

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5281107号
(P5281107)

(45) 発行日 平成25年9月4日(2013.9.4)

(24) 登録日 平成25年5月31日(2013.5.31)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/00

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2011-68447 (P2011-68447)
 (22) 出願日 平成23年3月25日 (2011.3.25)
 (65) 公開番号 特開2012-200443 (P2012-200443A)
 (43) 公開日 平成24年10月22日 (2012.10.22)
 審査請求日 平成24年6月18日 (2012.6.18)

(73) 特許権者 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目2番30号
 (74) 代理人 100080159
 弁理士 渡辺 望穂
 (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 宮地 幸哉
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置および超音波画像生成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

送信回路から供給された駆動信号に基づいて超音波プローブの振動子アレイから被検体に向けて超音波ビームが送信されると共に被検体による超音波エコーを受信した前記超音波プローブの振動子アレイから出力される受信信号を受信回路で処理することで得られる受信データに基づいてBモード画像を生成する超音波診断装置であって、

前記Bモード画像上の所定の領域内に関心領域を設定するための関心領域設定部と、

前記所定の領域内の関心領域に応じて複数の格子点を設定し、設定された各格子点に送信焦点を形成するように第1の周波数の基本波からなる超音波ビームをそれぞれ送信すると共に、前記基本波の高調波である第2の周波数の超音波エコーをそれぞれ受信することにより音速測定用の受信データを取得するように前記送信回路および前記受信回路を制御する制御部と、

取得された音速測定用の受信データに基づき前記複数の格子点の環境音速値を演算する音速演算部と

を備え、

前記制御部は、前記第1の周波数の超音波ビームを送信して得られる前記第2の周波数の超音波エコーの強度に応じて前記所定の領域を設定すると共に前記所定の領域よりも浅い位置と深い位置にそれぞれ浅部領域および深部領域を設定することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

前記関心領域設定部は、前記浅部領域内に関心領域をさらに設定し、

前記制御部は、前記浅部領域内の関心領域に応じて複数の格子点を設定し、設定された各格子点に送信焦点を形成するように前記第2の周波数の超音波ビームをそれぞれ送信すると共に前記第2の周波数の超音波エコーをそれぞれ受信することにより音速測定用の受信データを取得するように前記送信回路および前記受信回路を制御し、

前記音速演算部は、取得された音速測定用の受信データに基づき前記複数の格子点の環境音速値を演算する請求項1に記載の超音波診断装置。

【請求項3】

前記関心領域設定部は、前記深部領域内に関心領域をさらに設定し、

前記制御部は、前記深部領域内の関心領域に応じて複数の格子点を設定し、設定された各格子点に送信焦点を形成するように前記第1の周波数の超音波ビームをそれぞれ送信すると共に前記第1の周波数の超音波エコーをそれぞれ受信することにより音速測定用の受信データを取得するように前記送信回路および前記受信回路を制御し、

前記音速演算部は、取得された音速測定用の受信データに基づき前記複数の格子点の環境音速値を演算する請求項1または2に記載の超音波診断装置。

【請求項4】

前記関心領域設定部は、前記浅部領域と前記深部領域の間の深さに位置する前記所定の領域を中部領域としたときに、前記浅部領域と前記中部領域の境界線上および前記中部領域と前記深部領域の境界線上の少なくとも1つに関心領域を設定し、

前記制御部は、前記境界線上に設定された関心領域に応じて複数の格子点を設定し、浅部領域内に位置する格子点に対しては第2の周波数の超音波ビームを送受信し、中部領域内に位置する格子点に対しては第1の周波数の超音波ビームを送信すると共に第2の周波数の超音波エコーを受信し、深部領域内に位置する格子点に対しては第1の周波数の超音波ビームを送受信することで音速測定用の受信データをそれぞれ取得するように前記送信回路および前記受信回路を制御し、

前記音速演算部は、取得された音速測定用の受信データに基づき各格子点の環境音速値を演算する請求項1～3のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項5】

前記制御部は、送信される超音波ビームの前記第1の周波数が前記超音波プローブの備える中心周波数よりも低い周波数からなると共に受信される超音波エコーの前記第2の周波数が前記超音波プローブの備える中心周波数よりも高い周波数からなるように前記送信回路および前記受信回路を制御する請求項1～4のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項6】

前記超音波プローブは、1～5MHzの周波数帯域を備えると共に3MHzの中心周波数を備え、

前記制御部は、前記所定の領域内に設定された関心領域の各格子点に送信焦点を形成するように前記第1の周波数が2MHzの超音波ビームを送信すると共に、前記第2の周波数が4MHzの超音波エコーを受信するように前記送信回路および前記受信回路を制御する請求項5に記載の超音波診断装置。

【請求項7】

前記音速演算部は、複数の格子点に超音波ビームを送受信して得られた前記環境音速値に基づいて、その格子点間の領域における局所音速値を演算する請求項1～6のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項8】

