

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-176192

(P2012-176192A)

(43) 公開日 平成24年9月13日(2012.9.13)

(51) Int.Cl.
A61B 8/00 (2006.01)

F I
A61B 8/00

テーマコード(参考)
4C601

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2011-41447(P2011-41447)
(22) 出願日 平成23年2月28日(2011.2.28)

(71) 出願人 306037311
富士フイルム株式会社
東京都港区西麻布2丁目26番30号
(74) 代理人 100080159
弁理士 渡辺 望稔
(74) 代理人 100090217
弁理士 三和 晴子
(74) 代理人 100152984
弁理士 伊東 秀明
(74) 代理人 100148080
弁理士 三橋 史生
(72) 発明者 山本 勝也
神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
富士フイルム株式会社内
Fターム(参考) 4C601 BB06 DD20 EE09 GB04 GB15
GB41 GB45

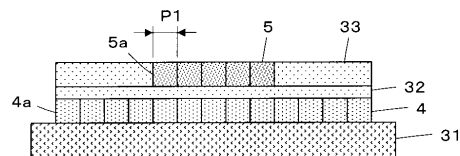
(54) 【発明の名称】 超音波プローブおよび超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】 Bモード画像の生成と正確な音速マップの生成を操作性よく行うことができる超音波プローブを提供する。

【解決手段】 バッキング材31の上に1次元配列された複数の超音波トランスデューサ4aからなるBモード画像用振動子アレイ4が形成され、このBモード画像用振動子アレイ4の上に整合層32を介して音速計測用振動子アレイ5が積層形成されている。音速計測用振動子アレイ5は、Bモード画像用振動子アレイ4に含まれる複数の超音波トランスデューサ4aの個数より少ない個数の超音波トランスデューサ5aを有し、Bモード画像用振動子アレイ4の中央部の上に位置している。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被検体に向けて超音波ビームを送信すると共に被検体による超音波エコーを受信する超音波プローブにおいて、

Bモード画像用超音波ビームの送受信を行うBモード画像用振動子アレイと、

前記Bモード画像用振動子アレイの上に積層形成されると共に少なくとも音速計測用超音波ビームの受信を行う音速計測用振動子アレイと

を備えたことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 2】

前記音速計測用振動子アレイは、前記Bモード画像用振動子アレイに含まれる複数の超音波トランスデューサより少ない個数の超音波トランスデューサを有する請求項1に記載の前記超音波プローブ。

10

【請求項 3】

前記音速計測用振動子アレイにおける超音波トランスデューサの配列ピッチは前記Bモード画像用振動子アレイにおける超音波トランスデューサの配列ピッチに等しく、前記音速計測用振動子アレイは前記Bモード画像用振動子アレイの中央部の上に位置する請求項2に記載の前記超音波プローブ。

【請求項 4】

前記音速計測用振動子アレイにおける超音波トランスデューサの配列ピッチは前記Bモード画像用振動子アレイにおける超音波トランスデューサの配列ピッチより大きく、前記音速計測用振動子アレイは前記Bモード画像用振動子アレイと等しい長さを有する請求項2に記載の前記超音波プローブ。

20

【請求項 5】

前記音速計測用振動子アレイの超音波トランスデューサは、高分子圧電素子からなる請求項1～4のいずれか一項に記載の前記超音波プローブ。

【請求項 6】

前記Bモード画像用振動子アレイからBモード画像用超音波ビームを送信させると共に前記音速計測用振動子アレイから音速計測用超音波ビームを送信させる送信回路と、

被検体による超音波エコーに基づく受信信号を処理することでBモード画像用受信データおよび音速マップ用受信データを得る受信回路と

30

をさらに備えた請求項1～5のいずれか一項に記載の前記超音波プローブ。

【請求項 7】

前記受信回路は、前記Bモード画像用振動子アレイから出力される受信信号を処理することで前記Bモード画像用受信データを得るBモード画像用受信回路と、前記音速計測用振動子アレイから出力される受信信号を処理することで前記音速計測用受信データを得る音速計測用受信回路とを含む請求項6に記載の超音波プローブ。

【請求項 8】

前記送信回路は、前記Bモード画像用振動子アレイからBモード画像用超音波ビームを送信させるBモード画像用送信回路と、前記音速計測用振動子アレイから音速計測用超音波ビームを送信させる音速計測用送信回路とを含む請求項6または7に記載の超音波プローブ。

