

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5255999号
(P5255999)

(45) 発行日 平成25年8月7日(2013.8.7)

(24) 登録日 平成25年4月26日(2013.4.26)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 8/00 (2006.01) A 6 1 B 8/00

請求項の数 7 (全 16 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2008-294173 (P2008-294173) | (73) 特許権者 | 390029791 |
| (22) 出願日 | 平成20年11月18日(2008.11.18) | | 日立アロカメディカル株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2010-119481 (P2010-119481A) | | 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 |
| (43) 公開日 | 平成22年6月3日(2010.6.3) | (74) 代理人 | 100075258 |
| 審査請求日 | 平成22年7月30日(2010.7.30) | | 弁理士 吉田 研二 |
| | | (74) 代理人 | 100096976 |
| | | | 弁理士 石田 純 |
| | | (72) 発明者 | 隈崎 健二 |
| | | | 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロ カ株式会社内 |
| | | 審査官 | 五閑 統一郎 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

超音波ビームを形成するための複数の振動素子からなるアレイ振動子と、
設定された遅延条件に従って、前記アレイ振動子からの複数の受信信号を整相加算する
受信部と、

テスト動作時において、遅延条件を規定するパラメータとしての音速のキャリブレーション
を実行する音速キャリブレーション手段と、

を含み、

前記音速キャリブレーション手段は、

前記超音波ビームが走査される二次元又は三次元の走査領域内に複数の参照領域を設定
する参照領域設定手段と、

前記受信部に対して複数の音速に対応した複数の試行的遅延条件を順番に設定する試行
的遅延条件設定手段と、

前記整相加算後の受信信号に基づいて、前記各参照領域ごとに、試行的遅延条件を変化
させた場合における整相加算結果についての評価値の変化を表すプロファイルを生成する
プロファイル生成手段と、

前記複数の参照領域に対応する複数のプロファイルの中から1又は複数の適正プロファ
イルを判定する判定手段と、

前記1又は複数の適正プロファイルに基づいて、通常動作時において使用する遅延条件
を規定する最適音速を演算する最適音速演算手段と、

10

20

を含み、

前記判定手段は、前記各プロファイルごとに有効な極大が存在するか否かを検査し、有効な極大を有するプロファイルを適正プロファイルであると判定し、

前記有効な極大が存在するか否かを検査するために複数の判定条件が定められ、

前記複数の判定条件には、極大に対応する音速が第1範囲内か否かを判定する第1判定条件と、極大に対応する評価値が第2範囲内か否かを判定する第2判定条件と、が含まれる、ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項2】

請求項1記載の装置において、

前記複数の判定条件には、更に、プロファイルにおける評価値の変化の度合いが所定値よりも大きい小さいかを判定する第3判定条件、が含まれる、ことを特徴とする超音波診断装置。

10

【請求項3】

請求項1又は2記載の装置において、

前記整相加算結果についての評価値は、前記各参照領域内における整相加算後の受信信号の合計値又は平均値に相当する、ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項4】

請求項1乃至3のいずれか1項に記載の装置において、

前記最適音速演算手段は、前記判定手段が複数の適正プロファイルを判定した場合に当該複数の適正プロファイルにおける複数の有効な極大に対応する複数の適正音速を求めて、それらの適正音速に基づいて前記最適音速を演算する、ことを特徴とする超音波診断装置。

20

【請求項5】

請求項4記載の装置において、

前記最適音速演算手段は、前記判定手段が1つの適正プロファイルを判定した場合に当該適正プロファイルにおける有効な極大に対応する適正音速を求め、それを前記最適音速とする、ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項6】

請求項1記載の装置において、

前記プロファイル生成手段は、前記各参照領域ごとに、前記複数の試行的遅延条件に対応する複数の評価値に基づいて近似曲線を生成することによりプロファイルを生成する、ことを特徴とする超音波診断装置。

30

【請求項7】

請求項1記載の装置において、

前記通常動作時での超音波診断の実行中に前記テスト動作時に演算された最適音速を示す情報を表示又は記録する手段を含む、ことを特徴とする超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は超音波診断装置に関し、特に受信条件を最適化する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、医療の分野において用いられ、生体に対する超音波の送受波によって超音波画像を形成する装置である。超音波の送受波は、通常、複数の振動素子からなるアレイ振動子（1Dアレイ振動子、2Dアレイ振動子等）によって行われる。具体的には、送信時において、送信フォーカス点に対応した送信遅延関係をもった複数の送信信号がアレイ振動子に供給され、これによって送信ビームが形成される。受信時においては、生体内からの反射波（エコー）がアレイ振動子によって受波され、そこからの複数の受信信

50

号に対して受信遅延条件に従った整相加算処理が実行され、これにより電子的に受信ビームが形成される。そして、整相加算後の複数のビームデータに基づいて超音波画像が形成される。なお、受信時においては受信フォーカス点を近距離からビーム軸上に沿って深い方向へ動的に変化させる受信ダイナミックフォーカスが適用されるのが一般的である。

【 0 0 0 3 】

受信部における整相加算処理について詳述すると、複数の受信信号の遅延処理のために、受信部には制御部から遅延条件を規定するディレイデータ（遅延時間セット）が与えられる。そのディレイデータは、受信ダイナミックフォーカス及び受信ビームスキャンを実現するためのデータであり、複数の受信チャンネルあるいは複数の振動素子に対応したデータセットにより構成される。ディレイデータの計算に当たっては、通常、生体内の音速として一定値が採用され、例えば、それは 1 5 3 0 m / s である。

10

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開平 3 - 1 4 6 0 3 9 号公報

【特許文献 2】特開平 8 - 3 1 7 9 2 6 号公報

【特許文献 3】特開平 5 - 3 2 9 1 5 9 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 8 - 2 6 4 5 3 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

