッチング層は、音響層146の音響インピーダンスよりも低い音響インピーダンスを有するように構成され得ることが特記され得る。例えば、少なくとも一つのマッチング層の音響インピーダンスは約2MRayl～約15MRaylの範囲にあってよく、音響層146の音響インピーダンスは約3MRayl～約35MRaylの範囲にあってよい。

【0021】

一実施形態では、第一のマッチング層148が、当該層自体上面及び底面を有し、音響層146の第一の面に配設され得る。認められるように、第一のマッチング層148は、高インピーダンスのトランスデューサ素子と、例えば低インピーダンスの患者との間に存在し得るインピーダンス差の整合を容易にするように構成され得る。現在思量される構成

10

20

30

40

50

では、第一のマッチング層 148 は、充填工ポキシ、金属含浸グラファイト、又はガラス・セラミックスを含み得る。

【0022】

現在思量される構成では、各々のトランスデューサ素子 144 はまた、上面及び底面を有し第一のマッチング層 148 の上面に配設された第二のマッチング層 150 を含み得る。第一のマッチング層 148 に関して特記されたように、第二のマッチング層 150 も、高インピーダンスのトランスデューサ素子と低インピーダンスの患者との間に存在し得るインピーダンス差の整合を容易にするように構成され得る。また、第一のマッチング層 148 に関して前述したように、現在思量される構成では、第二のマッチング層 150 は、無充填工ポキシ、又はポリスルホン若しくはポリスチレンのようなプラスチックを含み得る。第一及び第二のマッチング層 148、150 がトランスデューサ素子 144 に含まれるように示されているが、さらに少数又は多数のマッチング層を用いてよいことが認められる。このようなものとして、単一のマッチング層を用いることもできるし、第一及び第二のマッチング層に第三及び第四のマッチング層を加えることもできる。

10

【0023】

一実施形態によれば、第一のマッチング層 148 は導電性材料で構成される。第二のマッチング層 150 は第一のマッチング層 148 に連続した層として施工され、当該層の底面に導電性薄膜 151 を含んでいる。このように、連続した第二のマッチング層 150 (及び導電性薄膜 151) は、トランスデューサ素子 144 の各々に電気的接地接続を提供する。もう一つの実施形態によれば、第一のマッチング層は非導電性であり、当該層の底面に形成された導電層を有し、このようにして連続した層として形成され得ることが認められる。さらに、実施形態の一例によれば、第二のマッチング層 150 の上面にシリコン又はポリウレタンのような表面仕上げ材 (図示されていない) を載置して、患者と共に用いられるトランスデューサ・アセンブリ 142 を構成し得ることが認められる。

20

【0024】

さらに図 3 に示すように、各々のトランスデューサ素子 144 は、音響層 146 の底面に隣接して配設されたデマッチング層 152 を含み得る。デマッチング層 152 は音響層 146 の底面に配設されて音響層 146 に結合されている。デマッチング層 152 は、音響層 146 の音響インピーダンスよりも実質的に高いインピーダンスを有する材料を用いて構築され得る。例えば、音響層 146 の音響インピーダンスは約 3 MRayl ~ 約 3.5 MRayl の範囲にあってよく、デマッチング層 152 の音響インピーダンスは約 6.0 MRayl ~ 約 10.0 MRayl の範囲にあってよく、好みしくは約 7.0 MRayl よりも高い。幾つかの実施形態では、高インピーダンス材料は炭化タングステンで形成され得るが、タングステン、タングタル、又は同様の音響インピーダンスを有する他の材料を用いてもよいことが認められる。デマッチング層 152 は音響インピーダンス変換器として作用し、音響層 146 の後面に現われる (又は後面が経験する) 実効音響インピーダンスを、音響層 146 のインピーダンスよりも実質的に高い値まで顕著に上昇させる。結果として、音波エネルギーの大半が音響層 146 の前面から反射される。

30

【0025】

デマッチング層 152 の底面 (及び音響積層体 144 の底面) に介在層 154 が結合されており、介在層 154 は、超音波トランスデューサ 106 (図 1) のトランスデューサ・アセンブリ 142 に含まれてビームフォーミングを実行するように構成されている集積回路 156 (すなわち「ビームフォーミング電子回路」) に各々のトランスデューサ素子 144 の音響層を結合して作用するように構成されている。介在層 154 は低音響インピーダンスの材料で形成される。介在層 154 及び集積回路 156 の組み合わせは、デマッチング層 152 の背面に加わる音響負荷として作用する。デマッチング層 152 は音響インピーダンス変換器として作用し、これにより音響層素子 146 の背面に対する音響負荷の変換後のインピーダンスを与える。介在層が存在しなければ、音響層の背面に与えられる音響インピーダンスは、介在層が存在する場合よりも低い。低音響インピーダンスの介在層 154 を含むことにより、音響素子は音響層 146 の前面からさらに多くの音波エネ

40

50

ルギを反射し、これによりトランステューサ・アセンブリ 142 の音響アーティファクトを減少させる。デマッチング層 152 とビームフォーミング電子回路 156 との間に低音響インピーダンス材料で形成されている介在層 154 を配置すると、ビームフォーミング電子回路 156 の実効音響インピーダンスが顕著に上昇し、これにより音響層 146 の前面 / 上面から音波エネルギーの大半を反射して、トランステューサ・アセンブリ 142 における音響アーティファクトの存在を減少させる。

【0026】

実施形態の一例によれば、介在層 154 は、約 10 MRayl 未満、好ましくは 5 MRayl 未満の音響インピーダンスを有する非導電性有機基材 158 で形成されている。有機基材 158 は、例えば Kapton (登録商標) ポリイミドのようなポリイミドで構成されていてよい。また、介在層 154 には基材 158 を通して延在する複数の伝導性素子 160 が含まれており、ビームフォーミング電子回路 156 とデマッチング層 152 との間に (及び引き続き音響層 146 まで) 電気的接続又は経路を設ける。図 3 に示すように、伝導性素子 160 の間隔又はピッチは、ビームフォーミング電子回路 156 の上の相互接続パッド 161 と各々のトランステューサ素子 144 との間に電気的接続が形成されるようなものとなっている。

