

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003 - 153899

(P2003 - 153899A)

(43)公開日 平成15年5月27日 (2003.5.27)

(51) Int. Cl ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ド* (参考)
A 6 1 B 8/00		A 6 1 B 8/00	2 G 0 4 7
G 0 1 N 29/24	502	G 0 1 N 29/24	4 C 3 0 1
G 0 1 S 7/521		H 0 4 R 1/02	5 D 0 1 9
H 0 4 R 1/02	330	G 0 1 S 7/52	A 5 J 0 8 3

審査請求 未請求 請求項の数 48 O L (全 69数)

(21)出願番号 特願2002 - 304292(P2002 - 304292)

(22)出願日 平成14年10月18日(2002.10.18)

(31)優先権主張番号 039910

(32)優先日 平成13年10月20日(2001.10.20)

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 502096705

ノヴァソニック ス インコーポレイテッド
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9404
3 マウンテン・ビュー テラ・ベラ・アヴ
エニュー 1061

(72)発明者 ウミト タラチ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9404
3 マウンテン・ビュー テラ・ベラ・アヴ
エニュー 1061

(74)代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦 (外 3 名)

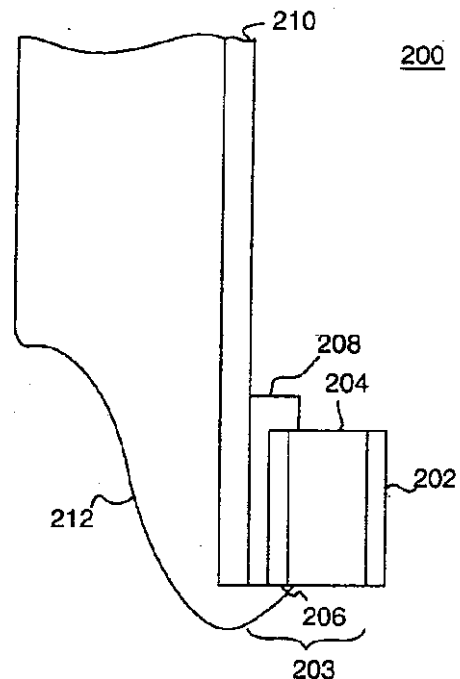
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波発生要素を回路に結合するシステム及び方法

(57)【要約】

【課題】 本発明は、小型化された超音波システム発生及び受信ユニットを提供することを目的とする。

【解決手段】 超音波トランスデューサの2次元配列を、マザーボードのような信号発生及び受信ユニットに結合する、ケーブルレス結合を有する超音波画像化装置である。結合は、音響的に減衰させ且つ電気的に導通する構造を有し、これは、導体が埋め込まれた又は外の面に取り付けられた、電気的に導通し又は電気的に絶縁する、ポストを有することができる。2次元配列をマザーボードと結合し且つ分離する高密度コネクタも可能である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 信号発生及び受信ユニットと、ケーブルレス結合組立体と、ケーブルレス結合組立体を介して、信号発生及び受信ユニットへ結合された、超音波変換組立体とを有するシステム。

【請求項2】 音響変換要素と、音響的に分離する組立体と、を有するトランスデューサと、音響的に分離する組立体を介して、音響変換要素に結合される、信号発生及び受信ユニットとを有するシステム。

【請求項3】 音響変換要素は、2つの電気的なコンタクトの間に、少なくとも1つの音響的に活性化された物質を有する、請求項2に記載のシステム。

【請求項4】 音響変換要素は、2つの電気的なコンタクトの1つに接続された音響整合組立体と、音響整合組立体に結合された音響窓を有する、請求項3に記載のシステム。

【請求項5】 信号発生及び受信ユニットは、マザーボードを有する、請求項2に記載のシステム。

【請求項6】 充填物質が、音響的に分離する組立体により形成された切り溝内に配置される、請求項2に記載のシステム。

【請求項7】 音響的に分離する組立体は、電気的に導電し且つ音響的に減衰させる物質の柱状要素を有する、請求項2に記載のシステム。

【請求項8】 柱状要素は、異方性の導体である、請求項7に記載のシステム。

【請求項9】 柱状要素は、等方性の導体である、請求項7に記載のシステム。

【請求項10】 音響的に分離する組立体は、電気信号を導通する導体を有する、絶縁柱状要素を有する、請求項2に記載のシステム。

【請求項11】 導体は、柱状要素の中に部分的に埋めこまれている、請求項10に記載のシステム。

【請求項12】 導体は、柱状要素の外に取りつけられている、請求項10に記載のシステム。

【請求項13】 導体は、柱状要素と結合された絶縁の裏材を有する、請求項10に記載のシステム。

【請求項14】 導体は、柱状要素よりも長く且つ柱状要素を超えて伸びる、請求項10に記載のシステム。

【請求項15】 信号発生及び受信ユニットを有する回路を有し、

2つの電気的なコンタクトの間の音響的に活性化された物質と、

2つの電気的なコンタクトの1つと結合された音響整合組立体と、

音響整合組立体に結合された音響窓と、を有する音響変換要素を有し、

少なくとも電気的に導通し且つ音響的に減衰させる物質の柱状要素を有し、音響変換要素を分離する、音響的に分離する組立体を、少なくとも有する、信号発生及び受信ユニットと、音響変換要素とに結合されたケーブルレス結合組立体を有し、

音響的に分離する組立体により形成された切り溝内に配置される充填物質とを有する、システム。

【請求項16】 柱状要素は、異方性の導体である、請求項15に記載のシステム。

【請求項17】 柱状要素は、等方性の導体である、請求項15に記載のシステム。

【請求項18】 音響的に分離する組立体は、柱状要素に結合された電気信号を導通する導体を有する、請求項15に記載のシステム。

【請求項19】 導体は、柱状要素の中に部分的に埋めこまれている、請求項18に記載のシステム。

【請求項20】 更に音響インデックス整合要素を含む、請求項18に記載のシステム。

【請求項21】 導体は、柱状要素の外に取りつけられている、請求項18に記載のシステム。

【請求項22】 導体は、柱状要素と結合された絶縁の裏材を有する、請求項18に記載のシステム。

【請求項23】 導体は、柱状要素よりも長く且つ柱状要素を超えて伸びる、請求項18に記載のシステム。

【請求項24】 ケーブルレス結合を介して、信号発生及び受信ユニットに、超音波変換組立体を結合する、超音波システムを製造する方法。

【請求項25】 信号発生及び受信ユニットを設け、音響的に分離する組立体を、信号発生及び受信ユニットに結合し、且つ、

音響変換要素を、音響的に分離する組立体に結合する、方法。

【請求項26】 音響変換要素を結合することは、2つの電気的なコンタクトの間に音響的に活性化された物質を挿入することを含む、請求項25に記載の方法。

【請求項27】 音響変換要素を結合することは、2つの電気的なコンタクトの1つに音響整合組立体を結合し、

音響整合組立体に音響窓を結合することを含む、請求項26に記載の方法。

【請求項28】 信号発生及び受信ユニットは、マザーボードを有する、請求項25に記載の方法。

【請求項29】 更に、充填物質が、音響的に分離する組立体により形成された切り溝内に配置される、請求項25に記載の方法。

【請求項30】 音響的に分離する組立体に結合することは、絶縁柱状要素を、電気信号を導通する導体に結合する、請求項25に記載の方法。

【請求項31】 導体は、柱状要素よりも長く且つ柱状要素を超えて伸びる、請求項30に記載の方法。

【請求項32】音響的に分離する組立体は、電氣的に導電し且つ音響的に減衰させる物質の柱状要素を有する、請求項25に記載の方法。

【請求項33】柱状要素は、異方性の導体である、請求項32に記載の方法。

【請求項34】柱状要素は、等方性の導体である、請求項32に記載の方法。

【請求項35】音響的に分離する組立体に結合することは、更に、導体を絶縁の裏材に結合し、且つ、絶縁の裏材を柱状要素に結合する、請求項32に記載の方法。

【請求項36】発生及び受信ユニットを設け、2つの電氣的なコンタクトの間に音響的に活性化された物質を挿入し、

電氣的なコンタクトの1つと音響整合組立体とを結合し、且つ、

音響窓を音響整合組立体に結合する、

音響変換要素を設け、

少なくとも電氣的に導通し且つ音響的に減衰させる物質の柱状要素を有する音響的に分離する構造を有する、音響的に分離する組立体を、発生及び受信ユニットと音響変換要素にケーブルレス結合し、且つ、音響的に分離する構造により形成された切り溝内に充填物質配置する、方法。

【請求項37】柱状要素は、異方性の導体である、請求項36に記載の方法。

【請求項38】柱状要素は、等方性の導体である、請求項36に記載の方法。

【請求項39】音響的に分離する組立体は、電気信号を導通する導体を有する、絶縁柱状要素を有する、請求項36に記載の方法。

【請求項40】導体は、柱状要素の中に部分的に埋め込まれている、請求項36に記載の方法。

【請求項41】導体は、柱状要素の外に取りつけられている、請求項36に記載の方法。

【請求項42】導体は、柱状要素と結合された絶縁の裏材を有する、請求項36に記載の方法。

【請求項43】導体は、柱状要素よりも長く且つ柱状要素を超えて伸びる、請求項42に記載の方法。

【請求項44】超音波変換組立体を介して超音波を変換し、且つ超音波変換組立体と信号発生及び受信ユニットの間で、ケーブルレス結合を介して、電気信号を通信する、方法。

【請求項45】更に前記超音波を音響インデックス整合要素を通して送信する、請求項44に記載の方法。

【請求項46】音響的に分離する組立体を介して、発生及び受信ユニットと音響変換要素の間で信号を通信し、且つ、

音響変換要素を使用して音波を変換する、方法。

*【請求項47】信号発生及び受信ユニットを使用して信号を処理し、

2つの電極の間の音響的に活性化された物質と、

2つの電極の1つと結合された音響整合組立体と、及び、

音響整合組立体に結合された音響窓と、

を有する音響変換要素を有する超音波変換組立体を使用して超音波を変換し、

電氣的に導通し且つ音響的に減衰させる少なくとも柱状要素を有する、音響的に分離する組立体を有するケーブルレス結合を介して、超音波変換組立体と信号発生及び

10 受信ユニットの間で信号を通信し、且つ、

音響的に分離する組立体と、

音響的に分離する構造により形成された切り溝内に配置された充填物質と、を使用して、音響変換要素を音響的に分離する、方法。

【請求項48】信号発生及び受信手段を有し、

超音波変換手段を有し、

信号発生及び受信手段から超音波変換手段を、音響的に分離し、且つ

電氣的に導通する、

手段を有する、信号発生及び受信手段を超音波変換手段に結合するためのケーブルレス結合手段を有し、

音響反射を減衰させる音響裏材手段とを有する、システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、Mir. A. Imran, Glen W. McLaughlin, William D. Lipps及びJames M. Brennanによる、且つ、Novasonics社に譲渡された、名称"小型化された超音波装置及び方法応用(Miniaturized Ultrasound Apparatus and Method Application)"の米国特許出願番号S.N. 09/860,209の部分継続出願であり、これは、1999年8月20日出願され現在特許番号6,251,073B1である、同じ名称と譲り受け人を有し、ケーブルレス接続を有する実施例を含む、米国特許継続出願番号S.N. 09/378,175の継続出願である。本出願は、Glen W. McLaughlinによる、且つ同じ譲受人に譲渡された、名称"ブロードビームイメージング(Broad Beam Imaging)"の本発明と共に使用され得る、"ブロードビームイメージング(Broad Beam Imaging)"の発明の、米国特許出願に関連する。

【0002】本発明は、画像化装置に関連しそして、特に、ポータブル高解像度3次元超音波画像化の分野に関連する。

*50 【0003】

【従来の技術】超音波画像化は、しばしば使用される分析の方法である。この技術は、広範囲な物質を試験するのに使用され、そして、特に、比較的侵さない性質で、低コストで、且つ高速な応答時間のために、医学では一般的である。典型的には、超音波画像は、超音波を発生させそして、超音波を調査中の物質に向けることにより達成される。この超音波画像化は、1組の超音波発生トランスデューサを使用し、そして、1組の超音波受信トランスデューサも使用し、患者内の組織のような、異なる物質の境界で発生される、反射を観測する。受信及び発生トランスデューサは、配列に配置されても良くそして、典型的には、異なる組みのトランスデューサであるが、しかし、それらが接続されている回路のみが異なってもよい。反射は、受信トランスデューサにより電気信号に変換され、そして、従来技術で知られている技術を使用して処理され、エコー源の位置を決定する。結果のデータは、モニタのような表示装置を使用して、表示される。

【0004】位置の関数としてのビーム強度は、ビームの中心からの距離の関数として単調に低下するよりは、振動する。ビーム強度のこれらの振動は、しばしば、“サイドローブ”と呼ばれる。従来技術では、用語“アポディゼーション”は、サイドローブを減少させるために、ビーム強度の分布に影響を及ぼす処理を指す。しかしながら、この明細書の残りの部分では、用語“アポディゼーション”は、(サイドローブ無しの)ガウス又はsinc関数分布のビーム強度を有するような、望ましいビーム特性についてのビーム強度の分布を調整することを指すのに使用される。

【0005】ステアリングは、ビームの向きを変えることを指す。開口は、超音波ビームを送信し又は受信するのに使用されている、トランスデューサ又はトランスデューサの組みのサイズを指す。

【0006】超音波ビームを発生し、受信しそして、分析する従来技術の処理は、ビーム形成と呼ばれる。超音波ビームの発生は、オプションで、アポディゼーション、ステアリング、フォーカシング及び開口を含む。従来技術のデータ分析技術を使用して、各超音波ビームは、エコー位置データの1次元の組みを発生するのに使用される。典型的な実行では、複数の超音波ビームが、多次元の体積を走査するのに使用される。

【0007】典型的には、調査中の物質に送られる超音波信号は、連続の又はパルスの電子信号をトランスデューサに与えることにより発生される。送られた超音波は、一般的に、40kHzから10MHzの範囲内である。超音波ビームは、調査中の物質を通して伝播し、そして、隣接する組織の層の間の境界のような、構造で反射する。それが進むにつれて、超音波エネルギーは、散乱され、共振され、減衰され、反射され又は、伝送される。反射された信号の一部は、トランスデューサに戻

り、そして、エコーとして検出される。検出するトランスデューサは、単純なフィルタと信号平均を使用して処理するために、エコー信号を電子信号に変換する。ビーム形成後に、画像走査変換器は、画像として表示されることが可能な、2次元データを発生する計算された位置情報を使用する。従来技術のシステムでは、画像形成レート(フレームレート)は、少なくとも超音波パルスの戻り時間により制限される。パルス戻り時間は、関心の媒体への超音波の送信と最後に反射された信号の検出の間の時間である。

【0008】超音波パルスが関心の物質を通して伝播するにつれて、追加の高調波周波数成分が発生され、これは、分析されそして、境界の視覚化又は、特定の高調波周波数で超音波を再放射するように指定された画像コントラストエージェントに関連付けられる。超音波装置内の望ましくない反射は、画像内に、雑音と歪みの出現を起こしうる。

【0009】1次元音響配列は、通常は、各トランスデューサに取り付けられた非調整受動音響手段により決定される、焦点深度を有する。この形式のフォーカシングは、異なる焦点深度を有する異なる応用について、異なるトランスデューサを使用することを必要とする。

【0010】高速3次元画像化応用に使用される2次元トランスデューサ配列は、超音波システムに、多信号伝送及び分配システムを結合することにより発生される感度損失に困っている。高速3次元画像化応用に使用される2次元トランスデューサは、高解像度を有する2次元ステアリング能力のための多数の画素を有しなければならない。大きな数の放射/受信画素は、必ず、多くの形式のトランスデューサ(例えば、圧電の、容量性のマイクロエレクトロメカニカル(MEM)トランスデューサ)で、画素当り高電気インピーダンスとなり、高解像度2次元配列を非実用的にする。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】インピーダンスを減少させるために、多くの従来技術の装置は、制限された数の要素又は、1次元配列を使用する。典型的な超音波システムでは、これらの高インピーダンス要素は、画素の数の多くのマイクロ同軸ケーブルを収容する、典型的な同軸ケーブルの束により駆動され、マイクロ同軸ケーブルは通常は50-75のインピーダンスを有する。これらのケーブルは、2次元配列の個々の要素と直接的に相互に接続しない。多層プリント回路基板(PCB)、コファイアされるセラミック基板又は、多層フレキシブル基板、形式での他のレベルの相互接続は、信号をトランスデューサ要素に送らねばならない。トランスデューサ要素は複数の画素にグループ化され、各々は1つ又はそれ以上のトランスデューサ要素を含む。例えば、各画素は1つの送信及び1つの受信トランスデューサを含みうる。ケーブルを含むシステムは、(1)多数の必要

なマイクロ同軸要素はケーブルの束を扱いにくくする、(2)50-75オームのケーブルインピーダンスは、個々のトランスデューサ要素の高電気インピーダンスと効率的にインターフェース又は整合できないということを含む、欠点により苦しんでいる。これらの欠点は、非実用的な低感度レベルの結果となる。ケーブルからトランスデューサ要素を接続する、追加の多層移行装置の使用は、追加の容量のローディングとクロストークを引き起こす。

【0012】図1は、システム102、第1のコネクタ104、ケーブル106、第2のコネクタ108、及び、信号を送信する多層構造110、(図示していない)挿入する電気コネクタ構造、音響要素114及びピン116を含むハンドヘルドユニット109を含む、従来技術の超音波画像化装置100を示す。システム102は、システムマザーボードを有してもよい。多層構造110は、例えば、PCB、コファイアされるセラミック基板又は、フレキシブル回路である。(図示していない)挿入する電気コネクタ構造は、多層構造110から音響要素114へ信号を運ぶ挿入する媒体である。図1の装置はバルク的であり、そして、ケーブル106が多くのワイアをその中に有しそしてそれゆえにその移動を妨害するので、移動し且つ操作するのが困難である。ケーブル106は、厚い必要もあり、そして、それゆえに、簡単に曲がらない。ハンドヘルドユニット109は、個々に音響要素114に電力を供給する電気的コンタクトパッド116を有する。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、2次元信号をアドレスする能力を有するマザーボードのような、小型化された超音波システム発生及び受信ユニットを提供することである。従来技術の図1の装置の、第1のコネクタ104、ケーブル106及び第2のコネクタ108は、除去されることが可能である。このシステムは、トランスデューサ配列にケーブルレス結合で接続されるシステムマザーボードを有しうる。一実施例では、ケーブルレス結合は、ワイアレスでもある。システムは、トランスデューサ配列とシステムの間で2次元面相互接続を含んでもよく、これは、実用的でない厚い且つ重いケーブルを除去する。一実施例では、信号発生及び/又は検出は、トランスデューサ要素と電氣的に整合され、信号発生及び/又は検出システムと整合していないトランスデューサ要素よりも感度を増加する。マザーボード上の2次元相互接続は、他の2次元相互接続無しに使用される。他の実施例では、2次元配列要素への電氣的相互接続は、多くのフレキシブル回路を介してなされ、各々は1つの行の要素から来て、これは、マザーボード上のパッド上で直接的に終端される。

【0014】2次元配列は、多タスクを実行してもよい。マザーボードシステムとトランスデューサは、多周

波数動作についての十分な割合の帯域を提供するように設計される。例えば、多くの超音波トランスデューサについて、多周波数動作に100%の帯域が必要である。実施例では、焦点深度は配列の物理的な構成により固定されないが、しかし、領域形成する電子回路とシステムソフトウェアにより、2次元配列要素の活性化された電氣的位相調整(phasing)により、制御される。代わりに、異なる焦点深度を有する異なる応用について、異なるトランスデューサを、使用できる。1つのトランスデューサから他のトランスデューサへの変更は、2次元配列とシステムマザーボードの間で、高密度コネクタ(即ち、高密度コネクタパッドを有するコネクタで、1つのパッドは2次元配列の各トランスデューサ要素(即ち、画素)についてである)により、容易にされることが可能である。

【0015】本発明は、低電気抵抗を有する音響的に減衰させるマウンティングポスト(柱状要素)を提供し、例えば、そして、音響的要素の2次元配列が、ポスト(柱状要素)が存在しないよりも、高感度を有することを可能とする。ポスト(柱状要素)の高さは、トランスデューサが、例えば、マザーボード、他の相互接続装置又は、他のシステムの、集積部品であっても、便利な使用のために向きを決めて配置されることを許す。マザーボードとの永久接続は、トランスデューサの設計が、多周波数動作についての十分な帯域幅を供給することを要求する。

【0016】一実施例では、2次元配列は、恒久的に、マザーボードに集積されている。2次元配列の焦点深度は、配列の物理的な構成により固定されていないが、しかし、領域形成する電子回路とシステムソフトウェアにより制御され、これは、2次元配列要素の活性化された位相調整を決定する。制御のこの方法は、異なる固定の焦点深度を有する異なる応用について異なるトランスデューサを使用する必要性を除去し、マザーボードに取り付けられた1つのトランスデューサが、例えば、多タスクを実行することを可能とする。本発明の他の実施例では、異なる焦点深度、周波数及び他の特性を有する異なる2次元配列が、高密度コネクタを介して、ケーブルを介在すること無しに、システムマザーボードにプラグで接続される。

【0017】ブロードビーム技術は、単一の超音波パルスから得られる多次元空間情報のような、超音波を発生し、そして、検出されたエコーを分析するための技術を含む又は利用するシステムと方法を指す。

【0018】領域形成は、超音波ビームを発生し、受信し、そして分析する処理であり、それは、オプションで、アポディゼーション、ステアリング、フォーカシング及び開口制御を含み、ここで、エコー位置データの2次元の組みは、1つの超音波ビームにより発生されることが可能である。それにもかかわらず、1つのみが必要

であってさえも、1つ以上の超音波ビームが、まだ、領域形成と共に使用される。領域形成は、ビーム形成から分離された且つ別個の処理である。領域形成は、典型的には、送信及び/又は受信サイクルごとに1ラインの情報のみを処理する、ビーム形成と対称的に、1送信及び/又は受信サイクルごとに情報の領域を生じる。代わりに、ビーム形成は、この出願を通して領域形成電子回路の代わりに使用されることが可能である。

【0019】体積形成は、超音波ビームを発生し、受信しそして、分析する処理であり、それは、オプションで、アポディゼーション、ステアリング、フォーカシング及び開口制御を含み、ここで、エコー位置データの3次元の組みは、1つの超音波ビームにより発生されることが可能である。それにもかかわらず、必要でないにもかかわらず、多数の超音波ビームが、使用されうる。体積形成は、領域形成のスーパーセットである。

【0020】多次元形成は、超音波ビームを発生し、受信しそして、分析する処理であり、それは、オプションで、アポディゼーション、ステアリング、フォーカシング及び開口を含み、ここで、空間エコー位置データの2又は3次元の組みは、1つのみの超音波ビームを使用して発生されることが可能である。それにもかかわらず、必要でないにもかかわらず、多数の超音波ビームが、使用されうる。多次元形成は、オプションで、時間と速度のような、非空間次元を含む。