しかし、生体中の超音波の音速は、実際には、生体内組織の性状に依存して変化する。一律の音速を前提としてディレイデータを構成すると、実際の診断状況によっては適切な受信フォーカス条件を実現できず、受信感度や画像分解能が低下するという問題が生じる。これに関し、特許文献 1 には、試行的に音速係数を変化させて、超音波ビデオ信号（プローブで受信されたエコー信号）のエコーレベルを検出し、エコーレベルが最大となる音速係数を求め、それに基づいて送信部及び受信部の遅延データを求める超音波診断装置が開示されている。この特許文献 1 には被検体内の任意の深さ又は範囲についてエコーレベルを検出することも記載されている。しかし、音速係数の変化に伴いエコーレベルが不規則に変化するような場合、不適切な音速が設定されてしまう可能性がある。特許文献 2 には、操作者による音速の変更に伴って変化する受信信号振幅値に基づいて、それが最大となる時点をもって最適な音速値を求める超音波診断装置が開示されている。この場合にも、音速の変化に伴って受信信号振幅値が綺麗な極大カーブを描かないような場合、不適切な音速が採用されてしまう可能性がある。特許文献 3 には、フォーカスパターンを異ならせて複数の画像を取得し、それらの画像の特徴量に基づいて最適なフォーカス状態の画像を選択する超音波診断装置が記載されている。特許文献 4 に記載された超音波診断装置においては、走査面上の個々の領域ごとに、遅延データ演算用の音速を変化させた場合におけるコントラスト値の変化を表す曲線が生成されている。そして、各曲線における最大値から各領域についての最適音速が求められている。ここでコントラスト値は明暗の差を表すものであると推認され、それは必ずしも整相加算結果それ自体の良否を表す情報ではないと認められる。同文献には複数の領域について複数の音速が求められた場合にそれらの平均値を最適音速として求めることも記載されている（実施例 3）。しかし、個々の領域ごとに曲線が適正なものであるのか否かの判定がなされていないので、最適音速の信頼性に問題が生じるおそれがある。

20

30

40

【 0 0 0 6 】

本発明の目的は、受信遅延条件を最適化できる超音波診断装置を提供することにある。

【 0 0 0 7 】

本発明の他の目的は、信頼できる情報に基づいて受信遅延条件を最適化できる超音波診断装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明に係る超音波診断装置は、超音波ビームを形成するための複数の振動素子からな

50

るアレイ振動子と、設定された遅延条件に従って、前記アレイ振動子からの複数の受信信号を整相加算する受信部と、テスト動作時において、遅延条件を規定するパラメータとしての音速のキャリブレーションを実行する音速キャリブレーション手段と、を含み、前記音速キャリブレーション手段は、前記超音波ビームが走査される二次元又は三次元の走査領域内に複数の参照領域を設定する参照領域設定手段と、前記受信部に対して複数の音速に対応した複数の試行的遅延条件を順番に設定する試行的遅延条件設定手段と、前記整相加算後の受信信号に基づいて、前記各参照領域ごとに、試行的遅延条件を変化させた場合における整相加算結果についての評価値の変化を表すプロファイルを生成するプロファイル生成手段と、前記複数の参照領域に対応する複数のプロファイルの中から1又は複数の適正プロファイルを判定する判定手段と、前記1又は複数の適正プロファイルに基づいて、通常動作時において使用する遅延条件を規定する最適音速を演算する最適音速演算手段と、を含むことを特徴とする。

10

【0009】

上記構成によれば、通常動作（超音波診断）の前に又はその途中で、音速キャリブレーションが実行される。音速キャリブレーションは、受信遅延条件を規定する音速（音速パラメータ）を実際の生体組織に適合させるものである。よって、生体に対して超音波の送受波が行われている状況下において音速キャリブレーションが実行され、望ましくは被検者にプローブを当接した時点で音速キャリブレーションが実行される。勿論、被検体の種別（例えば体型、体格）や診断部位等に応じて複数の音速キャリブレーションを実行して複数の最適音速をプリセットしておき、実際の超音波診断においては、被検体の種別や診断部位等を異ならせて、プリセットされた複数回の最適音速の中から実際に使用する最適音速を選択するようにしてもよい。従来においては音速として固定値が利用されていたが、被検体に応じた音速（最適音速）を利用して遅延条件を求めれば、感度を高められ、あるいは、超音波画像の分解能を高められる。

20

【0010】

上記の参照領域設定手段は走査領域内に複数の参照領域（サブROI）を設定するものである。複数の参照領域がマトリクス状に設定されるようにしてもよいし、それらが離散的に設定されるようにしてもよい。相互に部分的なオーバーラップが生じていてもよい。走査領域の全体にわたって複数の参照領域が設定されてもよいし、走査領域の一部（例えば中央部）に複数の参照領域が設定されてもよい。単一の参照領域を設定するようにしてもよいが、その場合には、当該参照領域の設定場所如何によって最適音速が大きく左右されやすく、また最適音速として不適切な音速が演算されてしまう可能性が増大する。これに対し、複数の参照領域を設定すれば複数のプロファイルを得てその中から適切なものを選別して利用することが可能となる。上記の試行的遅延条件設定手段は、複数の音速に対応する複数の遅延条件を受信部に対して試行的に設定するものである。音速のスキャンに相当する遅延条件のスキャンが行われるようにしてもよいし、所定順序で遅延条件が順番に設定されてもよい。1回のビーム走査を単位として遅延条件が切り替えられるようにしてもよいし、複数のビーム走査を単位として遅延条件が切り替えられるようにしてもよい。あるいは、1本又は複数本のビームを単位として遅延条件が切り替えられるようにしてもよい。結果として、複数の参照領域に対応した複数のプロファイルが得られるようにビーム走査及び試行的な演算用音速の切り替えが実行される。なお、参照領域は望ましくは二次元又は三次元の領域であるが、一次元の領域とすることも可能である。

30

40

【0011】

プロファイル生成手段は、各参照領域ごとにプロファイルを生成するものである。プロファイルは、音速の変化に対する評価値の変化を表すものである。望ましくは、プロファイルが表わされる座標系の横軸は音速を表し、その縦軸は評価値を表す。評価値は整相加算後の受信信号から求められるものであり、それは望ましくは1つの参照領域内における信号の強度の総和又は平均値である。ここで信号の強度は望ましくは振幅又はパワーである。検波前のRF信号を評価するようにしてもよいし、検波後のエンベロープ信号を評価するようにしてもよい。望ましくは、画像形成（つまりスキャンコンバート）前の信号が

50

評価される。本発明は、ディレイデータの演算で使用した音速が最適なものであれば受信フォーカスが最良となり、つまり整相加算後の信号レベルが増大することに鑑み、整相加算結果を評価するものである。画像形成時には補間処理等が適用されるため、その段階では整相加算結果を忠実に評価することが困難となるので、整相加算の直後の段階において信号の評価を行うのが望ましい。