【0027】

介在層 154 が薄いとデマッチング層 152 及び / 又はビームフォーミング電子回路 156 での超音波の捕捉を解消するのに十分な損失を提供しない場合があり、この超音波は後に漏洩して音響層 146 に戻り得ることが認められる。このため、本発明の一実施形態によれば、ビームフォーミング電子回路 156 の背面に損失性バッキング層 163 が追加される。好適実施形態では、損失性バッキング層 163 は、例えばエポキシ又は PVC のような損失性ポリマーに重金属粉末を混合したもののような散乱体で形成される。これらの (又は類似の) 材料で形成された場合に、バッキング層 163 は、ビームフォーミング電子回路 156 の音響インピーダンス以下の音響インピーダンスを有する。損失性バッキング層 163 の高減弱 / 高散乱特性は、超音波がデマッチング層 152 及び / 又はビームフォーミング電子回路 156 で捕捉された後に漏洩して音響層 146 に戻り得るのを防ぐのに役立つ。このように、損失性バッキング層 163 は、音波スペクトル内部のアーティファクトをさらに減少させるように作用する。

【0028】

尚、音響層 146、第一のマッチング層 148、第二のマッチング層 150、デマッチング層 152、及び介在層 154 の各々の厚みは、トランステューサ・アセンブリ 142 の利用を必要とする応用に従って決定され選択され得ることが特記され得る。さらに具体的には、トランステューサ・アセンブリ 142 の様々な応用によって広範囲の動作周波数が要求され得る。従って、トランステューサ・アセンブリ 142 の構成層 146、148、150、152、154 の各々の厚みは、トランステューサ・アセンブリ 142 の利用を必要とする応用に基づいて決定され得る。一実施形態によれば、層 146、148、150、152、154 の厚みは、「特定周波数」すなわち通常は中心周波数において動作するトランステューサ・アセンブリ 142 に基づいてスケーリングされる。もう一つの実施形態によれば、層 146、148、150、152、154 の厚みは、幾つかの異なる周波数でのトランステューサ・アセンブリ 142 の利用に基づいて異なるようにスケーリングされる。すなわち、音響層 146 が一つの周波数で送波し異なる周波数で受波するような高調波では、デマッチング層 152 及びマッチング層 148、150 の厚みはこれらの送受波作用を最適化するように選択される。

【0029】

ここで図 4 ~ 図 6 を参照すると、介在層 154 のさらに詳細な図が本発明の各実施形態に従って示されている。介在層 154 の伝導性素子 160 は、ビームフォーミング電子回路 156 とデマッチング層 152 との間に (及び引き続き音響層 146 まで) 電気的接続又は経路を設けるために幾つかの形態を取り得ると認められる。本発明の一実施形態によれば、伝導性素子 160 は、銀エポキシのような低音響インピーダンスを有する導電性充

10

20

30

40

50

填材料の形態にある。本発明のもう一つの実施形態によれば、伝導性素子は、低インピーダンスの非伝導性エポキシと組み合わせて用いられる1ミクロン～10ミクロンの厚みを有するめっき銅の薄層のような伝導性相互接続の形態にあってよいことが認められる。

【0030】

図4には、本発明の一実施形態による図3のトランステューサ・アセンブリ142と共に用いられる介在層162が示されている。介在層162は、単層の非導電性有機基材164で形成されるものとして示されている。基材164は、例えばKapton(商標登録)ポリイミドで形成されてよく、約10MRayl未満、好ましくは5MRayl未満の音響インピーダンスを有する。基材164は、当該基材の前面から背面まで延在する貫通ビアとして構成されている複数のビア166を形成されて含んでいる。図4の実施形態によれば、ビア166は、図3に示すようなトランステューサ・アセンブリ142のトランステューサ素子144(及び音響層146)と同一の間隔又はピッチを有するように基材164に形成される。

【0031】

ビア166の各々は、介在層162を通る電気的接続又は経路を設ける導電性充填材料168で充填されている。本発明の実施形態の一例によれば、充填材料168は基材164の音響インピーダンスに類似した音響インピーダンスを有する。例えば、ビア166の内部に含まれる充填材料168は、約3MRaylの音響インピーダンスを有する銀エポキシであってよい。複数の接続パッド170が、介在層162の上面及び底面でビア166の各々に対応する位置に配置されている。このように、充填材料168及び接続パッド170は、図3に示すように、ビームフォーミング電子回路156の相互接続パッド161とトランステューサ・アセンブリ142のトランステューサ素子144の各々との間に電気的接続/経路を設けている。

【0032】

ここで図5を参照すると、本発明のもう一つの実施形態による図3のトランステューサ・アレイ142と共に用いられる介在層172のさらに詳細な図が示されている。介在層172は、単層の非導電性有機基材174で形成されるものとして示されている。基材174は例えばポリイミドで形成されていてよく、約10MRayl未満、好ましくは5MRayl未満の音響インピーダンスを有する。基材174には、複数の穿孔178を形成されて有する金属シート176が埋め込まれている。複数のビア180が基材174に形成されており、基材の上面から背面まで金属シート176の穿孔178を通して延在する貫通ビアとして構成されている。図5の実施形態によれば、ビア180は、図3に示すようなトランステューサ・アセンブリ142のトランステューサ素子144(及び音響層146)と同一の間隔又はピッチを有するように基材174に形成されている。このようなものとして、ビア180は、金属シートの穿孔のピッチに依存して金属シート176の穿孔178の各々を通して又は穿孔の一部のみを通して形成され得る。有益なこととして、金属シート176は、介在層172が被るx方向及びy方向の熱膨張の量を、有機材料の基材のみで形成された介在層と比較して低減する。実施形態の一例によれば、金属シートは、全介在層構造の25%未満を構成する。

【0033】

図5にさらに示すように、ビア180の各々は、介在層172を通して電気的接続又は経路を設ける導電性充填材料182で充填されている。本発明の実施形態の一例によれば、充填材料182は基材174の音響インピーダンスに類似した音響インピーダンスを有する。例えば、ビア180の内部に含まれる充填材料182は、約3MRaylの音響インピーダンスを有する銀エポキシであってよい。複数の接続パッド184が、介在層172の上面及び底面でビア180の各々に対応する位置に配置されている。このように、充填材料182及び接続パッド184は、図3に示すように、ビームフォーミング電子回路156の相互接続パッド161とトランステューサ・アセンブリ142のトランステューサ素子144の各々との間に電気的接続/経路を設けている。