40

【請求項 9】

請求項6～8のいずれか一項に記載の前記超音波プローブと、

前記受信回路で得られたBモード画像用受信データに基づいてBモード画像を生成する画像生成部と、

前記受信回路で得られた音速計測用受信データに基づいて音速マップを生成する音速マップ生成部と

を備えたことを特徴とする超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

50

【 0 0 0 1 】

この発明は、超音波プローブおよび超音波診断装置に係り、特に、Bモード画像の生成と音速マップの生成の双方を行うための超音波プローブおよび超音波診断装置に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

従来から、医療分野において、超音波画像を利用した超音波診断装置が実用化されている。一般に、この種の超音波診断装置は、振動子アレイを内蔵した超音波プローブと、この超音波プローブに接続された装置本体とを有しており、超音波プローブから被検体内に向けて超音波ビームを送信し、被検体からの超音波エコーを超音波プローブで受信して、その受信信号を装置本体で電氣的に処理することにより超音波画像が生成される。

10

【 0 0 0 3 】

また、近年、被検体内の診断部位をより精度よく診断するために、診断部位における音速を測定することが行われている。

例えば、特許文献1には、診断部位の周辺に複数の格子点を設定し、各格子点に対して超音波ビームを送受信することにより得られる受信データに基づいて、局所音速値の演算を行う超音波診断装置が提案されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献1 】 特開 2 0 1 0 - 9 9 4 5 2 号 公 報

20

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

特許文献1の装置では、超音波プローブから被検体内に向けて超音波ビームを送受信することで、診断部位における局所音速値を求めることができ、例えばBモード画像に局所音速値の情報を重畳させて表示することが可能となる。さらに、所定の領域内の各点における局所音速値の分布を示す音速マップを生成してBモード画像と共に表示すれば、診断部位の診断を行う上で有効なものとなる。

ここで、より正確な局所音速値を演算するためには、Bモード画像の生成に比べて、診断部位の周辺に設定された複数の格子点のそれぞれによく絞り込まれた送信焦点を形成するように超音波ビームを送信し、超音波エコーを広い開口で受信することが望ましく、このため、音速マップ生成用に使用される振動子アレイをBモード画像生成用に使用される振動子アレイとは別に独立して備えることが好ましい。

30

【 0 0 0 6 】

しかしながら、超音波プローブの被検体当接部にBモード画像用の振動子アレイと音速マップ用の振動子アレイをそれぞれ配設しようとする、被検体当接部が大きな面積を有することとなり、被検体の体表に超音波プローブの被検体当接部を押圧して診断を行う際の操作性が低下するおそれがある。

【 0 0 0 7 】

この発明は、このような従来の問題点を解消するためになされたもので、Bモード画像の生成と正確な音速マップの生成を操作性よく行うことができる超音波プローブおよび超音波診断装置を提供することを目的とする。

40

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

この発明に係る超音波プローブは、被検体に向けて超音波ビームを送信すると共に被検体による超音波エコーを受信する超音波プローブにおいて、Bモード画像用超音波ビームの送受信を行うBモード画像用振動子アレイと、Bモード画像用振動子アレイの上に積層形成されると共に少なくとも音速計測用超音波ビームの受信を行う音速計測用振動子アレイとを備えたものである。

【 0 0 0 9 】

50

好ましくは、音速計測用振動子アレイは、Bモード画像用振動子アレイに含まれる複数の超音波トランスデューサより少ない個数の超音波トランスデューサを有している。この場合、音速計測用振動子アレイにおける超音波トランスデューサの配列ピッチをBモード画像用振動子アレイにおける超音波トランスデューサの配列ピッチと等しくし、音速計測用振動子アレイをBモード画像用振動子アレイの中央部の上に位置させることができる。あるいは、音速計測用振動子アレイにおける超音波トランスデューサの配列ピッチをBモード画像用振動子アレイにおける超音波トランスデューサの配列ピッチより大きくし、音速計測用振動子アレイをBモード画像用振動子アレイと等しい長さにしてもよい。

また、音速計測用振動子アレイの超音波トランスデューサを、高分子圧電素子から形成することができる。

10

【0010】

Bモード画像用振動子アレイからBモード画像用超音波ビームを送信させると共に音速計測用振動子アレイから音速計測用超音波ビームを送信させる送信回路と、被検体による超音波エコーに基づく受信信号を処理することでBモード画像用受信データおよび音速計測用受信データを得る受信回路とをさらに備えることが好ましい。

この場合、受信回路が、Bモード画像用振動子アレイから出力される受信信号を処理することでBモード画像用受信データを得るBモード画像用受信回路と、音速計測用振動子アレイから出力される受信信号を処理することで音速計測用受信データを得る音速計測用受信回路とを含むように構成することができる。さらに、送信回路は、Bモード画像用振動子アレイからBモード画像用超音波ビームを送信させるBモード画像用送信回路と、音速計測用振動子アレイから音速計測用超音波ビームを送信させる音速計測用送信回路とを含んでいてもよい。

