

(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2013-244195

(P2013-244195A)

(43) 公開日 平成25年12月9日(2013.12.9)

(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 未請求 請求項の数 10 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2012-119914 (P2012-119914)
(22) 出願日 平成24年5月25日 (2012.5.25)(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 100083116
弁理士 松浦 憲三
(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
Fターム(参考) 4C601 DD20 EE10 JC02 JC07 JC11
JC37 KK02 KK12 KK24 LL05
LL12

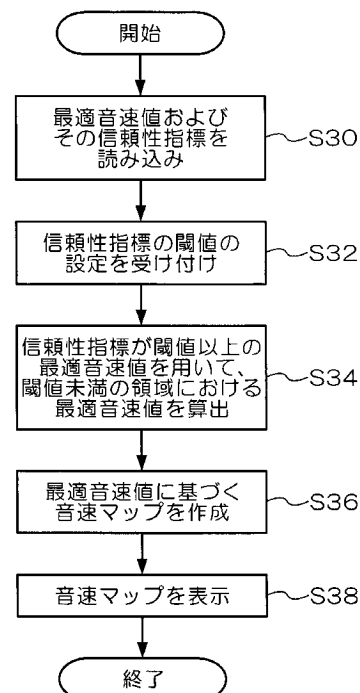
(54) 【発明の名称】 超音波信号処理装置および超音波信号処理方法

(57) 【要約】

【課題】 超音波スキャンの終了後において、被検体内の音速値の解析を容易に行うことが可能な超音波信号処理装置および超音波信号処理方法を提供する。

【解決手段】 操作部14により信頼性指標の閾値の設定が受け付けられると(ステップS32)、演算処理部28は、信頼性指標が設定された閾値以上の最適音速値を用いて閾値未満の領域における最適音速値を算出する(ステップS34)。表示演算部34は、ステップS34において算出した領域ごとの最適音速値を用いて、被検体OBJ内における音速の分布を示す音速マップを作成して(ステップS36)、表示部16に表示する(ステップS38)。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波を被検体に送信するとともに、該被検体によって反射される超音波を受信して超音波検出信号を出力する複数の素子を含む超音波探触子と、

前記超音波検出信号に基づいて被検体内の領域ごとの音速を算出する音速算出手段と、

前記超音波検出信号に基づいて前記音速の信頼性を示す信頼性指標を算出する信頼性指標算出手段と、

前記音速と該音速の信頼性指標を関連付けて保存する保存手段と、

前記信頼性指標の閾値の設定を受け付ける閾値設定手段と、

前記設定された閾値以上の信頼性指標の音速を用いて、前記被検体内における音速の分布を算出する音速分布算出手段と、

を備える超音波信号処理装置。

10

【請求項 2】

前記音速算出手段が、被検体内の着目領域における超音波画像のコントラストおよびシャープネスのうちの少なくとも一方が最も高くなる最適音速を算出する、請求項 1 記載の超音波信号処理装置。

【請求項 3】

前記信頼性指標算出手段が、前記最適音速に基づいて算出された前記被検体内の領域ごとの局所音速を算出する、請求項 2 記載の超音波信号処理装置。

20

【請求項 4】

前記音速分布算出手段が、前記設定された閾値以上の信頼性指標の音速を用いて、前記信頼性指標が閾値未満の領域における音速を補間して算出する、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の超音波信号処理装置。

【請求項 5】

前記音速分布算出手段が、前記設定された閾値以上の信頼性指標の音速のみを用いて、前記被検体内における音速の分布を示す音速画像を作成する、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の超音波信号処理装置。

【請求項 6】

超音波を被検体に送信するとともに、該被検体によって反射される超音波を受信して超音波検出信号を出力する複数の素子を含む超音波探触子により検出された超音波検出信号に基づいて被検体内の領域ごとの音速を算出する音速算出工程と、

30

前記超音波検出信号に基づいて前記音速の信頼性を示す信頼性指標を算出する信頼性指標算出工程と、

前記音速と該音速の信頼性指標を関連付けて保存する保存工程と、

前記信頼性指標の閾値の設定を受け付ける閾値設定工程と、

前記設定された閾値以上の信頼性指標の音速を用いて、前記被検体内における音速の分布を算出する音速分布算出工程と、

を備える超音波信号処理方法。

【請求項 7】

前記音速算出工程において、被検体内の着目領域における超音波画像のコントラストおよびシャープネスのうちの少なくとも一方が最も高くなる最適音速を算出する、請求項 6 記載の超音波信号処理方法。

40

【請求項 8】

前記信頼性指標算出工程において、前記最適音速に基づいて算出された前記被検体内の領域ごとの局所音速を算出する、請求項 7 記載の超音波信号処理方法。

【請求項 9】

前記音速分布算出工程において、前記設定された閾値以上の信頼性指標の音速を用いて、前記信頼性指標が閾値未満の領域における音速を補間して算出する、請求項 6 から 8 のいずれか 1 項記載の超音波信号処理方法。

【請求項 10】

50

前記音速分布算出工程において、前記設定された閾値以上の信頼性指標の音速のみを用いて、前記被検体内における音速の分布を示す音速画像を作成する、請求項6から8のいずれか1項記載の超音波信号処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は超音波信号処理装置および超音波信号処理方法に係り、特に被検体によって反射された超音波エコーを受信して超音波信号を記録する超音波信号処理装置および超音波信号処理方法に関する。

【背景技術】

10

【0002】

特許文献1には、受信フォーカス処理におけるビーム集束度に基づいて被検体内の音速をN回（Nは2以上の整数）計測した後に、N回計測した音速の平均値および信頼度を算出して表示部に表示することが開示されている（段落[0055]から[0056]、[0063]から[0064]）。

【0003】

特許文献2には、複数の音速に対応した複数の試行的遅延条件を変化させた場合における整相加算結果についての評価値の変化を表すプロファイルを、各参照領域ごとに生成することが開示されている（段落[0012]、[0037]および[0047]）。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-078124号公報

【特許文献2】特開2010-119481号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ビームフォーミング前の素子データは、被検体内の音速の補正および音速マップの作成等に有用であるが、ビームフォーミング後のラインデータと比べてデータ量が膨大である。このため、素子データを記録するためには巨大な容量のメモリが必要になる。

30

【0006】

例えば、受信チャンネル数が64ch、サンプリング周波数が40MHz、受信データの振幅を2Byteで記録する超音波信号処理装置で、240ライン、5cmの深さのデータをとる場合、ビームフォーミング後のラインデータのデータ量は、

$$2(\text{Byte}) \times 0.05(\text{m}) \times 2 / 1,540(\text{m/s}) \times 40(\text{MHz}) \times 240(\text{Line}) = 1.23(\text{MByte})$$