【 0 0 1 2 】

複数の参照領域に対応する複数のプロファイルが得られると、判定手段により、その中から1又は複数の適正プロファイルが判定される。これは、不適正なプロファイルを除外して、音速演算の信頼性を高めるものである。整相加算の原理から見て、最適音速において整相加算結果についての評価値が最良となり、そこから前後に離れるのに従って評価値が低下する（つまり山形の形状になる）のが典型的であると思われるので、有効な極大が存在するの否かを適正プロファイルの判定基準として定めるのが望ましい。そして、プロファイルが単調増加、単調減少又はレベル変化に乏しいなどの傾向を呈する場合には当該プロファイルを不適正なものとして演算対象から除外するのが望ましい。

10

【 0 0 1 3 】

以上のように、1又は複数の適正プロファイルが求められると、適正音速演算手段が、それらから求められる1又は複数の適正音速に基づいて適正音速を演算する。例えば、各プロファイルの有効な極大（最大値）に対応する各音速が適正音速とみなせる場合、複数の適正音速の平均値として最適音速が求められる。最適音速は、その後における通常動作時において使用する遅延条件を決定するものである。複数の遅延条件（つまり複数のディレイデータセット）を予め用意しておいて、その中から最適音速に対応する遅延条件を選択して受信部にセットするようにしてもよいし、最適音速が決定された時点で、最適遅延条件の計算を即時に行ってからそれを受信部にセットするようにしてもよい。本発明において、音速は、物理的な意味における音速であってもよいが、そのような音速に相当する情報（係数等）であってもよい。

20

【 0 0 1 4 】

最適音速は、受信遅延条件の設定に利用される他、送信遅延条件の設定、画像形成時の変換条件の設定、計測条件の設定、等に利用されてもよい。従来のように、受信遅延条件を定める音速が固定値ではなくなるので、必要であれば、最適音速を表す情報をユーザーに提供するようにしてもよい。あるいは、受信データや超音波画像と共に当該情報が記録されるようにしてもよい。

30

【 0 0 1 5 】

望ましくは、前記判定手段は、前記各プロファイルごとに有効な極大が存在するの否かを検査し、有効な極大を有するプロファイルを適正プロファイルであると判定する。望ましくは、前記有効な極大が存在するの否かを検査するために複数の判定条件が定められ、前記複数の判定条件には、極大に対応する音速が第1範囲内か否かを判定する第1判定条件と、極大に対応する評価値が第2範囲内か否かを判定する第2判定条件と、が含まれる。望ましくは、前記複数の判定条件には、更に、プロファイルにおける評価値の変化の度合いが所定値よりも大きい小さいかを判定する第3判定条件、が含まれる。それらの判定条件により、結果として、単調増加、単調減少、評価値変動過少、評価値不定、といった傾向にあるプロファイルが除外されるのが望ましい。

40

【 0 0 1 6 】

望ましくは、前記整相加算結果についての評価値は、前記各参照領域内における整相加算後の受信信号の合計値又は平均値に相当する。望ましくは、前記最適音速演算手段は、前記判定手段が複数の適正プロファイルを判定した場合に当該複数の適正プロファイルにおける複数の有効な極大に対応する複数の適正音速を求めて、それらの適正音速に基づいて前記最適音速を演算する。その場合、望ましくは複数の適正音速の平均値として最適音速が定められてもよい。望ましくは、前記最適音速演算手段は、前記判定手段が1つの適正プロファイルを判定した場合に当該適正プロファイルにおける有効な極大に対応する適正音速を求め、それを前記最適音速とする。なお、1つの適正プロファイルも判定できな

50

かった場合にはエラーを出力して標準音速をそのまま利用するようにしてもよい。

【0017】

望ましくは、前記プロファイル生成手段は、前記各参照領域ごとに、前記複数の試行的遅延条件に対応する複数の評価値に基づいて近似曲線を生成することによりプロファイルを生成する。この構成によれば、試行的に設定する音速の個数が少なくても、有意なプロファイルを取得することができる。望ましくは、前記通常動作時での超音波診断の実行中に前記テスト動作時に演算された最適音速を示す情報を表示又は記録する手段を含む。なお、走査領域の各部分ごとに個別的に最適音速を演算することも可能であるが、その場合には超音波画像が歪んだり画質の均一性が損なわれたりすることが考えられるので、走査領域の全体にわたって一意の（単一の）最適音速が設定されるのが望ましい。また、超音波診断を行いながらリアルタイムで最適音速を求めることも可能であるが、音速を試行的に変化させる際に超音波画像の画質を保証できなくなるので、超音波診断の前又はユーザーが要求するタイミングで（超音波診断の途中において）、音速キャリブレーションが実行されるのが望ましい。

10

【発明の効果】

【0018】

以上説明したように、本発明によれば、遅延条件を規定する音速（音速パラメータ）を試行的に変化させつつ整相加算後の信号を評価することにより遅延条件を最適化できる。特に、複数の参照領域を利用するようにしたので、信頼性を高められる。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0019】

以下、本発明の好適な実施形態を図面に基づいて説明する。

【0020】

図1には、本発明に係る超音波診断装置の好適な実施形態が示されており、図1はその全体構成を示すブロック図である。この超音波診断装置は医療の分野において用いられ、生体に対して超音波の送受波を行うことにより超音波画像を形成する装置である。

【0021】

図1において、図示されていないプローブにはアレイ振動子10が設けられている。アレイ振動子10は複数の振動素子10aからなるものである。アレイ振動子10によって超音波ビームが形成され、その超音波ビームは電子的に走査される。電子走査方式としては、電子セクタ走査、電子リニア走査等が知られている。アレイ振動子10は1Dアレイ振動子であるが、それに代えて2Dアレイ振動子を設け、超音波ビームを2次元的に走査するようにしてもよい。本実施形態においては、超音波ビームが1次元走査され、これによって2次元の走査面が構成される。

30

【0022】

送信部12は、送信ビームフォーマーであり、送信時において、送信部12はアレイ振動子10に対して複数の送信信号を並列的に供給する。これによって送信ビームが形成される。一方、受信時において、生体内からの反射波はアレイ振動子10にて受波され、アレイ振動子10からの複数の受信信号が並列的に受信部14へ出力される。受信部14は受信ビームフォーマーである。

40

【0023】

受信部14は、具体的には、複数の振動素子10aに対応して設けられた複数のA/D変換器16、複数の振動素子10aに対応して設けられたFIFO等のメモリ18、及び、加算器20を有している。なお、各受信チャンネルごとに設けられるアンプ等は図示省略されている。受信部14はいわゆるデジタルビームフォーマーを構成するものであり、各受信チャンネルごとに超音波ビーム一本分のエコーデータをメモリに格納し、ディレイデータに従った遅延時間をもってメモリからエコーデータの読み出しを行った上で複数のエコーデータの加算を行うことにより受信ビームに相当する受信信号を得るものである。すなわち、受信部14においては整相加算処理が実行されており、その場合においては各受信チャンネルごとにディレイデータが与えられ、複数の受信チャンネルに対応するディ

