

(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2014-140410

(P2014-140410A)

(43) 公開日 平成26年8月7日(2014.8.7)

(51) Int.Cl.
A61B 8/00 (2006.01)F1
A61B 8/00テーマコード (参考)
4C601

審査請求 有 請求項の数 28 O L (全 37 頁)

(21) 出願番号 特願2013-9274 (P2013-9274)
(22) 出願日 平成25年1月22日 (2013.1.22)(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

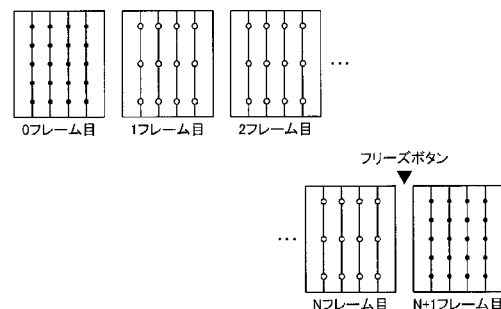
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置、超音波画像生成方法およびプログラム

(57) 【要約】

【課題】超音波診断装置において、フリーズや画質変更などの各種の操作に対応して、適正に遅延補正が行われた高画質な超音波画像を生成する。

【解決手段】フリーズの指示、観察対象範囲の指示、画質の変更指示、および、画像モードの変更指示に応じて、音速を設定するための超音波の送受信を行い、この音速設定用の送受信で得られた受信信号を用いて被検体の音速を設定し、設定した音速に基づいて、超音波の送受信で得られた受信信号を処理して超音波画像を生成することにより、前記課題を解決する。

【選択図】図4



【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、

前記記憶部が記憶した受信信号を用いて前記被検体の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または前記記憶部から読み出した受信信号を、前記音速設定手段が設定した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

10

表示手段と、

前記表示手段に静止画を表示させるフリーズ手段、前記表示手段に表示された超音波画像の観察対象範囲を指示する観察対象範囲指示手段、前記超音波画像の画質を変更する画質変更手段、および、前記超音波画像の画像モードを変更させるモード変更手段を備える操作手段とを有し、

かつ、前記制御手段は、前記フリーズ手段による静止画の表示指示、観察対象範囲指示手段による観察対象範囲の指示、画質変更手段による画質の変更指示、および、前記モード変更手段による画像モードの変更指示の、少なくとも1つの指示に対応して、指示が行われたら、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、

20

前記音速設定手段は、前記音速設定用の超音波の送受信による受信信号を用いて前記被検体の音速を設定して、音速を更新し、

前記画像生成手段は、前記更新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し、

前記表示手段は、前記更新された音速に基づく処理で生成された超音波画像を表示することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

前記制御手段は、前記フリーズ手段による静止画の表示指示、観察対象範囲指示手段による観察対象範囲の指示、画質変更手段による画質の変更指示、および、モード変更手段による画像モードの変更指示の、いずれかの指示が行われたら、前記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る請求項 1 に記載の超音波診断装置。

30

【請求項 3】

前記制御手段は、前記指示が行われたら、その直後に、前記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】

前記音速設定手段は、前記被検体を複数の領域に分割して、各分割領域毎に音速を設定するものであり、

前記画像生成手段は、この分割領域毎に設定された音速に基づいて前記受信信号を処理して超音波画像を生成する請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

40

前記画像生成手段は、前記フリーズ手段による静止画の表示指示に応じて、前記音速設定用の送受信による受信信号を、前記更新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 1 ~ 4 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記画像生成手段は、前記フリーズ手段による静止画の表示指示に応じて、前記音速設定用の送受信よりも前の超音波の送受信で前記圧電素子アレイが出力した受信信号を、前記更新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 1 ~ 5 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記画像生成手段は、少なくとも前記音速設定用の送受信の直前の送受信で前記圧電素

50

子アレイが出力した受信信号を、前記更新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 6 に記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

前記画像生成手段は、前記フリーズ手段による静止画の表示指示に応じて、前記音速設定用の送受信よりも前の超音波の送受信で前記圧電素子アレイが出力した受信信号を、前記更新された音速に基づいて処理して生成した音速更新後の超音波画像、および、前記音速の更新前に設定されていた音速に基づいて処理して生成した音速更新前の超音波画像を生成し、

前記表示手段は、この音速更新後の超音波画像および音速更新前の超音波画像を表示する請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の超音波診断装置。

10

【請求項 9】

前記操作手段が、前記音速更新後の超音波画像および音速更新前の超音波画像の何れかを選択する選択手段を有し、

前記表示手段は、前記選択手段による選択が行われた場合には、選択された側の超音波画像のみを表示する請求項 8 に記載の超音波診断装置。

【請求項 10】

前記観察対象範囲指示手段が、観察深度の変更手段および関心領域の設定手段の少なくとも一方を備える請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 11】

前記関心領域の設定手段が、関心領域の確定手段を有し、

20

前記制御手段は、前記確定手段によって関心領域が確定された際に、前記指示が行われたとして、前記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る請求項 10 に記載の超音波診断装置。

【請求項 12】

前記関心領域の設定手段が、関心領域の移動手段および関心領域のサイズ変更手段を有し、

前記制御手段は、前記関心領域の設定が指示されている状態で、所定時間、前記移動手段およびサイズ変更手段による操作が行われなかった場合に、前記指示が行われたとして、前記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る請求項 10 または 11 に記載の超音波診断装置。

30

【請求項 13】

前記観察深度の変更手段は、観察深度を拡大および縮小する拡縮手段を有し、

前記音速設定手段は、前記拡縮手段によって拡大もしくは縮小された領域に対してのみ、前記音速の更新を行う請求項 10 ～ 12 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 14】

前記観察対象範囲指示手段によって観察対象範囲の指示が行われたら、前記音速設定手段は、前記指示された観察領域に対応して音速設定用の送信焦点を形成する、前記音速設定用の超音波の送受信を行い、

前記音速設定手段は、前記指示された観察領域に対応して、被検体の音速を設定、更新する請求項 1 ～ 13 のいずれかに記載の超音波診断装置。

40

【請求項 15】

前記画質変更手段は、前記超音波画像の所定領域の画質を変更させる指示を行ふものであり、

かつ、前記画質指示手段によって前記所定領域の画質変更が指示されたら、前記制御手段は、前記所定領域に対して、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、

前記音速設定手段は、前記音速設定用の超音波の送受信による受信信号を用いて前記所定領域の音速を設定して、音速を更新する請求項 1 ～ 14 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 16】

50

前記画質変更手段による画質の変更指示に応じた超音波画像の画質の変更を、前記受信信号を増幅する際の増幅率の変更、および、前記画像生成手段における画像処理の少なくとも一方によって行う請求項 1 ~ 15 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 17】

前記画質変更手段は、予め設定された深度領域毎に前記画質の変更を指示する機能を有し、前記音速設定手段は、前記画質変更手段によって画質を変更する深度領域が指示された場合には、この画質変更を指示された深度領域のみの音速の更新を行う請求項 15 または 16 に記載の超音波診断装置。

【請求項 18】

前記画質変更手段が、超音波画像のゲインの調節手段、ダイナミックレンジの調節手段、階調カーブ処理手段、シャープネスの調節手段、および、スペckルノイズの除去処理調節手段の少なくとも 1 つを有する請求項 1 ~ 17 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 19】

前記画像モードは、基本波モード、ティッシュハーモニックモード、およびコンパウンドハーモニックモードのいずれかである請求項 1 ~ 18 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 20】

前記画像生成手段は、前記音速設定用の送受信による受信信号を、前記更新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 1 ~ 19 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 21】

超音波画像を生成するに際し、

静止画の表示を指示するフリーズの指示、超音波画像の観察対象範囲の指示、超音波画像の画質を変更する指示、および、超音波画像の画像モードを変更する指示の、少なくとも 1 つに対応して、指示が行われたら、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い、

この音速設定用の送受信で得られた受信信号を用いて被検体の音速を設定し、

この音速に基づいて超音波の受信信号を処理して超音波画像を生成し、

この超音波画像を表示することを特徴とする超音波画像生成方法。

【請求項 22】

前記静止画の表示を指示するフリーズの指示、超音波画像の観察対象範囲の指示、超音波画像の画質を変更する指示、および、超音波画像の画像モードを変更する指示の、いずれかの指示が行われたら、前記音速設定用の超音波の送受信を行い、前記被検体の音速を設定する請求項 21 に記載の超音波画像生成方法。

【請求項 23】

前記指示が行われたら、その直後に、前記音速設定用の超音波の送受信を行い、前記被検体の音速を設定する請求項 21 または 22 に記載の超音波画像生成方法。

【請求項 24】

前記音速は、被検体を複数に分割した分割領域毎に設定されるものであり、

前記超音波画像は、各分割領域毎の音速に基づいて生成される請求項 21 ~ 23 のいずれかに記載の超音波画像生成方法。

【請求項 25】

超音波診断装置に超音波画像を表示させるためのプログラムであって、

静止画の表示を指示するフリーズの指示、超音波画像の観察対象範囲の指示、超音波画像の画質を変更する指示、および、超音波画像の画像モードを変更する指示の、少なくとも 1 つに対応して、指示が行われたら、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う送受信ステップ、

前記送受信ステップで得られた受信信号を用いて被検体の音速を設定する音速設定ステップ、

前記音速設定ステップで設定された音速に基づいて、超音波の受信信号を処理して超音

10

20

30

40

50

波画像を生成する画像生成ステップ、および、

前記画像生成ステップで生成された超音波画像を表示手段に表示させる表示ステップ、
をコンピュータに実行させるプログラム。

【請求項 26】

前記送受信ステップでは、静止画の表示を指示するフリーズの指示、超音波画像の観察
対象範囲の指示、超音波画像の画質を変更する指示、および、超音波画像の画像モードを
変更する指示の、いずれかの指示が行われたら、前記音速設定用の送受信を行う請求項 2
5 に記載のプログラム。

【請求項 27】

前記送受信ステップでは、前記指示が行われたら、その直後に、前記音速設定用の送受
信を行う請求項 25 または 26 に記載のプログラム。

【請求項 28】

前記音速設定ステップは、被検体を複数に分割した分割領域毎に音速を設定するもので
あり、

前記画像生成ステップは、各分割領域毎に設定された音速に基づいて前記超音波画像を
生成するものである請求項 25 ~ 27 のいずれか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、超音波画像装置において、フリーズ
や画質の変更等の各種の操作が行われた際に、高画質な超音波画像を安定して表示するこ
とを可能にする超音波診断装置、超音波画像生成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
素子毎に、位置等に応じた遅延時間を用いた遅延補正を行い、遅延補正によって位相を合
わせ整合加算を行って音線信号（音線データ）を生成することにより、歪みの無い適正な
超音波画像を生成している。

【0004】

この遅延補正は、被検体内における超音波の音速（以下、単に『音速』とも言う）を用
いて行われる。ここで、従来の超音波診断装置では、この音速は一定であると仮定して、
装置全体として設定された超音波音速値は或る値（例えば、1530 m / s e c）に固定
されていた。

しかし、生体内の脂肪層、筋肉層等の組織の違いにより音速は異なるので、被検体内に
おける超音波の音速は一樣ではない。また、太った被検者と、やせた被検者とでは、脂肪
層や筋肉層の厚さが異なる。

【0005】

そのため、超音波の音速を固定していた従来の超音波装置では、被検体内の実際の音速
と、設定した音速とが異なることが、往々にして生じる。

10

20

30

40

50

設定した音速と実際の音速とが異なると、遅延補正を正確に行うことはできない。その結果、生成した超音波画像が実際の被検体に対して歪んでしまうなど、超音波画像の画質が劣化するという問題がある。

【0006】

これに対し、特許文献1には、被検体内（超音波画像）を複数に分割するように着目領域を設定して、各着目領域毎に、音速を設定する超音波診断装置が記載されている。具体的には、この装置では、着目領域に対応する送信焦点を形成する超音波の送受信を行い、複数の音速を設定して遅延補正や整合加算を行って、着目領域のフォーカス指標（例えば鮮鋭度など）を算出し、最も高いフォーカス指標が得られた音速を、着目領域における音速として設定している。

10

特許文献1に記載される超音波診断装置によれば、被検体の個体差や被検体内における各部位等に対応して、正確な音速を設定して遅延補正を行い、歪み等の無い高画質な超音波画像を生成できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2011-92686号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

20

ここで、被検体の音速は、筋肉等の組織の状態に応じて変動する。また、プローブの位置が変われば、プローブが当接している領域における被検体の音速も変わる。従って、高画質な超音波画像を安定して生成するためには、音速を、適宜、更新（再設定）するのが好ましい。

その反面、超音波診断装置において、音速の設定には、多くの演算が必要である。すなわち、頻繁な音速の更新は、超音波診断装置にとって、大きな負担になる。そのため、超音波診断装置では、音速の更新は、例えば所定の時間間隔に1回（所定のフレーム数毎に1回）、行うなど、無理の無い定期的なタイミングで行っている。

【0009】

ところで、周知のように、超音波診断装置では、超音波画像の観察を好適に行うために、ディスプレイに表示する超音波画像に対して、各種の指示を行うことができる。

30

【0010】

例えば、超音波画像は、基本的に動画すなわちライブ像であるが、超音波診断装置では、目的とする部位の観察を詳細に行うために、動画ではなく、静止画の表示を指示するためのフリーズボタン（フリーズスイッチ）が設けられる。

また、超音波診断装置には、超音波画像の観察対象範囲（観察領域）を指示するために、ROI（関心領域）の設定手段や、観察深度の変更手段も設けられる。

また、超音波診断装置には、超音波画像の画質（輝度）を変更するために、ゲイン（受信信号の増幅および減衰）の調節手段が設けられる。また、この画質変更は、観察深度毎に行うことが可能な装置もある。