【0021】上述の説明では、マザーボードは、信号発生及び受信ユニットとして規定されるが、それは、例示のためのみであり、そして、どのような信号発生及び受信ユニットも使用できる。

【0022】

【発明の実施の形態】図2は、本発明の一実施例の概観を示す。図2は、ケーブルレス結合203を介して、信号発生及び受信ユニット210に結合された、超音波変換構造202を有する、ハンドヘルド超音波装置200を示す。ケーブルレス結合203は、中間構造204、電気的導電構造206、コネクタ208を有する。コネクタ208は、信号発生及び受信ユニット210に結合され、これは、ハウジング212内で動かないようにされ、そして、ケーブルレス結合203と協力して動作する。

【0023】中間構造204からの又はへの信号は、電気的導電構造206、コネクタ208及び、信号発生及び受信ユニット210を通過する。超音波変換構造202は、中間構造204を介して受信された信号にตอบสนองして、超音波波形を発生し又はパルスを出力し、又は、超音波波形を受信しそして、それらを電気信号に変換し、そして、それらを中間構造204に送る。

【0024】実施例では、ケーブルレス結合203もワイヤレスである。信号発生及び受信ユニット210は、集積回路又はマザーボードを含むシステムでも可能であ

り、そして、例えば、1つ又はそれ以上の子基板を含んでもよい。中間構造204は、超音波変換構造202の要素間のクロストークを減少するように働く、電気的に結合され且つ音響的に分離する構造である。更に、中間構造204は、外部及び内部の音響雑音から超音波変換構造202を保護し、そして、電気信号を超音波変換構造202に導通する。

【0025】超音波変換構造202、中間構造204及び電気的導電構造206は、周期的な格子に配置される、複数の要素の分割されてもよい。格子は例えば、矩形又は、六辺形でもよい。電気的導電構造206は、例えば、中間構造204とコネクタ208を連結する、パッドでも良く又は、互いにロックするメスとオスのピンでも良い。信号発生及び受信ユニット210は、例えば、信号送信及び分配のための、プリント回路基板(PCB)、コファイアされるセラミック基板又は、同様なものでもよい、システムマザーボードでも良く、そして、コネクタ208を有する。コネクタ208は、信号発生及び受信ユニット210に取りつけられた別の部品又は、信号発生及び受信ユニット210の集積部でもよい。例えば、コネクタ208は、マザーボードと結合される又はマザーボード上のコネクタ領域でもよい。(この明細書を通して、単語"の上に"は、一般的には、別々の構造の集積部分及び、2つの構造が互いに取り付けられることを許す、別々の構造であると理解される。従って、この明細書が、コネクタ208が信号発生及び受信ユニット210"の上に"あると説明するときは、一般的には、コネクタ208が、信号発生及び受信ユニット210の集積部分及び、信号発生及び受信ユニット210に取りつけられる別の構造である、と読まれるべきである。)信号発生及び受信ユニット210は、1つ又はそれ以上信号プロセッサを含んでもよい。小サイズのハンドヘルド超音波装置は、超音波変換構造202が、様々な角度で画像化するために簡単に配置されることを許す。

【0026】代わりに、ハウジング212の部分は、超音波変換構造202の位置決めを許すために柔軟性のある材料で作成されることが可能である。信号発生及び受信ユニット210は、十分に小さく保たれ及び/又は、ハンドヘルド超音波装置200が柔軟性があるように柔軟性のある材料から作られる部分を有してもよく、それにより、画像化のために超音波変換構造202が簡単に位置決めされることを許す。

【0027】図3は、本発明の実施例に従った、図2の構造の詳細を示す。第1の実施例300である、図3の実施例は、電気的パッド304、中間要素306、電気的コンタクト308aと308b、その間に挟まれた活性化音響要素310、音響変換要素312、音響整合要素314、グランドシート315、オプションの音響窓316、オプションの充填物質318及びオプションの

接着剤320を有する、トランスデューサ302を有する。

【0028】超音波システムの信号発生及び受信ユニット210上のコネクタ208は、トランスデューサ302と結合されている。電気的パッド304の集合は、電気的導電構造206の一実施例である。実施例では、電気的パッド304の2次元配列が、電気的導電構造206を構成し、そして、中間要素306に接続され、これは中間構造204を構成する。電気的パッド304は、例えば、純粋な材料、合金又は、クロム、ニッケル、
10 銀、銅、金、スズ、スズ酸化物、インジウム及び/又はインジウム酸化物の混合物、又は、他の導電性材料でもよい。音響変換要素312は、電気的コンタクト308aと308bを有し、これは、その間に活性化音響要素310をはさむ。活性化音響要素310は、水晶、リチウムニオブ酸塩、リチウム硫酸塩、セラミック材料、鉛
ジルコン酸塩チタン酸塩、バリウムチタン酸塩及び、鉛メタニオブ酸塩又は、マイクロマシン化構造のような他の音響発生素子のような圧電材料のような音響的に活性化された材料（即ち、音響信号を電気信号に変換でき、
20 そしてその逆もできる材料）で作られる。電気的コンタクト308aと308bは、例えば、純粋な材料、合金又は、クロム、ニッケル、銀、銅、金、スズ、スズ酸化物、インジウム及び/又はインジウム酸化物の混合物、
又は、他の導電性材料を含む材料から作られる。

【0029】活性化音響要素310と電気的コンタクト308aと308bのサンドイッチは、超音波を発生し及び/又は受信する、音響変換要素312を構成する。マイクロマシン化素子の場合には、活性化音響要素310と電気的コンタクト308aと308bのサンドイッチは、マイクロマシン化要素とそのコンタクトにより置換され、これは、サンドイッチ構造を有しても有さなくてもよい。音響変換要素312は、音響整合要素314とオプションの音響窓316を有してもよい。オプションの音響窓316は、患者の身体のような関心の媒体を電気的なショックから保護する電気的な分離を提供する。オプションで、音響整合要素314は、オプションの音響窓316により提供される電気的な分離の代わりに又はそれに加えて、電気的な分離を提供する。音響整合要素314は、音響生成サブ要素の集合体でもよい。
40 例えば、音響整合要素314は、幾つかの異なる層を有してもよい。音響整合要素314は、音響整合特性を有する材料又は材料の混合物から作られうる。実施例では、音響整合要素314は、電気的コンタクト308bをグラウンドシート315に電気的に結合し、それにより、グラウンドへの戻りを提供する。代わりに、オプションの音響窓316は導電材料で作られることができ且つグラウンドシートとして働くので、グラウンドシート315は含まれる必要はない。更に、代わりに、電気的コンタクト308bは、例えば、ともに結合されて1つのシー
50

とを形成することができ、グラウンドへの戻りとして使用されることができる。この代替の実施例では、音響整合要素314は、導電性を有しても有さなくてもよい。電気的コンタクト308bを1つのシートに結合することは、トランスデューサ302を音響的に分離することの困難さを増加する。しかしながら、例えば、電気的コンタクト308bを結合する導電性材料の音響的インピーダンスが不整合の場合には、材料を結合しても、音響的な分離が達成される。完全に又は部分的に空隙又は切り溝を充填する、オプションの充填物質318が、中間要素306の間に配置されてもよい（トランスデューサ302間の空間を切り溝と呼ぶ）。オプションの充填物質318は、エポキシレジン又は、他のポリマーでも良く、そして、その特性を修正するための添加剤を含んでもよい。オプションの接着剤320は、電気的パッド304とコネクタ208を介してトランスデューサ302を動かないようにするために使用されうる。オプションの接着剤320は、異なる特性のために添加剤を加えられた又は加えられていない、エポキシ、ポリウレタン、シリコン等のような、絶縁性又は導電性の接着剤でもよい。

【0030】トランスデューサ302は、それらが信号発生及び受信ユニット210のコネクタ208に直接的に取りつけられる点で、従来技術のトランスデューサと異なる。代わりに、従来技術異なる中間要素306の構造が、使用される。

【0031】他の実施例では、トランスデューサ302は、(図示していない)高密度コネクタに搭載され、これは、信号発生及び受信ユニット210の対応するコネクタ208にプラグで差込まれる。高密度コネクタは、音響変換要素312がコネクタ208から遠くに配置されることを許す。中間要素306の構造を、更に以下に説明する。また、コネクタ208へのトランスデューサ302のきわめての接近は、トランスデューサ302の構造的、音響的及び電気的な要求に、影響を与える。従って、トランスデューサ302について最適な性能を生じる要素の組みは、従来技術のトランスデューサのそれらとは、異なりうる。

【0032】中間要素306は、ポスト又はコラム（柱状要素）として働き、そして、任意の形状の断面を有することができる。例えば、中間要素306の断面は、正方形、長方形、円形、楕円形、三角形、ダイヤモンド状、台形、菱形又は、多角形の形状でもよい。中間要素306は、例えば、エポキシ、ポリウレタン及び/又はシリコンの、全ての又は、どの組合せの、又は、どの混合物でもよい。中間要素306は、タングステンのような、材料から作られる、どのような形状又は球形の重い粒子を含んでもよく、且つ、更に、音を減衰させるのに役立つ、軽い粒子、泡及び/又はマイクロ球を含んでもよい。軽い粒子とマイクロ球は、例えば、ガラス及び/

又はプラスチックから作られる。更に加えて、中間要素306は、音を減衰させるのにも役立つ、グラファイト又は他の電氣的に導電性のある粒子を含んでもよい。電氣的に導電性のある粒子は、選択される導電性粒子の密度の範囲に依存して、重い及び/又は軽い粒子の幾つか又は全てとして、使用されることが可能である。

【0033】信号発生及び受信ユニット210からの信号は、コネクタ208のレイヤと構造を通して、コネクタ208の面上の電氣的パッド304に送られる。電氣的パッド304、中間要素306及び音響変換要素312は、他のものの上に積み重ねられ、そして、上述の2次元格子を形成する。音響変換要素312は、電気信号を音波に変換し、又は、音響的音波を電気信号に変換する。音響変換要素312は、電氣的パッド304と同じ格子に配置され、そして、信号発生及び受信ユニット210内の信号分配を介して、電氣的にアドレスされる。

【0034】中間要素306は、信号発生及び受信ユニット210のコネクタ208上の電氣的パッド304と、音響変換要素312上の電氣的コンタクト308aとの間で、電気信号を伝える、相互に接続する裏材媒体を構成する。中間要素306は、信号損失を最小化するのに十分なほど高い、電氣的な導電率を有しうる。中間要素306による信号損失は、中間要素の抵抗により発生された、電力損失(I^2R 、ここで、 I は中間要素306の配列を流れる合計の電流であり、 R は、中間要素306の実行抵抗である)である。例えば、実施例では、中間要素の導電率は信号損失が1DBより低く保持されるように調整される。

【0035】信号発生及び受信ユニット210上のコネクタ208に垂直の方向の相互に接続する媒体の合計の長さ、この媒体の抵抗率は、音響変換要素312と電氣的パッド304の間の、各電氣的な結合の合計の抵抗値を決定する、主なファクターである。従って、中間要素306の抵抗率は、要素の長さを制限し、これは、次に、中間構造204の厚みを制限する。中間要素306は、音響変換要素312に達しうる、信号発生及び受信ユニット210のコネクタ208からの音の反射を避けるために、適切な音響的な減衰率又はインピーダンスを有する。中間要素306は、音響変換要素312と信号発生及び受信ユニット210のコネクタ208の、機械的な完全性と位置決めを正確さを提供しうる。

【0036】中間要素306について使用される相互に接続する裏材媒体は、電氣的パッド304の面に垂直な方向に電気を通じる、電氣的に異方性の導電媒体である。相互に接続する裏材媒体は、音響変換要素312を、信号発生及び受信ユニット210上のコネクタ208上の電氣的パッド304に結合するのに使用される。中間要素306は、電氣的に導電性の且つ音響的に損失のある媒体から作られる。適切な異方性の導電媒体は、希薄な濃度の導電性要素及び/又は粒子を、電氣的

に絶縁する媒体内に組み込むことにより作ることができる。希薄な濃度の濃度は、それらの低濃度のために、電流の流れに垂直な方向に、導通する要素又は粒子が、互いに接触しないようにされる。導通する要素及び/又は粒子は、細長い形状を有し、そして、導通する要素は、より長い寸法に向きを決めて配置され、それらが配置されている絶縁媒体の何れかの側に達する又は電氣的に接触する。要素は、ウスカ(ひげ結晶)、ワイア、又は、中間要素306の全体の長さを伸ばす媒体の任意の形状である。代わりに、導電要素及び/又は粒子は、中間要素306より非常に短く、そして、中間要素306の長手方向に比較的平行に保たれている。導電要素は、少なくとも非常に多くの導電要素が粒子の長さに沿って互いに接触するが、しかし、幅に沿っては接触しない様に、十分に長いべきである。異方性導体の使用は、等方性導体と比較されるときに、隣接する中間要素306の間を短絡する機会を減少する。

【0037】代わりに、等方性の電氣的な導電性及び音響的に適切な媒体は、音響変換要素312を、電氣的パッド304の2次元配列に結合するために使用されてもよい。中間要素306間の電氣的な短絡は、機械的なダイシング、種々のイオン、電子、プラズマ、化学的侵食又は、他の処理を介して短絡を起こす過度の媒体を除去することにより、除去される。

【0038】オプションの充填物質318は、電氣的な短絡を最小化するのを助ける且つ、トランスデューサ302間のクロストークを防ぐ適する音響インピーダンスを有する、絶縁体でもよい。充填物質のために、トランスデューサ302の近くに切り溝と空隙を残すことにより、クロストークを最小化することが望ましい。オプションの充填物質318は、音響的に減衰させる材料又は、トランスデューサ302の音響インピーダンスと高い不整合の材料でもよい。

【0039】オプションの接着剤320は、導電性又は絶縁性でもよい。オプションの接着剤320が導電性の場合には、それは、主に、電氣的パッド304と中間要素306の間に配置される。典型的には、余分なオプションの接着剤320は、切り溝から除去される。しかしながら、それが導電性の場合にさえも、切り溝からオプションの接着剤320を全て除去することは、不用である。導電フィルムが薄くなるほど、面内を流れる電流に対する抵抗は高くなる。また、導電フィルムが薄くなるほど、それが破れ又は、不連続となりやすい。従って、オプションの接着剤320が導電性であり且つそれが切り溝内にある場合には、オプションの接着剤320は、十分に薄い又は、破れるの十分であり、それにより、電氣的パッド304を有するコネクタ208の面に平行な方向の絶縁体として働き、そして、オプションの接着剤320は短絡を生じない。

【0040】同様に、オプションの接着剤320が絶縁

性である場合には、それは、主に、切り溝に配置される。典型的には、電気的パッド304上の全てのオプションの接着剤320は、除去される。しかしながら、それが、絶縁性であっても、電気的パッド304から全てのオプションの接着剤320を除去することは不要である。絶縁性フィルムが薄くなるほど、例えば、絶縁フィルム内のアーク、トンネル又は、破れを介して、その面に垂直に流れる電流を、よりサポートできる。従って、オプションの接着剤320が絶縁性である場合には、電気的パッド304上に配置される部分は、（接触、アーク、又は、トンネルによるように）それを通して電流が流れることを許すように、十分に薄く又は、十分に穴を有するようであればならない。中間要素306を接着中に与えられる圧力は、電気的パッド304と中間要素306の間から、余分な接着剤を搾り出すのに使用されることが可能である。

【0041】図4-10では、同じ構成要素は同じ英数字ラベルが与えられる。図を単純化するために、図5-10では、音響整合要素314、グランドシート315又は、音響窓316は、図3と4にはそれらは存在するが、示さない。図4-10も、図3と同じ超音波変換構造202と信号発生及び受信ユニット210を共有する。図5-10は、主に、中間構造204の構成が、互いに異なる。

【0042】図4は、図2の構造の代わりの実施例400である。実施例400は、中間要素406を有し、それは、絶縁性であり且つ、配置されている両端に導電パッド410aと410bを含む、2つよりも多い数の側面に導体408がコーティングされる。特に、2つよりも多い数の側面に導体408がコーティングされている導体408により意味されるもの説明するために、導電パッド410aと410bは両端及び各々の少なくとも部分で中間要素406をカバーする。導体408の部分は、導電パッド410aと410bの間の電気的な結合を形成するために、中間要素406の第3の側面にも少なくとも部分的に配置されねばならない。中間要素406は、制限はされないがタングステン及び泡、低濃度粒子及び/又はマイクロ球のような、材料から作られる濃い粒子又は球を含むエポキシ、ポリウレタン、及び/又はシリコンの、混合物、組合せ、又は、全てから作られるポスト又はコラム（柱状要素）である。低濃度粒子及びマイクロ球は、例えば、ガラス及び/又はプラスチックから作られることが可能である。導体408は、音響変換要素312と、それが貼り付け又は半田付けされている、電気的パッド304の間の電気的な相互接続を供給する、薄膜でも可能である。導体408は、露出され又は、カバーされる。それがカバーされている場合には、中間要素406内に埋めこまれていても良く及び/又は、オプションのフィルム412でカバーされているもよい。オプションのフィルム412は、導体408に

損傷を与える危険なしに、ダイシングホイールのような、機械的な手段で、後に与えられたオプションの充填物質318の除去を可能とする。オプションのフィルム412は、材料を絶縁する薄膜又は、中間要素406と同じ材料である。導体408は、中間要素406のエッジに沿って、又は、中間要素406内に埋めこまれて配置されてもよい、導電性ワイヤー又はウイスカにより置換されてもよい。オプションの充填物質318は、図4に示されたように、導体408を完全に又は部分的にカプセル化できる。オプションの充填物質318は、構造的な完全性を提供し且つ個々の音響変換要素312を音響的に分離する目的を果たす。オプションの充填物質318は、それが絶縁性である限り中間要素406について使用されたポスト（柱状要素）と同じ材料でも良く又は、トランスデューサ302を短絡しない材料でもよい。導体408の導電率が高くなるほど、信号損失が低下する。一実施例では、導体408により提供される導電率は、信号損失を最小化するのに十分に高くなされる。信号発生及び受信ユニット210に垂直な方向の中間要素406の全長と、導体408の長さあたりの抵抗値は、音響変換要素312と電気的パッド304の間のこの結合の合計の抵抗を決定する。金属フィルム又はワイヤーの比較的高い導電率により、快適な方法で患者に接触させる音響配列面を配置するために、中間構造204の厚みを増加させることは実際である。中間要素406は、ポスト又はコラム（柱状要素）として働き、そして、どのような形状の断面をも有することができる。中間要素406は、本質的に、中間要素306と同じ機械的且つ音響的な特性を有し、且つ、それゆえに、中間要素406内に導体粒子がないのを除いては、同じ構成を有する。しかしながら、（中間要素406は、低抵抗を有するので）、中間要素406は、中間要素306よりも高く作られることが可能である。また、中間要素406の機械的な特性も、僅かに異なる。

【0043】導体408と（接着剤、半田、及び溶接材料のような）結合材料は、音響的な反射又は損動を起こすべきではない。音響的な反射又は損動を防ぐために、音響経路内の損動を起こさせるものの厚みとサイズは、対象の音響波長と比較して小さい。導体408は、構造の機構を維持するために、十分によい絶縁する媒体に接着されるべきである。中間要素406について使用される絶縁する媒体は、音響変換要素312に達するであろう、信号発生及び受信ユニット210のコネクタ208からの音波の反射を防ぐために、適切な音響減衰量を有するべきである。中間要素406について使用される絶縁する媒体は、最適な性能のために、適する音響インピーダンスを有するべきである。中間要素406の絶縁媒体は、音響変換要素312と信号発生及び受信ユニット210のコネクタ208の、機械的な完全性と位置の正確さを提供しうる。

【0044】図5と6の実施例がオプションの接着剤320を含むことを除いては、図5と6は、図4と同じである。また、図5の実施例では、導体408が露出され、一方図6の実施例では、導体408がオプションのフィルム412でカバーされる。

【0045】図7は、例えば、Kapton™又はMylar™から作られる、両端を含む2より大きい任意の数の側面に、絶縁コーティング702を有するそして、その上に積層された導体408を有する、他の実施例700である。中間要素704は、中間要素406と同じであるか又は、導体である。

【0046】図8は、オプションのフィルム412が導体408の露出部分をカバーし、そして、中間導体408とオプションの充填物質318があることを除いては、図7の実施例700と同じである他の実施例800である。

【0047】図6-8はオプションの接着剤320を示すが、それは存在する必要はない。

【0048】図9と10は、中間要素902とオプションのフィルム1002は、導電パッド410aまで完全に伸びず、ギャップが残ることを除いては、それぞれ図7及び8と同じである。このギャップは、オプションの充填物質318で充填されている。オプションの充填物質318が使用されない場合には、電気的パッド304への結合は、柔軟性があるままに残され、それにより、振動分離を提供する。オプションの充填物質318が使用される場合には、それは、機械的な完全性を提供し、そして、適所に、中間要素を保持する。電気的パッドの行と列への結合は、相互に接続する裏材媒体の構成の段階又は、その完了後になされることが可能である。中間要素902は、ポスト(柱状要素)でも良く、そして、どのような形状を有することも可能である。中間要素902は、本質的に、中間要素902は導電パッド410aまで伸びないので、機械的な特性が僅かに異なることを除いては、中間要素406と同じ機械的及び音響的な特性を有する。

【0049】図9と10はオプションの接着剤320を示していないが、それは含まれる。

【0050】図11AとBは、本発明の実施例を使用する、それぞれ、方法1100aと1100bのフローチャートを示す。図11Aは、音響信号の送信方法であり、そして、図11Bは、音響信号の受信方法である。

【0051】図11Aを参照すると、ステップ1102で、信号発生及び受信ユニット210は、電気信号を発生する。ステップ1104で、電気信号は、ケーブルレスで、コネクタ208を介してそして、(図示していない)可能なコネクタ及び電気的パッド304を通して、中間構造204に結合される。ステップ1106で、電気信号は中間構造204を介して、音響変換要素312に結合される。ステップ1108で、音響変換要素31

2は音響信号を発生し、そしてそれは、音響整合要素314を介してオプションの音響窓316を通して送信される。

【0052】図11Bを参照すると、ステップ1108(図11A)からの超音波信号は、対象の媒体により修正される(例えば、反射される及び/又は伝送される)。ステップ1122では、修正された超音波信号が受信される。オプションで、受信は、オプションの音響窓316を通して超音波信号を送信し、そして、音響整合要素314を介して、入射する超音波信号と反射する超音波信号の方向は、典型的には、異なるので、典型的には音響変換要素312の異なる組み合わせにより、それらを受信することを含む。しかしながら、実施例では、各音響変換要素312は、修正された超音波信号の受信と送信の両方に使用されることが可能である。他の実施例では、各音響変換要素312は、半分が受信のそして、半分が送信の画素にグループ化される。音響変換要素312は、超音波信号を電気信号に変換する。ステップ1124では、電気信号は、中間構造204を通して送られる。ステップ1126で、中間構造204からの信号は、電気的導電構造206を介して、コネクタ208を通して、送られる。ステップ1128では、コネクタ208からの信号は、モニタ上に画像を発生するために又はモニタ上に画像を発生するためのデータとして蓄積するために処理するために、信号発生及び受信ユニット210に送り戻される。受信ステップは、オプションの充填物質318又は中間要素306、406及び902内で使用されている音響的に減衰する材料を使用するような、ハンドヘルド超音波装置200内の反射を減衰させることを含んでもよい。

