

(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2012-10875

(P2012-10875A)

(43) 公開日 平成24年1月19日(2012.1.19)

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

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2010-149208 (P2010-149208)
(22) 出願日 平成22年6月30日 (2010. 6. 30)(71) 出願人 306037311
富士フイルム株式会社
東京都港区西麻布2丁目26番30号
(74) 代理人 100083116
弁理士 松浦 憲三
(72) 発明者 勝山 公人
神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
富士フイルム株式会社内
Fターム(参考) 4C601 BB02 DD20 EE09 JB01 JB50
JC37 KK02 KK12 LL03 LL12

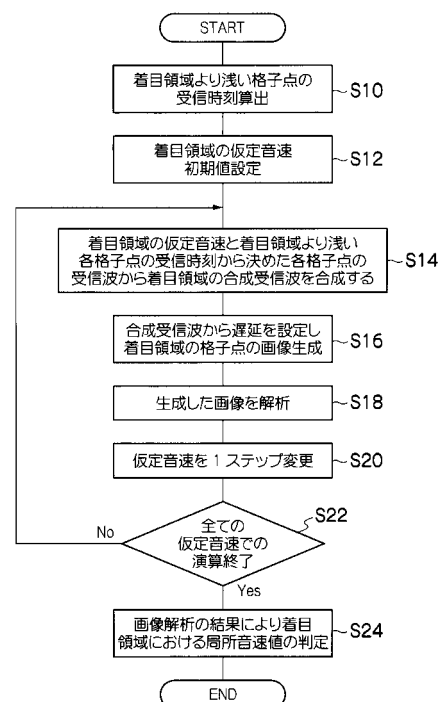
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置及び超音波診断方法

(57) 【要約】

【課題】被検体の音速が不均一で各格子の受信時刻を環境音速で近似しきれない場合でも精度良く局所音速を求める。

【解決手段】超音波を被検体に送信するとともに、該被検体によって反射される超音波を受信して超音波検出信号を出力する複数の超音波トランスデューサを含む超音波探触子と、前記被検体内の着目領域よりも浅い領域に設定された格子点に対応する各素子の受信時刻と受信波の少なくとも一方を算出する受信時刻算出手段と、前記着目領域において設定された仮定音速と前記算出した受信時刻又は受信波に基づいて前記着目領域内の格子点における画像を生成する画像生成手段と、前記生成された画像を解析する画像解析手段と、前記画像解析の結果に基づいて前記着目領域における局所音速を算出する局所音速算出手段を備えたことを特徴とする超音波診断装置を提供することにより前記課題を解決する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波を被検体に送信するとともに、該被検体によって反射される超音波を受信して超音波検出信号を出力する複数の超音波トランスデューサを含む超音波探触子と、

前記被検体内の着目領域よりも浅い領域に設定された格子点に対応する各素子の受信時刻と受信波の少なくとも一方を算出する受信時刻算出手段と、

前記着目領域において設定された仮定音速と前記算出した受信時刻又は受信波に基づいて前記着目領域内の格子点における画像を生成する画像生成手段と、

前記生成された画像を解析する画像解析手段と、

前記画像解析の結果に基づいて前記着目領域における局所音速を算出する局所音速算出手段と、

を備えたことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

前記受信時刻算出手段は、画像解析及び位相収差解析の手法を用いて前記受信時刻を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記画像生成手段は、前記仮定音速によって決まる遅延で前記浅い領域に設定された格子点の受信波を重ね合わせて合成受信波を合成し、それから生成した遅延に基づいて前記画像を生成することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記画像生成手段は、前記着目領域内の格子点から前記浅い領域に設定された格子点の間の、前記着目領域において設定される仮定音速によって決まる伝播時間と、前記浅い領域に設定された格子点の受信時刻の和の、ある前記超音波探触子についての最小値を該超音波探触子における遅延とし、該遅延に基づいて前記画像を生成することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

請求項 1 または 2 に記載の超音波診断装置であって、さらに、前記浅い領域に設定された格子点を仮想素子と見做して、各仮想素子の受信信号を整合加算する整合加算手段を備え、前記画像生成手段は、前記着目領域において設定された仮定音速に基づいて前記仮想素子の受信信号から前記着目領域内の格子点における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 6】

前記整合加算手段は、前記受信時刻を遅延として、各仮想素子の受信信号を整合加算した信号を設定することを特徴とする請求項 5 に記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記画像解析手段は、前記画像のシャープネス値を算出し、前記局所音速算出手段は、前記シャープネス値が最大となる画像に対応する前記仮定音速を前記局所音速として算出することを特徴とする請求項 1～6 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

超音波を被検体に送信するとともに、該被検体によって反射される超音波を受信して超音波検出信号を出力する工程と、

前記被検体内の着目領域よりも浅い領域に設定された格子点に対応する各素子の受信時刻と受信波の少なくとも一方を算出する工程と、

前記着目領域において設定された仮定音速と前記算出した受信時刻又は受信波に基づいて前記着目領域内の格子点における画像を生成する工程と、

前記生成された画像を解析する工程と、

前記画像解析の結果に基づいて前記着目領域における局所音速を算出する工程と、

を備えたことを特徴とする超音波診断方法。

【請求項 9】

前記受信時刻を算出する工程は、画像解析及び位相収差解析の手法を用いて前記受信時

10

20

30

40

50

刻を算出することを特徴とする請求項 8 に記載の超音波診断方法。

【請求項 10】

前記画像を生成する工程は、前記仮定音速によって決まる遅延で前記浅い領域に設定された格子点の受信波を重ね合わせて合成受信波を合成し、それから生成した遅延に基づいて前記画像を生成することを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の超音波診断方法。

【請求項 11】

前記画像を生成する工程は、前記着目領域内の格子点から前記浅い領域に設定された格子点の間の、前記着目領域において設定される仮定音速によって決まる伝播時間と、前記浅い領域に設定された格子点の受信時刻の和の、ある前記超音波探触子についての最小値を該超音波探触子における遅延とし、該遅延に基づいて前記画像を生成することを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の超音波診断方法。

10

【請求項 12】

請求項 8 または 9 に記載の超音波診断方法であって、さらに、前記浅い領域に設定された格子点を仮想素子と見做して、各仮想素子の受信信号を整合加算する工程を備え、前記画像を生成する工程は、前記着目領域において設定された仮定音速に基づいて前記仮想素子の受信信号から前記着目領域内の格子点における画像を生成することを特徴とする超音波診断方法。

