

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5777604号

(P5777604)

(45) 発行日 平成27年9月9日(2015.9.9)

(24) 登録日 平成27年7月17日(2015.7.17)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 8/14 (2006.01)

A 6 1 B 8/14 Z DM

請求項の数 17 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2012-284082 (P2012-284082)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成24年12月27日 (2012.12.27)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開2014-124400 (P2014-124400A)		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(43) 公開日	平成26年7月7日 (2014.7.7)	(74) 代理人	100080159
審査請求日	平成26年6月3日 (2014.6.3)		弁理士 渡辺 望穂
		(74) 代理人	100090217
			弁理士 三和 晴子
		(74) 代理人	100152984
			弁理士 伊東 秀明
		(74) 代理人	100148080
			弁理士 三橋 史生
		(72) 発明者	宮地 幸哉
			神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
			富士フイルム株式会社内

最終頁に続く

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

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

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

前記圧電素子アレイによる超音波の送受信を制御する制御手段と、

前記圧電素子アレイが出力した受信信号を記憶する記憶部と、

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

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

前記制御手段は、合成用の超音波画像である合成用画像を生成するために、超音波の送受信方向および超音波の中心周波数の少なくとも一方が互いに異なる超音波の送受信である、合成用画像の送受信を前記圧電素子アレイに行わせる機能を有し、

前記画像生成手段は、前記合成用画像の送受信で得られた受信信号を用いて合成用画像を生成して、生成した合成用画像を合成して合成超音波画像を生成する機能を有し、

さらに、前記画像生成手段は、全ての前記合成用画像を、前記分割領域毎に設定された音速に基づいて生成するものであり、

かつ、前記音速設定手段は、1つの合成用画像のみに対応して音速を設定し、前記画像生成手段は、音速が設定されていない合成用画像は、前記音速が設定された合成用画像の

10

20

対応する分割領域の音速に基づいて合成用画像を生成することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

前記画像生成手段は、前記合成用画像として、合成超音波画像を含む領域の超音波画像である主画像を生成し、かつ、前記音速設定手段は、前記主画像に対応して音速を設定する請求項 1 に記載の超音波画像診断装置。

【請求項 3】

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

前記圧電素子アレイによる超音波の送受信を制御する制御手段と、

前記圧電素子アレイが出力した受信信号を記憶する記憶部と、

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

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

前記制御手段は、合成用の超音波画像である合成用画像を生成するために、超音波の送受信方向および超音波の中心周波数の少なくとも一方が互いに異なる超音波の送受信である、合成用画像の送受信を前記圧電素子アレイに行わせる機能を有し、

前記画像生成手段は、前記合成用画像の送受信で得られた受信信号を用いて合成用画像を生成して、生成した合成用画像を合成して合成超音波画像を生成する機能を有し、

さらに、前記画像生成手段は、全ての前記合成用画像を、前記分割領域毎に設定された音速に基づいて生成するものであり、

かつ、前記音速設定手段が音速を設定する際に、前記制御手段は、全ての合成用画像に対応して、音速設定のための超音波の送受信を前記圧電素子アレイに行わせ、各合成用画像の超音波の送受信で得られた受信信号の歪みを、各合成用画像の同じ分割領域毎に比較し、前記音速設定手段は、最も歪みの少ない受信信号を用いて、対応する分割領域の音速を設定し、前記画像生成手段は、全ての合成用画像で、前記分割領域毎に設定された音速に基づいて各合成用画像を生成することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 4】

前記画像生成手段は、前記合成用画像として、合成超音波画像を含む領域の超音波画像である主画像を生成する請求項 3 に記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

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

前記圧電素子アレイによる超音波の送受信を制御する制御手段と、

前記圧電素子アレイが出力した受信信号を記憶する記憶部と、

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

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

前記制御手段は、合成用の超音波画像である合成用画像を生成するために、超音波の送受信方向および超音波の中心周波数の少なくとも一方が互いに異なる超音波の送受信である、合成用画像の送受信を前記圧電素子アレイに行わせる機能を有し、

前記画像生成手段は、前記合成用画像の送受信で得られた受信信号を用いて合成用画像を生成して、生成した合成用画像を合成して合成超音波画像を生成する機能を有し、

前記画像生成手段は、全ての前記合成用画像を、前記分割領域毎に設定された音速に基づいて生成するものであり、

さらに、前記音速設定手段によって音速を設定する合成用画像を選択する機能を有する

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 6】

前記合成用画像が、少なくとも超音波の送受信方向が異なる前記合成用画像の超音波の送受信の受信信号から生成されるものであり、

前記音速設定手段は、基準となる合成用画像、および、この基準となる合成用画像の超音波の送受信の方向である基準方向に対して、超音波の送受信の方向が成す角度が所定の閾値を超えた合成用画像の音速を設定する請求項 5 に記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記画像生成手段は、前記音速を設定しない合成用画像については、前記音速が設定された合成用画像の対応する分割領域の音速に基づいて合成用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、前記合成用画像として、合成超音波画像を含む領域の超音波画像である主画像を生成し、

前記基準方向が、前記主画像を生成するための超音波の送受信方向である請求項 6 または 7 に記載の超音波診断装置。

【請求項 9】

前記音速設定手段は、前記合成超音波画像の生成を指示された際に、音速を設定する請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 10】

超音波を送信し、被検体によって反射された超音波エコーを受信して受信した超音波に応じた受信信号を出力する圧電素子を配列してなる圧電素子アレイによって、超音波の送受信方向および超音波の中心周波数の少なくとも一方が互いに異なる、複数画像分の超音波の送受信を行い、

各画像の超音波の送受信によって得られた受信信号を用いて、被検体を複数に分割して各分割領域毎に設定された音速に基づいて、合成用の超音波画像である複数の合成用画像を生成し、

前記合成用画像を合成して、合成超音波画像を生成するものであり、

かつ、前記音速は、1 つの合成用画像のみに対応して設定されており、音速が設定されていない合成用画像は、前記音速が設定された合成用画像の対応する分割領域の音速に基づいて生成することを特徴とする超音波画像生成方法。

【請求項 11】

超音波を送信し、被検体によって反射された超音波エコーを受信して受信した超音波に応じた受信信号を出力する圧電素子を配列してなる圧電素子アレイによって、超音波の送受信方向および超音波の中心周波数の少なくとも一方が互いに異なる、複数画像分の超音波の送受信を行い、

各画像の超音波の送受信によって得られた受信信号を用いて、被検体を複数に分割して各分割領域毎に設定された音速に基づいて、合成用の超音波画像である複数の合成用画像を生成し、

前記合成用画像を合成して、合成超音波画像を生成するものであり、

かつ、前記音速を設定する際には、全ての合成用画像に対応して音速設定のための超音波の送受信を前記圧電素子アレイによって行い、各合成用画像の超音波の送受信で得られた受信信号の歪みを、各合成用画像の同じ分割領域毎に比較して、最も歪みの少ない受信信号を用いて、対応する分割領域の音速を設定し、さらに、前記合成用画像を生成する際には、全ての合成用画像で、前記分割領域毎に設定された音速に基づいて各合成用画像を生成することを特徴とする超音波画像生成方法。