【0053】図12AとBは、本発明の実施例を製造する方法1200と、処理の種々の段階で形成される幾つかの一次的な構造を示す。ステップ1202で、信号発生及び受信ユニットが形成され又は設けられ、そして、コネクタ208が、信号発生及び受信ユニット210の上に結合され又は形成される。信号発生及び受信ユニット210上のコネクタ208を形成する又は結合することに対していつでも、信号発生及び受信ユニット210の残りが、形成され、組み立てられ又は、構成される。ステップ1204では、電気的導電層1220が、電気的パッド304を形成するために、コネクタ208上に積層される。また、ステップ1204では、電気的に導通し且つ音響的に減衰させる媒体1222は、電気的導電層1220上に積層される。更にステップ1206では、最初に導電層1224、音響的に活性化された層1226及び第2の導電層1228が、音響変換サンドイッチ1230を形成する。音響変換サンドイッチ1230は、電気的に導通し且つ音響的に減衰させる媒体1222に結合される。音響変換サンドイッチ1230は、最初に構成されそして、電気的に導通し且つ音響的に減

衰させる媒体1222に張り合わされ、又は、電氣的に導通し且つ音響的に減衰させる媒体1222上に相互とに直接的に積層されることが可能である。ステップ1208で、音響整合層1232は、音響変換サンドイッチ1230の一方の側面に結合される。音響整合層1232は、多層を有してもよく及び/又は、音響整合を改善する重要な構造を有する。ステップ1210では、複合構造から材料が除去され、コラム(柱状要素)が残り、切り溝を形成する。電氣的パッド304の間の全ての導電材料が除去され、そして、オプションの接着剤320が追加されることを、確実にするためステップ1210中に少量のコネクタ208も除去されてもよい。ステップ1212では、オプションの充填物質318が、切り溝に与えられ、そして、硬化することを許す。ステップ1214では、オプションの音響窓316が音響整合要素314に結合される。オプションの音響窓316は、例えば、音響整合要素314が動かないようにされる前に、金属皮膜化又は堆積により、その上に形成された、グランドシート315を有してもよい。

【0054】図13AとBは、本発明の実施例を製造する方法1300と、処理の種々の段階での幾つかの一時的な構造を示す。ステップ1202では、方法1200のように、信号発生及び受信ユニットが形成され又は設けられ、そして、コネクタ208が、信号発生及び受信ユニット210の上に結合され又は形成される。ステップ1302では、中間要素406又は902を形成する、電氣的に導通且つ音響的に減衰させる柱が、コネクタ208に取りつけられる。図13Bに示されていないが、中間要素406又は902は、導体408、オプションのフィルム412又は1002及び、それに取りつけられた絶縁コーティング702で、形成されている。図13Bに示されていないが、中間要素406又は902がコネクタ208に取りつけられるときには、中間要素406又は902は、コネクタ208上の電氣的パッド304に結合される。導体408、オプションのフィルム412又は1002及びそれに取りつけられた絶縁コーティング702を有する、中間要素406と902は、シート1322上の構造1320として形成され、それにより、それらは、互いに対して適所に且つ電氣的パッド304に整列された位置に、固定されることが可能である。構造1320は、最初に形成されそして、そして、シート1322に取りつけられ又は、シート1322上に形成されうる。構造1320の形成を、以下の図14に関して更に詳細に説明する。代わりに、電氣的パッド304は、例えば、構造1320に含まれてもよい。構造1320をコネクタ208結合後に、シート1322が取り外される。オプションのステップ1304で、オプションの充填物質318は、液体として追加されそして、硬化されることが可能とされる。ステップ1206では、音響変換サンドイッチが中間構造204に

結合される。音響変換サンドイッチは、第1の導電フィルム、音響的に活性化された層、及び第2の導電フィルムを含む。音響変換サンドイッチは、最初に構成され、そして、電氣的に導通し且つ音響的に減衰させる媒体に結合され又は、電氣的に導通し且つ音響的に減衰させる媒体上に、直接的に層ごとに積層されることが可能である。次にステップ1206では、音響変換要素312を形成するために、音響変換サンドイッチから材料が除去される。代わりに、中間要素を、構造1320の一部として作りながら、音響変換要素312は、同じシート1322上にも形成されることが可能である。方法1300はそして、方法1200のように、ステップ1208、1210、1212及び1214を進む。方法1300は、ステップ1304及び1212の両方を有しないか又は、1つを有する。方法1300は1304と1212の両方を有しないか又は、1つを有する。代わりに、オプションの充填物質318の一部は、ステップ1304中に追加され、そして、部分はステップ1212中に追加される。

【0055】図14は、本発明の実施例の中間要素を製造する方法1400のフローチャートを示す。ステップ1402では、方法1400は、中間要素406又は902を提供し又は形成することで開始し、それは、シート1322上に形成されるか、又は、別に形成されそして方法1400の完了後にシート1322に取りつけられてもよい。(中間要素406又は902を形成する)構造1320が、シート1322上に形成される場合には、導電層(図示していない)は、最初にシート1322上に積層され、そして絶縁層(図示していない)が、中間要素406又は902に取りつけられた導電パッド410bを形成するためにコラム(柱状要素)を残す、複合構造から積層される。導電パッド410bは、導体408の第1の部分形成する。シート1322からの幾つかの材料は、除去されてもよく又は、代わりに、導電層(図示していない)は、露出され且つ導電パッド410bに分離されずに残されてもよい。オプションで、ステップ1404で、中間要素406は絶縁コーティング702でコーティングされ、その幾つかは、導電層(図示していない)又は、導電パッド410bを露出するために除去されてもよい。ステップ1406では、中間要素406は、導体408でコーティングされる。しかしながら、構造1320が1322上に形成される場合には、導電パッド410bを形成する導体408の一部は、既に存在する。導体408は、絶縁コーティング702に取りつけられてもよく、又は、最初に絶縁コーティング702内に埋めこまれ、そして、絶縁コーティング702を介して中間要素406に取りつけられてもよい。導電層(図示していない)は、既にステップ1402で分離されていなければ、導電パッド410bに分離される。オプションのステップ1408では、導体408はオプ

ションのフィルム412又は1002でカバーされる。オプションのフィルム412又は1002は、絶縁する及び保護するコーティングを提供し、それにより、中間要素406又は902及びオプションのフィルム412又は1002でそれぞれ構成された複合構造内に、導体408を埋めこむ。

【0056】単語”構造“は、多くの要素を説明するのに使用されるが、これらの要素は、集合されることも可能であり、それはこの明細書では、単語”構造“に一般的であるが、しかし、部分の集合を含む。この明細書内の単語”結合“は、直接接続に一般的であるが、他の形結合、リンク、又は、要素をともに取り付ける方法だけでなく中間要素を介しての接続もなされる。

【0057】本発明は、電気信号以外の光学信号のような、他の信号を使用しても、構成できる。光学的な実施例では、電氣的導電構造206は、例えば、光学的接続により置きかえられる。音響変換要素312は、電氣的コンタクト308aと308bを有するように示されているが、それらは、電気エネルギーが活性化音響要素310を励起するのに使用される場合にのみ必要である。20 活性化音響要素310は、電磁波又は、機会エネルギーを使用するような、他の形式のエネルギーで励起される場合には、電氣的コンタクト308aと308bは使用されないか又は、活性化された音響要素を適所に動かないようにする結合コンタクトにより置換されてもよい。

【0058】本発明を、特定の実施例を参照して説明したが、本発明の意図と範囲を離れること無しに、種々の変更がなされ、そして等価物は、その要素を代用しうることは、当業者には理解されよう。更に、本発明の本質的な教示から離れること無しに、修正がなされうる、30

【発明の効果】上述のように、本発明により、小型化された超音波システム発生及び受信ユニットを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術の超音波装置を示す図である。

【図2】本発明の実施例の概観を示す図である。

【図3】本発明の実施例に従った図2の構造の詳細を示す図である。

【図4】図2の構造の代わりにの実施例を示す図である。

【図5】図4の更に詳細な説明を示す図である。40

【図6】図2の構造の他の実施例を示す図である。

【図7】図2の構造の他の実施例を示す図である。

【図8】図2の構造の他の実施例を示す図である。

【図9】図2の構造の他の実施例を示す図である。

【図10】図2の構造の他の実施例を示す図である。

【図11A】音響信号を送信する方法のフローチャートを示す図である。

【図11B】音響信号を受信する方法のフローチャートを示す図である。

【図12A】本発明の実施例を製造する方法のフローチ 50

ャートを示す図である。

【図12B】図12Aの方法の種々の段階の構造を示す図である。

【図13A】図4から10の本発明の実施例を製造する方法のフローチャートを示す図である。

【図13B】図13Aの方法の種々の段階の構造を示す図である。

【図14】本発明の実施例の中間要素を製造する方法のフローチャートを示す図である。

【符号の説明】

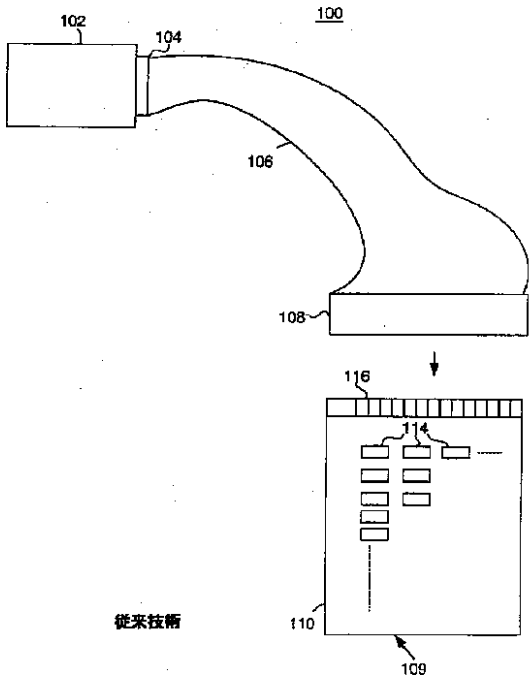
- 100 超音波画像化装置
- 102 システム
- 104 第1のコネクター
- 106 ケーブル
- 108 第2のコネクター
- 109 携帯ユニット
- 109 ハンドヘルドユニット
- 110 多層構造
- 114 音波要素
- 116 ピン
- 200 ハンドヘルド超音波装置
- 202 超音波変換構造
- 203 ケーブルレス結合
- 204 中間構造
- 206 電氣的導電構造
- 208 コネクタ
- 210 信号発生及び受信ユニット
- 212 ハウジング
- 302 トランスデューサ
- 304 電氣的パッド
- 306 中間要素
- 308 a、308 b 電氣的コンタクト
- 310 活性化音響要素
- 312 音響変換要素
- 314 音響整合要素
- 315 グランドシート
- 316 音響窓
- 318 充填物質
- 320 接着剤
- 406 中間要素
- 408 導体
- 410 a、410 b 導電パット
- 412 フィルム
- 702 絶縁コーティング
- 704 中間要素
- 902 中間要素
- 1002 フィルム
- 1100 a、1100 b 方法
- 1220 電氣的導電層
- 1222 電氣的に導通し且つ音響的に減衰させる媒体

- 1 2 2 4 導電層
- 1 2 2 6 音響的に活性化された層
- 1 2 2 8 第2の導電層
- 1 2 3 0 音響変換サンドイッチ

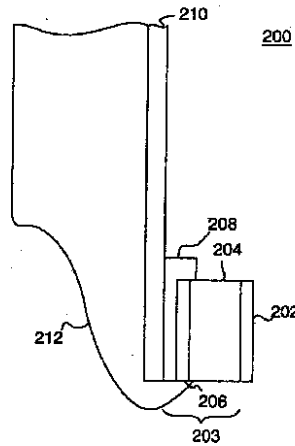
- * 1 2 3 2 音響整合層
- 1 3 2 0 構造
- 1 3 2 2 シート3 2 2 名詞