【請求項 13】

前記整合加算する工程は、前記受信時刻を遅延として、各仮想素子の受信信号を整合加算した信号を設定することを特徴とする請求項 12 に記載の超音波診断方法。

20

【請求項 14】

前記画像を解析する工程は、前記画像のシャープネス値を算出するとともに、前記局所音速を算出する工程は、前記シャープネス値が最大となる画像に対応する前記仮定音速を前記局所音速として算出することを特徴とする請求項 8 ～ 13 のいずれかに記載の超音波診断方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断装置及び超音波診断方法に関し、特に超音波を用いて被検体の超音波画像を撮影して表示し、組織性状の診断に供する超音波診断装置及び超音波診断方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来、超音波を用いて被検体内の一部（診断部位）における音速値（以下、局所音速値という）を測定する試みがなされている。例えば、送信用と受信用の 2 個の振動子を向かい合わせて配置し、振動子間の距離と超音波の伝播時間から被検体内における音速値を求める方法や、所定距離間隔で配置された 2 組の振動子をそれぞれ送信用・受信用として、振動子間の超音波の伝播時間と送波・受波角度と各組の振動子間の距離とから伝播速度を求める方法が提案されている。

【0003】

また、特許文献 1 には、下記のような局所音速値の測定方法が開示されている。特許文献 1 では、送波振動子から被検体内に出射角度を変えながら超音波を送波し、受波振動子により入射角度を変えながら受波して、送波から受波までの経過時間を全てメモリに格納しておく。次に、仮想的な音速分布を設定し、その音速分布に基づいて各出射角度・入射角度ごとに経過時間を計算する。そして、経過時間の計算値と実測値の差が最小になるように仮想的な音速分布を修正し、最終的に得られた音速分布によって被検体内の音速値を求めている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

50

【特許文献1】特開平5-95946号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

音速値が一定の媒質からなる被検体OBJ1内の音速値Vは下記のようにして算出することができる。図7(a)に示すように、被検体OBJ1内の反射点(領域)X1_{ROI}から超音波探触子300Aまでの距離をLとすると、反射点X1_{ROI}で超音波が反射されてから反射点X1_{ROI}の直下の素子302A₀で受信されるまでの経過時間Tは、 $T = L / V$ である。素子302A₀からX方向(素子302Aの配列方向)に距離X離れた位置にある素子302A₁で受信されるまでの経過時間を $T + \Delta T$ とすると、素子302A₀と302A₁との間の遅延時間 ΔT は下記の式(1)により表される。

10

【0006】

[数1]

$$\Delta T = \Delta L / V \quad (\text{ここで、} \Delta L = \sqrt{(L^2 + X^2)} - L) \quad \cdots (1)$$

従って、超音波が送波されて反射点X1_{ROI}で時間T後に反射された後、素子302A₀及び、その他の素子により受信されるまでの経過時間 $[2T, 2T + \Delta T]$ を測定することにより、反射点X1_{ROI}までの距離Lと速度Vを一意に求めることができる。

【0007】

なお、反射点X1_{ROI}からの超音波が明確に判別できる場合には、素子302A₀及び、その他の1素子において測定された経過時間からLとVを求めることができる。しかしながら、一般に各素子302Aから出力される超音波検出信号は無数の反射点からの信号が干渉した結果であり、特定の反射点からの信号のみを弁別することが困難である。このため、実際には、反射点X1_{ROI}近傍の着目領域における再構築画像の空間周波数、シャープネス及びコントラストから、反射点X1_{ROI}までの距離L、遅延時間 ΔT 及び音速値Vを一意に求めることとなる。

20

【0008】

上記のように、被検体内の音速が一定の場合には、音速値を求めることが可能であるが、図7(b)に示す被検体OBJ2のように、内部の音速が一定でない場合には、上記の方法では、反射点(領域)X2_{ROI}までの距離L及び音速値V、V'を求めることは困難である。

30

【0009】

そこで本出願人は、先に、被検体内の音速が不均一の場合に局所音速を求める方法を提案している(特開2010-99452号)。これは、被検体内の着目領域における仮定音速と、着目領域よりも浅い領域に設定された格子点における最適音速値に基づいて、超音波を着目領域に送信したときに得られる各素子受信信号から、着目領域の画像を生成、解析する事によって、または着目領域を代表する格子点における最適音速値または受信波を算出し、前記着目領域における仮定音速と、着目領域よりも浅い領域に設定された格子点における最適音速値に基いて算出される最適音速値または受信波と比較する事によって着目領域における局所音速値を判定するものである。このように、本出願人が先に提案した方法は、各格子の受信波を環境音速(最適音速)で近似する方法であり、被検体内の音速が不均一であっても局所音速を計測することを可能としている。

40

【0010】

しかしながら、被検体内の音速が想定以上に不均一の場合には、上記のような各格子の受信波を環境音速で近似する方法では対応しきれない場合があるという問題がある。

【0011】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、被検体の音速が不均一で各格子の受信時刻を環境音速で近似しきれない場合でも精度良く局所音速を求めることができる超音波診断装置及び超音波診断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】

【0012】

50

前記目的を達成するために、請求項 1 に記載の発明は、超音波を被検体に送信するとともに、該被検体によって反射される超音波を受信して超音波検出信号を出力する複数の超音波トランスデューサを含む超音波探触子と、前記被検体内の着目領域よりも浅い領域に設定された格子点に対応する各素子の受信時刻と受信波の少なくとも一方を算出する受信時刻算出手段と、前記着目領域において設定された仮定音速と前記算出した受信時刻又は受信波に基づいて前記着目領域内の格子点における画像を生成する画像生成手段と、前記生成された画像を解析する画像解析手段と、前記画像解析の結果に基づいて前記着目領域における局所音速を算出する局所音速算出手段と、を備えたことを特徴とする超音波診断装置を提供する。

【0013】

これにより、受信時刻を求めて、これに基づいて局所音速を算出するようにしたため、被検体の音速が不均一の場合でも精度良く局所音速を求めることが可能となる。

【0014】

また、請求項 2 に示すように、前記受信時刻算出手段は、画像解析及び位相収差解析の手法を用いて前記受信時刻を算出することを特徴とする。

【0015】

これにより、受信時刻を簡単に算出することができる。

【0016】

また、請求項 3 に示すように、前記画像生成手段は、前記仮定音速によって決まる遅延で前記浅い領域に設定された格子点の受信波を重ね合わせて合成受信波を合成し、それから生成した遅延に基づいて前記画像を生成することを特徴とする。

【0017】

このように、合成受信波から画像を生成し、画像解析して局所音速を求めるようにしたため、より精度良く局所音速を求めることができる。

【0018】

また、請求項 4 に示すように、前記画像生成手段は、前記着目領域内の格子点から前記浅い領域に設定された格子点の間の、前記着目領域において設定される仮定音速によって決まる伝播時間と、前記浅い領域に設定された格子点の受信時刻の和の、ある前記超音波探触子についての最小値を該超音波探触子における遅延とし、該遅延に基づいて前記画像を生成することを特徴とする。

【0019】

また、請求項 5 に示すように、請求項 1 または 2 に記載の超音波診断装置であって、さらに、前記浅い領域に設定された格子点を仮想素子と見做して、各仮想素子の受信信号を整合加算する整合加算手段を備え、前記画像生成手段は、前記着目領域において設定された仮定音速に基づいて前記仮想素子の受信信号から前記着目領域内の格子点における画像を生成することを特徴とする。