50

レイデータセットは制御部 30 から供給される。なお、超音波ビームは送信ビーム及び受信ビームを総合することにより得られるビームであり、送信時においては送信ビームフォーカス制御が実行され、受信時においては受信ダイナミックフォーカス制御が実行される。

【0024】

受信部 14 において整相加算処理が実行されると、受信部 14 から整相加算後の受信信号（RF 信号）が出力される。その受信信号は検波器 22 に入力され、検波器 22 において受信信号に対する検波処理が実行され、これによってベースバンド領域の受信信号に変換される。検波器 22 から出力された受信信号は図示されていないビームデータ処理部において処理され、その処理後の信号がデジタルスキャンコンバータ（DSC）24 に入力される。DSC 24 は、座標変換機能、補間処理機能等を有し、複数のビームデータに基づいて超音波画像（2次元断層画像）を形成する。その画像データは、表示処理部 26 を介して表示部 28 に送られる。表示部 28 には超音波画像としての 2次元断層画像が表示される。なお、図 1 においてはドブラ情報を処理する回路等については図示省略されている。

10

【0025】

制御部 30 は、図 1 に示される各構成の動作制御を行うものであり、CPU 及び動作プログラムによって構成される。本実施形態において、制御部 30 は送受信制御部として機能している。本実施形態に係る超音波診断装置は、通常動作モードの他、速度キャリブレーションを行うテスト動作モードを有している。制御部はそのテスト動作モードにおいて制御を行う機能も有しており、それが図 1 においてテスト動作制御部 32 として描かれている。その具体的な制御内容については後に詳述する。

20

【0026】

制御部 30 には操作パネル 34 が接続されており、操作パネル 34 はキーボードやトラックボールなどを有する。ユーザーは操作パネル 34 を使用して速度キャリブレーションの実行を指示することが可能である。速度キャリブレーションすなわちテスト動作モードは通常超音波診断を行う前に実行され、あるいは、通常超音波診断を行っている途中においてユーザーの所定の操作により実行されるものである。

【0027】

図 1 には、速度キャリブレーションを行うための構成 35 がブロック図として示されている。具体的には、領域分割部 36、プロファイル生成部 38、適否判定部 40、最適音速演算部 42 及びテスト動作制御部 32 が示されている。それらは、速度キャリブレーションを実行する際に機能するものであり、以下それぞれの構成について詳述する。

30

【0028】

領域分割部 36 は、後に図 2 を用いて説明するように走査面上において複数の参照領域（サブROI）を設定し、受信信号において各参照領域に対応する信号を抽出するモジュールである。複数の参照領域は互いに同一のサイズ及び形状を有するものであってもよいし、複数の参照領域間においてサイズや形状を異ならせるようにしてもよい。

【0029】

プロファイル生成部 38 は、複数の参照領域に対応する複数のプロファイルを生成するモジュールである。プロファイルは参照領域に対応する受信信号から生成されるものであり、本実施形態においては、ディレイデータ演算用音速を試行的に変化させた場合における、すなわち受信条件を変化させた場合における所定の評価値の変化としてプロファイルが生成されており、その所定の評価値は参照領域内における信号強度の総和である。すなわち整相加算結果を参照領域内において積算することにより評価値が求められている。仮に、整相加算が適正に行われ、複数の受信信号間における位相が理想的に揃ったような状態では最大の振幅が得られることになり、すなわち整相加算結果が最大値となる。その一方、整相加算処理が不適正となると整相加算結果は低レベルとなる。そのような観点から、整相加算結果の総和をもって評価値とすることにより、遅延条件を演算する基礎となった音速を変化させた場合における整相加算結果の良否を表すものとしてプロファイルを構

40

50

成することが可能となる。プロファイルの例については後に図 3 を用いて説明する。

【 0 0 3 0 】

適否判定部 4 0 は、複数の参照領域に対応して生成された複数のプロファイルについて、それぞれが適正プロファイルであるか否かを判定するものである。本実施形態においては、判定条件として複数の条件が定められており、それらの条件を満たしたプロファイルが適正プロファイルであると判定されている。

【 0 0 3 1 】

最適音速演算部 4 2 は、1 又は複数の適正プロファイルから求められる 1 又は複数の適正速度に基づいて最適音速を演算するモジュールである。具体的には、複数の適正プロファイルが求められたならば、それらに対応する複数の適正速度の平均値を求めることにより、その平均値を最適音速であるとみなしている。演算された最適音速はディレイデータ計算のために制御部 3 0 へ渡される。

10

【 0 0 3 2 】

制御部 3 0 は、最適音速に基づいてディレイデータセットを演算する機能を有している。そのディレイデータセットは複数の受信信号間における遅延時間差を規定するものであり、具体的には、各メモリに対する読み出しタイミングを規定するものである。本実施形態においては、最適音速に基づいてディレイデータセットが計算されているが、複数の音速に対応する複数のディレイデータセットを予め求めておき、最適音速が演算されたならばそれに対応するディレイデータセットを直ちに選択するようにしてもよい。

【 0 0 3 3 】

本実施形態においては、受信ディレイデータセットの計算が行われていたが、更に送信ディレイデータセットの計算を行うようにしてもよい。図 1 に示される領域分割部 3 6、プロファイル生成部 3 8、適否判定部 4 0 及び最適音速演算部 4 2 はそれぞれ専用のハードウェアとして構成することも可能であるが、ソフトウェアの機能としてそれらを実現するようにしてもよい。

20

【 0 0 3 4 】

図 2 には、複数の参照領域の設定例が示されている。走査面 4 4 上には関心領域 4 6 が設定され、その関心領域は複数の参照領域 (サブ R O I) 4 8 - 1 ~ 4 8 - 6 に分割されている。ここで参照領域アレイについての横方向の個数 m 及び縦方向の個数 n はユーザーにより任意に定めることが可能である。図においては $m = 3$ であり、 $n = 2$ である。