*

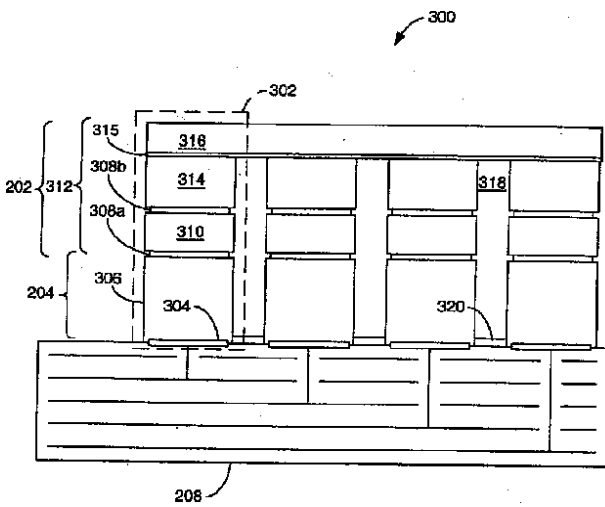
【図1】



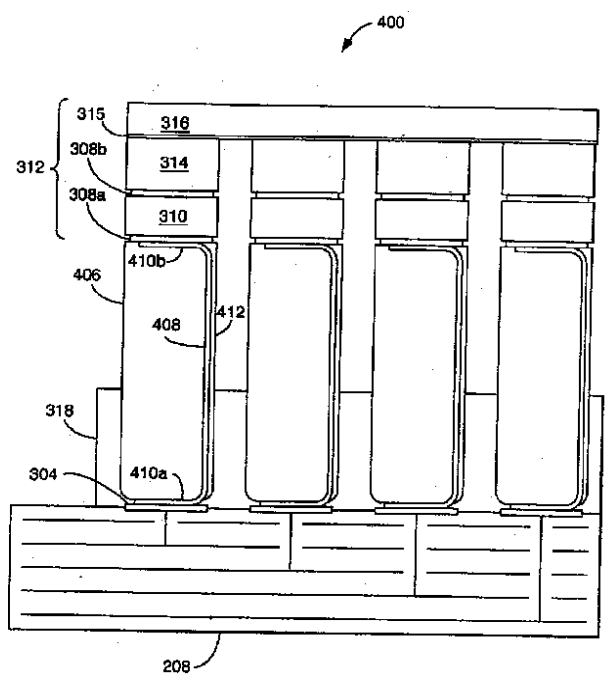
【図2】



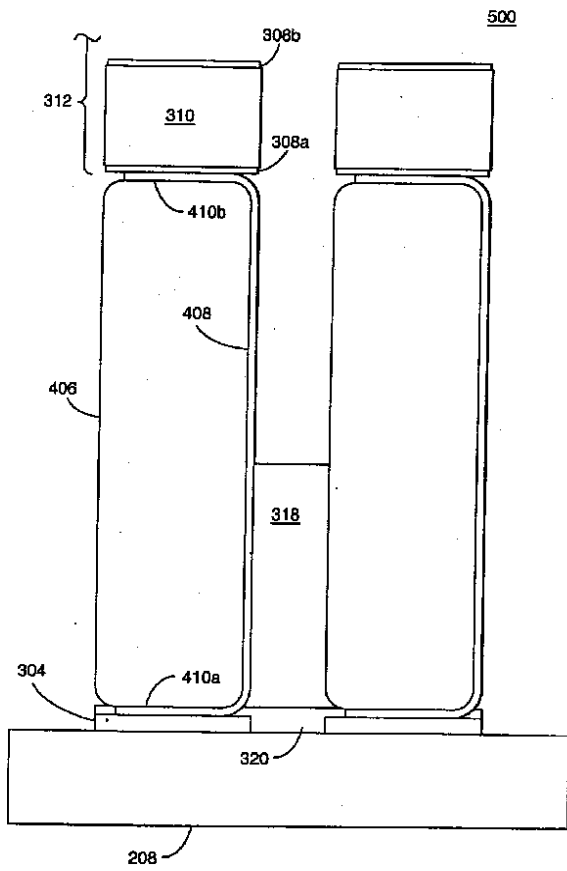
【図3】



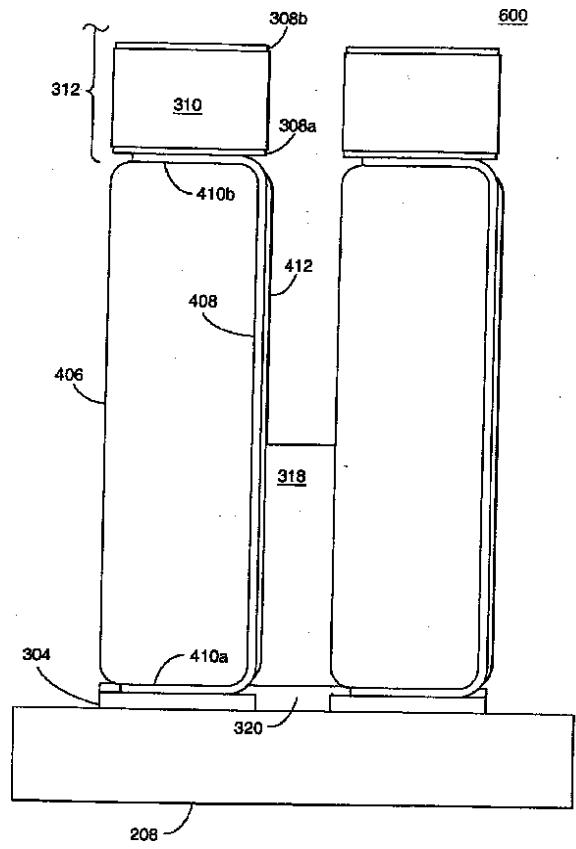
【図4】



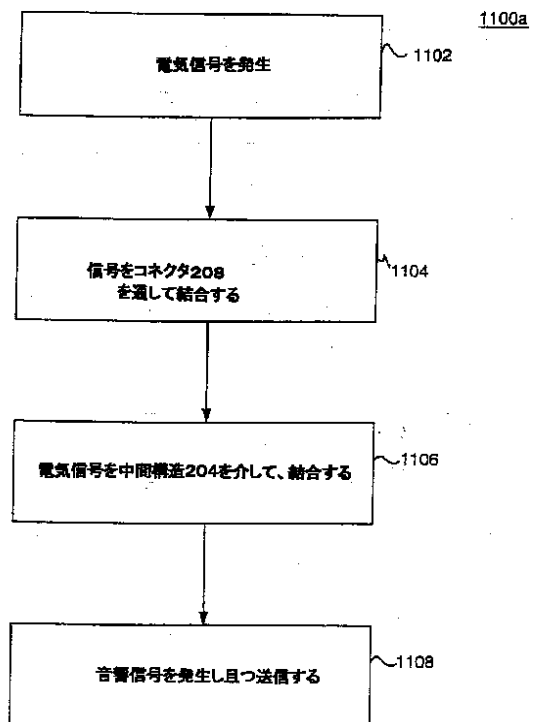
【図5】



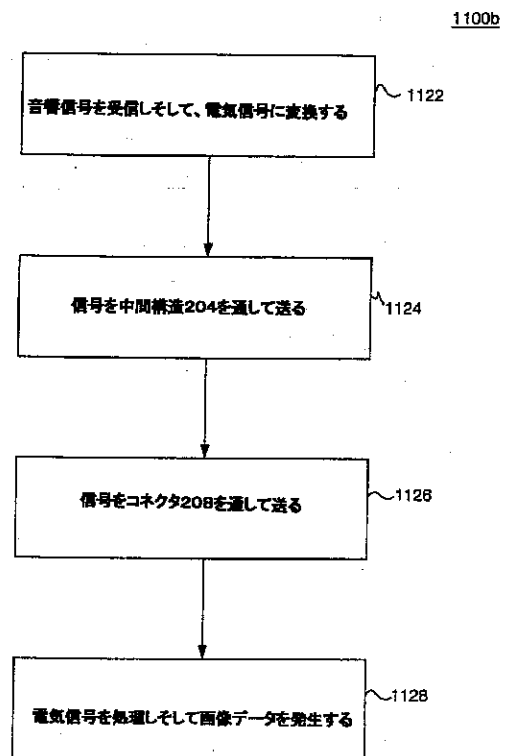
【図6】



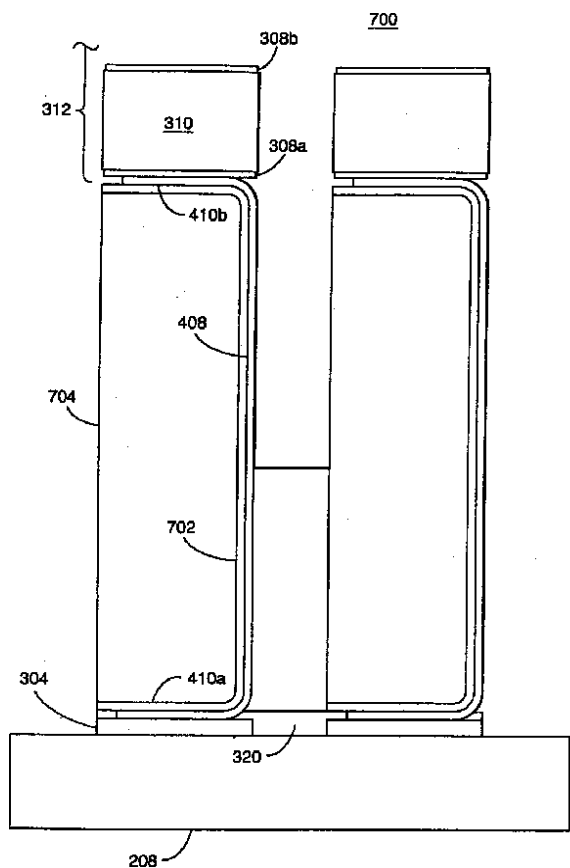
【図11A】



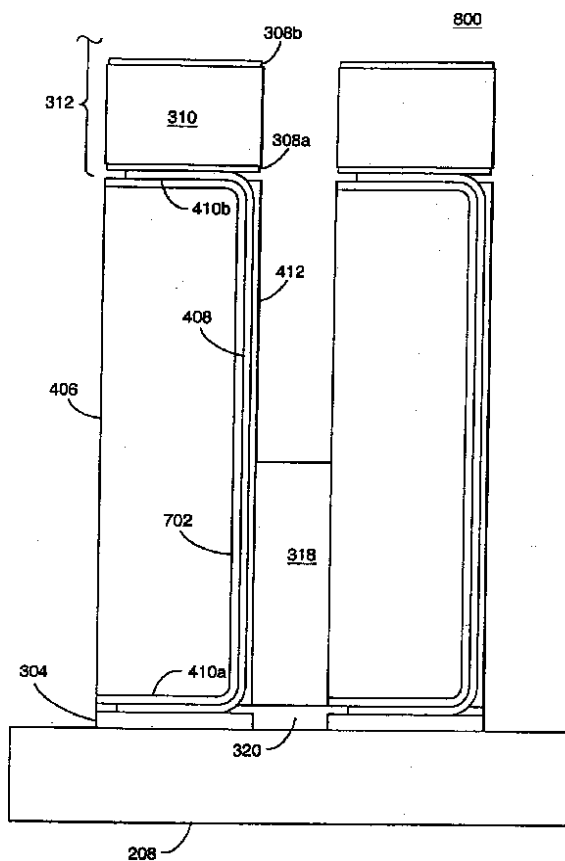
【図11B】



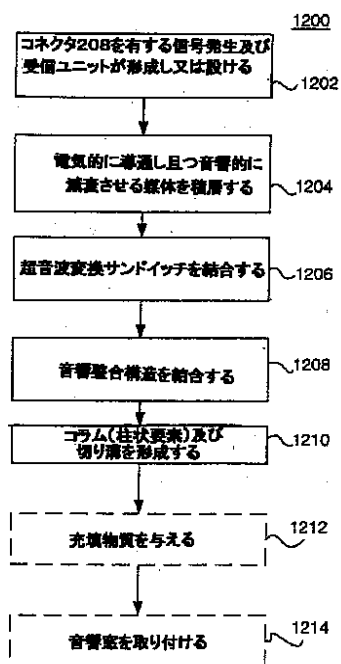
【図7】



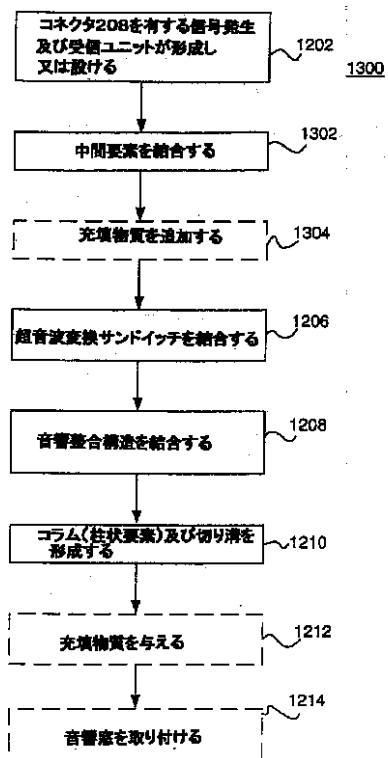
【図8】



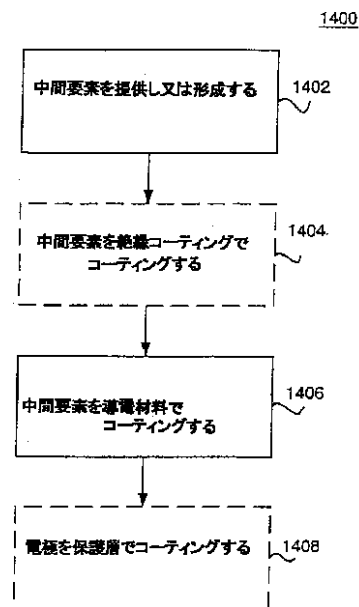
【図12A】



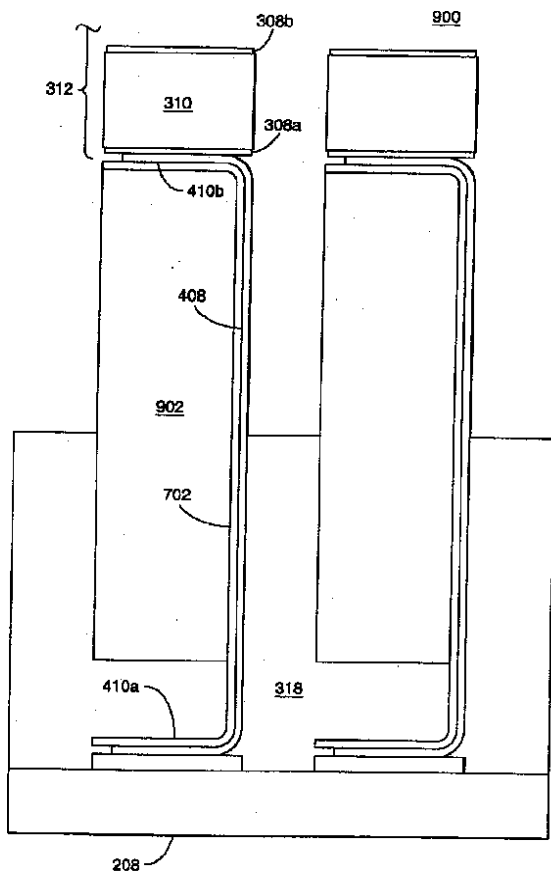
【図13A】



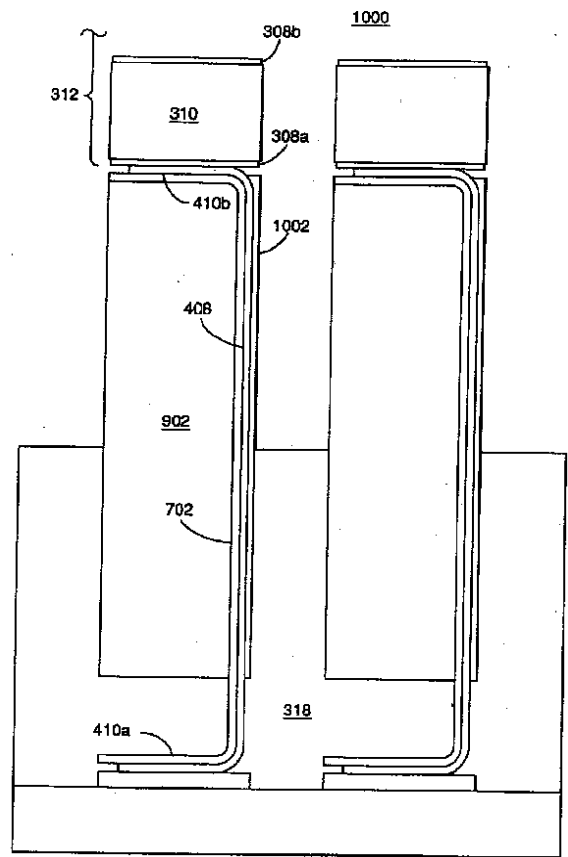
【図14】



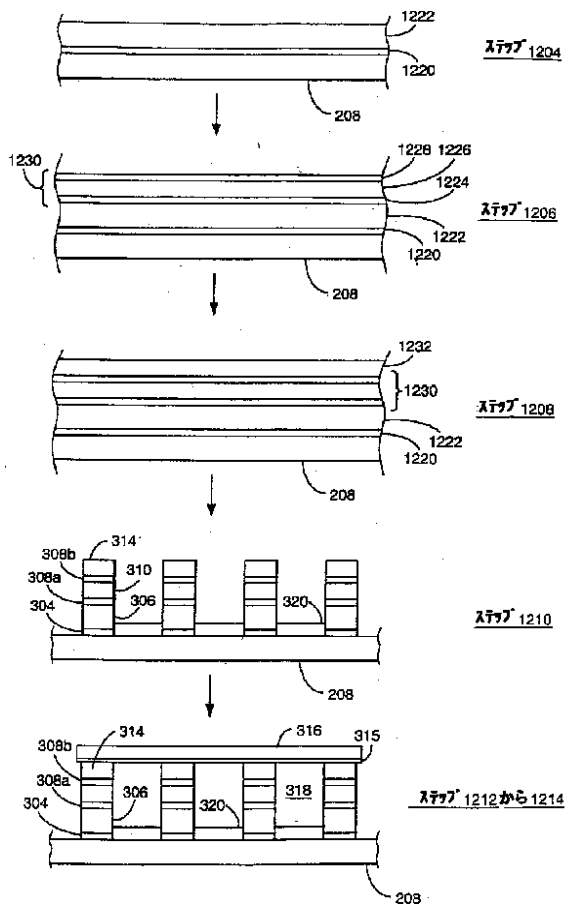
【図9】



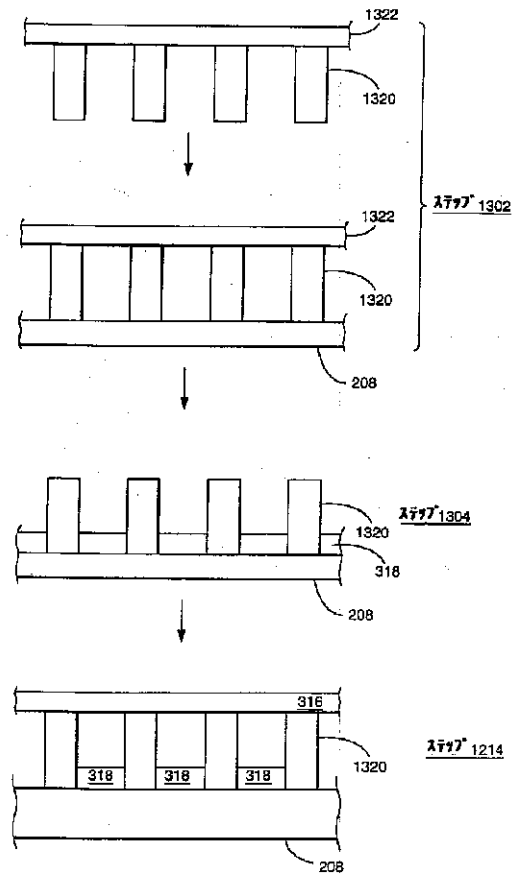
【図10】



【図12B】



【図13B】



フロントページの続き

(72)発明者 ミア エイ イムラン
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州
 94043 マウンテン・ビュー テラ・ベ
 ラ・アヴェニュー 1061

(72)発明者 グレン マクラフリン
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州
 94043 マウンテン・ビュー テラ・ベ
 ラ・アヴェニュー 1061

(72)発明者 シュイフォン シイ
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州
 94043 マウンテン・ビュー テラ・ベ
 ラ・アヴェニュー 1061

Fターム(参考) 2G047 BA03 CA01 DB02 DB12 EA15
 GA02 GB02 GB17 GB21 GB29
 GB32 GF27
 4C301 AA02 BB13 EE15 EE16 GA02
 GA03 GB10 GB19 GB22 GB33
 JA13 JA19
 5D019 EE05 FF04 HH03
 5J083 AA02 AB17 AC31 AD13 AE10
 BA01 CA12 CA20 CA50

【外国語明細書】

1 Title of Invention

**SYSTEM AND METHOD FOR COUPLING ULTRASOUND GENERATING
ELEMENTS TO CIRCUITRY**

2 Claims

1. A system comprising:
a signal generating and receiving unit;
a cableless coupling assembly; and
an ultrasound transducing assembly coupled via the cableless coupling assembly
to the signal generating and receiving unit.
2. A system comprising:
transducers having
acoustic transducing elements and
an acoustically isolating assembly; and
a signal generating and receiving unit coupled via the acoustically isolating
assembly to the acoustic transducing elements.
3. The system of claim 2 wherein the acoustic transducing elements include at least
an acoustically active material between two electrical contacts.
4. The system of claim 3 wherein the acoustic transducing elements include an
acoustic matching assembly coupled to one of the two electrical contacts and an acoustic
window coupled to the acoustic matching assembly.
5. The system of claim 2 wherein the signal generating and receiving unit includes a
motherboard.

6. The system of claim 2 wherein a filler material is placed within kerfs formed by the acoustically isolating assembly.
7. The system of claim 2 wherein the acoustically isolating assembly includes posts of an electrically conductive and acoustically attenuating material.
8. The system of claim 7 wherein the posts are anisotropic conductors.
9. The system of claim 7 wherein the posts are isotropic conductors.
10. The system of claim 2 wherein the acoustically isolating assembly includes insulating posts having conductors for conducting electrical signals.
11. The system of claim 10 wherein the conductors are partially embedded within the posts.
12. The system of claim 10 wherein the conductors are attached to the outside of the posts.
13. The system of claim 10 wherein the conductors have an insulative backing that is coupled with the posts.

14. The system of claim 10 wherein the conductors are longer than and extend beyond the posts.
15. A system comprising:
circuitry having a signal generating and receiving unit;
acoustic transducing elements that include
 an acoustically active material between two electrical contacts,
 an acoustic matching assembly coupled to one of the two electrical contacts, and
 an acoustic window coupled to the acoustic matching assembly;
a cableless coupling assembly coupled to the signal generating and receiving unit and the acoustic transducing elements, including at least
 an acoustically isolating assembly having at least posts of an electrically conductive and acoustically attenuating material, isolating the acoustic transducing elements; and
 a filler material placed within kerfs formed by the acoustically isolating assembly.
16. The system of claim 15 wherein the posts are anisotropic conductors.
17. The system of claim 15 wherein the posts are isotropic conductors.
18. The system of claim 15 wherein the acoustically isolating assembly includes conductors for conducting electrical signals coupled to the posts.

19. The system of claim 18 wherein the conductors are partially embedded within the posts.
20. The system of claim 18 further comprising an acoustical index matching element.
21. The system of claim 18 wherein the conductors are attached to the outside of the posts.
22. The system of claim 18 wherein the conductors have an insulative backing that is coupled with the posts.
23. The system of claim 18 wherein the conductors are longer than and extend beyond the posts.
24. A method of making an ultrasound system, comprising:
coupling an ultrasound transducing assembly via a cableless coupling to a signal generating and receiving unit.
25. A method comprising:
providing a signal generating and receiving unit;
coupling an acoustically isolating assembly to the signal generating and receiving unit; and
coupling acoustic transducing elements to the acoustically isolating assembly.

26. The system of claim 25 wherein coupling the acoustic transducing elements includes interposing an acoustically active material between two electrical contacts.
27. The method of claim 26 wherein coupling the acoustic transducing elements includes:
- coupling an acoustic matching assembly to one of the two electrical contacts; and
 - coupling an acoustic window to the acoustic matching assembly.
28. The method of claim 25 wherein the signal generating and receiving unit includes a motherboard.
29. The method of claim 25 further comprises placing a filler material within kerfs formed by the acoustically isolating assembly.
30. The method of claim 25 wherein coupling the acoustically isolating assembly includes coupling insulating posts to conductors for conducting electrical signals.
31. The method of claim 30 wherein the conductors are longer than and extend beyond the posts.
32. The method of claim 25 wherein the acoustically isolating assembly includes posts of an electrically conductive and acoustically attenuating material.

33. The method of claim 32 wherein the posts are anisotropic conductors.
34. The method of claim 32 wherein the posts are isotropic conductors.
35. The method of claim 32 wherein coupling acoustically isolating assembly further includes
- coupling conductors to an insulative backing; and
 - coupling the insulative backing to the posts.
36. A method comprising:
- providing a generating and receiving unit;
 - providing acoustic transducing elements, including
 - interposing an acoustically active material between electrical contacts,
 - coupling an acoustic matching assembly to one of the electrical contacts,
 - and
 - coupling an acoustic window to the acoustic matching assembly;
- cablelessly coupling an acoustically isolating assembly to the generating and receiving unit and the acoustic transducing elements, the acoustically isolating assembly including
- an acoustically isolating structure having at least posts of an electrically conductive and acoustically attenuating material; and
 - placing a filler material within kerfs formed by the acoustically isolating structure.
37. The method of claim 36 wherein the posts are anisotropic conductors.

38. The method of claim 36 wherein the posts are isotropic conductors.
39. The method of claim 36 wherein the acoustically isolating assembly includes insulating posts having conductors for conducting electrical signals.
40. The method of claim 36 wherein the conductors are partially embedded within the posts.
41. The method of claim 36 wherein the conductors are attached to the outside of the posts.
42. The method of claim 36 wherein the conductors have an insulative backing that is coupled with the posts.
43. The method of claim 42 wherein the conductors are longer than and extend beyond the posts.
44. A method comprising:
 - transducing ultrasound via an ultrasound transducing assembly; and
 - communicating electrical signals between the ultrasound transducing assembly and a signal generating and receiving unit via a cableless coupling.
45. The method of claim 44 further comprising sending said ultrasound through an acoustic index matching element.

46. A method comprising:
communicating signals between a generating and receiving unit and acoustic transducing elements via an acoustically isolating assembly; and
transducing sound using the acoustic transducing elements.
47. A method comprising:
processing signals using a signal generating and receiving unit;
transducing ultrasound using an ultrasound transducing assembly having acoustic transducing elements that include
an acoustically active material between two electrodes,
an acoustic matching assembly coupled to one of the two electrodes, and
an acoustic window coupled to the acoustic matching assembly;
communicating signals between the ultrasound transducing assembly and the signal generating and receiving unit via a cableless coupling, the cableless coupling including
an acoustically isolating assembly having at least posts that are electrically conductive and acoustically isolating; and
acoustically isolating the acoustic transducing elements using
the acoustically isolating assembly, and
a filler material that is placed within kerfs formed by the acoustically isolating structure.
48. A system comprising:
a signal generating and receiving means;
an ultrasound transducing means;
a cableless coupling means for coupling the signal generating and receiving means to the ultrasound transducing means, including

a means for
acoustically isolating the ultrasound transducing means from the
signal generating and receiving means, and
conducting electricity; and
an acoustic backing means for attenuating acoustic reflections.

3 Detailed Description of Invention

CROSSREFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

[0001] This is a continuation-in-part of the U.S. Patent Application S.N. 09/860,209, entitled "Miniaturized Ultrasound Apparatus and Method Application," by Mir A. Inran, Glen W. McLaughlin, William D. Lipps, and James M. Brennan, assigned to Novasonics, Inc., which in turn is a continuation of U.S. Patent Application S.N. 09/378,175, filed August 20, 1999, now Patent Number 6,251,073 B1, having the same title, inventive entity and assignee, and including embodiments having a cableless connection. This Application is related to the U.S. Patent Application entitled, "Broad Beam Imaging," by Glen W. McLaughlin, assigned to the same assignee, in that the invention of "Broad Beam Imaging" can be used with the present invention.

BACKGROUND OF THE INVENION

Field of the invention

[0002] The invention is in the field of imaging devices and more particularly in the field of portable high-resolution three-dimensional ultrasonic imaging.

Description of prior art

[0003] Ultrasonic imaging is a frequently used method of analysis. The technique is used to examine a wide range of materials and is especially common in medicine because of its relatively non-invasive nature, low cost, and fast response times. Typically,

ultrasonic imaging is accomplished by generating and directing ultrasonic waves into a material under investigation. This ultrasonic imaging uses a set of ultrasound generating transducers and then observing reflections generated at the boundaries of dissimilar materials, such as tissues within a patient, also uses a set of ultrasound receiving transducers. The receiving and generating transducers may be arranged in arrays and are typically different sets of transducers but may differ only in the circuitry to which they are connected. The reflections are converted to electrical signals by the receiving transducers and then processed, using techniques known in the art, to determine the locations of echo sources. The resulting data is displayed using a display device, such as a monitor.

[0004] The beam intensity as a function of position may oscillate rather than fall off monotonically as a function of distance from the center of the beam. These oscillations in beam intensity are often called "side lobes." In the prior art, the term "apodisation" refers to the process of affecting the distribution of beam intensity to reduce side lobes. However, in the remainder of this specification the term "apodisation" is used to refer to tailoring the distribution of beam intensity for a desired beam characteristic such as having a Gaussian or sinc function distribution of beam intensity (without the side lobes).

[0005] Steering refers to changing the direction of a beam. Aperture refers to the size of the transducer or group of transducers being used to transmit or receive an acoustic beam.

[0006] The prior art process of producing, receiving, and analyzing an ultrasonic beam is called beam forming. The production of ultrasonic beams optionally includes apodisation, steering, focusing, and aperture. Using a prior art data analysis technique

each ultrasonic beam is used to generate a one dimensional set of echolocation data. In a typical implementation, a plurality of ultrasonic beams are used to scan a multi-dimensional volume.

[0007] Typically, the ultrasonic signal transmitted into the material under investigation is generated by applying continuous or pulsed electronic signals to a transducer. The transmitted ultrasound is commonly in the range of 40 kHz to 10 MHz. The ultrasonic beam propagates through the material under investigation and reflects off of structures such as boundaries between adjacent tissue layers. As it travels, the ultrasonic energy may be scattered, resonated, attenuated, reflected, or transmitted. A portion of the reflected signals are returned to the transducers and detected as echoes. The detecting transducers convert the echo signals to electronic signals for processing using simple filters and signal averagers. After beam forming, an image scan converter uses the calculated positional information to generate two dimensional data that can be presented as an image. In prior art systems the image formation rate (the frame rate) is limited by at least the return time of an ultrasonic pulse. The pulse return time is the time between the transmission of ultrasound into the media of interest and the detection of the last reflected signals.

[0008] As an ultrasonic pulse propagates through a material of interest, additional harmonic frequency components are generated, which are analyzed and associated with the visualization of boundaries, or image contrast agents designed to re-radiate ultrasound at specific harmonic frequencies. Unwanted reflections within the ultrasound device can cause noise and the appearance of artifacts in the image.

[0009] One-dimensional acoustic arrays have a depth of focus that is usually determined by a nonadjustable passive acoustic focusing means that is affixed to each transducer. This type of focusing necessitates using different transducers for different applications with different depths of focus.

[0010] Two-dimensional transducer arrays used for high-speed three-dimensional imaging applications suffer from sensitivity loss caused by coupling multiple signal transfer and distribution systems to ultrasound systems. Two-dimensional transducers used for high-speed three-dimensional imaging applications must have a large number of pixels for two-dimensional steering capability with high resolution. High numbers of radiating/receiving pixels inevitably result in high electrical impedances per pixel in many types of transducers (e.g., piezoelectric, capacitive Micro ElectroMechanical (MEM) transducers), making high-resolution two-dimensional arrays impractical.

[0011] To reduce the impedance, many prior art devices use a limited number of elements, or a one-dimensional array. In typical ultrasound systems, these high impedance elements are driven by a typical coaxial cable bundle carrying as many micro-coaxial cables as the number of pixels, with each micro-coaxial cable usually having 50-75 Ohm impedance. These cables do not directly interconnect to the individual elements of the two-dimensional array. Another level of interconnection in the form of multi-layer Printed Circuit Boards (PCBs) co-fired ceramic boards or multi-layer flexes must transfer the signal to the transducer elements. The transducer elements are grouped into pixels each containing one or more transducer elements. For example, each pixel may contain one transmitting and one receiving transducer element. Systems including cables suffer from drawbacks that include, (1) the large number of required micro-coaxial elements

makes the cable bundle unwieldy, and (2) the 50-75 ohm cable impedance cannot efficiently interface with or match the high electrical impedances of the individual transducer elements. These drawbacks result in impractically low sensitivity levels. The use of an additional multilayer transition device to connect from cables to transducer elements, introduces additional capacitive loading and crosstalk.