【0020】

これにより、受信時刻を求めて、これに基づいて局所音速を算出するようにしたため、被検体の音速が不均一の場合でも精度良く局所音速を求めることが可能となる。

【0021】

また、請求項 6 に示すように、前記整合加算手段は、前記受信時刻を遅延として、各仮想素子の受信信号を整合加算した信号を設定することを特徴とする。

【0022】

また、請求項 7 に示すように、前記画像解析手段は、前記画像のシャープネス値を算出し、前記局所音速算出手段は、前記シャープネス値が最大となる画像に対応する前記仮定音速を前記局所音速として算出することを特徴とする。

【0023】

また、同様に前記目的を達成するために、請求項 8 に記載の発明は、超音波を被検体に送信するとともに、該被検体によって反射される超音波を受信して超音波検出信号を出力する工程と、前記被検体内の着目領域よりも浅い領域に設定された格子点に対応する各素

10

20

30

40

50

子の受信時刻と受信波の少なくとも一方を算出する工程と、前記着目領域において設定された假定音速と前記算出した受信時刻又は受信波に基づいて前記着目領域内の格子点における画像を生成する工程と、前記生成された画像を解析する工程と、前記画像解析の結果に基づいて前記着目領域における局所音速を算出する工程と、を備えたことを特徴とする超音波診断方法を提供する。

【0024】

これにより、受信時刻を求めて、これに基づいて局所音速を算出するようにしたため、被検体の音速が不均一の場合でも精度良く局所音速を求めることが可能となる。

【0025】

また、請求項9に示すように、前記受信時刻を算出する工程は、画像解析及び位相収差解析の手法を用いて前記受信時刻を算出することを特徴とする。

10

【0026】

これにより、受信時刻を簡単に算出することができる。

【0027】

また、請求項10に示すように、前記画像を生成する工程は、前記假定音速によって決まる遅延で前記浅い領域に設定された格子点の受信波を重ね合わせて合成受信波を合成し、それから生成した遅延に基づいて前記画像を生成することを特徴とする。

【0028】

また、請求項11に示すように、前記画像を生成する工程は、前記着目領域内の格子点から前記浅い領域に設定された格子点の間の、前記着目領域において設定される假定音速によって決まる伝播時間と、前記浅い領域に設定された格子点の受信時刻の和の、ある前記超音波探触子についての最小値を該超音波探触子における遅延とし、該遅延に基づいて前記画像を生成することを特徴とする。

20

【0029】

また、請求項12に示すように、請求項8または9に記載の超音波診断方法であって、さらに、前記浅い領域に設定された格子点を仮想素子と見做して、各仮想素子の受信信号を整合加算する工程を備え、前記画像を生成する工程は、前記着目領域において設定された假定音速に基づいて前記仮想素子の受信信号から前記着目領域内の格子点における画像を生成することを特徴とする。

【0030】

これにより、被検体の音速が不均一の場合でも精度良く局所音速を求めることが可能となる。

30

【0031】

また、請求項13に示すように、前記整合加算する工程は、前記受信時刻を遅延として、各仮想素子の受信信号を整合加算した信号を設定することを特徴とする。

【0032】

また、請求項14に示すように、前記画像を解析する工程は、前記画像のシャープネス値を算出するとともに、前記局所音速を算出する工程は、前記シャープネス値が最大となる画像に対応する前記假定音速を前記局所音速として算出することを特徴とする。

【発明の効果】

40

【0033】

以上説明したように、本発明によれば、各格子に対応する各素子の受信時刻又は受信波を求めて、これに基づいて局所音速を算出するようにしたため、被検体の音速が不均一の場合でも精度良く局所音速を求めることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】本発明の一実施形態に係る超音波診断装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施形態における処理を示すフローチャートである。

【図3】第1の実施形態に係る局所音速値の演算処理を示す模式図である。

【図4】本発明の第2の実施形態における処理を示すフローチャートである。

50

【図 5】第 2 の実施形態に係る局所音速値の演算処理を示す模式図である。

【図 6】本発明の第 3 の実施形態における処理を示すフローチャートである。

【図 7】局所音速値の演算処理を模式的に示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0035】

以下、添付図面を参照して、本発明に係る超音波診断装置及び超音波診断方法について詳細に説明する。

【0036】

図 1 は、本発明の一実施形態に係る超音波診断装置の概略構成を示すブロック図である。

【0037】

図 1 に示すように、本実施形態の超音波診断装置 10 は、超音波探触子 300 から被検体 O B J に超音波ビームを送信して、被検体 O B J によって反射された超音波ビーム（超音波エコー）を受信し、超音波エコーの検出信号から超音波画像を作成し表示する装置である。

【0038】

C P U (Central Processing Unit) 100 は、操作入力部 200 からの操作入力に応じて超音波診断装置 10 の各ブロックの制御を行う。

【0039】

操作入力部 200 は、オペレータからの操作入力を受け付ける入力デバイスであり、操作卓 202 とポインティングデバイス 204 とを含んでいる。操作卓 202 は、文字情報（例えば、患者情報）の入力を受け付けるキーボードと、振幅画像（B モード画像）を単独で表示するモードと局所音速値の判定結果を表示するモードとの間で表示モードを切り替える表示モード切り替えボタンと、ライブモードとフリーズモードとの切り替えを指示するためのフリーズボタンと、シネメモリ再生を指示するためのシネメモリ再生ボタンと、超音波画像の解析・計測を指示するための解析・計測ボタンとを含んでいる。ポインティングデバイス 204 は、表示部 104 の画面上における領域の指定の入力を受け付けるデバイスであり、例えば、トラックボール又はマウスである。なお、ポインティングデバイス 204 としては、タッチパネルを用いることも可能である。

【0040】

格納部 102 は、C P U 100 が超音波診断装置 10 の各ブロックの制御を行うための制御プログラムを格納する記憶装置であり、例えば、ハードディスク又は半導体メモリである。

【0041】

表示部 104 は、例えば、C R T (Cathode Ray Tube) ディスプレイ又は液晶ディスプレイであり、超音波画像（動画及び静止画）の表示及び各種の設定画面を表示する。

【0042】

超音波探触子 300 は、被検体 O B J に当接させて用いるプローブであり、1 次元又は 2 次元のトランスデューサアレイを構成する複数の超音波トランスデューサ 302 を備えている。超音波トランスデューサ 302 は、送信回路 402 から印加される駆動信号に基づいて超音波ビームを被検体 O B J に送信すると共に、被検体 O B J から反射される超音波エコーを受信して検出信号を出力する。