前記制御部は、前記関心領域に対して複数の音速マップ用格子点を設定し、これらの音速マップ用格子点に送信焦点を形成してそれぞれ超音波ビームの送受信を行うことにより音速マップ用の受信データを取得するように前記送信回路および前記受信回路を制御し、

前記音速演算部は、前記音速マップ用の受信データに基づいて前記複数の音速マップ用格子点の局所音速値を演算し、前記関心領域内の音速マップを生成する請求項1～7のい

10

20

30

40

50

ずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項 9】

送信回路から供給された駆動信号に基づいて超音波プローブの振動子アレイから被検体に向けて超音波ビームが送信されると共に被検体による超音波エコーを受信した前記超音波プローブの振動子アレイから出力される受信信号を受信回路で処理することで得られる受信データに基づいてBモード画像を生成する超音波画像生成方法であって、

第1の周波数の基本波からなる超音波ビームを送信して得られる前記基本波の高調波である第2の周波数の超音波エコーの強度に応じて前記Bモード画像上に所定の領域を設定すると共に前記所定の領域よりも浅い位置と深い位置にそれぞれ浅部領域および深部領域を設定し、

10

前記Bモード画像上に設定された前記所定の領域内に関心領域を設定し、

前記所定の領域内の関心領域に応じて複数の格子点を設定し、設定された各格子点に送信焦点を形成するように前記第1の周波数の基本波からなる超音波ビームをそれぞれ送信すると共に、前記基本波の高調波である前記第2の周波数の超音波エコーをそれぞれ受信することにより音速測定用の受信データを取得するように前記送信回路および前記受信回路を制御し、

取得された音速測定用の受信データに基づき前記複数の格子点の環境音速値を演算することを特徴とする超音波画像生成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

この発明は、超音波診断装置および超音波画像生成方法に係り、特に、超音波プローブの振動子アレイから超音波を送受信することによりBモード画像の生成と音速測定の双方を行う超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

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。

30

【0003】

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、各格子点に送信焦点を形成するように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、環境音速値や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】

【0004】

40

【特許文献1】特開2010-99452号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

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、診断部位における環境音速値を求めることができ、例えばBモード画像に環境音速値の情報を重畳させて表示することが可能となる。

しかしながら、環境音速値は、画像コントラストやシャープネスに基づいて求められるため、超音波の送信焦点の深度および超音波の周波数によっては位相のずれやノイズなどが生じて正確に演算できないおそれがある。

50

【 0 0 0 6 】

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、環境音速値および局所音速値を精度よく演算することができる超音波診断装置および超音波画像生成方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

この発明に係る超音波診断装置は、送信回路から供給された駆動信号に基づいて超音波プローブの振動子アレイから被検体に向けて超音波ビームが送信されると共に被検体による超音波エコーを受信した前記超音波プローブの振動子アレイから出力される受信信号を受信回路で処理することで得られる受信データに基づいてBモード画像を生成する超音波診断装置であって、前記Bモード画像上の所定の領域内に関心領域を設定するための関心領域設定部と、前記所定の領域内の関心領域に応じて複数の格子点を設定し、設定された各格子点に送信焦点を形成するように第1の周波数の基本波からなる超音波ビームをそれぞれ送信すると共に、前記基本波の高調波である第2の周波数の超音波エコーをそれぞれ受信することにより音速測定用の受信データを取得するように前記送信回路および前記受信回路を制御する制御部と、取得された音速測定用の受信データに基づき前記複数の格子点の環境音速値を演算する音速演算部とを備え、前記制御部は、前記第1の周波数の超音波ビームを送信して得られる前記第2の周波数の超音波エコーの強度に応じて前記所定の領域を設定すると共に前記所定の領域よりも浅い位置と深い位置にそれぞれ浅部領域および深部領域を設定するものである。

【 0 0 0 9 】

また、前記関心領域設定部は、前記浅部領域内に関心領域をさらに設定し、前記制御部は、前記浅部領域内の関心領域に応じて複数の格子点を設定し、設定された各格子点に送信焦点を形成するように前記第2の周波数の超音波ビームをそれぞれ送信すると共に前記第2の周波数の超音波エコーをそれぞれ受信することにより音速測定用の受信データを取得するように前記送信回路および前記受信回路を制御し、前記音速演算部は、取得された音速測定用の受信データに基づき前記複数の格子点の環境音速値を演算することができる。

また、前記関心領域設定部は、前記深部領域内に関心領域をさらに設定し、前記制御部は、前記深部領域内の関心領域に応じて複数の格子点を設定し、設定された各格子点に送信焦点を形成するように前記第1の周波数の超音波ビームをそれぞれ送信すると共に前記第1の周波数の超音波エコーをそれぞれ受信することにより音速測定用の受信データを取得するように前記送信回路および前記受信回路を制御し、前記音速演算部は、取得された音速測定用の受信データに基づき前記複数の格子点の環境音速値を演算することもできる。

