

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5358636号
(P5358636)

(45) 発行日 平成25年12月4日(2013.12.4)

(24) 登録日 平成25年9月6日(2013.9.6)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/00

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2011-194721 (P2011-194721)
 (22) 出願日 平成23年9月7日(2011.9.7)
 (65) 公開番号 特開2013-55979 (P2013-55979A)
 (43) 公開日 平成25年3月28日(2013.3.28)
 審査請求日 平成24年12月25日(2012.12.25)

(73) 特許権者 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目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 石原 圭太郎
 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
 富士フイルム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置および超音波画像生成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アレイトランスデューサから被検体に向けて送信パルスが送信されると共に被検体による超音波エコーを受信した前記アレイトランスデューサから出力される受信信号を処理することで得られるサンプルデータに基づき超音波画像を生成して表示部に表示する超音波診断装置であって、

操作者の操作により多段フォーカス位置を設定するための操作部と、

前記操作部を介して設定された多段フォーカス位置におけるフォーカス間距離が予め測定深度毎に設定された許容範囲を超えている場合に、前記許容範囲内となるように前記多段フォーカス位置を自動的に補正する多段フォーカス位置補正部と

を備えたことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

測定深度とフォーカス間距離の許容範囲とが対応付けられたフォーカス間距離テーブルが保存されたメモリをさらに備え、

前記多段フォーカス位置補正部は、前記メモリに保存された前記フォーカス間距離テーブルを参照することにより前記多段フォーカス位置を補正する請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記多段フォーカス位置補正部は、所定の測定深度より浅い測定領域においては、予め測定深度毎に設定された許容下限値に基づいて前記多段フォーカス位置を補正する請求項

10

20

2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記多段フォーカス位置補正部は、所定の測定深度以上に深い測定領域においては、予め測定深度毎に設定された許容上限値に基づいて前記多段フォーカス位置を補正する請求項 2 または 3 に記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記フォーカス間距離テーブルは、測定深度毎に浅い側のフォーカス間距離の許容範囲と深い側のフォーカス間距離の許容範囲とがそれぞれ対応付けられたものである請求項 2 ~ 4 のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記多段フォーカス位置補正部は、前記多段フォーカス位置のうち最も浅いフォーカス位置を固定して深い側のフォーカス位置を補正する請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記多段フォーカス位置補正部は、前記多段フォーカス位置のうち前記操作部を介して設定中のフォーカス位置を固定して他のフォーカス位置を補正する請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

前記多段フォーカス位置補正部により補正された前記多段フォーカス位置が前記表示部に表示される請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項 9】

アレイトランスデューサから被検体に向けて送信パルスが送信されると共に被検体による超音波エコーを受信した前記アレイトランスデューサから出力される受信信号を処理することで得られるサンプルデータに基づき超音波画像を生成して表示部に表示する超音波画像生成方法であって、

操作者の操作により多段フォーカス位置を設定し、

設定された多段フォーカス位置におけるフォーカス間距離が予め測定深度毎に設定された許容範囲を超えている場合に、前記許容範囲内となるように前記多段フォーカス位置を自動的に補正する

ことを特徴とする超音波画像生成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、超音波診断装置および超音波画像生成方法に係り、特に、被検体による超音波エコーを受信したアレイトランスデューサから出力される受信信号を受信信号処理部で処理することで得られる受信データに基づいて超音波画像を生成する超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、医療分野において、超音波画像を利用した超音波診断装置が実用化されている。一般に、この種の超音波診断装置は、超音波プローブのアレイトランスデューサから被検体内に向けて超音波ビームを送信し、被検体からの超音波エコーをアレイトランスデューサで受信して、その受信信号を装置本体で電氣的に処理することにより超音波画像が生成される。

【0003】

超音波ビームは、各走査線上に送信フォーカス位置を定めてアレイトランスデューサから送信されるが、送信フォーカス位置付近では、超音波ビームが収束されるために分解能の高い画像が得られるものの、送信フォーカス位置から離れると、超音波ビームが十分に収束されず、分解能は低下する傾向にある。

そこで、例えば、特許文献 1 に開示されている超音波診断装置のように、操作者により

10

20

30

40

50

各走査線の測定深度方向に複数の送信フォーカス位置を設定して多段フォーカス送信を行うものが知られている。

このような多段フォーカス送信を用いれば、測定深度の浅い領域から深い領域まで広範囲にわたって超音波ビームのフォーカスを絞ることができるため、高画質の超音波画像の生成が可能となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-22656号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、操作者により設定された各走査線上の多段フォーカス位置が互いに接近し過ぎると、フォーカス位置付近の音圧が極端に高くなり、受信信号のレベルに大きなムラを生じるために、画像全体にわたって画質を向上させることが困難になるおそれがある。超音波の減衰が少ない浅い測定深度領域ほど、このような複数のフォーカス位置の接近による影響は大きなものとなる。

逆に、測定深度の深い領域では、超音波の減衰が大きいことから、多段フォーカス位置におけるフォーカス間距離が短くても、受信信号のレベルに生じるムラは小さくなる。

【0006】

20

この発明は、このような従来の問題点を解消するためになされたもので、操作者により設定された多段フォーカス位置におけるフォーカス間距離に関わらずに高画質の超音波画像の生成を図ることができる超音波診断装置および超音波画像生成方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明に係る超音波診断装置は、アレイトランスデューサから被検体に向けて送信パルスが送信されると共に被検体による超音波エコーを受信したアレイトランスデューサから出力される受信信号を処理することで得られるサンプルデータに基づき超音波画像を生成して表示部に表示する超音波診断装置であって、操作者の操作により多段フォーカス位置を設定するための操作部と、操作部を介して設定された多段フォーカス位置におけるフォーカス間距離が予め測定深度毎に設定された許容範囲を超えている場合に、許容範囲内となるように多段フォーカス位置を自動的に補正する多段フォーカス位置補正部とを備えたものである。