【0043】

超音波トランスデューサ 302 は、圧電性を有する材料（圧電体）の両端に電極が形成されて構成された振動子を含んでいる。このような振動子を構成する圧電体としては、例えば、P Z T (チタン酸ジルコン酸鉛：P b (lead) zirconate titanate) のような圧電セラミック、P V D F (ポリフッ化ビニリデン：polyvinylidene difluoride) のような高分子圧電素子を用いることができる。上記振動子の電極に電気信号を送って電圧を印加すると圧電体が伸縮し、この圧電体の伸縮により各振動子において超音波が発生する。例えば、振動子の電極にパルス状の電気信号を送るとパルス状の超音波が発生し、また振動子の

10

20

30

40

50

電極に連続波の電気信号を送ると連続波の超音波が発生する。そして、各振動子において発生した超音波が合成されて超音波ビームが形成される。また、各振動子により超音波が受信されると、各振動子の圧電体が伸縮して電気信号が発生する。各振動子において発生した電気信号は、超音波の検出信号として受信回路４０４に出力される。

【００４４】

なお、超音波トランスデューサ３０２としては、超音波変換方式の異なる複数種類の素子を用いることも可能である。例えば、超音波を送信する素子として上記圧電体により構成される振動子を用いて、超音波を受信する素子として光検出方式の超音波トランスデューサを用いるようにしてもよい。ここで、光検出方式の超音波トランスデューサとは、超音波信号を光信号に変換して検出するものであり、例えば、ファブリーペロー共振器又はファイバブラッググレーティングである。

10

【００４５】

次に、ライブモード時における超音波診断処理について説明する。ライブモードは、被検体ＯＢＪに超音波探触子３００を当接させて超音波の送受信を行うことによって得られた超音波画像（動画）の表示や解析・計測を行うモードである。

【００４６】

超音波探触子３００が被検体ＯＢＪに当接されて、操作入力部２００からの指示入力により超音波診断が開始されると、ＣＰＵ１００は、送受信部４００に制御信号を出力して、超音波ビームの被検体ＯＢＪへの送信、及び被検体ＯＢＪからの超音波エコーの受信を開始させる。ＣＰＵ１００は、超音波トランスデューサ３０２ごとに超音波ビームの送信方向と超音波エコーの受信方向とを設定する。

20

【００４７】

さらに、ＣＰＵ１００は、超音波ビームの送信方向に応じて送信遅延パターンを選択するとともに、超音波エコーの受信方向に応じて受信遅延パターンを選択する。ここで、送信遅延パターンとは、複数の超音波トランスデューサ３０２から送信される超音波によって所望の方向に超音波ビームを形成するために駆動信号に与えられる遅延時間のパターンデータであり、受信遅延パターンとは、複数の超音波トランスデューサ３０２によって受信される遅延時間のパターンデータである。上記送信遅延パターン及び受信遅延パターンは予め格納部１０２に格納されている。ＣＰＵ１００は、格納部１０２に格納されているものの中から送信遅延パターン及び受信遅延パターンを選択し、選択した送信遅延パターン及び受信遅延パターンに従って、送受信部４００に制御信号を出力して超音波の送受信制御を行う。

30

【００４８】

送信回路４０２は、ＣＰＵ１００からの制御信号に応じて駆動信号を生成して、該駆動信号を超音波トランスデューサ３０２に印加する。このとき、送信回路４０２は、ＣＰＵ１００によって選択された送信遅延パターンに基づいて、各超音波トランスデューサ３０２に印加する駆動信号を遅延させる。ここで、送信回路４０２は、複数の超音波トランスデューサ３０２から送信される超音波が超音波ビームを形成するように、各超音波トランスデューサ３０２に駆動信号を印加するタイミングを調整する（遅延させる）送信フォーカスを実行する。なお、複数の超音波トランスデューサ３０２から一度に送信される超音波が被検体ＯＢＪの撮像領域全体に届くように、駆動信号を印加するタイミングを調節するようにしてもよい。

40

【００４９】

受信回路４０４は、各超音波トランスデューサ３０２から出力される超音波検出信号を受信して増幅する。上記のように、各超音波トランスデューサ３０２と被検体ＯＢＪ内の超音波反射源との間の距離がそれぞれ異なるため、各超音波トランスデューサ３０２に反射波が到達する時間が異なる。受信回路４０４は遅延回路を備えており、ＣＰＵ１００によって選択された受信遅延パターンに基づいて設定される音速（以下、仮定音速という）又は音速の分布に従って、反射波の到達時刻の差（遅延時間）に相当する分、各検出信号を遅延させる。次に、受信回路４０４は、遅延時間を与えた検出信号を整合加算すること

50

により受信フォーカス処理を行う。超音波反射源 X_{ROI} と異なる位置に別の超音波反射源がある場合には、別の超音波反射源からの超音波検出信号は到達時間が異なるので、上記受信回路 404 の加算回路で加算することにより、別の超音波反射源からの超音波検出信号の位相が打ち消し合う。これにより、超音波反射源 X_{ROI} からの受信信号が最も大きくなり、フォーカスが合う。上記受信フォーカス処理によって、超音波エコーの焦点が絞り込まれた音線信号（以下、RF 信号という）が形成される。

【0050】

A/D 変換器 406 は、受信回路 404 から出力されるアナログの RF 信号をデジタル RF 信号（以下、RF データという）に変換する。ここで、RF データは、受信波（搬送波）の位相情報を含んでいる。A/D 変換器 406 から出力される RF データは、信号処理部 502 とシネメモリ 602 にそれぞれ入力される。

10

【0051】

シネメモリ 602 は、A/D 変換器 406 から入力される RF データを順次格納する。また、シネメモリ 602 は、CPU 100 から入力されるフレームレートに関する情報（例えば、超音波の反射位置の深度、走査線の密度、視野幅を示すパラメータ）を上記 RF データに関連付けて格納する。

【0052】

信号処理部 502 は、上記 RF データに対して、STC (Sensitivity Time gain Control) によって、超音波の反射位置の深度に応じて距離による減衰の補正をした後、包絡線検波処理を施し、Bモード画像データ（超音波エコーの振幅を点の明るさ（輝度）によって表した画像データ）を生成する。

20

【0053】

信号処理部 502 によって生成された Bモード画像データは、通常のテレビジョン信号の走査方式と異なる走査方式によって得られたものである。このため、DSC (Digital Scan Converter) 504 は、上記 Bモード画像データを通常の画像データ（例えば、テレビジョン信号の走査方式（NTSC 方式）の画像データ）に変換（ラスタ変換）する。画像処理部 506 は、DSC 504 から入力される画像データに、各種の必要な画像処理（例えば、階調処理）を施す。

【0054】

画像メモリ 508 は、画像処理部 506 から入力された画像データを格納する。D/A 変換器 510 は、画像メモリ 508 から読み出された画像データをアナログの画像信号に変換して表示部 104 に出力する。これにより、超音波探触子 300 によって撮影された超音波画像（動画）が表示部 104 に表示される。