【請求項 12】

超音波を送信し、被検体によって反射された超音波エコーを受信して受信した超音波に応じた受信信号を出力する圧電素子を配列してなる圧電素子アレイによって、超音波の送受信方向および超音波の中心周波数の少なくとも一方が互いに異なる、複数画像分の超音

10

20

30

40

50

波の送受信を行い、

各画像の超音波の送受信によって得られた受信信号を用いて、被検体を複数に分割して各分割領域毎に設定された音速に基づいて、合成用の超音波画像である複数の合成用画像を生成し、

前記合成用画像を合成して、合成超音波画像を生成するものであり、

かつ、前記音速を設定する際に、音速を設定する前記合成用画像の選択を行うことを特徴とする超音波画像生成方法。

【請求項 1 3】

前記合成超音波画像の生成を指示されたら、前記音速の設定を行う請求項 1 0 ～ 1 2 のいずれかに記載の超音波画像生成方法。

10

【請求項 1 4】

超音波を送信し、被検体によって反射された超音波エコーを受信して受信した超音波に応じた受信信号を出力する圧電素子を配列してなる圧電素子アレイに、超音波の送受信方向および超音波の中心周波数の少なくとも一方が互いに異なる、複数画像分の超音波の送受信を行わせるステップ、

各画像の超音波の送受信によって得られた受信信号を用いて、被検体を複数に分割して各分割領域毎に設定された音速に基づいて、合成用の超音波画像である複数の合成用画像を生成するステップ、および、

前記合成用画像を合成して、合成超音波画像を生成するステップをコンピュータに実施させ、

20

かつ、前記音速は 1 つの合成用画像のみに対応して設定されており、前記合成用画像を生成するステップにおいて、音速が設定されていない合成用画像は、前記音速が設定された合成用画像の対応する分割領域の音速に基づいて生成することを、コンピュータに実施させるプログラム。

【請求項 1 5】

超音波を送信し、被検体によって反射された超音波エコーを受信して受信した超音波に応じた受信信号を出力する圧電素子を配列してなる圧電素子アレイに、超音波の送受信方向および超音波の中心周波数の少なくとも一方が互いに異なる、複数画像分の超音波の送受信を行わせるステップ、

各画像の超音波の送受信によって得られた受信信号を用いて、被検体を複数に分割して各分割領域毎に設定された音速に基づいて、合成用の超音波画像である複数の合成用画像を生成するステップ、および、

30

前記合成用画像を合成して、合成超音波画像を生成するステップをコンピュータに実施させ、

かつ、前記音速は、全ての合成用画像に対応して音速設定のための超音波の送受信を前記圧電素子アレイによって行い、各合成用画像の超音波の送受信で得られた受信信号の歪みを、各合成用画像の同じ分割領域毎に比較して、最も歪みの少ない受信信号を用いて、対応する分割領域毎に設定されたものであり、

さらに、前記合成用画像を生成するステップでは、前記合成用画像を生成する際には、全ての合成用画像で、前記分割領域毎に設定された音速に基づいて各合成用画像を生成することを、コンピュータに実施させるプログラム。

40

【請求項 1 6】

超音波を送信し、被検体によって反射された超音波エコーを受信して受信した超音波に応じた受信信号を出力する圧電素子を配列してなる圧電素子アレイに、超音波の送受信方向および超音波の中心周波数の少なくとも一方が互いに異なる、複数画像分の超音波の送受信を行わせるステップ、

各画像の超音波の送受信によって得られた受信信号を用いて、被検体を複数に分割して各分割領域毎に設定された音速に基づいて、合成用の超音波画像である複数の合成用画像を生成するステップ、

前記音速を設定する合成用画像を選択するステップ、および、

50

前記合成用画像を合成して、合成超音波画像を生成するステップを、コンピュータに実施させるプログラム。

【請求項 17】

前記複数画像分の超音波の送受信を行うステップに先立ち、前記音速を設定するステップを実施させる請求項 14～16 のいずれか 1 項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、空間コンパウンドや周波数コンパウンド等による合成超音波画像を生成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て遅延補正を行って、加算（整合加算）を行うことにより、歪みの無い適正な超音波画像を生成している。

【0004】

ところで、超音波診断装置において、超音波画像の画質を劣化させる要因として、いわゆるスペックル（スペックルノイズ／スペックルパターン）が知られている。スペックルとは、被検体内に存在する超音波の波長より小さな無数の散乱源によって、散乱波が生じ、この散乱波が互いに干渉することによって生じる、白や黒の点状のノイズである。

【0005】

超音波診断装置において、このようなスペックルを低減させる方法として、特許文献 1 に記載されるような、空間コンパウンドが知られている。

空間コンパウンドとは、図 5 に概念的に示すように、圧電素子ユニット 100 から、被検体に対して方向（走査角度）が互いに異なる複数種類（複数方向）の超音波の送受信を行い、この複数種類の送受信によって得られた超音波画像を合成することにより、1つの合成超音波画像を生成する技術である。

【0006】

具体的には、図 5 に示す例においては、通常超音波画像と同様の超音波の送受信（通常の送受信）、通常の送受信に対して角度を θ 傾けた方向の超音波の送受信、および、通常の送受信に対して角度を $-\theta$ 傾けた方向の超音波の送受信の、3 種類（3 方向）の超音波の送受信を行なう。

この通常の送受信で得られた超音波画像 A（実線）、角度を θ 傾けた送受信で得られた超音波画像 B（破線）、および、角度を $-\theta$ 傾けた送受信で得られた超音波画像 C（一点鎖線）を合成して、実線で示す超音波画像 A の領域の合成超音波画像を生成する。

【0007】

また、このようなスペックルを低減させる方法として、特許文献 2 に記載されるような

10

20

30

40

50

、周波数コンパウンドも知られている。

周波数コンパウンドとは、例えば、中心周波数が f_1 の超音波の送受信を行い、さらに、異なる中心周波数 f_2 の超音波の送受信を行って、両送受信で生成した超音波画像を合成することにより、合成超音波画像を生成する方法である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2005-58321号公報

【特許文献2】特開2000-51210号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

前述のように、空間コンパウンドや周波数コンパウンドを行うことにより、スペックルを低減した、高画質な超音波画像を生成できる。

しかしながら、その反面、空間コンパウンドや周波数コンパウンドを行う際には、合成する超音波画像の中に、歪んでいる画像等が存在すると、得られた合成超音波画像に歪みの影響が残ってしまい、画質が劣化する原因となる。

【0010】

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、空間コンパウンドや周波数コンパウンドによって合成超音波画像を生成する際に、適正な合成用の超音波画像を生成して、安定して、高画質な合成超音波画像を生成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。

20

【課題を解決するための手段】

【0011】

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、

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

30

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

制御手段は、合成用の超音波画像である合成用画像を生成するために、超音波の送受信方向および超音波の中心周波数の少なくとも一方が互いに異なる超音波の送受信である、合成用画像の送受信を圧電素子アレイに行わせる機能を有し、