20

【0011】

この発明に係る超音波診断装置は、上記の超音波プローブと、受信回路で得られたBモード画像用受信データに基づいてBモード画像を生成する画像生成部と、受信回路で得られた音速計測用受信データに基づいて音速マップを生成する音速マップ生成部とを備えたものである。

【発明の効果】

【0012】

この発明によれば、Bモード画像用振動子アレイの上に音速計測用振動子アレイが積層形成されているので、Bモード画像の生成と正確な音速マップの生成を操作性よく行うことが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】この発明の実施の形態1に係る超音波プローブを備えた超音波診断装置の構成を示すブロック図である。

【図2】実施の形態1に係る超音波プローブで用いられた積層型振動子アレイの構造を示す断面図である。

【図3】実施の形態1における音速演算の原理を模式的に示す図である。

【図4】実施の形態2に係る超音波プローブで用いられた積層型振動子アレイの構造を示す断面図である。

40

【図5】実施の形態3に係る超音波プローブの構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、この発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。

実施の形態1

図1に、この発明の実施の形態1に係る超音波プローブ1を備えた超音波診断装置の構成を示す。超音波プローブ1に診断装置本体2が接続されている。

超音波プローブ1は、積層型振動子アレイ3を有している。この積層型振動子アレイ3は、互いに積層形成されたBモード画像用振動子アレイ4と音速計測用振動子アレイ5を

50

含んでおり、Bモード画像用振動子アレイ4に送信回路6および受信回路7がそれぞれ接続されると共に、音速計測用振動子アレイ5にも送信回路6および受信回路7がそれぞれ接続されている。

そして、送信回路6および受信回路7にプローブ制御部8が接続されている。

【0015】

診断装置本体2は、超音波プローブ1の受信回路7に接続された信号処理部11を有し、この信号処理部11にDSC(Digital Scan Converter)12、画像処理部13、表示制御部14および表示部15が順次接続されている。画像処理部13には、画像メモリ16が接続されている。さらに、診断装置本体2は、超音波プローブ1の受信回路7に接続されたシネメモリ18と音速マップ生成部19を有している。そして、信号処理部11、

10

DSC12、表示制御部14、シネメモリ18および音速マップ生成部19に本体制御部20が接続されている。さらに、本体制御部20には、操作部21と格納部22がそれぞれ接続されている。

【0016】

積層型振動子アレイ3は、図2に示されるような構造を有している。すなわち、バックリング材31の上に1次元配列された複数の超音波トランスデューサ4aからなるBモード画像用振動子アレイ4が形成され、このBモード画像用振動子アレイ4の上に整合層32を介して音速計測用振動子アレイ5が積層形成されている。

20

音速計測用振動子アレイ5は、整合層32の上に形成されたもう1つの整合層33の中央部に形成され、音速マップを生成する領域をBモード画像に対して一部の領域に限定するために、Bモード画像用振動子アレイ4に含まれる複数の超音波トランスデューサ4aの個数より少ない個数の超音波トランスデューサ5aを有している。音速計測用振動子アレイ5の超音波トランスデューサ5aの配列ピッチP1は、Bモード画像用振動子アレイ4の超音波トランスデューサ4aの配列ピッチに等しく、音速計測用振動子アレイ5はBモード画像用振動子アレイ4の中央部の上に位置している。

【0017】

Bモード画像用振動子アレイ4の複数の超音波トランスデューサ4aは、それぞれ送信回路6から供給される駆動信号に従ってBモード画像生成用の超音波を送信し、音速計測用振動子アレイ5の複数の超音波トランスデューサ5aは、それぞれ送信回路6から供給される駆動信号に従って音速マップ生成用の超音波を送信する。また、Bモード画像用振動子アレイ4の複数の超音波トランスデューサ4aは、被検体によるBモード画像生成用の超音波の超音波エコーを受信して受信信号を受信回路7に出力し、音速計測用振動子アレイ5の複数の超音波トランスデューサ5aは、被検体による音速マップ生成用の超音波の超音波エコーを受信して受信信号を受信回路7に出力する。

30

【0018】

Bモード画像用振動子アレイ4の各超音波トランスデューサ4aは、例えば、PZT(チタン酸ジルコン酸鉛)に代表される圧電セラミックまたはPMN-PT(マグネシウムニオブ酸・チタン酸鉛固溶体)に代表される圧電単結晶からなる圧電体の両端に電極を形成した振動子によって構成される。