【 0 0 1 0 】

また、前記関心領域設定部は、前記浅部領域と前記深部領域の間の深さに位置する前記所定の領域を中部領域としたときに、前記浅部領域と前記中部領域の境界線上および前記中部領域と前記深部領域の境界線上の少なくとも1つに関心領域を設定し、前記制御部は、前記境界線上に設定された関心領域に応じて複数の格子点を設定し、浅部領域内に位置する格子点に対しては第2の周波数の超音波ビームを送受信し、中部領域内に位置する格子点に対しては第1の周波数の超音波ビームを送信すると共に第2の周波数の超音波エコーを受信し、深部領域内に位置する格子点に対しては第1の周波数の超音波ビームを送受信することで音速測定用の受信データをそれぞれ取得するように前記送信回路および前記受信回路を制御し、前記音速演算部は、取得された音速測定用の受信データに基づき各格子点の環境音速値を演算することもできる。

【 0 0 1 1 】

また、前記制御部は、送信される超音波ビームの前記第1の周波数が前記超音波プローブの備える中心周波数よりも低い周波数からなると共に受信される超音波エコーの前記第2の周波数が前記超音波プローブの備える中心周波数よりも高い周波数からなるように前

記送信回路および前記受信回路を制御するのが好ましい。また、前記超音波プローブは、 $1 \sim 5 \text{ MHz}$ の周波数帯域を備えると共に 3 MHz の中心周波数を備え、前記制御部は、前記所定の領域内に設定された関心領域の各格子点に送信焦点を形成するように前記第1の周波数が 2 MHz の超音波ビームを送信すると共に、前記第2の周波数が 4 MHz の超音波エコーを受信するように前記送信回路および前記受信回路を制御するのが好ましい。

【0012】

また、前記音速演算部は、複数の格子点に超音波ビームを送受信して得られた前記環境音速値に基づいて、その格子点間の領域における局所音速値を演算することができる。

また、前記制御部は、前記関心領域に対して複数の音速マップ用格子点を設定し、これらの音速マップ用格子点に送信焦点を形成してそれぞれ超音波ビームの送受信を行うことにより音速マップ用の受信データを取得するように前記送信回路および前記受信回路を制御し、前記音速演算部は、前記音速マップ用の受信データに基づいて前記複数の音速マップ用格子点の局所音速値を演算し、前記関心領域内の音速マップを生成することもできる。

【0013】

この発明に係る超音波画像生成方法は、送信回路から供給された駆動信号に基づいて超音波プローブの振動子アレイから被検体に向けて超音波ビームが送信されると共に被検体による超音波エコーを受信した前記超音波プローブの振動子アレイから出力される受信信号を受信回路で処理することで得られる受信データに基づいてBモード画像を生成する超音波画像生成方法であって、第1の周波数の基本波からなる超音波ビームを送信して得られる前記基本波の高調波である第2の周波数の超音波エコーの強度に応じて前記Bモード画像上に所定の領域を設定すると共に前記所定の領域よりも浅い位置と深い位置にそれぞれ浅部領域および深部領域を設定し、前記Bモード画像上に設定された前記所定の領域内に関心領域を設定し、前記所定の領域内の関心領域に応じて複数の格子点を設定し、設定された各格子点に送信焦点を形成するように前記第1の周波数の基本波からなる超音波ビームをそれぞれ送信すると共に、前記基本波の高調波である前記第2の周波数の超音波エコーをそれぞれ受信することにより音速測定用の受信データを取得するように前記送信回路および前記受信回路を制御し、取得された音速測定用の受信データに基づき前記複数の格子点の環境音速値を演算するものである。

【発明の効果】

【0014】

この発明によれば、基本波からなる超音波ビームを送信すると共に基本波の高調波である超音波エコーを受信することにより音速測定用の受信データを取得するので、環境音速値および局所音速値を精度よく演算することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】この発明の実施の形態1に係る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における音速演算の原理を模式的に示す図である。

【図3】実施の形態1において中部領域に設定された関心領域を示す図である。

【図4】実施の形態1において受信された超音波エコーの強度分布を示す図である。

【図5】実施の形態2において設定された関心領域を示す図である。

【図6】実施の形態2の変形例において設定された関心領域を示す図である。

【図7】実施の形態3において設定された格子点を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

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に係る超音波診断装置の構成を示す。超音波診断装置は、振動子アレイ1を備え、この振動子アレイ1に送信回路2および受信回路4が接続されている。受信回路4には、信号処理部5、DSC(Digital Scan Converter)6、画像

10

20

30

40

50

処理部 7、表示制御部 8 および表示部 9 が順次接続されている。画像処理部 7 には、画像メモリ 10 が接続されている。さらに、受信回路 4 に受信データメモリ 11 と音速演算部 12 とが接続されている。