[0012] FIG. 1 shows a prior art ultrasonic imaging device 100, including a system 102, a first connector 104, a cable 106, a second connector 108, and a hand held unit 109, which includes a multilayer structure 110 for transmitting the signal, interposing electrical connector structure (not shown), acoustic elements 114, and pins 116. System 102 may include a systems motherboard. The multilayer structure 110 could be a PCB, co-fired ceramic board, or flex circuits, for example. The interposing electrical connector structure (not shown) could be an interposing media for carrying signals from the multilayer structure 110 to acoustic elements 114. The device of FIG. 1 is bulky and can be difficult to move and manipulate because cable 106 has many wires in it and therefore interferes with movement. Cable 106 also needs to be thick and therefore does not bend easily. Handheld unit 109 has electrical contact pads 116 for individually powering the acoustic elements 114.

SUMMARY OF THE INVENTION

[0013] The invention provides a miniaturized ultrasound system generating and receiving unit such as a motherboard with two-dimensional signal addressing capability. First connector 104, cable 106, and second connector 108 of the prior art FIG. 1 device can be eliminated. The system may have a system motherboard connected with a cableless coupling to a transducer array. In one embodiment the cableless coupling is also wireless. The system may include a two-dimensional surface interconnection between the transducer array and the of the system, which eliminates the impractically thick and heavy cable. In one embodiment, the signal generation and/or detection may be electrically matched to the transducer elements increasing the sensitivity than were transducer elements not matched to the signal generation and/or detection system. The two-dimensional interconnection on the motherboard maybe used without any other two-dimensional interconnection. In another embodiment the electrical connection to the two-dimensional array elements are made via many flex circuits, each coming from one row of elements, which may be terminated directly on the motherboard row of pads.

[0014] The two-dimensional array may perform multiple tasks. The motherboard system and the transducers may be designed to provide a sufficient percentage of the bandwidth for multiple frequency operations. For example, for many ultrasound transducers 100% of the bandwidth is necessary for multiple frequency operations. In an embodiment, the depth of focus is not fixed by the physical construction of the array, but is controlled by the area forming electronics and the system software, by active electrical

phasing of the two-dimensional array elements. Alternatively, different transducers for different applications with different depths of focus can be used. Changing from one transducer to another can be facilitated by having a high density connector (i.e., a connector having a high density of connector contact pads, one pad for each transducer element (e.g., pixel) of the two-dimensional array) between the two-dimensional array and the system motherboard.

[0015] The invention may provide acoustically attenuating mounting posts with low electrical resistance, for example, and allow the two-dimensional arrays of acoustical elements to have a higher sensitivity than were the posts not present. The height of the posts allows the transducer to be oriented for convenient use even though it is an integral part of the motherboard, an other interconnection device, or an other system for example. The permanent connection with the motherboard requires the design of the transducer to provide sufficient bandwidth for multiple frequency operation.

[0016] In one embodiment the two-dimensional array is permanently integrated with the motherboard. The depth of focus of the two-dimensional array is not fixed by the physical construction of the array, but is controlled by the area forming electronics and system software, which determine the active phasing of the two-dimensional array elements. This method of control eliminates the necessity of using different transducers for different applications with different fixed depths of focus and allows one transducer affixed to the motherboard, for example, to perform multiple tasks. In another embodiment of this invention different two-dimensional arrays with different depths of focus, frequency, and other characteristics can be plugged to the system motherboard without an intervening cable via the high density connector.

[0017] Broad beam technologies refer to systems and methods that include or take advantage of techniques for generating ultrasound and analyzing detected echoes such that multidimensional spatial information obtainable from a single ultrasonic pulse.

[0018] Area forming is the process of producing, receiving, and analyzing an ultrasonic beam, that optionally includes apodisation, steering, focusing, and aperture control, where a two dimensional set of echolocation data can be generated using only one ultrasonic beam. Nonetheless, more than one ultrasonic beam may still be used with the area forming even though only one is necessary. Area forming is a process separate and distinct from beam forming. Area forming may yield an area of information one transmit and/or receive cycle, in contrast to beam forming that typically only processes a line of information per transmit and/or receive cycle. Alternatively, beam forming can be used instead of area forming electronics throughout this application.

[0019] Volume forming is the process of producing, receiving, and analyzing an ultrasonic beam, that optionally includes apodisation, steering, focusing, and aperture control, where a three dimensional set of echolocation data can be generated using only one ultrasonic beam. Nonetheless, multiple ultrasonic beams may be used although not necessary. Volume forming is a superset of area forming.

[0020] Multidimensional forming is the process of producing, receiving, and analyzing an ultrasonic beam, that optionally includes apodisation, steering, focusing, and apertures, wherein a two or more dimensional set of spatial echolocation data can be generated using only one ultrasonic beam. Nonetheless, multiple ultrasonic beams may be used although not necessary. Multidimensional forming optionally includes non-spatial dimensions such as time and velocity.

[0021] In the above discussion although the motherboard is specified as the signal generating and receiving unit, it is only by way of example and any signal generating and receiving unit can be used.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

[0039] FIG. 2 is an overview of one embodiment of the invention. FIG. 2 shows a handheld ultrasound device 200 that includes an ultrasound transducing structure 202 coupled via a cableless coupling 203 to a signal generating and receiving unit 210. The cableless coupling 203 includes an intermediate structure 204, an electrically conducting structure 206, a connector 208. The connector 208 is coupled to the signal generating and receiving unit 210, which are secured within housing 212, and cooperates with cableless coupling 203.

[0040] The signals from or to intermediate structure 204 pass through electrically conducting structure 206, connector 208, and the signal generating and receiving unit 210. Ultrasound transducing structure 202 generates, or pulses, in response to signals received via intermediate structure 204, or receives ultrasonic waves and converts them to electrical signals, then sends them to intermediate structure 204.

[0041] In an embodiment cableless coupling 203 is also wireless. Signal generating and receiving unit 210 can be an integrated circuit or a system including a motherboard and may also include one or more child boards, for example. Intermediate structure 204 is an electrically coupled and acoustically isolating structure that serves to reduce crosstalk between the elements of the ultrasound transducing structure 202. Additionally, intermediate structure 204 protects ultrasound transducing structure 202 from external or internal acoustical noise and conducts the electrical signal to ultrasound transducing structure 202.

[0042] Ultrasound transducing structure 202, intermediate structure 204, and electrically conducting structure 206 may be divided into multiple elements that may be arranged in a

periodic lattice. The lattice may be rectangular or hexagonal, for example. Electrically conducting structure 206 may be pads or may be interlocking male and female pins, for example, joining intermediate structure 204 and connector 208. Signal generating and receiving unit 210 may be a system motherboard, for example, and may have a connector 208 that can be a Printed Circuit Board (PCB), co-fired ceramic board, or the like, for signal transmission and distribution. Connector 208 may be a separate component attached to signal generating and receiving unit 210 or may be an integral part of signal generating and receiving unit 210. For example, connector 208 may be a connector region coupled to or on a motherboard. (Throughout this specification the word "on" is to be understood as generic to being an integral part of and to being a separate structure that allows two structures to be attached together. Thus, whenever the specification discusses the connector 208 being "on" signal generating and receiving unit 210 it is to be read as generic to connector 208 being an integral part of and being a separate structure attached to signal generating and receiving unit 210.) Signal generating and receiving unit 210 may include one or more signal processors. The small size of the handheld ultrasound device may allow ultrasound transducing structure 202 to be easily positioned for imaging at a variety of angles.

[0043] Alternatively, a section of housing 212 can be made of a flexible material to allow the positioning of the transducer structure 202. Signal generating and receiving unit 210 may be kept small enough and/or may have a section that is made from flexible material to allow handheld ultrasound unit 200 to be flexed, thereby allowing ultrasound transducing structure 202 to be easily positioned for imaging.

[0044] FIG. 3 shows the details of the structure of FIG. 2 according to one embodiment of the invention. The FIG. 3 embodiment, which is a first embodiment 300, includes transducer

302 having electrical pads 304, intermediate elements 306, electrical contacts 308 a and b, which sandwich therebetween an active acoustic element 310, acoustic transducing element 312, acoustic matching element 314, ground sheet 315, optional acoustic window 316, optional filler 318, and optional adhesive 320.

[0045] Connector 208 on signal generating and receiving unit 210 of the ultrasound system is coupled to transducer 302. The collection of electrical pads 304 are one embodiment of electrically conducting structure 206. In an embodiment, a two-dimensional array of all electrical pads 304 make up electrically conducting structure 206, and are coupled to intermediate elements 306, which make up intermediate structure 204. Electrical pads 304 can be pure materials, alloys, or any mixture of chromium, nickel, silver, copper, gold, tin, tin oxide, indium and/or indium oxide, or any conductive material, for example. Acoustic transducing element 312 includes electrical contacts 308 a and b, which sandwich therebetween an active acoustic element 310. Active acoustic element 310 can be made with any acoustically active material (i.e., any material capable of converting a sound signal to an electrical signal and visa versa) such as piezoelectric materials such as quartz, lithium niobate, lithium sulfate, ceramic materials, lead zirconate titanate, barium titanate, and lead metaniobate, or other sound generating devices such as micromachined structures. Electrical contacts 308 a and b can be made from materials including, pure materials, alloys, or any mixture of chromium, nickel, silver, copper, gold, tin, tin oxide, indium and/or indium oxide, or any conductive material, for example.

[0046] The sandwich of active acoustic element 310 and electrical contacts 308 a and b form an acoustic transducing element 312 for generating and/or receiving ultrasound. In the case of a micro machined device the sandwich of active acoustic element 310 and electrical

contacts 308 a and b may be replaced by the micro machined element and its contacts, which may or may not have a sandwich structure. Acoustic transducing element 312 may also include an acoustic matching element 314 and an optional acoustic window 316. Optional acoustic window 316 provides electrical isolation protecting a media of interest such as a patient from electrical shock. Optionally, acoustic matching element 314 may provide electrical isolation instead of or in addition to the electrical isolation provided by optional acoustic window 314. Acoustic matching element 314 may be an assembly of acoustic matching sub-elements. For example, acoustic matching element 314 may have several different layers. Acoustic matching element 314 may be made from materials or mixtures of materials with acoustic matching properties. In an embodiment, acoustic matching element 314 electrically couples electrical contact 308 b to ground sheet 315 thereby providing a return to ground. Alternatively, ground sheet 315 need not be included because optional acoustic window 316 could be made from a conductive material and act as a ground sheet. Further, alternatively, electrical contacts 308 b can be electrically coupled together forming one sheet, for example, that can be used for a return to ground. In this alternative embodiment acoustic matching element 314 may or may not be conductive. Joining electrical contacts 308 b into one sheet increases the difficulty of acoustically isolating transducers 302. However, if the acoustical impedance of the conductive material joining electrical contacts 308 b is mismatched, for example, acoustic isolation can be achieved despite the joining material. Optional filler 318 may be placed between intermediate elements 306, completely or partially filling the voids or kerfs (the spaces between transducers 302 are referred to as kerfs). Optional filler 318 may be epoxy resin or other polymers and may include additives to modify its characteristics. An optional adhesive 320 maybe used to secure transducer 302 via

electrical pads 304 to connector 208. Optional adhesive 320 may be insulating or conducting adhesives such as epoxies, polyurethanes, silicones, etc. with or without various additives for different properties.

[0047] Transducers 302 differ from prior art transducers in that they are mounted directly to connector 208 of signal generating and receiving unit 210. Alternatively, structures of intermediate elements 306 that are different from the prior art may also be used.

[0048] In another embodiment transducer 302 is mounted on a high density connector (not shown), which is plugged into a corresponding connector 208 of the signal generating and receiving unit 210. The high density connector allows the acoustic transducing element 312 to be positioned further from connector 208. Structures of intermediate elements 306 are further discussed below. Also, the close proximity of transducers 302 to connector 208 may affect the structural, acoustical, and electrical requirements of transducers 302. Consequently, the set of elements that produce optimal performance for transducers 302 may be different than those of similar prior art transducers.

[0049] Intermediate elements 306 may serve as posts or columns, and can have a cross section of any shape. For example, the cross section of intermediate elements 306 can be square, rectangular, circular, ovular, triangular, diamond-like, trapezoidal, rhombus-like, or polygonal in shape. Intermediate elements 306 can be a mixture of any of, any combination of, or all of epoxy, polyurethane, and/or silicone, for example. Intermediate elements 306 may also contain heavy particles of any shape or spheres made from material such as tungsten, and may further contain light particles, bubbles, and/or microspheres, which help attenuate sound. The light particles and microspheres can be made from glass and/or plastic, for example. Additionally, intermediate elements 306 may contain graphite or other electrically conductive

particles, which also help attenuate sound. Electrically conductive particles could be used as some or all of the heavy and/or light particles, depending on the ranges of density of the conducting particles chosen.

[0050] The signal from signal generating and receiving unit 210 is brought through the layers and structures of connector 208 to electrical pads 304 on connector 208's surface. Electrical pads 304, intermediate elements 306, and acoustic transducing elements 312 may be stacked one on top of the other and form the above-mentioned two-dimensional lattice. Acoustic transducing elements 312 may transform the electrical signals to sound waves, or may convert acoustic sound waves to electrical signals. Acoustic transducing elements 312 may be arranged in the same lattice as electrical pads 304, and electrically addressed via signal distribution within signal generating and receiving unit 210.

[0051] Intermediate elements 306 form an interconnecting backing media that transmits electrical signals between electrical pads 304, on connector 208 of signal generating and receiving unit 210, and electrical contacts 308 a, on acoustic transducing elements 312. Intermediate elements 306 may have an electrical conductivity that is high enough to minimize signal loss. The signal loss due to the intermediate element 306 is the power loss (I^2R , where I is the total current flowing through the array of intermediate elements 306 and R is effective resistance of the array of intermediate elements 306) caused by the resistance of the intermediate element. For example, in an embodiment the conductivity of the intermediate element is adjusted so that the signal loss is kept less than 1 DB.

[0052] The total length of the interconnecting media in the direction perpendicular to connector 208 on signal generating and receiving unit 210 and the resistivity of this media are the main factors determining the total resistance of each electrical coupling between acoustic

transducing elements 312 and electrical pads 304. Thus, the resistivity of the intermediate elements 306 limit the elements' length, which in turn limits the intermediate structure 204's thickness. Intermediate elements 306 may have adequate acoustical attenuation or impedance to avoid sound reflections from connector 208 of the signal generating and receiving unit 210 that would otherwise reach acoustic transducing elements 312. Intermediate elements 306 may provide mechanical integrity and positioning accuracy of acoustic transducing elements 312 and connector 208 of signal generating and receiving unit 210.

[0053] The interconnecting backing media used for intermediate elements 306 may be an electrically anisotropic conducting media that conducts electricity in a direction perpendicular to the surface of the electrical pads 304. The interconnecting backing media may be used to bond acoustic transducing elements 312 to electrical pads 304 on connector 208 of signal generating and receiving unit 210. Intermediate elements 306 may be made from an electrically conductive and acoustically lossy media. An appropriate anisotropic electrical conduction media can be made by incorporating a sparse concentration of conducting elements and/or particles into an electrically insulating medium. The density of the sparse concentration is such that the conducting elements and/or particles do not touch each other in a direction perpendicular to the flow of electrical current due to their low density. The conducting elements and/or particles may have an elongated shape, and the conducting elements are oriented with their longer dimension to reach and make electrical contact on either side of the insulating medium in which they are located. The elements can be whiskers, wires, or arbitrary shapes of conducting media tending to extend the entire length of intermediate element 306. Alternatively, the conducting elements and/or particles may be significantly shorter than and kept relatively parallel to the long direction of intermediate

elements 306. The conductive elements should be long enough so that at least a significant number of them tend to touch one another along the length of the particles, but not along the width. The use of an anisotropic conductor reduces the chances of shorting between adjacent intermediate elements 306 when compared to an isotropic conductor.

[0054] Alternatively, an isotropic electrically conducting and acoustically appropriate medium may be used to bond the array of acoustic transducing elements 312 to the two-dimensional array of electrical pads 304. Electrical shorts between the intermediate elements 306 can be removed by eliminating the excess media causing the short via mechanical dicing, various ion, electron, plasma, chemical erosion, or other processes.

[0055] Optional filler 318 may be an insulator that helps minimize electrical shorting and may have suitable acoustical impedance to prevent crosstalk between transducers 302. It may be desirable to minimize crosstalk by leaving the kerfs near transducers 302 void of filler. Optional filler 318 can be an acoustically attenuating material or a material with a highly mismatched acoustical impedance to transducer 302.

[0056] Optional adhesive 320 can be conductive or insulative. If optional adhesive 320 is conductive, it is placed primarily between electrical pads 304 and intermediate element 306. Typically any excess optional adhesive 320 would be removed from the kerfs. However, it is not necessary to remove all of optional adhesive 320 from the kerfs even if it is conductive. The thinner a conductive film the more resistive it is to currents traveling in a plane. Also, the thinner a conductive film the more breaks, or discontinues, it is likely to have in it. Consequently, if any of optional adhesive 320 is conductive and is in the kerfs, the optional adhesive 320 must be thin enough or have enough breaks so that it will act as an insulator in a

direction parallel to the surface of connector 208 having electrical pads 304, and the optional adhesive 320 must not cause any shorting.

[0057] Similarly, if optional adhesive 320 is insulative, it is placed primarily in the kerfs. Typically, all of optional adhesive 320 on electrical pads 304 is removed. However it is not necessary to remove all of optional adhesive 320 from the electrical pads 304, even if it is insulative. The thinner an insulative film, the more likely it will be able to support a current traveling perpendicular to its surface via arcing, tunneling, or breaks in the insulative film, for example. Consequently, if optional adhesive 320 is insulative, the portion placed on electrical pads 304 must be thin enough or have enough holes in it to allow the flow of a current through it (such as by contact, arcing, or tunneling). Pressure applied while bonding intermediate elements 306 can be used to squeeze excess adhesive out from between the electrical pads 304 and the intermediate elements 306.

[0058] In FIGs. 4-10 like components have been given the same alphanumerical labels. To simplify the drawings FIGs. 5-10 show no acoustic matching element 314, ground sheet 315, or optional acoustic window 316, although they are present as in FIGs. 3 and 4. FIGs. 4-10 also share the same ultrasound transducing structure 202 and signal generating and receiving unit 210 as in FIG. 3. FIGs. 5-10 differ from one another primarily in the make up of intermediate structure 204.

[0059] FIG. 4 is an alternative embodiment 400 of the structure of FIG. 2. Embodiment 400 has intermediate elements 406, which are insulative and coated with a conductor 408 on any number of sides greater than two, including conductive pads 410 a and b located at both ends. Specifically, to explain what is meant by conductor 408 being coated on any number of sides greater than two, conductive pads 410 a and b cover intermediate elements 406 on at

least part of each of two of its ends. A portion of conductor 408 must also be placed at least partially on a third side of intermediate elements 406 to form an electrical coupling between conductive pads 410 a and b. Intermediate elements 406 can be columns or posts made from a mixture of any of, any combination of, or all of epoxy, polyurethane, and/or silicone containing dense particles or spheres made from material such as, but not limited to, tungsten and bubbles, low density particles, and/or microspheres. The low density particles and microspheres can be made from glass and/or plastic, for example. Conductor 408 can be a thin film that provides electrical interconnection between acoustic transducing elements 312 and electrical pads 304 to which it is bonded or soldered. The conductor 408 can be exposed or covered. If it is covered, it may be embedded within intermediate elements 406 and/or covered by optional film 412. Optional film 412 allows for the removal of any subsequently introduced optional filler 318 by mechanical means, such as dicing wheels, without the danger of damaging conductor 408. Optional film 412 can be a thin film of insulating material or the same material as intermediate elements 406. Conductor 408 can be replaced by conducting wires or whiskers that may be placed along the edges of, or embedded within intermediate elements 406. Optional filler 318 can encapsulate conductor 408 completely, or partially, as shown in FIG. 4. Optional filler 318 may serve the purposes of providing structural integrity and acoustically isolating individual acoustic transducing elements 312. Optional filler 318 can be of the same material as the posts used for intermediate elements 406 as long as it is insulative, or does not short transducers 302. The higher the electrical conductivity of conductor 408, the lower the signals loss. In one embodiment, the electrical conductivity provided by conductor 408 may be made high enough to minimize signal loss. The total length of intermediate elements 406 in the direction perpendicular to the signal generating and

receiving unit 210, and the per length resistance of conductor 408, will determine the total resistance of the individual couplings between the acoustic transducing elements 312 and electrical pads 304. Due to the relatively high conductivity of metallic films or wires, it is practical to increase the thickness of intermediate structure 204, to position the acoustic array surface to touch the patient in a comfortable way. Intermediate elements 406 may serve as posts or columns and can have a cross section of any shape. Intermediate elements 406 can have essentially the same mechanical and acoustical properties as intermediate elements 306, and therefore may have the same composition, except for the lack of the conducting particles in intermediate elements 406. However, (because intermediate elements 406 can have a lower resistance), intermediate elements 406 can be made taller than intermediate elements 306. Also, the mechanical properties of intermediate layer 406 may be slightly different.

[0060] Conductor 408 and the bonding material (such as adhesives, solders, and welding material) should not cause acoustic reflections or perturbations. To avoid acoustic reflections or perturbations, the thickness and size of perturbing items within the acoustic path may be small compared to the acoustic wavelengths of interest. Conductor 408 should adhere to the insulating media well enough to retain the structure's mechanical. The insulating media used for intermediate elements 406 should have adequate acoustical attenuation to avoid sound reflections from connector 208 of signal generating and receiving unit 210 that would otherwise reach acoustic transducing element 312. The insulating media used for intermediate elements 406 should have suitable acoustic impedance for optimum performance. The insulating media of intermediate elements 406 may provide mechanical integrity and positioning accuracy of acoustic transducing element 312 and connector 208 of the signal generating and receiving unit 210.

[0061] FIGs. 5 and 6 are the same as FIG. 4 except that the FIGs. 5 and 6 embodiments include optional adhesive 320. Also, in the FIG. 5 embodiment conductor 408 is exposed, while in the FIG. 6 embodiment, conductor 408 is covered with optional film 412.

[0062] FIG. 7 is another embodiment 700 having a coating of an insulative coating 702 made from Kapton™, or Mylar™, for example, on any number of sides greater than two including both ends, and having conductor 408 laminated thereon. The intermediate elements 704 can be the same as intermediate elements 406, or can be a conductor.

[0063] FIG. 8 is another embodiment 800, which is the same as that of embodiment 700 of FIG. 7, except that an optional film 412 covers the exposed portion of conductor 408 and is intermediate conductor 408 and optional filler 318.

[0064] Although FIGs. 6-8 show optional adhesive 320, it does not need to be present.