40

一方、音速計測用振動子アレイ5の各超音波トランスデューサ5aは、例えば、PVD(ポリフッ化ビニリデン)に代表される高分子圧電素子からなる圧電体の両端に電極を形成した振動子によって構成される。

【0019】

そのような振動子の電極に、パルス状又は連続波の電圧を印加すると、圧電体が伸縮し、それぞれの振動子からパルス状又は連続波の超音波が発生して、それらの超音波の合成により超音波ビームが形成される。また、それぞれの振動子は、伝搬する超音波を受信することにより伸縮して電気信号を発生し、それらの電気信号は、超音波の受信信号として出力される。

50

【 0 0 2 0 】

送信回路 6 は、例えば、複数のパルサを含んでおり、プローブ制御部 8 からの制御信号に応じて選択された送信遅延パターンに基づいて、B モード画像用振動子アレイ 4 の複数の超音波トランスデューサ 4 a から送信される超音波が超音波ビームを形成するようにそれぞれの駆動信号の遅延量を調節して複数の超音波トランスデューサ 4 a に供給すると共に、音速計測用振動子アレイ 5 の複数の超音波トランスデューサ 5 a から送信される超音波が音速測定すべき点に焦点を形成するようにそれぞれの駆動信号の遅延量を調節して複数の超音波トランスデューサ 5 a に供給する。

【 0 0 2 1 】

受信回路 7 は、B モード画像用振動子アレイ 4 の各超音波トランスデューサ 4 a から送信される受信信号および音速計測用振動子アレイ 5 の各超音波トランスデューサ 5 a から送信される受信信号をそれぞれ増幅して A / D 変換した後、プローブ制御部 8 からの制御信号に応じて選択された受信遅延パターンに基づいて設定される音速または音速の分布に従い、各受信信号にそれぞれの遅延を与えて加算することにより、受信フォーカス処理を行う。この受信フォーカス処理により、超音波エコーの焦点が絞り込まれた受信データ（音線信号）が生成される。

プローブ制御部 8 は、診断装置本体 2 の本体制御部 2 0 から伝送される各種の制御信号に基づいて、超音波プローブ 1 の各部の制御を行う。

【 0 0 2 2 】

診断装置本体 2 の信号処理部 1 1 は、超音波プローブ 1 の受信回路 7 で生成された B モード画像用の受信データに対し、超音波の反射位置の深度に応じて距離による減衰の補正を施した後、包絡線検波処理を施すことにより、被検体内の組織に関する断層画像情報である B モード画像信号を生成する。

D S C 1 2 は、信号処理部 1 1 で生成された B モード画像信号を通常のテレビジョン信号の走査方式に従う画像信号に変換（ラスタ変換）する。

画像処理部 1 3 は、D S C 1 2 から入力される B モード画像信号に階調処理等の各種の必要な画像処理を施した後、B モード画像信号を表示制御部 1 4 に出力する、あるいは画像メモリ 1 6 に格納する。

これら信号処理部 1 1、D S C 1 2、画像処理部 1 3 および画像メモリ 1 6 により画像生成部 2 3 が形成されている。

【 0 0 2 3 】

表示制御部 1 4 は、画像処理部 1 3 によって画像処理が施された B モード画像信号に基づいて、表示部 1 5 に超音波診断画像を表示させる。

表示部 1 5 は、例えば、L C D 等のディスプレイ装置を含んでおり、表示制御部 1 4 の制御の下で、超音波診断画像を表示する。

【 0 0 2 4 】

シネメモリ 1 8 は、超音波プローブ 1 の受信回路 7 から出力される受信データを順次格納する。また、シネメモリ 1 8 は、本体制御部 2 0 から入力されるフレームレートに関する情報（例えば、超音波の反射位置の深度、走査線の密度、視野幅を示すパラメータ）を上記の受信データに関連付けて格納する。

音速マップ生成部 1 9 は、本体制御部 2 0 による制御の下で、シネメモリ 1 8 に格納されている受信データのうち音速計測用の受信データに基づいて、診断対象となる被検体内の組織における局所音速値を演算し、音速マップを生成する。

本体制御部 2 0 は、操作者により操作部 2 1 から入力された指令に基づいて超音波診断装置各部の制御を行う。

【 0 0 2 5 】

操作部 2 1 は、操作者が入力操作を行うためのもので、キーボード、マウス、トラックボール、タッチパネル等から形成することができる。

格納部 2 2 は、動作プログラム等を格納するもので、ハードディスク、フレキシブルディスク、M O、M T、R A M、C D - R O M、D V D - R O M 等の記録媒体を用いること