となる。一方、ビームフォーミング前の素子データのデータ量は、

$$1.23(\text{MByte}) \times 64(\text{ch}) = 78.72(\text{MByte})$$

となる。

【0007】

例えば、音速マップを作成するために10点の送信フォーカスの素子データを保存する場合、素子データのデータ量は、

40

$$78.72(\text{MByte}) \times 10(\text{点}) = 787.2(\text{MByte})$$

となる。上記のように、音速マップ用の素子データを1回の保存するごとに1(Giga Byte)程度のメモリ容量が必要になる。

【0008】

例えば、100フレームの音速動画を保存する場合、該音速動画に対応する素子データのデータ量は、

$$787.2(\text{MByte}) \times 100(\text{フレーム}) = 78.72(\text{GByte})$$

となる。

【0009】

50

このような膨大な素子データを保存しておくことは困難であるため、素子データを用いて超音波信号処理（例えば、音速補正、最適音速値および局所音速値の算出および表示）を行う場合には、処理を行いながら随時算出に使用した使用済みの素子データを消去することが行われている。しかしながら、素子データを消去した場合、超音波スキンの終了後に画像（例えば、Bモード画像）をフリーズさせた後に、フリーズさせたフレームの前の動画フレームに戻って再度解析を行ったり、検査の終了後に解析を行ったりすることができなかった。

【0010】

また、超音波スキンにより得られたすべての素子データを保存しておいたとしても、このような膨大な素子データの解析には時間がかかるという問題があった。

10

【0011】

特許文献1および2には、それぞれ音速の平均値の信頼度および位相整合加算結果の評価値に関する記載があるが、これらの値を過去に超音波撮像した被検体の音速値の再解析に利用するものではなかった。

【0012】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、超音波スキンの終了後において、被検体内の音速値の解析を容易に行うことが可能な超音波信号処理装置および超音波信号処理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】

【0013】

20

上記課題を解決するために、本発明の第1の態様に係る超音波信号処理装置は、超音波を被検体に送信するとともに、被検体によって反射される超音波を受信して超音波検出信号を出力する複数の素子を含む超音波探触子と、超音波検出信号に基づいて被検体内の領域ごとの音速を算出する音速算出手段と、超音波検出信号に基づいて音速の信頼性を示す信頼性指標を算出する信頼性指標算出手段と、音速と音速の信頼性指標を関連付けて保存する保存手段と、信頼性指標の閾値の設定を受け付ける閾値設定手段と、設定された閾値以上の信頼性指標の音速を用いて、被検体内における音速の分布を算出する音速分布算出手段とを備える。

【0014】

本発明の第2の態様に係る超音波信号処理装置は、上記第1の態様において、音速算出手段が、被検体内の着目領域における超音波画像のコントラストおよびシャープネスのうちの少なくとも一方が最も高くなる最適音速を算出するように構成したものである。

30

【0015】

本発明の第3の態様に係る超音波信号処理装置は、上記第2の態様において、信頼性指標算出手段が、最適音速に基づいて算出された被検体内の領域ごとの局所音速を算出するように構成したものである。

【0016】

本発明の第4の態様に係る超音波信号処理装置は、上記第1から第3の態様において、音速分布算出手段が、設定された閾値以上の信頼性指標の音速を用いて、信頼性指標が閾値未満の領域における音速を補間して算出するように構成したものである。

40

【0017】

本発明の第5の態様に係る超音波信号処理装置は、上記第1から第3の態様において、音速分布算出手段が、設定された閾値以上の信頼性指標の音速のみを用いて、被検体内における音速の分布を示す音速画像を作成するように構成したものである。

【0018】

本発明の第6の態様に係る超音波信号処理方法は、超音波を被検体に送信するとともに、被検体によって反射される超音波を受信して超音波検出信号を出力する複数の素子を含む超音波探触子により検出された超音波検出信号に基づいて被検体内の領域ごとの音速を算出する音速算出工程と、超音波検出信号に基づいて音速の信頼性を示す信頼性指標を算出する信頼性指標算出工程と、音速と音速の信頼性指標を関連付けて保存する保存工程と

50

、信頼性指標の閾値の設定を受け付ける閾値設定工程と、設定された閾値以上の信頼性指標の音速を用いて、被検体内における音速の分布を算出する音速分布算出工程とを備える。

【0019】

本発明の第7の態様に係る超音波信号処理方法は、上記第6の態様の音速算出工程において、被検体内の着目領域における超音波画像のコントラストおよびシャープネスのうちの少なくとも一方が最も高くなる最適音速を算出するように構成したものである。

【0020】

本発明の第8の態様に係る超音波信号処理方法は、上記第7の態様の信頼性指標算出工程において、最適音速に基づいて算出された被検体内の領域ごとの局所音速を算出するように構成したものである。

10

【0021】

本発明の第9の態様に係る超音波信号処理方法は、上記第6から第8の態様の音速分布算出工程において、設定された閾値以上の信頼性指標の音速を用いて、信頼性指標が閾値未満の領域における音速を補間して算出するように構成したものである。

【0022】

本発明の第10の態様に係る超音波信号処理方法は、上記第6から第8の態様の音速分布算出工程において、設定された閾値以上の信頼性指標の音速のみを用いて、被検体内における音速の分布を示す音速画像を作成するように構成したものである。

【発明の効果】

20

【0023】

本発明によれば、超音波検出信号に基づいて求めた音速とその信頼性指標を関連づけて記憶しておくことにより、超音波スキャンの終了後であっても、信頼性指標を用いた音速分布の再計算および再計算結果に基づく音速分布を示す画像（音速マップ）の作成等を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る超音波信号処理装置を示すブロック図

【図2】最適音速値とその信頼性指標を格納するためのファイル構造の例を模式的に示す図

30

【図3】最適音速値とその信頼性指標を格納するためのファイル構造の別の例を模式的に示す図

【図4】本発明の第1の実施形態に係る超音波信号処理方法の処理を示すフローチャート

【図5】保存用メモリに保存した最適音速値およびその信頼性指標を用いた解析処理の第1の実施形態を示すフローチャート

【図6】超音波画像の例

【図7】超音波画像（Bモード画像）の上に音速マップを重畳表示する例

【図8】本発明の第2の実施形態に係る超音波信号処理方法の処理を示すフローチャート

【図9】本実施形態に係る局所音速値の算出処理を模式的に示す図

【図10】保存用メモリに保存した最適音速値および最適音速値に基づいて求められた局所音速値の信頼性指標を用いた解析処理を示すフローチャート

40

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、添付図面に従って本発明に係る超音波信号処理装置および超音波信号処理方法の好ましい実施の形態について説明する。

【0026】

[第1の実施形態]