30

【0055】

なお、本実施形態では、受信回路 404 において受信フォーカス処理が施された検出信号を RF 信号としたが、受信フォーカス処理が施されていない検出信号を RF 信号としてもよい。この場合、複数の超音波トランスデューサ 302 から出力される複数の超音波検出信号が、受信回路 404 において増幅され、増幅された検出信号、すなわち、RF 信号が、A/D 変換器 406 において A/D 変換されることによって RF データが生成される。そして、上記 RF データは、信号処理部 502 に供給されるとともに、シネメモリ 602 に格納される。受信フォーカス処理は、信号処理部 502 においてデジタル的に行われる。

40

【0056】

次に、シネメモリ再生モードについて説明する。シネメモリ再生モードは、シネメモリ 602 に格納されている RF データに基づいて超音波診断画像の表示や解析・計測を行うモードである。

【0057】

操作卓 202 のシネメモリ再生ボタンが押下されると、CPU 100 は、超音波診断装置 10 の動作モードをシネメモリ再生モードに切り替える。シネメモリ再生モード時には、CPU 100 は、オペレータからの操作入力により指定された RF データの再生をシネ

50

メモリ再生部 604 に指示する。シネメモリ再生部 604 は、CPU 100 からの指令に基づいて、シネメモリ 602 から RF データを読み出して、画像信号生成部 500 の信号処理部 502 に送信する。シネメモリ 602 から送信された RF データは、信号処理部 502、DSC 504 及び画像処理部 506 において所定の処理（ライブモード時と同様の処理）が施されて画像データに変換された後、画像メモリ 508 及び D/A 変換器 510 を経て表示部 104 に出力される。これにより、シネメモリ 602 に格納された RF データに基づく超音波画像（動画又は静止画）が表示部 104 に表示される。

【0058】

ライブモード又はシネメモリ再生モード時において、超音波画像（動画）が表示されているときに操作卓 202 のフリーズボタンが押下されると、フリーズボタン押下時に表示されている超音波画像が表示部 104 に静止画表示される。これにより、オペレータは、着目領域（ROI：Region of Interest）の静止画を表示させて観察することができる。

【0059】

操作卓 202 の計測ボタンが押下されると、オペレータからの操作入力により指定された解析・計測が行われる。データ解析計測部 106 は、各動作モード時に計測ボタンが押下された場合に、A/D 変換器 406 又はシネメモリ 602 から、画像処理が施される前の RF データを取得し、当該 RF データを用いてオペレータ指定の解析・計測（例えば、組織部の歪み解析（硬さ診断）、血流の計測、組織部の動き計測、又は IMT（内臓中膜複合体厚：Intima-Media Thickness）値計測）を行う。また、データ解析計測部 106 は、詳しくは後述するような局所音速値を計測する処理を行う。データ解析計測部 106 による解析・計測結果は、画像信号生成部 500 の DSC 504 に出力される。DSC 504 は、データ解析計測部 106 により解析・計測結果を超音波画像の画像データに挿入して表示部 104 に出力する。これにより、超音波画像と解析・計測結果とが表示部 104 に表示される。

【0060】

また、表示モード切り替えボタンが押下されると、B モード画像を単独で表示するモード、B モード画像に局所音速値の判定結果を重ねて表示するモード（例えば、局所音速値に応じて色分け又は輝度を変化させる表示、又は局所音速値が等しい点を線で結ぶ表示）、B モード画像と局所音速値の判定結果の画像を並べて表示するモードの間で表示モードが切り替わる。これにより、オペレータは、局所音速値の判定結果を観察することで、例えば、病変を発見することができる。

【0061】

なお、局所音速値の判定結果に基づいて、送信フォーカス処理及び受信フォーカス処理の少なくとも一方を施すことにより得られた B モード画像を表示部 104 に表示するようにしてもよい。

【0062】

以下、本実施形態の超音波診断装置 10 の作用について説明する。

【0063】

本発明は、被検体内の音速が不均一で各格子に対応する各素子の受信時刻（又は受信波）が環境音速で近似しきれない場合でも、局所音速を計測可能とするものである。

【0064】

以下、本発明の第 1 の実施形態について、図 2 のフローチャートに沿って説明する。

【0065】

第 1 の実施形態は、着目領域よりも浅い格子点の受信時刻（又は受信波）を求めて、これを着目領域の仮定音速によって決まる遅延で重ね合わせて合成し、それから生成した遅延に基づいて画像を生成し、画像解析して局所音速を求めるものである。なお、以下の実施形態においては、各格子に対応する各素子の受信時刻又は受信波を用いて着目領域の局所音速を求めるために、まず各素子受信時刻を求め、それから必要に応じて各素子受信波も求めているが、代わりに、まず各素子受信波を求め、それから必要に応じて各素子受信時刻も求めるようにしても良い。各素子受信波を求める方法としては、例えば、各格子に

送信フォーカスを掛ける事により周囲散乱を低減し、各格子のみからの反射を受信した信号を用いれば良い。

【0066】

図3に、本実施形態に係る局所音速値の演算処理を模式的に示す。

【0067】

図3に示すように、被検体OBJ内の着目領域ROIを代表する格子点を X_{ROI} とし、格子点 X_{ROI} よりも浅い（すなわち、超音波トランスデューサ302に近い）位置にXY方向に等間隔に配置された格子点をA1、A2、A3、・・・とし、少なくとも格子点 X_{ROI} と各格子点A1、A2、A3、・・・との間の音速はそれぞれ一定であると仮定する。なお、ここで着目領域における局所音速値を求める演算に使用する格子点A1、A2、A3、・・・の範囲及び個数は予め決めておく。

10

【0068】

まず、図2のステップS10において、着目領域より浅い格子点A1、A2、A3、・・・の受信時刻を算出する。各格子点A1、A2、A3、・・・における受信時刻は、公知の画像解析及び位相収差解析の手法によって求めることができる。

【0069】

画像解析は、例えば、特開2007-7045号公報等の開示されているように、平均音速（及び深さ）を仮定し、音源の画像のシャープネスやコントラスト等の特性が最大となる値を求める方法である。

【0070】

また、位相収差解析は、例えば、特開平6-105841号公報等の開示されている。これは例えば、超音波探触子の各素子の受信信号に対して、同一の信号を参照信号として、これらの位相差を検出し、隣接する各素子の位相差検出結果を比較しその差をDとする一方、横軸に超音波探触子の素子番号をとり、縦軸に各素子の受信信号と参照信号Sとの位相差をプロットしたグラフにおいて、正から負への不連続点（すなわち、上記差Dが -180° より小のとき）においては 360° を加算し、負から正への不連続点（すなわち、上記差Dが 180° より大のとき）においては 360° を減算して、不連続曲線を連続曲線とすることにより広範囲の位相収差を精度よく検出する方法である。