40

さらに、超音波画像には、各種の画像モードがある。例えば、超音波画像には、受信する超音波の中心周波数に応じて、送受信する超音波の中心周波数が等しい基本的な画像モード、送信した超音波の高調波の超音波エコーを受信して超音波画像を生成するティッシュハーモニックモード、送信した超音波と同じ中心周波数の超音波エコーと、送信した超音波の高調波とを受信して画像の合成を行うコンバウンドハーモニックモード等があり、超音波診断装置では、所望のモードを選択して指示できるようになっている。

【0011】

このような各種の指示（操作）は、何らかの目的をもって行われる。

例えば、フリーズの指示、ROIの設定、観察深度の変更は、被検体における特定の領域を、より詳細に観察するために指示される。また、画質の変更や画像モードの変更は、

50

観察部位を、より高画質な超音波画像や、より観察に適した超音波画像で詳細に観察するために指示される。

【0012】

しかしながら、前述のように、超音波診断装置において、頻繁な音速の更新は大きな負担になるため、前述のように無理の無い定期的なタイミングで音速の更新が行われる。そのため、超音波診断装置においては、各種の指示を行った時点で設定されている音速が、実際の被検体の音速と異なっている場合も多い。

その結果、詳細に観察したい超音波画像であるにも係わらず、表示された超音波画像に歪み等の画質劣化を生じてしまう場合も有る。

【0013】

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、超音波診断装置において、フリーズの指示、観察対象範囲の変更指示、画質の変更指示、画像モードの変更指示などの各種の指示が行われた際にも、高画質な超音波画像を安定して表示することができる超音波診断装置、超音波画像生成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】

【0014】

このような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、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、記憶部が記憶した受信信号を用いて被検体の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または記憶部から読み出した受信信号を、音速設定手段が設定した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、表示手段と、表示手段に静止画を表示させるフリーズ手段、表示手段に表示された超音波画像の観察対象範囲を指示する観察対象範囲指示手段、超音波画像の画質を変更する画質変更手段、および、超音波画像の画像モードを変更させるモード変更手段を備える操作手段とを有し、

かつ、制御手段は、フリーズ手段による静止画の表示指示、観察対象範囲指示手段による観察対象範囲の指示、画質変更手段による画質の変更指示、および、モード変更手段による画像モードの変更指示の、少なくとも1つの指示に対応して、指示が行われたら、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、音速設定手段は、音速設定用の超音波の送受信による受信信号を用いて被検体の音速を設定して、音速を更新し、画像生成手段は、更新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し、表示手段は更新された音速に基づく処理で生成された超音波画像を表示することを特徴とする超音波診断装置を提供する。

【0015】

このような本発明の超音波診断装置において、制御手段は、フリーズ手段による静止画の表示指示、観察対象範囲指示手段による観察対象範囲の指示、画質変更手段による画質の変更指示、および、モード変更手段による画像モードの変更指示のいずれかの指示が行われたら、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るのが好ましい。

また、制御手段は、指示が行われたら、その直後に、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るのが好ましい。

また、音速設定手段は、被検体を複数の領域に分割して、各分割領域毎に音速を設定するものであり、画像生成手段は、この分割領域毎に設定された音速に基づいて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。

【0016】

また、画像生成手段は、フリーズ手段による静止画の表示指示に応じて、音速設定用の送受信による受信信号を、更新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。

また、画像生成手段は、フリーズ手段による静止画の表示指示に応じて、音速設定用の送受信よりも前の超音波の送受信で圧電素子アレイが出力した受信信号を、更新された音

10

20

30

40

50

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。

また、画像生成手段は、少なくとも音速設定用の送受信の直前の送受信で圧電素子アレイが出力した受信信号を、更新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。

また、画像生成手段は、フリーズ手段による静止画の表示指示に応じて、音速設定用の送受信よりも前の超音波の送受信で圧電素子アレイが出力した受信信号を、更新された音速に基づいて処理して生成した音速更新後の超音波画像、および、音速の更新前に設定されていた音速に基づいて処理して生成した音速更新前の超音波画像を生成し、表示手段は、この音速更新後の超音波画像および音速更新前の超音波画像を表示するのが好ましい。

また、操作手段が、音速更新後の超音波画像および音速更新前の超音波画像の何れかを選択する選択手段を有し、表示手段は、選択手段による選択が行われた場合には、選択された側の超音波画像のみを表示するのが好ましい。

【0017】

また、観察対象範囲指示手段が、観察深度の変更手段および関心領域の設定手段の少なくとも一方を備えるのが好ましい。

また、関心領域の設定手段が、関心領域の確定手段を有し、制御手段は、確定手段によって関心領域が確定された際に、指示が行われたとして、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るのが好ましい。

また、関心領域の設定手段が、関心領域の移動手段および関心領域のサイズ変更手段を有し、制御手段は、関心領域の設定が指示されている状態で、所定時間、移動手段およびサイズ変更手段による操作が行われなかった場合に、指示が行われたとして、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るのが好ましい。

また、観察深度の変更手段は、観察深度を拡大および縮小する拡縮手段を有し、音速設定手段は、拡縮手段によって拡大もしくは縮小された領域に対してのみ、音速の更新を行うのが好ましい。

また、観察対象範囲指示手段によって観察対象範囲の指示が行われたら、音速設定手段は、指示された観察領域に対応して音速設定用の送信焦点を形成する、音速設定用の超音波の送受信を行い、音速設定手段は、指示された観察領域に対応して、被検体の音速を設定、更新するのが好ましい。

【0018】

また、画質変更手段は、超音波画像の所定領域の画質を変更させる指示を行ふものであり、かつ、画質指示手段によって所定領域の画質変更が指示されたら、制御手段は、所定領域に対して、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、音速設定手段は、音速設定用の超音波の送受信による受信信号を用いて所定領域の音速を設定して、音速を更新するのが好ましい。

また、画質変更手段による画質の変更指示に応じた超音波画像の画質の変更を、受信信号を増幅する際の利得の変更、および、画像生成手段における画像処理の少なくとも一方によって行うのが好ましい。

また、画質変更手段は、予め設定された深度領域毎に画質の変更を指示する機能を有し、音速設定手段は、画質変更手段によって画質を変更する深度領域が指示された場合には、この画質変更を指示された深度領域のみの音速の更新を行うのが好ましい。

また、画質変更手段が、超音波画像のゲインの調節手段、ダイナミックレンジの調節手段、階調カーブ処理手段、シャープネスの調節手段、および、スペckルノイズの除去処理調節手段の少なくとも1つを有するのが好ましい。

【0019】

また、画像モードは、基本波モード、ティッシュハーモニックモード、およびコンパウンドハーモニックモードのいずれかであるのが好ましい。

【0020】

さらに、画像生成手段は、音速設定用の送受信による受信信号を、更新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。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

また、本発明の音速設定方法は、超音波画像を生成するに際し、静止画の表示を指示するフリーズの指示、超音波画像の観察対象範囲の指示、超音波画像の画質を変更する指示、および、超音波画像の画像モードを変更する指示の、少なくとも1つに対応して、指示が行われたら、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い、この音速設定用の送受信で得られた受信信号を用いて被検体の音速を設定し、この音速に基づいて超音波の受信信号を処理して超音波画像を生成し、この超音波画像を表示することを特徴とする超音波画像生成方法を提供する。

【 0 0 2 2 】

このような本発明の音速測定方法において、静止画の表示を指示するフリーズの指示、超音波画像の観察対象範囲の指示、超音波画像の画質を変更する指示、および、超音波画像の画像モードを変更する指示の、いずれかの指示が行われたら、音速設定用の超音波の送受信を行い、被検体の音速を設定するのが好ましい。

また、指示が行われたら、その直後に、音速設定用の超音波の送受信を行い、被検体の音速を設定するのが好ましい。

さらに、音速は、被検体を複数に分割した分割領域毎に設定されるものであり、超音波画像は、各分割領域毎の音速に基づいて生成されるのが好ましい。

【 0 0 2 3 】

さらに、本発明のプログラムは、超音波診断装置に超音波画像を表示させるためのプログラムであって、静止画の表示を指示するフリーズの指示、超音波画像の観察対象範囲の指示、超音波画像の画質を変更する指示、および、超音波画像の画像モードを変更する指示の、少なくとも1つに対応して、指示が行われたら、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う送受信ステップ、送受信ステップで得られた受信信号を用いて被検体の音速を設定する音速設定ステップ、音速設定ステップで設定された音速に基づいて、超音波の受信信号を処理して超音波画像を生成する画像生成ステップ、および、記画像生成ステップで生成された超音波画像を表示手段に表示させる表示ステップ、をコンピュータに実行させるプログラムを提供する。

【 0 0 2 4 】

このような本発明のプログラムにおいて、送受信ステップでは、静止画の表示を指示するフリーズの指示、超音波画像の観察対象範囲の指示、超音波画像の画質を変更する指示、および、超音波画像の画像モードを変更する指示の、いずれかの指示が行われたら、音速設定用の送受信を行うのが好ましい。

また、送受信ステップでは、指示が行われたら、その直後に、音速設定用の送受信を行うのが好ましい。

さらに、音速設定ステップは、被検体を複数に分割した分割領域毎に音速を設定するものであり、画像生成ステップは、各分割領域毎に設定された音速に基づいて超音波画像を生成するものであるのが好ましい。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 5 】

このような本発明によれば、超音波診断装置において、フリーズボタンによる静止画の表示指示、ROIの設定や観察深度の変更等の観察対象範囲の指示、ゲイン調整等の画質の変更指示、送受信する超音波の中心周波数が同じである基本的な画像モードからティッシュハーモニックモードへの変更等の画像モードの変更指示等に応じて、被検体の音速を更新して、更新した音速を用いて、超音波画像を生成する。

そのため、本発明によれば、各種の指示に対応する、詳細に観察したい超音波画像に関して、正確な音速に基づく、高画質な超音波画像を表示できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 6 】

【 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の操作部の一例を概念的に示す図である。

10

20

30

40

50

【図 3】(A) および (B) は、図 1 に示す超音波診断装置における超音波の送受信を説明するための概念図である。

【図 4】図 1 に示す超音波診断装置における音速更新の一例を説明するための概念図である。

【図 5】図 1 に示す超音波診断装置における音速更新の別の例を説明するための概念図である。

【図 6】(A) および (B) は、図 1 に示す超音波診断装置における音速更新の別の例を説明するための概念図である。

【図 7】(A) および (B) は、図 1 に示す超音波診断装置における音速更新の別の例を説明するための概念図である。

【図 8】(A) および (B) は、図 1 に示す超音波診断装置における音速更新の別の例を説明するための概念図である。

【図 9】(A) ~ (C) は、図 1 に示す超音波診断装置における音速更新の別の例を説明するための概念図である。

【図 10】(A) および (B) は、図 1 に示す超音波診断装置における音速更新の別の例を説明するための概念図である。

【図 11】(A) および (B) は、図 1 に示す超音波診断装置における音速更新の別の例を説明するための概念図である。

【図 12】(A) および (B) は、図 1 に示す超音波診断装置における音速更新の別の例を説明するための概念図である。

【図 13】(A) および (B) は、図 1 に示す超音波診断装置における音速更新の別の例を説明するための概念図である。

【図 14】(A) および (B) は、図 1 に示す超音波診断装置における画像モードの一例を説明するための概念図である。

【図 15】(A) ~ (D) は、図 1 に示す超音波診断装置における音速更新の別の例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】

【0027】

以下、本発明の超音波診断装置、超音波画像生成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。

【0028】

図 1 に、本発明の超音波画像生成方法を実施する、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。

【0029】

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、DSC 24、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。

【0030】

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、DSC 24、表示制御部 28、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。

【0031】

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 2

10

20

30

40

50

8、表示部 30、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。

【0032】

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。

【0033】

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、圧電素子アレイ 14 の各圧電素子から出力される。

【0034】

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。

【0035】

受信回路 18 は、複数の増幅器および A/D 変換器等を有し、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。

なお、受信回路 18 の増幅器は、所定の受信信号の増幅に加え、後述する STC キー 68 やゲインダイヤル 114 の操作に応じた、超音波画像のゲイン調節（明るさ調節）を行ってもよい。この際には、受信回路 18 の増幅器は、ゲインダイヤル 114 の操作に応じて全体の増幅率（利得）を変更し、また、STC キー 68 の操作に応じて、対応する深度領域（すなわち受信時間）における増幅率を変更する。

【0036】

ここで、送信回路 16 および受信回路 18 は、後述する制御部 42 による制御の下、例えば所定フレーム毎に一回などの所定のタイミングで、音速設定部 40 が被検体内における超音波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、圧電素子アレイ 14 に行わせる。

また、送信回路 16 および受信回路 18 は、同様に制御部 42 による制御の下、操作部 46 に設けられたフリーズボタン 116 によるフリーズの指示や、ゲインダイヤル 114 によるゲインの調節の指示等が行われたら、その後のフレーム（好ましくは、指示の直後のフレーム）で、同様の音速設定部 40 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 14 に行わせる。

この点に関しては、後に詳述する。

【0037】

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

10

20

30

40

50

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。

また、信号処理部20は、後述するSTCキー68やゲインダイヤル114の操作に応じた、超音波画像のゲイン調節を行ってもよい。

【0038】

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。また、画像処理部26は、後述するSTCキー68やゲインダイヤル114の操作に応じた、超音波画像のゲイン調節を行ってもよい。すなわち、超音波診断装置10において、STCキー68やゲインダイヤル114の操作に応じた、超音波画像のゲイン調節は、受信回路18の増幅器での増幅率の調節、信号処理部20での画像処理、および、画像処理部26での画像処理の、少なくとも1つで行えばよい。なお、画像処理による超音波画像のゲイン調節は、公知の方法で行えばよい。

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。

【0039】

表示制御部28は、画像処理部26で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に基づいて、表示部30に超音波画像等を表示させる。