図1は、本発明の第1の実施形態に係る超音波信号処理装置を示すブロック図である。

【0027】

図1に示す超音波信号処理装置10は、超音波探触子18から被検体OBJに超音波ビ

50

ームを送信して、被検体ＯＢＪによって反射された超音波エコーを受信して記録し、超音波エコーの検出信号（超音波検出信号）から超音波画像を作成・表示する装置である。

【００２８】

制御部（制御用プロセッサ）１２は、操作部１４からの操作入力に応じて超音波信号処理装置１０の各ブロックの制御を行う。制御部１２は、超音波信号処理装置１０の各ブロックを制御するための制御プログラムを格納する記憶領域を含んでいる。

【００２９】

操作部１４は、オペレータからの操作入力を受け付ける入力デバイスである。操作部１４は、文字情報（例えば、患者情報）の入力を受け付けるキーボードと、表示部１６の画面上の領域の指定の入力を受け付けるポインティングデバイス（例えば、トラックボール、マウス、タッチパネル等）を含んでいる。さらに、操作部１４は、表示モードを切り替える表示モード切り替えボタンと、動画再生を指示するための動画再生ボタンと、超音波画像の解析・計測（例えば、組織部の歪み解析（硬さ診断）、血流の計測、組織部の動き計測、またはＩＭＴ（内膜中膜複合体厚：Intima-Media Thickness）値計測）を指示するための解析・計測ボタンを含んでいる。

【００３０】

表示部１６は、例えば、ＣＲＴ（Cathode Ray Tube）ディスプレイまたは液晶ディスプレイである。表示部１６は、超音波画像（動画および静止画）の表示、および各種の設定画面を表示する。

【００３１】

超音波探触子１８は、被検体ＯＢＪに当接させて用いるプローブであり、１次元または２次元のトランスデューサアレイを構成する複数の超音波トランスデューサ（素子）２０を含んでいる。素子２０は、送受信制御部２４から送受信部２２を介して印加される駆動信号に基づいて超音波ビームを被検体ＯＢＪに送信する。そして、各素子２０は、被検体ＯＢＪによって反射される超音波エコーを受信して検出信号（素子データ）を出力する。

【００３２】

素子２０は、例えば、圧電性を有する材料（圧電体）の両端に電極が形成されて構成された振動子を含んでいる。上記振動子を構成する圧電体としては、例えば、ＰＺＴ（チタン酸ジルコン酸鉛：Pb (lead) zirconate titanate) のような圧電セラミック、ＰＶＤＦ（ポリフッ化ビニリデン：polyvinylidene difluoride) のような高分子圧電素子を用いることができる。上記振動子の電極に電気信号を送って電圧を印加すると圧電体が伸縮し、この圧電体の伸縮により各振動子において超音波が発生する。例えば、振動子の電極にパルス状の電気信号を送るとパルス状の超音波が発生し、振動子の電極に連続波の電気信号を送ると連続波の超音波が発生する。そして、各振動子において発生した超音波が合成されて超音波ビームが形成される。また、各振動子により超音波が受信されると、各振動子の圧電体が伸縮して電気信号を発生する。各振動子において発生した電気信号は、超音波の検出信号として送受信部２２に出力される。

【００３３】

なお、超音波トランスデューサとしては、超音波変換方式の異なる複数種類の素子を用いることも可能である。例えば、超音波を送信する素子として、上記圧電体により構成される振動子を用いて、超音波を受信する素子として、超音波信号を光信号に変換して検出する光検出方式の超音波トランスデューサ（例えば、ファブリーペロー共振器、ファイバブラッググレーティング）を用いるようにしてもよい。

【００３４】

超音波探触子１８が被検体ＯＢＪに当接されて、操作部１４からの指示入力により超音波診断が開始されると、制御部１２は、送受信部２２および送受信制御部２４に制御信号を出力して、超音波ビームの被検体ＯＢＪへの送信、および被検体ＯＢＪからの超音波エコーの受信を開始させる。制御部１２は、素子２０ごとに超音波ビームの送信方向と超音波エコーの受信方向とを設定する。

【００３５】

10

20

30

40

50

さらに、制御部 12 は、超音波ビームの送信方向に応じて送信遅延パターンを選択するとともに、超音波エコーの受信方向に応じて受信遅延パターンを選択する。ここで、送信遅延パターンとは、複数の素子 20 から送信される超音波によって所望の方向に超音波ビームを形成するために駆動信号に与えられる遅延時間のパターンデータである。また、受信遅延パターンとは、複数の素子 20 によって受信される超音波によって所望の方向からの超音波エコーを抽出するために検出信号に与えられる遅延時間のパターンデータである。上記送信遅延パターンおよび受信遅延パターンはあらかじめ制御部 12 に格納されている。制御部 12 は、あらかじめ格納されているものの中から送信遅延パターンおよび受信遅延パターンを選択して、選択した送信遅延パターンおよび受信遅延パターンに従って、送受信制御部 24 を介して送受信部 22 に制御信号を出力して超音波の送受信制御を行う。

10

【0036】

送受信制御部 24 は、制御部 12 からの制御信号に応じて駆動信号を生成して、送受信部 22 を介して該駆動信号を素子 20 に印加する。このとき、送受信制御部 24 は、制御部 12 によって選択された送信遅延パターンに基づいて、各素子 20 に印加する駆動信号を遅延させる（送信フォーカス）。ここで、送受信制御部 24 は、複数の素子 20 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、各素子 20 に駆動信号を印加するタイミングを調整する（遅延させる）。なお、複数の素子 20 から一度に送信される超音波が被検体 O B J の撮像領域全体に届くように、駆動信号を印加するタイミングを調節するようにしてもよい。

20

【0037】

送受信部 22 は、各素子 20 から出力される超音波検出信号を受信して増幅する。各素子 20 と被検体 O B J 内の超音波反射源との間の距離はそれぞれ異なるため、各素子 20 に反射波が到達する時間が異なる。送受信部 22 は遅延回路を備えており、制御部 12 によっ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（仮定音速）または音速の分布に従って、反射波の到達時刻の差（遅延時間）に相当する分、各検出信号を遅延させる。

【0038】

表示モードがライブモードの場合、送受信部 22 は、遅延時間を与えた検出信号を整合加算することにより受信フォーカス処理（ビームフォーミング）を行う。例えば、被検体 O B J 内の超音波反射源と異なる位置に別の超音波反射源がある場合には、別の超音波反射源からの超音波検出信号は到達時刻が異なる。このため、上記送受信部 22 の加算回路で加算することにより、別の超音波反射源からの超音波検出信号の位相が打ち消し合う。これにより、超音波反射源からの受信信号が最も大きくなり、上記超音波反射源にフォーカスが合う。上記受信フォーカス処理によって、超音波エコーの焦点が絞り込まれた音線信号（以下、R F 信号という。）が形成される。

30

【0039】

なお、本実施形態では、送受信部 22 において受信フォーカス処理が施された検出信号を R F 信号としたが、受信フォーカス処理が施されていない検出信号を R F 信号としてもよい。この場合、受信フォーカス処理は、演算処理部 28 においてデジタル的に行われる。