10

20

30

40

50

ができる。

なお、信号処理部 1 1、D S C 1 2、画像処理部 1 3、表示制御部 1 4 および音速マップ生成部 1 9 は、C P U と、C P U に各種の処理を行わせるための動作プログラムから構成されるが、それらをデジタル回路で構成してもよい。

【 0 0 2 6 】

操作者は操作部 2 1 から次の 3 つの表示モードのいずれかを選択することができる。すなわち、B モード画像を単独で表示するモード、B モード画像に音速マップを重畳して表示するモード（例えば、局所音速値に応じて色分けまたは輝度を変化させる表示、あるいは局所音速値が等しい点を線で結ぶ表示）、B モード画像と音速マップ画像とを並べて表示するモードのうち、所望のモードによる表示を行うことができる。

10

【 0 0 2 7 】

B モード画像を表示するには、まず、超音波プローブ 1 の送信回路 6 から供給される駆動信号に従って B モード画像用振動子アレイ 4 の複数の超音波トランスデューサ 4 a から超音波が送信され、被検体からの超音波エコーを受信した各超音波トランスデューサ 4 a から受信信号が受信回路 7 に出力され、受信回路 7 で受信データが生成される。さらに、この受信データを入力した診断装置本体 2 の信号処理部 1 1 で B モード画像信号が生成され、D S C 1 2 で B モード画像信号がラスタ変換されると共に画像処理部 1 3 で B モード画像信号に各種の画像処理が施された後、この B モード画像信号に基づいて表示制御部 1 4 により超音波診断画像が表示部 1 5 に表示される。

20

【 0 0 2 8 】

一方、局所音速値の演算は、例えば本願の出願人により出願された特開 2 0 1 0 - 9 9 4 5 2 号公報に記載の方法により行うことができる。

この方法は、図 3 (A) に示されるように、被検体内に超音波を送信した際に、被検体の反射点となる格子点 X から振動子アレイ 1 に到達する受信波 W_x に着目したとき、図 3 (B) に示されるように、格子点 X よりも浅い位置、すなわち振動子アレイ 1 に近い位置に複数の格子点 A 1、A 2、... を等間隔に配列し、格子点 X からの受信波を受けた複数の格子点 A 1、A 2、... からのそれぞれの受信波 W_1 、 W_2 、... の合成波 W_{sum} が、ホイヘンスの原理により、格子点 X からの受信波 W_x に一致することを利用して、格子点 X における局所音速値を求める方法である。

30

【 0 0 2 9 】

まず、すべての格子点 X、A 1、A 2、... に対する最適音速値をそれぞれ求める。ここで、最適音速値とは、各格子点に対し、設定音速に基づきフォーカス計算をして撮影を行うことにより超音波画像を形成し、設定音速を種々変化させたときに画像のコントラスト、シャープネスが最も高くなる音速値であり、例えば特開平 8 - 3 1 7 9 2 6 号公報に記載のように、画像のコントラスト、スキャン方向の空間周波数、分散等に基づいて最適音速値の判定を行うことができる。

【 0 0 3 0 】

次に、格子点 X に対する最適音速値を用いて、格子点 X から発せられる仮想的な受信波 W_x の波形を算出する。

さらに、格子点 X における仮定的な局所音速値 V を種々変化させて、それぞれ格子点 A 1、A 2、... からの受信波 W_1 、 W_2 、... の仮想的な合成波 W_{sum} を算出する。このとき、格子点 X と各格子点 A 1、A 2、... との間の領域 $R_x a$ における音速は一樣で、格子点 X における局所音速値 V に等しいものと仮定する。格子点 X から伝播した超音波が格子点 A 1、A 2、... に到達するまでの時間は $X A_1 / V$ 、 $X A_2 / V$ 、... となる。ここで、 $X A_1$ 、 $X A_2$ 、... は、それぞれ格子点 A 1、A 2、... と格子点 X との間の距離である。そこで、格子点 A 1、A 2、... からそれぞれ時間 $X A_1 / V$ 、 $X A_2 / V$ 、... だけ遅延して発した反射波を合成することにより、仮想的な合成波 W_{sum} を求めることができる。

40

【 0 0 3 1 】

次に、このように格子点 X における仮定的な局所音速値 V を種々変化させて算出された

50

複数の仮想的な合成波 W_{sum} と格子点 X からの仮想的な受信波 W_x との誤差をそれぞれ算出し、誤差が最小になる仮定的な局所音速値 V を格子点 X における局所音速値と判定する。ここで、仮想的な合成波 W_{sum} と格子点 X からの仮想的な受信波 W_x との誤差の算出方法としては、互いの相互相関をとる方法、受信波 W_x に合成波 W_{sum} から得られる遅延を掛けて位相整合加算する方法、合成波 W_{sum} に受信波 W_x から得られる遅延を掛けて位相整合加算する方法等を採用することができる。