30

【0008】

好ましくは、測定深度とフォーカス間距離の許容範囲とが対応付けられたフォーカス間距離テーブルが保存されたメモリをさらに備え、多段フォーカス位置補正部は、メモリに保存されたフォーカス間距離テーブルを参照することにより多段フォーカス位置を補正する。

多段フォーカス位置補正部は、所定の測定深度より浅い測定領域においては、予め測定深度毎に設定された許容下限値に基づいて多段フォーカス位置を補正することが好ましい。一方、多段フォーカス位置補正部は、所定の測定深度以上に深い測定領域においては、予め測定深度毎に設定された許容上限値に基づいて多段フォーカス位置を補正することが好ましい。

40

また、フォーカス間距離テーブルとして、測定深度毎に浅い側のフォーカス間距離の許容範囲と深い側のフォーカス間距離の許容範囲とがそれぞれ対応付けられたものを用いることもできる。

【0009】

多段フォーカス位置補正部は、多段フォーカス位置のうち最も浅いフォーカス位置を固定して深い側のフォーカス位置を補正する、あるいは、多段フォーカス位置のうち操作部

50

を介して設定中のフォーカス位置を固定して他のフォーカス位置を補正することができる。

また、多段フォーカス位置補正部により補正された多段フォーカス位置を表示部に表示してもよい。

【 0 0 1 0 】

この発明に係る超音波画像生成方法は、アレイトランスデューサから被検体に向けて送信パルスが送信されると共に被検体による超音波エコーを受信したアレイトランスデューサから出力される受信信号を処理することで得られるサンプルデータに基づき超音波画像を生成して表示部に表示する超音波画像生成方法であって、操作者の操作により多段フォーカス位置を設定し、設定された多段フォーカス位置におけるフォーカス間距離が予め測定深度毎に設定された許容範囲を超えている場合に、許容範囲内となるように多段フォーカス位置を自動的に補正する方法である。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

この発明によれば、操作者の操作により設定された多段フォーカス位置におけるフォーカス間距離が予め測定深度毎に設定された許容範囲を超えている場合に、許容範囲内となるように多段フォーカス位置を自動的に補正するので、操作者により設定された多段フォーカス位置におけるフォーカス間距離に関わらずに高画質の超音波画像の生成を図ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

20

【 0 0 1 2 】

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

【図 2】実施の形態 1 の動作を示す図である。

【図 3】実施の形態 1 の変形例の動作を示す図である。

【図 4】実施の形態 2 の動作を示す図である。

【図 5】実施の形態 3 の動作を示す図である。

【図 6】実施の形態 3 の変形例の動作を示す図である。

【図 7】実施の形態 4 における表示画面を示す図である。

【図 8】実施の形態 4 の変形例における表示画面を示す図である。

【図 9】実施の形態 4 の他の変形例における表示画面を示す図である。

30

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

以下、この発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。

実施の形態 1

図 1 に、実施の形態 1 に係る超音波診断装置の構成を示す。超音波診断装置は、超音波プローブ 1 と、この超音波プローブ 1 に接続された診断装置本体 2 とを備えている。

超音波プローブ 1 は、アレイトランスデューサ 3 を有し、このアレイトランスデューサ 3 に送信回路 4 と受信回路 5 が接続され、送信回路 4 および受信回路 5 にプローブ制御部 6 が接続されている。

【 0 0 1 4 】

40

診断装置本体 2 は、超音波プローブ 1 の受信回路 5 に接続された信号処理部 11 を有し、この信号処理部 11 に D S C (Digital Scan Converter) 12、画像処理部 13、表示制御部 14 および表示部 15 が順次接続されている。画像処理部 13 には、画像メモリ 16 が接続され、信号処理部 11、D S C 12、画像処理部 13 および画像メモリ 16 により画像生成部 17 が形成されている。信号処理部 11、D S C 12 および表示制御部 14 に本体制御部 18 が接続されており、本体制御部 18 に多段フォーカス位置補正部 19 が接続され、さらに、多段フォーカス位置補正部 19 にメモリ 20 が接続されている。本体制御部 18 には、操作部 21 および格納部 22 もそれぞれ接続されている。

また、超音波プローブ 1 のプローブ制御部 6 と診断装置本体 2 の本体制御部 18 が互いに接続されている。

50

【 0 0 1 5 】

超音波プローブ 1 のアレイトランスデューサ 3 は、1 次元又は 2 次元のアレイ状に配列された複数の超音波トランスデューサを有している。これら複数の超音波トランスデューサは、それぞれ送信回路 4 から供給される駆動信号に従って超音波を送信すると共に被検体からの超音波エコーを受信して受信信号を出力する。各超音波トランスデューサは、例えば、P Z T (チタン酸ジルコン酸鉛) に代表される圧電セラミックや、P V D F (ポリフッ化ビニリデン) に代表される高分子圧電素子、P M N - P T (マグネシウムニオブ酸・チタン酸鉛固溶体) に代表される圧電単結晶等からなる圧電体の両端に電極を形成した振動子によって構成される。