そして、信号処理部 5、DSC 6、表示制御部 8、受信データメモリ 11 および音速演算部 12 に制御部 13 が接続されている。また、制御部 13 には、操作部 14 と格納部 15 がそれぞれ接続されている。

【0017】

振動子アレイ 1 は、1 次元又は 2 次元に配列された複数の超音波トランスデューサを有している。これらの超音波トランスデューサは、それぞれ送信回路 2 から供給される駆動信号に従って超音波を送信すると共に被検体からの超音波エコーを受信して受信信号を出力する。各超音波トランスデューサは、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や、PVDf（ポリフッ化ビニリデン）に代表される高分子圧電素子、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等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。

【0018】

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。

【0019】

送信回路 2 は、例えば、複数のパルサを含んでおり、制御部 13 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、振動子アレイ 1 の複数の超音波トランスデューサ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に供給する。

【0020】

受信回路 4 は、振動子アレイ 1 の各超音波トランスデューサから送信される受信信号を増幅して A/D 変換することにより受信データを生成する。また、受信回路 4 は、超音波ビームの基本波成分を除去してその高調波成分を抽出するためのフィルタを内蔵している。

【0021】

信号処理部 5 は、受信回路 4 で生成された受信データに対し、制御部 13 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、各受信データ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って、超音波エコーの焦点が絞り込まれた音線信号を生成し、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。

DSC 6 は、信号処理部 5 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 7 は、DSC 6 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 8 に出力する、あるいは画像メモリ 10 に格納する。

これら信号処理部 5、DSC 6、画像処理部 7 および画像メモリ 10 により画像生成部 16 が形成されている。

【0022】

表示制御部 8 は、画像処理部 7 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 9 に超音波診断画像を表示させる。

表示部 9 は、例えば、LCD 等のディスプレイ装置を含んでおり、表示制御部 8 の制御の下で、超音波診断画像を表示する。

【0023】

受信データメモリ 11 は、受信回路 4 から出力される受信データを各チャンネル毎に時系列に格納する。また、受信データメモリ 11 は、制御部 13 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。

音速演算部 12 は、制御部 13 による制御の下で、受信データメモリ 11 に格納されている受信データに基づいて環境音速値および局所音速値を演算する。

制御部 13 は、操作者により操作部 14 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。

【0024】

操作部 14 は、操作者が入力操作を行うためのもので、この発明の関心領域設定部を構成し、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。

10

格納部 15 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、MO、MT、RAM、CD-ROM、DVD-ROM等の記録媒体を用いることができる。

なお、信号処理部 5、DSC 6、画像処理部 7、表示制御部 8 および音速演算部 12 は、CPU と、CPU 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。

【0025】

操作者は操作部 14 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 モード画像に関心領域内の平均局所音速値を重畳して表示するモード、B モード画像と関心領域内の平均局所音速値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。

20

【0026】

B モード画像を表示する際には、まず、送信回路 2 から供給される駆動信号に従って振動子アレイ 1 の複数の超音波トランスデューサ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から受信信号が受信回路 4 に出力され、受信回路 4 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信号処理部 5 で B モード画像信号が生成され、DSC 6 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 7 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 8 により超音波診断画像が表示部 9 に表示される。

30

【0027】

一方、環境音速値および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 2010-99452 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 2 (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 2 (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 A1、A2、... 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 A1、A2、... 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。

40

【0028】

まず、すべての格子点 X、A1、A2、... に対する環境音速値をそれぞれ求める。ここで、環境音速値とは、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 8-317926 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、分散等に基づいて環境音速値の判定を行うことができる。

【0029】

次に、格子点 X に対する環境音速値を用いて、格子点 X から発せられる仮想的な受信波

50

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 s u m 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 s u m を求めることができる。

10

【 0 0 3 0 】

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複数の仮想的な合成波 W s u m 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 s u m 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 s u m 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 s u m 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、受信回路 4 で生成された受信データに基づき、被検体内の環境音速値および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

20

【 0 0 3 1 】

次に、実施の形態 1 の動作について説明する。

まず、送信回路 2 からの駆動信号に従って振動子アレイ 1 の複数の超音波トランスデューサから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から受信信号が受信回路 4 に出力されて受信データが生成され、さらに、画像生成部 16 で生成された B モード画像信号に基づいて表示制御部 8 により B モード画像が表示部 9 に表示される。

【 0 0 3 2 】

表示部 9 に表示された B モード画像は、図 3 に示すように、深さ方向に浅部領域、中部領域、および深部領域の 3 つの領域に制御部 13 により分割され、操作者が操作部 14 を操作することにより、B モード画像上の中部領域内に関心領域 R 1 が設定される。そして、B モード画像上に設定された関心領域 R 1 に応じた位置および個数の格子点が制御部 13 により設定される。例えば、関心領域 R 1 を深さ方向に挟むように、関心領域 R 1 よりも浅い深度の位置と深い深度の位置にそれぞれ複数の格子点が設定される。