以上のようにして、超音波プローブ 1 の受信回路 7 で生成された受信データに基づき、被検体内の局所音速値を高精度に演算することができる。さらに、同様にして、設定された関心領域内の局所音速値の分布を示す音速マップを生成することができる。

【0032】

次に、実施の形態 1 の動作について説明する。

まず、超音波プローブ 1 の送信回路 6 からの駆動信号に従って B モード画像用振動子アレイ 4 の複数の超音波トランスデューサ 4 a から B モード画像用の超音波ビームが送信され、被検体からの超音波エコーを受信した各超音波トランスデューサ 4 a から受信信号が受信回路 7 に出力されて B モード画像用の受信データが生成され、さらに、診断装置本体 2 の画像生成部 23 で生成された B モード画像信号に基づいて表示制御部 14 により B モード画像が表示部 15 に表示される。

ここで、操作者が操作部 21 を操作することにより、表示部 15 に表示されている B モード画像上に関心領域 R が設定されると、本体制御部 20 により関心領域 R 内に複数の格子点が設定される。

【0033】

次に、プローブ制御部 8 により送信回路 6 および受信回路 7 が制御され、関心領域 R 内に設定された複数の格子点のそれぞれに送信焦点を形成して順次音速測定用の超音波ビームの送受信が行われる。すなわち、送信回路 6 からの駆動信号に従って音速計測用振動子アレイ 5 の複数の超音波トランスデューサ 5 a から音速計測用の超音波ビームが関心領域 R 内の格子点に焦点を形成するように送信され、被検体からの超音波エコーを受信した各超音波トランスデューサ 5 a から受信信号が受信回路 7 に出力される。

【0034】

このようにして超音波ビームを受信する毎に受信回路 7 で生成される音速計測用の受信データは順次シネメモリ 18 に格納される。関心領域 R 内のすべての格子点に関して音速計測用の受信データが取得されると、本体制御部 20 から音速マップ生成部 19 に音速マップ形成の指令が出力され、音速マップ生成部 19 は、シネメモリ 18 に格納されている受信データのうち、音速計測用の受信データを用いて、各格子点における局所音速値を演算し、関心領域 R 内の音速マップを生成する。音速マップ生成部 19 で得られた音速マップに関するデータは、 $DS C 12$ でラスタ変換され、画像処理部 13 で各種の画像処理が施された後、表示制御部 14 に送られる。そして、操作者により操作部 21 から入力された表示モードに従って、B モード画像に音速マップを重畳した状態で表示部 15 に表示される、あるいは、B モード画像と音速マップ画像とが並べて表示部 15 に表示される。

【0035】

なお、受信回路 7 で生成される音速計測用の受信データは、シネメモリ 18 に格納されるだけでなく、画像生成部 23 の信号処理部 11 にも入力されるが、このとき本体制御部 20 からの指令により、信号処理部 11 は作動が停止され、音速計測用の受信データに対して B モード画像信号が生成されることは防止される。

【0036】

このようにして B モード画像の生成と音速マップの生成が行われる。B モード画像用振動子アレイ 4 の上に音速計測用振動子アレイ 5 が積層形成された積層型振動子アレイ 3 を用いているので、超音波プローブ 1 の被検体当接部を小さな面積に形成することができ、B モード画像の生成と正確な音速マップの生成の双方を行いながらも、被検体の体表に超音波プローブの被検体当接部を押圧して診断を行う際の操作性を向上させることができる。

また、音速計測用振動子アレイ 5 が B モード画像用振動子アレイ 4 の中央部の上に位置しているため、小さな遅延量の駆動信号を送信回路 6 から音速計測用振動子アレイ 5 の複数の超音波トランスデューサ 5 a に供給するだけで、B モード画像上に設定された関心領域 R 内の各格子点に送信焦点を形成することができ、音速測定をより正確に行うことが可能となる。

【0037】

さらに、音速計測用振動子アレイ 5 の超音波トランスデューサ 5 a が高分子圧電素子から形成されているため、サイドローブによる影響を抑制して深さ方向および方位方向の分解能を向上させることが可能となる。

また、音速計測用振動子アレイ 5 から低周波の超音波ビームを送信させ、音速計測用振動子アレイ 5 で 2 次以上の高調波を受信することにより、メインローブを強調すると共にサイドローブをさらに低減させることもできる。