20

【0071】

次に、図2のステップS12において、着目領域の仮定音速の初期値を設定する。

30

【0072】

そして、ステップS14において、着目領域における仮定音速によって決まる遅延で各格子受信波を重ね合わせて格子点 X_{ROI} の合成受信波を合成する。

【0073】

すなわち、図3に示すように、格子点A1、A2、A3、・・・からの受信波 W_{A1} 、 W_{A2} 、・・・と、仮定音速から得られる遅延から格子点 X_{ROI} からの合成受信波 W_{UM} が合成される。

【0074】

次に、ステップS16において、合成受信波から遅延を設定し、その遅延に基づいて着目領域の格子点 X_{ROI} における画像を生成する。なお、合成受信波から遅延を生成する方法としては、隣り合う素子間での合成受信波の位相差から等位相線を抽出し、その等位相線を遅延とするか、又は単に各素子の合成受信波の最大（ピーク）位置の位相差を遅延としてもよい。また、各素子からの合成受信波の相互相関ピーク位置を遅延としてもよい。

40

【0075】

そして、ステップS18において、上で生成された着目領域の格子点 X_{ROI} における画像を画像解析する。画像解析としては、例えば、画像のシャープネス値を算出する。

【0076】

次に、ステップS20において、仮定音速を1ステップ変更し、ステップS22において、全ての仮定音速での演算が終了したか否か判断する。なお、演算する仮定音速の範囲

50

は予め決めておく。

【0077】

その結果、まだ全ての仮定音速に対する演算が終了していない場合には、ステップS 14に戻り、上記処理を繰り返す。

【0078】

また、全ての仮定音速についての演算が終了した場合には、次のステップS 24において、着目領域における局所音速値を判定する。それには、上記処理を繰り返した結果、画像のシャープネス値が最大となる仮定音速から着目領域における局所音速値を判定する。

【0079】

なお、画像のシャープネス値が最大となる仮定音速から着目領域における局所音速値を判定する方法は特に限定されるものではなく、例えば、上記ステップS 14からステップS 22の繰り返し処理において、画像のシャープネス値を算出したら前回のシャープネス値と比較して、シャープネス値が大きい方の画像に対応する仮定音速を保存しておいて、全ての仮定音速での処理が終了したときに、最終的に保存されている仮定音速を局所音速とすればよい。

【0080】

次に本発明の第2の実施形態について、図4のフローチャートに沿って説明する。

【0081】

第2の実施形態は、着目領域よりも浅い格子点の受信時刻（受信波）を求め、着目領域の仮定音速による着目領域から各格子点までの伝播時間と、各格子点の受信時刻との和を取り、この和の最小値をその素子における遅延として画像を生成し、画像解析して局所音速を求めるものである。

【0082】

また、図5に、本実施形態に係る局所音速値の演算処理を模式的に示す。

【0083】

図5において、図3と同様に、被検体OBJ内の着目領域ROIを代表する格子点を X_{ROI} とし、格子点 X_{ROI} よりも浅い（すなわち、超音波トランスデューサ302に近い）位置にXY方向に等間隔に配置された格子点をA1、A2、A3、・・・とし、少なくとも格子点 X_{ROI} と各格子点A1、A2、A3、・・・の間の音速はそれぞれ一定であると仮定する。なお、ここで着目領域における局所音速値を求める演算に使用する格子点A1、A2、A3、・・・の範囲及び個数は予め決めておく。

【0084】

まず、図4のステップS 30において、着目領域よりも浅い格子点A1、A2、A3、・・・の受信時刻を算出する。各格子点A1、A2、A3、・・・における受信時刻は前述した第1の実施例と同様に公知の画像解析及び位相収差解析の手法によって求めることができる。

【0085】

次にステップS 32において、着目領域の仮定音速の初期値を設定し、ステップS 34において、仮定音速から決まる、着目領域→各格子の伝播時間と、各格子受信時刻の和をとり、合成受信時刻を算出する。

【0086】

すなわち、着目領域ROIにおいて設定した仮定音速によって決まる、着目領域（格子点 X_{ROI} ）から各格子点A1、A2、A3、・・・への伝播時間を算出し、これと上で求められている各格子点A1、A2、A3、・・・における受信時刻との和を求める。

【0087】

今、図5に示すように、着目領域ROIにおける仮定音速をVとすると、格子点 X_{ROI} から各格子点A1、A2、A3、・・・への伝播時間は、それぞれ $X_{ROI}A1/V$ 、 $X_{ROI}A2/V$ 、 $X_{ROI}A3/V$ 、・・・で求められる。ここで、 $X_{ROI}A1$ 、 $X_{ROI}A2$ 、 $X_{ROI}A3$ 、・・・は、格子点 X_{ROI} から各格子点A1、A2、A3、・・・までの距離を表し、着目領域ROIの深さ方向の幅 ΔY （Y方向の距離）及び格子

10

20

30

40

50

点 X_{ROI} と各格子点 A_1 、 A_2 、 A_3 、 $\dots$ との X 方向の距離 ΔX_{A_1} 、 ΔX_{A_2} 、 ΔX_{A_3} 、 $\dots$ から三平方の定理により $\sqrt{(\Delta X_{A_1})^2 + \Delta Y^2}$ 、 $\sqrt{(\Delta X_{A_2})^2 + \Delta Y^2}$ 、 $\sqrt{(\Delta X_{A_3})^2 + \Delta Y^2}$ 、 $\dots$ として求める事ができる。そして ΔY は、 V と着目領域 ROI の深さ方向の時間幅 ΔT (格子点 X_{ROI} とその直下の格子点 A_n の直下の素子における受信時刻、または最小受信時刻の差) から $\Delta Y = \Delta T * V / 2$ として求める事ができる。

【0088】

一方、各格子点 A_1 、 A_2 、 A_3 、 $\dots$ における受信時刻はすでに求めてあるので、着目領域→各格子の伝播時間と、各格子受信時刻の和を求めて、その合成受信時刻を算出することができる。

10

【0089】

また、次のステップ S_{36} において、ある素子について、上記合成受信時刻のうち最小となる合成受信時刻を求め (すなわち、格子点 X_{ROI} から格子点 A_k を通って (A_k で屈折して) ある素子に至る経路のうち伝播時間が最小となる経路を求め)、その素子の遅延とする。そして、その遅延に基づいて、着目領域の格子点 X_{ROI} の画像を生成する。

【0090】

次に、ステップ S_{38} において、上で生成した画像を解析する。これは図2のステップ S_{18} と同様にして画像解析を行い、例えば画像のシャープネス値を算出する。

【0091】

次に、ステップ S_{40} において、仮定音速を1ステップ変更し、ステップ S_{42} において、全ての仮定音速での演算が終了したか否か判断する。なお、演算する仮定音速の範囲は予め決めておく。

20

【0092】

その結果、まだ全ての仮定音速に対する演算が終了していない場合には、ステップ S_4 に戻り、上記処理を繰り返す。

【0093】

また、全ての仮定音速についての演算が終了した場合には、次のステップ S_{44} において、着目領域における局所音速値を判定する。局所音速値の判定は、上述した第1の実施形態と同様に行えばよい。