30

【 0 0 3 5 】

図 2 に示す例では、複数の参照領域が走査面 4 4 における中央部に設定されていたが、走査面 4 4 の全体に渡って複数の参照領域を設定するようにしてもよい。テスト動作モードにおいては、複数の参照領域がカバーされる範囲内で超音波ビームの走査を行うようにしてもよい。すなわち通常の動作時においては、超音波ビーム B が走査されて、走査面 4 4 が構成されるが、テスト動作モードにおいては、複数の参照領域 4 8 - 1 ~ 4 8 - 6 をカバーする区間だけ超音波ビーム B を走査して迅速処理を行うようにしてもよい。ちなみに x 方向は超音波ビームの走査方向であり、 y 方向は深さ方向である。図 2 においては電子リニア走査によって形成される四角形の走査面 4 4 が示されているが、電子セクタ走査が適用される場合には扇状の走査面が構成されることになる。

40

【 0 0 3 6 】

なお、図 2 において参照領域 4 8 - 1 ~ 4 8 - 6 の中で、参照領域 4 8 - 4 及び 4 8 - 6 については 2 つの組織の境界が顕著に現れており、そのような参照領域を最適速度の演算の基礎とすると、設定する音速を最適化できない可能性がある。そこで本実施形態においては、それらの参照領域を除外して残った参照領域から求められる適正音速を基礎として最適速度を演算するようにしている。どの参照領域が適正なものであるか否かの判定はプロファイルの形態を検査することにより行われている。

【 0 0 3 7 】

図 3 には、プロファイルの一例が示されている。横軸は試行的に設定される速度 c を表しており、縦軸は評価値 $A(c)$ を表している。ここで評価値 $A(c)$ は参照領域内における整

50

相加算後の信号の総和に相当するものである。試行的に速度 c を変化させながらすなわち受信遅延条件を変化させながら、評価値をプロットする、プロファイル 100 が得られる。図 3 に示すプロファイル 100 は山状の形態を有しており、最大値である極大 100 A が 1 つ生じている。すなわち、そのようなピークにおいて整相加算条件が最適化されたことを確認することが可能である。そのような極大 100 A を生じさせた速度として適正速度 C_p を認識することが可能となる。すなわち、テスト動作時においては、ディレイデータセットの演算の基礎となる速度 c を段階的に変化させ、各速度ごとにそれを基礎として演算されたディレイデータセットを用いて超音波の送受信を実行し、すなわちビーム走査を実行し、その時に得られた整相加算結果である評価値をプロットし、その過程を繰り返すことによりプロファイル 100 が生成されており、そのようなプロファイル 100 において極大 100 A を特定することにより、結果としてもっとも適切な速度 C_p が見い出されている。実際には、複数のプロファイルが求められ、それぞれについて適正速度 C_p が演算されることになるのでそれらの平均値として最適音速が求められることになる。そのような最適音速は通常動作時においてディレイデータセットを計算する際のパラメータとして利用される。

10

【 0038 】

図 3 において、 C_1 及び C_2 は横軸上における有効範囲の下限と上限を表している。また、 A_1 及び A_2 は縦軸上における有効範囲の下限と上限を表している。そのような横軸上の有効範囲及び縦軸上の有効範囲を用いてプロファイルが適正であるか否かが判断される。また、本実施形態においては、各プロファイルについて後に詳述する変化率が演算されてお

20

【 0039 】

図 4 には 2 つの不適正プロファイルが示されている。(A) に示すプロファイル 102 においては、極大が横軸上の下限 C_1 よりも低い側に生じており、すなわち有効範囲内に有効な極大が存在しない。このような場合には不適正プロファイルであると判断される。最大値が認められるものの単調減少特性であるような場合にも不適正プロファイルであると判断される。図 4 の (B) に示すプロファイル 104 においては極大が横軸上の上限 C_2 よりも高い位置に生じている。このようなプロファイル 104 については不適正プロファイルであると判断される。最大値が認められるものの単調増加特性となる場合にも不適正プロファイルであると判断される。

30

【 0040 】

図 5 の (A) ~ (C) は他の不適正プロファイルが示されている。(A) に示すプロファイル 106 においては、プロファイル上の最大値が縦軸上の下限 A_1 よりも下回っている。よって、このようなプロファイルについては不適正プロファイルであると判断される。これによりノイズレベルのプロファイルあるいは空中放置状態のプロファイルを演算対象から除外することが可能となる。(B) に示すプロファイル 108 においてはプロファイルの最大値が上限 A_2 を越えており、このようなプロファイル 108 についても不適正プロファイルであると判断される。すなわち、飽和しているようなプロファイルについてはそれを最適速度の演算の基礎とすることは適当でないと認められるため、そのような場合には不適正プロファイルであるとの判断がなされる。(C) に示すプロファイル 110 については、その最大値が縦軸上の下限 A_1 と上限 A_2 の間に存在し、また微視的にみれば横軸において極大が有効範囲内にあると認められるが、このようなプロファイルはあまりにも平坦過ぎるものであるため、プロファイルの変化率に基づいて不適正プロファイルであると判断される。

40

【 0041 】

以上のように、縦軸上の有効範囲及び横軸上の有効範囲を設定し、更に変化率あるいは変化の度合いを判断基準とすることにより、複数の参照領域の中で実際に参照すべき参照領域に対応するプロファイルだけを適正プロファイルであるとみなすことができ、ひいては最適速度の演算精度を高めることが可能となる。

50

【 0 0 4 2 】

ちなみに、上記のA 1及びA 2については、標準的な生体中の音速1 5 3 0 m / sを基準としてそこからプラス方向及びマイナス方向に5 %の範囲を有効範囲とした場合、A 1として1 4 5 5 m / sを設定してもよく、A 2として1 6 0 5 m / sを設定するようによい。

【 0 0 4 3 】

次に、図6乃至図9を用いて、本実施形態に係る超音波診断装置におけるテスト動作について説明する。

【 0 0 4 4 】

図6には、メインルーチンが示されている。S 3 0 1では、通常動作（超音波診断）に先立って、音速再設定（音速キャリブレーション）を実行するのかが判断される。ユーザーが所定のスイッチを操作することにより、S 3 0 2が実行される。S 3 0 2では、後述する図7乃至図9の各工程が実行される。これにより最適音速が求められるので、その最適音速に基づいて、受信条件（ディレーデータセット）が再計算されあるいは受信条件が選択される。最適音速を送信条件の演算に利用するようにしてもよいし、画像形成や計測において利用するようにしてもよい。S 3 0 1で音速再設定を行わないと判定された場合にはS 3 0 3が直ちに実行され、通常通りの動作が実行される。通常動作時において、ユーザーが所定のスイッチを操作した場合に、割り込み処理として、音速キャリブレーションが実行されるようにしてもよい（図6のA参照）。