【 0 0 1 6 】

10

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

【 0 0 1 7 】

送信回路 4 は、例えば、複数のパルサを含んでおり、プローブ制御部 6 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、アレイトランスデューサ 3 の複数の超音波トランスデューサから送信される超音波が超音波ビームを形成するようにそれぞれの駆動信号の遅延量を調節して複数の超音波トランスデューサに供給する。

20

【 0 0 1 8 】

受信回路 5 は、アレイトランスデューサ 3 の各超音波トランスデューサから送信される受信信号を増幅して A / D 変換した後、プローブ制御部 6 からの制御信号に応じて選択された受信遅延パターンに基づいて設定される音速または音速の分布に従い、各受信信号にそれぞれの遅延を与えて加算することにより、受信フォーカス処理を行う。この受信フォーカス処理により、超音波エコーの焦点が絞り込まれた受信データ (音線信号) が生成される。

プローブ制御部 6 は、診断装置本体 2 の本体制御部 1 8 から伝送される各種の制御信号に基づいて、超音波プローブ 1 の各部の制御を行う。

【 0 0 1 9 】

30

診断装置本体 2 の信号処理部 1 1 は、超音波プローブ 1 の受信回路 6 で生成された受信データに対し、超音波の反射位置の深度に応じて距離による減衰の補正を施した後、包絡線検波処理を施すことにより、被検体内の組織に関する断層画像情報である B モード画像信号を生成する。

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

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

【 0 0 2 0 】

40

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

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

【 0 0 2 1 】

操作部 2 1 は、操作者が入力操作を行うためのもので、キーボード、マウス、トラックボール、タッチパネル等から形成することができ、多段フォーカス送信時には、この操作部 2 1 を介して操作者により各走査線上の多段フォーカス位置が設定される。

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

50

ができる。

【 0 0 2 2 】

多段フォーカス位置補正部 1 9 は、多段フォーカス送信時に操作部 2 1 を介して操作者により入力設定された各走査線上の多段フォーカス位置のフォーカス間距離を予め測定深度毎に設定された許容範囲と比較し、許容範囲を超えている場合に、フォーカス間距離が許容範囲内となるように多段フォーカス位置を自動的に補正する。

メモリ 2 0 には、測定深度とフォーカス間距離の許容範囲とが対応付けられたフォーカス間距離テーブルが予め保存されている。このフォーカス間距離の許容範囲は、多段フォーカス送信を行っても、フォーカス位置付近の音圧が極端に高くなって超音波画像の画質の低下を来すことがないような測定深度毎のフォーカス間距離を示している。

10

多段フォーカス位置補正部 1 9 は、メモリ 2 0 に保存されたフォーカス間距離テーブルを参照することにより多段フォーカス位置の補正を行う。

【 0 0 2 3 】

本体制御部 1 8 は、操作者により操作部 2 1 から入力された各種の指令信号等に基づいて、診断装置本体 2 内の各部の制御を行うものである。

なお、信号処理部 1 1、D S C 1 2、画像処理部 1 3、表示制御部 1 4 および多段フォーカス位置補正部 1 9 は、C P U と、C P U に各種の処理を行わせるための動作プログラムから構成されるが、それらをデジタル回路で構成してもよい。

【 0 0 2 4 】

次に、実施の形態 1 の動作を説明する。

20

まず、多段フォーカス送信を用いた超音波診断に先立って、操作者により操作部 2 1 を介して各走査線上の多段フォーカス位置が設定される。ここでは、各走査線上に 2 つのフォーカス点が設定されるものとする。

例えば、図 2 に示されるように、ある走査線上において、深度 D 1 に第 1 のフォーカス点 F 1 が設定された後、深度 D 1 より深い深度 D 2 に第 2 のフォーカス点 F 2 が設定されると、これら第 1 のフォーカス点 F 1 の深度 D 1 および第 2 のフォーカス点 F 2 の深度 D 2 が操作部 2 1 から本体制御部 1 8 を介して多段フォーカス位置補正部 1 9 に入力される。

【 0 0 2 5 】

多段フォーカス位置補正部 1 9 は、本体制御部 1 8 を介して第 1 のフォーカス点 F 1 の深度 D 1 および第 2 のフォーカス点 F 2 の深度 D 2 が入力されると、これら深度 D 1 および D 2 から第 1 のフォーカス点 F 1 と第 2 のフォーカス点 F 2 のフォーカス間距離 L 1 を算出し、このフォーカス間距離 L 1 をメモリ 2 0 に予め保存されているフォーカス間距離テーブルの許容範囲と比較する。フォーカス間距離テーブルには、測定深度毎にフォーカス間距離の許容範囲が規定されており、第 1 のフォーカス点 F 1 の深度 D 1 に対して許容下限値 L a が対応付けられているものとする、多段フォーカス位置補正部 1 9 により、第 1 のフォーカス点 F 1 および第 2 のフォーカス点 F 2 のフォーカス間距離 L 1 と第 1 のフォーカス点 F 1 の深度 D 1 に対する許容下限値 L a が比較される。

30

【 0 0 2 6 】

図 2 に示されるように、フォーカス間距離 L 1 が許容下限値 L a より小さい場合には、第 1 のフォーカス点 F 1 との間のフォーカス間距離が許容下限値 L a となるまで、多段フォーカス位置補正部 1 9 により第 2 のフォーカス点 F 2 の位置が自動的に補正される。すなわち、第 1 のフォーカス点 F 1 の深度 D 1 から許容下限値 L a だけ深い深度 D 2 a に新たな第 2 のフォーカス点 F 2 a が設定される。