【0094】

次に本発明の第3の実施形態について、図6のフローチャートに沿って説明する。

30

【0095】

第3の実施形態は、着目領域よりも浅い格子点の受信時刻を求めて遅延とし、浅い各格子点を仮想素子と見做して各仮想素子の受信信号として、各遅延で整合加算し、着目領域の仮定音速に基づいて画像を生成し、画像解析により局所音速を求めるものである。

【0096】

本実施形態においても、上述した実施形態と同様に、例えば、図3に示すように、被検体 OBI 内の着目領域 ROI を代表する格子点 X_{ROI} 及びそれよりも浅い格子点 A_1 、 A_2 、 A_3 、 $\dots$ を設定し、少なくとも格子点 X_{ROI} と各格子点 A_1 、 A_2 、 A_3 、 $\dots$ との間の音速はそれぞれ一定であると仮定する。

40

【0097】

まず、ステップ S_{50} において、着目領域より浅い格子点 A_1 、 A_2 、 A_3 、 $\dots$ の受信時刻を算出し、それを遅延とする。各格子点 A_1 、 A_2 、 A_3 、 $\dots$ における受信時刻は前述した第1の実施例と同様に公知の画像解析及び位相収差解析の手法によって求めることができる。

【0098】

次に、ステップ S_{52} において、浅い各格子点を仮想素子と見做し、各格子の受信信号を各仮想素子の受信信号として、上で求めた各遅延で整合加算し、整合加算した信号を設定する。

【0099】

50

次に、ステップ S 5 4 において、着目領域の仮定音速の初期値を設定する。

【0100】

次に、ステップ S 5 6 において、各仮想素子の受信信号から、着目領域の仮定音速に基づいて画像生成する。

【0101】

そして、ステップ S 5 8 において、上で生成した画像を、例えば上記図 2 のステップ S 1 8 と同様にして画像解析し、例えば画像のシャープネス値を算出する。

【0102】

次に、ステップ S 6 0 において、仮定音速を 1 ステップ変更し、ステップ S 6 2 において、全ての仮定音速での演算が終了したか否か判断する。なお、演算する仮定音速の範囲は予め決めておく。

10

【0103】

その結果、まだ全ての仮定音速に対する演算が終了していない場合には、ステップ S 5 6 に戻り、上記処理を繰り返す。

【0104】

また、全ての仮定音速についての演算が終了した場合には、次のステップ S 6 4 において、着目領域における局所音速値を判定する。局所音速値の判定は、上述した画像解析の結果に基づいて、例えば画像のシャープネス値が最大となる画像に対応する仮定音速値を局所音速値と判定すればよい。

【0105】

20

上記各実施形態において、着目領域の局所音速を判定するために、一格子点のみでなく、着目領域内の深さ方向にまたは 2 次元（あるいは 3 次元）に設定した複数の格子点における画像解析結果、例えばシャープネス値を用いる事で、より高精度に局所音速を判定することができる。なお、この時、複数の格子点で求めたシャープネス値ではなく、各格子の局所音速に基いて、着目領域の局所音速を判定しても良い。

【0106】

また、着目領域より浅い格子点のとり方としては、図 3 や図 5 に示したものに限定されず、着目領域より下側（超音波トランスデューサ 3 0 2 側）に、任意の曲面上に設置するようにしてもよい。例えば、組織や病変の境界上に設置しても良い。

【0107】

30

以上説明したように、上記各実施形態においては、各格子点において環境音速ではなく、受信時刻を求めるようにしたため、被検体の音速が不均一の場合にも、精度良く局所受信時刻を求めることが可能となる。

【0108】

以上、本発明に係る超音波診断装置及び超音波診断方法について詳細に説明したが、本発明は、以上の例には限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良や変形を行ってもよいのはもちろんである。

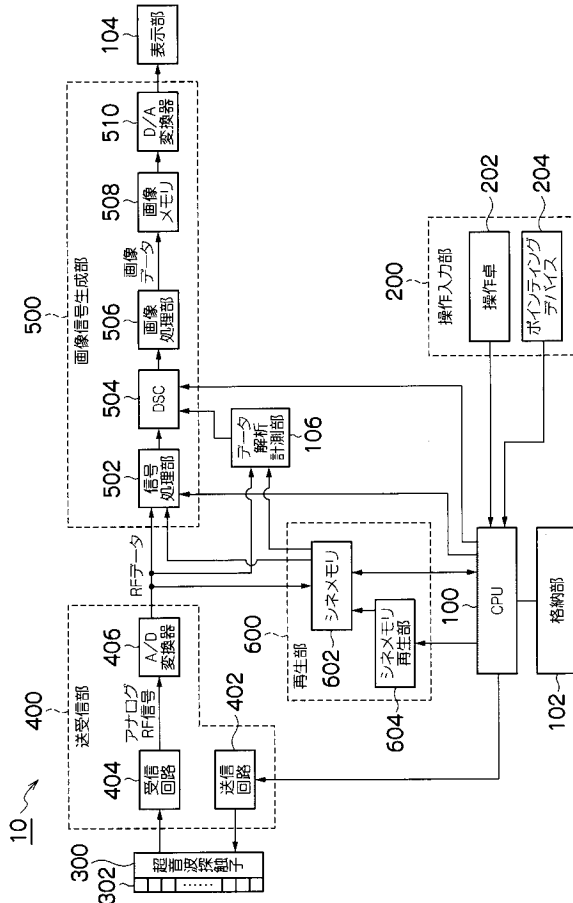
【符号の説明】

【0109】

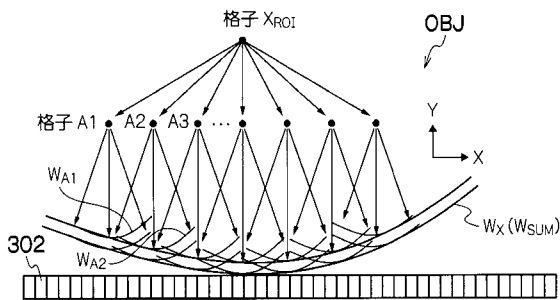
40

1 0 … 超音波診断装置、1 0 0 … CPU、1 0 4 … 表示部、1 0 6 … データ解析計測部、2 0 0 … 操作入力部、3 0 0 … 超音波探触子、3 0 2 … 超音波トランスデューサ、4 0 0 … 送受信部、5 0 0 … 画像信号生成部、5 0 2 … 信号処理部、5 0 6 … 画像処理部

