

(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2014-124220

(P2014-124220A)

(43) 公開日 平成26年7月7日(2014.7.7)

(51) Int.Cl.
A61B 8/08 (2006.01)F1
A61B 8/08テーマコード (参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2012-281024 (P2012-281024)
(22) 出願日 平成24年12月25日 (2012.12.25)(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 大田 恭義
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

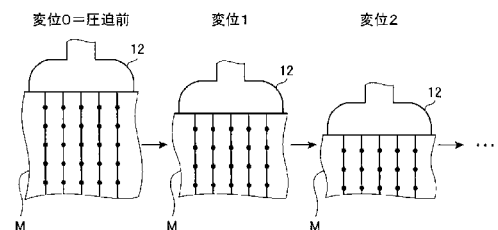
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置、組織弾性測定方法およびプログラム

(57) 【要約】

【課題】超音波診断装置において、被検体の組織弾性測定を行う際に、画像の歪みに起因する組織弾性測定の精度低下を防止する。

【解決手段】被検体の組織弾性を測定する際に、被検体を複数に分割して音速の設定を行い、圧電素子アレイが出力した受信信号を設定した音速に基づいて処理し、設定した音速に基づいて処理された受信信号を用いて、組織弾性測定を行うことにより、前記課題を解決する。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波を送信し、被検体によって反射された超音波エコーを受信して受信した超音波に応じた受信信号を出力する圧電素子を配列してなる圧電素子アレイと、

前記圧電素子アレイによる超音波の送受信を制御する制御手段と、

前記圧電素子アレイが出力した受信信号を記憶する記憶部と、

前記被検体を複数の領域に分割し、前記記憶部が記憶した受信信号を用いて、前記分割領域毎に音速を設定する音速設定手段と、

前記圧電素子アレイが出力した受信信号もしくは前記記憶部から読み出した受信信号を、前記分割領域毎の音速に基づいて処理して、超音波画像を生成する画像生成手段と、

前記画像生成手段が処理した受信信号を用いて、被検体の組織弾性を演算する組織弾性演算手段と、

画像表示手段とを有し、

前記組織弾性演算手段が組織弾性を演算する際には、前記制御手段は、前記音速設定手段が音速を設定するための音速設定用の超音波の送受信を前記圧電素子アレイに行わせ、

また、前記音速設定手段は、前記音速設定用の超音波の送受信で得られた受信信号を用いて、前記被検体の各分割領域の音速を設定し、

さらに、前記組織弾性演算手段は、前記音速設定用の超音波の送受信によって設定された音速に基づいて前記画像生成手段が処理した受信信号を用いて、前記被検体の組織弾性の演算を行うことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

前記組織弾性演算手段が組織弾性を演算する際に、前記画像生成手段は、前記音速設定用の超音波の送受信によって設定された音速に基づいて、前記圧電素子アレイが出力した受信信号を処理して、超音波画像を生成する請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記組織弾性演算手段が演算した組織弾性の演算結果と、前記画像生成手段が生成した超音波画像とを、前記表示手段に表示する請求項 1 または 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記表示手段が、前記組織弾性の演算結果と前記超音波画像とを重畳した画像の表示、前記組織弾性の演算結果と前記超音波画像との並列表示、前記組織弾性の演算結果と前記超音波画像とを重畳した画像および前記超音波画像の並列表示、ならびに、前記組織弾性の演算結果と前記超音波画像とを重畳した画像および前記組織弾性の演算結果の並列表示の、少なくとも 1 つを行う請求項 3 に記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記圧電素子アレイの変位を検出する変位検出手段を有し、

前記組織弾性演算手段が被検体の組織弾性を演算する際に、前記変位検出手段が圧電素子アレイの変位が無いことを検出した場合には、前記制御手段は、前記圧電素子アレイに音速設定用の超音波の送受信を行わず、前記組織弾性演算手段および前記画像生成手段は、直前に前記音速設定手段が設定した被検体の音速に基づいて、前記受信信号の処理を行う請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記変位検出手段が、超音波診断装置の超音波探触子に設けられた圧力検出手段、前記圧電素子アレイの変位を検出する変位センサ、および、前記画像生成手段で処理された受信信号の画像解析手段の少なくとも 1 つである請求項 5 に記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記組織弾性演算手段は、前記音速設定用の超音波の送受信によって得られた受信信号を用いて、もしくは、前記音速設定用の超音波の送受信の直後に行った超音波の送受信によって得られた受信信号を用いて、前記被検体の組織弾性を演算する請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

前記画像生成手段は、前記組織弾性演算手段が組織弾性を演算する際には、前記音速設定用の超音波の送受信によって得られた受信信号を用いて、もしくは、前記音速設定用の超音波の送受信の直後に行った超音波の送受信によって得られた受信信号を用いて、前記超音波画像の生成を行う請求項１～７のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項９】

超音波診断装置によって被検体の組織弾性を測定するに際し、

超音波を送信し、被検体によって反射された超音波エコーを受信して受信した超音波に応じた受信信号を出力する圧電素子を配列してなる圧電素子アレイに、前記被検体の音速を設定するための音速設定用の超音波の送受信を行わせて、

この音速設定用の超音波の送受信によって得られた受信信号から、前記被検体を複数に分割した各分割領域毎に音速を設定し、

前記圧電素子アレイが出力した受信信号を、前記音速設定用の超音波の送受信によって設定した音速に基づいて処理して、この処理によって得られた受信信号を用いて、前記被検体の組織弾性を演算することの特徴とする組織弾性測定方法。