30

【 0 0 3 3 】

続いて、制御部 13 が送信回路 2 を制御して、関心領域 R 1 に応じて設定された各格子点に送信焦点を形成するように低い周波数 H 1 の基本波からなる音速測定用の超音波ビームがそれぞれ送信される。各格子点に向けてそれぞれ送信された音速測定用の超音波ビームは、被検体内を伝搬し、各格子点で送信焦点を形成すると共に反射され、再び被検体内を伝搬して振動子アレイ 1 の複数の超音波トランスデューサで受信される。

40

このように、基本波の周波数 H 1 を低く設定することで、音速測定用の超音波ビームが被検体内の不均一な媒質を伝搬する際に超音波ビームを形成するそれぞれの超音波の位相のずれが抑制され、格子点位置において波形のそろった超音波により送信焦点が形成される。

【 0 0 3 4 】

また、音速測定用の超音波ビームは、被検体内を伝搬することで基本波の周波数 H 1 の整数倍の周波数を有する高調波成分が形成される。このようにして形成された高調波成分を含む超音波エコーが超音波トランスデューサで受信されると、受信回路 4 に内蔵されているフィルタによりその基本波成分の受信信号が除かれ、基本波の高調波成分である高い

50

周波数 H_2 を有する超音波エコーの受信信号を捉えるように制御部 13 により受信回路 4 が制御される。例えば、基本波の周波数 H_1 の 2 倍の周波数からなる高調波成分を捉えるのが好ましい。

【0035】

このようにして、超音波エコーを受信する毎に受信回路 4 で音速測定用の受信データ D1 が生成され、その生成された音速測定用の受信データ D1 が順次受信データメモリ 11 に格納される。すべての格子点について超音波ビームを送受信することで取得された音速測定用の受信データ D1 が受信データメモリ 11 に格納されると、音速演算部 12 は、音速測定用の受信データ D1 に基づいて各格子点の環境音速値を演算する。この時、環境音速値は画像のコントラストやシャープネスに基づいて演算されるが、基本波成分と比べて高い周波数 H_2 の高調波成分からなる超音波エコーはメインローブが強調されると共にサイドローブが低減されているため、ノイズによる影響の抑制された環境音速値を得ることができる。

10

また、音速演算部 12 は、上記のようにして得られた環境音速値に基づいて、その格子点間の領域および関心領域 R1 内における局所音速値を演算することもできる。関心領域 R1 に対して深い位置に設定された格子点と浅い位置に設定された格子点との間の領域の音速が一定と仮定し、受信データメモリ 11 に格納されている音速測定用の受信データ D1 を用いて、その領域の局所音速値を演算する。

【0036】

このとき、図 2 (B) を参照して説明したように、関心領域 R1 に対して深い位置に存在する格子点からの受信波を受けた浅い位置に存在する複数の格子点からの受信波の合成波が、ホイヘンスの原理により、深い位置の格子点からの受信波に一致することを利用して、その間の領域の局所音速値が演算される。また、音速演算部 12 は、浅い位置と深い位置の間の領域が関心領域 R1 を覆うように複数設定されている場合には、それぞれの領域の局所音速値を平均したものを関心領域 R1 内の局所音速値とすることもできる。

20

【0037】

B モード画像を深さ方向に浅部領域、中部領域、および深部領域の 3 つの領域に分割する際の各領域の位置設定は、例えば次のようにして実施される。

超音波の強度は伝搬距離が長くなるほど低下するが、その伝搬により生成される高調波成分の強度は増加する。このため、低い周波数 H_1 の基本波からなる超音波ビームを送信して得られる高い周波数 H_2 の高調波からなる超音波エコーの強度分布は、図 4 に示すように、所定の深度において極大値を示す曲線を描く。そこで、制御部 13 は、超音波エコーの強度分布に応じて、所定値以上の強度の得られる領域に中部領域を設定すると共に所定値以上の強度が得られない領域、すなわち中部領域よりも浅い位置と深い位置にそれぞれ浅部領域および深部領域を設定することができる。

30

【0038】

このように、低い周波数 H_1 の超音波ビームで送信焦点を形成することで焦点位置における位相ずれを抑制すると共に高い周波数 H_2 の超音波エコーを受信することで受信波のノイズによる影響を抑制するため、環境音速値および局所音速値を精度よく演算することが可能となる。

40

【0039】

なお、送信される超音波ビームの基本波の周波数 H_1 は超音波プローブの備える中心周波数よりも低い周波数からなると共に受信される超音波エコーの高調波の周波数 H_2 は超音波プローブの備える中心周波数よりも高い周波数からなるように、制御部 13 により送信回路 2 および受信回路 4 が制御されるのが好ましい。