40

【0040】

送受信部 22 から出力されるアナログの R F 信号は、デジタル R F 信号（以下、R F データという。）に変換される。ここで、R F データは、受信波（搬送波）の位相情報を含んでいる。上記 R F データは、素子データメモリ 26 に入力されて一時記憶される。

【0041】

素子データメモリ 26 は、上記 R F データを順次格納する。また、素子データメモリ 26 は、制御部 12 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 R F データに関連付けて格納する。

50

【 0 0 4 2 】

演算処理部（計算用プロセッサ）28は、素子データメモリ26に一次保存された素子データを一次保存用メモリ32に転送して一次保存する。ここで、素子データメモリ26と一次保存用メモリ32としては、揮発性メモリを用いることが可能である。なお、素子データメモリ26と一次保存用メモリ32は、1つのメモリで兼用してもよい。そして、演算処理部28は、上記RFデータに対して、STC（Sensitivity Time gain Control）によって、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した後、包絡線検波処理を施す。

【 0 0 4 3 】

また、演算処理部28は、被検体OBJ内の領域ごとに最適音速値および局所音速値を算出する。また、演算処理部28は、被検体OBJ内の領域ごとに算出された最適音速値に対してその信頼性を示す信頼性指標を算出する。上記最適音速値およびその信頼性指標等は演算結果保持部30に一時保存される。

10

【 0 0 4 4 】

ここで、最適音速値は、例えば、Bモード画像において、被検体OBJ内の着目領域（ROI）における画像のコントラストおよびシャープネスのうちの少なくとも一方が最も高くなる音速値として求められる。すなわち、最適音速値は、超音波探触子18から上記着目領域まで間の領域の平均音速値に対応して受信フォーカスを行うことにより求められる仮想的な音速値である。

【 0 0 4 5 】

局所音速値は、上記着目領域における音速値であり、上記最適音速値に基づいて、例えば、特開2010-099452号公報に記載の方法により求められる。

20

【 0 0 4 6 】

表示演算部34は、演算処理部28から出力されたRFデータから、Bモード画像データ（超音波エコーの振幅を点の明るさ（輝度）により表した画像データ）を生成する。上記Bモード画像データは、通常のテレビジョン信号の走査方式と異なる走査方式によって得られたものであるため、上記Bモード画像データは、通常の画像データ（例えば、テレビジョン信号の走査方式（NTSC（National Television System Committee）方式）の画像データ）に変換（ラスタ変換）される。上記画像データは、表示演算部34によって、各種の必要な画像処理（例えば、階調処理）が施された後、アナログの画像信号に変換されて表示部16に出力される。これにより、超音波探触子18によって撮影された超音波画像（動画）が表示部16に表示される。

30

【 0 0 4 7 】

操作部14が動画再生の指示入力を受け付けると、制御部12は、超音波信号処理装置10の動作モードを動画再生モードに切り替える。動画再生モード時には、演算処理部28は、制御部12からの指令に従って、一次保存用メモリ32からRFデータを読み出して、所定の処理（ライブモード時と同様の処理）を施して画像データに変換した後、アナログの画像信号に変換されて表示部16に出力される。これにより、一次保存用メモリ32に格納されたRFデータに基づく超音波画像（動画または静止画）が表示部16に表示される。

40

【 0 0 4 8 】

ライブモードまたは動画再生モード時において、超音波画像（動画）が表示されているときに操作部14からフリーズの指示が入力されると、フリーズボタン押下時に表示されている超音波画像が表示部16に静止画表示される。これにより、オペレータは、着目領域（ROI：Region of Interest）の静止画を表示させて観察することができる。

【 0 0 4 9 】

表示演算部34は、ライブモードまたは動画再生モード時において、操作部14からの操作入力に応じて、被検体OBJ内における音速の分布を示す画像（音速マップ）を作成して表示部16に出力する。音速マップは、演算結果保持部30に一時保存された最適音速値およびその信頼性指標に基づいて作成される。この音速マップの表示の態様は、操作

50

部 1 4 による表示モードの設定によりオペレータが選択可能となっている。表示モードとしては、例えば、超音波画像（断層像、B モード画像）と音速マップを表示部 1 6 の画面に並べて表示するモード、超音波画像と音速マップを重畳して表示するモード（例えば、音速値に応じて色分けまたは輝度を変化させる表示、音速値が等しい点を線で結ぶ表示）、B モード画像を上に音速値を数値として表示するモード等がある。なお、音速マップを表示するときは、音速マップの近傍に、音速値と音速マップ中のコントラストまたは色相の対応関係を示すスケールが表示されるようにしてもよい。

【 0 0 5 0 】

保存用メモリ 3 6 は、最適音速値とその信頼性指標を関連付けて保存する。

【 0 0 5 1 】

図 2 および図 3 は、最適音速値とその信頼性指標を格納するためのファイル構造の例を模式的に示す図である。

【 0 0 5 2 】

図 2 に示す例では、最適音速値およびその信頼性指標は、B モード画像を格納するためのファイル（以下、検査済みデータ保存用ファイル F 1 という。）の中に、付属情報（例えば、ヘッダ情報）として格納されている。

【 0 0 5 3 】

図 3 に示す例では、最適音速値およびその信頼性指標は、専用の検査済みデータ保存用ファイル F 2 に格納されている。また、検査済みデータ保存用ファイル F 2 には、B モード画像への格納場所情報（リンク情報）が付属情報の中に格納されている。なお、検査済みデータ保存用ファイル F 2 は、B モード画像のファイルと関連づけられて保存されるようにしてもよいし、最適音速値が算出された領域ごとの輝度値を格納していてもよい。

【 0 0 5 4 】

なお、最適音速値とその信頼性指標を格納するためのファイル構造は、図 2 および図 3 の例に限定されるものではない。また、検査済みデータ保存用ファイル F 1 および F 2 には、例えば、被検体 O B J に関する情報（例えば、被検体 O B J（患者）の識別情報、素子データの保存日時等）、超音波の送受信条件に関する情報（例えば、送受信モード、周波数、送受信レート、送受信アドレス、各素子データに対応する送信フォーカス位置の座標および深度情報等）が付属情報として格納されるようにしてもよい。

【 0 0 5 5 】

[超音波信号処理]

図 4 は、本発明の第 1 の実施形態に係る超音波信号処理方法の処理を示すフローチャートである。

【 0 0 5 6 】

まず、超音波探触子 1 8 から被検体 O B J 内に超音波ビームが送信されて、被検体 O B J 内から反射された超音波エコーが超音波探触子 1 8 によって受信される。これにより、超音波検出信号が取得される（ステップ S 1 0）。この超音波検出信号は、素子データメモリ 2 6 に一時保存される。