【請求項１０】

さらに、前記圧電素子アレイが出力した受信信号を、前記音速設定用の超音波の送受信によって設定された音速に基づいて処理して、超音波画像を生成する請求項９に記載の組織弾性測定方法。

【請求項１１】

超音波を送信し、被検体によって反射された超音波エコーを受信して受信した超音波に応じた受信信号を出力する圧電素子を配列してなる圧電素子アレイに、前記被検体の音速を設定するための音速設定用の超音波の送受信を行わせるステップ、

この音速設定用の超音波の送受信によって得られた受信信号から、前記被検体を複数に分割した各分割領域毎に音速を設定するステップ、および、

前記圧電素子アレイが出力した受信信号を、前記音速設定用の超音波の送受信によって設定した音速に基づいて処理して、この処理によって得られた受信信号を用いて、前記被検体の組織弾性を演算するステップを、コンピュータに実施させるプログラム。

【請求項１２】

さらに、前記圧電素子アレイが出力した受信信号を、前記音速設定用の超音波の送受信によって設定された音速に基づいて処理して、超音波画像を生成するステップを実施する請求項１１に記載のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、超音波診断装置に関する。具体的には、被検体の組織弾性測定を行う超音波診断装置、組織弾性測定方法およびプログラムに関する。

【背景技術】

【０００２】

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、超音波の送受信を行う圧電素子を配列してなる圧電素子アレイを有する超音波プローブ（超音波探触子以下、プローブとする）と、診断装置本体とを有して構成される。

超音波診断装置では、プローブから被検体に向けて超音波を送信し、被検体からの超音波エコーをプローブで受信して、その受信信号を診断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。

【０００３】

超音波プローブの圧電素子アレイでは、１回の超音波ビームの送信による超音波エコーを、複数の圧電素子で受信する。従って、同じ反射点で反射された超音波エコーであっても、各圧電素子に入射するまでの時間は、圧電素子の位置によって異なる。

そのため、超音波診断装置では、超音波プローブが出力した受信信号に対して、各圧電

10

20

30

40

50

素子毎に、位置等に応じた遅延時間を用いて遅延補正を行って、加算（整合加算）を行うことにより、歪みの無い適正な超音波画像を生成している。

【0004】

ところで、近年では、超音波診断装置によって生体組織の弾性を測定する、生体の組織弾性測定（エラストグラフィ）が実用化されている。

生体内の硬い組織は圧迫によって変形し難いのに対し、柔らかい組織ほど、圧迫によって大きく変形する。超音波診断装置により組織弾性測定では、例えば、超音波プローブによって被検体を圧迫して、圧迫の前後の超音波画像、あるいは、圧迫の程度の違う2つの超音波画像の相関（圧迫による被検体の同一部位の変位）を利用して、組織内部の弾性を測定する（特許文献1、特許文献2および特許文献3参照）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特表2001-519674号公報

【特許文献2】特開2010-69006号公報

【特許文献3】特許第4221555号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

このような超音波診断装置による組織弾性測定において、圧迫前後の超音波画像や圧迫の程度が異なる超音波画像において、いずれかの超音波画像が歪んでいると、得られる組織弾性の測定結果にも、この歪みの影響が出てしまい、正確な診断を行うことができなくなってしまう。

20

【0007】

本発明の目的は、このような従来技術の問題点を解決することにより、超音波診断装置によって、正確に被検体の組織弾性を測定することができる超音波診断装置、組織弾性測定方法およびプログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この目的を達成するために、本発明の超音波診断装置は、超音波を送信し、被検体によって反射された超音波エコーを受信して受信した超音波に応じた受信信号を出力する圧電素子を配列してなる圧電素子アレイと、

30

圧電素子アレイによる超音波の送受信を制御する制御手段と、

圧電素子アレイが出力した受信信号を記憶する記憶部と、

被検体を複数の領域に分割し、記憶部が記憶した受信信号を用いて、分割領域毎に音速を設定する音速設定手段と、

圧電素子アレイが出力した受信信号もしくは記憶部から読み出した受信信号を、分割領域毎の音速に基づいて処理して、超音波画像を生成する画像生成手段と、

画像生成手段が処理した受信信号を用いて、被検体の組織弾性を演算する組織弾性演算手段と、

40

画像表示手段とを有し、

組織弾性演算手段が組織弾性を演算する際には、制御手段は、音速設定手段が音速を設定するための音速設定用の超音波の送受信を圧電素子アレイに行わせ、

また、音速設定手段は、音速設定用の超音波の送受信で得られた受信信号を用いて、被検体の各分割領域の音速を設定し、

さらに、組織弾性演算手段は、音速設定用の超音波の送受信によって設定された音速に基づいて画像生成手段が処理した受信信号を用いて、被検体の組織弾性の演算を行うことを特徴とする超音波診断装置を提供する。

【0009】

このような本発明の超音波診断装置において、組織弾性演算手段が組織弾性を演算する

50

際に、画像生成手段は、音速設定用の超音波の送受信によって設定された音速に基づいて、圧電素子アレイが出力した受信信号を処理して、超音波画像を生成するのが好ましい。

また、組織弾性演算手段が演算した組織弾性の演算結果と、画像生成手段が生成した超音波画像とを、表示手段に表示するのが好ましい。

また、表示手段が、組織弾性の演算結果と超音波画像とを重畳した画像の表示、組織弾性の演算結果と超音波画像との並列表示、組織弾性の演算結果と超音波画像とを重畳した画像および超音波画像の並列表示、ならびに、組織弾性の演算結果と超音波画像とを重畳した画像および組織弾性の演算結果の並列表示の、少なくとも1つを行うのが好ましい。