【0034】

10

20

30

40

50

ここで図6を参照すると、本発明のもう一つの実施形態による図3のトランスデューサ・アレイ142と共に用いられる介在層186のさらに詳細な図が示されている。介在層186は、複数の別個の基材の層188、190、192を有する多層構造として形成されるものとして示されている。介在層186は、底面層188、中間層190及び最上層192の三つの基材層を含むものとして示されているが、さらに多数又は少数の層も具現化され得ることが思量される。基材層188、190、192の各々は、ポリイミドのような低音響インピーダンス（例えば10MRayl未満、好ましくは5MRayl未満）を有する非導電性有機基材で形成されている。基材層188、190、192の各々は、層の前面から当該層の背面まで延在する複数のビア180を形成されて含んでいる。図6の実施形態によれば、基材層188、190、192の各々に形成されたビア194のピッチは互いに異なっており、第一のピッチを有するトランスデューサ素子144（及び音響素子146）（図3）並びに第一のピッチと異なる第二のピッチを有するビームフォーミング電子回路156（図3）の相互接続パッド161に対する介在層186の接続を可能にしている。

【0035】

図6に示すように、底面基材層188に形成されたビア194は、ビームフォーミング電子回路156の相互接続パッド161のピッチに合致する第一のピッチを有する。本発明の実施形態の一例によれば、底面基材層188のビア166の各々が金属相互接続196を形成されて有する。金属相互接続196は、銅のような伝導性材料の薄層（例えば1ミクロン～10ミクロン厚）で形成されており、各々の相互接続はビアと実質的に一致し且つ基材層188の上面にまで延在するように刻印されている。底面基材層188のビア194の各々はまた、低インピーダンスの非導電性充填材料198で充填されており、充填材料はビアの内部まで延在する金属相互接続の上に堆積させられて、基材層と実質的に類似した音響インピーダンス（例えば約3MRayl）を有するビア構造を形成する。複数の接続パッド170が、底面基材層188の底面でビア194の各々に対応する位置に配置されている。

【0036】

ビア194はまた、中間基材層190にも形成されており、中間基材層のビアは底面基材層188のビアのピッチとは異なる第二のピッチを有する。中間基材層190のビア194は、底面層ビアの金属相互接続196と重なり合う／交差するような位置に形成されており、底面基材層188と中間基材層190との間に電気的接続が形成され得るようにしている。底面基材層188と同様に、中間基材層190のビア194の各々もまた金属相互接続196を形成されて有し、金属相互接続はビアを通して下方に延在し、また基材層190の上面まで延在している。中間基材層190のビア194の各々は非導電性充填材料198で充填されており、充填材料はビアの内部まで下方に延在する金属相互接続の上に堆積させられて、基材層と実質的に類似した音響インピーダンスを有するビア構造を形成する。

【0037】

ビア194はまた、最上基材層192にも形成されており、最上基材層のビアは底面基材層及び中間基材層188、190のビアのピッチと異なる第三のピッチを有する。最上基材層192のビア194は、中間層ビアの金属相互接続196と重なり合う／交差するような位置に形成されており、中間基材層190と最上基材層192との間に電気的接続が形成され得るようにしている。最上基材層192のビア194のピッチはまた、トランスデューサ素子144（及び音響素子146）のピッチに合致する。最上基材層192のビア194の各々もまた金属相互接続196を形成されて有しており、金属相互接続はビアを通して下方に延在し、また最上基材層192の上面まで延在し、最上基材層の外側に面した表面に延在して接続パッドを形成することができる。最上基材層192のビア194の各々は非導電性充填材料198で充填されており、充填材料はビアの内部まで下方に延在する金属相互接続の上に堆積させられて、基材層と実質的に類似した音響インピーダンスを有するビア構造を形成する。複数の接続パッド170が、最上基材層192の上面

10

20

30

40

50

でビア 194 の各々に対応する位置に配置されている。

【0038】

介在層 186 の多層基材は、外側に面した表面での接続パッド 170 の再取り回しを可能にするので、底面基材層 188 の上の接続パッドは最上基材層 192 の接続パッドとは異なるピッチを有する。このように、介在層 186 は、第一のピッチを有するトランスデューサ素子 144 の第一のピッチとは異なる第二のピッチで相互接続パッドを有するビームフォーミング電子回路 156 への接続を可能にしている。

【0039】

図 4 ~ 図 6 の実施形態の各々において、介在層に形成される伝導性素子 / 経路は、薄い金属の伝導性相互接続と併せて用いられる伝導性エポキシ又は非伝導性エポキシの形態を取り得ることが認められる。このように、図 4 ~ 図 6 の実施形態の各々での伝導性素子の特定の形態は、伝導性素子の代替的な形態によって置換され得る。例えば、図 4 の実施形態で述べた伝導性エポキシは、薄い金属の伝導性相互接続と併せて用いられる非伝導性エポキシに置き換えることができ、同様の置換は図 5 及び図 6 の実施形態の各々についても行なわれ得る。

10

【0040】

ここで図 7 を参照すると、本発明の一実施形態による図 3 に示すトランスデューサ・アセンブリ 142 のような例示的なトランスデューサ・アセンブリを製造する例示的な工程 200において作製される段階的構造が示されている。工程は、介在層 204 を設けるステップ 202 から開始される。図 7 の実施形態では、介在層 204 を单層基材 204 から形成されるものとして示しているが、図 6 の実施形態に従って多層基材も設けられ得ることが認められる。介在層基材 206 は、例えばポリイミドで形成され得る非導電性有機基材であり、約 10 MRayl 未満、好ましくは 5 MRayl 未満の音響インピーダンスを有する。基材には複数のビア 208 が形成され、これらのビアは基材 206 の前面から背面まで延在する貫通ビアとして構成される。図 7 の実施形態によれば、ビア 208 は、以下で説明するように、トランスデューサ・アセンブリ 142 (図 3) のトランスデューサ素子 144 (及び音響層 146) と同一の間隔又はピッチを有するように基材 206 に形成される。ビア 208 の各々は、介在層 204 を通る電気的接続又は経路を設ける導電性充填材料 210 で充填される。本発明の実施形態の一例によれば、充填材料 210 は基材 206 の音響インピーダンスに類似した音響インピーダンスを有する。例えば、ビア 208 の内部に含まれる充填材料 210 は、約 3 MRayl の音響インピーダンスを有する銀エポキシであつてよい。次いで、複数の接続パッド 212 が、介在層 206 の上面及び底面でビア 208 の各々に対応する位置に追加される。