画像生成手段は、合成用画像の送受信で得られた受信信号を用いて合成用画像を生成して、生成した合成用画像を合成して合成超音波画像を生成する機能を有し、

さらに、画像生成手段は、全ての合成用画像を、分割領域毎に設定された音速に基づいて生成することを特徴とする超音波診断装置を提供する。

40

【0012】

このような本発明の超音波診断装置において、音速設定手段は、合成超音波画像の生成を指示された際に、音速を設定するのが好ましい。

また、合成用画像として、合成超音波画像を含む領域の超音波画像である主画像を生成するのが好ましい。

【0013】

また、音速設定手段は、全ての合成用画像に対応して音速を設定するのが好ましい。

【0014】

また、音速設定手段は、1つの合成用画像のみに対応して音速を設定し、画像生成手段は、音速が設定されていない合成用画像は、音速が設定された合成用画像の対応する分割

50

領域の音速に基づいて合成用画像を生成するのが好ましい。

また、音速を設定する合成用画像が主画像であるのが好ましい。

【0015】

また、音速設定手段が音速を設定する際に、制御手段は、全ての合成用画像に対応して、音速設定のための超音波の送受信を圧電素子アレイに行わせ、各合成用画像の超音波の送受信で得られた受信信号の歪みを、各合成用画像の同じ分割領域毎に比較し、音速設定手段は、最も歪みの少ない受信信号を用いて、対応する分割領域の音速を設定し、画像生成手段は、全ての合成用画像で、分割領域毎に設定された音速に基づいて各合成用画像を生成するのが好ましい。

【0016】

また、音速設定手段によって音速を設定する合成用画像を選択する機能を有するのが好ましい。

また、合成用画像が、少なくとも超音波の送受信方向が異なる合成用画像の超音波の送受信の受信信号から生成されるものであり、音速設定手段は、基準となる合成用画像、および、この基準となる合成用画像の超音波の送受信の方向に対して、超音波の送受信の方向が成す角度が所定の閾値を超えた合成用画像の音速を設定するのが好ましい。

また、音速を設定しない合成用画像は、音速が設定された合成用画像の対応する分割領域の音速に基づいて合成用画像を生成するのが好ましい。

さらに、基準方向が主画像を生成するための超音波の送受信方向であるのが好ましい。

【0017】

また、本発明の超音波画像生成方法は、超音波を送信し、被検体によって反射された超音波エコーを受信して受信した超音波に応じた受信信号を出力する圧電素子を配列してなる圧電素子アレイによって、超音波の送受信方向および超音波の中心周波数の少なくとも一方が互いに異なる、複数画像分の超音波の送受信を行い、

各画像の超音波の送受信によって得られた受信信号を用いて、被検体を複数に分割して各分割領域毎に設定された音速に基づいて、合成用の超音波画像である複数の合成用画像を生成し、

合成用画像を合成して、合成超音波画像を生成することを特徴とする超音波画像生成方法を提供する。

【0018】

このような本発明の超音波画像生成方法において、合成超音波画像の生成を指示されたら、音速の設定を行うのが好ましい。

【0019】

さらに、本発明のプログラムは、超音波を送信し、被検体によって反射された超音波エコーを受信して受信した超音波に応じた受信信号を出力する圧電素子を配列してなる圧電素子アレイに、超音波の送受信方向および超音波の中心周波数の少なくとも一方が互いに異なる、複数画像分の超音波の送受信を行わせるステップ、

各画像の超音波の送受信によって得られた受信信号を用いて、被検体を複数に分割して各分割領域毎に設定された音速に基づいて、合成用の超音波画像である複数の合成用画像を生成するステップ、および、

合成用画像を合成して、合成超音波画像を生成するステップを、コンピュータに実施させるプログラムを提供する。

【0020】

このような本発明のプログラムにおいて、複数画像分の超音波の送受信を行うステップに先立ち、音速を設定するステップを実施させるのが好ましい。

【発明の効果】

【0021】

このような本発明によれば、空間コンパウンドや周波数コンパウンドで合成超音波画像を生成するための合成用の超音波画像の全てが、適正な音速に基づいて生成される（すなわち、合成用の超音波画像の全てに、適正な音速による遅延補正が施される）。

10

20

30

40

50

そのため、本発明によれば、空間コンパウンド等によって、合成用の超音波画像の歪みによる画質劣化が無い、高画質な合成超音波画像を、安定して生成できる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【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】(A)～(C)は、図1に示す超音波診断装置で行なう空間コンパウンドを説明するための概念図である。

【図3】(A)～(C)は、図1に示す超音波診断装置で行なう周波数コンパウンド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設定方法の一例を説明するための概念図である。

10

【図5】空間コンパウンド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】

【0023】

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。

【0024】

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。

【0025】

20

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。さらに、画像処理部26は、画像合成部34を備えている。

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

【0026】

30

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

さらに、送信回路16、受信回路18、信号処理部20、DSC24、表示制御部28、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、制御部42に操作部46と格納部48が、それぞれ接続されている。

【0027】

図示例において、送信回路16、受信回路18、超音波画像生成部50、表示制御部28、表示部30、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。

40

【0028】

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。

【0029】

50

このような振動子の電極に、パルス状または連続波の電圧を印加すると、圧電体が伸縮し、それぞれの振動子からパルス状または連続波の超音波が発生して、それらの超音波の合成により超音波ビームが形成される。

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

【0030】

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。

10

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

【0031】

ここで、超音波診断装置 10 は、空間コンパウンドを行う機能を有する。

周知のように、空間コンパウンドとは、互いに方向が異なる超音波の送受信で得られた複数の超音波画像を合成して、1つの合成超音波画像を生成することにより、スペックルを低減した超音波画像を生成する方法である。以下、空間コンパウンドおよび後述する周波数コンパウンドによって得られる合成超音波画像を、コンパウンド画像とも言う。

空間コンパウンドを行う際には、送信回路 16 および受信回路 18 は、制御部 42 の指示に応じて、1つの合成超音波画像を生成するため、超音波の送受信方向が互いに異なる複数の合成用画像（合成用の超音波画像）を生成する超音波の送受信を、圧電素子アレイ 14 に行わせる。以下、便宜的に、『超音波の送受信』を、単に『送受信』とも言う。

20

【0032】

一例として、超音波診断装置 10 は、空間コンパウンドで3つの画像を合成するものとして、図 2（A）に概念的に示すように、圧電素子アレイ 14 は、通常の超音波画像と同方向の送受信（実線参照）、通常の超音波画像に対して送受信の方向を角度 θ 傾けた送受信（破線参照）、および、通常の超音波画像に対して送受信の方向を角度 $-\theta$ 傾けた送受信（一点鎖線参照）の、3種類の送受信を行なう。

3つの合成用画像による空間コンパウンドを行う際には、3種類の送受信を1つ（1フレーム）のコンパウンド画像を生成するための送受信として、圧電素子アレイ 14 は、この3種類の送受信を繰り返し行う。

30

【0033】

従って、図 2（A）に示す例では、空間コンパウンドでは、通常と同方向の送受信で得られた実線で示す合成用画像 A（サブフレーム A）、合成用画像 A の送受信に対して角度 θ 傾けた送受信で生成された破線で示す合成用画像 B（サブフレーム B）、および、合成用画像 A の送受信に対して角度 $-\theta$ 傾けた送受信で生成された一点鎖線で示す合成用画像 C（サブフレーム C）を生成する。

以下、便宜的に、合成用画像 A を生成するための送受信を画像 A の送受信、合成用画像 B を生成するための送受信を画像 B の送受信、合成用画像 C を生成するための送受信を画像 C の送受信、とも言う。この点に関しては、後述する図 3 に示す態様等も同様である。