また、圧電素子アレイの変位を検出する変位検出手段を有し、組織弾性演算手段が被検体の組織弾性を演算する際に、変位検出手段が圧電素子アレイの変位が無いことを検出した場合には、制御手段は、圧電素子アレイに音速設定用の超音波の送受信を行わず、組織弾性演算手段および画像生成手段は、直前に音速設定手段が設定した被検体の音速に基づいて、受信信号の処理を行うのが好ましい。

また、変位検出手段が、超音波診断装置の超音波探触子に設けられた圧力検出手段、圧電素子アレイの変位を検出する変位センサ、および、画像生成手段で処理された受信信号の画像解析手段の少なくとも1つであるのが好ましい。

また、組織弾性演算手段は、音速設定用の超音波の送受信によって得られた受信信号を用いて、もしくは、音速設定用の超音波の送受信の直後に行った超音波の送受信によって得られた受信信号を用いて、被検体の組織弾性を演算するのが好ましい。

さらに、画像生成手段は、組織弾性演算手段が組織弾性を演算する際には、音速設定用の超音波の送受信によって得られた受信信号を用いて、もしくは、音速設定用の超音波の送受信の直後に行った超音波の送受信によって得られた受信信号を用いて、超音波画像の生成を行うのが好ましい。

【0010】

また、本発明の組織弾性測定方法は、超音波診断装置によって被検体の組織弾性を測定するに際し、超音波を送信し、被検体によって反射された超音波エコーを受信して受信した超音波に応じた受信信号を出力する圧電素子を配列してなる圧電素子アレイに、被検体の音速を設定するための音速設定用の超音波の送受信を行わせて、

この音速設定用の超音波の送受信によって得られた受信信号から、被検体を複数に分割した各分割領域毎に音速を設定し、

圧電素子アレイが出力した受信信号を、音速設定用の超音波の送受信によって設定した音速に基づいて処理して、この処理によって得られた受信信号を用いて、被検体の組織弾性を演算することを特徴とする組織弾性測定方法を提供する。

【0011】

このような本発明の組織弾性測定方法において、さらに、圧電素子アレイが出力した受信信号を、音速設定用の超音波の送受信によって設定された音速に基づいて処理して、超音波画像を生成するのが好ましい。

【0012】

さらに、本発明のプログラムは、超音波を送信し、被検体によって反射された超音波エコーを受信して受信した超音波に応じた受信信号を出力する圧電素子を配列してなる圧電素子アレイに、被検体の音速を設定するための音速設定用の超音波の送受信を行わせるステップ、

この音速設定用の超音波の送受信によって得られた受信信号から、被検体を複数に分割した各分割領域毎に音速を設定するステップ、および、

圧電素子アレイが出力した受信信号を、音速設定用の超音波の送受信によって設定した音速に基づいて処理して、この処理によって得られた受信信号を用いて、被検体の組織弾性を演算するステップを、コンピュータに実施させるプログラムを提供する。

【0013】

このような本発明のプログラムにおいて、さらに、圧電素子アレイが出力した受信信号を、音速設定用の超音波の送受信によって設定された音速に基づいて処理して、超音波画

10

20

30

40

50

像を生成するステップを実施するのが好ましい。

【発明の効果】

【0014】

このような本発明によれば、組織弾性測定に用いられる超音波画像（音線信号）が、圧迫された被検体における適正な音速に基づいて生成される。すなわち、組織弾性を測定するための超音波画像の全てに、適正な音速に基づく遅延補正が施される。好ましくは、組織弾性測定中に、圧迫された被検体における適正な音速に基づいて生成された高画質な超音波画像を、組織弾性の測定結果と共に表示する。

そのため、本発明によれば、正確な組織弾性の測定結果、あるいはさらに、高画質な超音波画像を用いて、精度の高い診断を行うことができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の超音波診断装置を概念的に示すブロック図である。

【図2】図1に示す超音波診断装置における組織弾性測定を説明するための概念図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の超音波診断装置、組織弾性測定方法およびプログラムについて、添付の図面に示される好適実施例を基に、詳細に説明する。

【0017】

20

図1に、本発明の組織弾性測定方法を実施する、本発明の超音波診断装置の一例をブロック図で概念的に示す。

【0018】

図1に示すように、超音波診断装置10は、圧電素子アレイ14を有する超音波プローブ12（以下、プローブ12とする）を有する。

プローブ12の圧電素子アレイ14には、送信回路16および受信回路18が接続されている。受信回路18には、信号処理部20、DSC（Digital Scan Converter）24、画像処理部26、表示制御部28および表示部30が、順次、接続される。画像処理部26には、画像メモリ32が接続されている。

信号処理部20、DSC24、画像処理部26および画像メモリ32によって、超音波画像生成部50が構成される。

30

【0019】

信号処理部20、画像処理部26、表示制御部28および画像メモリ32には、弾性演算部34が接続されている。

また、受信回路18および信号処理部20には受信データメモリ36が接続され、画像メモリ32および信号処理部20に音速設定部40が接続されている。

さらに、送信回路16、受信回路18、信号処理部20、DSC24、表示制御部28、弾性演算部34、受信データメモリ36および音速設定部40に制御部42が接続される。この制御部42には、操作部46と格納部48が、それぞれ接続されている。