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、超音波画像を表示する。

【0040】

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。

【0041】

音速設定部40は、被検体内における超音波の音速（後述する最適音速）を設定するものである。

本発明において、音速設定部40は、一例として、信号処理部20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50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、被検体の最適音速として設定する。また、音速設定部40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。

【0042】

制御部42は、操作者（医師）により操作部46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。

また、制御部42は、圧電素子アレイ14が、目的とする超音波ビームを送信して、かつ、この超音波ビームによる超音波エコーを受信して、受信信号を出力するように、送信回路16および受信回路18に指示を出す。

【0043】

格納部48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20、DSC24、画像処理部26、表示制御部28および音速設定部40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。

【0044】

操作部46は、操作者が入力操作を行うためのもので、公知の超音波診断装置と同様に、フリーズ（静止画の表示）の指示手段、BモードやMモードなどの表示モードの切換手段、画質の調節手段、ROI（関心領域）の設定手段等を有する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

図 2 に、操作部 4 6（その一部）の一例を概念的に示す。

図示例の装置において、操作部 4 6 には、電源スイッチ 6 0、ならびに、各種の表示および入力操作を行なうためのタッチパネル 6 2 が設けられる。

【 0 0 4 6 】

符号 6 4 は、メニューボタンである。

メニューボタン 6 4 は、各種の機能呼び出すためのメニューをタッチパネル 6 2 に表示するための操作手段である。図示例においては、一例として、画像調整、プリセット、患者情報、および、システムツールの 4 つのメニューが設定されている。

【 0 0 4 7 】

符号 6 8 は、STC キー（減衰補正キー）である。STC キー 6 8 は、超音波画像の深度毎にゲイン調整（深度毎の増幅および減衰）、すなわち各深度毎の画像の輝度調整を行なうための操作手段である。図示例においては、6 つの深度で、個々にゲイン調整を行なうことができる。

すなわち、STC キー 6 8 は、本発明における画質変更手段の 1 つである。

【 0 0 4 8 】

符号 7 0 は、患者情報ボタンである。患者情報ボタン 7 0 は、患者情報を表示部 3 0 に表示させる操作手段である。

符号 7 2 は、メニューコントロールスイッチである。メニューコントロールスイッチ 7 2 は、メニューボタン 6 4 によってタッチパネル 6 2 に表示した各メニューの操作を行なうためのもので、図示例では、4 つの操作手段が設定されている。

符号 7 4 は、オプティマイズ (OPTIMIZE) ボタンである。オプティマイズボタン 7 4 は、自動減衰補正および音速補正機能を有効にする操作手段である。

符号 7 6 は、ファンクションボタンである。ファンクションボタン 7 6 は、システム設定機能によって、ボタンの機能を検診者が任意に設定できる操作手段である。

【 0 0 4 9 】

符号 7 8 は、コンパウンド (COMPOUND) ボタンである。

コンパウンドボタン 7 8 は、送信した超音波（以下、基本波とも言う）と同じ中心周波数の超音波エコーおよび基本波の高調波の超音波エコーを受信して、合成することにより、スペックルノイズを低減させるコンパウンドハーモニックモード（以下、CH モードとも言う）の起動および停止を行う操作手段である。

図示例においては、他の画像モードでの表示を行っている状態で、コンパウンドボタン 7 8 を押下すると、CH モードに移行し、CH モードでの表示を行っている状態でコンパウンドボタン 7 8 を押下すると、基本波と同じ中心周波数の超音波エコーを受信する基本的な画像モード（以下、基本波モードとも言う）に移行する。

【 0 0 5 0 】

符号 8 0 は、ハーモニック (HARMONICS) ボタンである。ハーモニックボタン 8 0 は、基本波の高調波の超音波エコーを受信して超音波画像を生成する、ティッシュハーモニックモード（以下、THI モードとも言う）の起動および停止を行なう操作手段である。

図示例においては、他の画像モードでの表示を行っている状態で、ハーモニックボタン 8 0 を押下すると、THI モードに移行し、THI モードでの表示を行っている状態でハーモニックボタン 8 0 を押下すると、基本波モードに移行する。

すなわち、コンパウンドボタン 7 8 およびハーモニックボタン 8 0 は、本発明におけるモード変更手段の 1 つである。

【 0 0 5 1 】

符号 8 2 は、ズーム (ZOOM) ボタンである。ズームボタン 8 2 は、表示部 3 0 に表示した超音波画像の拡大（ズーム）機能を起動するための操作手段である。

符号 8 4 は、デュアルモード切り替えスイッチである。デュアルモード切り替えスイッチ 8 4 は、B / C モードなどの、デュアルモードでの超音波診断を行なっている際に、操作可能な画像を切り替える操作手段である。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

符号 8 6 ~ 符号 9 4 は、表示モードの選択手段（表示モードの切り替え手段）である。

符号 8 6 は、P W ボタンである。P W ボタン 8 6 は、パルスドブラモードを起動 / 停止する操作手段である。

符号 9 0 は、C ボタンである。C ボタン 9 0 は、カラードブラモードを起動 / 停止する操作手段である。

符号 9 2 は、M ボタンである。M ボタン 9 2 は、M モードを起動 / 停止する操作手段である。

符号 9 4 は、B ボタンである。B ボタン 9 4 は、B モードを起動 / 停止する操作手段である。

10

【 0 0 5 3 】

符号 9 6 は、ボディパターン (BODY PATTERN) ボタンである。ボディパターンボタン 9 6 は、ボディパターンすなわち撮影部位を示す図形パターンを表示するための操作手段である。

符号 9 8 は、シネ (CINE) ボタンである。シネボタン 9 8 は、動画クリップの再生や停止を行なうための操作手段である。

符号 1 0 0 は、デリート (DELETE) ボタンである。デリートボタン 1 0 0 は、計測中に、前の手順に戻って計測をやり直すための操作手段である。

【 0 0 5 4 】

符号 1 0 2 は、トラックボールである。トラックボール 1 0 2 は、カーソルの移動、R O I（関心領域 (Region of Interest)）のサイズや位置の決定、計測ツールの配置、動画クリップの再表示などを行なうための操作手段である。トラックボール 1 0 2 は、R O I の設定手段の一部を構成するものであり、すなわち、本発明における観察対象範囲指示手段の一部を構成する。

20

なお、本発明の超音波診断装置の操作部 4 6 は、トラックボールに替えて、いわゆるトラックパッド（タッチパッド）を利用するものであってもよい。

【 0 0 5 5 】

符号 1 0 4 は、メジャー (MEASURE) ボタンである。メジャーボタン 1 0 4 は、ダイナミックキャリパーまたは計算メニューや、ドブラ波形自動トレース機能を起動する操作手段である。

30

【 0 0 5 6 】

符号 1 0 6 は、セット (SET) ボタンである。セットボタン 1 0 6 は、表示部 3 0 の画面上の項目や機能の選択（確定）を行なうための操作手段である。

超音波診断装置 1 0 においては、一例として、セットボタン 1 0 6 の押下によって R O I を確定する。すなわち、セットボタン 1 0 6 は、本発明における観察対象範囲指示手段の一部を構成する。

【 0 0 5 7 】

符号 1 0 8 は、デプス (DEPTH) ボタンである。デプスボタン 1 0 8 は、超音波画像の観察深度を変更（拡大および縮小）するための操作手段である。すなわち、デプスボタン 1 0 8 は、本発明における観察対象範囲指示手段の 1 つである。

40

【 0 0 5 8 】

符号 1 1 0 は、ストア (STORE) ボタンである。ストアボタン 1 1 0 は、表示部 3 0 に表示している画像を、事前に設定した装置に記憶させ、また、プリントするための操作手段である。

符号 1 1 2 は、エンコーダダイヤルである。エンコーダダイヤル 1 1 2 は、パルスドブラモード時のドブラ角度の調整や、ボディパターン表示時におけるプローブのマークの回転等を行なうための操作手段である。

【 0 0 5 9 】

符号 1 1 4 は、ゲイン (GAIN) ダイヤルである。ゲインダイヤル 1 1 4 は、B モード、M モード、カラードブラモード、および、パルスドブラモードにおけるゲイン（超音波画像

50

の輝度)を調整するための操作手段である。すなわち、ゲインダイヤル 1 1 4 は、本発明における画質変更手段の 1 つである。

【0060】

符号 1 1 6 は、フリーズ(FREEZE)ボタン(フリーズスイッチ)である。フリーズボタン 1 1 6 は、所定のフレームレートで超音波画像の動画(ライブ像)を表示するライブモードと、超音波画像の静止画(フリーズ像)を表示するフリーズモードとの切り替えを行う操作手段である。すなわち、フリーズボタン 1 1 6 は、本発明における、静止画(フリーズ像)の表示を指示する指示手段(フリーズの指示手段)である。

図示例において、フリーズボタン 1 1 6 は、ゲインダイヤル 1 1 4 の中心に配置されている。

10

【0061】

以下、超音波診断装置 1 0 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、以下に示す超音波画像の生成方法を実施させるプログラムである。

【0062】

前述のように、超音波診断装置 1 0 では、一例として、所定のフレーム数毎に 1 回、被検体内における超音波の音速(最適音速)を更新(再設定)する。

また、超音波診断装置 1 0 においては、前述のフリーズボタン 1 1 6 によってフリーズが指示された場合、トラックボール 1 0 2 等を用いた R O I の設定が指示された場合、デプスボタン 1 0 8 によって観察深度の変更が指示された場合、S T C キー 6 8 やゲインダイヤル 1 1 4 によってゲインの変更が指示された場合、および、コンパウンドボタン 7 8 やハーモニックボタン 8 0 (さらには B ボタン 9 4 等)によって画像モードの変更が指示された場合にも、最適音速の更新を行う。

20

【0063】

超音波診断装置 1 0 において、最適音速は、被検体(生成する超音波画像)を複数に分割して、各分割領域毎に更新(設定)される。

また、最適音速の更新は、音速設定用の超音波の送受信によって行われる(以下、『超音波の送受信』を、単に『送受信』とも言う)。音速設定用の送受信とは、1 つの走査ライン(生成する音線信号=生成する超音波ビーム)において、B モード画像を生成するための送受信よりも高密度に送信焦点を形成することで、音速設定用の送信焦点を形成する送受信である。

30

【0064】

図 3 (A) に、B モード画像を生成するための送受信(以下、通常の送受信とも言う)を、図 3 (B) に、音速設定用の送受信を、それぞれ、概念的に示す。

図 2 においては、縦方向は深度方向(超音波の送受信方向)で、上方が浅い側(圧電素子アレイ 1 4 側)である。また、横方向はアジマス方向(圧電素子アレイ 1 4 における圧電素子の配列方向)である。

また、図 2 において、深度方向に延在する実線は、走査ラインである。図 3 (A) の通常の送受信と、図 3 (B) の音速設定用の送受信とにおいて、走査ラインのアジマス方向の位置は、一致している。

40

さらに、図 3 (A) において、走査ライン上の白丸は、通常の送受信における送信焦点である。他方、図 3 (B) において、走査ライン上の黒丸は、音速設定用の送信焦点(以下、設定用焦点とも言う)である。

【0065】

図 3 に示すように、本例においては、通常の送受信では、1 本の走査ラインに対して、送信焦点(送信焦点の深度方向の位置)を 3 つ形成する。すなわち、通常の送受信では、1 本の走査ラインに対して、送信焦点が異なる 3 回の送受信を行う。

これに対して、音速設定用の送受信では、1 本の走査ラインに対して、送信焦点すなわち設定用焦点を 5 つ形成する。すなわち、音速設定用の送受信では、1 本の走査ラインに対して、送信焦点が異なる 5 回の送受信を行う。

50

【 0 0 6 6 】

最適音速を設定される分割領域は、設定用焦点を中心として、被検体を方位方向および深度方向に平行に格子状に分割して設定される。

すなわち、最適音速は、各設定用焦点に対応して、設定される。

【 0 0 6 7 】

なお、本発明の超音波診断装置 10 において、被検体の分割領域すなわち音速設定用の送受信における設定用焦点は、要求される画質、表示する超音波画像のフレームレート、超音波診断装置 10 の演算能力（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、同じ位置に設定用焦点を生成する。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 つの送信用焦点を設定してもよい。あるいは、10 等分や 20 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設定用焦点の数などを、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よい。

【 0 0 6 8 】

なお、本発明においては、必ずしも、全ての分割領域に対応して設定用焦点を形成しなくても良い。例えば、設定用焦点を含まない分割領域を設定して、この分割領域に関しては、設定用焦点を含む分割領域で設定した最適音速を用いた補間によって、最適音速を設定してもよい。

また、通常の送受信および音速設定用の送受信において、1 フレームにおける走査ラインの数、および、1 つの走査ラインにおける焦点の数は、図 3 に示す例に限定されない。例えば通常の送受信であれば、3 つの送信焦点（3 回の送受信）ではなく、1 つの送信焦点（1 回の送受信）で 1 つの走査ラインを形成してもよい。すなわち、本発明においては、通常の送受信と音速設定用の送受信とにおいて、音速設定用の送受信の方が、1 つの走査ラインにおける送信焦点の数（送受信の回数）が多ければよい。

さらに、図 3 に示す例では、音速設定用の送受信は、1 本の走査ラインにおける送信焦点のみが通常の送受信よりも多いが、音速設定用の送受信では、必要に応じて、走査ラインの数も通常の送受信より増やしても良い。

【 0 0 6 9 】

前述のように、音速設定用の送受信では、1 つの走査ラインで 5 つの設定用焦点を形成するように、5 回の超音波の送受信を行う。最適音速を更新する際には、制御部 42 は、圧電素子アレイ 14 に、目的とする送信焦点を形成する超音波ビームを送信させ、また、この超音波ビームによる超音波エコーを受信させるように、送信回路 16 および受信回路 18 に指示を出す。