40

【0034】

後述する画像処理部 26 の画像合成部 34 では、合成用画像 A、合成用画像 B および合成用画像 C を合成して、通常の送受信と同様の合成用画像 A と同領域のコンパウンド画像を生成する。すなわち、合成用画像 A が、この空間コンパウンドにおける主画像（基本画像／基本フレーム）である。

【0035】

なお、本発明において、空間コンパウンドで合成する合成用画像の数は、2 画像でもよく、あるいは、4 以上の合成用画像を合成してもよい。

【0036】

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

50

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すことにより遅延補正データを生成し、これら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が生成される。さらに、信号処理部20は、音線信号に対して、超音波の反射位置の深度に応じて距離による減衰の補正を施した後、包絡線検波処理を施すことにより、被検体内の組織に関する断層画像情報であるBモード画像信号を生成する。

【0037】

DSC24は、信号処理部20で生成されたBモード画像信号を通常のテレビジョン信号の走査方式に従う画像信号に変換(ラスタ変換)する。

画像処理部26は、DSC24から入力されるBモード画像信号に階調処理等の各種の必要な画像処理を施した後、Bモード画像信号を表示制御部28に出力する、あるいは画像メモリ32に格納する。

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

【0038】

ここで、画像処理部26は、画像合成部34を有している。

画像合成部34は、後述する空間コンパウンドや周波数コンパウンドを行う際に、生成した合成用画像の合成を行うものである。

【0039】

表示制御部28は、画像処理部26によって画像処理が施されたBモード画像信号や、操作部46によって入力された各種の情報に基づいて、表示部30に超音波診断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、超音波診断画像を表示する。

【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(被検体内)の音速である最適音速を設定するものである。

本発明において、音速設定部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。また、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、被検体の各分割領域の最適音速として設定する。

【0042】

制御部42は、操作者により操作部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。

操作部46は、操作者が入力操作を行うためのもので、キーボード、マウス、トラックボール、タッチパネル等から形成することができる。

格納部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。

【0043】

以下、超音波診断装置10における空間コンパウンドの作用を説明することにより、本発明について、より詳細に説明する。また、本発明のプログラムは、コンピュータに、以下に示す本発明の超音波画像生成方法を実施させるプログラムである(後述する周波数コンパウンドも同様)。

10

20

30

40

50

【0044】

前述のように、超音波診断装置10においては、被検体を複数に分割して、各分割領域毎の超音波の音速である最適音速が設定されている。

また、本例においては、空間コンパウンドで合成する合成用画像A、合成用画像Bおよび合成用画像Cの全ての合成用画像に対応して、最適音速が設定されている。

【0045】

超音波診断装置10において、音速の設定（再設定／更新）は、適宜、設定された所定のタイミングで行う。

この最適音速の設定のタイミングは、各種のタイミングが利用可能である。例えば、診断開始時に設定する、所定フレーム数毎に設定する、プローブ12が所定の距離以上移動した場合に設定する、プローブ12が所定時間以上停止した場合に設定する等のタイミングが例示される。本発明においては、空間コンパウンド（後述する周波数コンパウンドも同様）を行う旨の指示が出された際には、最適音速の設定（更新）を行うのが好ましい。

10

【0046】

最適音速を設定する際には、制御部42は、圧電素子アレイ14に音速設定用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。

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

これに対して、超音波診断装置10において、音速設定用の送受信では、生成する1本の音線信号に対して、通常の超音波画像を生成するための送受信よりも多数回の、互いに焦点が異なる送受信を行う。あるいはさらに、音線信号の数（アジマス方向の音線密度）も、超音波画像を生成するための送受信よりも、多くしてもよい。

20

【0047】

図2（B）に、音速設定用の送受信の一例を概念的に示す。

本例においては、最適音速の設定のために、1つの音線信号に対して、5回の送受信を行う。なお、図2（B）においては、合成用画像中の実線は、音線信号（すなわち生成する走査ライン）を示す。また、この音線信号中の点は、送信した超音波ビームの焦点を示す。すなわち、この音速設定のための送受信では、1本の音線信号を生成するために、互いに焦点が異なる5回の超音波ビームの送信を行う。

30

【0048】

超音波診断装置10において、被検体の最適音速を設定する際には、まず、図2（B）に示すように、合成用画像Aに対応して、音速設定用の送受信を行う。

【0049】

この最適音速を設定するための送受信において、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。

一方、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。

信号処理部20は、受信データメモリ36に記憶された受信データを読み出し、供給された設定音速S1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。

40

このBモード画像信号は、DSC24でラスタ変換され、画像処理部26で各種の画像処理が施された後、合成用画像Aに対する音速設定用のBモード画像信号として、画像メモリ32に格納される。

【0050】

音速設定部40から与えられた第1の設定音速S1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S1から所定量だけ値を変化させた第2の設定音速S2を信号処理部20に供給する。

このようにして、音速設定部40から複数の設定音速S1～Snが、順次、信号処理部

50

20に与えられ、これらの設定音速 $S_1 \sim S_n$ に対応するBモード画像信号がそれぞれ超音波画像生成部50で生成されて画像メモリ32に格納されると、音速設定部40は、画像メモリ32に格納されたBモード画像信号の解析を行い、画像のコントラストまたはシャープネスが最も高くなる音速を、合成用画像Aに対する最適音速として設定する。

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、言い換えると、分割領域から圧電素子までの間の被検体内の平均音速である。

【0051】

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

10

図示例においては、一例として、合成用画像を、超音波ビームの焦点を中心とする格子状（方位方向および超音波ビームの送信方向に平行な格子状）に分割して、各分割領域毎に、最適音速を設定する。すなわち、最適音速は、音速設定用の送受信で形成する各焦点に対応して、設定される。

【0052】

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

20

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

【0053】

合成用画像Aの最適音速を設定したら、超音波診断装置10では、次いで、図2（B）に示すように、合成用画像Bに対応する、音速設定用の送受信を行い、合成用画像Aと同様に、合成用画像Bに対する各分割領域の最適音速を設定する。

30

さらに、合成用画像Bの最適音速を設定したら、超音波診断装置10では、次いで、図2（B）に示すように、合成用画像Cに対応する、音速設定用の送受信を行い、合成用画像Aと同様に、合成用画像Bに対する各分割領域の最適音速を設定する。

【0054】

音速設定部40が設定した、合成用画像A、合成用画像Bおよび合成用画像Cの各分割領域の最適音速は、各合成用画像と各分割領域とが対応付けられて、信号処理部20に供給、記憶される。あるいは、最適音速は、同様に各合成用画像と各分割領域とが対応付けられて、格納部48に記憶され、制御部42が読み出して、信号処理部20に供給するようにしてもよい。

40

【0055】

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、

また、本発明の超音波診断装置においては、音速更新用の送受信で得られた受信データを用いて、表示用のコンパウンド画像を生成してもよい。あるいは、音速更新用の送受信で得られた受信データを、この受信データを用いて設定（更新）した最適音速に基づいて処理して、表示用のコンパウンド画像を生成してもよい。なお、音速更新用の送受信で得られた受信データを用いてコンパウンド画像（合成用画像）を生成する際には、必要に応じて、間引き等の処理を行ってもよい。