【0020】

40

図示例において、送信回路16、受信回路18、超音波画像生成部50、表示制御部28、表示部30、弾性演算部34、受信データメモリ36、音速設定部40、制御部42、操作部46および格納部48は、超音波診断装置10の診断装置本体を構成する。

このような診断装置本体は、例えば、コンピュータ等を利用して構成される。

【0021】

圧電素子アレイ14は、1次元または2次元に配列された複数の圧電素子（超音波トランスデューサ）を有している。これらの圧電素子は、それぞれ、送信回路16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。

圧電素子は、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。圧電体とし

50

ては、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、PVD F（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が例示される。

【0022】

このような振動子の電極に、パルス状また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また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、振動子は、超音波を受信することで伸縮して電気信号を発生する。この電気信号は、超音波の受信信号として、圧電素子（圧電素子アレイ14）から出力される。

【0023】

送信回路16は、例えば、複数のパルス発生器を含んでおり、制御部42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、圧電素子アレイ14から送信される超音波が目的とする超音波ビームを形成するように、それぞれの遅延量を調節して、駆動信号を複数の圧電素子に供給する。

受信回路18は、圧電素子アレイ14の各圧電素子から送信される受信信号を増幅してA/D変換し、受信チャンネル数のデジタル化された受信データを生成する。

【0024】

信号処理部20は、音速設定部40から入力される音速（後述する設定音速および最適音速）に基づいて、受信回路18で生成された受信データにそれぞれの遅延補正を施して遅延補正データを生成し、これらの遅延補正データを加算（整合加算）して受信フォーカス処理を行う。この処理により、超音波エコーの焦点が絞り込まれた音線信号（音線データ）が生成される。

さらに、信号処理部20は、音線信号に対して、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（超音波画像）を生成する。

【0025】

DSC24は、信号処理部20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26は、DSC24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28に出力する、あるいは画像メモリ32に格納する。

前述のように、これら信号処理部20、DSC24、画像処理部26および画像メモリ32により超音波画像生成部50が形成されている。

【0026】

表示制御部28は、画像処理部26によって画像処理が施されたBモード画像信号や操作部46によって入力された各種の情報、さらには、弾性演算部34による弾性測定結果等に基づいて、表示部30に超音波診断画像や弾性測定の結果等を表示させる。

表示部30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28の制御の下で、超音波診断画像を表示する。なお、本例において、表示制御部28および表示部30は、カラー画像が表示可能なものである。

【0027】

弾性演算部34は、被検体の弾性測定を行う際に、被検体の圧迫前後の2つの超音波画像や、圧迫の程度が異なる2つの超音波画像に関して、信号処理部20が生成した音線信号の相互相関を取って、被検体の組織弾性を演算する。

なお、本発明において、弾性演算部34における組織弾性の演算方法は、被検体の圧迫前後の超音波画像や、圧迫の程度が異なる超音波画像を用い、各画像の相関を取って被検体の組織弾性を演算する公知の方法が、全て、利用可能である。

【0028】

受信データメモリ36は、受信回路18から出力される受信データを順次格納すると共に、信号処理部20で生成された遅延補正データを格納する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

音速設定部 4 0 は、被検体（被検体内）の音速である最適音速を設定するものである。

本発明において、音速設定部 4 0 は、被検体内を複数に分割して、各分割領域毎に最適音速を設定する。また、音速設定部 4 0 は、一例として、信号処理部 2 0 に所定の設定音速を与え、かつ、設定音速を変化させて、超音波画像生成部 5 0 で B モード画像信号を生成させ、生成した各 B モード画像を解析して、画像のコントラストまたはシャープネスが最も高くなる音速を、被検体の各分割領域の最適音速として設定する。

【 0 0 3 0 】

制御部 4 2 は、操作者により操作部 4 6 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。

操作部 4 6 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 4 8 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、SDカード、CFカード、USBメモリ等の記録メディア、またはサーバ等を用いることができる。

なお、信号処理部 2 0、DSC 2 4、画像処理部 2 6、表示制御部 2 8 および音速設定部 4 0 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。

【 0 0 3 1 】

以下、超音波診断装置 1 0 における被検体の組織弾性測定の作用を説明することにより、本発明について、より詳細に説明する。また、本発明のプログラムは、コンピュータに、以下に示す本発明の組織弾性測定方法を実施させるプログラムである。

【 0 0 3 2 】

超音波診断装置 1 0 には、被検体の組織弾性を測定する弾性測定モードが設定されている。超音波診断装置 1 0 は、操作部 4 6 による操作や選択によって、弾性測定モードとなると、被検体の組織弾性の測定を行う。

【 0 0 3 3 】

弾性測定モードになると、制御部 4 2 は、圧電素子アレイ 1 4 に、音速（最適音速）を設定（再設定 / 更新）するための超音波の送受信と、超音波画像の生成および組織弾性測定のための超音波の送受信とを、所定の周期で交互に行わせるように、送信回路 1 6 および受信回路 1 8 に指示を出す。

以下の説明では、便宜的に、音速を設定するための超音波の送受信を、音速設定用の送受信、超音波画像の生成および組織弾性測定のための超音波の送受信を、出力用の送受信とも言う。