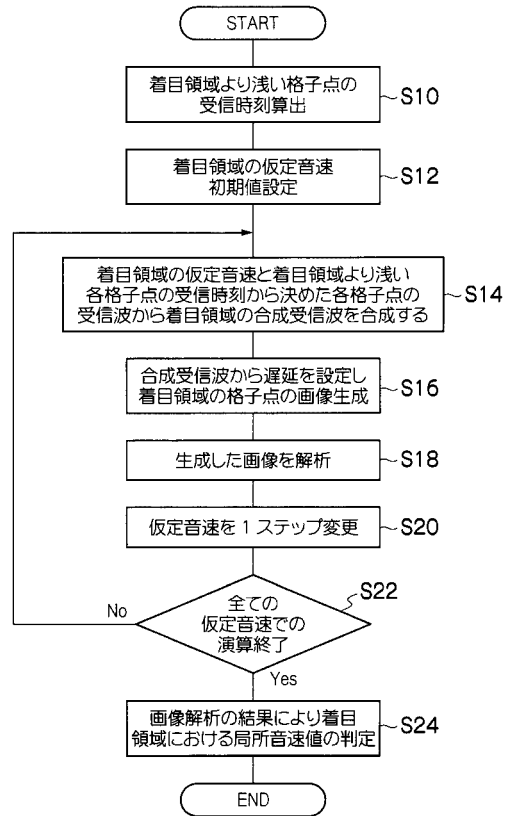
【図 1】



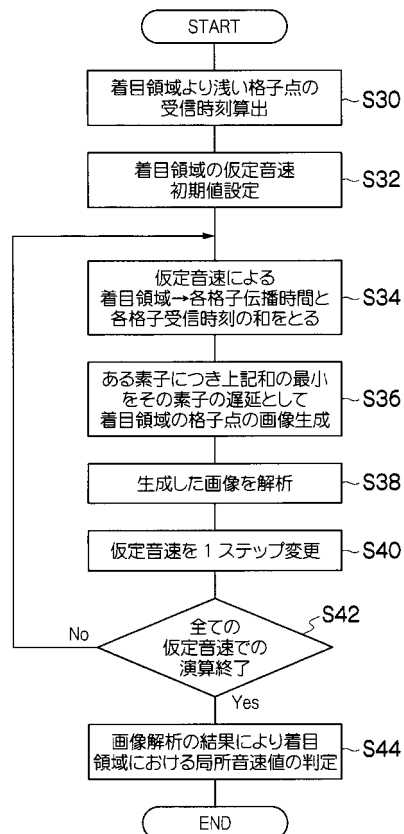
【図 3】



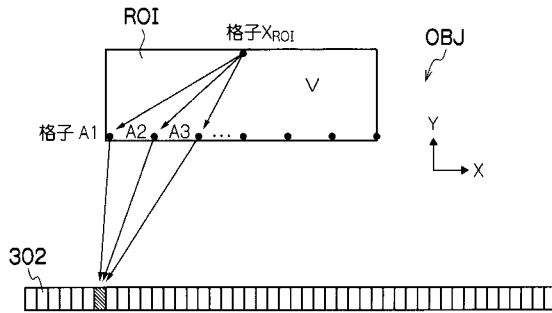
【図 2】



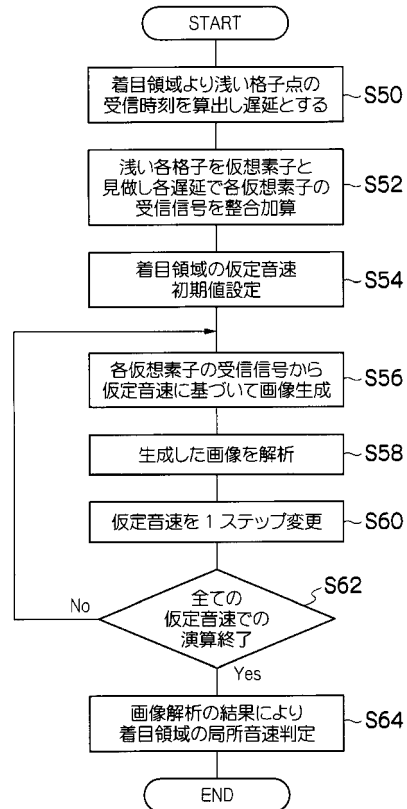
【図 4】



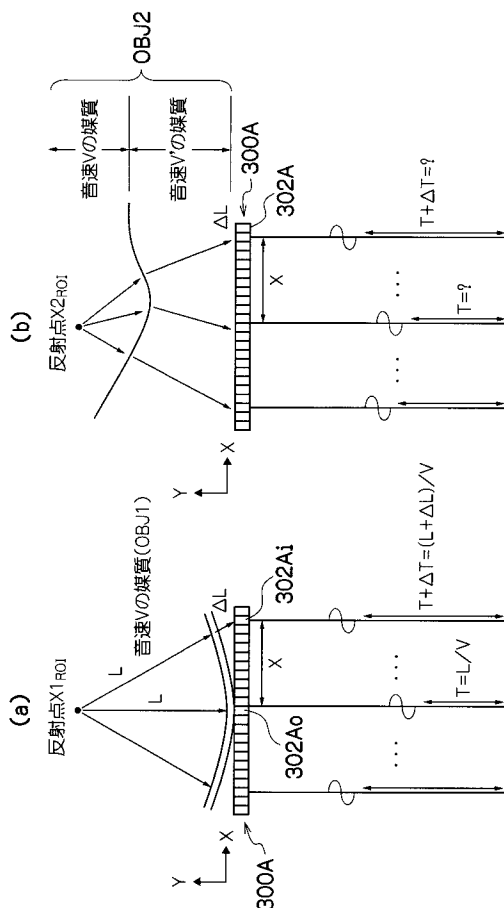
【図 5】



【図 6】



【図 7】



专利名称(译)	超音波診断装置及び超音波診断方法		
公开(公告)号	JP2012010875A	公开(公告)日	2012-01-19
申请号	JP2010149208	申请日	2010-06-30
[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	勝山公人		
发明人	勝山 公人		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	G01N29/0654 A61B8/14 G01H5/00 G01N29/07 G01N2291/02475 G01N2291/044		
FI分类号	A61B8/08 A61B8/00 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB02 4C601/DD20 4C601/EE09 4C601/JB01 4C601/JB50 4C601/JC37 4C601/KK02 4C601/KK12 4C601/LL03 4C601/LL12		
其他公开文献	JP5623157B2 JP2012010875A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：即使当对象的声速不均匀并且每个格子的接收时间也不能通过环境声速来近似时，准确地确定局部声速。解决方案：超声波诊断装置包括：超声波探头包括多个超声波换能器，其向对象发射超声波，接收由对象反射的超声波，并输出超声波检测信号;接收时间计算机，其计算对应于在比对象中的关注区域更浅的区域中设置的格点的每个元素处的接收时间和接收波中的至少一个;图像生成器，其基于在感兴趣区域中设定的假设声速和计算出的接收时间或接收波，在感兴趣区域中的格点处生成图像;图像分析器，分析生成的图像;以及局部声速计算机，其基于图像分析的结果计算感兴趣区域中的局部声速。