20

【0041】

介在層 204 の形成に続いて、ステップ 214 においてトランスデューサ・アセンブリ 142 (図 3 を参照) のような例示的なトランスデューサ・アセンブリが形成される。上面及び底面を有する音響層 216 が設けられる。電極 (図示されていない) が、音響層 216 の上面及び底面にスパッタリング及び / 又はめっきで付着し得る。認められるように、電極は、特に接地電極及び信号電極について、異なる物理的構成を有していてよい。一実施形態では、電極は巻き付け構成を含み得る。音響層 216 は、約 50 ミクロン ~ 約 600 ミクロンの範囲の厚みを有するように構成され得る。

30

【0042】

上面及び底面を有する第一のマッチング層 218 が音響層 216 の上面に配設され得る。第一のマッチング層 218 は、約 40 ミクロン ~ 約 300 ミクロンの範囲の厚みを有するように構成され得る。続いて、上面及び底面を有する第二のマッチング層 220 が、第一のマッチング層 218 の上面に配設され得る。第一のマッチング層 218 に関して記載されるように、第二のマッチング層 220 は、約 30 ミクロン ~ 約 250 ミクロンの範囲の厚みを有するように構成され得る。第一及び第二のマッチング層 218、220 は、高インピーダンスの音響層 216 と低インピーダンスの患者との間に存在し得るインピーダンス差の整合を容易にするように構成され得る。かかるトランスデューサは单一又は多数

40

50

のマッチング層を含み得ることが認められよう。現在利用可能なトランスデューサは典型的には二つのマッチング層を用いており、この場合にトランスデューサでの二つのマッチング層の利用は、空間的に制約された応用での性能と積層体の厚みとの間の最善の兼ね合いに相当し得る。

【0043】

加えて、ステップ214では、上面及び底面を有する例示的なデマッチング層222を音響層216の底面に配設することができる。換言すると、音響層216の第一のマッチング層218が配設されている表面の裏面にデマッチング層222を配設することができる。さらに、デマッチング層222は約50ミクロン～約500ミクロンの範囲の厚みを有するように構成され得る。さらに、認められるように、デマッチング層222は、導電性の基材で形成されるか、伝導性ビア構造を形成した非導電性基材で形成されるかの何れかによって、導電性となるように構成することができる。このように、ダイス切断前の音響積層体224が、第二のマッチング層220、第一のマッチング層218、音響層216及びデマッチング層222を積み重ねて各層を共に結合することにより形成され得る。

10

【0044】

ステップ214を引き続き参照して述べると、介在層204は、デマッチング層222の底面に結合される。かかる結合は、圧縮結合、金スタッド・バンプ結合、伝導性エポキシ、はんだリフロー、異方伝導性フィルム、又は他の方法を含む幾つかの公知の方法の任意のものによって実行することができる。上で述べたように、介在層204は、デマッチング層222の音響インピーダンスよりも実質的に低い音響インピーダンスを有する。さらに図7に示すように、上面及び底面を有する基材226を選択することができる。基材226は、プラスチック、金属、セラミック、シリコン、ポリマー又はガラスの一つを含み得る。基材226は、作製工程時にトランスデューサ・アセンブリに機械的強度を与えるように構成され得ることが特記され得る。

20

【0045】

ステップ228は、トランスデューサ・アセンブリをダイス切断して複数のトランスデューサ素子を形成するステップを表わしている。従って、1又は複数の鋸切り溝230が、第二のマッチング層220、第一のマッチング層218、音響層216、及びデマッチング層222を通して延在し得る。本発明のさらに他の観点によれば、1又は複数の鋸切り溝230は介在層204まで部分的に延在していてもよい。ステップ228での四つの層のダイス切断の結果として、複数のトランスデューサ素子232を形成することができる。

30

【0046】

ステップ234では、複数のトランスデューサ素子232の間の素子間の空間に切り溝充填材236を配設することができる。代替的には、トランスデューサ素子232の各々の間に空気が存在するように切り溝230を充填せずに残してもよい。切り溝充填剤236は、充填又は無充填のシリコン又はエポキシを含み得る。また、切り溝充填剤236は、素子間空間230を充填することによりトランスデューサ・アセンブリを機械的に強化するように構成されることができ、これにより脆性を小さくしさらに信頼性の高いアセンブリを得ることができる。切り溝充填剤236は、低剪断剛性又は高剪断減弱性を有するように構成されることができ、これにより素子間クロストークを最小にする。ステップ234に続いて、ステップ238において基材226を取り除いてビームフォーミング電子回路240を介在層の底面に結合することができ、圧縮結合、金スタッド・バンプ結合、伝導性エポキシ、はんだリフロー、異方伝導性フィルム、又は他の方法によって結合することができる。また、損失性バッキング層163をビームフォーミング電子回路240の背面に追加することができる。図7に示すように、ビームフォーミング電子回路240の相互接続パッド242の間隔又はピッチは、ビームフォーミング電子回路240と介在層204との間に電気的接続が形成されるように、介在層204の接続パッド212のピッチに合致している。

40

【0047】

50

図 7において述べた製造工程以外に、トランステューサ・アセンブリ 142 を構築する代替的な製造工程を具現化し得ることが認められる。例えば、代替的な製造工程の実施形態によれば、基材 226 を製造工程から省くことができる。一実施形態によれば、製造工程は、介在層 204 をビームフォーミング電子回路 240 に取り付けることから開始することができる。次いで、音響積層体 224 を介在層 204 及びビームフォーミング電子回路 240 (支持を提供する) の上に組み立てることができ、これにより基材 226 の必要性をなくすことができる。もう一つの実施形態によれば、音響積層体 224 を介在層 204 のみの上に組み立てることができる。次いで、ビームフォーミング電子回路 240 がトランステューサ素子 232 の形成工程を受けないように、ビームフォーミング電子回路 240 を引き続き介在層 204 に取り付ける。もう一つの実施形態によれば、音響積層体 224 は第二のマッチング層 220 の追加の前にダイス切断されることができ、第二のマッチング層が連続的な層のまとなり、この層の底面に施工される伝導性フィルム (図示されていない) と共にトランステューサ素子 232 の各々に電気的接地接続を提供するよう 10 にする。