40

【 0 0 2 7 】

このようにして、操作者により設定された第 1 のフォーカス点 F 1 と、多段フォーカス位置補正部 1 9 により補正されて新たに設定された第 2 のフォーカス点 F 2 a に基づき、超音波プローブ 1 の送信回路 4 からの駆動信号に従って、アレイトランスデューサ 3 の複数の超音波トランスデューサから順次超音波ビームが送信される。各超音波トランスデューサで受信された受信信号が順次受信回路 5 に出力されて受信データが生成される。

50

同様に、他の走査線についても、2つのフォーカス点が設定され、順次超音波ビームの送受信が行われて受信データが生成される。

これらの受信データに基づいて診断装置本体2の画像生成部17で画像信号が生成され、さらに、画像信号に基づいて表示制御部14により超音波画像が表示部15に表示される。

【0028】

このとき、多段フォーカス位置補正部19により第1のフォーカス点F1との間のフォーカス間距離が許容下限値L_aとなるように第2のフォーカス点F2の位置が自動的に補正されるので、互いのフォーカス間距離が許容下限値L_aに満たない第1のフォーカス点F1および第2のフォーカス点F2が操作者により設定されても、フォーカス位置付近の音圧が極端に高くなって受信信号のレベルに大きなムラを生じることが未然に防止され、高画質の超音波画像を生成することが可能となる。

10

【0029】

なお、操作者により設定された第1のフォーカス点F1と第2のフォーカス点F2との間のフォーカス間距離が既に許容下限値L_a以上である場合には、多段フォーカス位置補正部19による補正は行われず、第1のフォーカス点F1および第2のフォーカス点F2に基づいて超音波ビームの送受信が行われ、超音波画像が生成される。

また、測定深度が深い領域では、超音波の減衰が比較的大きいので、複数のフォーカス点のフォーカス間距離が短くても、フォーカス位置付近の音圧が極端に高くなることはない。このため、この実施の形態1は、特に所定の測定深度より浅い領域において有用なものである。

20

【0030】

上記の実施の形態1では、操作者が、第1のフォーカス点F1の深度D1よりも深い深度D2に第2のフォーカス点F2を設定した場合に、第1のフォーカス点F1の深度D1を基準とし、この深度D1に対する許容下限値L_aとフォーカス間距離L₁とが比較され、フォーカス間距離L₁が許容下限値L_aより小さいときに、浅い側の第1のフォーカス点F1を固定して、深い側の第2のフォーカス点F2の位置を補正したが、これに限るものではない。

【0031】

例えば、操作部21を介して設定中のフォーカス位置を固定し、既に設定されているフォーカス位置を補正してもよい。すなわち、図3に示されるように、操作者により、深度D1に第1のフォーカス点F1が設定された後、深度D1より深い深度D2に第2のフォーカス点F2が設定されると、多段フォーカス位置補正部19は、メモリ20内のフォーカス間距離テーブルから第2のフォーカス点F2の深度D2に対する許容範囲を読み出して、フォーカス間距離L₁をこの許容範囲と比較する。

30

【0032】

許容範囲として、第2のフォーカス点F2の深度D2に対して許容下限値L_bが対応付けられているものとする、フォーカス間距離L₁が許容下限値L_bと比較され、フォーカス間距離L₁が許容下限値L_bより小さいときに、多段フォーカス位置補正部19は、第2のフォーカス点F2との間のフォーカス間距離が許容下限値L_bとなるまで、既に設定されている浅い側の第1のフォーカス点F1の位置を自動的に補正する。これにより、第1のフォーカス点F1がさらに浅い方へ移動され、第2のフォーカス点F2の深度D2から許容下限値L_bだけ浅い深度D1_aに新たな第1のフォーカス点F1_aが設定される。

40

このようにしても、同様に、高画質の超音波画像を生成することが可能となる。

【0033】

実施の形態2

測定深度が深い領域では、超音波の減衰が比較的大きいので、複数のフォーカス点のフォーカス間距離が短くても、フォーカス位置付近の音圧が極端に高くなるおそれがないだけでなく、互いの減衰分を補うことで、より良好な受信信号を取得することができる。

50

そこで、この実施の形態 2 では、上述した実施の形態 1 において、所定の測定深度以上に深い領域に対し、測定深度毎に許容上限値が許容範囲として対応付けられたフォーカス間距離テーブルがメモリ 20 に予め保存されている。

すなわち、所定の測定深度以上に深い領域では、複数のフォーカス点のフォーカス間距離が、フォーカス間距離テーブルに規定された許容上限値を超えないように補正される。

【0034】

例えば、図 4 に示されるように、操作者により、所定の測定深度以上に深い領域において、深度 D 3 に第 1 のフォーカス点 F 3 が設定された後、深度 D 3 より深い深度 D 4 に第 2 のフォーカス点 F 4 が設定されると、多段フォーカス位置補正部 19 により、第 1 のフォーカス点 F 3 と第 2 のフォーカス点 F 4 との間のフォーカス間距離 L 2 が算出されると共に、メモリ 20 内のフォーカス間距離テーブルから第 1 のフォーカス点 F 3 の深度 D 3 に対する許容範囲が読み出される。

10

【0035】

許容範囲として、第 1 のフォーカス点 F 3 の深度 D 3 に対して許容上限値 L c が対応付けられているものとする、多段フォーカス位置補正部 19 によって、フォーカス間距離 L 2 が許容上限値 L c と比較される。