[0065] FIGs. 9 and 10 are the same as FIGs. 7 and 8, respectively, except that intermediate element 902 and optional film 1002 do not extend all the way down to conductive pads 410 a, leaving a gap. The gap may be filled with optional filler 318. If optional filler 318 is not used, the couplings to electrical pads 304 will remain flexible, thereby providing vibration isolation. If optional filler 318 is used, it provides mechanical integrity and holds the intermediate elements in place. The couplings to the rows and/or columns of electrical pads can be done at any stage of the construction of the interconnection-backing media, or after its completion. Intermediate elements 902 may be posts and can have a cross section of any shape. Intermediate elements 902 can have essentially the same mechanical and acoustical properties as intermediate elements 406 except that since intermediate elements 902 do not extend to conductive pads 410 a, the mechanical properties can be slightly different.

[0066] Although FIGs. 9 and 10 do not show optional adhesive 320, it could be included.

[0067] FIGs. 11A and B show flow charts of methods 1100 a and b, respectively, of using an embodiment of the invention. FIG. 11A is a method of transmitting acoustic signals, and FIG. 11B is a method of receiving acoustic signals.

[0068] Referring to FIG. 11A, in step 1102 the signal generating and receiving unit 210 generates an electrical signal. In step 1104, the electrical signal is cablelessly coupled via connector 208 and through a possible connector (not shown) and electrical pads 304 to intermediate structure 204. In step 1106, the electrical signal is coupled through intermediate structure 204 to acoustic transducing element 312. In step 1108, acoustic transducing element 312 generates an acoustic signal that is then transmitted via acoustical matching element 314 through optional acoustic window 316.

[0069] Referring to FIG. 11B, the ultrasonic signals from step 1108 (FIG. 11A) are modified (e.g., reflected and/or transmitted) by the media of interest. In step 1122, the modified ultrasonic signals are received. Optionally the reception includes transmitting the ultrasonic signals through the optional acoustical window 316, and receiving them via acoustic matching element 314 by typically a different combination of acoustic transducing elements 312 because the direction of the incident and reflected ultrasound signals is typically different. However, in an embodiment each acoustic transducing element 312 can be used both for receiving and transmitting the modified ultrasonic signal. In another embodiment each acoustic transducing elements 312 may be grouped into pixels having a receiving half and a transmitting half. The acoustic transducing elements 312 convert the ultrasonic signal into an electrical signal. In step 1124, the electrical signals are sent through intermediate structure 204. In step 1126, the signals from intermediate structure 204 are sent via

electrically conducting structure 206 through connector 208. In step 1128, the signals from connector 208 are sent back to signal generating and receiving unit 210 for processing to produce an image on a monitor or store as data for producing an image on a monitor. The receiving step may include attenuating reflections within the handheld ultrasound unit 200 such as with the use of optional filler 318 and acoustically the attenuating materials used in intermediate elements 306, 406, and 902.

[0070] FIGs. 12A and B show a method 1200 of making an embodiment of the invention, and some of the temporary structures formed at various stages of the process. In step 1202, signal generating and receiving unit is formed or provided, and connector 208 is coupled to or formed on signal generating and receiving unit 210. The rest of signal generating and receiving unit 210 can be formed, assembled, or constructed at anytime relative to forming or coupling connector 208 on signal generating and receiving unit 210. In step 1204 an electrically conductive layer 1220 could be deposited on connector 208 for forming electrical pads 304. Also in step 1204, an electrically conductive and acoustically attenuating media 1222 is laminated on an electrically conductive layer 1220. Further in step 1206, a first conductive layer 1224, an acoustically active layer 1226 and a second conductive layer 1228 form an acoustic transducing sandwich 1230. Acoustic transducing sandwich 1230 is bonded to electrically conductive and acoustically attenuating media 1222. Acoustic transducing sandwich 1230 could be first constructed and then bonded to electrically conductive acoustically attenuating layer 1222, or it could be laminated layer by layer directly upon electrically conductive and acoustically attenuating media 1222. In step 1208, an acoustic matching layer 1232 is bonded to one side of acoustic transducing sandwich 1230. Acoustic matching layer 1232 may include multiple layers and/or have significant structure to improve

acoustic matching. In step 1210, material is removed from the composite structure leaving columns and forming the kerfs. A small amount of connector 208 may also be removed during step 1210 in order to be certain that all of the conductive material between electrical pads 304 is removed, and optional adhesive 320 may be added. In step 1212, optional filler 318 is added to the kerfs and allowed to harden. In step 1214, optional acoustic window 316 is bonded to acoustic matching element 314. Optional acoustic window 316 may have ground sheet 315 formed on it by metalization or deposition for example before being secured to acoustic matching element 314.

[0071] FIGs. 13A and B show a method 1300 of making an embodiment of the invention and some of the temporary structures formed at various stages of the process. In step 1202, signal generating and receiving unit is formed or provided, and connector 208 is coupled to or formed on signal generating and receiving unit 210, as in method 1200. In step 1302, electrically conductive and acoustically attenuating pillars that form intermediate elements 406 or 902 are attached to connector 208. Although not shown in FIG. 13B, intermediate elements 406 or 902 are formed with conductor 408, optional film 412 or 1002, and insulative coating 702 attached thereto. Although also not shown in FIG. 13B, when intermediate elements 406 or 902 are attached to connector 208, intermediate elements 406 or 902 are bonded to electrical pads 304 on connector 208. Intermediate elements 406 or 902 with conductor 408, optional film 412 or 1002, and insulative coating 702 attached thereto may be formed as structures 1320 on a sheet 1322 so that they can be fixed in positions relative to one another and aligned with electrical pads 304. Structures 1320 may be first formed and then attached to sheet 1322 or may be formed on sheet 1322. The formation of structures 1320 is described in more detail in relation to FIG. 14, below. Alternatively, electrical pads 304 may be included

in structures 1320, for example. After bonding structures 1320, to connector 208, sheet 1322 is detached. In optional step 1304, optional filler 318 may be added as a liquid and allowed to harden. In step 1206, an acoustic transducing sandwich is bonded to intermediate structure 204. The acoustic transducing sandwich includes a first conductive film, an acoustically active layer, and a second conductive film. The acoustic transducing sandwich could be first constructed and then bonded to the electrically conductive acoustically attenuating media, or could be laminated layer by layer directly upon the electrically conductive and acoustically attenuating media. Next in step 1206, material is removed from the transducing sandwich to form acoustic transducing elements 312. Alternatively, acoustic transducing elements 312 could also be formed on the same sheet 1322 while making the intermediate elements as part of structures 1320. Method 1300 then proceeds as in method 1200 with steps 1208, 1210, 1212, and 1214. Method 1300 may include neither of or just one of steps 1304 and 1212. Alternatively, part of the optional filler 318 may be added during step 1304 and part may be added during step 1212.

[0072] FIG. 14 shows a flowchart of method 1400 for making the intermediate elements of an embodiment of the invention. In step 1402 method 1400 starts with providing or forming intermediate elements 406 or 902, which may be formed on sheet 1322 or formed separately and then attached to sheet 1322 after the completion of method 1400. If structures 1320 (which form intermediate elements 406 or 902) are formed on sheet 1322 a conductive layer (not shown) is first be deposited on sheet 1322 and then an insulative layer (not shown) is deposited from the composite structure leaving columns to form conductive pads 410 b attached to intermediate elements 406 or 902. Conductive pads 410 b form a first part of conductor 408. Some material from sheet 1322 may also be removed or alternatively the

conductive layer (not shown) may be left exposed and not separated into conductive pads 410 b. Optionally, in step 1404, intermediate elements 406 are coated with an insulative coating 702 some of which may be removed to expose the conductive layer (not shown) or conductive pads 410 b. In step 1406, intermediate elements 406 are coated with conductor 408.

However, if structures 1320 were formed on sheet 1322 then the part of conductor 408 that forms conductive pad 410 b will already be present. The conductor 408 may be attached to insulating coating 702 or embedded within insulating coating 702 first and then attached to intermediate elements 406 via insulative coating 702. The conductive layer (not shown) is separated into conductive pads 410 b if not already separated in step 1402. In optional step 1408, the conductor 408 is covered with optional film 412 or 1002. Optional film 412 or 1002 provides an insulating and protective coating thereby embedding conductor 408 in the composite structure formed by intermediate elements 406 or 902 and optional film 412 or 1002, respectively.

[0073] Although the word "structure" is used to describe many elements, these elements could also be assemblies, which in this Application is generic to the word "structure" but also includes assemblies or collections of parts. The word "coupling" in this application is generic to direct connection and a connection made via an intermediate element as well as any other type of coupling, link or way of attaching elements together.

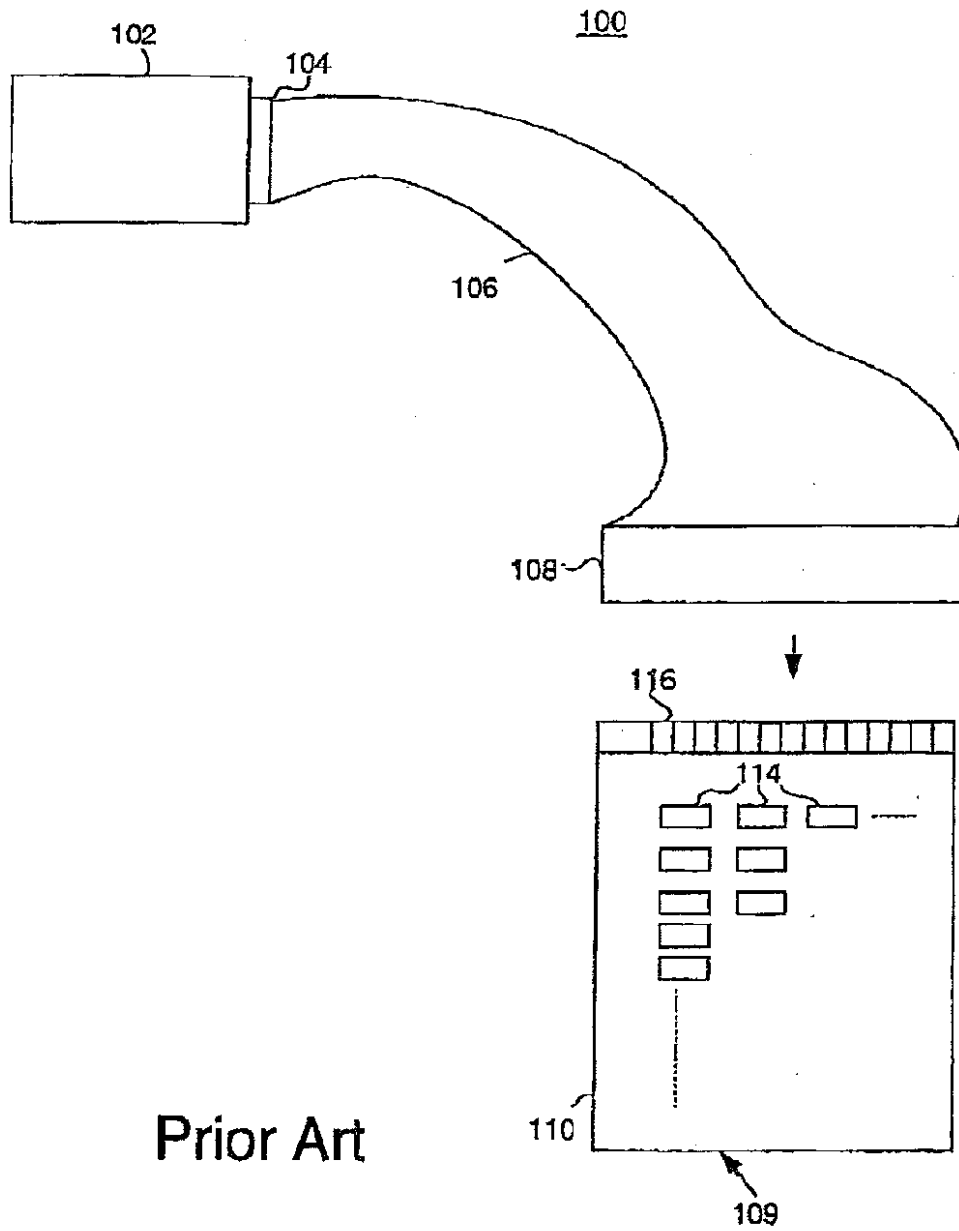
[0074] The invention could also be constructed using other signals, such as optical signals rather than electrical signals. In an optical embodiment electrically conducting structure 206 may be replaced with an optical connection, for example. Although the acoustic transducing elements 312 are depicted as having electrical contacts 308 a and b, they are only necessary if electrical energy is used to excite the active acoustic elements 310. If the active acoustic elements 310 are excited by other forms of energy such as by using electric magnetic waves or mechanical energy, the electrical contacts 308 a and b may not be used or may be replaced by coupling contacts for securing the active acoustic element in place.

[0075] Although the invention has been described with reference to specific embodiments, it will be understood by those skilled in the art that various changes may be made and equivalents may be substituted for elements thereof without departing from the true spirit and scope of the invention. In addition, modifications may be made without departing from the essential teachings of the invention.

4 Brief Description of Drawings

- [0022] FIG. 1 is a prior art ultrasound device;
- [0023] FIG. 2 is an overview of an embodiment of the invention;
- [0024] FIG. 3 shows the details of the structure of FIG. 2 according to an embodiment of the invention;
- [0025] FIG. 4 is an alternative embodiment of the structure of FIG. 2;
- [0026] FIG. 5 is a more detailed illustration of FIG. 4;
- [0027] FIG. 6 is another embodiment of the structure of FIG. 2;
- [0028] FIG. 7 is another embodiment of the structure of FIG. 2;
- [0029] FIG. 8 is another embodiment of the structure of FIG. 2;
- [0030] FIG. 9 is another embodiment of the structure of FIG. 2;
- [0031] FIG. 10 is another embodiment of the structure of FIG. 2;
- [0032] FIG. 11A is a flowchart of a method of transmitting an acoustic signal;
- [0033] FIG. 11B is a flowchart of a method of receiving an acoustic signal;
- [0034] FIG. 12A is a flowchart of a method of making an embodiment of the invention;
- [0035] FIG. 12B illustrates the structure at various stages of the method of FIG.12A;
- [0036] FIG. 13A is a flowchart of a method of making an embodiment of the invention of FIGs. 4-10;
- [0037] FIG. 13B illustrates the structure at various stages of the method of FIG.13A; and
- [0038] FIG. 14 is a flowchart of a method for making intermediate elements of an embodiment of the invention.