【 0 0 5 7 】

次に、演算処理部 2 8 は、超音波スキャンされた領域について、領域（点）ごとに最適音速値を算出する（ステップ S 1 2）。最適音速値は、例えば、B モード画像において、被検体 O B J 内の着目領域（R O I）における画像のコントラストおよびシャープネスのうちの少なくとも一方が最も高くなる音速値として算出される。

【 0 0 5 8 】

次に、演算処理部 2 8 は、領域ごとの最適音速値の信頼性指標を算出する（ステップ S 1 4）。ここで、信頼性指標は、例えば、超音波検出信号をビームフォーミングして得られる R F 信号の振幅値をその最適音速値を用いて規格化した指標、素子データの波形の歪み度を規格化した指標である。

【 0 0 5 9 】

表示演算部 3 4 は、ステップ S 1 2 において算出した領域ごとの最適音速値を用いて、

10

20

30

40

50

被検体 O B J 内における音速の分布を示す音速マップを作成して（ステップ S 1 6）、表示部 1 6 に表示する（ステップ S 1 8）。

【 0 0 6 0 】

また、演算処理部 2 8 は、ステップ S 1 2 から S 1 4 において算出した領域ごとの最適音速値とその信頼性指標を関連づけて保存用メモリ 3 6 に保存する（ステップ S 2 0）。

【 0 0 6 1 】

[信頼性指標を用いた解析処理]

図 5 は、保存用メモリ 3 6 に保存した最適音速値およびその信頼性指標を用いた解析処理を示すフローチャートである。

【 0 0 6 2 】

被検体 O B J に関する情報（例えば、被検体 O B J（患者）の識別情報、素子データの保存日時等）が操作部 1 4 から入力されると、制御部 1 2 は、該被検体 O B J に関する情報に対応する検査済みデータ保存用ファイルを保存用メモリ 3 6 から読み込んで、最適音速値およびその信頼性指標を読み込む（ステップ S 3 0）。この最適音速値とその信頼性指標は、B モード画像とともに、表示部 1 6 に表示される。

【 0 0 6 3 】

操作部 1 4 により信頼性指標の閾値の設定が受け付けられると（ステップ S 3 2）、演算処理部 2 8 は、信頼性指標が設定された閾値以上の最適音速値を用いて閾値未満の領域における最適音速値を算出する（ステップ S 3 4）。

【 0 0 6 4 】

表示演算部 3 4 は、ステップ S 3 4 において算出した領域ごとの最適音速値を用いて、被検体 O B J 内における音速の分布を示す音速マップを作成して（ステップ S 3 6）、表示部 1 6 に表示する（ステップ S 3 8）。

【 0 0 6 5 】

図 6 は、超音波画像の例を示している。図 6 に示す例では、領域 R 1 における最適音速値およびその信頼性指標がそれぞれ 1450 m/s 、 0.8 、領域 R 2 における最適音速値およびその信頼性指標がそれぞれ 1800 m/s 、 0.2 、領域 R 3 における最適音速値およびその信頼性指標がそれぞれ 1550 m/s 、 0.9 である。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 3 2 において設定された閾値が 0.5 の場合、領域 R 2 における最適音速値は、領域 R 2 の周囲の領域 R 1、R 3 等における最適音速値と、領域 R 2 と周囲の領域 R 1、R 3 等との距離に基づいて補間演算により求められる。そして、検査済みデータ保存用ファイルに格納されている領域 R 2 の最適音速値 1800 m/s は、ステップ S 3 6 における音速マップの作成には使用されない。

【 0 0 6 7 】

図 7 は、超音波画像（B モード画像）I M G 1 の上に音速マップ I M G 2 を重畳表示する例を示している。図 7 において、X 軸はスキャン方向（素子 2 0 の配列方向）を示しており、Z 軸は被検体 O B J 内における深度方向を示している。なお、図中の符号 B 1 は、音速マップ I M G 2 における音速値と色の対応関係を示すスケールである。

【 0 0 6 8 】

図 7 に示す音速マップ I M G 2 において、最適音速値の信頼性指標がステップ S 3 2 において設定された閾値以上の領域 R 1 0 には、最適音速値に対応する色が付されている。一方、最適音速値の信頼性指標が閾値未満の領域 R 1 2 には、最適音速値に対応する色が付されていない。

【 0 0 6 9 】

本実施形態によれば、最適音速値とその信頼性指標を関連づけて記憶しておくことにより、超音波スキャンの終了後であっても、信頼性指標を用いた最適音速値の再計算および再計算結果に基づく最適音速値の音速マップの作成等を行うことができる。

【 0 0 7 0 】

[第 2 の実施形態]

10

20

30

40

50

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。なお、以下の説明において、上記第1の実施形態と同様の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。

【0071】

図8は、本発明の第2の実施形態に係る超音波信号処理方法の処理を示すフローチャートである。

【0072】

まず、超音波探触子18から被検体OBJ内に超音波ビームが送信されて、被検体OBJ内から反射された超音波エコーが超音波探触子18によって受信される。これにより、超音波検出信号が取得される(ステップS50)。この超音波検出信号は、素子データメモリ26に一時保存される。

【0073】

次に、演算処理部28は、超音波スキャンされた領域について、領域(点)ごとに最適音速値を算出する(ステップS52)。そして、演算処理部28は、上記領域ごとの最適音速値に基づいて、被検体OBJ内の着目領域(着目点) X_{ROI} ごとの局所音速値を算出する(ステップS54)。

【0074】

図9は、本実施形態に係る局所音速値の算出処理を模式的に示す図である。図9(a)および図9(b)において、X軸はスキャン方向(素子20の配列方向)を示しており、Z軸は被検体OBJ内における深度方向を示している。図9(b)における着目点 X_{ROI} と点A1, A2, ..., Anの間の領域Aにおける音速Vaと、点A1, A2, ..., Anと超音波探触子18の間の領域Bにおける音速Vbはいずれも一定と仮定する。なお、図9(b)において、領域Aと領域Bの境界S1は直線状であるが、曲線状または不規則な形状であってもよい。

【0075】

図9(a)に示す受信波 W_x は、着目点 X_{ROI} (局所音速値の算出対象)における最適音速値に基づいて、着目点 X_{ROI} を反射点としたときに受信される受信波である。

【0076】

図9(b)に示す合成受信波 W_{SUM} は、着目点 X_{ROI} から伝播した超音波が点A1, A2, ..., Anを通して受信される受信波(それぞれ $W_{A1}, W_{A2}, \dots, W_{An}$)を合成して得られる合成受信波である。着目点 X_{ROI} から点A1, A2, ..., Anまでの距離をそれぞれ $X_{ROI}A1, X_{ROI}A2, \dots, X_{ROI}An$ とすると、着目点 X_{ROI} からの超音波が点A1, A2, ..., Anに到達するまでの時間は、それぞれ $X_{ROI}A1/Va, X_{ROI}A2/Va, \dots, X_{ROI}An/Va$ となる。また、点A1, A2, ..., Anから発した超音波が超音波探触子の素子面S2に到達するときの受信波形は、各点における最適音速値に基づいて算出される。合成受信波 W_{SUM} は、点A1, A2, ..., Anからそれぞれ遅延 $X_{ROI}A1/Va, X_{ROI}A2/Va, \dots, X_{ROI}An/Va$ で発した反射波(超音波エコー)を合成することにより求めることができる。