図 4 に示されるように、フォーカス間距離 L 2 が許容上限値 L c を超えている場合には、第 1 のフォーカス点 F 3 との間のフォーカス間距離が許容上限値 L c となるまで、多段フォーカス位置補正部 19 により第 2 のフォーカス点 F 4 の位置が自動的に補正される。すなわち、第 2 のフォーカス点 F 4 が浅い方へ移動され、第 1 のフォーカス点 F 3 の深度 D 3 から許容上限値 L c だけ深い深度 D 4 a に新たな第 2 のフォーカス点 F 4 a が設定される。

20

【0036】

このようにして設定された第 1 のフォーカス点 F 3 および第 2 のフォーカス点 F 4 a に基づいて超音波ビームの送受信が行われ、超音波画像が生成される。

これにより、所定の測定深度以上に深い領域における超音波の減衰分が補われ、深い領域においても高画質の超音波画像を生成することが可能となる。

この実施の形態 2 においても、操作者により設定された第 1 のフォーカス点 F 3 および第 2 のフォーカス点 F 4 のうち、操作部 21 を介して設定中のフォーカス位置を固定し、既に設定されているフォーカス位置を補正するようにしてもよい。

30

【0037】

実施の形態 3

上述した実施の形態 1 および 2 では、各走査線上に 2 つのフォーカス点が設定されるものとしたが、これに限るものではなく、3 つ以上のフォーカス点を各走査線上に設定することもできる。

例えば、図 5 に示されるように、操作者により、深度 D 5 に第 1 のフォーカス点 F 5 が設定された後、深度 D 5 より深い深度 D 6 に第 2 のフォーカス点 F 6 が設定されると、多段フォーカス位置補正部 19 により、第 1 のフォーカス点 F 5 と第 2 のフォーカス点 F 6 との間のフォーカス間距離 L 3 が算出されると共に、メモリ 20 内のフォーカス間距離テーブルから第 1 のフォーカス点 F 5 の深度 D 5 に対する許容範囲が読み出される。

40

【0038】

許容範囲として、第 1 のフォーカス点 F 5 の深度 D 5 に対して許容下限値 L d が対応付けられているものとする、多段フォーカス位置補正部 19 によって、フォーカス間距離 L 3 が許容下限値 L d と比較される。

図 5 に示されるように、フォーカス間距離 L 3 が許容下限値 L d より小さい場合には、第 1 のフォーカス点 F 5 との間のフォーカス間距離が許容下限値 L d となるまで、多段フォーカス位置補正部 19 により第 2 のフォーカス点 F 6 の位置が自動的に補正される。すなわち、第 2 のフォーカス点 F 6 が深い方へ移動され、第 1 のフォーカス点 F 5 の深度 D 5 から許容下限値 L d だけ深い深度 D 6 a に新たな第 2 のフォーカス点 F 6 a が設定される。

50

【 0 0 3 9 】

さらに、操作者により、新たな第2のフォーカス点F 6 aの深度D 6 aより深い深度D 7に第3のフォーカス点F 7が設定されると、多段フォーカス位置補正部19により、新たな第2のフォーカス点F 6 aと第3のフォーカス点F 7との間のフォーカス間距離L 4が算出されると共に、メモリ20内のフォーカス間距離テーブルから新たな第2のフォーカス点F 6 aの深度D 6 aに対する許容範囲が読み出される。

【 0 0 4 0 】

許容範囲として、新たな第2のフォーカス点F 6 aの深度D 6 aに対して許容下限値L eが対応付けられているものとする、多段フォーカス位置補正部19によって、フォーカス間距離L 4が許容下限値L eと比較される。

10

図5に示されるように、フォーカス間距離L 4が許容下限値L eより小さい場合には、新たな第2のフォーカス点F 6 aとの間のフォーカス間距離が許容下限値L eとなるまで、多段フォーカス位置補正部19により第3のフォーカス点F 7の位置が自動的に補正される。すなわち、第3のフォーカス点F 7が深い方へ移動され、新たな第2のフォーカス点F 6 aの深度D 6 aから許容下限値L eだけ深い深度D 7 aに新たな第3のフォーカス点F 7 aが設定される。

【 0 0 4 1 】

このようにして設定された第1のフォーカス点F 3、新たな第2のフォーカス点F 6 aおよび新たな第3のフォーカス点F 7 aに基づいて超音波ビームの送受信が行われ、超音波画像が生成される。

20

【 0 0 4 2 】

図5では、操作者が操作部21を介して3つのフォーカス点F 5～F 7を浅い方から順次設定しつつ、既に設定されたフォーカス点を固定して、新たに設定中の次のフォーカス点を必要に応じて補正したが、逆に、操作部21を介して設定中のフォーカス位置を固定し、既に設定されているフォーカス位置を補正するようにしてもよい。ただし、既に2つのフォーカス点の設定が完了している場合には、新たに設定する3つ目のフォーカス点を固定してしまうと、既に設定された2つのフォーカス点を共に補正する必要が生じることから、新たに設定する3つ目のフォーカス点を補正対象とすることが好ましい。

【 0 0 4 3 】

また、操作者が操作部21を介して3つのフォーカス点F 5～F 7を設定する際に、測定深度毎にフォーカス間距離の許容範囲が対応付けられたフォーカス間距離テーブルを参照することで、多段フォーカス位置補正部19がフォーカス位置を1つずつ補正したが、これに限るものではなく、測定深度毎に浅い側のフォーカス間距離の許容範囲と深い側のフォーカス間距離の許容範囲の双方がそれぞれ対応付けられたフォーカス間距離テーブルを用いることもできる。多段フォーカス位置補正部19は、操作者により3つのフォーカス点F 5～F 7が設定された後に、フォーカス間距離テーブルを参照して3つのフォーカス点F 5～F 7のうち中央部に位置するフォーカス点F 6を固定しつつ、残りの2つのフォーカス点F 5およびF 7の補正を行う。