【 0 0 3 4 】

また、組織弾性の測定は、プローブ 1 2 によって、被検体を圧迫することで行う。

従って、組織弾性モードでは、操作者（医師）は、例えば表示部 3 0 への表示等に応じて、図 2 に概念的に示すように、プローブ 1 2 によって、徐々に、被検体 M を圧迫する。

【 0 0 3 5 】

出力用の送受信では、生成する 1 本の音線信号（アジマス方向の或る位置）に対して、例えば、所定の焦点を有する 1 回、あるいは、焦点（深度方向の焦点の位置）が異なる 2 回の送受信を行うとする。

これに対して、超音波診断装置 1 0 において、音速設定用の送受信では、生成する 1 本の音線信号に対して、出力用の送受信よりも多数回の、互いに焦点が異なる超音波の送受信を行う。あるいはさらに、音線信号の数（アジマス方向の音線密度）も、出力用の送受信よりも、多くしてもよい。

なお、本発明においては、超音波画像の生成および組織弾性測定のための超音波の送受信（出力用の送受信）と、組織弾性測定を行わない、通常の超音波画像を生成のみのための超音波の送受信とでも、1 つの音線信号に対応する焦点の数や、音線信号の数を変えてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

図 2 に、音速設定用の送受信の一例を概念的に併記する。

図 2 においては、被検体 M に示す実線は、生成する音線信号（すなわち、生成する走査ライン）を示す。また、この音線信号中の点は、送信した超音波ビームの焦点を示す。すなわち、この音速設定用の送受信では、1 本の音線信号を生成するために、互いに焦点が異なる 5 回の超音波ビームの送受信を行う。

【 0 0 3 7 】

このような音速設定用の送受信によって、圧電素子アレイ 1 4 の各圧電素子が出力した受信信号は、受信回路 1 8 で増幅および A / D 変換を施されて受信データとされて、順次、受信データメモリ 3 6 に記憶される。

10

一方、音速設定部 4 0 は、信号処理部 2 0 に、第 1 の設定音速 S 1 を供給する。

信号処理部 2 0 は、受信データメモリ 3 6 に記憶された受信データを読み出し、供給された設定音速 S 1 に基づいて遅延補正を施して遅延データを生成し、この遅延データを加算して受信フォーカス処理を行って音線信号を生成する。信号処理部 2 0 は、さらに、音線信号に減衰補正および包絡線検波処理を施すことで、B モード画像信号を生成する。

この B モード画像信号は、D S C 2 4 でラスタ変換され、次いで、画像処理部 2 6 で各種の画像処理が施された後、音速設定用の B モード画像信号として、画像メモリ 3 2 に格納される。

【 0 0 3 8 】

音速設定部 4 0 から与えられた第 1 の設定音速 S 1 に対応する B モード画像信号が画像メモリ 3 2 に格納されると、音速設定部 4 0 は、第 1 の設定音速 S 1 から所定量だけ値を変化させた第 2 の設定音速 S 2 を信号処理部 2 0 に供給する。

20

このようにして、音速設定部 4 0 から複数の設定音速 S 1 ~ S n が、順次、信号処理部 2 0 に与えられ、これらの設定音速 S 1 ~ S n に対応する B モード画像信号がそれぞれ超音波画像生成部 5 0 で生成されて画像メモリ 3 2 に格納される。

設定音速 S 1 ~ S n に対応する B モード画像信号が画像メモリ 3 2 に格納されると、音速設定部 4 0 は、画像メモリ 3 2 に格納された B モード画像信号の解析を行い、画像のコントラストまたはシャープネスが最も高くなる音速を、現在（例えば、図 2 に示す変位 0、変位 1 および変位 2 のいずれかの状態）における被検体の最適音速として設定する。

【 0 0 3 9 】

30

この最適音速の設定は、被検体（超音波画像）を複数に分割した分割領域毎に B モード画像信号の解析を行い、分割領域毎に行われる。すなわち、各分割領域毎に、最も画像のコントラストまたはシャープネスが最も高くなる音速が選択され、最適音速として設定される。

図示例においては、一例として、被検体を超音波ビームの焦点を中心とする、方位方向および音線に平行な格子状に分割して、各分割領域毎に、最適音速を設定する。すなわち、最適音速は、音速設定用の送受信で形成する各焦点に対応して、設定される。

従って、この最適音速とは、分割領域から圧電素子までが均一であると見なした被検体内における分割領域から圧電素子までの間の音速、言い換えると、分割領域から圧電素子までの間の被検体内の平均音速である。

40

【 0 0 4 0 】

なお、最適音速を設定する被検体の分割、すなわち、音速設定用の送受信で形成する焦点は、要求される組織弾性の測定精度、要求される画質や処理速度等に応じて、適宜、設定すればよい。

好ましくは、生成する超音波画像の全ての画素に対応して同じ位置に焦点を生成する。あるいは、超音波画像の 3 画素に対して 1 点、9 画素に対して 1 点など、適宜設定した画素数に対して 1 つの焦点を設定してもよい。あるいは、1 0 等分や 2 0 等分など、超音波画像を、適宜設定した数で等分して、分割領域を設定してもよい。