さらに、空間コンパウンドを行う指示に対応しないタイミングで、最適音速の設定を行

50

う際には、画像Aのみに対応して最適音速を設定するようにしてもよい。

【0056】

超音波診断装置10において、空間コンパウンドを行って超音波画像（コンパウンド画像（合成超音波画像））を生成する際には、制御部42の指示に応じて、送信回路16および受信回路18が、圧電素子アレイ14に、画像Aの送受信、画像Bの送受信および画像Cの送受信を、順次、行わせる。

この送受信によって、圧電素子アレイ14が出力した受信信号は、受信回路で処理されて受信データとされ、信号処理部20に供給される。あるいは、必要に応じて、受信データを受信データメモリ36に記憶してもよく、また、受信データメモリ36から、信号処理部20が受信データを読み出して、以下の処理を行っても良い。

10

【0057】

受信データを取得した信号処理部20は、記憶している最適音速に基づいて、受信データに、それぞれに応じた遅延補正を施して遅延補正データを生成する。

ここで、信号処理部20は、各合成用画像と分割領域とを対応付けして、合成用画像A、合成用画像Bおよび合成用画像Cの各分割領域の最適音速を記憶している。

従って、信号処理部20は、画像Aの送受信による受信データは、合成用画像Aに対して設定された、対応する分割領域の最適音速に基づいて、遅延補正データを生成する。また、画像Bの送受信による受信データは、合成用画像Bに対して設定された、対応する分割領域の最適音速に基づいて、遅延補正データを生成する。さらに、画像Cの送受信による受信データは、合成用画像Cに対して設定された、対応する分割領域の最適音速に基づいて、遅延補正データを生成する。

20

【0058】

次いで、信号処理部20は、生成した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い、音線信号を生成する。さらに、信号処理部20は、生成した音線信号に、減衰補正および包絡線検波処理を施す。

これにより、合成用画像A、合成用画像Bおよび合成用画像CのBモード画像信号が生成される。

【0059】

合成用画像A、合成用画像Bおよび合成用画像CのBモード画像信号（以下、Bモード画像信号は省略する）は、DSC24でラスタ変換され、画像処理部26で所定の画像処理が施される。

30

次いで、画像処理部26の画像合成部34において、合成用画像A、合成用画像Bおよび合成用画像Cが合成されて、合成用画像Aの領域と同領域のコンパウンド画像（そのBモード画像信号）が生成される。

【0060】

生成されたコンパウンド画像は、必要に応じて画像メモリ32に記憶され、また、表示制御部28に供給されて、表示部30に表示される。

ここで、このコンパウンド画像は、合成に用いられる合成用画像A、合成用画像Bおよび合成用画像Cの全てが、各分割領域毎に設定された最適音速に応じた遅延補正（音速補正）が施された画像である。そのため、合成用画像の歪みに起因する画質劣化を大幅に抑制した、高画質なコンパウンド画像である。

40

【0061】

別の態様として、本発明においては、合成用画像の1つのみに対して、各分割領域毎に最適音速を設定しておき、それ以外の合成用画像に関しては、最適音速を設定された合成用画像において対応する分割領域の最適音速を用いて、遅延補正を行ってもよい。

このコンパウンド画像の生成方法でも、同様に、合成用画像の歪みに起因する画質劣化を大幅に抑制した、高画質なコンパウンド画像を生成できる。

【0062】

図2（C）に、その一例を概念的に示す。

本例においては、好ましい態様として、空間コンパウンドにおける主画像、すなわち生

50

成するコンパウンド画像と同じ領域（あるいは含む領域）の合成用画像Aに対してのみ、各分割領域の最適音速を設定する。

従って、最適音速を設定する際には、図2（C）に示すように、送信回路16および受信回路18は、圧電素子アレイ14に、合成用画像Aのみに対応して、音速設定用の送受信を行わせる。

圧電素子アレイ14が出力した受信信号は、受信回路18で受信データとされ、受信データメモリ36に記憶され、また、先と同様にして、音速設定部40は、信号処理部20に設定音速S1～Snを供給し、これに対応して、超音波画像生成部50は、合成用画像Aの音速設定用の送受信によるBモード画像信号を生成する。さらに、音速設定部40は、先と同様にして、合成用画像Aに対して各分割領域の最適音速を設定し、信号処理部20に供給して、信号処理部20が各分割領域の最適音速を記憶する。

10

【0063】

空間コンパウンドを行う際には、送信回路16および受信回路18は、先と同様に、圧電素子アレイ14に、画像Aの送受信、画像Bの送受信および画像Cの送受信を、順次、行わせる。

この送受信によって、圧電素子アレイ14が出力した受信信号は、受信回路18で処理されて受信データとされ、信号処理部20に供給される。

【0064】

受信データを取得した信号処理部20は、画像Aの送受信による受信データは、合成用画像Aに対して設定された、対応する分割領域の最適音速に基づいて、遅延補正を施して遅延補正データを生成する。

20

他方、画像Bの送受信による受信データに対しては、図2（C）に概念的に示すように、各分割領域毎に、合成用画像Aに対して設定された、対応する分割領域の最適音速を用い、この最適音速に基づいて、合成用画像Bの遅延補正データを生成する。同様に、画像Cの送受信による受信データに対しても、各分割領域毎に、合成用画像Aに対して設定された、対応する分割領域の最適音速を用い、この最適音速に基づいて、合成用画像Cの遅延補正データを生成する。

なお、図2（C）において、合成用画像Bおよび合成用画像Cに示す破線は、各画像と重複する、合成用画像Aのアジマス方向の端部である。

【0065】

30

これ以降は、先と同様に、信号処理部20が、生成した遅延補正データを加算して音線信号を生成し、減衰補正および包絡線検波処理を施して、合成用画像A、合成用画像Bおよび合成用画像C（そのBモード画像）を生成する。

それぞれの合成用画像は、DSC24でラスタ変換され、画像処理部26で所定の画像処理が施されると共に、画像合成部34において、合成用画像A、合成用画像Bおよび合成用画像Cが合成されて、コンパウンド画像が生成される。

超音波画像生成部50が生成しコンパウンド画像は、表示制御部28から表示部30に送られ、表示部に表示される。

【0066】

別の態様として、本発明においては、最適音速を設定する合成用画像の選択を行ってもよい。

40

すなわち、送受信の傾斜角度が大きく異なる合成用画像同士では、超音波ビームおよび超音波エコーの伝達経路が大きく異なるため、対応する分割領域でも、最適音速が大きく異なってしまう可能性も有る。

これに対応して、基準となる合成用画像を選択して、基準となる合成用画像の送受信の方向と、その他の合成用画像の送受信の方向とが成す角度を検出し、基準となる合成用画像、および、この角度が閾値を超えた合成用画像に対してのみ、最適音速を設定するようにしてもよい。

【0067】

一例として、図2において、好ましい態様として、主画像である合成用画像Aを基準と

50

する。従って、合成用画像 A は最適音速を設定する。

他方、合成用画像 B および合成用画像 C に関しては、角度 θ および角度 $-\theta$ の絶対値が、所定の閾値未満である場合には、最適音速を設定せずに、遅延補正データの生成の際に合成用画像 A の対応する分割領域の最適音速を用いる。これに対して、角度 θ および角度 $-\theta$ の絶対値が、所定の閾値以上である場合には、合成用画像 B および合成用画像 C に対しても、最適音速を設定する。