例えば、1 ~ 5 MHz の周波数帯域を備えると共に 3 MHz の中心周波数を備えた超音波プローブを用いた場合には、制御部 13 は、中部領域内に設定された関心領域 R1 の各格子点に送信焦点を形成するように基本波の周波数 H_1 が 2 MHz の超音波ビームを送信すると共に、高調波の周波数 H_2 が 4 MHz の超音波エコーを受信するように送信回路 2 および受信回路 4 を制御することができる。

50

【 0 0 4 0 】

実施の形態 2

上述した実施の形態 1 において、B モード画像上の中部領域に関心領域 R 1 を設定するだけでなく、浅部領域と深部領域にも関心領域を設定することができる。

例えば、図 5 に示されるように、浅部領域内に関心領域 R 2 が設定されると共に深部領域内に関心領域 R 3 が設定される。制御部 1 3 は、関心領域 R 1、R 2、および R 3 のそれぞれに応じた位置および個数で格子点を設定し、その設定された各格子点に送信焦点を形成するように音速測定用の超音波ビームを送受信する。

この時、中部領域内に設定された関心領域 R 1 に対しては、実施の形態 1 と同様にして、低い周波数 H 1 の基本波からなる超音波ビームで送信焦点を形成すると共に高い周波数 H 2 の高調波成分からなる超音波エコーを受信して得られた音速測定用の受信データ D 1 に基づいて各格子点の環境音速値が演算される。

10

【 0 0 4 1 】

また、浅部領域内に設定された関心領域 R 2 に対しては、関心領域 R 2 に応じた位置および個数で設定された各格子点に送信焦点を形成するように高い周波数 H 2 の音速測定用の超音波ビームをそれぞれ送信すると共に各格子点からの高い周波数 H 2 の超音波エコーをそれぞれ受信することにより音速測定用の受信データ D 2 を取得するように、制御部 1 3 により送信回路 2 および受信回路 4 が制御される。このようにして取得された音速測定用の受信データ D 2 に基づいて浅部領域内の関心領域 R 2 に応じて設定された各格子点の環境音速値が音速演算部 1 2 により演算される。

20

高い周波数の超音波ビームは、低い周波数の超音波ビームと比較し、被検体内の不均一な媒質を伝搬することによる位相ずれは大きくなるがメインローブが強調されると共にサイドローブが低減される。このため、伝搬距離が短く位相ずれの影響の少ない浅部領域において高い周波数 H 2 の超音波ビームを送受信することで受信波のノイズによる影響が抑制され、環境音速値を精度よく演算することができる。また、中部領域内に設定された関心領域 R 1 から受信される超音波エコーの周波数 H 2 と同じ周波数の超音波エコーを関心領域 R 2 から受信して環境音速値が演算されるため、受信される超音波エコーの周波数の違いにより中部領域との間で環境音速値に差が生じるのを抑制することができる。

【 0 0 4 2 】

さらに、深部領域内に設定された関心領域 R 3 に対しては、関心領域 R 3 に応じた位置および個数で設定された各格子点に送信焦点を形成するように低い周波数 H 1 の音速測定用の超音波ビームをそれぞれ送信すると共に各格子点からの低い周波数 H 1 の超音波エコーをそれぞれ受信することにより音速測定用の受信データ D 3 を取得するように、制御部 1 3 により送信回路 2 および受信回路 4 が制御される。このようにして取得された音速測定用の受信データ D 3 に基づいて深部領域内の関心領域 R 3 に応じて設定された各格子点の環境音速値が音速演算部 1 2 により演算される。

30

低い周波数の超音波ビームは、高い周波数の超音波ビームと比較し、不均一な媒質を伝搬することによる位相ずれが小さいため、伝搬距離が長く位相ずれの影響の大きい深部領域において低い周波数 H 1 の超音波ビームを送受信することで環境音速値を精度よく演算することができる。また、中部領域内に設定された関心領域 R 1 に送信される超音波ビームの周波数 H 1 と同じ周波数の超音波ビームを関心領域 R 3 に送信して環境音速値が演算されるため、送信される超音波ビームの周波数の違いにより中部領域との間で環境音速値に差が生じるのを抑制することができる。

40

【 0 0 4 3 】

なお、図 6 に示すように、操作部 1 4 からの操作により B モード画像上の浅部領域と中部領域の境界線上に関心領域 R 4 が、中部領域と深部領域の境界線上に関心領域 R 5 がそれぞれ設定された場合には、関心領域 R 4 および R 5 に応じた位置および個数で設定された各格子点の位置する領域毎に上記の手法により環境音速値が求められる。

すなわち、関心領域 R 4 について設定された複数の格子点のうち浅部領域に位置する格子点については、高い周波数 H 2 の音速測定用の超音波ビームが送受信され、得られた音

50

速測定用の受信データD 2に基づいて環境音速値が求められる。一方、中部領域に位置する格子点については、低い周波数H 1の超音波ビームを送信すると共に高い周波数H 2の超音波エコーを受信し、得られた音速測定用の受信データD 1に基づいて環境音速値が求められる。