音速設定用の送受信によって、圧電素子アレイ 14 の各圧電素子が出力した受信信号は、受信回路 18 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 36 に記憶される。

【 0 0 7 0 】

受信データメモリ 36 に音速設定用の送受信による受信データが記憶されると、音速設定部 40 は、信号処理部 20 に、第 1 の設定音速 S1 を供給する。

また、信号処理部 20 は、受信データメモリ 36 から、音速設定用の送受信による受信データを読み出して、この受信データに対して、供給された設定音速 S1 に基づいて遅延補正を施して遅延データを生成し、生成した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 20 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、第 1 の設定音速 S1 に基づく B モード画像信号を生成する。

この B モード画像信号は、DSC 24 でラスタ変換され、次いで、画像処理部 26 で各種の画像処理が施された後、第 1 の設定音速 S1 に基づく音速設定用の B モード画像信号として、画像メモリ 32 に格納される。

【 0 0 7 1 】

音速設定部 40 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 32 に格納されると、音速設定部 40 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 20 に供給する。これに対して、先と同様にして、この第 2 の設定音速 S_2 に基づく音速設定用の B モード画像が形成され、画像メモリ 32 に格納される。

このようにして、音速設定部 40 から複数の設定音速 $S_1 \sim S_n$ が、順次、信号処理部 20 に与えられ、これらの設定音速 $S_1 \sim S_n$ に基づく B モード画像信号が、それぞれ超音波画像生成部 50 で生成されて、音速設定用の B モード画像信号として画像メモリ 32 に格納される。

【0072】

音速設定用の送受信による、設定音速 $S_1 \sim S_n$ に基づく B モード画像信号が画像メモリ 32 に格納されると、音速設定部 40 は、各 B モード画像信号の解析を行い、設定音速 $S_1 \sim S_n$ から、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、被検体の最適音速として設定し、信号処理部 20 に供給する。

新たに設定された最適音速を供給された信号処理部 20 は、最適音速を、この新たに供給された最適音速に更新する。

【0073】

この B モード画像信号の解析および最適音速の設定は、各分割領域毎すなわち各設定用焦点毎に行われる。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、各分割領域の最適音速として設定される。

すなわち、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、言い替えると、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。

【0074】

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。

【0075】

他方、超音波診断装置 10 において、通常を送受信では、図 3 (B) に概念的に示すように、1 つの走査ラインに対して、送信焦点の異なる 3 回の送受信を行う。制御部 42 は、圧電素子アレイ 14 に、目的とする送信焦点を形成する超音波ビームを送信させ、また、この超音波ビームによる超音波エコーを受信させるように、送信回路 16 および受信回路 18 に指示を出す。

【0076】

この通常を送受信によって圧電素子アレイ 14 の各圧電素子が出力した受信信号は、受信回路 18 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 36 に記憶される。

また、受信データメモリ 36 に受信データが記憶されると、信号処理部 20 が読み出して、先に設定されている最適音速に基づいて、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 20 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。あるいは、受信データは、受信回路 18 から、直接、信号処理部 20 に供給するようにしてもよい。

【0077】

この B モード画像信号は、DSC 24 でラスタ変換され、次いで、画像処理部 26 で各種の画像処理が施された後、B モード画像信号として画像メモリ 32 に格納される。

また、画像処理部 26 で処理された B モード画像信号は、表示制御部 28 に送られ、この B モード画像や被検体の情報等が、表示部 30 に表示される。

【0078】

ライブモードでは、この図 3 (A) に示す通常を送受信を所定のフレームレートに応じて繰り返し行い、圧電素子アレイ 14 が出力した受信信号に対して、前述の処理を、順次

10

20

30

40

50

、行い、Bモード画像の動画を、この所定のフレームレートで表示する。

【0079】

ここで、超音波診断装置10においては、図3(A)に示す通常を送受信を所定のフレームレートで行って、ライブモードで動画を表示している際に、フリーズボタン116が操作されて、フリーズが指示(静止画の表示が指示(すなわちフリーズモードへの切り替えが指示))されると、制御部42は、送信回路16および受信回路18に、フリーズが指示された直後の送受信において、図3(B)に示す音速設定用の送受信を、圧電素子アレイ14に行わせるように指示を出し、音速設定部40が先と同様に最適音速の設定を行い、最適音速の更新を行う。

図4に概念的に示すように、直前に音速を更新(設定)したフレームを0フレーム目として、Nフレーム目にフリーズボタン116が操作されてフリーズが指示されたら、直後のN+1フレーム目に、図3(B)に示す音速設定用の送受信を行う。

【0080】

なお、本発明において、音速設定用の送受信は、フリーズの指示、さらには、後述する観察対象範囲の指示、画質の変更指示および画像モードの変更指示等が行われた直後のフレームより後のフレームでもよい。すなわち、音速設定用の送受信は、N+1フレーム目ではなく、N+2フレーム目以降でもよい。

しかしながら、好ましくは、フリーズの指示、さらには後述する観察対象範囲の指示、画質の変更指示および画像モードの変更指示等の指示が行われた直後のフレーム(N+1フレーム目)で、音速設定用の送受信を行うのが好ましい。これにより、各種の指示(操作)に対応して迅速な音速の更新を行って、操作者が所望する超音波画像を、より迅速に高画質化することができる。

特に、フリーズの指示に関しては、操作者が見たいのは、フリーズを行った時点での静止画であるので、フリーズボタン116によるフリーズ指示の直後のフレームで、音速設定用の送受信を行うのが好ましい。

【0081】

N+1フレーム目に音速設定用の送受信を行ったら、先と同様に、その受信データが受信データメモリ36に記憶され、信号処理部20が受信データメモリ36から受信データを読み出し、音速設定部40によって最適音速が設定される。

音速設定部40は、新たに設定した最適音速を信号処理部20に供給し、信号処理部20が最適音速を更新する。すなわち、超音波診断装置10においては、好ましい態様として、フリーズが指示された直後に音速設定用の送受信を行い、最適音速を更新する。

最適音速を更新したら、信号処理部20は、再度、受信データメモリ36から、N+1フレーム目の音速設定用の送受信による受信データを読み出し、更新した最適音速に基づいて遅延補正を行ってBモード画像信号を生成する。なお、このBモード画像信号を生成する際には、必要に応じて、受信データの間引き等を行ってもよい。

信号処理部20が生成したN+1フレーム目のBモード画像信号は、DSC24および画像処理部26で処理されて、フリーズ指示に応じた静止画として、表示部30に表示される。

【0082】

以上のように、本発明によれば、超音波診断装置において、フリーズの指示に応じて、フリーズが指示された直後に音速設定用の送受信を行って音速を更新し、この音速に基づいて超音波画像を生成することで、フリーズの指示に応じた静止画を生成して表示する。

そのため、本発明によれば、フリーズの指示に応じた静止画を正確な音速で生成することができ、詳細に観察したい超音波画像の静止画を、歪み等に起因する画質劣化の無い、高画質な超音波画像にできる。

【0083】

本発明においては、フリーズを指示されたNフレーム目の通常を送受信で得られた受信データを用いて、Bモード画像を生成してもよい。

【0084】

10

20

30

40

50

この場合には、少なくとも最も新しい通常の送受信による受信データを、常に受信データメモリ 36 に記憶しておく。

超音波診断装置 10 において、図 4 に示すように、図 3 (A) に示す通常の送受信を所定のフレームレートで繰り返し行って、ライブモードで動画を表示している際に、フリーズボタン 116 によって N フレーム目にフリーズが指示されたら、先と同様にして、直後の N + 1 フレーム目に音速設定用の送受信を行って、最適音速を更新する。

最適音速を更新したら、信号処理部 20 が、受信データメモリ 36 から N フレーム目の受信データを読み出し、更新した最適音速に基づいて遅延補正を行って B モード画像データを生成し、DSC 24 および画像処理部 26 で処理して、N フレーム目の送受信による B モード画像をフリーズ指示に応じた静止画として、表示部 30 に表示する。

10

【0085】

あるいは、フリーズ指示に応じた静止画として、この N フレーム目の通常の送受信で得られた B モード画像と、先と同様にして生成した N + 1 フレーム目の音速設定用の送受信で得られた B モード画像とを、並べて表示してもよい。さらに、トラックボール 102 等を用いて選択手段を設け、並べて表示した 2 つの B モード画像から、選択された何れか一方のみを表示できるようにしてもよい。

また、N フレーム目の B モード画像のみの表示、N フレーム目の B モード画像と N + 1 フレーム目の B モード画像との表示、N + 1 フレーム目の B モード画像のみの表示を、モード等によって選択可能にしてもよい。

【0086】

20

この態様によれば、操作者が、フリーズボタン 116 によってフリーズを指示した時点における B モード画像を観察して、診断等を行うことができる。さらに、フリーズを指示した時点における B モード画像と、フリーズ直後における B モード画像とを比較して、観察や診断、画像の選択を行うことができる。

【0087】

また、本発明においては、N フレーム目あるいはさらに N + 1 フレーム目のみならず、1 フレーム目から N フレーム目までの受信データを受信データメモリ 36 に記憶しておいて、1 フレーム目から N フレーム目までの受信データを、更新した最適音速に基づいて処理して B モード画像を生成して、表示部 30 に並べて表示してもよい。さらに、操作部 46 に選択手段を設け、並べて表示した B モード画像から 1 以上の画像を選択可能にして、選択された画像のみを表示できるようにしてもよい。

30

もしくは、N - n フレーム目 (n は、N 未満の整数) から N フレーム目までの受信データを記憶しておいて、同様の処理を行うようにしてもよい。さらに、n を操作者が選択できるようにしてもよい。

【0088】

本発明においては、N + 1 フレーム目よりも前のフレームで前で使用していた更新前の最適音速と、N + 1 フレーム目の音速設定用の送受信で更新した最適音速との、両者に基づく B モード画像を表示してもよい。

【0089】

本態様では、前回最適音速を更新した直後の 1 フレーム目から N フレーム目の送受信で得られた受信データを、全て、受信データメモリ 36 に記憶しておく。

40

超音波診断装置 10 において、同じく、図 4 に示すように図 3 (A) に示す通常の送受信を所定のフレームレートで繰り返し行って、ライブモードで動画を表示している際に、N フレーム目にフリーズボタン 116 によってフリーズが指示されたら、先と同様にして、直後の N + 1 フレーム目に音速設定用の送受信を行って、最適音速を更新する。また、更新前の最適音速、すなわち、0 フレーム目で更新した、N フレーム目まで用いていた最適音速も、信号処理部 20 に記憶しておく。

最適音速を更新したら、信号処理部 20 が 1 フレーム目から N フレーム目までの受信データを受信データメモリ 36 から読み出し、各フレーム毎に、更新した最適音速に基づいて遅延補正を行った B モード画像信号と、更新前の最適音速に基づいて遅延補正を行った

50

Bモード画像信号とを生成し、さらに、同様に、このBモード画像信号をDSC24および画像処理部26で処理する。

【0090】

次いで、画像処理部26で処理した、更新した最適音速に基づく1フレーム目からNフレーム目までのBモード画像、および、更新前の最適音速に基づく1フレーム目からNフレーム目までのBモード画像を、表示部30に並べて表示する。

【0091】

あるいは、操作部46に選択手段を設け、並べて表示した、更新した最適音速に基づくBモード画像と更新前の最適音速に基づくBモード画像との、選択された側の何れかのBモード画像のみを表示するようにしてもよい。さらに、並べて表示したBモード画像から、1以上を選択可能にして、選択されたBモード画像のみを表示するようにしてもよい。

また、これらのBモード画像に加えて、前述のN+1フレーム目の音速設定用の送受信で生成したBモード画像も表示してもよい。

【0092】

この態様によれば、操作者は、フリーズを指示するまで観察していたBモード画像と、フリーズを指示した直後の最適音速に基づくBモード画像との、両者を比較観察して診断等を行うことができる。また、好ましくは、操作者が、フリーズを指示するまで観察していたBモード画像と、フリーズを指示した直後の最適音速に基づくBモード画像との、両者を比較して、好ましい画像を表示することができる。

【0093】

本態様でも、1フレーム目からNフレーム目までではなく、N-nフレーム目（nはN未満の整数）からNフレーム目までの受信データを記憶しておいて、同様の処理を行うようにしてもよい。さらに、nを操作者が選択できるようにしてもよい。

また、本態様において、更新前の最適音速に基づくBモード画像は、例えば画像メモリ32等に記憶しておいて、此处から読み出して、画像を表示してもよい。

【0094】

さらに、本発明においては、上述の、更新した最適音速によるN+1フレーム目のBモード画像の表示、更新した最適音速によるNフレーム目（あるいはさらにN+1フレーム目）のBモード画像の表示、および、更新した最適音速によるBモード画像と更新前の最適音速によるBモード画像の表示の、3種類の表示方法から選択された1以上を、モードの選択等によって選択できるようにしてもよい。

【0095】

別の態様として、フリーズボタン116を長押しできるようにして、このフリーズボタン116の操作に応じて、静止画を表示するようにしてもよい。

【0096】

超音波診断装置10において、図5に概念的に示すように、図3(A)に示す通常の送受信を所定のフレームレートで行って、ライブモードで動画を表示している際に、フリーズボタン116によってフリーズ（フリーズボタンON）が指示されたら、図4に概念的に示すように、これ以降は、圧電素子アレイ14は、図3(B)に示す音速設定用の送受信を、所定のフレームレートで行う。