【図1】



Prior Art

FIG. 1

【図2】

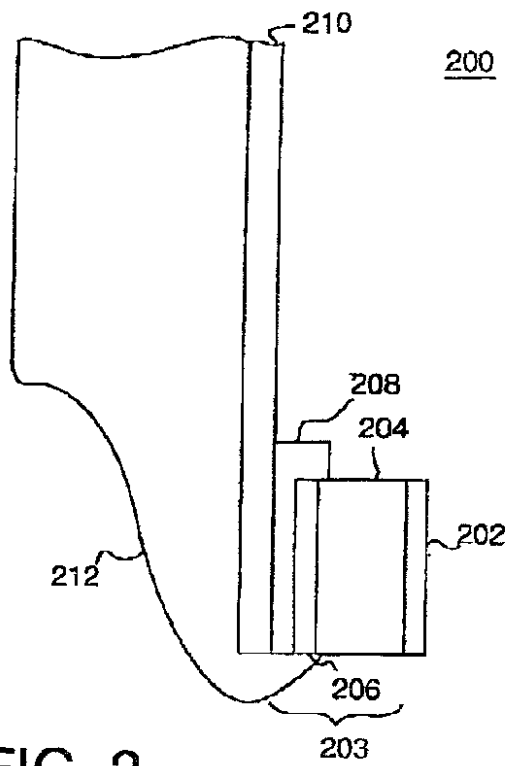


FIG. 2

【図3】

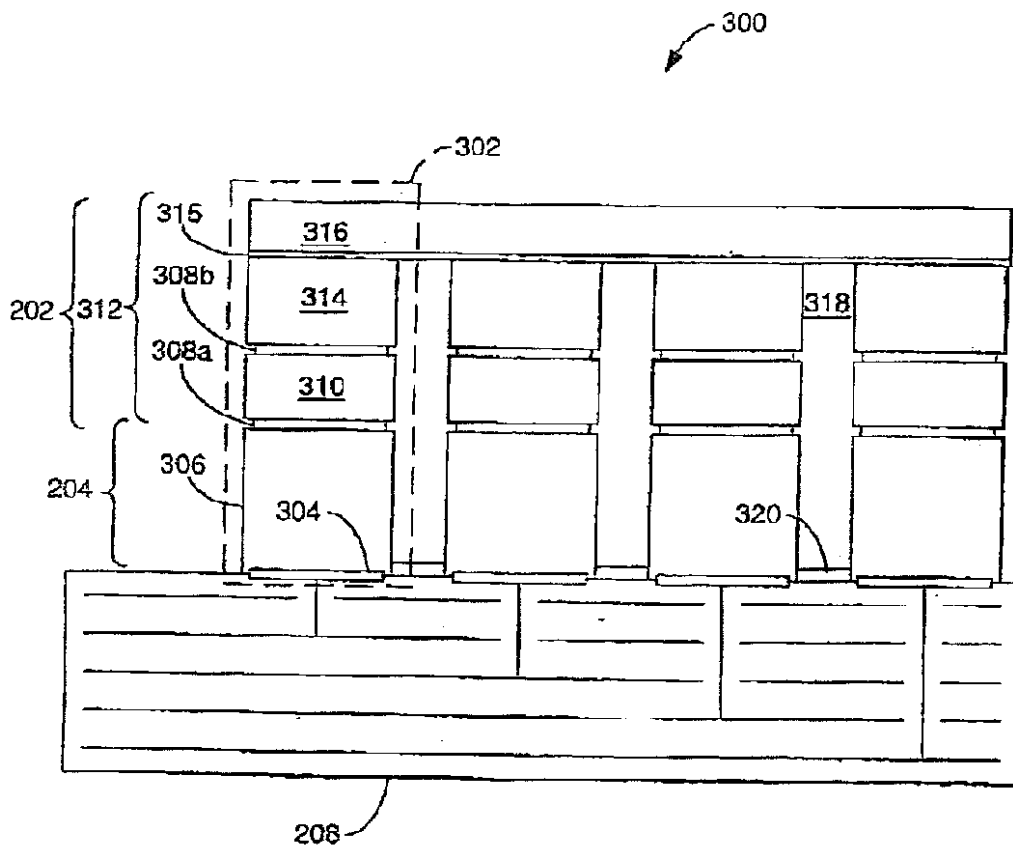


FIG. 3

【図4】

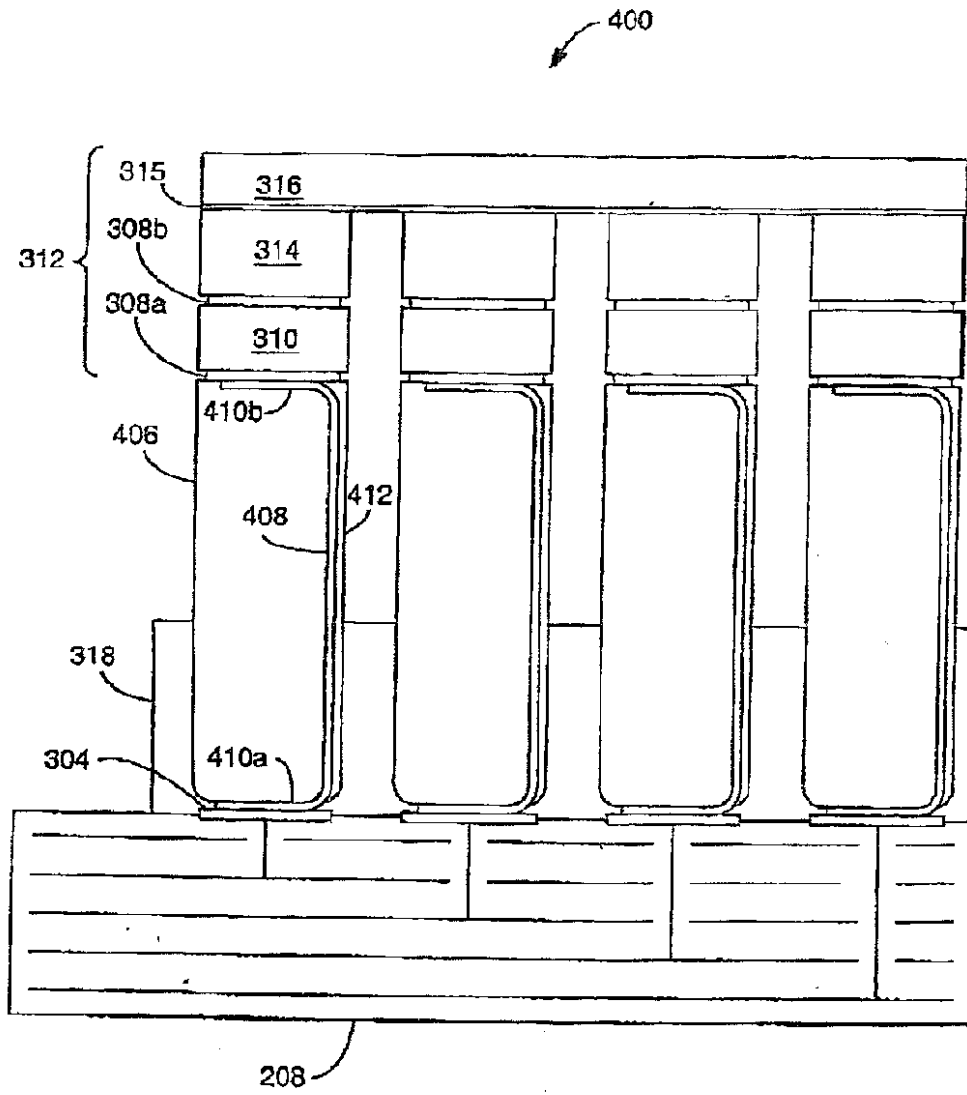


FIG. 4

【図5】

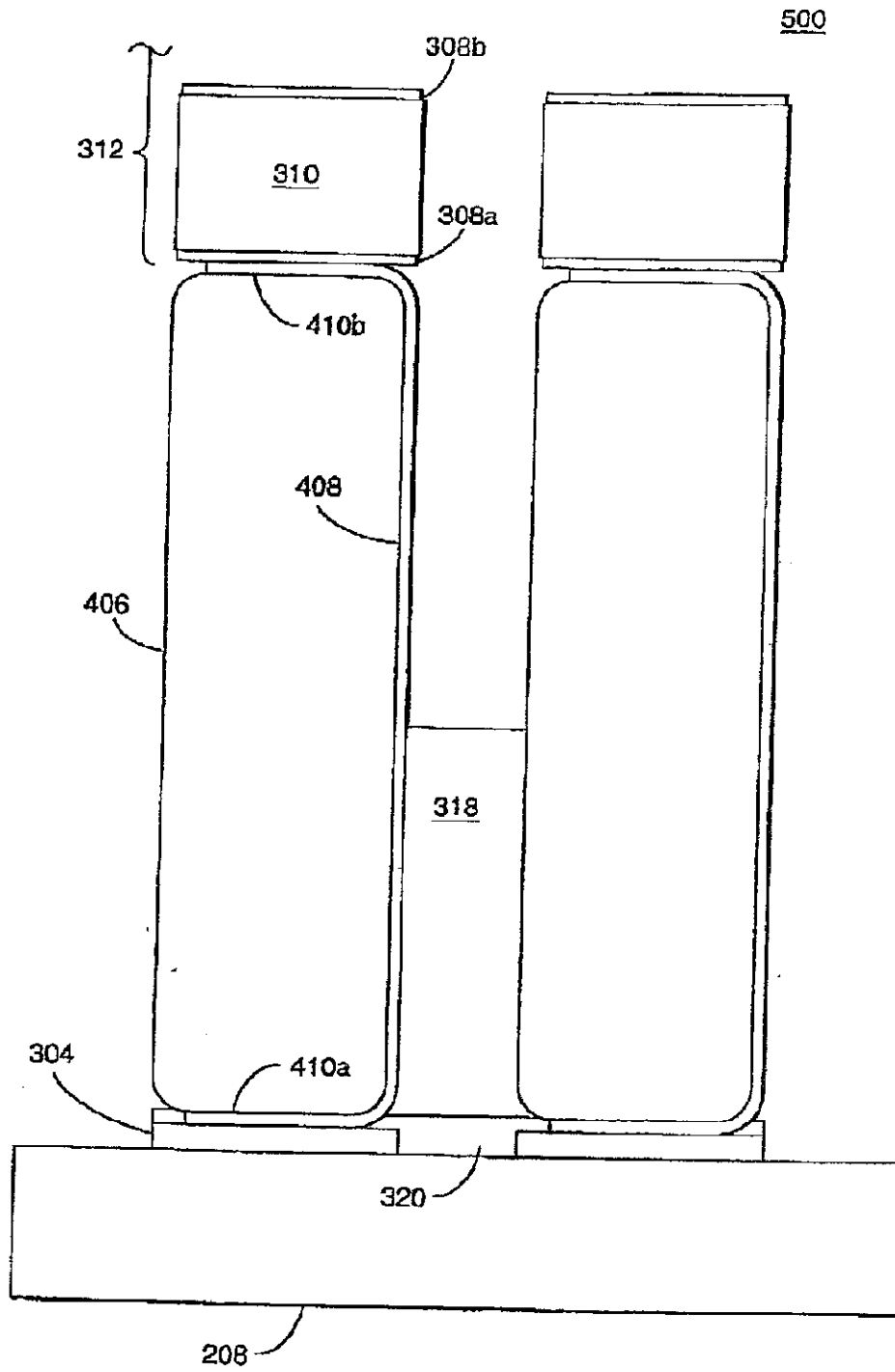


FIG. 5

【図6】

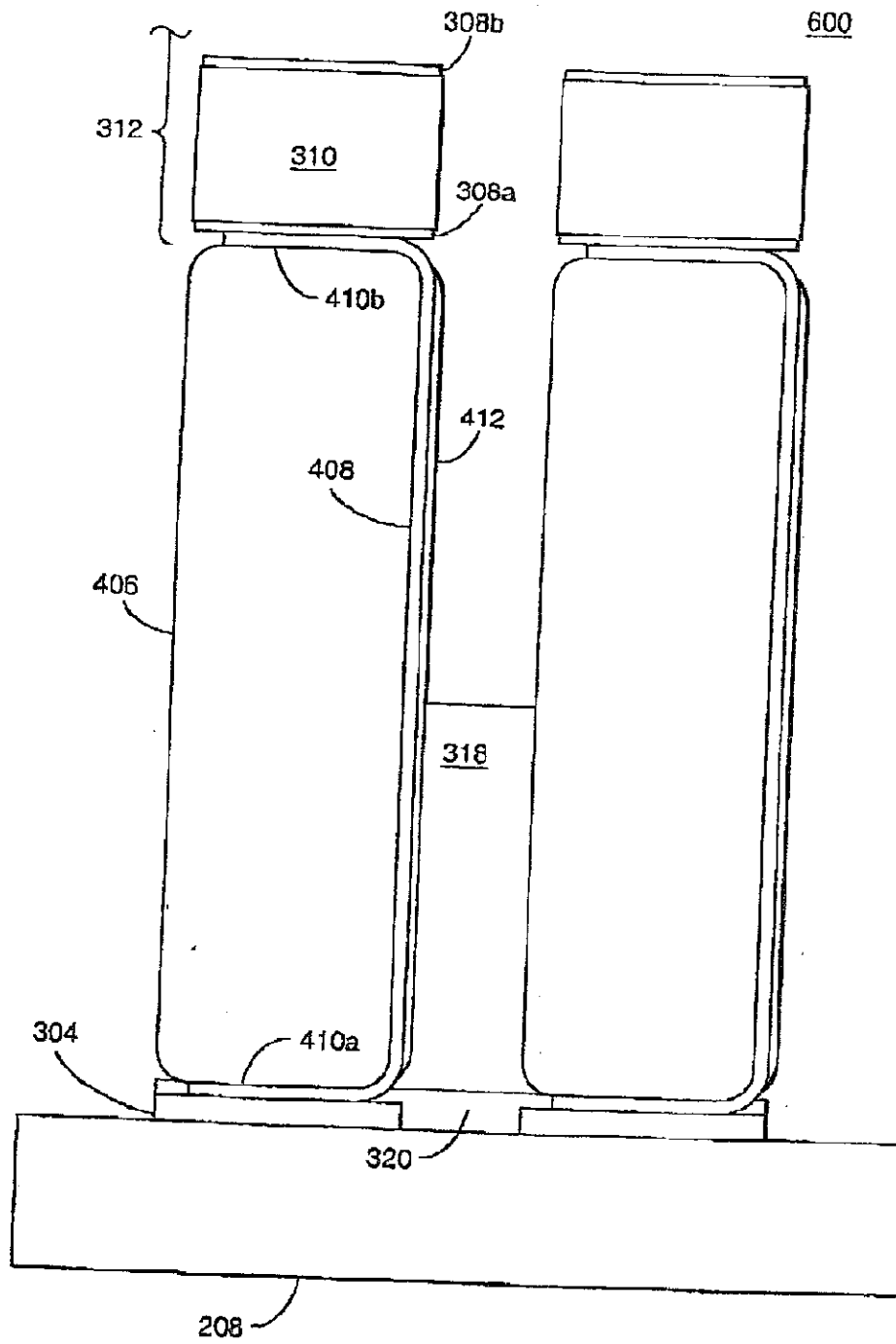


FIG. 6

【図7】

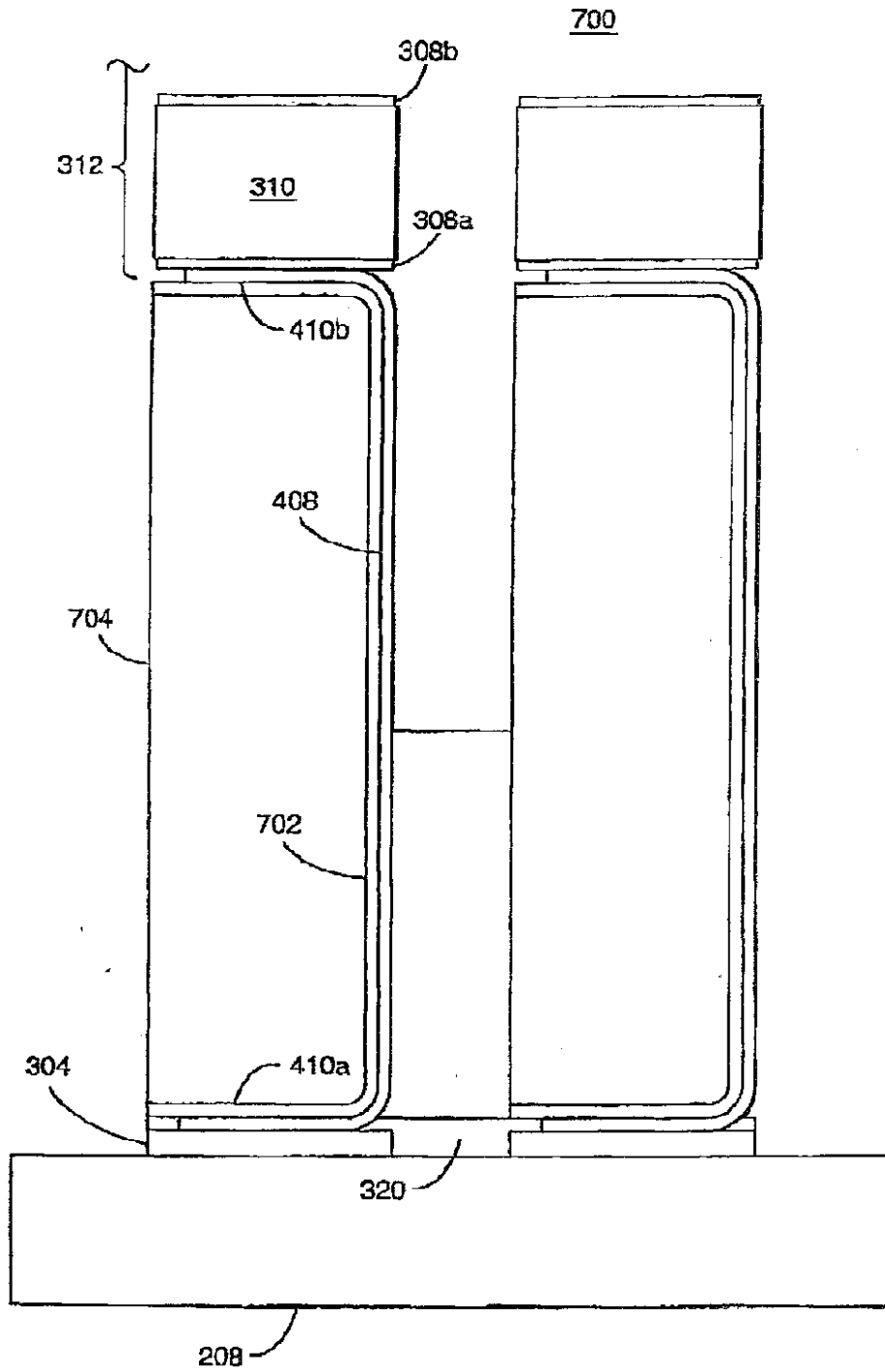


FIG. 7

【図8】

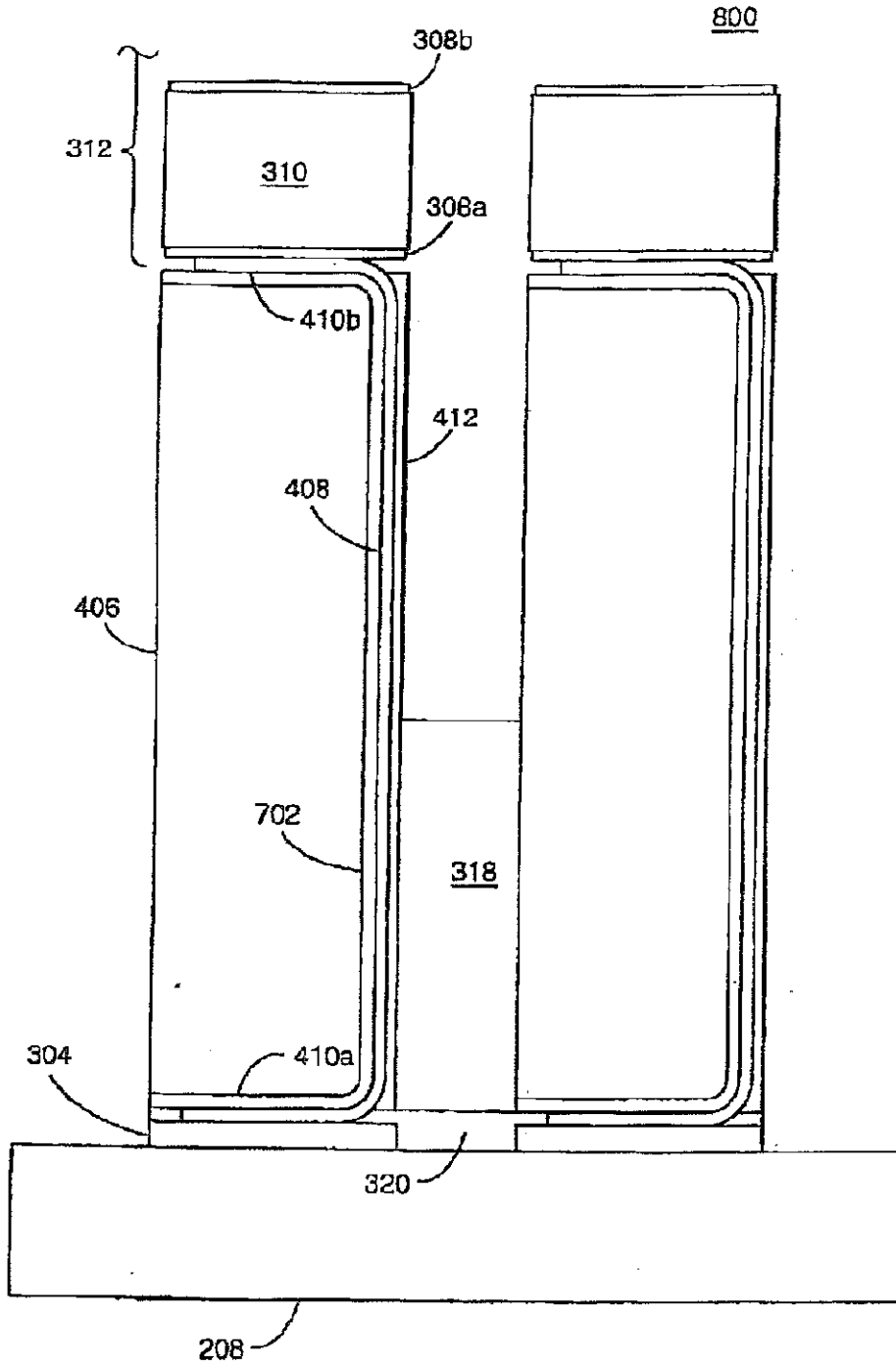


FIG. 8

【図9】

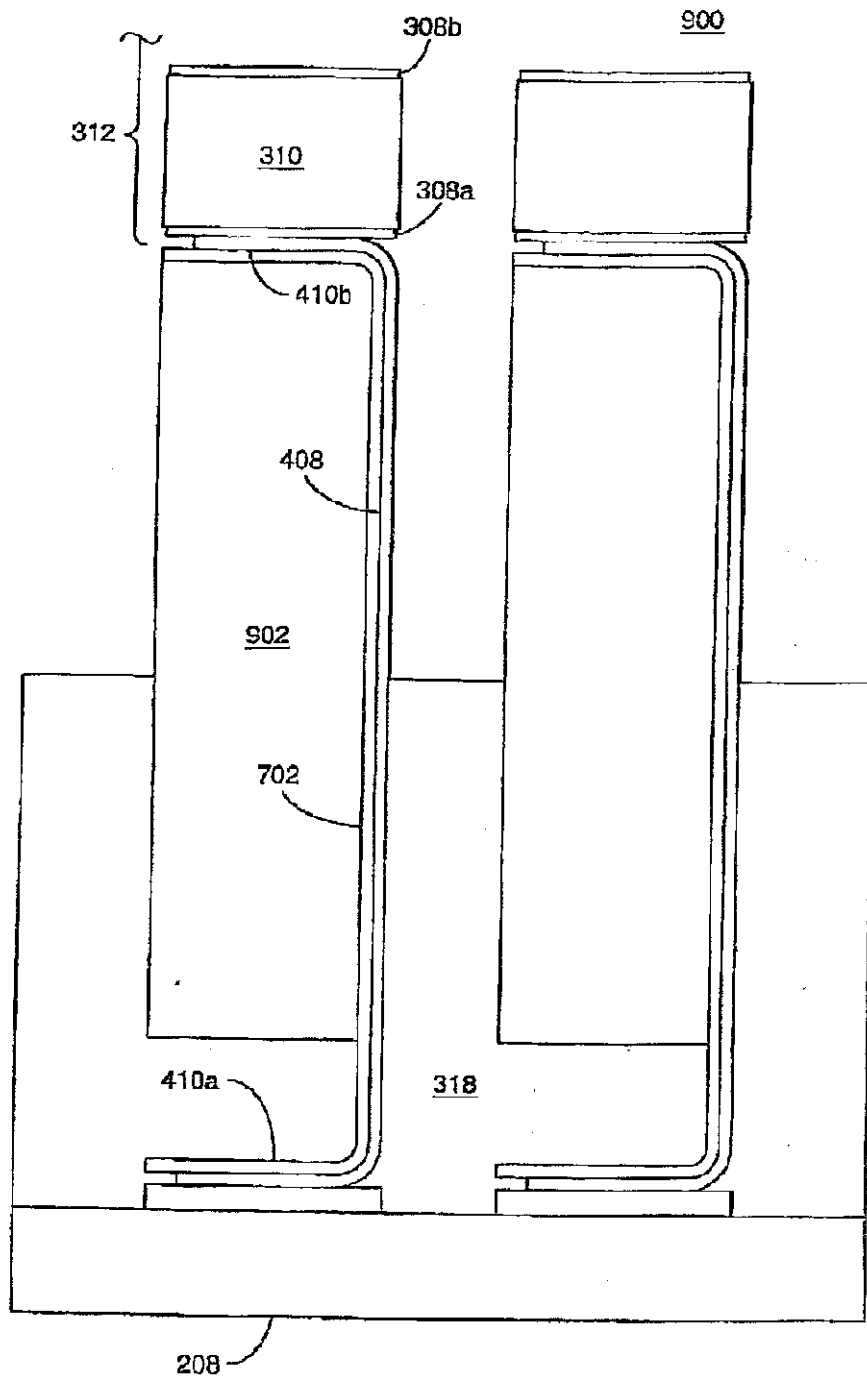


FIG. 9

【図10】

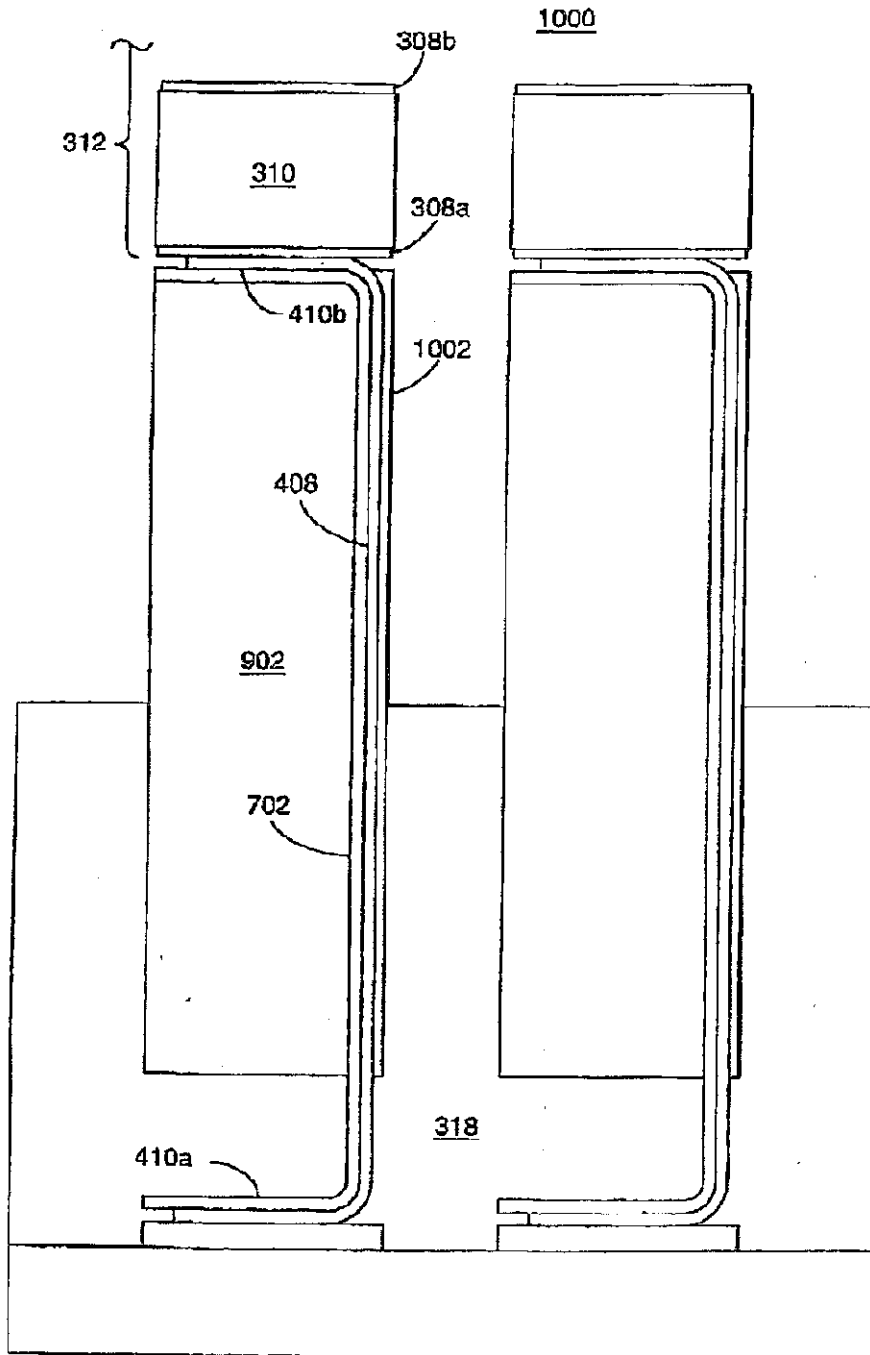


FIG. 10

【図11A】

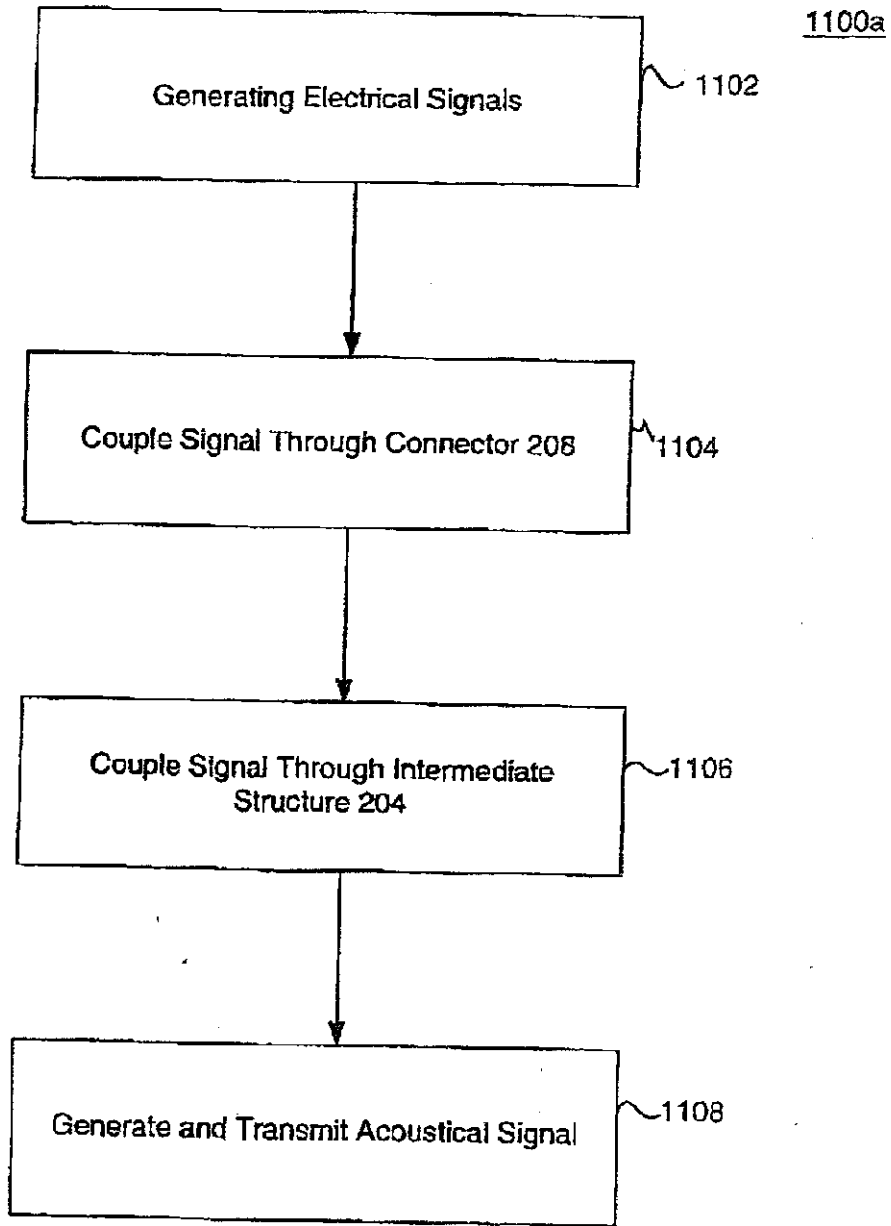


FIG. 11A

【 11B】

1100b

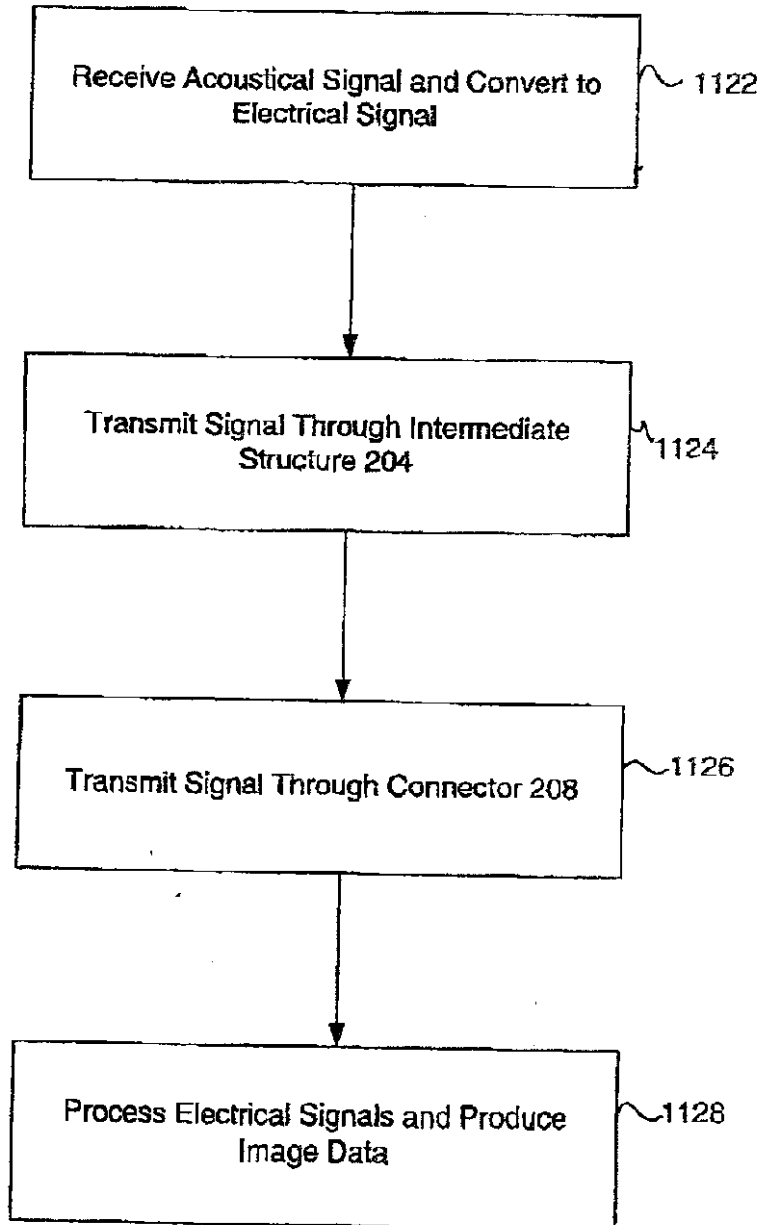


FIG. 11B

【図12A】

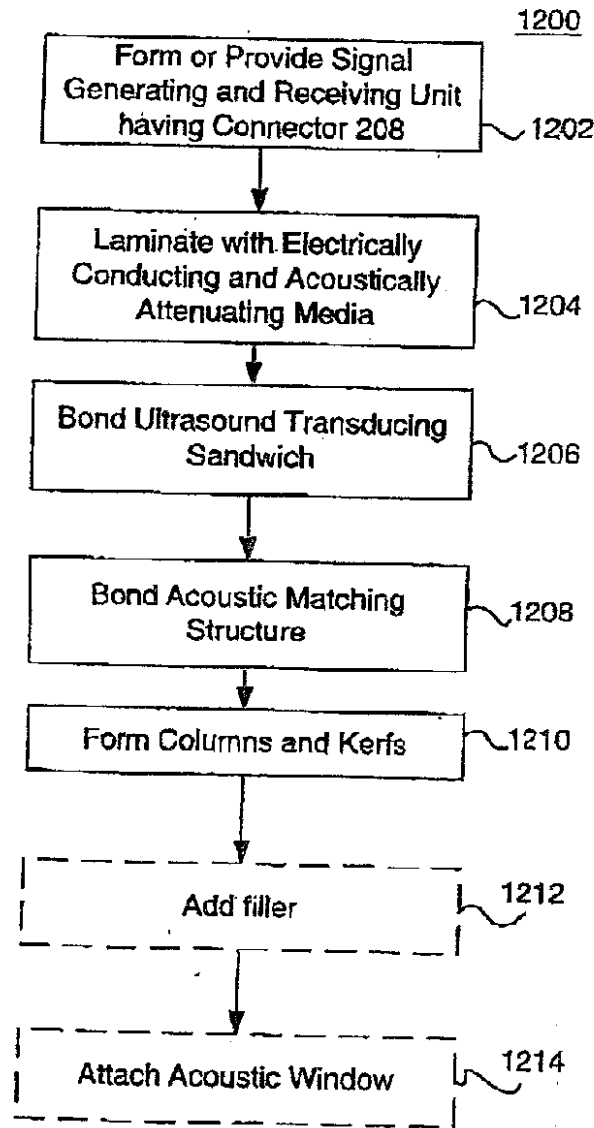


FIG. 12A

【図12B】

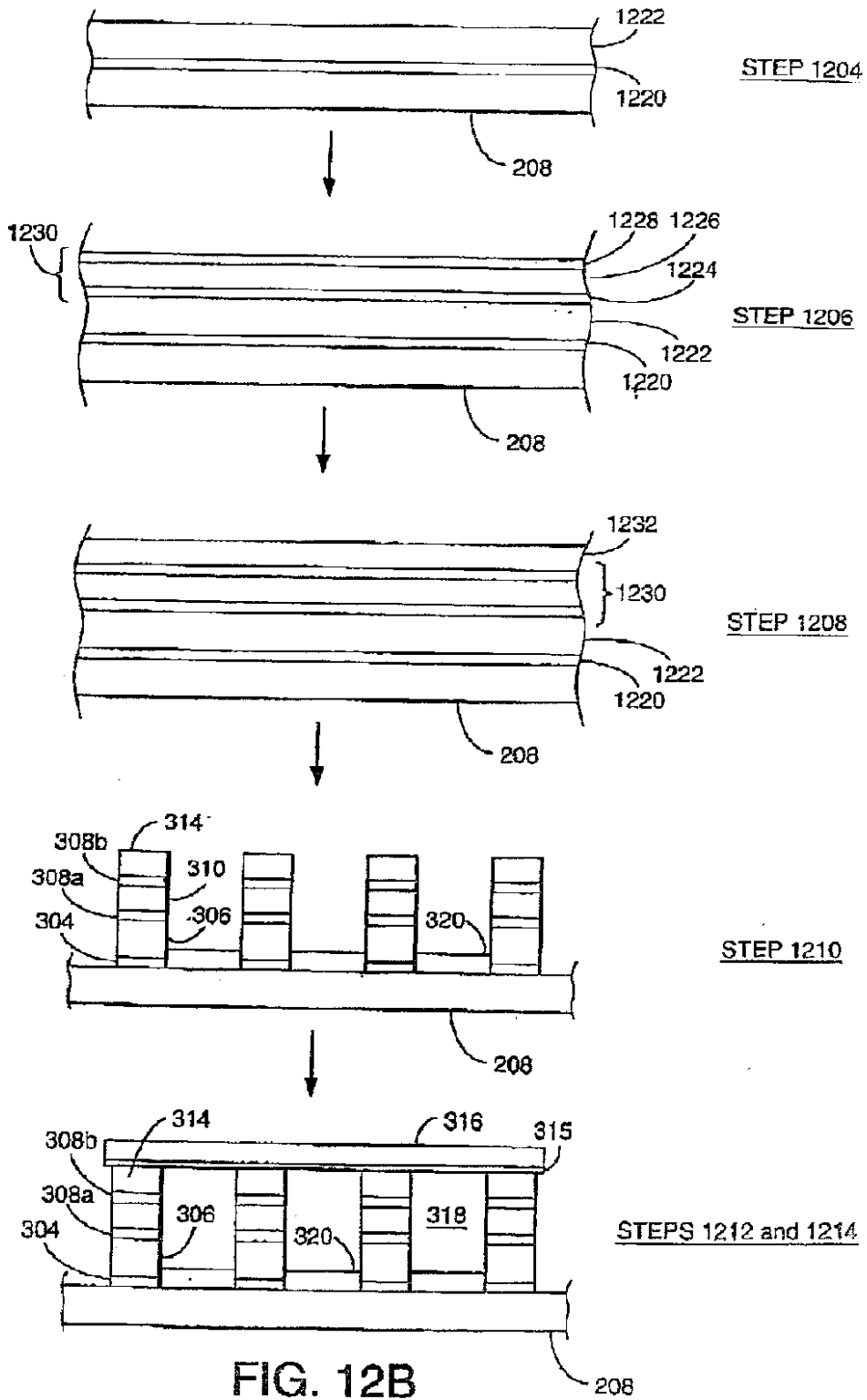


FIG. 12B

【図13A】

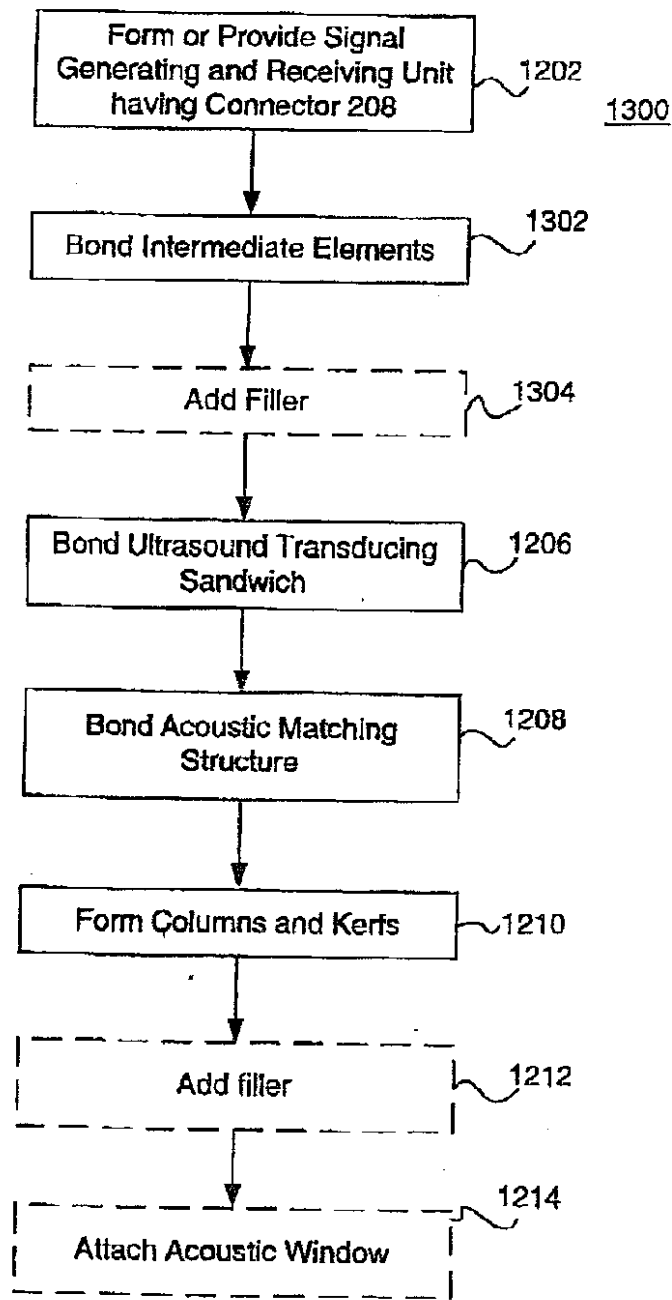
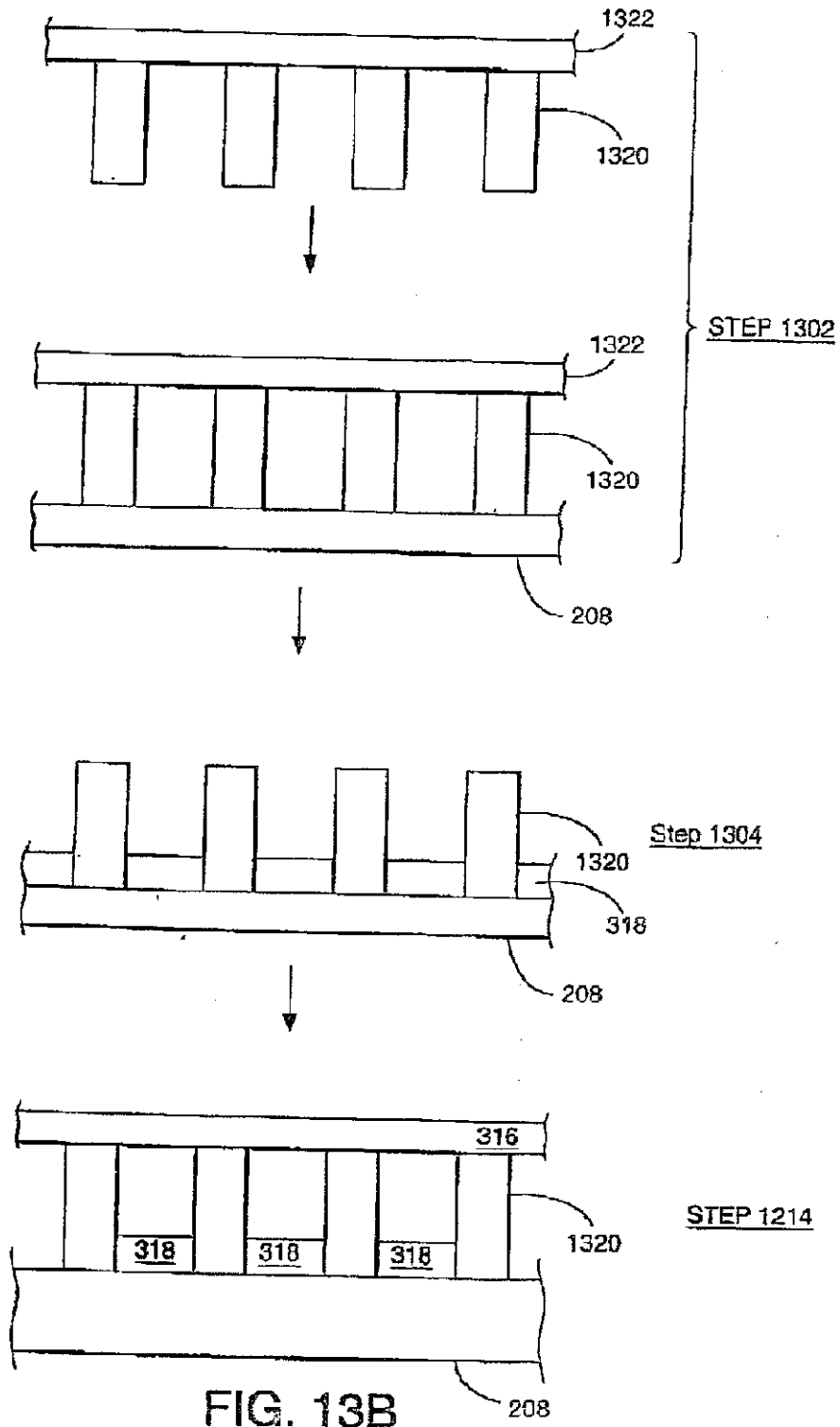


FIG. 13A

【図13B】



【図14】

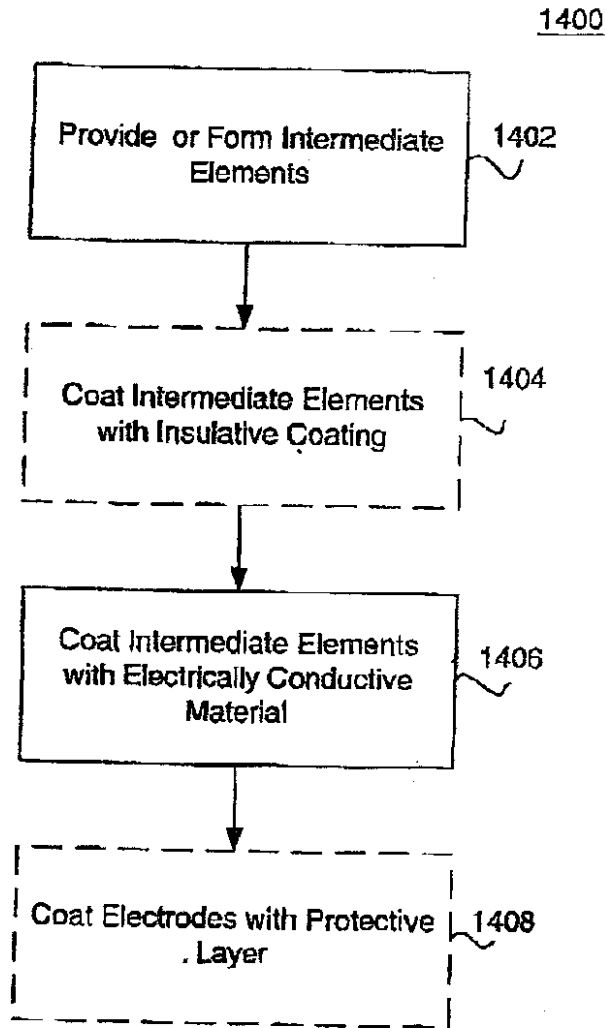


FIG. 14

1 Abstract

An ultrasound imaging device having a cableless coupling for coupling a two-dimensional array of ultrasound transducers to a signal generating and receiving unit such as a motherboard. The coupling includes an acoustically attenuating and electrically conductive structure, which can include posts that are electrically conductive or electrically insulative having a conductor embedded or mounted on the outer surface. There can also be a high density connector allowing coupling and de-coupling the two dimensional array to and from the motherboard.