【 0 0 4 5 】

図7及び図8には、図6のS 3 0 2で示した音速キャリブレーションの具体例が示されている。S 1 0 1では初期設定が実行される。すなわち、試行的に設定される音速を表す変数 c に開始音速（スキャン初期値）が代入され、極大探索用の変数 $C_p(n)$ にゼロが代入され、最大値探索用の変数 $Max A(n)$ にゼロが代入され、最小値探索用の変数 $Min A(n)$ に無限大（つまり当該変数が取り得る最大値）が代入される。ここで、 n は参照領域つまりサブROIの番号を表すものである。

【 0 0 4 6 】

S 1 0 2では、 c が終了音速（スキャン終期値）を超えたか否かが判断され、超えていなければS 1 0 3以降が実行される。S 1 0 3では、現在試行的に設定された c に基づいて遅延条件（整相加算用ディレーデータセット）が演算される。勿論、既に演算されている複数の遅延条件の中から、試行的に使用する遅延条件が選択されてもよい。遅延条件が設定されると、超音波ビームの走査が実施される。例えば、1つの遅延条件（つまり音速）当たり1回の超音波ビームの走査が実行される。S 1 0 4では、変数 n に1が代入され、S 1 0 5では、 n が N 以下であるか否かが判断される。ここで、 N は参照領域つまりサブROIの個数である。以下のS 1 0 6からS 1 0 9のループが N 回実行されることになる。

【 0 0 4 7 】

S 1 0 6では、 n 番の参照領域について評価値 $A(c,n)$ が取得される。 $A(c,n)$ は、本実施形態において、音速 c が試行的に設定されている場合における、 n 番目の参照領域内での整相加算後の信号の総和（エコーデータ積算値）である。但し、整相加算結果の良否を判断できるものであれば他の情報を評価値として利用するようにしてもよい。S 1 0 7では、 $A(c,n)$ が $Max A(n)$ 以上であれば、 $A(c,n)$ が $Max A(n)$ に $A(c,n)$ が代入され、かつ、 $C_p(n)$ に現在の c が代入される。S 1 0 8では、 $A(c,n)$ が $Min A(n)$ 以下ならば、 $Min A(n)$ に $A(c,n)$ が代入される。このように最大値探索用の変数及び最小値探索用の変数についての更新処理が実行された上で、S 1 0 9において n がインクリメントされる。よって、ある音速 c が設定されている状況において、S 1 0 6からS 1 0 9のループが N 回実行されると、 n 個の参照領域について n 個の評価値が得られることになる。 n が N を超えると、処理がS 1 0 5からS 1 1 0へ移行し、S 1 1 0において、現在の c に対して増分stepが加算されて、 c が更新される。そして、S 1 0 2以降の工程が再度実行される。S 1 0 3からS 1 1 0のループを繰り返して c が終了音速を超えた段階では、すべ

10

20

30

40

50

ての参照領域についてプロファイルが求められたことになる。但し、各参照領域ごとに、複数の音速に対応する複数の評価値が求めた段階で、それらに対してスプライン補間処理等を適用して滑らかな曲線としてプロファイルを生成（整形）するのが望ましい。そのような工程は例えば S 1 0 2 と S 1 1 1 との間に設けられる。そのような補間処理工程は、S 1 0 2 から S 1 1 8 の間におけるいずれかのタイミングで実行することが可能であり、例えば、S 1 0 2 と S 1 1 1 との間、S 1 1 7 と S 1 1 8 との間、S 1 1 2 と S 1 1 5 との間で実行されてもよい。演算処理の効率化の観点から見れば、S 1 1 7 と S 1 1 8 との間で補間処理が実行されるのが望ましい。

【 0 0 4 8 】

なお、図 7 に示すプロセスでは、c を段階的に増加させながら、各段階において複数の参照領域に対応する複数の評価値を求めるようにしたが、演算対象とする参照領域を段階的に変更しながら、各段階において c を初期値から終期値まで変化させるようにしてもよい。結果として複数の参照領域に対応する複数のプロファイルが得られるならば、それらを得るシーケンスには自由度がある。但し、図 7 に示した手法によればビーム走査を繰り返し行う過程で必要な情報を順次取得できるので、合理的であり、迅速な処理を期待できる。

【 0 0 4 9 】

S 1 1 1 以降においては、各プロファイルについて変化率 $R A (n)$ が演算される。具体的には、S 1 1 1 において、n に 1 が代入され、S 1 1 2 において n が N 以下であるのかが判断される。N 以下であれば、S 1 1 3 において、以下の計算式に従って変化率 $R A (n)$ が演算される。

【 0 0 5 0 】

$$R A (n) = [M a x A (n) - M i n A (n)] / M a x A (n)$$

上記の変化率は、n 番目のプロファイルの高低差の度合いを表すものであり、プロファイルの勾配が非常に乏しいものを判断できるならば他のパラメータを判断基準とするようにしてもよい。S 1 1 4 では、n がインクリメントされ、S 1 1 2 以降の各工程が繰り返し実行される。S 1 1 2 において、n が N を超えると判断された場合には、図 8 に示す S 1 1 5 以降の各工程が実行される。

【 0 0 5 1 】

図 8 において、S 1 1 5 では、プロファイル適否判定のための初期設定がなされる。具体的には、一定条件を満たす最大値である極大（有効な極大）を探索するための変数 C_x にゼロが代入され、適正プロファイルの個数を調査するための変数 M にゼロが代入され、n に 1 が代入される。S 1 1 6 では、n が N 以下であるのかが判断され、N 以下であれば S 1 1 7 において n 番目のプロファイルについて適否の判定がなされる。これについては後に図 9 を用いて説明する。注目しているプロファイルが N G と判断された場合、つまり不適正プロファイルであれば、処理が S 1 1 9 へ移行し、注目しているプロファイルが O K と判断された場合、つまり適正プロファイルであれば、処理が S 1 1 8 へ移行し、そこで、現在の C_x に対して $C_p (n)$ を加算し、その加算結果を新しく C_x とする計算と、M をインクリメントする計算とが実行される。そして、S 1 1 9 において、n がインクリメントされる。つまり、1 番目から N 番目のプロファイルについて順番にその適否が判定されることになる。適正プロファイルの個数は M の値として認識可能である。最終的な C_x は、適正プロファイルが有する有効な極大に対応する速度の累積値となる。その累積値は後述する平均値演算のためのものである。