【0048】

ここで図 8 を参照すると、本発明の一実施形態によれば、トランステューサ素子及びビームフォーミング電子回路の相互接続への同時接続を可能にするように構成されている介在層 250 が設けられる。介在層 250 は、図 3 に記載されるようなトランステューサ素子 256 への結合のための第一の接続領域 252 と、ビームフォーミング電子回路 258 への結合のための第二の接続領域 254 とを含んでいる。介在層 250 の第一の接続領域 252 及び第二の接続領域 254 は、ビームフォーミング電子回路 258 の上の第一及び第二の群の相互接続パッド 260、262 に対応している。第一の群の相互接続パッド 260 はビームフォーミング電子回路 258 の中央部分の内部に配置されてトランステューサ素子 256 と関連するが、第二の群の相互接続パッド 262 はビームフォーミング電子回路 258 の 1 又は複数の端辺に沿って配置されて信号入出力 (I/O)、電力及び制御の各作用を提供するシステム接続に関連する。 20

【0049】

図 3 ~ 図 7 において議論された介在層と同様に、介在層 250 は非導電性有機基材 264 で形成される。実施形態の一例によれば、基材 264 は、約 10 MRayl 未満、好ましくは 5 MRayl 未満の音響インピーダンスを有する非導電性材料で形成される。有機基材 264 は、例えばポリイミドで構成されており、全厚が約 25 ミクロン ~ 約 500 ミクロンの範囲にあり、好ましくは 125 ミクロンよりも厚い。低音響インピーダンス材料で形成される介在層 250 は、デマッチング層 280、介在層 250 及び集積回路 258 が音響反射体としてさらに効率よく作用することを可能にする。デマッチング層 280 とビームフォーミング電子回路 258 との間に低音響インピーダンスの介在層 250 を配置すると、ビームフォーミング電子回路の実効音響インピーダンスが顕著に上昇し、これによりトランステューサ素子 256 の前面 / 上面から音波エネルギーの大半を反射させる。 30

【0050】

図 8 に示すように、介在層 250 の基材 264 は第一の層 266 及び第二の層 268 を含んでいるが、他の単層基材又は多層基材も具現化され得ることが認められる。実施形態の一例によれば、第二の接続領域 254 では、基材 264 の第一の層 266 が、ビームフォーミング電子回路 258 とケーブル・フレックス回路のようなシステム接続 (図示されていない) との間で信号を伝える信号 I/O として作用する。基材 264 の第二の層 268 は、システム接続からビームフォーミング電子回路 258 へ電力 / 制御信号を供給する電力及び制御層として作用する。 40

【0051】

介在層 250 の第一の接続領域 252 は複数のビア 270 を形成されて含んでおり、ビアは基材の前面から背面まで延在する貫通ビアとして構成されている。図 4 に関して上で述べたように、ビア 270 は、トランステューサ素子 256 の間隔又はピッチ、及びビームフォーミング電子回路 258 の群 260 の相互接続パッド (例えばバンプ接続) のピッ 50

チと同一の間隔又はピッチを有するように基材 264 に形成される。ビア 270 の各々は、導電性充填材 272 (例えば銀エポキシ) で又は薄い金属伝導性相互接続及び非導電性エポキシで充填されており、この相互接続が介在層 250 を通してビームフォーミング電子回路 258 の第一の群の相互接続パッド 260 及びトランステューサ素子 256 の各々に電気的接続又は経路を設けている。

【0052】

介在層 250 の第二の接続領域 254 は、ケーブル・フレックス回路のようなシステム相互接続からビームフォーミング電子回路 258 へ電力及び制御命令を送信するように作用する。このように、第二の接続領域 254 は、当該領域を走行する伝導性トレース (図示されていない)、並びにビームフォーミング電子回路 258 の上の第二の群の相互接続パッド 262 に対応する一連のパッド接続 274 及び / 又はビア 270 (伝導性エポキシ 272 で充填されている) を含んでいる。実施形態の一例によれば、介在層 250 の上の接続パッド 274 は、第一の基材層 266 を第二の群の相互接続パッド 262 の相互接続パッドに電気的に結合して、ビームフォーミング電子回路 258 に信号 I/O を提供する。ビームフォーミング電子回路 258 に電力及び制御信号を提供するためには、第二の基材層 268 は、第一の基材層 266 (導電性材料で充填されている) を通して延在する単層ビア 276 (伝導性エポキシ 272 で充填されている)、及び接続パッド 274 を経由して、第二の群の相互接続パッド 262 のもう一つの相互接続パッドに電気的に結合される。また、第二の群の相互接続パッド 262 のもう一つの相互接続パッドと電気的接地 278 との間の接地 / 二重電力接続が介在層 250 によって提供される。すなわち、伝導性エポキシ 272 で充填された貫通ビア 270 が基材 264 を通して形成され、第二の群の相互接続パッド 262 の相互接続パッドを導電性のデマッチング層 280 に電気的に結合し、デマッチング層が電気的接地 278 にさらに結合される。

【0053】

図 8 に示すように、実施形態の一例によれば、トランステューサ素子 256 を形成する音響積層体は、第一の接続領域 252 及び第二の接続領域 254 の両方をカバーするのに十分な寸法を有する。製造工程時に、成層した音響積層体が介在層 250 (第一及び第二の接続領域 252、254 をカバーする) の一方の側面に積層され、図 7 において述べたようなトランステューサ素子 256 の 2D アレイに加工される。次いで、接合されたトランステューサ素子及びフレックス回路は、第一の接続領域 252 (及びトランステューサ素子 256) が音響送受波信号に関連する第一の群の相互接続パッド 260 に電気的に接合され、また第二の接続領域 254 が信号 I/O、電力及び制御作用に関連する第二の群の相互接続パッド 262 に電気的に接合されるように、ビームフォーミング電子回路 258 の上に接着剤を用いて圧着積層される。有益なこととして、介在層 250 は、トランステューサ素子のアレイをビームフォーミング電子回路 258 の表面に取り付けることなく構築する (各構成要素を積層し、研磨し、清浄化し、ダイス切断する等) ことを可能にし、これによりビームフォーミング電子回路への損傷の可能性を制限する。加えて、介在層 250 は、トランステューサ素子 256 並びに介在層の信号 I/O、電力及び制御接続に対するビームフォーミング電子回路 258 の同時接続を可能にし、システム相互接続への容易な接続を提供する。

【0054】

従って、本発明の一実施形態によれば、超音波トランステューサが、音響素子のアレイを有する音響層と、音響層に結合されており音響層の音響インピーダンスよりも高い音響インピーダンスを有するデマッチング層と、デマッチング層に結合されており基材及び複数の伝導性素子を含む介在層とを含んでおり、介在層はデマッチング層の音響インピーダンスよりも低い音響インピーダンスを有する。この超音波トランステューサはまた、介在層に結合されておりデマッチング層及び介在層を通して音響素子のアレイに電気的に接続されている集積回路を含んでいる。