【0038】

なお、B モード画像用振動子アレイ 4 の超音波トランスデューサ 4 a の個数、音速計測用振動子アレイ 5 の超音波トランスデューサ 5 a の個数、B モード画像用の超音波ビームの中心周波数、音速計測用の超音波ビームの中心周波数は、適宜選択することができる。

また、この実施の形態 1 では、音速マップを生成する領域を B モード画像に対して一部の領域に限定するために、音速計測用振動子アレイ 5 の超音波トランスデューサ 5 a の個数を B モード画像用振動子アレイ 4 に含まれる複数の超音波トランスデューサ 4 a の個数より少なくしたが、音速計測用振動子アレイ 5 の超音波トランスデューサ 5 a の個数を B モード画像用振動子アレイ 4 に含まれる複数の超音波トランスデューサ 4 a の個数と同等にして、より広い領域の音速マップを生成することもできる。

【0039】

実施の形態 2

上記の実施の形態 1 では、音速計測用振動子アレイ 5 の超音波トランスデューサ 5 a の配列ピッチ P 1 が、B モード画像用振動子アレイ 4 の超音波トランスデューサ 4 a の配列ピッチに等しく、音速計測用振動子アレイ 5 が B モード画像用振動子アレイ 4 の中央部の上に位置していたが、これに限るものではない。例えば、図 4 に示されるように、B モード画像用振動子アレイ 4 に含まれる複数の超音波トランスデューサ 4 a の個数より少ない個数の超音波トランスデューサ 3 4 a を有しながらも、超音波トランスデューサ 3 4 a の配列ピッチ P 2 が B モード画像用振動子アレイ 4 における超音波トランスデューサ 4 a の配列ピッチ P 1 より大きな値に設定されることにより、B モード画像用振動子アレイ 4 と等しい長さを有する音速計測用振動子アレイ 3 4 を整合層 3 2 の上に積層形成してもよい。

【0040】

このような積層型振動子アレイを用いても、実施の形態 1 と同様に、超音波プローブ 1 の被検体当接部を小さな面積に形成することができ、B モード画像の生成と正確な音速マップの生成の双方を行いながらも、被検体の体表に超音波プローブの被検体当接部を押圧して診断を行う際の操作性を向上させることができる。

【0041】

実施の形態 3

図 5 に実施の形態 3 に係る超音波プローブ 4 1 の構成を示す。超音波プローブ 4 1 は、図 1 に示した実施の形態 1 の超音波プローブ 1 において、送信回路 6 および受信回路 7 をそれぞれ B モード画像専用の送信回路および受信回路として使用すると共に、音速計測専用の送信回路 4 2 および受信回路 4 3 を追加し、これら送信回路 4 2 および受信回路 4 3 を音速計測用振動子アレイ 5 に接続したものである。

音速計測専用の受信回路 4 3 は、診断装置本体 2 のシネメモリ 1 8 と音速マップ生成部 1 9 に接続され、B モード画像専用の受信回路 7 は、診断装置本体 2 の信号処理部 1 1 とシネメモリ 1 8 に接続されている。

【0042】

10

20

30

40

50

送信回路 6 は、B モード画像用振動子アレイ 4 に駆動信号を供給して B モード画像用振動子アレイ 4 から B モード画像用超音波ビームを送信させ、送信回路 4 2 は、音速計測用振動子アレイ 5 に駆動信号を供給して音速計測用振動子アレイ 5 から音速計測用超音波ビームを送信させる。

また、受信回路 7 は、B モード画像用振動子アレイ 4 から出力される受信信号を処理することで B モード画像用受信データを生成して診断装置本体 2 の信号処理部 1 1 とシネメモリ 1 8 に出力し、受信回路 4 3 は、音速計測用振動子アレイ 5 から出力される受信信号を処理することで音速計測用受信データを生成して診断装置本体 2 のシネメモリ 1 8 と音速マップ生成部 1 9 に出力する。

【 0 0 4 3 】

このような構成とすれば、超音波トランスデューサ 4 a が圧電セラミック等から形成されている B モード画像用振動子アレイ 4 と超音波トランスデューサ 5 a が高分子圧電素子から形成されている音速計測用振動子アレイ 5 に対してそれぞれ適した構成の送信回路と受信回路を互いに独立させて使用することができる。また、音速計測用振動子アレイ 5 の超音波トランスデューサ 5 a の個数が B モード画像用振動子アレイ 4 に含まれる複数の超音波トランスデューサ 4 a の個数より少なく設定されているので、それだけ音速計測専用の受信回路 4 3 の内部構成を単純化することができる。