【 0 0 5 2 】

S 1 1 6 において、n が N を超えたと判断された場合、S 1 2 0 において、M が 1 以上であるのかが否か、つまり、少なくとも 1 つの適正プロファイルを取得できたのかが判断される。S 1 2 1 では、 C_x を M で除することにより、適正速度の平均値として最適速度（最適値）が求められる。そして、S 1 2 2 では、その最適速度が制御部へ出力される。一方、適正プロファイルが得られなかった場合には S 1 2 3 においてエラーが報知され、従来同様の標準速度（規定速度）が最適速度として利用されることになる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 3 】

図9には、図8のS117で行われる動作例が示されている。S201では、注目しているプロファイルにおける最大値 $Max A(n)$ に対応する速度 $C_p(n)$ が速度軸上の有効範囲内であるのか外であるのかが判定される。例えば、図4の(A)及び(B)に示したような場合には不適正プロファイルであると判定される。つまり、速度 $C_p(n)$ が速度軸上の有効範囲外であればNGと判断され、そうでなければOKと判断される。S202では、注目しているプロファイルにおける最大値 $Max A(n)$ が評価値軸上の有効範囲内であるのか外であるのかが判定される。例えば、図5の(A)及び(B)に示したような場合には不適正プロファイルであると判定される。つまり、最大値 $Max A(n)$ が評価値軸上の有効範囲外であればNGと判断され、そうでなければOKと判断される。S203では、注目しているプロファイルにおける変化率 $RA(n)$ が所定の判定値(有効値)よりも小さいのか大きいのか判定される。例えば、図5の(C)に示したような場合には不適正プロファイルであると判定される。つまり、変化率 $RA(n)$ が所定の判定値よりも小さければNGと判断され、そうでなければOKと判断される。

10

【 0 0 5 4 】

以上のように、走査面上に複数の参照領域を設定して複数のプロファイルを取得した上で、適正プロファイルを選別し、それに基づいて最適音速を演算することにより、信頼性のある最適音速を求めることが可能となる。ひいては受信遅延条件を良好にできるので、感度を向上できあるいは分解能を高めることが可能となる。上記実施形態では、整相加算後のRF(高周波)信号を参照するようにしたが、検波後の信号を参照するようにしてもよい。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 5 】

【図1】本発明に係る超音波診断装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】複数の参照領域の設定を説明するための図である。

【図3】適正プロファイルの一例を示す図である。

【図4】不適正プロファイルの例を示す図である。

【図5】不適正プロファイルの他の例を示す図である。

【図6】本実施形態に係る超音波診断装置のメインルーチンを示す図である。

【図7】速度キャリブレーションの実行プロセスを示す図である。

【図8】速度キャリブレーションの実行プロセスを示す図である。

【図9】図8に示すS117の具体的な動作例を示す図である。

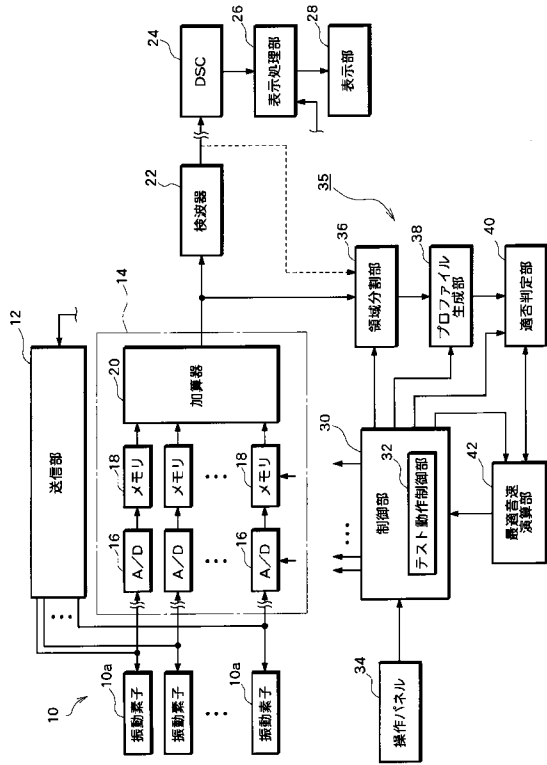
30

【 符号の説明 】

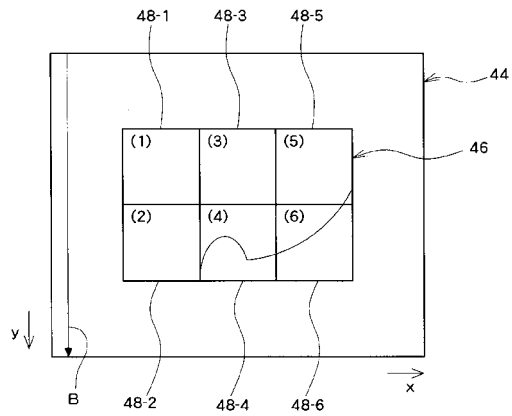
【 0 0 5 6 】

10 アレイ振動子、12 送信部、14 受信部、30 制御部、32 テスト動作制御部、36 領域分割部、38 プロファイル生成部、40 適否判定部、42 最適音速演算部、100, 102, 104, 106, 108, 110 プロファイル。