【0077】

ホイヘンスの原理によれば、受信波 W_x と合成受信波 W_{SUM} は一致する。このため、受信波 W_x と合成受信波 W_{SUM} の差が最小になる音速値Vaを着目点 X_{ROI} (領域A)における局所音速値とする。受信波 W_x と合成受信波 W_{SUM} の差は、例えば、受信波 W_x と合成受信波 W_{SUM} の各素子20における受信波形ないし受信時刻の相互相関をとる方法等により求められる。

【0078】

なお、図9(a)および図9(b)に示す例では、超音波探触子18から着目点 X_{ROI} までの領域をZ方向の2層の領域に分けて局所音速値を求めているが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、Z方向に3層以上の領域に分けて、超音波探触子18側の層から順番に局所音速値を求めるようにしてもよい。また、最適音速値が相互に異なる複数の領域をX方向に想定して局所音速値を求めるようにしてもよい。

【0079】

10

20

30

40

50

次に、演算処理部 28 は、着目点 X_{ROI} ごとの局所音速値の信頼性指標を算出する（ステップ S56）。ここで、局所音速値の信頼性指標は、例えば、上記 1 または複数の領域（点 $A_1, \dots, A_n, X_{ROI}$ （すなわち、上記着目点 X_{ROI} における局所音速値を求めるために使用した点））における最適音速値を求めるときに取得した超音波検出信号をビームフォーミングして得られる RF 信号の振幅値の平均値を求め、上記着目点 X_{ROI} における局所音速値を用いて規格化することにより算出することができる。また、上記 1 または複数の領域（点 $A_1, \dots, A_n, X_{ROI}$ ）における最適音速値を求めるときに取得した素子データの波形の歪み度の平均値を規格化した指標である。

【0080】

表示演算部 34 は、ステップ S12 において算出した領域ごとの局所音速値を用いて、被検体 OBJ 内における音速の分布を示す音速マップを作成して（ステップ S58）、表示部 16 に表示する（ステップ S60）。

10

【0081】

また、演算処理部 28 は、ステップ S52 から S14 において算出した領域ごとの最適音速値と局所音速値および該局所音速値の信頼性指標を関連づけて保存用メモリ 36 に保存する（ステップ S62）。

【0082】

図 10 は、保存用メモリ 36 に保存した最適音速値および最適音速値に基づいて求められた局所音速値の信頼性指標を用いた解析処理を示すフローチャートである。

【0083】

20

被検体 OBJ に関する情報（例えば、被検体 OBJ（患者）の識別情報、素子データの保存日時等）が操作部 14 から入力されると、制御部 12 は、該被検体 OBJ に関する情報に対応する検査済みデータ保存用ファイルを保存用メモリ 36 から読み込んで、最適音速値および最適音速値に基づいて求められた局所音速値の信頼性指標を読み込む（ステップ S70）。この最適音速値とその信頼性指標は、B モード画像とともに、表示部 16 に表示される。

【0084】

操作部 14 により信頼性指標の閾値の設定が受け付けられると（ステップ S72）、演算処理部 28 は、信頼性指標が設定された閾値以上の局所音速値を用いて閾値未満の領域における局所音速値を算出する（ステップ S74）。

30

【0085】

表示演算部 34 は、ステップ S74 において算出した領域ごとの局所音速値を用いて、被検体 OBJ 内における音速の分布を示す音速マップを作成して（ステップ S76）、表示部 16 に表示する（ステップ S78）。

【0086】

なお、信頼性指標が閾値未満の局所音速値を音速マップに表示しないようにしてもよい。

【0087】

本実施形態によれば、最適音速値と、その最適音速値を用いて算出した局所音速値およびその信頼性指標を関連づけて記憶しておくことにより、超音波スキャンの終了後であっても、信頼性指標を用いた局所音速値の再計算および再計算結果に基づく局所音速値の音速マップの作成等を行うことができる。

40

【0088】

なお、上記の実施形態では、超音波トランスデューサ（素子 20）が 1 次元に配置されている例について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、上記の各実施形態は、超音波トランスデューサが 2 次元に配置されている場合や、超音波トランスデューサが平面でなく任意の曲面状（例えば、被検体 OBJ に対して凸のコンベックス面状）に配置されている場合にも適用できる。

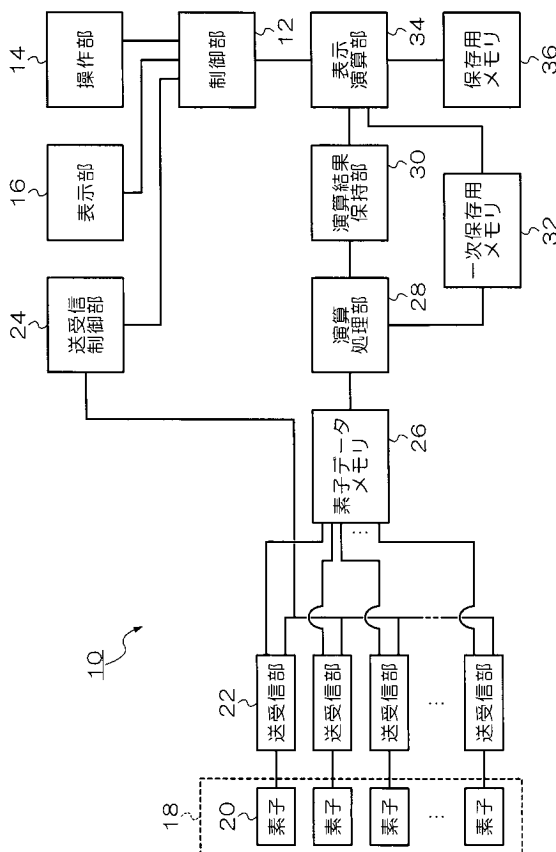
【符号の説明】

【0089】

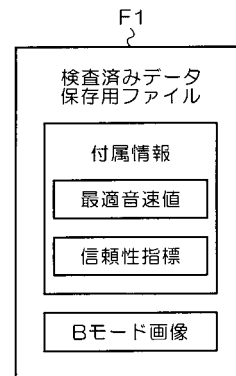
50

10 ... 超音波信号処理装置、12 ... 制御部（制御用プロセッサ）、14 ... 操作部、16 ... 表示部、18 ... 超音波探触子（プローブ）、20 ... 超音波トランスデューサ（素子）、22 ... 送受信部、24 ... 送受信制御部、26 ... 素子データメモリ、28 ... 演算処理部（計算用プロセッサ）、30 ... 演算結果保持部、32 ... 一次保存用メモリ、34 ... 表示演算部、36 ... 保存用メモリ