【 0 0 4 4 】

なお、上記の実施の形態 1 ~ 3 では、受信回路 7 あるいは 4 3 から出力される受信データを一旦シネメモリ 1 8 に格納し、音速マップ生成部 1 9 がシネメモリ 1 8 に格納された受信データを用いて関心領域 R 内の音速マップを生成したが、音速マップ生成部 1 9 が受信回路 7 あるいは 4 3 から出力される受信データを直接入力して音速マップの生成を行うこともできる。

また、シネメモリ 1 8 には、音速マップ用に用いられる受信データだけでなく、B モード画像生成用の受信データも格納されているため、本体制御部 2 0 の制御により、必要に応じてシネメモリ 1 8 から B モード画像生成用の受信データを読み出し、画像生成部 2 3 で B モード画像を生成することもできる。

【 0 0 4 5 】

なお、上記の実施の形態 1 ~ 3 における超音波プローブ 1 および 4 1 と診断装置本体 2 との接続は、有線による接続および無線通信による接続のいずれの形態をとることもできる。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 6 】

1, 4 1 振動子プローブ、2 診断装置本体、3 積層型振動子アレイ、4 B モード画像用振動子アレイ、5, 3 4 音速計測用振動子アレイ、6, 4 2 送信回路、7, 4 3 受信回路、8 プローブ制御部、1 1 信号処理部、1 2 D S C、1 3 画像処理部、1 4 表示制御部、1 5 表示部、1 6 画像メモリ、1 7 腹壁検出部、1 8 シネメモリ、1 9 音速マップ生成部、2 0 本体制御部、2 1 操作部、2 2 格納部、2 3 画像生成部、3 1 バッキング材、3 2, 3 3 整合層、4 a, 5 a 超音波トランスデューサ、X, A 1, A 2 格子点、W 1, W 2, W x 受信波、W s u m 合成波、P 1, P 2 配列ピッチ。

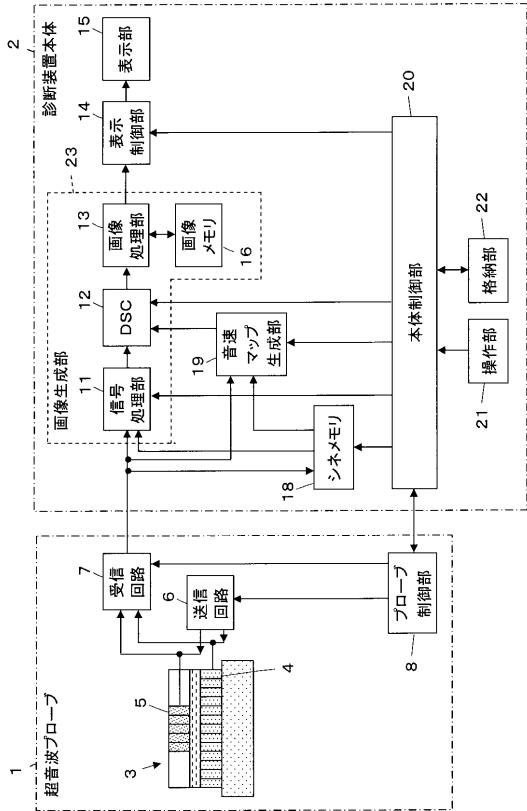
10

20

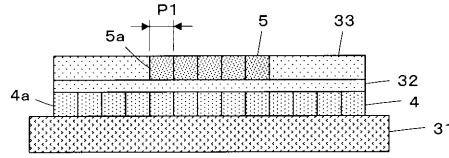
30

40

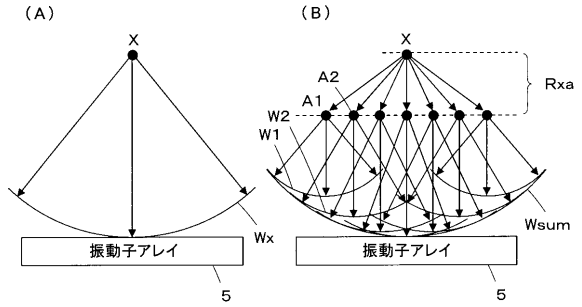
【図 1】



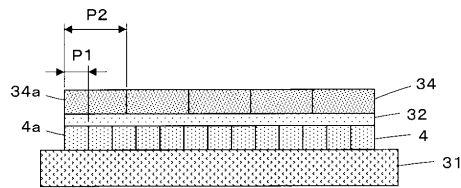
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