また、関心領域R 5について設定された複数の格子点についても、中部領域に位置する格子点については低い周波数H 1の超音波ビームが送信されると共に高い周波数H 2の超音波エコーを受信され、深部領域に位置する格子点については低い周波数H 1の超音波ビームが送受信され、得られた音速測定用の受信データD 1およびD 3に基づいて環境音速値がそれぞれ求められる。

【0044】

10

さらに、このようにして求められた環境音速値に基づいて、仮想的な合成受信波を用いて局所音速値を求めることもできる。なお、仮想的な合成受信波の周波数は、中部領域において用いられた低い周波数H 1または高い周波数H 2とするのが好ましい。

このように、格子点の位置する領域に応じて環境音速値が求められるため、精度のよい環境音速値および局所音速値を得ることが可能となる。

【0045】

実施の形態3

上述した実施の形態1および実施の形態2において、関心領域R内の平均局所音速値を測定するだけでなく、関心領域R内の音速マップを生成するように構成することもできる。

20

例えば、図7に示されるように、操作部14からの操作により中部領域に関心領域R 1が設定されると、制御部13は、関心領域R 1よりも浅い位置と深い位置に格子点E 1およびE 2を設定すると共に、格子点E 1およびE 2の間の位置に複数の音速マップ用格子点E 3を設定する。

【0046】

続いて、格子点E 1およびE 2と音速マップ用格子点E 3のそれぞれに送信焦点を形成して順次低い周波数H 1の超音波ビームを送信すると共に高い周波数H 2の超音波エコーを受信するように、制御部13により送信回路2および受信回路4が制御され、受信回路4で生成される音速測定用の受信データが順次受信データメモリ11に格納される。そして、音速演算部12は、受信データメモリ11に格納されている格子点E 1およびE 2に関する受信データを用いて、実施の形態1と同様にして環境音速値および局所音速値を演算する一方、格子点E 1およびE 2に関する受信データと音速マップ用格子点E 3に関する音速マップ用の受信データとを用いて、格子点E 1、E 2およびE 3のそれぞれの局所音速値を演算し、関心領域R 1内の音速マップを生成する。

30

【0047】

音速演算部12で生成された音速マップに関するデータは、DSC6でラスタ変換され、画像処理部7で各種の画像処理が施された後、表示制御部8に送られる。そして、操作者により操作部14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ねた状態（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）で表示部9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9に表示される。

40

このようにして、環境音速値または局所音速値を測定するだけでなく、Bモード画像の生成と音速マップの生成の双方を行うことが可能となる。

【0048】

なお、上記の実施の形態1～3では、受信回路4から出力される受信データを一旦受信データメモリ11に格納し、音速演算部12が受信データメモリ11に格納された受信データを用いて環境音速値および局所音速値を演算したが、音速演算部12が受信回路4から出力される受信データを直接入力して環境音速値および局所音速値を演算することもできる。

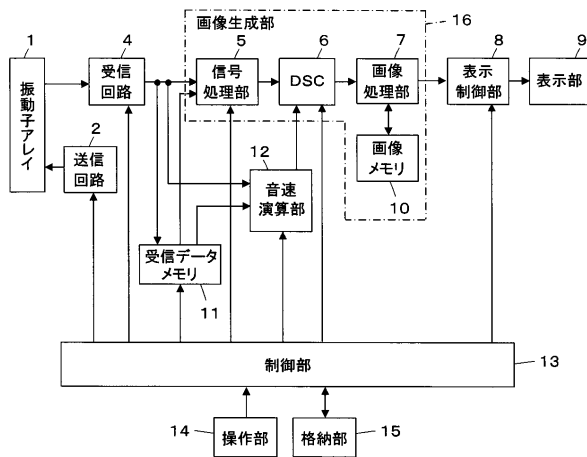
【符号の説明】

50

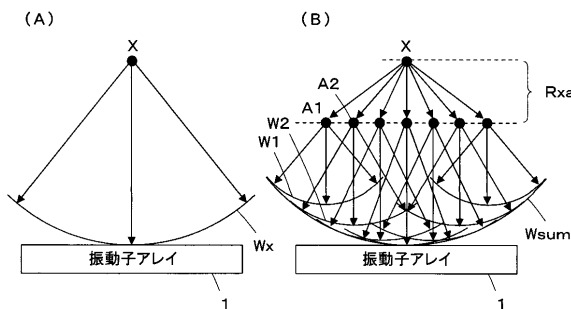
【 0 0 4 9 】

1 振動子アレイ、2 送信回路、4 受信回路、5 信号処理部、6 D S C、7 画像処理部、8 表示制御部、9 表示部、10 画像メモリ、11 受信データメモリ、12 音速演算部、13 制御部、14 操作部、15 格納部、16 画像生成部、 X 、 $A1$ 、 $A2$ 格子点、 $W1$ 、 $W2$ 、 Wx 受信波、 $Wsum$ 合成波、 $R1$ 、 $R2$ 、 $R3$ 、 $R4$ 、 $R5$ 関心領域、 $E1$ 関心領域よりも浅い位置の格子点、 $E2$ 関心領域よりも浅い位置の格子点、 $E3$ 音速マップ用格子点。