なお、この際における音速設定用の送受信のフレームレートは、通常の送受信のフレームレートとは異なってもよい。

【0097】

フリーズボタン116がONされている間は、この音速設定用の送受信を繰り返し行い、順次、受信データメモリ36に受信データを記憶する。

音速設定部40では、音速設定用の送受信を行った全てのフレームに対応して、先と同様にして最適音速の設定を行い、信号処理部20に供給する。また、信号処理部20は、受信データメモリ36から受信データを読み出して、対応する最適音速に基づいた遅延補正を行って、Bモード画像信号を生成する。さらに、このBモード画像信号をDSC24および画像処理部26で処理して、音速設定用の送受信によるBモード画像の動画を、所

10

20

30

40

50

定のフレームレートで表示部 30 に表示する。

【0098】

この状態から、図 5 に示すようにフリーズボタン 116 が離されたら（フリーズボタン OFF）、その直前のフレーム（N フレーム目）の B モード画像を、フリーズ指示に応じた静止画として、表示部 30 に表示する。あるいは、N フレーム目の前の n フレーム分（n は N 未満の整数）の B モード画像の静止画を、表示部 30 に表示してもよい。

すなわち、この態様によれば、フリーズを指示した時点における音速に基づいた B モード画像を表示できる。

【0099】

また、図示例の超音波診断装置 10 においては、前述の図 3（A）に示す通常を送受信が所定のフレームレートに応じて繰り返し行う、ライブモードでの B モード画像の表示中に、操作部 46 による操作によって、観察対象範囲の指示が行われた場合にも、この指示に応じて、音速設定用の送受信を行い、最適音速の更新を行う。

10

【0100】

具体的には、超音波診断装置 10 において、前述のように図 3（A）に示す通常を送受信を所定のフレームレートで行って、B モード画像を表示している際に、デプスボタン 108 が操作されると、この操作すなわち観察深度（視野深度）の変更指示に応じて、制御部 42 は、送信回路 16 および受信回路 18 に、観察深度の変更指示の直後の送受信において、音速設定用の送受信を、圧電素子アレイ 14 に行わせるように指示を出し、音速設定部 40 が先と同様に最適音速を設定し、最適音速の更新を行う。

20

【0101】

デプスボタン 108 は、一例として、いわゆる中立オフのロッカースイッチ（シーソースイッチ）であり、観察深度の拡大および縮小の操作（指示）を行う。

なお、図示例においては、超音波画像の深い側の端部を深度方向に移動して、観察深度の拡大／縮小を行っているが、本発明においては、超音波画像の浅い側の端部を深度方向に移動して、観察深度の拡大／縮小を行ってもよく、また、浅い側の端部移動および深い側の端部移動による拡大／縮小を選択できるようにしてもよい。

また、本発明において、観察深度の変更手段は、これに限定はされず、深度方向における観察領域の広さ（観察視野の広さ）は変えずに、観察深度のみを変更する手段であってもよい。あるいは、観察深度の拡大／縮小を行う手段と、観察領域の広さは変えずに観察深度のみを変更する手段との、両方を有してもよい。

30

【0102】

超音波診断装置 10 において、図 6（A）に概念的に示すように、図 3（A）に示す通常を送受信を所定のフレームレートで行っている際に、デプスボタン 108 によって、N フレーム目に観察深度の縮小指示が行われたら、この指示に応じて、次の N + 1 フレーム目に、音速設定用の送受信を行う。

なお、図 6（B）は、各フレームの超音波の送受信で生成される超音波画像を概念的に示している。

【0103】

ここで、デプスボタン 108 によって観察深度の縮小指示が行われた場合には、設定用の送受信として、図 3（B）に示す、1 つの走査ラインで 5 つの設定用焦点を形成する送受信を行ってもよい。しかしながら、観察深度の縮小（深い側の端部を浅くする指示）が行われた場合には、縮小された深い領域では、超音波エコーの受信が行われず、超音波画像が生成されない。従って、この領域の最適音速は、求めても無駄であり、この領域に設定用焦点を形成する送受信は、必要ない。

40

そのため、観察深度が縮小された場合には、それに応じて、図 6（A）の N + 1 フレーム目に示すように、音速設定用の送受信での各走査ラインにおいて、最も深い位置に設定用焦点を形成する送受信は、行わないのが好ましい。すなわち、本例では、観察深度の縮小に応じて、音速設定用の送受信では、各走査ラインで 4 回の送受信を行う。

【0104】

50

N + 1 フレーム目に音速設定用の送受信を行ったら、先と同様に、その受信データが受信データメモリ 36 に記憶され、信号処理部 20 が受信データメモリ 36 から受信データを読み出し、音速設定部 40 によって最適音速が設定される。

音速設定部 40 は、新たに設定した最適音速を信号処理部 20 に供給し、信号処理部 20 が最適音速を更新する。すなわち、超音波診断装置 10 においては、好ましい態様として、デプスボタン 108 によって観察深度の縮小指示が行われた直後に、音速設定用の送受信を行い、最適音速を更新する。

【0105】

最適音速を更新したら、信号処理部 20 は、再度、受信データメモリ 36 から、N + 1 フレーム目の音速設定用の送受信による受信データを読み出し、更新した最適音速に基づいて遅延補正を行って、以下、先と同様に B モード画像信号を生成する。なお、この B モード画像信号を生成する際には、必要に応じて、受信データの間引き等を行ってもよい。

信号処理部 20 が生成した N + 1 フレーム目の B モード画像信号は、先と同様に、DSC 24 および画像処理部 26 で処理されて、表示部 30 に表示される。

なお、この N + 1 フレーム目の音速設定用の送受信では、B モード画像は生成せず、最適音速の設定のみを行ってもよい。この点に関しては、他の音速設定用の送受信でも、同様である。

【0106】

また、N + 1 フレーム目の音速設定用の送受信が終了したら、制御部 42 は、N + 2 フレーム以降は、観察深度を縮小した B モード画像を生成するための通常の送受信を圧電素子アレイ 14 に行わせるように、送信回路 16 および受信回路 18 に指示を出す。

ここで、観察深度を縮小した後の送受信は、図 3 (A) に示す通常の送受信でもよい。しかしながら、前述のように、観察深度の縮小が行われた場合には、縮小された深い領域では超音波画像が生成されず、この領域に送信焦点を形成する送受信は、無駄である。

そのため、観察深度が縮小された場合には、それに応じて、図 6 (A) の N + 2 フレーム目以降に示すように、通常の送受信では、各走査ラインにおいて、最も深い位置に設定用焦点を形成する送受信は行わないのが好ましい。すなわち、本例では、観察深度の縮小に応じて、通常の送受信では、各走査ラインで 2 回の送受信を行う。

【0107】

N + 2 フレーム目での通常の送受信による受信信号は、同様に、受信データとされて受信データメモリ 36 に記憶され、この受信データを信号処理部 20 が読み出して、更新された最適音速に基づいて遅延補正を行って B モード画像信号を生成し、B モード画像を表示部 30 に表示する。この B モード画像は、図 6 (B) に概念的に示すように、深度の深い部分の輝度が無い、観察深度が縮小された画像となる。

以下、N + 3 フレーム目以降、同様の通常の送受信、ならびに、B モード画像の生成および表示が、繰り返し行われる。ここで、観察深度が縮小された場合には、フレームレートは、縮小された観察深度に応じて、短くなる。

なお、N + 1 フレーム目による最適音速の更新が間に合わない場合には、N フレーム目まで用いていた最適音速に基づいて、B モード画像を生成してもよい。この点に関しては、他の観察対象範囲の指示（ならびに、後述する画質の変更指示および画像モードの変更指示）における最適音速の更新でも、同様である。

【0108】

また、超音波診断装置 10 においては、図 6 に示すような観察深度が縮小された状態から、デプスボタン 108 によって観察深度の拡大が指示された場合にも、同様に、音速設定用の送受信を行い、最適音速の更新を行う。

すなわち、図 7 (A) および図 7 (B) に概念的に示すように、縮小された観察深度に応じた通常の送受信によって、観察深度を縮小した超音波画像を生成、表示している状態で、N フレーム目にデプスボタン 108 によって観察深度を拡大する指示（本例では、観察深度を元に戻す指示）が行われたら、この指示に応じて、次の N + 1 フレーム目に、音速設定用の送受信を行う。

10

20

30

40

50

【0109】

ここで、観察している深度領域では、先に最適音速が更新されているので、観察深度を拡大する際の音速設定用の送受信は、図7(A)に示すように、拡大された深度領域のみで設定用焦点を形成する送受信を行う。すなわち、この例では、1つの走査ラインで、設定用焦点を形成する2回の送受信と、Bモード形成用の送信焦点を形成する2回に送受信との、計4回の送受信を行う。

しかしながら、観察深度を拡大する場合には、図3(B)に示す、超音波画像の全面に対応して設定用焦点を形成する音速設定用の送受信でもよい。また、この音速設定用の送受信を行う場合には、先と同様にして、全面の最適音速を更新してもよい。

【0110】

N+1フレーム目に音速設定用の送受信を行ったら、先と同様に、その受信データが受信データメモリ36に記憶され、信号処理部20が受信データメモリ36から受信データを読み出し、音速設定部40によって最適音速が設定される。

音速設定部40は、新たに設定した最適音速を信号処理部20に供給し、信号処理部20が最適音速を更新する。すなわち、超音波診断装置10においては、デプスボタンによって観察深度の拡大あるいは縮小が行われた直後に音速設定用の送受信を行い、最適音速を更新する。

【0111】

最適音速を更新したら、信号処理部20は、再度、受信データメモリ36から、N+1フレーム目の音速設定用の送受信による受信データを読み出し、更新した最適音速に基づいて遅延補正を行ってBモード画像信号を生成する。なお、このBモード画像信号を生成する際には、必要に応じて、受信データの間引き等を行ってもよい。

信号処理部20が生成したN+1フレーム目のBモード画像信号は、DSC24および画像処理部26で処理されて、表示部30に表示される。

【0112】

N+1フレーム目の音速設定用の送受信が終了したら、制御部42は、圧電素子アレイ14に、観察深度を拡大したBモード画像を生成するための、図3(A)に示す通常の送受信を行わせるように、送信回路16および受信回路18に指示を出す。

これに応じて、N+2フレーム以降は、図7(A)に示されるように、図3(A)に示す通常の送受信を所定のフレームレートで繰り返し行い、この送受信で得られた受信データを更新した最適音速に基づいて遅延補正してBモード画像信号を生成し、図7(B)に示すように、深度領域が拡張されたBモード画像が所定のフレームレートで表示される。

【0113】

なお、前述のように、観察深度が拡大あるいは縮小されると、変更された観察深度に応じて、超音波エコーの受信時間が変わり、これに応じて、フレームレートも変動する。

これに応じて、前述のように、所定フレーム毎に1回など、定期的に行っている最適音速の更新の頻度を、変更してもよい。

【0114】

図示例の超音波診断装置10においては、観察対象範囲の指示として、ROIの設定が指示された場合にも、最適音速の更新を行う。

【0115】

一例として、超音波診断装置10においては、ROIを示す枠（いわゆるROI枠）が表示されていない状態で、ズームボタン82が押下されると、超音波画像中にROI枠が表示される。次いで、トラックボール102によってROI枠の位置を調節して、セットボタン106を押下することで、ROI枠の位置が確定する。その後、トラックボール102を操作することでROI枠のサイズを調節でき、さらに、セットボタン106を押下することで、ROIが確定される。

なお、操作中に、デリートボタン100を押下することにより、前の段階の操作に戻ることができる。

【0116】

10

20

30

40

50

超音波診断装置 10 において、図 8 (A) および (B) の図中左側に示すように、図 2 (A) に示す通常を送受信を行って、B モード画像を表示している状態において、前述のように、ROI を示す枠の表示、ROI の位置およびサイズの調節を行った後、セットボタン 106 によって ROI が確定される。

なお、図 8 および後述する図 9 において、符号 R は、ROI を示す枠である。

【0117】

この ROI の確定指示（すなわち ROI の設定指示）に応じて、制御部 42 は、この確定指示の直後のフレームで、音速設定用の送受信を圧電素子アレイ 14 に行わせるように、送信回路 16 および受信回路 18 に指示を出す。すなわち、超音波診断装置 10 においては、好ましい態様として、確定指示によって ROI が設定された直後に音速設定用の送受信を行い、最適音速を更新する。

10

ここで、この送受信では、図 3 (B) に示す、超音波画像全体に設定用焦点を形成する音速設定用の送受信を行ってもよい。しかしながら、好ましくは、図 8 (B) に示すように、ROI 枠の中のみに設定用焦点を形成し、それ以外の領域は、通常を送受信に対応する送信焦点を形成する、送受信を行う。これにより、ROI 内の画質を高画質にしつつ、ROI の設定指示に応じた、音速設定用の送受信の時間を短縮できる。

【0118】

この送受信で得られた受信データは、先と同様に、順次、受信データメモリ 36 に記憶される。受信データメモリ 36 に受信データが記憶されると、まず、信号処理部 20 が ROI 内の受信データを読み出し、先と同様に、ROI 内の最適音速を更新する。

20

ROI 内の最適音速を更新したら、次いで、信号処理部 20 が、受信データメモリ 36 から、受信データを読み出して、ROI 内は更新した最適音速に、ROI 以外の領域は ROI の確定前に用いていた最適音速に、それぞれ基づいて遅延補正を行って B モード画像信号を生成し、以降、先と同様に、B モード画像を表示部 30 に表示する。

【0119】

これ以降のフレームでは、図 3 (A) に示す通常を送受信を所定のフレームレートで行って、ROI 内は更新した最適音速に基づいて受信データを、ROI 以外の領域は ROI の確定前に用いていた最適音速に基づいて受信データを、それぞれ、処理して、B モード画像信号を生成し、所定のフレームレートで、B モード画像を表示する。

【0120】

30

超音波診断装置 10 では、例えば、デリートボタン 100、トラックボール 102 およびセットボタン 106 による操作指示で、設定した ROI の移動、ならびに、設定した ROI の拡大および縮小を行うことができる。