【0068】

また、合成用画像 A ~ C に加え、角度 θ および角度 $-\theta$ よりも絶対値が大きな角度である、角度 η および角度 $-\eta$ 、送受信の方向が傾斜する合成用画像 D および E の 5 画像を合成する場合であれば、同様に、基準とする合成用画像 A は最適音速を設定する。一方で、角度 θ および角度 $-\theta$ の絶対値が、所定の閾値未満である場合には、合成用画像 B および合成用画像 C に対しては最適音速を設定しない。これに対し、角度 η および角度 $-\eta$ の絶対値が、所定の閾値以上である場合には、合成用画像 D および合成用画像 E に対して、最適音速を設定する。

さらに、同様の 5 画像での空間コンパウンドにおいて、例えば、角度 θ および角度 $-\theta$ の絶対値、ならびに、角度 η および角度 $-\eta$ の絶対値が、全て、閾値未満の場合には、合成用画像 A のみ最適音速を設定し、それ以外の合成用画像に対しては、最適音速を設定しない。逆に、角度 θ および角度 $-\theta$ の絶対値、ならびに、角度 η および角度 $-\eta$ の絶対値が、全て、閾値以上である場合には、全ての合成用画像に対して、最適音速を設定する。

【0069】

この例において、空間コンパウンドを行う際には、先の例と同様に、最適音速が設定されている合成用画像は、設定された最適音速に基づいて受信データの遅延補正を行って合成用画像を生成する。他方、最適音速が設定されていない合成用画像は、最適音速が設定されている合成用画像に対して設定された、対応する分割領域の最適音速に基づいて遅延補正を行って合成用画像を生成する。

以降は、同様にして、各合成用画像を DSC24 および画像処理部 26 で処理して、画像合成部 34 で合成して、コンパウンド画像を生成して、表示部 30 に表示する。

【0070】

図 1 に示す超音波診断装置 10 は、空間コンパウンドを行う機能に加えて（あるいは変えて）、周波数コンパウンドを行う機能を有してもよい。さらに、空間コンパウンドと周波数コンパウンドの、両方を同時に実施する機能を有してもよい。

【0071】

周知のように、周波数コンパウンドとは、中心周波数が互いに異なる送受信（超音波の送受信）で得られた、複数の合成用画像（合成用の超音波画像）を合成することで、コンパウンド画像（合成超音波画像）を生成するものである。

そのため、制御部 42 は、周波数コンパウンドを行う場合には、複数の合成用画像を生成するために、圧電素子アレイ 14 に、超音波の中心周波数が互いに異なる複数画像分の超音波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。

【0072】

例えば、図 3 (A) に示すように、周波数コンパウンドにおいて、中心周波数が f_1 の送受信で得られた合成用画像 F1、および、中心周波数が f_2 ($f_1 < f_2$) の送受信で得られた合成用画像 F2 を合成して、コンパウンド画像を生成する。

【0073】

この場合にも、前述の図 2 (B) に示すように、全ての合成用画像に対応して最適音速を設定してもよく、あるいは、図 2 (C) に示すように、1 つの合成用画像のみに対応して、最適音速を設定してもよい。

【0074】

一例として、図 3 (B) に概念的に示すように、最適音速を設定する際に、送信回路 16 および受信回路 18 は、圧電素子アレイ 14 に、合成用画像 F1 および合成用画像 F2 の両画像に対応して、中心周波数が f_1 の超音波を用いた音速設定用の送受信、および、

中心周波数が f_2 の超音波を用いた音速設定用の送受信を行う。

圧電素子アレイ 14 が出力した受信信号は、受信回路 18 で受信データとされ、受信データメモリ 36 に記憶され、先と同様にして、音速設定部 40 は、信号処理部 20 に設定音速 $S_1 \sim S_n$ を供給し、また、超音波画像生成部 50 は、合成用画像 F1 および合成用画像 F2 の音速設定用の送受信による B モード画像信号を生成する。さらに、音速設定部 40 は、先と同様にして、合成用画像 F1 および合成用画像 F2 に対して各分割領域の最適音速を設定し、信号処理部 20 に供給して、信号処理部 20 が合成用画像と各分割領域とを対応付けして、最適音速を記憶する。

【0075】

周波数コンパウンドを行う際には、送信回路 16 および受信回路 18 は、圧電素子アレイ 14 に、中心周波数が f_1 の超音波を用いた画像 F1 の送受信、および、中心周波数が f_2 の超音波を用いた画像 F2 の送受信を、順次、行わせる。

この送受信によって、圧電素子アレイ 14 が出力した受信信号は、受信回路で処理されて受信データとされ、信号処理部 20 に供給される。

【0076】

受信データを取得した信号処理部 20 は、画像 F1 の送受信による受信データに、合成用画像 F1 に対して設定された、対応する分割領域の最適音速に基づいて、遅延補正を施して遅延補正データを生成する。また、画像 F2 の送受信による受信データに、合成用画像 F2 に対して設定された、対応する分割領域の最適音速に基づいて、遅延補正を施して遅延補正データを生成する。

【0077】

これ以降は、先と同様に、信号処理部 20 が、生成した遅延補正データを加算して受信フォーカス処理を行い、音線信号を生成し、減衰補正および包絡線検波処理を施して、合成用画像 F1 および合成用画像 F2 (その B モード画像) を生成する。

両合成用画像は、DSC 24 でラスタ変換され、画像処理部 26 で所定の画像処理が施されると共に、画像合成部 34 において、合成用画像 F1 および合成用画像 F2 が合成されて、コンパウンド画像が生成される。

超音波画像生成部 50 が生成したコンパウンド画像は、表示制御部 28 から表示部 30 に送られ、表示部 30 に表示される。

【0078】

本発明の別の態様においては、前述のように、周波数コンパウンドを行う際にも、1 枚の合成用画像のみに最適音速を設定し、他の合成用画像は、最適音速を設定された合成用画像の対応する分割領域の最適音速を用いてもよい。

この際においても、主画像、すなわち、通常の超音波画像の生成と同じ中心周波数の超音波の送受信で得られた合成用画像に対して、最適音速を設定するのが好ましい。

【0079】

この場合には、最適音速を設定する際に、図 3 (C) に概念的に示すように、送信回路 16 および受信回路 18 は、圧電素子アレイ 14 に、合成用画像 F1 のみに対応して、中心周波数が f_1 の超音波を用いた、音速設定用の送受信を行う。

圧電素子アレイ 14 が出力した受信信号は、受信回路 18 で受信データとされ、受信データメモリ 36 に記憶され、先と同様にして、音速設定部 40 は、信号処理部 20 に設定音速 $S_1 \sim S_n$ を供給し、また、超音波画像生成部 50 は、合成用画像 F1 の音速設定用の送受信による B モード画像信号を生成する。さらに、音速設定部 40 は、先と同様にして、合成用画像 F1 に対して各分割領域の最適音速を設定し、信号処理部 20 が合成用画像 F1 の各分割領域を対応付けして、最適音速を記憶する。

【0080】

周波数コンパウンドを行う際には、送信回路 16 および受信回路 18 は、圧電素子アレイ 14 に、中心周波数が f_1 の超音波を用いた画像 F1 の送受信、および、中心周波数が f_2 の超音波を用いた画像 F2 の送受信を、順次、行わせる。