さらに、分割領域の数、1 本の走査ラインに対する焦点の数などを、操作者が設定できるようにしてもよく、また、これらを、モードの選択等によって設定できるようにしても

50

よい。

【 0 0 4 1 】

なお、被検体の音速の設定方法は、この方法に限定はされず、超音波診断装置や超音波画像生成方法で実施されている公知の音速設定方法が、各種、利用可能である。

【 0 0 4 2 】

また、超音波診断装置 1 0 において、組織弾性の測定時以外では、音速の設定（再設定 / 更新）は、適宜、設定された所定のタイミングで行う。

この最適音速の設定のタイミングは、各種のタイミングが利用可能である。例えば、診断開始時に設定する、所定フレーム数毎に設定する、プローブ 1 2 が所定の距離以上移動した場合に設定する、プローブ 1 2 が所定時間以上停止した場合に設定する等のタイミングが例示される。

10

【 0 0 4 3 】

音速設定部 4 0 が設定した、各分割領域の最適音速は、各分割領域と対応付けされて、信号処理部 2 0 に供給され、記憶される。あるいは、最適音速は、同様に各分割領域と対応付けされて、格納部 4 8 に記憶され、制御部 4 2 が読み出して、信号処理部 2 0 に供給するようにしてもよい。

【 0 0 4 4 】

前述のように、弾性測定モードでは、音速設定用の送受信と、出力用の送受信とが、所定の周期で交互に行われる。

音速設定用の送受信の後、出力用の送受信が行われ、圧電素子アレイ 1 4 が出力用の送受信による受信信号を出力する。この受信信号は、同様に、受信回路 1 8 で処理されて受信データとされ、信号処理部 2 0 に供給される。あるいは、必要に応じて、受信データを受信データメモリ 3 6 に記憶してもよく、また、受信データメモリ 3 6 から、信号処理部 2 0 が受信データを読み出して、以下の処理を行っても良い。

20

【 0 0 4 5 】

受信データを取得した信号処理部 2 0 は、記憶している、直前の音速設定用の送受信で設定すなわち更新された各分割領域の最適音速に基づいて、受信データに、それぞれに応じた遅延補正を施して遅延補正データを生成する。

次いで、信号処理部 2 0 は、生成した遅延補正データを加算して受信フォーカス処理を行い、音線信号を生成する。

30

信号処理部 2 0 は、生成した音線信号を、弾性演算部 3 4 に供給する。さらに、信号処理部 2 0 は、この音線信号に、減衰補正および包絡線検波処理を施し、Bモード画像信号を生成する。

【 0 0 4 6 】

信号処理部 2 0 が生成したBモード画像信号は、DSC 2 4 でラスタ変換され、画像処理部 2 6 で所定の画像処理が施され、表示に対応するBモード画像信号が生成される。

【 0 0 4 7 】

ここで、前述のように、弾性測定モードでは、音速設定用の送受信と出力用の送受信とが、所定の周期で交互に行われ、超音波画像生成部 5 0 は、直前の音速設定用の送受信で更新された最適音速に基づいて音線信号を生成し、Bモード画像信号を生成する。

40

また、弾性測定モードでは、例えば表示部 3 0 への表示等に応じて、操作者は、図 2 に概念的に示すように、プローブ 1 2 によって、徐々に、被検体 M を圧迫する。

さらに、直前の音速設定用の送受信で設定された最適音速に基づいて生成された、出力用の送受信による音線信号は、弾性演算部 3 4 に供給される。

【 0 0 4 8 】

弾性演算部 3 4 は、例えば、時間的に連続する 2 つの出力用の送受信から生成された音線信号について、音線信号上の画素の相関（音線信号における同一の部位の相関）から、被検体の組織弾性を演算する。

なお、この組織弾性の演算は、圧迫の程度が異なる超音波画像（音線信号）の相関をとって、組織弾性を演算する公知の方法が利用可能であるのは、前述のとおりである。

50

【 0 0 4 9 】

例えば、弾性演算部 3 4 は、図 2 に示す変位 0 の状態における出力用の送受信から生成された音線信号と、次の出力用の送受信で生成された、変位 1 の状態における音線信号との相関から、変位 1 の状態における組織弾性を演算する。

次いで、弾性演算部 3 4 は、変位 1 の状態における音線信号と、次の出力用の送受信で生成された、変位 2 の状態における音線信号との相関から、変位 2 の状態における組織弾性を演算する。

以下、同様に、弾性演算部 3 4 は、順次、或る出力用の送受信で生成された音線信号と、その次の出力用の送受信で生成された音線信号との相関を取って、この次の出力用の送受信を行った状態における、被検体の組織弾性を演算する。

10

【 0 0 5 0 】

なお、組織弾性の演算は、時間的に連続する 2 つの出力用の送受信から生成された音線信号を用いて演算するのに限定はされず、適宜、設定された所定間隔の出力用の送受信で生成された音線信号（超音波画像）を用いて、組織弾性を演算してもよい。

【 0 0 5 1 】

弾性演算部 3 4 は、組織弾性の演算結果すなわち組織弾性の測定結果を、対応する音線信号と対応付けして、画像メモリ 3 2、画像処理部 2 6、および、表示制御部 2 8 の少なくとも 1 箇所に送る。

【 0 0 5 2 】

組織弾性の測定結果を受けた画像メモリ 3 2 は、組織弾性を測定した B モード画像信号に対応付して、組織弾性の測定結果を記憶する。

20

前述のように、画像処理部 2 6 は、出力用の送受信による、表示に対応する B モード画像を生成している。組織弾性の測定結果を受けた画像処理部 2 6 は、さらに、組織弾性の測定結果を示す表示用画像の生成、および、組織弾性の測定結果に対応する B モード画像に重畳した画像の生成の、少なくとも一方を行う。