【0055】

本発明のもう一つの実施形態によれば、超音波トランステューサを製造する方法が、介

10

20

30

40

50

在層を設けるステップと、介在層に複数のビアを形成するステップと、ビアの内部に導電性材料を追加するステップと、音響層をデマッチング層に結合するステップとを含んでおり、デマッチング層は、音響層の音響インピーダンスよりも高く介在層の音響インピーダンスよりも高い音響インピーダンスを有する。この方法はまた、介在層をデマッチング層に結合するステップと、ビームフォーミング電子回路パッケージを介在層に結合するステップとを含んでおり、ビームフォーミング電子回路パッケージは、複数の接続パッドを形成されて有し、介在層を経由して音響層に電気的に結合される。

【0056】

本発明のさらにもう一つの実施形態によれば、侵襲型プローブ用に構成された超音波トランスデューサが、音響素子のアレイを有する音響層と、音響層に結合されており音響層の音響インピーダンスよりも高い音響インピーダンスを有するデマッチング層と、音響層に信号を送り音響層から信号を受けるように構成されており複数の接続パッドを形成されて有するビームフォーミング電子回路とを含んでいる。この超音波トランスデューサはまた、デマッチング層に結合された介在層を含んでおり、介在層はさらに、デマッチング層の音響インピーダンスよりも低い音響インピーダンスを有し複数のビアを形成されて有する非導電性基材と、ビームフォーミング電子回路を音響層に電気的に接続するように構成されており、複数のビアを通して延在する複数の導電性経路を有する第一の接続領域と、ビームフォーミング電子回路を信号入出力接続、電力及び制御接続、並びに接地及び二重電力接続の少なくとも一つを含むシステム接続に電気的に接続するように構成されている第二の接続領域とを含んでいる。

【0057】

この書面の記載は、最適な態様を含めて本書において本発明を開示し、また任意の装置又はシステムを製造して利用すること及び任意の組み込まれた方法を実行することを含めてあらゆる当業者が本発明を実施することを可能にするように実例を用いている。本発明の特許付与可能な範囲は特許請求の範囲によって画定され、当業者に想到される他の実例を含み得る。かかる他の実例は、特許請求の範囲の書字言語に相違しない構造的要素を有する場合、又は特許請求の範囲の書字言語と非実質的な相違を有する等価な構造的要素を含む場合には、特許請求の範囲内にあるものとする。

【符号の説明】

【0058】

- 100 超音波システム
- 102 送波器
- 104 素子のアレイ
- 106 超音波トランスデューサ
- 108 受波器
- 110 ビームフォーミング電子回路
- 112 R F プロセッサ
- 114、122 メモリ
- 116 プロセッサ・モジュール
- 118 表示器
- 124 ユーザ・インターフェイス
- 130 3 D 対応小型超音波システム
- 132 トランスデューサ
- 134 ユーザ・インターフェイス
- 136 一体型表示器
- 138 外部装置
- 140 有線網又は無線網
- 142 トランスデューサ・アセンブリ
- 144 トランスデューサ素子のアレイ
- 145 所望の素子間間隔又はピッチ

10

20

30

40

50

1 4 6	音響層	
1 4 8	第一のマッチング層	
1 5 0	第二のマッチング層	
1 5 1	導電性薄膜	
1 5 2	デマッチング層	
1 5 4	介在層	
1 5 6	集積回路	
1 5 8	基材	
1 6 0	伝導性素子	
1 6 1	相互接続パッド	10
1 6 2、1 7 2、1 8 6	介在層	
1 6 3	損失性バッキング層	
1 6 4、1 7 4	基材	
1 6 6、1 8 0、1 9 4	ビア	
1 6 8、1 8 2、1 9 8	充填材	
1 7 0、1 8 4	接続パッド	
1 7 6	金属シート	
1 7 8	穿孔	
1 8 8、1 9 0、1 9 2	基材層	
1 9 6	金属相互接続	20
2 0 4	介在層	
2 0 6	基材	
2 0 8	ビア	
2 1 0	充填材	
2 1 2	接続パッド	
2 1 6	音響層	
2 1 8	第一のマッチング層	
2 2 0	第二のマッチング層	
2 2 2	デマッチング層	
2 2 4	ダイス切断前の音響積層体	30
2 2 6	基材	
2 3 0	鋸切り溝	
2 3 2	トランステューサ素子	
2 3 6	切り溝充填材	
2 4 0	ビームフォーミング電子回路	
2 4 1	損失性バッキング層	
2 4 2	相互接続パッド	
2 5 0	介在層	
2 5 2	第一の接続領域	
2 5 4	第二の接続領域	40
2 5 6	トランステューサ素子	
2 5 8	ビームフォーミング電子回路	
2 6 0	第一の群の相互接続パッド	
2 6 2	第二の群の相互接続パッド	
2 6 4	有機基材	
2 6 6	第一の層	
2 6 8	第二の層	
2 7 0	ビア	
2 7 2	充填材	
2 7 4	パッド接続部	50