例えば、図 9 (A) の上段に概念的に示すように、ROI の移動が指示され、ROI が移動されて、セットボタン 106 で確定されたら、確定直後のフレームにおいて、図 9 (A) の下段に示すように、移動して確定された ROI の領域に対応して、先と同様に、ROI 内は設定用焦点を形成し、ROI 以外の領域は通常を送受信に対応する送信焦点を形成する送受信を行い、ROI 内の最適音速を更新し、かつ、B モード画像信号を生成して、表示する。

以降は、図 3 (A) に示す通常を送受信を所定のフレームレートで行って、ROI 内は更新した最適音速に基づいて、ROI 以外の領域は ROI の確定前に用いていた最適音速に基づいて、それぞれ受信データを処理して、B モード画像信号を生成して B モード画像を表示する。

40

【0121】

また、図 9 (B) の上段に概念的に示すように、ROI の拡大（ROI 枠の拡大）が指示され、ROI が拡大、確定されたら、図 6 (B) の下段に示すように、確定直後のフレームにおいて、以下、同様に、拡大、確定された ROI の領域に対応して、設定用焦点および通常を送受信に対応する送信焦点を形成する送受信を行い、ROI 内の最適音速を更新し、かつ、B モード画像を生成して、表示する。

以降は、同様に、図 3 (A) に示す通常を送受信を所定のフレームレートで行って、R

50

ROI内は更新した最適音速に基づいて、ROI以外の領域はROIの確定前に用いていた最適音速に基づいて、それぞれ受信データを処理して、Bモード画像信号を生成してBモード画像を表示する。

【0122】

なお、ROIの縮小が行われた場合には、同様に最適音速の更新を行ってもよく、あるいは、ROIの設定時に、ROI内の最適音速の更新が行われているので、ROI内の最適音速の更新は、行わなくてもよい。

【0123】

以上の例では、確定手段によってROIの確定が指示された場合に、音速設定用の送受信を行って、ROI内の最適音速の更新を行っている。

10

ここで、セットボタン106によって確定が指示されていない状態でも、ROIの設定、移動、拡大/縮小等が指示された状態で、ROIを示す枠の移動やサイズの変更が無い場合、すなわちROIを示す枠が停止した場合には、操作者が、その枠の領域に関心を有していると考えられる。

従って、本発明においては、ROIの設定、移動、拡大/縮小等が指示された状態で、かつ、確定前に、ROI枠が、適宜設定した所定時間（例えば、0.5～5秒の間で設定した所定時間、特に1秒程度）以上、停止した場合には、これをROIの確定指示と見なして、この枠内（あるいは超音波画像全体）の最適音速の更新を行ってもよい。

【0124】

あるいは、ROIの確定による最適音速の更新と、ROIを示す枠の停止に応じた最適音速の更新との、いずれかに応じた最適音速の更新状態になった時点で、最適音速の更新を行うようにしてもよい。

20

さらに、ROIの確定による最適音速の更新、ROI枠の停止に応じた最適音速の更新、ROIの確定および停止のいずれかに応じた最適音速の更新の2以上を、選択できるようにしてもよい。

【0125】

以上のように、本発明によれば、超音波診断装置において、観察深度の変更やROIの設定など、観察対象範囲の指示が行われた場合に、その指示に応じて、音速設定用の送受信を行って音速を更新し、これ以降は、更新した音速に基づいて遅延補正を行って、Bモード画像の生成を行う。

30

そのため、本発明によれば、詳細に超音波画像を観察したい観察対象範囲に対応して、正確な音速に基づいて、歪み等の無い高画質な超音波画像を安定して表示できる。

【0126】

ここで、超音波診断装置10においては、操作部46のズームボタン82を用いて、図9(C)の上段に示すように、ROI内の超音波画像を拡大（および縮小）できる。

この場合は、単にROI内を拡大表示しているだけなので、図9(C)の下段に示すように、観察対象範囲に対する何らかの指示が行われたわけではない。そのため、ROI内の超音波画像の拡大が行われた場合には、特に最適音速の更新を行わなくてもよい。

【0127】

しかしながら、ROI内の超音波画像を拡大するということは、ROIの領域を、より詳細に観察するためであると考えられる。

40

そのため、ROI内の超音波画像の拡大が行われた場合には、その指示に応じて、ROI内の設定用焦点の密度を、図3(B)に示す設定用送受信の設定用焦点よりも高密度にした音速設定用の送受信を行い、ROI内の音速更新を行ってもよい。

例えば、図9(C)に示すように、超音波画像の拡大によって、表示画像が、ほぼROI内の画像となる場合であれば、ROI内で1つの走査ラインについて5点の設定用焦点を形成するように音速設定用の送受信を行う。これにより、1つの走査ラインに関しては図3(B)に示す音速設定用の送受信と同様の送信回数で、ROI内の最適音速の更新を、より緻密に行うことができる。

【0128】

50

前述のように、超音波診断装置 10 では、所定フレーム数毎に 1 回の定期的なタイミングで、最適音速の更新を行う。

この際において、図 8 や図 9 に示すように、ROI が設定されている状態では、定期的な最適音速の更新は、ROI 内のみを行っても、超音波画像の全面に対応して行ってもよい。但し、ROI 内のみでの最適音速の更新を長時間（多数フレーム）に渡って続けると、ROI の内と外とで違和感が有る超音波画像となってしまう場合も有る。そのため、定期的な最適音速の更新を ROI 内のみで行う場合でも、ROI 内の更新頻度よりも低い頻度で、超音波画像の全面に対応する最適音速の更新を行うのが好ましい。

【0129】

以上の例においては、観察対象範囲の指示として、観察深度の変更および ROI の設定を例示したが、本発明は、これに限定はされない。

例えば、観察対象範囲の指示としては、アジマス方向の観察領域（観察視野）の拡大および縮小、アジマスおよび深度の両方向の観察領域（観察視野）の拡大および縮小、超音波画像の拡大および縮小（ズームイン/ズームアウト）等も利用可能である。従って、操作部 46 に、これらの観察対象範囲を指示する指示手段を設け、指示手段による観察対象範囲の指示に応じて、音速設定用の送受信を行い、最適音速を更新して、以降の超音波画像を生成してもよい。

【0130】

また、図示例の超音波診断装置 10 においては、前述の図 3（A）に示す通常の送受信が所定のフレームレートに応じて繰り返し行う、ライブモードでの B モード画像の表示中に、操作部 46 による操作によって、画像の変更が指示された際にも、この指示に応じて、音速設定用の送受信を行い、最適音速の更新を行う。

【0131】

超音波診断装置 10 において、図 3（A）に示す通常の送受信を所定のフレームレートで行って、ライブモードで動画を表示している際に、ゲインダイヤル 114 が操作されて、ゲインの変更が指示されると、制御部 42 は、送信回路 16 および受信回路 18 に、ゲインの変更が指示された直後の送受信において、図 3（B）に示す音速設定用の送受信を、圧電素子アレイ 14 に行わせるように指示を出し、音速設定部 40 が先と同様に最適音速を設定し、最適音速の更新を行う。

【0132】

すなわち、図 10（A）に概念的に示すように、超音波診断装置 10 において、前述のように図 3（A）に示す通常の送受信を所定のフレームレートで行って、B モード画像を表示している際に、N フレーム目にゲインダイヤル 114 によってゲインの変更が行われたら、この指示に応じて、次の N + 1 フレーム目に、図 3（B）に示す音速設定用の送受信を行う。

なお、図 10（B）は、各フレームの超音波の送受信で生成される超音波画像を概念的に示している。

【0133】

ゲインダイヤル 114 が操作された直後の N + 1 フレーム目に音速設定用の送受信を行ったら、先と同様に、その受信データが受信データメモリ 36 に記憶され、信号処理部 20 が受信データメモリ 36 から受信データを読み出し、音速設定部 40 によって最適音速が設定される。

音速設定部 40 は、新たに設定した最適音速を信号処理部 20 に供給し、信号処理部 20 が最適音速を更新する。すなわち、超音波診断装置 10 においては、好ましい態様として、ゲイン変更が指示された直後に音速設定用の送受信を行い、最適音速を更新する。

【0134】

最適音速を更新したら、信号処理部 20 は、再度、受信データメモリ 36 から、音速設定用の送受信による受信データを読み出し、更新した最適音速に基づいて遅延補正を行って B モード画像信号を生成する。なお、この B モード画像信号を生成する際には、必要に応じて、受信データの間引き等を行ってもよい。

10

20

30

40

50

信号処理部 20 が生成した B モード画像信号は、DSC 24 および画像処理部 26 で処理されて、表示部 30 に表示される。

【0135】

これ以降の $N + 2$ フレーム目以降では、図 10 に示すように、図 3 (A) に示す通常の送受信を行って、更新した最適音速に基づいて受信データ进行处理して、B モード画像信号を生成する。

【0136】

また、図示例の超音波診断装置 10 では、STC キー 68 が操作された場合にも、それに応じて、音速設定用の送受信を行い、最適音速の更新を行う。

前述のように、STC キー 68 は、超音波画像の各深度領域毎に、個々に、ゲイン調節を行う操作手段である。図示例において、STC キー 68 は、6 つの深度領域において、個々にゲインを調節することができる。

図 11 (A) に概念的に示すように、先と同様に、超音波診断装置 10 において、前述のように図 3 (A) に示す通常の送受信を所定のフレームレートで行って、B モード画像を表示している際に、 N フレーム目に STC キー 68 が操作されて、何れかの深度においてゲインの変更が行われたら、次の $N + 1$ フレーム目に、図 3 (B) に示す音速設定用の送受信を行う。

なお、図 11 (B) は、同様に、各フレームの超音波の送受信で生成される超音波画像を概念的に示している。

【0137】

本例においては、下から 2 番目 (2 番目に深い深度領域) の STC キー 68 が操作されたとする。

ここで、この STC キー 68 の操作に対応する $N + 1$ フレーム目の音速設定用の送受信は、図 3 (B) に示す、超音波画像全体に設定用焦点を形成する音速設定用の送受信を行って、全面の最適音速の更新を行ってもよい。

しかしながら、ゲインを調節されない深度領域は、操作者が、超音波画像の画質に問題が無いと判断している領域である。従って、この深度領域においては、強いて最適音速の更新を行う必要はない。

そのため、STC キー 68 の操作に対応する音速設定用の送受信では、図 11 (A) に示すように、ゲインが調節された深度領域のみに対応して、設定用焦点を形成し、それ以外の深度領域は、通常の送受信と同様の送信焦点を形成するように、音速設定用の送受信を行う。これにより、ゲインを変更された深度領域すなわち画質を変更された画質を高画質にしつつ、ゲインの変更指示に応じた音速設定用の送受信の時間を、短縮できる。

【0138】

STC キー 68 が操作された直後の $N + 1$ フレーム目の送受信において、音速設定用の送受信を行ったら、先と同様に、その受信データが受信データメモリ 36 に記憶される。信号処理部 20 は、音速更新用の送信焦点への送受信で得られた受信データを受信データメモリ 36 から読み出す。音速設定部 40 は、読み出した受信データを用いて、音速更新用の送信焦点を設定した領域、すなわち、ゲインの変更が指示された深さ領域の最適音速を設定する。

【0139】

音速設定部 40 は、新たに設定した最適音速を信号処理部 20 に供給し、信号処理部 20 が、ゲインの変更が指示された深さ領域の最適音速を更新する。すなわち、本例においても、好ましい態様として、STC キー 68 によるゲイン変更が指示された直後に音速設定用の送受信を行い、最適音速を更新する。

【0140】

最適音速を更新したら、信号処理部 20 は、受信データメモリ 36 から、音速設定用の送受信の B モード生成用の送信焦点への送受信で得られた受信データを読み出し、更新した最適音速に基づいて遅延補正を行って B モード画像信号を生成する。

【0141】

信号処理部 20 が生成した B モード画像信号は、DSC 24 および画像処理部 26 で処理されて、表示部 30 に表示される。

また、N + 2 フレーム目以降のフレームでは、図 11 に示すように、図 3 (B) に示す通常の送受信を行って、更新した最適音速に基づいて受信データを処理して、B モード画像信号を生成する。

【0142】

以上のように、本発明によれば、超音波診断装置において、画質の変更指示に応じて、画質の変更が指示された直後に音速設定用の送受信を行って音速を更新し、この音速に基づいて超音波画像を生成する。

そのため、本発明によれば、操作者が画質を改善したい、適切なタイミングで音速の更新を行い、正確な音速で超音波画像を生成することができ、歪み等に起因する画質劣化の無い、高画質な超音波画像にできる。

【0143】

また、医療の現場において、診断中に、操作者に複数のスイッチを操作させると誤操作の原因となる恐れがある。そのため、診断中に操作するスイッチの数を増やすことは問題であった。これに対して、本発明によれば、画質の変更指示をトリガとして音速の更新を行うので、音速更新を指示するスイッチを設けることなく、適切なタイミングで音速の更新を行うことができ、高画質な超音波画像を生成することができる。

【0144】

以上の例では、ゲインダイヤル 114 および STC キー 68 の何れかが操作された場合に、最適音速の更新を行っているが、本発明は、これに限定はされない。

すなわち、本発明では、ゲインダイヤル 114 および STC キー 68 の何れか一方のみに対応して、操作が行われた際に最適音速を更新を行うようにしてもよい。あるいは、操作部 46 に選択手段を設けて、ゲインダイヤル 114 および STC キー 68 の何れかの操作に応じた最適音速の更新、ゲインダイヤル 114 のみの操作に応じた最適音速の更新、および、STC キー 68 の操作のみに応じた最適音速の更新の、いずれか選択できるようにしてもよい。

【0145】

さらに、図示例の超音波診断装置 10 においては、ゲインダイヤル 114 または STC キー 68 の操作が開始されたタイミングで音速設定用の送受信を行っているが、本発明は、これに限定はされない。