30

【 0 0 4 4 】

例えば、図6に示されるように、操作者により、浅い方から深い方へ向けて、深度D 5に第1のフォーカス点F 5が、深度D 6に第2のフォーカス点F 6が、深度D 7に第3のフォーカス点F 7が、操作部21を介して順次設定されるものとする。このようにして3つのフォーカス点F 5～F 7が設定されると、多段フォーカス位置補正部19により、第1のフォーカス点F 5と第2のフォーカス点F 6との間のフォーカス間距離L 5および第2のフォーカス点F 6と第3のフォーカス点F 7との間のフォーカス間距離L 6が算出されると共に、メモリ20内のフォーカス間距離テーブルから3つのフォーカス点F 5～F 7のうち中央部に位置する第2のフォーカス点F 6の深度D 6に対する浅い側の許容範囲と深い側の許容範囲が読み出される。

40

【 0 0 4 5 】

第2のフォーカス点F 6の深度D 6に対し、浅い側の許容範囲として許容下限値L fが

50

対応付けられ、深い側の許容範囲として許容下限値 L_g が対応付けられているものとする
と、多段フォーカス位置補正部 19 によって、フォーカス間距離 L_5 が許容下限値 L_f と
比較されると共に、フォーカス間距離 L_6 が許容下限値 L_g と比較される。

【0046】

図 6 に示されるように、第 1 のフォーカス点 F_5 と第 2 のフォーカス点 F_6 との間のフォーカス間距離 L_5 が許容下限値 L_f より小さい場合には、第 2 のフォーカス点 F_6 との間のフォーカス間距離が許容下限値 L_f となるまで、多段フォーカス位置補正部 19 により第 1 のフォーカス点 F_5 の位置が自動的に補正される。すなわち、第 1 のフォーカス点 F_5 が浅い方へ移動され、第 2 のフォーカス点 F_6 の深度 D_6 から許容下限値 L_f だけ浅い深度 D_{5a} に新たな第 1 のフォーカス点 F_{5a} が設定される。

10

【0047】

同様に、第 2 のフォーカス点 F_6 と第 3 のフォーカス点 F_7 との間のフォーカス間距離 L_6 が許容下限値 L_g より小さい場合には、第 2 のフォーカス点 F_6 との間のフォーカス間距離が許容下限値 L_g となるまで、多段フォーカス位置補正部 19 により第 3 のフォーカス点 F_7 の位置が自動的に補正される。すなわち、第 3 のフォーカス点 F_7 が深い方へ移動され、第 2 のフォーカス点 F_6 の深度 D_6 から許容下限値 L_g だけ深い深度 D_{7a} に新たな第 3 のフォーカス点 F_{7a} が設定される。

【0048】

なお、所定の測定深度以上に深い領域に対しては、実施の形態 2 と同様に、フォーカス間距離の許容範囲として許容上限値を測定深度に対応付けることができ、これにより、各走査線上に 3 つのフォーカス点を設定する場合においても、深い領域における超音波の減衰分を補うことで、高画質の超音波画像を生成することが可能となる。

20

この実施の形態 3 では、各走査線上に 3 つのフォーカス点を設定する場合について例示したが、同様にして、各走査線上に 4 つ以上のフォーカス点を設定することもできる。

【0049】

実施の形態 4

上述した実施の形態 1 ~ 3 においては、多段フォーカス位置補正部 19 が自動的に多段フォーカス位置の補正を行うため、補正されたフォーカス点を操作者に認知させることが望ましい。

そこで、この実施の形態 4 は、多段フォーカス位置補正部 19 により補正されたフォーカス位置を表示するようにしたものである。

30

図 7 に示されるように、超音波画像 G が表示される表示部 15 において、超音波画像 G に対応させて測定深度の目盛り S を表示し、この目盛り S の上に、複数のフォーカス点の位置が表示される。このとき、例えば、走査方向の中央部の走査線 C 上におけるフォーカス点の位置を代表して目盛り S の上に表示することができる。

【0050】

図 7 においては、操作者により操作部 21 を介して第 1 のフォーカス点が設定されると、この第 1 のフォーカス点の深さ方向の位置がマーク M_1 で示され、続いて操作者により第 2 のフォーカス点が設定されると、この第 2 のフォーカス点の深さ方向の位置がマーク M_2 で示されるが、第 1 のフォーカス点と第 2 のフォーカス点との間のフォーカス間距離が許容下限値より小さいために、多段フォーカス位置補正部 19 により自動的に第 2 のフォーカス点が補正されて新たな第 2 のフォーカス点が設定され、この新たな第 2 のフォーカス点の位置がマーク M_{2a} で示されている。

40

【0051】

このとき、操作者により入力されたものの多段フォーカス位置補正部 19 の補正対象となつて実際には使用されない第 2 のフォーカス点に対応するマーク M_2 と、実際に設定されて多段フォーカス送信に使用される第 1 のフォーカス点に対応するマーク M_1 および新たな第 2 のフォーカス点に対応するマーク M_{2a} とを識別するために、少なくともマーク M_2 を他のマーク M_1 および M_{2a} とは異なる色彩、形状等で表示することが好ましい。