【 0 0 5 3 】

組織弾性の測定結果は、一例として、カラースケールで表示する。

表示制御部 2 8 は、組織弾性を示すカラースケール、および、画像処理部 2 6 から供給された B モード画像や組織弾性の画像等を、表示部 3 0 に表示させる。

【 0 0 5 4 】

30

超音波診断装置による組織弾性の測定は、被検体をプローブ 1 2 で圧迫して行う。ここで、被検体内の音速は、圧迫状態に応じて異なる。すなわち、組織弾性の測定中では、被検体内の音速は、プローブ 1 2 の圧迫に応じて変動する。そのため、従来の超音波診断装置による組織弾性の測定では、不適正な音速に基づいて歪んだ音線信号が生成されてしまい、組織弾性の測定結果が、この歪みに影響されてしまう。

これに対し、本発明においては、音速を更新（再設定）して、更新した音速を用いて音線信号（超音波画像）を生成し、この適正な音速で生成された音線信号を用いて、組織弾性の測定を行う。従って、本発明によれば、適正な音速に基づいて、被検体の組織弾性を正確に測定できる。

また、本発明においては、好ましくは、組織弾性の測定結果と共に、対応する B モード画像（超音波画像）も生成するが、より好ましい態様として、この B モード画像も、更新された音速に基づいて生成する。そのため、この態様によれば、正確な組織弾性と共に、適正な音速に基づいて生成された B モード画像を観察しながら、より正確な診断を行うことができる。

40

【 0 0 5 5 】

表示部 3 0 における組織弾性の測定結果の表示は、組織弾性の測定結果のみでも良いが、好ましくは、B モード画像と共に表示する。ここで、組織弾性の測定結果と、B モード画像とは、各種の形態で表示できる。

例えば、組織弾性の測定結果と、対応する B モード画像とを並列で表示してもよい。また、組織弾性の測定結果を、対応する B モード画像に重畳して表示してもよい。また、組

50

組織弾性の測定結果を対応する B モード画像に重畳した画像と、対応する B モード画像とを並列で表示してもよい。さらに、組織弾性の測定結果と、組織弾性の測定結果を対応する B モード画像に重畳した画像とを並列で表示してもよい。あるいは、これらの表示の 2 以上を、同時に行ってもよい。

【 0 0 5 6 】

ところで、弾性測定モードにおいて、プローブ 1 2 による被検体の圧迫に変化が無い状態、すなわち、プローブ 1 2 が変位していない状態では、被検体の音速にも殆ど変化は無いと考えられる。従って、この状態において、音速を更新するのは、無駄な演算を行う結果となり、また、フレームレートの低下の原因ともなる。

そのため、超音波診断装置 1 0 においては、プローブ 1 2 に変位検出手段を設けて、弾性測定モードにおいて、プローブ 1 2 の変位に応じて超音波の送受信を制御してもよい。具体的には、弾性測定モードにおいて、プローブ 1 2 すなわち圧電素子アレイ 1 4 の変位を検出し、圧電素子アレイ 1 4 の変位が無い状態では、音速設定用の送受信を行わず、出力用の送受信のみを所定の周期で行い、最後の更新で得られた音速に基づいて、前述の被検体の組織弾性の演算あるいはさらに B モード画像の生成を行ってもよい。

【 0 0 5 7 】

圧電素子アレイ 1 4 の変位検出手段としては、例えば、プローブ 1 2 に圧力計を設けて、プローブ 1 2 に掛かる圧力の変動から、圧電素子アレイ 1 4 の変位を検出する方法が例示される。また、プローブ 1 2 に加速度センサなどの変位センサを設け、この変位センサによる測定結果から、圧電素子アレイ 1 4 の変位を検出する方法も、利用可能である。さらに、例示される。さらに、信号処理部 2 0 が生成した音線信号や画像処理部 2 6 が生成した B モード画像を解析して、画像の変動等から、圧電素子アレイ 1 4 の変位を検出する方法も、利用可能である。

【 0 0 5 8 】

以上の例では、弾性測定モードでは、音速設定用の送受信と出力用の送受信とを、交互に行い、音速設定用の送受信で得られた受信信号を用いて音速を更新し、出力用の送受信で得られた受信信号を用いて、組織弾性の測定と B モード画像の生成とを行っている。

しかしながら、本発明は、これに限定はされず、弾性測定モードでは、音速設定用の送受信のみを行い、音速設定用の送受信で得られた受信信号を用いて、音速の更新、被検体の組織弾性の測定、および、B モード画像の生成を行ってもよい。

【 0 0 5 9 】

すなわち、この態様においては、超音波診断装置 1 0 が弾性測定モードとなると、圧電素子アレイ 1 4 は音速設定用の送受信を、所定の周期で行う。

この送受信で得られた受信信号は、受信回路に 1 8 で処理されて受信データとされ、受信データメモリ 3 6 に記憶される。受信データが受信データメモリ 3 6 に記憶されると、先と同様に、信号処理部 2 0 が受信データを読み出して、音速設定部 4 0 が音速の更新を行う。音速が更新、供給されたら、信号処理部 2 0 が受信データメモリ 3 6 から受信データを読み出し、更新された音速を用いて音線信号を生成し、これ以降は、先と同様に、弾性演算部 3 4 が組織弾性を演算し、また、超音波画像生成部 5 0 が B モード画像を生成して、表示部 3 0 に表示する。