例えば、ゲインダイヤル 114 や STC キー 68 での操作を確定したタイミングで音速設定用の送受信を行うようにしてもよい。あるいは、ゲインダイヤル 114 または STC キー 68 の操作が開始されたら音速設定用の送受信を行い、確定したタイミングで直前の音速設定用の送受信で得られた受信データを用いて最適音速の更新を行う構成としてもよい。また、ゲインダイヤル 114 または STC キー 68 の操作量が所定の閾値を超えた場合に、音速設定用の送受信を行って最適音速を更新する構成としてもよい。また、これらの構成を、モード等によって選択できるようにしてもよい。

【0146】

また、以上の例は、最適音速の更新を行う超音波画像の画質変更の指示として、ゲイン調節を例示している。

しかしながら、本発明の超音波診断装置 10 は、これ以外にも、操作部 46 が、ダイナミックレンジ（コントラスト）の調節手段、階調カーブ処理（マップ）の調節手段、シャープネス（鮮鋭度）の調節手段、および、スペckルノイズ除去処理の調節手段の少なくとも 1 つを有し、超音波画像のダイナミックレンジ、シャープネス、階調カーブ処理、および、スペckルノイズの除去処理の少なくとも 1 つに対応して、画質の変更（調節）が指示された場合に、最適音速の更新を行うようにしてもよい。また、これらの画質の変更指示の中から、最適音速の更新を行う指示を選択できるようにしてもよい。

なお、本発明の超音波診断装置 10 において、これらの画質変更は、公知の画像処理等を利用して行えばよい。また、これらの画質の変更は、超音波画像全体に対して行っても

10

20

30

40

50

よく、STCキー68のように、所定の深度領域毎に調節を行う機能を有してもよい。

【0147】

さらに、超音波診断装置10においては、前述の図3(A)に示す通常を送受信が所定のフレームレートに応じて繰り返し行う、ライブモードでのBモード画像の表示中に、操作部46による操作によって、画像モードの変更が指示された場合にも、音速設定用の送受信を行い、最適音速の更新を行う。

【0148】

超音波診断装置10において、基本波モード(以下、FIモードとも言う)による図3(A)に示す通常を送受信を所定のフレームレートで行って、ライブモードで動画を表示している際に、ハーモニックボタン80が押下されてTHIモードに画像モードの切り替えが指示されると、制御部42は、送信回路16および受信回路18に、ゲインの変更が指示された直後の送受信において、THIモードによる図3(B)に示す音速設定用の送受信を、圧電素子アレイ14に行わせるように指示を出し、音速設定部40が、先と同様に最適音速の設定を行い、最適音速を更新する。

【0149】

すなわち、図12(A)に概念的に示すように、超音波診断装置10において、FIモード(送受信共に、周波数 f_1)による図3(A)に示す通常を送受信を所定のフレームレートで行って、Bモード画像を表示している際に、Nフレーム目にハーモニックボタン80が押下されてTHIモードへの変更が行われたら、この指示に応じて、次のN+1フレーム目に、周波数 f_1 の超音波(基本波)を送信し、基本波の高調波(一例として二次高調波(周波数 $2f_1$))の超音波エコーを受信するTHIモードによって、図3(B)に示す音速設定用の送受信を行う。

なお、図12(B)は、各フレームの超音波の送受信で生成される超音波画像を概念的に示している。

【0150】

THIモードへの変更が指示された直後のN+1フレーム目の送受信において、音速設定用の送受信を行ったら、先と同様に、その受信データが受信データメモリ36に記憶され、信号処理部20が受信データメモリ36から受信データを読み出し、音速設定部40によって最適音速が設定される。

音速設定部40は、新たに設定した最適音速を信号処理部20に供給し、信号処理部20が最適音速を更新する。すなわち、超音波診断装置10においては、好ましい態様として、THIモードへの変更が指示された直後に音速設定用の送受信を行い、最適音速を更新する。

【0151】

最適音速を更新したら、信号処理部20は、再度、受信データメモリ36から、音速設定用の送受信による受信データを読み出し、更新した最適音速に基づいて遅延補正を行ってBモード画像信号を生成する。なお、このBモード画像信号を生成する際には、必要に応じて、受信データの間引き等を行ってもよい。

【0152】

信号処理部20が生成したBモード画像信号は、DSC24および画像処理部26で処理されて、表示部30に表示される。

また、N+2フレーム目以降のフレームでは、図12に示すように、周波数 f_1 の超音波を送信し、周波数 $2f_1$ の基本波の二次高調波の超音波エコーを受信するTHIモードによって図3(B)に示す通常を送受信を行って、更新した最適音速に基づいて受信データを処理して、THIモードのBモード画像信号を生成する。

【0153】

また、超音波診断装置10においては、FIモードからCHモードへのモードの変更が行われた場合にも、同様に、最適音速の更新を行う。

すなわち、図13(A)に概念的に示すように、超音波診断装置10において、FIモード(送受信共に、周波数 f_1)による図3(A)に示す通常を送受信を所定のフレーム

10

20

30

40

50

レートで行って、Bモード画像を表示している際に、Nフレーム目にコンパウンドボタン78が押下されてCHモードへの変更が行われたら、この指示に応じて、次のN+1フレーム目に、周波数 f_1 の超音波を送信し、周波数 f_1 の基本波および基本波の高調波（一例として、二次高調波（周波数 $2f_1$ ））の超音波エコーを受信するCHモードによって、図3（B）に示す音速設定用の送受信を行う。

なお、図13（B）は、各フレームの超音波の送受信で生成される超音波画像を概念的に示している。

【0154】

CHモードへの変更が指示された直後の送受信において、音速設定用の送受信を行ったら、先と同様に、その受信データが受信データメモリ36に記憶され、信号処理部20が受信データメモリ36から受信データを読み出し、音速設定部40によって最適音速が設定される。

音速設定部40は、新たに設定した最適音速を信号処理部20に供給し、信号処理部20が最適音速を更新する。

【0155】

最適音速を更新したら、信号処理部20は、再度、受信データメモリ36から、音速設定用の送受信による受信データを読み出し、更新した最適音速に基づいて遅延補正を行ってBモード画像信号を生成する。信号処理部20が生成したBモード画像信号は、DSC24および画像処理部26で処理されて、表示部30に表示される。

また、N+2フレーム目以降のフレームでは、図13に示すように、周波数 f_1 の超音波を送信し、周波数 f_1 の超音波エコーおよび周波数 $2f_1$ の基本波の二次高調波の超音波エコーを受信するCHモードによって図3（B）に示す通常の送受信を行って、更新した最適音速に基づいて受信データを処理して、CHモードのBモード画像信号を生成する。

【0156】

なお、図13に示す例では、CHモードでは、超音波の送信を1回のみ、行っているが、本発明は、これに限定はされず、CHモードにおいて、2回（あるいは、それ以上）の超音波の送信を行って、画像を合成してもよい。

すなわち、図14（A）および（B）に概念的に示すように、FIモードで図3（A）に示す通常の送受信を所定のフレームレートで行って、Bモード画像を表示している際に、コンパウンドボタン78が押下されてCHモードへの変更が行われたら、CHモードでは、周波数 f_1 の超音波を送信して、周波数 f_1 の基本波および基本波の周波数 $2f_1$ の高調波の超音波エコーを受信する送受信、および、周波数 f_2 （ $f_1 < f_2$ ）超音波を送信して、周波数 f_2 の超音波エコーを受信する送受信を行うようにしてもよい。

【0157】

以上のように、本発明によれば、超音波診断装置において、画像モードの変更指示に応じて、画像モードの変更が指示された直後に音速設定用の送受信を行って音速を更新し、この音速に基づいて超音波画像を生成する。

そのため、本発明によれば、画質モードを変更した直後に適切なタイミングで音速の更新を行い、正確な音速で超音波画像を生成することができ、画像モード変更直後から、歪み等に起因する画質劣化の無い、高画質な超音波画像にできる。

【0158】

以上の例では、画像モードの切り替えとして、FIモードからTHIモードへの切り替え、および、FIモードからCHモードへの切り替えを例示したが、超音波診断装置10においては、さらに、THIモードからFIモードへの切り替え、CHモードからFIモードへの切り替え、THIモードからCHモードへの切り替え、および、CHモードからTHIモードへの切り替えが指示された場合にも、音速設定用の送受信を行い、最適音速を更新する。

また、Bモード画像を表示している状態で、Bボタン94等が押下された場合にも、同様に、音速設定用の送受信を行い、最適音速を更新するようにしてもよい。

【0159】

以上の例では、F IモードからT H Iモードへの切り替え、F IモードからC Hモードへの切り替え、T H IモードからF Iモードへの切り替え、C HモードからF Iモードへの切り替え、T H IモードからC Hモードへの切り替え、および、C HモードからT H Iモードへの切り替えの、全ての画像モードの切り替え指示に対応して、最適音速の更新を行っている。

しかしながら、本発明は、これに限定はされず、上記画像モードの切り替えの内の、1つのみ、あるいは、複数のみの画像モードの切り替え指示に対応して、最適音速の更新を行うようにしてもよい。また、最適音速の更新を行う画像モードの切り替えを、操作部46による操作等で選択できるようにしてもよい。

さらに、いわゆる周波数コンパウンドや空間コンパウンドへの切り替えが指示されが場合にも、同様に、最適音速の更新を行うようにしてもよい。

【0160】

加えて、以上の例は、Bモードでの超音波画像の表示を行っている際に、画像モードの切り替えを指示されたら、最適音速の更新を行う。

しかしながら、本発明の超音波診断装置10においては、これ以外にも、例えば、Mモードでの超音波画像の表示を行っている際に、同様の画像モードの切り換えが行われた場合にも、同様に最適音速の更新を行うようにしてもよい。また、画像モードの切り替えに応じて最適音速の更新を行う表示モードを、選択できるようにしてもよい。

【0161】

図示例の超音波診断装置10では、フリーズの指示、観察対象範囲の指示、画質変更の指示、および、画像モード変更の指示の、指示の全てに対応して、何れかの指示が行われた場合に、音速設定用の送受信を行い、最適音速を更新しているが、本発明は、これに限定はされない。

例えば、フリーズの指示、観察対象範囲の指示、画質変更の指示、および、画像モード変更の指示の、いずれか1つの指示のみ、あるいは、2～3つの指示のみに対応して、最適音速の更新を行うようにしてもよい。また、モードの選択等によって、最適音速の更新を行う指示を、1つあるいは複数、選択できるようにしてもよい。

【0162】

さらに、以上の例では、最適音速を更新するための音速設定用の送受信は1フレームで行っているが、本発明はこれに限定はされず、設定用焦点の形成を、複数のフレームに分割して、複数のフレームで、全画面の最適音速の更新を行うようにしてもよい。

【0163】

一例として、前述の各指示に応じて最適音速の更新(設定)を行う際に、最初のフレームでは、図15(A)に示すように、図中左から1番目の走査ラインのみ設定用焦点を形成し、他の走査ラインは通常の送受信に対応する送信焦点を形成して、設定用焦点に対応して最適音速を更新する。

次の2フレーム目では、図15(B)に示すように、図中左から2番目の走査ラインのみ設定用焦点を形成し、他の走査ラインは通常の送受信に対応する送信焦点を形成して、設定用焦点に対応して最適音速を更新する。

次の3フレーム目では、図15(C)に示すように、図中左から3番目の走査ラインのみ設定用焦点を形成し、他の走査ラインは通常の送受信に対応する送信焦点を形成して、設定用焦点に対応して最適音速を更新する。

次の4フレーム目では、図15(D)に示すように、図中左から4番目の走査ラインのみ設定用焦点を形成し、他の走査ラインは通常の送受信に対応する送信焦点を形成して、設定用焦点に対応して最適音速を更新して、4フレームで全画面(超音波画像の全面)の最適音速を更新するようにしてもよい。

【0164】

あるいは、走査ライン毎ではなく、各深度毎に設定用焦点を形成して、1フレームで、各深度毎に最適音速の更新を行ってもよい。例えば、図3(B)に示す例であれば、1フレームで、深度が浅い順に、順次、設定用焦点を形成して、5フレームで、全画面の最適音

10

20

30

40

50

速を更新するようにしてもよい。

さらに、１フレームで１個あるいは複数の設定用焦点を形成して、各送信焦点毎に最適音速の更新を行ってもよい。例えば、図３（Ｂ）に示す例であれば、１フレームで１個の設定焦点を形成して、２０フレームで、全画面の最適音速を更新するようにしてもよい。

【０１６５】

以上、本発明の超音波診断装置、超音波画像生成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、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】