図 7 では、実際に使用されないマーク M_2 が破線の三角形により表示され、実際に使用

50

されるマーク M 1 および M 2 a が実線の三角形により表示され、さらに、操作者により入力されてそのままフォーカス点として設定された第 1 のフォーカス点に対応するマーク M 1 が白抜きの三角形により、多段フォーカス位置補正部 19 により自動的に生成された新たな第 2 のフォーカス点に対応するマーク M 2 a が黒塗りの三角形により、それぞれ表示されている。

また、破線の三角形により表示されたマーク M 2 は、操作者により入力されたものの実際には使用されないものであるため、多段フォーカス位置補正部 19 により新たなマーク M 2 a が表示された後、例えば所定時間が経過した時点で自動的に表示が消去されるか、あるいは、手動で表示を消去することが好ましい。これは、マーク表示が増加して見づらくなることを防止するためである。

10

【 0 0 5 2 】

また、目盛り S を表示する代わりに、図 8 に示されるように、超音波画像 G の上にフォーカス線を重畳表示してもよい。操作者により設定された複数の走査線上の第 1 のフォーカス点を互いに接続することにより、第 1 のフォーカス線 A 1 が超音波画像 G 上に重畳表示され、操作者により設定された複数の走査線上の第 2 のフォーカス点を互いに接続することにより、第 2 のフォーカス線 A 2 が超音波画像 G 上に重畳表示されている。さらに、多段フォーカス位置補正部 19 により自動的に各走査線上の第 2 のフォーカス点が補正されて生成された新たな第 2 のフォーカス点を互いに接続することにより、新たな第 2 のフォーカス線 A 2 a が超音波画像 G 上に重畳表示されている。

【 0 0 5 3 】

20

この場合も、実際に使用されない第 2 のフォーカス線 A 2 を、他のフォーカス線 A 1 および A 2 a から区別するために、少なくとも第 2 のフォーカス線 A 2 を他のフォーカス線 A 1 および A 2 a とは異なる色彩、線種等で表示することが好ましい。

図 8 では、実際に使用されるフォーカス線 A 1 および A 2 a が、破線で表示され、実際に使用されない第 2 のフォーカス線 A 2 が、他のフォーカス線 A 1 および A 2 a よりも細い破線で表示されている。

また、フォーカス線 A 1、A 2 および A 2 a は、超音波画像 G 上に重畳表示されるため、そのまま表示し続けると、診断に影響を及ぼすおそれがある。そこで、これらのフォーカス線は、表示から所定時間が経過した後に自動的に表示が消去されるか、あるいは、手動で表示を消去することが好ましい。

30

このように、超音波画像 G の上にフォーカス線を重畳表示すれば、より感覚的に多段フォーカス位置を把握することができ、効率よく超音波診断を行うことが可能となる。

【 0 0 5 4 】

さらに、図 9 に示されるように、測定深度の目盛り S の上に複数のフォーカス点の位置をマーク M 1、M 2 および M 2 a で表示すると同時に、超音波画像 G の上に複数のフォーカス線 A 1、A 2 および A 2 a を重畳表示することもできる。

【 0 0 5 5 】

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

【 符号の説明 】

40

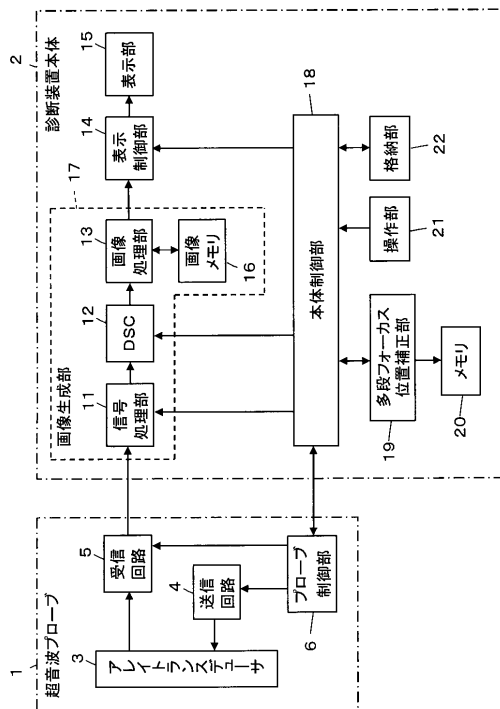
【 0 0 5 6 】

1 超音波プローブ、2 診断装置本体、3 アレイトランスデューサ、4 送信回路、5 受信回路、6 プローブ制御部、11 信号処理部、12 DSC、13 画像処理部、14 表示制御部、15 表示部、16 画像メモリ、17 画像生成部、18 本体制御部、19 多段フォーカス位置補正部、20 メモリ、21 操作部、22 格納部、F 1 ~ F 7 操作者により設定されたフォーカス点、F 1 a、F 2 a、F 4 a、F 5 a、F 6 a、F 7 a 補正後のフォーカス点、D 1 ~ D 7 操作者により設定されたフォーカス点の深度、D 1 a、D 2 a、D 4 a、D 5 a、D 6 a、D 7 a 補正後のフォーカス点の深度、L 1 ~ L 6 フォーカス間距離、L a、L b、L d、L e、L f、L g フォーカス間距離の許容下限値、L c フォーカス間距離の許容上限値、G 超音波画像