この送受信によって、圧電素子アレイ 14 が出力した受信信号は、受信回路で処理され

10

20

30

40

50

て受信データとされ、信号処理部 20 に供給される。

【0081】

受信データを取得した信号処理部 20 は、画像 F1 の送受信による受信データに、合成用画像 F1 に対して設定された、対応する分割領域の最適音速に基づいて、遅延補正を施して遅延補正データを生成する。

他方、画像 F2 の送受信による受信データに対しては、図 3 (C) に概念的に示すように、各分割領域毎に、合成用画像 F1 に対して設定された、対応する分割領域の最適音速を用い、この最適音速に基づいて、合成用画像 F2 の遅延補正データを生成する。

【0082】

これ以降は、先と同様に、信号処理部 20 が、生成した遅延補正データを加算して受信フォーカス処理を行い、音線信号を生成し、減衰補正および包絡線検波処理を施して、合成用画像 F1 および合成用画像 F2 を生成する。

それぞれの合成用画像は、DSC24 でラスタ変換され、画像処理部 26 で所定の画像処理が施され、画像合成部 34 において、合成用画像 F1 および合成用画像 F2 が合成されて、コンパウンド画像が生成される。

超音波画像生成部 50 が生成しコンパウンド画像は、表示制御部 28 から表示部 30 に送られ、表示部に表示される。

【0083】

本発明において、周波数コンパウンドで合成する合成用画像は、3 以上でもよい。

また、本発明において、周波数コンパウンドは、送受信における超音波の中心周波数が同じである合成用画像と、送信する超音波の周波数に対して、超音波エコーの二次高調波等の受信を行った、いわゆるハーモニックイメージングによって得られた合成用画像とを合成する場合も含む。この際において、各合成用画像で送信する超音波の中心周波数は、同じでも異なってもよい。

さらに、ハーモニックイメージングによって得られた合成用画像同士で、周波数コンパウンドを行ってもよい。

【0084】

本発明における最適音速の設定方法の別の態様として、全ての合成用画像に対応して、音速設定用の送受信を行って、受信データの乱れを検出し、全ての合成用画像における同じ分割領域において、この乱れが最も少ない合成用画像の分割領域の受信データを用いて、各分割領域の最適音速を設定する方法が例示される。

なお、この最適音速の設定方法は、空間コンパウンドおよび周波数コンパウンドの、両方に利用可能である。

【0085】

通常の超音波エコーでは、図 4 (A) に概念的に示すように、各圧電素子で得られる受信データは、放物線のような形状になる。これに対して、超音波の波面等に乱れが有る場合には、図 4 (B) に概念的に示すように、各圧電素子で得られる受信データに乱れを生じる。

なお、図 4 は、或る超音波ビーム（生成すべき音線信号）の上に、等間隔に 3 つの反射体が有った場合の例であり、横軸はアジマス方向すなわち圧電素子の位置を、縦軸は超音波エコーの受信時間を示す。

【0086】

乱れを有する受信データは、超音波ビームおよび／または超音波エコーが、被検体内において、何らかの悪影響を受けている可能性が高い。従って、乱れを有する受信データを用いて最適音速を設定しても、正確な最適音速を設定することはできない。

これに対し、波面の乱れが少ない受信データを用いて最適音速を設定することにより、各分割領域において、安定して正確な最適音速を設定することが可能になる。

【0087】

一例として、図 2 (A) および (B) を参照して、最適音速を設定する際に、送信回路 16 および受信回路 18 は、圧電素子アレイ 14 に、合成用画像 A、合成用画像 B および

10

20

30

40

50

合成用画像Cに対応して、最適音速設定のための送受信を行わせる。

圧電素子アレイ14が出力した受信信号は、受信回路18で受信データとされ、受信データメモリ36に記憶される。

【0088】

超音波画像生成部50は、受信データメモリ36から受信データを読み出し、各合成用画像の各分割領域における、受信データの乱れを検出する。次いで、超音波画像生成部50は、合成用画像A、合成用画像Bおよび合成用画像Cで、同じ分割領域の受信データの乱れを比較し、各分割領域毎に、最も受信データの乱れが少ない合成用画像の分割領域を選択する。

さらに、信号処理部20は、各合成用画像から選択した分割領域を用いて（選択した分割領域を合成して）、合成用画像Aと同じ領域の受信データ（以下、音速設定用データとする）を生成し、受信データメモリ36に記憶させる。

10

【0089】

以下、先と同様に、音速設定部40は、信号処理部20に設定音速S1～Snを供給し、また、超音波画像生成部50は、音速設定用データのBモード画像信号を生成する。さらに、音速設定部40は、先と同様にして各分割領域の最適音速を設定し、信号処理部20に供給して、信号処理部20が、音速設定用データのBモード画像信号の各分割領域の最適音速を記憶する。

【0090】

空間コンパウンドを行う際には、送信回路16および受信回路18は、先と同様に、圧電素子アレイ14に、画像Aの送受信、画像Bの送受信および画像Cの送受信を、順次、行わせる。

20

この送受信によって、圧電素子アレイ14が出力した受信信号は、受信回路で処理されて受信データとされ、信号処理部20に供給される。

【0091】

受信データを取得した信号処理部20は、音速設定用データのBモード画像信号に対して設定された、対応する分割領域の最適音速に基づいて、画像Aの送受信による受信データ、画像Bの送受信による受信データ、および、画像Cの送受信による受信データに遅延補正を施して、遅延補正データを生成する。

【0092】

30

これ以降は、先と同様に、信号処理部20が、生成した遅延補正データを加算して音線信号を生成し、減衰補正および包絡線検波処理を施して、合成用画像A、合成用画像Bおよび合成用画像C（そのBモード画像）を生成する。

それぞれの合成用画像は、DSC24でラスター変換され、画像処理部26で所定の画像処理が施されると共に、画像合成部34において、合成用画像A、合成用画像Bおよび合成用画像Cが合成されて、コンパウンド画像が生成される。