あるいは、画質の点では不利になるが、フレームレートを向上するために、B モード画像の生成のみ、直前に更新された音速ではなく、その前に更新された音速に基づいて行ってもよい。

【 0 0 6 0 】

また、本発明においては、組織弾性測定用の超音波の送受信と、弾性測定に対応する超音波画像を生成するための超音波の送受信とを、別々に、行ってもよい。この際において、超音波画像の生成は、直前に更新された音速に基づいて行うのが好ましい。

【 0 0 6 1 】

以上、本発明の超音波診断装置、組織弾性測定方法およびプログラムについて詳細に説明したが、本発明は、上述の例に限定はされず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において

10

20

30

40

50

、各種の改良や変更を行なってもよいのは、もちろんである。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 6 2 】

医療現場等で各種の診断に用いられる超音波診断に、好適に利用可能である。

【符号の説明】

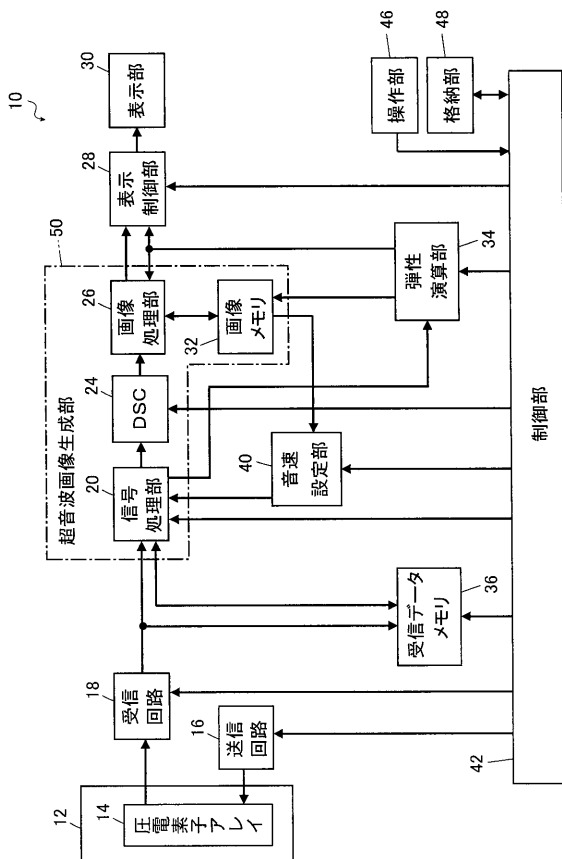
【 0 0 6 3 】

- | | |
|-----|----------|
| 1 0 | 超音波診断装置 |
| 1 2 | 超音波プローブ |
| 1 2 | プローブ |
| 1 4 | 圧電素子アレイ |
| 1 6 | 送信回路 |
| 1 8 | 受信回路 |
| 2 0 | 信号処理部 |
| 2 6 | 画像処理部 |
| 2 8 | 表示制御部 |
| 3 0 | 表示部 |
| 3 2 | 画像メモリ |
| 3 4 | 弾性演算部 |
| 3 6 | 受信データメモリ |
| 4 0 | 音速設定部 |
| 4 2 | 制御部 |
| 4 6 | 操作部 |
| 4 8 | 格納部 |
| 5 0 | 超音波画像生成部 |

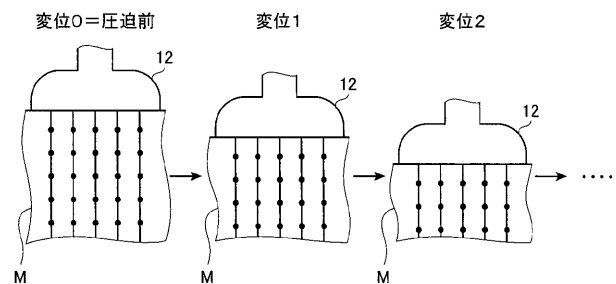
10

20

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

- (72)発明者 田辺 剛
神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士フイルム株式会社内
- (72)発明者 位田 憲昭
神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士フイルム株式会社内
- (72)発明者 中田 真
神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士フイルム株式会社内
- F ターム(参考) 4C601 DD19 EE09 HH33 KK02

专利名称(译)	超声波诊断装置，组织弹性测量方法和程序		
公开(公告)号	JP2014124220A	公开(公告)日	2014-07-07
申请号	JP2012281024	申请日	2012-12-25
[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		
[标]发明人	大田恭義 田辺剛 位田憲昭 中田真		
发明人	大田 恭義 田辺 剛 位田 憲昭 中田 真		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/485 G01S7/52042 G01S7/52071 G01S7/52074 G01S15/8915		
FI分类号	A61B8/08		
F-TERM分类号	4C601/DD19 4C601/EE09 4C601/HH33 4C601/KK02		
代理人(译)	伊藤英明		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：当在超声诊断设备中测量对象的组织弹性时，为了防止由于图像变形引起的组织弹性测量精度的降低。 解决方案：在测量对象的组织弹性时，将对象分为多个部分以设置声速，然后根据设置的声速处理并设置从压电元件阵列输出的接收信号。通过使用基于声速处理的接收信号执行组织弹性测量来解决该问题。 [选择图]图2