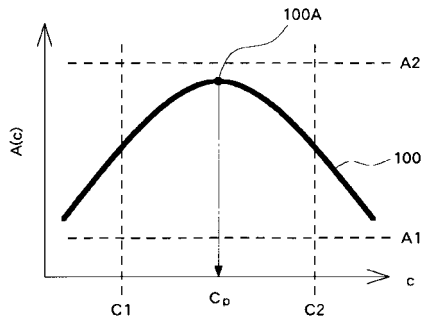
【図1】



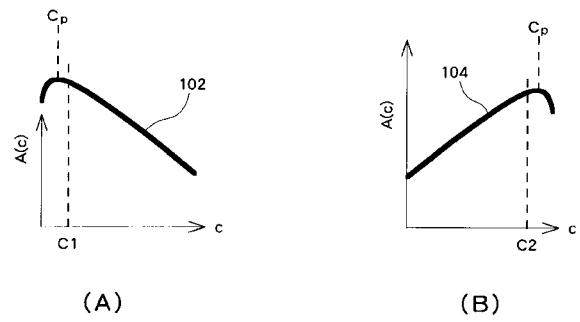
【図2】



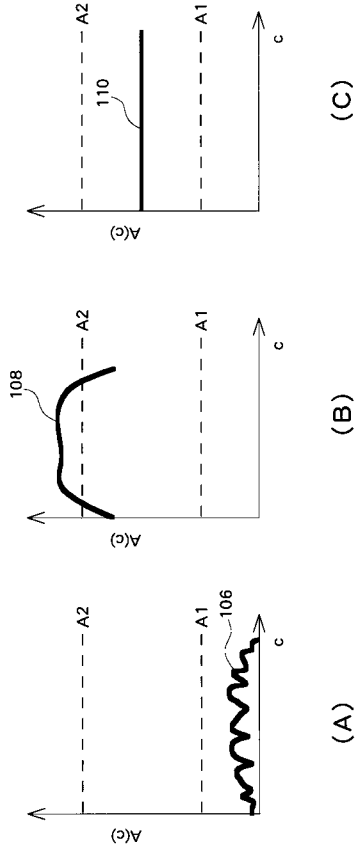
【図3】



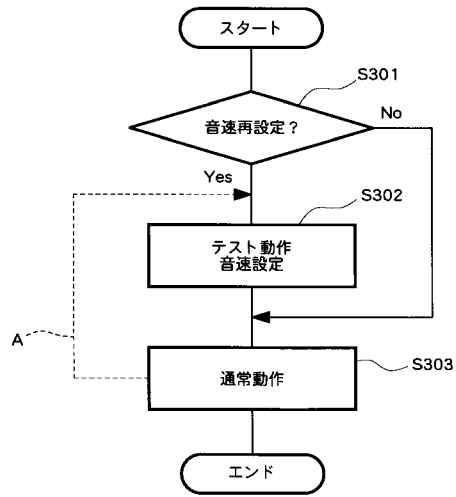
【図4】



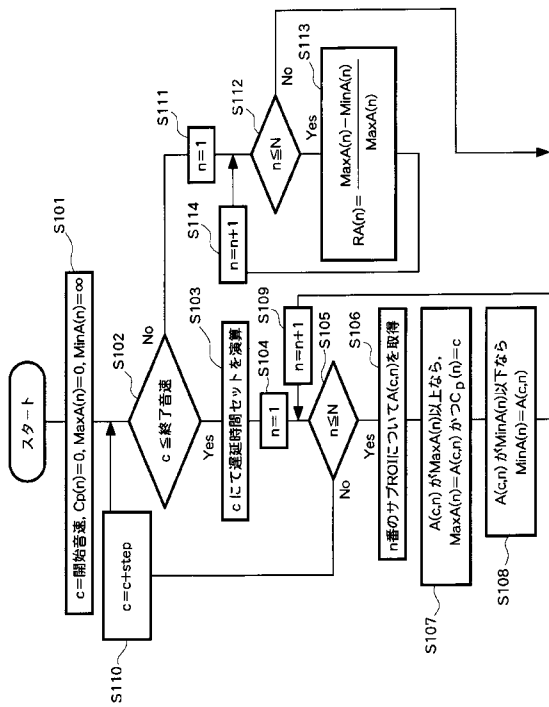
【図5】



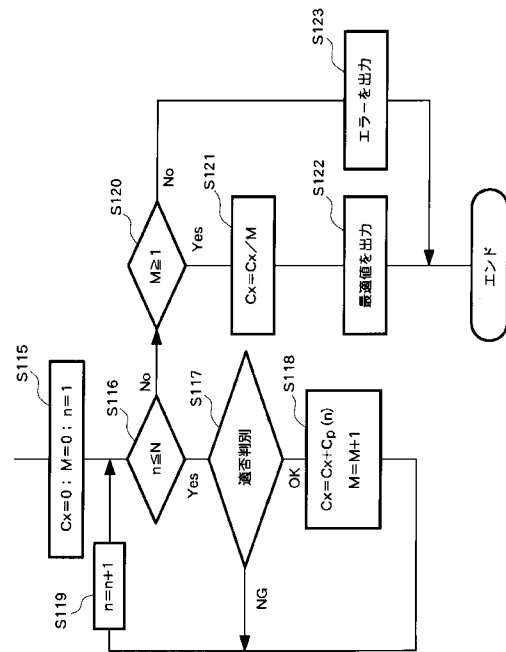
【図6】



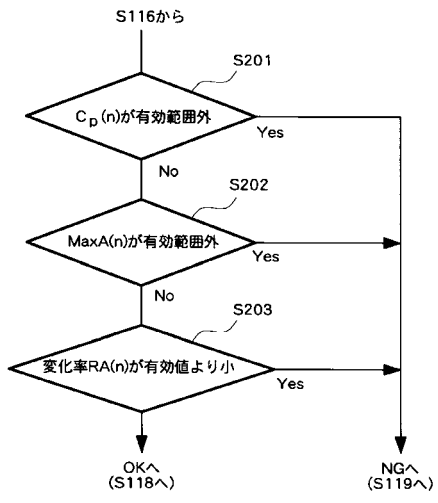
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-264531(JP,A)
特開2008-212441(JP,A)
国際公開第2007/075040(WO,A1)
特開平08-317926(JP,A)
特開2001-252276(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/00

| | | | |
|----------------|---|---------|------------|
| 专利名称(译) | 超声诊断设备 | | |
| 公开(公告)号 | JP5255999B2 | 公开(公告)日 | 2013-08-07 |
| 申请号 | JP2008294173 | 申请日 | 2008-11-18 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 日立阿洛卡医疗株式会社 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 阿洛卡有限公司 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | 日立アロカメディカル株式会社 | | |
| [标]发明人 | 隈崎健二 | | |
| 发明人 | 隈崎 健二 | | |
| IPC分类号 | A61B8/00 | | |
| FI分类号 | A61B8/00 A61B8/14 | | |
| F-TERM分类号 | 4C601/BB02 4C601/BB03 4C601/EE09 4C601/EE22 4C601/HH21 4C601/HH33 4C601/JB36 4C601/JB45 4C601/JB48 4C601/JB50 4C601/JB53 4C601/JC37 | | |
| 代理人(译) | 吉田健治 石田 纯 | | |
| 其他公开文献 | JP2010119481A | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |

摘要(译)

要解决的问题：在超声波诊断装置中优化规定接收延迟数据集（接收条件）的声速。解决方案：在测试操作模式中，作为计算延迟数据集的基础的声速在试验中改变。因此，获取对应于多个参考区域的多个简档。每个轮廓指示定相加法结果的评估值对速度变化的变化。例如，评估值等于在参考区域内定相添加之后的信号的总和。从多个简档确定一个或两个或更多个适当的简档，并且基于它们计算最佳声速。最佳声速被用作计算在正常超声诊断中设置的延迟数据的参数。