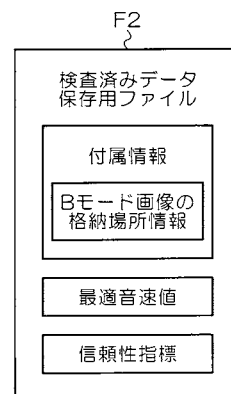
【図1】



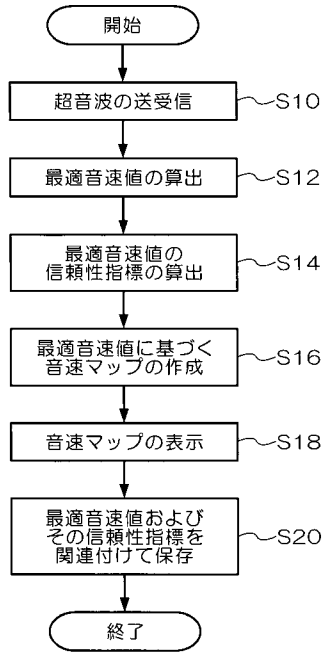
【図2】



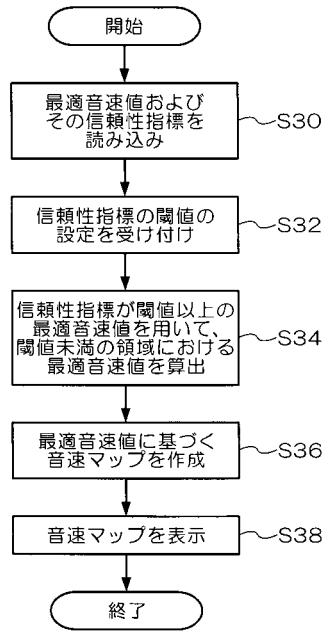
【図3】



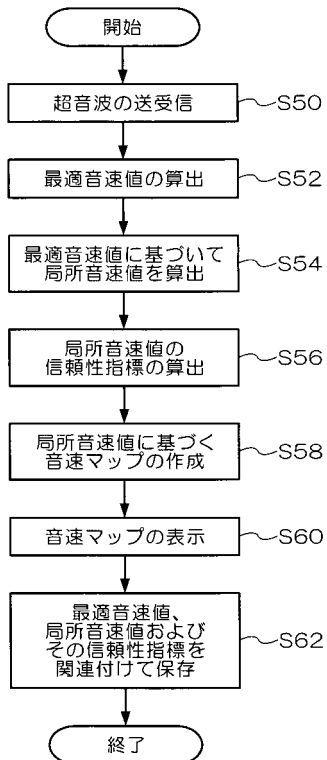
【図 4】



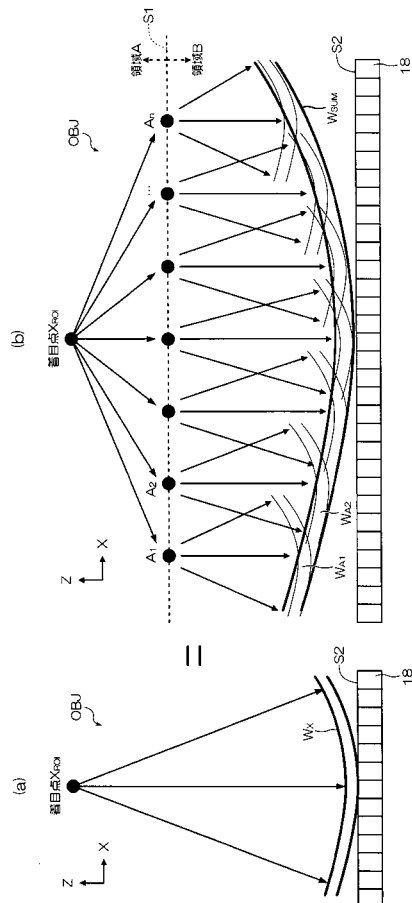
【図 5】



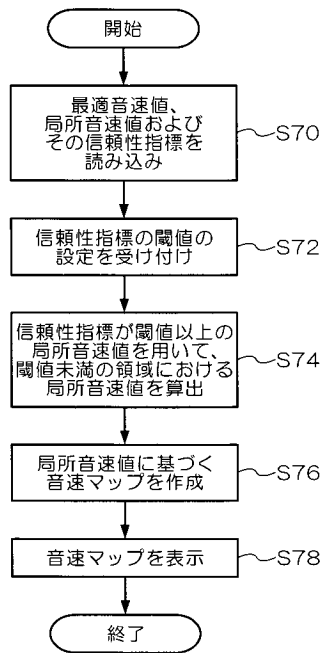
【図 8】



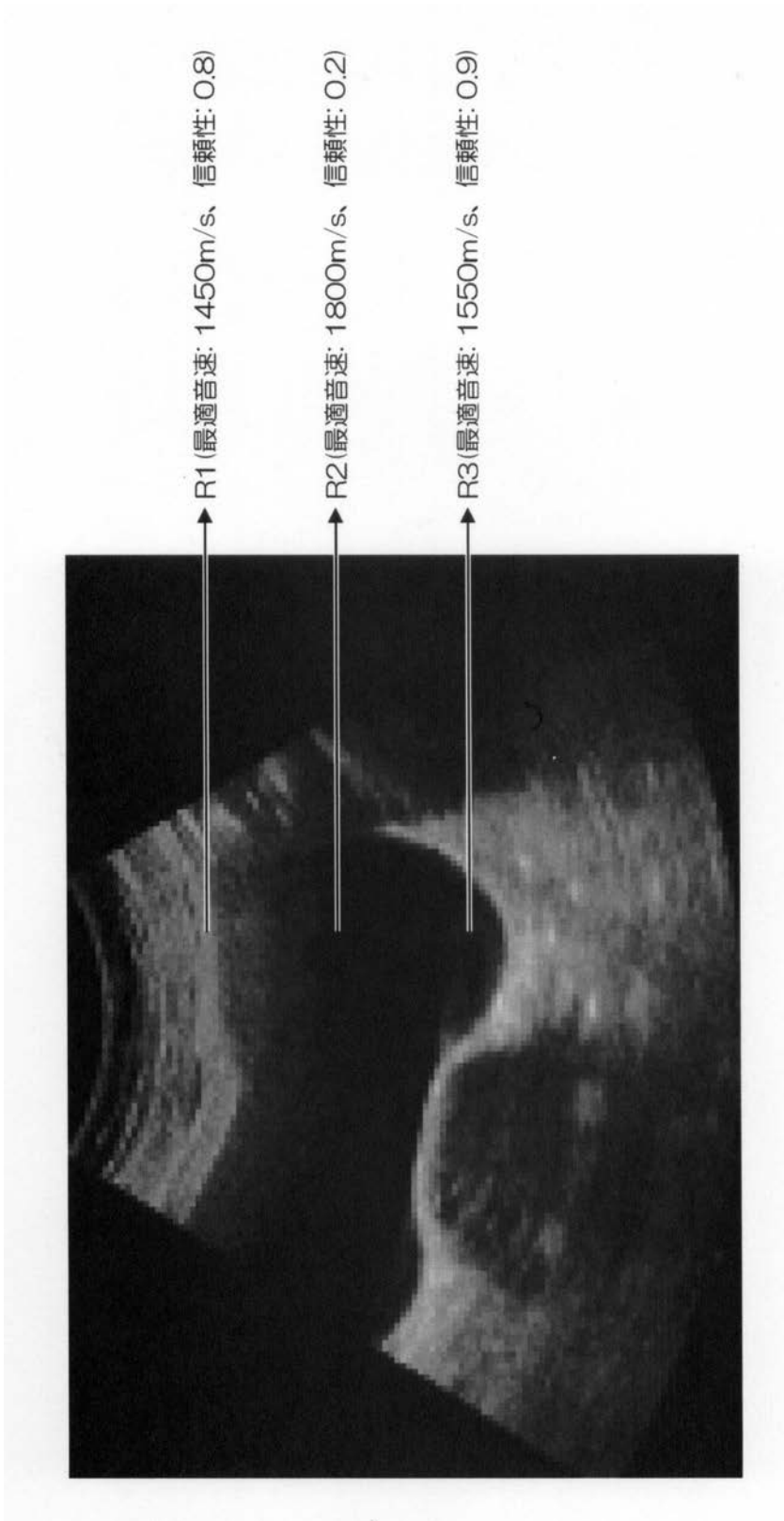
【図 9】



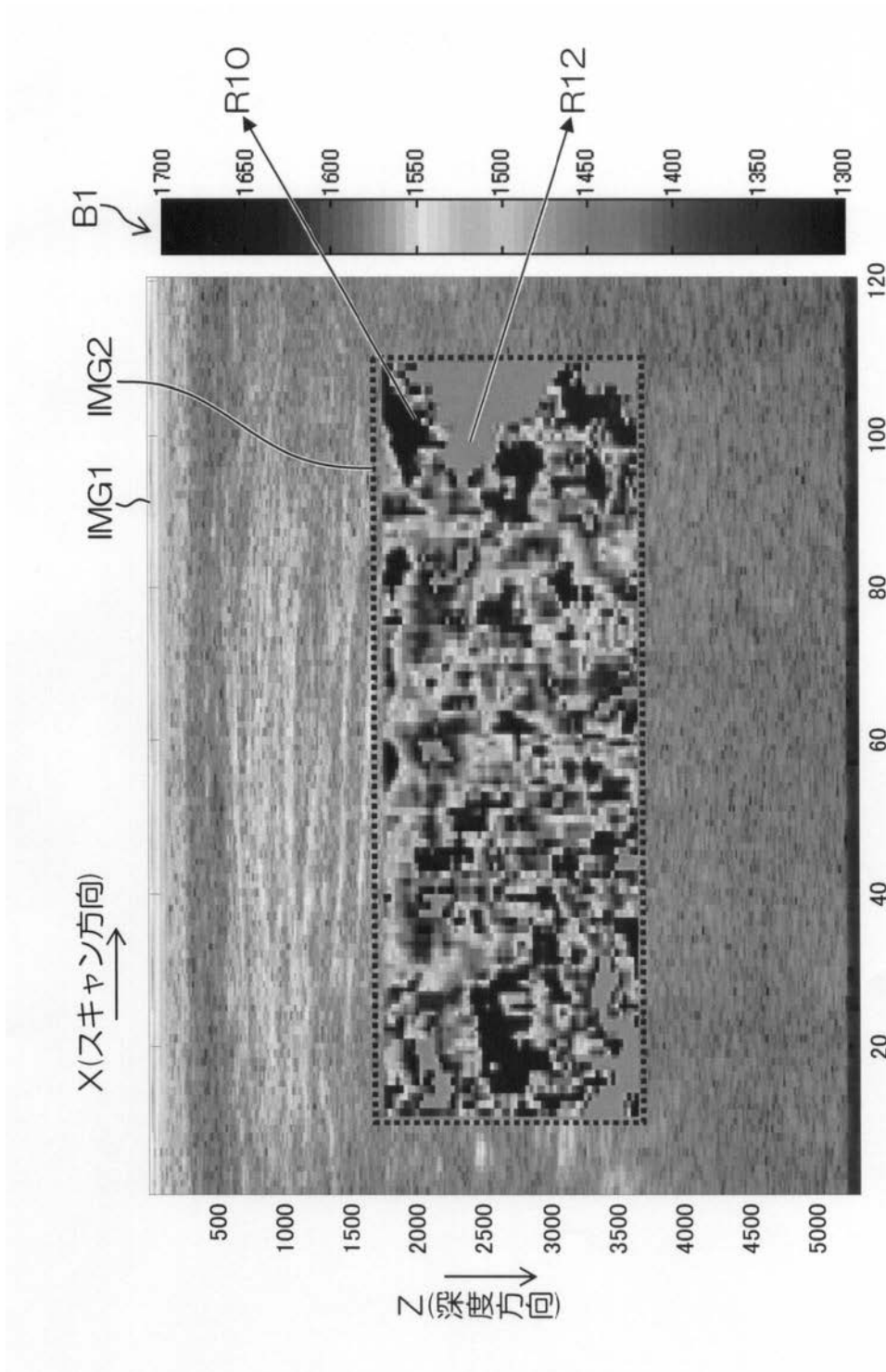
【図 10】



【 図 6 】



【図 7】



专利名称(译)	超声波信号处理装置和超声波信号处理方法		
公开(公告)号	JP2013244195A	公开(公告)日	2013-12-09
申请号	JP2012119914	申请日	2012-05-25
[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	宮地幸哉		
发明人	宮地 幸哉		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/DD20 4C601/EE10 4C601/JC02 4C601/JC07 4C601/JC11 4C601/JC37 4C601/KK02 4C601/KK12 4C601/KK24 4C601/LL05 4C601/LL12		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种超声波信号处理装置和超声波信号处理方法，其能够在超声波扫描完成后容易地分析对象中的声速值。解决方案：当操作部分14接受设置可靠性指标的阈值时（步骤S32），算术处理部分28使用等于或高于可靠性指标的设定阈值的最佳声速值，（步骤S34）。使用在步骤S34中计算的每个区域的最佳声速值，显示计算单元34创建指示对象OBJ中的声速分布的声速图（步骤S36）并将其显示在显示单元16上（步骤S38）。点域5