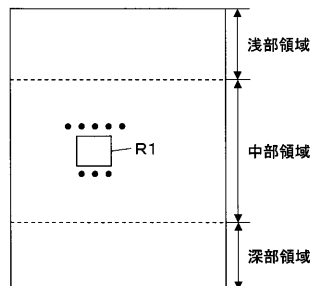
【 図 1 】



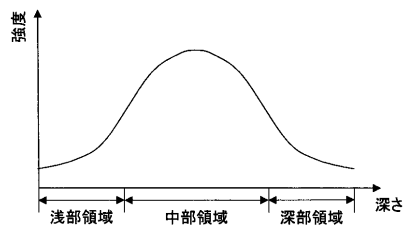
【 図 2 】



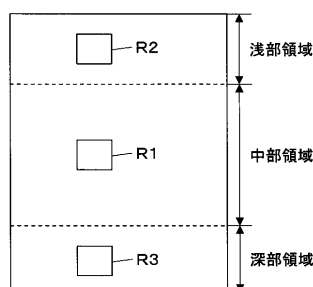
【 図 3 】



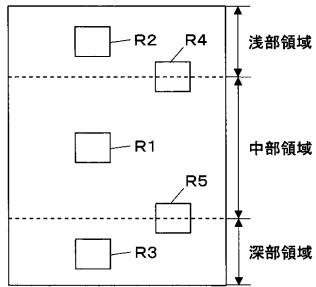
【 図 4 】



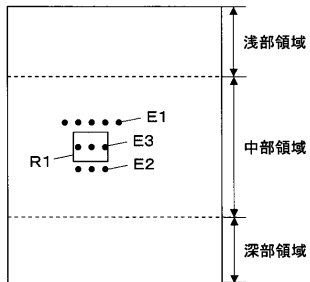
【 図 5 】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

審査官 宮澤 浩

- (56)参考文献 特開2010-099452(JP,A)
特開昭61-290941(JP,A)
特開昭62-072336(JP,A)
特開平10-043185(JP,A)
特開2008-188415(JP,A)
特開2006-340886(JP,A)
特開平10-179589(JP,A)
特開昭63-063439(JP,A)
特開2001-252276(JP,A)
特開2003-070786(JP,A)
特開2009-095665(JP,A)
特開2010-051554(JP,A)
特開2012-170467(JP,A)
特開2012-176192(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

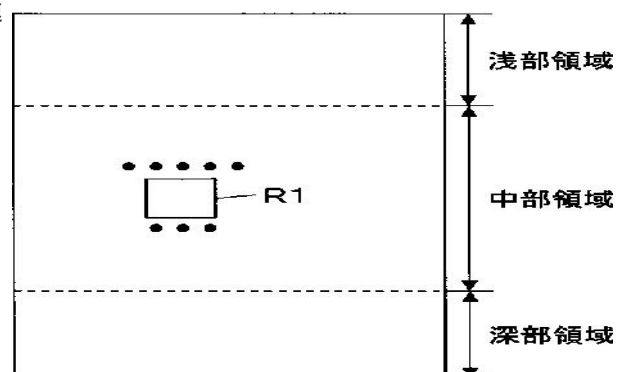
A61B 8/00

专利名称(译)	超声诊断设备和超声图像产生方法		
公开(公告)号	JP5281107B2	公开(公告)日	2013-09-04
申请号	JP2011068447	申请日	2011-03-25
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	宫地幸哉		
发明人	宫地 幸哉		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	G01S7/52038 G01S7/52074 G01S7/52085 G01S15/895 G01S15/8977 G10K11/346		
FI分类号	A61B8/00 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB02 4C601/BB06 4C601/DD20 4C601/DE09 4C601/EE10 4C601/EE22 4C601/HH29 4C601/HH33 4C601/JC37		
代理人(译)	伊藤英明		
审查员(译)	宫泽浩		
其他公开文献	JP2012200443A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够在生成B模式图像的同时精确计算环境声速值和局部声速值的超声波诊断装置。当感兴趣区域R1被设置在B模式图像上的中间区域中时，控制部分13根据感兴趣区域R1的大小设置多个网格点，并且在每个设置的网格点处设置多个网格点发射由频率为H 1的基波组成的超声波束，以形成发射焦点，并分别接收作为基波谐波的频率H 2的超声回波，从而获得用于声速测量的接收数据D 1并且控制发送电路2和接收电路4，以便基于所获取的用于声速测量的接收数据D1，获取根据感兴趣区域R1的大小设置的每个格点的环境声速值。。点域

【 図 3 】



【 図 4 】