超音波画像生成部50が生成しコンパウンド画像は、表示制御部28から表示部30に送られ、表示部に表示される。

【0093】

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。

40

【産業上の利用可能性】

【0094】

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】

【0095】

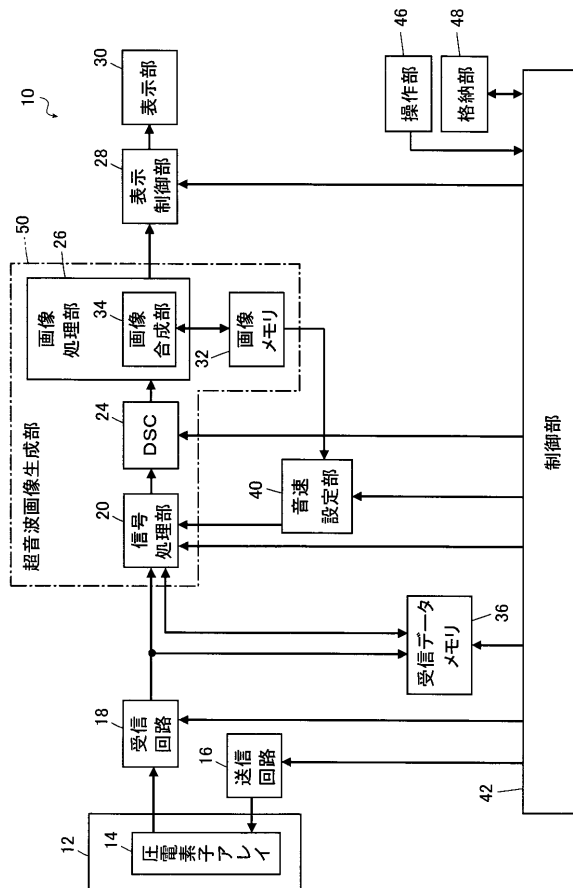
- 10 超音波診断装置
- 12 超音波プローブ
- 12 プローブ

50

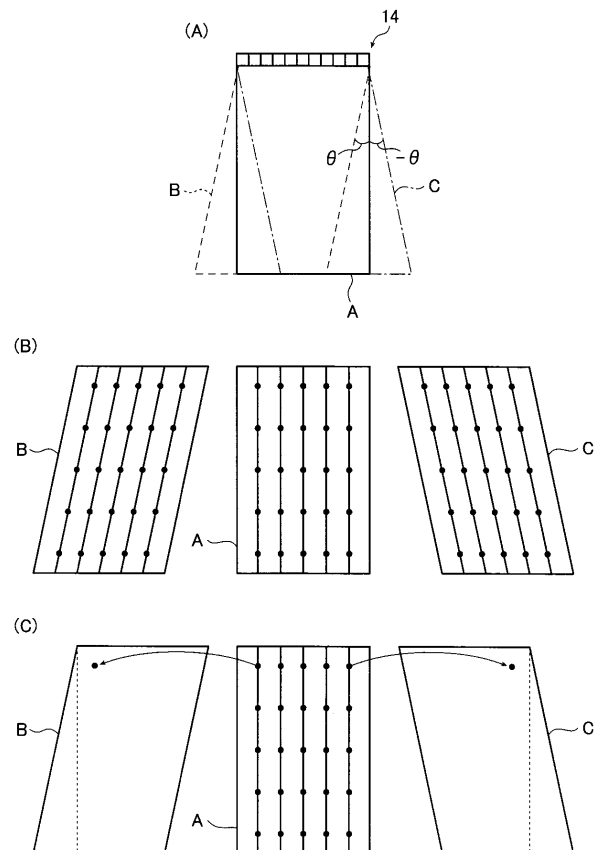
- 14 圧電素子アレイ
- 16 送信回路
- 18 受信回路
- 20 信号処理部
- 26 画像処理部
- 28 表示制御部
- 30 表示部
- 32 画像メモリ
- 34 画像合成部
- 36 受信データメモリ
- 40 音速設定部
- 42 制御部
- 46 操作部
- 48 格納部
- 50 超音波画像生成部

10

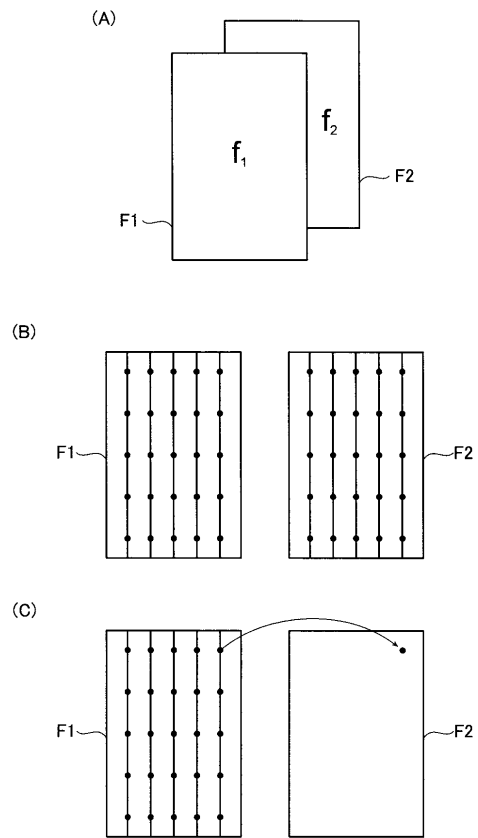
【図 1】



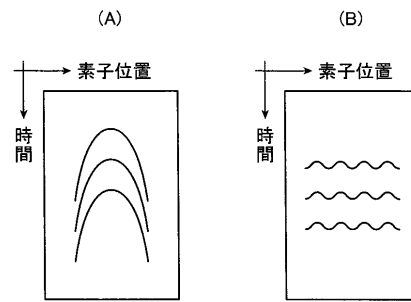
【図 2】



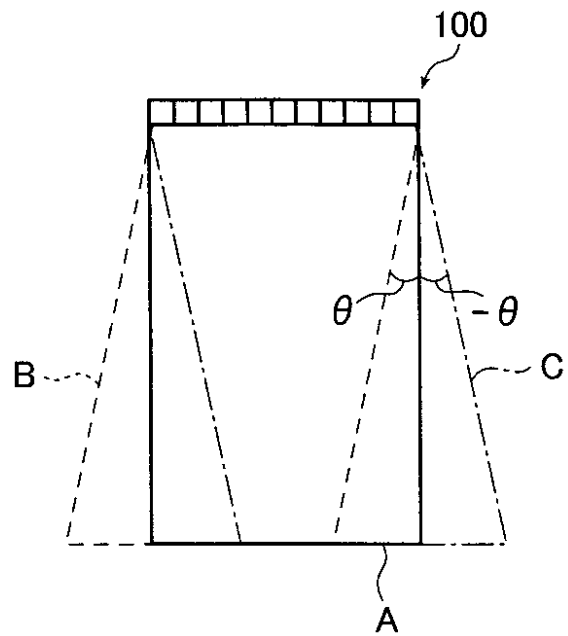
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 山口 博司
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 大田 恭義
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 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

審査官 後藤 順也

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

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

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	JP5777604B2	公开(公告)日	2015-09-09
申请号	JP2012284082	申请日	2012-12-27
[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	宮地幸哉 山口博司 大田恭義 田辺剛 位田憲昭 中田真		
发明人	宮地 幸哉 山口 博司 大田 恭義 田辺 剛 位田 憲昭 中田 真		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	G01S15/8952 A61B8/14 A61B8/5269 G01S7/52049 G01S15/8995		
FI分类号	A61B8/14.ZDM A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/BB27 4C601/EE04 4C601/HH15 4C601/HH33 4C601/HH35 4C601/JC21		
代理人(译)	伊藤英明		
其他公开文献	JP2014124400A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)	在超声波诊断装置中，当产生复合图像时，基于通过划分对象而获得的针对各个片段区域设置的声速，对要组合的所有超声图像（子帧）执行延迟校正。由于这种配置，超声诊断设备可以通过空间复合或频率复合产生高质量的复合图像，而不受图像失真的影响。		
	(21) 出願番号 (22) 出願日 (65) 公開番号 (43) 公開日 審査請求日	特願2012-384082 (P2012-284082) 平成24年12月27日 (2012.12.27) 特開2014-124400 (P2014-124400A) 平成26年7月7日 (2014.7.7) 平成26年6月3日 (2014.6.3)	(73) 特許権者 306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目2番30号 (74) 代理人 100080159 弁理士 渡辺 望悠 (74) 代理人 100090217 弁理士 三和 晴子 (74) 代理人 100152984 弁理士 伊東 秀明 (74) 代理人 100148080 弁理士 三橋 史生 (72) 発明者 宮地 幸哉 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士フイルム株式会社内