2 7 6 単層ビア
2 7 8 電気的接地
2 8 0 デマッチング層

【図1】

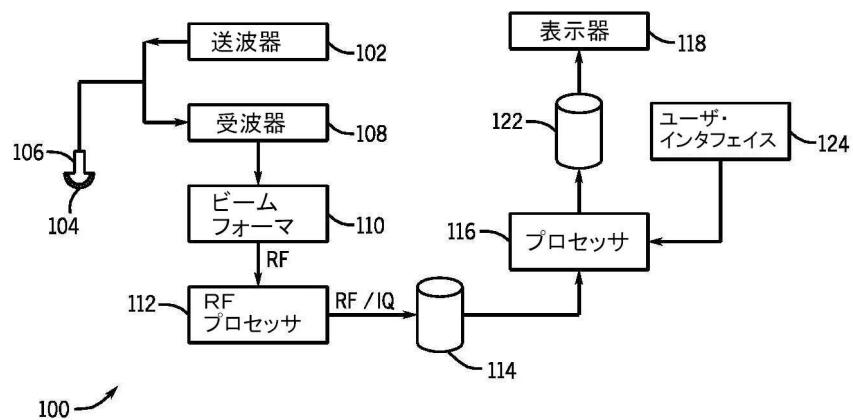


FIG. 1

【図2】

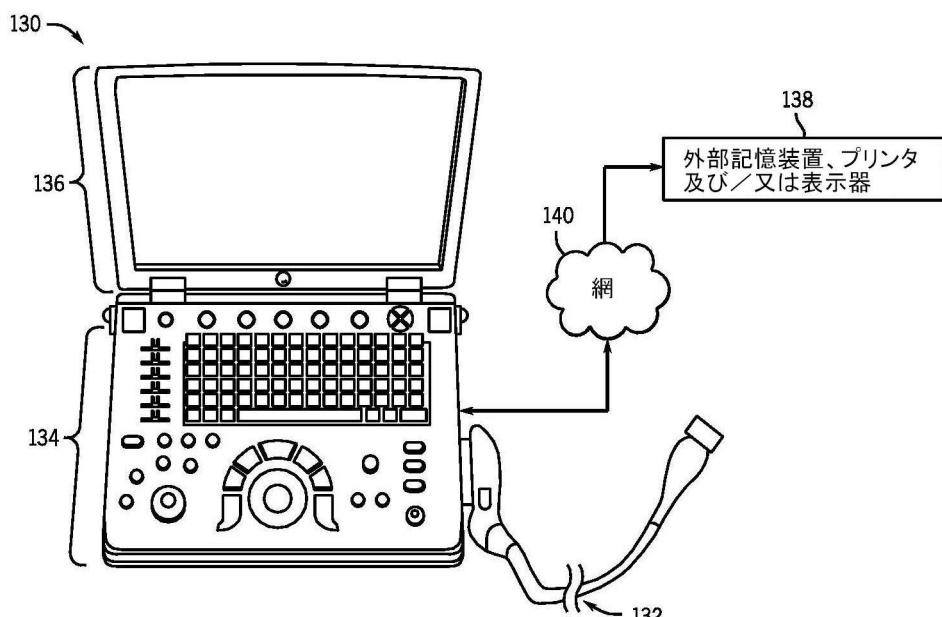
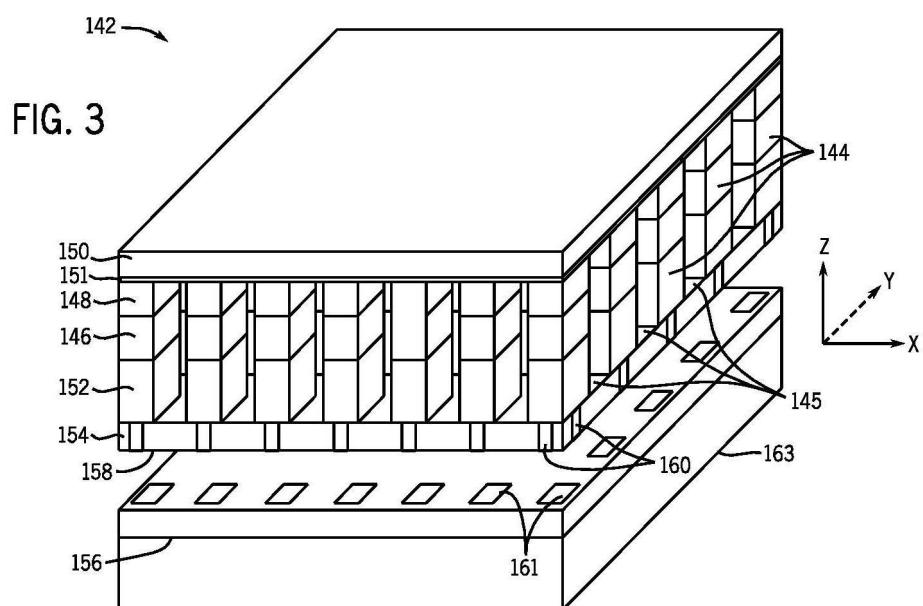