专利名称(译)	用于将超声波发生元件耦合到电路的系统和方法		
公开(公告)号	JP2003153899A	公开(公告)日	2003-05-27
申请号	JP2002304292	申请日	2002-10-18
[标]申请(专利权)人(译)	NOVASONICS		
申请(专利权)人(译)	新星公司超音速		
[标]发明人	ウミトタラチ ミアエイムラン グレンマクラフリン シュイフォンシイ		
发明人	ウミト タラチ ミア エイ イムラン グレン マクラフリン シュイフォン シイ		
IPC分类号	G01N29/24 A61B8/00 A61B8/06 A61B8/08 G01S7/521 G01S15/89 H04R1/02		
CPC分类号	A61B8/08 A61B8/06 A61B8/0833 A61B8/0866 A61B8/13 A61B8/4438 A61B8/4455 A61B8/4472 A61B8/488 G01S7/52034 G01S7/52079 G01S7/5208 G01S7/52082 G01S7/52084 G01S7/52096 G01S15/8979 G01S15/8981		
FI分类号	A61B8/00 G01N29/24.502 H04R1/02.330 G01S7/52.A G01S7/521.A		
F-TERM分类号	2G047/BA03 2G047/CA01 2G047/DB02 2G047/DB12 2G047/EA15 2G047/GA02 2G047/GB02 2G047/GB17 2G047/GB21 2G047/GB29 2G047/GB32 2G047/GF27 4C301/AA02 4C301/BB13 4C301/EE15 4C301/EE16 4C301/GA02 4C301/GA03 4C301/GB10 4C301/GB19 4C301/GB22 4C301/GB33 4C301/JA13 4C301/JA19 5D019/EE05 5D019/FF04 5D019/HH03 5J083/AA02 5J083/AB17 5J083/AC31 5J083/AD13 5J083/AE10 5J083/BA01 5J083/CA12 5J083/CA20 5J083/CA50 4C601/BB03 4C601/EE12 4C601/EE13 4C601/GA01 4C601/GA02 4C601/GA03 4C601/GB01 4C601/GB03 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/GB24 4C601/GB26 4C601/GB41 4C601/GD11 4C601/GD18 4C601/LL26 4C601/LL27		
优先权	09/039910 2001-10-20 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明的目的是提供一种小型化的超声系统生成和接收单元。一种具有用于将超声换能器的二维阵列耦合到诸如主板的信号生成和接收单元的无电缆耦合的超声成像设备。耦合器具有在声学上衰减并且导电的结构，该结构允许导体被嵌入或附接到导电或电绝缘的柱的外表面。可以有。也可以使用高密度连接器，将二维阵列与 motherboard 耦合并分开。