【０１６６】

10

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】

【０１６７】

１０ 超音波診断装置

１２ （超音波）プローブ

１４ 圧電素子アレイ

１６ 送信回路

１８ 受信回路

２０ 信号処理部

２６ 画像処理部

20

２８ 表示制御部

３０ 表示部

３２ 画像メモリ

３６ 受信データメモリ

４０ 音速設定部

４２ 制御部

４６ 操作部

４８ 格納部

５０ 超音波画像生成部

６０ 電源スイッチ ６０

30

６２ タッチパネル ６２

６４ メニューボタン

６８ ＳＴＣキー

７０ 患者情報ボタン

７２ メニューコントロールスイッチ

７４ オプティマイズボタン

７６ ファンクションボタン

７８ コンパウンドボタン

８０ ハーモニックボタン

８２ ズームボタン

40

８４ デュアルモード切り替えスイッチ

８６ ＰＷボタン

９０ Ｃボタン

９２ Ｍボタン

９４ Ｂボタン

９６ ボディパターンボタン

９８ シネボタン

１００ デリートボタン

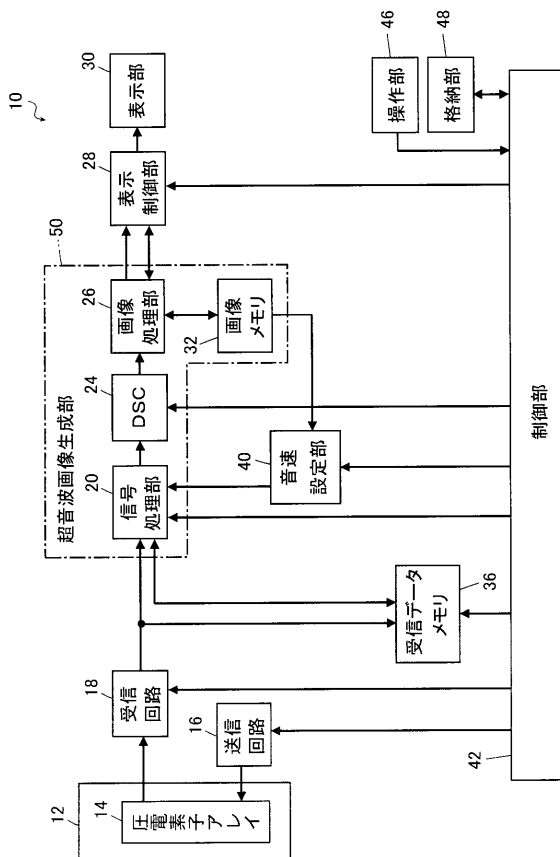
１０２ トラックボール

１０４ メジャーボタン

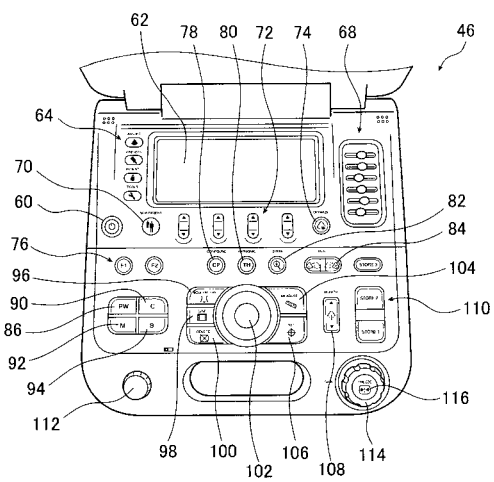
50

- 106 セットボタン
- 108 デプスボタン
- 110 ストアボタン
- 112 エンコーダダイヤル
- 114 ゲインダイヤル
- 116 フリーズボタン

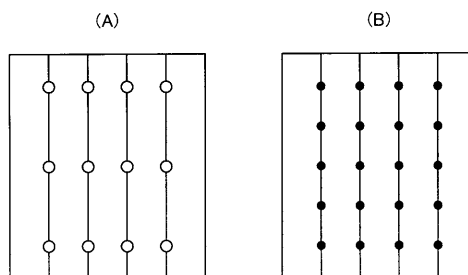
【図1】



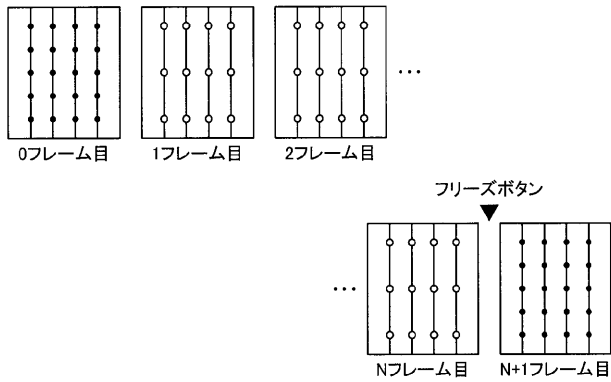
【図2】



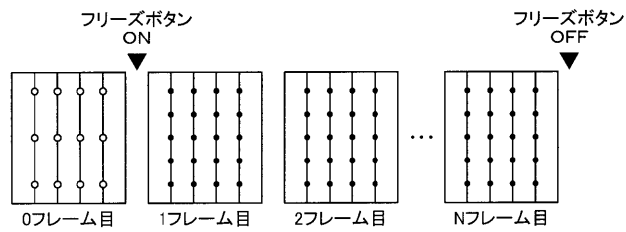
【図3】



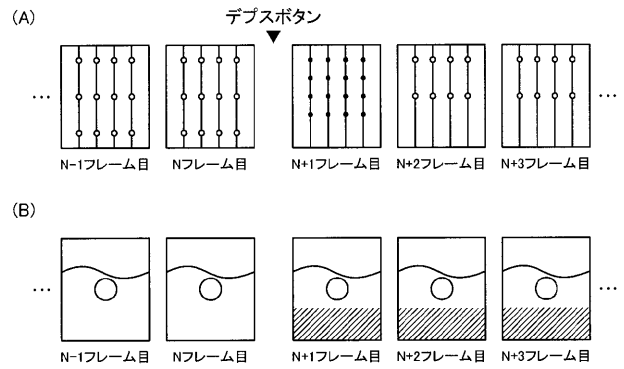
【図 4】



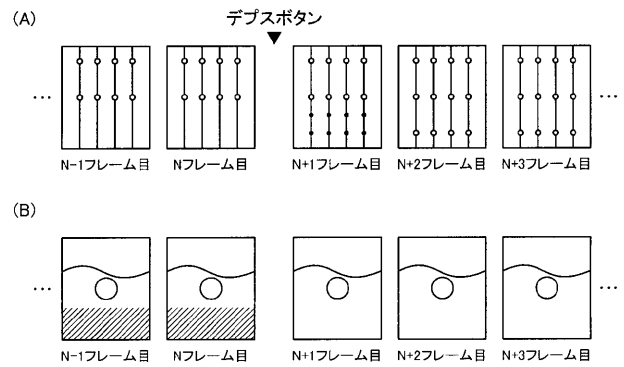
【図 5】



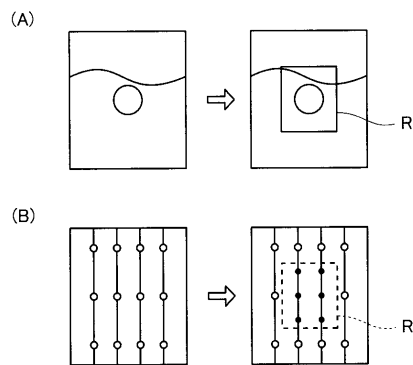
【図 6】



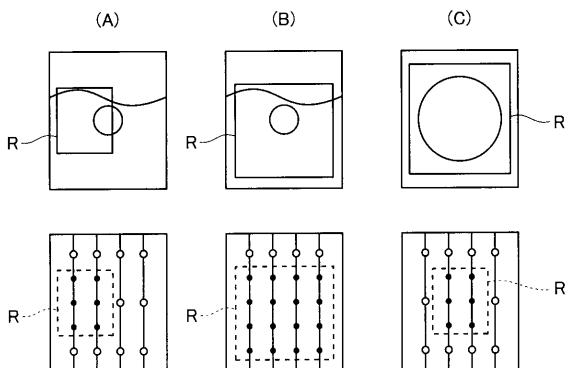
【図 7】



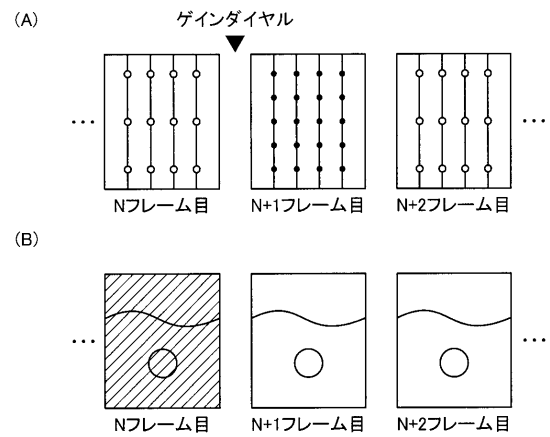
【図 8】



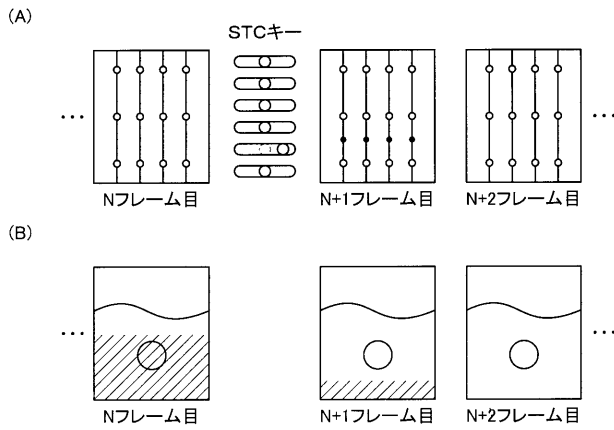
【図 9】



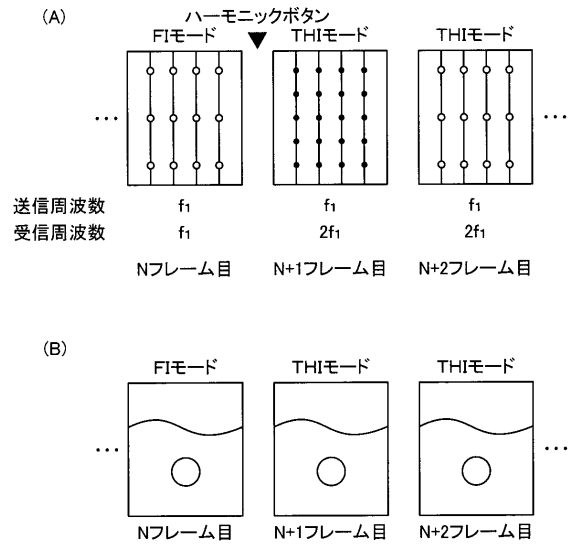
【図 10】



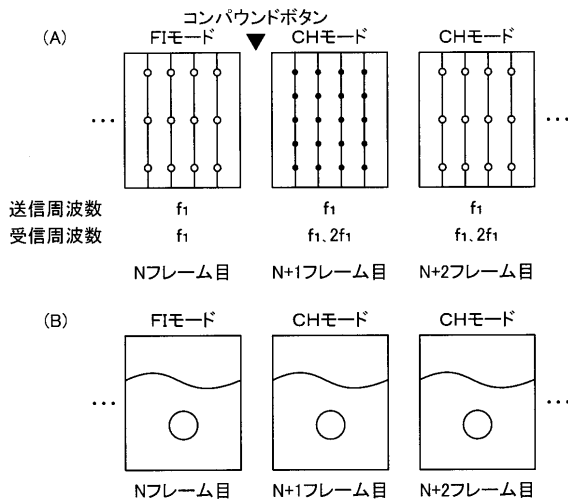
【図 1 1】



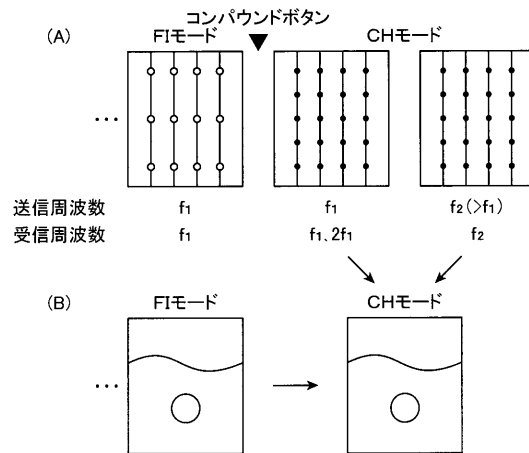
【図 1 2】



【図 1 3】

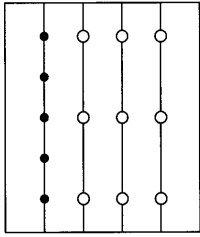


【図 1 4】

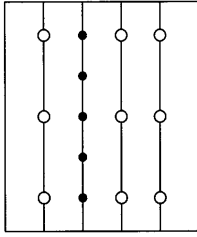


【 図 15 】

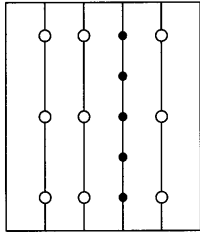
(A)



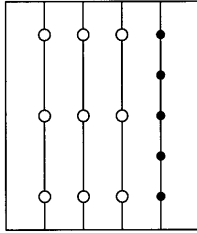
(B)



(C)



(D)



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 BB06 DD20 EE04 EE09 EE22 GB04 HH29 HH30 HH33 JB53
JC37 KK01 LL04 LL38

专利名称(译)	超声波诊断装置，超声波图像生成方法以及程序		
公开(公告)号	JP2014140410A	公开(公告)日	2014-08-07
申请号	JP2013009274	申请日	2013-01-22
[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	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4488 A61B8/461 A61B8/467 A61B8/469 A61B8/5223 A61B8/5269 A61B8/54 G16H50/30 A61B8/145 A61B8/5207		
FI分类号	A61B8/00 A61B8/14.ZDM		
F-TERM分类号	4C601/BB06 4C601/DD20 4C601/EE04 4C601/EE09 4C601/EE22 4C601/GB04 4C601/HH29 4C601/HH30 4C601/HH33 4C601/JB53 4C601/JC37 4C601/KK01 4C601/LL04 4C601/LL38		
代理人(译)	伊藤英明		
其他公开文献	JP5800324B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：响应于诸如超声诊断设备中的冻结和图像质量改变的各种操作，生成适当地进行延迟校正的高质量超声图像。 SOLUTION：根据冻结指令，观察范围指令，图像质量更改指令和图像模式更改指令发送/接收用于设置声速的超声波。使用所获得的接收信号来设置被检体的声速，并且基于所设置的声速，对通过发送和接收超声波而获得的接收信号进行处理以生成超声图像，从而解决上述问题。 要做。 [选择图]图4