FIG. 2

【図3】



【図4】

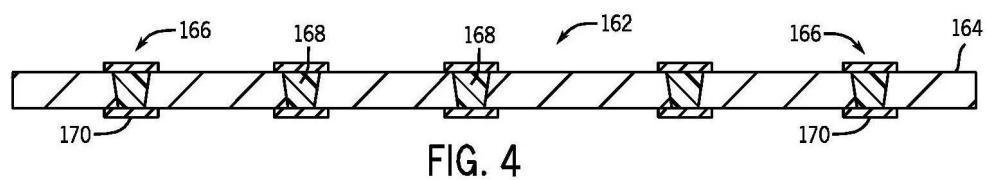


FIG. 4

【図5】

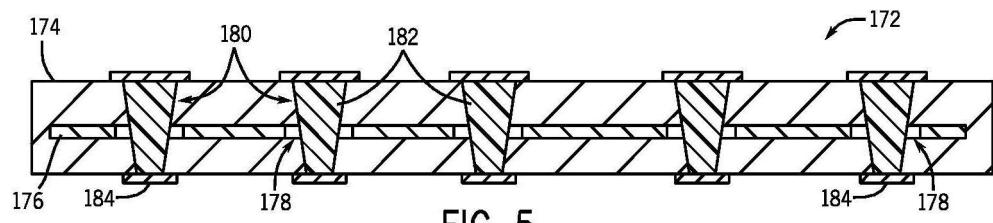


FIG. 5

【図6】

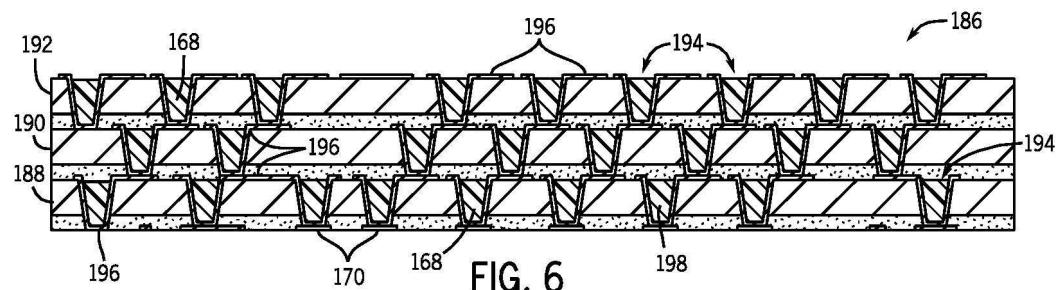
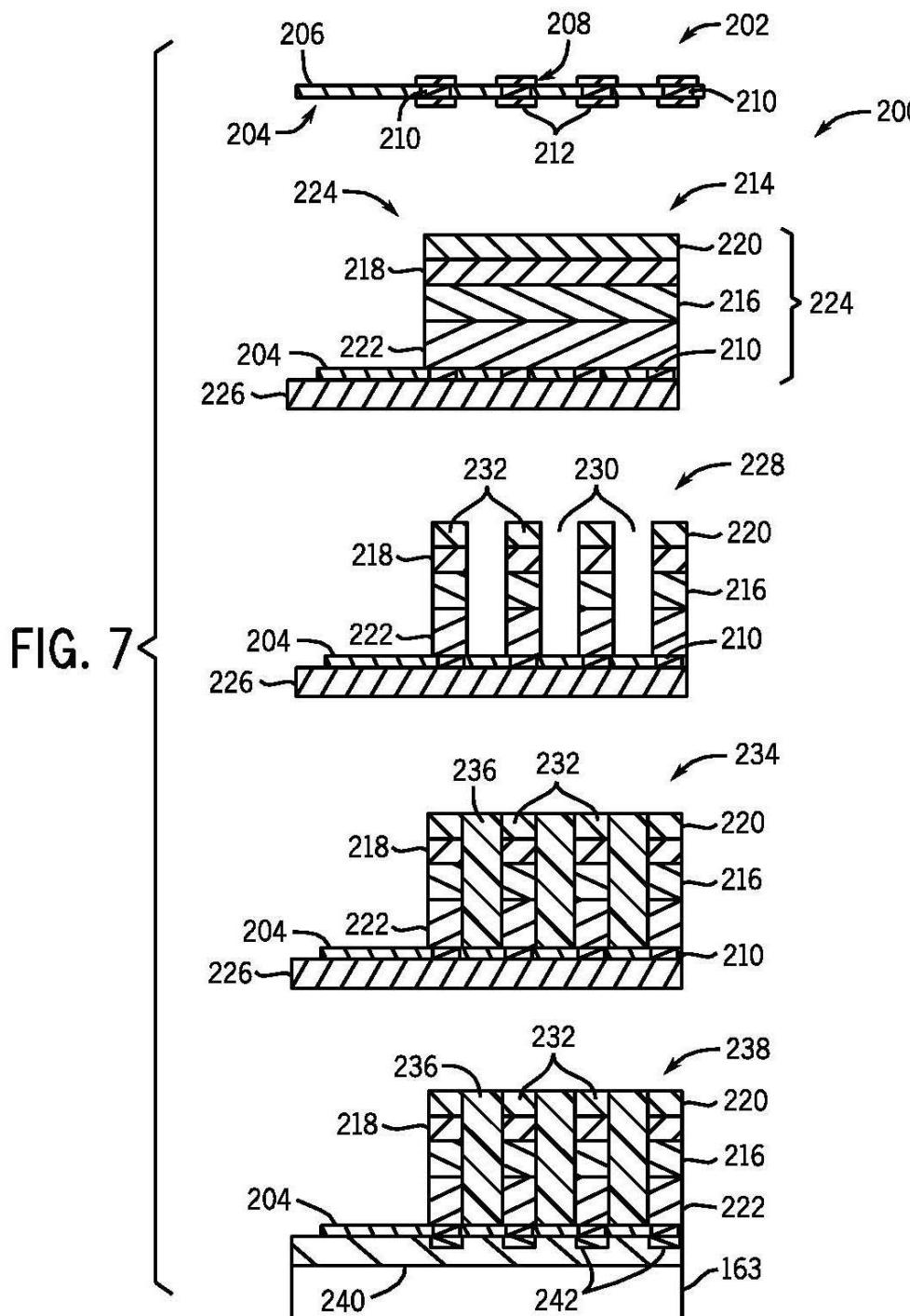


FIG. 6

【図7】



【図8】

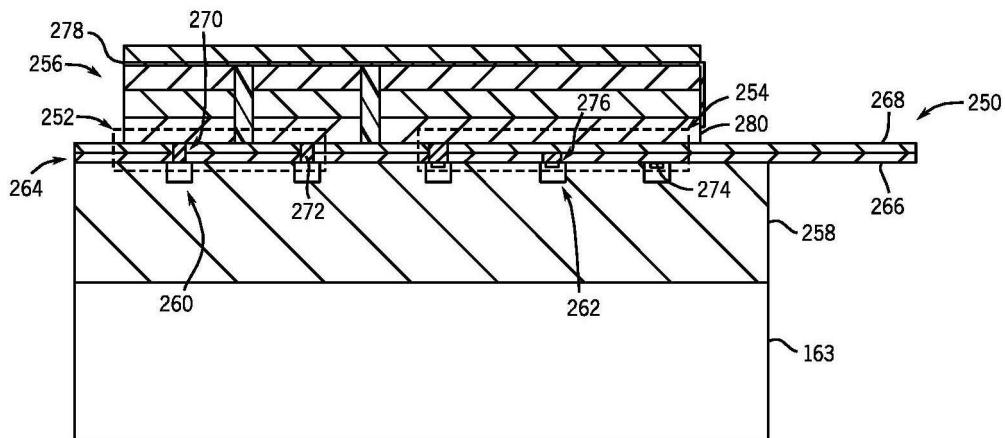


FIG. 8

フロントページの続き

(72)発明者 ジャン - フランソワ・ジェリ
フランス、ムギンス、シェミニ・ド・シャトー、1122番
(72)発明者 ロウウェル・スミス
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、チェシャー・プレイス、24番
(72)発明者 チャールズ・ジー・ウォイチック
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、キャサリンズ・ウッド・ドライヴ、1011番
(72)発明者 フレデリック・ランテリ
フランス、06110、ルカネ、ルート・ド・ヴァルボンヌ、48番、ル・センチュリB
(72)発明者 ステファン・エドワルドセン
ノルウェイ、レヴェタル、ラスタッド、48番
(72)発明者 ロバート・エス・リワンドウスキ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、アムスターダム、カウンティ・ハイウェイ、978番

審査官 武田 裕司

(56)参考文献 国際公開第2008/038183 (WO, A1)
特表2009-515439 (JP, A)
特開2006-319145 (JP, A)
特表2007-513563 (JP, A)
特開2004-056504 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 17/00
A61B 8/00