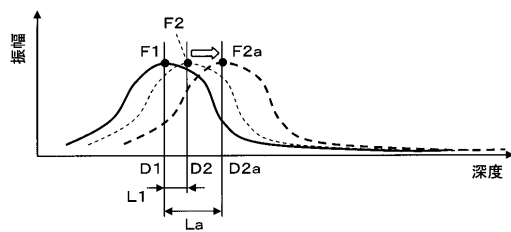
50

、S 測定深度の目盛り、M 1 , M 2 操作者により設定されたフォーカス点の位置に対応するマーク、M 2 a 補正後のフォーカス点の位置に対応するマーク、C 中央部の走査線、A 1 , A 2 操作者により設定されたフォーカス点によるフォーカス線、A 2 a 補正後のフォーカス点によるフォーカス線。

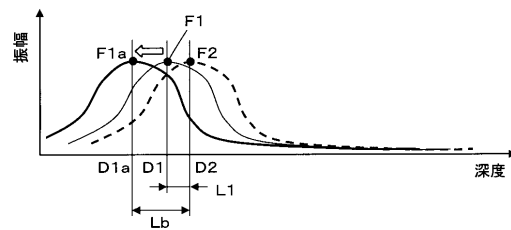
【図 1】



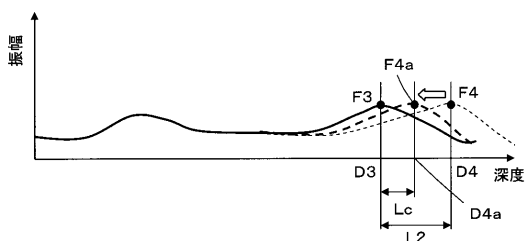
【図 2】



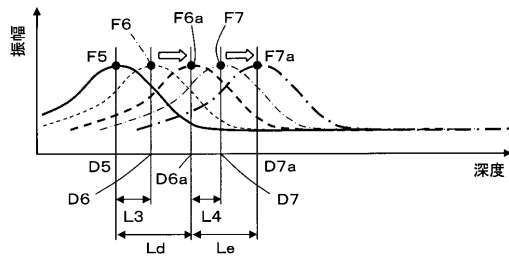
【図 3】



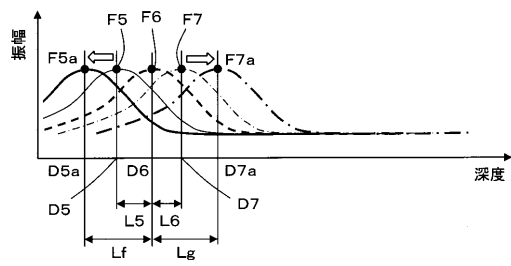
【図 4】



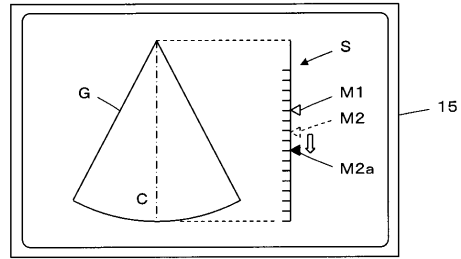
【図 5】



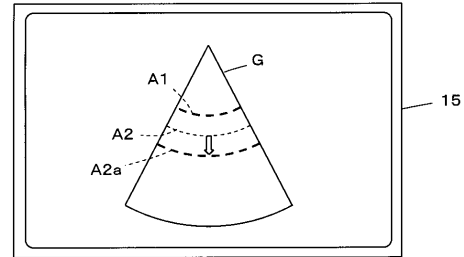
【図 6】



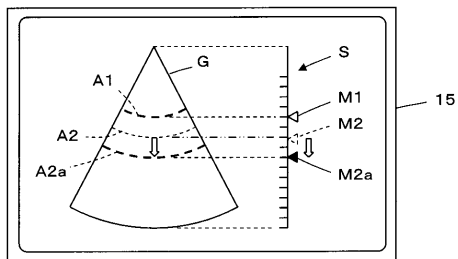
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

審査官 宮川 哲伸

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 1 1 3 8 9 8 (J P , A)
特開平 2 - 4 3 5 4 (J P , A)
特開平 8 - 3 1 7 9 2 4 (J P , A)
特開平 2 - 4 3 5 1 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 3 1 9 1 9 9 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 2 2 6 5 6 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
A 6 1 B 8 / 0 0 - 8 / 1 5

专利名称(译)	超声诊断设备和超声图像产生方法		
公开(公告)号	JP5358636B2	公开(公告)日	2013-12-04
申请号	JP2011194721	申请日	2011-09-07
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	石原圭太郎		
发明人	石原 圭太郎		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/14 A61B8/4483 A61B8/4494 G01S7/52019 G01S15/8915 G10K11/346		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE30 4C601/HH30 4C601/JB53		
代理人(译)	伊藤英明		
其他公开文献	JP2013055979A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够产生高图像质量的超声波图像的超声波诊断装置，而不管操作者设定的多级聚焦位置处的焦点之间的距离。在操作者将第一焦点F1设置在深度D1之后，然后将第二焦点F2设置在深度D2处，第一焦点F1和第二焦点F2计算焦点间距离L1，并且将该焦点间距离L1与在焦点间距离表中指定的可允许下限值La进行比较。当聚焦距离L1被允许下限值La为小于，直到第一焦点F1之间的聚焦距离是可允许的下限的La，所述第二焦点F2的位置被自动地校正并且，新的第二焦点F2a从第一焦点F1的深度D1设置到更深的深度D2a乘以允许的下限值La。The

【 図 1 】

